

1. บทคัดย่อ

จากการศึกษาผลกระทบของความเค้นคงค้างต่อพฤติกรรมและกลไกการล้าของเหล็กคาร์บอนที่ชุบแข็งแบบคาโบไนตรายดิง พบว่าบริเวณผิวของชิ้นทดสอบที่ผ่านการชุบแข็งแบบคาโบไนตรายดิงจะเกิดชั้นคาโบไนตรายดิง ซึ่งส่งผลให้มีความเค้นคงค้างอัดที่ผิวนอกประมาณ 900 MPa ซึ่งจะมีขนาดลดลงที่ใต้ผิว และจะเปลี่ยนเป็นความเค้นคงค้างดึงที่แกนกลาง โดยมีขนาดประมาณ 20 MPa อายุการล้าของชิ้นทดสอบที่ผ่านการชุบแข็งแบบคาโบไนตรายดิง จะสูงกว่าชิ้นทดสอบที่ไม่ผ่านกระบวนการคาโบไนตรายดิง เนื่องจากผลกระทบของความเค้นคงค้างอัดที่ผิว โดยขีดจำกัดการล้าของชิ้นทดสอบที่ผ่านและไม่ผ่านการชุบแข็งคาโบไนตรายดิงเป็น 340 MPa และ 300 MPa ตามลำดับ รอยร้าวเริ่มต้นเกิดที่ประมาณ 400 μm ใต้ผิว บริเวณรอยต่อระหว่างชั้นคาโบไนตรายดิงกับแกนกลาง โดยรอยร้าวใต้ผิวจะเพิ่มจำนวน ขนาด เกิดการรวมตัวกัน และขยายตัวตามขอบเกรนเข้าไปในชั้นคาโบไนตรายดิง เมื่อรับภาระแบบวงรอบมากขึ้น และกลายเป็นรอยร้าวหลักเมื่อขยายตัวไปถึงผิวด้านนอก รอยร้าวหลักจะขยายตัวเข้าไปภายในแกนกลาง ด้วยการรวมตัวระหว่างรอยร้าวและช่องว่าง จนเกิดความเสียหายสุดท้าย

คำสำคัญ: ความเค้นคงค้าง การล้า คาโบไนตรายดิง เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ

Abstract

The effect of residual stress on fatigue behavior and mechanisms of carbonitrided AISI 1015 steel under uniaxial cyclic loading has been experimentally studied. By progressive removals of thin surface layers using an electropolishing technique and subsequent residual stress measurements using an X-ray diffraction technique, the compressive residual stress at the surface was approximately 900 MPa, decreased toward the center, and became stable tensile residual stress of approximately 20 MPa. The fatigue resistance of carbonitrided AISI 1015 steel was higher than that of AISI 1015 steel due to the presence of compressive residual stress in case layer. The fatigue limit of AISI 1015 steels with and without carbonitriding was 340 MPa and 300 MPa, respectively. Subsurface cracks initiated at the case-core interface, i.e. approximately 400 μm from the surface. With increasing the number of cycles, the subsurface cracks coalesced and propagated intergranularly through the case layer. After some incubation cycles, the subsurface cracks reached the surface of specimen, and became a main crack. During this stage, the stress increased, and caused the formation of voids in core material. Consequently, the crack propagated through the core material, interacted with voids, and caused a complete fracture.

Keywords: Residual stress, Fatigue, Carbonitriding, Low carbon steel, AISI 1015 steel