

## 통계적 접근 및 화상처리를 통한 와이어 방전가공 인자의 최적선정 및 예측에 관한 연구

이위로\*(산업자원부 기술표준원), 배진환(산업자원부 기술표준원) 김민호(경희대원),  
이동규(경희대원), 홍재성(한국철도기술연구원), 백영남(경희대학교 기계공학부)

주제어 : Parameters Optimization(최적선정), Wire-cut EDM(와이어방전가공), Process Model(가공모델), Orthogonal Array(직교배열표), Corner Precision(코너정밀도), Image Processing(화상처리)

와이어방전가공은 직경 0.05~0.3mm의 와이어를 전극으로 사용하여 공작물에 아크방전을 일으켜 가공을 하므로, 일반적인 가공이 어려운 고경도 재질의 부품 및 고정밀도를 요하는 작업에서 큰 역할을 담당하고 있다. 그러나 와이어방전가공은 세팅이 가능한 인자들의 수 또한 상당수에 달하므로 개개의 인자 조절에 대한 가공물의 영향 정도 및 예측이 어려운 실정이다. 그런 까닭에 현장에서는 정량화되지 못한 단순 경험 및 기본가공표 등에 의존하는 바가 크며, 결국 이러한 것은 결국 최적화된 가공인자 설정 및 예측을 필요로 하는 현대 산업의 흐름과는 동떨어진 것이라 판단된다.

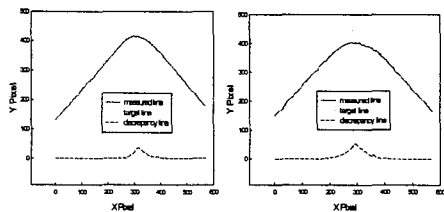
이러한 문제에 대한 접근법으로, 통계적 접근으로 가공물의 특성에 지대하게 영향을 미칠 수 있는 인자를 선별하고, 특히 최종 사상가공에서의 이들 인자에 의한 최적화된 가공조건을 탐색하며 더 나아가 회귀 분석을 통한 모델식을 유도 및 검증함으로써 몇몇 가공인자에 대한 결과 예측이 가능할 수 있도록 하였다. 방전가공의 가공특성 즉, 가공률(MRR; Metal Remove Rate), 표면거칠기(Ra; Surface Roughness), 진직도(Straightness) 및 코너정밀도(Corner precision)에 영향을 미치는 모든 요인을 대상으로 검토하였으며, 실험의 목적을 달성하기 위하여 이와 관련된 인자는 모두 선택하여 주는 것이 원칙이다. 그러나 과도한 인자의 수는 도리어 실험의 정도를 떨어뜨리고 실험 비용이 너무 크기 때문에, 설계 변경이 가능하고 제조사에서 중요하다고 추천한 인자를 기준으로 아래와 같이 5가지 인자를 선정하였다.

본 연구에서는 1차 황삭가공과 2차 사상가공을 속도 면에서 가장 빠르게 절삭할 수 있는 조건에서 행한 후 3차 사상가공에서 가공품의 품질, 즉 가공률, 표면거칠기, 진직도 및 코너정밀도에 가장 좋은 결과를 나타낼 수 있는 최적인자를 선정하였다.

따라서 직교배열표를 통하여 실험하였고, 구해진 S/N Ratio를 해석의 편의성을 위하여 목적함수를 정하였으며, 분산분석을 이용하여 중요인자를 선정하였다. 또한 가공특성에 따른 최적조합조건을 찾아냈다.

코너정밀도에 대한 평가는 와이어의 지름에 대한 오차가 있긴 하지만 90°의 직각을 이상적인 가공 상태로 보고 직각의 코너부에서 어느 정도 벗어났는가를 측정, 평가하였다. 즉, 밀 부분부터 접선으로 나온 부분까지의 거리에서 실제로 가공된 실선으로 표시된 부분까지를 뺀 화소 값들의 합으로 평가하였고, 망소특성을 이용하여 인자의 최적선정을 하였다. 또한 코너부의 형상의 예러의 형태를 분류할 수 있었다

인자조합에 의한 가공과 제조사에서 제공한 실제 가공조건표에 의한 결과물을 비교하여 실험결과에 대한 신뢰성을 검증할 수 있었으며, 분산분석을 사용하여 최종 사상가공에 있어서의 무부하전압 및 방전 시간이 가공품질에 가장 주요한 인자로서 작용하고 있음을 확인하였고, 이들을 변수로 활용한 회귀분석식을 도출하여 사상가공결과를 예측할 수 있었다



(a)Normal cutted image (b)Undercutted image

Fig. 1 Analysis of cutted images at corner

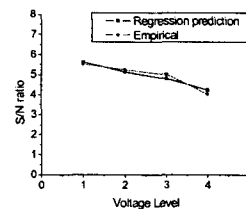


Fig. 2 Comparison the value of regression prediction with empirical for surface roughness in final finish cutting.(when Ton = 1)