

BAROID FILTER PRESS

บทกฤษฎี

นักเซรามิกมักจะศึกษา casting rate โดยวัดความหนาของ cake ดินที่พอกบนชิ้นของ plaster mold ณ เวลาต่างๆ กัน ตามทฤษฎีแล้วความหนาของ cake กำลังสองจะแปรตรงตามเวลา ดังสมการที่ (1)¹⁻³

$$L^2 = kt \quad \text{—————(1)}$$

เมื่อ L คือความหนาของ cake t คือเวลา และ k คือค่าคงที่ แปรตามปัจจัยหลายอย่างเช่น specific permeability ของ cake ดิน (k_p), viscosity ของน้ำ slip และแรงดันที่ใช้ในการดันน้ำดินเข้าไปยัง mold ดังนั้น หากเรา plot กราฟระหว่าง L^2 ต่อ t จะได้กราฟเส้นตรงดังภาพที่ 1

Baroid filter press เป็นเครื่องมือที่ใช้ศึกษาปริมาณ sulfate ในน้ำ slip และใช้ศึกษา casting rate ของน้ำ slip⁴⁻⁶ ในที่นี้จะกล่าวถึงการนำ Baroid filter press ไปใช้ศึกษา casting rate ของน้ำ slip เท่านั้น Baroid filter press มีลักษณะเป็นกระบอกมีฝาปิดบน-ล่าง ดังแสดงในภาพที่ 2 เวลาใช้งานเราจะเทน้ำ slip เข้าไปในกระบอกปิดฝาแล้วอัดลมเข้าไปดันให้น้ำ slip กรองผ่านกระดาษกรองที่อยู่ในเครื่อง Baroid filter press อันหนึ่ง เครื่อง Baroid filter press ประกอบด้วยส่วนประกอบ 3 ส่วนคือ 1) ฝาดรอปบน 2) กระบอกบรรจุน้ำ slip และ 3) ฝาดรอปล่าง ด้านบนของฝาดรอปบนถูกเจาะเป็นช่องไว้ใส่แรงอัดเข้าไปเพื่อดันน้ำ slip ให้ไหลผ่านกระดาษกรองที่อยู่ข้างในเครื่อง ด้านล่างของฝาดรอปล่างถูกเจาะเป็นช่องไว้ให้น้ำที่กรองผ่านกระดาษกรองได้ผ่านออกไป ด้านบนของฝาดรอปล่างจะมีตระแกรงและกระดาษกรอง Whatman เบอร์# 42 วางอยู่ เมื่อเทน้ำ slip เข้าไปในกระบอกบรรจุน้ำ slip แล้วปิดฝาและปล่อยลมเข้าไป ลมจะอัดให้น้ำ slip กรองผ่านกระดาษกรองได้ แล้วน้ำใสๆ ผ่านออกทางด้านล่างของเครื่อง Baroid filter press น้ำใสๆ ที่กรองได้นี้จะถูกบันทึกแล้วนำไปวิเคราะห์ตามหลักแล้วปริมาณของน้ำใสๆ ที่กรองออกมาได้จะมีความสัมพันธ์กับความหนาของ cake ดินที่พอกอยู่บนกระดาษกรอง กล่าวคือยังมีน้ำใสๆ ที่กรองออกมาได้มากเท่าใด cake ของดินที่พอกอยู่บนกระดาษกรองจะหนามากขึ้นไปเท่านั้น

การทดลองนี้เป็นการทดลองที่อาจารย์ ดร.วีระยุทธ ลอประยัฐ ออกแบบขึ้นมาสำหรับใช้ในการเรียนการสอนวิชาปฏิบัติการการขึ้นรูปเซรามิก สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเซรามิก มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เพื่อให้นักศึกษาเห็นความแตกต่างระหว่าง permeability ของดินขาวและดินดำ การทดลองนี้ยังสามารถใช้ในการศึกษา casting rate ของน้ำ slip ได้อีกด้วย ซึ่งจะเป็นประโยชน์สำหรับโรงงานเซรามิกที่ใช้การขึ้นรูปแบบ slip casting โรงงานที่ได้มีความประสงค์ในการศึกษา casting rate ของน้ำ slip สามารถติดต่อมายังศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของมหาวิทยาลัยที่เบอร์โทร 044-223263 หรือติดต่อมายังสาขาวิชาวิศวกรรมเซรามิก มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีที่เบอร์ 044-224471 โทรสาร 044-224612

วิธีการทดลอง

1) เตรียมน้ำ slip ที่มีส่วนผสมต่อไปนี้

สูตร	ดินขาว (กรัม)	ดินดำ (กรัม)	น้ำ (ชม.³)
A	50	0	200
B	35	15	200
C	25	25	200
D	15	35	200
E	5	45	200
F	0	50	200

หยดสารละลาย Sodium silicate เข้มข้น 15 % 1 หยด ในของผสมข้างต้นแล้วนำของผสม ไปตีกวนด้วยเครื่อง Stirrer เป็นเวลา 3 นาที

2) นำน้ำ slip ในข้อ 2 ไปกรองในเครื่อง Baroid filter press โดยใช้ลมอัดที่ความดัน 0.3 MPa จับเวลาและวัดปริมาณน้ำที่กรองออกมาจากนาฬิกาที่ 1 ถึงนาฬิกาที่ 5

ผลการทดลอง

1) ตารางที่ 1 และภาพที่ 3 แสดงปริมาณน้ำใสๆ ที่กรองได้ของน้ำ slip ที่มี % ดินดำต่างๆ กันในเวลา 1-5 นาที จะเห็นว่าเครื่อง Baroid filter press สามารถกรองน้ำ slip สูตร A ซึ่งมีแต่ดินขาวล้วนๆ ได้หมดในเวลา 1 นาที เพราะหลังจากนาฬิกาที่ 1 ปริมาณน้ำที่กรองได้ไม่เพิ่มขึ้นอีกแล้ว

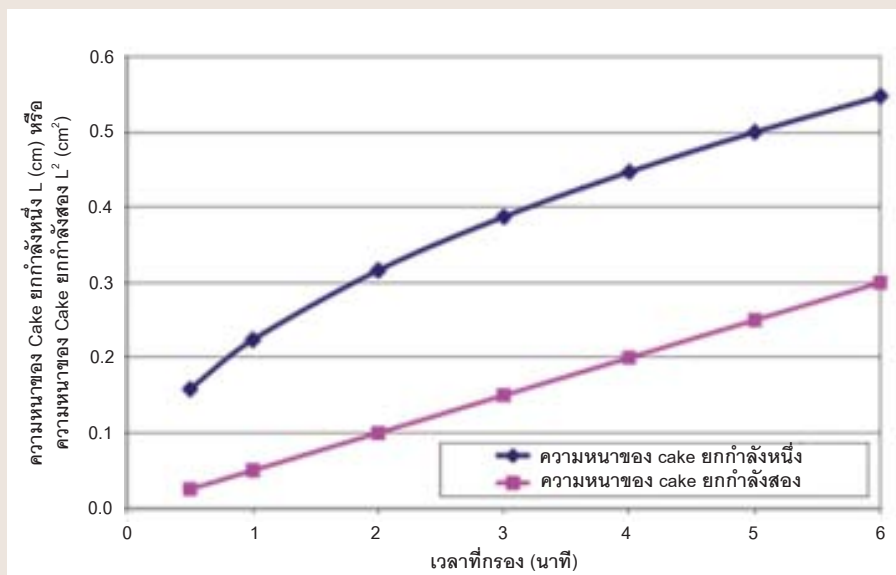
2) นำข้อมูลในตารางที่ 1 ไปคำนวณหาปริมาณของน้ำที่กรองได้กำลังสอง V^2 (ชม.³)² แล้ว plot กราฟระหว่าง V^2 ต่อเวลาของน้ำ slip ที่มี % ดินดำต่างๆ กัน ได้ผลดังแสดงในภาพที่ 4

3) เพื่อให้เห็นความแตกต่างของน้ำที่กรองได้จากน้ำ slip ที่มี % ดินดำแตกต่างกัน จึง plot กราฟระหว่างปริมาณน้ำที่กรองได้ใน 5 นาที ต่อ % ดินดำ ได้ภาพที่ 5

4) เพื่อให้แน่ใจในผลการทดลองจึงทำการทดลองซ้ำแบบเดิมอีก 1 รอบ แล้ว plot กราฟปริมาณน้ำดินที่กรองได้กำลังสอง V^2 (ชม.³)² ต่อเวลา ของน้ำ slip ที่มี % ดินดำต่างๆ กัน ได้ผลดังแสดงในภาพที่ 6

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณของน้ำใสๆ ที่เครื่อง Baroid filter press กรองได้จากน้ำ slip ที่มี % ดินดำต่างๆ กัน ณ นาฬิกาที่ 1-5

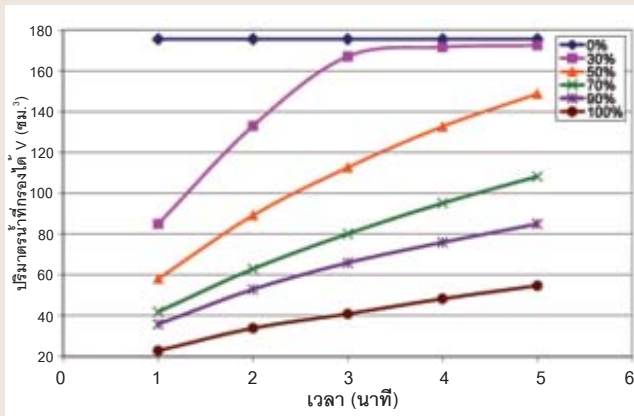
สูตร	ดินขาว (กรัม)	ดินดำ (กรัม)	%ดินดำ	ปริมาณของน้ำที่กรองได้ V (ชม.3) ใน... นาที				
				1 นาที	2 นาที	3 นาที	4 นาที	5 นาที
A	50	0	0	175.5	175.5	175.5	175.5	175.5
B	35	15	30	85.0	133.0	167.0	171.6	172.4
C	25	25	50	58.2	89.2	112.7	132.7	148.7
D	15	35	70	42.0	63.0	80.2	95.2	108.2
E	5	45	90	36.0	53.0	66.0	76.0	85.0
F	0	50	100	23.0	34.0	41.0	48.4	54.8



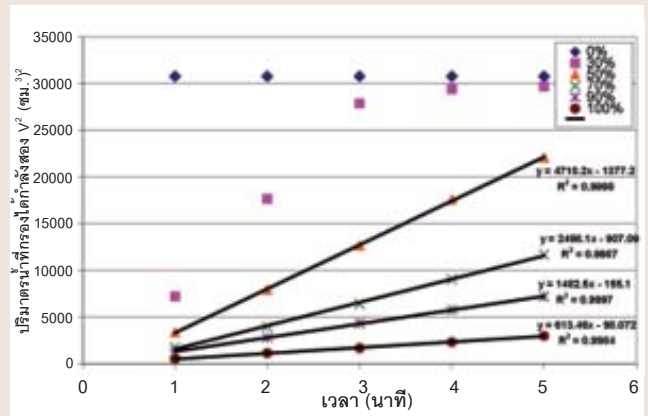
ภาพที่ 1 แสดงความหนาของ cake ยกกำลังหนึ่ง L (ชม.) และความหนาของ cake ยกกำลังสอง L^2 (ชม.²) ต่อ เวลาที่กรอง (ปรับปรุงจากหนังสือ Professor Leed¹ หน้า 498)



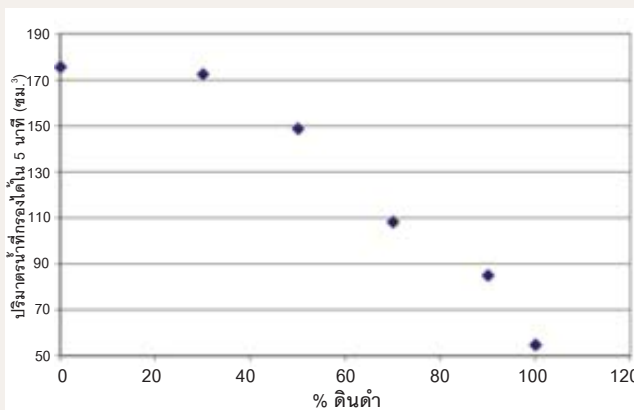
ภาพที่ 2 (a) เครื่อง Baroid filter press เมื่อประกอบเสร็จแล้ว
(b) เครื่อง Baroid filter press เมื่อถอดประกอบแยกส่วน



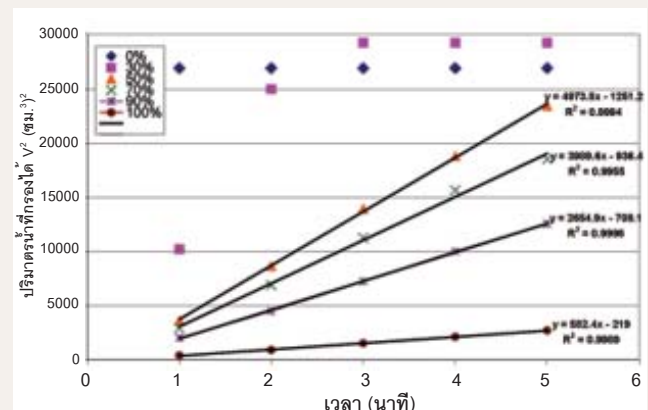
ภาพที่ 3 แสดงปริมาณน้ำที่กรองได้ V (ซม.³) ในเวลา 1-5 นาที ของน้ำ slip ที่มี % ดินดำต่างๆ กัน



ภาพที่ 4 แสดงปริมาณน้ำที่กรองได้ยกกำลังสอง V^2 (ซม.³)² ในเวลา 1-5 นาที ของน้ำ slip ที่มี % ดินดำต่างๆ กัน



ภาพที่ 5 แสดงปริมาณน้ำที่กรองได้ V (ซม.³) ในเวลา 5 นาที ของน้ำ slip ที่มี % ดินดำต่างๆ กัน



ภาพที่ 6 แสดงปริมาณน้ำที่กรองได้ยกกำลังสอง V^2 (ซม.³)² ในเวลา 1-5 นาที ของน้ำ slip ที่มี % ดินดำต่างๆ กัน ของการทดลองครั้งที่สอง

วิเคราะห์ผลการทดลอง

1) จากภาพที่ 3 จะเห็นได้ว่าปริมาณน้ำที่กรองได้ (V) จะมีปริมาณน้อยลง ถ้าน้ำ slip ที่มี % ดินดำมากขึ้น ทั้งนี้เป็นเพราะว่าดินดำเป็นดินที่มีอนุภาคเล็ก ดังนั้น cake ของน้ำ slip ที่มี % ดินดำมากๆ จะ pack ตัวกันแน่นทำให้น้ำซึมผ่านได้ช้าลง ปริมาณน้ำที่กรองได้จึงน้อยลงเมื่อน้ำ slip มี % ดินดำมากขึ้น สังเกตว่าเส้นกราฟส่วนใหญ่ที่ได้มีลักษณะโค้งนูนๆ คล้ายๆ กับกราฟระหว่างความหนาของ cake ที่กรองได้ยกกำลังหนึ่ง (L) ต่อเวลาในภาพที่ 1

2) ภาพที่ 4 แสดงว่าเส้นกราฟที่แสดงปริมาตรน้ำใสๆ ที่กรองได้ยกกำลังสอง V^2 ต่อเวลาของน้ำ slip สูตรที่มีดินดำ 50% ขึ้นไปมีลักษณะเป็นเส้นตรงในลักษณะเดียวกันกับเส้นกราฟ L^2 ต่อ t ในภาพที่ 1 แสดงว่า V^2 แปรตรงตาม t เหมือนกับ L^2 แปรตรงตาม t ในสมการที่ (1) เนื่องจากสมการที่ (1) เป็นที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในหมู่นักเซรามิกเพื่อการศึกษา casting rate ของน้ำ slip ดังนั้นเราจึงใช้เครื่อง Baroid filter press ในการศึกษา casting rate ของน้ำ slip ได้อีกหนึ่งกราฟ V^2 ต่อ t ของน้ำ slip สูตรที่มีดินดำ 30% ในช่วงแรกๆ มีลักษณะเป็นเส้นตรงเช่นกัน แต่เปลี่ยนมาเป็นหักงอหลังจากนาที่ที่ 3 ไปแล้ว ทั้งนี้เพราะว่าน้ำที่อยู่ในน้ำ slip ถูกกรองออกไปจนเกือบจะหมดอยู่แล้ว ถ้าน้ำ slip มีน้ำอยู่มากกว่านี้กราฟที่ได้น่าจะเป็นเส้นตรงได้ทำนองเดียวกันกับ slip สูตรที่มี % ดินดำมากกว่า 50% ส่วนกราฟ V^2 ต่อ t ของน้ำ slip ที่มีดินดำ

0% เป็นเส้นตรงขนานแกน x เพราะน้ำทั้งหมดในน้ำ slip ถูกกรองออกไปในนาที่ที่ 1 แล้ว เนื่องจากกราฟระหว่าง V^2 ต่อเวลาของดิน สูตรมีลักษณะเป็นกราฟเส้นตรงจึงใช้โปรแกรม Excel หาสมการของกราฟเส้นตรงที่เป็นตัวแทนของกราฟพร้อมทั้งหาค่า R^2 ได้ดังที่แสดงใกล้ๆ กับเส้นกราฟในภาพที่ 4 จะเห็นได้ว่า R^2 มีค่าใกล้ๆ กับ 1 แสดงว่าสมการกราฟเส้นตรงเป็นตัวแทนที่ดีของข้อมูลค่า slope ของกราฟเส้นตรงคือค่าคงที่ที่ทำงานของเดียวกันกับค่า k ในสมการที่ (1) ดังนั้น slope ของกราฟจึงบอก permeability ของ cake ดินที่มี % ดินดำแตกต่างกันด้วย

3) ภาพที่ 5 เป็นกราฟปริมาตรน้ำที่กรองได้ในเวลา 5 นาที่ ของน้ำ slip ที่มี % ดินดำต่างๆ กัน จากภาพจะเห็นว่าปริมาตรน้ำที่กรองได้ในเวลา 5 นาที่ จะลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อ % ดินดำเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เป็นเพราะดินดำเป็นดินที่มีอนุภาคเล็กกว่าดินขาวเมื่อ form เป็น cake ดินจึง pack ตัวกันแน่นทำให้น้ำกรองน้ำได้ช้าลง

4) เพื่อยืนยันผลการทดลองจึงทำการทดลองแบบเดียวกันซ้ำอีกครั้งแล้ว plot กราฟ ปรากฏว่าได้ผลการทดลองซ้ำกับแบบเดิม ภาพที่ 6 เป็นกราฟระหว่าง V^2 ต่อ t ของการทดลองครั้งที่ 2 จะเห็นได้ว่าภาพที่ 6 มีลักษณะคล้ายๆ กับภาพที่ 4 แสดงว่าการทดลองนี้มีความเชื่อถือได้

References

- 1) Ceramic Fabrication II Lab Manual, School of Ceramic Engineering, New York State College of Ceramic at Alfred University, 1980, USA.
- 2) Jame S. Reed, "Principles of Ceramics Processing, " 2nd edition, pp366-375, pp 492-499 John Wiley & Sons, Inc., New York, USA. 1995.
- 3) M. N. Rahaman, "Ceramic Processing and Sintering, " pp 298-309 Marcel Dekker Inc., New York, USA. 1995.
- 4) Varangkana Kilnsukol, "What is Baroid Press?, " WBB Claymin, 1999.
- 5) ดร. วีระยุทธ ลอประยูร, "รายงานการวิจัยการศึกษา ผลของวัตถุดิบและส่วนผสมต่ออัตราการขึ้นรูปโดยวิธี Slip casting ในอุตสาหกรรมเซรามิก," มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, 2546.
- 6) ดร. วีระยุทธ ลอประยูร, "เอกสารประกอบการสอนวิชา 426207 Ceramic Fabrication Lab," มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีการศึกษา 2547.

