การทดสอบและประเมินระบบรางรถไฟ

คำนำ

การศึกษาเกี่ยวกับความเสียหายระบบรางรถไฟเป็นสิ่งจำเป็นที่นักวิทยาศาสตร์และวิศวกรจะต้องทำความเข้าใจถึงปัญหาเนื่องจากการเปลี่ยนภาระแรงกระทำซ้ำที่เรียกว่าการแตกหักจากความล้า มีความสำคัญในการทำนายอายุความล้าของชิ้นส่วนโครงสร้างต่างๆ โดย พิจารณาการเกิดความเสียหายและการเกิดรอยแตกร้าวที่ผิวสัมผัสระหว่าง ล้อกับรางรถไฟ การทดสอบคุณสมบัติเชิงกลร่วมกับการวิเคราะห์ทางโปรแกรมสำเร็จรูปที่เรียกว่าการวิเคราะห์วิธีไฟไนต์เอลิเมนต์พบว่า ความแรงต้านภายในตกค้างระหว่างล้อและเพลาในตำแหน่งที่ผิวสัมผัสมากที่สุดจะก่อให้เกิดความแรงต้านภายในตกค้าง ทำให้มีการพัฒนาการปรับปรุงเพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้การศึกษาและทดสอบความต้านความล้าของเหล็กกล้ารางรถไฟที่มีจำหน่ายในท้องตลาด จะประเมินค่าคุณสมบัติเชิงกลวัสดุ และการวิเคราะห์ด้วยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์เพื่อหาแรงต้านภายในเนื้อเหล็ก ดังนั้นการทดสอบคุณสมบัติเชิงกลก่อนประเมินการเปลี่ยนหรือซ่อมแซมรางรถไฟจึงมีความสำคัญมาก โดยเฉพาะ การทดสอบแรงดึง การทดสอบความแข็ง และการทดสอบความล้า

เนื้อเรื่อง

การทดสอบคุณสมบัติเชิงกลของเหล็กรางรถไฟ

การทดสอบแรงดึง ใช้วิธีทดสอบตามมาตรฐานของ วัสดุโลหะได้แก่ ASTM E8/E8M-11 และ ISO 6892-1: 2009 (E) โดยใช้เครื่องทดสอบอเนกประสงค์ ดังรูปที่ 1 จำเป็นต้องหาค่าแรงต้านภายในและการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัสดุ จากการประเมินเหล็กรางรถไฟชนิด 70A และ 80A ซึ่งมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับเหล็กที่จำหน่ายในท้องตลาดเหล็กกล้าเกรด JIS S45C พบว่าวัสดุรางรถไฟเกรด 80A มีผลการทดสอบค่าแรงต้านภายในสูงสุดรองลงมาวัสดุเกรด 70A และ JIS S45C ตามลำดับ ส่วนค่าการยืดตัวของเหล็กจากมากไปน้อยพบว่ารางรถไฟเกรด 70 A สูงสุดรองลงมาเป็นวัสดุชนิด JIS S45Cและ 80A (วันทนา เกิดนิยม และ อัศวิน ยอดรักษ์, 2552) ดังนั้นการเลือกวัสดุจึงเป็นสิ่งแรกในการป้องกันการเกิด แตกร้าว โดยเลือกชิ้นงานโลหะที่มีค่าความต้านแรงดึงที่สูง จะช่วยลดโอกาสการเกิดแตกร้าวได้ พร้อม ไปกับการควบคุมแรงต้านภายในเนื้อวัสดุโดยปรับปรุงคุณสมบัติของเหล็กกล้า ที่ใช้กรรมวิธีทางความร้อนคือ การอบอ่อน (Annealing)

รูปที่ 1เครื่องทดสอบอเนกประสงค์

การทดสอบความแข็ง เป็นการทดสอบความต้านทานต่อการแปรรูปถาวร เมื่อถูกแรงกดจากหัวกดกระทำลงบนชิ้นงานทดสอบสำหรับเครื่องทดสอบความแข็ง จากรูปที่ 2 เป็นการวัดความแข็งแบบวิคเกอร์หัวกดเป็นเพชรซึ่งมีความแข็งสูงมาก ใช้วัดค่าความแข็งได้ตั้งแต่โลหะที่นิ่มมาก ประมาณ 5 HV จนถึงโลหะที่แข็งมากๆ ประมาณ 1500 HV โดยไม่ต้องเปลี่ยนหัวกด และพบว่าวัสดุรางรถไฟเกรด 80A มีค่าความแข็งแรงสูง สุดรองลงมาวัสดุเกรด JIS S45C และ 70A ตามลำดับ (วันทนา เกิดนิยม และ อัศวิน ยอดรักษ์, 2552)

รูปที่ 2เครื่องทดสอบความแข็ง

การทดสอบความล้า เมื่อวัสดุถูกแรงซึ่งต่ำกว่าค่าความแข็งแรงสูงสุด มากระทำซ้ำ ๆ จะเกิดการแตกหักได้ เนื่องจากเกิดความล้าขึ้นในวัสดุ ซึ่งเป็นสาเหตุใหญ่ของการเสียหายของชิ้นส่วนเครื่องจักรต่าง ๆ เพราะตลอดอายุงานของเครื่องจักรจะต้องเกิดความแรงต้านภายในสลับไปสลับมาเป็นซึ่งอาจจะ มากถึงล้าน ๆ ครั้ง ทำให้เกิดการล้าขึ้นในชิ้นส่วนต่างๆ พิจารณาเครื่องทดสอบความล้า จากรูปที่ 3 พบว่าความล้าจากการทดสอบจะเกิดเป็น 2 ระยะ คือ ระยะแรกจะเกิดรอยแตกขึ้นและในระยะที่สอง เมื่อ เกิดแรงต้านภายในของวัสดุซ้ำไปซ้ำมารอยแตกนี้ก็จะ มีขนาดใหญ่ขึ้นเรื่อย ๆ และพื้นที่ภาคตัดขวางของวัสดุลดลง จนกระทั่งแรงกระทำต่อหน่วยพื้นที่สูงกว่าค่าความแข็งแรงสูงสุด จนทำให้วัสดุก็จะแตกหักจากกัน

สำหรับความล้าของรางรถไฟทั้ง 3 ชนิด เมื่อเพิ่มรอบการทดสอบค่าแรงต้านภายในจะลดลงแบบคงที่และที่จำนวนรอบการทดสอบที่เท่ากันวัสดุรางรถไฟเกรด 80A มีค่าแรงต้านภายในสูงสุดรองลงมาวัสดุเกรด 70A และ JIS S45C ตามลำดับและผลการวิเคราะห์ของวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์สำหรับคำนวณอายุการใช้งานเหล็กรางรถไฟสำหรับการรองรับอย่างง่าย ภายใต้ขอบเขตสภาวะของฐานรองรับที่หน้าตัดและเนื้อวัสดุสม่ำเสมอ ส่วนการรับภาระจะเป็นภาระแบบผิวสัมผัสขนาด 7.5 ตันต่อล้อ วัสดุรางรถไฟเกรด 80A มีอายุการใช้งาน 8 ปี ส่วน เกรด JIS S45Cและ 70A มีอายุการใช้งาน 5 ปี และ 4 ปี ตามลำดับ (วันทนา เกิดนิยม และ อัศวิน ยอดรักษ์, 2552)

รูปที่ 3 เครื่องทดสอบความล้า

สรุป

กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีห้องปฏิบัติการทดสอบเชิงกลที่สามารถให้บริการวิเคราะห์ทดสอบ คุณสมบัติเชิงกลของวัสดุและผลิตภัณฑ์โลหะทดสอบวัสดุโลหะโดยการดึงที่อุณหภูมิห้อง โดยใช้เครื่องทดสอบอเนกประสงค์ โดยใช้วิธีทดสอบตามมาตรฐาน ISO 6892-1: 2009 (E) รวมถึงการ ให้บริการทดสอบการทดสอบความแข็งของผลิตภัณฑ์ใช้เพื่อตรวจสอบความแข็งแรงและคุณภาพ ของชิ้นงานในหลายอุตสาหกรรมผู้สนใจสามารถติดต่อสอบถามและขอรับบริการได้ที่โครงการฟิสิกส์และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการ ถนนพระราม 6 เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400โทร. 0 2201 7130 โทรสาร 0 2201 7127 เข้าถึงได้จาก http://www.dss.go.th

เอกสารอ้างอิง

American Society for Testing and Material. Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials.E8/E8M-11.In Annual book of ASTM standard.Vol.03.01 West Conshohocken : ASTM,2012, p.65-91.

Heinz Heisler. Advanced Vehicle Technology.Second edition.England : Reed Educational and Professional Publishing Ltd. Press,2002.

Simon Iwnicki. Handbook of Railway Vehicle Dynamics. United Kingdom : CRC Press,2006.

วันทนา เกิดนิยม และ อัศวิน ยอดรักษ์,การคาดการณ์ความเสียหายของรางรถไฟภายใต้แรงกระทำซ้ำรอบจากผลการวิเคราะห์ไฟไนต์เอลิเมนต์, วารสารวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยสยาม, 2552, เล่มที่ 19, [ออนไลน์] [อ้างถึงวันที่ 7 มีนาคม 2556]เข้าถึงได้จากhttp://119.46.81.9/mtasc/web/pdf_19/3.pdf

ผู้เรียบเรียง

นายณัฐเขต หมูทองนักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ

โครงการฟิสิกส์และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการ

กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี