บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ภาวะธุรกิจอสังหาริมทรัพย์ที่ขยายตัวอย่างต่อเนื่องได้ส่งอานิสงส์ให้ผลิตภัณฑ์ก่อสร้างทุกประเภทเติบโตโดยเฉพาะผลิตภัณฑ์คอนกรีตมวลเบาหรืออิฐมวลเบา ซึ่งจัดว่าเป็นนวัตกรรมใหม่ด้านวัสดุก่อสร้าง ที่มีอัตราการเติบโตสูง ภายหลังจากผู้ประกอบการไทยได้นำเข้ามาผลิตและจัดทำกิจกรรม ด้านการตลาดจนเป็นที่รู้จักของตลาดในช่วง 3-4 ปีที่ผ่านมา ทางด้านการผลิตและยอดจำหน่ายยังมีจำนวนน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับอิฐมอญซึ่งเป็นวัสดุก่อสร้างดั้งเดิม ที่เป็นภูมิปัญญาชาวบ้าน มีการใช้และเป็นที่ยอมรับกันมาอย่างยาวนาน ขณะที่อิฐมวลเบามีการใช้มานานในต่างประเทศแต่ยังเป็นวัสดุก่อสร้างแบบใหม่ในประเทศไทย ซึ่งปัจจุบันอิฐมวลเบาเริ่มเป็นที่รู้จักในวงการก่อสร้างและเป็นที่ยอมรับของกลุ่มผู้บริโภค ในด้านคุณสมบัติที่โดดเด่นจึงมีการเปลี่ยนมาใช้อิฐมวลเบาทดแทนอิฐมอญหรืออิฐบล็อกมากขึ้น

2.1 อิฐ (Brick)

เป็นวัสดุที่นำมาใช้ด้านงานก่อสร้างเป็นเวลาช้านานมาแล้ว เมื่อสมัยโบราณประมาณ 2,000 ปีมาแล้ว อียิปต์เป็นชาติแรกที่ใช้อิฐก่อผนัง ต่อมาพวกบาบิโลเนียพัฒนาต่อมาเรื่อยๆ อิฐในสมัยโบราณจะทำมาจากดินเหนียว โดยการขึ้นรูปเป็นก้อนอิฐด้วยมือ ซึ่งพบว่าอิฐที่ได้จะมีขนาดไม่เท่ากัน ลักษณะที่ใช้งานแตกต่างจากคอนกรีตในเรื่องความแข็งแรงคือ อิฐที่ใช้ไม่จำเป็นต้องมีความแข็งแรงมาก เพราะใช้งานก่อกำแพงหรืองานเพื่อความสวยงาม และการทำอิฐสำหรับการก่อสร้างของคนไทยได้ทำกันมานานแล้ว โดยส่วนใหญ่เป็นอุตสาหกรรมครอบครัวในแถบชนบท ซึ่งมีขนาดเล็กและอิฐที่ผลิตส่วนใหญ่เป็นอิฐมอญ ต่อมาได้มีการตั้งโรงงานใช้เครื่องจักรเข้ามาช่วยมากขึ้น โดยอิฐที่ทำการผลิตมีคุณภาพและประสิทธิภาพมากขึ้น ได้แก่ อิฐบล็อก อิฐมวลเบา อิฐโฟม อิฐแก้ว และกระจก โดยเฉพาะการผลิตอิฐมวลเบาในปัจจุบันได้พัฒนาอิฐมวลเบา สามารถทนไฟได้ดี กันความร้อนได้ การผลิตอิฐใช้ได้ทั้งแรงคนและเครื่องจักร โดยเครื่องจักรจะผลิตอิฐได้ขนาดค่อนข้างมาตรฐานเรียบร้อย ผลิตได้เป็นจำนวนมากนับได้ว่าเป็นนวัตกรรมวัสดุก่อสร้างแบบใหม่สำหรับวงการก่อสร้างของไทย ซึ่งได้รับความนิยมอย่างสูง และเป็นทางเลือกใหม่แก่วงการก่อสร้าง เนื่องจากอิฐมวลเบามีคุณสมบัติพิเศษที่แตกต่างจากอิฐชนิดอื่นๆ คือสามารถนำไปใช้สร้างบ้านได้อย่างรวดเร็ว ส่งผลให้ประหยัด

แรงงาน และลดต้นทุนในการดำเนินการก่อสร้าง รวมทั้งสามารถช่วยประหยัดพลังงาน ป้องกันความร้อนได้ดี มีความคงทน และมีอายุการใช้งานนานกว่า 50 ปี และทั้งนี้ยังนิยมใช้ในงานก่อสร้างตึกสูงประเภทอื่นๆ เช่น อาคารสำนักงาน โรงแรม และโรงพยาบาล ทำให้ธุรกิจอสังหาริมทรัพย์ที่ขยายตัวอย่างต่อเนื่อง ได้ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ก่อสร้างทุกประเภทเติบโตโดยเฉพาะผลิตภัณฑ์คอนกรีตมวลเบาหรืออิฐมวลเบาซึ่งจัดว่าเป็นนวัตกรรมใหม่ด้านวัสดุก่อสร้าง ที่มีอัตราการเติบโตในช่วง 3-4 ปีที่ผ่านมา เป็นที่รู้จักในตลาดเพิ่มมากขึ้นขณะที่อิฐมวลเบามีการใช้มานานในต่างประเทศแต่ยังเป็นวัสดุก่อสร้างแบบใหม่ในประเทศไทย ปัจจุบันอิฐมวลเบาเป็นที่รู้จักกันในวงการก่อสร้างและเป็นที่รู้จักและยอมรับในด้านคุณสมบัติที่โดดเด่น จึงมีการเปลี่ยนมาใช้อิฐมวลเบาทดแทนอิฐมอญหรืออิฐบล็อกมากขึ้น จากการที่ได้ศึกษามาพบว่าอิฐมวลเบาจำเป็นในการก่อสร้างในสมัยใหม่และในอนาคตอีกมากจึงมีความสนใจที่จะค้นคว้าหาข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องอิฐมวลเบา

2.1.1 ลักษณะของอิฐมวลเบา

อิฐมวลเบาเป็นวัสดุที่ผลิตมาจากการนำ ทราย ซีเมนต์ ปูนขาว ยิปซั่ม และผงอลูมิเนียม มีฟองอากาศมากประมาณร้อยละ 75 ทำให้เบาสามารถลอยน้ำได้ ฟองอากาศเป็น Closed Cell ไม่ดูดซึมน้ำ (ดูดซึมน้ำน้อยกว่าอิฐมอญ 4 เท่า) ความเบาก็จะทำให้ประหยัดโครงสร้าง เป็นฉนวนความร้อน ค่าการต้านทานความร้อนดีกว่าคอนกรีตบล็อก 4 เท่า ดีกว่าอิฐมอญ 6-8 เท่า ไม่สะสมความร้อน ไม่ติดไฟ ทนไฟ 1,100 องศาได้นาน 4 ชั่วโมง กันเสียงได้ดี เมื่อฉาบจะแตกร้าวน้อยกว่าก่ออิฐฉาบปูน เนื่องจากตัวบล็อกกับปูนฉาบมีส่วนผสมที่ใกล้เคียงกันขนาดของอิฐมวลเบาที่ใช้ในประเทศไทย กว้าง(ซม.) ยาว(ซม.) หนา(ซม.) 20x20x20, 20x20x20, 60x60x60, 60x60x60, 7.5x10x12.5, 15x20x25

2.1.2 ขนาดมาตรฐานของอิฐมวลเบา

ซึ่งมีขนาดตามมาตรฐาน กว้าง 20 ซม. ยาว 60 ซม. และมีความหนา 7.5, 10, 12.5, 15, 20 และ 25 ซม. สำหรับชั้นคุณภาพ 2 ชนิด 0.5 จะมีความหนาแน่นแห้ง ไม่เกิน 500 กก./ลบ.ม. และค่ารับกำลังแรงอัดไม่น้อยกว่า 30 กก./ตร.ซม. ตามมาตรฐาน มอก. 1505-2541 สำหรับชั้นคุณภาพ 4 ชนิด 0.7 มีความหนาแน่นแห้งไม่เกิน 700 กก./ลบ.ม. และค่ารับแรงอัดไม่น้อยกว่า 50 กก./ตร.ซม. ตามมาตรฐาน มอก.1505-2541

2.1.3 คุณสมบัติทั่วไป

อิฐมวลเบาเป็นผลิตภัณฑ์คอนกรีตชนิดใหม่ ผลิตจากวัตถุดิบธรรมชาติได้แก่ ปูนซิเมนต์ปอร์ตแลนด์ ทราย ปูนขาว ยิปซั่ม น้ำ และสารกระจายฟองอากาศส่วนผสมพิเศษในอัตราส่วนที่เป็นสูตรเฉพาะตัว การผลิตส่วนใหญ่เป็นการนำเทคโนโลยีและเครื่องจักรที่นำเข้าจากต่าง ประเทศ อาทิเช่น เยอรมนี ออสเตรเลียฯ ผลิตภัณฑ์คอนกรีตมวลเบาเป็นวัสดุก่อสร้างยุคใหม่ที่มุ่งเน้นให้เกิดประโยชน์สูงสุดจากการนำไปใช้งานทุกด้าน ด้วยคุณสมบัติพิเศษ คือ ตัววัสดุมีน้ำหนักเบา ขนาดก้อนได้มาตรฐานเท่ากันทุกก้อน ทนไฟ ป้องกันความร้อน ป้องกันเสียง ตัดแต่งเข้ารูปง่าย ใช้งานได้เกือบ 100 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีเศษเป็นอิฐหัก และ ที่สำคัญคือ รวดเร็ว สะอาด ลดระยะเวลาในการก่อสร้างและลดต้นทุนโครงสร้างและมีคุณสมบัติที่โดดเด่น ดังนี้

1) คุณสมบัติทางกายภาพอิฐมวลเบา หนา 10 เซนติเมตร เมื่อรวมน้ำหนักวัสดุรวมปูนฉาบจะหนัก 120 กิโลกรัม ในขณะที่อิฐมอญก่อ 2 ชั้น (เว้นช่องว่างตรงกลาง) จะหนัก 180 กิโลกรัม ซึ่งน้ำหนักของการก่ออิฐมอญจะมากกว่าทำให้ต้องเตรียมโครงสร้างเผื่อกันรับน้ำหนักในส่วนนี้ด้วย ทำให้ต้นทุนโครงสร้างเพิ่มขึ้น

2) การกันความร้อน หากเป็นกรณีปกติ “อิฐมวลเบา”จะมีค่าการนำความร้อนที่ต่ำกว่าอิฐมอญประมาณ 8-11 เท่า แต่การก่อผนังภายนอกอิฐจะต้องมีความหนา 10 เซนติเมตร และผนังภายในหนา 7 เซนติเมตร ขึ้นไป จึงจะสามารถกันความร้อนได้ดี แต่ในกรณีใช้อิฐมอญก่อ 2 ชั้น ตัวช่องว่างตรงกลาง จะทำหน้าที่เป็นฉนวนกันความร้อนที่ดี และอิฐแถวด้านในไม่สัมผัสความร้อนโดยตรง จึงทำให้คุณสมบัติตรงนี้ของอิฐมอญจะมีความสามารถในการกันความร้อนได้ดีกว่า แต่การเว้นช่องว่างไม่ควรต่ำกว่า 5 เซนติเมตร

3) การกันเสียงปกติอิฐมวลเบาจะกันเสียงได้ดีกว่าอิฐมอญประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ แต่ในกรณีใช้อิฐมอญก่อ 2 ชั้น ช่องว่างตรงกลางจะทำหน้าเป็นฉนวนกันเสียงได้ดีกว่าเกือบ 2 เท่า แต่อิฐมวลเบาจะลดการสะท้อนของเสียงได้ดีกว่าเนื่องจากโครงสร้างของอิฐมวลเบามีฟองอากาศเป็นจำนวนมากอยู่ภายในทำให้ดูดซับ เสียงได้ดี จึงเหมาะสำหรับห้องหรืออาคารที่ต้องการความเงียบ เช่น โรงภาพยนตร์หรือห้องประชุม

4) การกันไฟ อิฐมอญก่อ 2 ชั้นมีฉนวนตรงกลาง (ช่องว่างตรงกลาง) จะกันไฟได้ดีกว่าอิฐมวลเบาเล็กน้อยและทนไฟที่ 1,100 องศาเซลเซียส ได้นานกว่า 4 ชั่วโมงซึ่งนานกว่าอิฐมอญ 2-4 เท่า ทำให้จะช่วยจำกัดความเสียหายในกรณีที่เกิดเพลิงไหม้ได้

5) ความแข็งแรง การใช้งานทั่วไปไม่ต่างกัน แต่ผนังอิฐมอญจะเหมาะสำหรับการใช้วัสดุกรุผนังที่มีน้ำหนักมาก เช่น หินแกรนิต หรือหินอ่อน

6) น้ำหนักเบาและรับแรงกดได้ดี น้ำหนักเบากว่าอิฐมอญ 2-3 เท่าและเบากว่าคอนกรีต 4-5 เท่า ส่งผลให้ประหยัดค่าก่อสร้างโครงสร้างอาคาร และเสาเข็มลงได้อย่างมาก แต่อาคารยังคงมีความแข็งแรงเท่าเดิมจากโครงสร้างของอิฐมวลเบาที่ประกอบไปด้วยฟองอากาศจำนวนมากทำให้มีน้ำหนักเบาและสามารรับแรงกดได้ดี ซึ่งจากคุณสมบัติข้อนี้ทำให้ผู้ใช้สามารถประหยัดต้นทุนในการก่อสร้างได้มาก ยกตัวอย่างเช่น ไม่ต้องลงเสาเข็มลึกมากเนื่องจากโครงสร้างเบาและสามารถก่อสร้างโดยใช้โครงสร้างที่เล็กลง ทำให้ประหยัดการใช้เหล็กและมีพื้นที่ใช้สอยภายในมากขึ้น

7) ประหยัดพลังงาน เนื่องจากสามารถกันความร้อนได้ดีกว่าอิฐมอญแล้วยังใช้เครื่องปรับอากาศที่มีขนาดเล็กลงได้ ช่วยประหยัดค่าไฟไปได้มาก กันความร้อนได้ดีกว่าอิฐมอญถึง 4-8 เท่า จึงช่วยลดการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกสู่ภายในอาคารได้เป็นอย่างดี ช่วยลดค่าไฟฟ้าได้ถึง 30 เปอร์เซ็นต์ต์

8) ใช้งานง่ายและรวดเร็ว เนื่องจากการผลิตที่เป็นมาตรฐานทำให้สินค้าที่ออกมาเท่ากันทุกก้อน ไม่เหมือนกับอิฐมอญที่ยังมีความไม่เป็นมาตรฐานอยู่ทำให้การก่อสร้างโดยใช้อิฐมวลเบาจะใช้เวลาในการก่อและเกิดการสูญเสียน้อยกว่า โดยเฉลี่ยแล้วภายใน 1 วันการก่อผนังโดยใช้อิฐมวลเบาจะได้พื้นที่ 25 ตร.ม. ไม่ต้องอาศัยความชำนาญของช่าง สามารถตัด แต่ง เลื่อย ไส เจาะ ฝังท่อระบบได้โดยใช้เครื่องมือเฉพาะที่ใช้งานง่ายและหาซื้อได้ทั่วไป ขณะที่หากใช้อิฐมอญจะก่อได้เพียง 12 ตร.ม. นอกจากนี้ยังช่วยประหยัดวัสดุอื่นๆ เช่น ปูนฉาบด้วย เนื่องจากสามารถก่อฉาบได้บางกว่าช่วยจำกัดความเสียหายในกรณีที่เกิดเพลิงไหม้ได้

9) มิติเที่ยงตรง ขนาดมิติเที่ยงตรง แน่นอน ได้ชิ้นงานที่เรียบ สวยงาม มีหลายขนาดให้เลือก ประหยัดวัสดุและแรงงานในการก่อฉาบ

10) อายุการใช้งาน ยาวนานเท่าโครงสร้างคอนกรีต (50 ปี) เนื่องจากวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตได้แก่ ปูนซีเมนต์ ทราย ปูนขาว ยิปซั่ม สารกระจายฟองและเหล็กเส้น จึงมีอายุการใช้งานยาวนานกว่าอิฐมอญซึ่งส่วนผสมส่วนใหญ่ คือ ดิน

2.1.4 ส่วนประกอบของอิฐมวลเบา

วัตถุดิบที่สำคัญที่ใช้ในการผลิตคอนกรีตมวลเบาประกอบด้วยปูนซีเมนต์ ทราย ปูนขาว ชีเมนต์ ยิปซั่ม สารกระจายฟองอากาศ และ ผ่านการผสมด้วยสูตรพิเศษเฉพาะตัว สัดส่วนใน

การผสมอิฐมวลเบาประกอบด้วย ทรายละเอียด (สัดส่วน 50 เปอร์เซ็นต์ต์) ยิปซั่ม (สัดส่วน9 เปอร์เซ็นต์ต์) ปูนขาว (สัดส่วน 9 เปอร์เซ็นต์ต์) ซีเมนต์ (สัดส่วน 30 เปอร์เซ็นต์ต์) ผงอลูมิเนียม (สัดส่วน 2 เปอร์เซ็นต์ต์) และถูกทำให้แข็งด้วยการอบไอน้ำภายใต้ความดัน และ อุณหภูมิประมาณ 180 องศาเซลเซียสมีฟองอากาศมากประมาณ 75 เปอร์เซ็นต์ต์ ทำให้เบา (ลอยน้ำได้) ฟองอากาศเป็น Closed Cell ไม่ดูดซึมน้ำ (ดูดซึมน้ำน้อยกว่าอิฐมอญ 4 เท่า) ความเบาก็จะทำให้ประหยัดโครงสร้างและสารเคมีที่กระจายอย่างสม่ำเสมอในเนื้อวัสดุผ่านการอบไอน้ำภายใต้อุณหภูมิและความดันที่เหมาะสม

2.1.5 กรรมวิธีการผลิตอิฐมวลเบา

อิฐมวลเบาเป็นผลิตภัณฑ์คอนกรีตชนิดใหม่ ผลิตจากวัตถุดิบธรรมชาติได้แก่ ปูนซิเมนต์ปอร์ตแลนด์ ทราย ปูนขาว ยิบซั่ม น้ำ และสารกระจายฟองอากาศส่วนผสมพิเศษในอัตราส่วนที่เป็นสูตรเฉพาะตัว ซึ่งผู้ผลิตหลายรายใช้ระบบ AAC (Autoclaved Aerated Concrete) การผลิตส่วนใหญ่เป็นการนำเทคโนโลยีและเครื่องจักรที่นำเข้าจากต่าง ประเทศอาทิเช่น เยอรมนี ออสเตรเลีย ฯ ผลิตภัณฑ์คอนกรีตมวลเบาเป็นวัสดุก่อสร้างยุคใหม่ที่มุ่งเน้นให้เกิด ประโยชน์สูงสุดจากการนำไปใช้งานทุกด้าน ด้วยคุณสมบัติพิเศษ คือ ตัววัสดุมีน้ำหนักเบา ขนาดก้อนได้มาตรฐานเท่ากันทุกก้อน อิฐมวลเบา มีมากมายหลายประเภท หากมองเพียงภายนอกอาจแทบไม่แตกต่างกัน แต่แท้จริงแล้วอิฐมวลเบาที่ใช้วัตถุดิบ และกระบวนการผลิตที่ต่างกันจะทำให้คุณสมบัติของอิฐมวลเบาแตกต่างกันด้วย อิฐมวลเบาโดยทั่วไปอาจแบ่งตามกระบวนการผลิตได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

1) ระบบที่ไม่ผ่านกระบวนการอบไอน้ำภายใต้ความดันสูง (Non-Autoclaved System) ซึ่งจะแบ่งย่อยออกได้อีกเป็น 2 ประเภท คือ

ประเภทที่ 1 ใช้วัสดุเบากว่ามาทดแทน เช่น ขี้เลื่อย ขี้เถ้า ชานอ้อย หรือเม็ดโฟม ทำให้ คอนกรีตมีน้ำหนักที่เบาขึ้น แต่จะมีอายุการใช้งานที่สั้นเสื่อมสภาพได้เร็ว และหากเกิดไฟไหม้สารเหล่านี้อาจเป็นพิษต่อผู้อยู่อาศัย

ประเภทที่ 2 ใช้สารเคมี (Circular Lightweight Concrete) เพื่อให้เนื้อคอนกรีตฟู และทิ้งให้แข็งตัว คอนกรีตประเภทนี้จะมีการหดตัวมากกว่า ทำให้ปูนฉาบแตกร้าวได้ง่าย ไม่ค่อยแข็งแรง คอนกรีตที่ไม่ผ่านกระบวนการอบไอน้ำภายใต้ความดันสูงนี้ส่วนใหญ่เนื้อผลิตภัณฑ์มักจะมีสี เป็นสีปูนซีเมนต์ คอนกรีตประเภทนี้จะมีการหดตัวมากกว่า ทำให้ปูนฉาบ

แตกร้าวได้ง่าย ไม่ค่อยแข็งแรงต่างจากคอนกรีตที่ผ่านกระบวนการอบไอน้ำภายใต้ความดันสูงซึ่งจะมีเนื้อผลิตภัณฑ์เป็นผลึกสีขาว

สำหรับขั้นตอนการผลิตแบบไม่ผ่านการอบไอน้ำภายใต้ความดันสูง

1. นำวัสดุที่เตรียมไว้มาร่อนด้วยตะแกรงคัดขนาด เอาส่วนหยาบออก ให้เหลือแต่ส่วนละเอียด

2. คลุกเคล้าส่วนผสมให้สม่ำเสมอเป็นเนื้อเดียวกัน

3. นำวัสดุแต่ละชนิดที่เตรียมไว้ ทยอยเทลงในเครื่องผสม เพื่อคลุกเคล้าให้ส่วนผสมทั้งหมดกระจายตัวเข้ากันดี จากนั้นเติมน้ำแปรรูปพิเศษลงไปคลุกเคล้าเป็นลำดับสุดท้าย คลุกเคล้าต่อไปกระทั่งส่วนผสมรวมกันเป็นเนื้อเดียวดีแล้ว

4. วัสดุผสมที่ได้ก็พร้อมนำไปอัดรูป เป็นอิฐตามขนาดที่ต้องการก่อน

5. นำไปอัดพิมพ์ควรสังเกตด้วยว่าส่วนผสมนั้นมีความชื้นพอเหมาะดีหรือไม่ หากแห้งเกินไปเมื่ออัดพิมพ์แล้วอาจแตกร้าวได้จำเป็นต้องปรับส่วนผสมใหม่ให้มีความชื้นพอเหมาะคลุกเคล้าส่วนผสมด้วยเครื่องผสม

6. กรอกส่วนผสมลงแม่พิมพ์ให้มากพอทยอยกรอกส่วนผสมลงแม่พิมพ์ พร้อมๆกับใช้มืออัดส่วนผสมให้แน่น และให้ส่วนผสมนั้นพูนล้นแม่พิมพ์เล็กน้อย จึงอัดพิมพ์ เพื่อให้ได้มวลอิฐที่แน่น ไม่แตกร้าวเมื่อถอดพิมพ์อัดส่วนผสมในพิมพ์ให้แน่น อัดพิมพ์เป็นขั้นตอนสุดท้าย

7. หลังจากถอดแบบพิมพ์ ให้ผึ่งลมทิ้งไว้ประมาณ 3 วัน อิฐมวลเบาที่ได้จะแห้งสนิทสามารถนำไปใช้งานได้แต่ถ้ามีแสงแดดจัด โดยเฉพาะช่วงถอดพิมพ์ หากนำไปผึ่งแดดจะช่วยให้อิฐแห้งเร็วขึ้น อิฐมวล นี้ใช้ระยะเวลาผึ่งให้แห้งสั้นกว่าอิฐที่ทำจากซีเมนต์ ซึ่งต้องใช้เวลาผึ่งนานถึง 7 วัน ทั้งมีขั้นตอนและกรรมวิธีในการบ่มซับซ้อนกว่าแต่มีข้อพึงระวังระหว่างผึ่งอิฐต้องระมัดระวังมิให้ถูกฝนหรือน้ำ มิฉะนั้นอาจเกิดความเสียหายได้เนื่องจากขณะที่อิฐมวลเบาแปรรูปยังไม่แห้งตัว จะละลายไปกับน้ำนั่นเอง

2) ระบบอบไอน้ำภายใต้ความดันสูง (Autoclaved System)

ซึ่งแบ่งตามวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตได้เป็น 2 ประเภท คือ

ประเภทที่ 1 Lime Base ใช้ปูนขาวซึ่งควบคุมคุณภาพได้ยาก มาเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตทำให้คุณภาพคอนกรีตที่ได้ไม่ค่อยสม่ำเสมอ มีการดูดซึมน้ำมากกว่า

ประเภทที่ 2 Cement Base ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภท 1 เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิต เป็นระบบที่นอกจากจะช่วยให้คอนกรีต มีคุณภาพได้มาตรฐานสม่ำเสมอแล้ว ยังช่วยให้

เกิดการตกผลึก (Calcium Silicate) ในเนื้อคอนกรีตทำให้คอนกรีตมีความแข็งแกร่ง ทนทานกว่าการผลิตในระบบอื่นมาก

สำหรับขั้นตอนการผลิตแบบผ่านการอบไอน้ำภายใต้ความดันสูง

1. นำวัตถุดิบหลักคือทรายมาบดด้วยเครื่องบด บดผสมกับน้ำ

2. นำวัตถุดิบที่ใช้ในกรรมวิธีทำอิฐมวลรวมเบา (ปูนขาว, ผงอลูมิเนียม, ทราย, ซีเมนต์, ยิบซั่ม) ผสมเข้ากันตามอัตราส่วน โดยส่วนผสมหลักคือทราย และซีเมนต์ตามลำดับด้วยเครื่องผสม) การผสม (Mixing) โดยนำทรายและยิบซั่มมาผสมกันก่อนในขณะเดียวกันปูนขาวผสมกับซีเมนต์ จากนั้นจึงนำทั้งหมดมาผสมกัน และจึงผสมกับอลูมิเนียม

3. เทเข้าแม่พิมพ์

4. นำเข้าห้องบ่มเพื่อให้เกิดปฏิกิริยา เป็นฟองอากาศและฟูขึ้นมา

5. นำเข้าเครื่องตัด CUTTING MACHINES (M203) และเครื่องทำโครงตาข่าย

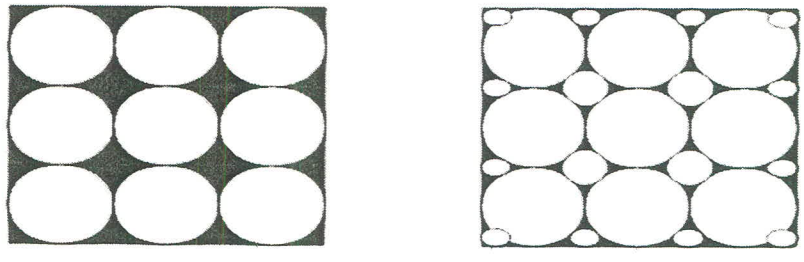
6. นำผ่านเข้าเครื่องอบ Over Dryer (M 114) โดยสายพานลำเลียงCONVEYOR SYSTEM (M122)

7. ตรวจสอบQC

8. บรรจุโดยทุกขั้นตอนการผลิตมีการใช้คอมพิวเตอร์ทั้งกระบวนการผลิต

2.2 ขนาดคละ

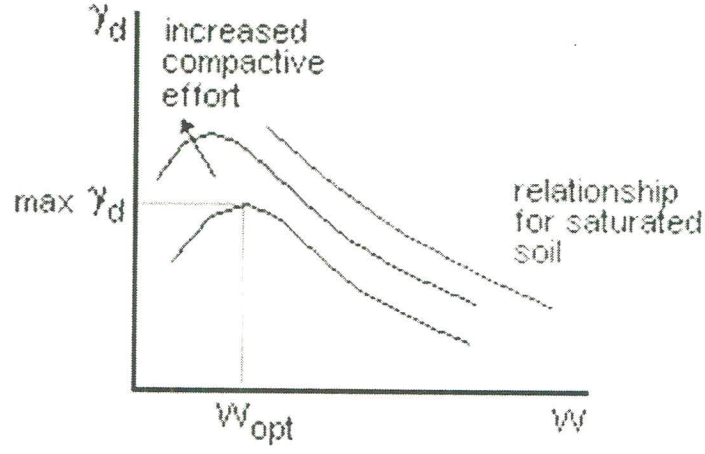
มวลรวมที่มีขนาดคละดี คือจะมีสัดส่วนของมวลรวมขนาดเม็ดใหญ่ ขนาดเม็ดกลาง และขนาดเม็ดเล็ก ปนกันอยู่อย่างเหมาะสมมวลรวมที่มีขนาดเล็กก็จะเข้าไปแทรกตัวอยู่ระหว่างเม็ดใหญ่ ทำให้เกิดความแน่น และความแข็งแรงตามมา ลองเปรียบเทียบง่ายๆกับการนำลูกปืนมาวางเรียง ในกล่องจะเห็นได้ว่า จะมีช่องว่างระหว่างเม็ดลูกปืนอยู่มาก แต่ถ้าเราหาลูกปืนซึ่งมีขนาดเล็กๆเพิ่มลงไป ช่องว่างก็จะลดลงเนื่องจากลูกปืนเม็ดเล็กจะเข้าไปแทรกอยู่ระหว่างลูกปืนเม็ดใหญ่



รูปที่ 2.1 ขนาดคละ (ที่มา : ประณต กุลประสูตร. 2541)

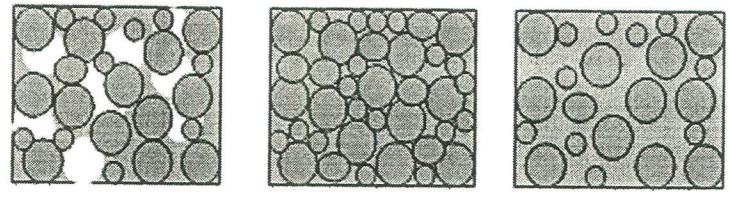
จากรูปที่แสดงด้านบนจะเห็นได้ว่า ด้านซ้ายเปรียบคือมวลรวมที่การกระจายตัวไม่ดี ส่วนด้านขวาคือมวลรวมที่มีมวลรวมขนาดต่างๆกันปนอยู่ ช่องว่างในรูปด้านขวาจะมีน้อยกว่ามากซึ่งผลคือกำลังก็จะสูงกว่าด้วย

2.3 ปริมาณน้ำที่เหมาะสมที่สุด



รูปที่ 2.2 กราฟปริมาณน้ำ (ที่มา : ประณต กุลประสูตร. 2541)

น้ำที่ใช้ผสมมีหน้าที่หลักคือเป็นตัวทำให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีกับปูนซีเมนต์ นอกจากนั้นหน้าที่หลักที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งคือน้ำจะเป็นเสมือนสารหล่อลื่นทำให้แรงเสียดทานระหว่างเม็ดลดลง ทำให้การบดอัดดินลงในเครื่องอัดทำได้ง่ายขึ้น จากรูปด้านบนจะแสดงให้เห็นถึงจุดที่มีปริมาณน้ำที่เหมาะสมที่สุด โดยในแกนตั้งจะเป็นความหนาแน่นของดิน และแกนนอนเป็นปริมาณน้ำ ปริมาณน้ำดีที่สุดคือ จุดที่โค้งขึ้นเปลี่ยนกลับเป็นโค้งลงคือมีน้ำหนักมากที่สุด ซึ่งก็คือดินมีความแน่นมากที่สุดผลที่ได้คือกำลังก็จะสูงสุดด้วย



รูปที่ 2.3 ปริมาณน้ำกับวัตถุดิบ (ที่มา : ประณต กุลประสูตร. 2541)

จากรูปด้านบนรูปซ้ายมือสุดคือปริมาณน้ำที่น้อยเกินไปก่อนที่จะถึงจุดที่เป็นปริมาณน้ำที่เหมาะสมการเรียงตัวของมวลรวมในกรณีนี้จะไม่แน่นมาก เพราะแรงเสียดทานระหว่างมวลรวมมีมาก ทำให้การบดอัดทำได้ยาก เมื่อทำได้ยากทำให้มีช่องว่างระหว่างมวลรวมมาก เมื่อบดอัดลงในเครื่องอัดทำให้บล็อกที่ผลิตได้มีช่องว่างมากทำให้กำลังต่ำลง รูปที่สองเป็นกรณีที่มีปริมาณน้ำพอดี คือ มีปริมาณน้ำคลุกเคล้าในวัตถุดิบอย่างทั่วถึงทำให้การบดอัดทำได้ง่าย เพราะมีแรงเสียดทานต่ำในกรณีนี้ช่องว่างทั้งหมดจะถูกแทนที่ด้วยน้ำ ซึ่งถือว่าเป็นกรณีที่การบดอัดทำได้แน่นมากที่สุด ทำให้บล็อกที่ผลิตได้มีช่องว่างน้อยที่สุดจึงมีความแข็งแรงมาก รูปที่สามเป็นกรณีที่มีปริมาณน้ำมากเกินพอดี เมื่อมีน้ำมากเกินทำให้น้ำเข้าไปแทรกตัวอยู่ระหว่างมวลรวมทำให้เม็ดดินแยกตัวออกจากกัน เมื่อบดอัดลงในเครื่องอัดทำให้น้ำที่แทรกตัวอยู่ระหว่างมวลรวมถูกบีบออกมา เมื่ออัดก้อนอิฐทำให้น้ำส่วนเกินถูกบีบออกมาจึงมีน้ำเยิ้มออกมาเมื่ออัดก้อนอิฐ และอิฐจะมีความแข็งแรงต่ำจึงมองเห็นก้อนอิฐอ่อนตัวเมื่อยกออกมาจากเครื่องอัด

2.4 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์

ปูนซีเมนต์เป็นวัสดุเชื่อมประสานที่ได้จากการบดปูนเม็ด ซึ่งเกิดจากการเผาส่วนผสมต่างๆ อันได้แก่ หินปูน (Limestone) หรือดินปูนขาว (Marl) กับดินเหนียว (Clay) หรือดินดาน (Shale) ในสัดส่วนที่ถูกต้องเป็นวัตถุดับที่สำคัญในการผลิต อาจมีการเติมแร่เหล็ก (Iron Ore) หรือยิบซั่ม (Gypsum) ตามความจำเป็น เพื่อปรับปรุงให้มีคุณสมบัติตามความต้องการ ปูนซีเมนต์เมื่อผสมกับวัสดุผสมคละจำพวกหินย่อยหรือกรวดกับทรายหยาบ และน้ำในสัดส่วนที่พอเหมาะ ก็จะกลายเป็นคอนกรีต ซึ่งเมื่อแข็งตัวแล้วก็จะมีความแข็งแกรงและความทนทานคล้ายหิน จึงนิยมนำไปใช้กันมากกับงานก่อสร้างประเภทต่างๆ ปูนซีเมนต์ที่ผลิตขึ้นใช้กันมากที่สุดในปัจจุบัน ได้แก่ ปูนซิเมนต์ปอร์ตแลนด์ (Portland Cement) กรรมวิธีการผลิตปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประกอบด้วยส่วนที่สำคัญดังนี้ Calcareous Material ได้แก่ หินปูน (Limestone) และดินสอพอง (Chalk), Argillaceous Material ได้แก่ ซิลิก้า อลูมิน่า ซึ่งอยู่ในรูปของดินดำหรือดินเหนียว (Clay) หรือดินดาน (Shale), Iron Oxide Material ได้แก่ แร่เหล็ก (Iron ore) หรือศิลาแลง (Laterite)

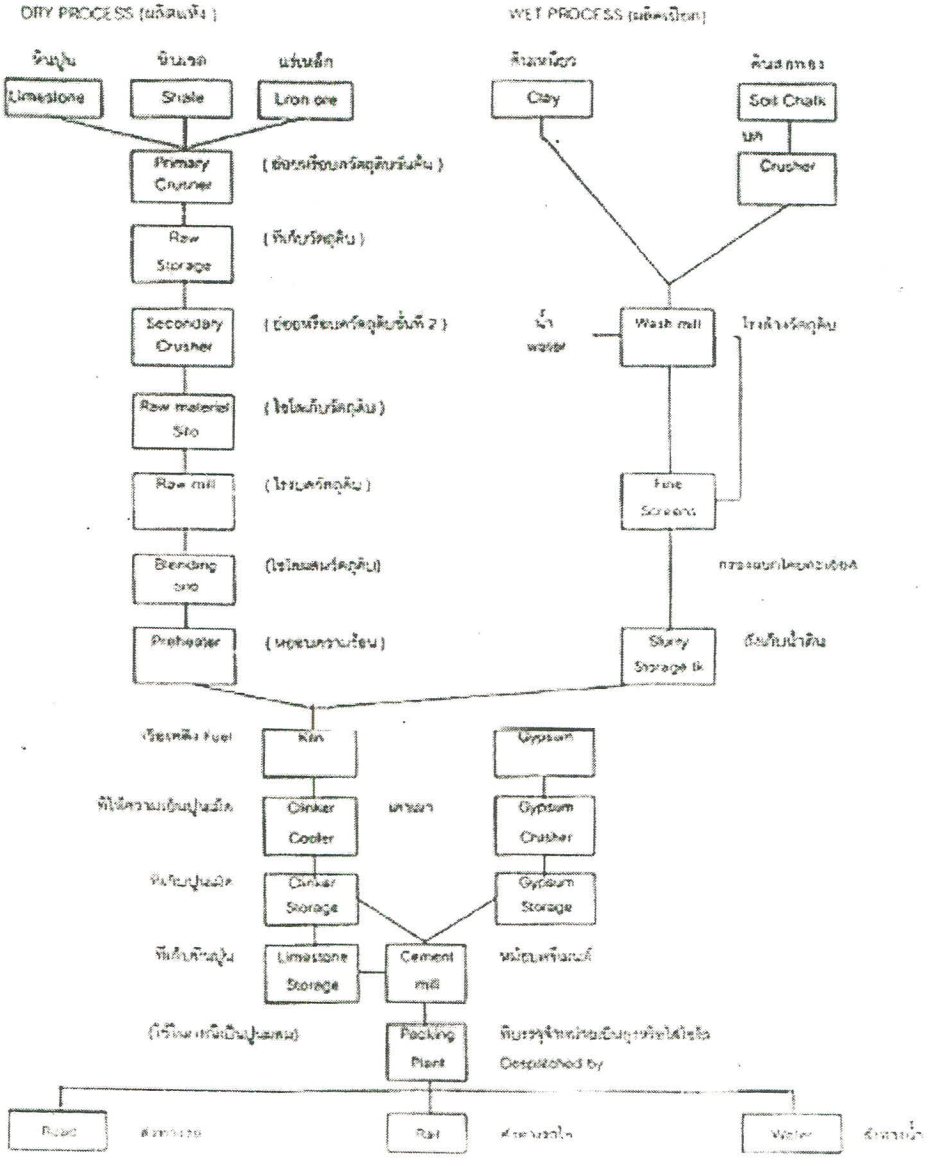
2.4.1 กรรมวิธีการผลิตปูนซีเมนต์

จำแนกออกตามลักษณะของวัตถุดิบที่นำมาใช้ได้เป็น 2 วิธีด้วยกันคือ กรรมวิธีการผลิตแบบเปียก (Wet Process) และกรรมวิธีการผลิตแบบแห้ง (Dry Process)

กรรมวิธีการผลิตแบบเปียก วัตถุดิบที่ใช้ได้แก่ ดินสอพอง และดินเหนียว ถูกนำผสมกันให้ได้สัดส่วนทีพอเหมาะตามต้อง โดยเติมน้ำลงไปช่วยผสมแล้วนำไปบดให้ละเอียด ก่อนที่จะป้อนเข้าไปในหม้อเผา กรรมวิธีการในการผลิตแบบแห้งนั้นวัตถุดิบที่ใช้ส่วนใหญ่ ได้แก่ หินปูน และดินดาน จะ

ถูกนำมาผสมกันในสภาพแห้งๆ ให้ได้สัดส่วนที่ต้องการ แล้วบดให้ละเอียดก่อนที่จะป้อนเข้าไปในหม้อเผา กรรมวิธีแบบเปียกและแบบแห้ง เมื่อส่วนผสมของวัตถุดิบบดได้ที่แล้วก็จะถูกป้อนเข้าสู่หม้อเผา ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นหม้อเผาแบบหมุนที่อุณหภูมิที่ใช้ในการเผาประมาณ 1,400–1,500 องศาเซลเซียส ณ อุณหภูมินี้ วัตถุดิบต่างๆจะถูกหลอมรวมกันเป็น Clinker ทิ้งไว้ให้เย็นตัวลง จากนั้นนำปูนเม็ดที่เย็นตัวนี้มาบดให้ละเอียดอีกครั้งหนึ่งในขณะทำการบดจะมีการเติมยิบซั่มลงไปเล็กน้อย ประมาณร้อยละ 3 ถึง 6 เพื่อหน่วงเวลาการแข็งตัวของปูนซีเมนต์ อันจะเป็นผลทำให้สะดวกต่อการนำไปใช้งานต่อไป

บล็อกไดอะแกรมแสดงกรรมวิธีการผลิตปูนซีเมนต์



รูปที่ 2.4 แสดงกรรมวิธีผลิตปูนซีเมนต์ (ที่มา : ประณต กุลประสูตร. 2541 : 20)

2.4.2 ประเภทของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์

จำแนกออกตามมาตรฐานของสมาคมทดสอบวัสดุอเมริกัน (American Society for Testing Material, ASTM) เป็น 4 ประเภทใหญ่ ๆ ด้วยกันได้แก่

1. ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ รหัส ซี–150 (C–Portland Cement)

ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทนี้ เป็นปูนซีเมนต์ที่นิยมใช้กันโดยทั่วไปมากที่สุดในปัจจุบันจำแนกออกได้เป็น 5 ประเภทย่อยๆ ด้วยกัน คือ

ประเภทหนึ่ง ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดา (Type I–Normal Portland Cement) จัดเป็นปูนซีเมนต์มาตรฐาน เหมาะสมสำหรับงานก่อสร้างทั่วๆไป ที่ไม่ต้องการคุณสมบัติพิเศษนอกเหนือไปกว่าธรรมดา ส่วนใหญ่จะถูกนำไปใช้กับงานคอนกรีตเสริมเหล็ก อาทิเช่น งานก่อสร้าง คานคอนกรีต ทางเท้า ถนน อาคาร สะพาน ถังน้ำ บ่อน้ำ ท่อระบายน้ำและอื่นๆ ปูนซีเมนต์ประเภทนี้ไม่เหมาะกับงานที่ต้องสัมผัสกับซัลเฟตจากดินหรือน้ำ หรือใช้ในที่ซึ่งความร้อนอันเกิดจากปฏิกิริยาระหว่างปูนซีเมนต์กับน้ำจะไม่เป็นสาเหตุที่ทำให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นจนขีดอันตราย ปูนซีเมนต์ประเภทนี้ที่ผลิตขึ้นในประเทศไทย ได้แก่ ปูนซีเมนต์ตราช้าง ตราเพชรเม็ดเดียว ตราพญานาคเศียรเดียวสีเขียว และตราทีพีไอสีแดงส่วนปูนซีเมนต์ประเภทนี้ที่ต้องสั่งเข้ามาจากต่างประเทศ ได้แก่ ปูนซีเมนต์ตราดอกจิก

ประเภทสอง ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ดัดแปลง (Type II–Modified Portland Cement) จัดเป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทดัดแปลง เพื่อให้มีความต้านทานต่อซัลเฟตปานกลาง ความร้อนที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาระหว่างปูนซีเมนต์กับน้ำจะต่ำกว่า และเพิ่มได้ช้ากว่าประเภทแรก ดังนั้นจึงสามารถช่วยลดอุณหภูมิของคอนกรีตในอากาศร้อนได้ดี ปูนซีเมนต์ประเภทนี้เหมาะกับงานโครงสร้างขนาดใหญ่ อาทิเช่น ตอม่อขนาดใหญ่ สะพานเทียบเรือ เขื่อนหรือกำแพงกันดินในบริเวณที่โดยน้ำเค็มเป็นครั้งคราว และซีเมนต์ประเภทนี้ที่เคยผลิตในประเทศไทยได้แก่ ปูนซีเมนต์ตราพญานาค 7 เศียร

ประเภทสาม ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์เกิดแรงสูงเร็ว (Type III–High–Early Strength Portland Cement) ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทนี้เนื้อปูนจะบดละเอียดกว่าปูนซีเมนต์แบบธรรมดา เป็นผลทำให้แข็งตัวและรับแรงได้เร็วกว่าแบบธรรมดา แต่จะต้องบ่มให้ดี โดยปกติจะสามารถรับแรงได้เมื่อคอนกรีตมีอายุเพียงประมาณ 1 ถึง 3 วัน จึงนิยมนำไปใช้กับงานที่จำเป็นต้องทำในช่วงอากาศหนาวเย็น เนื่องจากคอนกรีตจะแข็งตัวก่อนที่น้ำซึ่งใช้ผสมจะแข็งตัวเสียก่อน ปูนซีเมนต์ประเภทนี้ที่ผลิตขึ้นในประเทศไทย ได้แก่ ปูนซีเมนต์ตราเอราวัณ ตราพญานาคเศียรเดียวสีแดง ตราสามเพชร และตราทีพีไอสีดำ

ประเภทสี่ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์เกิดความร้อนต่ำ (Type IV– Low-heat Portland Cement) จัดเป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ที่เหมาะกับงานซึ่งต้องการควบคุมทั้งปริมาณ และอัตราความร้อนที่เกิดขึ้นให้น้อยที่สุด การเกิดกำลังของคอนกรีตที่มีส่วนผสมของปูนซีเมนต์ประเภทนี้จะเป็นไปอย่างช้าๆ จึงนิยมนำไปใช้กับงานขนาดใหญ่ อาทิเช่น เขื่อนกั้นน้ำซึ่งความร้อนที่เกิดขึ้นในคอนกรีต ถ้ามากเกินไปจะเป็นอันตรายอย่างมากกับตัวเขื่อน เนื่องจากจะทำให้เกิดการแตกหรือร้าวได้

ประเภทห้า ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ต้านทานซัลเฟตได้สูง (Type V–Sulfate-Resistance Portland Cement) จัดเป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ที่มีคุณสมบัติในการต้านทานต่อซัลเฟตได้สูงจึงเหมาะที่จะใช้กับงานก่อสร้างในบริเวณที่มีการกระทำของซัลเฟตอย่างรุนแรง เช่น ในบริเวณดินหรือน้ำที่มีความเป็นด่างสูงระยะเวลาในการแข็งตัวของปูนซีเมนต์ประเภทนี้จะช้ากว่าประเภทอื่นๆ ปูนซีเมนต์ประเภทนี้ที่ผลิตขึ้นในประเทศไทยได้แก่ ปูนซีเมนต์ตราปลาฉลาม ตราช้างพื้นสีฟ้า และตราทีพีไอสีฟ้า

2. ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์กักอากาศ (Air-entraining Portland Cement)

ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทนี้ ผลิตขึ้นตามมาตรฐานของสมาคมทดสอบวัสดุอเมริกา รหัส ซี–175 เป็นปูนซีเมนต์ในประเภท IA IIA และIIIA เป็นปูนซีเมนต์ประเภทนี้จะมีคุณสมบัติหลักเหมือนกับปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ I II และIII รหัสซี–150 ตามลำดับ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทนี้วัสดุที่มีคุณสมบัติในการกักอากาศปริมาณเล็กน้อยจะถูกเติมเข้าไปและบดร่วมกับปูนเม็ดในระหว่างการผลิต ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทนี้เหมาะกับงานคอนกรีตในบริเวณที่มีอุณหภูมิหนาวจัดหรือมีหิมะ และมีผลต่อการใช้ประโยชน์จากเกลือในการขจัดหิมะและน้ำแข็ง คอนกรีตที่ทำจากปูนซีเมนต์ประเภทนี้จะมีฟองอากาศขนาดเล็กที่แยกตัวออกจากกันอย่างสมบูรณ์ กระจายกันอยู่อย่างสม่ำเสมอทั่วแท่งคอนกรีต

3. ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์เตาถลุง (Portland Blast–Bunance Slug Cement)

ปูนซีเมนต์ประเภทนี้ ผลิตขึ้นตามมาตรฐานของสมาคมทดสอบวัสดุอเมริกา รหัส ซี–205 จำแนกออกได้เป็น 2 ประเภท คือประเภท IS อันได้แก่ ปูนซีเมนต์เตาถลุง (Portland Blast–Bunanceslug Cement) และประเภท ISA อันได้แก่ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ปอซโซลานกักอากาศ (Air–Entrainingpozzolan Cement) ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทนี้ได้จากการนำเอาปอซโซลานซึ่งเป็นเถ้าภูเขาไฟที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติหรือที่ทำเทียมขึ้น บดผสมกับปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดา ปูนซีเมนต์ประเภทนี้ส่วนใหญ่จะถูกนำไปใช้กับงานโครงสร้างใต้น้ำ ทั้งในน้ำจืดและน้ำเค็ม อาทิเช่น งานสะพาน เขื่อน หรือท่าเทียบเรือ เนื่องจากสามารถทนต่อการกัดกร่อนของซัลเฟตได้ดีพอสมควร นอกจากปูนซีเมนต์ประเภทต่างๆ ดังได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ก็ยังมีปูนซีเมนต์อีกประเภท ซึ่งถูกนำมาใช้กับงานพิเศษต่างๆ แต่ละประเภทก็มีส่วนผสมตลอดจนวัสดุที่นำมาใช้ในการผลิตปูนซีเมนต์

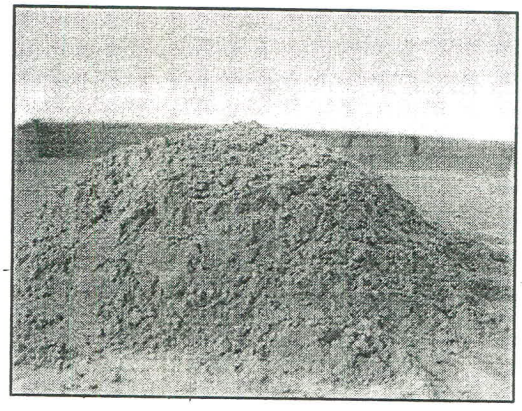
แตกต่างกันออกไป เพื่อที่จะให้มีคุณสมบัติตามความสามารถ ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะ ปูนซีเมนต์ผสม (Mixed Cement) และปูนซีเมนต์บ่อน้ำมัน (Oil–Well Cement) ซึ่งเป็นปูนซีเมนต์อีกประเภทหนึ่งที่ถูกผลิตขึ้นในประเทศไทย

4. ปูนซีเมนต์ผสม (Mixed Cement)

ปูนซีเมนต์ผสมหรือที่เรียกอีอย่างหนึ่งว่า ปูนซีเมนต์ซิลิก้า ได้จากการนำเอาทรายหรือหินปูนบดละเอียด ผสมเข้ากับปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์แบบธรรมดา ในอัตราส่วนประมาณร้อยละ 25 ถึง 30 เพื่อให้มีปริมาณมากขึ้นและราคาถูกลง ปูนซีเมนต์ประเภทนี้มีคุณภาพค่อนข้างต่ำจึงเหมาะกับงานที่ไม่สำคัญและงานที่ไม่ต้องรับแรงมากนัก อาทิเช่น งานคอนกรีตเทพื้นบนดินถมอัด ซึ่งมิได้มีการถ่ายเทน้ำหนักจากพื้นไปสู่โครงสร้างส่วนอื่นๆ กระเบื้องมุงหลังคา โอ่ง ท่อระบายน้ำ หรือถังส้วม เป็นต้น และเนื่องจากมีคุณสมบัติแข็งตัวช้าและไม่ยืดหดตัวมากนัก จึงนิยมนำไปใช้ในงานปูนก่อ ปูนฉาบ และตกแต่งทั่วไป เนื่องจากสามารถช่วยลดการแตกร้าวของผิวได้ ปูนซีเมนต์ประเภทนี้ที่ผลิตขึ้นในประเทศไทยได้แก่ปูนซีเมนต์ตราเสือ ตราจูเห่า ตรานกอินทรีย์ และตราทีพีไอสีเขียว สำหรับปูนซีเมนต์ประเภทนี้ที่นิยมใช้กับงานตกแต่งและงานทางสถาปัตย์กรรม ได้แก่ ปูนซีเมนต์ขาวตราช้างเผือกและตรากิเลน

นอกจากนี้ยังมีปูนซีเมนต์พิเศษที่ผลิตออกมาจำหน่ายอีกหลายประเภท เช่น ปูนซีเมนต์บ่อน้ำมัน (Oil–Well Cement) ปูนซีเมนต์ประเภทนี้ เป็นปูนซีเมนต์ไฮดรอลิกชนิดหนึ่ง ซึ่งจะมีความแตกต่างไปจากปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดาตรงที่ก่อตัวช้ามากในอุณหภูมิที่สูงๆ เช่นที่เกิดขึ้นตามบ่อลึก ปูนซีเมนต์งานก่อ (Masonry Cement) ที่ทำขึ้นจากการผสมปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดาหรือปูนปอซโซลานหรือปูนก่อกับสารอื่นๆ เช่น ยิบซัม ฝุ่น ปูนขาว ดินสองพอง ดิน ทาล์ค (Talc) เป็นต้น เพื่อให้ได้ปูนก่อที่มีคุณสมบัติเหลวลื่น ปั้นง่าย เหมาะสำหรับงานก่อหิน ก่ออิฐ ปูนซีเมนต์ขาว (White Cement) มีคุณภาพเช่นเดียวกับปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ทุกประการ แต่มีสีขาวสะอาด ราคาแพงกว่าปูนซีเมนต์ธรรมดา ใช้ทำหินขัด หินล้าง แต่งแนวกระเบื้องเคลือบที่กรุพื้น ผนัง ฯลฯ บรรจุถุงกระดาษหนักถุงละ 40 กิโลกรัม ปูนไลม์ (Lime) หมายถึง ปูนสุก (Quicklime : CaO) ปูนขาว (Hydrated Lime: $Ca(OH)_2$) และปูนไลม์ไฮดรอลิก ซึ่งอยู่ในรูปลักษณะต่างๆ กันทั้งทางเคมีและกายภาพ ส่วนหินปูน (Limestone) หมายถึงหินชั้นหรือหินตะกอน ที่ประกอบด้วยแคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) เป็นส่วนใหญ่ เมื่อนำหินปูนมาเผาจะได้ปูนสุกที่มีขนาดต่างๆ ขึ้นอยู่กับชนิดหินปูน เตาเผาที่ใช้ และวิธีปฏิบัติต่อจากการเผา เมื่อนำปูนสุกมาทำปฏิกิริยากับน้ำจะได้ แคลเซียมไฮดรอกไซด์ ส่วนที่เป็นผงแห้งก็คือปูนขาว และส่วนที่เป็นสารแขวนลอยก็คือน้ำปูนไลม์ (Milk of lime) ซึ่งอุตสาหกรรมก่อสร้าง (Building and Construction) หินปูนและปูนไลม์นำไปใช้ในการก่อสร้างโดยตรง เช่น การสร้างถนน ใช้เป็นสารตัวเติมในยางแอสฟัลต์สำหรับราดถนน ใช้ผสมทราย ทำปูนฉาบ ปูนสอสำหรับงานก่อ ใช้ในการผลิตปูนซีเมนต์ มีมาตรฐานกำหนดคุณสมบัติของปูนไลม์ที่ใช้อยู่

หลายมาตรฐานทั้งในและต่างประเทศเช่น มอก. 241-2520 ปูนไลม์เพื่อการก่อสร้าง British Standard 890-1972 เรื่องSpecification for Building Limes



รูปที่ 2.5 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1

ส่วนประกอบสำคัญที่มีอยู่ในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ในงานก่อสร้าง โดยทั่วไปมักจะนิยมใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภทที่ 1 ซึ่งจะมีส่วนประกอบทางเคมี ดังแสดง

โดยเมื่อผสมปูนซีเมนต์กับน้ำจะเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ผลผลิตเป็น Calcium Silicate Hydrates ซึ่งจะทำให้คอนกรีตมีความแข็งแรงมากยิ่งขึ้น

ชื่อส่วนประกอบ	สูตรเคมี	ชื่อย่อ
Tricalcium silicate	3CaO.SiO2	C3S
Dicalcium silicate	2CaO.SiO2	C2S
Tricalcium aluminate	3CaO.Al2O3	C3A
Tetra calcium aluminoferrite	4CaO.Al2O3.Fe2O3	C4AF

ส่วนประกอบทางเคมีของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภทที่ 1

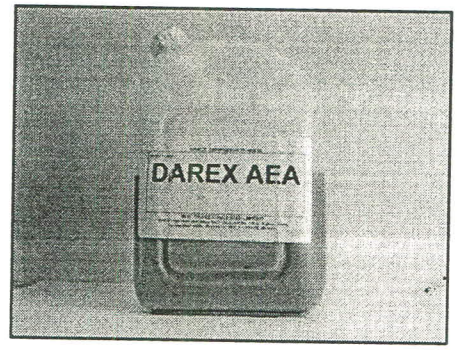
ส่วนประกอบ	เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก
SiO2	20.67
Al2O3	5.96
Fe2O3	2.35
CaO	63.62
SO2	2.13
MgO	2.53
Na2O	0.12
K2O	0.94
Free CaO	1.43
Loss on ignition	1.37
Insoluble residue	0.26

2.5 สารผสมเพิ่ม

สารผสมเพิ่มหรือน้ำยาผสมคอนกรีต (Concrete Admixture) หมายถึงสารใดๆ นอกเหนือไปจากน้ำ ปูนซีเมนต์ หิน และทราย อันใช้เติมลงไปในส่วนผสมของคอนกรีตไม่ว่าจะก่อนหรือกำลังผสม เพื่อปรับปรุงหรือเพิ่มประสิทธิภาพให้คอนกรีตขณะที่ยังเหลวอยู่หรือคอนกรีตที่แข็งตัวแล้วให้ได้คุณสมบัติตามที่ต้องการ เพื่อให้สอดคล้องกับคุณภาพของวัสดุสิ่งแวดล้อม และสภาพการทำงาน วัตถุประสงค์โดยทั่วๆไปของการใช้น้ำยาผสมคอนกรีตคือ ปรับปรุงความสามารถเทได้ เร่งหรือหน่วงเวลาการก่อตัว ควบคุมหรือดัดแปลงการพัฒนากำลังอัด ปรับปรุงคุณสมบัติทางด้านการต้านทานการแตกร้าว เนื่องจากความร้อน การทนต่อกรดและซัลเฟส เป็นต้น หรือเพื่อลดค่าใช้จ่ายในงานก่อสร้าง แต่พึงระลึกไว้เสมอว่าสารผสมเพิ่มมิได้มีส่วนช่วยแก้ไขคอนกรีตที่มีส่วนผสมไม่ดีหรือการปฏิบัติงานที่ไม่ถูกต้อง

ในปัจจุบันได้มีการขยายการใช้สารผสมเพิ่มไปทดแทนการใช้ปูนซีเมนต์ชนิดพิเศษ กล่าวคือ ใช้ปูนซีเมนต์ทั่วๆไป ไปผสมกับสารผสมเพิ่มที่เหมาะสม ซึ่งจะปรับปรุงหรือเปลี่ยนคุณสมบัติของคอนกรีตบางประการได้ สารผสมเพิ่มที่ใช้ส่วนใหญ่เป็นของเหลวแต่บางชนิดเป็นผง ซึ่งแตกต่างกันตามวัสดุพื้นฐานวัสดุเหล่านี้จะต้องไม่ทำลายคุณภาพของคอนกรีตทั้งในระยะสั้นและระยะยาว รวมทั้งต้องไม่ทำปฏิกิริยาทางเคมีกับสารที่เป็นส่วนประกอบของซีเมนต์ แร่ธาตุในมวลรวมและต่อเหล็กเสริม ดังนั้น ก่อนที่จะใช้น้ำยาผสมคอนกรีตควรมีการศึกษาข้อจำกัดการใช้งาน การตรวจสอบ

คุณภาพและทดสอบประสิทธิภาพรวมทั้งควรใช้ตามข้อกำหนดแนะนำของผู้ผลิตอย่างเคร่งครัด มิฉะนั้นอาจก่อให้เกิดผลเสียหายได้



รูปที่ 2.6 สารกักกระจายฟองอากาศ DAREX AEA

2.5.1 สารกระจายกักฟองอากาศ (Air Entraining Agent)

สารกระจายกักฟองอากาศเป็นสารผสมเพิ่มเพื่อปรับปรุงความสามารถในการใช้งานของคอนกรีตที่อยู่ในสภาพที่เหลว โดยทั่วไปในท้องตลาดสามารถแบ่งได้ 3 ประเภท ตามวัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิตดังต่อไปนี้

1) สารกระจายกักฟองอากาศที่ได้จากไขมันพืชและสัตว์ (Animal and Vegetable Fats and Oils) สารกระจายกักฟองอากาศชนิดนี้ได้จากกรดไขมันที่ได้จากพืชหรือสัตว์ (Fatty Acid) เช่น ไขมันจากน้ำมันมะพร้าว เป็นต้น เมื่อนำมาผสมในคอนกรีต ฟองอากาศขนาดเล็กที่มีความเสถียรสูงจะเกิดขึ้นอย่างช้าๆในระหว่างการผสม สามารถใช้ร่วมกับสารผสมเพิ่มตัวอื่นๆได้ เช่น สาร-หน่วงการก่อตัวหรือสารลดน้ำได้ดี หากนำมาทำลายกับ Lignosulphonates และเกลือของกรด Hydroxycarboxcylic จะได้สารผสมเพิ่มที่มีคุณสมบัติกักกระจายฟองอากาศและลดน้ำได้

2) สารกระจายกักฟองอากาศที่ได้จากยางไม้และเกลือโซเดียมของยางไม้ (Natural Wood Resins and Their Sodium Salts) โดยทั่วไปจะเป็นสารกระจายกักฟองอากาศที่ได้จากการนำเอายางไม้ (Resins Acids) มาผ่านกระบวนการทำให้เป็นกลาง (Neutralization) โดยการใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Caustic Soda or Sodium Hydroxide) ซึ่งหลังจากกระบวนการนี้จะได้สารละลายเกลือโซเดียม (Soluble Sodium Salt or Neutralized Vinsol Resins) โดยสารกระจายกักฟองอากาศที่ได้จากผลิตภัณฑ์นี้เมื่อนำมาผสมในคอนกรีตจะได้ฟองอากาศที่มีขนาดใหญ่และมีความเสถียรต่ำกว่าสารกระจายกักฟองอากาศที่ได้จากไขมันพืชและสัตว์

3) สารกระจายกักฟองอากาศที่ได้จากการสังเคราะห์สารเกิดฟอง (Synthetic Detergent) สารกระจายกักฟองอากาศชนิดนี้จะเป็นสารกระจายกักฟองอากาศที่ได้จากการนำสาร

จำพวก Aryl-Alkyl Sulfonates เช่น Orthododecyl-Benzene Sulfonates ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมการผลิตน้ำมันหล่อลื่น และน้ำมันก๊าดมาผ่านกระบวนการให้เป็นกลาง (Neutralization) โดยการใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Caustic Soda or Sodium Hydroxide) ซึ่งหลังจากกระบวนการนี้จะได้สารละลายโซเดียมซัลเฟส (Sodium Sulfate) ซึ่งเมื่อนำมาผลิตเป็นสารกระจายกักฟองอากาศจะได้สารกระจายกักฟองอากาศที่มีอัตราการเกิดฟองเร็วและมีฟองอากาศขนาดใหญ่ ไม่เหมาะที่จะใช้ในงานคอนกรีตกระจายกักฟองอากาศ จึงไม่นิยมใช้ในการผลิตสารกระจายกักฟองอากาศ แต่จะนิยมใช้ในการผลิตสารก่อให้เกิดฟอง (Foaming Agent) สำหรับงานคอนกรีตเบาชนิดโฟมคอนกรีต (Cullular Concrete)

ตารางที่ 2.1 ข้อกำหนดคุณสมบัติของคอนกรีตที่ผสมสารกระจายกักฟองอากาศตามมาตรฐาน ASTM C 260 (ที่มา : บริษัท ปูนซีเมนต์นครหลวง จำกัด (มหาชน),INSEE Concrete Handbook, 2550)

คุณสมบัติของคอนกรีตที่ผสมสารกระจายกักฟองอากาศ	ค่าที่กำหนดตามมาตรฐาน
1.ระยะเวลาการก่อตัวของคอนกรีต	
• ระยะเวลาการก่อตัวเริ่มแรก	• ไม่เร็วกว่าหรือช้ากว่าคอนกรีตปกติ 1 ชั่วโมง 15 นาที
• ระยะเวลาการก่อตัวสุดท้าย	• ไม่เร็วกว่าหรือช้ากว่าคอนกรีตปกติ 1 ชั่วโมง 15 นาที
2.กำลังอัดของคอนกรีต	
• ที่อายุ 1 วัน	• ไม่น้อยกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ ของคอนกรีตปกติ
• ที่อายุ 3 วัน	• ไม่น้อยกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ ของคอนกรีตปกติ
• ที่อายุ 7 วัน	• ไม่น้อยกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ ของคอนกรีตปกติ
• ที่อายุ 28 วัน	• ไม่น้อยกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ ของคอนกรีตปกติ

2.5.2 ผลกระทบของสารกระจายกักอากาศที่มีต่อคุณสมบัติของคอนกรีต (Effect of Air Entraining Agent on Properties of Concrete)

1) ความสามารถเทได้ของคอนกรีต (Workability of Concrete)โดยทั่วไปความสามารถเทได้ของคอนกรีตจะเพิ่มขึ้นเมื่อคอนกรีตนั้นถูกผสมด้วยน้ำยากระจายกักฟองอากาศ ซึ่งฟองอากาศที่เกิดขึ้นในคอนกรีตกระจายกักฟองอากาศนั้นจะมีขนาดอนุภาคเล็กและมีรูปร่างกลม

ดังนั้นฟองอากาศที่เกิดขึ้นนี้จึงสามารถช่วยลดแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นระหว่างอนุภาคซีเมนต์และมวลรวมได้ เพราะฉะนั้นค่าความยุบตัวของคอนกรีตก็จะเพิ่มขึ้นโดยที่ไม่จำเป็นต้องเพิ่มปริมาณน้ำในเนื้อคอนกรีต เมื่อนำคอนกรีตธรรมดาและคอนกรีตกระจายกักฟองอากาศจะใช้ปริมาณน้ำเพื่อผสมน้อยกว่าคอนกรีตแบบธรรมดา ดังนั้นปริมาณน้ำที่ลดลงนี้จะทำให้ปัญหาการเยิ้มและการแยกตัวของคอนกรีตน้อยลงอีกด้วย

2) กำลังอัดของคอนกรีต (Compressive Strength of Concrete) กำลังอัดของคอนกรีตที่ผสมสารกระจายกักฟองอากาศจะน้อยกว่าคอนกรีตแบบปกติ โดยปริมาณอากาศที่เพิ่มขึ้นทุก 1เปอร์เซ็นต์ จะทำให้ค่ากำลังอัดของคอนกรีตลดลงประมาณ 3-5 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นอยู่กับส่วนผสมของคอนกรีตและวิธีการทำงาน

3) การออกแบบคอนกรีตกระจายกักฟองอากาศ (Mix Proportion of Air Entrained Concrete) สำหรับขั้นตอนในการออกแบบสัดส่วนผสมคอนกรีตจะเริ่มต้นที่การกำหนดคุณสมบัติของคอนกรีตที่ต้องการ แล้วจึงนำคุณสมบัติที่ต้องการนั้นมาใช้ในการเลือกวัสดุผสมและคำนวณหาสัดส่วนผสมของวัสดุผสมแต่ละอย่างเป็นน้ำหนักหรือปริมาตร โดยทั่วไปการกำหนดคุณสมบัติของคอนกรีตมักจะคำนึงถึงความสามารถเทได้ของคอนกรีต (Workability) ค่ากำลังของคอนกรีต ความคงทนและลักษณะภายนอกของคอนกรีตที่แข็งตัวแล้ว (Strength Durability and Concrete Appearance) และต้นทุนการผลิตคอนกรีต (Economy)

2.6 ทราย (Sand)

มวลรวมหรือวัสดุผสม (Aggregate) คือ วัสดุเฉื่อย อันได้แก่ หิน ทราย กรวด ที่เป็นส่วนผสมที่สำคัญของคอนกรีตเนื่องจากมวลรวมมีปริมาตรร้อยละ 70–80 ของปริมาณของส่วนผสมทั้งหมด ดังนั้นจึงไม่น่าเป็นที่สงสัยเลยว่า ทำไมคุณภาพของมวลรวมจึงมีผลอย่างมากต่อคุณสมบัติของคอนกรีต และจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องให้ความสนใจในเรื่องนี้อย่างมากถ้าแบ่งมวลรวมตามขนาด เราสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ มวลรวมหยาบ (Coarse Aggregate) ได้แก่ หินหรือกรวดที่มีขนาดตั้งแต่ 4.5 มิลลิเมตรขึ้นไป หรือค้างอยู่บนตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 4 มวลรวมละเอียด (Fine Aggregate) ได้แก่ ทรายที่มีขนาดเล็กกว่า 4.5 มิลลิเมตร หรือสามารถผ่านตะแกรงเบอร์มาตรฐานเบอร์ 4 แต่ต้องไม่เล็กกว่า 0.07 มิลลิเมตร หรือผ่านตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 200 ทรายที่ใช้ในการก่อสร้างทั่วๆไป มีทรายบกที่ขุดบนพื้นดินและทรายแม่น้ำ เม็ดทรายบกละเอียดกว่าทรายแม่น้ำแต่สกปรกกว่าทรายหยาบ น้ำหนักของทรายในขณะที่แห้งและขณะที่เปียกจะต่างกันเนื่องจากขณะที่เปียกจะมีน้ำผสมอยู่ด้วย คือ ทรายแห้ง หนักประมาณ 1,400–1,650 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์ส่วนทรายเปียกจะหนักประมาณ 1,800–2,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ขนาดของทรายทั่วๆ ไปจะมีเส้นผ่าน

ศูนย์กลางตั้งแต่ 1/16 ถึง 2 มิลลิเมตร ถ้าโตกว่าขนาดดังกล่าวก็เรียกว่า กรวด (Gravel) โดยมีชนิดของทรายที่นิยมใช้ในงานก่อสร้าง ดังนี้ ทรายหยาบ เป็นทรายเม็ดใหญ่ มีเหลี่ยม แง่ มุมแข็งแรง ใช้เป็นส่วนผสมของคอนกรีตทีด้านกำลังมาก เช่น ฐานราก โครงสร้างอาคาร ทรายกลางเป็นทรายที่มีขนาดปานกลางใช้ในงานสำหรับปูนก่อ เช่น ก่อกำแพงอิฐ ฯลฯ ทรายละเอียด เป็นทรายที่มีขนาดละเอียดมากใช้สำหรับผสมปูนฉาบ ทำบัว ประกอบลวดลาย ฯลฯ

คุณสมบัติของทราย การที่เรานำทรายมาใช้ในการก่อสร้าง เช่น ผสมคอนกรีต หรือ ผสมทำปูนฉาบนั้นมีเหตุผลหลายประการดังนี้ ทรายสามารถแทรกเข้าไปอัดช่องว่างของหินในคอนกรีต ทำให้คอนกรีตแน่นช่วยบรรเทาการยืด หด และการแตกร้าวในงานปูนฉาบถ้าปูนฉาบใส่ปูนซีเมนต์มากเกินไป จะแตกร้าว ต้องเพิ่มทรายเข้าไป เพื่อให้มีทางขยายตัว ช่วยเพิ่มปริมาณของส่วนผสม ทำให้ราคาของคอนกรีตหรือปูนฉาบหรือปูนก่อถูกลง เพราะทรายเป็นวัสดุที่หาได้ง่ายทั่วไป และราคาถูก

ตารางที่ 2.2 ขนาดของทรายในลักษณะงานต่างๆ (ที่มา : อรรจน์ ประภาพิทยากร. 2531 : 250)

ทราย	ขนาด (มิลลิเมตร)	ที่ใช้งาน
ละเอียด	0.5–1.5	ปูนฉาบ
ปานกลาง	1–3	ปูนก่อ
หยาบ	2–4.5	คอนกรีต

ตารางที่ 2.3 อัตราส่วนผสมระหว่างวัสดุผสมละเอียดต่อวัสดุผสมหยาบ (ที่มา : ประณต กุลประสูตร. 2541 : 87)

ขนาดใหญ่สุดของวัสดุผสมหยาบ		อัตราส่วนวัสดุผสมละเอียดต่อวัสดุผสมหยาบ	
		ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
3/8 นิ้ว	หินเกร็ด	0.55	0.70
3/4 นิ้ว	หิน 1	0.40	0.60
1 นิ้ว หรือ มากกว่า	หิน 2	0.30	0.50

2.7 น้ำ (Water)

หน้าที่หลักของน้ำที่ใช้สำหรับผสมคอนกรีต มีดังต่อไปนี้คือ ทำให้ปูนซีเมนต์และวัสดุผสมมีความลื่น และส่วนผสมของคอนกรีตมีความข้นเหลวพอดี สะดวกต่อการเท และการเขย่าให้เข้าแบบตามต้องการทำให้วัสดุผสมอันได้แก่ หินย่อยหรือกรวดและทรายที่แห้งให้เปียก เพื่อให้ปูนซีเมนต์เกาะยึดโดยรอบและสามารถแข็งตัวได้ อันจะเป็นผลทำให้วัสดุผสมเหล่านี้ยึดติดแน่นเข้าด้วยกัน ทำปฏิกิริยาทางเคมีกับปูนซีเมนต์ ทำให้คุณสมบัติจับตัวเกาะแน่นกับวัสดุผสม อันจะเป็นผลทำให้วัสดุผสมเหล่านี้เกาะตัวเป็นก้อนวัสดุที่แข็งแกร่งเนื่องจากน้ำเป็นส่วนประกอบที่สำคัญต่องานปูน งานคอนกรีต น้ำที่จะนำมาใช้ผสมคอนกรีตจึงควรเป็นน้ำที่สะอาด ปราศจากน้ำมัน เกลือ กรด ด่าง หรือสารอินทรีย์อื่นๆ จะต้องเป็นน้ำที่ใสโดยมีความขุ่นได้ไม่เกิน 2,000 ส่วนต่อล้าน ดังนั้นน้ำที่เหมาะสมที่สุดสำหรับใช้ผสมคอนกรีตก็คือน้ำประปาหรือน้ำสะอาดจากแหล่งน้ำธรรมชาติ

ตารางที่ 2.4 แสดงกำลังของคอนกรีตที่ลดลงอันเนื่องมาจากซัลเฟตที่ปะปนอยู่กับน้ำที่ใช้ผสมคอนกรีต (ที่มา : ประณต กุลประสูตร. 2541 : 38-39)

ปริมาณของซัลเฟตในน้ำ ร้อยละ	กำลังของคอนกรีตที่ลดลง ร้อยละ
0.5	4
1.0	10

น้ำสำหรับบ่มคอนกรีตจะต้องเป็นน้ำที่สะอาดปราศจากฝุ่น น้ำตาล ฟอสเฟตบอเรท กรดแทนนิค และสารอินทรีย์อื่นๆ ปะปนอยู่ เพราะสิ่งเหล่านี้จะมีผลทำให้คอนกรีตแข็งตัวช้าลงหรือการเกิดกำลังลดลงได้ นอกจากนั้นยังอาจจะทำให้เกิดรอยเปื้อน และสีบนผิวของคอนกรีตที่ไม่พึงประสงค์ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเกลือของแร่เหล็กและกรดแทนนิค ซึ่งทำให้เกิดรอยเปื้อนและสีที่ล้างออกค่อนข้างยากและถ้าใช้น้ำที่มีสารเหล่านี้ปะปนอยู่บ่มคอนกรีตนานๆ น้ำที่มีส่วนผสมของสารดังกล่าวก็จะซึมเข้าไปในเนื้อคอนกรีต ทำให้เหล็กเสริมเกิดสนิมได้ด้วย นอกจากนั้นยังไม่ควรนำน้ำที่มีกลิ่นรุนแรงและไม่พึงประสงค์มาใช้บ่มคอนกรีต เพราะจะทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของผู้ที่อยู่ใกล้ชิด น้ำที่เหมาะต่อการใช้ผสมคอนกรีต อาจไม่เหมาะต่อการนำมาใช้บ่มคอนกรีตก็ได้ น้ำสำหรับล้างวัสดุผสม การทำความสะอาดอาจจะเป็นรองจากน้ำที่ใช้สำหรับผสมคอนกรีต และน้ำที่ใช้สำหรับบ่มคอนกรีตก็ได้ แต่อย่างไรก็ตามก็ควรจะเป็นน้ำที่สะอาดปราศจากฝุ่น เกลือ และสารอินทรีย์อื่น ๆ ปะปนอยู่เช่นกัน เพราะสิ่งเหล่านี้จะไปเคลือบอยู่บนผิวของวัสดุผสม ซึ่งจะเป็นผลทำให้คอนกรีต

แข็งตัวช้าลงหรือการเกิดกำลังลดลงได้เช่นกัน นอกจากนั้นก็ยังมีผลทำให้เนื้อคอนกรีตผุกร่อน และเหล็กเสริมในเนื้อคอนกรีตเป็นสนิมได้ง่ายอีกด้วย

2.8 ซีเมนต์เพสต์

ซีเมนต์เพสต์ เป็นส่วนประกอบของน้ำกับปูนซีเมนต์และอากาศ ความแข็งแกร่งของคอนกรีตจึงขึ้นอยู่กับกำลังของซีเมนต์เพสนี้เป็นส่วนใหญ่ ส่วนคุณภาพของซีเมนต์เพสต์ขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของน้ำต่อปูนซีเมนต์ (Water–Cement Ratio) ที่ใช้ในส่วนผสม โดยจะมีลักษณะเป็นวุ้นและจับตัวเป็นแผนกับวัสดุผสมได้ มอร์ต้าเป็นส่วนผสมของซีเมนต์ น้ำและวัสดุผสมย่อย นำมาผสมกับวัสดุผสมมวลหยาบ ก็จะได้เป็นคอนกรีต โดยส่วนใหญ่หน้าที่ของซีเมนต์เพสต์ คือ เสริมช่องว่างระหว่างมวลรวม หล่อลื่นคอนกรีตสดขณะเทหล่อ ให้กำลังแก่คอนกรีตเมื่อคอนกรีตแข็งตัว รวมทั้งป้องกันการซึมผ่านของน้ำ

ตารางที่ 2.5 แสดงปริมาตรของส่วนประกอบของส่วนผสมคอนกรีตธรรมดา
(ที่มา : ชัชวาล เศรษบุตร. 2540 : 5)

อากาศ ร้อยละ 5	**น้ำ ร้อยละ 15**	**ปูนซีเมนต์ ร้อยละ 10**	**มวลรวม (ละเอียดและหยาบ) ร้อยละ 70**
ซีเมนต์เพสต์			ตัวแทรกที่เป็นธาตุที่เฉื่อย

2.9 การบ่มคอนกรีต

การบ่ม (Curing) คือ ชื่อเฉพาะของวิธีที่ช่วยให้ปฏิกิริยาไฮเดรชั่นของซีเมนต์ เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ซึ่งจะส่งผลให้การพัฒนากำลังอัดของคอนกรีตเป็นไปอย่างต่อเนื่อง วิธีการทำโดยให้น้ำแก่คอนกรีตหลังจากที่คอนกรีตแข็งตัวแล้ว หน้าที่สำคัญของการบ่มคอนกรีตมีด้วยกัน 2 ประการ คือ การป้องกันการสูญเสียความชื้นจากเนื้อคอนกรีต และการรักษาระดับอุณหภูมิให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสม สำหรับวัตถุประสงค์ที่สำคัญของการบ่มคอนกรีต คือ เพื่อให้ได้คอนกรีตที่มีกำลังและความทดทาน และเพื่อป้องกันการแตกร้าวของคอนกรีต โดยรักษาระดับอุณหภูมิให้เหมาะสม และลดการระเหยของน้ำให้น้อยที่สุด กรรมวิธีการบ่ม เราแบ่งกรรมวิธีการบ่มออกเป็น 2 ชนิดตามสภาพอุณหภูมิใช้บ่มคือ

2.9.1 การบ่มที่อุณหภูมิปกติ สามารถจำแนกออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือการเพิ่มความชื้นและการป้องกันความชื้น

1. การเพิ่มความชื้น โดยให้ความชื้นอย่างต่อผิวของคอนกรีตโดยตรงในระยะแรกที่คอนกรีตแข็งตัว วิธีนี้นอกจากจะเป็นวิธีบ่มที่ดีแล้ว ยังสามารถช่วยลดอุณหภูมิที่ผิวคอนกรีตลงด้วยจึงเหมาะกับคอนกรีตที่เทในอากาศร้อน การบ่มแบบนี้ทำได้หลายวิธี สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 2.

2. วิธีป้องกันการเสียน้ำจากเนื้อคอนกรีต วิธีนี้เป็นการป้องกันความชื้นจากผิวคอนกรีตมิให้เล็ดลอดออกสู่ภายนอกการป้องกันความชื้นวิธีนี้ได้แก่ การใช้กระดาษกันน้ำ ผ้าพลาสติก หรือสารเคมี เป็นต้น อย่างไรก็ตามไม้แบบที่ยังไม่ถอดก็สามารถป้องกันการเสียความชื้นได้เช่นกัน วิธีการบ่มแบบนี้สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 2.7

2.9.2 การบ่มที่อุณหภูมิสูง เป็นการบ่มที่สามารถเร่งอัตราการเพิ่มกำลังได้อย่างรวดเร็ว เป็นที่นิยมการผลิตคอนกรีตสำเร็จรูป เช่น ท่อ คานและพื้น เป็นต้น ข้อดีในการปฏิบัติ คือ สามารถผลิตได้รวดเร็วขึ้น ประหยัดแบบหล่อเพราะสามารถถอดแบบได้เร็ว คอนกรีตมีกำลังสูงเร็ว ทนต่อการเคลื่อนย้ายและใช้งาน

ตารางที่ 2.6 วิธีการบ่มโดยเพิ่มความชื้น (ที่มา : ประณต กุลประสูตร. 2541 : 146)

วิธีการบ่ม	ข้อได้เปรียบ	ข้อเสียเปรียบ
1. การบ่มขังน้ำ เหมาะสมกับงานคอนกรีตที่มีพื้นราบ ช่น แผ่นพื้นทั่วไป ดาดฟ้า พื้นสะพาน ถนนทาง เท้า สนามบิน วิธีการ ทำโดยใช้ดินเหนียวหรือก่ออิฐทำเป็นคันโดยรอบของงานคอนกรีตที่จะบ่ม ข้อควรระวัง อย่าให้น้ำที่ใช้บ่มมีอุณภูมิต่ำกว่าคอนกรีตเกิน 10°C	1.ทำได้สะดวก ง่าย ราคาถูก 2.วัสดุหาง่าย เช่นดินเหนียวและน้ำ 3.ใช้คนงานระดับกรรมกรได้ 4. ซ่อมแซมได้สะดวกรวดเร็วและประหยัดค่าใช้จ่าย ตัวอย่างเช่นทำดินเหนียวและพังก็สามารถซ่อมได้ทันที	1.ต้องหมั่นตรวจดูรอยแตกร้าวของดินเหนียวที่นำมาใช้อยู่เสมอมิฉะนั้นน้ำจะซึมหนี 2.ต้องเก็บทำความสะอาดบริเวณคอนกรีตที่บ่มเมื่อเสร็จงานบ่มเรียบร้อยแล้ว

ตารางที่ 2.6 วิธีการบ่มโดยเพิ่มความชื้น (ที่มา : ประณต กุลประสูตร. 2541 : 146) (ต่อ)

วิธีการบ่ม	ข้อได้เปรียบ	ข้อเสียเปรียบ
2. โดยการฉีดน้ำหรือพรมน้ำ วิธีการ ใช้ได้ทั้งแนวราบและแนวดิ่ง เช่น ผนัง กำแพง และ พื้น	1.ทำได้สะดวกได้ผลดี 2.ค่าใช้จ่ายถูก 3.ใช้คนงานระดับกรรมกรได้ 4.ไม่ต้องดูแลตลอดเวลา	1.ไม่เหมาะสมกับสถานที่ที่หาน้ำได้ยาก 2.ไม่สะดวกกับการฉีดกับกำแพงในแนวดิ่ง เพราะน้ำจะแห้งเร็ว
3. โดยการใช้วัสดุเปียกชื้นคลุม วิธีการ เช่นนำผ้าใบกระสอบ ซึ่ง อุ้มน้ำได้ ถ้าเป็นผ้าใบควรเป็นสีขาว เพราะสะท้อนความร้อนได้ดีและรอยต่อต้องเหลื่อมกันให้มากถ้าใช้ฟางหรือขี้เลื่อยคลุมควรหนาไม่น้อยกว่า 15 ซม. คลุมให้ทั่วและฉีดน้ำให้ชุ่มเสมอ	1.ได้ผลดีมาก ราคาไม่สูงเกินกว่าที่จะทำ 2.ทำได้ทั้งแนวราบและดิ่งในกรณีที่ใช้ผ้าใบและกระสอบ 3.ใช้คนงานระดับกรรมกรทำได้ 4.สามารถหาวัสดุมาใช้ได้ง่าย	1.ถ้าอากาศร้อนจะแห้งเร็ว 2.ถ้าที่กว้าง ๆ ถ้าใช้ผ้าใบคลุมจะเสียค่าใช้จ่ายมาก 3.ต้องฉีดน้ำให้ชุ่มเสมอ 4.ต้องพิจารณาก่อนที่จะนำมาใช้วัสดุนั้นเป็นอันตรายต่อซีเมนต์หรือผิวคอนกรีตหรือไม่

ตารางที่ 2.7 วิธีป้องกันการสูญเสียน้ำจากเนื้อคอนกรีต (ที่มา : ประณต กุลประสูตร. 2541 : 146)

วิธีการบ่ม	ข้อได้เปรียบ	ข้อเสียเปรียบ
1.การใช้กระดาษกันน้ำซึมได้ คลุมกระดาษนี้ทำด้วยกระดาษเหนียวยึดติดกันด้วยกาวประเภทยางมะตอยและเสริมความเหนียวด้วยใยแก้ว และมีคุณสมบัติหดตัวมามาก รอยต่อควรเหลื่อมกันให้มากพอสมควร และรอยต่อระหว่างแผ่นต้องผนึกติดแน่นด้วยกาวหรือเทป หรือ ทรายก็ได้	1.ทำได้โดยสะดวก รวดเร็ว 2.ป้องกันคอนกรีตไม่ให้แห้งได้เร็ว 3.ใช้คนงานระดับกรรมกรได้	1.ราคาแพง 2.ไม่สะดวกในการปฏิบัติงาน 3.ไม่สะดวกในการเก็บรักษาต่อไป เมื่อนำมาใช้งานต่อ
2.การใช้วัสดุที่มีน้ำหนักเบาและสามารถใช้คลุมงานคอนกรีตที่จะบ่มได้ทันทีที่ต้องการ	1.มีน้ำหนักเบา 2.ได้ผลดีในการปองกันน้ำที่ระเหยออกไปจากคอนกรีต 3.ไม่ต้องราดน้ำให้ชุ่มอยู่ภายใน	1.บางมาก ชำรุดง่าย 2.ต้องหาของหนักทับเพื่อกันปลิว 3.ราคาแพง ถ้าใช้ในการคลุมงานคอนกรีตที่กว้างๆ

ตารางที่ 2.7 วิธีป้องกันการสูญเสียน้ำจากเนื้อคอนกรีต (ที่มา : ประณต กุลประสูตร. 2541 : 146) (ต่อ)

วิธีการบ่ม	ข้อได้เปรียบ	ข้อเสียเปรียบ
3.การบ่มด้วยน้ำยาเคมีเคลือบผิวคอนกรีต มีหลายสีด้วยกัน เช่น ใส ขาว เทาอ่อน และดำ สำหรับสีขาวจะเหมาะสมกว่า เพราะสะท้อนความร้อนและแสงได้ดีกว่า ดดยการใช้พ่นคลุมพื้นผิวคอนกรีตที่ต้องการใช้งานเร็วๆเช่นลานบิน หลังคากว้างๆ งานพิเศษต่างๆหรือตึกสูงๆที่น้ำส่งขึ้นไปได้ลำบาก	1.สะดวกรวดเร็ว 2.ได้ผลดีพอสมควร ถ้าน้ำยานั้นเป็นของแท้ และมีความเข้มข้นตามมาตรฐานของผู้ผลิต 3.ไม่ต้องคอยรอน้ำ 4.ไว้ใช้น้ำกรณีการบ่มด้วยวิธีอื่นไม่ไม่ได้ผล	1.ค่าใช้จ่ายสูง 2.ต้องจัดเตรียมเครื่องมือสำหรับพ่นทุกครั้ง 3.ต้องใช้บุคลากรที่เคยทำมาก่อนการพ่น 4.น้ำยาเคมีที่ใช้พ่นอาจทำอันตรายแก่ผู้ที่อยู่ในระยะใกล้เคียงได้
4.การบ่มโดยใช้แบบต้องพ่นไม้แบบให้มีความชุ่มอยู่เสมอไม้แบบจะป้องกันการสูญเสียความชื้นได้ดีมาก ฉะนั้นควรรักษาไม้แบบไว้ให้นานที่สุด หลังจากถอดแบบแล้วจึงใช้วิธีอื่นต่อไป	1.ทำได้สะดวก 2.ใช้คนงานระดับกรรมกรทำได้	1.ต้องใช้ไม้แบบจำนวนมาก 2.ช้าเพราะต้องนำไม้แบบไปใช้งานอื่นต่อไป 3.ถ้าเป็นไม้แบบเก่า ต้องเสียเวลาทำความสะอาดไม้แบบ

2.9.3 การบ่มด้วยไอน้ำที่ความกดดันต่ำ (Low Pressure Steam Curing) อุณหภูมิที่ใช้อยู่ระหว่าง 40–100 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิที่ให้ผลดีที่สุดจะอยู่ระหว่าง 65–80 องศาเซลเซียส การเลือกอุณหภูมิที่ใช้ขึ้นอยู่กับอัตราการเพิ่มกำลังและกำลังสูงสุดที่ต้องการ อุณหภูมิสูงจะทำให้กำลังสูงขึ้นอย่างรวดเร็วและกำลังประลัยสูงสุดจะมีค่าต่ำ อุณหภูมิที่ต่ำให้กำลังประลัยสูงสุดที่สูงแต่ด้วยอัตราการเพิ่มกำลังที่ต่ำ นอกจากอุณหภูมิสูงสุดที่ใช้บ่มแล้ว สิ่งที่สำคัญก็คือ เวลาที่ใช้ในการบ่มซึ่ง

ประกอบด้วยช่วงเวลา การค่อย ๆ เพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้น เวลาที่อุณหภูมิสูงสุดจริง และการลดอุณหภูมิลงสู่อุณหภูมิปกติ ควรทิ้งคอนกรีตไว้ที่อุณหภูมิปกติประมาณ 2-6 ชั่วโมงหลังการหล่อก่อนที่จะสัมผัสกับไอน้ำ ทั้งนี้เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาไฮเดรชั่น ขั้นเบื้องต้นก่อน อัตราการเพิ่มของอุณหภูมิไม่ควรให้เกิน 30 องศาเซลเซียส / ชั่วโมง เวลาที่คอนกรีตอยู่ภายใต้อุณหภูมิสูงสุดเป็นสิ่งกำหนดปริมาณกำลังที่เพิ่มขึ้นมีความสัมพันธ์กับผลคูณระหว่างเวลาและอุณหภูมิ ทั้งนี้ควรใช้อัตราการลดอุณหภูมิระหว่าง 20-30 องศาเซลเซียส / ชั่วโมง

2.9.4 การบ่มด้วยไอน้ำที่ความกดดันสูง (High Pressure Steam Curing) หากต้องการบ่มคอนกรีตด้วยอุณหภูมิเกิน 100 องศาเซลเซียส เราต้องให้ความกดดันสูงขึ้นและต้องบ่มคอนกรีตในภาชนะที่ปิดสนิท ซึ่งมีชื่อว่า Autoclave อุณหภูมิที่ใช้จะอยู่ในช่วง 160-210 องศาเซลเซียส มีความดัน 6-20 atm สารประกอบที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาเคมีภายใต้สภาวะดังกล่าวมีคุณสมบัติต่างจากสารซึ่งบ่มที่อุณหภูมิต่ำกว่า100 องศาเซลเซียสและมีผลดีที่สำคัญ คือ สามารถใช้คอนกรีตได้ภายใน 24 ชั่วโมงเพราะคอนกรีตมีกำลังสูงทัดเทียมการบ่มปกติเป็นเวลา 28 ชั่วโมง มีการหดตัวและการล้าลดลงมาก ทนเกลือซัลเฟตได้ดีขึ้นกำจัด Efflorescence มีความชื้นต่ำภายหลังการบ่ม

2.10 คอนกรีตมวลเบา

คอนกรีตเบา คือคอนกรีตที่มีน้ำหนักเบาและมีความหนาแน่นน้อยกว่าคอนกรีตที่นำมาใช้ในงานก่อสร้างทั่วไป ซึ่งสามรถนำมาใช้แทนส่วนประกอบของโครงสร้างเป็นผลทำให้ขนาดของโครงสร้างลดลงและรวมถึงลดแรงงานก่อสร้างด้วย อีกทั้งยังมีคุณสมบัติเป็นฉนวนกันความร้อนและเก็บเสียงได้ดีกว่าคอนกรีตธรรมดาคอนกรีตเบาสามารถจำแนกตามลักษณะการนำไปใช้งานได้เป็น 3 ประเภท ดังตารางที่ 2.8

2.10.1 ชนิดของคอนกรีต

1. คอนกรีตมวลรวมน้ำหนักเบา (Lightweight Aggregate Concrete)

เป็นคอนกรีตที่ใช้มวลรวมเบาแทนที่มวลรวมปกติ ซึ่งมวลรวมเบา (Lightweight Aggregate) มีหน่วยน้ำหนักระหว่าง 60-1,000 กก./ลบ.ม. เทียบกับ 1,000-1,750 กก./ลบ.ม. ของมวลรวมปกติหน่วยน้ำหนักของมวลรวมเบาแต่ละชนิด ดังแสดงไว้ในตารางที่ 7 และสามารถจำแนกมวลรวมเบาออกได้เป็น 4 ชนิด คือ

ก. มวลรวมเบาที่ได้จากธรรมชาติ ได้แก่ Vermiculite, Perlite, Pumice, และ Scoriaซึ่งเป็นลาวาที่พองตัวโดยธรรมชาติเวลาที่ภูเขาไฟระเบิด มวลรวมชนิดนี้นำมาใช้ผสมทำคอนกรีตที่ไม่ต้องการกำลังสูงมากนักและมวลรวมพวกนี้จะมีการดูดซึมน้ำมาก

ข. มวลรวมเบาที่ได้จากขบวนการผลิตเป็นคอนกรีตมวลเบาที่ใช้ผลิตคอนกรีตมากที่สุดสามารถจำแนกได้เป็น 3 ประเภท คือ

1. Expanded Clay Aggregate ได้จากการนำดินเหนียวมาผสมกับสารที่ก่อให้เกิดฟองอากาศ และนำไปเผาในหม้อเผา (Rotary Kiln) ที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ณ อุณหภูมินี้จะมีการขยายตัว เนื่องจากการเผาไหม้ของสารอินทรีย์เกิดเป็นฟองอากาศอยู่ในเนื้อหิน ลักษณะของหินพวกนี้มีรูปกลมแข็ง ผิวเรียบแน่น แต่เนื้อภายในเป็นโพรงอากาศ

2. Expanded Shale Aggregate ได้จากการนำดินดาน (Shale) มาผสมกับถ่านที่บดละเอียดแล้วนำไปเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส วัตถุดิบจะถูกหลอมรวมกันและจะมีฟองอากาศถูกกักไว้ภายในเนื้อหินลักษณะจะเป็นหินที่มีความแข็งแรงมาก หลังจากที่เผามวลรวมทั้ง 2 นี้ได้ที่แล้ว จะนำมวลเบาที่ได้ไปย่อยให้ได้ขนาดที่ต้องการมวลรวมเบาชนิดนี้จะมีความแข็งแรงคอนข้างดี จึงเป็นที่นิยมใช้ผลิตคอนกรีตมวลเบา

3. Sintered Fly Ash ได้จากการนำเอา Fly Ash หรือ SFA ที่ได้จากการเผาไหม้ของถ่านหินไปทำให้เป็นเม็ดก่อน แล้วจึงนำไปเผาที่อุณหภูมิประมาณ 1,400 องศาเซลเซียส อุณหภูมินี้อนุภาคของ Ash จะเกาะกันโดยผิวของมวลรวมเบาชนิดนี้ค่อนข้างเรียบ

ค. มวลรวมเบาที่ได้จากสารอินทรีย์ ได้แก่ แกลบ ขี้กลบ ขี้เลื่อย ฯลฯ มาใส่ผสมเข้าไปในคอนกรีต

ง. มวลรวมเบาที่ได้จากของเหลือของขบวนการผลิต ได้แก่ เถ้าที่หนัก (Furnace Bottom Ash) ที่ได้จากโรงไฟฟ้าที่ใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง และ Slag ที่ได้จากโรงงานอุตสาหกรรมหลอมเหล็ก เป็นการพ่นน้ำลงไปบน Slag ที่หลอมเหลวอันจะก่อให้เกิดฟองอากาศจำนวนมากในเนื้อ Slag ที่แข็งตัวหลังนำไปย่อยให้ได้ตามขนาดที่ต้องการ ส่วนใหญ่จะได้จากล้างเตาหลอมเหล็ก

ข้อควรระวังในการใช้งาน

การแยกตัว คอนกรีตที่ใช้มวลรวมเบา ถ้าส่วนผสมมีค่ายุบตัวมากหรือมาการจี้เขย่ามากเกินไปคอนกรีตจะทำให้คอนกรีตเกิดการแยกตัวโดยมวลรวมเบาจะลอยตัวสู่บริเวณผิวบน การแต่งผิวหน้าจึงทำได้ยาก

การดูดซึมน้ำ มวลรวมเบาจะดูดซึมน้ำมากดังนั้นผู้ออกแบบส่วนผสมต้องนำปัจจัยนี้มาพิจารณาและเลือกสัดส่วนผสมที่เหมาะสม รวมทั้งควรกำหนดวิธีผสมและเลือกประเภทน้ำยาผสมคอนกรีตที่เหมาะสมซึ่งจะเป็นการขจัดปัญหาเรื่องการดูดซึมน้ำของคอนกรีตประเภทนี้

การผสม การผสมที่ไม่ถูกวิธีหรือใช้เวลานานเกินไปอาจทำให้มวลรวมเบาแตก ความทนทานในงานคอนกรีตเสริมเหล็ก ผู้ออกแบบต้องระมัดระวังเรื่องการกรัดกร่อนเหล็กเสริม เนื่องจากความลึกที่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะเข้าทำปฏิกิริยา Carbonation จะสูงเป็น 2 เท่าของคอนกรีตปกติ

ตารางที่ 2.8 แสดงการจำแนกประเภทของคอนกรีตเบาตามลักษณะการนำไปใช้งาน
(ที่มา : ปูนซีเมนต์ไทย. 2537)

ประเภท	กำลังอัดรูปทรงลูกบาศก์ (กก./ตร.ซม.)	หน่วยน้ำหนัก (กก./ลบ.ม.)
คอนกรีตเบาสำหรับงานโครงสร้าง(Structural Lightweight Concrete)	180-480	1,4000-1,800
คอนกรีตสำหรับงานก่อสร้าง (Masonary Concrete)	100-180	500-800
คอนกรีตสำหรับงานฉนวนความร้อน (Insulating Concrete)	10-100	น้อยกว่า 800

2. คอนกรีตพรุนหรือโฟมคอนกรีต (Aerated or Foam Concrete) เป็นคอนกรีตเบาที่ได้จากการผสมฟองอากาศที่กระจายตัวอย่างสม่ำเสมอและคงที่ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของฟองอากาศอยู่ประมาณ 0.1–1 มิลลิเมตร ซึ่งจะทำให้คอนกรีตนั้นมีความพรุนหรือช่องว่างในตัวคอนกรีตขึ้น การผสมคอนกรีตสามารถทำได้ 2 วิธี คือ

ก. การผสมสารเคมีใส่ลงในมอร์ต้าหรือซีเมนต์เพสต์ แล้วทำการผสมหรือกวนจนเกิดฟองอากาศ

ข. ทำให้เกิดฟองอากาศก่อนแล้วจึงค่อยทำการผสมลงในมอร์ต้าหรือซีเมนต์เพสต์ นอกจากนี้ยังสามารถทำให้เกิดคอนกรีตพรุน (Aerated Concrete) ได้ โดยการใช้สารเคมี ซึ่งได้แก่ ผงอลูมิเนียม (Aluminium Powder) จะเป็นการทำให้เกิดฟองอากาศขนาดเล็กๆ จำนวนมากในเนื้อคอนกรีต และในการผสมโดยใช้ผงอลูมิเนียมนี้จะใส่ในปริมาณร้อยละ 0.2 โดยน้ำหนักของซีเมนต์ ซึ่งจะทำปฏิกิริยากับ Ca $(OH)_2$ ก่อให้เกิดฟองของไฮโดรเจนในคอนกรีตคอนกรีตพรุน (Aerated Concrete) สามารถที่จะทำการผสมโดยที่ไม่ต้องใช้ทรายมาเป็นวัสดุผสม ซึ่งจะใช้ไปในการทำฉนวน

ป้องกันความร้อน โดยส่วนใหญ่หน่วยน้ำหนักของคอนกรีตประเภทนี้จะอยู่ที่ประมาณ 200–300 กก./ลบ.ม. และส่วนในกรณีที่ใช้ทรายมาเป็นส่วนผสมก็จะมีหน่วยน้ำหนักประมาณ500-1,100 กก./ลบ.ม.

คุณสมบัติที่สำคัญของโฟมคอนกรีต จะช่วยให้คุณสมบัติทางด้านกำลังอัดและความสามารถนำความร้อนจะผันแปรโดยตรงต่อหน่วยน้ำหนัก โดยกำลังอัดจะเพิ่มขึ้นถ้าทำการบ่มโดยวิธีอบไอน้ำที่มีความดันสูง และยังเป็นการเสริมให้คอนกรีตที่ใช้โฟมมีความสามารถทนไฟได้ดีกว่าคอนกรีตปกติ ด้านการดูดซึมน้ำสูงทำให้คอนกรีตสามารถพัฒนากำลังได้อย่างต่อเนื่อง สามารถเลื่อยหรือตอกตะปูได้

ตารางที่ 2.9 ประเภทและคุณสมบัติของมวลรวมผสมเบา (ที่มา : ปูนซีเมนต์ไทย. 2537)

วัสดุ	หน่วยน้ำหนักมวลรวมเบา (กก./ลบ.ม.)	แหล่งกำเนิด	หน่วยน้ำหนักคอนกรีต (กก./ลบ.ม.)	กำลังอัดรูปทรงลูกบาศก์ (กก./ตร.ซม.)	การดูดซึมน้ำ (ร้อยละ)
Expanded Clay Expanded Shale	550–1,050	ทำจากวัสดุธรรมชาติ	1,100–1,850	180-450	5-15
Foamed Slay	650–900	สังเคราะห์	1,100–1,850	180-450	5-25
Sintered Fly Ash	600–1,000	สังเคราะห์	1,350-1,900	180-450	14-24
Vermiculite	65-200	ทำจากวัสดุธรรมชาติ	400-950	8–35	20-35
Perlite	65–200	ทำจากวัสดุธรรมชาติ	550-800	7–42	10-50
Pumice	-	ธรรมชาติ	800-1,300	50–60	สูงมาก
Crushed Stone	1,450-1,750	ธรรมชาติ	2,250-2,400	240-550	0.5–0.20

3. คอนกรีตไร้มวลรวมละเอียด (No-Fine Aggregate Concrete)

คอนกรีตประเภทนี้ได้จากการไม่ใส่มวลรวมละเอียดลงในส่วนผสมนั้น คือมีเพียงมวลรวมหยาบซึ่งจะถูกเคลือบด้วยซีเมนต์เพสต์จะมีความหนาประมาณ 1-3 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นผลทำให้เกิดช่องว่างระหว่างอนุภาคมวลรวมหยาบขนาดใหญ่ในเนื้อคอนกรีต ทำให้ความสามารถในการรับกำลังอัดของคอนกรีตลดลงน้ำหนักต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรของคอนกรีตไร้มวลรวมละเอียด จะขึ้นอยู่กับชนิดของมวลรวมหยาบที่ใช้และขนาดคละของมวลรวมเป็นหลัก ซึ่งมวลรวมที่มีขนาดเดียวกันจะมีความหนาแน่นน้อยกว่ามวลรวมที่มีส่วนคละประมาณร้อยละ 10

โดยทั่วไปคอนกรีตไร้มวลรวมละเอียดจะมีความหนาแน่นประมาณ 1,600-2,000 กก./ลบ.ม. แต่ถ้าใช้มวลรวมเบาที่สามรถทำหน่วยน้ำหนักอาจเหลือเพียง 640 กก./ลบ.ม. การใช้งานคอนกรีตแระเภทนี้ควรจี้เขย่าอัดคอนกรีตเข้าแบบเพียงเล็กน้อย เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาน้ำปูนไหลออกจากหิน เราสามารถวัดค่าความสามารถเทได้ของคอนกรีตประเภทนี้โดยการตรวจสอบด้วยสายตาว่าน้ำปูนเคลือบผิวหินอย่างทั่วถึงหรือไม่ ซึ่งถือเป็นการเพียงพอแล้วรวมทั้งคอนกรีตประเภทนี้ไม่มีการแยกตัวจึงสามารถเทได้ทุกความสูงของแบบ

กำลังอัดของคอนกรีตไร้มวลรวมละเอียดนี้จะรับได้ประมาณ 18-180 กก./ตร.ซม. ขึ้นอยู่กับหน่วยน้ำหนักของคอนกรีต ซึ่งสัมพันธ์โดยรงต่อปริมาณปูนซีเมนต์ที่ใช้ ส่วนค่าอัตราส่วนของน้ำต่อซีเมนต์ (W/C) ที่เหมาะสมควรอยู่ระหว่าง 0.38-0.52 เนื่องจากคอนกรีตนี้มีการยึดเกาะกันเพียงเล็กน้อย จึงควรทิ้งคอนกรีตไว้นานพอสมควร ทำให้คอนกรีตพัฒนากำลังอัดคอนกรีตที่ไร้มวลรวมละเอียดนี้ มักไม่ใช้กับงานคอนกรีตเสริมเหล็ก แต่ถ้าต้องการใช้ควรที่จะเคลือบเหล็กเสริมด้วยน้ำปูนให้หนาประมาณ 3.0 มิลลิเมตร เพื่อเพิ่มแรงยึดเกาะและป้องกันการกัดกร่อน วิธีที่ง่ายที่สุดในการเคลือบเหล็กเสริมคือ การใช้วิธีพ่น (Shotcreting) โดยทั่วไปจะใช้ปูนซีเมนต์ประมาณ 70-130 กก./ลบ.ม. ดังนั้นราคาของคอนกรีตประเภทนี้จึงต่ำมาก

4. ตะกรันเม็ดเตาเผา (Furnace Clinker)

มวลรวมชนิดนี้ผลิตขึ้นโดยการนำเอากากที่เหลือจากการเผาไหม้อย่างดีในเตาไฟมาเผา หรือหลอมให้เป็นก้อนจนกระทั่งมีคุณสมบัติและคุณภาพถูกต้องตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ เช่น ขีดจำกัดสำหรับปริมาณซัลเฟต และปริมาณวัสดุที่เผาไหม้ไม่หมดรวมทั้งหลักปฏิบัติสำหรับการทดสอบการยืดตัว (Soundness Test) ในมาตรฐานอังกฤษ BS 1165 ปริมาณของการที่เผาไหม้ไม่

หมดสามารถทำให้ลดลงได้โดยการร่อนด้วยตะแกรงขนาด 6 มิลลิเมตร และแยกส่วนที่ละเอียดออก เพลิงที่เผาไหม้ไม่หมดสวนที่เหลือเป็นวัสดุหยาบซึ่งสามารถนำมาบดและแยกขนาดตามความต้องการได้อีกทางหนึ่งเชื้อเพลิงที่ยังเผาไหม้ไม่หมดสามารถแยกออกได้โดยการนำกากที่ได้กลับมาเผาไหม้บนแท่นเผาที่สามารถใช้ลมเป่าเพื่อการเผาไหม้ที่ดีขึ้น วัสดุที่เผาแล้วเป็นก้อน (Clinker) บางส่วนมีผงปูนขาวที่ยังไม่ได้ประกอบกับน้ำ (Quicklime) ปนอยู่สิ่งนี้จะขยายตัวช้าๆ เมื่อถูกน้ำในกรณีที่มีการฉาบปูนจะทำให้ปูนฉาบเกิดการบวมเนื่องจากน้ำในปูนฉาบทำให้ตะกรันเม็ดเกิดการขยายตัวการแก้ไขสามารถทำได้โดยการเก็บตะกรันเม็ดไว้ในที่ชื้นเป็นเวลา 2–3 อาทิตย์ ก่อนที่จะนำมาใช้งาน สิ่งที่เจือปนทั่วๆไปอีกอันหนึ่ง คือ เหล็กซึ่งสามารถทำให้เกิดรอยสนิมในคอนกรีตได้ สิ่งที่เจือปนนี้สามารถแยกออกได้โดยการดูดด้วยแม่เหล็กขณะที่ทำการบด

ประโยชน์ของมวลรวมชนิดนี้มีขีดจำกัดในงานคอนกรีตเสริมเหล็ก เพราะสิ่งเจือปนในตะกรันเม็ดมีผลทำให้เหล็กเสริมเกิดเป็นสนิมได้ง่าย บางประเทศถึงกับห้ามใช้สำหรับคอนกรีตเสริมเหล็ก

วัตถุดิบสำหรับทำมวลรวมชนิดนี้เป็นผลพลอยได้จากโรงไฟฟ้าหรือโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ ที่ใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง และโรงงานปูนซีเมนต์ ราคาโดยทั่วๆ ไปถูก แต่สำหรับประเทศไทยวัสดุนี้อาจจะมีปริมาณไม่มากพอที่จะนำมาเป็นวัสดุก่อสร้างอย่างเป็นล่ำเป็นสันได้

5. ตะกรันเตาถลุง (Foamed Blast Furnace Slag)

เป็นวัสดุชนิดนี้ผลิตได้โดยการนำเอาตะกรันโลหะที่เกิดขึ้นในเตาถลุงโลหะมา และให้สัมผัสกับน้ำจำนวนจำกัดจำนวนหนึ่ง ขณะที่ตะกรันโลหะยังร้อนเหลวอยู่ หรือโดยการพ่นไอน้ำและอากาศฉีดตรงไปยังมูลโลหะร้อนเหลวที่ไหลออกมา การทำเช่นนี้โดยวิธีใดวิธีหนึ่ง ทำให้ตะกรันโลหะเกิดการขยายตัวและกลายเป็นวัสดุที่มีรูพรุนคล้ายกับพัมมิซ วัสดุที่ได้จะถูกนำมาบดแล้วร่อนแยกขนาดให้ได้ขนาดตามที่ต้องการสำหรับมวลรวม ความหนาแน่นอยู่ระหว่าง 320–880 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดที่แยกไว้ มวลรวมชนิดนี้ใช้ทำคอนกรีตหล่อในที่สำหรับเป็นฉนวนหลังคากันความร้อน แต่ส่วนใหญ่ใช้ทำคอนกรีตบล็อกน้ำหนักเบา นอกจากนี้ยังสามารถใช้ในงานคอนกรีตเสริมเหล็กได้อีกด้วยแหล่งวัตถุดิบสำหรับมวลรวมชนิดนี้คือ โรงงานถลุงเหล็ก โรงงานหลอมเหล็ก และโรงงานทำเหล็กกล้า ซึ่งกำลังจะมีมากขึ้นในประเทศไทย

6. ขี้เถ้าเชื้อเพลิงผง (Sintered Pulverised Fuel Ash)

ขี้เถ้าเชื้อเพลิงแบบนี้เป็นกากที่เหลือจากการเผาไหม้ของผงถ่านหิน กากนี้เป็นผง

สีเทา และมีความละเอียดใกล้เคียงกับปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ผงขี้เถ้าเชื่อเพลิงนี้สามารถนำมาทำเป็นมวลรวมน้ำหนักเบาได้โดยการนำเอาผงละเอียดนี้มาทำให้ขึ้นแล้วทำให้เป็นลูกกลมๆ หลังจากการเผาที่อุณหภูมิประมาณ 1,200 องศาเซลเซียส วัสดุที่ได้จะมีลักษณะแข็งเป็นปุ่ม และมีรูพรุน วัสดุเหล่านี้สามารถนำไปบดและแยกขนาดเพื่อไปใช้เป็นมวลรวมน้ำหนักเบา สำหรับทำคอนกรีตบล็อก ทำแผ่นคอนกรีตเบา ทำคอนกรีตเสริมเหล็ก กระทั่งทำคอนกรีตอัดแรง ถ้าการหล่อคอนกรีตได้รับการอัดแน่นอย่างดี ในประเทศไทย ขี้เถ้าผงถ่านหินนี้สามารถหาได้ที่โรงไฟฟ้าถ่านหินลิกไนท์แม่เมาะ จังหวัดลำปาง แต่ผลพลอยได้นี้อาจจะมีไม่มากพอสำหรับทำอุตสาหกรรมคอนกรีต

7. หินกระดานชนวนพองตัว หินเชลพองตัว และดินเหนียวพองตัว (Expanded Clay,Shale, and Slate) เมื่อดินเหนียวบางชนิดหรือหินเชลบางชนิดถูกนำมาเผาจนเกือบถึงจุดหลอมเหลว มันจะขยายตัวหรือพองตัวขึ้นเนื่องจากการเกิดแก๊สขึ้นภายในเนื้อวัสดุ และเมื่อเย็นลงโครงสร้างที่ประกอบด้วยโพรงเล็กๆยังคงอยู่ วัสดุน้ำหนักเบาที่ได้นี้จึงเหมาะสมที่ใช้เป็นมวลรวมสำหรับคอนกรีตเบา ดินเหนียวบางชนิดไม่มีสารประกอบที่จะทำให้เกิดฟองแก๊สขึ้นได้เมื่อได้รับความร้อน แต่สามารถทำให้พองตัวได้โดยการเติมวัสดุบางอย่างประมาณร้อยละ 1 โดยน้ำหนักเพื่อช่วยให้เกิดฟองแก๊สขึ้นได้เมื่อได้รับความร้อน วัสดุเติมเหล่านี้ได้แก่ ถ่านหิน ขี้เลื่อย แกลบ ฟาง มูลวัว และน้ำอ้อย มวลรวมแบบพองตัวนี้อาจจะผลิตให้มีลักษณะเป็นลูกกลมโดยการเผาในเตาหมุน (Rotary Kiln)หรืออาจจะผลิตให้เป็นเศษชิ้นเล็กชิ้นน้อยจากการบดก้อนวัสดุพรุนที่ทำขึ้นโดยการเผาบนเตา Sinter–Strand ก็ได้ ประโยชน์ของมันใช้ทำคอนกรีตบล็อก ทำชิ้นส่วนคอนกรีตเสริมเหล็กและทำชิ้นส่วนคอนกรีตอัดแรง

นอกจากนี้ หินกระดานชนวนบางชนิด เมื่อนำมาเผาให้ร้อนอย่างรวดเร็ว จะเกิดการขยายตัวหรือพองตัวขึ้นคล้ายๆกันกับดินเหนียวและหินเชล วัสดุที่ได้เป็นรูพรุนและมีน้ำหนักเบา ซึ่งสามารถใช้เป็นมวลรวมน้ำหนักเบาสำหรับคอนกรีตได้เป็นอย่างดี

ในประเทศไทย ดินเหนียวที่มีคุณสมบัติเหมาะสมการผลิตเป็นวัสดุน้ำหนักเบามีอยู่ในจังหวัดอยุธยาและจังหวัดปทุมธานี แต่เนื่องจากการเผาต้องการอุณหภูมิสูงมาก (ประมาณ 1,000 องศาเซลเซียส) ต้นทุนการผลิตมวลรวมน้ำหนักเบาจากดินเหนียวอาจจะสูงมากจนไม่คุ้มประโยชน์ ความหนาแน่นธรรมชาติของมวลรวมน้ำหนักเบาชนิดนี้อยู่ในระหว่าง 300–900 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร สำหรับดินเหนียวพองตัวอยู่ในระหว่าง 400–1,200 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

8. พัมมิซ (Pumice)

เป็นวัสดุน้ำหนักเบาที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติจากการระเบิดของภูเขาไฟ การขยายตัวหนีของแก๊สที่ระเบิดขึ้นมีผลให้วัสดุเต็มไปด้วยรูพรุน โดยปกติวัสดุนี้มีสีอ่อนและมีเนื้อเป็นโพรงเล็กๆ เชื่อมโยงติดต่อกันอย่างสม่ำเสมอ หินภูเขาไฟอีกชนิดมีลักษณะคล้ายๆ กันพัมมิซคือ Scoria ซึ่งโดยปกติมีสีเข้มกว่าเซลล์ในเนื้อวัสดุมีรูปร่างขรุขระและขนาดใหญ่กว่าและเซลล์เหล่านี้ไม่ติดต่อกัน พัมมิซที่ขุดได้มาโดยทั่วไปจะถูกเจือปนไปด้วยฝุ่นผงภูเขาไฟ ดินเหนียว และหินเชล สิ่งเจือปนเหล่านี้ควรจะต้องล้างให้หมดไปจากการบด พัมซิมที่บดจนได้ขนาดตามที่ต้องการแล้วสามารถทำให้แข็งแกร่งยิ่งขึ้นไปอีกได้ โดยการเผาให้ร้อนจนเกือบถึงจุดหลอมละลาย ประโยชน์ของหินชนิดนี้ใช้ทำคอนกรีตบล็อก ชิ้นส่วนคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อสำเร็จมวลรวมน้ำหนักเบาชนิดไม่เหมาะที่จะนำมาใช้กับงานคอนกรีตหล่อในที่เพราะว่ามีแนวโน้มที่จะลอยขึ้นสู่ผิวบนซึ่งนำไปสู่การแยกตัวของคอนกรีต ในการใช้กับเหล็กเสริมมวลรวมชนิดนี้จะต้องผ่านการล้างอย่างดี เพื่อขจัดสิ่งสกปรกที่เจือปนอยู่ วัสดุน้ำหนักเบาชนิดนี้ดูเหมือนจะหาได้ยากมากในประเทศไทย ความหนาแน่นธรรมชาติของพัมมิซอยู่ระหว่าง 350–650 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

9. เปอร์ไลท์พองตัวและเวอร์มิคูไลท์พองตัว (Expanded Perlite and Vermiculite)

เปอร์ไลท์เป็นหินภูเขาไฟที่มีลักษณะคล้ายแก้ว ส่วนเวอร์มิคูไลท์เป็นแร่ที่มีลักษณะเป็นเกล็ดคล้ายไมกา (Mica) วัสดุทั้งสองชนิดนี้เมื่อได้รับความร้อนถึงอุณหภูมิที่เหมาะสมจะขยายตัวจนกลายเป็นวัสดุพรุนเหมาะที่จะนำมาใช้เป็นมวลรวมน้ำหนักเบาในคอนกรีตสำหรับป้องกันความร้อน แต่ไม่เหมาะสมสำหรับใช้ในคอนกรีตโครงสร้างเพราะคอนกรีตที่ทำด้วยมวลรวมน้ำหนักเบาทั้งสองชนิดนี้มีกำลังต่ำ หินทั้งสองชนิดนี้หาได้ยากมากในประเทศไทย ความหนาแน่นธรรมชาติของมันอยู่ในระหว่าง 40–200 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

10. ไดอะตอมไมท์ (Diatomite)

วัสดุน้ำหนักเบาชนิดนี้เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และมีชื่อที่รู้จักกันทั่วๆไปหลายชื่อเช่น Kieaelgus, Tripolite, Fossil, Flour เป็นต้น ประโยชน์ที่สำคัญของมันในงานก่อสร้างคือใช้เป็นตัวช่วยให้คอนกรีตทำงานได้ดีขึ้น และการเผาในเตาหมุนจะทำให้วัสดุชนิดนี้กลายมวลรวมน้ำหนักเบาอย่างดีสำหรับคอนกรีต ความหนาแน่นธรรมชาติของมวลรวมชนิดนี้อยู่ในราว 3,430 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร แหล่งวัตถุดิบในประเทศไทยอยู่ที่อำเภอเกาะเคา จังหวัดลำปาง และเชื่อว่ามีเป็นจำนวนมากราคาวัสดุดิบชนิดนี้ค่อยข้างตัวต่ำ

11. มวลรวมสารอินทรีย์ (Organic Aggregates)

ซึ่งเกิดขึ้นตามธรรมชาติบางชนิดสามารถใช้เป็นมวลรวมสำหรับคอนกรีตเบาได้ สารอินทรีย์ที่กล่าวมานี้ได้แก่ กากของพืชผล เช่นเปลือกข้าวหรือแกลบ แต่ที่สำคัญที่สุดในบรรดามวลรวมชนิดนี้ คือผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมไม้ ขี้เลื่อย สามารถใช้เป็นมวลรวมผสมกับคอนกรีตได้ และให้ผลิตภัณฑ์ที่เรียกว่า "Sax Dust-Cement" นอกจากนี้ขี้กบก็อาจจะใช้เป็นมวลรวมสำหรับคอนกรีตเบาได้ด้วย ข้อเสียของมวลรวมชนิดนี้ คือ เมื่อคอนกรีตแห้งจะมีการหดตัวมาก ดังนั้นประโยชน์ของมวลรวมชนิดนี้จึงมีขอบเขตใช้งานจำกัด การหดตัวอย่างมากเมื่อแห้งนี้อาจจะแก้ไขได้โดยการเติมทรายเขาไปในส่วนผสมซีเมนต์ ขี้เลื่อย แต่ต้องแลกกับการมีความหนาแน่นเพิ่มขึ้นและความเป็นฉนวนกันความร้อนลดลง

ในปัจจุบันสารอินทรีย์สังเคราะห์เป็นจำนวนมากที่สามารถใช้เป็นมวลรวมน้ำหนักเบาได้เช่นFoamed Polystyrene และ Polypropylene Fibers ซึ่งมีประโยชน์มากสำหรับเป็นตัวฉนวนกันความร้อนสูงๆเนื่องจากสารสังเคราะห์นี้มีราคาแพงมากในประเทศไทย ดังนั้นจึงมีผู้ทำการทดลองนำเอาเศษพืชที่ทิ้งแล้วมาดัดแปลง เพื่อทำหน้าที่คล้ายกับสารสังเคราะห์ดังกล่าว และปรากฏว่าได้ผล เศษพืชผลนี้ ได้แก่ซางข้าวโพดตากแห้ง

2.10.2 คุณสมบัติของคอนกรีตเบา

1. ความแข็งแรง

ค่ากำลังอัดที่อายุการบ่ม 28 วัน ของคอนกรีตเบาจะมีค่าประมาณ 10-140 กก./ตร.ซม. ยกเว้นคอนกรีตมวลรวมน้ำหนักเบาสำหรับโครงสร้าง ซึ่งมีค่ากำลังอัด 100-240 กก./ตร.ซม. สำหรับค่ากำลังอัดของคอนกรีตเบาทั่วไปอาจทำให้สูงขึ้น โดยการใช้ทรายธรรมชาติแทนมวลรวมน้ำหนักเบา แต่อาจทำให้คอนกรีตมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น และคอนรีตที่มีความหนาแน่นต่ำจะมีค่าความแข็งแรงน้อยกว่าคอนกรีตที่มีความหนาแน่นสูงกว่า ค่าสัมประสิทธิ์การแตกหัก (Modulus of Rupture) ของคอนกรีตมวลรวมน้ำหนักเบาทั่วๆ ไปจะสูงกว่าคอนกรีตมวลรวมน้ำหนักมากที่มีกำลังอัดเท่ากัน ค่าพิกัดความยืดหยุ่น หรือค่า E (Modulus of Elasticity) ของคอนกรีตมวลรวมน้ำหนักเบาจะต่ำกว่าคอนกรีตธรรมดา โดยค่า E ของมวลรวมคอนกรีตเบาจะอยู่ระหว่าง 1/3 ถึง 2/3 ของคอนกรีตธรรมดา และค่า E ของคอนกรีตพรุนจะมีค่าต่ำกว่า และค่า Poisson's ของคอนกรีตเบาจะเท่ากับคอนกรีตธรรมดา

2. ความคงทน

คอนกรีตเบาโดยทั่วไป ไม่สามารถทนทานต่อการกัดกร่อนจากสารเคมี จึงไม่เหมาะสมกับการใช้งานในสภาพแวดล้อมที่มีสารซัลเฟตสูงปนอยู่หรือดินขึ้น และการกระทบกระแทกจากแรงภายนอกเนื่องจากคอนกรีตเบานั้นมีความพรุนมาก ความเค้นทางกายภาพมีผลต่อคอนกรีตเบาเนื่องจากสัมประสิทธิ์การขยายตัวของคอนกรีตเบามีค่าอยู่ระหว่าง 7X10-6 ถึง 14X10-6 ต่อองศาเซนติเกรด ดังนั้นการหดตัวเมื่อแห้ง และการเปลี่ยนแปลงความชื้นในคอนกรีตเบาบางกรณีอาจมีค่าสูงการแตกหักของคอนกรีต เนื่องจากแรงภายนอกอาจจะมีผลมาจากการขัดสี การกระแทกและการรับน้ำหนักมากเกินไป ซึ่งจะทำให้โครงสร้างของคอนกรีตเกิดการเสียหายได้

3. การหดตัวเมื่อแห้ง และการคืบตัว

โดยปกติแล้วคอนกรีตเบาจะมีการหดตัวมากกว่าคอนกรีตธรรมดา และจะมีค่าการหดตัวอยู่ประมาณร้อยละ 5–40 ส่วนคอนกรีตพรุนจะมีค่าการหดตัวมากกว่าคอนกรีตมวลรวมน้ำหนักเบา 5–10 เท่าในบางครั้ง ค่าการหดตัวเหล่านี้จึงจำเป็นสำหรับการนำมาคำนวณออกแบบ เพื่อที่จะป้องกันการแตกตัว การคืบตัวหรือการล้าของคอนกรีตเบาโดยทั่วไปแล้ว จะมีการคืบตัวและยืดตัวตามความชื้นมากกว่าคอนกรีตธรรมดา ซึ่งการคืบตัวมากๆ จะสามารถช่วยลดความเค้นดึงเนื่องจากการหดตัวอีกทั้งยังช่วยลดภัยจากการแตกร้าวได้

4. การป้องกันไฟ

คอนกรีตเบานั้นมีความต้านทานเพลิงได้ดีกว่าคอนกรีตธรรมดาเนื่องจากคอนกรีตเบาเป็นฉนวนกันความร้อนได้ดีบางครั้งจึงนิยมใช้คอนกรีตเบาเป็นวัสดุคุ้มโครงสร้างเหล็กกล้าเพื่อป้องกันเหล็กเวลาเกิดเพลิงไหม้ ซึ่งจะช่วยให้เหล็กไม่เสียคุณสมบัติ ทั้งนี้การต้านทานไฟนั้นขึ้นอยู่กับความหนาของคอนกรีตเบาด้วย

5. การเป็นฉนวนกันความร้อนและการเก็บเสียงสะท้อนเสียง

คอนกรีตเบานั้นเป็นฉนวนกันความร้อยได้ดี เนื่องจากการมีความพรุนมากในเนื้อคอนกรีตจึงทำให้คอนกรีตเบามีการนำความร้อนต่ำ และคอนกรีตเบายังสามารถเก็บเสียงได้ดีกว่าคอนกรีตธรรมดา แต่ถ้าทำการปรับแต่งผิวหน้าของคอนกรีตโดยการฉาบเรียบเสียใหม่ คอนกรีตเบายังสามารถสะท้อนเสียงได้สูงมากด้วย

2.10.3 ประโยชน์ของคอนกรีตเบา

คอนกรีตเบามีคุณสมบัติเด่นหลายประการที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้ดี เช่น มีน้ำหนักเบาป้องกันความร้อน รวมทั้งป้องกันเสียงสะท้อนได้ดีอีกด้วย อย่างไรก็ตามเราสามารถจะนำมาประยุกต์การใช้งานได้ดังนี้

1. ใช้ทำวัสดุสำเร็จรูป เช่น อิฐบล็อก (Masonry Block) กำแพงสำเร็จรูป ใช้สำหรับกำแพงประเภทที่รับน้ำหนักหรือไม่รับน้ำหนัก (Load-Bearing of Nonload-Bearing Wall) คอนกรีตมวลรวมน้ำหนักเบาและคอนกรีตฟองอากาศหล่อสำเร็จนิยมใช้กันมาก สำหรับทำคอนกรีตบล็อกบล็อกเหล่านี้อาจทำเป็นแบบกลวงหรือเนื้อเต็มก็ได้ และสามารถผลิตได้ง่ายมากในขนาดต่างๆ หลายขนาดคุณสมบัติต่างๆ กล่าวคือความหนาแน่น ความแข็งแรงขึ้นอยู่กับส่วนผสมของคอนกรีตและวิธีการผลิตสำหรับการใช้คอนกรีตเบาทำกำแพงเพื่อรับน้ำหนัก กำแพงควรหนาไม่น้อยกว่า 3 นิ้ว กำแพงที่สร้างด้วยคอนกรีตเบานี้เป็นที่นิยมแพร่หลายในต่างประเทศ เนื่องจากเป็นฉนวนกันความร้อนที่ดีและมีน้ำหนักเบาจนสามารถลดขนาดของคานและเสาได้เป็นอย่างดีอีกทั้งยังมีความสม่ำเสมอในด้านขนาดและคุณสมบัติทางกายภาพ

2. ใช้คอนกรีตน้ำหนักเบาเสริมเหล็ก คอนกรีตมวลรวมน้ำหนักเบาสามารถนำไปใช้กับองค์โครงสร้างสำคัญๆ เช่น เสาและคานได้ถ้าได้รับการบดอัดเป็นอย่างดี สำหรับกรณีที่ความแข็งแรงมีความสำคัญน้อยกว่าการเป็นฉนวนกันความร้อนที่ดี คอนกรีตมวลรวมน้ำหนักเบาที่ใช้อาจจะไม่ต้องอัดแน่นมากก็ได้ การให้ส่วนผสมที่ถูกต้องและการอัดแน่นที่ดี การเพิ่มกำลังอัดของคอนกรีตนี้มักจะตามมาด้วยการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพอื่นๆ เช่น ความหนาแน่น กำ ลังดึงและพิกัดค่าความยืดหยุ่นเพราะฉะนั้นคอนกรีตมวลรวมน้ำหนักเบาส่วนใหญ่สมารถใช้งานคอนกรีตเสริมเหล็กและกระทั่งงานคอนกรีตอัดแรงได้ แต่ต้องนำคุสมบัติพิเศษต่างๆ ของวัสดุมาพิจารณาในการออกแบบโครงสร้างด้วย คอนกรีตเบาเสริมเหล็กใช้เป็นส่วนใหญ่ในชิ้นส่วนที่รับน้ำหนักแระเภท Flexural Member ตั้งแต่ Span สั้นๆ จนถึง 15 ฟุต อย่างไรก็ตามชิ้นส่วนของกำแพงรับน้ำหนัก (Load-Bearing Wall Unit) มักจะสูงเท่ากับความสูงของชั้น (Store-High) และเป็นพื้นที่แคบๆ (Narrew Slaps) และเชื่อมเข้ากันตรงมุมด้านตัง โดยใช้มอร์ต้าเทเชื่อมในสถานที่ก่อสร้างอีกครั้ง แต่สำหรับกำแพงที่ไม่รับน้ำหนักชิ้นส่วนของกำแพงอาจทำในแนวนอน โดยประกอบระหว่างเสารับด้วย นอกจากนี้คอนกรีตพรุนหล่อสำเร็จก็สามารถใช้เป็นคอนกรีตเสริมเหล็กได้ด้วยถ้ามีการป้องกันการเกิดสนิมของเหล็กอย่างดี

3. ใช้คอนกรีตรองพื้น น้ำหนักของหลังคาแบบเรียบและคอนกรีตของอาคารสามารถทำให้ลดลงได้มาก ถ้าใช้คอนกรีตมวลรวมน้ำหนักเบาประเภทอัดแน่นบางส่วนหรืออคนกรีตฟองอากาศแบบหล่อในที่เป็นวัสดุรองพื้น นอกจากจะลดน้ำหนักของอาคารลงแล้วคอนกรีตรองพื้นน้ำหนักเบานี้ยังเป็นฉนวนกันความร้องอย่างดีอีกด้วย การรองพื้นนี้มักจะต้องเททับด้วย ปูนซีเมนต์ผสมทรายสะอาดหรือมวลรวมละเอียดอื่นๆ ในอัตราส่วน 1 : 4 ก่อนการปูด้วยกระเบื้องหลังคาหรือการตบแต่งพื้นไม่ควรต่ำกว่า 40 มิลลิเมตร แต่เพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนของหลังคาความหนาต้องมจกกว่านี้ ชนิดของคอนกรีตน้ำหนักเบาที่นำมาใช้ในงานนี้มีดังต่อไปนี้ พวกเพอร์ไรต์พองตัวหรือเวอร์มิคูไลต์พองตัว และคอนกรีตฟองอากาศ ซึ่งจะทำให้มีน้ำหนักเบาเป็นฉนวนกันความร้อนที่ดีแต่ถ้าต้องการให้คอนกรีตมีกำลังสูงด้วยควรใช้พวกตะกรันถลุงขี้เถ้าเชื้อเพลิงหรือดินเหนียวพองตัวหินเชลหรือหินกระดานชนวนพองตัวในอัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อมวลรวม1 : 8 ถึง 1 : 1 นอกจากประโยชน์ที่กล่าวมาคอนกรีตเบายังมีประโยชน์อีกมากมาย และมีคุณสมบัติที่มีน้ำหนักเบา เป็นฉนวนกันความร้อนได้ดี รวมทั้งสามารถป้องกันเสียงได้ดีอีกด้วย ดังนั้นการประยุกต์ใช้งานจึงทำได้กว้างขวาง

4. การเป็นฉนวนกันความร้อน ลักษณะเด่นที่ดีที่สุดของคอนกรีตเบา คือ การเป็นตัวนำความร้อนที่เลวคุณสมบัติอันนี้มีผลเนื่องมาจากโพรงอากาศของวัสดุ ความต้านทานการไหลผ่านของความร้อนนี้มีประโยชน์มากสำหรับประเทศหนาว กับสำหรับประเทศร้อนในการทำให้อากาศในอาคารมีอุณหภูมิที่เหมาะและช่วยลดค่าใช้จ่ายของเครื่องทำความร้อนหรือเครื่องปรับอากาศภายในอาคาร ค่าการนำความร้อนของคอนกรีตเบาชนิดต่าง

5. การเป็นสนิมของเหล็ก อุปสรรคสำคัญอันหนึ่งที่ทำให้คอนกรีตเบาไม่เป็นที่นิยมแพร่หลายในงานคอนกรีตเสริมเหล็กเท่าที่ควรคือ ความเป็นรูพรุนของเนื้อคอนกรีต ซึ่งอาจจะเป็นช่องทางให้อากาศเสียและความชื้นเข้าไปกัดเหล็กเสริมได้ง่าย อย่างไรก็ตาม เรื่องนี้สามารถป้องกันได้โดยการใช้คอนกรีตเบาประเภทอัดแน่นอย่างดีสำหรับโครงสร้าง คอนกรีตชนิดนี้โดยเฉพาะที่ผสมด้วยมวลรวมน้ำหนักเบาที่เฉื่อยต่อปฏิกิริยาทางเคมี สามารถเป็นตัวต้านทานต่อการก่อให้เกิดสนิมของเหล็กและการเสื่อมโทรมของตัวมันเองได้อย่างดีพอๆ กับคอนกรีตธรรมดา คุณภาพของคอนกรีตเองก็มีอิทธิพลอย่างมากต่อสมรรถนะและความทนทานของคอนกรีตเสริมเหล็กมากกว่าชนิดของมวลรวมน้ำหนักที่ใช้ ประสบการณ์ในการใช้งานคอนกรีตเสริมเหล็กที่ทำจากมวลรวมน้ำหนักเบาชนิดต่างๆ ทั้งในทวีปและอเมริกา ได้สนับสนุนประโยชน์ของวัสดุนี้อย่างมาก เช่น การทำเรือคอนกรีตเบาเสริมเหล็กในสงครามโลกครั้งที่ 2 การสร้างเรือลอยน้ำสำหรับยกพลขึ้นบก ในระหว่างการบุกยุโรปของ

สงครามโลกครั้งที่ 2 การทำอาคารที่อยู่อาศัยและโรงงานบนฝั่งทะเลทางใต้ของประเทศอังกฤษมากกว่า 40 ปี และการทำแผ่นวัสดุฉนวนกับความร้อนสำหรับเหมืองถ่านหินเป็นต้น การเกิดสนิมนั้นเนื่องมาจากความชื้นและแก๊สออกซิเจนอิสระทำปฏิกิริยากับเหล็กและในบรรยากาศที่มีสารประกอบซัลเฟอร์และคลอไรด์ การผุร่อนจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วดังนั้น เพื่อการป้องกันให้เพียงพอ คอนกรีตต้องหุ้มเหล็กเสริมต้องอย่างน้อย 50 มิลลิเมตร แต่ในกรณีที่สภาพแวดล้อมเลวร้ายจริงๆ เช่น ใน บรรยากาศที่ความชื้นมากๆ หรือในดินที่มีสารเคมีเป็นปฏิปักย์คอนกรีตหุ้มควรจะมีความหนา 75 มิลลิเมตร ขึ้นไป ไม่ว่ามวลรวมที่ใช้จะเป็นชนิดใดก็ตาม

6. ผนังอาคารหล่อในที่ คอนกรีตมวลรวมละเอียด ทั้งที่ทำด้วยมวลรวมหยาบน้ำหนักเบาและมวลรวมหยาบธรรมดา มีประโยชน์มากสำหรับทำผนังรับน้ำหนักแบบหล่อในที่ทั้งภายในและภายนอกและผนังไม่รับน้ำหนักที่เป็นส่วนประกอบอุดช่องว่างระหว่างโครงสร้าง ผนังด้านนอกที่ทำด้วยคอนกรีตไร้มวลละเอียดนี้จำเป็นต้องมีการฉาบผิว

ตารางที่ 2.10 ค่าทั่วไปของการเป็นตัวนำความร้อนสำหรับคอนกรีตน้ำหนักเบา (ที่มา : ปูนซีเมนต์ไทย. 37)

วัสดุ (Material)	ความหนาแน่นของคอนกรีต (Dry density of concrete)	การเป็นตัวนำความร้อน (Themal conductivity 'K' deg C W/m - °C)
Areated Concrete Expanded Vetmiculite and	400–800	0.30–0.20
Petlite	400–1,200	0.11–0.29
Pumice	720-1,280	0.14–0.36
Foamed Slag	960-1,520	0.22–0.48
Expanded Clay or Shale	960-1,200	0.35–0.46
Clinker	1,040-1,520	0.35–0.58
Dense Concrete	2,320	1.20–1.70

ตารางที่ 2.11 ค่าทั่วไปของกำลังอัดสำหรับคอนกรีตน้ำหนักเบา (ที่มา : ปูนซีเมนต์ไทย. 2537)

ชนิดของคอนกรีต	มวลรวม	ความหนาแน่นของมวลรวม (kg/m^2)	ความหนาแน่นของคอนกรีต (kg/m^3)	กำลังอัดลูกบาศก์เมื่ออายุ 28 วัน (kg/m^3)
คอนกรีตฟองอากาศ (Areated Concrete)			400 – 800	14 - 49
คอนกรีตมวลรวมน้ำหนักเบาอัดแน่นบางส่วน (Partially Compacted Structural Lightweight Concrete)	Expanded Vermicullite and Perlite	54–120	400–1,120	5–35 14–49
	Pumice	320–880	720–1,120	
	Sintered pulverized – fuel ash	480–960	960–1,520	14–56
		640–960	1,120–1,280	28–70
	Expanded clay or Shale Clinker	560–1,040	960–1,520	56–84
		720-1,040	1,040–1,520	21-70
คอนกรีตไร้มวลรวมละเอียด (Non–Fines Concrete)	Natural Aggregate	1,360–1,600	1,600–1,920	42–140
	Lightweight Aggregate	480-1,040	880–1,200	28-70

ตารางที่ 2.11 ค่าทั่วไปของกำลังอัดสำหรับคอนกรีตน้ำหนักเบา (ที่มา : ปูนซีเมนต์ไทย. 2537) (ต่อ)

ชนิดของคอนกรีต	มวลรวม	ความหนาแน่นของมวลรวม (kg/m^2)	ความหนาแน่นของคอนกรีต (kg/m^3)	กำลังอัดลูกบาศก์เมื่ออายุ 28 วัน (kg/m^3)
คอนกรีตมวลรวมน้ำหนักเบาสำหรับโครงสร้าง (Structural Lightweight Concrete)	Pumice	480–880	1,040–1,600	105–210
	Foamed Slag	480–960	1,680–2,080	105–420
	Sintered pulverized–Fuel Ash	640–960	1,360–1,700	140-420
	Expanded Clay or Shale	560-1,040	1,280–1,840	140-420
คอนกรีตธรรมดา (Dense Concrete)	Gravel	1,600	2,240	280

2.11 คอนกรีตบล็อก

คอนกรีตบล็อก หมายถึง แท่งคอนกรีตที่ทำจากปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ น้ำ และวัสดุผสม ที่เหมาะสมชนิดต่างๆ อาทิเช่น ทราย กรวด หินย่อย และจะมีสารอื่นที่เหมาะสมผสมอยู่ด้วยหรือไม่ก็ได้อัดเข้าแบบมาตรฐานเป็นรูปบล็อกต่างๆ คอนกรีตบล็อกที่ดีจะต้องมีความสามารถในการรับน้ำหนัก คุณสมบัติในการดูดซับเสียงและความแห้ง ตามข้อกำหนดของสมาคมทดสอบวัสดุแห่งอเมริกา (The American Society for Testing Materials) หรือตามมาตรฐาน มอก. ของประเทศไทย

คอนกรีตบล็อกในปัจจุบันสามารถจำแนกได้เป็น 2 แบบ คือ

2.11.1 คอนกรีตบล็อกแบบกลวง (Hollow Concrete Block)

คอนกรีตบล็อกแบบนี้ ยังจำแนกออกได้เป็น 2 ชนิด ได้แก่ ชนิดรับน้ำหนัก (Load Bearing Block) และชนิดไม่รับน้ำหนัก (Non-Load Bearing Block)

1. คอนกรีตบล็อกชนิดรับน้ำหนัก เป็นคอนกรีตบล็อกที่ใช้สำหรับงานก่อผนังที่ออกแบบให้รับน้ำหนักบรรทุก และน้ำหนักของตัวเอกตาม มอก. 57–2530 ค่ากำลังรับแรงอัดมากกว่า 70 กก./ตร.ม. มีลักษณะดังรูปที่ 2.5

รูปที่ 2.7 คอนกรีตบล็อกแบบกลวงชนิดรับน้ำหนัก (ที่มา : ประณต กุลประสูตร. 2541 : 193)

2. คอนกรีตบล็อกชนิดไม่รับน้ำหนัก เป็นคอนกรีตบล็อกที่ใช้สำหรับงานก่อผนังที่ออกแบบไม่รับน้ำหนักบรรทุกใดๆ นอกจากน้ำหนักตัวเองตาม มอก. 58–2533 คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักตามมาตรฐานนี้ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ประเภทควบคุมความชื้น และประเภทไม่ควบคุมความชื้น (มอก. 58-2533) ดังรูปที่ 2.6

รูปที่ 2.8 คอนกรีตบล็อกแบบกลวงชนิดไม่รับน้ำหนัก (ที่มา : ประณต กุลประสูตร. 2541 : 193)

2.11.2 คอนกรีตบล็อกแบบตัน (Solid Concrete Block)

คอนกรีตบล็อกแบบนี้จะมีเฉพาะชนิดรับน้ำหนักเท่านั้น หมายถึง คอนกรีตบล็อกเชิงตันที่ใช้สำหรับก่อผนังหรือก่อกำแพง ที่ออกแบบให้รับน้ำหนักบรรทุกและน้ำหนักของตัวเอง ขนาดมาตรฐาน มอก.60–2516 และมีค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุดที่ยอมให้ จะต้องไม่ต่างจากขนาดที่ผู้ผลิตกำหนดไว้มากกว่า 3 มิลลิเมตร ดังตาราง 2.12

ตารางที่ 2.12 ขนาดของคอนกรีตบล็อกเชิงตันรับน้ำหนัก (ที่มา:ประณต กุลประสูตร. 2541 : 194)

ประเภท	ขนาด (มิลลิเมตร)		
	หนา	สูง	ยาว
คอนกรีตบล็อกเชิงตันรับน้ำหนัก	90	90	290
	140	90	290
	90	190	290
	140	190	290

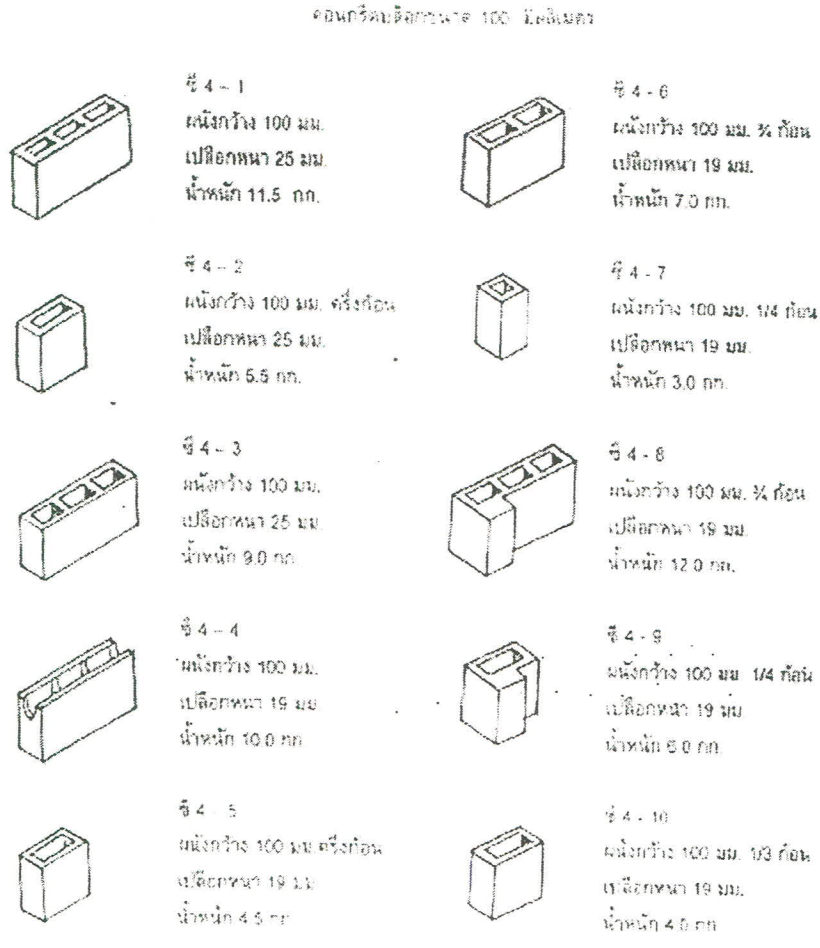
ตารางที่ 2.12 ขนาดของคอนกรีตบล็อกเชิงตันรับน้ำหนัก (ที่มา : ประณต กุลประสูตร. 2541 : 194) (ต่อ)

ประเภท	ขนาด (มิลลิเมตร)		
	หนา	สูง	ยาว
คอนกรีตบล็อกเชิงตันรับน้ำหนัก	90	190	190
	140	90	190
	90	190	190
	140	190	190
	90	90	140
	140	90	140
	90	190	140
	140	190	140

ตารางที่ 2.13 ขนาดคอนกรีตบล็อกแบบกลวงชนิดรับน้ำหนัก และชนิดไม่รับน้ำหนัก

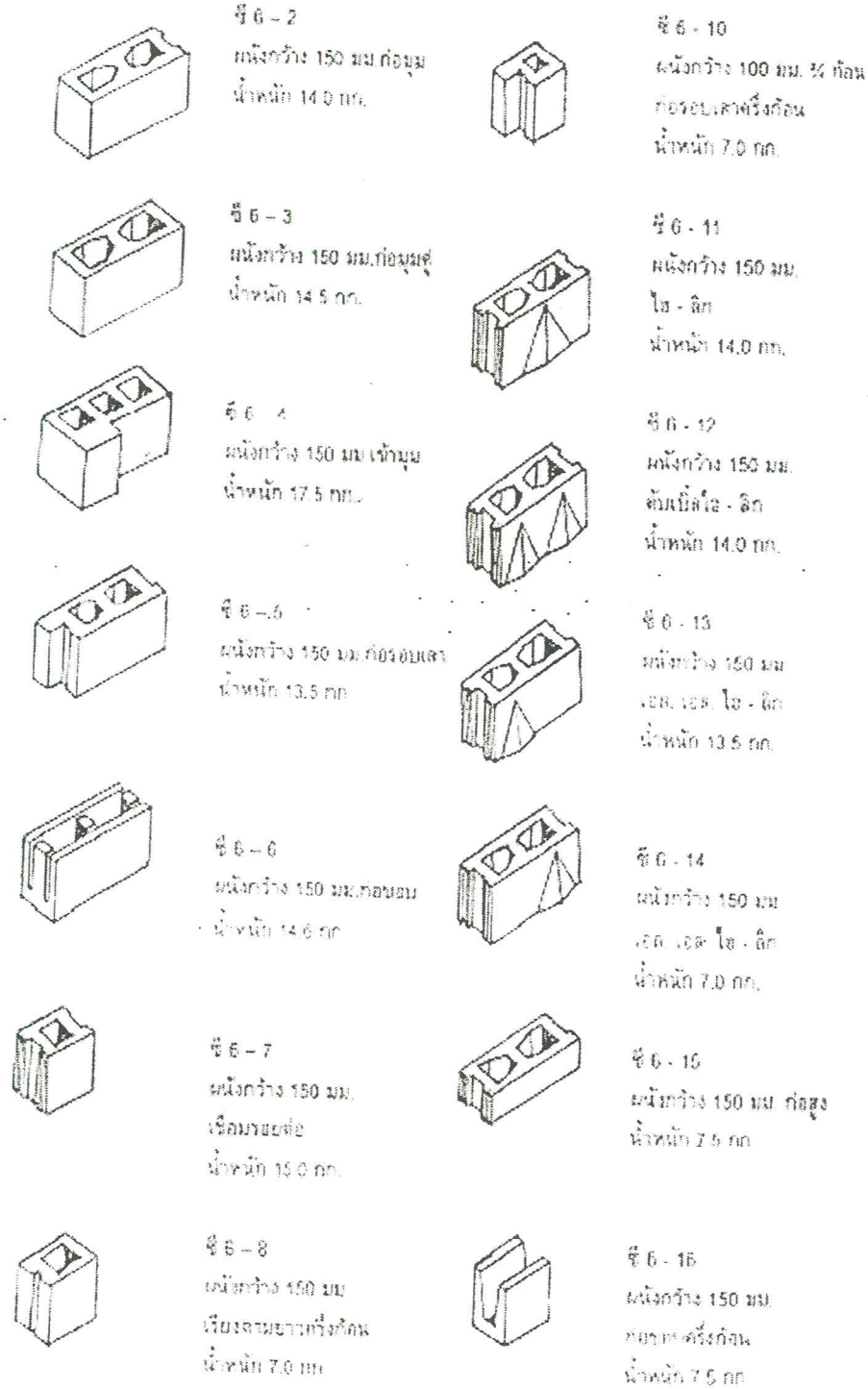
(ที่มา : ประณต กุลประสูตร. 2541 : 194)

ประเภท	ขนาด (มิลลิเมตร)		
	หนา	สูง	ยาว
คอนกรีตบล็อกเชิงตัน รับน้ำหนัก	90	90	290
	140	90	290
	90	190	290
	140	190	290
	90	190	190
	140	90	190
	90	190	190
	140	190	190
	90	90	140
	140	90	140
	90	190	140
	140	190	140



รูปที่ 2.9 คอนกรีตบล็อกมาตรฐานที่ผลิตในประเทศไทย

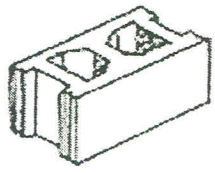
(ที่มา : ประณต กุลประสูตร. 2541 : 196–198)



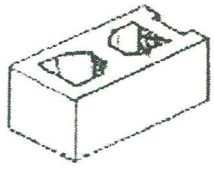
รูปที่ 2.9 คอนกรีตบล็อกมาตรฐานที่ผลิตในประเทศไทย

(ที่มา : ประณต กุลประสูตร. 2541 : 196–198) (ต่อ)

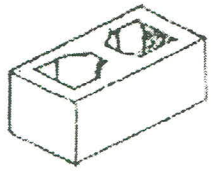
คอนกรีตบล็อกขนาด 200 มิลลิเมตร



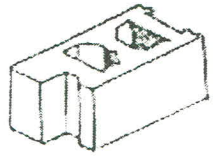
ซี บ – 1
ผนังกว้าง 200 มม.ครึ่งก้อน
เรียงตามยาว
น้ำหนัก 17.5 กก.



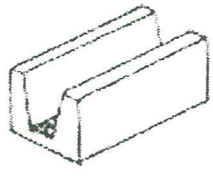
ซี บ – 2
ผนังกว้าง 200 มม.ก่อมุม
น้ำหนัก 18.5 กก.



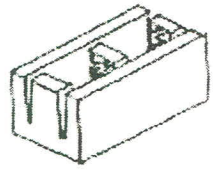
ซี บ – 3
ผนังกว้าง 200 มม. ก่อมุมคู่
น้ำหนัก 19.5 กก.



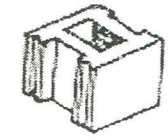
ซี บ – 4
ผนังกว้าง 200 มม.
ก่อขอบเสา
น้ำหนัก 16.0 กก.



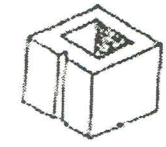
ซี บ – 5
ผนังกว้าง 200 มม.
ก่อขอบ
น้ำหนัก 20.0 กก.



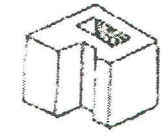
ซี 4 – 5
ผนังกว้าง 200 มม
เชื่อมรอยต่อ
น้ำหนัก 19.0 กก.



ซี บ - 7
ผนังกว้าง 200 มม.
เรียงตามยาวครึ่งก้อน
น้ำหนัก 9.0 กก.

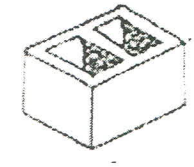


ซี บ - 8
ผนังกว้าง 200 มม.
ก่อมุมครึ่งก้อน
น้ำหนัก 10.5 กก.



ซี บ - 9
ผนังกว้าง 200 มม.
ก่อมุมครึ่งก้อน
น้ำหนัก 10.5 กก.

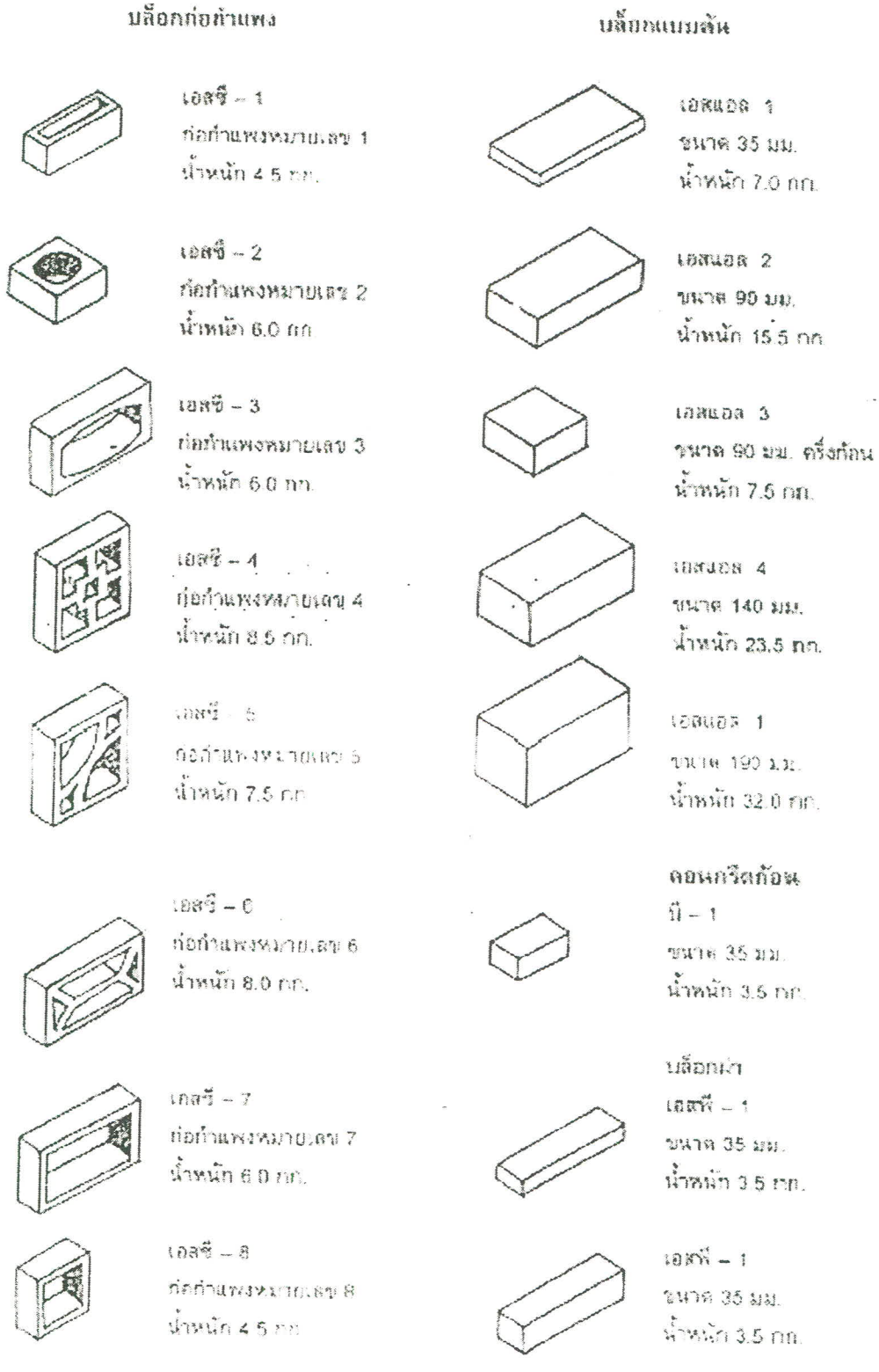
ซี บ - 10
ผนังกว้าง 200 มม.
ก่อขอบเสาครึ่งก้อน
น้ำหนัก 10.5 กก.



ซี บ - 11
ผนังกว้าง 200 มม.
ก่อมุมคู่
น้ำหนัก 14.0 กก.

รูปที่ 2.9 คอนกรีตบล็อกมาตรฐานที่ผลิตในประเทศไทย

(ที่มา : ประณต กุลประสูตร. 2541 : 196–198) (ต่อ)



รูปที่ 2.9 คอนกรีตบล็อกมาตรฐานที่ผลิตในประเทศไทย

(ที่มา : ประณต กุลประสูตร. 2541 : 196–198) (ต่อ)

2.11.3 กระบวนการผลิตคอนกรีตบล็อก

การก่อสร้างคอกสัตว์ โรงเรือนในฟาร์ม ยุ้งฉางตลอดจนอาหารพักอาศัยในชนบท นิยมใช้คอนกรีตบล็อกเป็นส่วนประกอบโครงสร้าง โดยใช้กั้นเป็นฝาผนัง เนื่องจากราคาถูก ก่อสร้างได้ง่ายและรวดเร็วกระบวนการผลิตคอนกรีตบล็อกมี 3 ขั้นตอนคือ การผลิตคอนกรีต การอัดคอนกรีตลงแบบพิมพ์ การผึ่งคอนกรีตบล็อกให้แห้ง

1. เครื่องผลิตก้อนบล็อกมีตั้งแต่เครื่องง่ายๆ จนกระทั่งถึงเครื่องติดตั้งกับที่แบบพิสดารและเครื่องชนิดเคลื่อนที่

1.1 เครื่องแบบง่ายๆ สามารถจะโยงใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้า หรือเครื่องน้ำมันได้ แต่เครื่องแบบพิสดารมักจะใช้ไฟฟ้า เครื่องแบบพิสดารทุกชนิดจะถูกอัดด้วยวิธีการสั่นสะเทือน ยกเว้นเครื่องผลิตแบบง่ายๆ ใช้มือทำเป็นส่วนใหญ่ ค่อนข้างหยาบ และราคาถูก ส่วนผสมจะถูกอัดโดยใช้ไม้เคาะแบบและตบอัดจากแผ่นเหล็กตอนบนของแบบ เครื่องแบบนี้ถ้ามีการป้อนวัสดุอย่างพอเพียง สามารถจะผลิตบล็อกขนาด 18"x9"x9" ได้ถึง 90 ก้อนต่อนาที สามารถจะเปลี่ยนการเคาะด้วยมือเป็นการเขย่าด้วยสายพานจากเครื่องไฟฟ้า หรือ เครื่องน้ำมันก็ได้

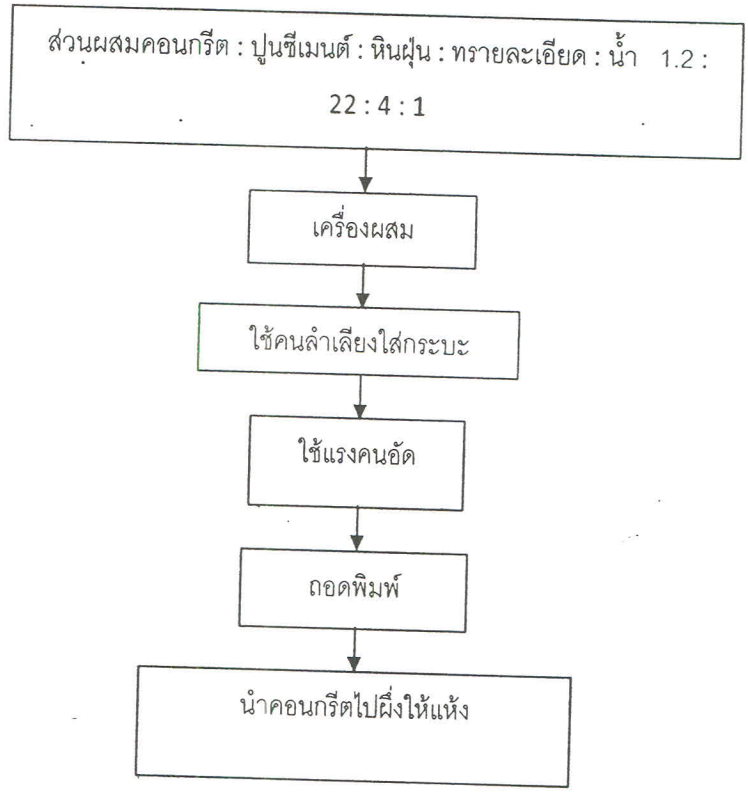
1.2เครื่องผลิตติดตั้งกับที่ อย่างชนิดธรรมดาสามารถผลิตบล็อกขนาด 15" x9" พร้อมกันครั้งละสองก้อน ได้ชั่วโมงละ 250 ก้อนต่อนาที จำนวนที่ผลิตจะแตกต่างขึ้นอยู่กับขนาดของก้อนบล็อกเครื่องที่ใหญ่ขึ้นไปอีกสามารถผลิตได้มากกว่า 1,000 ก้อนต่อชั่วโมง และส่วนผสมของทุกชนิดใช้การสั่นสะเทือนทั้งสิ้นเครื่องเหล่านี้ใช้กำลังไฟฟ้า ส่วนเครื่องที่เล็กลงมาก็ใช้เครื่องที่ใช้น้ำมัน เครื่องผลิตติดตั้งกับที่สามารถถอดไปติดตั้งที่อื่นได้

1.3เครื่องแบบชนิดว่างไข่ เครื่องชนิดนี้ผลิตก้อนคอนกรีตบล็อกออกมาและปล่อยว่างบนพื้นและเคลื่อนที่ถอยหลังไปเรื่อยๆ และก็ยังต้องใช้แผ่นรองบล็อกอยู่ทุกก้อน และเคลื่อนที่ไปเก็บปมต่อไปในที่อากาศร้อนแห้ง ก็จำเป็นจะต้องปิดก้อนบล็อกขนาดใหญ่ได้ 100–200 ก้อนต่อชั่วโมง จนกระทั่งถึงแบบอัตโนมัติ ซึ่งสามารถผลิตได้ถึง 250–1,000 ก้อนต่อชั่วโมง และยังมีเครื่องแบบกึ่งอัตโนมัติ ซึ่งสามารถผลิตได้ 150–350 ก้อนต่อชั่วโมง

1.4โต๊ะสั่นสะเทือน แม้จะไม่ใช้เครื่องผลิตบล็อกโดยตรง แต่การสั่นสะเทือนนี้ คือการ Compact ก้อนบล็อกในเครื่องทำบล็อกด้วยมือ ขนาดของโต๊ะสั่นสะเทือนในตลาดมีต่างๆ ขนาดกันมีทั้งแบบใช้ไฟฟ้า ดีเซล ราคาใกล้เคียงกับเครื่องทำบล็อกด้วยมือ

2. ขั้นตอนการผลิตคอนกรีตบล็อก

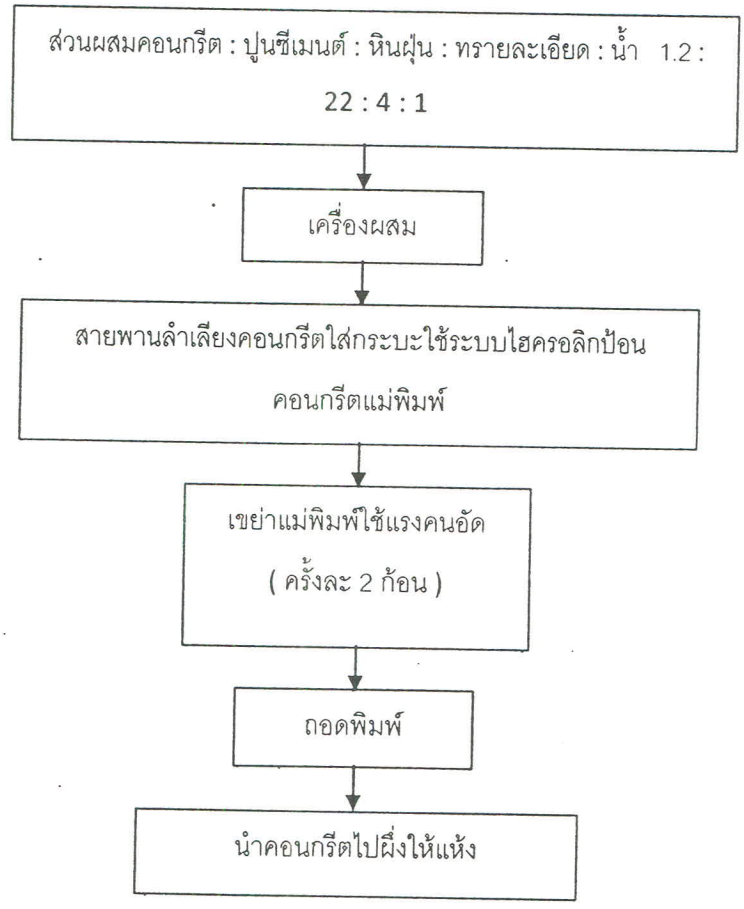
การทำงานขั้นตอนการผลิตคอนกรีตบล็อกทำได้โดยการผสมคอนกรีตอัตราส่วน ปูนซีเมนต์ : หิน : ฝุ่น : ทรายละเอียด : น้ำ 1.5 : 22 : 4 : 1 โดยใช้เครื่องผสม ลำเลียงคอนกรีตเข้าสู่กระบะใส่คอนกรีต นำแผนเหล็กรองใส่ด้านล่างแม่พิมพ์ แล้วเลื่อนกระบะคอนกรีตเข้าไปเพื่อบรรจุคอนกรีตลงบนแม่พิมพ์ ชุดเขย่าจะทำการเขย่าเพื่อให้คอนกรีตอัดตัวในแม่พิมพ์ หมุนแป้นปิดด้านบนแม่พิมพ์พร้อมเหยียบแป้นเหยียบแม่พิมพ์แล้วเบรดกลไกเขย่าทันที่ หมุนแผ่นปิดออกพร้อมกับดันคอนกรีตบล็อกขึ้น หมุนแผ่นรองไปรับคอนกรีตบล็อกแล้วพลิกคอนกรีตเพื่อนำแผ่นรองออก นำคอนกรีตบล็อกไปผึ่งให้แห้ง



รูปที่ 2.10 ขั้นตอนในการผลิตก้อนคอนกรีตบล็อกโดยใช้เครื่องผลิตคอนกรีตบล็อกใช้แรงคน (ที่มา : เสกสรร สีหวงษ์ และบัณฑิต จริโมภาส. 2535 : 4-6)

เครื่องผลิตคอนกรีตบล็อกแบบใช้ไฮดรอลิค ประกอบด้วย เครื่องผสมคอนกรีตสายพานลำเลียงคอนกรีต และเครื่องอัดคอนกรีตบล็อก เครื่องผสมคอนกรีตเป็นถังหมุนผสมคอนกรีต ความจุ 0.36 ลูกบาศก์เมตร ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 5 แรงม้า เป็นต้น เครื่องอัดบล็อกคอนกรีตแบบไฮดรอลิคจะประกอบไปด้วย ชุดป้อนคอนกรีตลงสู่แม่พิมพ์ เป็นรางเลื่อนเข้าออกอยู่ได้กระบะคอนกรีตทำหน้าที่

ป้อนคอนกรีตลงแม่พิมพ์ภายในรางเลื่อน มีเกลียวหมุนคลุกเคล้าคอนกรีต ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด ¼ แรงม้าเป็นต้นกำลังทำงานร่วมกับระบบไฮโดรอลิค ชุดแม่พิมพ์อัดคอนกรีตบล็อกได้ครั้งละ 4 ก้อน ทำงานโดยใช้ระบบไฮดรอลิคชุดอัดประกอบด้วยเขย่า ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 3 แรงม้า 2 เครื่อง (ซ้าย – ขวา) ทำงานร่วมกับระบบไฮดรอลิคชุดถอดพิมพ์ ทำงานโดยระบบไฮดรอลิค ชุดควบคุมระบบไฮดรอลิคใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 5 แรงม้า



รูปที่ 2.11 ขั้นตอนในการผลิตก้อนคอนกรีตบล็อกโดยใช้ไฮดรอลิค

(ที่มา : เสกสรร สีหวงษ์ และบัณฑิต จริโมภาส. 2535 : 4-6)

3. การใช้คอนกรีตบล็อก

คอนกรีตบล็อกเหมาะสำหรับที่จะนำไปใช้กับงานก่อสร้างทั่วไป มีความประหยัด นำไปสร้างเป็นเสา กำแพงดิน ผนัง ฯลฯ ข้อแนะนำในการใช้คอนกรีตบล็อก มีดังนี้

3.1 ห้ามชุบน้ำ หรือสาดน้ำในระหว่าง ก่อ หรือ ฉาบ เพื่อป้องกันการยืดหดของ

ก้อนการก่อควรจับระดับน้ำทุก ๆ แถว ทั้งทางตั้งและทางนอน โดยเฉพาะก้อนที่ก่อตอนมุมหรือริมผนังที่ก่อนั้น

3.2 ปูนก่อใช้ปูนซีเมนต์มอร์ต้า โดยผสมปูนซีเมนต์กับทรายหยาบ หรือทรายกลางในอัตราส่าน 1 ต่อ 3 สำหรับปูนแต่รอยต่อใช้ทรายละเอียด

3.3 ปูนก่อและปูนฉาบควรหนา 3/8 นิ้ว หรือ 1 ซม. เป็นอย่างน้อย เฉพาะรอยปูนก่อต้องเท่ากัน เพื่อก่อผนังลงตัวกับระยะกำหนด

3.4 แถวบนสุดที่ก่อถึงได้ท้องคานแล้ว ต้องทิ้งผนังไว้ให้ทรุดตัว 1–2 วัน แล้วจึงอุดด้วยปูนก่อหรือก่ออิฐแทรกให้เต็ม

3.5 ผิวคอนกรีตเป็นเสา พื้นและคาน ก่อนก่อควรราดน้ำให้ทั่ว หรือจะสกัดให้ผิวหยาบเพื่อให้ปูนก่อยึดจับหรือจะโผล่เหล็กออกมา เพื่อยึดจับกับผนังคอนกรีตบล็อกได้แน่นหนา 3.6 ผนังที่ก่อตัวด้วยคอนกรีตบล็อก หรือฉาบแล้วถ้าจะนำอุปกรณ์สุขภัณฑ์ หรือสิ่งโดยติดควรใช้สว่านไฟฟ้าเจาะ ให้เป็นรูฝังติดด้วยผูกตะกั่วหรือในล่อน แล้วขันด้วยตะปูควง การเคาะก้อนคอนกรีตบล็อกให้ทรุดเสมอระดับใช้ตามเกรียงเคาะ

3.7 เนื่องจากคอนกรีตบล็อกมีน้ำหนัก ก้อนละ 10 , 17.5 กิโลกรัม. การยกและวางซ้อนบนปูนก่อนด้วยลักษณะที่มั่นคง และประณีต

3.8 การให้ที่หมายส่วนสุดของระยะผนังอาคารเป็นไปตามตารางในช่องของขนาดคอนกรีตบล็อกทั้งทางนอนและทางตั้ง แต่ละก้อนจะก่อหรือซ้อนกันพอดี ไม่ต้องสกัดเลย 3.9 ตำแหน่งของการเว้นประตู หรือหน้าต่าง หรือช่องลมควรจัดตรวจอย่างเคร่งครัดโดยเฉพาะส่วนคาบทับหลังประตูและหน้าต่าง

3.10 เมื่อก่อเป็นผนังแล้ว ก่อนเลิกควรขูดรอยปูนก่อเพื่อการเสริมรอยอีกครั้งหนึ่ง แล้วใช้แปรงชุบน้ำล้างผิวบล็อกให้สะอาด

4. ข้อพิจารณาในการเลือกใช้ให้เหมาะสมกับงาน

4.1 สร้างบ้านคอนกรีต การสร้างผนังภายในหรือภายนอกอาคาร หรือทำผนังกั้นส่วนเพื่อตกแต่งนิยมใช้คอนกรีตบล็อก เนื่องจากสร้างได้สะดวก สวยงาม รวดเร็ว คอนกรีตบล็อกสามารถป้องกันอัคคีภัยสามารถต้านทานความร้อนจากอากาศในฤดูร้อน และให้ความอบอุ่นในฤดูหนาวอีกด้วย

4.2 อาคารกสิกรรมคอนกรีตบล็อก การสร้างอาคารตามโครงสร้างการปศุสัตว์

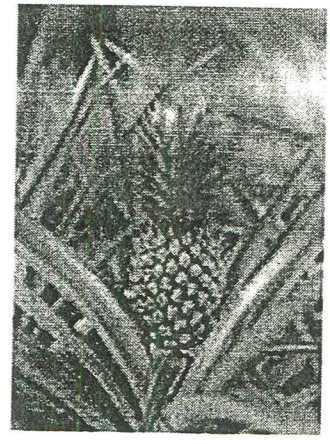
โรงงานโกดังเก็บของมีความเหมาะสมที่จะพิจารณาใช้ เพราะมีความคงทนต้านทานต่อสภาพธรรมชาติ นอกจากนี้จะทำให้ต้นทุนการสร้างต่ำมีความสวยงามเพียงพอ

4.3 กำแพงกันดินเหมาะอย่างยิ่งสำหรับใช้สร้างกำแพงกันดิน มีความแข็งแรงโดยเฉพาะมีการเสริมเหล็กด้วย ก็จะสามารถต้านทานการหนีตัวทางด้านข้างได้ดีมาก

4.4 กำแพงอื่นๆ หรือกำแพงที่สร้างด้วยลวดหนาม หรือสร้างด้วยไม้ สร้างด้วยความยุ่งยากและไม่มีความสวยงาม ควรพิจารณาใช้คอนกรีตบล็อก จะสามารถให้สีสวย หรือเรียงซ้อนด้วยวิธี หรือแบบต่างๆ ก็จะเกิดความงาม ซึ่งประกอบหรือสัมพันธ์กับอาคารได้

2.12 สับปะรด

(ชื่อทางวิทยาศาสตร์: *Amanas Comosus*) เป็นพืชล้มลุกชนิดหนึ่ง ลำต้นมีขนาดสูงประมาณ 80-100เซนติเมตร การปลูกก็สามารถปลูกได้ง่ายโดยการใช้หน่อหรือที่เป็นส่วนยอดของผลที่เรียก ว่า จุก มาฝังกลบดินไว้ และออกเป็นผล เปลือกของผลสับปะรดภายนอกมีลักษณะคล้ายตาล้อมรอบผล สับปะรดเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว สามารถทนต่อสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ได้ดี ปลูกได้ในดินแทบทุกแห่งในประเทศไทย เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ เมื่อเจริญเป็นผลแล้วจะเจริญต่อไปโดยตาที่ลำต้น จะเติบโตเป็นต้นใหม่ได้อีก และ สับปะรดสามารถดัดแปลงเป็นไม้ประดับได้อีกด้วย สับปะรดแบ่งออกตามลักษณะความเป็นอยู่ได้ 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ พวกที่มีระบบรากหาอาหารอยู่ในดิน หรือ เรียกว่าไม้ดิน พวกอาศัยอยู่ตามคาคบไม้หรือลำต้นไม้ใหญ่ ได้แก่ ไม้อากาศต่าง ๆ ที่ไม่แย่งอาหารจากต้นไม้ที่มันเกาะอาศัยอยู่ พวกนี้ส่วนใหญ่จะเป็นไม้ประดับและพวกที่เจริญเติบโตบนผาหินหรือโขดหิน ส่วนสับปะรดที่เราใช้บริโภคจัดเป็นไม้ดิน แต่ยังมีลักษณะบางประการของไม้อากาศเอาไว้ คือ สามารถเก็บน้ำไว้ตามซอกใบได้เล็กน้อยมีเซลล์พิเศษสำหรับเก็บน้ำเอาไว้ในใบ ทำให้ทนทานในช่วงแล้งได้ รูปลักษณะ ไม้ล้มลุกอายุหลายปี สูง 90-100 ซม. มีลำต้นอยู่ใต้ดิน ใบเดี่ยวเรียงสลับ ซ้อนกันถี่มากรอบต้น กว้าง 6.5 ซม. ยาวได้ถึง 1 เมตร ไม่มีก้านใบ ดอกช่อ ออกจากกลางต้น มีดอกย่อยจำนวนมาก ผล เป็นผลรวม รูปทรงกระบอก มีใบเป็นกระจุกที่ปลาย



รูปที่ 2.12 สับปะรด

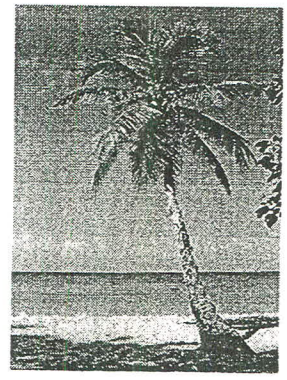
แหล่งปลูกสับปะรดที่สำคัญของไทย อยู่ในบริเวณพื้นที่ที่อยู่ใกล้ทะเล ได้แก่ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จังหวัดเพชรบุรี จังหวัดชลบุรี จังหวัดระยอง จังหวัดฉะเชิงเทราจังหวัดจันทบุรี จังหวัดตราด และจังหวัดต่าง ๆ ในภาคใต้ เช่น ภูเก็ต พังงา ชุมพร ใบสับปะรดให้เส้นใยซึ่งสามารถนำมาใช้ประโยชน์ทางด้านสิ่งทอได้ มีการผลิตในเชิงการค้าที่ฟิลิปปินส์ตั้งแต่ศตวรรษที่ 17 เส้นใยมีความยาวเท่าขนาดใบ สามารถจัดแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มตามขนาดและกรรมวิธีผลิตคือ 1. เส้นใยละเอียดมาก (Finest Fiber) หรือ Liniuan เป็นเส้นใยที่มีการคัดเลือกอย่างประณีต 2. เส้นใยละเอียด (Fine Fiber) หรือ Pinarupok เป็นเส้นใยที่มีสีขาวนวลสะอาด เส้นใยมีขนาดเล็กและนุ่ม มีความมันและเงางามคล้ายไหม มีความเหนียวและทนต่อการหักพับมากแต่เหนียวน้อยกว่าเส้นใยหยาบ มีปริมาณ 25% ของเส้นใยทั้งหมดสามารถทอเป็นผ้าบางเนื้อละเอียดที่มีความนุ่มนวล แต่มีความคงรูปในเนื้อผ้า จับโค้งได้และรูปทรงดี สามารถปักลวดลายอันวิจิตรลงบนผืนผ้าได้ นอกจากนี้การย้อมสีหรือเติมสารตกแต่งผ้าทำได้ง่ายและหลากหลาย รวมทั้งมีการรักษาง่ายอีกด้วย ใช้ประโยชน์ในการทำเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น เส้นด้าย ทอเป็นผ้าพันคอ ชุดแต่งงาน ชุดราตรี และเสื้อเชิ้ตบารอง 3. เส้นใยหยาบ (Coarse) หรือ Bastos เส้นใยมีสีน้ำตาล เส้นใยหยาบ มีปริมาณ 75 เปอร์เซ็นต์ของเส้นใยทั้งหมด (Montinola R. L.,1991) ใช้ทำเชือกผูกรองเท้า เชือกเย็บรองเท้า ใช้ร้อยสายสร้อยคอ ทำผมตุ๊กตา และ ด้ายเย็บผ้าสมัยสงครามโลกครั้งที่ 2

รูปที่ 2.13 ลักษณะใบสับปะรดที่ทำการย่อยแล้ว

2.13 มะพร้าว

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Cocos Nucifera* มะพร้าว เป็นพืชยืนต้นชนิดหนึ่งที่เรารู้จักกันดี อยู่ในตระกูลปาล์ม เราใช้ประโยชน์จากมะพร้าวได้หลายทาง เช่น น้ำและเนื้อมะพร้าวอ่อนใช้รับประทาน เนื้อในผลแก่นำไปขูดและคั้นทำกะทิ กะลานำไปประดิษฐ์สิ่งของต่าง ๆ เช่น กระบวย โคมไฟ ฯลฯ นอกจากนี้มะพร้าวจัดเป็นไม้มงคลชนิดหนึ่ง ตามตำราพรหมชาติฉบับหลวง ได้กำหนดให้ปลูกมะพร้าวไว้ทางทิศตะวันออกของบ้าน เพื่อความเป็นสิริมงคล

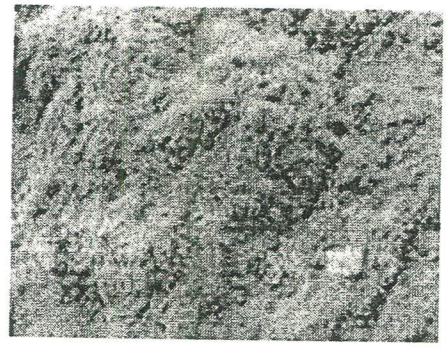
2.13.1 ลักษณะทั่วไป มะพร้าว เป็นพืชยืนต้น ใบมีลักษณะเป็นใบประกอบแบบขนนก ผลประกอบด้วยเอพิคาร์ป (Epicarp) คือเปลือกนอก ถัดไปข้างในจะเป็นมีโซคาร์ป (Mesocarp) หรือใยมะพร้าว ถัดไปข้างในเป็นส่วนเอนโดคาร์ป (Endocarp) หรือกะลามะพร้าว ซึ่งจะมีรูสีคล้ำอยู่ 3 รู สำหรับงอก ถัดจากส่วนเอนโดคาร์ปเข้าไปจะเป็นส่วนเอนโดสเปิร์ม หรือที่เราเรียกว่าเนื้อมะพร้าว ภายในมะพร้าวจะมีน้ำมะพร้าว ซึ่งเมื่อมะพร้าวแก่ เอนโดสเปิร์มก็จะดูดเอาน้ำมะพร้าวไปหมดขณะที่มะพร้าวยังอ่อน ชั้นเอนโดสเปิร์ม (เนื้อมะพร้าว) ภายในผลมีลักษณะบางและอ่อนนุ่ม ภายในมีน้ำมะพร้าว ซึ่งในระยะนี้เรามักสอยเอามะพร้าวลงมารับประทานน้ำและเนื้อ เมื่อมะพร้าวแก่ ซึ่งสังเกตได้จากการที่เปลือกนอกเริ่มเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ชั้นเอนโดสเปิร์มก็จะหนาและแข็งขึ้น จนในที่สุดมะพร้าวก็หล่นลงจากต้น



รูปที่ 2.14 ต้นมะพร้าว

2.13.2 ขุยมะพร้าว

เป็นเศษเหลือของโรงงานทำเส้นใยมะพร้าวซึ่งได้ทุบกาบมะพร้าวเพื่อนำเส้นใยไปทำเบาะนั่ง เศษเหลือเหล่านี้เป็นผงๆ มีคุณสมบัติเบา อุ้มน้ำได้ดี และเก็บความชื้นไว้ได้นาน จึงเหมาะที่จะนำมาใช้หุ้มรอยควั่น เมื่อจะใช้ต้องพรมน้ำให้ขุยมะพร้าวมีความชื้นพอเหมาะ ไม่แฉะ และไม่แห้งเกินไป สังเกตได้โดย กำขุยมะพร้าวแล้วบีบจะมีน้ำซึมออกมาเล็กน้อย ถ้าให้ขุยมะพร้าวแฉะเกินไปจะทำให้รอยที่ควั่นเน่าได้ หรือถ้าแห้งไปเมื่อนำไปหุ้มรอบควั่นจะทำให้ขุยมะพร้าวแห้งก่อนที่รากจะงอก นำขุยมะพร้าวที่พรมน้ำแล้วบรรจุลงในถุงพลาสติกขนาด 5x8 นิ้ว อัดให้แน่นพร้อมกับมัดปากถุงให้แน่นเตรียมไว้ในขั้นตอนต่อไป



รูปที่ 2.15 ขุยมะพร้าว

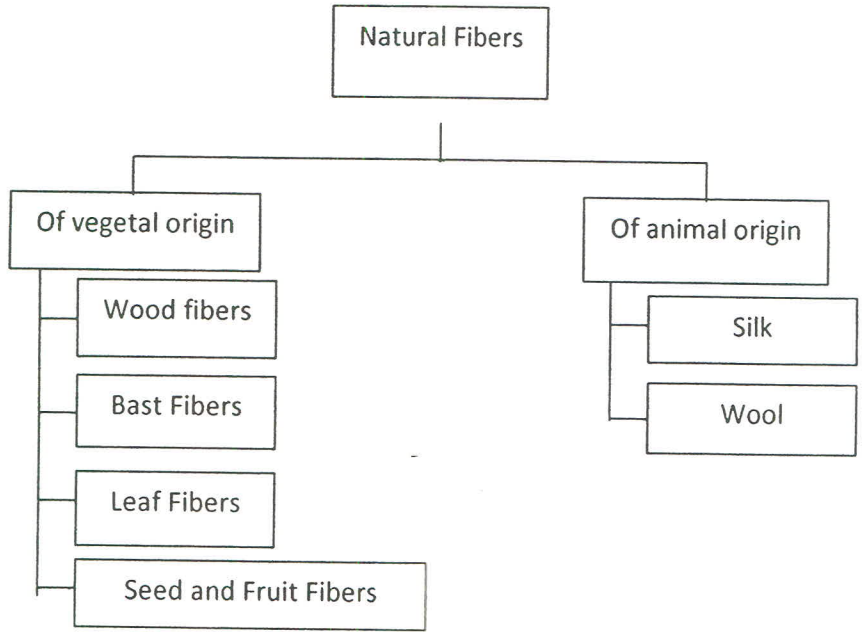
2.14 วัสดุเส้นใย

เส้นใยธรรมชาติมีปริมาณมากมายเกือบทุกที่บนโลก ถ้าสามารถนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ก็จะก่อให้เกิดแหล่งพลังงานทดแทนที่สำคัญ เส้นใยธรรมชาติสามารถจำแนกไปได้หลายกลุ่ม ดังรูปที่ 2-10 สมบัติที่น่าสนใจของเส้นใยธรรมชาตินั้นก็คือ มีค่าความแข็งแรง (Tensile Strength) และ ความยืดหยุ่นสูง (Elastic Modulus) ส่งผลให้วัสดุก่อสร้างที่มีเส้นใยธรรมชาติเป็นองค์ประกอบมีความคงทน

2.14.1สมบัติทางกลและทางกายภาพของเส้นใยธรรมชาติ

โครงสร้างของเส้นใยธรรมชาติมีองค์ประกอบ คือ เซลลูโลส (Cellulose) เฮมิเซลลูโลส (Hemicellulose) ลิกนิน (Lignin) และสารประกอบต่างๆ เช่น ส่วนที่ละลายน้ำได้และไข (Wax) เป็นต้น

1. เซลลูโลส (Cellulose) เป็นพอลิเมอร์ของพืชธรรมชาติที่มากที่สุดในโลก และพบโดยทั่วไปในธรรมชาติ เนื่องจากเป็นองค์ประกอบหลักของผนังเซลล์ของพืชทุกชนิด ปริมาณของเซลลูโลสในพืชต่างชนิดกันมีปริมาณไม่เท่ากัน เซลลูโลสเป็นสารประกอบพอลิแซคคาไรค์ (Polysaccarides) เชิงเส้นตรงที่ประกอบด้วยกลูโคส (Glucose) เป็นหน่วยซ้ำๆ กัน มีสูตรโมเลกุลทั่วไปคือ (C6H12O5)n เซลลูโลสธรรมชาติมีน้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ยต่างกัน เซลลูโลสมีหมู่ไฮดรอกซิลถึง 3 หมู่จึงสามารถเกิดพันธะไฮโดรเจนได้ แรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลของเซลลูโลสจึงมีมาก ประกอบกับการจัดเรียงตัวอย่างเป็นระเบียบของหน่วยที่ซ้ำๆ กันในโมเลกุล ทำให้เซลลูโลสมีองศาความเป็นผลึกสูง (Degree of Crystallinity) คือ มีค่าประมาณร้อยละ 60-80 ทำให้อุณหภูมิการหลอมตัวสูงมาก มักจะเกิดการสลายตัวก่อนถึงอุณหภูมิหลอมตัว และมีความสามารถในการละลายต่ำ ทนต่อตัวทำละลาย และสารเคมี ความหนาแน่นของเซลลูโลสประมาณ 1.5 g/cm^3 ความหนาแน่นของเส้นใยเดี่ยวมีค่าไม่แน่นอนจะแปรตามแหล่งที่มา การดูดความชื้นมีการดูดและคายไอน้ำและของเหลวอื่นๆ ที่อยู่ในบรรยากาศรอบๆ จนกระทั่งถึงสมดุล ปริมาณความชื้นของเซลลูโลสมีผลต่อคุณสมบัติบางอย่าง เช่น เมื่อเส้นใยฝ้ายมีความชื้นสูงขึ้น จะทำให้ความแข็งแรงดึงมีค่าเพิ่มขึ้นการละลาย และความหนืดไม่ละลายน้ำและตัวทำละลายอินทรีย์ แต่จะละลายในกรดแก่เข้มข้น เช่น กรดซัลฟุริกร้อยละ 72 กรดไฮโดรคลอริกร้อยละ 40 ในสารละลายกรดแก่ที่อุณหภูมิห้องเซลลูโลสจะเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส อย่างรวดเร็วและปฏิกิริยาจะหยุดที่อุณหภูมิต่ำ สารละลายเกลือเข้มข้นบางชนิด เช่น ซิงค์คลอไรด์ร้อยละ 72 และสารละลายอัลคาไลด์ไฮดรอกไซด์ เช่น โซเดียมไฮดรอกไซค์จะทำให้เซลลูโลสที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงบวมตัว ส่วนเซลลูโลสที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำละลายได้ ความหนืดเป็นสมบัติที่สำคัญอย่างหนึ่งของเซลลูโลสและอนุพันโดยที่ความหนืดจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อความเข้มข้นของเซลลูโลสเพิ่มขึ้น



รูปที่ 2.16 การจำแนกกลุ่มของเส้นใยธรรมชาติ
(ที่มา : A.K.Bledzki and J.Gassan. 1999 : 221-274)

2. เฮมิเซลลูโลส (Hemicellulose) เป็นพอลิแซคคาไรด์คล้ายกับเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลสพบรวมกับเซลลูโลสและลิกนิน เป็นโครงสร้างของผนังเซลล์ สูตรทางเคมีของเฮมิเซลลูโลส คือ (C6H12O5)2n โดยประกอบด้วยน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวหลายชนิด เช่น กลูโคส (Glucose) กาแลกโตส(Galactose) แมนโนส (Mannose) ไซโลส (Xylose) อะราบิโนส (Arabinose) รวมทั้งกรดคูโรนิก (Glucuroric acid) และการแลกทูโรนิก (Galacturonic acid)

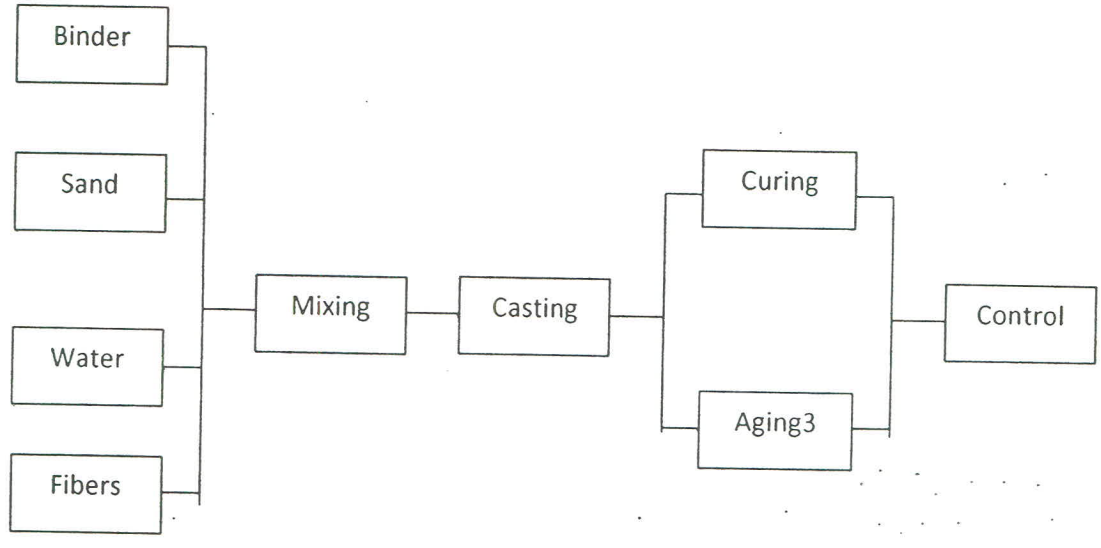
3. ลิกนิน (Lignin) เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนเชิงซ้อนของพอลิเมอร์ ซึ่งจะมีทั้งอะลิฟาติก (Aliphatic) และอะโรมาติก (Aromatic) เป็นองค์ประกอบ ทำให้ลิกนินไม่ละลายน้ำและมีความแข็งสูง ลิกนินยังช่วยยึดเซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลสเข้าไว้ด้วยกัน ดังนั้นพืชที่มีปริมาณลิกนินมากจะมีความแข็งแรง

ตารางที่ 2.14 สมบัติของเส้นใยธรรมชาติ (ที่มา : Sera, E.E, Robies-Austria co, L. and Pama, R.P. 1990)

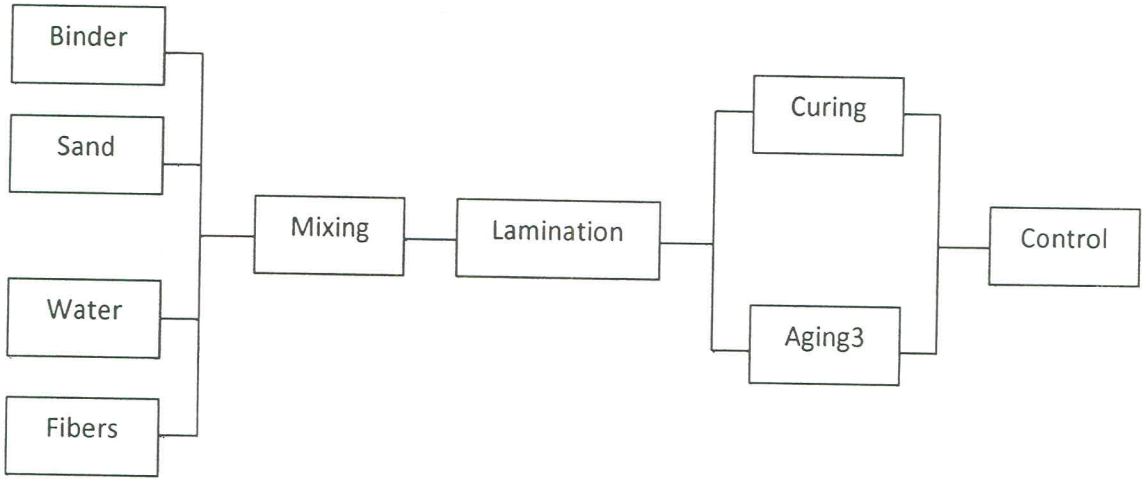
Type of fibers	Wood fiber	Bamboo		Coir fibers		Bagasse fibers	Plam fibers	Sugar fiber	jute	Sisal
		Pulp	fibers							
Continuous/Discrete	Discrete	Discrete	Discrete	Cont.	Discrete	Discrete	Discrete	Cont.	Cont.	Cont.
Orientation	random	random	random	random	random	random	random	random	random	random
Matrix	cement	cement	cement	cement	cement	cement	cement	cement	cement	cement
Length (mm) Average	40	38-51	2.7	-	37.5	26	-	50-300	180-800	50-150
Diameter (mm)	-	0.316	0.0275	0.196	0.241	0.240	0.2-0.6	0.2-0.4	0.1-0.2	0.2-0.3
Specific Gravity	1.494	1.52	1.53	1.33	1.37	1.25	1.55	300-400	120-140	90-160
Water Absorption (%)	141.59	-	-	66.0	67.0	78.5	155.0	70-75	25-40	60-70
Moisture Content	20.03	-	-	-	-	12.1	5.0	-	-	-
Ult.Tensile Strength (Mpa)	19.95	442.4	1244.1	71.7	56.0	196.4	251.4	250-350	350-500	280-370
Mod.Of Elastic (Gpa)	5.66	37.96	125.66	2.04	7.97	16.90	2.0	26.32	33.40	13.26
BondStrength (Mpa)	-	1.96	0.96	-	-	0.84	-	-	-	-

2.14.2 เทคโนโลยีการผลิตวัสดุก่อสร้างที่มีเส้นใยธรรมชาติเป็นองค์ประกอบ

วัสดุก่อสร้างที่มีเส้นใยธรรมชาติเป็นองค์ประกอบนั้น เส้นใยธรรมชาติจะช่วยในการกระจายความเค้น และช่วยปรับปรุง Micro Cracking การนำเส้นใยธรรมชาติมาเป็นส่วนประกอบในวัสดุก่อสร้างสามารถนำมาใช้ได้ 2 วิธี ได้แก่เส้นใยธรรมชาติที่นำมาใช้โดยไม่ตัด นำมาวางเป็นชั้นๆ ระหว่างมอร์ต้า และเส้นใยธรรมชาติที่มีการตัดแล้วมาผสมกับมอร์ต้า เส้นใยธรรมชาติจะช่วยปรับปรุง Impact Flexural และ Tensile แต่ถ้าวัสดุก่อสร้างมีการเปลี่ยนแปลงทางด้านความชื้นและอุณหภูมิจะส่งผลทำให้เส้นใยธรรมชาติถูกทำลายและมีผลให้คุณสมบัติทางกลของวัสดุมีการเปลี่ยนแปลง ทำให้วัสดุก่อสร้างที่มีเส้นใยธรรมชาติเป็นองค์ประกอบแตกหักได้



รูปที่ 2.17 กระบวนการผลิตวัสดุก่อสร้างที่มีเส้นใยธรรมชาติเป็นองค์ประกอบ
(ที่มา : พิชัย นามประกอบ และคณะ. 2545 : 9)



เส้นใยยาว

รูปที่ 2.17 กระบวนการผลิตวัสดุก่อสร้างที่มีเส้นใยธรรมชาติเป็นองค์ประกอบ
(ที่มา : พิชัย นามประกอบ และคณะ. 2545 : 9) (ต่อ)

2.14.3 เส้นใยมะพร้าว

มะพร้าวเป็นพืชยืนต้นชนิดหนึ่งที่มีอายุยืนยาวนานกว่า 80 ปี จัดเป็นพืชที่อยู่ในตระกูลปาล์ม เป็นที่รู้จักกันมาหลายร้อยปีแล้ว แต่ถึงกระนั้นก็ตามยังไม่มีใครสามารถที่จะยืนยันถึงถิ่นกำเนิดที่แท้จริงของมะพร้าวได้ เท่าที่ได้มีการศึกษาและค้นคว้าโดยอาศัยภูมิศาสตร์และสภาพสิ่งแวดล้อมอื่นๆ เป็นเครื่องประกอบการพิจารณา ซึ่งพอที่จะยืนยันได้ว่า มะพร้าวมีถิ่นกำเนิดอยู่ในเขตร้อน มะพร้าวจะขึ้นอยู่หนาแน่นในระหว่างเส้นรุ้งที่ 23 เหนือและใต้ เช่นตามหมู่เกาะต่างๆ ในมหาสมุทรอินเดียตอนใต้ของพม่าและไทยและตามหมู่เกาะต่างๆ เป็นต้น มะพร้าวสามารถเจริญเติบโตได้ในสถานที่ๆ มีความสูงประมาณ 900 เมตรลงมา จนถึงระดับน้ำทะเล เป็นที่ปรากฏอย่างแน่ชัดว่ามะพร้าวชอบขึ้นตามฝั่งทะเล ดังจะเห็นได้จากตามหมู่เกาะต่างๆ แถบชายฝั่งทะเลโดยทั่วไปในเขตร้อนมักจะมีมะพร้าวขึ้นอยู่หนาแน่น มะพร้าวเป็นพืชที่ให้ประโยชน์มากที่สุด คือผล เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวขยายพันธ์ได้โดยวิธีเดียว คือ ทางผล เป็นพืชที่ปราศจากรากแก้วมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า Coco Nucifers, Linn โดยภาคกลางและภาคใต้มีเนื้อที่ปลูกมะพร้าวถึง1,277,000 ไร่ หรือเท่ากับร้อยละ 82.7 ของพื้นที่ทั้งหมด

เส้นใยมะพร้าวมีคุณสมบัติที่ดีหลายอย่าง คือ แข็งแรง คงทนต่อน้ำ มีความเหนียวยืดหยุ่นได้ราวร้อยละ 25 และสปริงดี ซึ่งในเส้นใยมะพร้าวมีปริมาณลิกนิน (Lignin) และ เซลลูโลส (Cellulose) สูง ส่งผลให้เส้นใยมีความแข็งแรงและเหนียว ดังตารางที่ 2-2

เส้นใยมะพร้าวแบ่งเป็น 3 ชนิด คือ

เส้นใยยาวหรือเส้นใยแข็ง มีลักษณะเป็นเส้นตรง ยาวเท่ากัน จะได้ประมาณร้อยละ 10 เหมาะสำหรับทำเชือก แปรงถูพื้น ไม้กวาด พรม เป็นต้น เส้นใยสั้นหรือเส้นใยอ่อน จะได้ประมาณร้อยละ 20 เหมาะสำหรับใช้ทำเบาะที่นอน และหมอนสำหรับคานเรือ เศษเสียประมาณร้อยละ 70 ใช้ทำแผ่นไม้อัดสำอัดปูพื้น ทำฝาผนัง โดยที่ฝ้ากาบของมะพร้าว 1,000 ผล จะได้เส้นใยยาวและเส้นใยสั้นรวมกันประมาณ 100–300 กก.

ตารางที่ 2.15 ส่วนประกอบทางเคมีของเส้นใยมะพร้าว
(ที่มา : http://www.hayleysexport.com/whatis.htm)

Chemical composition	Unit (เปอร์เซ็นต์)
Water Solubles	5.25
Pectin and Related Compound	3.00
Hemi – Cellulose	0.25
Lignin	45.84
Cellulose	43.44
Ash	2.22

2.15 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

2.15.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 59–2516 (อิฐคอนกรีต)

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมฉบับที่ ๖๔ (พ.ศ. ๒๕๑๖) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. ๒๕๑๑ เรื่องกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมอิฐคอนกรีต อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๑๕ แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐาผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรม พ.ศ.๒๕๑๑ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมอิฐคอนกรีตมาตรฐานเลขที่ มอก. ๕๙-๒๕๑๖ ไว้ ดังมีรายการละเอียดต่อท้ายประกาศนี้ ประกาศ ณ วันที่ ๓๑ ธันวาคม ๒๕๑๖โดยโอสถ โกศินรัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมอิฐคอนกรีต

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ ใช้กับอิฐคอนกรีตและก้อนตันที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับอิฐ (หมายเหตุ 1) ทำจากส่วนผสมของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ น้ำ และวัสดุผสมที่เหมาะสมชนิดต่างๆและจะมีสารอื่นผสมอีกด้วยหรือไม่ก็ได้

1.2 เมื่อต้องการให้อิฐมีกำลังสูงกว่าที่กำหนดในมาตรฐานนี้ ผู้ซื้อจะต้องกำหนดกำลังต้านแรงอัดต่ำสุดตามที่ต้องการ

หมายเหตุ 1 เช่นวีเนียร์คอนกรีตและก้อนประดับซึ่งมีขนาดโตกว่าอิฐ เช่น สปลิตบล็อก

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 อิฐ (Brick) หมายถึง ก้อนวัตถุก่อตันทำจากดินเหนียวหรือดินดานตามปกติทำเป็นก้อนสี่เหลี่ยมขณะยังมีสภาพเหนียวปั้นได้ แล้วเอาเข้าอบหรือเผาในเตา

2.2 อิฐก่อสร้าง (Building) หมายถึงอิฐใช้สำหรับก่อสร้างไม่ได้ทำให้มีเนื้อหรือสีเป็นพิเศษแต่อย่างใด

2.3 อิฐคอนกรีต (Concrete Building Brick) หมายถึง อิฐก่อสร้างทำจากคอนกรีต ซึ่งอาจใช้วัสดุผสมหนักปกติหรือวัสดุผสมเบาอย่างใดอย่างหนึ่ง

2.4 ก้อนประดับ (Facing Unit) หมายถึงก้อนสำหรับก่อซึ่งทำขึ้นเป็นพิเศษเพื่อ

ใช้ประดับ โดยมีข้อกำหนดในเรื่องสี ลวดลายผิวการตกแต่งและคุณสมบัติอื่นๆ เกี่ยวกับรูปร่างการลักษณะด้วย

2.5 สปลิตบล็อก (Spilt Block) หมายถึง ก้อนประดับชนิดหนึ่งซึ่งทำขึ้นโดยใช้เครื่องมือกลกดแผ่นคอนกรีตให้แยกออกเป็นก้อนและมีผิวหน้าขรุขระ

2.6วีเนียร์คอนกรีต (Concrete Veneer) หมายถึงแผ่นคอนกรีตบางใช้เป็นแผ่นประดับ

3. ประเภทชั้นคุณภาพขนาดและความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้

3.1 ประเภทอิฐคอนกรีตซึ่งทำขึ้นตามมาตรฐานนี้ จำแนกเป็นสองประเภท (หมายเหตุ-2)

ก) ประเภทควบคุมความชื้น ต้องเป็นไปตามมาตรฐานนี้ รวมทั้งเกณฑ์กำหนดปริมาณความชื้นตามตารางที่ 2.17 อิฐคอนกรีตประเภทควบคุมความชื้นแบ่งเป็นสามชั้นคุณภาพ คือ ชั้นคุณภาพ ก-1 ชั้นคุณภาพ ข-1 และ ชั้นคุณภาพ ค-1

3.1.2 ประเภทไม่ควบคุมความชื้น ต้องเป็นไปตามมาตรฐานนี้ ยกเว้นเกณฑ์กำหนดปริมารความชื้นตามตารางที่ 2.17 อิฐคอนกรีตประเภทไม่ควบคุมความชื้นแบ่งเป็นสามชั้นคุณภาพ คือ ชั้นคุณภาพ ก-2 ชั้นคุณภาพ ข-2 และ ชั้นคุณภาพ ค-2

หมายเหตุ 2 ในกรณีซึ่งต้องการเจาะจงเรื่องน้ำหนัก ลวดลายผิว การตกแต่งผิวและความสม่ำเสมอ ของสี การป้องกันน้ำซึมหรือรายการอื่นใดเป็นพิเศษ ให้เป็นไปตามข้อตกลงระหว่างผู้ซ้อมกับผู้ทำ

3.2ชั้นคุณภาพ ชั้นคุณภาพทั้งสามของอิฐคอนกรีตแต่ละประเภทเป็นดังนี้ (หมายเหตุ 3)

3.2.1 ชั้นคุณภาพ ก-1 และ ข-2 ใช้เป็นแผ่นหรือก้อนประดับทางสถาปัตยกรรมสำหรับผนังภายนอกเมื่อต้องการกำลังสูงและการต้านความชื้นดี

3.2.2 ชั้นคุณภาพ ข-1 และ ข-2 ใช้ทั่วไปเมื่อต้องการกำลังและการต้านความชื้นปานกลาง

3.2.3 ชั้นคุณภาพ ค-1 และ ค-3 ใช้สำหรับทำชั้นในหรืองานก่อภายใน หรือในที่ซึ่งป้องกันความชื้นไว้อย่างมีประสิทธิผล

หมายเหตุ 3 เกณฑ์กำหนดสำหรับอิฐคอนกรีตชั้นคุณภาพ ก-1 ก-2 ข-1 และ ข-2 นั้นอาจใช้กับวีเนียร์คอนกรีตตันและก้อนประดับซึ่งโตกว่าอิฐได้ เช่น สปลิตบล็อก เป็นต้น

3.3ขนาดและความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้

3.3.1. ขนาดของอิฐคอนกรีต (ความกว้าง ความสูง และความยาว)

3.3.1.1 อิฐคอนกรีตขนาดพิกัด ขนาดของอิฐคอนกรีตออกแบบเพื่อให้เป็นไปตามระบบการประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างอาคาร ซึ่งได้กำหนดหน่วยพิกัด มูลฐาน(พ) ให้เท่ากับ 100 มิลลิเมตร และกำหนดความหนาของปูนก่อในรอยต่อมาตรฐานเท่ากับ 10 มิลลิเมตร ขนาดของอิฐคอนกรีตที่แนะนำให้ทำ และความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้มีขนาดดังแสดงในรูปที่ 2.16

3.3.1.2 อิฐคอนกรีตไม่ได้ขนาดพิกัด อิฐคอนกรีตชนิดนี้รวมถึงอิฐคอนกรีตที่ไม่ได้ขนาดพิกัดและอิฐคอนกรีตขนาดพิกัดอื่นๆที่ไม่ได้ใช้หน่วยพิกัดมูลฐานเท่ากับ 100 มิลลิเมตรด้วย ความคลาดเคลื่อนสูงสุดที่ยอมให้ของอิฐคอนกรีตชนิดนี้ต้องไม่ต่างจากขนาดที่ผู้ทำกำหนดไว้มากกว่า 3 มิลลิเมตร

4. ส่วนประกอบและคุณภาพ

4.1วัสดุประเภทปูนซีเมนต์วัสดุประเภทปูนซีเมนต์จะต้องเป็นไปตามที่กำหนด ดังนี้

4.1.1 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ มาตรฐานเลขที่ มอก.15 เล่ม 1-2514

4.1.2 ปูนซีเมนต์ผสมให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ผสมตามประกาศของกระทรวงอุตสาหกรรม (ในระหว่างที่ยังไม่มีกำหนดมาตรฐานดังกล่าวให้เป็นไปตาม ASTM Designation : C 595-72)

4.1.3 ปูนขาวให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมปูนขาวตามประกาศของกระทรวงอุตสาหกรรม (ในระหว่างที่ยังไม่มีประกาศกำหนดมาตรฐานดังกล่าวให้เป็นไปตาม ASTM Designation : C 207-72 Type S)

4.1.4 เถ้าควันให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเถ้าควันตามประกาศของกระทรวงอุตสาหกรรม (ในระหว่างที่ยังไม่มีประกาศกำหนดมาตรฐานดังกล่าวให้เป็นไปตาม ASTM Designation : C 618-72)

4.1.5 วัสดุประเภททรายและปอซโซลานิกให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมวัสดุประเภททรายและปอซโซลานิกตามประกาศของกระทรวงอุตสาหกรรม (ในระหว่างที่ยังไม่มีประกาศกำหนดมาตรฐานดังกล่าวให้เป็นไปตาม ASTM ที่เกี่ยวข้อง) หรือจะต้องแสดงโดยการทดสอบหรือประสบการณ์ไม่ว่ามีอันตรายต่อความคงทนถาวรของคอนกรีต

4.2 ส่วนผสมอื่นๆ

ตัวทำฟองอากาศ สี สารกันน้ำ ฯลฯ จะต้องเป็นสารซึ่งรับรองแล้วว่าเหมาะสำหรับใช้กับคอนกรีต และจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (ในระหว่างที่ยังไม่มีประกาศกำหนดมาตรฐานดังกล่าวให้เป็นไปตาม ASTM ที่เกี่ยวข้อง) หรือจะต้องแสดงโดยการทดสอบหรือประสบการณ์ว่าไม่มีอันตรายต่อความคงทนถาวรของคอนกรีต

4.3 วัสดุผสม

จะต้องเป็นไปตามมาตรฐานดังต่อไปนี้ แต่ไม่จำเป็นต้องปฏิบัติตามเกณฑ์กำหนดการจัดขนาดวัสดุผสม

4.3.1 วัสดุผสมหนักปกติให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมวัสดุผสมหนักปกติตามประกาศของกระทรวงอุตสาหกรรม (ในระหว่างที่ยังไม่มีประกาศกำหนดมาตรฐานดังกล่าวให้เป็นไปตาม ASTM Designation : C 33-72)

4.3.2 วัสดุผสมเบาให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมวัสดุผสมเบาตามประกาศของกระทรวงอุตสาหกรรม (ในระหว่างที่ยังไม่มีประกาศกำหนดมาตรฐานดังกล่าวให้เป็นไปตาม ASTM Designation : C 331-72)

5. คุณลักษณะที่ต้องการ

5.1 อิฐคอนกรีตเมื่อส่งถึงที่ก่อสร้างจะต้องเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดกำลังต้านทานแรงอัดและดูดกลืนดูดกลืนน้ำที่กำหนดไว้ในตารางที่ 2.16

5.2 นอกจากผู้ซื้อกำหนดเป็นอย่างอื่น ผู้ซื้อจะต้องยอมรับอิฐคอนกรีตที่มีกำลังสูงกว่าชั้นคุณภาพที่ระบุไว้

5.3 ปริมาณความชื้นของอิฐคอนกรีตประเภทควบคุมความชื้น เมื่อส่งถึงที่ก่อสร้างจะต้องเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในตารางที่ 2.17

ตารางที่ 2.16 เกณฑ์กำหนดกำลังต้านทานแรงอัดและการดูดกลืนน้ำ (ข้อ5.1)

ชั้นคุณภาพ(1)	กำลังต้านแรงอัด ต่ำสุด (วางอิฐทางแบน) กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร		การดูดกลืนน้ำ สูงสุด (เฉลี่ยจากอิฐ 5 ก้อน) กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร					
	เฉลี่ยจากพื้นที่รวม		น้ำหนักคอนกรีตเมื่ออบแห้ง กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร					
	เฉลี่ยจากอิฐ 5 ก้อน	อิฐแต่ละก้อน	2001 หรือสูงกว่า	1921 ถึง 2000	1841 ถึง 1920	1761 ถึง 1840	1681 ถึง 1760	1680 หรือต่ำกว่า
ก -1, ก-2	245	210	160	160	160	160	160	160
ข-1, ข-2	175	140	208	224	240	256	272	288
ก-1, ค-2	105	88	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ 2.17 การหดตัวของอิฐ

การหดตัวทางยาว[2] ร้อยละ	ปริมาณความชื้นสูงสุดเป็นร้อยละของการดูดกลืนน้ำทั้งหมด (เฉลี่ยจากอิฐ 5 ก้อน)		
	ความชื้นสัมพันธ์รายปีเฉลี่ย ร้อยละ[1]		
	มากกว่า 75	75 ถึง 50	น้อยกว่า 50
0.03 หรือน้อยกว่า	45	40	35
ระหว่าง 0.03 กับ 0.045	40	35	30
0.045 หรือมากกว่า	35	30	25

หมายเหตุ

(1) อาศัยสถิติตามประกาศของกรมอุตุนิยมวิทยา สำหรับสถานีที่ใกล้แหล่งผลิตที่สุด

(2) ทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมวิธีทดส่อบการหดแห้งของคอนกรีตบล็อกตามประกาศของกระทรวงอุตสาหกรรม (ในระหว่างที่ยังไม่มีประกาศกำหนดมาตรฐานดังกล่าวให้เป็นไปตาม ASTM Designation : C 426-70) และทำการทดสอบไม่เกิน 12 เดือน ก่อนการจำหน่าย

6. การทำเครื่องหมายและฉลาก

6.1 อย่างน้อยจะต้องแสดงข้อความต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่ายและชัดเจนบนด้านหลังผลิตภัณฑ์คือ

1. ชื่อหรือตราเครื่องหมายของโรงงานผู้ทำ
2. ประเภท
3. ชั้นคุณภาพ

6.2 ผู้ทำผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เป็นไปตามมาตรฐานนี้จะแสดงเครื่องหมายมาตรฐานกับผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนั้นได้เมื่อได้รับใบอนุญาตจากคณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

7. การชักตัวอย่าง

7.1 การชักตัวอย่างเพื่อการทดสอบให้กระทำ ณ สถานที่ผลิต และต้องให้เวลาอย่างน้อย 10 วัน เพื่อทำการทดสอบให้เสร็จ

7.2 วิธีชักตัวอย่างให้เป็นไปตามวิธีกำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมวิธีชักตัวอย่างและทดสอบวัสดุงานก่อซึ่งทำด้วยคอนกรีตตามประกาศของกระทรวงอุตสาหกรรม(ในระหว่างที่ยังไม่มีประกาศกำหนดมาตรฐานดังกล่าวให้เป็นไปตาม ASTM Designation : C 140-70)

8. การทดสอบและการยอมรับ

8.1 การตรวจพินิจ (ตรวจด้วยตาเปล่า)

8.1.1 อิฐคอนกรีตขณะส่งถึงที่ก่อสร้าง เมื่อตรวจด้วยตาเปล่ารอยบุบเล็กน้อยหรือรอยแตกตามผิวซึ่งเกิดจากกรรมวิธีการตามปกติ หรือรอยบิ่นเล็กน้อยที่เกิดจากวิธีเคลื่อนย้ายหรือขนส่งอย่างธรรมดา จะต้องไม่เป็นสาเหตุอ้างในการไม่ยอมรับ

8.2 การทดสอบให้เป็นไปตามวิธีที่กำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมวิธีชักตัวอย่างและการทดสอบวัสดุงานก่อซึ่งทำด้วยคอนกรีตตามประกาศของกระทรวงอุตสาหกรรม (ในระหว่างที่ยังไม่มีประกาศกำหนดมาตรฐานดังกล่าวให้เป็นไปตาม ASTM Designation : C 140-70)

8.3เมื่อต้องการอิฐคอนกรีตประเภทควบคุมความชื้น เกณฑ์กำหนดปริมาณความชื้นตามตารางที่ 2.17 ขึ้นอยู่กับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมวิธีการทดสอบการหดแห้งของคอนกรีตบล็อกตามประกาศของกระทรวงอุตสาหกรรม (ในระหว่างที่ยังไม่มีประกาศกำหนดมาตรฐานดังกล่าวให้เป็นไปตาม ASTM Designation : C 426-70) และทำการทดสอบก่อนกำหนดจำหน่ายไม่เกิน 12 เดือน

8.4 ในกรณีที่ทำการทดสอบแล้วไม่ผ่าน อาจคัดบางส่วนออกแล้วชักตัวอย่างใหม่จากส่วนที่เหลือเพื่อทดสอบใหม่ ถ้าตัวอย่างจากชุดที่สองนี้ทดสอบแล้วไม่ผ่านอีก ให้ถือว่าอิฐคอนกรีตทั้งจำนวนไม่เป็นไปตามมาตรฐาน

ผนวก ก.

ก.1 ในกรณีที่ทดสอบแล้วไม่ผ่าน อาจคัดบางส่วนออกแล้วเลือกชักตัวอย่างใหม่จากส่วนที่เหลือ และทำการทดสอบโดยผู้ทำเป็นผู้เสียค่าใช้จ่าย ถ้าตัวอย่างจากชุดที่สองนี้ทดสอบแล้วไม่ผ่านอีก ผู้ซื้อมีสิทธิจะไม่ยอมรับอิฐคอนกรีตทั้งจำนวนได้

ก.2 นอกจากที่ระบุไว้ในข้อ 8.4 หรือมีการตกลงกันเป็นอย่างอื่น ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบและทดสอบเป็นของผู้ซื้อ

ก.3 นอกจากมีการตกลงเป็นอย่างอื่น การจัดส่งอิฐคอนกรีตจะต้องได้อิฐคอนกรีตเต็มก้อนไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 ของจำนวนอิฐคอนกรีตทั้งหมด

2.15.2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 58–2533 (คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก)

1. ขนาดและความคลาดเคลื่อน

1.1 ความหนาของเปลือกต้องไม่น้อยกว่า 12 มิลลิเมตร

1.2 ขนาดของคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักให้มีค่าความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน ± มิลลิเมตร

2. ลักษณะทั่วไป

2.1 คอนกรีตบล็อกชนิดไม่รับน้ำหนักทุกก้อน ต้องแข็งแรง ปราศจากรอยแตกร้าว หรือส่วนเสียอื่นใดอันเป็นอุปสรรคต่อการก่อคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักอย่างถูกต้องหรือทำให้สิ่งก่อเสียกำลังหรือความคงทนถาวร รอยร้าวเล็กน้อยที่มักเกิดขึ้นในกรรมวิธีผลิตตามปกติหรือรอยปริเล็กน้อยเนื่องจากวิธีการเคลื่อนย้ายหรือขนส่งอย่างธรรมดา จะต้องไม่เป็นสาเหตุอ้างในการย่อมรับ

2.2 คอนกรีตไม่รับน้ำหนัก ซึ่งต้องการฉาบปูนหรือแต่งปูนต้องมีผิวหน้าหยาบพอควรแก่การจับยึดของปูน

2.3 คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก ซึ่งต้องการก่อแบบผิวเผย ด้านผิวเผยจะต้องไม่มีรอยบิ่น รอยร้าว หรือตำหนิอื่นๆ ถ้าในการสั่งคราวหนึ่งมีก้อนซึ่งมีรอยบิ่นเล็กน้อยที่ยาวมากกว่า 25 มิลลิเมตร เป็นจำนวนไม่มากกว่าร้อยละ 5 จะต้องไม่ถือเป็นสาเหตุในการไม่ยอมรับ

3. ความต้านทานแรงอัดของคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก ทั้งค่าเฉลี่ยและค่าแต่ละก้อน ต้องเป็นไปตามตาราง 2.18

ตารางที่ 2.18 ความต้านทานแรงอัดของคอนกรีตบล็อกชนิดไม่รับน้ำหนัก (ที่มา : กระทรวงอุตสาหกรรม มอก. 58–2533)

ความต้านทานแรงอัดต่ำสุดเมกะพาสคัล (เฉลี่ยจากพื้นที่รวม)	
เฉลี่ยจากคอนกรีตบล็อก 5 ก้อน	คอนกรีตบล็อกแต่ละก้อน
2.5	2.0

2.15.3 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 109 – 2517

การทดสอบให้ปฏิบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม วิธีชักตัวอย่างและการทดสอบวัสดุงานก่อสร้างซึ่งทำด้วยคอนกรีตมาตรฐาน

1. เครื่องมือ เครื่องมือกดต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมวิธีรับรองเครื่อง กดตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

2. ภาวะการทดสอบ

2.1 หลังจากได้ส่งตัวอย่างถึงห้องทดสอบ ให้เก็บตัวอย่างอยู่ในสภาพอากาศปกติของห้องทดสอบ และให้ทำการทดสอบตัวอย่างเต็มก่อน จำนวน 5 ก้อน ภายในเวลา 72 ชั่วโมง

2.2 ก้อนที่ทำให้มีขนาด รูปร่างหรือกำลังผิดปกติ อาจเลื่อยออกเป็นชิ้นๆ แล้วนำบางชิ้นหรือทุกชิ้นมาทดสอบโดยใช้วิธีเดียวกับที่กล่าวในการทดสอบเต็มก่อน กำลังของก้อนเต็มให้คำนวณจากผลเฉลี่ยกำลังของชิ้นต่างๆ

3. วิธีทดสอบ

3.1 ตำแหน่งทดสอบ จะต้องทำการทดสอบก้อนตัวอย่างโดยให้ศูนย์เนื้อที่ของผิวธารทั้งสองหน้าอยู่ในแนวดิ่งกับศูนย์แรงกดจากแท่นธารในบ่าทรงกลมของเครื่องกด นอกจากการทดสอบก้อนซึ่งมีลักษณะพิเศษที่ประสงค์จะใช้ในลักษณะที่รูอยู่ตามแนวระดับแล้ว การทดสอบคอนกรีตบล็อกจะต้องทดสอบโดยให้ตั้งอยู่ในแนวดิ่งสำหรับก้อนวัสดุก่อซึ่งตันร้อยละ 100 และก้อนกลวงซึ่งมีลักษณะพิเศษ ประสงค์จะใช้ในลักษณะที่รูอยู่ตามแนวระดับ อาจทำการทดสอบตามลักษณะการใช้งาน

ตารางที่ 2.18 ความต้านทานแรงอัดของคอนกรีตบล็อกชนิดไม่รับน้ำหนัก (ที่มา : กระทรวงอุตสาหกรรม มอก. 58–2533)

ความต้านทานแรงอัดต่ำสุดเมกะพาสคัล (เฉลี่ยจากพื้นที่รวม)	
เฉลี่ยจากคอนกรีตบล็อก 5 ก้อน	คอนกรีตบล็อกแต่ละก้อน
2.5	2.0

2.15.3 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 109 – 2517

การทดสอบให้ปฏิบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม วิธีชักตัวอย่างและการทดสอบวัสดุงานก่อสร้างซึ่งทำด้วยคอนกรีตมาตรฐาน

1. เครื่องมือ เครื่องมือกดต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมวิธีรับรองเครื่อง กดตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

2. ภาวะการทดสอบ

2.1 หลังจากได้ส่งตัวอย่างถึงห้องทดสอบ ให้เก็บตัวอย่างอยู่ในสภาพอากาศปกติของห้องทดสอบ และให้ทำการทดสอบตัวอย่างเต็มก่อน จำนวน 5 ก้อน ภายในเวลา 72 ชั่วโมง

2.2 ก้อนที่ทำให้มีขนาด รูปร่างหรือกำลังผิดปกติ อาจเลื่อยออกเป็นชิ้นๆ แล้วนำบางชิ้นหรือทุกชิ้นมาทดสอบโดยใช้วิธีเดียวกับที่กล่าวในการทดสอบเต็มก่อน กำลังของก้อนเต็มให้คำนวณจากผลเฉลี่ยกำลังของชิ้นต่างๆ

3. วิธีทดสอบ

3.1 ตำแหน่งทดสอบ จะต้องทำการทดสอบก้อนตัวอย่างโดยให้ศูนย์เนื้อที่ของผิวธารทั้งสองหน้าอยู่ในแนวดิ่งกับศูนย์แรงกดจากแท่นธารในบ่าทรงกลมของเครื่องกด นอกจากการทดสอบก้อนซึ่งมีลักษณะพิเศษที่ประสงค์จะใช้ในลักษณะที่รูอยู่ตามแนวระดับแล้ว การทดสอบคอนกรีตบล็อกจะต้องทดสอบโดยให้ตั้งอยู่ในแนวดิ่งสำหรับก้อนวัสดุก่อซึ่งตันร้อยละ 100 และก้อนกลวงซึ่งมีลักษณะพิเศษ ประสงค์จะใช้ในลักษณะที่รูอยู่ตามแนวระดับ อาจทำการทดสอบตามลักษณะการใช้งาน

3.2 ความเร็วที่ใช้ในการทดสอบ บรรทุกน้ำหนักครึ่งหนึ่งของน้ำหนักสูงสุดที่คาดว่าจะทดสอบด้วยอัตราเร็วตามสะดวก หลังจากนั้นจะต้องคุมเครื่องทดสอบโดยปรับให้หัวกดเคลื่อนที่ในอัตราสม่ำเสมอ จนทำให้น้ำหนักบรรทุกส่วนที่เหลือ บรรทุกได้ในเวลาไม่เร็วกว่า 1 นาที แต่ไม่เกิน 2 นาที

4. วิธีคำนวณและการรายงานผล

4.1กำลังต้านทานแรงอัดของก้อนวัสดุก่อคอนกรีต คำนวณได้จากแรงสูงสุดกิโลกรัมหารด้วยพื้นที่ภาคตัดขวางรวมของก้อน วัดเป็นตารางเซนติเมตร พื้นที่ภาคตัวขวางรวมของก้อน หมายถึง พื้นที่รวมของภาคตัดในแนวตั้งฉากกับทิศทางของน้ำหนักบรรทุก โดยรวมพื้นที่ภายในช่องว่างทั้งหมด รวมทั้งส่วนที่เว้าออกนอกจากเนื้อที่ส่วนนี้ เมื่อก่อตัวแล้วส่วนของก้อนที่ก่อชิดกันจะสอดเข้ามาจนเต็ม

4.2 การรายงานผล ให้รายงานผลการทดสอบละเอียดถึง 0.5 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร สำหรับการทดสอบแต่ละก้อน และผลเฉลี่ยจาก 5 ก้อน

2.15.4 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 1505-2541 (ชิ้นส่วนคอนกรีตมวลเบาแบบมีฟองอากาศ-อบไอน้ำ)

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ กำหนดรายละเอียดของชิ้นส่วนคอนกรีตมวลเบาแบบมีฟองอากาศ-อบไอน้ำ ซึ่งเป็นวัสดุก่อผนังมวลเบา โดยมีฟองอากาศกระจายอย่างสม่ำเสมอภายในเนื้อคอนกรีต และอบด้วยไอน้ำ โดยกำหนดชั้นคุณภาพและชนิด ขนาดและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน วัสดุและการทำ คุณลักษณะที่ต้องการการบรรจุ เครื่องหมายและฉลาก การเก็บคอนกรีตมวลเบา การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน และการทดสอบ

1.2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ ครอบคลุมเฉพาะผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนคอนกรีตมวลเบาแบบมีฟองอากาศกระจายอย่างสม่ำเสมอในเนื้อคอนกรีต และอบในเตาอบไอน้ำ และไม่เสริมเหล็ก

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 ชิ้นส่วนคอนกรีตมวลเบาแบบมีฟองอากาศ-อบไอน้ำ ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า “คอนกรีตมวลเบา” หมายถึง คอนกรีตที่มีมวลเบากว่าคอนกรีตทั่วไปที่มีขนาดเดียวกัน

โดยมีฟองอากาศเล็กๆ แทรกกระจายในเนื้อคอนกรีตอย่างสม่ำเสมอ ทำให้แข็งด้วยการอบไอน้ำ และไม่เสริมเหล็ก เหมาะสำหรับใช้ก่อผนังด้วยวิธีก่อบาง ดูรูปที่ 2.18

2.2 วิธีก่อบาง หมายถึง วิธีก่อที่มีลักษณะปูนก่อบาง มีความหนาไม่เกิน 3 มิลลิเมตร และจำเป็นต้องใช้ปูนก่อที่ทำขึ้นด้วยส่วนผสมพิเศษ ที่สามารถให้แรงยึดหน่วงมากเพียงพอเหมาะสมกับความหนา

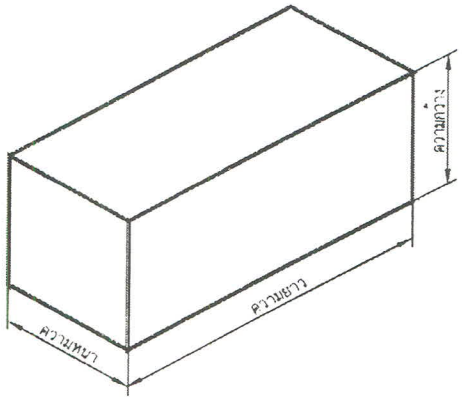
2.3 ร่องปูนก่อ หมายถึง ร่องที่ด้านข้างของคอนกรีตมวลเบาที่จะประกอบกันให้เป็นช่อง ใช้สำหรับใส่ปูนก่อขณะทำงานก่อผนัง

2.4 ร่อง หมายถึง ส่วนของคอนกรีตมวลเบาที่อยู่ต่ำกว่าพื้นผิวด้านข้าง สำหรับให้ลิ้นยื่นเข้ามาเพื่อการประสาน

2.5 ลิ้น หมายถึง ส่วนของคอนกรีตมวลเบาที่ยื่นเลยพื้นผิวส่วนอื่น สำหรับแทรกไปในร่องเพื่อการประสาน

2.6 ความหนาของคอนกรีตมวลเบา หมายถึง ความหนาของคอนกรีตมวลเบาที่ใช้ก่อผนัง

2.7 ร่องมือจับ หมายถึง ร่องที่ด้านข้างของคอนกรีตมวลเบาที่อยู่ต่ำจากขอบบน ใช้สำหรับจับยกเพื่อทำงาน



รูปที่ 2.18 ตัวอย่างคอนกรีตมวลเบา (ที่มา : กระทรวงอุตสาหกรรม มอก. 1505–2541)

3. ชั้นคุณภาพและชนิด

3.1 คอนกรีตมวลเบาแบ่งตามความต้านแรงอัดออกเป็น 4 ชั้นคุณภาพ และแบ่งตามความหนาแน่นเชิงปริมาตรออกเป็น 7 ชนิด โดยชั้นคุณภาพและชนิดของคอนกรีตมวลเบามีความสัมพันธ์กันตามตารางที่ 2.19

ตารางที่ 2.19 ชั้นคุณภาพและชนิดของคอนกรีตมวลเบา (ที่มา : กระทรวงอุตสาหกรรม มอก. 1505–2541)

ชั้นคุณภาพ	ความต้านแรงอัด ความหนาแน่นเชิงปริมาตรชั้นคุณภาพ นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร		ชนิด	ความหนาแน่นเชิงปริมาตรเฉลี่ย กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร
	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

4. ขนาดและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน

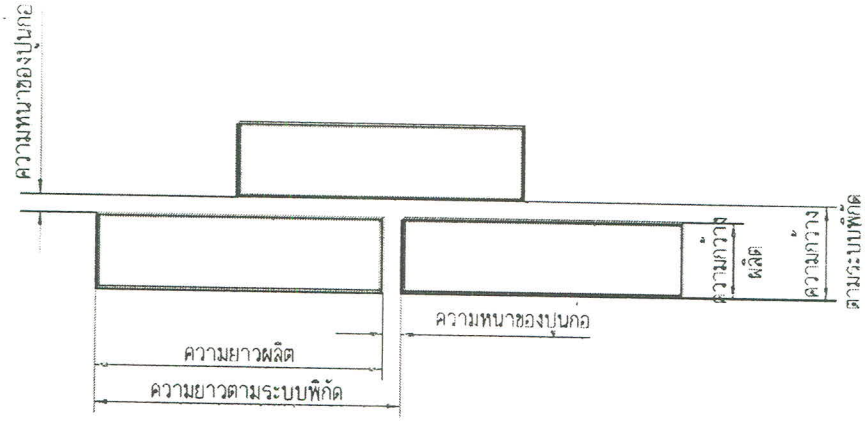
4.1 ขนาดและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน

ขนาดของคอนกรีตมวลเบาที่กำหนดไว้ตามมาตรฐานนี้ ออกแบบเพื่อให้เป็นไปตามระบบการประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างอาคาร ซึ่งได้กำหนดหน่วยพิกัดมูลฐาน (พ) ให้เท่ากับ 100 มิลลิเมตร ขนาดของคอนกรีตมวลเบาเป็นไปตามตารางที่ 2.20 โดยมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน + 2 มิลลิเมตร ในกรณีมีร่องและลิ้นให้เพิ่มได้อีกมิติละ 9 มิลลิเมตร การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 11.1

ตารางที่ 2.20 ขนาดคอนกรีตมวลเบา (ที่มา : กระทรวงอุตสาหกรรม มอก. 1505 – 2541)

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

หมายเหตุ ความกว้างและความยาวตามตารางที่ 2 เป็นค่าที่รวมความหนาของปูนก่อ 3 มิลลิเมตรไว้แล้ว (ดูรูปที่ 2.19)



รูปที่ 2.19 ความหนาของปูนก่อตามระบบประสานทางพิกัด
(ที่มา : กระทรวงอุตสาหกรรม มอก. 1505 – 2541)

4.2 ความได้ฉาก

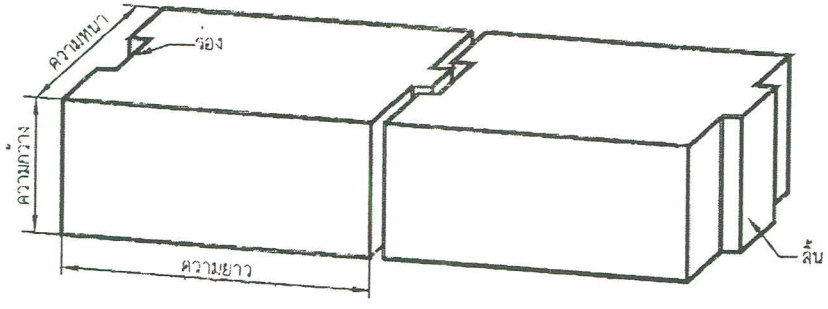
คอนกรีตมวลเบา ที่ระยะ 300 มิลลิเมตร วัดจากมุมฉากจะคลาดเคลื่อนจากแนวฉากได้ไม่เกิน 1 มิลลิเมตร การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 11.1

4.3 ร่องและลิ้น (ถ้ามี) ดูรูปที่ 2.20

คอนกรีตมวลเบาอาจทำเป็นร่องและลิ้นในตัวได้ และให้เป็นดังนี้

4.3.1 ขนาดของร่องและลิ้น ไม่ควรเล็กกว่าเศษหนึ่งส่วนเจ็ด และไม่ควรเกินเศษสองส่วนห้าของความหนาของคอนกรีตมวลเบา โดยในแต่ละด้านอาจมีร่องและลิ้นได้หลายแนว

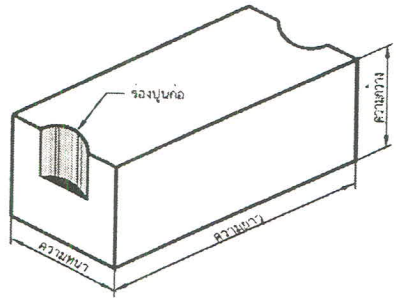
4.3.2 ความกว้าง และความลึกของลิ้นในทุกๆ ด้าน ควรเล็กกว่าความกว้างและความลึกของร่องระหว่าง 1 ถึง 2 มิลลิเมตร



รูปที่ 2.20 ตัวอย่างร่องและลิ้นของคอนกรีตมวลเบา
(ที่มา : กระทรวงอุตสาหกรรม มอก. 1505– 2541)

4.4 ร่องปูนก่อ (ถ้ามี) ดูรูปที่ 2.21

ร่องปูนก่อที่ด้านข้างของคอนกรีตมวลเบาและมีขนาดเริ่มจากผิวบนลงมามีระยะ 1/4 ถึง 1/2 ของความกว้างของคอนกรีตมวลเบา

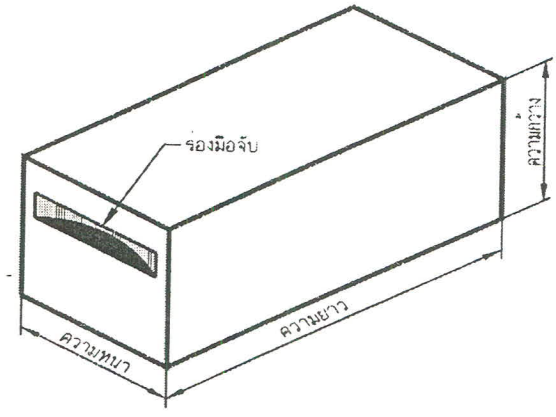


รูปที่ 2.21 ตัวอย่างร่องปูนก่อสำหรับคอนกรีตมวลเบา

(ที่มา : กระทรวงอุตสาหกรรม มอก. 1505 –2541)

4.5 ร่องมือจับ (ถ้ามี) ดูรูปที่ 2.22

กรณีที่คอนกรีตมวลเบามีขนาดใหญ่ เพื่อความสะดวกในการทำงานอาจมีร่องสำหรับมือจับด้วย



รูปที่ 2.22 ตัวอย่างร่องมือจับสำหรับคอนกรีตมวลเบา

(ที่มา : กระทรวงอุตสาหกรรม มอก. 1505–2541)

5. วัสดุและการทำ

5.1 วัสดุ

5.1.1 ปูนซีเมนต์ต้องเป็นปูนซีเมนต์ประเภท 1 ตาม มอก. 15 เล่ม 1

5.1.2 ปูนขาวต้องเป็นไปตาม มอก. 319

5.1.3 มวลผสมต้องเป็นวัสดุซิลิกา หรือทรายควอตซ์ หรือตะกรันจากเตาถลุงแบบพ่นลม หรือเถ้าถ่านหินหรือวัสดุอื่นใดที่ไม่มีสาร เช่น โคลน ฝุ่น สารอินทรีย์ ในจำนวนที่อาจเป็นผลเสีย นำมาบดละเอียดโดยให้มีขนาดไม่ใหญ่กว่า 500 ไมโครเมตร

5.1.4 สารก่อฟองและสารผสมเพิ่ม (ถ้ามี) ต้องเป็นวัสดุทำให้เกิดฟองอากาศมีเสถียรภาพ และคุมเวลาแข็งตัวโดยต้องไม่ก่อให้เกิดผลเสียใดๆ ต่อคุณภาพของคอนกรีตมวลเบา

5.2 การทำ

คอนกรีตมวลเบาต้องทำโดยผสมส่วนผสมตามที่ระบุในข้อ 5.1.1 ถึงข้อ 5.1.3 เข้าด้วยกันอย่างสม่ำเสมอจากนั้นเติมน้ำจำนวนที่เหมาะสม สารก่อฟอง และสารผสมเพิ่ม (ถ้ามี) ให้มีฟองอากาศกระจายอย่างสม่ำเสมอแล้วเทลงในแบบนำไปบ่มจนแข็งพอที่จะแกะแบบเพื่อทำการตัดตามขนาดที่ต้องการ จากนั้นนำไปอบด้วยไอน้ำเพื่อให้ได้ค่าความต้านแรงอัดตามที่กำหนดที่ความดันไม่ต่ำกว่า 1.0 เมกะพาสคัลและอุณหภูมิประมาณ 180 องศาเซลเซียส

หมายเหตุ ให้ตัดคอนกรีตมวลเบาในแนวที่ทำให้ด้านยาวขนานกับทิศทางการเคลื่อนที่ของฟองอากาศ

6. คุณลักษณะที่ต้องการ

6.1 ลักษณะทั่วไป

ต้องไม่แตกร้าว ไม่บิดเบี้ยว ไม่แอ่นตัว และไม่มีตำหนิใด ๆ ที่เป็นผลเสียหายต่อการใช้งาน

6.2 ความหนาแน่นเชิงปริมาตร

เมื่อทดสอบตามข้อ 11.2 แล้ว คอนกรีตมวลเบาต้องมีความหนาแน่นเชิงปริมาตรเฉลี่ยตามตารางที่ 2.19 โดยคอนกรีตมวลเบาแต่ละก้อนจะมีค่าแตกต่างจากที่กำหนดได้ไม่เกิน + 0.05 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

6.3 อัตราการเปลี่ยนแปลงความยาว

เมื่อทดสอบตามข้อ 11.3 แล้ว อัตราการเปลี่ยนแปลงความยาวต้องไม่เกินร้อย

ละ0.05

6.4 ความต้านแรงอัด

เมื่อทดสอบตามข้อ 11.4 แล้ว คอนกรีตมวลเบาต้องมีความต้านแรงอัดตามตารางที่ 2.19

6.5 อัตราการดูดกลืนน้ำ

เมื่อทดสอบตามข้อ 11.5 แล้ว อัตราการดูดกลืนน้ำต้องไม่เกิน 500 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

7. การบรรจุ

7.1 เมื่อจะนำคอนกรีตมวลเบาออกจำหน่าย ผู้ทำต้องจัดเรียงคอนกรีตมวลเบาบนแผงรองรับที่เหมาะสม มีการป้องกันขอบไม่ให้แตกบิ่นเสียหายที่จะเป็นผลเสียต่อการใช้งานทั้งในการเก็บรักษาและขนส่ง รวมทั้งให้มีอากาศถ่ายเทได้สะดวก

8. เครื่องหมายและฉลาก

8.1 ที่คอนกรีตมวลเบา อย่างน้อยทุกๆ 10 ก้อน ต้องมีเลขอักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน และถาวร

1. ชั้นคุณภาพ หรือความต้านแรงอัดต่ำสุด

2. ชนิดของคอนกรีตมวลเบา

3. ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

8.2 ที่ภาชนะบรรจุคอนกรีตมวลเบา อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายและรายละเอียดต่อไปนี้

1. ชั้นคุณภาพ หรือความต้านแรงอัดต่ำสุด

2. ชนิดของคอนกรีตมวลเบา

3. ความยาว ความกว้าง ความหนา เป็นมิลลิเมตร

4. ปี เดือนที่ทำ

5 จำนวนที่บรรจุในหีบห่อ

6. ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

9. การเก็บคอนกรีตมวลเบา

9.1 ต้องเก็บคอนกรีตมวลเบาไว้ที่แห้งมีอากาศถ่ายเทได้สะดวก และมีการป้องกันความชื้นไม่ให้เข้าถึงคอนกรีตมวลเบาได้ทุกฤดูกาล

9.2 ควรกองเก็บคอนกรีตมวลเบาให้สามารถนำคอนกรีตมวลเบารุ่นที่มาถึงก่อนไปใช้ได้ก่อน

10. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

10.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง คอนกรีตมวลเบาชั้นคุณภาพเดียวกัน ส่วนผสมเดียวกัน จำนวนไม่เกิน 1,000 ลูกบาศก์เมตร ที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน

10.2 การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างอื่นที่เทียบเท่ากันทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้

10.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบขนาดและลักษณะทั่วไป

1. ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 3 ก้อน

2. ตัวอย่างทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 4 และข้อ 6.1 จึงจะถือว่าคอนกรีตมวลเบารุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

10.2.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบความต้านแรงอัด

1. ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากคอนกรีตมวลเบาที่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดข้อ 10.2.1 เพื่อนำมาทำเป็นชิ้นทดสอบจำนวน 9 ชิ้น

2. ชิ้นทดสอบทุกชิ้นต้องเป็นไปตามข้อ 6.4 จึงจะถือว่าคอนกรีตมวลเบารุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

10.2.3 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบความหนาแน่นเชิงปริมาตรและอัตราการเปลี่ยนแปลงความยาว

1. ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันจำนวน 3 ก้อน เพื่อนำมาทำเป็นชิ้นทดสอบสำหรับการทดสอบความหนาแน่นเชิงปริมาตร 3 ชิ้น และอัตราการเปลี่ยนแปลงความยาว 3 ชิ้น

2. ชิ้นทดสอบทุกชิ้นต้องเป็นไปตามข้อ 6.2 และ 6.3 ในแต่ละรายการ จึงจะถือว่าคอนกรีตมวลเบารุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

10.2.4 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบอัตราการดูดกลืนน้ำ

1. ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันจำนวน 3 ก้อน เพื่อนำมาทำเป็นชิ้นทดสอบจำนวน 3 ชิ้น

2. ชิ้นทดสอบทุกชิ้นต้องเป็นไปตามข้อ 6.5 จึงจะถือว่าคอนกรีตมวลเบารุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

10.3 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างคอนกรีตมวลเบาต้องเป็นไปตามข้อ 2 ของ 10.2.1 10.2.2 10.2.3 และ 10.2.4 ทุกข้อ จึงจะถือว่าคอนกรีตมวลเบารุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

11. การทดสอบ

11.1 ขนาด

11.1.1 เครื่องมือ

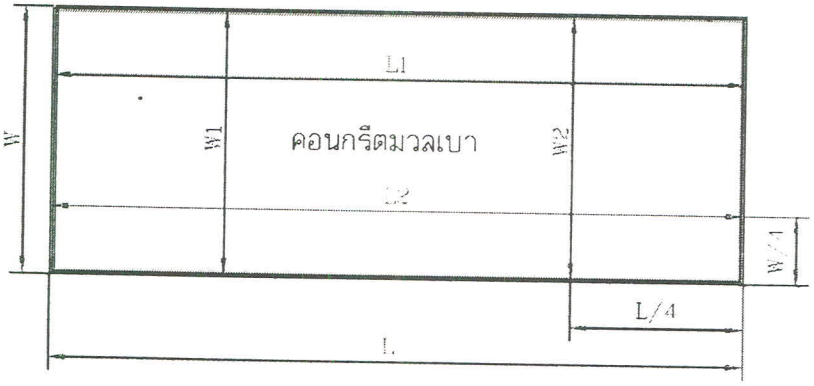
1. เครื่องวัดที่วัดได้ละเอียดถึง 1 มิลลิเมตร

2. เวอร์เนียร์ที่วัดได้ถึง 200 มิลลิเมตร

3. เหล็กฉากที่มีความยาวแต่ละด้านไม่น้อยกว่า 300 มิลลิเมตร

11.1.2 วิธีทดสอบ

1. ความกว้างและความยาวใช้เครื่องวัดตามข้อ 2. ของเครื่องมือวัดความกว้างและความยาวของตัวอย่าง โดยวัดที่ตำแหน่งห่างจากขอบเป็นระยะหนึ่งในสี่ของด้านนั้นๆ ดูรูปที่ 2.23

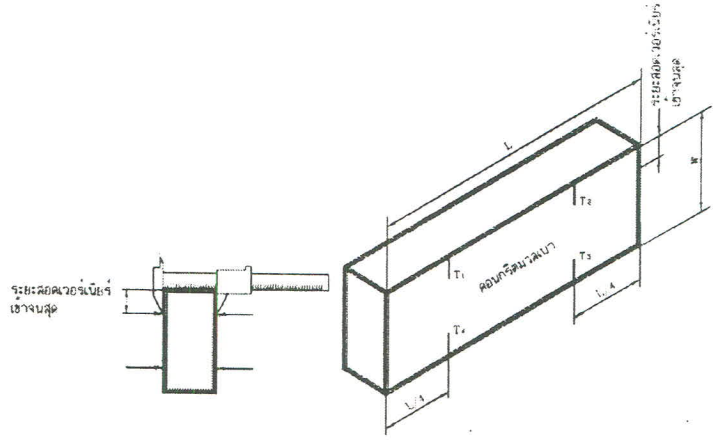


รูปที่ 2.23 ตำแหน่งวัดความกว้าง และความยาว

(ที่มา : กระทรวงอุตสาหกรรม มอก. 1505 – 2541)

2. ความหนา

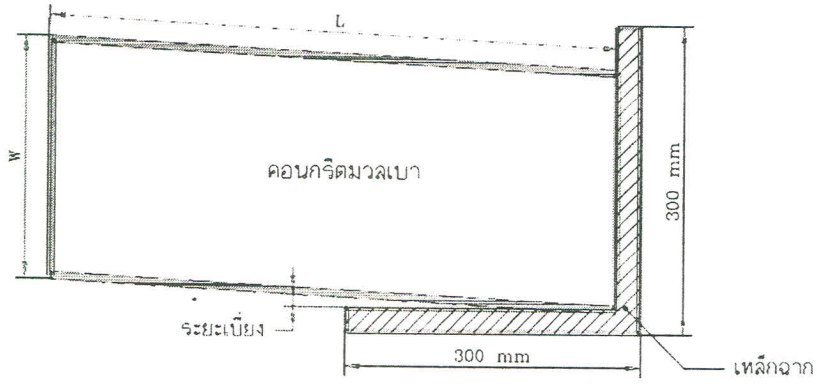
ใช้เวอร์เนียร์วัดความหนาของตัวอย่างที่ตำแหน่งห่างจากขอบด้านยาวของชิ้นทดสอบเป็นระยะหนึ่งในสี่ของความยาว โดยสอดเวอร์เนียร์เข้าจนสุด ดูรูปที่ 2.24



รูปที่ 2.24 ตำแหน่งวัดความหนา (ที่มา : กระทรวงอุตสาหกรรม มอก. 1505–2541)

3. ความได้ฉาก

ทาบเหล็กฉากที่ด้านสั้นของตัวอย่าง จากนั้นวัดความเบี่ยงเบนที่เกิดขึ้นที่ระยะประมาณ 300 มิลลิเมตรจากมุมของเหล็กฉาก ดูรูปที่ 2.25



รูปที่ 2.25 การวัดความได้ฉาก (ที่มา : กระทรวงอุตสาหกรรม มอก. 1505–2541)

11.1.3 การรายงานผล

ให้รายงาน ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด และค่าเฉลี่ยที่วัดได้

11.2 ความหนาแน่นเชิงปริมาตร

11.2.1 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ตัดชิ้นทดสอบที่กึ่งกลางความยาวของตัวอย่างให้มีขนาด 100 มิลลิเมตร x 100 มิลลิเมตร x 100 มิลลิเมตร โดยมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน + 1 มิลลิเมตร กรณีชิ้นทดสอบมีความหนาน้อยกว่าค่าที่กำหนด ให้อนุโลมใช้รูปทรงลูกบาศก์ที่มีมิติเท่ากับความหนา

11.2.2 เครื่องมือ

1. เครื่องวัดที่วัดได้ละเอียดถึง 1 มิลลิเมตร

2. เครื่องชั่งที่ชั่งได้ละเอียดถึง 1 กรัม

3. ตู้อบ ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิที่ 105 องศาเซลเซียส + 5 องศาเซลเซียส

11.2.3 วิธีทดสอบ

ให้วัดปริมาตรและมวลของชิ้นทดสอบหลังอบในตู้อบ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

11.2.4 การรายงานผล

ให้รายงานค่าความหนาแน่นเชิงปริมาตรในสภาพแห้งของชิ้นทดสอบแต่ละค่าและค่าเฉลี่ย จากสูตร

$$\text{ค่าความหนาแน่นเชิงปริมาตรในสภาพแห้ง} = \frac{\text{มวลของชิ้นทดสอบหลังอบในตู้อบ}}{\text{ปริมาตรของชิ้นทดสอบ}}$$

11.3 อัตราการเปลี่ยนแปลงความยาว

11.3.1 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ตัดชิ้นทดสอบที่กึ่งกลางความยาวของตัวอย่างให้มีขนาด 40 มิลลิเมตร x 40 มิลลิเมตร x 160 มิลลิเมตร โดยมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน + 1 มิลลิเมตร และให้ด้านยาวของชิ้นทดสอบขนานกับด้านยาวของตัวอย่าง

11.3.2 เครื่องมือ

1. เครื่องวัดที่วัดได้ละเอียดถึง 0.005 มิลลิเมตร

2. เครื่องชั่งที่ชั่งได้ละเอียดถึง 1 กรัม

3. อ่างน้ำที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ที่ 25 องศาเซลเซียส + 2 องศาเซลเซียส

4. ห้องหรือภาชนะปิดที่ควบคุมอุณหภูมิได้ที่ 25 องศาเซลเซียส + 2 องศาเซลเซียส และมีความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 43 + ร้อยละ 2 ได้

5. ตู้อบ ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ที่ 105 องศาเซลเซียส + 5 องศาเซลเซียส

11.3.3 วิธีทดสอบ

1. นำชิ้นทดสอบเข้าอบในตู้อบเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง จากนั้นทิ้งให้เย็น ชั่งมวลและวัดความยาวของชิ้นทดสอบถือเป็นมวลในสภาพแห้ง คำนวณหาค่ามวลที่ปริมาณความชื้นร้อยละ 40

2. นำชิ้นทดสอบไปแช่ในอ่างน้ำตามข้อ 3. ของเครื่องมือ โดยผิวบนของชิ้นทดสอบอยู่ต่ำกว่าผิวน้ำ 3 เซนติเมตรเป็นเวลา 3 วัน จากนั้นให้เก็บรักษาที่ห้องหรือภาชนะปิดตามข้อ 4.ของเครื่องมือ ชั่งมวลและวัดความยาวทุกวันจนมวลของชิ้นทดสอบมีค่าต่ำกว่าค่ามวลที่ปริมาณความชื้นร้อยละ 40 ซึ่งคำนวณได้จากข้อ 1. วิธีทดสอบ

3. วัดความยาวและชั่งมวลของชิ้นทดสอบทุก 3 วัน จนความยาวเข้าสู่สภาพสมดุล โดยชิ้นทดสอบมีการเปลี่ยนแปลงความยาวน้อยกว่า ร้อยละ 0.003 ต่อ 3 วัน

หมายเหตุ การรักษาอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในกรณีใช้ภาชนะปิด ให้ทำโดยเก็บชิ้นทดสอบไว้เหนือสารละลายโพแทสเซียมคาร์บอเนต ที่ละลายอยู่ในภาวะสมดุลกับน้ำในภาชนะปิดที่ควบคุมอุณหภูมิได้ และต้องมีการกวนเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการก่อตัวของเกลือโพแทสเซียม หรือฝ้าที่ผิว

11.3.4 การรายงานผล

ให้รายงานอัตราการเปลี่ยนแปลงความยาวจากสูตร

$$\text{อัตราการเปลี่ยนแปลงความยาวร้อยละ (R)} = \frac{l_1 - l_2}{l_1} \times 100$$

เมื่อ l_1 คือ ความยาวของชิ้นทดสอบที่ปริมาณความชื้นร้อยละ 40 เป็นมิลลิเมตร

l_2 คือ ความยาวของชิ้นทดสอบเมื่อเข้าสู่สภาพสมดุล เป็นมิลลิเมตร

หมายเหตุ ความยาวของชิ้นทดสอบที่ปริมาณความชื้นร้อยละ 40 หาโดยการประมาณค่าจากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นกับความยาวที่ได้จากการทดสอบตามข้อ 1 กับข้อ 2 ของวิธีทดสอบ

11.4 ความต้านแรงอัด

11.4.1 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ตัดชิ้นทดสอบที่ตำแหน่ง ตอนบน ตอนกลาง และตอนล่างของคอนกรีตมวลเบา ให้มีขนาด 100 มิลลิเมตร x 100 มิลลิเมตร x 100 มิลลิเมตร โดยมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน + 1 มิลลิเมตร ทำเครื่องหมายแสดงด้านยาวของตัวอย่าง ทำการทดสอบเมื่อชิ้นทดสอบมีปริมาณความชื้น ร้อยละ 10 + ร้อยละ 2 กรณีชิ้นทดสอบมีความชื้นมากกว่าที่กำหนด ให้อบชิ้นทดสอบในตู้อบที่มีอุณหภูมิไม่เกิน 75 องศาเซลเซียส จนได้ความชื้นตามที่ต้องการ กรณีชิ้นทดสอบมีความหนาน้อยกว่าค่าที่กำหนด ให้อนุโลมใช้รูปทรงลูกบาศก์ที่มีมิติเท่ากับความหนา

11.4.2 เครื่องมือ

1. เครื่องวัดที่วัดได้ละเอียดถึง 1 มิลลิเมตร

2. เครื่องกดที่อ่านได้ละเอียดถึง 100 นิวตัน และสามารถควบคุมอัตราเพิ่มแรงอัดได้ระหว่าง 0.05 ถึง 0.20 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตรต่อวินาที

3. ตู้อบ ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ที่ 105 องศาเซลเซียส + 5 องศาเซลเซียส และควบคุมอุณหภูมิไม่ให้เกิน 75 องศาเซลเซียส สำหรับการอบหาปริมาณความชื้นอยู่ในเกณฑ์ร้อยละ 10 + ร้อยละ 2 ได้

11.4.3 วิธีทดสอบ

1. ให้กดชิ้นทดสอบด้วยวิธีตามที่ระบุใน มอก.109 โดยใช้อัตราเพิ่มแรงอัดตามตารางที่ 2.21 ในแนวตั้งฉากกับด้านยาวของชิ้นตัวอย่างจนได้ค่าแรงอัดสูงสุดเมื่อชิ้นทดสอบแตกเสียหาย

2. วัดปริมาณความชื้นของชิ้นทดสอบ

ตารางที่ 2.21 อัตราเพิ่มแรงอัดตัวอย่างคอนกรีตมวลเบา (ที่มา : กระทรวงอุตสาหกรรม มอก. 1505–2541)

ชั้นคุณภาพ	อัตราเพิ่มแรงอัด นิวตันต่อตารางมิลลิเมตรต่อวินาที
2	0.05
4	0.10
6	0.15
8	0.20

11.4.4 การรายงานผล

ให้รายงานปริมาณความชื้น และค่าความต้านแรงอัดของชิ้นทดสอบแต่ละค่าและค่าเฉลี่ย

11.5 อัตราการดูดกลืนน้ำ

11.5.1 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ตัดชิ้นทดสอบที่กึ่งกลางความยาวของตัวอย่างให้มีขนาด 100 มิลลิเมตร x 100 มิลลิเมตร x 100 มิลลิเมตร โดยมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน + 1 มิลลิเมตร กรณีชิ้นทดสอบมีความหนาน้อยกว่าค่าที่กำหนด ให้อนุโลมใช้รูปทรงลูกบาศก์ที่มีมิติเท่ากับความหนา

11.5.2 เครื่องมือ

1. เครื่องวัดที่วัดได้ละเอียดถึง 1 มิลลิเมตร

2. เครื่องชั่งที่ชั่งได้ละเอียดถึง 1 กรัม

3. ตู้อบ ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ที่ 105 องศาเซลเซียส + 5 องศาเซลเซียส

11.5.3 วิธีทดสอบ

1. อบชิ้นทดสอบในตู้อบให้แห้งจนได้น้ำหนักคงที่ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส + 5 องศาเซลเซียส ปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้องไม่น้อยกว่า 4 ชั่วโมง จากนั้นวัดมวลและมิติของแต่ละก้อน

2. แช่ชิ้นทดสอบตามข้อ 1. ของวิธีทดสอบ ในน้ำสะอาดให้น้ำท่วมเป็นเวลา 24 ชั่วโมงแล้วยกออก ใช้ผ้าชุ่มน้ำเช็ดที่ผิวทีละก้อนแล้วชั่งใหม่ให้เสร็จภายใน 3 นาที น้ำหนักที่ชั่งได้นี้ถือเป็นน้ำหนักคอนกรีตมวลเบาที่ดูดกลืนน้ำ กรณีตัวอย่างไม่ผ่านการทดสอบ ให้ทำการทดสอบซ้ำตั้งแต่ข้อ 1 ของวิธีทดสอบ โดยใช้ตัวอย่างเดิมกับน้ำกลั่นอีก 1 ครั้ง

11.5.4 การรายงานผล

ให้รายงานค่าเฉลี่ยการดูดกลืนน้ำของคอนกรีตมวลเบา โดยคำนวณจากสัดส่วนน้ำหนักของน้ำที่ดูดกลืนต่อปริมาตรชิ้นทดสอบซึ่งคำนวณจากมิติ

ตารางที่ 2.22 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติวัสดุจากการทดสอบจริง(ที่มา : ผลการทดสอบจากกรมวิทยาศาสตร์ ของผู้ผลิต AAC บริการ จากแคตตาล็อคของผู้ผลิต AAC AIT จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และ มหาวิทยาลัยมหิดล)

รายการ	ดีคอนบล็อก ระบบ CLC	บล็อกอื่นๆ ระบบ AAC	อิฐมอญ
ขนาดก้อน (กว้างxยาวxหนา) (ซม.)	20x60x7.5	20x60x7.5	7x15x6
จำนวนใช้งานต่อ 1 ตร.ม.(ก้อน/ตร.ม.)	8.33	8.33	120-130
น้ำหนักวัสดุ (กก./ตร.ม.)	65-85	45	130
น้ำหนักวัสดุรวมก่อฉาบ 2 ด้าน (กก./ตร.ม.)	105-135	90	180
ความหนาปูนก่อ (ซม.)	1–1.5	0.3–0.5	2.0–2.5
ความหนาปูนฉาบ (ซม.)	1–1.5	1–1.5	1.5–3.0
ความหนาแน่น (Dry Density) (กก./ลบ.ม.) ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM C796	800-1,000	500-700	1800
ความแข็งแรง (กก./ตร.ซม.) ค่ากำลังอัดที่ 28 วัน (Compressive Strength) ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM C495	>45	35-50	15-40

ตารางที่ 2.22 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติวัสดุจากการทดสอบจริง (ที่มา : ผลการทดสอบจากกรมวิทยาศาสตร์ ของผู้ผลิต AAC บริการ จากแคตตาล็อคของผู้ผลิต AAC AIT จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และ มหาวิทยาลัยมหิดล) (ต่อ)

รายการ	ดีคอนบล็อก ระบบ CLC	บล็อกอื่นๆ ระบบ AAC	อิฐมอญ
ค่าการดูดซึมน้ำ (Water Absorption) ASTM C796	< 17 เปอร์เซ็นต์	30 เปอร์เซ็นต์	25 เปอร์เซ็นต์
ค่าการนำความร้อน (วัตต์/ม.เคลวิน) ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM C177	0.135	0.130	1.15
อัตราการทนไฟ (Fire Rating) (ชม.) ทดสอบตามมาตรฐาน BS476	4	4	1 - 2
อัตราการกันเสียง (Sound Transmission Class) 55 เดซิเบล จัดเป็นฉนวนกันเสียง (เดซิเบล) ทดสอบตามาตรฐาน ASTM E90	40	43	38

2.16 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ธวัชชัย (2531) ได้ศึกษาการผลิตคอนกรีตแนวใหม่ โดยการประยุกต์ใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาเป็นวัสดุผสมเช่น ฟางข้าว ใยปาล์ม ขี้เถ้าแกลบ โดยนำไปใช้ในการก่อสร้างเป็นผนังภายนอกและภายในบ้านพักเช่นเดียวกับแผ่นเรียบ จากการศึกษาสมบัติทางกลและฟิสิกส์ พบว่าให้สมบัติที่ใกล้เคียงกับแผ่นซีเมนต์ผสมใยไม้ ที่มีใช้ทั่วไป นับเป็นอีกแนวทางหนึ่งทีจะนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาทดแทนวัสดุก่อสร้างราคาแพงได้ โดยให้สมบัติต่างๆที่ใกล้เคียงกัน บุ ร ฉัตรและพิชัย (2538) ได้ศึกษาการประยุกต์ใช้ขี้เถ้าแกลบ เพื่อผลิตคอนกรีตกำลังสูง โดยศึกษาสมบัติทางกายภาพและกลศาสตร์ของคอนกรีตผสมขี้เถ้าแกลบ โดยมีตัวแปรหลัก คือ ปริมาณขี้เถ้าแกลบและอายุของขี้เถ้าแกลบที่ใช้ พบว่าสามารถใช้ขี้เถ้าแกลบแทนปูนซีเมนต์ได้สูงสุดถึง 60 เปอร์เซ็นต์ และอายุของขี้เถ้าแกลบไม่มีผลต่อการพัฒนาความต้านการอัด และความคงทนต่อสภาพกรด ด่างของคอนกรีตกำลังสูง

กิตติชัย บัลลังก์ทรัพย์, วีรพงษ์ ทองพูล, และ สุทธิ สร้อยคำ. (2541 : 50) ผลการวิจัยพบว่าคอนกรีตผสมกาบมะพร้าวซึ่งจะใช้กาบมะพร้าวเป็นวัสดุผสมแทนหิน เพื่อต้องการให้คอนกรีตมีน้ำหนักเบาขึ้นและสามารถรับน้ำหนัก หากทำการผสมกาบมะพร้าวในปริมาณมากจะทำให้กำลังของคอนกรีตลดต่ำลงมากตามสัดส่วนปริมาณของกาบมะพร้าว ดังนั้นเราสามารถกำหนดกำลังของคอนกรีตผสมกาบมะพร้าวได้โดยการกำหนดปริมาณกาบมะพร้าวที่ใช้ในการผสมแทนที่หิน และสามารถกำหนดหน่วยน้ำหนักของคอนกรีตผสมกาบมะพร้าวได้ตามที่ต้องการ

นิรุท สุขสมเขตร. (2540 : 74) ได้วิจัยคอนกรีตผสมเส้นใยมะพร้าวเป็นการนำเส้นใยมะพร้าวมาใช้เป็นวัสดุผสมในเนื้อคอนกรีต พบว่าอัตราส่วนของปูนซีเมนต์ 1 ส่วน ทราย 2 ส่วน เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งเส้นใยมะพร้าวเมื่อนำมาเป็นวัสดุผสมสามารถเพิ่มแรงดึงและแรงยึดเหนียวภายในเนื้อคอนกรีตได้ หน่วยน้ำหนักเบากว่าคอนกรีตทั่วไป แต่มีการยุบตัวเกิดขึ้นอย่างเห็นได้ชัด

วรรณา ต. แสงจันทร์ (2552) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาอิฐมวลเบาจากเศษแก้ว เพื่อใช้เป็นฉนวนกันความร้อนสำหรับอาคารบ้านเรือน โดยนำเศษแก้วสีชาบดให้ละเอียด ผสมสารก่อฟอง (Foaming Agent) ชนิดหินปูนหรือโดโลไมล์ ในปริมาณ 0.5-2.0 ส่วน ต่อเศษแก้ว 100 ส่วน ขึ้นรูปเป็นก้อนอิฐ เผาที่อุณหภูมิ 800 และ 850 องศาเซลเซียส นำตัวอย่างขนาด 20 มิลลิเมตร x 20 มิลลิเมตร x 20 มิลลิเมตร ไปทดสอบหาความหนาแน่นและความต้านทานแรงอัด ส่วนค่าการนำความร้อนใช้ก้อนตัวอย่างที่มีขนาด 300 มิลลิเมตร x 300 มิลลิเมตร x 50 มิลลิเมตร เพื่อศึกษาผลของปริมาณการก่อฟอง และอุณหภูมิที่เผาต่อสมบัติความหนาแน่น และความต้านทานแรงอัด

ไชยยันต์ ชัยจักร, สมิตร ส่งพิริยะกิจ และ ดร.กุลพัฒน์ วัฒนกูล อาจารย์โครงการภาควิชาเทคโนโลยีโยธา วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ (2546) ได้ศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตคอนกรีตบล็อกมวลเบาจากกากอุตสาหกรรมรีไซเคิลเหล็ก การผลิตคอนกรีตบล็อกมวลเบาโดยการใช้ตะกรันจากอุตสาหกรรมรีไซเคิลเหล็กเป็นมวลรวมหยาบเพื่อทดแทนการใช้หินโดยมีส่วนผสมของปูนซีเมนต์และเถ้าถ่านหินเป็นวัสดุประสาน ในการทดลองวัสดุประสานจะประกอบด้วยปูนซีเมนต์และเถ้าถ่านหินในอัตราส่วน 60 : 40 และ 40 : 60 และมีอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสานเท่ากับ 0.45 นอกจากนี้ยังกำหนดให้วัสดุประสานมีปริมาตรร้อยละ 40, 55 และ 70 ของช่องว่างมวลรวม การทดสอบคุณสมบัติของคอนกรีตบล็อกมวลเบาเป็นไปตาม มอก.58-2530 ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่า การใช้วัสดุประสานที่มีอัตราส่วนระหว่าง

ปูนซีเมนต์ต่อเถ้าหิน 40 : 60 แทนที่ช่องว่างระหว่างมวลรวมในอัตราร้อยละ 70 สามารถให้กำลังอัดเท่ากับ 44.8 และ 68.73 กก/ซม^2 ที่อายุ 3 วัน และ 28 วัน ตามลำดับ และใช้ตัวอย่างขนาด 150 x 150 x 750 มิลลิเมตร ทดสอบค่าโมดูลัสการแตกหักมีค่าเท่ากับ 10.71 กก /ซม^2 ที่อายุ 28 วัน นอกจากนี้ยังมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (ขนาดก้อนตัวอย่างทดสอบ 190x390x70 มิลลิเมตร) ที่ต่ำเพียง 0.089 วัตต์/ เมตร/ องศาเซลเซียส โดยมีความหนาแน่นเท่ากับ 1380 กก/ ลบ.ม.

ศิวกร สุขลังการ. (2546) การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของวัสดุผสม สำหรับคอนกรีตบล็อกมวลเบาชนิดไม่รับน้ำหนัก ที่มีส่วนผสมของกากตะกอนจากบ่อบำบัดน้ำเสียของโรงงาน อุตสาหกรรมผลิตเยื่อกระดาษและกระดาษ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ทราย และเถ้าแกลบ ปริญญานิพนธ์ กศ.ม.(อุตสาหกรรมการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของวัสดุผสม สำหรับคอนกรีตบล็อกมวลเบาชนิดไม่รับน้ำหนัก ที่มีส่วนผสมของกากตะกอนจากบ่อบำบัดน้ำเสียของโรงงาน อุตสาหกรรมผลิตเยื่อกระดาษและกระดาษ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ทราย และเถ้าแกลบทำได้โดยการคำนวณหาอัตราส่วนที่เหมาะสมจากแผนภาพสี่ด้านเท่าแล้วสุ่มแบบเจาะจงมา 16 สูตร อัตราส่วนผสมโดยน้ำหนักใช้สูตรที่ 1-16 กำหนดปริมาณกากตะกอนจากบ่อบำบัดน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตเยื่อกระดาษและกระดาษร้อยละ 10-40 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ร้อยละ 10-40 ทรายร้อยละ 10-40 เถาแกลบร้อยละ 10-40 และน้ำร้อยละ 20 แต่ละสูตรผลิตก้อนคอนกรีตบล็อกขนาด 70x190x390 มิลลิเมตร ด้วยเครื่องอัดแบบไฮดรอลิคระบบสั่นสะเทือน จำนวนสูตรละ 20 ก้อน รวม 320 ก้อน แล้วนำไปทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ (มอก. 58-2533) ด้านคุณลักษณะทั่วไป ความต้านทานแรงอัด การทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.109-2517) และ (มอก.110-2517)

สมบูรณ์ คงสมศักดิ์ศรี และ นิรัตน์ แย้มโอษฐ์ (2549) ศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาอิฐคอนกรีตผสมยิปซัมสังเคราะห์โดยศึกษาคุณสมบัติของมอร์ต้าและคอนกรีตผสมยิปซัมสังเคราะห์ ซึ่งใช้อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 1.0 และใช้ปูนซีเมนต์ 1 ส่วน ทราย 2 ส่วน และยิปซัมสังเคราะห์ 3.0, 3.5, 4.0, 4.5, 5.0, 5.5 และ 6 ส่วน โดยน้ำหนักของปูนซีเมนต์ เป็นส่วนผสมของ มอร์ต้าเพื่อทดสอบกำลังอัดและการดูดกลืนน้ำและนำอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุดมาผลิตอิฐคอนกรีตผสมยิปซัมสังเคราะห์เพื่อให้ได้กำลังอัด การดูดกลืนน้ำ และความต้านทานการสึกหลอ ผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมการผลิตคอนกรีต (มอก.59-2516) จากการศึกษาพบว่า เมื่อผสมยิปซัมสังเคราะห์ปริมาณมากขึ้น กำลังรับแรงอัดจะมีค่าลดลง แต่ค่าการดูดกลืนน้ำจะมีค่าเพิ่มขึ้น

โดยอัตราส่วนผสมของมอร์ต้าที่เหมาะสมที่สุดคือ อัตราส่วนยิปซัมสังเคราะห์ 5.5 เท่าของน้ำหนักปูนซีเมนต์ ซึ่งมีกำลังรับแรงอัดเป็น 10.7 เมกะพาสคัส และการดูดกลืนน้ำร้อยละ 15.6 และเมื่อนำไปผลิตก้อนคอนกรีตขนาด 195x95x65 มิลลิเมตร มีค่ากำลังรับแรงอัดเป็น 12.0 เมกะพาสคัส การดูดกลืนน้ำมีค่าร้อยละ 15.0 โดยใช้ก้อนตัวอย่างขนาด 50x50x50 มิลลิเมตร ในการทดสอบ และค่าความต้านทานการสึกหลอมีค่าร้อยละ 95.7 สามารถนำไปผลิตเป็นอิฐคอนกรีต ชั้นคุณภาพ ค-1 ได้ ส่วนผสมระหว่างปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ทราย และเส้นใยมะพร้าว

ศักดิ์สิทธิ์ ศรีแสง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (2549) การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะของวัสดุสำหรับคอนกรีตบล็อก ชนิดไม่รับน้ำหนักที่มีส่วนผสมระหว่างปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ทราย และเส้นใยมะพร้าว มีอัตราส่วนที่จะใช้ในการทดสอบคือการนำเส้นใยมะพร้าวมาผสมกับปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ และทราย เพื่อนำมาผลิตคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักในอัตราส่วนเพิ่มขึ้นร้อยละ 3 ของน้ำหนักทราย มีสูตรในการทดลองจำนวน 12 สูตร แต่ละสูตรจะทำการผลิตคอนกรีตบล็อกขนาด 70x190x390 มิลลิเมตร จำนวนสูตรละ 25 ก้อน รวม 300 ก้อน แล้วนำไปเทียบเคียงคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 58-2533 และคุณสมบัติการเป็นฉนวนความร้อน ผลการทดสอบพบว่า อัตราส่วนที่ดีที่สุด ได้แก่ สูตรที่ 8 คือปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ร้อยละ 25 ของมวลรวม ทรายร้อยละ 52.5 ของมวลรวม เส้นใยมะพร้าวร้อยละ 25 ของมวลรวม จะใช้น้ำร้อยละ 15 ของน้ำหนักปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ โดยมีคุณสมบัติทางกายภาพด้านคุณลักษณะทั่วไปด้านความหนาของเปลือก ขนาด โดยอยู่ในเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน ± 2 มิลลิเมตร ด้านความแข็งแรงผ่านเกณฑ์มาตรฐานปราศจากรอยแตกร้าวหรือส่วนเสียอื่นใดอันเป็นอุปสรรคต่อการก่อคอนกรีตบล็อกตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญตรวจพินิจ ด้านความต้านทานแรงอัด เมื่ออายุก้อนคอนกรีตบล็อกครบ 28 วันต้องมีความต้านทานแรงอัดมีเกณฑ์มาตรฐานต่ำสุดแต่ละก้อน 2.0 เมกะพาสคัส และเฉลี่ยจากก้อนคอนกรีตบล็อกจำนวน 5 ก้อน 2.5 เมกะพาสคัล สูตร 8 มีค่าความต้านทานแรงอัดที่สุด คือ ความต้านทานแรงอัดก้อนที่ 1-5 มีค่า 2.56, 2.91, 2.88, 2.89 และ 2.90 เมกะพาสคัลตามลำดับ และค่าความต้านทานแรงอัดเฉลี่ย 5 ก้อน มีค่า 2.65 เมกะพาสคัล โดยใช้ก้อนตัวอย่างขนาด 70x190x390 มิลลิเมตร ในการทดสอบและร้อยละการดูดซึมอยู่ที่ร้อยละ 14 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคือต้องน้อยกว่าร้อยละ 25 และค่าความเป็นฉนวนความร้อนยังมีค่าการนำความร้อนสูงเมื่อเปรียบเทียบกบคอนกรีตบล็อกทั่วไป

กล่าวโดยสรุป ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยต้องการที่จะศึกษาหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตอิฐคอนกรีตมวลเบาที่มีขุยมะพร้าวและใบสับปะรดเป็นสัดส่วนผสม โดยได้คำนึงถึงองค์ประกอบที่ได้จากการศึกษางานวิจัยดังกล่าว สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้วัสดุดังนี้ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่หนึ่ง ทรายละเอียด ขุยมะพร้าว และผงใบสับปะรด ซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากทางการเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ เพื่อผลิตเป็นอิฐคอนกรีตมวลเบาที่มีขุยมะพร้าวและใบสับปะรดเป็นสัดส่วนผสมขนาด 75x200x600 มิลลิเมตร โดยเริ่มวิเคราะห์สัดส่วนผสมตามหลักการทดลองผลิตวัสดุก่อสร้างและการทดสอบการใช้งานของกรมวิทยาศาสตร์บริการ