



2026년 8월 졸업예정자 기계공학과 박사 학위 청구논문 공개발표

- 일시: 2026년 05월 07일, 목요일, 15:00
- 장소: 공과대학 1A-218호

선박 평블록용 강재의 후곡직 가열조건에 따른 변형량 분석 및 최적 조건 도출에 관한 연구

박사과정 김명호 / 지도교수 박규해

본 연구는 선박 평블록용 AH32 강재를 대상으로 후곡직 가열 공정에서 발생하는 변형 거동을 정량적으로 분석하고, 공정 변수와 변형량 간의 관계를 규명하여 변형량을 최소화할 수 있는 최적 가열 조건을 도출하는 것을 목적으로 수행되었다.

조선 산업에서 후곡직 가열 공정은 주로 숙련 작업자의 경험과 직관에 의존하여 수행되고 있어 공정 결과의 정량적 예측과 품질의 일관성 확보에 한계가 존재한다. 이에 본 연구에서는 실험계획법(Design of Experiments, DOE)을 적용하여 주요 공정 변수의 영향과 상호작용을 체계적으로 분석하였다.

실험은 4 인자 2 수준 완전 요인 설계(Full Factorial Design)를 기반으로 총 16 회의 실험을 수행하였으며, 주요 인자로는 강재 두께(12 mm, 16 mm), 가스 유량비(32:18 L/min, 35:20 L/min), 가열 속도(7 mm/s, 8 mm/s), 토치 팁 크기(800, 1000)를 선정하였다. 각 조건에서 선상 가열을 수행한 후 최대 변형량을 측정하여 분석에 활용하였다.

분석 결과, 소재 두께는 변형량에 가장 큰 영향을 미치는 지배적인 인자로 나타났으며, 전체 변형 거동의 약 53.26%를 차지하였다. 두께가 증가함에 따라



구조 강성이 증가하여 변형량이 감소하는 경향이 확인되었다. 또한 가스 유량비와 가열 속도($B \times C$), 가스 유량비와 토치 팁 크기($B \times D$), 가열 속도와 토치 팁 크기($C \times D$) 간의 상호작용이 유의하게 나타났으며, 이는 열입력과 열분포 특성이 복합적으로 작용하여 변형 거동을 결정함을 의미한다.

실험 결과를 바탕으로 회귀모형을 구축하였으며, 도출된 회귀식은 실제 실험값과 비교하여 약 1.8% 이내의 오차를 나타내어 높은 예측 정확도를 확보하였다. 또한 3차 및 4차 상호작용 항의 영향은 미미한 것으로 나타나, 2차 회귀모형 기반의 단순화된 모델이 공정 적용 측면에서 충분히 유효함을 확인하였다.

최적화 분석 결과, 변형량을 최소화하는 공정 조건은 소재 두께 16 mm, 가스 유량비 35:20 L/min, 가열 속도 8 mm/s, 토치 팁 크기 800 으로 도출되었으며, 해당 조건에서의 변형량은 1.48 mm 가 확인되었다. 이는 구조 강성 증가와 적정 열입력 제어가 결합될 때 변형 최소화가 가능함을 보여준다.

본 연구는 후곡직 가열 공정의 변형 거동을 실험적으로 규명하고, 실험계획법 및 회귀분석을 기반으로 공정 최적화를 수행함으로써, 경험 중심의 작업 방식에서 벗어나 정량적 공정 설계가 가능한 기반을 제시하였다. 이러한 결과는 향후 조선 산업에서 후곡직 공정의 자동화 및 표준화에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

[사용언어: 한국어]