

## สาระ



# การตรวจสอบข้อบกพร่องในรางรถไฟ (Rail flaw detection)

วีระชัย ลามอ\*

ระบบเส้นทางรถไฟมีความสำคัญต่อระบบขนส่งของโลก โดยมีการเริ่มใช้งานตั้งแต่ศตวรรษที่ 18 ปัจจุบันระบบเส้นทางรถไฟมีความสำคัญมากต่อเศรษฐกิจของประเทศ การขนส่งสินค้าบนระบบเส้นทางรถไฟสามารถขนส่งได้ครั้งละจำนวนมาก และมีค่าใช้จ่ายในการขนส่งต่อหน่วยประหยัด เหมาะสำหรับการขนส่งสินค้าที่มีปริมาณมาก พืชผลการเกษตรเช่น ข้าว แป้ง น้ำตาล และยางพารา และอื่นๆ จึงนิยมใช้ขนส่งบนระบบเส้นทางรถไฟ พืชผลการเกษตรเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีอายุการเก็บจำเป็นต้องขนส่งสู่ปลายทางตรงตามเวลาที่กำหนด และความต้องการของการขนส่งพืชผลการเกษตรที่มากขึ้นอย่างต่อเนื่องทำให้รางรถไฟถูกใช้งานมากขึ้น อาจทำให้เกิดอุบัติเหตุเนื่องจากคุณสมบัติและอายุงานของระบบเส้นทางรถไฟที่เสื่อมลงได้ การป้องกันอุบัติเหตุทางรถไฟจึงเป็นสิ่งที่ต้องให้ความสำคัญโดยเฉพาะข้อบกพร่องในรางรถไฟ



ภาพที่ 1 อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นบนทางรถไฟ

ที่มาภาพ : Papaalias et al. (2008)

ควรมีการตรวจสอบอย่างเป็นระบบสำหรับข้อบกพร่องที่ผิวและภายใน ทั้งนี้เทคโนโลยีที่ใช้ในการตรวจสอบเป็นแบบไม่ทำลายตัวอย่าง เช่น อัลตราโซนิก (Ultrasonics) การเหนี่ยวนำแม่เหล็ก (Magnetic induction) กระแสไหลวน

\*นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ โครงการฟิสิกส์และวิศวกรรม

(Eddy current) การใช้กล้องถ่ายภาพ(Visual inspection) หรือการถ่ายภาพรังสี (Radiography) โดยแต่ละวิธีมีหลักการดังนี้

1. การใช้คลื่นอัลตราโซนิก สามารถใช้ตรวจวัดได้กับเครื่องมือหลายประเภท ตั้งแต่แบบควบคุมด้วยมือ จนถึงยานพาหนะความเร็วสูงที่ติดตั้งหัวตรวจสอบ โดยใช้หลักการการส่งคลื่นพลังงานอัลตราโซนิกเข้าสู่รางรถไฟ และค้นหาการย้อนกลับของคลื่นพลังงานอัลตราโซนิกที่กระจายและสะท้อนกลับโดยใช้หัวตรวจสอบจับ ความสูงของคลื่นใดๆที่หักเหพร้อมกับเวลาที่เกิดขึ้น สามารถบอกเกี่ยวกับความแข็งแรงของรางรถไฟ เนื่องจากไม่สามารถทำนายข้อบกพร่องได้ทั้งหมด จึงต้องมีการส่งพลังงานคลื่นอัลตราโซนิกที่มุมเอียงต่างๆ เพื่อให้ครอบคลุมบริเวณที่มีข้อบกพร่อง



ภาพที่ 2 ยานพาหนะตรวจสอบรางรถไฟโดยการใช้คลื่นอัลตราโซนิกและการใช้การเหนี่ยวนำแม่เหล็ก  
ที่มาภาพ : Papaetias et al. (2008)

2. การใช้การเหนี่ยวนำแม่เหล็ก นี้ถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวาง สำหรับการประเมินแบบไม่ทำลายส่วนประกอบโครงสร้างเหล็กที่เป็นแม่เหล็ก โดยเฉพาะอุตสาหกรรมปิโตรเคมี รางรถไฟ พลังงาน และโลหะ หลักการคือใช้การเหนี่ยวนำแม่เหล็ก โดยหัวตรวจจับการรั่วไหลฟลักซ์แม่เหล็กถูกต่อเข้ากับแม่เหล็กถาวรหรือแม่เหล็กไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อทำให้เกิดสนามแม่เหล็กกำลังสูง ในการทำให้ชิ้นทดสอบเป็นแม่เหล็ก เส้นฟลักซ์แม่เหล็กจะเชื่อมติดกับชิ้นทดสอบ และหัวตรวจจับถูกจัดวางที่ระยะคงที่จากรางรถไฟ เพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงใดๆใน

สนามแม่เหล็กในบริเวณข้อบกพร่องแนวขวางที่ผิวหรือใกล้ผิวที่ปรากฏในรางรถไฟ

การตรวจสอบรางรถไฟโดยการใช้การเหนี่ยวนำแม่เหล็ก นิยมใช้ในการตรวจสอบข้อบกพร่องใกล้ผิวหรือในแนวขวางใกล้ผิว เช่น รอยแตกจากความล้า แต่มีข้อจำกัดในการตรวจสอบรอยแยกในแนวขวางเพราะว่ารอยแยกแตกยาวขนานกับเส้นฟลักซ์แม่เหล็ก ทำให้เกิดการรั่วของฟลักซ์แม่เหล็กที่ไม่เพียงพอจากนั้นวิธีการเหนี่ยวนำแม่เหล็กได้รับผลกระทบจากความเร็วการตรวจสอบที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากความเร็วกการตรวจสอบที่เพิ่มขึ้นทำให้ความหนาแน่นฟลักซ์แม่เหล็กลดลง สัญญาณจึงอ่อนลงมากสำหรับการตรวจสอบข้อบกพร่องที่ความเร็วเกิน 35 กิโลเมตรต่อชั่วโมง หากมีการรวมเข้าของหัวตรวจสอบ Hall เข้ากับวิธีการเหนี่ยวนำแม่เหล็ก จะสามารถปรับปรุงสมรรถภาพของวิธีการเหนี่ยวนำแม่เหล็ก ในการตรวจสอบข้อบกพร่องที่ความเร็วสูงขึ้น

3. การใช้กระแสไหลวน วิธีนี้จะให้กระแสไฟฟ้าแบบสลับป้อนเข้าสู่ขดลวดกระตุ้น ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กใกล้กับผิวของหัวรางรถไฟ การเปลี่ยนแปลงในสนามแม่เหล็กจะทำให้กระแสไหลวนถูกชักนำสู่ภายใต้ผิวของหัวรางรถไฟ การเปลี่ยนแปลงในสนามแม่เหล็กทุติยภูมิที่ถูกทำให้เกิดขึ้นโดยกระแสไหลวนจะถูกตรวจจับโดยขดลวดตรวจจับในรูปของแรงดันไฟฟ้าที่ถูกเหนี่ยวนำ ถ้าพื้นที่ที่ตรวจสอบปราศจากข้อบกพร่อง ผลคือความต้านทานกระแสไฟฟ้ายังคงที่ไม่เปลี่ยนแปลง หากพบข้อบกพร่องที่ผิวหรือใกล้ผิวปรากฏในหัวรางรถไฟ กระแสไหลวนจะถูกรบกวน เป็นสาเหตุในการผันแปรของสนามแม่เหล็กทุติยภูมิ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในความต้านทานกระแสไฟฟ้า ทำให้ผู้ตรวจสอบมองหาการเปลี่ยนแปลงใดๆในสัญญาณความต้านทานกระแสไฟฟ้า

การตรวจสอบด้วยกระแสไหลวนนิยมใช้กับการตรวจสอบความล้า การไหม้ของล้อรถไฟ รอยจากการเสียดสี และรอยย่นที่เป็นคลื่น อย่างไรก็ตามหัวตรวจจับกระแสไหลวนไวต่อการเปลี่ยนแปลงการยกตัว ด้วยเหตุผลนี้ ควรวางหัวตรวจจับที่ระยะคงที่ไม่เกิน 2 มิลลิเมตรห่างจากผิวของหัวรางรถไฟ



ภาพที่ 3 การตรวจสอบรางรถไฟโดยใช้กระแสไฟไหลวน  
 ที่มาภาพ : Papaelias et al. (2008)

ตรวจสอบสามารถเปลี่ยนแปลงได้จาก 1 ถึง 320 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ขึ้นอยู่กับประเภทของการตรวจสอบและคุณภาพความละเอียดที่ต้องการ เช่น การตรวจสอบการเป็นคลื่นสามารถทำได้เร็วกว่าการตรวจสอบรอยแตกจากความถี่ แต่ทว่าการตรวจสอบรางรถไฟโดยใช้กล้องถ่ายภาพไม่สามารถให้ข้อมูลเกี่ยวกับการปรากฏของข้อบกพร่องภายใน

5. การใช้การถ่ายภาพรังสี โดยการฉายรังสีเอกซ์ หรือแกมมา ถ่ายลงฟิล์มเพื่อให้ได้การถ่ายภาพรังสีของพื้นที่การตรวจสอบ การตรวจสอบแบบถ่ายภาพรังสีสามารถให้ข้อมูลเกี่ยวกับตำแหน่ง ขนาด และลักษณะของข้อบกพร่องภายใน และการหักเหของรังสีสามารถใช้ตรวจสอบความเค้นหลงเหลือใกล้กับผิวของหัวรางรถไฟได้ นอกจากนี้การถ่ายภาพรังสีสามารถใช้เป็นเครื่องมือการตรวจสอบความถูกต้องของข้อบกพร่องที่ได้ตรวจสอบแล้วโดยวิธีการตรวจสอบแบบไม่ทำลายอื่น ข้อจำกัดของวิธีนี้คือมีประสิทธิภาพต่ำในการตรวจสอบข้อบกพร่องในแนวขวาง และในเรื่องของความปลอดภัยและสุขภาพ

ในปัจจุบัน ระบบรางรถไฟในประเทศไทยกำลังพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อรองรับการการพัฒนาของประเทศ หมายความว่าระบบรางรถไฟจะเข้ามามีบทบาทที่สำคัญมากขึ้น เพื่อความน่าเชื่อถือของระบบรางรถไฟในการให้บริการ การตรวจสอบและควบคุมคุณภาพระบบรางรถไฟจึงมีความสำคัญมาก กรมวิทยาศาสตร์บริการสามารถให้บริการวิเคราะห์ ทดสอบคุณสมบัติทางกลและเคมีของวัสดุทำรางรถไฟที่ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของระบบรางรถไฟ และวัสดุก่อสร้างอื่นๆ เพื่อความปลอดภัยของประชาชน หากสนใจติดต่อขอรับบริการได้ที่ กรมวิทยาศาสตร์บริการในวันและเวลาราชการ

4. การใช้กล้องถ่ายภาพ โดยอาศัยหลักการการใช้กล้องถ่ายภาพความเร็วสูง ที่สามารถจับภาพวิดีโอทางรถไฟเมื่อรถไฟเคลื่อนที่ผ่าน ภาพถ่ายที่จับได้จะถูกวิเคราะห์โดยซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ การจำแนกวัตถุโดยใช้ซอฟต์แวร์จะเกี่ยวข้องกับความสามารถในการประมวลผล เวลาการประมวลผลเพื่อแบ่งประเภทรูปแบบภาพให้เล็กเพื่อจะตรวจสอบวัตถุขนาดเล็กได้ เช่น ข้อบกพร่องบนผิวของทางรถไฟ ดังนั้นความละเอียดของภาพวิดีโอที่ถ่ายจะต้องสูงขึ้น

การตรวจสอบรางรถไฟโดยใช้กล้องถ่ายภาพสามารถใช้วัดรูปร่างภายนอกหัวรางรถไฟ รอยละการสึกหรอ ระยะห่างรางรถไฟ การเคลื่อนที่ของหมอนรถไฟ การหายของเศษหินและกรวดที่โรยทางรถไฟ การหายของน็อต และความเสียหายที่ผิวซึ่งรวมถึงความถี่และการเป็นคลื่น ความเร็วในการ

**เอกสารอ้างอิง**

Clark, R. Rail flaw detection : overview and needs for future developments. *NDT & E International*, March 2004, 37 (2), 111-118

Papaelias, M. P., Roberts, C. and Davis, C. L. A review on non-destructive evaluation of rails: State-of-the-art and future development. *Journal of Rail and Rapid Transit*, July 2008, 222 (4), 367-384

Shull, P. J., ed. In : *Nondestructive evaluation : theory, techniques, and applications*. NewYork : Marcel Dekker, 2002, pp. 194.