



การใช้แร่ยิปซัม ในอุตสาหกรรมวัสดุก่อสร้าง

สุพะไชย จันดาวุฒิกุล
สรรเสริญ วิราพร

แร่ยิปซัม

(gypsum) หรือแคลดีเซียมชัลเฟต์ไดไฮเดรต มีสูตรโมเลกุลคือ $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ มีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า เกลือจีด เป็นแร่ที่เกิดจากการตกผลึกจากน้ำทะเลภายใต้ภาวะทางกายภาพที่เหมาะสม จึงจัดอยู่ในกลุ่มแร่อี้เวพอร์ต (evaporite) แร่ยิปซัมที่พบในธรรมชาติส่วนมากมีสีขาว แต่อาจมีสีเหลืองแดงหรือน้ำตาลขึ้นอยู่กับสารเจือปน (impurity) ที่ปนอยู่ มีค่าความแข็ง 2 โมลต์สเกล (Moh's scale) มีค่าความถ่วงจำเพาะ 2.2-2.4 หากดูลักษณะของเนื้อแร่สามารถแบ่งแร่ยิปซัมได้ 3 รูปแบบคือ เชเลไนต์ (selenite) มีเนื้อแร่เป็นผลึกใสบางไปร่วงแสง อะลาบัสเตอร์ (alabaster) มีเนื้อแร่เป็นมวลอัดแน่น และซัทินสปาร์ (satin spar) มีเนื้อแร่เป็นเส้นใย เมื่อนำมาเผาที่อุณหภูมิประมาณ 100-150 องศาเซลเซียส จะเกิดการสูญเสียน้ำบางส่วนในโมเลกุลภายในเป็นปูนปลาสเตอร์ (plaster) หรือแคลดีเซียมชัลเฟต์ไฮเดรต มีสูตรโมเลกุลคือ $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$ ดังสมการ



แร่ยิปซัมที่เกิดในแหล่งธรรมชาติจะไม่บริสุทธิ์ 100% แต่จะเกิดปะปนกับหินปูน ทราย ชั้นแผ่นหินและแอนไฮไดรต์ (CaSO_4) การคั้นพับและใช้ประโยชน์แร่ยิปซัมนับย้อนหลังไปได้จนถึงสมัยอิบิปต์โบราณ มีการนำแร่ยิปซัมมาเผาจนกลายเป็นปูนปลาสเตอร์ สำหรับใช้ยาวย่องระหว่างก้อนอิฐในการก่อสร้าง และในช่วงคริสต์ศตวรรษที่ 13 ชา忿รั่งเตสก์ได้ใช้ปูนปลาสเตอร์ ในงานหลายอย่างจนได้ชื่อว่า “Plaster of Paris” ตามแหล่งผลิตใหญ่ในย่านมองمار์ต ใกล้กรุงปารีส

ประเทศไทยพบแร่ยิปซัมครั้งแรกในปี พ.ศ. 2498 ที่บ้านวังกระทะ ตำบลวังจิ้ว อำเภอบางมูลนก จังหวัดพิจิตร จนถึงปัจจุบันมีการคั้นพับแหล่งแร่ยิปซัมที่มีปริมาณมากพอในเชิงพาณิชย์ 5 จังหวัด คือ พิจิตร นครสวรรค์ สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราชและเลย มีปริมาณสำรองอยู่ประมาณ 201.8 ล้านตัน โดยอยู่ในจังหวัดพิจิตรและนครสวรรค์ 98.4 ล้านตัน จังหวัดสุราษฎร์ธานี 47.2 ล้านตัน จังหวัดนครศรีธรรมราช 21.2 ล้านตันและจังหวัดเลย 35 ล้านตัน ในแต่ละปีมีการผลิตแร่ยิปซัมประมาณ 6-8 ล้านตัน มีมูลค่าอยู่ระหว่าง 2,000-4,000 ล้านบาท ในจำนวนนี้ร้อยละ 70 มาจากแหล่งในภาคใต้คือสุราษฎร์ธานี

และนครศรีธรรมราช แร่ยิปซัมที่ผลิตได้จะใช้ในประเทศไทยร้อยละ 20-30 อีกห้าร้อยละ 70-80 สงออกไปต่างประเทศในรูปของแร่ดิบ สำหรับสัดส่วนที่รวมได้ล่าสุดปี 2546 ผลิตได้ 7,291,167 ตัน มูลค่า 3,432 ล้านบาท ใช้ในประเทศไทย 2,166,781 ตัน มูลค่า 1,016 ล้านบาท สงออก 5,120,593 ตัน มูลค่า 2,347 ล้านบาท นอกจากนี้ยังมีการนำเข้าแร่ยิปซัมจากต่างประเทศเป็นปริมาณเล็กน้อย โดยปี พ.ศ. 2546 นำเข้า 353 ตัน มูลค่า 4 ล้านบาท (ข้อมูลจาก <http://www.dpim.go.th/st/pd.php>)

การใช้ประโยชน์จากแร่ยิปซัมในประเทศไทย มีดังนี้

- อุตสาหกรรมวัสดุก่อสร้าง เป็นอุตสาหกรรมที่ใช้แร่ยิปซัมร้อยละ 95 ของปริมาณแร่ยิปซัมที่ใช้ภายในประเทศไทย คือ อุตสาหกรรมปูนซิเมนต์ปอร์ตแลนด์ และอุตสาหกรรมแผ่นยิปซัม
- อุตสาหกรรมผลิตกระดาษ แอมโมเนียมชัลเฟต์
- อุตสาหกรรมเครื่องแก้ว
- อุตสาหกรรมผลิต



- ชอล์ก ดินสอสีและหัวไว้ชีดไฟ
- อุตสาหกรรมการผลิตเบียร์ ใช้ในกระบวนการหั่นหักเบียร์ ทำให้เบียร์มีความใส
- ใช้ปรับสภาพดินเพื่อการเกษตรกรรม โดยการบดแร่ยิปซัม แล้วโปรดลงในดินโดยตรงหรือนำไปผสมในน้ำที่ใช้รดแปลงเพาะปลูก แคลเซียมจากแร่ยิปซัมสามารถเข้าแทนที่อนุมูลของโซเดียมในดิน ทำให้ความเค็มลดลงและยังทำให้ดินเก็บความชื้นที่ดีขึ้นด้วย

การใช้แร่แร่ยิปซัมในอุตสาหกรรมวัสดุก่อสร้าง

1. อุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ ปูนซีเมนต์หรือที่มีชื่อเต็มว่าปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ (portland cement) มีลักษณะเป็นผงละเอียดสีเทา ประกอบด้วยแคลเซียมออกไซด์ (CaO) ซิลิกา (SiO_2) อะลูมินา (Al_2O_3) และเหล็กออกไซด์ (Fe_2O_3) เป็นองค์ประกอบหลัก สามารถเปลี่ยนสภาพเป็นของแข็งได้เมื่อผสมกับน้ำ ใช้ประโยชน์ในการผลิตคอนกรีตไม่ว่าจะเป็นคอนกรีตเสริมเหล็กและคอนกรีตอัดแรง เพื่อทำโครงสร้างของสิ่งก่อสร้างต่างๆ วัตถุดิบสำหรับการผลิตปูนซีเมนต์ประกอบด้วย

- วัตถุดิบที่มีส่วนประกอบของแคลเซียมคาร์บอนेट (calcium carbonate , CaCO_3) ประมาณร้อยละ 85-95 ได้แก่หินปูน (limestone) ชอล์ก (chalk) และดินมาร์ล (marl)

- วัตถุดิบที่มีส่วนประกอบทางเคมีของซิลิกา อะลูมินาและเหล็กออกไซด์ ได้แก่ ดิน (clay) และหินดินดาน (shale)

- วัตถุดิบปรับแต่งสมบัติ (corrective material) เป็นวัตถุดิบที่ใช้สำหรับเพิ่มเติมสารประกอบบางตัว ซึ่งมีไม่เพียงพอในดินหรือหินดินดาน วัตถุดิบเหล่านี้ได้แก่ ทราย (กรณีที่ต้องการซิลิกาเพิ่ม) แร่เหล็กหรือดินลูกรัง (กรณีที่ต้องการเหล็กจากออกไซด์เพิ่ม)

- แร่ยิปซัม เพื่อทำหน้าที่ 2 ประการ คือ

> หน้าที่ควบคุมการแข็งตัวของปูนซีเมนต์ให้ช้าลง เพื่อให้การเทแบบหือขึ้นรูปคอนกรีตทำได้ทันเวลาโดยปูนซีเมนต์ไม่แข็งตัวก่อนงานเสร็จ

> หน้าที่ในกระบวนการแข็งตัวของปูนซีเมนต์ช่วงเริ่มต้นหลังจากผสมน้ำ ยิปซัมจะทำปฏิกิริยากับน้ำและสารประกอบออกไซด์ที่เป็นส่วนประกอบของปูนซีเมนต์เกิดเป็นผลึกของสารประกอบไฮเดรตซึ่งเป็นโครงสร้างที่แข็งแรงของคอนกรีต

สำหรับเทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิตปูนซีเมนต์มี 3 แบบ คือ

1. แบบเผาป้าย ใช้วัตถุดิบคือดินขาวและดินดำ นำมาผสมกันตามอัตราส่วนแล้วเติมน้ำลงไป บดให้ละเอียดในหม้อบดดินจนได้น้ำดิน กรองเอาเศษหินและส่วนที่ไม่ละเอียดน้ำออก จากนั้นนำน้ำดินไปเก็บในไชල เพื่อตรวจสอบคุณภาพและปรับแต่งส่วนผสมให้ดีตามที่กำหนด ก่อนนำเข้าเตาเผาที่มีลักษณะเป็นท่อขนาดใหญ่ วางเป็นมุ่งเสียงและหมุนรอบตัวช้าๆ อุณหภูมิที่ใช้เผาคือ 1,480 องศาเซลเซียส ผลิตผลที่ได้เรียกว่าปูนเม็ด (clinker) ประกอบด้วยสารประกอบเชิงชั้นของสารประกอบออกไซด์ที่อยู่ในวัตถุดิบ ได้แก่ ไตรแคลเซียมซิลิกเกต ($\text{C}_3\text{S} : 3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) ไตรแคลเซียมซิลิกเกต ($\text{C}_2\text{S} : 2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) ไตรแคลเซียมอะลูมิเนต ($\text{C}_3\text{A} : 3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$) เป็นต้น นำปูนเม็ดที่ได้มาผสมแร่ยิปซัมประมาณร้อยละ 3-5 ของน้ำหนักปูนซีเมนต์ บดให้ละเอียด แล้วนำไปเก็บไว้ในไชลเพื่อรอการจำหน่ายต่อไป

2. แบบเผาแห้ง ใช้วัตถุดิบคือหินปูน ดินดานและวัตถุดิบปรับแต่งคุณสมบัติเพื่อให้ได้ส่วนประกอบทางเคมีตามที่มาตรฐานกำหนด กระบวนการเริ่มต้นจากการป้อนวัตถุดิบเข้าหม้อบดวัตถุดิบ (raw mill) ด้วยอัตราส่วนที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ปูนซีเมนต์ที่มีสมบัติตามต้องการ วัตถุดิบที่ได้เรียกว่า “วัตถุดิบสำเร็จรูป” จะถูกส่งไปเข้าไชล เพื่อเก็บและผสมวัตถุดิบสำเร็จรูปให้เป็นเนื้อเดียวกัน ก่อนนำไปเผา ในเตาเผาแบบหมุน แต่ค่อยๆ เพิ่มอุณหภูมิจนถึง 1,200-1,400 องศาเซลเซียส จนถลายเป็นปูนเม็ด นำปูนเม็ดที่ได้มาผสมแร่ยิปซัมลงไปประมาณร้อยละ 3-5 ของน้ำหนักปูนซีเมนต์ เมื่อกับการเผาแบบเบียร์ แล้วบดให้ละเอียด ก็จะได้ปูนซีเมนต์พร้อมจำหน่ายต่อไป ในปัจจุบันการเผาแบบแห้งได้รับความนิยมมากที่สุดเนื่องจากประหยัดเชื้อเพลิงมากกว่า

3. แบบกึงแห้งกึงเบียร์ ลักษณะการผลิตคล้ายการเผาแบบแห้งแต่นำส่วนผสมมาปั้นเป็นเม็ดก่อนโดยการผสมน้ำลงไปเล็กน้อย และจึงนำเข้าเตาเผาต่อไป



จากกระบวนการผลิตปูนซิเมนต์จะเห็นว่าความต้องการใช้เรียบปูมในอุตสาหกรรมปูนซิเมนต์ขึ้นกับปริมาณปูนซิเมนต์ปอร์ตแลนด์ที่จะผลิต กล่าวคือปูนเม็ดน้ำหนัก 1 เมตริกตัน ต้องผสมเรียบปูม 0.03-0.05 เมตริกตัน ประเทศไทยมีโรงงานผลิตปูนซิเมนต์ทั้งสิ้น 12 โรง กำลังการผลิตเมื่อปี 2548 23.78 ล้านเมตริกตัน จึงใช้เรียบปูมทั้งสิ้น 0.713-1.189 ล้านเมตริกตัน

2. อุตสาหกรรมแผ่นยิปซัม แผ่นยิปซัมเป็นชื่อของกลุ่มวัสดุก่อสร้างที่มีลักษณะเป็นแผ่นแบนเรียบ เป็นอุตสาหกรรมที่ใช้เรียบปูมเป็นวัตถุดิบมาก เป็นอันดับที่ 2 รองจากปูนซิเมนต์ แต่เป็นเรียบปูมที่อยู่ในรูปของปูนปลาสเตอร์ และถือว่าเป็นอุตสาหกรรมที่ใช้เรียบปูมเป็นวัตถุดิบหลัก เพราะเมื่อพิจารณา ส่วนประกอบของแผ่นยิปซัมขนาดมาตรฐานกว้าง 120 เซนติเมตร ยาว 240 เซนติเมตรและหนา 0.9 เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ย 20 กิโลกรัมตอแผ่น แล้วจะเห็นว่ามีส่วนผสมที่เป็นปูนปลาสเตอร์ ร้อยละ 91.3 หรือ 18.26 กิโลกรัม ปูนปลาสเตอร์จำนวนนี้ได้จากการเผาเรียบปูมดิบ 21.90 กิโลกรัม ถ้าผลิตแผ่น ยิปซัมน้ำหนัก 1 เมตริกตันต้องใช้เรียบปูมดิบเป็นวัตถุดิบหนัก 1.095 เมตริกตัน นอกจากรูปแบบแล้วส่วนประกอบที่เหลือเป็นกระดาษและอื่นๆ แผ่น ยิปซัมเป็นวัสดุก่อสร้างที่นิยมใช้เป็นผนังกันห้องและฝ้าเพดาน เพราะมีสมบัติ ติดตั้งง่ายและทนไฟ นอกจากนี้ ยังมีราคาไม่แพง เมื่อเทียบกับไม้อัด ที่มีราคา แพงและหายากขึ้น

กระบวนการผลิตแผ่นยิปซัม มีขั้นตอนที่สำคัญ 2 ขั้นตอน ดังนี้

1) **การเตรียมวัตถุดิบ** เริ่มจากนำเรียบปูมที่เป็นก้อนขนาดใหญ่มาบดด้วยเครื่องบด (jaw crusher) ให้มีขนาดไม่เกิน 2 นิ้ว จากนั้นเรียบปูมจะถูกส่งเข้าเตาเผาที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมงเพื่อเปลี่ยนเป็นปูนปลาสเตอร์ บดให้ละเอียดอีกครั้งก่อนนำไปใช้โดยเพื่อเตรียมไปเข้ากระบวนการทำแผ่นเรียบปูมต่อไป

2) **การผลิตแผ่นเรียบปูม** ปูนปลาสเตอร์จะถูกส่งไปผสมกับสารเติมแต่งต่างๆ เช่น แป้ง โพลิเมร์เจนต์และน้ำในเครื่องผสม (mixer) เมื่อผสมได้ที่แล้วจะเส้นผสมนี้ลงบนกระดาษเรียกว่ากระดาษหน้าที่เคลื่อนที่บนสายพาน ขณะที่ส่วนผสมและกระดาษหน้าที่ลงบนสายพาน จะมีกระดาษอีกแผ่นเรียกว่ากระดาษหลังเคลื่อนที่ตามไปประกบกับบนส่วนผสมและถูกอัดทับด้วยถุงกลัง ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมความหนาของแผ่นเรียบปูมให้คงสม่ำเสมอ ตลอดแผ่น แผ่นเรียบปูมจะถูกตัดให้ได้ขนาดตามความต้องการใช้งาน หลังจากนั้นจะผ่านเข้าเครื่องอบแห้ง เพื่อลดความชื้นออก สุดท้ายแผ่นเรียบปูมจะถูกกล่ำเลียงเข้าเก็บในโกดังเพื่อส่งจำหน่ายต่อไป

นอกจากนี้ยังมีการผลิตแผ่นยิปซัมสำหรับใช้เป็นฝ้าเพดานโดยเทส่วนผสมของปูนปลาสเตอร์ น้ำและไฟเบอร์กลาสปริมาณเล็กน้อย ลงในแม่พิมพ์ยางขนาด 625x625x10 มิลลิเมตรที่มีผิวเป็นลวดลาย เมื่อแผ่นเรียบปูมแข็งตัวก็จะ

ออกจากแม่พิมพ์ แผ่นเรียบปูมชนิดนี้ไม่ต้องใช้กระดาษปิดหน้าหลังเนื่องจากไฟเบอร์กลาสจะยึดปูนปลาสเตอร์ให้คงรูปเป็นแผ่นอยู่ได้ หลังจากนั้นอาจจะนำไปพ่นสีหรือไม่ก็ได้

ในปัจจุบันมีการผลิตแผ่นเรียบปูมชนิดต่างๆ เพื่อตอบสนองวัตถุประสงค์การใช้งานดังนี้

- **แผ่นยิปซัมชนิดธรรมชาติ (gypsum board)** ใช้กับงานฝ้าเพดานและผาผนังภายในห้อง มีคุณสมบัติในการป้องกันความร้อนและไฟ

- **แผ่นยิปซัมกันความชื้น (gypsum moisture resistant board)** เนื้อเรียบปูมมีสารประเทกซิลิโคนผสมอยู่ จึงมีคุณสมบัติที่สามารถดูดซึบได้สูง สามารถสถาปัตยปูนซิเมนต์ได้ เหมาะสมสำหรับทำฝ้าเพดานห้องน้ำและฝ้าชายคานอกตัวเพดาน

- **แผ่นยิปซัมกันไฟ (gypsum fire stop board)** มีไฟเบอร์กลาสผสมอยู่ในเนื้อเรียบปูม จึงเป็นชนวนกันความร้อนได้มากกว่าแผ่นยิปซัมธรรมชาติ

- **แผ่นยิปซัมบุอะลูมิเนียมฟอยล์ (gypsum foil back board)** เป็นแผ่นยิปซัมที่มีอะลูมิเนียมฟอยล์ปิดด้านหลังของแผ่น สามารถสะท้อนรังสีความร้อนได้ถึง 95% เหมาะสมสำหรับงานที่ต้องการป้องกันความร้อนเป็นพิเศษ

- **แผ่นยิปซัมอะคูสติก (gypsum acoustic board)** มีลักษณะ



พรุนบันผิว จึงสามารถป้องกัน
เสียงสะท้อนได้ดีกว่าแผ่นยิปซัม
ธรรมชาติ

นอกจากอุตสาหกรรม
ปูนซิเมนต์และแผ่นยิปซัม ซึ่งเป็น
อุตสาหกรรมสำคัญที่ใช้เรียกชั้น
ถึงร้อยละ 95 ของปริมาณเร่
อิปซัมที่ใช้ในประเทศไทยแล้ว ยังมี
อุตสาหกรรมอีกหลายประเภทที่
ใช้เรียกชั้มเป็นวัสดุดิบโดยเฉพาะ
ในรูปของปูนปลาสเตอร์ เช่น
อุตสาหกรรมเซรามิก กระเบื้อง
สุขภัณฑ์ เป็นต้น แต่เมื่อเบริญบ
เที่ยบกับปริมาณเรียกชั้มที่ผลิตได้
ทั้งหมดจะพบว่าเป็นปริมาณเพียง
เล็กน้อยเท่านั้น กรมวิทยาศาสตร์
บริการได้เล็งเห็นความสำคัญของ
การนำเรียกชั้มมาใช้ให้เกิด
ประโยชน์มากที่สุด จึงได้ทำการ
วิจัยและพัฒนาผลิตปูนปลาสเตอร์
ชนิดแอลฟ่า ปูนปลาสเตอร์ชนิด
เบต้า แผ่นยิปซัมเสริมไนท์ และ
เฟอกจากปูนปลาสเตอร์ ซึ่งได้
ดำเนินการเสร็จสิ้นไปแล้ว หาก
ท่านต้องการสอบถามรายละเอียด
เพิ่มเติมสามารถติดต่อได้ที่ สำนัก
เทคโนโลยีชุมชน โทร. 0-2201-
7116

เอกสารอ้างอิง

- Cement chemist notation.2548. [Online] Available from : http://en.wikipedia.org/wiki/Cement_chemist_notation.
- Gypsum. 2548. [ออนไลน์] Available from : <http://www.dpim.go.th/pp/title.php?tid=000001074060514>.
- Gypsum. 2548. [ออนไลน์] Available from: <http://en.wikipedia.org/wiki/Gypsum>.
- Gypsum. 2548. [ออนไลน์] Available from: <http://www.science.uwaterloo.ca/earth/waton/f002.html>.
- Portland cement. 2548. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://www.reference.com/browse/wiki/_Portland_cement.
- การผลิตปูนซิเมนต์. 2548. [ออนไลน์] Available from: <http://kanchanapisek.or.th/kp6/BOOK24/chapter6/t24-6-m.htm>.
- ข้อมูลการผลิตแร่ของประเทศไทย. 2548. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <http://www.dpim.go.th/st/pd.php>.
- จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. คณะวิศวกรรมศาสตร์ และกรมอุตสาหกรรมพื้นฐาน.
สำนักอุตสาหกรรมพื้นฐาน และการเหมืองแร่. อุตสาหกรรมยิปซัม[†]
และผลิตภัณฑ์. ใน โครงการศึกษาวิจัยการเพิ่มมูลค่าวัสดุดิบ
สำหรับอุตสาหกรรมเซรามิก แก้ว กระเจก ยิปซัมและผลิตภัณฑ์.
26 มกราคม 2549. ห้องประชุมใหญ่คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย, หน้า 1-11.
- พงษ์พิศาล คุ้ม戎ด. การใช้เรียกชั้มในอุตสาหกรรมแผ่นยิปซัม. ข่าวสารการสอน,
มีนาคม, 2538, ปีที่ 40, ฉบับที่ 3, หน้า 45-51.
- ยิปซัม. 2548. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://www.dmr.go.th/knowledge/BMR_Publishcation/Min Assess/.