

ภาคผนวก (Appendix)

ชื่อเรื่อง : ขอบข่ายการวิเคราะห์ทดสอบ (Scope of Testing and Analysis)

งานจุลทรรศน์และจุลวิเคราะห์

(AP-MT-MCU-MMS-01)

ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (MTEC)

ผู้จัดทำ :

ผู้ทบทวน :

ผู้อนุมัติ :

วันที่มีผลบังคับใช้ :

ผู้จัดการ

รอง ผศว.

ผศว.

(...../...../.....)

(...../...../.....)

(...../...../.....)

[illegible]

ขอบข่ายการวิเคราะห์ทดสอบ (Scope of Testing and Analysis)

เทคนิค จุลทรรศน์แบบแสง

ชื่อการทดสอบ	ความสามารถ	คำอธิบาย	Sample Specification	ชื่อเครื่อง/รุ่น
การเตรียมตัวอย่างงาน	เตรียมตัวอย่างงานงานวัสดุชนิดต่าง ๆ เพื่อให้ได้คุณลักษณะที่ตรงตามข้อกำหนดของการนำไปวิเคราะห์งานระดับจุลภาคด้วยเครื่องมือทดสอบวิเคราะห์ชนิดต่างๆ เช่นการวิเคราะห์รูปสัณฐานระดับจุลภาคในวัสดุต่างๆ การทดสอบสมบัติทางกล และการวิเคราะห์ความเสียหาย เป็นต้น	งานเตรียมตัวอย่างงานใช้หลักการทางโลหะวิทยาประกอบด้วยขั้นตอน ดังนี้ การตัด การขึ้นเรือน การขัด การกัดขึ้นรอย (กรณีตรวจสอบโครงสร้างจุลภาค)	ผลิตภัณฑ์จากวัสดุชนิดต่าง ๆ เช่น เซรามิกส์ โลหะ อโลหะ โพลีเมอร์ เป็นต้น	-Cutting Machine (Struers, Exotom-M) -Precision Cutting Machine (Struers, Accutom-50) -Mounting Machine (Struers, Predopress) -Polishing Machine (Struers, Rotopol-25) -Grinder/Polisher Machine (Buehler, Phoenix Beta) Vibratory Polisher (Buehler, Vibratory)
การทดสอบรูปสัณฐานของวัสดุชนิดต่าง ๆ ในระดับมหภาคและจุลภาค	-วิเคราะห์รูปสัณฐานระดับมหภาคของวัสดุชนิดต่างๆ เช่น ตำหนิหรือร่องรอยความเสียหายที่เกิดขึ้นบนตัวอย่างงานจากผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ - วิเคราะห์รูปสัณฐานในระดับจุลภาค ได้แก่ 1) ตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคของวัสดุ 2) ตรวจสอบความหนาชั้นเคลือบของวัสดุ	- การตรวจสอบรูปสัณฐานระดับมหภาค สามารถตรวจสอบได้ทั้งตัวอย่างงานที่ผ่าน หรือไม่ได้ผ่านขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างงาน โดยอาศัยหลักการจุลทรรศน์ศาสตร์ของแสงชนิดสแตอริโอ - การตรวจสอบรูปสัณฐานระดับจุลภาค ตัวอย่างงานต้องผ่านขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างงาน และเทคนิคการเตรียมที่ตรงตามวัตถุประสงค์การตรวจสอบ	ผลิตภัณฑ์จากวัสดุชนิดต่าง ๆ เช่น เซรามิกส์ โลหะ อโลหะ โพลีเมอร์ เป็นต้น	- Reflected Light Microscope (ZEISS, AxioTech) - Zoom Stereomicroscope (ZEISS, Stemi 2000) - Polarized Microscope (ZEISS, Axioskop) - Metallurgical Microscope (Olympus, BH2-UMA) - Software of Image Pro® Plus (Media Cybernetic,

	3) ตรวจสอบปริมาณองค์ประกอบ และปริมาณรุกรุนของวัสดุ 4) ตรวจสอบความสมบูรณ์ของรอยเชื่อมของวัสดุชนิดต่าง ๆ เช่น รอยเชื่อมระหว่าง IC และ PCB board หรือ รอยเชื่อมของผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ 5) ตรวจสอบตำหนิที่เกิดขึ้นในผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ	งาน โดยอาศัยหลักการจุลทรรศน์ศาสตร์ของแสง ตกกระทบ หรือแสงชนิดโพลาไรซ์		Inc. Version 5.1 for Windows TM)
การตรวจสอบแร่ใยหินที่ปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์หรือ วัสดุชนิดต่าง ๆ	ตรวจสอบหาแร่ใยหินชนิดโครโซไทล์ในเชิงคุณภาพ ที่ปนเปื้อน ในผลิตภัณฑ์ หรือ วัสดุชนิดต่าง ๆ	การตรวจสอบหาแร่ใยหินอาศัยหลักการพิจารณาจากรูปสัณฐานของเส้นใยที่ตรงตามลักษณะ asbestiform (ลักษณะเฉพาะของแร่ใยหิน) จากเทคนิคจุลทรรศน์ชนิดอิเล็กตรอน หรือ Scanning Electron microscope (SEM) และหลักการคุณสมบัติทางแสงโพลาไรซ์	ผลิตภัณฑ์ หรือ วัสดุต่าง ๆ ที่มีข้อกำหนดห้ามไม่ให้มีแร่ใยหินปนเปื้อน	-Polarized Microscope (ZEISS, Axioskop) -Scanning Electron Microscope (SEM, Hitachi S-3400N)
การตรวจสอบวิเคราะห์ความเสียหาย ในผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ของวัสดุกลุ่มโลหะ และอโลหะ	วิเคราะห์หาสาเหตุเบื้องต้น ความเสียหายรูปแบบต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ของวัสดุกลุ่มโลหะ และอโลหะ	การวิเคราะห์หาสาเหตุอาศัยหลักการทาง 1. โลหะวิทยา 2. การวิเคราะห์ความเสียหาย 3. การเตรียมตัวอย่างทางโลหะวิทยา 4. การตรวจสอบตัวอย่างงานด้วยเทคนิคจุลทรรศน์แบบแสง 5. การตรวจสอบตัวอย่างงานด้วยเทคนิค	ผลิตภัณฑ์ในกลุ่มโลหะ และอโลหะที่เกิดความเสียหาย	- Reflected Light Microscope (ZEISS, Axiotech) - Zoom Stereomicroscope (ZEISS, Stemi 2000) - Metallurgical Microscope (Olympus, BH2-UMA) - Software of Image Pro® Plus (Media Cybernetic, Inc. Version 5.1 for Windows TM)

จุลทรรศน์ชนิด
อิเล็กตรอน

- Scanning Electron
Microscope (SEM, Hitachi
S-3400N)

ขอบข่ายการวิเคราะห์ทดสอบ (Scope of Testing and Analysis)

เทคนิค Transmission Electron Microscopy (TEM)

ชื่อการทดสอบ	ความสามารถ	คำอธิบาย	Sample Specification	ชื่อเครื่อง/รุ่น
การวิเคราะห์ TEM (Transmission electron microscope)	-ภาพถ่ายกำลังแยกแยะสูง (high-resolution image) -รูปแบบการเลี้ยวเบนของอิเล็กตรอน (electron diffraction pattern)	- ภาพถ่ายกำลังขยายสูง เป็นการวิเคราะห์ตัวอย่างในลักษณะของภาพถ่าย โดยภาพที่ได้จะเป็นภาพฉาย 2 มิติ และมีกำลังแยกแยะสูงสุด 0.23 นาโนเมตร -รูปแบบการเลี้ยวเบนของอิเล็กตรอน เป็นการวิเคราะห์ด้านโครงสร้างผลึก ณ. บริเวณจำเพาะ ของตัวอย่าง ในเบื้องต้นสามารถบอกได้ถึงความเป็นระเบียบของโครงสร้างผลึก ณ.บริเวณตัวอย่างนั้น ๆ	-เส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 3 มิลลิเมตร -ความหนาไม่เกิน 100 นาโนเมตร -ตัวอย่างแห้งสนิท -ตัวอย่างสามารถทนต่อลำอิเล็กตรอนที่มีความเร่ง 200kV ได้	Transmission electron microscopy (TEM) ยี่ห้อ : JEOL รุ่น : JEM-2010

ขอบข่ายการวิเคราะห์ทดสอบ (Scope of Testing and Analysis)

เทคนิค Scanning Electron Microscopy (SEM)

ชื่อการทดสอบ	ความสามารถ	คำอธิบาย	Sample Specification	ชื่อเครื่อง/รุ่น
การวิเคราะห์โครงสร้างและองค์ประกอบธาตุด้วยเทคนิคจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกนนิ่งและจุลวิเคราะห์	วิเคราะห์โครงสร้างพื้นผิวในระดับจุลภาคที่กำลังขยายสูงถึง 20,000 เท่า ทั้งในสภาวะสุญญากาศสูง (ความสามารถในการแยกแยะเชิงระยะทาง 3 nm ที่ 30 kV) และสภาวะสุญญากาศต่ำ (ความสามารถในการ 4 nm ที่ 30 kV) (ขึ้นกับชนิดของวัสดุ) พร้อมอุปกรณ์วิเคราะห์ธาตุ และอุปกรณ์วิเคราะห์เฟสโครงสร้าง	เป็นการยิงอิเล็กตรอนแบบสแกนนิ่งลงบนผิวตัวอย่างโดยอาศัยแหล่งกำเนิดอิเล็กตรอนแบบเทอร์มิออนิกสามารถวิเคราะห์ได้ทั้งในสภาวะสุญญากาศสูงสำหรับวัสดุที่นำไฟฟ้า และสภาวะสุญญากาศต่ำสำหรับวัสดุที่ไม่นำไฟฟ้าและไม่ต้องการฉาบเคลือบผิว มีอุปกรณ์ตรวจรับอิเล็กตรอนแบบทุติยภูมิ อุปกรณ์ตรวจรับอิเล็กตรอนแบบกระเจิงกลับ อุปกรณ์วิเคราะห์ธาตุเชิงพลังงาน โดยตรวจจับสัญญาณเอ็กซ์เรย์พลังงานสูงด้วย EDS detector และอุปกรณ์วิเคราะห์เฟสโครงสร้าง โดยตรวจจับการเลี้ยวเบนของอิเล็กตรอนกระเจิงกลับด้วย EBSD detector	- เป็นของแข็ง แท่ง - ขนาดไม่เกิน 3x3x3 cm	Scanning Electron Microscopy (SEM) ยี่ห้อ: Hitachi รุ่น: S-3400N with EDS/EBSD
	วิเคราะห์โครงสร้างพื้นผิวที่กำลังขยายสูงถึง 1,000,000 เท่า สามารถวิเคราะห์ได้ที่ศักย์เร่งอิเล็กตรอนต่ำถึง 10 V มีความสามารถแยกแยะ	เป็นการยิงอิเล็กตรอนแบบสแกนนิ่งลงบนผิวตัวอย่างโดยอาศัยแหล่งกำเนิดอิเล็กตรอนแบบฟิลด์เอมิชชันที่ให้ลำอิเล็กตรอนขนาดเล็กทำให้สามารถศึกษารายละเอียดพื้นผิวขนาดเล็ก	- เป็นของแข็ง แท่ง - ขนาดไม่เกิน 3x3x3 cm	FE-SEM ยี่ห้อ: JEOL รุ่น: JSM-7800F (Prime) with EDS/SXES

	เชิงระยะทางได้ ประมาณ 8 Å ที่ 1 kV (ขึ้นกับชนิดของวัสดุ) พร้อมอุปกรณ์วิเคราะห์ ธาตุและสารประกอบ ธาตุ	ระดับไมโครหรือนาโนได้ โดย ที่ศักย์เร่งอิเล็กตรอนต่ำยังให้ ความคมชัดของภาพมากกว่า ใช้แหล่งกำเนิดอิเล็กตรอน แบบเทอร์มิออนิก นอกจากนี้ ยังมีอุปกรณ์ตรวจจับ อิเล็กตรอนแบบทุติยภูมิ อุปกรณ์ตรวจจับอิเล็กตรอน แบบกระเจิงกลับ และ อุปกรณ์วิเคราะห์ธาตุ โดย ตรวจจับสัญญาณเอ็กซ์เรย์ พลังงานสูงด้วย EDS detector และวิเคราะห์ธาตุ และสารประกอบธาตุ โดย ตรวจจับสัญญาณเอ็กซ์เรย์ พลังงานต่ำด้วย Soft X-ray detector		
--	---	---	--	--

ชื่อการทดสอบ	ความสามารถ	คำอธิบาย	Sample Specification	ชื่อเครื่อง/รุ่น
การวิเคราะห์ข้อมูลโครงสร้างด้วยเทคนิค X-ray Computed Tomography (XCT)	- วิเคราะห์โครงสร้างของวัสดุด้วยการถ่ายภาพโดยรังสีเอกซเรย์ - ขนาดจุดภาพสามมิติ (Voxel Size) ของเครื่องอยู่ที่ 0.5 – 75 ไมโครเมตร (ขึ้นกับชนิดและขนาดของตัวอย่าง) - สามารถวิเคราะห์ตัวอย่างได้ที่มีความต่างศักย์ไฟฟ้าไม่เกิน 240 กิโลโวลต์และกำลังไฟฟ้าไม่เกิน 320 วัตต์ - วิเคราะห์ได้ทั้งพื้นผิวภายนอกและภายในโดยไม่ทำลายตัวอย่าง - การใช้ Analysis Software วิเคราะห์โครงสร้างและจำลองภาพสามมิติ	- เป็นการยิงรังสีเอกซเรย์ผ่านตัวอย่างสำหรับภาพวิเคราะห์สองมิติ หรือเก็บชุดภาพจากตัวอย่างที่มุมต่างๆ สำหรับจำลองภาพสามมิติเพื่อศึกษาโครงสร้าง หรือจุดบกพร่องในตัวอย่าง - Analysis Software ใช้วิเคราะห์ข้อมูลจากภาพของตัวอย่าง เช่น การวิเคราะห์รูพรุน/อนุภาค, การวิเคราะห์วัสดุแบบผง/โฟม, การวิเคราะห์เส้นใย/วัสดุผสม, การเปรียบเทียบตัวอย่าง/วัดขนาด และการทำ CAD/mesh	- ขนาดสูงไม่เกิน 400 มิลลิเมตร - ขนาดกว้างไม่เกิน 420 มิลลิเมตร (นับรวมระยะของการหมุนรอบตัวเอง) - น้ำหนักไม่เกิน 20 กิโลกรัม	- X-ray Computed Tomography - ยี่ห้อ: Waygate technologies - รุ่น: Phoenix V tome x M240 3D Reconstruction Software: Datas x - Analysis Software : VGStudio MAX (2023)