หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

สรุปผลการทดลอง วิจารณ์ และข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาการเตรียมสารประกอบแมกนีเซียมจากแร่โดโลไมต์นั้นได้เริ่มจากการตรวจสอบคุณภาพของแร่โดโลไมต์ เพื่อต้องการทราบข้อมูลเบื้องต้นทั้งสมบัติทางกายภาพ เคมี และองค์ประกอบต่าง ๆ ตลอดจนสารเจือปนในแร่ ความเหมาะสมในการใช้แร่นี้เพื่อประกอบการอุตสาหกรรม จำเป็นต้องศึกษาให้รอบคอบเสียก่อน ผลจากการวิเคราะห์ด้วยการใช้เทคนิคต่าง ๆ กัน ดังแสดงอยู่ในตารางที่ 3.1-3.10 สรุปได้ดังนี้

แร่โดโลไมต์จากจังหวัดกาญจนบุรี

ความชื้น	=	0.06 %
ความถ่วงจำเพาะ	=	2.7898
น้ำหนักที่หายไปเมื่อเผาที่อุณหภูมิ 1000 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง	=	47.20 %
มีแคลเซียมออกไซด์	=	28.61-35.88 %
แมกนีเซียมออกไซด์	=	17.95-23.32 %
ออกไซด์รวม	=	0.23±0.01 %
ซิลิกา	=	3.71±0.07 %
คาร์บอนไดออกไซด์	=	47.06±1.28 %
ซัลเฟอร์ไทรออกไซด์	=	0.03 %
เหล็ก	=	40.13-58.69 µg/g
แมงกานีส	=	78.10-99.67 "
โซเดียม	=	116.76±2.00 "
โพแทสเซียม	=	4.08-7.58 "
สังกะสี	=	5.62-8.83 "
อะลูมิเนียม	=	30.19±4.28 "
ไทเทเนียม	<	0.5 "

จากผลการวิเคราะห์จะเห็นได้ว่า แร่โดโลไมต์จากจังหวัดกาญจนบุรีนี้เป็นแร่ที่มีคุณภาพดี ซึ่งแร่โดโลไมต์ที่ดีจะมีความถ่วงจำเพาะอยู่ในช่วง 2.8-2.9 (11) ซึ่งใกล้เคียงกันกับแร่ตัวอย่างที่ใช้ แต่มีปริมาณของแมกนีเซียมคาร์บอเนตน้อยกว่าเล็กน้อย ส่วนสารเจือปนอื่น ๆ นั้นมีปริมาณน้อยอยู่แล้วในระดับ ppm ที่นับว่าดีก็คือ มีเหล็กปนอยู่น้อย อยู่ในระดับ 40.13-58.69 µg/g เท่านั้น นับว่าดีมากทำให้การเตรียมสารประกอบของแมกนีเซียมตัวอื่น ๆ นั้นทำได้ง่ายยิ่งขึ้น เพราะจะช่วยลดขั้นตอนการที่จะต้องแยกเอาเหล็กออก เมื่อนำไปผลิตในอุตสาหกรรมจะช่วยลดต้นทุนการผลิตได้

สำหรับการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของแร่โดโลไมต์ที่เกิดขึ้นจากการนำแร่ไปเผาที่อุณหภูมิตั้งแต่ 100-1000 องศาเซลเซียส โดยใช้เทคนิคทาง Thermogravimetric และ Differential thermal analysis โดยเผาสารตัวอย่างในบรรยากาศของแก๊สไนโตรเจน พบว่า แร่โดโลไมต์มีการสลายตัว 2 ช่วง โดยในช่วงแรกซึ่งเรียกว่า first endotherm นั้นเกิดขึ้นในช่วงอุณหภูมิ 656-704 องศาเซลเซียส และมีการสลายตัวสูงสุดที่อุณหภูมิ 688 องศาเซลเซียส เมื่อคำนวณน้ำหนักที่หายไปในช่วงนี้จาก TG curve ที่ได้เท่ากับ 22.0 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นการสลายตัวของแมกนีเซียมคาร์บอเนต ในช่วงที่สองหรือ high temperature endotherm มีการสลายตัวในช่วงอุณหภูมิ 704-770 องศาเซลเซียส และมีการสลายตัวสูงสุดที่ 750 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นการสลายตัวของแคลเซียมคาร์บอเนต น้ำหนักที่หายไปทั้งสองช่วงนี้คำนวณได้ 47.63 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในรูปที่ 3.3 และ 3.4 ซึ่งการสลายตัวของแร่โดโลไมต์นี้ได้ผลสอดคล้องกับผู้ที่ได้ศึกษาไว้ โดย Hehl, M. และคณะ (25) พบว่า การสลายตัวของแร่โดโลไมต์ในบรรยากาศของแก๊สไนโตรเจนจาก TGA นั้นจะอยู่ในช่วงตั้งแต่ 700 ถึง 800 องศาเซลเซียส Haul และคณะ (48) ได้ศึกษาการสลายตัวของแร่โดโลไมต์โดยใช้ DTA ในบรรยากาศของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ โดยใช้ความดันตั้งแต่ 100 ถึง 760 มิลลิเมตรปรอท โดโลไมต์จะสลายตัวเป็น 2 ช่วงคือ

ที่พีคแรก เกิด : $CaMg(CO_3)_2 \longrightarrow CaCO_3 + MgO + CO_2$ (1)

ที่พีคสอง เกิด : $CaCO_3 \longrightarrow CaO + CO_2$ (2)

นอกจากนี้ยังพบว่า ถ้าบรรยากาศของคาร์บอนไดออกไซด์น้อยกว่า 100 มิลลิเมตรปรอท การสลายตัวจะเกิดขึ้นเพียงช่วงเดียว (one step) เป็นแบบ

$$CaMg(CO_3)_2 \longrightarrow CaO + MgO + CO_2 \quad (3)$$

กลไกการสลายตัวของแร่โดโลไมต์นี้ Lange และ Roesky (49) ได้เสนอไว้ 3 กลุ่มคือ

1. เกิดการสลายตัวเป็นคาร์บอเนต 2 ชนิด แล้วแมกนีเซียมคาร์บอเนตสลายตัวต่อไป

$$CaMg(CO_3)_2 \longrightarrow CaCO_3 + MgCO_3 \longrightarrow CaCO_3 + MgO + CO_2 \quad (4)$$

2. เกิดสารอินเทอร์มีเดียตของ solid solution ขึ้น

$$CaMg(CO_3)_2 \longrightarrow CaCO_3(1-n)\ MgCO_3 + nMgO + nCO_2 \quad (5)$$

n เพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนกับเวลาจาก 0 ถึง 1

3 ก. เกิดออกไซด์ขึ้นก่อนแล้วเกิดการรวมตัวใหม่อย่างต่อเนื่อง

$$CaMg(CO_3)_2 \longrightarrow CaO + MgO + 2CO_2 \longrightarrow CaCO_3 + MgO + CO_2 \quad (6a)$$

3 ข. เกิดออกไซด์ขึ้นก่อนแล้วต่อมาเกิดการแลกเปลี่ยนปฏิกิริยากันใน solid state

$$CaO + CaMg(CO_3)_2 \longrightarrow 2CaCO_3 + MgO \quad (6b)$$

จากรูปที่ 3.4 กราฟของ DTA ในช่วงแรกนั้นจะเห็นว่ามีการดูดความร้อนเกิดขึ้นโดยไม่มีการสลายตัวของสาร โดย TG curve ค่อนข้างคงที่ ดังนั้นการดูดความร้อนในช่วงแรกนี้เป็นเพราะความร้อนไปทำให้โดโลไมต์เกิดการสลายตัวเป็นแคลเซียมคาร์บอเนตและแมกนีเซียม-คาร์บอเนตอย่างช้า ๆ (สมการที่ 4) โดยที่ยังไม่มีการสลายตัวเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ แต่เมื่อถึงอุณหภูมิสูงกว่า 600 องศาเซลเซียส ก็จะเริ่มสลายตัวเล็กน้อย และจะสลายตัวมากขึ้นเมื่อถึงอุณหภูมิ 656 องศาเซลเซียส

Bandi และ Krapf (50) ได้รวบรวมข้อมูลที่มีผู้เสนอไว้ในกรณีที่แร่โดโลไมต์เกิดการสลายตัว 2 ช่วงนี้ว่า ที่ higher endotherm นั้นเป็นการสลายตัวของแคลเซียมคาร์บอเนต ซึ่งอุณหภูมิจะแปรผันโดยตรงกับความดันของคาร์บอนไดออกไซด์ที่เปลี่ยนไป และที่ lower temperature endotherm เป็นผลเนื่องมาจากการสลายตัวของบางส่วนของแร่โดโลไมต์ไปเป็นแมกนีเซียมออกไซด์ หรือเป็นการสลายตัวของแมกนีเซียมคาร์บอเนต Esin (51) ได้เสนอว่า ในการสลายตัวช่วงแรกนั้นน่าจะเป็นการสลายตัวของคาร์บอเนตไปเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และออกไซด์ไอออน ($CO_3^{2-} \longrightarrow CO_2 + O^{2-}$) เพราะมีเกลือเป็นตัวเร่ง โดยการให้ความร้อนและเกิดการจัดเรียงตัวใหม่ของ Mg^{2+}, Ca^{2+}, CO_3^{2-} และ O^{2-} ทำให้เกิดปฏิกิริยาเป็น

$MgO + CO_2 + CaCO_3$

การศึกษาการเตรียมสารประกอบของแมกนีเซียมจากแร่โดโลไมต์นั้น ขั้นแรกได้ใช้วิธีการเผาเพื่อเปลี่ยนแร่ที่อยู่ในรูปคาร์บอเนตให้เป็นออกไซด์ ได้ทำการศึกษาทั้งการเผาในเตาเผาแบบธรรมดา และการเผาในเตาเผาแบบฟลูอิไดเซชัน เพื่อศึกษาเปรียบเทียบถึงข้อดีข้อเสียและความเป็นไปได้ ตลอดจนประสิทธิภาพของการ calcination ได้ทำการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมเกี่ยวกับอุณหภูมิ ระยะเวลาที่ใช้เผา และในกรณีของเตาเผาแบบฟลูอิไดเซชัน ได้หาความเร็วลมที่เหมาะสมด้วย การหาปริมาณของการ calcination ได้ใช้เทคนิคง่าย ๆ คือ หาปริมาณน้ำหนักที่หายไป การเปลี่ยนแปลงความถ่วงจำเพาะ และเพื่อให้เห็นได้ชัดเจนขึ้นได้นำเทคนิคทาง DTA และ TGA มาใช้ด้วย

สำหรับการหาอุณหภูมิที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการ calcination ได้ทดลองเผาแร่ที่อุณหภูมิ 600-1100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ได้ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 3.11 ซึ่งพบว่า ในช่วงอุณหภูมิ 800-1100 องศาเซลเซียสมีเปอร์เซนต์ของน้ำหนักที่หายไปมากที่สุดคือ 47.54 เปอร์เซนต์ นั่นคือ สลายตัวมากที่สุด ซึ่งถ้าเทียบกับทางทฤษฎีโดยถือว่าแร่โดโลไมต์เป็น $CaMg(CO_3)_2$ เมื่อสลายตัวเป็น CaO, MgO และ CO_2 น้ำหนักที่หายไปเนื่องจากแก๊ส CO_2 ออกไปจะเท่ากับ 47.75 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะเห็นว่าผลจากการทดลองและจากทฤษฎีมีความแตกต่างกันน้อยมาก และที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะแร่โดโลไมต์ยังมีธาตุอื่นปนอยู่อีกบ้างเล็กน้อย ดังได้แสดงในผลการวิเคราะห์แล้วข้างต้น ถ้าจะถือว่าการเผาที่อุณหภูมิ 800-1100 องศาเซลเซียส แร่โดโลไมต์มีการสลายตัวหมด จากกราฟรูปที่ 3.7 ก็แสดงให้เห็นว่าในช่วงอุณหภูมิ 800-1100 องศาเซลเซียส น้ำหนักที่หายไปจะคงที่ และเพื่อให้เกิดความแน่ใจได้นำตัวอย่างแร่ที่เผาแล้วไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิค TGA ดังแสดงในรูปที่ 3.8 ยังพบว่ามีน้ำหนักหายไปอีก ดังแสดงในตารางที่ 3.12 จะเห็นว่า ถ้าเผาที่อุณหภูมิต่ำ (600 องศาเซลเซียส) แร่จะสลายตัวไม่หมด เพราะ TG curve แสดงให้เห็นได้อย่างชัดเจนและสามารถหาเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่หายไปหรือปริมาณที่แร่ยังสลายตัวไม่หมดอยู่อีก 33.20 เปอร์เซนต์ เมื่อเผาที่อุณหภูมิสูงขึ้น ปริมาณแร่ที่ยังไม่สลายตัวจะลดลง ๆ และเมื่อเผาที่อุณหภูมิ 800-1100 องศาเซลเซียส น้ำหนักที่หายไปที่ 750-850 องศาเซลเซียส ใน TGA และ DTA curve จะหมดไป แต่น้ำหนักที่หายไปอีกเล็กน้อยคือ 1.7-1.9 เปอร์เซ็นต์นั้น เกิดขึ้นที่อุณหภูมิประมาณ 400 องศาเซลเซียส ทั้งนี้เนื่องมาจากเกิดการรวมตัวกันของแคลเซียมออกไซด์และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (สมการ 6 a) ซึ่งถ้าเผาที่อุณหภูมิสูง การเกิดส่วนนี้ขึ้นจะมีมากกว่าเมื่อใช้อุณหภูมิต่ำ ดังแสดงในรูป 3.8 และ 3.9 ดังนั้นจะเห็นได้ว่า การเผาแร่โดโลไมต์ที่อุณหภูมิตั้งแต่ 800 องศาเซลเซียส

ขึ้นไป เป็นเวลา 2 ชั่วโมง แร่จะสลายตัวอย่างน้อยได้ถึง 96 เปอร์เซนต์ ดังแสดงในตารางที่ 3.13 และถ้าอาศัยการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของความถ่วงจำเพาะกับอุณหภูมิที่ใช้เผาก็จะพบว่า ความถ่วงจำเพาะของแร่ที่ถูกเผาจะสูงกว่าความถ่วงจำเพาะของแร่เดิม และเมื่อเผาที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียสขึ้นไป ค่าความถ่วงจำเพาะจะคงที่ ดังแสดงในตารางที่ 3.14 และรูปที่ 3.10

การหาเวลาที่เหมาะสมในการ calcination นั้น ได้เลือกทดลองใช้อุณหภูมิของเตาเผาคงที่เป็น 800 องศาเซลเซียส แล้วใช้เวลาเผาต่าง ๆ กัน ตั้งแต่ 30 นาทีถึง 120 นาที ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 3.15 และรูปที่ 3.11 จะเห็นได้ว่า ถ้าเผาที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส ตั้งแต่ 60 นาทีขึ้นไป การสลายตัวของแร่ถือว่าสลายตัวเกือบ 100 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อตรวจสอบแร่ที่เผาแล้วด้วยเทคนิคทาง TGA และ DTA พบว่า เกิดการรวมตัวของแคลเซียมออกไซด์กับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (Recarbonisation) ขึ้นใหม่มีเพียง 1.90-3.25% ซึ่งก็นับว่าได้ผลดี ดังแสดงในรูปที่ 3.12 และ 3.13 ส่วนการเปลี่ยนแปลงของความถ่วงจำเพาะก็ได้ผลสอดคล้องกัน ดังแสดงในตารางที่ 3.17 และ 3.18 รูปที่ 3.14

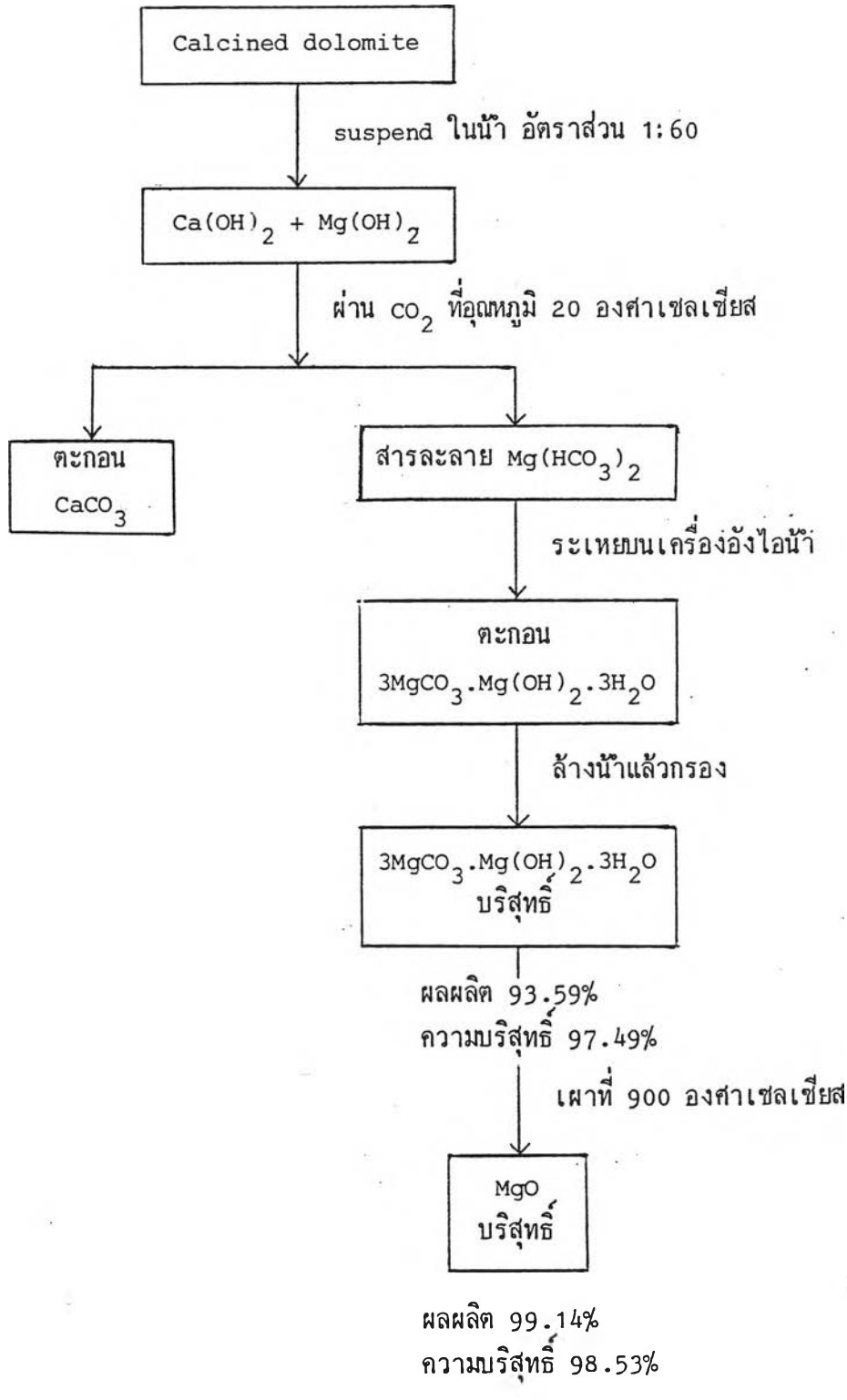
ในการศึกษาการทำ calcination ในเตาเผาแบบฟลูอิไดเซชันนั้น ขั้นแรกได้ทดลองหาความเร็วลมต่ำสุดในการทำให้เกิดฟลูอิไดเซชัน (U_{mf}) ก่อน พบว่าค่าความเร็วลมที่ได้มีค่าเป็น 67.4 เมตร/นาที ดังรูปที่ 3.17 การทดลองที่ 3.5.2.2 สำหรับการทดลองหาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการ calcination ได้ใช้ความเร็วลมต่ำกว่าค่า U_{mf} ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้นจะทำให้เม็ดของแข็ง (แร่โดโลไมต์) เกิดการฟุ้งกระจายออกจากเตาเผาเข้าสู่ไซโคลนมาก ทำให้เกิดฟลูอิไดเซชันไม่ดี จึงต้องใช้ความเร็วลมต่ำกว่าค่า U_{mf} อุณหภูมิที่พบว่าแร่โดโลไมต์สลายตัวได้สูงสุดคือ ที่อุณหภูมิ 1000 องศาเซลเซียส แต่การทดลองก็พบว่า แร่โดโลไมต์ยังสลายตัวได้ไม่ดีเท่าที่ควร เพราะยังเหลือแร่ที่ไม่สลายอีกถึง 36.7% หรือคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของการ calcination ได้เพียง 22.80 นับว่าน้อย ดังแสดงผลการทดลองในตารางที่ 3.22-3.23 ซึ่งแสดงให้เห็นได้อย่างชัดเจน จากการนำไปวิเคราะห์ด้วย TGA และ DTA (รูปที่ 3.18-3.19) ในการหาเวลาที่เหมาะสมของการเผาแร่โดโลไมต์นั้นพบว่า เมื่อเผาแร่ที่อุณหภูมิ 1000 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที จะสลายตัวได้สูงสุด โดยมีแร่เหลืออยู่น้อยที่สุดคือ 16.90 เปอร์เซ็นต์ หรือแร่ถูก calcined ไป 64.45 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในตารางที่ 3.25-3.26 ซึ่งถ้านำไปเทียบกับเตาเผาแบบธรรมดาแล้ว ผลที่ได้จากการเผาจาก

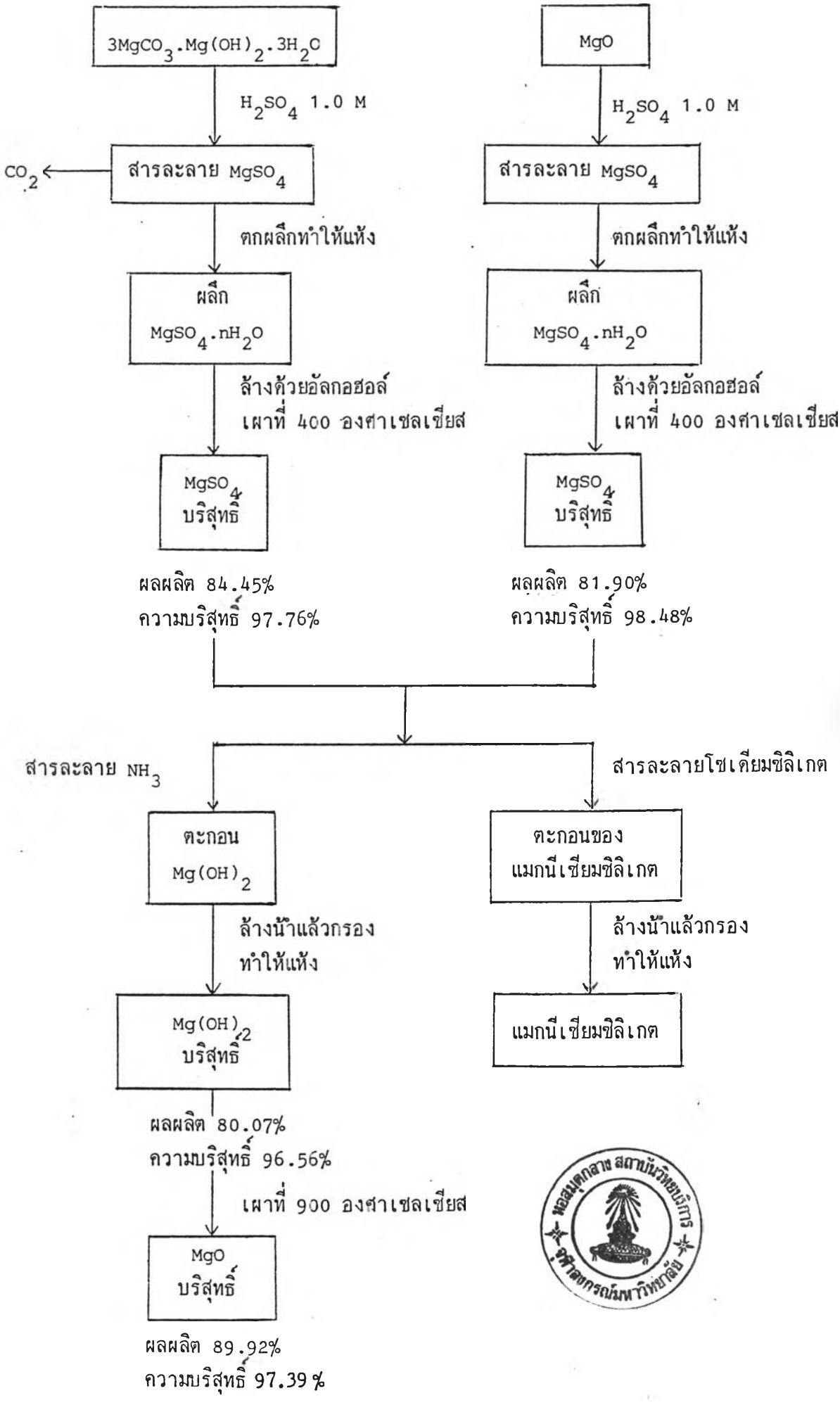
เตาเผาแบบฟลูอิไดเซชันยังได้ผลไม่ดี การหาความถ่วงจำเพาะของแร่ที่ถูกเผาแล้วที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน ปรากฏว่าค่าที่ได้ไม่แตกต่างกันมากนัก ดังแสดงในตารางที่ 3.21, 3.24 รูปที่ 3.19, 3.22 ซึ่งต่างกับการเผาจากเตาเผาแบบธรรมดา จากการทดลองที่แล้วมานี้ ผู้วิจัยคิดว่า จะต้องหาวิธีการทำให้แร่โดโลไมต์สลายตัวให้มากกว่าที่ได้เมื่อใช้เตาเผาแบบฟลูอิไดเซชัน สิ่งที่คิดว่าเป็นสาเหตุทำให้การสลายตัวของแร่โดโลไมต์เกิดขึ้นไม่ดีพอ อาจเนื่องมาจากขอบเขต (zone) ในการเกิด calcination ในเตาเผา ส่วนหนึ่งอาจจะเสียไปในการปรับระดับอุณหภูมิของลมเย็นที่พ่นเข้าไป ให้มีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิภายในเตา การสลายตัวจึงเกิดขึ้นได้น้อย ดังนั้นจึงได้ทดลองเพิ่ม preheater เข้าไป ดังรูปที่ 3.25 โดยให้ลมที่จะพ่นเข้าเตาเผานั้นผ่าน preheater ให้มีอุณหภูมิสูงขึ้นประมาณ 300-400 องศาเซลเซียส เมื่อทำการทดลองเผาแร่โดยใช้อุณหภูมิที่ 1000 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง และมี preheater ปรากฏว่าการ calcination ดีขึ้น โดยเพิ่มจาก 22.80 เปอร์เซนต์ เป็น 40.13 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อเพิ่มความสูงของเบดขึ้นเพื่อเพิ่มขอบเขตของการ calcination โดยเพิ่มปริมาณของแร่ขึ้นอีกเท่าตัว และใช้สภาวะเดียวกัน ดังรูปที่ 3.27 ปรากฏว่าการ calcinationเพิ่มขึ้นเป็น 64.93 เปอร์เซ็นต์ การทดลองขั้นต่อไปได้ทดลองใส่ pack bed ซึ่งเป็นดินทนไฟปั้นเป็นลูกกลมเล็ก ๆ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 8 มิลลิเมตร ลงไปที่ใต้แผ่นกระจายความเร็วลม ซึ่งมีขนาดดังรูปที่ 3.28 เพื่อต้องการให้ลมร้อนกระจายเข้าไปในเตาเผาอย่างทั่วถึงกันหมดทั้งเบด เพื่อให้เกิดการฟลูอิไดเซชันดีขึ้น โดยได้ทดลองเผาแร่โดโลไมต์หนัก 850 กรัม ที่อุณหภูมิ 1000 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที โดยใช้ความเร็วลมเท่าเดิม (63 เมตร/นาที) ปรากฏว่าการ calcination ดีขึ้นเป็น 84.22 เปอร์เซนต์ ดังแสดงผลการทดลองในตารางที่ 3.28-3.29 รูปที่ 3.28-3.29 ซึ่งจะเห็นว่าแร่โดโลไมต์สลายตัวเกือบหมดแล้ว และยังมีส่วนที่เกิดการรวมตัวของแคลเซียมออกไซด์และคาร์บอนไดออกไซด์อยู่อีกบ้าง ส่วนพีคที่อุณหภูมิ 783 องศาเซลเซียส DTA นั้นมีน้อย แสดงว่าเหลือแร่โดโลไมต์น้อยสำหรับการทดลองที่ได้ปรับปรุงแล้ว

การทดลองขั้นสุดท้าย ได้ทดลองหาความเร็วลมที่เหมาะสม ซึ่งนับว่ามีส่วนสำคัญต่อการ calcination โดยใช้สภาวะเหมือนเดิม เพียงแต่เปลี่ยนความเร็วลมเป็น 3 ช่วงคือ ใช้ความเร็วลมต่ำกว่าค่า U_{mf} ใกล้กับค่า U_{mf} และสูงกว่า U_{mf} ตามการทดลองที่ 3.2.2.5 ปรากฏว่าเมื่อใช้ความเร็วลมเป็น 43 เมตร/นาที แร่โดโลไมต์จะสลายตัวดีที่สุด โดยมีเปอร์เซ็นต์ของการ calcination ถึง 94.93 ดังผลการทดลองแสดงในตารางที่ 3.31-3.32 และรูปที่ 3.31-3.32 ซึ่งจะเห็นว่าแร่โดโลไมต์สลายตัวหมดแล้ว เพียงแต่มีส่วนที่เกิดการรวมตัวใหม่ของ

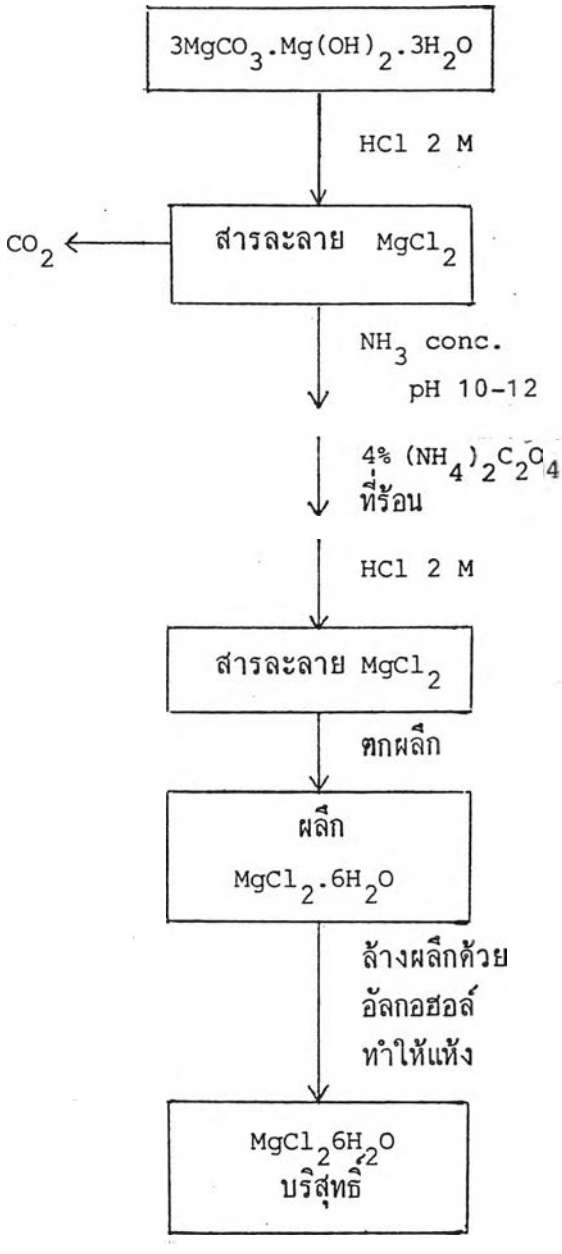
แคลเซียมคาร์บอเนตเท่านั้น ซึ่งจากสภาวะที่ได้ปรับปรุงทั้งหมดนี้นับว่าเป็นกระบวนการ calcination แร่โดโลไมต์ที่ได้ผลดีที่สุดเท่าที่ได้มีผู้ทดลองในเตาเผาแบบฟลูอิไดเซชัน (25) และได้ผลใกล้เคียงกับเตาเผาแบบธรรมดาด้วย ส่วนค่าความถ่วงจำเพาะของแร่ที่ถูกเผาที่ความเร็วลมต่าง ๆ กันนั้น พบว่าค่าที่ได้แตกต่างกันน้อยมาก ดังแสดงในตารางที่ 3.30 รูปที่ 3.31 จึงคิดว่าการจะใช้วิธีการหาความถ่วงจำเพาะเพื่อนำไปหา เปอร์เซ็นต์ ของแร่ที่สลายตัวนั้นคงใช้ไม่ได้ และคิดว่าวิธีที่ดีที่สุดคงเป็นวิธีการวิเคราะห์ด้วย TGA

จากแร่โดโลไมต์ที่ทำการ calcination แล้วได้นำไปเตรียมสารประกอบต่าง ๆ ได้แก่ เบสิกแมกนีเซียมคาร์บอเนต แมกนีเซียมออกไซด์ แมกนีเซียมซัลเฟต แมกนีเซียมคลอไรด์ แมกนีเซียมไฮดรอกไซด์ และแมกนีเซียมซิลิเกต ดังได้สรุปผลการทดลองไว้ในแผนภูมิต่อไปนี้ พร้อมกับได้คำนวณเปอร์เซ็นต์ ผลผลิต ตลอดจนเปอร์เซ็นต์ ของความบริสุทธิ์ไว้ด้วย ตามผลการทดลองแสดงในตารางที่ 3.33-3.47

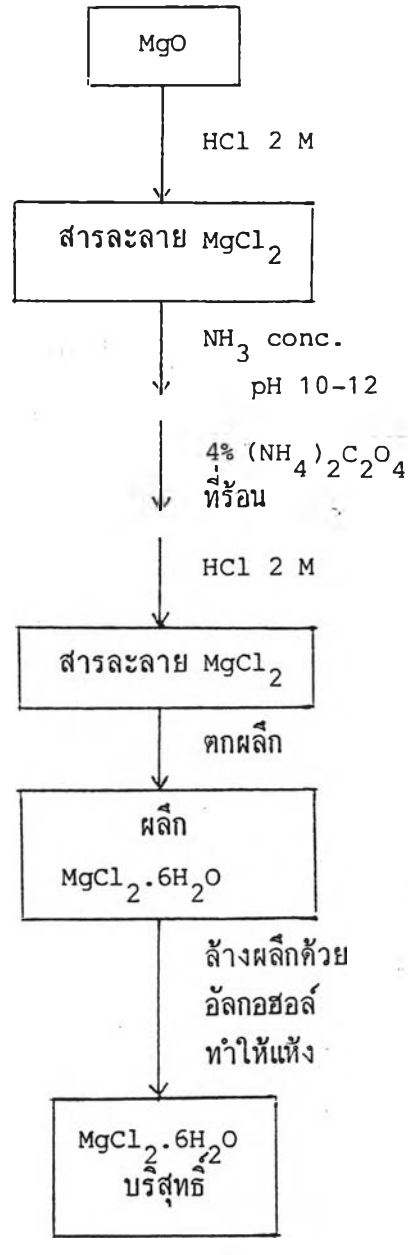

Calcined dolomite
suspend ในน้ำ อัตราส่วน 1:60
$Ca(OH)_2 + Mg(OH)_2$
ผ่าน CO_2 ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส
ตะกอน
$CaCO_3$
สารละลาย $Mg(HCO_3)_2$
ระเหยบนเครื่องอังไอน้ำ
ตะกอน
$3MgCO_3.Mg(OH)_2.3H_2O$
ล้างน้ำแล้วกรอง
$3MgCO_3.Mg(OH)_2.3H_2O$
บริสุทธิ์
ผลผลิต 93.59%
ความบริสุทธิ์ 97.49%
เผาที่ 900 องศาเซลเซียส
MgO
บริสุทธิ์
ผลผลิต 99.14%
ความบริสุทธิ์ 98.53%



หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ผลผลิต 95.04%
ความบริสุทธิ์ 97.90%



ผลผลิต 83.80%
ความบริสุทธิ์ 98.33%

ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยครั้งนี้ นับว่าได้พัฒนาวิธีการ calcination แร่โดโลไมต์จนได้ประสิทธิภาพที่ดี แต่การทดลองที่ได้ดำเนินไปนั้นเป็นการทดลองที่อยู่ในระดับ Lab scale เท่านั้น ผู้วิจัยคิดว่า ถ้าจะนำไปสู่อุตสาหกรรมจริง ๆ แล้ว น่าจะได้ทำการทดลองโดยขยายสเกลให้ใหญ่ขึ้น ซึ่งอาจจะต้องปรับค่าบางอย่างให้เหมาะสมและคาดคิดว่าคงไม่ยากนัก และน่าจะได้ทำการศึกษาในแบบ continuous process ด้วย ส่วนแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่ได้จากการ calcination อาจนำมาใช้ในการเตรียมสารประกอบเบสิกแมกนีเซียมคาร์บอเนต แมกนีเซียมออกไซด์ หรือกระบวนการ carbonation อื่น ๆ ให้เป็นประโยชน์ แทนที่จะปล่อยทิ้งไปเฉย ๆ

สำหรับการเตรียมสารประกอบต่าง ๆ ของแมกนีเซียม ผู้วิจัยคิดว่าถ้าจะทำในระดับอุตสาหกรรม สามารถนำไปใช้ได้เลย เพียงแต่ขยายปริมาณให้มากขึ้นเท่าที่ต้องการเท่านั้น

ดังนั้นจากงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยคิดว่าได้ช่วยขยายความรู้ทั้งในด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีบางส่วน อันอาจนำไปใช้ให้เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมทางเคมีในอนาคตของประเทศได้ต่อไป