บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (Information) ที่เกี่ยวข้อง

การใช้ประโยชน์จากยางพาราในส่วนของงานก่อสร้าง ส่วนใหญ่จะนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในอาคารบ้านเรือน เป็นขอบประตู ยางขอบกระจกหน้าต่าง เป็นต้น ในส่วนของงานที่เป็นโครงสร้างโดยตรงยังไม่ค่อยได้มีการนำมาศึกษาเพื่อใช้ประโยชน์มากนัก อาจมีบางเรื่องที่ได้รับงบประมาณของ วช. ให้ทำการวิจัยในส่วนของการใช้ประโยชน์จากไม้ยางพารา เช่น ตงไม้รูปไอที่ผลิตจากไม้ยางพารา [11], การผลิตและทดสอบหลังคายางพาราจากวัสดุผสมยางธรรมชาติกับขี้เลื่อย [12] และการเพิ่มคุณค่าเศษไม้ยางพาราด้วยผลิตภัณฑ์ไม้ประกอบ OSL [13] ส่วนทางด้านของการตลาดมีการวิจัยเกี่ยวกับการวิเคราะห์ต้นทุนอุตสาหกรรมไม้ยางพาราไทย [14] และ กลยุทธ์ในการเพิ่มขีดความสามารถทางการตลาดของอุตสาหกรรมไม้ยางพาราไทย [15] อีกทั้งทางคณะผู้วิจัยเองก็ได้มีการศึกษาในเรื่องของการนำขี้เลื่อยไม้ยางพารามาผสมกับโพลิเอทธิลีนเพื่อเป็นวัสดุชนิดใหม่มาทดแทนไม้ในงานเฟอร์นิเจอร์ [16] ส่วนประโยชน์จากน้ำยางพาราในงานก่อสร้างที่พอเป็นที่รู้จักกันแพร่หลายคือการนำยางพารามาผสมกับแอสฟัลต์ในงานลาดผิวถนน [17] และยังมีผู้ที่ได้คิดค้นนำยางพารามาทดลองใช้ผสมในคอนกรีต [10] อีกด้วย ดังที่จะกล่าวต่อไปนี้

2.1.1 การใช้ยางพาราในงานทั่วไป

- เจษฎา เกษมเศรษฐ์ และคณะ [11] ได้ศึกษาความสามารถในการรองรับน้ำหนักของตงไม้ประกอบรูปตัวไอที่ผลิตจากไม้ยางพาราและไม้ไผ่อัด ในระบบตงพื้นไม้ ระบบตงฝาไม้ และระบบแปหลังคา การศึกษานี้ได้ดำเนินการทดสอบกลสมบัติพื้นฐานทางวิศวกรรมของไม้ยางพาราและไม้ไผ่อัด การทดสอบกำลังรอยต่อประสานนิ้วของปีกคานและรอยต่อระหว่างแผ่นปีกและเอว จากนั้นจะทำการวิเคราะห์และออกแบบตงไม้รูปตัวไอที่เหมาะสมโดยทฤษฎีพื้นฐานหนึ่งมิติเป็นเกณฑ์ และการทดสอบกำลังรับน้ำหนักตัวแทนตงไม้ประกอบรูปตัวไอในระบบพื้นไม้ระบบฝาไม้ และระบบแปหลังคาการทดสอบกลสมบัติพื้นฐานของไม้ยางพาราและไม้ไผ่อัดตามมาตรฐาน ASTM D 143-83 พบว่าไม้ยางพารามีกำลังอัดขนานเสี้ยนปลอดภัย กำลังอัดตั้งฉากเสี้ยนปลอดภัย กำลังดึงปลอดภัย และกำลังดัดปลอดภัยเท่ากับ 64 กก./ตร.ซม. 48 กก./ตร.ซม. 89 กก./ตร.ซม. และ 93 กก./ตร.ซม. ที่ค่าส่วนปลอดภัย 5.75 2.50 6.50 และ 6.50 สำหรับกำลังเฉือนปลอดภัยของไม้ไผ่อัดเท่ากับ 14 กก./ตร.ซม. ที่ค่าส่วนปลอดภัย 9 และจากการทดสอบปริมาณความชื้นตามมาตรฐาน ASTM D 4442-84 พบว่าปริมาณความชื้นในไม้ยางพาราและไม้ไผ่อัดมีค่าเท่ากับร้อยละ 12.5 และร้อยละ 9.3 การทดสอบหากำลังของรอยต่อประสานนิ้วของปีกคานตามมาตรฐาน ASTM D 4688-90 และรอยต่อระหว่างแผ่นปีกและเอวตามมาตรฐาน ASTM D 143-83 โดยใช้กาวฟีนอลฟอร์มอลดีไฮด์เป็นตัวประสาน ได้ค่ากำลังดึง

ปลอดภัยเท่ากับ 48 กก./ตร.ซม. และค่าแรงเฉือนไหลปลอดภัยเท่ากับ 14 กก./ซม. ที่ค่าส่วนปลอดภัย 9 ตามลำดับ การออกแบบและวิเคราะห์ขนาดหน้าตัดตงไม้รูปตัวไอในระบบตงพื้นไม้ ระบบตงฝาไม้ และระบบแปหลังคา โดยใช้ทฤษฎีพื้นฐาน พบว่าสำหรับระบบตงพื้นไม้รูปไอขนาดความสูง 8 นิ้ว 10 นิ้ว และ 12 นิ้ว ความกว้างหน้าตัด 1.5 นิ้ว ความหนาแผ่นเอว 8 มม. สำหรับระยะห่าง 0.30 – 0.60 ม. และระยะช่วงพาด 2-5 ม. สามารถรับน้ำหนักบรรทุกจรปลอดภัยได้ตั้งแต่ 150-898 กก./ตร.ม. ระบบตงฝาไม้ขนาดความสูง 4 นิ้ว และ 6 นิ้ว ความกว้างหน้าตัด 1.5 นิ้ว ความหนาแผ่นเอว 6 มม. สำหรับระยะห่าง 0.30-0.60 ม. และระยะช่วงพาด 2-5 ม.สามารถรับน้ำหนักบรรทุกจรปลอดภัยได้ตั้งแต่ 50-314 กก./ตร.ม. และระบบแปหลังคาขนาดความสูง 4 นิ้ว และ 6 นิ้ว ความกว้างหน้าตัด 1 นิ้ว และความหนาแผ่นเอว 6 มม. สำหรับระยะห่าง 0.30-0.60 ม. และระยะช่วงพาด 2-5 ม.สามารถรับน้ำหนักบรรทุกจรปลอดภัยได้ตั้งแต่ 31-238 กก./ตร.ม. การทดสอบกำลังรับน้ำหนักตงไม้ประกอบรูปตัวไอจำนวน 54 ตัวอย่าง ซึ่งแบ่งในระบบตงพื้นไม้ระบบตงฝาไม้ และระบบแปหลังคาอย่างละ 18 ตัวอย่าง ในระยะช่วงพาด 3.00-4.00 ม. โดยแบ่งเป็นระบบที่มีแผ่นไม้ประกับและระบบที่ไม่มีแผ่นไม้ประกับ พบว่าตงไม้รูปตัวไอในระบบตงพื้นไม้ขนาดความสูง 8 นิ้ว 10 นิ้ว 12 นิ้ว ที่มีแผ่นไม้ประกับ สามารถรับน้ำหนักบรรทุกจรแผ่กระจายใช้งานได้ตั้งแต่ 178-353 กก./ตร.ม. และ 183-304 กก./ตร.ม. สำหรับที่ไม่มีแผ่นไม้ประกับ ระบบตงฝาไม้ขนาดความสูง 4 นิ้ว 6 นิ้ว ที่มีแผ่นไม้ประกับสามารถรับน้ำหนักบรรทุกแผ่กระจายใช้งานได้ตั้งแต่ 52-140 กก./ตร.ม. และ 63-125 กก./ตร.ม. สำหรับที่ไม่มีแผ่นไม้ประกับและระบบแปหลังคาขนาด 4 นิ้ว 6 นิ้ว ที่มีแผ่นไม้ประกับสามารถรับน้ำหนักบรรทุกแผ่กระจายใช้งานได้ตั้งแต่ 53-129 กก./ตร.ซม. และ 53-88 กก./ตร.ซม. สำหรับที่ไม่มีแผ่นไม้ประกับ เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำหนักบรรทุกจรแผ่กระจายใช้งานตามทฤษฎีในระบบที่มีแผ่นไม้ประกับ พบว่ามีค่าสูงกว่าอยู่ในเกณฑ์ 1.2-2.1 เท่า และ 1.1-1.5 เท่าสำหรับระบบที่ไม่มีแผ่นไม้ประกับและที่มีค้ำยันเพียงพอ สำหรับโมดูลัสยืดหยุ่นเทียบเท่าที่ได้จากการทดสอบกำลังรับน้ำหนักปรากฏว่าในระบบตงพื้นไม้ที่ความสูง 8 นิ้ว 10 นิ้ว และ 12 นิ้ว มีค่าประมาณ 75,000-90,000 กก./ตร.ซม. ระบบตงฝาไม้ที่ความสูง 4นิ้ว และ 6 นิ้ว มีค่าประมาณ 80,000-125,000 กก./ตร.ซม. ระบบแปหลังคาที่ความสูง 4 นิ้ว และ 6 นิ้ว มีค่าประมาณ 75,000-115,000 กก./ตร.ซม. ซึ่งผลที่ได้มีค่าสอดคล้องกับโมดูลัสยืดหยุ่นของไม้ยางพารา 100,000 กก./ตร.ซม. ที่ใช้ในการออกแบบและวิเคราะห์โดยทฤษฎีพื้นฐานหนึ่งมิติจากการดำเนินศึกษาดังกล่าว ตงไม้รูปตัวไอสามารถนำมาทดแทนไม้เนื้อแข็งในระบบตงพื้นไม้ ระบบตงฝาไม้ และระบบแปหลังคาสำหรับอาคารบ้านพักอาศัย

- ณรงค์ฤทธิ์ สมบัติสมภพ [12] ได้ดำเนินการทดสอบ (1.) เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของการผลิตวัสดุผสมระหว่างผงขี้เลื่อยไม้และยางธรรมชาติเพื่อพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์หลังคายางพารา (2.) เพื่อทดสอบสมบัติของวัสดุผสมระหว่างผงขี้เลื่อยไม้และยางธรรมชาติเพื่อพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์หลังคายางพาราในแง่การใช้งานจริง เช่นสมบัติทางการไหล ทางกล ทางกายภาพ ทางความร้อน การทนทานต่อสภาวะอากาศและแสงและสมบัติด้านการติดไฟ (3.) เพื่อเพิ่มชนิดของผลิตภัณฑ์จากยางพาราและ

เพิ่มมูลค่ายางพารา และนำผลงานวิจัยมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์จากยางธรรมชาติ โดยผ่านกระบวนการวิจัยจากหน่วยงานภาครัฐ

- บุญนำ เกี่ยวข้อง [13] ได้ศึกษาเกี่ยวกับไม้ประกอบโอเอสแอล (Oriented Strand Lumber ; OSL) คือ ไม้ท่อนที่ผลิตขึ้นจากแถบไม้ (strand) ขนาดเล็กและบางโดยเรียงแถบไม้ให้แนวเสี้ยนไม้ส่วนใหญ่เรียงตัวไปตามความยาวของท่อนไม้ เศษไม้ยางพาราขนาดเล็กที่เหลือทิ้งในสวน เหลือจากขบวนการผลิตในโรงงานนั้น สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการผลิตไม้ประกอบได้ คณะนักวิจัยสำนักวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและทรัพยากร มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ ซึ่งมี ผศ.บุญนำ เกี่ยวข้อง เป็นหัวหน้าโครงการ "การพัฒนาผลิตภัณฑ์ชิ้นไม้อัดเรียงเสี้ยน จากเศษไม้ยางพารา" ซึ่งได้ศึกษาวิจัยและพบว่าลักษณะและขนาดของกิ่งไม้ที่ให้ผลผลิตแถบไม้สูงสุดควรมีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 120 มิลลิเมตรและปลอดตำหนิ และปัจจัยที่เหมาะสมต่อการผลิตไม้ประกอบคือ กาวไอโซไซยาเนตปริมาณกาวร้อยละ 9 ของน้ำหนักแถบไม้อบแห้งความยาวของแถบไม้ 140 มิลลิเมตร และการเรียงแถบให้เสี้ยนขนานกับความยาวของ OSL มีผลทำให้ความแข็งแรงสูงสุด OSL ที่ดีที่สุดจะได้จากการใช้กาวผสมระหว่างฟีนอลและไอโซไซยาเนตซึ่งดีกว่าการใช้ฟีนอลเพียงอย่างเดียวผลงานวิจัยที่ได้ของโครงการทำให้หน่วยวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมไม้ของมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ร่วมกับโครงการจัดสัมมนาทางวิชาการและจัดนิทรรศการวิธีการผลิต OSL และทดสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้แก่ภาครัฐและเอกชน อาทิเช่น สำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง (สกย.) ผู้ประกอบการแปรรูปไม้ เกษตรกร เป็นต้น เมื่อวันที่ 16 กรกฎาคม 2547 ที่ผ่านมา ผลการสำรวจพบว่า ร้อยละ 70 ของผู้เข้าร่วมสัมมนาเห็นว่าเป็นโครงการที่ได้ประโยชน์มาก นอกจากนี้โครงการยังได้ผลิตนักศึกษาจบปริญญาโทแล้วจำนวน 1 คน และอยู่ในระหว่างจะจบการศึกษาอีก 3 คน

- ปรียานุช อภิบุณโยภาส และคณะ [14] ได้ทำการวิจัยโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาโครงสร้างต้นทุนของอุตสาหกรรมไม้ยางพาราซึ่งประกอบด้วยอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพารา 2) ศึกษาสัดส่วนของต้นทุนแต่ละประเภท และพฤติกรรมของต้นทุน โดยเปรียบเทียบต้นทุนแต่ละประเภทและอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารากับต้นทุนรวม 3) วิเคราะห์ต้นทุนที่มีสัดส่วนสูง เพื่อให้ทราบถึงส่วนประกอบและต้นตอของต้นทุน 4) ศึกษาและให้ข้อเสนอแนะถึงแนวทางในการปรับลดต้นทุนโดยตรงและในส่วนที่จะขอความช่วยเหลือจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง วิธีการวิจัยประกอบด้วยการรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล การรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิใช้วิธีสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงและใช้วิธีสัมภาษณ์แบบเจาะลึกกับตัวอย่าง จำนวน 27 รายตลอดจนสัมภาษณ์กลุ่มเฉพาะด้วย ผลการวิจัยปรากฏว่าโครงสร้างต้นทุนของอุตสาหกรรมไม้ยางพาราซึ่งแบ่งออกเป็นโครงสร้างต้นทุนการผลิตไม้ยางพาราแปรรูป ซึ่งประกอบด้วย ต้นทุนวัตถุดิบ-ไม้ ร้อยละ 61.59-73.60 แรงงานทางตรง ร้อยละ 10.40-11.18 ค่าใช้จ่ายการผลิตร้อยละ 16.00-27.26 และ โครงสร้างต้นทุนการผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพาราจำแนกตามลักษณะผลิตภัณฑ์เป็น 4 กลุ่ม คือ เฟอร์นิเจอร์และไม้แปรรูป เฟอร์นิเจอร์ขนาดใหญ่ เฟอร์นิเจอร์ขนาดเล็ก และเฟอร์นิเจอร์ขนาดใหญ่และขนาดเล็ก พบว่าโครงสร้างต้นทุน

ประกอบด้วย วัตถุดิบ ร้อยละ 62.90 ,61.35 ,59.46 และ 57.00 ต้นทุนแรงงาน ร้อยละ 12.33 ,15.38 ,16.50 และ 18.59 ค่าใช้จ่ายการผลิต ร้อยละ 24.77 ,23.26, 24.04 และ 24.41 ตามลำดับ สำหรับโครงสร้างต้นทุนการผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพาราจำแนกตามตลาดต่างประเทศ เป็น 3 กลุ่ม คือ ตลาดญี่ปุ่นเป็นหลัก ตลาดอเมริกาเป็นหลัก และตลาดอื่นๆ พบว่า โครงสร้างต้นทุนประกอบด้วย วัตถุดิบ ร้อยละ 56.29 ,59.73 และ 63.47 ต้นทุนแรงงาน ร้อยละ 17.06, 16.80 และ 16.20 ค่าใช้จ่ายการผลิต ร้อยละ 26.65, 23.47 และ 20.33 ตามลำดับ ซึ่งต้นทุนที่มีสัดส่วนสูงสุดในส่วนของวัตถุดิบ คือต้นทุนไม้ รองลงมาคือสีและทินเนอร์ ส่วนค่าใช้จ่ายการผลิตที่มีสัดส่วนสูงสุดคือค่าใช้จ่ายในการบริหารโรงงาน รองลงมาคือค่าเสื่อมราคาเครื่องจักรที่ใช้ในโรงงานต้นตอของต้นทุนที่มีสัดส่วนสูงในด้านของวัตถุดิบคือ 1) การใช้ไม้โดยไม่คัดคุณภาพ 2) ราคาไม้ไม่สม่ำเสมอ 3) ไม่มีระบบการจัดการผลิตที่ดี 4) ขาดการควบคุมการใช้ไม้ในการผลิต ไม่มีการเก็บข้อมูลนำเข้าและออกของวัตถุดิบ ในด้านของแรงงาน สาเหตุมาจาก 1) ขาดทักษะและขาดการพัฒนาฝีมือ 2) คนงานขาดความรับผิดชอบ 3) ขาดความผูกพันต่อองค์กร ส่วนต้นตอที่ทำให้ค่าใช้จ่ายในการผลิตสูงคือ 1) ขาดการจัดสายการผลิตอย่างต่อเนื่อง 2) ผลิตไม่เต็มกำลังการผลิต 3) ใช้เครื่องมืออุปกรณ์ไม่มีประสิทธิภาพ 4) ขาดข้อมูลที่ถูกต้องเพื่อใช้ในการผลิต สำหรับข้อเสนอแนะจากการวิจัยคือภาครัฐและเอกชนควรร่วมมือกันที่จะพัฒนาระบบการปฏิบัติการภายในองค์กรให้มีประสิทธิภาพ

- อัจฉรา จันทร์ฉาย [15] ได้ทำการวิจัยเรื่องกลยุทธ์ในการเพิ่มขีดความสามารถทางการตลาดของอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพาราไทย มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาศักยภาพปัจจุบันด้านการตลาดของอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพาราของไทย ศึกษาศักยภาพด้านการแข่งขันเปรียบเทียบกับประเทศคู่แข่งที่สำคัญ ได้แก่ มาเลเซียและจีน ศึกษาวิเคราะห์ลูกค้าต่างประเทศ ได้แก่ ประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกา ศึกษากลยุทธ์ด้านการตลาด ระดับธุรกิจ ระดับอุตสาหกรรมและระดับประเทศ เพื่อเพิ่มขีดความสามารถด้านการแข่งขัน นอกจากนั้น มีการศึกษาเจาะลึกตลาดสหรัฐอเมริกา วิธีการศึกษามีทั้งการเก็บรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิจากแหล่ง การเก็บรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิ มีการจัดทำ Focus Group ได้มีการสัมภาษณ์ลึก จำนวน 50 ราย เป็นผู้ประกอบการไม้แปรรูป ผู้ผลิตชิ้นส่วนเฟอร์นิเจอร์ ผู้ผลิตเฟอร์นิเจอร์ ผู้ประกอบการนำเข้าส่งออกเฟอร์นิเจอร์ ผู้บริหารหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ หน่วยงานภาครัฐ หน่วยงานภาคเอกมีการรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิโดยการใช้แบบสอบถามแบ่งออกเป็น 3 ชุด ส่งไป 389 ชุด ได้คืนมา 88 ชุด คิดเป็นร้อยละ 22.62 อีกทั้งมีการเดินทางไปสำรวจข้อมูลที่สหรัฐอเมริกา ผลการศึกษาตลาดส่งออกเฟอร์นิเจอร์ไทย คือ ตลาดญี่ปุ่น และตลาดสหรัฐอเมริกา โดยไทยส่งออกไป 2 ประเทศ มูลค่ามากกว่าร้อยละ 70 ของการส่งออกอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพาราเป็นอุตสาหกรรมที่ใช้วัตถุดิบในประเทศ ซึ่งประเทศไทยเป็นแหล่งปลูกไม้ยางรายใหญ่ของโลก สภาวะการแข่งขันของอุตสาหกรรม ประเทศคู่แข่งสำคัญ คือ ประเทศมาเลเซีย ส่งออกเป็นอันดับ 3 ของภูมิภาคเอเชีย และจีนซึ่งส่งออกมากเป็นอันดับ 7 ของโลก สภาวะการตลาดเฟอร์นิเจอร์ในสหรัฐอเมริกา สินค้าเฟอร์นิเจอร์ไทย เข้าตลาดสหรัฐอเมริกา เป็น 2 กลุ่ม

คือ ขายให้ตลาดใหญ่ Mass Market และขายให้ตลาด Niche Market ซึ่งคุณภาพและราคาสูงกว่า อุปสรรคของผู้ประกอบการเฟอร์นิเจอร์คือ ปัญหาเกี่ยวกับโครงสร้างของอุตสาหกรรม ปัญหาที่เกิดจากผู้ประกอบการเอง และปัญหาที่เกี่ยวกับภาครัฐ ตลาดเฟอร์นิเจอร์ในญี่ปุ่น อดีตประเทศไทยเคยครองอันดับ 2 ของการส่งออกขายในตลาดญี่ปุ่น แต่ปัจจุบันมีผลกระทบจากการแข่งขันจากประเทศจีนและมาเลเซียศักยภาพการแข่งขันของอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ไทยคือคุณภาพ ความสามารถด้านจัดหาวัตถุดิบ และการตอบสนองต่อลูกค้า กลยุทธ์ของอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ ผู้ประกอบการควรใช้กลยุทธ์ด้านการเจาะตลาดหา Niche Market และมีการพัฒนาจาก OEM เป็น ODM และ OBM การพัฒนาผลิตภัณฑ์และกลยุทธ์ด้านการสร้างพันธมิตรสำหรับกลยุทธ์ระดับอุตสาหกรรม ควรพัฒนาทั้งระบบ Industry Value Chain ตั้งแต่อุตสาหกรรมต้นน้ำ ได้แก่ ด้านไม้แปรรูป อุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ อุตสาหกรรมสนับสนุนต่างๆ โดยจัดทำค่าอ้างอิง (Benchmark) เพื่อพัฒนาศักยภาพการแข่งขัน กลยุทธ์ระดับประเทศ ต้องพัฒนาแก้ไขกฎระเบียบ การพัฒนาด้านการวิจัยพัฒนาเทคโนโลยี พัฒนาทรัพยากรมนุษย์ ภาครัฐต้องร่วมกับภาคเอกชนในการจัดทำแผนแม่บทในการพัฒนาอุตสาหกรรม

- อโณทัย ผลสุวรรณ ประชุม คำพุฒ และบุญชัย ผึ้งไผ่งาม [16] ได้ศึกษาคุณสมบัติเชิงกลของการผสมโพลิเอทธิลีนชนิดความหนาแน่นสูงที่ผ่านการใช้งานมาแล้วกับขี้เลื่อยไม้ยางพาราขนาดอนุภาค 1.5 มม. และ 0.5 มม. โดยใช้เทคนิคการผสมแบบ ลูกกลิ้งคู่ ใช้อัตราส่วนผสมปริมาณโพลิเอทธิลีนชนิดความหนาแน่นสูง ต่อขี้เลื่อยไม้ยางพารา เท่ากับ 50/50, 60/40 และ 70/30 ผลการวิจัยพบว่าค่าของการทนแรงดึงยืด ค่าของการทนแรงกระแทก และค่าการต้านทานการโก่งงอ จะลดต่ำลงเมื่อปริมาณขี้เลื่อยเพิ่มมากขึ้น และที่อัตราส่วนผสมเดียวกันเมื่อปริมาณของไซเลนเพิ่มขึ้นค่าของการทนแรงกระแทก และค่าการต้านทานการโก่งงอจะสูงขึ้น

2.1.2 การใช้ยางพาราผสมกับแอสฟัลต์ [17]

- ได้มีการทดลองใช้ยางธรรมชาติและยางสังเคราะห์ผสมกับแอสฟัลต์เพื่อเพิ่มคุณภาพในการเป็นตัวประสานสำหรับลาดผิวถนนมานานแล้วตั้งแต่ปี พ.ศ. 2473 ในประเทศพัฒนา เช่น ประเทศในทวีปยุโรป แคนาดา สหรัฐอเมริกา และออสเตรเลีย เป็นต้น ได้ใช้ยางหรือสารโพลีเมอร์ผสมกับแอสฟัลต์เพื่อปรับปรุงคุณภาพผิวถนนกันอย่างกว้างขวาง แต่ในประเทศกำลังพัฒนาเทคโนโลยีนี้กลับเป็นเรื่องใหม่ที่เพิ่งเริ่มทดลองกันในห้องปฏิบัติการและภาคสนาม

- ปี พ.ศ.2494 ได้มีโครงการร่วมกันระหว่างห้องปฏิบัติการวิจัยถนนสหราชอาณาจักร (Road Research Laboratory) กับห้องปฏิบัติการของสมาคมวิจัยของผู้ผลิตยางธรรมชาติ(Natural Rubber Producers' Association and Laboratory) ได้ทดลองใช้แอสฟัลต์ผสมยางในห้องปฏิบัติการและลาดถนนจริงหลายแบบ เช่น ฉาบผิว (Seal coat) ลาดแอสฟัลต์ (Macadam) รวมทั้งส่วนผสมแน่น (Dense mixed) ในหลายพื้นที่ทั่วประเทศ โดยมีการวางแผนการทดลองอย่างดี เปรียบเทียบกับถนนลาดแอสฟัลต์ทั่วไปเป็นเวลา 15 ปี ในส่วนของงานในห้องปฏิบัติการจากโครงการนี้ได้ศึกษาการใช้ยางชนิดต่างๆ เช่น ยางผง ทั้งที่ผ่านการคงรูป (Vulcanized) และไม่ผ่านการคงรูป (Unvulcanized) น้ำยาง ตลอดจนยาง

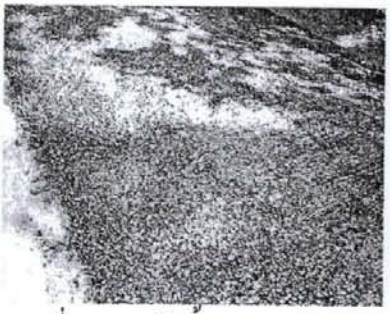
สังเคราะห์มาผสมกับแอสฟัลต์ ศึกษาวิธีการผสม ปริมาณที่เหมาะสม และคุณสมบัติของแอสฟัลต์ที่เปลี่ยนแปลง ตลอดจนเมื่อผสมกับวัสดุ เช่น หิน เป็นอย่างไร ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการเติมยางธรรมชาติลงในแอสฟัลต์จำนวนเล็กน้อยไม่เกิน 5% ทำให้แอสฟัลต์มีจุดหลอมเหลว (Softening point) สูงขึ้น ทนทานต่ออุณภูมิสูงและต่ำ ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของการชำรุด นอกจากนั้นยังเพิ่มคุณภาพอื่นๆ เช่น ความเหนียว ความแน่น ความคงตัว ความยืดหยุ่น การยึดเกาะ กับวัสดุ เช่น หิน ได้แน่น ผลการทดลองในการลาดถนนช่วยลดการแตกร้าว ลดการบวมปูด การลอกและการเสียรูป ส่วนผสมที่มียาง 2.5% โดยน้ำหนักทำให้ถนนทนทานขึ้น 40-50% ปัจจัยสำคัญในการผสมแอสฟัลต์กับยางคือ อุณหภูมิ และระยะเวลาที่ใช้ สำหรับระยะเวลาในการเก็บแอสฟัลต์ผสมยางนั้นขึ้นกับอุณหภูมิจากยางชนิดต่าง ๆ ที่นำมาทดลอง ปรากฏว่ายางในรูปของน้ำยางมีประสิทธิภาพที่สุดแต่ผสมยาก ดังนั้นการผสมน้ำยางกับแอสฟัลต์ในเชิงอุตสาหกรรมจึงควรทำที่โรงกลั่นน้ำมันซึ่งผลิตแอสฟัลต์

- สถาบันวิจัยยางศรีลังกาและกรมทางได้ทดลองสร้างถนนหลายแบบ ในปี พ.ศ. 2513 เช่นเดียวกับการทดลองในสหราชอาณาจักรทั้งในห้องปฏิบัติการโดยใช้ยางธรรมชาติหลายชนิด ผลการทดลองก็เป็นไปในทางเดียวกันกล่าวคือ การผสมยางธรรมชาติไม่เกิน 4% ทำให้คุณภาพแอสฟัลต์ดีขึ้น เช่น มีจุดหลอมเหลวสูงขึ้น เหนียว แน่น และยึดเกาะกับวัสดุสร้างถนนได้ดี ส่วนการทดลองลาดถนนในถนนหลายสายระยะทางครึ่งไมล์ถึงหนึ่งไมล์โดยผสมยางธรรมชาติ 1-2% โดยน้ำหนัก กับแอสฟัลต์ชนิด 80/100 ยางธรรมชาติที่ใช้เป็นน้ำยางสดที่รักษาสภาพด้วยสารเคมี ผลการทดลองครั้งนี้ได้ศึกษาถึงเทคนิคในการผสมการลาดถนน เช่น การเติมน้ำมันก๊าด 5% (โดยปริมาตร) ช่วยลดความหนืด (Viscosity) ทำให้สะดวกในการปฏิบัติ ทั้งนี้เพราะความหนืดจะเพิ่มขึ้นมากเมื่อผสมยางลงในแอสฟัลต์ การรักษาน้ำยางสด โดยใช้แอมโมเนีย 0.3% (สารละลาย 20%) และโซดาไฟ(NaOH) 0.7% (สารละลาย 10%) ให้ผลดีที่สุด ดีกว่าใช้เพียงอย่างใดอย่างหนึ่ง โซดาไฟยังทำหน้าที่เป็นตัวเร่งปฏิกริยาในการผสมอีกด้วย การกวนขณะผสมช่วยลดฟอง เป็นต้น และผลการทดลองเป็นเช่นเดียวกันกับที่ผ่านมา กล่าวคือ ถนนไม่หลุดร่อน มีอายุใช้งานนานขึ้นในช่วงเวลาใกล้กัน สถาบันวิจัยยางมาเลเซียได้ทดลองใช้ยางหลายชนิด เช่น ยางที่บดเป็นผงทั้งจากถุงมือยาง และยางรถยนต์ น้ำยางธรรมชาติ ยางสังเคราะห์ ผสมกับแอสฟัลต์ที่อุณหภูมิสูง 160 องศาเซลเซียส กวน 80 รอบต่อนาที ในถังผสมผลการทดลองเป็นไปในทำนองเดียวกัน คือ ทำให้คุณภาพดีขึ้น ไม่เสียรูป เหนียวแน่นกว่าเดิม ถนนมีอายุใช้งานนานกว่าแอสฟัลต์อย่างเดียว อย่างน้อยสามเท่า ค่าซ่อมบำรุงถูกลง 2.7 เท่า ทั้งน้ำยางและยางดิบ มีคุณสมบัติทางกายภาพในการประสานดีที่สุด ส่วนยางจากถุงมือดีกว่ายางจากยางรถยนต์

- สถาบันวิจัยยางอินเดียได้ เริ่มทดลองในปี พ.ศ. 2527 โดยใช้น้ำยางสดผสมแอสฟัลต์ 2% ลาดถนนด้วยวิธีการเช่นเดียวกับศรีลังกา ที่ถนนระหว่างเมืองทรีวานดรัมและโคตายัม โดยลาดผิวถนนระยะทาง 1.00 กิโลเมตร เปรียบเทียบกับถนนลาดยางธรรมดา ผลปรากฏต่อมาพบว่า ถนนลาดแอสฟัลต์ต้องซ่อมผิวถนนใหม่ในอีก 5 ปีต่อมา และในปีที่ 10 ก็ต้องซ่อมครั้งที่ 2 ขณะถนนที่ผสมยางธรรมชาติ 2% ยังมีสภาพดีจนถึงปีที่ 14 จากนั้นถนนทั้งสองจึงถูกลาดทับด้วยแอสฟัลต์ ต่อมาได้มีการขยายผลไป

ทั่วประเทศ ในปี พ.ศ. 2538 ได้สร้างถนนแอสฟัลต์ ผสมยางธรรมชาติ 2% เป็นระยะทาง 13 กิโลเมตร ที่ซาบาริมาลา จากหลายการทดลองสรุปได้ว่า การผสมยางธรรมชาติยืดอายุถนนได้อย่างน้อย 50% โดยค่าใช้จ่ายในการลาดผิวถนนเพิ่มขึ้น 16% เมื่อผสมยางธรรมชาติ 2% กับแอสฟัลต์ ปัจจุบันนี้รัฐบาลอินเดียโดยกระทรวงขนส่งทางบกได้สั่งการให้ทุกรัฐเพิ่มการใช้ยางธรรมชาติผสมแอสฟัลต์ 10% ของระยะทางที่จะดำเนินการก่อสร้างหรือซ่อม ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2542 เป็นต้นไป นอกจากนั้นได้มีการผลิตยางธรรมชาติผสมแอสฟัลต์ในเชิงพาณิชย์ โดยใช้น้ำยางสดถนอมด้วยแอมโมเนียกับโซดาไฟที่กลั่นน้ำมันเมืองโคชิน

ก) ลาดบางๆ ด้วยยางธรรมชาติผสมแอสฟัลต์บนพื้นที่สะอาด



ข) เกลี่ยและบดอันชั้นแรก

ค) ลงหินละเอียดผสมด้วยยางธรรมชาติผสมแอสฟัลต์

รูปที่ 2.1 การลาดผิวถนนด้วยยางธรรมชาติผสมแอสฟัลต์ [17]

- สำหรับประเทศไทยก็เคยทำการทดลองโดยศูนย์วิจัยยางสงขลาร่วมกับกรมทางหลวงเมื่อปี พ.ศ. 2501 แต่ไม่มีการบันทึกข้อมูลอย่างเป็นระบบ ผลการทดลองทั้งหมดยืนยันตรงกันว่า

1. อัตราส่วนผสมยาง 2-3% กับแอสฟัลต์โดยน้ำหนักเพียงพอที่จะเพิ่มคุณภาพแอสฟัลต์ กล่าวคือเพิ่มจุดอ่อนตัวคือ อ่อนตัวที่อุณหภูมิสูงขึ้นถึง 60 องศาเซสเซียส ไม่แตกเมื่ออุณหภูมิต่ำกว่า -5 องศาเซสเซียส มีความเหนียวยึดเกาะมวลรวมได้ดีขึ้น แต่มีความหนืดมากขึ้นจึงต้องเพิ่มความร้อนกว่าปกติ 10 องศาเซสเซียส เมื่อใช้งาน การเพิ่มส่วนผสมของยางให้มากกว่า 3% เพื่อที่จะให้ยางในปริมาณมากจะสร้างปัญหากับเครื่องจักรผสมแอสฟัลต์และเครื่องจักรสร้างถนน เพราะความหนืดที่เพิ่มขึ้น นอกจากนั้นราคายางพาราจะสูงกว่าแอสฟัลต์มากจึงไม่คุ้มค่า

2. ในการปรับปรุงคุณภาพของแอสฟัลต์ด้วยการผสมยางพบว่ายางธรรมชาติคือยางพารา ดีกว่ายางเทียมหรือยางสังเคราะห์ สำหรับยางธรรมชาติที่จะให้ผสมกับแอสฟัลต์พบว่าน้ำยางดีที่สุด รองลงมาคือยางดิบในรูปยางแห้ง และยางที่แปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์แล้ว เช่น ยางจากยางรถยนต์หรือถุงมือ ตามลำดับ ในส่วนของน้ำยางนั้นมีรายงานว่าน้ำยางสดดีกว่าน้ำยางข้น

เทคโนโลยีการใช้ยางเคมีผสมแอสฟัลต์ ในการสร้างถนนนั้นมีการใช้อย่างกว้างขวางในประเทศสหรัฐอเมริกาและแคนาดา วัตถุดิบหลักคือยางรถยนต์เก่าที่นำมาบดแล้วผสมสารเคมี ยาง

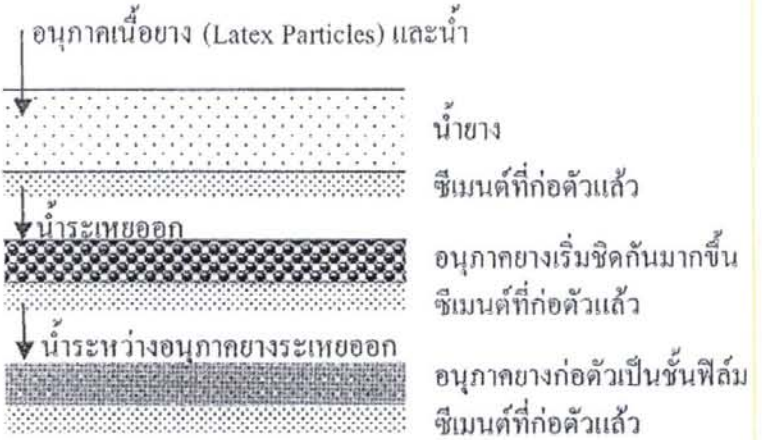
รถยนต์เก่าที่ทิ้งแล้วเป็นปัญหาขยะของประเทศเหล่านั้น เทคโนโลยีนี้ได้ดำเนินการทดลองและทดสอบโดยศูนย์วิจัยถนนของสหรัฐอเมริกา (American Federal Highway Research Center) ในปี พ.ศ. 2535 พบว่ายางผสมแบบนี้ไม่มีปัญหายางจับตัวระหว่างเก็บ มีคุณสมบัติในการประสานในช่วงอุณหภูมิกว้างขึ้น ยางบดที่ไม่ผสมสารเคมีจะแยกตัวจากแอสฟัลต์สูงถึง 25% ขณะที่ยางผสมสารเคมีแยกตัวเพียง 5-7% ทำให้ติดถนนทนทานมากขึ้นแต่ราคาสูงกว่ายางบดเพียงอย่างเดียวประมาณ 60% ขณะเดียวกันในปี พ.ศ. 2537-2538 สมาคมเทคนิคแอสฟัลต์ของแคนาดา (Canadian Technical Asphalt Association) ได้ทดลองลาดผิวถนนโดยผสมยางบด 5-25% กับแอสฟัลต์ลาดผิวถนน 6 สายที่เมืองแวนคูเวอร์ ให้ส่วนผสมร้อน 4,350 ตัน ใช้ยางรถยนต์เก่ากว่า 8,000 เส้น ผลการทดลองปรากฏว่าถนนทนทานขึ้น ใช้ได้กับวิธีลาดถนนทั่วไป ยืดหยุ่นกว่าแม้อุณภูมิต่ำกว่าศูนย์องศาเซลเซียส สามารถลดความหนาผิวถนนจาก 50 เหลือ 38 มิลลิเมตร ส่วนผสมประสานได้เร็วกว่าวิธีปกติ

การลาดผิวถนนบนสะพานไม่ว่าเป็นเหล็กหรือคอนกรีตยังคงเป็นปัญหาจนถึงปัจจุบัน ทั้งนี้เนื่องจากผิวสะพานจะมีอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงรุนแรงกว่าพื้นถนนทั่วไปทั้งร้อนและเย็น ทำให้ผิวถนนแอสฟัลต์ที่ลาดบนสะพานหลุดร่อน และชำรุดได้ง่าย การผสมยางกับแอสฟัลต์จะช่วยแก้ปัญหานี้ และได้มีการนำไปใช้ในหลายประเทศ เช่น เยอรมันนี สวิสเซอร์แลนด์ เป็นต้น การผสมยางดิบผง 5% กับแอสฟัลต์ 80/100 ตันที่อุณหภูมิ 180 องศาเซสเซียสเป็นเวลาหนึ่งชั่วโมง เมื่อนำไปผสมกับหินลาดถนนตามต้องการ จะได้ผิวถนนที่มีจุดอ่อนตัว (Softening point) ระหว่าง 90-100 องศาเซลเซียส ซึ่งเพียงพอที่จะทนทานกับอากาศร้อนได้ทุกสถานที่

จากรายงานผลการทดลองทั่วโลกเป็นที่ยอมรับว่าการผสมยางลงในแอสฟัลต์ทำให้คุณภาพของถนนดีขึ้นในทุกด้าน สถาบันวิจัยยางมาเลเซียรายงานว่าถนนทนทานขึ้นประมาณสามเท่า ค่าซ่อมบำรุงถูกลง 2.7 เท่า สถาบันวิจัยถนนของอินเดีย ภายใต้การสนับสนุนของธนาคารโลกรายงานผลการศึกษาว่ารถยนต์ที่วิ่งบนถนนลาดยางผสมแอสฟัลต์ใช้น้ำมันน้อยลง 5-7% ถนนสภาพดีทำให้ผู้ขับขี่ปลอดภัยและสบายกว่ายางเคมีที่นิยมใช้กัน ในประเทศพัฒนาจะมีราคาแพงแต่อาจจะถูกลงบ้างเมื่อมีการผลิตจำนวนมาก และดูจะเหมาะสมกับประเทศเหล่านั้น ในสหรัฐอเมริกาประเทศเดียวจะมียางรถยนต์ถูกทิ้งถึง 250 ล้านเส้น เป็นปัญหากับสิ่งแวดล้อมเป็นอันมาก น้ำยางผสมแอสฟัลต์ น่าจะเหมาะกับประเทศกำลังพัฒนาโดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศผู้ผลิตยางธรรมชาติที่ประสบปัญหาราคายางตกต่ำอยู่เสมอ จากการศึกษาของสถาบันวิจัยถนนอินเดียพบว่าถ้าใช้น้ำยางสดผสมแอสฟัลต์ลาดผิวถนนสองเลนจะใช้ยางธรรมชาติหนึ่งตันต่อระยะหนึ่งกิโลเมตร ดังนั้นถ้าใช้ยางผสมแอสฟัลต์เพียง 10,000 กิโลเมตรก็จะใช้ยางถึง 10,000 ตัน นับว่าเป็นการเพิ่มการใช้ยางภายในประเทศเป็นอย่างดี จะเห็นได้ชัดเจนว่าการใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นจากการผสมยางกับแอสฟัลต์เพียงไม่เกิน 20% ในการลาดผิวถนนคุ้มกับความทนทานที่เพิ่มขึ้น 1-3 เท่า และค่าซ่อมที่ลดลงประมาณ 30% เมื่อรวมกับผลทางเศรษฐกิจอื่นๆ เช่น การจราจรที่คล่องตัว การประหยัดน้ำมัน ลดอุบัติเหตุ เป็นต้น ยางธรรมชาติที่ผสมเข้าไปเท่าไรก็ลดการนำเข้าแอสฟัลต์เท่านั้นอีกด้วย จึงน่าจะคุ้มค่าทางเศรษฐกิจที่จะใช้ยางผสมแอสฟัลต์ [17]

2.1.3 การใช้ยางพาราผสมในคอนกรีต

- ในปี ค.ศ. 1987, Ohama ได้อธิบายการก่อตัวของคอนกรีตผสมน้ำยาง [18] ไว้ว่า น้ำยางที่ใช้ผสมจะอยู่ในรูปของสารแขวนลอย (Emulsion) โดยอนุภาคของโพลิเมอร์ (Polymer) จะแขวนลอยอยู่ในน้ำยางเหลว ซึ่งเมื่อผสมน้ำยางเข้ากับคอนกรีตแล้ว จะมีปฏิกิริยาเกิดขึ้น 2 ส่วน คือ 1. ปฏิกิริยาไฮเดรชั่น (Hydration) จากซีเมนต์ผสมกับน้ำ และ 2. ปฏิกิริยาการก่อตัวเป็นฟิล์ม (Film) ที่เกิดจากอนุภาคของโพลิเมอร์มารวมตัวกัน (Coalesce) ซึ่งการก่อตัวของชั้นฟิล์มเสมือนเป็นเนื้อเดียวกันกับคอนกรีต ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นวัสดุประสานหรือตัวยึด (Binder) ระหว่างมวลรวมเข้าด้วยกันเป็นคอนกรีต ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 ขั้นตอนการก่อตัวของชั้นฟิล์มจากน้ำยางในคอนกรีต [10]

- สิทธิชัย ศิริพันธุ์ และคณะฯ ได้ศึกษาการนำยางธรรมชาติมาใช้พัฒนางานคอนกรีต [10] โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาเทคนิคการผสมน้ำยางในคอนกรีตอย่างเหมาะสม โดยพิจารณาถึงความสามารถเทได้ และกำลังรับแรงของคอนกรีตผสมน้ำยางในสัดส่วน P/C = 0.05, 0.10, 0.15, 0.20 และ 0.25 ตามลำดับ ส่วนผสมคอนกรีตใช้ ซีเมนต์: ทราย: หิน เป็น 1: 2: 4 โดยน้ำหนัก บ่มความชื้น 7 วัน ตามด้วยบ่มแห้งในอากาศที่อายุ 3, 7, 14 และ 28 วัน ตามลำดับ ผลการวิจัยพบว่า น้ำยางผสมกับคอนกรีตได้ด้วยการผสมสารลดแรงตึงผิวชนิดไม่มีประจุ สัดส่วน 4% โดยน้ำหนักของซีเมนต์ ด้านความสามารถเทได้ พบว่า คอนกรีตจะยุบตัวแบบฮวบทั้งหมด ในด้านกำลัง พบว่า คอนกรีตจะมีกำลังรับแรงอัดลดลงประมาณ 60% และมีแนวโน้มลดลง เมื่อปริมาณน้ำยางเพิ่มขึ้น โดยลักษณะการวิบัติ จะมีเส้นใยขนาดเล็กสีขาวยึดรั้งไว้ สำหรับกำลังรับแรงดัดพบว่า ลดลงประมาณ 10% ในแต่ละค่า P/C ที่เพิ่มขึ้น แต่เมื่อระยะเวลาการบ่มแห้งในอากาศเพิ่มขึ้นเป็น 14 และ 28 วัน ที่ P/C = 0.15 และ 0.20 กำลังรับแรงดัดของคอนกรีตจะสูงขึ้นมากกว่าคอนกรีตปกติ เนื่องจากอนุภาคเนื้อยางเกาะตัวกันเป็นชั้นฟิล์ม ที่แข็งแรงขึ้น จากผลการวิจัย เสนอแนะให้เลือกใช้ที่ W/C = 0.4 และ P/C = 0.15 ซึ่งจะได้กำลังรับแรงดัดมากกว่า 30 ksc ที่อายุบ่มแห้ง 14 วัน ขึ้นไป อย่างไรก็ตามยังไม่เหมาะกับงานโครงสร้างที่ต้องรับแรงอัด แต่อาจเหมาะกับงานซ่อมแซม เนื่องจากการยึดเหนี่ยวของน้ำยาง จะมีประโยชน์ในการเป็นตัวประสานกับ

คอนกรีตเดิม ทั้งนี้การขจัดฟองอากาศและการก่อตัวช้าในคอนกรีต ยังเป็นปัญหาที่ควรศึกษาเพิ่มเติมเพื่อพัฒนากำลังคอนกรีต

- สุภาพร ศรีสมบูรณ์ ได้ทำการวิเคราะห์แนวโน้มการเติบโตทางธุรกิจของอิฐมวลเบา[19] เนื่องจากคอนกรีตมวลเบา คือ หนึ่งในวัสดุก่อสร้างที่มีคุณสมบัติใช้เป็นฉนวนป้องกันความร้อนได้เป็นอย่างดี โดยได้ผลการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

ภาวะธุรกิจอสังหาริมทรัพย์ที่ขยายตัวอย่างต่อเนื่องได้ส่งอานิสงส์ให้ผลิตภัณฑ์ก่อสร้างทุกประเภทเติบโตโดยเฉพาะผลิตภัณฑ์คอนกรีตมวลเบาหรืออิฐมวลเบาซึ่งจัดว่าเป็นนวัตกรรมใหม่ด้านวัสดุก่อสร้างที่มีอัตราการเติบโตสูง ภายหลังจากผู้ประกอบการไทยได้นำเข้ามาผลิตและจัดทำกิจกรรมด้านการตลาดจนเป็นที่รู้จักของตลาดในช่วง 3-4 ปีที่ผ่านมา ทางด้านการผลิตและยอดจำหน่ายยังมีจำนวนน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับอิฐมอญซึ่งเป็นวัสดุก่อสร้างดั้งเดิมที่เป็นภูมิปัญญาชาวบ้าน มีการใช้และเป็นที่ยอมรับกันมาอย่างยาวนาน ขณะที่อิฐมวลเบามีการใช้มานานในต่างประเทศแต่ยังเป็นวัสดุก่อสร้างแบบใหม่ในประเทศไทย มีการผลิตและจำหน่ายโดย บมจ.ควอลิตี้คอนสตรัคชั่น โปรดักส์ ผู้ผลิตอิฐมวลเบายี่ห้อ Q-CON ปัจจุบันอิฐมวลเบาเริ่มเป็นที่รู้จักในวงการก่อสร้างและเป็นที่ยอมรับของกลุ่มผู้บริโภค ในด้านคุณสมบัติที่โดดเด่น จึงมีการเปลี่ยนมาใช้อิฐมวลเบาทดแทนอิฐมอญหรืออิฐบล็อกมากขึ้น

คุณสมบัติเด่นของผลิตภัณฑ์ คือ อิฐมวลเบาเป็นผลิตภัณฑ์คอนกรีตชนิดใหม่ ผลิตจากวัตถุดิบธรรมชาติได้แก่ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ทราย ปูนขาว ยิบซั่ม น้ำ และสารกระจายฟองอากาศส่วนผสมพิเศษในอัตราส่วนที่เป็นสูตรเฉพาะตัว ซึ่งผู้ผลิตหลายรายใช้ระบบ AAC (Autoclaved Aerated Concrete) การผลิตส่วนใหญ่เป็นการนำเทคโนโลยีและเครื่องจักรที่นำเข้าจากต่างประเทศ อาทิเช่น เยอรมนี ออสเตรเลีย ฯ ผลิตภัณฑ์คอนกรีตมวลเบาเป็นวัสดุก่อสร้างยุคใหม่ที่มุ่งเน้นให้เกิดประโยชน์สูงสุดจากการนำไปใช้งานทุกด้าน ด้วยคุณสมบัติพิเศษ คือ ตัววัสดุมีน้ำหนักเบา ขนาดก้อนได้มาตรฐานเท่ากันทุกก้อน ทนไฟ ป้องกันความร้อน ป้องกันเสียง ตัดแต่งเข้ารูปง่าย ใช้งานได้เกือบ 100% ไม่มีเศษเป็นอิฐหัก และที่สำคัญคือรวดเร็ว สะอาด ลดระยะเวลาในการก่อสร้างและลดต้นทุนโครงสร้าง

ตารางที่ 2.1 ข้อมูลเปรียบเทียบวัสดุก่อผนังแต่ละชนิด [19]

รายการ	อิฐมอญ	อิฐบล็อก	อิฐมวลเบา
โครงสร้างบล็อก	ตัน	กลวง	กลวง
ก่อผนังเป็นผนังรับแรง	ไม่ได้	ได้	ได้
จำนวนก้อนที่ใช้ต่อตารางเมตร	120-135 ก้อน	12.5 ก้อน	8.33 ก้อน
น้ำหนักเฉลี่ยเฉพาะวัสดุ	130 กก./ ตร.ม.	115 กก./ ตร.ม.	50 กก./ ตร.ม.
ค่าการรับแรงอัด	20-30 กก./ ตร.ซม.	10.15 กก./ ตร.ซม.	35-50 กก./ ตร.ซม.
อัตราการทนไฟ (หนา 10 ซ.ม.)	2 ชม.	1 ชม.	2-4 ชม.

ตารางที่ 2.1 ข้อมูลเปรียบเทียบวัสดุก่อผนังแต่ละชนิด [19] (ต่อ)

การดูดซึมน้ำ	สูง	สูง	ปานกลาง
การสูญเสีย/แตกร้าว	15-20%	10-15%	5%
ราคาวัสดุ (บาท/ตร.ม.)	80	50	285

ตลาดอิฐในประเทศสามารถแบ่งออกเป็น ตลาดอิฐมอญและอิฐบล็อคประมาณร้อยละ 90 ของอิฐที่ใช้ในการก่อสร้างทั้งหมด และอีกร้อยละ 10 เป็นอิฐมวลเบา จากการเติบโตของภาวะธุรกิจอสังหาริมทรัพย์และคุณสมบัติที่โดดเด่นของตัวผลิตภัณฑ์รวมทั้งการได้รับการยอมรับจากผู้ประกอบการในวงการก่อสร้างเป็นปัจจัยสำคัญที่สนับสนุนให้ตลาดอิฐมวลเบามีโอกาสเติบโตและเพิ่มสัดส่วนการใช้แทนอิฐมอญมากขึ้น

จากความต้องการที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในอนาคต ขณะที่ตลาดมีผู้ผลิตรายใหญ่เพียง 2 ราย คือ บมจ.ควอลิตี้คอนสตรัคชั่น โปรดักส์ ผู้ผลิตอิฐมวลเบายี่ห้อ Q-CON และบมจ.ซุปเปอร์บล็อก ผลิตภัณฑ์ Q-CON เป็นผู้นำทั้งด้านกำลังการผลิตและมีส่วนแบ่งการตลาดประมาณร้อยละ 60 อย่างไรก็ตาม อิฐมวลเบายังมีผู้ผลิตน้อยราย มีกำไรขั้นต้นในอัตราสูงและยังเป็นธุรกิจที่มีแนวโน้มดี เป็นปัจจัยสำคัญที่ดึงดูดและจูงใจผู้ประกอบการรายใหม่ให้เข้าสู่ธุรกิจมากขึ้น โดยล่าสุดมีผู้ผลิตรายใหม่ คือ บ.ออโตเครป แอเรทเต็ดคอนกรีตโปรดักส์ (AACP) และบมจ.ดีคอนโปรดักส์ (DCON) ขณะเดียวกันผู้ผลิตรายเดิมได้ขยายการลงทุนและเพิ่มกำลังการผลิตเพื่อตอบสนองความต้องการอย่างเต็มที่ โดยบมจ.ควอลิตี้คอนสตรัคชั่น โปรดักส์ เดิมมีกำลังการผลิต 6 ล้านตารางเมตร ขยายกำลังการผลิตเป็น 12 ล้านตารางเมตรภายในปี 2548 เช่นเดียวกับ บมจ.ซุปเปอร์บล็อกจากเดิมมีกำลังการผลิต 2.3 ล้านตารางเมตร เพิ่มเป็น 5.75 ล้านตารางเมตร ทำให้มีผู้ผลิตจำนวน 9 ราย กำลังการผลิตรวม 28.85 ล้านตารางเมตร เป็นผู้ผลิตรายใหญ่ 3 ราย ได้แก่ บมจ.ควอลิตี้คอนสตรัคชั่น โปรดักส์ รองลงมา บมจ.ซุปเปอร์บล็อก และ บ.ออโตเครป แอเรทเต็ดคอนกรีตโปรดักส์ (AACP) ซึ่งเป็นผู้ผลิตรายใหม่ที่น่าจับตามอง แต่ละรายมีจุดแข็งและจุดเด่น/ศักยภาพของตนเอง การเข้ามาของ AACP และการขยายการผลิตของผู้ผลิตรายเดิมเป็นเรื่องที่น่าสนใจว่าจะมีการใช้กลยุทธ์ราคาในด้านการตลาดหรือไม่ โดยล่าสุดQ-CON ผู้นำตลาดรายใหญ่ได้ปรับลดราคาจำหน่ายลงร้อยละ 5 – 10 ตั้งแต่เดือนเมษายน 2548 ทั้งนี้เพื่อขยายฐานลูกค้าในตลาดให้มากขึ้น พร้อมกับหันมาเน้นการโฆษณาเพิ่มขึ้น ซึ่งก่อนหน้านี้ Q-CON ไม่ได้ให้ความสำคัญกับกิจกรรมการตลาดผ่านสื่อโฆษณามากนัก เห็นว่าผู้ผลิตรายเดิมได้มีการเคลื่อนไหวในการตลาดเพื่อรองรับการแข่งขันและกำลังการผลิตที่จะมีสูงขึ้นในอนาคต

รูปที่ 2.3 การก่อผนังด้วยคอนกรีตมวลเบา [6]

ตารางที่ 2.2 รายชื่อและกำลังการผลิตของผู้ผลิตในอุตสาหกรรมอิฐมวลเบา [19]

บริษัท	กำลังการผลิต/ปี (ล้านตารางเมตร)	หมายเหตุ
1. บมจ.ควอลิตี้ คอนสตรัคชั่น โปรดักส์ (Q-CON)*	12	ใช้เทคโนโลยีการผลิตของ HEBEL เยอรมนี มี 4 โรงงาน ตั้งอยู่ที่ จ.พระนครศรอยุธยา จ. ระยอง
2. บมจ.ซุปเปอร์บล๊อก (SUPERBOCK)	5.75	มี 3 โรงงาน โดยกำลังการผลิตคิดเป็นร้อยละ 84 ของกำลังการผลิตทั้งหมดของเครื่องจักรโรงงานตั้งอยู่ที่ จ. พระนครศรีอยุธยา จ.สิงห์บุรี จ.พังงา
3. บจ.ออโตเครป แอเรทเต็ด คอนกรีตโปรดักส์ (AACP)**	3	เทคโนโลยีและเครื่องจักร WEHRHAHN Industrieanlagen จากประเทศเยอรมนี โรงงานตั้งที่ จ.ชลบุรี
4. บจ.ล็อกบล็อก (ประเทศไทย)	0.594	n.a.
5. บจ.แอโรกรีต	1.92	เครื่องจักรจากจีนโรงงานตั้งอยู่ที่ จ.สิงห์บุรี
6. บจ.บีเคไออิฐมวลเบา	0.086	n.a.
7. บมจ.ดีคอนโปรดักส์	3	กระบวนการผลิตในระบบ Cellular Light weight Concrete (CLC) โรงงานตั้งที่ จ. เชียงใหม่ จ.ลำพูน
8. บจ.เอฟเอ็มโอ	n.a.	โรงงานตั้งอยู่ที่ จ.พระนครศรีอยุธยา ได้รับการสนับสนุนจากธนาคารวิสาหกิจขนาดกลางและย่อมแห่งประเทศไทย (SMEs Bank)
9. บจ.ไทยคอน	2.5	โรงงานตั้งอยู่ที่ ปทุมธานี

หมายเหตุ :* เป็นกำลังการผลิตที่รวมส่วนขยายเพิ่มขึ้นในไตรมาส 3 และ 4 ของปี 2548 แล้ว ซึ่งรวมส่วนที่ยังไม่เดินเครื่อง โดยโรงงานแต่ละแห่งจะมีกำลังการผลิตอยู่ที่ 3 ล้านตารางเมตร/ปี

* * เริ่มผลิตและจำหน่ายครึ่งหลังปี 2548 มีกำลังการผลิตในระยะแรก 3 ล้านตารางเมตร และมีกำลังการผลิตจนถึง 9 ล้านตารางเมตร

สรุปแนวโน้มการแข่งขันด้านราคาของอิฐมวลเบาได้ว่า อิฐมวลเบาเป็นวัสดุก่อสร้างที่ได้รับความนิยมและเป็นผลิตภัณฑ์ที่เข้าไปทดแทนอิฐมอญ อิฐบล็อกและแผ่นพื้นสำเร็จรูปที่เป็นวัสดุก่อสร้างแบบดั้งเดิม ประกอบกับสภาพธุรกิจก่อสร้างยังเอื้อประโยชน์ต่อการเติบโตโดยเฉพาะธุรกิจก่อสร้างในปี 2548 คาดว่าจะขยายตัวร้อยละ 15.2 ทั้งนี้การก่อสร้างภาครัฐบาลยังคงเป็นตัวนำในการขับเคลื่อนทางเศรษฐกิจตามนโยบายของรัฐบาลในการผลักดันโครงการเมกกะโปรเจ็กต์ ประกอบกับยังมีความต้องการจากในงานก่อสร้างอาคารสูง เช่น คอนโดมิเนียม อาคารสำนักงาน โรงแรม โรงพยาบาล และบ้านที่อยู่อาศัย ปัจจัยดังกล่าวส่งผลดีต่อภาพรวมของตลาดอิฐมวลเบาในปี 2548 จะยังคงมีแนวโน้มเติบโตที่ดี กรณีที่ผู้ผลิตรายใหม่เข้าสู่ตลาดและการที่ผู้ผลิตรายเดิมมีการขยายกำลังการผลิตเพิ่มขึ้น ในปี 2548 คาดว่าจะมีกำลังการผลิตรวมประมาณ 28.85 ล้านตารางเมตร เทียบกับ 9.9 ล้านตารางเมตรของปี 2547 เพิ่มขึ้น 1.9 เท่า ปริมาณเสนอขายสินค้าในตลาดมีมากขึ้น ทำให้ผู้ผลิตต่างนำกลยุทธ์ด้านราคาเป็นแรงจูงใจเพื่อสร้างยอดขายกันมากขึ้น ถึงแม้ว่าต้นทุนการผลิตจากต้นน้ำถึงปลายน้ำที่ปรับตัวสูงขึ้นตามสถานการณ์ราคาน้ำมันและค่าแรงงานที่สูงขึ้น จากการแข่งขันราคาดังกล่าวจะส่งผลต่อกำไรขั้นต้นของกิจการลดลง ปัจจุบันราคาจำหน่ายอิฐมวลเบาในตลาดอยู่ในระดับตารางเมตรละ 130 – 140 บาท เทียบกับ 180 – 200 บาทต่อตารางเมตร ในช่วงก่อนหน้า ขณะที่ผู้ผลิตรายใหม่จะต้องเผชิญกับปัญหาการแข่งขันราคา เนื่องจากสินค้ายังไม่เป็นที่รู้จักของผู้บริโภคเท่าใดนัก ซึ่งคาดว่าการแข่งขันราคาจะมีมากขึ้นในช่วงปลายปี 2548 [19]

- นระ คมนามูล ได้ให้รายละเอียดของคอนกรีตมวลเบาไว้ในหนังสือวัสดุการทดสอบแบบไม่ทำลายในงานวิศวกรรมโยธา [20] ดังนี้

ในบรรดาวัสดุก่อสร้างทั้งหลาย คอนกรีตเป็นวัสดุที่สำคัญมากที่สุดอย่างหนึ่งที่ใช้กันแพร่หลายอย่างกว้างขวาง นับตั้งแต่อาคารที่อยู่อาศัย ที่ทำงาน เขื่อนกั้นน้ำ จนกระทั่งทำเรือ แต่ข้อเสียของคอนกรีต คือ เป็นวัสดุที่มีน้ำหนักมาก สำหรับงานโครงสร้างอาคาร สิ่งนี้นับว่าเป็นการสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการทำฐานรากอย่างมาก หลายประเทศได้ทำการค้นคว้า เพื่อหาทางทำให้คอนกรีตมีน้ำหนักเบาขึ้น ขณะเดียวกันก็ยังคงให้มีกำลังรับน้ำหนักและมีประสิทธิภาพสูง รวมถึงการมีราคาถูกลงด้วย ผลการค้นคิดนี้ ทำให้เทคโนโลยีการทำคอนกรีตเบา มีลักษณะแตกต่างกันออกไป กล่าวคือ

1) ทำให้เบาโดยการทำให้เกิดฟองอากาศในเนื้อคอนกรีต
2) ทำให้คอนกรีตเกิดช่องว่างโดยไม่ใช้มวลรวมละเอียด
3) ใช้มวลรวมหยาบที่มีน้ำหนักเบาเป็นส่วนผสม

คอนกรีตเบาเหล่านี้ ในประเทศไทยเพิ่งจะรู้จักกันเมื่อไม่นานมานี้ สำหรับการนำไปผลิตและการนำไปประยุกต์ใช้ ดูเหมือนว่ายังไม่แพร่หลาย แต่ในหลายประเทศทางตะวันตก ได้ค้นพบและรู้จัก

กันมานานกว่า 100 ปี โดยเฉพาะประเทศกลุ่มยุโรปตะวันออกได้นำคอนกรีตเบามาใช้ประโยชน์กันมาก ในทางโครงสร้างอาคาร ความจริงคอนกรีตเบาไม่ใช่ของใหม่เลย ชาวโรมันสมัยก่อนคริสต์กาล เคยคิดค้นและนำเอาวัสดุน้ำหนักเบามาใช้ทำเป็นคอนกรีตเบาในการก่อสร้างมาก่อน เช่น การนำพัมมิช ซึ่งเป็นหินพรุนจากภูเขาไฟ มาใช้ทำเป็นส่วนประกอบของหลังคาโบสถ์ เป็นต้น

คอนกรีตเบาทำได้ทั้งแบบก่อสร้างสำเร็จและแบบหล่อในที่ มีนักออกแบบหลายท่านได้ทำการค้นคว้าสำเร็จ ในการทำให้น้ำหนักของโครงสร้างอาคารลดลงโดยการใช้คอนกรีตเบา นับว่าเป็นการประหยัดวัสดุสำหรับทำฐานรากอย่างมาก โครงสร้างคอนกรีตเบาบางอย่าง มีน้ำหนักน้อยเกือบเป็นสองเท่าของโครงสร้างคอนกรีตธรรมดาที่มีความแข็งแรงเท่ากัน โดยปกติ คอนกรีตเบามีความหนาแน่นอยู่ในช่วงระหว่าง 300-1,800 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร หรือมากกว่า แล้วแต่ชนิดของมวลรวม ขณะที่ความหนาแน่นของคอนกรีตธรรมดาอยู่ในช่วงประมาณ 2,300-2,500 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

นอกจากนี้ ความหนาแน่นต่ำของคอนกรีตเบา ยังมีส่วนช่วยให้การก่อสร้างทำได้รวดเร็วขึ้น และลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งถ่ายเทคอนกรีต คุณลักษณะพิเศษอีกอย่างหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับความหนาแน่นต่ำ คือ การเป็นตัวนำความร้อนที่เลว ซึ่งเป็นสิ่งดีทั้งสำหรับประเทศอากาศร้อนและประเทศอากาศหนาว หรือทำอาคารห้องเย็น

ชนิดของคอนกรีตเบา คอนกรีตเบาทั้งหมด มีความหนาแน่นต่ำได้ เพราะการกักขังอากาศไว้ในช่องว่างภายในโครงสร้างของเนื้อคอนกรีต อากาศที่อยู่ในคอนกรีตนี้ สามารถทำให้เกิดขึ้นได้ 3 ทาง คือ

1) โดยการทำให้เกิดฟองก๊าซในซีเมนต์เพสต์ ซึ่งเมื่อแข็งตัวแล้ว จะทำให้วัสดุที่ได้มีลักษณะพรุนคล้ายฟองน้ำ คอนกรีตชนิดนี้เรียกกันว่า "Aerated concrete" หรือ "คอนกรีตฟองอากาศ"

2) โดยการละทิ้งมวลรวมขนาดเล็กจากการคัดขนาดของมวลรวม และเหลือไว้แต่มวลรวมหยาบ ที่ได้จะเป็นคอนกรีตที่เรียกกันว่า "No-fines concrete" หรือ "คอนกรีตไร้มวลรวมละเอียด"

3) โดยการใช้มวลรวมที่มีลักษณะเป็นรูพรุน หรือมีช่องว่างในเนื้อวัสดุมาผสมกับปูนซีเมนต์แทนมวลรวมธรรมดา คอนกรีตที่ได้ เรียกกันว่า "Light weight aggregate concrete" หรือ "คอนกรีตมวลรวมน้ำหนักเบา"

นอกจากนี้ คอนกรีตเบายังสามารถผลิตขึ้นได้ โดยการผสมกันระหว่างคอนกรีตเบา 3 ชนิดที่กล่าวมา ตัวอย่างเช่น คอนกรีตไร้มวลรวมละเอียดหรือคอนกรีตฟองอากาศผสมกับมวลรวมน้ำหนักเบา เป็นต้น

ตารางที่ 2.3 ความหนาแน่นและกำลังอัดลูกบาศก์ของคอนกรีตน้ำหนักเบาชนิดต่างๆ [20]

ชนิดของคอนกรีต	มวลรวม	ความหนาแน่นของมวลรวม กก./ม.^{3} (kg./m.^{3})	ความหนาแน่นของคอนกรีต กก./ม.^{3} (kg.m.^{3})	กำลังอัดลูกบาศก์เมื่ออายุ 28 วัน MN/m.^{2}	กก./ซม.^{2}
คอนกรีตฟองอากาศ (Aerated concrete)			400 - 800	1.4 - 4.9	14 - 49
คอนกรีตมวลรวมน้ำหนักเบาอัดแน่นบางส่วน (Partially compacted lightweight aggregate concrete)	Expanded vermiculite and perlite	64 - 240	400 - 1120	0.5 - 3.5	50 - 35
	Pumice	320 - 880	720 - 1120	1.4 - 4.9	14 - 49
	Foamed slag	480 - 960	960 - 1520	1.4 - 5.6	14 - 56
	Sintered pulverised-fuel ash	640 - 960	1120 - 1280	2.8 - 7.0	28 - 70
	Expanded clay or shale	560 - 1040	960 - 1200	5.6 - 8.4	56 - 84
	Clinker	720 - 1040	1040 - 1520	2.1 - 7.0	21 - 70
คอนกรีตไร้มวลรวมละเอียด (No-fines concrete)	Natural aggregate	1360 - 1600	1600 - 1920	4.2-14.0	42-140
	Lightweight aggregate	480 - 1040	880 - 1200	2.8-7.0	28-70
คอนกรีตมวลรวมน้ำหนักเบาสำหรับโครงสร้าง (Structural lightweight aggregate concrete)	Pumice	480 - 880	1040-1600	10.5-21.0	105-210
	Foamed slag	480 - 960	1680-2080*	10.5-42.0	105-420
	Sintered pulverised-fuel ash	640 - 960	1360-1760*	14.0-42.0	140-420
	Expanded clay or shale	560 - 1040	1360-1840*	14.0-42.0	140-420
คอนกรีตธรรมดา (Dense concrete)	Gravel	1600	2240	28.0	280

*คอนกรีตเหล่านี้มีเนื้อแน่นโดยการใช้ทรายละเอียดแทนมวลรวมละเอียดน้ำหนักเบา

ตารางที่ 2.4 ค่าการหดตัวเมื่อแห้งของคอนกรีตน้ำหนักเบาชนิดต่างๆ [20]

วัสดุ (Material)	การหดตัวเมื่อแห้ง (Drying shrinkage) %
คอนกรีตไร้มวลรวมละเอียด (No-fines concrete)	
Natural aggregate	0.018
Lightweight aggregate	0.025
คอนกรีตมวลรวมน้ำหนักเบา (Lightweight aggregate concrete)	
Expanded vermiculite	0. 25 - 0.35
Pumice	0.04 - 0.10
Foamed slag	0.03 - 0.07
Sintered pulverised-fuel ash	0.04 - 0.07
Expanded clay	0.04 - 0.07
Clinker	0.04 - 0.08
คอนกรีตฟองอากาศ (Aerated concrete)	
Precast	0.05
In-situ	0.5
คอนกรีตธรรมดา	
Dense gravel concrete	0.035

2.1.4 คอนกรีตฟองอากาศ

คอนกรีตชนิดนี้ สามารถผลิตได้โดยการทำให้เกิดฟองอากาศหรือก๊าซในซีเมนต์เพสต์ในลักษณะที่เมื่อแข็งตัวแล้ว เนื้อคอนกรีตจะมีโพรงอากาศเกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอ ความจริงในซีเมนต์เพสต์มักมีมวลรวมหยาบ ดังนั้น ผลิตภันฑ์ที่ได้ อาจเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า มอร์ต้าฟองอากาศ

คอนกรีตฟองอากาศทำได้ทั้งแบบ หล่อสำเร็จ และหล่อในที่ ชิ้นส่วนหล่อสำเร็จโดยปกติบ่มด้วยไอน้ำภายใต้ความดันสูง การบ่มด้วยไอน้ำความดันสูงเท่านั้นที่สามารถผลิตคอนกรีตฟองอากาศน้ำหนักเบาแท้จริงได้ โดยที่กำลังความแข็งแรงของคอนกรีตที่ได้และการหดตัวเมื่อแห้งอยู่ภายในขอบเขตที่สามารถยอมรับได้สำหรับการใช้งานทางโครงสร้าง สำหรับการหล่อในที่ การบ่มคอนกรีตอาจจะต้องใช้อากาศธรรมชาติซึ่งมักจะทำให้กำลังของคอนกรีตที่ได้มีค่าน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของกำลังของคอนกรีตที่บ่มด้วยไอน้ำที่มีความหนาแน่นเท่ากัน และการหดตัวก็มากกว่า 4 หรือ 5 เท่า ยิ่งกว่านั้น คอนกรีตฟองอากาศที่บ่มด้วยอากาศ ไม่สามารถใช้ปูนขาวแทนปูนซีเมนต์ได้ ความหนาแน่นของคอนกรีตชนิดนี้ อยู่ในช่วงประมาณ 300-800 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ดังนั้น คอนกรีตฟองอากาศที่หล่อในที่ จึงเหมาะสมเฉพาะสำหรับส่วนโครงสร้างที่กำลังของวัสดุไม่ใช่ประเด็นสำคัญ เช่น วัสดุฉนวนหลังคา เป็นต้น

คอนกรีตฟองอากาศหล่อสำเร็จ เช่น บล็อกคอนกรีตเบา สามารถผลิตได้หลายวิธี *วิธีหนึ่ง* ผลิตโดยการทำให้เกิดก๊าซในซีเมนต์เพสต์ (โดยปกติใช้ก๊าซไฮโดรเจน) ก๊าซไฮโดรเจนที่เกิดขึ้น เป็นผลของการใส่ผงอะลูมิเนียมอย่างละเอียด หรือบางครั้งก็ใช้ผงสังกะสี เข้าไปทำปฏิกิริยากับปูนขาวในปูนซีเมนต์ หลังจากปฏิกิริยา อากาศจะเข้าไปแทนที่ก๊าซไฮโดรเจนอย่างรวดเร็ว ดังนั้น จึงไม่มีการเสี่ยงต่ออันตรายจากการติดไฟง่ายของก๊าซไฮโดรเจนในคอนกรีตบล็อกที่ถูกนำไปใช้งาน *อีกวิธีหนึ่ง* การทำให้เกิดก๊าซอาศัยปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างผงฟอกสีกับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ผลที่ได้คือก๊าซออกซิเจน วิธีหลังนี้ไม่ค่อยได้รับความนิยมมากนัก

คอนกรีตฟองอากาศหล่อในที่ ทำขึ้นได้โดยการพ่นอากาศเข้าไปในซีเมนต์เพสต์ซึ่งสามารถทำได้โดยการใช้เครื่องดับเพลิงฉีดน้ำยาชนิดเป็นฟอง หรือโดยการเติมสารสร้างฟองอากาศในซีเมนต์เพสต์พร้อมกับตีซีเมนต์ ให้เกิดเป็นฟองเช่นเดียวกับการตีไข่

คุณสมบัติเด่นของคอนกรีตฟองอากาศ คือ การเป็นฉนวนความร้อนที่ดี ชิ้นส่วนหล่อสำเร็จสำหรับใช้ในงานโครงสร้าง มีผลิตออกมาในรูปต่างๆ ทั้งที่เป็นคอนกรีตบล็อกและคอนกรีตเสริมเหล็ก ในกรณีคอนกรีตเสริมเหล็ก ต้องระลึกไว้ด้วยว่าคอนกรีตฟองอากาศเต็มไปด้วยรูพรุน และต้องแน่ใจว่าเหล็กเสริมได้รับการป้องกันการเกิดสนิมอย่างดี

2.1.5 คอนกรีตไร้มวลรวมละเอียด

คอนกรีตชนิดนี้ประกอบด้วยปูนซีเมนต์และมวลรวมหยาบเท่านั้น ขนาดของมวลรวมหยาบอยู่ระหว่าง 10-20 มิลลิเมตร ส่วนผสมลักษณะนี้ ทำให้เกิดโพรงอากาศกระจายอยู่อย่างสม่ำเสมอทั่วเนื้อ

คอนกรีต มวลรวมหยาบที่ใช้สำหรับคอนกรีตชนิดนี้อาจจะเป็นชนิดเนื้อแน่นที่ใช้กันอยู่โดยทั่วไป เช่น กรวดหรือหินโม่ หรือวัสดุน้ำหนักเบา เช่น เถ้าผงเชื้อเพลิงเผา ตะกรันโลหะเตาถลุง หรือดินเหนียวพองตัว

น้ำหนักของคอนกรีตเบาชนิดนี้ มีค่าประมาณ 3/4 หรือ 2/3 เท่าของน้ำหนักคอนกรีตธรรมดาที่ทำด้วยคอนกรีตชนิดเดียวกัน กำลังของคอนกรีตชนิดนี้ ขึ้นอยู่กับมวลรวมที่ใช้และแปรผันโดยตรงกับปริมาณปูนซีเมนต์ที่ใช้ (ปริมาณปูนซีเมนต์มากขึ้นกำลังของคอนกรีตก็จะเพิ่มขึ้น) ส่วนผสมที่ใช้โดยทั่วไปคือ 1:8 โดยปริมาตร และอัตรส่วนของน้ำต่อปูนซีเมนต์ประมาณ 0.45 กำลังอัดอายุ 28 วัน ของคอนกรีตชนิดนี้อยู่ในราว 50-80 กก./ตร.ซม.(5-8 MN/m^2) เนื่องจากกำลังรับน้ำหนักต่ำ ประโยชน์ของคอนกรีตเบาชนิดนี้ ส่วนใหญ่จึงใช้เฉพาะสำหรับทำกำแพงหรือผนังที่ไม่ต้องรับน้ำหนัก เช่น ผนังกั้นห้อง ทำกำแพงรั้ว ทำไส้ในพื้น และทำแผ่นคอนกรีตปูหลังคา เป็นต้น

การใช้คอนกรีตเบาชนิดนี้ทำผนังหรือกำแพงด้านนอก จำเป็นต้องฉาบผิวหน้าเพราะเนื้อพรุนของคอนกรีตทำให้น้ำซึมผ่านได้ง่าย แต่ไม่มีปัญหาในแง่การดูดน้ำอย่างแคปพิลลารี่ เพราะฉะนั้นคอนกรีตชนิดนี้จึงเป็นพื้นผิวอย่างดีสำหรับการฉาบปูนทรายหรือปูนปลาสเตอร์ ข้อแตกต่างจากคอนกรีตเบาชนิดอื่น คือ คอนกรีตไร้มวลรวมละเอียดนี้มีการหดตัวเมื่อแห้งน้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบกับคอนกรีตธรรมดาที่ทำมาจากมวบรวมหยาบอย่างเดียวกัน การเป็นสื่อนำความร้อนของผนังที่ทำด้วยคอนกรีตชนิดนี้ มีค่าพอๆ กับของผนังอิฐที่หนาเท่ากัน สำหรับความต้านทานต่อการซึมผ่านของน้ำฝนนั้น ถ้ามีการฉาบปูนผิวหน้าไว้ดี สามารถเปรียบเทียบได้กับความต้านทานของผนังอิฐกลวงหนา 280 มิลลิเมตร

คอนกรีตไร้มวลรวมละเอียด ไม่เหมือนกับคอนกรีตธรรมดาตรงที่ว่า มันแปรผันง่ายต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำที่ใช้ ปริมาณน้ำที่เหมาะสมที่สุดสำหรับมวลรวมแต่ละชนิด หาได้โดยการทดลองหลายๆ ครั้ง ปริมาณน้ำที่ถูกต้องสำหรับคอนกรีตไร้มวลรวมละเอียดแต่ละชนิดจะพิจารณาได้จากผลการทดลอง คอนกรีตไร้มวลรวมละเอียดต้องการแรงงานก่อสร้างน้อยมากเพราะน้ำหนักเบา ถ้าใช้ทำกำแพง จะทำได้รวดเร็วกว่าที่ทำด้วยคอนกรีตชนิดอื่นและจะประหยัดได้มาก ถ้าหากรูปแบบของอาคารซ้ำๆ กัน

ในประเด็นของการหดตัวเมื่อแห้ง เมื่อเปรียบเทียบกับคอนกรีตเบาชนิดอื่นแล้ว คอนกรีตไร้มวลรวมละเอียดมีการหดตัวน้อยกว่า แต่อัตราการหดตัวของคอนกรีตชนิดนี้เร็วกว่าคอนกรีตธรรมดา เช่น ภายใน 100 วัน การหดตัวของคอนกรีตไร้มวลรวมละเอียดจะเกิดขึ้นประมาณร้อยละ 80 ขณะที่คอนกรีตธรรมดาจะเกิดการหดตัวเพียงร้อยละ 60 เท่านั้น

2.1.4 คอนกรีตมวลรวมน้ำหนักเบา

มวลรวมน้ำหนักเบา ส่วนใหญ่ได้มาจากการผลิตขึ้นโดยตรงจากอุตสาหกรรมหรือจากผลพลอยได้ของอุตสาหกรรมอื่นๆ วัสดุน้ำหนักเบาที่เกิดขึ้นเองโดยธรรมชาติมีบ้างเป็นส่วนน้อย เช่น พัมมิซ มวลรวมน้ำหนักเบาที่สำคัญที่สุดทำมาจากเถ้าถ่านที่เหลือจากการเผาไหม้ กล่าวคือ ตะกรันเม็ดเตาเผา ตะกรันเตาถลุง เถ้าเชื้อเพลิงผง ดินเหนียวพองตัว หินเชลพองตัว และพัมมิซ

- ***ตะกรันเม็ดเตาเผา:*** มวลรวมชนิดนี้ผลิตขึ้นโดยการนำเอากากที่เหลือจากการเผาไหม้อย่างดีในเตาไฟ มาเผาหรือหลอมให้เป็นก้อน จนกระทั่งได้คุณสมบัติและคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ เช่น ขีดจำกัดสำหรับปริมาณซัลเฟตและปริมาณวัสดุที่เผาไหม้ไม่หมด รวมทั้งการทดสอบความคงตัว ปริมาณของกากที่เผาไหม้ไม่หมดสามารถทำให้ลดลงได้โดยการร่อนด้วยตะแกรงขนาด 6 มิลลิเมตร และแยกส่วนที่ละเอียดออก ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นเชื้อเพลิงที่เผาไหม้ไม่หมด ส่วนที่เหลือเป็นวัสดุหยาบซึ่งสามารถนำมาบด และแยกขนาดตามความต้องการได้ อีกทางหนึ่ง เชื้อเพลิงที่ยังเผาไหม้ไม่หมด สามารถแยกออกได้โดยการนำกากที่ได้กลับมาเผาใหม่บนแท่นเผาที่สามารถใช้ลมเป่าเพื่อการเผาไหม้ที่ดีขึ้น

วัสดุที่เผาแล้วเป็นก้อนเรียกว่า *ตะกรันเม็ด* หรือ *คลิงเกอร์* บางส่วนมีผงปูนขาวแห้งปนอยู่ สิ่งนี้จะขยายตัวอย่างช้าๆ เมื่อมันถูกน้ำ ในกรณีที่มีการฉาบปูน ปูนขาวนี้จะทำให้ปูนฉาบเกิดการบวม เนื่องจากน้ำในปูนฉาบ ทำให้ตะกรันเม็ดเกิดการขยายตัว การแก้ไขสามารถทำได้โดยการเก็บตะกรันเม็ดไว้ในที่ชื้นเป็นเวลา 2-3 สัปดาห์ ก่อนที่จะนำมาใช้งาน สิ่งเจือปนอื่นๆ อีกอย่างหนึ่ง คือ เหล็กซึ่งสามารถทำให้เกิดรอยสนิมในคอนกรีตได้ สิ่งเจือปนนี้ สามารถแยกออกได้โดยการใช้แม่เหล็กดูดออกขณะที่ทำการบด

ประโยชน์ของมวลรวมชนิดนี้ มีข้อจำกัดในงานคอนกรีตเสริมเหล็ก เพราะสิ่งเจือปนในตะกรันเม็ด มีผลทำให้เหล็กเสริมเกิดเป็นสนิมได้ง่าย บางประเทศถึงกับห้ามใช้วัสดุนี้สำหรับงานคอนกรีตเสริมเหล็ก

วัตถุดิบสำหรับทำมวลรวมชนิดนี้ เป็นผลพลอยได้จากโรงไฟฟ้าหรือโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ ที่ใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง และโรงงานปูนซีเมนต์ ราคาโดยทั่วไปไม่แพง แต่สำหรับประเทศไทย วัสดุชนิดนี้อาจจะมีปริมาณไม่มากพอที่จะนำมาใช้เป็นวัสดุก่อสร้างได้อย่างเป็นล่ำเป็นสัน

- ***ตะกรันเตาถลุง:*** วัสดุชนิดนี้ผลิตได้โดยการนำเอาตะกรันโลหะที่เกิดขึ้นในเตาถลุงโลหะมา และให้สัมผัสกับน้ำจำนวนจำกัดจำนวนหนึ่ง ขณะที่ตะกรันโลหะยังร้อนเหลวอยู่ หรือโดยการพ่นลำไอน้ำและอากาศ ฉีดตรงไปยังมูลโลหะร้อนเหลวที่ไหลออกมา การทำเช่นนี้โดยวิธีใดวิธีหนึ่ง ทำให้ตะกรันโลหะเกิดการขยายตัว และกลายเป็นวัสดุที่มีรูพรุนคล้ายกับพัมมิซ วัสดุที่ได้จะถูกนำมาบดแล้วร่อนแยกขนาดให้ได้ขนาดตามที่ต้องการสำหรับเป็นมวลรวม ความหนาแน่นของวัสดุนี้อยู่ระหว่าง 320-880 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดที่แยกไว้

มวลรวมชนิดนี้ทำคอนกรีตหล่อในที่สำหรับเป็นฉนวนหลังคากันความร้อน แต่ส่วนใหญ่ใช้ทำคอนกรีตบล็อกน้ำหนักเบา นอกจากนี้ ยังสามารถใช้ในงานคอนกรีตเสริมเหล็กได้อีกด้วย แหล่งวัตถุดิบสำหรับมวลรวมชนิดนี้คือ โรงงานถลุงเหล็ก โรงงานหลอมเหล็ก และโรงงานทำเหล็กกล้า ซึ่งกำลังจะมีมากขึ้นในประเทศไทย

- ***เถ้าเชื้อเพลิงผง:*** เถ้าเชื้อเพลิงผงนี้ เป็นกากที่เหลือจากการเผาไหม้ของผงถ่านหิน กากนี้เป็นผงสีเทา และมีความละเอียดใกล้เคียงกับปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ผงเถ้าเชื้อเพลิงนี้สามารถ

นำมาทำเป็นมวลรวมน้ำหนักเบาได้ โดยการนำเอาผงละเอียดนี้มาทำให้ชื้น แล้วทำให้เป็นลูกกลม หลังจากการเผาที่อุณหภูมิประมาณ 1,200 องศาเซลเซียส วัสดุที่ได้จะมีลักษณะแข็ง เป็นปุ่ม และมีรูพรุน วัสดุเหล่านี้สามารถนำไปบด และแยกขนาด เพื่อใช้เป็นมวลรวมน้ำหนักเบา สำหรับทำคอนกรีตบล็อก ทำแผ่นคอนกรีตเบา ทำคอนกรีตเสริมเหล็ก กระทั่งทำคอนกรีตอัดแรงถ้าการหล่อคอนกรีตได้รับการอัดแน่นอย่างดี

ทุกวันนี้ในประเทศไทย เถ้าผงถ่านหินนี้สามารถหาได้จากโรงไฟฟ้าลิกไนต์แม่เมาะ จังหวัดลำปาง แต่ผลพลอยได้นี้ อาจจะมีไม่มากพอสำหรับทำอุตสาหกรรมคอนกรีตเบา

- ***หินสเลตพองตัว หินเชลพองตัว และดินเหนียวพองตัว:*** เมื่อดินเหนียวบางชนิด หรือหินเชลบางชนิด ถูกนำมาเผาจนเกือบถึงจุดหลอม มันจะขยายตัวหรือพองขึ้นภายในเนื้อวัตถุ และเมื่อเย็นลง โครงสร้างวัสดุที่ประกอบด้วยโพรงเล็กๆ ยังคงอยู่ วัสดุน้ำหนักเบาที่ได้นี้ จึงเหมาะสมที่จะใช้เป็นมวลรวมสำหรับคอนกรีตเบา ดินเหนียวบางชนิดไม่มีสารประกอบที่จะทำให้เกิดฟองก๊าซขึ้นได้เมื่อได้รับความร้อน แต่สามารถทำให้พองตัวได้ โดยการเติมวัสดุบางอย่าง ประมาณร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก เพื่อช่วยให้เกิดฟองก๊าซขึ้นได้เมื่อได้รับความร้อน วัสดุตัวเติมเหล่านี้ ได้แก่ ถ่านหิน ขี้เลื่อย แกลบ ฟาง มูลวัว และน้ำอ้อย ฯลฯ

มวลรวมแบบพองตัวนี้อาจจะผลิตให้มีลักษณะเป็นลูกกลมโดยการเผาในเตาหมุน หรืออาจจะผลิตให้เป็นเศษชิ้นเล็กชิ้นน้อยจากการบดวัสดุพรุนที่ทำขึ้นโดยการบดเผาเตาซินเตอร์ก็ได้ ประโยชน์ของมวลรวมชนิดนี้ ใช้ทำคอนกรีตบล็อก ทำชิ้นส่วนคอนกรีตเสริมเหล็ก และทำชิ้นส่วนคอนกรีตอัดแรง

นอกจากนี้ หินสเลตบางชนิด เมื่อนำมาเผาให้ร้อนอย่างรวดเร็ว จะเกิดการขยายตัวหรือพองตัวขึ้นคล้ายกับดินเหนียวและหินเชล วัสดุที่ได้เป็นรูพรุน และมีน้ำหนักเบา ซึ่งสามารถใช้เป็นมวลรวมน้ำหนักเบาสำหรับคอนกรีตได้เป็นอย่างดี

ในประเทศไทย ดินเหนียวที่มีคุณสมบัติเหมาะสมสำหรับการผลิตเป็นวัสดุน้ำหนักเบามีอยู่ในจังหวัดอยุธยา และจังหวัดปทุมธานี แต่เนื่องจากการเผาต้องการอุณภูมิสูงมาก (ประมาณ 1,000 องศาเซลเซียส) ต้นทุนการผลิตมวลรวมน้ำหนักเบาจากดินเหนียวอาจจะสูงมากจนไม่คุ้มประโยชน์

ความหนาแน่นธรรมชาติของมวลรวมน้ำหนักเบาชนิดนี้ อยู่ในระหว่าง 300-900 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร สำหรับดินเหนียวพองตัว และ 400-1,200 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร สำหรับหินเชลและหินสเลตพองตัว

- ***พัมมิซ:*** เป็นวัสดุน้ำหนักเบาที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติจากการระเบิดของภูเขาไฟ การขยายตัวหนืดของก๊าซที่ระเบิดขึ้น มีผลทำให้วัสดุเต็มไปด้วยรูพรุน โดยปกติวัสดุนี้มีสีอ่อน และมีเนื้อเป็นโพรงเล็กๆ เชื่อมโยงติดต่อกันอย่างสม่ำเสมอ หินภูเขาไฟอีกชนิดหนึ่งซึ่งมีลักษณะคล้ายคลึงกับพัมมิซคือ *สกอเรีย* ซึ่งโดยปกติมีสีเข้มกว่าเซลล์ในเนื้อวัสดุ มีรูปร่างขรุขระและขนาดใหญ่กว่า และเซลล์เหล่านี้ไม่ติดต่อกัน

พัมมิซที่ขุดได้มา โดยทั่วไป มักถูกเจือปนด้วยฝุ่นผงภูเขาไฟ ดินเหนียว และหินเชล สิ่งเจือปนเหล่านี้ ควรจะต้องล้างออกให้หมดหลังจากการบด พัมมิซที่บดจนได้ขนาดตามที่ต้องการแล้ว สามารถทำให้แข็งแกร่งยิ่งขึ้นไปอีกได้ โดยการเผาให้ร้อนจนเกือบถึงจุดหลอมละลาย

ประโยชน์ของหินชนิดนี้ใช้ทำคอนกรีตบล็อก ชิ้นส่วนคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อสำเร็จ มวลรวมน้ำหนักเบาชนิดนี้ ไม่เหมาะที่จะนำมาใช้กับงานคอนกรีตหล่อในที่ เพราะมีแนวโน้มที่จะลอยขึ้นสู่ผิวบน ซึ่งนำไปสู่การแยกตัวของคอนกรีต ในการใช้กับเหล็กเสริม มวลรวมชนิดนี้จะต้องผ่านการล้างอย่างดีเพื่อขจัดสิ่งสกปรกเจือปน วัสดุน้ำหนักเบาชนิดนี้ ดูเหมือนจะหาได้ยากมากในประเทศไทย ความหนาแน่นธรรมชาติของพัมมิซอยู่ในระหว่าง 350-650 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

- ***เพอร์ไลต์และเวอร์มิคูไลต์พองตัว:*** เพอร์ไลต์เป็นหินภูเขาไฟที่มีลักษณะคล้ายแก้ว ส่วนเวอร์มิคูไลต์เป็นแร่ที่มีลักษณะเป็นเกล็ดคล้ายไมก้า วัสดุทั้งสองชนิดนี้ เมื่อได้รับความร้อนถึงอุณภูมิที่เหมาะสม จะขยายตัวจนกลายเป็นวัสดุพรุน เหมาะที่จะนำมาใช้เป็นมวลรวมน้ำหนักเบาในคอนกรีตสำหรับป้องกันความร้อนแต่ไม่เหมาะสำหรับใช้ในงานคอนกรีตโครงสร้าง เพราะคอนกรีตที่ทำด้วยมวลรวมน้ำหนักเบาทั้งสองชนิดนี้ มีกำลังความแข็งแรงต่ำ หินทั้งสองชนิดนี้หาได้ยากมากในประเทศไทย ความหนาแน่นธรรมชาติอยู่ในระหว่าง 40-200 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร สำหรับเพอร์ไลต์

- ***ไดอะตอมไมต์:*** วัสดุน้ำหนักเบาชนิดนี้ เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และมีชื่อที่รู้จักกันโดยทั่วไปหลายชื่อ เช่น Kieselguhr, tripolite, fossil flour เป็นต้น ประโยชน์ที่สำคัญของวัสดุนี้ในงานก่อสร้าง คือ ใช้เป็นตัวช่วยให้คอนกรีตทำงานได้ดีขึ้น และการเผาในเตาหมุนจะทำให้วัสดุชนิดนี้กลายเป็นมวลรวมน้ำหนักเบาอย่างดีสำหรับคอนกรีต ความหนาแน่นธรรมชาติของมวลรวมชนิดนี้อยู่ในราว 430 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร แหล่งวัตถุดิบในประเทศไทยอยู่ที่อำเภอเกาะคา จังหวัดลำปาง และเชื่อว่ามีเป็นจำนวนมาก ราคาวัตถุดิบชนิดนี้ค่อนข้างต่ำ

- ***มวลรวมสารอินทรีย์:*** สารอินทรีย์ซึ่งเกิดตามธรรมชาติบางชนิด สามารถนำมาใช้เป็นมวลรวมสำหรับคอนกรีตเบาได้ สารอินทรีย์ที่กล่าวมานี้ ได้แก่ กากของพืชผล เช่น เปลือกข้าวหรือแกลบ แต่ที่สำคัญที่สุดในบรรดามวลรวมชนิดนี้ คือ ผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมไม้ ขี้เลื่อยสามารถใช้เป็นมวลรวมผสมกับคอนกรีตได้ และให้ผลเป็นผลิตภัณฑ์ที่เรียกว่า *"ปูนซีเมนต์-ขี้เลื่อย"* นอกจากนี้ ขี้กบก็สามารถใช้เป็นมวลรวมสำหรับคอนกรีตเบาได้ด้วย

ข้อเสียของมวลรวมชนิดนี้ คือ เมื่อคอนกรีตแห้งจะมีการหดตัวมาก ดังนั้น ประโยชน์ของมวลรวมชนิดนี้ จึงมีขอบเขตใช้งานจำกัด การหดตัวเมื่อแห้งอย่างมากนี้อาจจะแก้ไขได้ โดยการเติมทรายเข้าไปในส่วนผสมซีเมนต์ขี้เลื่อย แต่ก็ต้องแลกกับการมีความหนาแน่นเพิ่มขึ้น และความเป็นฉนวนกันความร้อนลดลง

ในปัจจุบัน มีสารอินทรีย์สังเคราะห์เป็นจำนวนมาก ที่สามารถใช้เป็นมวลรวมน้ำหนักเบาได้เช่น โฟมพอลิสไตรีน และ พอลิพรอพิลีนไฟเบอร์ ซึ่งมีประโยชน์มากสำหรับเป็นตัวฉนวนกัน

ความร้อนสูง เนื่องจากสารสังเคราะห์เหล่านี้มีราคาแพงมากในประเทศไทย ดังนั้น จึงมีผู้ทำการทดลองนำเอาเศษพืชผลที่ทิ้งแล้วมาดัดแปลงเพื่อทำหน้าที่คล้ายกับสารสังเคราะห์ดังกล่าว และปรากฏว่าได้ผลเศษพืชผลนี้ ได้แก่ ซางข้าวโพดตากแห้ง ฯลฯ

2.1.5 การจำแนกประเภทของคอนกรีตมวลรวมน้ำหนักเบาตามความอัดแน่น

ในทางปฏิบัติ คอนกรีตมวลรวมน้ำหนักเบา แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

ก) คอนกรีตมวลรวมน้ำหนักเบาอัดแน่นบางส่วน

(Partially compacted lightweight aggregate concrete)

ข) คอนกรีตมวลรวมน้ำหนักเบาสำหรับโครงสร้าง

(Structural lightweight aggregate concrete)

- ***ชนิด (ก)*** ใช้กันมาก สำหรับทำชิ้นส่วนคอนกรีตบล็อก หรือแผ่นคอนกรีตเบาสำเร็จรูป ทำหลังคาและผนังกันความร้อนแบบหล่อในที่ คอนกรีตชนิดนี้ไม่เหมาะสมกับงานคอนกรีตเสริมเหล็ก และไม่ควรใช้เป็นคอนกรีตโครงสร้างรับน้ำหนักมาก การที่คอนกรีตชนิดนี้จะมีความแข็งแรงเพียงพอสำหรับงานหนึ่งๆ ได้หรือไม่ มีความหนาแน่นต่ำพอที่จะเป็นฉนวนความร้อนที่ดีหรือไม่ และมีการหดตัวเมื่อแห้งน้อยพอที่จะไม่เป็นเหตุให้เกิดการแตกร้าวหรือไม่นั้น สิ่งเหล่านี้ขึ้นอยู่กับชนิดของมวลรวมที่ใช้ ส่วนผสมการอัดแน่น และวิธีการบ่ม อย่างไรก็ตาม การที่จะได้คอนกรีตน้ำหนักเบา ที่มีคุณสมัติดีครบถ้วนทุกประการ อาจจะเป็นสิ่งที่ทำได้ยาก สำหรับมวลรวมน้ำหนักเบาหนึ่งๆ โดยปกติการออกแบบคอนกรีตชนิดนี้ จะต้องประนีประนอมให้ได้วัตถุประสงค์ที่สำคัญที่สุดของงาน ซึ่งอาจจะเป็นความแข็งแรงหรือการเป็นฉนวนความร้อนหรือการไม่หดตัวเมื่อแห้ง เช่น สำหรับเป็นฉนวนกันความร้อน คอนกรีตต้องการมวลรวมที่มีความหนาแน่นและความแข็งแรงต่ำ อาทิ เช่น เพอร์ไลต์เผาหรือเวอร์มิคูไลต์เผา หรือมวลรวมเนื้อแน่นกับส่วนผสมที่มีปริมาณปูนซีเมนต์ต่ำ แต่ในกรณีที่มีความแข็งแรงเป็นวัตถุประสงค์ที่สำคัญที่สุด ส่วนผสมคอนกรีตต้องการปริมาณปูนซีเมนต์มากขึ้นและมวลรวมควรเป็นพวกเถ้าเชื้อเพลิงผงหรือดินเหนียวเผา

- ***ชนิด (ข)*** เป็นคอนกรีตสำหรับโครงสร้างที่ได้รับการอัดแน่นอย่างดีเช่นเดียวกับคอนกรีตเสริมเหล็กปกติ คอนกรีตเบาชนิดนี้ สามารถใช้กับเหล็กเสริมได้เป็นอย่างดี มวลรวมที่เหมาะสมสำหรับคอนกรีตชนิดนี้ คือ ตะกรันเม็ด เถ้าเชื้อเพลิงผง ดินเหนียวพองตัว หินเชลและหินสเลตพองตัว นอกจากนี้ก็มีพัมมิซ ถ้าไม่มีสิ่งสกปรกเจือปนอยู่ และได้ผ่านการเผาเพิ่มความแข็งแรงแล้ว ก็อาจจะใช้กับคอนกรีตชนิดนี้ได้ อย่างไรก็ตามการใช้พัมมิซเป็นมวลรวมสำหรับคอนกรีตหล่อในที่อาจจะมีปัญหาที่มันเบามาก และอาจจะเป็นเหตุให้เกิดการแยกตัวของส่วนผสม

2.1.6 คุณสมบัติต่างๆ ของคอนกรีตน้ำหนักเบา

- ***ความแข็งแรง*** กำลังอัดอายุ 28 วันสำหรับคอนกรีตเบาชนิดต่างๆ แสดงไว้ในตารางที่ 2.3 กำลังของคอนกรีตเหล่านี้ อาจจะทำให้สูงขึ้นได้อีก โดยการใช้ทรายธรรมชาติแทนมวลรวมละเอียดน้ำหนักเบา แต่การทำเช่นนี้ จะทำให้คอนกรีตที่ได้มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น นี่เป็นธรรมชาติของ

คอนกรีต คอนกรีตที่มีความหนาแน่นต่ำ เช่น คอนกรีตฟองอากาศ มักจะมีความแข็งแรงน้อยกว่าคอนกรีตที่มีเนื้อแน่นมากกว่า เช่น คอนกรีตมวลรวมน้ำหนักเบาบางชนิด มาตรฐานของอังกฤษกำหนดคอนกรีตเบาสำหรับทำคอนกรีตบล็อก จะต้องมีกำลังไม่ต่ำกว่า 28 กก./ตร.ซม. (28 MN/m^2) คอนกรีตฟองอากาศเสริมเหล็กที่มีกำลังอัด 25-35 กก./ตร.ซม. (2.8-3.5 MN/m^2) เคยพิสูจน์ให้เห็นแล้วว่ามันสามารถใช้เป็นส่วนโครงสร้างรับน้ำหนักได้อย่างเป็นผลสำเร็จ

ค่ามอดูลัสของการแตกหักของคอนกรีตมวลรวมน้ำหนักเบาโดยทั่วไป มักจะสูงกว่าของคอนกรีตมวลรวมน้ำหนักมากที่มีกำลังอัดเท่ากัน ในบรรดาคอนกรีตที่มีกำลังอัดเท่ากัน ค่า*มอดูลัสยืดหยุ่น* หรือค่า E ของคอนกรีตเบาโดยปกติจะต่ำกว่าของคอนกรีตที่ใช้มวลรวมน้ำหนักมาก ความแตกต่างในค่า E สำหรับคอนกรีตกำลังสูงจะมีมากกว่าสำหรับคอนกรีตกำลังต่ำ โดยทั่วไปค่า E ของคอนกรีตมวลรวมน้ำหนักเบาอยู่ในระหว่าง 1/3 ถึง 2/3 ของคอนกรีตธรรมดาที่ใช้กรวดหรือหินโม่เป็นมวลรวม สำหรับคอนกรีตฟองอากาศ ค่า E นี้ยิ่งต่ำลงไปอีก

ควรระลึกไว้เสมอว่า ค่า E นี้มีความสำคัญมาก เพราะมันมีผลต่อการแอ่นตัวของคานรับการดัดและการโก่งตัวของเสาหรือผนังรับแรงอัด สิ่งเหล่านี้จะต้องนำมาพิจารณาเสมอในการออกแบบอาคาร

- ***ความคงทน*** ในที่นี้ หมายถึง ความสามารถของวัสดุหรือส่วนประกอบในการคงทนต่อสภาพแวดล้อม โดยที่ไม่ทำให้เกิดการเสียรูปหรือสึกกร่อนลงเรื่อยๆ ในงานโครงสร้างอาคารสิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึงก็คือ การกัดกร่อนเนื่องจากสารเคมี ความเค้นทางกายภาพ และการกระทบกระแทกเนื่องจากแรงภายนอกทั้งหลาย

การกัดกร่อนเนื่องจากสารเคมี มักเกิดจากน้ำใต้ดิน อากาศเสีย และสารละลายที่มีปฏิกิริยาบางชนิด คอนกรีตเบาโดยทั่วไป ไม่สามารถที่จะทนต่อสิ่งต่างๆ ที่กล่าวมานี้ได้ ทั้งนี้เพราะความมีรูพรุนมากในตัวมัน ดังนั้น คอนกรีตเบาจึงไม่เหมาะสมที่จะใช้สำหรับก่อสร้างในดินชั้นที่มีสารพวกซัลเฟตปนอยู่ การกัดกร่อนเนื่องจากอากาศเสียนั้น จะมีผลมากในกรณีที่มีอากาศเสียรุนแรง แต่อย่างไรก็ตาม ในทุกกรณีคอนกรีตเบาควรจะได้มีการฉาบผิวเพื่อป้องกันการถูกกัดกร่อน

ความเค้นทางกายภาพที่มีผลต่อคอนกรีตเบา ได้แก่ ความเค้นที่เกิดขึ้นเนื่องจากการเกิดน้ำแข็งภายในรูพรุนจากการหดตัวเมื่อแห้งและจากอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง ทั้งนี้เนื่องจากสัมประสิทธิ์ของการขยายตัวทางความร้อนของคอนกรีตเบามีค่าระหว่าง $8\text{-}9\times10^{-6}$/°ซ ซึ่งไม่ต่างไปกว่าของคอนกรีตธรรมดาเท่าไรนัก ดังนั้น ผลของการเกิดน้ำแข็งที่กระทำกับคอนกรีตเบา จึงคล้ายกับที่เกิดในคอนกรีตธรรมดา ภายใต้สภาวะเดียวกัน การหดตัวเมื่อแห้งและการเปลี่ยนแปลงเมื่อชื้นในคอนกรีตเบามีมากกว่าในคอนกรีตธรรมดา ในบางกรณีค่าเหล่านี้สูงมากและจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องนำมาคิดให้ละเอียดในการออกแบบ

การแตกหักของคอนกรีตเนื่องจากแรงภายนอก อาจจะมีผลมากจากการขัดสี การกระทบกระแทก และการรับน้ำหนักมากเกินไป คอนกรีตเบาบางชนิด เช่น คอนกรีตฟองอากาศ อาจจะ

097542

สำนักหอสมุดกลาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เกิดการแตกหักได้ง่ายเมื่อได้รับการขัดสี ความเปราะบางของวัสดุชนิดนี้ อาจนำไปสู่ความเสียหายของอาคารทั้งหลังก็เป็นไปได้ ดังนั้น ในการใช้คอนกรีตมวลต่างชนิด ควรให้ความระมัดระวังอย่างถูกต้อง โดยเฉพาะในระหว่างการก่อสร้าง

- ***การเป็นสนิมของเหล็ก*** อุปสรรคสำคัญอย่างหนึ่ง ที่ทำให้คอนกรีตเบาไม่เป็นที่นิยมแพร่หลายในงานคอนกรีตเสริมเหล็กเท่าที่ควร คือ ความเป็นรูพรุนของเนื้อคอนกรีต ซึ่งอาจจะเป็นช่องทางให้อากาศเสียและความชื้น เข้าไปกัดเหล็กเสริมได้ง่าย อย่างไรก็ตาม เรื่องนี้สามารถป้องกันได้ โดยการใช้คอนกรีตเบาประเภทอัดแน่นอย่างดีสำหรับงานโครงสร้าง คอนกรีตชนิดนี้โดยเฉพาะที่ผสมด้วยมวลรวมน้ำหนักเบาที่เฉื่อยต่อปฏิกิริยาทางเคมี สามารถเป็นตัวต้านทานต่อการเกิดสนิมของเหล็กและการเสื่อมโทรมของตัวมันเองได้อย่างดีพอๆ กับคอนกรีตธรรมดา ความจริง คุณภาพของคอนกรีตเองมีอิทธิพลอย่างมากต่อสมรรถนะ และความทนทานของคอนกรีตเสริมเหล็กมากกว่าชนิดของมวลรวมน้ำหนักเบาที่ใช้ ประสบการณ์ในการใช้งานคอนกรีตเสริมเหล็กที่ทำจากมวลรวมน้ำหนักเบาชนิดต่างๆ ทั้งในทวีปยุโรปและอเมริกาได้สนับสนุนประโยชน์ของวัสดุนี้อย่างมาก เช่น การทำเรือคอนกรีตเบาเสริมเหล็กในระหว่างสงครามโลกทั้งสองครั้ง การสร้างท่าเรือลอยน้ำสำหรับยกพลขึ้นบกในระหว่างการบุกยุโรปของฝ่ายสัมพันธมิตรในสงครามโลกครั้งที่สอง การทำอาคารที่อยู่อาศัยและโรงงานบนฝั่งทะเลทางตอนใต้ของประเทศมานานกว่า 50 ปีแล้ว และการทำแผ่นวัสดุฉนวนกันความร้อนสำหรับเหมืองถ่านหิน เป็นต้น

การเกิดสนิมนั้น เนื่องมาจากความชื้นและก๊าซออกซิเจนอิสระทำปฏิกิริยากับเหล็กและในบรรยากาศที่มีสารประกอบซัลเฟอร์และคลอไรด์ การผุกร่อนจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ดังนั้น เพื่อการป้องกันให้เพียงพอ คอนกรีตหุ้มเหล็กเสริมต้องหนาอย่างน้อย 50 มิลลิเมตร แต่ในกรณีที่สภาพแวดล้อมเลวร้ายจริงๆ เช่น ในบรรยากาศที่ชื้นมากๆ หรือในดินที่มีสารเคมีเป็นปฏิปักษ์ คอนกรีตหุ้มควรจะมีความหนา 75 มิลลิเมตร ขึ้นไป ไม่ว่ามวลรวมที่ใช้จะเป็นชนิดใดก็ตาม

สำหรับคอนกรีตฟองอากาศเสริมเหล็ก เหล็กเสริมต้องได้รับการป้องกันอย่างดีโดยการเคลือบผิวก่อนการเทคอนกรีต การเคลือบผิวนี้ โดยปกติ ใช้ปูนซีเมนต์ผสมกับยางเลเท็กซ์ธรรมชาติหรือสารบิทูเมนแข็ง วัสดุทั้งสองอย่างนี้เมื่อจับแน่นกับเหล็กแล้วสามารถกันน้ำซึมผ่านได้อย่างดี

- ***การซึมของน้ำฝน*** หน้าที่สำคัญอย่างหนึ่งของผนังอาคารด้านนอก คือ การป้องกันน้ำฝน ในกรณีที่ทำผนังสองชั้นแบบที่มีช่องว่างข้างใน ปัญหาเรื่องการซึมของน้ำฝนอาจจะไม่เกิดขึ้นเลย แต่ในกรณีของผนังบางชั้นเดียวนั้น มักจะมีปัญหาเรื่องน้ำฝนซึมผ่านมาก ในการซึมผ่านของผนังน้ำฝนนั้น บางครั้งน้ำฝนจะซึมผ่านเข้าทางเนื้อคอนกรีตโดยตรง แต่ส่วนใหญ่แล้ว น้ำฝนมักจะซึมผ่านเข้าทางช่องรอยแตกบริเวณรอยต่อมากกว่า คอนกรีตยิ่งกันน้ำได้ดีเท่าไร ความชื้นก็จะซึมผ่านเข้าทางรอยแตกของรอยต่อมากขึ้นเท่านั้น คอนกรีตมวลรวมน้ำหนักเบานั้น มีช่องว่างรูพรุนที่ผิว ดังนั้นการใช้วัสดุชนิดนี้ทำผนังที่มีความหนาเพียงพอและทำอย่างถูกต้องแล้วมักสามารถให้การต้านทานอย่างดีต่อการซึมผ่าน

ของน้ำฝน สำหรับการฉาบผิวนั้นถ้าฉาบด้วยปูนหยาบให้เป็นฟองอากาศด้วย มันจะช่วยป้องกันการซึมของน้ำฝนเพิ่มขึ้น

ด้วยเหตุผลข้างต้น คอนกรีตฟองอากาศที่ไม่มีการฉาบผิว จึงมีการซึมผ่านของน้ำฝนเพียงเล็กน้อย ถ้าหากผนังไม่บางมากจนเกินไปแล้ว ไม่จำเป็นต้องห่วงเรื่องการซึมผ่านของน้ำฝนสำหรับกรณีนี้ แต่ในทางปฏิบัติ ผนังชนิดนี้ควรจะมีการป้องกันผิวของคอนกรีต เพราะถ้ามีความชื้นสะสมอยู่ในกำแพงมากๆ แล้ว ความสามารถในการป้องกันความร้อนของผนังก็จะลดน้อยลง

- ***การหดตัวเมื่อแห้งและการคืบตัว*** ผลิตภัณฑ์จากปูนซีเมนต์ทุกชนิดมักจะแสดงการยืดหดตัวเมื่อมันได้รับการเปลี่ยนแปลงของความชื้น เมื่อคอนกรีตแห้งใหม่ๆ มักจะเกิดการหดตัว ซึ่งเรียกกันว่า *"การหดตัวเมื่อแห้งครั้งแรก"* หลังจากนั้นการเปียกและแห้งจะมีผลให้คอนกรีตเกิดการขยายตัวและหดตัวสลับกันไป ซึ่งอาจจะเรียกว่าเป็น *"การยืดหดตัวตามความชื้นซึ่งกลับไปกลับมาได้"* ผลของการหดตัวของคอนกรีตจะทำให้เกิดแรงดึงขึ้นในเนื้อคอนกรีต ถ้าคอนกรีตนี้เป็นส่วนประกอบของโครงสร้างที่มีขอบเขตของการเคลื่อนที่จำกัด มันก็จะเกิดการแตกร้าวขึ้น

คอนกรีตที่ทำด้วยมวลรวมน้ำหนักเบาโดยทั่วไป มีการหดตัวเมื่อแห้งมากกว่าคอนกรีตธรรมดา สำหรับคอนกรีตที่ทำด้วยมวลรวมหยาบชนิดเดียวกัน คอนกรีตที่ไม่มีมวลรวมละเอียด จะหดตัวน้อยกว่าคอนกรีตที่มีมวลรวมละเอียด จะหดตัวน้อยกว่าคอนกรีตที่มีมวลรวมละเอียด คอนกรีตฟองอากาศหล่อสำเร็จ มีค่าการหดตัวเมื่อแห้งใกล้เคียงกับคอนกรีตมวลรวมน้ำหนักเบา แต่คอนกรีตฟองอากาศหล่อในที่อาจจะมีค่ามากกว่า 5 เท่า หรือ 10 เท่าในบางครั้ง ค่าของการหดตัวเมื่อแห้งสำหรับคอนกรีตชนิดต่างๆ ให้ไว้ในตารางที่ 2.4 ค่าเหล่านี้จำเป็นมากที่จะต้องนำมาคิดในการออกแบบเพื่อป้องกันการแตกร้าว เช่น การเสริมเหล็กตามจุดต่างๆ ที่คิดว่าการแตกร้าวอาจจะเกิดขึ้นได้ หรือการทำข้อต่อไว้ ณ จุดที่เหมาะสมเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดแรงดึงขึ้นในเนื้อคอนกรีต

คอนกรีตไม่ได้มีการเปลี่ยนรูปเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของความชื้นเท่านั้นแต่มันยังมีการเปลี่ยนรูปอย่างถาวรเมื่อมันได้รับความเค้นติดต่อกันเป็นเวลานาน พฤติกรรมเช่นนี้เรียกว่า การคืบตัว : creep การคืบตัวของคอนกรีตจะมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับขนาดการรับน้ำหนัก ส่วนผสมของคอนกรีต และขนาดของชิ้นส่วน

สำหรับคอนกรีตที่มีกำลังอัดเท่ากัน คอนกรีตเบาส่วนใหญ่จะมีการคืบตัวและการยืดหดตัวตามความชื้นมากกว่าคอนกรีธรรมดา ข้อดีจองการคืบตัวมากๆ คือมันอาจจะช่วยลดความเค้นแรงดึงเนื่องจากการหดตัวเมื่อแห้ง และลดภัยจากการแตกร้าวได้ ในงานคอนกรีตอัดแรง การคืบตัวเป็นสิ่งที่ไม่พึงปรารถนา เพราะมันจะนำไปสู่การสูญเสียแรงอัด

- ***การป้องกันไฟ*** เมื่อเกิดเพลิงไหม้โครงสร้างที่ทำด้วยเหล็กกล้าหรืออลูมิเนียมอัลลอยจะยืนหยัดอยู่ได้ไม่นาน เพราะเมื่ออุณหภูมิของเหล็กกล้าถึง 555°ซ และอลูมิเนียมราวๆ 200-250°ซ กำลังของโลหะเหล่านี้จะตกลงทันทีภายในสองสามวินาทีที่เกิดเพลิงไหม้ ดังนั้น เพื่อที่จะหน่วงเหนี่ยวกำลังของโครงสร้างเหล็กกล้าไว้ การหุ้มห่อเหล็กกล้าด้วยคอนกรีต จึงเป็นสิ่งที่มีประโยชน์มาก ตาม

หลักปฏิบัติ โดยทั่วไปกำหนดให้คอนกรีตหุ้มมีความหนาไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร จึงจะต้านทานความร้อนจากไฟได้เพียงพอ อย่างไรก็ตาม การพองตัวของเนื้อคอนกรีตอาจจะเกิดขึ้นได้ ถึงกระนั้นก็ตาม การทำเช่นนี้ก็ยังช่วยหน่วงไฟไว้ได้มาก ทั้งนี้เนื่องจากการเป็นฉนวนกันความร้อนที่ดี คอนกรีตเบาจึงเป็นวัสดุอย่างดีเลิศสำหรับป้องกันโครงสร้างเหล็กกล้าในเวลาเกิดเพลิงไหม้ คอนกรีตสำหรับห่อหุ้มสมัยใหม่นี้ทำเป็นรูปบล็อก หรือเป็นแผ่นตัวอย่าง เช่น คอนกรีตฟองอากาศ คอนกรีตมวลรวมน้ำหนักเบา คอนกรีตบล็อก วัสดุน้ำหนักเบาที่ใช้กันมาก มีตะกรันเตาเผา ดินเหนียวพองตัว เถ้าเชื้อเพลิงผง และพัมมิซ วัสดุเหล่านี้ ถือว่าเป็นมวลรวมน้ำหนักเบาชั้นหนึ่งในแง่ของการต้านทานไฟและตัวมันเองก็ทนไฟได้ดีด้วย

- ***การเป็นฉนวนความร้อน*** ลักษณะที่เด่นที่สุดของคอนกรีตเบา คือ การเป็นตัวนำความร้อนที่เลว คุณสมบัตินี้มีผลเนื่องมาจากโพรงอากาศในวัสดุ ความต้านทานการไหลผ่านของความร้อนนี้ ซึ่งมีประโยชน์สำหรับประเทศอากาศหนาวมากพอๆ กับประเทศอากาศร้อน ในการทำให้อากาศภายในอาคารมีอุณภูมิที่พอเหมาะ และช่วยลดค่าใช้จ่ายของเครื่องทำความร้อนหรือเครื่องปรับอากาศ ค่าการนำความร้อนของคอนกรีตเบาชนิดต่างๆ ได้แสดงไว้เพื่อเปรียบเทียบในตารางที่ 2.5

2.1.7 ประโยชน์ของคอนกรีตน้ำหนักเบา

- ***คอนกรีตบล็อก*** คอนกรีตมวลรวมน้ำหนักเบาและคอนกรีตฟองอากาศหล่อสำเร็จนิยมใช้กันมากสำหรับทำคอนกรีตบล็อก บล็อกเหล่านี้อาจทำเป็นแบบกลวงหรือแบบเนื้อเต็มก็ได้ และสามารถผลิตได้ง่ายมากในขนาดต่างๆ หลายขนาด คุณสมบัติต่างๆ เช่น ความหนาแน่น ความแข็งแรง และการเป็นฉนวนความร้อนของคอนกรีตบล็อกน้ำหนักเบานี้ ขึ้นอยู่กับชนิดของมวลรวม ส่วนผสมของคอนกรีต และวิธีการผลิต ในการใช้คอนกรีตบล็อกน้ำหนักเบาเหล่านี้ทำผนังอาคารด้านนอก ถ้าไม่ใช่ ผนังสองชั้นแบบเป็นโพรงข้างใน โดยปกติ การฉาบผิวก็เป็นสิ่งจำเป็นเช่นเดียวกับในกรณีของคอนกรีตธรรมดา

- ***ผนังอาคารหล่อในที่*** คอนกรีตไร้มวลรวมละเอียด ทั้งที่ทำด้วยมวลรวมหยาบน้ำหนักเบาและมวลรวมหยาบธรรมดา มีประโยชน์มากสำหรับทำผนังรับน้ำหนักแบบหล่อในที่ทั้งภายนอกและภายใน และผนังไม่รับน้ำหนักที่เป็นส่วนประกอบอุดช่องว่างระหว่างโครงของโครงสร้างอาคาร ผนังด้านนอกที่ทำด้วยคอนกรีตไร้มวลละเอียดนี้ก็จำเป็นต้องมีการฉาบผิวเช่นกัน

- ***คอนกรีตน้ำหนักเบาเสริมเหล็ก*** คอนกรีตมวลรวมน้ำหนักเบาสามารถนำไปใช้กับส่วนโครงสร้างที่สำคัญเช่นเสาและคานได้ ถ้าได้รับการอัดแน่นอย่างดีสำหรับกรณีที่ความแข็งแรง มีความสำคัญน้อยกว่าการเป็นฉนวนความร้อนที่ดี คอนกรีตมวลรวมน้ำหนักเบาที่ใช้ อาจจะไม่ต้องอัดแน่นมากก็ได้ คอนกรีตมวลรวมน้ำหนักเบากำลังอัดสูง สามารถทำได้โดยการเลือกใช้มวลรวมที่เหมาะสม การให้ส่วนผสมที่ถูกต้อง และการอัดแน่นที่ดี การเพิ่มกำลังอัดของคอนกรีตนี้ มักจะตามมาด้วยการเปลี่ยนแปลงในคุณสมบัติทางกายภาพอื่นๆ เช่น ความหนาแน่น กำลังดึง และมอดูลัสยืดหยุ่น เพราะฉะนั้น คอนกรีตมวลรวมน้ำหนักเบาส่วนใหญ่ สามารถใช้ได้ในงานคอนกรีตเสริมเหล็ก

แม้กระทั่งงานคอนกรีตอัดแรง แต่ต้องนำเอาคุณสมบัติพิเศษต่างๆ ของวัสดุมาพิจารณาในการออกแบบโครงสร้างอาคารด้วย

นอกจากนี้ คอนกรีตฟองอากาศหล่อสำเร็จ ก็สามารถใช้เป็นคอนกรีตเสริมเหล็กได้ด้วย ถ้ามีการป้องกันการเกิดสนิมของเหล็กอย่างดี

- ***คอนกรีตรองพื้น*** น้ำหนักของหลังคาแบบเรียบและพื้นคอนกรีตของอาคารสามารถทำให้ลดลงได้มาก ถ้าใช้คอนกรีตมวลรวมน้ำหนักเบาประเภทอัดแน่นบางส่วนหรือคอนกรีตฟองอากาศแบบหล่อในที่เป็นวัสดุรองพื้น นอกจากการช่วยลดน้ำหนักของอาคารลงแล้ว คอนกรีตรองพื้นน้ำหนักเบานี้ ยังเป็นฉนวนกันความร้อนอย่างดีอีกด้วย การรองพื้นนี้มักจะต้องทับด้วยปูนซีเมนต์ผสมทรายสะอาด หรือมวลรวมละเอียดอื่นๆ ในอัตราส่วน 1 : 4 ก่อนการปูด้วยกระเบื้องหลังคาหรือการตกแต่งพื้น

ความหนาแน่นของคอนกรีตรองพื้นนี้ ไม่ควรต่ำกว่า 40 มิลลิเมตร แต่เพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนของหลังคา ความหนาอาจจะต้องมากกว่านี้ ชนิดของคอนกรีตน้ำหนักเบาที่จะนำมาใช้ในงานนี้ มีดังต่อไปนี้ พวกเพอร์ไลต์พองตัวหรือเวอร์มิคูลไลต์พองตัว และคอนกรีตฟองอากาศ ซึ่งทำให้น้ำหนักเบาและเป็นฉนวนกันความร้อนที่ดี แต่ถ้าต้องการให้คอนกรีตมีกำลังสูงด้วย ควรใช้พวกตะกรันเตาถลุง เถ้าเชื้อเพลิงผง หรือดินเหนียวพองตัว หินเชล หรือหินสเลตองตัว ในอัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อมวลรวม 1 : 8 ถึง 1 : 10

สรุป คอนกรีตน้ำหนักเบาทั้งหมดที่ได้กล่าวมา โดยทั่วไปมีความแข็งแรงน้อยกว่าคอนกรีตเนื้อแน่นสำหรับปริมาณปูนซีเมนต์และอัตราส่วนน้ำ-ปูนซีเมนต์เท่ากัน แต่ค่าความเป็นฉนวนทางความร้อนของคอนกรีตน้ำหนักเบา ดีกว่าของคอนกรีตธรรมดาหลายเท่า โดยประมาณ ค่าความเป็นฉนวนความร้อนของคอนกรีตเป็นสัดส่วนอย่างผกผันกับความหนาแน่นและกับความแข็งแรงของคอนกรีต ข้อดีของคอนกรีตเบาก็คือความเป็นฉนวนความร้อนของคอนกรีต สามารถทำให้เพิ่มขึ้นได้โดยไม่ทำให้เสียกำลังความแข็งแรงมากนัก คอนกรีตน้ำหนักเบาทั้งสามชนิด มีคุณสมบัติการเป็นฉนวนความร้อนที่ดีในการทำให้บ้านอบอุ่นสำหรับประเทศอากาศหนาว และทำให้ค่าใช้จ่ายในการทำความเย็นลดลงสำหรับประเทศอากาศร้อน

ถึงแม้ว่าในบางครั้งมวลรวมอาจจะมีราคาแพงกว่ามวลรวมเนื้อแน่น แต่การใช้คอนกรีตน้ำหนักเบาทำพื้นและผนังสามารถลดน้ำหนักของอาคารได้มากกว่าถึงร้อยละ 20 นับว่าเป็นการประหยัดมากทีเดียว อาคารสูงหลายชั้นในประเทศสหรัฐอเมริกา ทำพื้น ผนังและหลังคาด้วยคอนกรีตเบามาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2488 และในประเทศอังกฤษตั้งแต่ปี พ.ศ. 2498 ประเทศสวีเดนรู้จักใช้ประโยชน์ของคอนกรีตฟองอากาศมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2468

ตารางที่ 2.5 ค่าการเป็นตัวนำความร้อนของคอนกรีตน้ำหนักเบาชนิดต่างๆ [20]

วัสดุ (Material)	ความหนาแน่นของคอนกรีต (Dry density of concrete) กก./ม^3 (kg./m^3)	การเป็นตัวนำความร้อน (Thermal Conductivity 'K' value) W/m degC	Btu in/ft^2 deg F
Aerated concret	400 - 800	0.08 - 0.20	0.60 - 1.4
Lightweight aggregate concrete:			
Expanded vermiculite and perlite	400 - 1120	0.11 - 0.29	0.75 - 2.0
Pumice	720 - 1280	0.14 - 0.36	1.0 - 2.5
Foamed slag	960 - 1520	0.22 - 0.43	1.5 - 3.0
Expanded clay or shale	960 - 1200	0.33 - 0.46	2.3 - 3.2
Clinker	1040 - 1520	0.35 - 0.58	2.4 - 4.0
Dense concrete	2320	1.2 - 1.7	8 - 12

ตารางที่ 2.6 เปรียบเทียบสมบัติทั่วไปของอิฐมอญกับบล็อกมวลเบา [20]

คุณสมบัติ	อิฐมอญ	คอนกรีตมวลเบา	หน่วย
น้ำหนัก หนา 75 มม.	130	45	กก./ตร.ม.
น้ำหนักรวมปูนฉาบ 2 ด้าน	180	90	กก./ตร.ม.
จำนวนชิ้นต่อหนึ่ง ตร.ม.	130 - 145	8.33	ก้อน/ตร.ม.
ค่ากำลังอัด	15 - 14	30 - 80	กก./ตร.ซม.
ค่าการนำความร้อน	1.15	0.13	วัตต์/ม.เคลวิน
ค่าการถ่ายเทความร้อน OTTV	58 - 70	32 - 42	วัตต์/ตร.ม.
การกันเสียง	38	43	เดซิเบล
การทนไฟ	1 - 2	4	ชั่วโมง
ความเร็วในการก่อ	6 - 12	15 - 25	ตร.ม./วัน
เปอร์เซนต์การสูญเสีย/แตกร้าว	10 - 30	0 - 3	ร้อยละ
การติดตั้งวงกบประตู-หน้าต่าง	ต้องหล่อเสาเอ็นทับหลัง ต้องมีค้ำยัน	ไม่ต้องเททับหลัง ไม่ต้องมีค้ำยัน	

มาตรฐานอ้างอิง: มอก. 1510-2541, DIN4165, 4166, 4223, JIS A5416-1995

- บริษัทปูนซีเมนต์ไทยอุตสาหกรรม จำกัด ได้กล่าวถึง คอนกรีตมวลเบาไว้ในหนังสือซีเมนต์และการประยุกต์ใช้งาน [21] ดังนี้

ประวัติการใช้งาน วัสดุก่ออีกชนิดหนึ่ง ซึ่งกำลังเป็นที่นิยมสำหรับงานก่อสร้าง ได้แก่ Autoclaved Aerated Concrete หรือเรียกว่า คอนกรีตมวลเบา (บางทีนิยมใช้คำว่า อิฐมวลเบา) เริ่มมีการค้นคว้าพัฒนาในแถบยุโรปเมื่อประมาณปี พ.ศ. 2466 และผลิตจำหน่ายประมาณปี พ.ศ. 2473 เนื่องจากคุณสมบัติเด่นของวัสดุซึ่งสามารถใช้งานได้ดีในสภาวะอากาศที่รุนแรง เช่น แถบอากาศหนาวจัดใน

แถบยุโรปและญี่ปุ่นตอนบน มีน้ำหนักเบาทำให้ประหยัดโครงสร้างและมีความเป็นฉนวนกันความร้อนได้ดี เริ่มมีการผลิตใช้ในประเทศตั้งแต่ประมาณปี พ.ศ. 2538 มีลักษณะเป็นก้อนสีขาว มีรูพรุน ขนาดก้อน 20 × 60 เซนติเมตร หนา 7.5 -10.0 เซนติเมตร เป็นต้น

วัตถุดิบ คอนกรีตมวลเบา ผลิตจากปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์, ทราย, ยิปซั่ม, ปูนขาว, ผสมกับน้ำ และผงอลูมิเนียม (ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ)

การขึ้นรูป การผลิตคอนกรีตมวลเบา จะผลิตโดยใช้เครื่องจักรควบคุม ในขั้นตอนแรกจะผสมวัตถุดิบชนิดต่างๆ เข้าด้วยกัน เมื่อผงอลูมิเนียมผสมกับน้ำ จะทำให้เกิดฟองอากาศขนาดเล็กที่ไม่ต่อเนื่องกัน (Close Cell) กระจายอยู่ทั่วเนื้อวัสดุ (ปริมาณฟองอากาศจะมากถึง 75% ของเนื้อวัสดุโดยปริมาตร) ทำให้วัสดุมีน้ำหนัก และมีความเป็นฉนวนที่ดี หลังจากนั้น จะตัดเป็นก้อนด้วยเส้นลวดตามขนาดต่างๆ ที่ต้องการ และนำไปอบในเตาอบไอน้ำความดันสูงขนาดใหญ่ (High Pressure Steam Autoclave) ด้วยอุณหภูมิประมาณ 180°C เป็นเวลา 12 ชั่วโมง การผลิตคอนกรีตมวลเบา มีมาตรฐานควบคุมคือ มอก. 1505 คอนกรีตมวลเบาแบบกระจายกักฟองอากาศอบไอน้ำ

วิธีการใช้งาน คอนกรีตมวลเบา หรืออิฐมวลเบา สามารถใช้เป็นวัสดุก่อผนังได้ทั้งภายในและภายนอกอาคาร ปูนก่อนี้ จะมีความหนาเพียง 2-3 มิลลิเมตร เท่านั้น

ก่อนเริ่มการก่อ ในชั้นแรก จะใช้ปูนทรายทั่วไป ปรับระดับพื้นเสียก่อน จากนั้นทำการก่อ โดยก่อสลับก้อนและจะต้องยึดเพลท (Metal Strap) หรือหนวดกุ้งทุกๆ 2 ชั้น เนื่องจากคุณสมบัติของคอนกรีตมวลเบาจะแตกต่างจากอิฐทั่วไปมาก จึงต้องการปูนฉาบที่อุ้มน้ำและยึดเกาะได้ดีเป็นพิเศษ ผิวปูนฉาบจะมีความหนาเพียง 5- 10 มิลลิเมตร เท่านั้น

ตารางที่ 2.7 อัตราการกันเสียง (Acoustic Performance) [21]

ความหนา Block	ตกแต่งผิว	อัตราการกันเสียง (เดซิเบล) SCT Ratings
10 ซม.	ไม่ฉาบ 38	43
	ฉาบหนา 1 ซม.	
15 ซม.	ไม่ฉาบ 43	46
	ฉาบหนา 1 ซม.	
20 ซม.	ไม่ฉาบ 48	50
	ฉาบหนา 1 ซม.	

ตารางที่ 2.8 อัตราการทนไฟ (Fire Rating) [21]

ความหนา (ซม.)	7.5	10.0	12.5	15.0	20.0
อัตราการทนไฟ (ชั่วโมง)					
- ผนังไม่รับน้ำหนัก	4 ซม.	4 ซม.	4 ซม.	6 ซม.	8 ซม.
- ผนังรับน้ำหนัก	-	2 ซม.	2 ซม.	4 ซม.	4 ซม.

ตารางที่ 2.9 การเปรียบเทียบคุณสมบัติวัสดุก่อประเภทต่างๆ [21]

รายการ	อิฐมอญ	คอนกรีตบล็อก	คอนกรีตมวลเบา
ขนาด ก × ย × ส (ซม.)	7 × 15 × 6	20 × 40 × 7	20 × 60 × 7.5 20 × 60 × 10.0
น้ำหนักวัสดุ (กก./ตร.ม.)	130	115	50
น้ำหนักผนัง (กก./ตร.ม.)(1)	200	180	125
จำนวนก้อน ต่อตารางเมตร	120	12.5	8.33
ค่ากำลังอัด (กก./ตร.ซม.)	20 - 40	10.15	35 - 80
อัตราการดูดซึมน้ำ (%โดยปริมาตร)	40%	-	30.23%
ค่าการหดตัวเมื่อแห้ง (Drying Shrinkage) (มม./ตร.ม.)	1.8	-	0.2
ค่าความต้านทานความร้อน (P) (ตร.ม. องศาเซลเซียส/วัตต์)	0.073	-	0.843
ค่าการนำความร้อน (K) (W/mK)	1.15	-	0.089 – 0.132
อัตราการถ่ายเทความร้อนรวม (OTTV) (วัตต์/ตารางเมตร)	58 - 70	-	32 - 42
อัตราการทนไฟ (ชม.)(2)	1 - 2	-	4
ความหนาของปูนก่อ (ซม.)	1.5 – 2.0	1.0 – 1.5	0.23
ปูนก่อที่ใช้	ปูนซีเมนต์ผสม	ปูนซีเมนต์ผสม	ปูนก่ออิฐมวลเบา
ความหนาของปูนฉาบ (ซม.)	1.5 – 3.0	1.5 – 3.0	0.3 – 1.0
ปูนฉาบที่ใช้	ปูนซีเมนต์ผสม หรือปูนซีเมนต์ Masonry		ปูนฉาบอิฐมวลเบา
ความเร็วในการก่อ (ตร.ม./วัน)	6 - 8	12	15 - 25
การตอกตะปู	ตอกได้แข็งแรง	อาจแตกได้เล็กน้อย	ต้องใช้พุก

หมายเหตุ (1) คิดรวมปูนก่อ และปูนฉาบ 2 ด้าน ที่ความหนาผนัง 10 เซนติเมตร

(2) คิดอัตราการทนไฟ 1,100°C ที่ความหนาผนัง 10 เซนติเมตร

2.1.8 มอก. ได้กำหนดมาตรฐานคอนกรีตมวลเบา ดังนี้

- มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมชิ้นส่วนคอนกรีตมวลเบาแบบมีฟองอากาศ-อบไอน้ำ [22]

ได้ให้ความหมายของคอนกรีตมวลเบา หมายถึง คอนกรีตที่มีมวลเบากว่าคอนกรีตทั่วไปที่มีขนาดเดียวกัน โดยมีฟองอากาศเล็กๆ แทรกกระจายในเนื้อคอนกรีตอย่างสม่ำเสมอ ทำให้แข็งด้วยการอบไอน้ำ และไม่เสริมเหล็ก เหมาะสำหรับใช้ก่อผนังด้วยวิธีก่อบาง

ชั้นคุณภาพและชนิด ของคอนกรีตมวลเบาแบ่งตามความต้านทานแรงอัดออกเป็น 4 ชั้นคุณภาพ และแบ่งตามความหนาแน่นเชิงปริมาตรออกเป็น 7 ชนิด โดยชั้นคุณภาพและชนิดของคอนกรีตมวลเบามีความสัมพันธ์กันตามตารางที่ 2.10

ตารางที่ 2.10 ชั้นคุณภาพและชนิดของคอนกรีตมวลเบา [22]

ชั้นคุณภาพ	ความต้านทานแรงอัดนิวตันต่อตารางมิลลิเมตร		ชนิด	ความหนาแน่นเชิงปริมาตรเฉลี่ยกิโลกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร
	ค่าเฉลี่ย	ค่าต่ำสุด		
2	2.5	2.0	0.4	0.31 ถึง 0.40
			0.5	0.41 ถึง 0.50
4	5.0	4.0	0.6	0.51 ถึง 0.60
			0.7	0.61 ถึง 0.70
			0.8	0.71 ถึง 0.80
6	7.5	6.0	0.7	0.61 ถึง 0.70
			0.8	0.71 ถึง 0.80
8	10.0	8.0	0.8	0.71 ถึง 0.80
			0.9	0.81 ถึง 0.90
			1.0	0.91 ถึง 1.00

ขนาดและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน ขนาดของคอนกรีตมวลเบาที่กำหนดไว้ตามมาตรฐานนี้ออกแบบเพื่อให้เป็นไปตามระบบการประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างอาคาร ซึ่งได้กำหนดหน่วยพิกัดมูลฐาน (พ) ให้เท่ากับ 100 มิลลิเมตร ขนาดของคอนกรีตมวลเบา เป็นไปตามตารางที่ 2.11 โดยมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน $\pm$ 2 มิลลิเมตร ในกรณีมีร่องและลิ้นให้เพิ่มได้อีกมิติละ 9 มิลลิเมตร

ความได้ฉาก คอนกรีตมวลเบาที่ระยะ 300 มิลลิเมตร วัดจากมุมฉากจะคลาดเคลื่อนจากแนวฉากได้ไม่เกิน 1 มิลลิเมตร

ร่องและลิ้น คอนกรีตมวลเบาอาจทำเป็นร่องและลิ้นในตัวได้ และให้เป็นดังนี้

1) ขนาดของร่องและลิ้น ไม่ควรเล็กกว่าเศษหนึ่งส่วนเจ็ด และไม่ควรเกินเศษสองส่วนห้าของความหนาของคอนกรีตมวลเบา โดยในแต่ละด้านอาจมีร่องและลิ้นได้หลายแนว
2) ความกว้าง และความลึกของลิ้นในทุกๆ ด้าน ควรเล็กกว่าความกว้างและความลึกของร่องระหว่าง 1 ถึง 2 มิลลิเมตร

ร่องปูนก่อ ร่องปูนก่อที่ด้านข้างของคอนกรีตมวลเบาและมีขนาดเริ่มจากผิวบนลงมามีระยะ 1/4 และ 1/2 ของความกว้างของคอนกรีตมวลเบา

ร่องมือจับ กรณีที่คอนกรีตมวลเบามีขนาดใหญ่ เพื่อความสะดวกในการทำงานอาจมีร่องสำหรับมือจับด้วย

ตารางที่ 2.11 ขนาดคอนกรีตมวลเบา [22]

ความกว้าง (ม.ม.)	ความยาว (ม.ม.)	ความหนา (ม.ม.)
200	600	75
300		90
400		100
		125
		150
		175
		200
		250

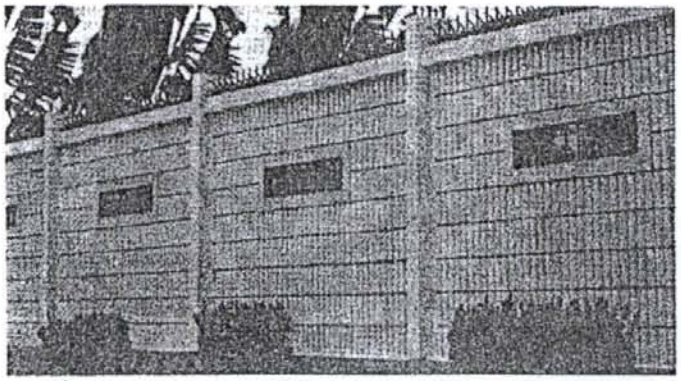
หมายเหตุ ความกว้างและความยาว เป็นค่าที่รวมความหนาของปูนก่อ 3 มม. ไว้แล้ว

และเนื่องจากการผลิตคอนกรีตมวลเบาก็ยังมีข้อจำกัดในเรื่องการควบคุณภาพและยังมีราคาสูงพอสมควร ดังนั้นการปรับปรุงคุณภาพของคอนกรีตบล็อกธรรมดาก็ควรได้รับการสนใจและพัฒนาวิจัยควบคู่กันไปด้วย เพื่อให้ได้ผลที่คุ้มค่า สามารถเลือกใช้ให้เหมาะสมกับงานต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับคอนกรีตบล็อกตามมาตรฐาน มอก. แสดงด้านล่างดังต่อไปนี้

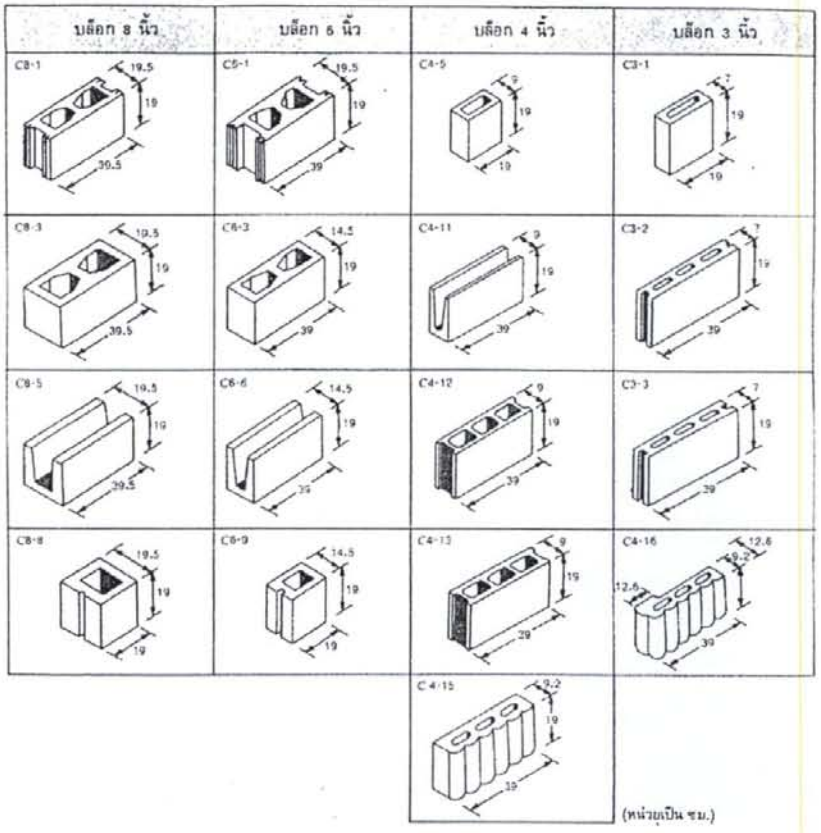
คอนกรีตบล็อก [23] เป็นวัสดุก้อนที่ทำจากปูนซีเมนต์ผสมกับทราย หินเล็กๆ และน้ำ ผสมให้เข้ากันดี แล้วนำไปใส่เครื่องอัดในแบบเหล็กให้แน่น แล้วนำเอาออกจากแบบไปเรียงบ่มในที่ร่มประมาณ 7-14 วัน จึงจะมีความแข็งตัวพอที่จะนำไปใช้ในการก่อสร้างได้ คอนกรีตบล็อกชนิดนี้มีทั้งแบบรับน้ำหนักและไม่รับน้ำหนัก ซึ่งมาตรฐานของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของกระทรวงอุตสาหกรรมกำหนดรายละเอียดของแต่ละชนิดไว้ดังนี้

- มอก. 57 หมายถึงคอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก
- มอก. 58 หมายถึงคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก
- มอก. 59 หมายถึงอิฐคอนกรีต
- มอก. 60 หมายถึงคอนกรีตบล็อกเชิงตันรับน้ำหนัก

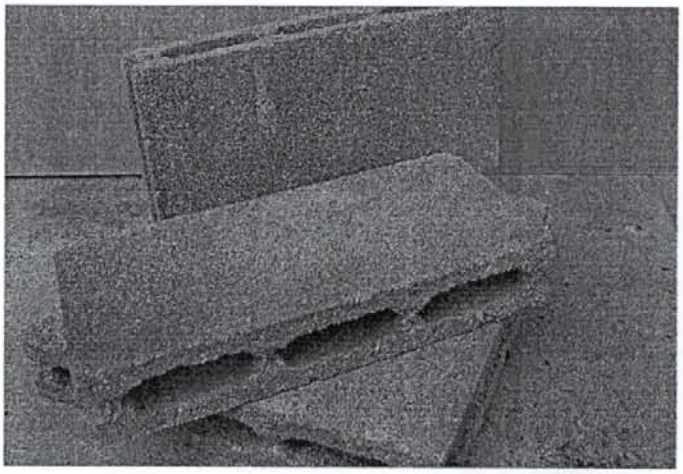
ในอินโดนีเซียแถบใกล้ๆ เมืองบันดุง มีภูเขาซึ่งประกอบด้วยแร่ธาตุ ซึ่งมีคุณสมบัติคล้ายพอซโซลานาตามธรรมชาติ เรียกว่า ทราส ถ้านำหินจากภูเขานี้มาบดให้ละเอียดใช้ผสมกับน้ำและทรายแล้วเทอัดลงในแบบหล่อ ทิ้งไว้ให้แข็งตัวก็จะได้คอนกรีตบล็อกที่มีคุณภาพดีดุจผสมด้วยปูนซีเมนต์เหมือนกัน



รูปที่ 2.4 การก่อผนังด้วยคอนกรีตบล็อก [23]



รูปที่ 2.5 ตัวอย่างลักษณะของคอนกรีตบล็อกแบบต่างๆ [23]



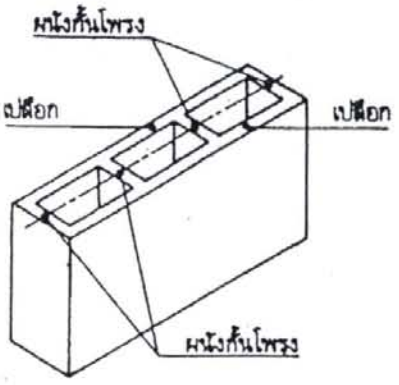
รูปที่ 2.6 คอนกรีตบล็อกที่นิยมใช้ในงานก่อผนังทั่วไป

- <u>มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก</u> [24] ได้ให้ความหมายของคอนกรีตบล็อก (Hollow concrete block or hollow concrete masonry unit) หมายถึง ก้อนคอนกรีตทำจากปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ น้ำ และวัสดุผสมที่เหมาะสมชนิดต่างๆ และจะมีสารอื่นผสมอยู่ด้วยหรือไม่ก็ได้ สำหรับก่อผนังหรือกำแพง มีรูหรือโพรงขนาดใหญ่ทะลุตลอดก้อน และมีพื้นที่หน้าตัดสุทธิที่ระนาบขนานกับผิวธารน้อยกว่าร้อยละ 75 ของพื้นที่หน้าตัดรวมที่ระนาบเดียวกัน

คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก (Hollow non-load-bearing concrete masonry unit) หมายถึง คอนกรีตบล็อกใช้สำหรับผนังที่ออกแบบไม่รับน้ำหนักบรรทุกใดๆ นอกจากน้ำหนักตัวเอง (ขนาดของคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักแสดงดังตารางที่ 2.12)

ประเภทของคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักตามมาตรฐานนี้ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ประเภทควบคุมความชื้น และประเภทไม่ควบคุมความชื้น

เปลือก (Face-shell) หมายถึง ผนังด้านนอกของคอนกรีตบล็อก (รูปที่ 2.7)



รูปที่ 2.7 ลักษณะผนังด้านนอกของคอนกรีตบล็อก [24]

ตารางที่ 2.12 ขนาดของคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก [24]

มิติพิกัด (หนา×สูง×ยาว) พ	ขนาดที่ทำ (หนา×สูง×ยาว) มิลลิเมตร
4/5 × 2 × 1 1/2	70 × 190 × 140
1 × 2 × 1 1/2	90 × 190 × 140
1/2 × 2 × 1 1/2	140 × 190 × 140
2 × 2 × 1 1/2	190 × 190 × 140
4/5 × 2 × 2	70 × 190 × 190
1 × 2 × 2	90 × 190 × 190
1 1/2 × 2 × 2	140 × 190 × 190
2 × 2 × 2	190 × 190 × 190
4/5 × 2 × 3	70 × 190 × 290
1 × 2 × 3	90 × 190 × 290
1 1/2 × 2 × 3	140 × 190 × 290
2 × 2 × 3	190 × 190 × 290
4/5 × 2 × 4	70 × 190 × 390
1 × 2 × 4	90 × 190 × 390
1 1/2 × 2 × 4	140 × 190 × 390
2 × 2 × 4	190 × 190 × 390

- บริษัทปูนซีเมนต์ไทยอุตสาหกรรม จำกัด ได้กล่าวถึง คอนกรีตบล็อกไว้ในหนังสือซีเมนต์และการประยุกต์ใช้งาน [25] ดังนี้

วัสดุก่ออีกประเภทหนึ่งที่ได้รับความนิยมในประเทศไทย คือ คอนกรีตบล็อก หรือ อิฐบล็อก (Concrete Block) มีลักษณะเป็นก้อนสี่เหลี่ยมขนาดโดยประมาณ 20 × 40 เซนติเมตร หนา 7 -10 เซนติเมตร การใช้งาน ใช้ก่อลักษณะเดียวกับการก่ออิฐ แต่จะมีข้อดีคือ สามารถก่อได้รวดเร็วกว่าและมีขนาดมาตรฐานกว่า ทำให้ประมาณจำนวนวัสดุได้ง่ายและเมื่อรวมค่าแรงการก่อสร้างแล้ว และถูกกว่าการก่ออิฐ

การเตรียมวัตถุดิบ คอนกรีตบล็อกทำจากปูนซีเมนต์ ผสมกับมวลรวมขนาดเล็ก เช่น ทราย, กรวด, หินย่อย และหินฝุ่น เป็นต้น การคัดเลือกวัตถุดิบ ต้องคัดเลือกหินที่มีความแข็งแกร่ง ไม่เปราะแตกหักง่าย เพราะจะส่งผลต่อความแข็งแรงของคอนกรีตบล็อก

การขึ้นรูป โดยการผสมแห้งหรือชื้น เริ่มด้วยการนำปูนซีเมนต์ผสมหินเกร็ดหรือหินย่อยและน้ำสะอาด ผสมให้เข้ากัน อัดผ่านเครื่องอัดบล็อก ซึ่งมีทั้งแบบอัตโนมัติและแบบใช้มือควบคุม หลังจากแกะแบบแล้ว บ่มไว้อีกประมาณ 7 – 14 วัน ก็สามารถนำไปใช้งานได้

การเลือกใช้งาน คอนกรีตบล็อกมีทั้งแบบรับน้ำหนักและแบบไม่รับน้ำหนัก แบบรับน้ำหนักจะมีลักษณะเป็นแท่งผิวเรียบ มีรูตรงกลางในแนวตั้ง ส่วนแบบไม่รับน้ำหนัก หรือที่เรียกว่า Screen Block จะมีช่องเป็นลวดลาย เมื่อก่อแล้วสามารถต่อเป็นลวดลายหรือให้แดดลมผ่านได้ นิยมเรียกเป็นภาษาชาวบ้านว่า "บล็อกช่องลม"

2.2 ทฤษฎี สมมติฐานหรือกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

2.2.1 ดำเนินการวิจัยภายใต้สมมุติฐานที่ว่า การใช้น้ำยางพาราผสมเพิ่มลงในคอนกรีตบล็อกจะทำให้คอนกรีตบล็อกที่ได้จากการทดลองมีค่ากำลังอัดที่สูงกว่าคอนกรีตบล็อกทั่วไปที่มีขายอยู่ตามท้องตลาด และคอนกรีตบล็อกจะมีคุณสมบัติที่สามารถใช้เป็นฉนวนกันความร้อนในการก่อสร้างผนังของอาคารได้ในระดับหนึ่ง อีกทั้งยังมีอัตราการดูดซึมน้ำที่ต่ำกว่าคอนกรีตบล็อกปกติเนื่องจากยางพาราที่เติมลงไปได้จับตัวกันเป็นแผ่นฟิล์มภายในเนื้อคอนกรีต

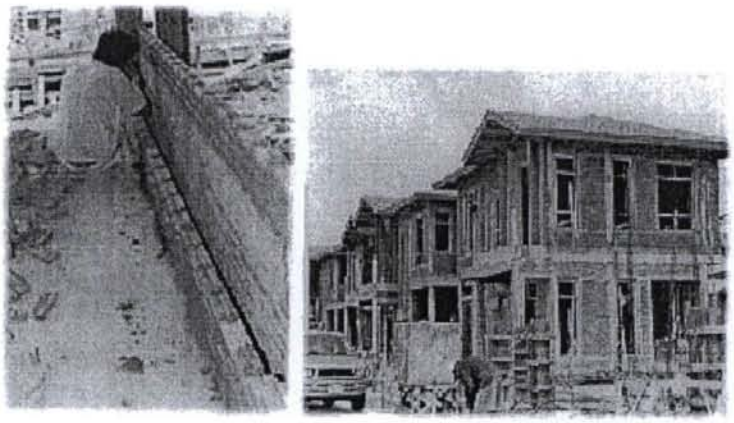
2.2.2 ดำเนินการวิจัยภายใต้สมมุติฐานที่ว่า การใช้น้ำยางพาราผสมเพิ่มลงในคอนกรีตมวลเบาแบบมีฟองอากาศ-อบไอน้ำ จะทำให้คอนกรีตมวลเบา ที่ได้จากการทดลองมีค่ากำลังอัดที่สูงกว่าคอนกรีตมวลเบาทั่วไปที่มีขายอยู่ตามท้องตลาด และคอนกรีตมวลเบาแบบมีฟองอากาศ-อบไอน้ำ จะมีคุณสมบัติที่สามารถใช้เป็นฉนวนกันความร้อนในการก่อสร้างผนังของอาคารได้ดียิ่งขึ้น อีกทั้งยังมีอัตราการดูดซึมน้ำที่ต่ำกว่าคอนกรีตมวลเบาปกติเนื่องจากยางพาราที่เติมลงไปได้จับตัวกันเป็นแผ่นฟิล์มภายในเนื้อคอนกรีต และฟองอากาศที่เกิดจากน้ำยางพาราในเนื้อคอนกรีตจะช่วยให้คอนกรีตมีน้ำหนักเบาขึ้นและช่วยลดปริมาณการใช้สารก่อฟองอากาศหลักลงได้

ปัจจุบันฉนวนป้องกันความร้อนในงานก่อสร้างเริ่มมีความสำคัญมากขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากขณะนี้ได้มีการรณรงค์ในเรื่องการอนุรักษ์พลังงานภายในประเทศอย่างเป็นจริงจังและต่อเนื่อง สำนักส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน (สสอ.) กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงานจึงได้ทำการรวบรวมวัสดุฉนวนทั่วไปที่มีขายกันอยู่ตามท้องตลาดมาทำการเปรียบเทียบถึงคุณสมบัติต่างๆ เพื่อที่จะได้เลือกใช้ให้เหมาะสมกับงานต่างๆ โดยสามารถแบ่งประเภทของวัสดุฉนวนได้ดังนี้ [6]

1) อิฐมอญ (Brick)

อิฐมอญ เป็นวัสดุที่ผลิตมาจากการนำดินเหนียวมาเผาเพื่อให้ได้วัสดุที่คงรูปและมีความแข็งแรง การใช้อิฐมอญในระบบก่อสร้างมีมาหลายสิบปี จึงเป็นวัสดุที่เป็นที่รู้จักและมีการใช้กันอย่างแพร่หลายในประเทศไทย เนื่องจากความเชื่อมั่นในความคงทน และผลิตได้เองในประเทศจากแรงงานท้องถิ่น คุณสมบัติของอิฐมอญจะยอมให้ความร้อนถ่ายเทเข้า-ออกได้ง่าย และเก็บความร้อนไว้ในตัวเองเป็นเวลานาน และเนื่องจากอิฐมอญมีความจุความร้อนสูงทำให้สามารถกักเก็บความร้อนไว้ในเนื้อวัสดุได้มากก่อนที่จะค่อยๆ ถ่ายเทสู่ภายนอก จึงเหมาะกับการใช้กับบริเวณที่ใช้งานเฉพาะช่วงกลางวัน

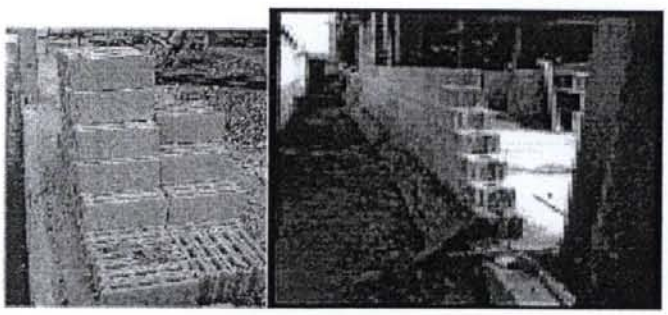
รูปที่ 2.8 กองอิฐมอญ [6]



รูปที่ 2.9 การก่ออิฐมอญ 2 ชั้น เป็นผนังอาคาร [6]

2) คอนกรีตบล็อก (Concrete Masonry Unit)

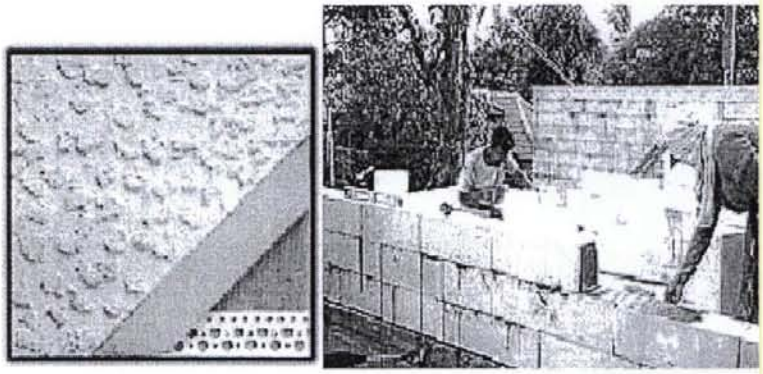
คอนกรีตบล็อกจะถูกผลิตในลักษณะอุตสาหกรรมมากกว่าอิฐมอญ ส่วนใหญ่จะมีลักษณะกลวง (Hollow Concrete Block) เป็นที่นิยมใช้มากเนื่องจากมีราคาถูก หาซื้อได้ง่าย และไม่มีปัญหาในขั้นตอนการก่อสร้างเนื่องจากช่างมีความเคยชินในการทำงานอยู่แล้ว อีกทั้งยังสามารถทำงานได้เร็ว เพราะมีขนาดก้อนใหญ่กว่าอิฐมอญ และจากลักษณะที่มีรูกลวงตรงกลางทำให้ช่องอากาศภายในนั้นเป็นฉนวนในการกันความร้อนที่ดี แต่ข้อเสียคือจะเปราะและแตกง่าย การตอกตะปูยึดพุกต้องทำที่ปูนก่อหรือเสาเอ็นคานเอ็น น้ำจะซึมได้ดีกว่าอิฐมอญ และบล็อกที่ขายกันทั่วไปคุณภาพต่ำ



รูปที่ 2.10 ลักษณะคอนกรีตบล็อกและการใช้งาน [6]

3) คอนกรีตมวลเบา (Autoclaved Aerated Concrete-ACC)

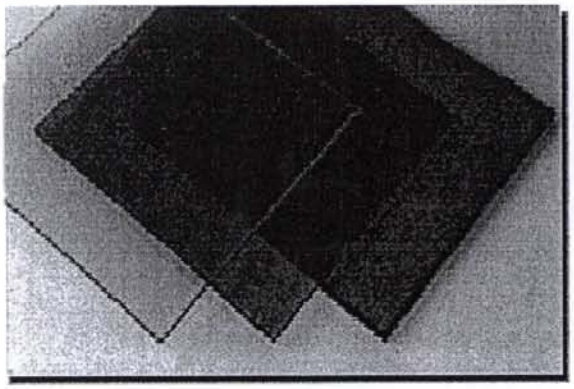
คอนกรีตมวลเบาเป็นวัสดุก่อที่มีการนำมาใช้ และเป็นที่นิยมมากขึ้นในปัจจุบัน เนื่องจากมีคุณสมบัติในการป้องกันความร้อนได้มากกว่าวัสดุก่ออื่นที่มีมา โดยตัววัสดุเองมีส่วนผสมมาจาก ทราย ซีเมนต์ ปูนขาว น้ำ ยิปซั่ม และผงอลูมิเนียม ผสมรวมกัน แต่ส่วนที่สำคัญที่สุดก็คือฟองอากาศเล็กๆ เป็นรูพรุนไม่ต่อเนื่อง (Disconnecting Voids) ที่อยู่ในเนื้อวัสดุมากประมาณ 75% ทำให้น้ำหนักเบา ซึ่งผลของความเบาจะช่วยให้ประหยัดโครงสร้าง อีกทั้งฟองอากาศเหล่านั้นยังเป็นฉนวนกันความร้อนที่ดี



รูปที่ 2.11 ลักษณะทั่วไปของคอนกรีตมวลเบาและการใช้งาน [6]

4) กระจกตัดแสง (Heat Absorbing Glass)

ปัจจุบันอาคารบ้านเรือนส่วนใหญ่นิยมใช้กระจกเป็นส่วนประกอบของผนังอาคาร เนื่องจากมีความสวยงามและช่วยให้สามารถมองออกไปเห็นทัศนียภาพภายนอกได้มากยิ่งขึ้น แต่การเลือกใช้ควรคำนึงถึงความร้อนที่จะเข้ามาภายในด้วย เนื่องจากกระจกทั่วไปจะยอมให้ทั้งแสงและความร้อนผ่านเข้ามาเป็นจำนวนมาก จึงควรเลือกใช้กระจกที่มีคุณสมบัติที่ช่วยลดแสงจ้าและปริมาณความร้อนที่ผ่านเข้ามาให้มีความเหมาะสม



รูปที่ 2.12 ลักษณะต่างๆ ของกระจก [6]

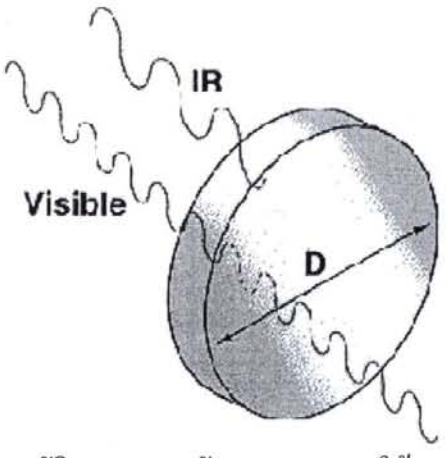
ชนิดของกระจกที่ใช้เพื่อป้องกันแสงจ้าและความร้อนเข้ามาภายในบ้านหรืออาคารนั้นสามารถแบ่ง ออกได้เป็น 5 ประเภท ใหญ่ๆ คือ

- กระจกใส (Clear Glass)
- กระจกสี (Color Glass)
- กระจกสีตัดแสง (Heat Absorbing Glass)
- กระจกเคลือบผิวสะท้อนแสง (Reflective Metallic Coating Glass)
- กระจกฉนวนกันความร้อน (Insulating Glass)

แต่ชนิดที่มีการใช้เพื่อป้องกันแสงจ้าและความร้อนมากที่สุด และได้ทำการศึกษาเพื่อจะเป็นประโยชน์ในการเลือกใช้ คือ *กระจกสีตัดแสง (Heat Absorbing Glass)*

การแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ที่มีลักษณะเป็นรังสีคลื่นสั้น (Short Wave Radiation) ซึ่งสามารถทะลุผ่านเข้าไปในอาคารได้ และเมื่อรังสีคลื่นสั้นกระทบกับวัสดุต่างๆ ภายในอาคาร เช่น พื้น ผนัง กระจก ฯลฯ ซึ่งดูดซับคลื่นรังสีเอาไว้ แล้วเปลี่ยนเป็นรังสีคลื่นยาว (Long Wave Radiation) หรือพลังงานความร้อนซึ่งไม่สามารถทะลุผ่านวัสดุโปร่งแสงอย่างกระจกกลับออกมาภายนอกอาคารได้ ดังนั้นความร้อนจึงสะสมอยู่ภายในอาคาร และกลายเป็นส่วนหนึ่งของภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศ ทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ค่อนข้างมาก

กระจกสีตัดแสง เป็นกระจกโปร่งแสงที่สามารถช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวได้ โดยสีต่างๆ ที่เห็นนั้นเกิดจากการเติมออกไซด์ของโลหะ เช่น เหล็ก โคบอลต์ หรือซีลีเนียมลงในส่วนผสมของเนื้อกระจก ช่วยลดพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ที่จะผ่านเข้ามา ด้วยคุณสมบัติที่สามารถดูดกลืนพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ ที่ส่องมากระทบชั้นผิวกระจกได้ประมาณร้อยละ 40-50 จึงมีส่วนช่วยในการลดภาระการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศลงได้ นอกจากนี้ยังช่วยลดความจ้าของแสงที่ส่องผ่านเข้ามาทำให้ได้แสงที่นุ่มนวลสบายตาขึ้น โดยมีสีให้เลือกใช้หลายสี เช่น สีบรอนซ์ สีเขียว สีฟ้า ฯลฯ แต่สีที่เป็นที่นิยมใช้มากที่สุดในประเทศไทยจะเป็นสีเขียว



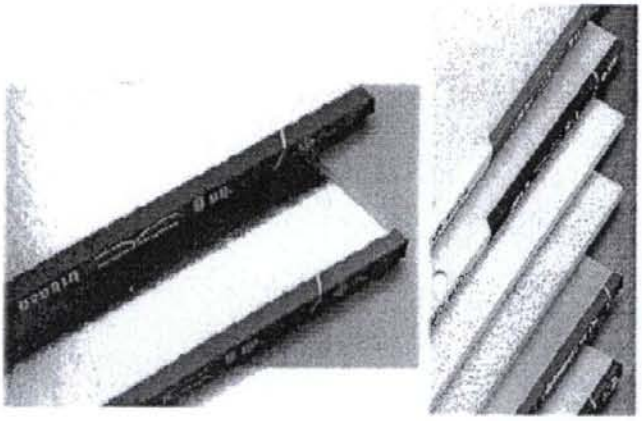
รูปที่ 2.13 คุณสมบัติของกระจกตัดแสง และการใช้งานกับอาคาร [6]

รูปที่ 2.13 คุณสมบัติของกระจกตัดแสง และการใช้งานกับอาคาร [6] (ต่อ)

5) ยิปซั่มบอร์ด (ชนิดกันความร้อน) (Gypsum Board)

เป็นวัสดุแผ่นเรียบที่ผลิตขึ้นจากแร่ยิปซั่มซึ่งเผาไฟไม่ติด มาประกอบเป็นแกนกลางของแผ่น ยึดประกบด้วยกระดาษเหนียวชนิดพิเศษทั้ง 2 ด้าน มีคุณสมบัติในการป้องกันความร้อน และเสียง นอกจากนี้แผ่นยิปซั่มยังไม่เป็นพิษและอันตรายต่อสุขภาพ อีกทั้งการติดตั้งก็ง่าย สะดวก รวดเร็วไม่เลอะเทอะ กรณีใช้เป็นผนังอาคารจะช่วยประหยัดโครงสร้างอาคาร เนื่องจากมีน้ำหนักเบากว่าผนังก่ออิฐฉาบปูนถึง 5 เท่า ทั้งนี้ขึ้นกับการออกแบบระบบผนังด้วย ซึ่งในปัจจุบันมีการพัฒนาให้มีคุณสมบัติและรูปแบบที่หลากหลายมากขึ้น เพื่อความเหมาะสมในการใช้งานโดยจะมีตั้งแต่ชนิดธรรมดา ชนิดกันความร้อน ชนิดทนไฟ ชนิดทนความชื้น เป็นต้น

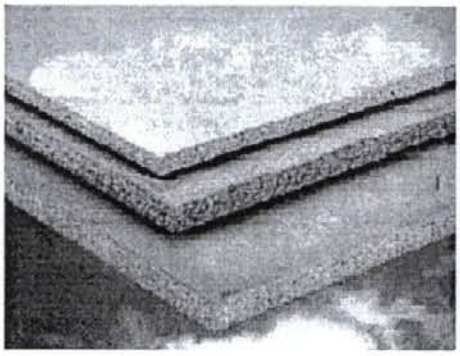
โดยชนิดที่มีคุณสมบัติในการป้องกันความร้อนได้ดี เช่น ชนิดอลูมินั่มฟอยล์ ซึ่งเป็นการนำแผ่นยิปซั่มมาบุด้วยอลูมินั่มฟอยล์ด้านหลังของแผ่น สามารถสะท้อนรังสีความร้อนได้ถึง 95% การนำความร้อนก็จะต่ำกว่าชนิดอื่น เหมาะสำหรับการทำฝ้าเพดาน และผนังบริเวณที่ต้องการป้องกันความร้อนเป็นพิเศษ ช่วยควบคุมอุณหภูมิภายในห้องให้คงที่เหมาะสำหรับห้องที่ต้องการควบคุมอุณหภูมิให้คงที่สม่ำเสมอหรือเพื่อลดขนาดการใช้เครื่องปรับอากาศ



รูปที่ 2.14 ลักษณะของแผ่นยิปซั่มบอร์ดประเภทต่างๆ [6]

6) ไฟเบอร์บอร์ด (Fiber Board)

โดยวัสดุหลักได้มาจากเส้นใยไม้ที่ผ่านการย่อยสลายเป็นเส้นใยเซลลูโลส มาอัดติดกันเป็นแผ่นด้วยกาวชนิดพิเศษ ด้วยคุณสมบัติของเส้นใยที่ประสานกันอยู่ทำให้สามารถใช้เป็นวัสดุป้องกันความร้อนได้ระดับหนึ่ง แต่เนื่องจากขาดความแข็งแรงทนทานจึงมักนิยมใช้เป็นฝ้าเพดานหรือผนังภายในเท่านั้น แต่ในปัจจุบันมีผู้นำเส้นใยเซลลูโลสเหล่านี้มาผสมกับปูนซีเมนต์ โดยใช้สารเคมีบางชนิดเป็นตัวประสาน ซึ่งเมื่อนำมาอัดแรงขึ้นเป็นแผ่นแล้วนอกจากจะมีคุณสมบัติในการป้องกันความร้อนแล้ว ยังเพิ่มความแข็งแรงทนทานให้กับวัสดุมากขึ้น สามารถนำไปใช้กับภายนอกโดยการทำเป็นผนังอาคารได้ ปัจจุบันมีการผลิตได้เองในประเทศแต่ก็ยังไม่มากนัก ทั้งคุณภาพก็ยังไม่เท่าของที่นำเข้า



รูปที่ 2.15 ลักษณะของไฟเบอร์บอร์ด [6]

7) เซรามิคโค้ตติ้ง (Ceramic Coating)

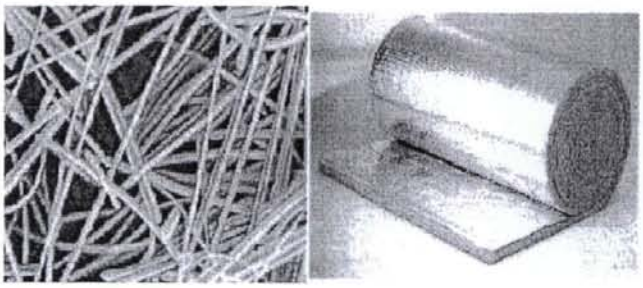
ฉนวนชนิดนี้มีสารประกอบหลักมาจากอนุภาคเซรามิค ซึ่งมีคุณสมบัติในการสะท้อนความร้อนได้สูงแต่ดูดซับความร้อนต่ำ สามารถกระจายความร้อนได้เร็ว มีความยืดหยุ่นในตัวเองสูง ยึดเกาะกับพื้นผิวได้ดี จึงสามารถใช้ฉนวนเซรามิคโค้ตติ้งเคลือบภายนอกในส่วนที่ต้องการป้องกันความร้อนโดยตรงจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ เช่น ผิวนอกของหลังคา ดาดฟ้า หรือผนังอาคาร โดยทำหน้าที่

สะท้อนความร้อนจากแสงอาทิตย์ออกไปก่อนที่จะกระทบผิวอาคาร เป็นการช่วยลดความร้อนให้กับอาคารและความร้อนที่จะสะสมในเนื้อวัสดุเปลือกอาคาร และยังช่วยลดความเสียหายของโครงสร้างที่เกิดจากการยืดหดตัวเนื่องจากความร้อน จึงช่วยยืดอายุการใช้งานของหลังคาอีกด้วย อีกทั้งยังมีความสะดวกและปลอดภัยเนื่องจากเป็นฉนวนที่ใช้ภายนอกอาคาร การบำรุงรักษาจึงทำได้ง่าย

รูปที่ 2.16 บริเวณผิวหลังคาที่มีการใช้เซรามิคโค้ทติ้ง [6]

8) ใยแก้ว (Fiber Glass)

ใยแก้วเป็นฉนวนที่ผลิตจากการหลอมแก้วแล้วปั่นออกมาเป็นเส้นใยสีขาว จัดอยู่ในกลุ่มฉนวนเซลปิด มีความหนาแน่นต่างกันตั้งแต่ 10 kg/m^3 ถึงมากกว่า 64 kg/m^3 อาจผลิตในรูปแผ่นแข็ง แบบม้วน หรือขึ้นเป็นรูปทรงต่างๆ กัน ตัวเส้นใยจะถูกเคลือบไว้ด้วยตัวประสาน (Binder) เช่น ฟีโนสิกเรซิน ซึ่งทำหน้าที่เชื่อมระหว่างเส้นใย ที่พบมากจะเป็นฟีนอลฟอร์มอัลดีไฮน์ ซึ่งจะให้สีเหลืองหลังการผลิต



รูปที่ 2.17 ลักษณะโครงสร้างของใยแก้ว และฉนวนใยแก้วชนิดปิดผิวด้วยอลูมินั่มฟอยล์ [6]

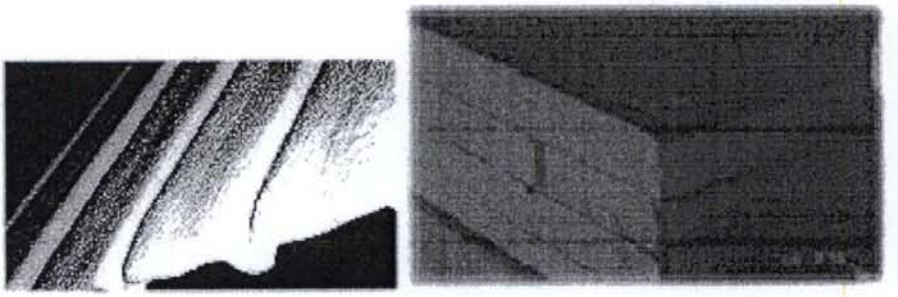
ตัวใยแก้วเป็นสารอนินทรีย์จึงไม่ติดไฟ แต่ตัวประสานจะติดไฟได้ จึงควรพิจารณาอุณหภูมิในการใช้งาน และการดูดซับความชื้นจะทำให้ความสามารถในการต้านทานความร้อนลดลง จึงต้องมีแผ่นมาประกบเพื่อช่วยต้านทานไอน้ำ เช่น แผ่นอลูมินั่มฟอยล์ หรือฟิล์มพลาสติกห่อหุ้มขณะใช้งานจริง ซึ่งต้องพิจารณาคุณภาพและคุณสมบัติการติดไฟในการเลือกใช้งานด้วย และจากการที่ขนาดของเส้นใยแก้วที่เล็กและยาวทำให้มีคุณสมบัติในการคืนรูป หรือคืนความหนาได้ดี คุณสมบัตินี้จะช่วยในการคืนสภาพของฉนวนจากการบรรจุและการขนส่งที่มักมีการบีบอัด และสุดท้ายคือเรื่องของกลิ่นที่มาจากตัว

ประสานจึงควรจัดเก็บในพื้นที่เปิดโล่ง คุณสมบัติของใยแก้ว การใช้งานโดยทั่วไป จะวางฉนวนใยแก้วที่มีการหุ้มด้วยแผ่นอลูมินั่มฟอยล์ เหนือฝ้าเพดาน

รูปที่ 2.18 การติดตั้งฉนวนใยแก้วบริเวณเหนือฝ้าเพดาน [6]

9) ฉนวนโฟม (Foam)

ฉนวนโฟมมีด้วยกันหลายชนิด ขึ้นอยู่กับสารประกอบทางเคมีที่นำมาใช้ รูปแบบที่นำมาใช้มีทั้งแบบพ่น และแบบสำเร็จรูปใช้ได้ทั้งภายในและภายนอกอาคาร น้ำหนักเบา ไม่ก่อให้เกิดปัญหากับโครงสร้าง และไม่เป็นมลภาวะหรือเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม สามารถป้องกันความร้อนได้ดี มีความยืดหยุ่นในการใช้งานสูงโดยเฉพาะแบบฉีดพ่น เพราะจะใช้กับส่วนใดของอาคารก็ได้ และประหยัดเวลาในการติดตั้ง โดยชนิดของฉนวนโฟมที่นิยมใช้กันมากมีดังนี้



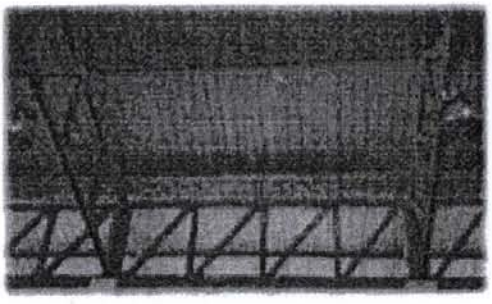
รูปที่ 2.19 ลักษณะของฉนวนโฟม [6]

- ฉนวนโพลีสไตรีนโฟม (Polystyrene, PS – Foam) จัดอยู่ในกลุ่มฉนวนแบบกึ่งเซลล์ปิด มี 2 ลักษณะ คือ 1.) ฉนวนโพลีสไตรีนแบบอัดรีด (Extruded Polystyrene) ผลิตโดยขบวนการอัดรีด ทำให้มีเซลล์ที่ละเอียดซึ่งมีอากาศผสมกับก๊าซฟลูออโรคาร์บอน (ปัจจุบันมีการใช้ก๊าซประเภทอื่นเพื่อหลีกเลี่ยงปรากฏการณ์เรือนกระจก) อยู่ภายใน ทำให้มีสภาพในการนำความร้อนที่ต่ำกว่าโพลีสไตรีนแบบหล่อ มีโครงสร้างและรูปร่างที่แข็งแรงคงที่มากกว่า ทำให้สามารถทนต่อแรงกดทับได้ดี และต้านทานไอน้ำได้ดี แต่ข้อเสียคือ ติดไฟได้ และหากสัมผัสกับรังสี UV ในบรรยากาศจะมีการเสื่อมสภาพได้ จึงควรมีวัสดุ

ปิดผิวในการใช้งาน ปัจจุบันยังคงต้องนำเข้าจากต่างประเทศจึงมีราคาค่อนข้างสูง 2.) ฉนวนโพลีสไตรีนแบบหล่อหรือขยายตัว (Molded or Expanded Polystyrene) เป็นสไตรีนโพลีเมอร์เช่นกัน แต่ผลิตโดยขบวนการหล่อหรือขยายตัว ผลก็คือเซลล์จะหยาบกว่า และมีอากาศบรรจุอยู่ภายใน เมื่อเทียบกับแบบอัดรีดแล้วจะมีสภาพการนำความร้อนสูงกว่า ความหนาแน่นต่ำกว่า ต้านทานไอน้ำได้พอใช้ ติดไฟและก่อให้เกิดคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) แต่มีราคาถูกกว่า มีการเสื่อมสภาพจากการสัมผัสรังสี UV ในบรรยากาศได้เช่นกัน จึงควรเลือกใช้ในโครงเคร่าปิดหรือมีแผ่นปิดผิว โดยมีการขึ้นรูปประกอบเป็นผนังมีแผ่นปิด 2 ด้านเพื่อป้องกัน UV และใช้งานได้สะดวก ปัจจุบันมีการผลิตจำหน่ายในประเทศไทยแล้ว

- ฉนวนโพลียูเรเธนโฟม (Polyurethane, PU – Foam) เป็นพลาสติกโพลิเมอร์ ประเภทหนึ่ง พ่นให้เกิดเป็นโฟมมีลักษณะแข็ง อาทิ การพ่นเพื่อป้องกันความร้อนใต้หลังคา จัดอยู่ในกลุ่มฉนวนแบบกึ่งเซลล์ปิด เซลล์ภายในจะบรรจุด้วยก๊าซฟลูออโรคาร์บอน ซึ่งเป็นก๊าซที่มีค่าการนำความร้อน (k) ต่ำกว่าอากาศ ทำให้ฉนวนประเภทนี้มีสภาพการนำความร้อนต่ำ อย่างไรก็ตามการนำความร้อนของฉนวนประเภทนี้จะเพิ่มขึ้นหรือ R-Value จะลดลงตามอายุการใช้งาน เนื่องมาจากการแพร่กระจายของอากาศเข้าไปในเซลล์ โดยเฉพาะกรณีที่สัมผัสกับรังสี UV จะทำให้สีของฉนวนเปลี่ยนเป็นสีเหลือง และเสื่อมสภาพลง โดยเฉพาะโฟมที่ไม่ได้ปิดผิว การดูดซับน้ำจะมีบ้างเนื่องจากไม่ใช้เซลล์ปิดทั้งหมด และในกรณีเกิดเพลิงไหม้แม้ว่าจะมีการผสมสารป้องกันการติดไฟแล้ว แต่ก็ยังก่อให้เกิดก๊าซที่มีองค์ประกอบของไซยาไนด์ซึ่งเป็นอันตราย เนื้อฉนวนมีการขยายและหดตัวจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ หากใช้โครงเคร่าปิด เช่น ผนังห้องเย็น หรือมีวัสดุปิดผิวที่แข็งแรงพอก็จะเป็นฉนวนที่ดีมาก

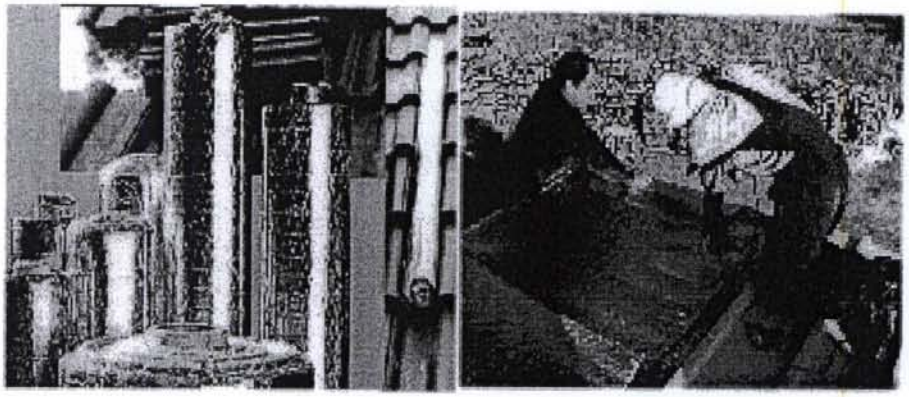
- ฉนวนโพลีเอทเธลีนโฟม (Polyethylene, PE – Foam) เป็นเอทเธลีนโพลิเมอร์รีดขึ้นรูปเป็นแผ่นมีฟองละเอียดของก๊าซอยู่ด้านใน จัดอยู่ในกลุ่มของฉนวนแบบเซลล์ปิด มีลักษณะอ่อนนุ่ม จึงไม่ควรใช้กับงานที่มีการกดทับ การต้านทานไอน้ำอยู่ในเกณฑ์สูง มีการเสื่อมสภาพได้จากรังสี UV จึงควรมีแผ่นปิดผิวขณะใช้งาน หรือไม่สัมผัสกับ UV โดยตรง การเลือกใช้งานป้องกันความร้อนในระบบหลังคาในประเทศไทย ต้องพิจารณาความหนาของฉนวน ให้มี R-Value ที่เพียงพอ คือมีความหนาไม่น้อยกว่า 40 มม. ที่ใช้ติดใต้แผ่นหลังคา ซึ่งความหนาดังกล่าวจะต้านทานการไหลผ่านของพลังงานความร้อนได้น้อย และเนื่องจากเป็นโพลีเมอร์พลาสติกประเภทหนึ่งจึงก่อให้เกิดควันปริมาณมาก และก๊าซคาร์บอนมอนน็อกไซด์ที่เป็นอันตรายเมื่อเกิดเพลิงไหม้



รูปที่ 2.20 การฉีดพ่นฉนวนโฟมใต้ฝ้าเพดาน [6]

10) อลูมินั่มฟอยล์ (Aluminum Foil)

อลูมินั่มฟอยล์เป็นชนิดหนึ่งของฉนวนประเภทสะท้อนความร้อน และเป็นที่นิยมใช้มากในปัจจุบัน โดยทั่วไปเป็นแผ่นอลูมินั่มฟอยล์ทากาวประกบกับแผ่นกระดาษคราฟ มีเส้นใยเสริมแรง บางชนิด อาจมีชั้นของบิทูเมน (Bitumen) อยู่ด้วย ซึ่งถ้ามีควรพิจารณาคุณสมบัติการติดไฟด้วย การใช้งานทั่วไปจะติดตั้งใต้แผ่นหลังคา อาศัยความหนาของช่องอากาศระหว่างแผ่นหลังคา และแผ่นอลูมินั่มฟอยล์เป็นตัวลดสภาพการนำความร้อน และความมันวาวของอลูมินั่มฟอยล์เป็นตัวลดการแผ่รังสี ทำให้ความร้อนผ่านเข้าสู่อาคารได้น้อยลง ปัญหาที่พบคือฝุ่นที่มาเกาะบนผิวทำให้คุณสมบัติการต้านทานการแผ่รังสีความร้อนลดลงด้วย



รูปที่ 2.21 ลักษณะของอลูมินั่มฟอยล์ และการติดตั้งบริเวณหลัง [6]

ผนังของอาคารส่วนใหญ่แล้วจะเป็นผนังทึบ (ก่ออิฐฉาบปูน) และมีหน้าต่างเป็นกระจก หรือมีส่วนที่เป็นกระจกประกอบอยู่ด้วย การถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายในอาคาร มีด้วยกัน 3 วิธี คือ การนำความร้อน (Conduction) การพาความร้อน (Convention) และการแผ่รังสี (Radiation) ความร้อนที่ถ่ายเทผ่านผนังทึบกับกระจกมีค่าไม่เท่ากัน [26]

เราสามารถคำนวณความร้อนที่ผ่านกระจกได้ดังนี้

$$qf = Af \times ((Uf \times Tdiff) + (SF \times SC))$$

$$qf = (Af \times Uf \times Tdiff) + (Af \times SF \times SC)$$

โดยที่

Af = พื้นที่กระจก (m^2)

Uf = U Value ของกระจก

U = 1/R

R = DX/k ; DX = ความหนาของกระจก

k = สัมประสิทธิ์การนำความร้อน (ขึ้นอยู่กับชนิดของกระจก)

Tdiff = ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (5 องศาเซลเซียสตามกฎกระทรวง)

SF = 160 x CF (ค่าประกอบรังสีอาทิตย์)

CF = ค่าตัวประกอบปรับแก้ (Correction factor) ขึ้นกับทิศของผนัง

SC = ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดรวม

SC = SCf x SCO/H

SCf = ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของกระจก

SCO/H = ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด

(ไม่มีอุปกรณ์บังแดด = 1.0)

ในส่วนของความร้อนที่ถ่ายเทผ่านผนังทึบนั้นสามารถคำนวณได้ดังนี้

qw = Aw x Uw x TDeq

โดยที่

Aw = พื้นที่ของผนังทึบ (m^2)

Uw = U Value ของผนังทึบ

U = 1/R

R = DX/k ; DX = ความหนาของผนัง

k = สัมประสิทธิ์การนำความร้อน (ขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุ)

TDeq = ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า ขึ้นอยู่กับค่ามวล และค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ (a)

a = สัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ ขึ้นอยู่กับสีของวัสดุ

ตารางที่ 2.13 ค่าตัวประกอบปรับแก้ (CF) (Correction factor) [26]

ทิศ / มุมเอียงองศา	เหนือ	ตะวันออกเฉียงเหนือ	ตะวันออก	ตะวันออกเฉียงใต้	ใต้	ตะวันตกเฉียงใต้	ตะวันตก	ตะวันตกเฉียงเหนือ
70	1.06	1.24	1.52	1.63	1.63	1.60	1.48	1.22
75	0.96	1.14	1.42	1.52	1.50	1.48	1.38	1.12
80	0.87	1.05	1.33	1.40	1.37	1.37	1.28	1.02
85	0.78	0.96	1.22	1.29	1.24	1.25	1.17	0.93
90	0.70	0.87	1.12	1.17	1.11	1.13	1.03	0.84

ตารางที่ 2.14 ค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ [26]

วัสดุผนัง	สีที่ใช้พิจารณาจากผิว	ระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ (α)	หมายเหตุ
ผิววัสดุที่ฉาบด้วยดีบุก แผ่นอลูมิเนียม แผ่นฟิล์มไมลาร์เคลือบอลูมิเนียม แผ่นสะท้อนแสงทำด้วยอะลูมิเนียมขัดมัน	สีสะท้อนแสง	น้อยกว่า 0.2	วัสดุที่มีผิวสะท้อนแสง
อิฐเคลือบเป็นมันสีขาว เหล็กรูบลังกะสีทาสีขาว	แล็กเกอร์สีขาว สีเงิน สีขาวเป็นเงา	มากกว่า 0.2 น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.4	วัสดุที่มีผิวอ่อน
วัสดุที่ทาสีอะลูมิเนียม หลังคาประกอบขึ้นรูปสีขาว อิฐสีเหลืองอ่อน หินอ่อนสีขาว กระจกล้างสีขาว	สีเขียวอ่อน สีน้ำเงินปานกลาง สีเหลืองปานกลาง สีส้มปานกลาง สีเขียวปานกลาง	มากกว่า 0.4 น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.6	วัสดุที่มีผิวสีปานกลาง
คอนกรีตไม่ทาสี ไม้ผิวเรียบ แผ่นซีเมนต์แอสเบสทอส หินล้างสีเทา	สีแดง สีน้ำเงิน สีเทาอ่อน สีสนิมแก่ปานกลาง	มากกว่า 0.6 น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.8	วัสดุที่มีสีผิวค่อนข้างเข้ม
วัสดุที่ลาดผิวด้วยแอสฟัลส์ คอนกรีตสีน้ำตาล วัสดุมุงหลังคาสีเขียว หินชนวนสีเทาแกมน้ำเงิน อิฐสีแดง อิฐเสตฟฟอร์ดสีน้ำเงิน คอนกรีตสีดำ	สีน้ำเงินแก่หรือสีเขียวแก่ สีเทาแกมน้ำเงินเข้ม สีน้ำตาลแก่ สีโอลีฟเข้ม สีดำ แล็กเกอร์สีน้ำเงินแก่ สีเทาแก่ แล็กเกอร์สีดำ สีดำธรรมดา สีดำเรียบมาก	มากกว่า 0.8 น้อยกว่า 1.0	วัสดุที่มีผิวสีเข้ม

ตารางที่ 2.15 ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า [26]

มวลของวัสดุที่ทำผนัง (ที่โดดร่มต่อตารางเมตร)	ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (องศาเซลเซียส) ที่ระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ (α) ต่าง ๆ				
	ระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ (α)				
	0.10 ถึง 0.2	0.3 มากกว่า 0.2 น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.4	0.5 มากกว่า 0.4 น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.6	0.7 มากกว่า 0.6 น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.8	0.9 มากกว่า 0.8 น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1.0
0 – 125	14	15	16	17	18
126 – 195	11	12	13	14	15
เกินกว่า 195	9	10	11	12	13

ตารางที่ 2.16 ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (k) ของวัสดุต่างๆ [26]

ลำดับที่	วัสดุ	ค่า k วัดที่อุณหภูมิเฉลี่ย 24 องศาเซลเซียส
1	แผ่นซีเมนต์เอสเบสทอส	0.198
2	แผ่นฉนวนกันความร้อนแอสเบสทอส	0.108
3	วัสดุมุงหลังคาที่ทำด้วยแอสฟัลต์	1.226
4	บิทูเมน (bitumen)	1.298
5	อิฐ	
	(ก) แห้งและฉาบปูนหรือปิดล้วยแผ่นโลหะ	0.807
	(ข) ความชื้น 6%	1.211
	(ค) เผาเล็ก (ไม่ฉาบปูน	1.154
6	คอนกรีต	1.442
7	คอนกรีตซิลิเคา ขนาดความหนาแน่นต่าง ๆ	
	ความหนาแน่น 960 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร	0.303
	ความหนาแน่น 1120 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร	0.346
	ความหนาแน่น 1280 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร	0.476
8	แผ่นไม้ก๊อก	0.042
9	แผ่นไฟเบอร์ (fiber board)	0.052
10	ไฟเบอร์กราส (ใยแก้ว)	
	(ก) แบบม้วน (blanket)	0.038
	(ข) แบบแผ่น (rigid board)	0.033
	(ค) แบบท่อสำเร็จ (rigid pipe section)	0.038
11	แผ่นกระจก	1.053
12	ใยแก้วสานเป็นแผ่น หรือสอดไส้อยู่ระหว่างวัสดุชั้น 2 แผ่น (แห้ง)	0.035
13	แผ่นยิบซัม	0.191
14	แผ่นไม้อัดฮาร์ดบอร์ท	
	(ก) มาตรฐาน	0.216
	(ข) ปานกลาง	0.123
15	โลหะ	
	(ก) โลหะผสมของอลูมิเนียมแบบธรรมดา	211
	(ข) ทองแดงที่มีขายเชิงพาณิชย์	395
	(ค) เหล็กกล้า	47.6
16	ใยแร่อัดแน่นเป็นแผ่น	ให้ใช้ค่าจริงจากผู้ผลิต
17	วัสดุใช้ฉาบหรือปิดผิว	
	(ก) ยิบซัม	0.191
	(ข) ปูนฉาบน้ำหนักเบา	0.063
	น้ำหนักขนาดกลาง	0.274
	(ค) เพอร์ไลต์	0.115
	(ง) ปูนผสมทราย	0.533
	(จ) เวอร์มิคิวไลต์	ให้ใช้ค่าจริงจากผู้ผลิต
18	โฟรีสไตรีนแบ่งขยายตัว	0.035
19	โฟรียูรีเทน โฟม	0.024
20	วัสดุทำพื้น PVC	0.713
21	ดินอัดผสม (ส่วนผสม ความชื้น 14%	0.375
22	หิน	
	หินทราย	1.298
	แกรนิต	2.927
	หินชนวน	1.298
23	กระเบื้องหลังคา	0.836
24	ไม้	
	ไม้เนื้ออ่อน	0.125
	ไม้เนื้อแข็ง	0.138
	ไม้อัด	0.138
25	เวอร์มิคิวไลต์แบบเม็ดหยาบอัดผสม	0.065
26	ไม้อัดซิปบอร์ด	0.144
27	ไม้พื้นแผ่นเรียบ	0.086
28	หินล้าง, กรวดล้าง	0.115

* <u>หมายเหตุ</u> ข้อมูล มาจากหนังสือ "กฎกระทรวง ออกตามความในพระราชบัญญัติ การ ส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535" กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

มีนักวิชาการผู้เชี่ยวชาญทางด้านวัสดุก่อสร้างหลายท่าน ได้ทำการศึกษาการนำวัสดุที่เหลือทิ้งจากเกษตรกรรมมาใช้ผสมทำเป็นฉนวนกันความร้อนโดยมุ่งเน้นไปที่วัสดุก่อผนัง เช่น อิฐมอญ อิฐทำมือ คอนกรีตมวลเบา และคอนกรีตบล็อก เป็นต้น ซึ่งในปัจจุบันนิยมศึกษาถึงเทคโนโลยีในส่วนของการนำวัสดุเหลือทิ้งจากธรรมชาติไปใช้ทดแทนปูนซีเมนต์ และใช้เป็นส่วนผสมเพื่อลดปริมาณการใช้วัสดุหลักในงานวัสดุก่อต่างๆ ในส่วนการศึกษาอิฐมอญ อาทิเช่น

- ชัยวัฒน์ ธีร์วรากุล พงค์เกษม ของดีงาม จิราภรณ์ พรมณีวรรณ และสนธยา ทองอรุณศรี ได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาคุณภาพและประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตอิฐมอญด้วยมือของกลุ่มชาวบ้านในท้องถิ่น [27] ชุมชนหนองหลวง อ.เมือง จ.ตาก พบว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุด สำหรับการผลิตอิฐมอญด้วยมือ โดยใช้ขี้เลื่อยเป็นส่วนผสม คือ ดินเหนียวต่อขี้เลื่อย เท่ากับ 5:2 โดยปริมาตร อิฐที่ได้จากการวิจัย มีกำลังอัด 37.60 กก./ตร.ซม. เมื่อเผาด้วยฟืน การเผาอิฐโดยใช้ฟืนหรือแกลบ ให้ค่ากำลังอัดใกล้เคียงกัน แต่การเผาด้วยแกบลอิฐมีการดูดซึมน้ำน้อยกว่า อิฐที่ได้ถือว่ามีกำลังอัดตามมาตรฐาน มอก. 77-2545 โดยมีการปรับปรุงการผลิตในส่วนของการทำอิฐดิบและวิธีการเผาเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

- กุลธิดา บรรจงศิริ และจิรัฐติ์ บรรจงศิริ ได้ศึกษาการนำตะกอนที่ได้จากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนมาทำเป็นอิฐมอญ [28] โดยนำมาผสมกับดินเหนียวสำหรับการผลิตอิฐมอญ โดยแปรค่าของอัตราส่วนโดยน้ำหนักของตะกอน : ดินเหนียว 6 ค่า เพื่อศึกษาถึงคุณสมบัติต่างๆ และความสามารถในการรับกำลังตามมาตรฐานกำหนด จากผลการทดลองพบว่า เมื่อทำการเพิ่มปริมาณตะกอนร้อยละ 5 จะมีผลกับอิฐมอญคือ ได้ค่าการดูดซึมน้ำที่เพิ่มขึ้น ซึ่งเกิดจากการระเหยของสารอินทรีย์และปริมาณน้ำในมวลดินในปริมาณมาก เมื่อทำการเผาด้วยความร้อนเป็นผลทำให้เกิดรูพรุนที่อิฐมอญ ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้น้ำสามารถซึมแทรกผ่านเข้าไปตามรูพรุนได้ และการรับกำลังอัดของอิฐมอญตัวอย่างพบว่า เมื่อลดปริมาณตะกอนทำให้ค่าการรับกำลังอัดเพิ่มขึ้นตามลำดับ และในอิฐมอญตัวอย่างที่มีส่วนผสมของตะกอนมากจะต้องเพิ่มปริมาณน้ำให้มากขึ้น เพื่อให้ตะกอนสามารถขึ้นรูปได้เป็นก้อน ดังนั้นเมื่อนำไปเผาด้วยความร้อน น้ำที่มีอยู่ในส่วนผสมจะสูญเสียไปทำให้อิฐมอญตัวอย่างเกิดรูพรุนมาก น้ำหนักเบาและความสามารถในการรับกำลังต่ำลงไปตามลำดับ ดังนั้นอิฐมอญที่ได้จากการผสมตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชน จึงยังไม่เหมาะสมเพียงพอที่จะนำมาใช้ในงานทางด้านการรับกำลังของการก่อสร้าง

ส่วนของคอนกรีตบล็อกก็มีการศึกษาอย่างแพร่หลาย อาทิ

- สหชัย แก่นอากาศ และวนิดา เพ็ญสุวรรณ ได้ศึกษากำลังรับแรงอัดของคอนกรีตบล็อกผสมเถ้าแกลบ [29] เพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการใช้เถ้าแกลบผสมร่วมกับปูนซีเมนต์ สำหรับใช้ในงานคอนกรีตกำลังต่ำ โดยเลือกศึกษาอัตราส่วน ปูนซีเมนต์ต่อเถ้าแกลบ 3 อัตราส่วน คือ 60 : 40, 50 : 50 และ 40 : 60 ซึ่งเถ้าแกลบที่ใช้ศึกษาเป็นเถ้าแกลบขาวและเถ้าแกลบเทาดำ ผลการศึกษาพบว่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีตบล็อกจะลดลงเมื่อปริมาณเถ้าแกลบเพิ่มขึ้น แต่กำลังรับแรงอัดที่ผ่านตามมาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก.) คือ อัตราส่วนปูนซีเมนต์ ร้อยละ 60 ต่อ เถ้าแกลบ ร้อยละ 40 ส่วนอัตราส่วนอื่นๆ

ผลกำลังอัดที่ได้ค่อนข้างแปรปรวน ผลของชนิดเถ้าแกลบทั้ง 2 ชนิดนี้ ไม่มีความแตกต่างกันในเรื่องกำลังอัด

- บุรฉัตร ฉัตรวีระ และบัณฑิต รักษาดี ได้ศึกษาการใช้เถ้าแกลบไม่บดในการผลิตคอนกรีตบล็อก [30] โดยการนำเถ้าแกลบไม่บดมาประยุกต์ใช้ในการผลิตคอนกรีตบล็อกกลวงชนิดไม่รับน้ำหนัก คุณสมบัติที่ทำการทดสอบประกอบด้วย หน่วยน้ำหนัก การดูดซึมน้ำ กำลังรับแรงอัด การหดตัวแบบแห้ง ความคงทนต่อสภาพเปียกสลับแห้ง และการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากกรด โดยใช้เถ้าแกลบจาก 2 แหล่ง คือ เถ้าแกลบดำจากโรงงานผลิตกระแสไฟฟ้าที่ใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิง และเถ้าแกลบดำจากโรงสีข้าว มาแทนที่ในมวลรวม (หินฝุ่น) ในอัตราส่วนร้อยละ 0, 10, 15 และ 20 โดยน้ำหนัก และควบคุมอัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ในช่วงร้อยละ 0.53 ถึง 0.64 โดยน้ำหนัก โดยใช้การขึ้นรูปได้ของคอนกรีตบล็อกเป็นเกณฑ์ สำหรับการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการกัดกร่อนของกรดซัลฟูริก, อะซิติก, ไฮโดรคลอริก และไนตริก ที่มีความเข้มข้นที่กำหนดด้วยค่าความเป็นกรดด่าง (pH) เท่ากับ 1.0 จากการทดสอบพบว่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีตบล็อกผสมเถ้าแกลบมีค่าเพิ่มขึ้นตามสัดส่วนการแทนที่ของเถ้าแกลบในหินฝุ่นที่เพิ่มขึ้นและมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดไว้ตามมาตรฐาน มอก. 58-2530 ในขณะที่หน่วยน้ำหนักของคอนกรีตบล็อกผสมเถ้าแกลบมีค่าลดลง นอกจากนั้น เมื่อร้อยละการแทนที่ของเถ้าแกลบในหินฝุ่นมากขึ้นทำให้ความทนทานต่อการกัดกร่อนของกรด ค่าการดูดซึมน้ำ และการหดตัวแบบแห้ง มีค่าเพิ่มขึ้นด้วย

- อาทิมา ดวงจันทร์ และสุวิมล สัจจวาณิชย์ ได้ศึกษาคอนกรีตบล็อกผสมเถ้าชานอ้อย [31] เป็นการใช้เถ้าชานอ้อยเป็นวัสดุประสานในงานคอนกรีตบล็อกราคาถูก โดยพิจารณาผลของปริมาณการแทนที่ปูนซีเมนต์และความละเอียด เพื่อนำวัสดุเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมการผลิตน้ำตาลมาใช้ให้เกิดประโยชน์ โดยศึกษาผลกระทบจากการบดต่อปริมาณน้ำที่ใช้ผสม ระยะเวลาการก่อตัวเริ่มต้น และการพัฒนากำลังอัดของมอร์ต้า ซึ่งแทนที่เถ้าชานอ้อยในปริมาณต่างๆ กัน ในช่วงร้อยละ 0-40 ผลการศึกษาพบว่าเมื่อปริมาณการแทนที่เพิ่มขึ้นต้องใช้น้ำในการผสมเพิ่มมากขึ้น เมื่อความละเอียดของเถ้าเพิ่มขึ้นช่วยลดปริมาณน้ำที่ใช้ผสมลงได้ร้อยละ 2-3 การแทนที่ร้อยละ 30 ให้ผลการพัฒนาในช่วงปลายใกล้เคียงกับมอร์ต้ามาตรฐาน และได้เลือกสัดส่วนผสมที่เหมาะสมจากผลการศึกษาในช่วงต้นในการทำวิจัย เพื่อทดลองผลิตคอนกรีตบล็อกชนิดรับน้ำหนักและไม่รับน้ำหนัก และทดสอบคุณสมบัติทางกลในด้าน กำลังอัด และพบว่าเถ้าชานอ้อยมีศักยภาพในการนำไปใช้เป็นวัสดุประสานแทนที่ปูนซีเมนต์สำหรับผลิตคอนกรีตบล็อกราคาถูกได้ โดยสามารถใช้แทนที่ซีเมนต์ได้ถึงร้อยละ 30 ทำให้ช่วยลดราคาลง โดยยังคงคุณสมบัติทางกลตามเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรม

- ชัย จาตุรพิทักษ์กุล และคณะฯ ได้ศึกษาถึงการประยุกต์นำเถ้าแกลบ-เปลือกไม้เพื่อใช้ในงานทำอิฐคอนกรีต [32] สรุปผลการทดสอบได้ว่า (1.) เถ้าแกลบ-เปลือกไม้ก่อนบดเป็นวัสดุปอซโซลานที่ไม่ดี เพราะมีขนาดใหญ่ รูพรุนสูง ดูดน้ำมาก หากจะนำไปใช้เป็นวัสดุประสานโดยการแทนที่ปูนซีเมนต์บางส่วนสำหรับอัดเป็นอิฐคอนกรีตไม่ควรแทนที่เกินร้อยละ 10 โดยน้ำหนักวัสดุประสาน ซึ่งจะ

สามารถทำเป็นอิฐสำหรับก่อกำแพงได้ (2.) เถ้าแกลบ-เปลือกไม้บดละเอียดจนมีสัดส่วนค้างตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 325 ไม่เกินร้อยละ 30 โดยน้ำหนัก เป็นวัสดุปอซโซลานที่ดี สามารถใช้แทนที่ปูนซีเมนต์ได้สูงถึงร้อยละ 30 โดยน้ำหนักวัสดุประสาน สำหรับทำอิฐคอนกรีตสำหรับก่อกำแพงได้

อีกทั้งยังได้มีผู้ที่ทำการวิจัยทดสอบการรับน้ำหนักของกำแพงคอนกรีตบล็อกอีกด้วย โดย ปรีดา ไชยมหาวัน และอนุสรณ์ อินทรังษี ได้ศึกษาพฤติกรรมของกำแพงคอนกรีตบล็อกรับน้ำหนักกระทำเป็นจุด [33] สรุปได้ว่า กำแพงที่กรอกปูนใต้น้ำหนักกระทำเป็นจุดรับน้ำหนักได้มากกว่ากำแพงที่ไม่กรอกปูนไม่มากนักคือ 9 เปอร์เซ็นต์ และ 16 เปอร์เซ็นต์ ในชุดทดสอบที่มีความสูง 89 ซม. และ 149 ซม. ตามลำดับและเมื่อกำแพงสูงขึ้น การกรอกปูนจะทำให้กำแพงรับน้ำหนักได้มากกว่า เมื่อพิจารณาพฤติกรรมการแตกร้าวพบว่า กำแพงที่ไม่กรอกปูนจะมีรอยแตกร้าวในระนาบที่ตั้งฉากกับระนาบของกำแพงบริเวณใต้แผ่นเหล็กถ่ายแรง แต่กำแพงชุดที่กรอกปูนใต้น้ำหนักกระทำเป็นจุดจะไม่เกิดรอยร้าวบริเวณนั้น แต่จะไปแตกบริเวณรอยต่อของปูนก่อในแนวดิ่ง และคอนกรีตบล็อกที่อยู่ติดกับช่องที่กรอกปูนแทนกำแพงทั้งสองชุด จะมีรูปแบบการวิบัติเหมือนกันคือ จะเริ่มเกิดรอยร้าวในระนาบตั้งฉากกับระนาบของกำแพงก่อน แต่สุดท้ายแล้วการวิบัติจะเกิดในระนาบขนานกับระนาบของกำแพง

และได้มีนักวิชาการจำนวนไม่น้อยที่ทำการศึกษาพัฒนาผลิตภัณฑ์ของอิฐมวลเบา เพื่อใช้ในงานอาคารอยู่อย่างต่อเนื่องดังเช่น

- ชาญยุทธ สีแดง อัมรินทร์ นันทะเสน และเกศรินทร์ พิมรักษา ได้ศึกษาการผลิตอิฐเบาชนิดไม่เผาจากดินเบาแหล่งลำปาง [34] โดยการนำดินเบามาผสมกับวัสดุซีเมนต์ชนิด แคลเซียมออกไซด์หรือแคลเซียมไอดรอกไซด์ โดยการศึกษาปัจจัยหลายอย่าง ได้แก่ ปริมาณวัสดุซีเมนต์, ปริมาณน้ำที่ใช้ในการผสม, ระยะเวลาในการบ่มและการเติมตัวเติม ซึ่งจะใช้สมบัติเชิงกลเป็นตัวศึกษา จากการทดลองได้ส่วนผสมที่เหมาะสม 3 สูตร คือ 1) ดินเบา 85 เปอร์เซ็นต์ และแคลเซียมออกไซด์ 15 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้น้ำในการผสม 50 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก 2) ดินเบา 85 เปอร์เซ็นต์ และแคลเซียมไฮดรอกไซด์ 15 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้น้ำในการผสม 50 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก 3) ดินเบา 85 เปอร์เซ็นต์, แคลเซียมไฮดรอกไซด์ 15 เปอร์เซ็นต์ และยิปซั่ม 5 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้น้ำในการผสม 50 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก สูตรที่ 1 มีค่าความแข็งแรงต่อการกดอัด 18.5 เมกะปาสคาล ค่าการดูดซึมน้ำ 60.2 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าความหนาแน่น 1.03 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร สูตรที่ 2 มีค่าความแข็งแรงต่อการกดอัด 16.4 เมกะปาสคาล ค่าการดูดซึมน้ำ 64.6 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าความหนาแน่น 1.01 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร สูตรที่ 3 มีค่าความแข็งแรงต่อการกดอัด 20.5 เมกะปาสคาล ค่าการดูดซึมน้ำ 55.9 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าความหนาแน่น 0.66 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร อีกทั้งอิฐมวลเบาที่ได้สามารถทนต่อการยุ่ยตัวในน้ำได้ จากการพิจารณาสมบัติเชิงกลของอิฐมวลเบาชนิดไม่เผาทั้ง 3 ส่วนผสม มีความแข็งแรงมากกว่าและความหนาแน่นน้อยกว่าอิฐมอญทั่วไป นอกจากนี้ยังพบว่า ความหนาแน่นของอิฐมวลเบาที่ได้เทียบเท่ากับอิฐคอนกรีตบล็อกมวลเบาที่มีขายตามท้องตลาด แต่ค่าการดูดซึมน้ำมากกว่า ซึ่งต้องทำการปรับปรุงต่อไป

- กัมปนาท บุญกัน อภิสิทธิ์ พงษ์สวัสดิ์ สมจิต พฤฒิชัยวิบูลย์ และดนุพล ตันนโยภาส ได้ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์อิฐมวลเบาที่ใช้หินเพอร์ไลต์เป็นมวลรวมผสม [35] ซึ่งหินดังกล่าวมีสมบัติพิเศษคือ มีน้ำหนักเบา ความหนาแน่นต่ำ ดูดซับและทนความร้อนได้สูง จากการศึกษาพบว่า ในเนื้อหินมีซิลิกอนไดออกไซด์กว่า 60 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการใช้หินเพอร์ไลต์มาผลิตอิฐมวลเบาได้เลือกนำมาผสมอัตราส่วน 1: 1: 4 ซึ่งเป็นค่าจากผลการทดสอบของมอร์ต้าร์ 4 อัตราส่วน จำนวน 140 ตัวอย่าง ที่อายุการบ่ม 7 วัน พบว่าอัตราส่วนผสมดังกล่าวมีสมบัติดีกว่าอัตราส่วนผสมอื่น อาทิ มีกำลังอัดสูง การเปลี่ยนรูปและใช้ปริมาณเพอร์ไลต์น้อยกว่า สำหรับสมบัติอิฐมวลเบาที่ผลิตได้โดยเฉลี่ยจะมีน้ำหนัก 180 กรัม รับกำลังอัด 61.54 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ค่าโมดูลัสแตกร้าว 16.14 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ค่าการหดตัว 5.0 เปอร์เซ็นต์ ทนการกัดกร่อน 77.50 เปอร์เซ็นต์ และดูดซับน้ำ 29.52 เปอร์เซ็นต์ จากจำนวนตัวอย่างที่ใช้ศึกษา 300 ตัวอย่าง ซึ่งสมบัติบางอย่างจะเด่นกว่าอิฐก่อสร้างสามัญ อาทิ มีน้ำหนักเบากว่า 30-50 เปอร์เซ็นต์ ค่ากำลังอัดสูงกว่า 26.57 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ถ้าคิดต้นทุนการผลิตโดยเฉลี่ยก้อนละ 0.95 บาท ด้านการนำไปใช้งานสามารถนำไปใช้งานโครงสร้างน้ำหนักเบา งานฉนวนความร้อน และงานที่ต้องการสมบัติพิเศษโดยทั่วไปได้

- ชลิต วงศ์ประเสริฐสุข ธิษัณย์ พฤทธิพงษ์ วีรพล เพชรานนท์ และบุญไชย สถิตมั่นในธรรม ได้ทำการศึกษาสัดส่วนผสมในการผลิตคอนกรีตมวลเบาแบบมีฟองอากาศ-อบไอน้ำ ที่แทนที่ซีเมนต์บางส่วนด้วยเถ้าลอย [36] โดยการนำเถ้าลอยมาแทนที่บางส่วนของซีเมนต์ในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตมวลเบาแบบมีฟองอากาศ-อบไอน้ำ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทำการศึกษาผลของการเปลี่ยนแปลงและวิเคราะห์หาสัดส่วนผสมที่เหมาะสมในกระบวนการผลิต ซึ่งการทดลองนั้นจะทำการจำลองกระบวนการผลิตในโรงงานมากระทำในห้องปฏิบัติการ โดยในขั้นแรกจะทำการผสมวัตถุดิบและหล่อชิ้นตัวอย่างที่มีการแทนที่ด้วยเถ้าลอยในสัดส่วนต่างๆ หลังจากนั้นจึงนำชิ้นตัวอย่างไปทดสอบหาคุณสมบัติทางวิศวกรรมในสองหัวข้อหลักคือ หน่วยน้ำหนักแห้งและกำลังรับแรงอัดที่อายุ 1, 3, 7, 14, 28 และ 56 วัน ซึ่งจากผลการทดลองพบว่าเมื่อพิจารณาผลของหน่วยน้ำหนักแห้ง สัดส่วนผสมของเถ้าลอยที่ทำให้หน่วยน้ำหนักลดต่ำลงเป็น 35%-45% ซึ่งอยู่ในชนิดที่ 0.9 ตามมาตรฐาน มอก. ส่วนเมื่อพิจารณาผลของกำลังรับแรงอัดพบว่า สัดส่วนผสมของเถ้าลอยที่เหมาะสมนั้นเป็น 0%-50% ซึ่งมีกำลังรับแรงอัดที่อายุ 1 วันอยู่ในชั้นคุณภาพที่ 2 ตามาตรฐาน มอก. และสภาพของชิ้นตัวอย่างหลังจากการอบไอน้ำความดันสูงจะมีความสมบูรณ์ในสัดส่วนผสมของเถ้าลอยที่ 0%-35% เท่านั้น ซึ่งหากทำการแทนที่ในสัดส่วนที่มากกว่านี้จะทำให้ชิ้นตัวอย่างเกิดการแตกร้าวที่ผิวบนและด้านข้าง ดังนั้นเมื่อพิจารณาผลของหน่วยน้ำหนักแห้ง กำลังรับแรงอัด และสภาพของชิ้นตัวอย่างรวมกันนั้นจะได้ว่า สัดส่วนผสมที่เหมาะสมในกระบวนการผลิตคือสัดส่วนการแทนที่ซีเมนต์ด้วยเถ้าลอยที่ 35% ซึ่งหน่วยน้ำหนักแห้งเฉลี่ยมีค่า 94% ของหน่วยน้ำหนักแห้งเฉลี่ยในสัดส่วนที่ไม่มีการแทนที่ด้วยเถ้าลอย ส่วนกำลังรับแรงอัดเฉลี่ยนั้นมีค่า 93% ของกำลังรับแรงอัดเฉลี่ยในสัดส่วนที่ไม่มีการแทนที่ด้วยเถ้าลอย และชิ้นตัวอย่างนั้นมีสภาพที่สมบูรณ์

- กฤษฎา โรจน์ประสิทธิพร อราวินท์ บริรักษ์อราวินท์ สุภัทรชัย สุดกล้า และปิติ สุคนธสุขกุล ทำการศึกษาคุณสมบัติของคอนกรีตมวลเบาผสมเส้นใยไมโครไฟเบอร์ [37] ซึ่งคอนกรีตมวลเบาที่ใช้เป็นคอนกรีตเบาที่เกิดจากการกักฟองอากาศในเนื้อคอนกรีต โดยการผสมเส้นใยไฟเบอร์นั้นวัตถุประสงค์เพื่อเป็นการเพิ่มกำลังรับแรงในคอนกรีต ทำให้การแตกหักระหว่างการขนส่งและทำงานลดลง ผลการทดลองพบว่าปริมาณไฟเบอร์ที่เหมาะสมอยู่ที่ประมาณ 0.05% (โดยปริมาตร) ซึ่งแสดงให้เห็นจากการเพิ่มขึ้นของทั้งกำลังอัดและกำลังดัดสูงสุดที่ค่านี้ อย่างไรก็ตามคอนกรีตมวลเบามีแนวโน้มที่จะมีค่าความหนาแน่นเพิ่มขึ้นเล็กน้อย

- เลิศลักษณ์ รองปาน อุทัย เพชรรอด จรูญศักดิ์ ทิยา จเร รัตนพันธุ์ กวีวุฒิ ขจรเกียรติพัฒนา และไพจิตร ผาวัน ได้ทำการศึกษาส่วนผสมของวัสดุเหลือใช้สำหรับงานผนังอาคาร [38] โดยนำโฟม (PVC) ที่ผ่านกระบวนการรีไซเคิลให้มีขนาดคละกันเท่ากับขนาดของเม็ดทรายหยาบ และผงอิฐที่ผ่านการรีไซเคิลจนเป็นผงละเอียด มาเป็นวัสดุแทนทรายหยาบในการผสม ในอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดเพื่อใช้ในงานผนังอาคาร โดยศึกษาเฉพาะขนาด 7.5 × 20 × 60 เซนติเมตร เพื่อต้องการให้ได้ก้อนคอนกรีตมวลเบา ที่มีคุณสมบัติเบาและเป็นฉนวนกันความร้อนได้ดี พบว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมให้ได้คุณสมบัติตามต้องการนั้นคือ 1 : 3 : 1 (ซีเมนต์ : โฟมย่อย : ผงอิฐแดง) โดยปริมาตร มีค่ากำลังรับแรงอัดเท่ากับ 34.46 กก./ตร.ซม. และค่ากำลังรับแรงดึงเท่ากับ 10.02 กก./ตร.ซม. ซึ่งอัตราส่วนดังกล่าวมีคุณสมบัติที่เพียงพอสำหรับการสร้างผนังอาคาร

- โยธิน อึ่งกูล จงจิตร์ หิรัญลาภ ปัญญา ยอดโอวาท และโจเซฟ เคดารี ได้มีการศึกษาถึงคุณสมบัติของความร้อนเฉื่อยของคอนกรีตมวลเบา [39] โดยทำการวิจัยเปรียบเทียบคุณสมบัติทางความร้อนของคอนกรีตมวลเบาจากบริษัทซุปเปอร์บล็อกกับคอนกรีตมวลเบาในประเทศสหรัฐอเมริกา จำนวน 5 หน่วยงานทดสอบ ในด้าน (1) คุณสมบัติความร้อนเฉื่อยและ (2) โมเดลคาบการไหลของความร้อนโดยใช้การประมาณด้วยค่าความร้อนเฉื่อยเพื่อใช้ในการทำนายตัวแปรเสริมความร้อนเฉื่อยของคอนกรีตมวลเบาอบไอน้ำ ผลพบว่าโมเดลคาบการไหลของความร้อนทางทฤษฎีจากการวิจัยความร้อนเฉื่อยนั้นไม่สามารถทำนายค่าความร้อนเฉื่อยของคอนกรีตมวลเบาอบไอน้ำ ที่ทดสอบในสภาวะจริงได้อย่างแม่นยำถูกต้องทั้งหมด ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่ต้องทำการวิเคราะห์ทดลองเพิ่มขึ้นอีก ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าบล็อกคอนกรีตมวลเบาอบไอน้ำนั้นมีบุคลิกทางด้านความร้อนเฉื่อยที่ดี ซึ่งเหมาะกับการใช้งานด้านการก่อสร้าง และยังได้ศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติทางวิศวกรรมและคุณสมบัติทางความร้อนผนังคอนกรีตมวลเบาอบไอน้ำ [40] โดยการศึกษาแสดงถึงการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพของความร้อนและคุณสมบัติเชิงกลไกระหว่างคอนกรีตมวลเบาอบไอน้ำ คอนกรีตมวลเบา บล็อก อิฐมอญและคอนกรีตบล็อก ที่ใช้ในงานก่อสร้างซึ่งมีอยู่อย่างแพร่หลายในท้องตลาด จากการสังเกตพบว่าวัสดุก่อสร้างประเภทคอนกรีตมวลเบาอบไอน้ำนั้นสามารถทนไฟ เป็นฉนวนกันความร้อนและป้องกันเสียงได้อย่างดีเยี่ยม เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุชนิดอื่นในช่วงการออกแบบเพื่อการก่อสร้างอาคาร ผู้ใช้จึงควรพิจารณาถึงคุณสมบัติต่างๆ เหล่านี้เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามที่

ต้องการ การศึกษาและทดสอบแสดงให้เห็นว่าคอนกรีตมวลเบาอบไอน้ำสามารถป้องกันความร้อนที่จะเข้าสู่ตัวอาคารได้ และยังสามารถป้องกันความชื้นสะสมภายในผนังได้อีกด้วย ซึ่งดีกว่าคอนกรีตมวลเบาและอิฐมอญเป็นอย่างมาก

ซึ่งในการณ์นี้ทางคณะผู้วิจัยมีความรู้ความสามารถในการทำวิจัยด้านของวัสดุก่อสร้างเป็นอย่างดีและได้ทำงานวิจัยมาแล้วอย่างต่อเนื่อง โดยเน้นไปในเรื่องของการนำวัสดุทางธรรมชาติที่เหลือทิ้งหรือมีค่าน้อย มาผสมในผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่มีจำหน่ายตามท้องตลาด หรือมาผสมขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ [16] เพื่อช่วยลดต้นทุนในการผลิต และเพื่อพัฒนาคุณสมบัติทางด้านต่างๆ ให้ดียิ่งขึ้นกว่าเดิม และที่สำคัญผู้วิจัยยังเคยมีประสบการณ์ทำงานวิจัยเรื่อง "คอนกรีตพรุนโดยวิธีผสมผงอะลูมิเนียม" [41] ซึ่งเป็นงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอนกรีตมวลเบาแบบมีฟองอากาศ-อบไอน้ำโดยตรง งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากำลังอัดของคอนกรีตพรุน โดยใช้วิธีการบ่มด้วยเครื่องอบไอน้ำความดันสูง การผลิตคอนกรีตพรุนใช้วิธีผสมผงอลูมิเนียมลงไปในมอร์ต้าร์ ทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีได้ฟองก๊าซไฮโดรเจนในเนื้อมอร์ต้าร์ ปริมาณผงอลูมิเนียมที่ใช้ ร้อยละ 0.10, 0.20 และ 0.30 โดยน้ำหนักของปูนซีเมนต์ คอนกรีตที่ใช้เป็นส่วนผสมระหว่างปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 3 กับทรายละเอียดในอัตราส่วน 1:1 โดยน้ำหนัก ใช้อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์เท่ากับ 0.55, 0.60 และ 0.65 ใช้ปริมาณปูนขาวเท่ากับร้อยละ 3, 5 และ 7 โดยน้ำหนักของปูนซีเมนต์ และใช้ปริมาณยิปซั่มคงที่เท่ากับร้อยละ 3 โดยน้ำหนักของปูนซีเมนต์ นำไปหล่อเป็นชิ้นตัวอย่างรูปสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ขนาด 5×5×5 เซนติเมตร จำนวนทั้งสิ้น 468 ตัวอย่าง ถอดแบบออกหลังจากหล่อก้อนตัวอย่างครบ 24 ชั่วโมง บ่มด้วยหม้ออบไอน้ำความดันสูง 8 ชั่วโมง แล้วบ่มต่อโดยใช้ถุงพลาสติกคลุม และทำการทดสอบคุณสมบัติหากำลังรับแรงอัด, ความหนาแน่น และอัตราการดูดซึมของตัวอย่างคอนกรีตพรุนที่ได้ เมื่ออายุครบ 7 วัน และ 28 วัน พบว่ากำลังอัดของคอนกรีตพรุนแปรผันตรงกับค่าความหนาแน่น และแปรผกผันกับปริมาณของอลูมิเนียมและอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ ซึ่งความหนาแน่นที่ได้ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำและปริมาณของผงอลูเนียมเป็นหลัก อีกทั้งยังพบว่าที่อัตราส่วนระหว่างน้ำต่อซีเมนต์เท่ากับ 0.55 ปริมาณผงอลูมิเนียมร้อยละ 3 ปริมาณปูนขาวร้อยละ 5 ปริมาณยิบซั่มร้อยละ 3 เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการศึกษาในครั้งนี้

จะเห็นได้ว่าการวิจัยดังกล่าวส่วนใหญ่จะเป็นไปในลักษณะของการนำวัสดุธรรมชาติมาทดแทนปูนซีเมนต์หรือมวลรวมบางส่วน แต่การวิจัยดังกล่าวยังไม่ได้มีการศึกษาถึงการนำวัสดุธรรมชาติมาใช้ในลักษณะของสารผสมเพิ่มเพื่อช่วยเสริมคุณสมบัติทางด้านต่างๆ ให้ตรงตามที่ตลาดต้องการ และในปัจจุบันนี้ประเทศชาติได้รณรงค์ส่งเสริมให้ประชาชนร่วมมือร่วมใจกันประหยัดพลังงานอย่างต่อเนื่องและเร่งด่วน ทั้งภาครัฐและภาคเอกชน อีกทั้งภาคอุตสาหกรรมได้ให้ความสนใจที่จะนำยางพารามาใช้เป็นฉนวนกันความร้อนในงานอาคาร และจากที่ได้ผสมยางพาราลงไปในคอนกรีตที่ผ่านมา พบว่ามีสมบัติในการรับแรงดึงและแรงดัดที่ดี มีการรับแรงอัดที่พอประมาณ และมีการก่อตัวเป็นชั้นฟิล์มของยางพาราในคอนกรีต

และเมื่อสังเกตจากผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่ตามท้องตลาดและแนวโน้มความต้องการดังกล่าว เป็นสิ่งชี้บ่งว่ามีความต้องการในเรื่องผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับงานทางด้านก่อสร้างมากขึ้นเรื่อยๆ และหากสามารถนำยางพารามาเป็นส่วนผสมเพื่อสร้างเสริมประโยชน์และปรับปรุงคุณภาพของสินค้าก่อสร้างได้ ก็เป็นสัญญาณแสดงให้เห็นว่ามีลู่ทางสดใสในอนาคต และจากการวิเคราะห์แนวโน้มเชิงธุรกิจของคอนกรีตมวลเบาที่มีการเติบโตอย่างต่อเนื่อง อีกทั้งคอนกรีตมวลเบานี้ยังเป็นฉนวนกันความร้อนที่มีอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมน้อยมาก การวิจัยนี้จึงได้มุ่งเน้นที่จะทำการศึกษาผลิตภัณฑ์ของคอนกรีตมวลเบาแบบมีฟองอากาศ-อบไอน้ำ และคอนกรีตบล็อก โดยใช้น้ำยางพาราเป็นสารผสมเพิ่มเติม เพื่อพัฒนาความสามารถด้านการรับกำลังและความสามารถด้านการเป็นฉนวนกันความร้อนให้ดียิ่งขึ้น

กอร์ปกับจากงานวิจัยที่ได้ศึกษามาดังกล่าวข้างต้นแสดงว่ามีความเป็นไปได้อย่างยิ่งที่จะนำยางพารามาใช้เป็นสารผสมเพิ่มในงานคอนกรีตบางชนิด โดยที่ไม่ควรนำมาใช้เป็นปัจจัยหลักเพื่อเพิ่มกำลังรับแรงอัดของคอนกรีต แต่ควรนำมาศึกษาในส่วนของการรับแรงดัด (เนื่องจากยางพารามีความยืดหยุ่นสูง) และการก่อตัวกันเป็นฟิล์มของยางพาราอาจเป็นคุณสมบัติที่ช่วยให้คอนกรีตมีการดูดซึมน้ำที่ต่ำ และมีความสามารถในการเป็นฉนวนกันความร้อนได้ดี ส่วนฟองอากาศในปริมาณที่มากที่เกิดขึ้นระหว่างการผสมยางพาราลงไปในคอนกรีตสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการออกแบบผลิตภัณฑ์คอนกรีตเบาได้อีกด้วย และเมื่อผสมการเพิ่มฟองลงในน้ำยางพารา ก็จะช่วยให้เกิดฟองอากาศมากยิ่งขึ้นอีก เมื่อเป็นเช่นนี้แล้วการพิจารณาความเหมาะสมโดยรวมถึงสมบัติต่างๆ ของยางพาราที่มีผลต่อคอนกรีต คอนกรีต จึงเห็นควรนำมาใช้ในการทำคอนกรีตบล็อก เพื่อใช้สำหรับก่อสร้างเป็นผนังอาคาร เนื่องจากผนังเป็นโครงสร้างที่ไม่ต้องการรับกำลังอัดมากนัก และควรนำมาใช้ในการทำเป็นผลิตภัณฑ์คอนกรีตเบา เพื่อใช้สำหรับก่อสร้างเป็นอาคารผนังเบาที่สามารถใช้เป็นฉนวนกันความร้อนได้อีกทางหนึ่ง

การนำยางพารามาใช้ผสมในคอนกรีต แล้วผลิตออกมาเป็น “คอนกรีตบล็อก” และ “คอนกรีตมวลเบาแบบมีฟองอากาศ-อบไอน้ำ” เพื่อใช้เป็นฉนวนป้องกันความร้อน จึงเป็นทางออกของผลิตภัณฑ์ที่สามารถตอบโจทย์ที่ได้กล่าวมาทั้งหมดตั้งแต่ต้น ได้อย่างเหมาะสมและคุ้มค่าที่สุดผลิตภัณฑ์หนึ่ง ซึ่งควรค่าแก่การนำมาวิจัยและพัฒนาต่อเนื่องอย่างเป็นระบบ เพื่อให้สามารถประยุกต์ใช้ยางพาราสำหรับผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้อย่างหลากหลาย ช่วยสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับยางพารา และเป็นการสร้างบุคลากรแบบสหสาขาในด้านอุตสาหกรรมยางพาราให้มีความรู้ความสามารถเพื่อรองรับต่อความต้องการของอุตสาหกรรมยางพาราของประเทศแบบบูรณาการอย่างยั่งยืนต่อไป