

Sample 4: ชิ้นส่วนงานเขียนลายสีดำใต้เคลือบ

ลักษณะภายนอก: ชิ้นส่วนงานเขียนลายสีดำใต้เคลือบ เตาเวียงกาหลง สมัยล้านนา กำหนดอายุราวพุทธศตวรรษที่ 21-22 ลักษณะภายนอกเป็นภาชนะดินเผาเนื้อแกร่ง ตกแต่งด้วยการเขียนลายใบบัว สีเขียวขี้ม้า ขอบด้านบนเป็นลายเส้นตรงเล็กสลับใหญ่ จำนวน 4 เส้น (รูปที่ 1)

แหล่งที่พบ: ชุมชนริมน้ำทะเลสาบสงขลา

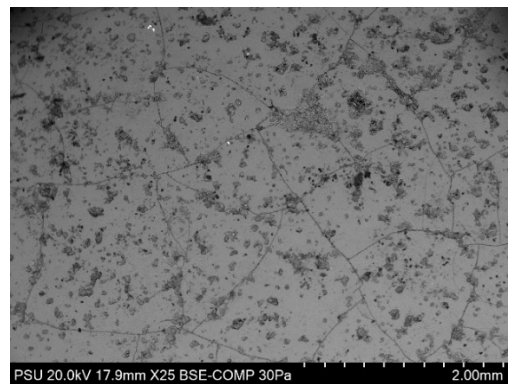


รูปที่ 1 แสดง Sample 4 ชิ้นส่วนงานเขียนลายสีดำใต้เคลือบ

จากภาพถ่าย SEM (BSE image) ของชิ้นส่วนงานทั้งด้านบนและด้านล่าง มีรอยแตกร้าวและพื้นผิวขรุขระ ทั้งบริเวณที่มีและไม่มีลวดลาย ซึ่งเป็นลักษณะของการเขียนลายผิวเคลือบ (รูปที่ 2 ผิวด้านบนและด้านล่าง) ในส่วนของผิวแกนกลาง พบว่า ตรงบริเวณลายผิวเคลือบมีเฟสสีขาวลักษณะเป็นแนวยาว (รูปที่ 2 ผิวแกนกลาง) ซึ่งชี้บ่งว่าเป็นองค์ประกอบของธาตุที่มีเลขอะตอม (Atomic number) สูงกว่าบริเวณไม่มีลาย เมื่อวิเคราะห์ภาพที่กำลังขยายสูง พบว่า บริเวณเฟสสีขาวมีอนุภาคสีขาวสว่างกระจายตัวเป็นแนวยาวต่อเนื่องใกล้ผิวเคลือบด้านบน โดยอนุภาคดังกล่าวมีธาตุเหล็กเป็นส่วนประกอบหลัก ซึ่งเหล็กเป็นส่วนประกอบของเหล็กออกไซด์ (Fe_2O_3) ใช้เป็นสารให้สีในกระบวนการผลิต



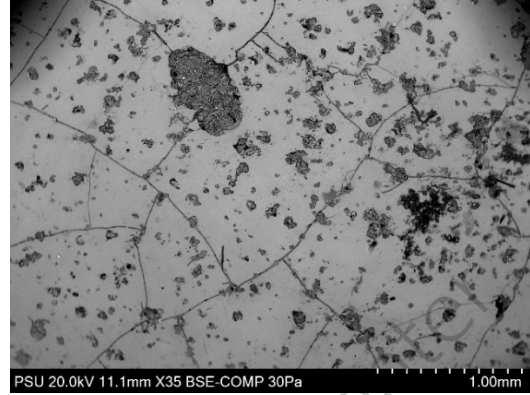
ผิวด้านบน



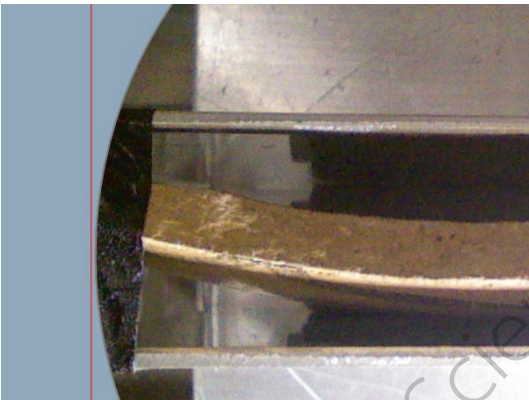
ผิวด้านบน



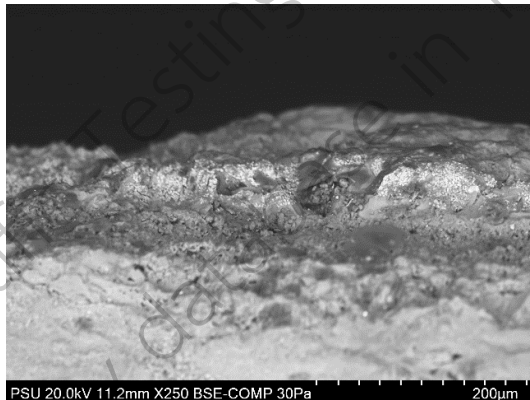
ผิวด้านล่าง



ผิวด้านล่าง



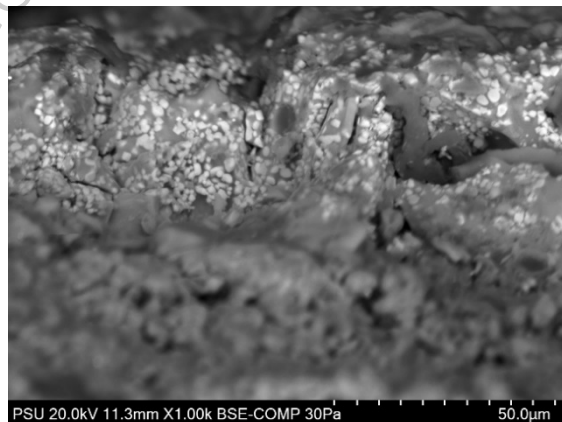
ผิวแกนกลาง



ผิวแกนกลาง



ผิวแกนกลาง



ผิวแกนกลาง

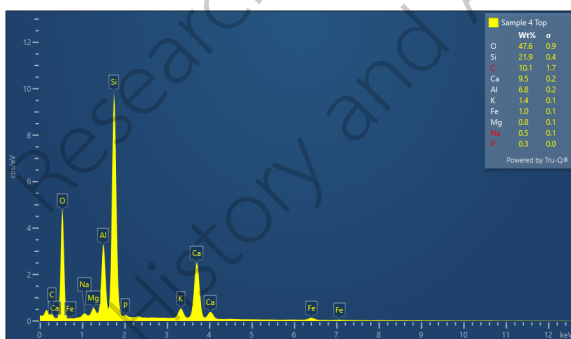
รูปที่ 2 ภาพถ่ายพื้นผิวของ Sample 4 ชั้นส่วนงานเขียนลายสีดำใต้เคลือบ

แถวขวา: SEM (BSE image) แถวซ้าย: Optical image

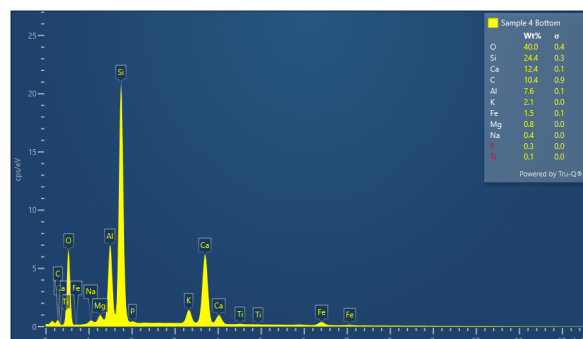
จากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบธาตุด้วย EDX (ตารางที่ 1) พบว่า ผิวด้านบน ด้านล่าง และผิวแกนกลาง มีธาตุองค์ประกอบหลักเหมือนกัน (รูปที่ 3 และ 4) ได้แก่ แมกนีเซียม (Mg) อลูมิเนียม (Al) ซิลิกอน (Si) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) และเหล็ก (Fe) โดยผลการวิเคราะห์ mapping ผิวด้านบนบริเวณมีลวดลาย ไม่พบการแยกเฟสของธาตุองค์ประกอบตามลักษณะลายเส้นที่วาดไว้ ซึ่งอาจเป็นเพราะอิเล็กตรอนทะลุผ่านชั้นสีของลายเส้น แต่อย่างไรก็ตาม สามารถจำแนกชนิดธาตุในชั้นสีบริเวณลายเส้นให้เห็นได้ชัดเจนจากบริเวณผิวแกนกลาง ซึ่งพบเป็นเฟสของธาตุเหล็ก (Fe) (รูปที่ 5) เพื่อเป็นการยืนยันอนุภาคสีขาวที่พบบริเวณชั้นสีดังกล่าว ด้วยการวิเคราะห์ธาตุแบบจุด (point scan) พบว่าอนุภาคมีธาตุเหล็กเป็นส่วนประกอบหลักสูงกว่าร้อยละ 35

ตารางที่ 1 แสดงองค์ประกอบธาตุของ Sample 4 ชั้นส่วนงานเขียนลายสีดำได้เคลือบ

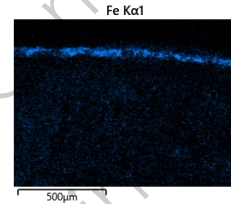
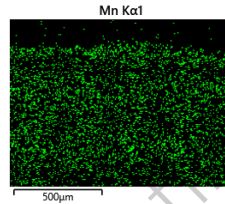
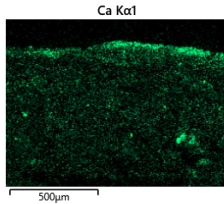
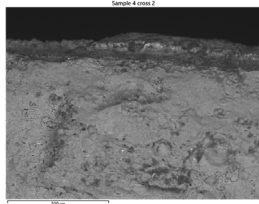
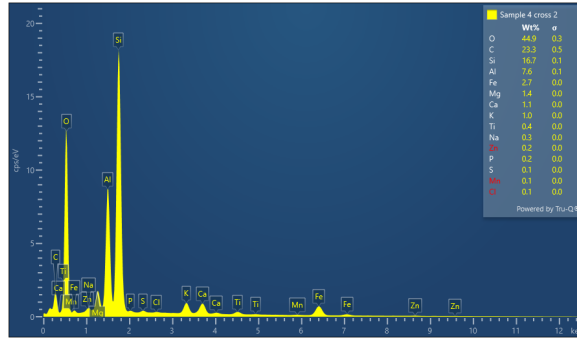
| ตำแหน่ง | องค์ประกอบธาตุ (%wt.) | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|-----------------------|-------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|------|
| | C | O | Na | Mg | Al | Si | P | S | K | Ca | Ti | Mn | Fe | Zn |
| ผิวนบน | 8.19 | 54.26 | 0.49 | 0.76 | 6.19 | 19.38 | 0.27 | - | 1.27 | 8.31 | - | - | 0.88 | - |
| มีลาย | 10.90 | 57.32 | 0.34 | 2.31 | 7.07 | 15.34 | 0.65 | - | 0.99 | 2.32 | 0.29 | 0.16 | 2.13 | 0.17 |
| ไม่มีลาย | 11.47 | 58.41 | - | 1.19 | 9.38 | 14.46 | 0.45 | 0.17 | 0.86 | 1.29 | 0.36 | - | 1.95 | - |
| เม็ดสี ขาว | 9.11 | 44.30 | - | 0.54 | 6.10 | 3.17 | - | - | 0.36 | 0.40 | 0.23 | 0.24 | 35.55 | - |



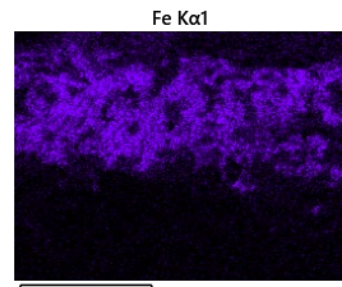
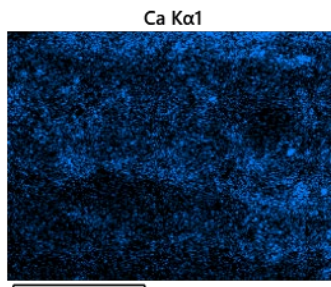
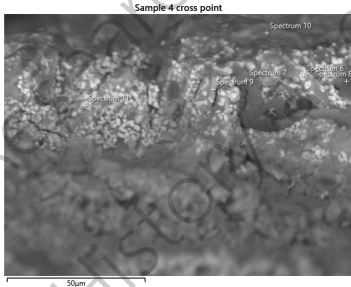
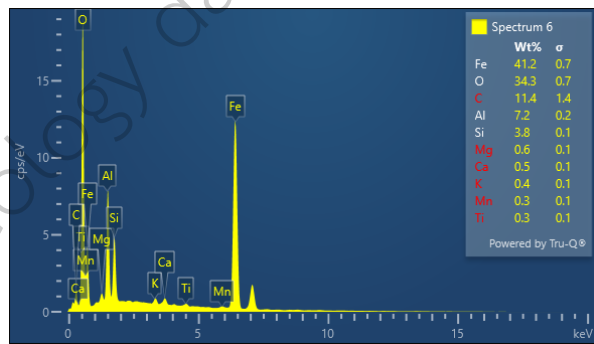
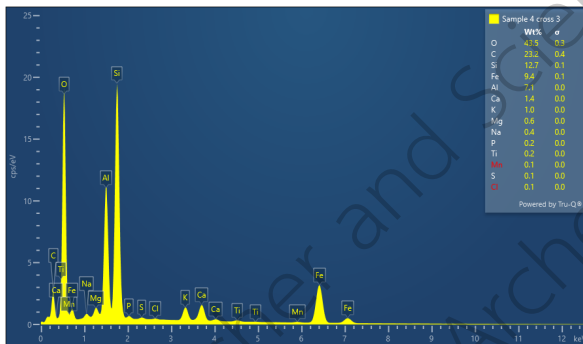
รูปที่ 3 แสดงองค์ประกอบธาตุบนพื้นผิวด้านบนของ Sample 4 (ชั้นส่วนงานเขียนลายสีดำได้เคลือบ)



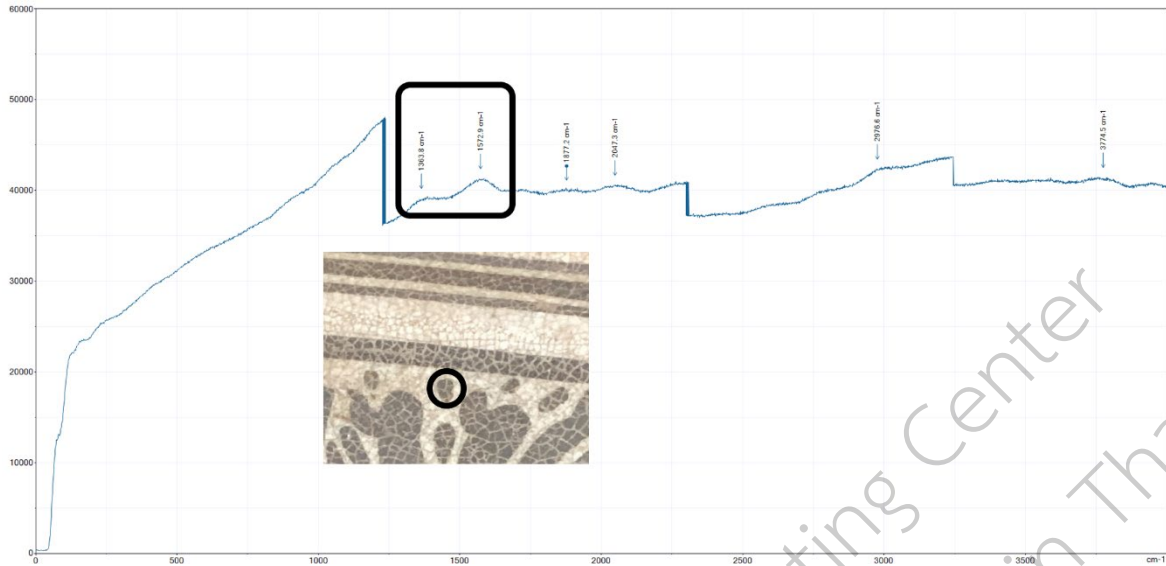
รูปที่ 4 แสดงองค์ประกอบธาตุบนพื้นผิวด้านล่างของ Sample 4 (ชั้นส่วนงานเขียนลายสีดำได้เคลือบ)



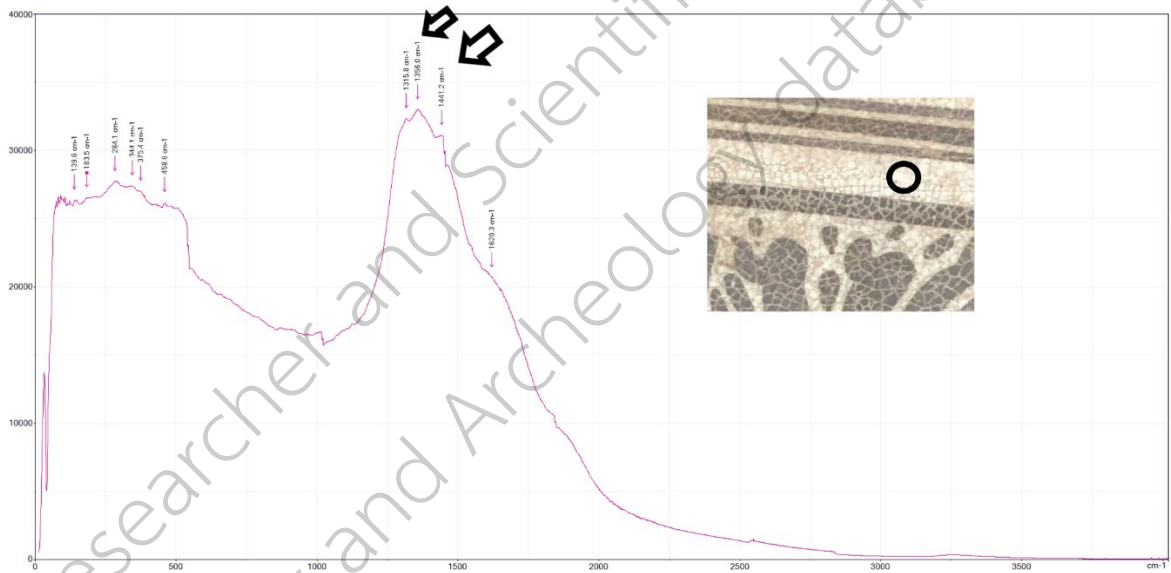
รูปที่ 5 แสดงองค์ประกอบธาตุและการกระจายตัวอย่างของธาตุนบนพื้นผิวแกนกลางของ Sample 4 (ชิ้นส่วนงานเขียนลายสีตัวได้เคลือบ)



รูปที่ 6 แสดงองค์ประกอบธาตุและการกระจายตัวอย่างของธาตุแคลเซียม (Ca) และเหล็ก (Fe) บนพื้นผิวแกนกลางของ Sample 4 (ชิ้นส่วนงานเขียนลายสีตัวได้เคลือบ) โดยขยายให้เห็นชั้นเคลือบสีชัดเจน



รูปที่ 7 รามานสเปกตรัมของ Sample 4 ในตำแหน่งพื้นผิวจุดสีดำ



รูปที่ 8 รามานสเปกตรัมของ Sample 4 ในตำแหน่งพื้นผิวจุดสีน้ำตาล

ผลจากการศึกษารามานสเปกตรัมในช่วง $0 - 4000 \text{ cm}^{-1}$ ของตัวอย่าง Sample 4 พบว่า ตำแหน่งพื้นผิวสีดำเกิดพีกที่ตำแหน่ง 1363.8 cm^{-1} และ 1572.9 cm^{-1} เป็นพีกของ Carbon (รูปที่ 7) และในตำแหน่งพื้นผิวสีน้ำตาลเกิดพีกที่ตำแหน่ง 1356.0 cm^{-1} และ 1441.2 cm^{-1} เป็นพีกของ Aromatic azo (รูปที่ 8)