

เกษมสันต์ แสงสาร: การศึกษาการเชื่อมซ่อมแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกเกรด P20 ด้วยกระบวนการเชื่อมเลเซอร์ ชนิด Nd: YAG (THE STUDY OF PLASTIC INJECTION MOLD GRADE P20 REPAIRING BY USING ND: YAG LASER WELDING PROCESS)

อาจารย์ที่ปรึกษา: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จกมล ศรีธร, 75 หน้า

คำสำคัญ: การเชื่อมเลเซอร์ชนิด Nd: YAG/แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก/เหล็ก AISI P20/เชื่อมซ่อม

กระบวนการเชื่อมด้วยเลเซอร์เป็นเทคโนโลยีที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมสมัยใหม่ ด้วยคุณสมบัติเด่นในการควบคุมความร้อนอย่างแม่นยำและจำกัดพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบ กระบวนการนี้จึงเหมาะสมในงานซ่อมบำรุงแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ซึ่งต้องการความแม่นยำ และไม่ส่งผลกระทบต่อโครงสร้างเดิมของชิ้นงานมากเกินไป โดยในการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ผลของพารามิเตอร์การเชื่อม ได้แก่ ความถี่ของพัลส์และระยะเวลาของพัลส์ ต่อคุณภาพของแนวเชื่อมในเหล็กแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกเกรด AISI P20 โดยใช้กระบวนการเชื่อมเลเซอร์ชนิด Nd:YAG เพื่อทำการวิเคราะห์โครงสร้างโลหะวิทยาทั้งในระดับมหภาคและจุลภาค รวมถึงการทดสอบความแข็งแรงของแนวเชื่อมเพื่อประเมินผลกระทบจากพารามิเตอร์ที่มีการใช้ในการทดลอง

ผลการทดลองพบว่า การเพิ่มความถี่ของพัลส์และระยะเวลาของพัลส์ ช่วยให้แนวเชื่อมมีความกว้างเพิ่มขึ้น และส่งผลต่อความต่อเนื่องของแนวเชื่อมอย่างมีนัยสำคัญ โดยค่าพารามิเตอร์ที่ให้ผลดีที่สุดคือ ความถี่ของพัลส์ที่ 7 Hz และระยะเวลาของพัลส์ที่ 5, 6 และ 7 มิลลิวินาที ซึ่งสามารถลดข้อบกพร่องจากการหลอมไม่สมบูรณ์ และให้แนวเชื่อมที่ครอบคลุมพื้นที่ที่ต้องการซ่อมบำรุงได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยค่าความร้อนนำเข้าอยู่ในช่วง 116 – 468.3 จูล/มิลลิเมตร ซึ่งมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์ในการทดลอง และมีผลต่อโครงสร้างโลหะในบริเวณที่เชื่อม โดยบริเวณโลหะเชื่อม (Weld Metal: WM) แสดงโครงสร้างมาร์เทนไซต์แบบอะซิคิวลาร์ (Acicular Martensitic Structure) ที่มีเกรนหยาบ ขณะที่บริเวณที่ได้รับผลกระทบจากความร้อน (Heat Affected Zone: HAZ) มีโครงสร้างที่ละเอียดกว่า อันเป็นผลมาจากอัตราการเย็นตัวที่รวดเร็ว แนวเชื่อมแสดงค่าความแข็งในช่วง 320.4 – 413 HV ซึ่งสูงกว่าวัสดุฐาน และบ่งชี้ถึงการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างจุลภาคหลังการเชื่อม การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการควบคุมพารามิเตอร์การเชื่อมอย่างเหมาะสมช่วยให้คุณภาพของงานเชื่อมซ่อมแม่พิมพ์ดีขึ้นได้เป็นอย่างดี

KASEMSAN SAENGSAK: THE STUDY OF PLASTIC INJECTION MOLD GRADE P20
REPAIRING BY USING Nd: YAG LASER WELDING PROCESS.
THESIS ADVISOR: ASST. PROF. DR.JONGKOL SRITHORN. 75 PP.

Keywords: Nd: YAG Laser Welding Process/Plastic Mold Steel/AISI P20/Repair Welding

Laser welding has become a widely adopted technology in modern industry due to its precise heat control and minimal thermal impact on surrounding areas. These characteristics make it particularly suitable for repairing plastic injection molds, where precision and preservation of the original structure are critical. This study investigates the influence of welding parameters-namely pulse frequency and pulse duration-on the weld quality of AISI P20 mold steel using an Nd: YAG laser. Macro and microstructural metallographic analyses, as well as hardness testing, were conducted to assess the effects of these parameters.

The results show that increasing both pulse frequency and duration leads to wider weld beads and significantly improves weld continuity. Optimal conditions were found at a pulse frequency of 7 Hz and pulse durations of 5–7 milliseconds, which reduced incomplete fusion defects and ensured effective coverage of the repair area. Heat input values ranged from 116 to 468.3 J/mm, correlating directly with parameter changes and influencing the microstructure. The weld metal (WM) exhibited a coarse-grained acicular martensitic structure, while the heat-affected zone (HAZ) displayed finer microstructures due to rapid cooling. Weld hardness ranged from 320.4 to 413 HV, higher than that of the base material, indicating microstructural transformation post-welding. These findings demonstrate that appropriate control of laser welding parameters can significantly enhance the quality of mold repairs, making the process highly applicable for precision maintenance tasks.

School of Industrial Engineering
Academic Year 2023

Student's Signature
Advisor's Signature