

เหล็กออกไซด์ชนิดชั้นบาง

ทรงศักดิ์ พงศ์พันธุ์โรจน์

เหล็กออกไซด์ที่คล้ายไมกา (micaceous iron oxide) เป็นสินแร่ซึ่งเกิดตามธรรมชาติในยุคคาร์บอนิเฟอรัส (Carboniferous period) เทกต์ที่เรียกชื่อเช่นนี้เนื่องจากมีโครงสร้างผลึกคล้ายแร่ไมกา (mica) ดังภาพที่ 1 แต่สมบัติอื่น ๆ ทางเคมีเป็นแฮมาไทต์ (haematite, $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$) เหล็กออกไซด์ชนิดนี้มีลักษณะเด่นอยู่ที่โครงสร้างผลึกเป็นชั้นบางแตกออกเป็นชั้นหรือเกล็ดบาง ๆ ได้ จึงเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า เหล็กออกไซด์ชนิดชั้นบาง (lamella) เมื่อใช้เหล็กออกไซด์ชนิดชั้นบางเป็นผงสีในสีแล้วใช้ทาผิวที่ต้องการเหล็กออกไซด์จะเรียงตัวเป็นชั้นมีทิศทางขนานกับผิวสี ดังภาพที่ 2 การเรียงตัวเช่นนี้ช่วยเพิ่มความต้านทานต่อการซึมของน้ำผ่านชั้นสีทำให้ป้องกันการสึกกร่อนได้ดียิ่งขึ้น

การใช้เหล็กออกไซด์ชนิดชั้นบางเป็นผงสีในสีชั้นล่าง (undercoats) และสีทับหน้า (finishes) สำหรับทาโครงสร้างของทางรถไฟเพื่อป้องกันสนิมมีมาเป็นเวลานานร่วมร้อยปีมาแล้ว เหล็กออกไซด์ชนิดชั้นบางใช้เป็นผงสีในสีครั้งแรกที่ประเทศฝรั่งเศส ในปี ค.ศ. 1880 และใช้สำหรับทาสีหอไอเฟล (Eiffel Tower) ตลอดมานับตั้งแต่สร้างขึ้นในปี ค.ศ. 1889 ในปี ค.ศ. 1909 มีการนำสีที่มีส่วนผสมของเหล็กออกไซด์ชนิดชั้นบางหนัก 12 ตัน มาทาสะพานข้ามแม่น้ำฮอว์เคสเบอร์รี่ (Hawkesberry) ในรัฐนิว-

เซาท์เวลส์ ประเทศออสเตรเลีย หลังจากทดสอบคุณภาพอยู่เป็นเวลานาน 2 ปี ในประเทศอังกฤษบริษัทรถไฟเกรทเวสต์เทอร์นใช้สีชนิดนี้เป็นครั้งแรกในปี ค.ศ. 1921 ต่อมาเยอรมันเรลเวย์ส (German Railways) ก็ได้ใช้สีชนิดนี้และปรับปรุงคุณภาพให้ดีขึ้นในช่วงปี ค.ศ. 1920-1940

เหล็กออกไซด์ชนิดชั้นบางพบอยู่ในส่วนต่าง ๆ ของโลก แต่ที่มีคุณภาพดีสามารถใช้ในระบบป้องกันการสึกกร่อนของเรลเวย์สบริติช (British Railways) มีอยู่เพียง 2 ชนิดเท่านั้นคือเหล็กออกไซด์ชนิดชั้นบางจากเดวอน (Devon) ประเทศอังกฤษ และวอลเดนสไตน์ (Waldenstein) ประเทศออสเตรีย อย่างไรก็ตามมีการใช้เหล็กออกไซด์ชนิดชั้นบางที่ได้จากแหล่งอื่น ๆ ด้วย ซึ่งจะมีสมบัติทางกายภาพแตกต่างกันอย่างชัดเจน ดังนั้นการใช้เหล็กออกไซด์ชนิดชั้นบางจากแหล่งต่าง ๆ จึงต้องมีการตรวจสอบสมบัติทางกายภาพและเคมี ตลอดจนทดสอบการใช้งานว่ามีผลต่อการป้องกันการสึกกร่อนและสมบัติเชิงกลของชั้นสีอย่างไร เพื่อให้แน่ใจว่ามีคุณภาพเทียบเท่ากับเหล็กออกไซด์ชนิดชั้นบางจากประเทศอังกฤษ และออสเตรีย ซึ่งสามารถป้องกันการสึกกร่อนได้นานหลายปี

ลักษณะทางกายภาพของผงสีเหล็กออกไซด์ชนิดชั้นบางสามารถตรวจสอบได้โดยใช้กล้องจุลทรรศน์

อิเล็กตรอนแบบสแกน (scanning electron microscope) และกล้องจุลทรรศน์แบบแสง (optical microscope)

จากการตรวจสอบโดยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกนที่กำลังขยาย 200 เท่าพบว่า ตัวอย่างผงสีจากประเทศอังกฤษและออสเตรียมีลักษณะโครงสร้างผลึกเป็นชั้นบางคล้ายไมกา ดังภาพที่ 3 แต่ละชั้นมีความหนา 2-5 ไมครอน และความกว้างประมาณ 75 ไมครอนหรือน้อยกว่าสำหรับชนิดหยาบ และน้อยกว่า 5 ไมครอน สำหรับชนิดละเอียด ส่วนผงสีจากแหล่งอื่น ๆ ที่ไม่จัดเป็นเหล็กออกไซด์ชนิดชั้นบาง ได้แก่ ผงสีจากประเทศสเปนและญี่ปุ่นซึ่งมีลักษณะเป็นเม็ด (granular) ดังภาพที่ 4 และผงสีจากอินเดียซึ่งมีลักษณะส่วนใหญ่เป็นอนุภาคขนาดเล็ก (น้อยกว่า 5 ไมครอน) มีส่วนที่มีโครงสร้างเป็นชั้นบางเพียงเล็กน้อยหรือไม่มีเลย ดังภาพที่ 5

เมื่อนำเหล็กออกไซด์ชนิดชั้นบางจากประเทศอังกฤษและออสเตรียมาดูด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบแสง จะเห็นผลึกสีแดงทับทิม (ruby-red) มีมุมและขอบชัดเจน แต่ตัวอย่างผงสีจากประเทศสเปนไม่เห็นสีแดงทับทิม ซึ่งจะเห็นผลึกสีเข้มของผงสีที่ไม่เป็นชั้นบาง

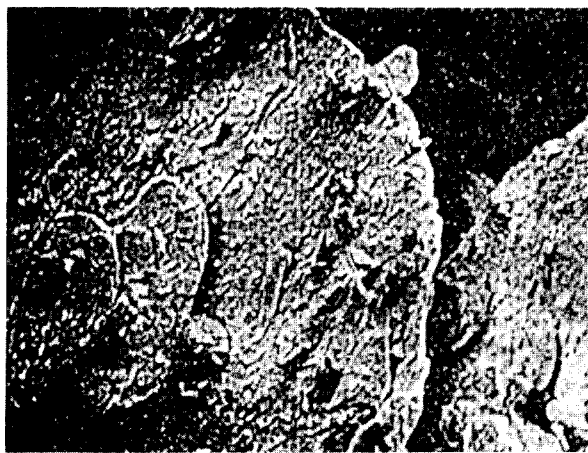
สมบัติทางเคมีของผงสีเหล็กออกไซด์ชนิดชั้นบาง ในสมัยแรกกำหนดให้เป็นฮีมาไทต์ ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$) 90-

95% โดยน้ำหนัก ต่อมาจึงกำหนด ปริมาณของเฟอร์ริกออกไซด์ (Fe_2O_3) เหลือไม่น้อยกว่า 85% โดยน้ำหนัก ส่วนที่เหลือเป็นองค์ประกอบส่วนน้อย ได้แก่ ไมกา ควอร์ตซ์ (quartz) ไพไรต์ (pyrites- FeS_2) และอื่น ๆ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับแหล่งของแร่ การทำเหมือง การแต่งแร่และการควบคุมคุณภาพ สิ่งเจือปนที่ไม่ต้องการเลย ได้แก่ ไพไรต์ เพราะเมื่ออยู่ในชั้นสีจะสามารถถูก ออกซิไดส์ (oxidise) เป็นซัลเฟตที่ ละลายน้ำได้และก่อให้เกิดการสึกกร่อน ได้

การวิเคราะห์ตัวอย่างผงสีเหล็ก ออกไซด์ชนิดชั้นบางใช้วิธีการวิเคราะห์ ("Wet" analysis) ตามมาตรฐาน British Standard 3981 : 1966 Specification for iron oxide pigment in paints" ผลการ

วิเคราะห์ตัวอย่างผงสีทั้งหมดแสดง ไว้ในตารางที่ 1 ซึ่งพบว่าตัวอย่าง ผงสีจากประเทศอังกฤษ ออสเตรีย และฝรั่งเศสมีโครงสร้างผลึกเป็นชั้น บางและมีสมบัติทางเคมีอื่น ๆ ตรง ตามต้องการ นอกจากนี้ การวิเคราะห์ ตัวอย่างผงสียังสามารถใช้วิธีทาง เครื่องมือวิเคราะห์ได้ด้วย เช่น เอ็กซ-เรย์เพาเดอร์ ดิฟแฟรกชัน (X-ray powder diffraction) และมอสบาวร์ แอบซอร์ปชัน สเปกโทรสโกปี (Mössbauer absorption Spectroscopy) เป็นต้น ประโยชน์ของเหล็กออกไซด์ ชนิดชั้นบาง สามารถนำมาทำสีป้องกันการ เกิดสนิมหรือการสึกกร่อนได้ เนื่องจากมีโครงสร้างของอนุภาคเป็น ชั้นบาง เมื่ออยู่ในชั้นสีจึงเรียงตัวเป็น ชั้นซ้อนกันไปมาในแนวนานกับพื้น

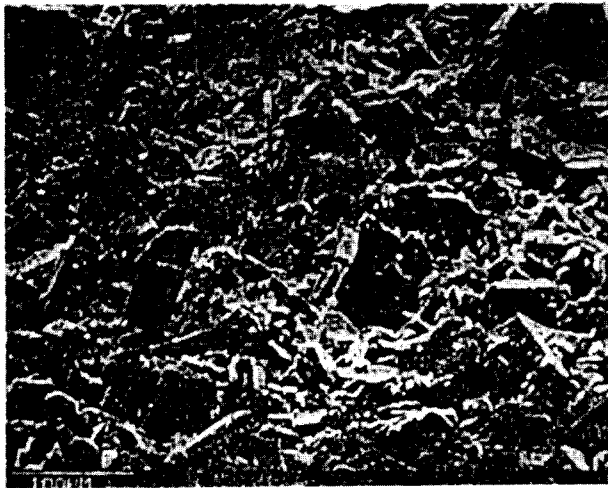
ผิวนั้นเหมือนเป็นกำแพงขวางกั้นการ ซึมของน้ำและออกซิเจน จึงป้องกันการ เกิดสนิมหรือการผุกร่อนได้ ใน ปัจจุบันนี้เหล็กออกไซด์ชนิดชั้นบาง หายากและมีราคาแพงขึ้น เพราะมีการ นำสินแร่เหล็กออกไซด์ชนิดนี้จาก ธรรมชาติมาใช้จนเกือบหมดแล้ว จึง ได้มีการคิดค้นวิธีเตรียมเหล็กออกไซด์ ชนิดชั้นบางขึ้นมาใช้ทดแทน โดยใช้ วัตถุดิบ ได้แก่ เหล็ก เฟอร์ริกคลอไรด์ ($FeCl_3$) คลอรีน และเกลือ เป็นต้น จากการทดลองโดยวิธีต่าง ๆ มาจนถึงขณะนี้ในต่างประเทศสามารถเตรียม เหล็กออกไซด์ชนิดชั้นบางได้ ซึ่งจะ นำไปสู่การผลิตในทางอุตสาหกรรม ต่อไป



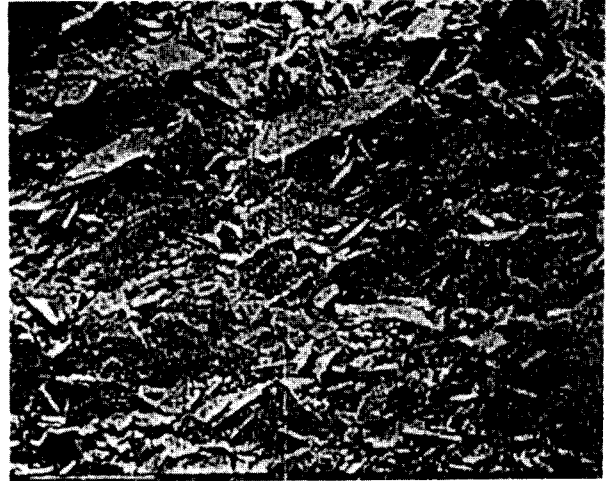
ภาพที่ 2 ชั้นของผงสีเหล็กออกไซด์ชนิดชั้นบางในสี



ภาพที่ 1 โครงสร้างผลึกของไมกา (บน) และเหล็ก ออกไซด์ที่กักตัวไมกา (ล่าง)



อังกฤษ



ออสเตรีย

ภาพที่ 3 ผงสีเหล็กออกไซด์ชนิดชั้นบางจากประเทศอังกฤษและออสเตรียได้จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกน

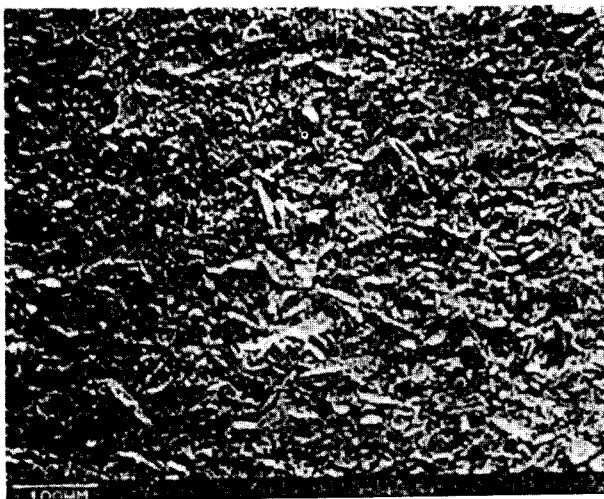


สเปน



ญี่ปุ่น

ภาพที่ 4 ผงสีชนิดเม็ด จากประเทศสเปนและญี่ปุ่น



ภาพที่ 5 ผงสีขนาดเล็กจากประเทศอินเดีย

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์ผงสีตามมาตรฐาน BS 3981 "Iron oxide pigments in paints", 1966.

Pigment	Test					
	Crystal structure	Iron as Fe ₂ O ₃ % (w/w)	pH of aqueous extract	Solubility in water (%)	S + sulphur compounds %	Oil absorption
Specification requirements	Must be lamellar	Minimum 85	Maximum 6	Maximum 0.5	Maximum 3.5	By agreement
British	yes	84	6.5	0.2	2.8	18
Austrian	yes	85	5.7	0.3	1.1	19
Spanish	no	61	7.2	0.1	0	16
Japanese	no	86				17
South African	no	83	6.2	0.02	0.1	23
South Australian	no	81	6.6	0.02	0	13
Indian	no	74	7.2	0.02	1.2	14
French	yes	86	6.8	0.02	0.6	19
West Australian	partly	83	7.2	0.2	0	16

เอกสารอ้างอิง

Bishop, DM. Transactions and communications : Micaceous iron oxide pigments. *Journal of the oil and Colour Chemists Association*, February, 1981, vol. 64, no. 2, p. 57-98.

Carter, EV. and Laundon, RD. Synthetic micaceous iron oxide : a new anticorrosive pigment. *Journal of the Oil and Colour Chemists Association*, January, 1990, vol. 73, no. 1, p. 7.

น้ำไบบับกพร้อมดื่ม (ต่อจากหน้า 7)

- กรรมวิธี
1. ไบบับก คัดเลือกและล้างน้ำให้สะอาด ตีปั่นให้สะอาดกับสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต กรองให้ได้น้ำไบบับก 3 ลิตร
 2. เติมน้ำตาลทรายขาว กรอง ต้มให้เดือด
 3. บรรจุขวดที่ผ่านการฆ่าเชื้อ
- หมายเหตุ
- ควรเก็บไว้ในที่เย็นอุณหภูมิ 5-10 องศาเซลเซียส เพื่อช่วยรักษาสี กลิ่น รส ถ้าต้องการเก็บไว้นานที่อุณหภูมิห้องให้เติมโซเดียมเบนโซเอท 0.05 กรัม ต่อปริมาณน้ำไบบับกพร้อมดื่ม 1 ลิตร