

การศึกษาโครงสร้างจุลภาคของรางรถไฟ

Microstructural Study of Rail

แหล่งทุน	ฝ่ายบริหารวิจัยเพื่อสนับสนุนยุทธศาสตร์ชาติ สวทช.
หน่วยงานความร่วมมือ	การรถไฟแห่งประเทศไทย
ระยะเวลา	1 ปี 3 เดือน (15 กันยายน 2563 ถึง 14 ธันวาคม 2564)
หัวหน้าโครงการ	นายสยาม แก้วคำไสย์
ผู้ร่วมวิจัย	นายโมชิต วงศ์ปิ่นแก้ว
	นายนิรุช บุญชู
	นายวิษณุพงษ์ คนแรง
	นางสาวศิริวรรณ อ่วมปาน
	นายวรภาพศ์ ทองกระโทก
	นายเอกรัตน์ ไวยนิตย์
	นางสาวเบญจวรรณ ทองชื่นตระกูล

บทนำ/ที่มา/ความสำคัญ/ปัญหาในปัจจุบัน

รางรถไฟเป็นชิ้นส่วนที่ต้องมีความปลอดภัยสูงในระหว่างการใช้งาน สาเหตุของการเกิดความเสียหายของรางรถไฟมีหลายประการ เช่น การกัดกร่อน การสึกหรอ การแตกหัก การรับแรงเกินพิกัด ฯลฯ จากการศึกษาข้อมูลจากการใช้งานรางเกรด R260 ยังพบการแตกหักเสียหาย แม้ว่าจากการตรวจสอบส่วนผสมทางเคมีและความแข็งจะมีค่าเป็นไปตามข้อกำหนดก็ตาม ซึ่งทาง ร.ฟ.ท. ตั้งสมมุติฐานว่าอาจเกิดจากลักษณะทางจุลภาค ดังนั้นการศึกษาโครงสร้างจุลภาคที่เหมาะสมกับสภาพการใช้งานตั้งแต่ขั้นตอนการตรวจรับก็จะทำให้รางมีอายุการใช้งานเป็นไปตามคาดหวัง การเก็บข้อมูลด้านโครงสร้างจุลภาคของราง นอกจากจะทำให้ทราบความสัมพันธ์กับส่วนผสมทางเคมีแล้ว ยังทำให้ทราบความสัมพันธ์กับสมบัติเชิงกล สามารถใช้ในการกำหนดโครงสร้างจุลภาคบริเวณที่มักเป็นจุดเริ่มต้นการเสียหายของรางคือผิวหน้าสัมผัสกับล้อ รวมทั้งสามารถใช้ในการตรวจสอบเพื่อยืนยันคุณภาพของชิ้นส่วนราง รวมทั้งอาจนำไปสู่การกำหนดเกรดที่แตกต่างกันออกไประหว่างรางวิ่งทางตรง ทางโค้ง ขึ้น-ลงเขา หรือทางแยก เป็นต้น เพื่อให้การเลือกใช้วัสดุของรางเหมาะสมกับสภาวะการใช้งานในพื้นที่นั้น ๆ มากที่สุด นอกจากนี้ยังสามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์ความเสียหายในระหว่างการใช้งาน และ/หรือการทำวิศวกรรมย้อนรอยชิ้นส่วนภายในประเทศในอนาคต

วัตถุประสงค์/เป้าหมายของโครงการ

เพื่อจัดทำรายงานเชิงเทคนิคด้านโครงสร้างจุลภาคของรางรถไฟที่ยังไม่ผ่านการใช้งานที่มีการใช้งานใน ร.ฟ.ท.

กลุ่มเป้าหมายนำไปใช้ประโยชน์

การรถไฟแห่งประเทศไทย ผู้ประกอบการเดินรถไฟเอกชน หน่วยงานเชิงนโยบายและควบคุมระบบขนส่งทางราง

Specification ของผลงาน

- ใช้สำหรับอ้างอิงการตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคที่หน้างานเพื่อตรวจรับรางใหม่
- ใช้สำหรับอ้างอิงการตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคในห้องปฏิบัติการเพื่อตรวจรับรางใหม่
- ใช้ในการพิจารณาดำเนินการตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคในขั้นตอนการตรวจรับ
- ใช้ในการคัดเลือกผู้ผลิตราง
- ใช้ประเมินโครงสร้างจุลภาคของรางที่มีการจัดเก็บเป็นเวลานาน
- ใช้ในการประเมินสมบัติเชิงกลของรางใหม่
- ใช้ในการพิจารณาเกรดของรางที่เหมาะสมในแต่ละพื้นที่การใช้งาน
- ใช้ในการพิจารณาปรับแต่งผิวราง (เจียร์) ในกรณีที่พบ decarburized layer บนรางใหม่ก่อนการติดตั้ง

รายละเอียดผลงาน

คู่มือการศึกษาโครงสร้างจุลภาคของรางรถไฟมีเนื้อหาประกอบด้วย บทนำ รางที่มีใช้ใน ร.ฟ.ท. โลหะวิทยาของราง ขั้นตอนและผลการวิจัยและวิเคราะห์ผล สรุปผล และข้อเสนอแนะ ข้อมูลที่ได้ชี้ให้เห็นว่าควรรสร้างมาตรฐานในการตรวจรับรางโดยเพิ่มการตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคเข้าไปด้วย โดยเฉพาะบริเวณใกล้ผิวหน้าสัมผัสราง เนื่องจากการตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคตามที่ ร.ฟ.ท. ใช้นั้นจะได้โครงสร้างจุลภาคเป็นเพิร์ลไลท์ ซึ่งเป็นโครงสร้างที่พึงประสงค์ แต่จากงานวิจัยนี้พบผลิตภัณฑ์การกัดกร่อน (Corrosion Product) ที่ผิวหน้าสัมผัสสนอกสุดของราง ในขณะที่บริเวณที่ถัดลงมาพบการกัดกร่อนตามขอบเกรน (Grain Boundary Corrosion) ที่มีการฟอร์มตัวของเฟอไรท์ที่มีลักษณะเป็นโครงข่าย บางตัวอย่างสามารถตรวจพบชั้นของการสูญเสียคาร์บอนที่ผิว (Decarburization Layer) ซึ่งชั้นของจุดบกพร่องเหล่านี้มีความลึกอยู่ในช่วง 0.5 – 1.0 มม.

ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาโครงสร้างจุลภาคที่กำลังขยายสูงด้วย SEM ของเหล็กทรงทุตัวอย่างพบว่ามีลักษณะที่แตกต่างกันอย่างชัดเจนระหว่างเกรดที่ผ่านกระบวนการทางความร้อนกับเกรดที่ไม่ผ่านกระบวนการทางความร้อน กล่าวคือ เกรดที่ผ่านกระบวนการทางความร้อนมีลักษณะของซีเมนไต์แบบแผ่นที่ละเอียดกว่า (มี Interlamellar Spacing ที่ถี่กว่า) และมีค่าความต้านทานแรงดึงสูงเมื่อเทียบกับเกรดที่ไม่ผ่านกระบวนการทางความร้อน ซึ่งข้อมูลดังกล่าวสามารถนำไปใช้ในการคัดเลือกผู้ผลิตรางที่เหมาะสมที่สุดได้

ข้อมูลที่ได้ยังชี้ให้เห็นว่าควรสร้างมาตรฐานในการปรับแต่งผิวหน้าสัมผัสราง (Grinding Procedure) ก่อนการติดตั้งใช้งานในกรณีที่ตรวจพบชั้นที่มีการสูญเสียคาร์บอนที่ผิวจากกระบวนการผลิต ซึ่งในงานวิจัยดังกล่าวนี้พบว่าโครงสร้างจุลภาคที่เกิดชั้นสูญเสียคาร์บอน (Decarburized Layer) มีความลึกอย่างต่ำประมาณ 500 ไมครอน (0.5 มม.) และสามารถยืนยันได้จากผลการวัด Microhardness Profiles ซึ่งการเจียชั้นดังกล่าวออกยังเป็นการกำจัดชั้นที่เกิดการกัดกร่อนออกไปด้วยสำหรับรางที่มีการจัดเก็บในสถานะที่สามารถส่งเสริมให้เกิดการกัดกร่อนเป็นเวลานาน

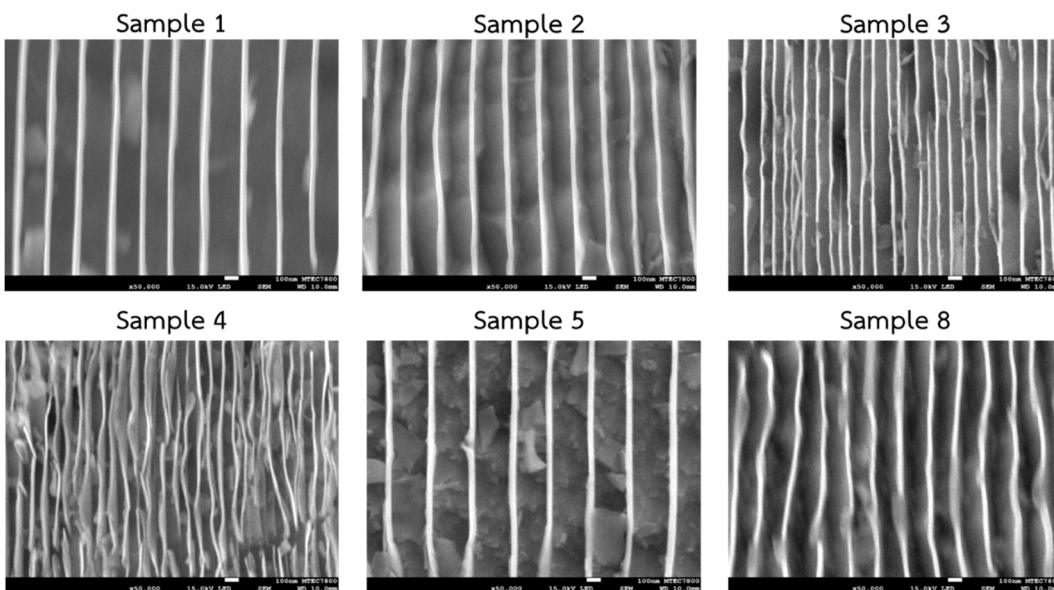
ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยส่วนใหญ่พบความไม่ต่อเนื่องและร่องหลุมจากการกัดกร่อน เนื่องจากสนิมที่เกิดขึ้นจากการจัดเก็บรางเป็นเวลานานอาจทำให้รางเสียหายได้ จึงควรสร้างมาตรฐานในการจัดเก็บรางเพื่อป้องกันการกัดกร่อน

และสุดท้ายข้อมูลที่ได้ยังสามารถนำไปสร้างมาตรฐานในการกำหนดโครงสร้างจุลภาคที่พึงประสงค์ในแต่ละพื้นที่

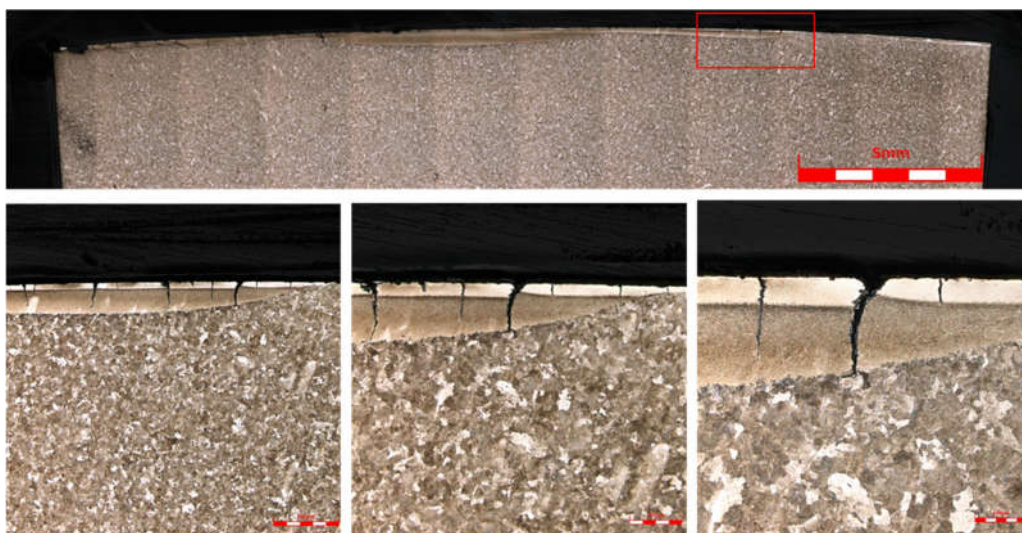
แนวทางการนำผลงานไปใช้ประโยชน์

นำข้อมูลที่ได้จากงานวิจัยเสนอต่อผู้บริหารกรมการขนส่งทางราง กระทรวงคมนาคมเพื่อใช้ในการออกมาตรฐานในการตรวจรับราง เช่น การกำหนดโครงสร้างจุลภาคที่พึงประสงค์ หรือกำหนดมาตรฐานในการตรวจรับรางโดยเพิ่มการตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคเข้าไปด้วย รวมทั้งมาตรฐานในการจัดเก็บราง

นำข้อมูลที่ได้จากงานวิจัยเสนอต่อฝ่ายการช่างโยธา รฟท. เพื่อให้ทราบถึงลักษณะโครงสร้างจุลภาคของแต่ละตัวอย่าง (ซึ่งมี source of origin) ข้อมูลเกี่ยวกับ decarburized layer ว่าควรเจียรใหม่ เจียรลึกเท่าไร รวมทั้งข้อมูลการกัดกร่อนที่เกิดขึ้นจากการจัดเก็บเป็นเวลานาน



เปรียบเทียบลักษณะของ Lamellar spacing ที่กำลังขยาย 50,000 เท่า โดย SEM



การเกิด White Etching Layer บริเวณลาดชัน