

พิมพ์ศิริ รัตนโสภา : โครงสร้างเกรเดียนท์และการเปลี่ยนแปลงแบบมาร์เทนซิติกเนื่องจาก
การแปรรูปถาวรในเหล็กกล้าไร้สนิม 316L (GRADIENT STRUCTURE AND
DEFORMATION INDUCED MARTENSITIC TRANSFORMATION IN STAINLESS STEEL
316L) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วราภรณ์ ปิยวิทย์, 92 หน้า.

คำสำคัญ: การเปลี่ยนแปลงแบบมาร์เทนซิติก/โครงสร้างเกรเดียนท์/สเปกโตรสโคปีการดูดกลืน
รังสีเอ็กซ์

งานวิจัยนี้ศึกษาการสร้างโครงสร้างเกรเดียนท์ในเหล็กกล้าไร้สนิม 316L ด้วยกระบวนการ
แปรรูปถาวรโดยวิธีการบดด้วยแรงสั่น เพื่อปรับปรุงสมบัติทางกลของชิ้นผิวให้ความแข็งแรงและ
ความแข็งแรงเพิ่มขึ้นด้วยโครงสร้างเกรนเล็ก อย่างไรก็ตามเหล็กกล้าไร้สนิม 316L มีโครงสร้าง
ออสเทนไนต์ที่สามารถเกิดการเปลี่ยนแปลงมาร์เทนซิติกได้ในระหว่างรับแรงกระทำทางกล
จากการวิเคราะห์ลักษณะสัญญาณหรือร่องรอยการเสียรูปถาวรด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนและ
กล้องจุลทรรศน์แสง ทำให้ทราบถึงพฤติกรรมการเสียรูป นอกจากนี้ การตรวจสอบโครงสร้างผลึก
ด้วยการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์โดยได้ใช้วิธี Rietveld refinement และใช้การคำนวณจาก
แบบจำลอง Halder-Wagner เพื่อให้ได้ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงปริมาณโครงสร้างผลึกและ
ค่าโมโครสเตรน ซึ่งผลวิเคราะห์เหล่านี้มีความสอดคล้องกับการศึกษาโครงสร้างด้วยการดูดกลืนของ
รังสีเอ็กซ์ ข้อมูลที่ได้จาก XANES ทำให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงส่วนผสมทางเคมีและ
การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างผลึก โดยธาตุผสมนิกเกิลมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างมาร์เทน
ไซต์ที่เกิดขึ้นภายหลังการแปรรูปถาวรและส่งผลให้พลังงานการเรียงซ้อนผิดของระนาบอะตอม
(Stacking Fault Energy, SFE) ของวัสดุสูงขึ้น ทำให้กลไกการเสียรูปถาวรของวัสดุที่เปลี่ยนแปลงไป
จากเดิมผ่านเพียงกลไกระนาบแฝดเชิงกล (Mechanical Twin) จึงเกิดร่วมกับกลไกดิสโลเคชันสลิป
(Dislocation Slip) ด้วย ซึ่งการเปลี่ยนกลไกการเสียรูปถาวรนี้ปรากฏร่องรอยที่พบจากการวิเคราะห์
โครงสร้างสัญญาณด้วยเช่นกัน ดังนั้นการศึกษานี้ทำให้ทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ
ความเครียดที่เกิดจากการแปรรูปถาวรและการวิวัฒนาการของโครงสร้างจุลภาคโดยพฤติกรรมการเสียรูป
ถาวร ปริมาณความเครียดนั้น ๆ เป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งอะตอมหรือส่วนผสมทางเคมี
ระหว่างได้รับแรงกระทำทางกล

สาขาวิชาวิศวกรรมโลหการ

ปีการศึกษา 2565

ลายมือชื่อนักศึกษา พิมพ์ศิริ รัตนโสภา

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

วราภรณ์ ปิยวิทย์

PIMSIRI RATTANASOPA : GRADIENT STRUCTURE AND DEFORMATION INDUCED
MARTENSITIC TRANSFORMATION IN STAINLESS STEEL 316L. THESIS ADVISOR :
ASST. PROF WARAPORN PIYAWIT, Ph.D., 92 PP.

Keyword: MARTENSITIC TRANSFORMATION/GRADIENT STRUCTURE/X-RAY ABSORPTION
SPECTROSCOPY

This research investigated the gradient structure in 316L stainless steel deformed by a vibrating cup mill machine in order to enhance the mechanical properties of the surface layers due to the ultrafine-grain structures. However, 316L stainless steel has an austenitic structure that allows it to easily induce the martensitic transformations under mechanical loading. Morphological and deformation features were characterized by electron and optical microscopes in determining the deformation behaviors. Crystal structures were further examined and analyzed by X-ray diffraction technique integrated with Rietveld refinement method and Halder-Wagner model calculations. The data revealed the variation amount of the crystal structures and microstrain value. These results were consistent with X-ray absorption studies. The XANES spectra explained the fluctuations of chemical compositions and crystal structures. Nickel influences the martensitic transformation and corresponds to the increase of the stacking fault energy. Consequently, the plastic deformation mechanism of this material was shifted from the solely mechanical twin to the mechanical twin combining with the dislocation slip. The changes of plastic deformation mechanisms were also visibly traced in the morphological investigations. Therefore, this study revealed the relationship between the different strain amount from the various degree of plastic deformation and the microstructural evolution. Plastic deformation behaviors at the certain strain amounts resulted from the alteration of atomic positions and/or chemical compositions during the mechanical treatment.

School of Metallurgical Engineering

Academic Year 2022

Student's Signature ปิมศิริ รattanasa

Advisor's Signature Waraporn Piyawit

Co-Advisor's Signature Waraporn Piyawit