

양면 용접에서 자동 이면가우징 방법에 대한 연구

A Study on Auto Back Gouging Method for Both Side Welding

신동진, 장태원, 우완측
삼성중공업 조선플랜트연구소 용접도장연구

1. 개요

조선, 교량, 철구 및 해양구조물 제작 시 완전용입(Complete Joint Penetration)을 얻기 위한 홈용접(Groove Weld)의 경우 편면용접(One Side Welding)과 양면용접(Both Side Welding)의 두 가지 방법이 보편적이며 이들 방법은 작업환경, 생산성, 용접자세, 변형 및 용접공법 등을 고려하여 가장 적합한 방법이 선택적으로 적용되고 있다. 이중 양면용접이 편면에 비해 보다 적극적으로 사용되고 있어, 이는 다음의 4가지 경우로서 설명된다. 첫째, 이음부의 건전성 확보가 용이하다. 일반적으로 발생 가능한 LF(Lack of Fusion), IP(Incomplete Penetration), Crater Crack 및 Root부 Longitudinal Crack 등의 결함을 사전에 방지 가능하다. 둘째, 작업의 편리성을 들 수 있다. 일반적으로 양면 용접은 Turning 장비 등을 이용하므로 작업이 가장 용이하고 안정된 아래보기 자세(1G position)에서의 용접이 가능하다. 단, 작업 여건에 따라 전면 용접 후 이면 용접은 위보기 또는 기타 자세로 용접을 수행해야 하는 경우도 있다. 셋째, 용접생산성 측면에서 이점을 찾을 수 있다. 용접 생산성은 다양한 요인에 의해 결정되지만 용착되는 금속(Deposited Metal)의 양을 절감시킬 경우 용접생산성과는 직접적으로 관련된다. 이는 Double-V와 Single-V Groove의 면적비로도 설명 가능하다. 넷째, 용접 후 발생하는 변형을 양면용접을 통해 사전에 최소화시킬 수 있다는 점이다.

이상과 같이 양면용접은 생산 현장에 많이 적용되고 있으며 이에 대한 용접 자동화 연구 또한 활발히 진행되고 있다. 그러나 양면용접시 이면 용접 전 용입불량 등의 결함을 방지하고자 가우징 작업을 시행하고 있지만 이는 대부분 수동작업(manual)에 의존하고 있으며 이에 대한 연구는 부진한 상태이다. 가우징 방법으로는 기존의 Carbon Arc(Rod type)에 의한 것으로 이는 작업자가 직접 가우징 봉(Rod)을 이용해야 하는 Manual방식으로 연속 작업에 난점을 가지고 있다. 또한 Gas 및 Plasma Arc 등에 의한 방법은 설비가 복잡하거나 가격이 고가이며 가우징 면이 깨끗하지 못한 단점이 있다. 이에 본 연구소에서는 기존의 산업 현장에서 일반적으로 사용중인 Carbon Rod type의 가우징재료를 대체하기 위해 Wire type의 Carbon 가우징재료 및 이를 구동 할 수 있는 장치를 개발하여 양면용접에서의 자동화 방법을 제시하고자 한다.

2. 개발 내용

2.1 Wire type의 가우징재료 개발

Wire type 가우징재료(이하 가우징 와이어라 함)를 개발하기 위해서는 일반적으로 사용중인 플렉스 코어드 와이어 제작 방법을 이용하였다. 미세하게 분쇄시킨 흑연 및 코크스 등의 carbon powder를 철분 powder와 일정비로 혼합한 후 플렉스코어드 와이어 제작과 동일한 방법으로 strip내에 powder를 충전한 후 직경 1.4φ~2.4φ정도의 지름으로 제작하였다. 이후 가우징 와이어는 용접와이어 스푼(spool)과 동일한 크기의 스푼에 정렬 권취하여 사용하였다. (Fig.1 참조)

2.2 Gouging wire 송급 장치 및 토치 개발

가우징 와이어를 실제 사용하기 위해 플렉스코어드 용접와이어에 이용되는 송급장치와 유사한 장치의 개발이 필요하며(Fig.2 참조), 본 와이어 송급 장치의 특징으로는 기존의 용접와이어 송급장치에 압력조정기 및 와이어 직선교정기를 추가로 부착하였다. 기존의 가우징 봉을 이용하는 방법에서는 공기압이 5~7Kg/mm²로서 이를 가우징 와이어에 적용시 공기압이 너무 강한 이유로 아크불안이 발생되므로 가정 적절한 압력 즉, 3~4Kg/mm² 정도의 감압이 필요하므로 압력조정기가 요구된다.

또한 가우징 와이어 지름이 다소 큰 2.0φ~2.4φ 사용시 와이어 송급성 문제가 예상되므로 와이어 직선 교정장치의 설치가 요구되었다. 또한 가우징 와이어에 적용되는 토치케이블은 기존의 용접용 토치케이블과는 달리 스프링라이너(Spring liner) 내경을 최대 5.0φ까지의 확대해야 하는 것으로 조사되었다.

2.3 Gouging wire용 P/S(Power Source)

본 장치를 사용하기 위한 별도의 P/S가 필요 없이 기존의 생산 현장에서 사용중인 용접기를 그대로 활용하여도 안정된 가우징 조건을 얻을 수 있었다. 즉 정전압 특성에 역극성 상태의 용접기를 그대로 사용 가능하며, 사용 효율이 100%인 600A용 용접기라면 더욱 충분하다. 이는 기존의 가우징 봉에 의한 작업시 가우징 전용 P/S (일반적으로 800A-60%) 또는 용접/가우징 겸용 용접기(일반적으로 가우징 작업시 정전류특성을 이용함)를 이용해야 하는 번거로움이 있으며 고전류 사용에 의한 용접기의 수명 단축도 고려해야 한다.

3. Gouging Wire Test

3.1 Lab. Test

가우징 와이어를 이용하여 다음과 같은 적정 조건을 얻을 수 있었다. 첫째, 전류는 통상 300~400A에서 사용시 최적의 가우징 면을 형성하였고, 용접기의 부하 측면에서도 가장 적절하였다. 특히 전류는 가우징 폭에 크게 영향을 미치지 못하지만 가우징 깊이에는 직접적으로 관련되어 2.0φ 전류 400A 기준으로 가우징 깊이 5~6mm가 형성되었으나 기타 제반 조건 즉, 공기압, 토치 각도 등에 따라 다소의 차이가 발생되므로 고려되어야 한다. 둘째, 전압의 경우 45~50V 정도로서 용접기 용량의 최대를 항상 이용하였다. 이는 전압이 가우징 폭과 직접 관련되기 때문이다. 셋째, 가우징 속도의 경우 가우징 폭과 깊이에 관계된다. 가우징 가능한 최대 속도는 현재 약 100~120cpm (cm/min.)으로 측정되었다. 넷째 가우징 와이어의 지름(dia.)에 따라 최대 가우징 폭이 결정된다. 통상 400A 기준으로 1.4φ 대비 2.0φ의 가우징 폭이 2~3mm 더 넓게 측정되었다. 다섯째, 공기압은 앞서 설명되었듯이 3~4Kg/mm² 정도에서 최적의 조건을 형성하였으므로 이에 관련된 압력조정기의 준비가 요구된다. 여섯째, 토치 각도는 아크 안정성, 가우징 면의 조도 및 가우징 깊이에 관계되므로 적절한 조건의 선정이 요구되며 에어노즐의 형태, 모재와의 거리 및 가우징 와이어와 모재와의 거리(stick out) 조건도 적절한 선택이 요구된다.

3.2 Field Test

Lab. test의 결과를 근거로 최근 조선부문에 시험 적용하였다. DOCK 내에서 작업이 이루어지는 SIDE LONGI. BHD BLOCK의 SINGLE BEVEL GROOVE를 가진 수평자세 용접시 전면은 BLOCK 내에서 용접 후 이면에서 가우징 후 이면 용접을 해야하는 조건이었다. 이에 이면 가우징을 수행해야 하는 부분에서 본 가우징 와이어를 자동케리지에 연결하여 현업 TEST를 수행하였다.

4. 결 론

첫째 기존의 Rod type carbon arc 가우징이 아닌 wire type의 가우징재료 및 관련 송급장치와 토치를 개발하였다.

둘째 wire type의 가우징재료를 이용하여 가우징 속도 최대 120cpm(cm/min.)의 고속 가우징 방법을 구현하였다.

셋째 가우징 전용 P/S 대신에 기존의 용접기를 이용하여 정전압특성(역극성)에서도 안정된 가우징 방법을 적용할 수 있었다.

넷째 Wire type의 가우징재료, 전용 와이어송급장치, 가우징토치 및 기존의 용접기를 이용함으로써 자동 가우징을 가능케 하였다.

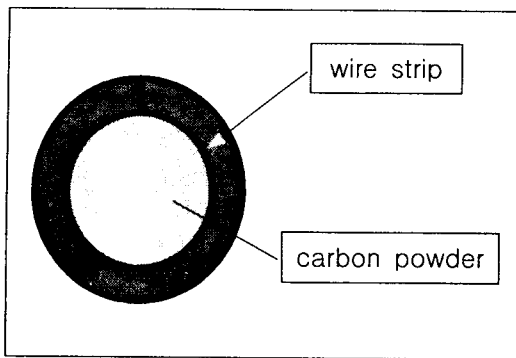


Fig.1 Section of Gouging Wire

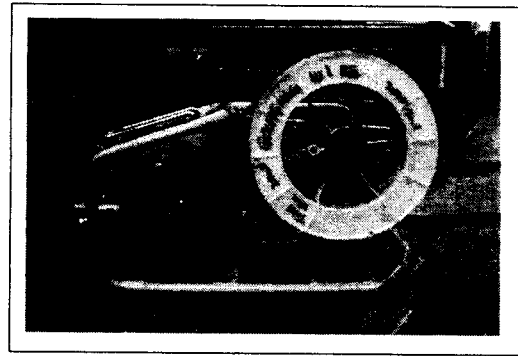


Fig.2 Feeding Unit for Gouging Wire