

고주파 전기저항 용접의 시뮬레이션

Simulation of High Frequency Electric Resistance Welding

POSCO 기술연구소 한 재광*, 안 영호, 주 응용

1. 서 론

국내의 ERW 강관재 생산량은 연간 약 300만톤에 달하고 있으며, ERW강관 소재는 포항제철 강재 생산량의 10%정도를 차지하고 있는 매우 중요한 소재이다. 그럼에도 불구하고 ERW용접에 대한 연구는 본격적으로 이루어지지 못하였다. 그 이유는 국내는 소재생산과 강관제조가 분리되어 있기 때문에 각각 다른 각도에서 부분적으로만 연구가 행해진 이유도 있지만, ERW용접이 실험실적으로 쉽게 접근할 수 없는 고속 용접인 것이 더욱 큰 이유라고 할 수 있다.

본 연구에서는 ERW용접 현상을 분석하고 용접소재의 최적 용접조건의 설정을 위한 ERW simulator를 설치할 목적으로 실제 강관 제조시에 일어날 수 있는 용접점 주위의 변화와 영향인자를 분석하였으며, 이를 실현할 수 있는 기계적 구성요소를 검토하였다.

Table 1 ERW 용접결합의 종류 및 원인

명 칭	형 태	불 량 원 인		
		소 재	성 형	용 접
Cold Weld	미용착		○	○
Penetrator	산화물 잔존			○
용락	국부용융 및 hole존재			○
Hook crack & Lamination	Metal flow에 따른 crack	○		
Lap bead 불량	용접부의 단차		○	

2. Simulation 개념의 정리

2.1 용접결합의 종류 및 Simulation Point

ERW용접에서 발생하는 결함은 크게 Table 1과 같이 분류될 수 있는데, 결함 발생은 소재, 성형, 용접의 불량률이 주요인이며, 이 중에서 성형과 용접이 simulation의 주요 point가 된다는 것을 알 수 있다. 소재성 결함인 lamination 등은 성형과 용접 simulation이 가능하게 되면 쉽게 재현이 가능하다.

성형과 용접 조건의 변화가 강관 용접부의 품질에 영향을 주는 point는 용접점의 주위이며, 성형 simulation의 측면에서는 용접면의 tilting 각과 V 각, 그리고 용접면의 mismatch가 주요 point가 된다. 용접 simulation의 측면에서는 용접

기에서 변화를 줄 수 있는 용접power, 용접주파수 외에 용접속도, upset량 등이 simulation의 주요 point가 된다.

2.2 Simulation 방법 및 범위의 선정

ERW용접은 조관이 되면서 고속으로 용접되기 때문에 실험실적으로 이를 구현하기 위해서는 어떤 형태로든 단순화 시켜야 하며, 실험적으로 분석하기 위한 일정 부분의 용접부위를 얻기 위해서는 최소 5m이상의 시험재를 사용할 수 있어야 한다. 또한 ERW용접시 용접입열 제어 연구 등을 위해서는 가능한한 용접시간이 길어지도록 하여야 한다. 또한 다양한 소재의 두께와 강관 업체의 설비능력을 감안하여 가능한한 넓은 용접조건외 변화가 가능하도록 설계되어야 한다. 이러한 관점으로부터 simulation방법과 범위를 검토한 결과, simulation은 조관을 생략하고 strip을 사용하여 용접면의 변화를 simulation하고, 장시간의 용접이 필요한 경우에는 coil상태의 strip을 사용할 수 있도록 하였다. 용접 시험재의 두께는 6~16mm의 판재를 주요 simulation 대상으로 하였으며, 1.5~3.0mm의 박판도 시험이 가능하도록 하였다. 용접속도는 최고 40m/min가 가능하며, 용접기의 power는 최대 400kW, 용접주파수는 150~350kHz의 변화가 가능하도록 설계되었다. 용접되어 나오는 시험편은 2~5m길이를 절단되어 결과 분석에 이용되게 된다.

3. Simulator의 구성 요소 및 기능

상기의 기본개념하에 설계된 simulator는 크게 Coil preparation & Entry system, Forming & Welding system, Pull-out system, Attachments, Measuring & Research equipments로 구성되었으며, 각 설비의 구성과 기능은 Table 2와 같다.

Table 2 Equipments and functions of ERW simulator

Classification	Equipment	Function
Coil preparation & Entry	Uncoiler, Leveller, Edge Conditioner	Uncoiling 및 Coil edge 가공
Forming & Welding	V angle, tilting angle equipment, Welder, Upsetting roll	성형변수 조정 및 용접
Pull-out	Pull-out equipment, Cut-off equipment	용접속도 조절 및 용접재 이동·절단
Attachments	Electric controlling equipment	용접변수 측정 및 제어
Measuring	Temperature measuring equipment, V angle measuring equipment, High speed camera	용접부 온도, V각 측정, 용접현상 분석