

# ลูกบด

## ที่ใช้ในอุตสาหกรรม

อลดา พันธุ์สุภุมธนา

ความละเอียดของวัตถุดิบ เป็นสิ่งสำคัญ ในอุตสาหกรรมหลายประเภท เช่น ยา เซรามิก สี เป็นต้น การบดจึงเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญ เพื่อให้ได้วัตถุดิบที่มีความละเอียดตามต้องการ เครื่องมือที่ใช้ในการบดมีหลายประเภทหลาย ขนาด ใช้ตั้งแต่การบดหยาบถึงการบดละเอียด การบดด้วยลูกบดและหม้อบด หรือที่เรียกว่า Ball Milling เป็นวิธีหนึ่งที่ยอมรับใช้ในการบดละเอียด กรรมวิธีในการบดทำโดยนำลูกบดพร้อมกับวัสดุที่ต้องการบดใส่ในหม้อบด แล้วหมุนหม้อบด ด้วยอัตราและระยะเวลาที่เหมาะสม ในระหว่างที่หม้อบดทำงาน วัสดุและลูกบดจะถลึงไปมา ทำให้เกิดการถลึงกระทบกันเองระหว่างลูกบด และขณะที่ลูกบดตกลงมากระทบกับผนังของหม้อบด จะเกิดแรงกระแทกและแรงเฉือนขึ้น สามารถย่อยวัสดุซึ่งมีขนาดเล็กกว่าได้ ในขณะที่หม้อบดหมุนเนื้อของวัสดุจะแตกออกจากกัน ทำให้มีขนาดลดลงเรื่อย ๆ จนได้ความละเอียดขั้นสุดท้ายตามต้องการ ลูกบดเป็นกลไกสำคัญที่ทำให้เกิดการบดละเอียดขึ้น ดังนั้นคุณภาพและชนิดของลูกบดจึงมีผลต่อการบดมาก

### ประเภทของลูกบด

ลูกบดแบ่งออกได้ 2 ประเภทใหญ่ คือ

#### 1. ลูกบดเซรามิก

ลูกบดเซรามิกที่นิยมใช้มาตั้งแต่ดั้งเดิม คือ ลูกบดที่ทำจากหินเหล็กไฟ (flint pebbles) ซึ่งเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ลูกบดชนิดนี้มีความถ่วงจำเพาะประมาณ 2.6 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร มีรูปร่างและส่วนผสมไม่แน่นอน

ลูกบดเซรามิกอีกชนิดหนึ่งคือ ลูกบดเซรามิกที่สังเคราะห์ขึ้น ลูกบดนี้ ได้แก่ ลูกบด

พอร์ซเลน ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็นชนิดที่มีส่วนผสมของเฟลด์สปาร์ และชนิดที่มีส่วนผสมของออกไซด์บางตัวล้วน ๆ หรือมีออกไซด์ปริมาณสูง เช่น อะลูมินา เซอโคเนีย เป็นต้น

ลูกบดชนิดที่มีส่วนผสมของเฟลด์สปาร์ เป็นที่นิยมใช้อยู่ทั่วไป มีสีขาว แกร่ง แข็งแรง และมีรูปร่างแน่นอน มีความถ่วงจำเพาะประมาณ 2.3-2.4 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ส่วนลูกบดชนิดที่มีส่วนผสมของออกไซด์ จะมีค่าความถ่วงจำเพาะสูง คือประมาณ 3.3-3.5 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร มีความแข็งเป็นพิเศษ และทนต่อการสึกกร่อนดีกว่าชนิดแรก

#### 2. ลูกบดโลหะ

ลูกบดประเภทนี้มีความถ่วงจำเพาะสูงมากขึ้นเมื่อเทียบกับลูกบดเซรามิก คือ อาจมีความถ่วงจำเพาะสูงถึงประมาณ 7.9 กรัม/ลบ.ซม. ดังนั้น เมื่อเทียบการใช้งาน แม้ขนาดลูกบดจะเล็กกว่า แต่สามารถบดได้เร็วกว่า การใช้ลูกบดที่มีความถ่วงจำเพาะสูงมากนี้ ต้องใช้หม้อบดที่มีความแข็งแรงมาก และพลังงานที่ใช้ก็มากขึ้นด้วย

การเลือกใช้ลูกบดประเภทใดนั้นขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใช้บด ประสิทธิภาพของการบดซึ่งเกิดจากการตกกระทบกันของลูกบด และสิ่งเจือปนที่เกิดจากการสึกของลูกบด กล่าวคือ ประสิทธิภาพของการบดสามารถเพิ่มขึ้นได้โดยเพิ่มความถ่วงจำเพาะของลูกบด และสิ่งเจือปนสามารถลดลงได้โดยเพิ่มความแข็งแรงของลูกบด สำหรับกรณีที่สิ่งเจือปนเพียงเล็กน้อยมีผลต่อคุณภาพของวัสดุที่บดมาก ต้องเลือกใช้ลูกบดที่มีเนื้อหรือส่วนผสมคล้ายกับวัสดุที่ต้องการบดนั้น เช่น

ส่วนผสมที่ทำจากดิน ทราย และแร่ฟันม้า ควรใช้ลูกบดพอร์ซเลน หากเป็นอะลูมินา ควรใช้ลูกบดเนื้ออะลูมินา ถ้าเป็นกราไฟต์ ควรใช้ลูกบดเนื้อคาร์บอน เป็นต้น

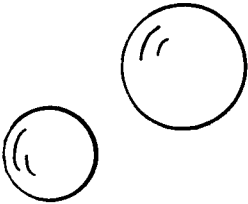
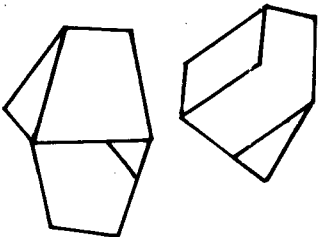
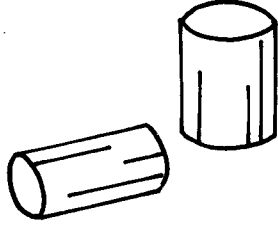
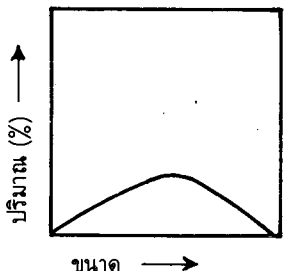
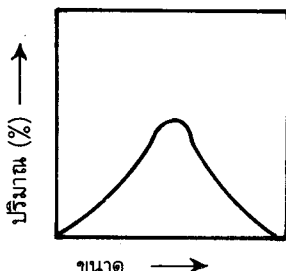
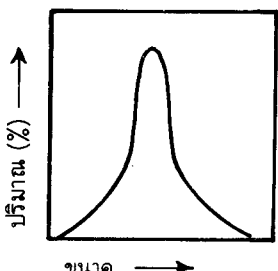
### ขนาดของลูกบด

ลูกบดที่ใช้ต้องมีขนาดที่สามารถทำให้เกิดการกระทบกันได้อย่างเหมาะสม และสามารถถ่ายเทของที่บดออกได้ง่าย การใช้ลูกบดที่มีขนาดและความถ่วงจำเพาะที่ทำให้เกิดการกระทบกันอย่างรุนแรง อาจทำให้สูญเสียพลังงานและลูกบดเกิดการสึกกร่อนมากเกินไปจนความจำเป็น โดยทั่วไปการเลือกใช้จึงจะพิจารณาขนาดและความถ่วงจำเพาะของลูกบดควบคู่ไปกับความถ่วงจำเพาะและความเหนียวของวัสดุที่ต้องการบดประกอบกัน กล่าวคือ ลูกบดที่มีขนาดเล็กหรือมีความถ่วงจำเพาะต่ำ และวัสดุที่บดมีความถ่วงจำเพาะหรือความเหนียวสูงจะทำให้เกิดแรงกระแทกหรือแรงเฉือนต่ำ ส่วนลูกบดที่มีขนาดใหญ่ หรือมีความถ่วงจำเพาะสูง และวัสดุที่บดมีความถ่วงจำเพาะหรือความเหนียวต่ำ จะทำให้เกิดแรงกระแทกหรือแรงเฉือนสูง

**รูปร่างของลูกบด** รูปร่างของลูกบดมี 3 ลักษณะ ได้แก่

1. รูปทรงกลม
2. รูปทรงไม่แน่นอน
3. รูปทรงกระบอก

ลูกบดรูปร่างต่าง ๆ กันนี้ มีผลต่อการกระจายของขนาดอนุภาค (particle size distribution) ของวัสดุที่บด รูปร่างที่ทำให้เกิดจุดกระทบหรือกระแทกหลายลักษณะ จะทำให้การกระจายของขนาดอนุภาคแคบลง

	ทรงกลม	ทรงไม่แน่นอน	ทรงกระบอก
รูปร่าง			
การกระจายของขนาดของอนุภาค			

จากภาพที่แสดงจะเห็นผลดังกล่าวได้ว่า ลูกบดทรงกระบอกซึ่งมีจุดกระทบเป็นลักษณะจุดเส้นและผิวเรียบ ทำให้อนุภาคมีการกระจายขนาดแคบกว่าลูกบดทรงกลม ซึ่งมีจุดกระทบเป็นลักษณะจุดเท่านั้น และสำหรับลูกบดทรงไม่แน่นอนจะให้ผลระหว่างกลาง (ดังภาพ) แต่การใช้ลูกบดรูปร่างเช่นนี้ ทำให้เกิดสิ่งเจือปนมาก เพราะลูกบดเกิดการสึกได้ง่ายไป จนกว่าจะมีรูปร่างที่ปานมนขึ้น

จากที่กล่าวมาข้างต้น จะพบว่าลูกบดมีหลายชนิดหลายประเภทให้เลือกใช้ตามความ

เหมาะสม และตามจุดประสงค์ที่ต้องการ เพื่อที่จะบดวัตถุดิบให้มีประสิทธิภาพสูงสุด นอกจากการเลือกใช้ลูกบดให้ถูกต้องแล้ว องค์ประกอบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการบด เช่น ปริมาณวัสดุที่ใส่ในหม้อบด ความถี่หรือความเร็วของวัสดุที่บด อัตราเร็วการหมุนของหม้อบด เป็นต้น ล้วนแต่มีผลต่อประสิทธิภาพการบดทั้งสิ้น ผู้สนใจต้องการทราบรายละเอียดเพิ่มเติม ติดต่อได้ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมเซรามิก กองการวิจัยกรมวิทยาศาสตร์บริการ ทุกวันในเวลาราชการ

#### เอกสารอ้างอิง

1. Patton, Temple C. Paint Flow and Pigment Dispersion. 2<sup>nd</sup> ed. New York : John Wiley & Sons, 1979 : 410-438
2. Richerson, David W. Modern Ceramic Engineering. New York : Marcel Dekker, Inc., 1982 : 160, 385

