กรรมวิธีการผลิต
แคลเซียมคาร์บอเนตในเชิงพาณิชย์

พิศมัย เลิศวัฒนะพงษ์ชัย
อรุณ คงแก้ว

แคลเซียมคาร์บอเนต (Calcium Carbonate, $CaCO_3$) ทางธรณีวิทยาเรียกว่า แร่แคลไซต์ (calcite) มาจากภาษาละติน “calx” หมายถึงปูนเผา (burnt lime) เป็นสารประกอบที่เกิดตามธรรมชาติ ส่วนมากจะอยู่ในรูปของหินปูน (lime-stone) หินอ่อน (marble) ชอล์ก (chalk) ฯ พบในหินชั้นและหินแปร โดยหินอ่อนเป็นหินปูนที่เกิดจากการตกผลึกใหม่โดยอิทธิพลของความร้อนและความดัน หินอ่อนบริสุทธิ์ชนิดสีขาวเมื่อบดละเอียดจะเป็นประกายและมีสีขาว ส่วนชอล์กเป็นหินปูนสีขาว ร่วน เนื้อละเอียด เกิดจากการสะสมตัวของพืชเซลเดียวที่เรียกว่า “coccoliths” มีความแข็งน้อยกว่าหินปูนและหินอ่อน

หินปูนในประเทศไทยพบกระจัดกระจายในเกือบทุกภาค ยกเว้นภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้มีการนำหินปูนมาใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวาง เช่น ใช้เป็นหินก่อสร้าง ผลิตปูนขาว ผลิตปูนซีเมนต์ ใช้เป็นฟลักซ์ (flux) ในการถลุงเหล็กและโลหะอื่น ๆ นอกจากนี้ยังใช้ในการปรับปรุงดินในการเกษตร และใช้เป็นตัวเติมหรือตัวขยาย (filler/extender) ในอุตสาหกรรมสี พลาสติก ยาง กระดาษและอื่นๆ การใช้ประโยชน์เป็นตัวเติมหรือตัวขยายนั้นจำเป็นจะต้องใช้แคลเซียมคาร์บอเนตที่มีความบริสุทธิ์สูง คือขนาดอนุภาคเล็ก ค่าความขาวสว่าง (brightness) สูงและ ไม่มีซากแข็งของสิ่งมีชีวิตหรือแร่ธาตุอื่นที่ให้ค่าความคม (abrasiveness) สูง จากสถิติการนำเข้าพบว่ามีความต้องการ ใช้แคลเซียมคาร์บอเนตภายในประเทศ เพิ่มขึ้นทุกปี เช่นในปี 2543 นำเข้า 6,151 ตัน มูลค่าประมาณ 98 ล้านบาท และในปี 2544 นำเข้า 7,520 ตัน มูลค่าประมาณ 119 ล้านบาทเป็นต้น

แคลเซียมคาร์บอเนตที่ใช้เป็นตัวเติมหรือตัวขยาย มี 2 ชนิด คือ

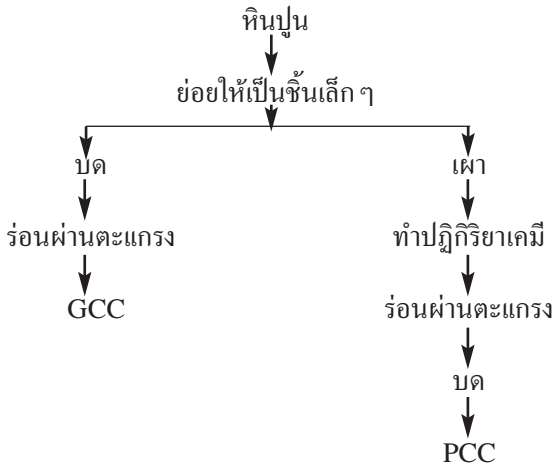
1. แคลเซียมคาร์บอเนตชนิดบด (Ground $CaCO_3$: GCC)

เป็นการนำหินปูนหรือหินอ่อนในธรรมชาติมาผ่านกรรมวิธีแยกสารเจือปนหรือมลทินอื่นๆ ออกไปก่อน แล้วนำมาบดด้วยเครื่อง ในการบดต้องเติม deflocculant เพื่อช่วยการกระจายตัวของหินปูน เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการบดให้ได้ขนาดของอนุภาคตามที่ต้องการ แคลเซียม-คาร์บอเนตชนิดบดที่ได้จะมีสมบัติทางกายภาพ เช่น ความขาวสว่าง ความคม และขนาดอนุภาค เป็นอย่างไรขึ้นอยู่กับแหล่งที่ได้มาของหินปูน การกำจัดมลทินและประสิทธิภาพในการบด

2. แคลเซียมคาร์บอเนตชนิดตกตะกอน (Precipitated $CaCO_3$: PCC)

เป็นแคลเซียมคาร์บอเนตที่ได้จากปฏิกิริยาทางเคมีด้วยการตกตะกอนหรือเรียกว่า precipitated whiting หรือบางครั้งเรียกว่าแคลเซียมคาร์บอเนตสังเคราะห์ แคลเซียมคาร์บอเนตชนิดนี้ได้จากการนำหินปูนธรรมชาติมาเผาแล้วผ่านกรรมวิธีทางเคมี ตกตะกอนลงมาเป็นผงผลึกของแคลเซียมคาร์บอเนตที่มีขนาดอนุภาคเล็ก (0.03-15 ไมโครเมตร) มีความบริสุทธิ์สูง ความขาวสว่างสูง และมีความคมต่ำ ผลึกยิ่งมีขนาดเล็กยิ่งมีราคาสูง มักใช้กับผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพหรือผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ

ให้มีสมบัติเฉพาะ จึงเป็นที่ต้องการของอุตสาหกรรมจำนวนมาก ขั้นตอนการเตรียม GCC และ PCC ดังแสดงในแผนภูมิ



แผนภูมิ แสดงขั้นตอนการเตรียม GCC และ PCC

กรรมวิธีการผลิต PCC ในเชิงพาณิชย์มี 3 กรรมวิธี

ทุกกรรมวิธีจะใช้หินปูนเป็นวัตถุดิบ โดยในขั้นแรกจะนำหินปูนมาเผาเพื่อไล่แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออก ได้ผลผลิตออกมาเป็นปูนสุก (quick lime, CaO) แล้วนำปูนสุกไปละลายน้ำเป็นน้ำปูนใส [Lime-Ca $(OH)_2$] ที่มีลักษณะคล้ายน้ำนม (milk of lime) แล้วกรองกากหินหยาบที่เหลือค้างอยู่ออก จากนั้นจึงเข้าสู่กรรมวิธีการผลิตดังนี้

1. กรรมวิธีผลผลิตพลอยได้ (By - Product Process) ในกรรมวิธีนี้ PCC เป็นผลผลิตพลอยได้ของการผลิตโซดาไฟ (NaOH) จากการทำปฏิกิริยาระหว่างเกลือโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) กับน้ำปูนใส ดังสมการ

$$Na_2CO_3 + Ca(OH) \longrightarrow 2NaOH + CaCO_3$$

กรรมวิธีนี้จะมีปูนขาวและสารประกอบของโซเดียมหลงเหลืออยู่ การล้างตะกอน PCC ให้บริสุทธิ์จะต้องเสียค่าใช้จ่ายสูง วิธีนี้จึงไม่ค่อยได้รับความนิยม

2. กรรมวิธีพ่นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbonation Process) เป็นการพ่นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่ได้จากการเผาหินปูนในตอนแรกผ่านลงไปในน้ำปูนใสจนได้ตะกอนของแคลเซียมคาร์บอเนต ดังสมการ

$$Ca(OH)_2 + CO_2 \longrightarrow CaCO_3 + H_2O$$

ขนาดของผนึกและการกระจายตัวของผลึกขนาดต่าง ๆ ควบคุมได้โดยการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ความเข้มข้นของตัวทำปฏิกิริยา อัตราการไหลของแก๊สและความเร็วรอบของการกวนขณะทำปฏิกิริยา

3. กรรมวิธีแคลเซียมคลอไรด์ (Calcium Chloride Process) กรรมวิธีนี้จะนำน้ำปูนใสมาทำปฏิกิริยากับแอมโมเนียมคลอไรด์ (NH_4Cl) ได้เป็นแคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$) และแก๊สแอมโมเนีย (NH_3) ดังสมการ

$$2NH_4Cl + Ca(OH)_2 \longrightarrow CaCl_2 + 2NH_3 + 2H_2O$$

จากนั้นนำสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ไปทำปฏิกิริยากับโซดาแอช (Na_2CO_3) ได้เป็นแคลเซียมคาร์บอเนต ดังสมการ

$$CaCl_2 + Na_2CO_3 \longrightarrow CaCO_3 + 2NaCl$$

กรรมวิธีนี้สามารถควบคุมขนาดของผลึกและการกระจายตัวของผลึกขนาดต่าง ๆ ได้ เช่นเดียวกับกรรมวิธีที่ 2 ผลผลิตที่ได้มีความสะอาดสูง สามารถใช้ในอุตสาหกรรมอาหารและยาได้

นอกจากนี้ ยังได้มีการนำแคลเซียมคาร์บอเนตที่เตรียมได้ไปเคลือบผิว เพื่อใช้งานพิเศษบางอย่างที่ต้องการให้มีการกระจายตัว (dispersion) และมีสมบัติการดูดซึมน้อย

การใช้ประโยชน์แคลเซียม-คาร์บอเนตในอุตสาหกรรมต่าง ๆ มีดังนี้

อุตสาหกรรมพลาสติก ใช้แคลเซียมคาร์บอเนตเป็นตัวเติมมากกว่าตัวเติมชนิดอื่น ๆ เนื่องจากดูดซึมน้ำมันน้อย และแคลเซียม-คาร์บอเนตที่เคลือบผิวด้วยเรซินหรือกรดไขมันจะสามารถลดการดูดซึมน้ำมันให้น้อยลงไปได้อีก พลาสติกที่ใช้ PCC ชนิดเคลือบผิวด้วยเรซินเป็นตัวเติมจะมีสมบัติรับแรงกระแทกได้ดี และมีผิวเรียบสม่ำเสมอ

อุตสาหกรรมยาง ใช้แคลเซียม-คาร์บอเนตเป็นตัวเติมในผลิตภัณฑ์