

# Petalite & Cryolite

ดร. คชินท์ สายอินทวงศ์

ในบทความนี้จะขอแนะนำแร่ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่ใช้ในงานเซรามิกเพิ่มอีกสองตัว ที่มีความคล้ายคลึงกันอยู่บ้างแต่ก็มีความแตกต่างกันในรายละเอียด ทั้งคู่ไม่ได้มีการใช้กันอย่างแพร่หลายนักในอุตสาหกรรมเซรามิก แต่มีการใช้สำหรับบางกรณีที่ต้องการคุณสมบัติจากมันจริงๆ ลองมาทำความรู้จักกับ Petalite และ Cryolite กันครับ

Petalite มาจากภาษากรีก คือคำว่า Petalon ซึ่งแปลว่าใบไม้ มีชื่อเรียกอีกชื่อคือ Castorite เป็นแร่ลิเทียมเฟลด์สปาร์ ( $\text{Li}_2\text{OAl}_2\text{O}_3 \cdot 8\text{SiO}_2$ ) มีผลึกเป็นรูป Monoclinic มีสีตั้งแต่สีเทา เหลือง เหลืองอมเทา จนกระทั่งสีขาว

การเกิดแร่ Petalite นั้น ส่วนใหญ่จะเกิดในหิน Pegmatite ซึ่งมักจะเกิดร่วมกับ Spodumene, Lepidolite และ Tourmaline พบมากที่ประเทศสวีเดน อิตาลี ฟินแลนด์ อเมริกา ชิลี บราซิล แคนาดา และญี่ปุ่น ความแข็งของแร่ Petalite เท่ากับ 6-6.5 Mohs scale มีค่า Refractive index 1.5 มีค่าความถ่วงจำเพาะของแร่เท่ากับ 2.42 มีจุดหลอมตัวที่  $1350\text{ }^\circ\text{C}$  มีค่า COE  $0.15 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$  องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่  $\text{Li}_2\text{O}$  4.5%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  16.5%  $\text{SiO}_2$  78% LOI < 1%



Petalite เป็นแร่ที่ให้ Li ที่ไม่ละลายน้ำ เนื่องจากว่าปกติมัน  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  จะมีการละลายน้ำได้บางส่วน และมีค่า  $\text{Li}_2\text{O} : \text{Al}_2\text{O}_3$  Ratio ที่สูงมากเมื่อเทียบกับแร่ที่มีลิเทียมตัวอื่นๆ Petalite เป็น Flux ที่รุนแรงและมีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อนต่ำ ในเคลือบมีการใส่ลงไปร่วมกับ  $\text{CuO}$  และ  $\text{CoO}$  จะทำให้สีของเคลือบนั้นมีสีที่แตกต่างไปจาก Flux ตัวอื่นๆ โดยเฉพาะกับ  $\text{CuO}$  จะทำให้เกิดสีฟ้าเทอร์คอยซ์ที่สวยงามมาก

Petalite เป็นแร่ที่สำคัญมากเมื่อต้องการคุณสมบัติด้าน ความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ โดยเฉียบพลัน (Thermal shock resistance) เนื่องจากมีค่า COE ที่ต่ำมาก โดยมีการขยายตัวน้อยมาก เมื่ออุณหภูมิสูงกว่า  $700^\circ\text{C}$  เนื้อดินที่มีส่วนประกอบของ Petalite  $>60\%$  สามารถทนทานต่อเปลวไฟโดยตรงได้ดี และสามารถเย็นตัวในน้ำอย่างรวดเร็วได้โดยไม่แตกร้าว ในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์สามารถใช้ Petalite ร่วมกับดินเหนียว ส่วนการหล่อแบบจะใช้ร่วมกับดินขาวได้ด้วยเพื่อช่วยให้อัตราการหล่อแบบดีขึ้น สำหรับถ้าต้องการเพิ่ม %Petalite ขึ้นไปอีกก็อาจใช้ Bentonite เติมลงไปเพื่อช่วยเพิ่มความเหนียวและเพิ่มความแข็งแรงดิบของชิ้นงาน

สูตรเนื้อดินสำหรับผลิตภัณฑ์ที่ทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิได้ดี

Petalite 45%

Ball clay แม่ทาน 30%

ดินขาวระนอง 15%

Spodumene 10%

เผาที่อุณหภูมิ 1250-1280 °C



ปัญหาที่สำคัญสำหรับเนื้อดินที่มีค่า COE ต่ำมากก็คือ เคลือบทั่วไปไม่สามารถใช้คู่กับเนื้อดินนี้ได้ เพราะว่าจะเกิดปัญหาการร้าวตัวอย่างมาก ดังนั้นจึงต้องทำเคลือบให้มีค่า COE ต่ำกว่าเนื้อดินอีก ซึ่ง Petalite ยังนิยมใช้ในเคลือบเพื่อเป็นเคลือบที่มีค่า COE ต่ำ บางครั้งจะใช้คู่กับ Spodumene ( $\text{Li}_2\text{OAl}_2\text{O}_3\cdot 4\text{SiO}_2$ ) เพื่อช่วยปรับปรุงเรื่องค่าความสว่างและความมันของเคลือบ

สูตรเคลือบที่แนะนำสำหรับเป็นเคลือบ Silky matt

Petalite 76%

Talcum 14%

$\text{CaCO}_3$  3.5%

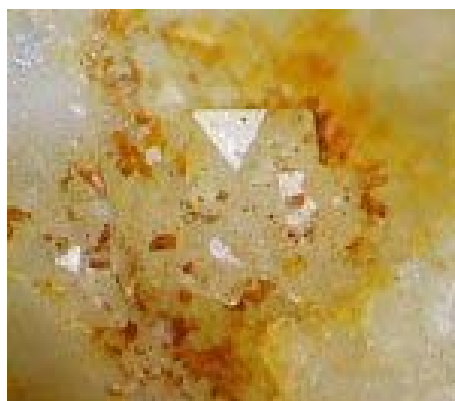
Kaolin 6.5%

เผาที่ SK 9-12 COE  $0.8 \times 10^{-6} \text{ 1/}^\circ\text{C}$

Spodumene และ Lepidolite สามารถใช้แทน Petalite ได้ แต่ Petalite จะค่อนข้างทนไฟกว่า Lepidolite ส่วน Spodumene ก็จะทนไฟกว่า Petalite ดังนั้นถ้าเราไม่สามารถหา Petalite มาใช้งานได้ให้ ทดลองนำเอา K-feldspar ผสมกับ Spodumene แทนได้ในสัดส่วน K-feldspar 25% Spodumene 75%

## Cryolite

Cryolite เป็นคำที่มาจากภาษากรีกคือ Kryos ซึ่งแปลว่าเย็นถึงจุดเยือกแข็ง กับคำว่า Lithos ที่แปลว่า หิน มีสูตรโครงสร้างทางเคมีคือ  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$  เรียกชื่อทางเคมีว่า Sodium hexafluoride aluminate มีชื่อเรียกอีก ชื่อว่า Ice spar เนื่องจากแร่ชนิดนี้มีลักษณะผลึกใสคล้ายกับน้ำแข็ง และยังพบเป็นครั้งแรกที่เกาะ กรีนแลนด์ซึ่งเป็นดินแดนน้ำแข็งของขั้วโลกเหนือในปีคศ. 1799 นอกจากนี้เนื่องจาก Cryolite มีค่า Refractive index ต่ำใกล้เคียงกับน้ำ ดังนั้นเมื่อใส่แร่ลงไปใต้น้ำจะดูคล้ายกับก้อนน้ำแข็งที่ลอยอยู่ในน้ำ Cryolite จึงถูกเรียกว่า Ice spar นอกจากนี้ก็ยังมีชื่อว่า Kryolith, Kryocide



Cryolite นั้นพบมากที่กรีนแลนด์ อเมริกา (รัฐโคโลราโด) แคนาดา รัสเซีย องค์ประกอบทางเคมีจะ ประกอบไปด้วย Na 30-34% Al 12-15% F 53% (Minimum) LOI 0.5% จุดหลอมตัวอยู่ที่ 900 °C

ลักษณะผลึกเป็นคล้ายแก้ว มีสีขาว เทา แดง ปนได้บ้าง โครงสร้างผลึกเป็นแบบ Monoclinic ค่าความแข็ง อยู่ที่ 2.5-3 ตาม Mohs scale ค่าความถ่วงจำเพาะ 2.9-3.0 มีค่า COE  $0.2 \times 10^{-6} \text{ 1/}^\circ\text{C}$

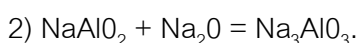
การใช้งานในอุตสาหกรรมเซรามิก

ใช้ในอุตสาหกรรมแก้ว โลหะเคลือบ (Enamel) โดยใช้เป็นตัวลดจุดยูเทคติกในแก้ว และใช้เป็นตัว Opacifier ใน Opal glass

ใช้ในเคลือบเซรามิกเพื่อช่วยให้เกิดความทึบแสงและทำหน้าที่เป็น Flux ที่รุนแรงมาก โดยปกติจะใส่ในเคลือบได้ในช่วง 5-15% เนื่องจากเป็นแหล่งให้ Fluoride ที่ค่อนข้างเสถียรเพราะมีปริมาณ Al ซึ่งจะเปลี่ยนไปเป็น  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ประกอบอยู่ด้วย Cryolite ถือว่าเป็นแหล่งที่ให้  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ที่มีคุณสมบัติในการหลอมตัวต่ำมาก ในเคลือบที่มี Fluoride อยู่ในปริมาณไม่สูงมากนักจะช่วยทำให้เคลือบมีความหนืดที่อุณหภูมิสูงมีค่าต่ำลงซึ่งจะช่วยทำให้ฟองอากาศที่อยู่ภายในชั้นเคลือบเคลื่อนตัวออกไปด้านบนได้ดีขึ้น สำหรับพวก Shino glaze จะใส่ Cryolite ลงไปด้วย เพราะ Fluoride จะช่วยทำให้เหล็กที่อยู่ในเนื้อดินของ Shino ware เคลื่อนขึ้นมาอยู่ที่ผิวเคลือบในขณะที่เคลือบเริ่มหลอมตัว สำหรับในกระเบื้องมีการเติม Cryolite ลงไปในเอนโกป 0.5-2% เพื่อปรับค่า COE ซึ่งจะช่วยให้แก้ไขปัญหาคกระเบื้องโก่งหลังเผาได้ แต่ถ้าใส่มากเกินไปจะมีปัญหาเรื่องการรานตัวได้ แต่ข้อเสียที่ต้องควรระวังสำหรับการใช้ Cryolite ในเคลือบหรือเอนโกปก็คือก๊าซฟลูออรีนที่อาจไปรวมตัวกับไอน้ำแล้วกลายเป็น HF ที่มีฤทธิ์ในการกัดผ่นงเตาได้เป็นอย่างดี

นอกจากนี้ Cryolite ยังเป็นวัตถุดิบตั้งต้นในการผลิตโซดาแอช ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) ซึ่งเป็นสารเคมีที่ใช้หลากหลายทั้งในเซรามิกและแก้ว โดยเรียกกระบวนการผลิตโซดาแอชจาก Cryolite ว่า Cryolite Soda Process

The Cryolite Soda Process



กระบวนการผลิตเริ่มต้นจากการนำ Cryolite มาบดละเอียดจนเป็นผงและผสมรวมกับหินปูน บดละเอียด นำไปเผาในเตา Rotary kiln พวกก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะสลายตัวออกไปเหลือเป็น sodium

aluminates และ  $\text{CaF}_2$  นำส่วนผสมนี้ไปกวนในน้ำก็จะได้สารละลายของ sodium aluminates และตะกอนของ  $\text{CaF}_2$  แล้วจึงนำสารละลาย sodium aluminates ไปผ่านก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก็จะได้ aluminum hydroxide ตกตะกอนออกมา ส่วน  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  จะยังเป็นสารละลายอยู่จึงต้องนำไปอบให้แห้งเพื่อให้น้ำระเหยออกไป ก็จะได้โซดาแอสตามที่ต้องการ ส่วน By product ได้แก่ aluminum hydroxide นั้นจะนำไปใช้ทำสารส้ม และ  $\text{CaF}_2$  นำไปใช้ในอุตสาหกรรมแก้ว

สำหรับอุตสาหกรรมโลหะ มีการนำ Cryolite ไปใช้เป็น Solvent กับแร่ Bauxite และแยกเอาอลูมิเนียมออกมาโดยวิธี electrolysis เนื่องจาก Cryolite มีจุดหลอมเหลวต่ำประมาณ  $1000\text{ C}$  ทำให้ Cryolite ที่หลอมในเตาหลอมจะกลายเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดีสำหรับปฏิกิริยา electrolysis อลูมิเนียมที่ได้จากกระบวนการนี้จะมีความบริสุทธิ์สูงมากถึง 99.99% เลยทีเดียว

จะเห็นได้ว่าวัตถุดิบทั้งสองชนิดนั้นสามารถใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมเซรามิกได้โดยอาศัยคุณสมบัติที่แตกต่างจากวัตถุดิบตัวอื่นๆที่นิยมใช้กันทั่วไป แล้วจะเขียนถึงวัตถุดิบตัวอื่นๆที่มาช่วยปรับปรุงคุณสมบัติที่หลากหลายของเซรามิกครับ