

탄뎀 필릿용접 불량개선을 위한 선후행 토치의 전류 결정에 관한 연구

A Study on Current Decision of Lead-Trailing Torch for Defect Improvement in Tandem Fillet Welding

박대규*, 양종수*, 조상명**

* (주) STX조선 생산본부

** 부경대학교 신소재공학부 소재프로세스공학전공

1. 서 론

선박 건조 시 적용되는 여러 가지 용접기법 중 가장 많이 적용되는 기법 중 하나가 FCA용접(Flux Cored Arc Welding)이다. 일반적으로 100% CO₂ 가스를 사용하고, 플럭스 코어드 와이어를 사용하여 자동 또는 반자동 용접에 적용한다.

또한, 필릿 자동 용접의 경우에는 자동용접 캐리지를 적용하여 용접 생산성 향상과 동시에 용접품질 향상에 기여하게 되었다.

최근에는 용접장비 및 용접재료 개발에 힘입어 2-토치(Tandem) 필릿 FCA용접이 활발하게 적용되고 있다.

그러나 1-토치 필릿 용접조건 설정과는 달리 탄뎀 필릿 용접의 경우 품질에 영향을 미치는 인자가 더 많이 존재하게 된다. 이러한 인자들을 현장 조건에 맞추어 용접사의 경험적인 측면에서 작업조건을 설정함으로써 언더컷(Undercut), 오버랩(Overlap), 부등각장(Unbalance leg length), 블로우홀(Blowhole), 핏트(Pit) 등의 불량을 더욱 효과적으로 감소시킬 수 있는 기술이 요구된다. 탄뎀용접에 관한 OKUI 등의 연구에 의하면 플럭스 코어드 와이어 $\phi 1.6$ 를 사용한 경우 후행 전류/선행전류 값(IT/IL) 0.7~0.9로 제시하였다.⁽¹⁾ 이 결과를 현장에 적용하는데 있어서 용접재료, 부재 상태 및 용접 속도 등이 변함에 따라 정상적인 품질 확보가 곤란하였다.

본 연구는 요구되는 작업속도, 용접 재료, 부재 상태에 따라 선후행 전류비(IT/IL)를 조절하여 적정 작업 조건을 결정 하는데 중점을 두어 수행하였다.

2. 실험 방법

컨택 팁에서 모재까지의 거리(CTWD)를 20~25mm로 유지하고, Fig. 1 과 같이 와이어 송급부에 엔코더를 부착하였다. 와이어 송급 모터에 의해 발생하는 펄스 신호를 아크 모니터링 시스템을 이용하여 측정함으로써 와이어 송급 속도를 평가하였다.

아크 안정성의 평가는 아크 모니터링 시스템에 의하여 얻은 전류, 전압 및 아크 저항 파형에 의하여 수행하였다.

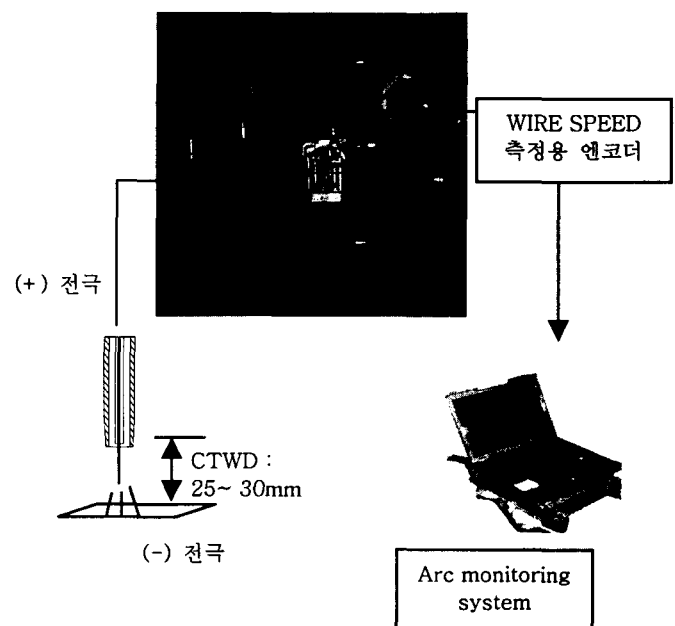


Fig. 1 Wire feeding speed measuring system

3. 실험 결과 및 고찰

Fig.2에서 전류가 증가함에 따라 와이어 송급 속도가 2차 식으로 증가하는 것을 볼 수 있다.

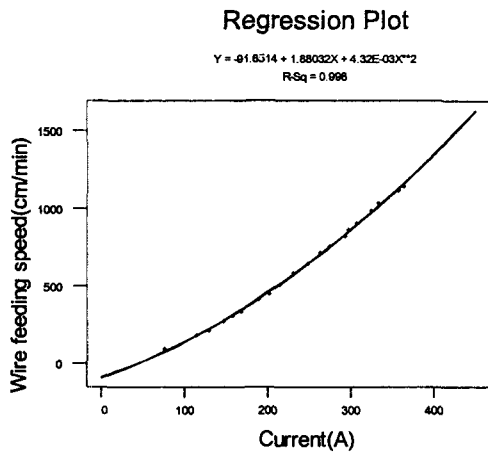


Fig. 2 Wire Feeding Speed according to welding current

3.1. 탠뎴 필릿용접 선후행 토치의 이론 전류비 산출

탠뎴 필릿용접의 경우 용착금속량을 선후행토치에 어떻게 배분할 것인가에 대한 이론적인 표현을 Fig. 3에서 하였다.

선행토치와 후행토치의 용착 금속량 합계를 동일하게 유지하면서 선후행 전류비(CR)를 표현하면 메탈게 플러스 코어드 와이어 Ø 1.4의 경우 0.84 ~ 1.29 까지 만 탠뎴 용접이 가능한 것을 알 수 있다.

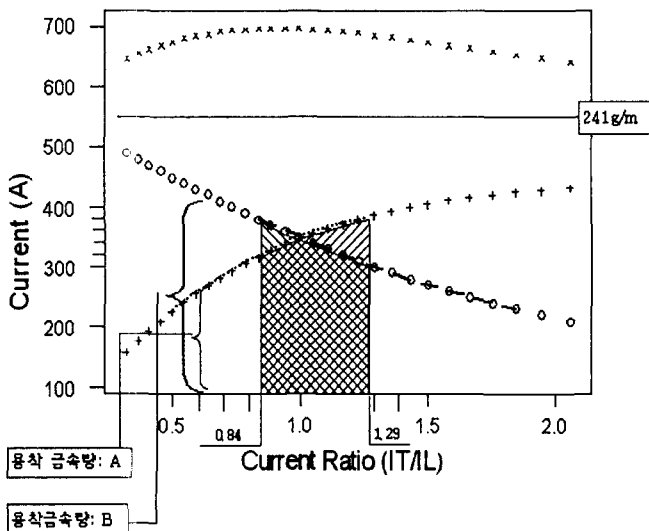


Fig. 3 Tandem welding possible current ratio

- : LEAD TORCH CURRENT
- + : TRAIL TORCH CURRENT
- × : TOTAL CURRENT
- : Total Melting Weight(g/m) [용착금속량A+용착금속량B]
- : Lead Torch 용접가능 전류 영역
- ... : Trail Torch 용접가능 전류 영역
- ⊠ : 탠뎴 이론용접 영역

3.2 선후행 토치의 전류비에 따른 평가

3.2.1 실험 방법

CTWD를 25~30mm 유지하고, 전극간의 거리 35~40mm, 용접속도 100cpm에서, 전류/전압값을 각각 측정하였으며 CR값은 0.84~1.29에서 단계별로 증가시켰다.

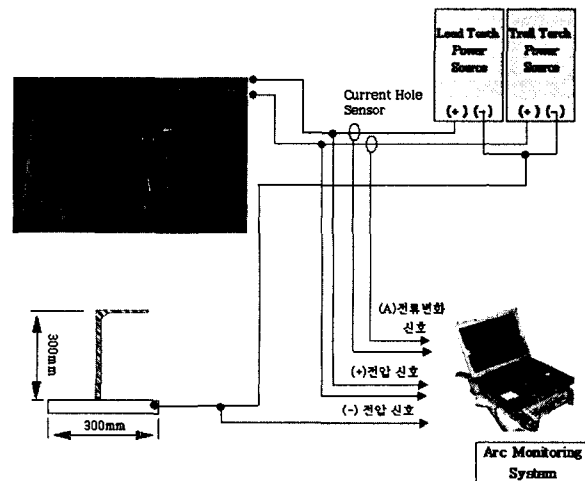


Fig.4 Equipment for tandem fillet welding

3.2.2 실험결과 및 고찰

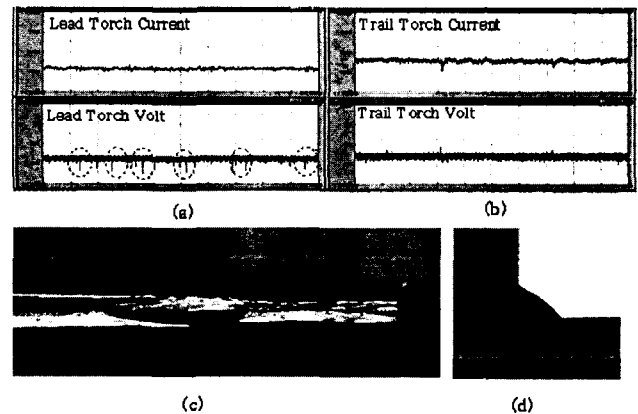


Fig.5 CR 1.29

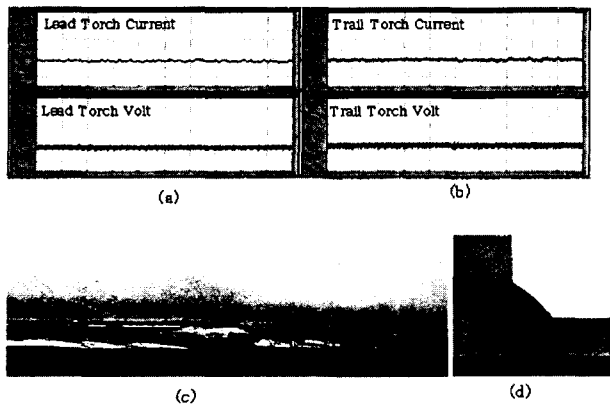


Fig.6 CR 1.16

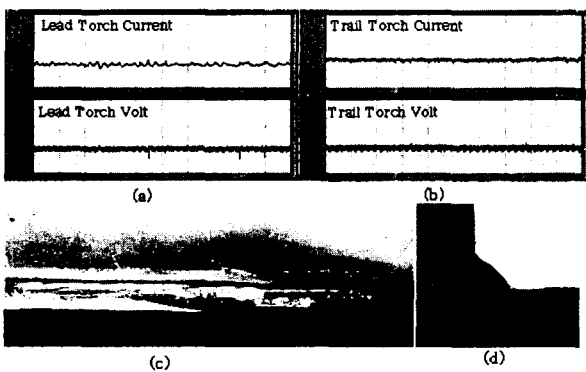


Fig. 7 CR 1.05

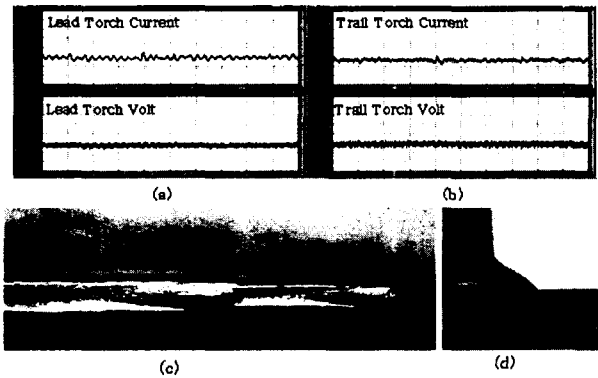


Fig. 8 CR 0.94

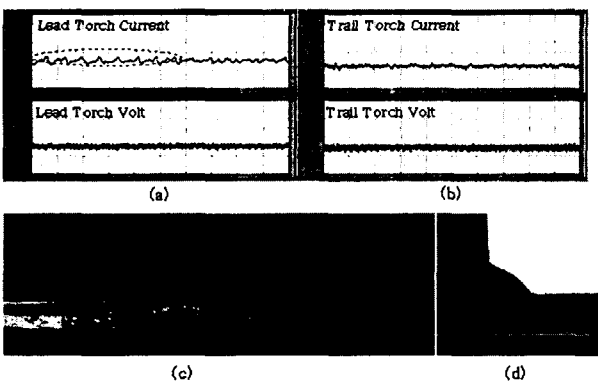


Fig. 9 CR 0.84

4. 결 론

전류 변화에 따른 용착금속량을 산출하여 선행토치에 의한 적정 용접 품질 영역을 먼저 확립한 후 후행 토치를 함께 적용한 탠덤용접 품질 적정 범위를 확립하는 기법을 개발하였다.

용접속도 100cpm으로 탠덤 용접하여 각장 7mm를 얻으려 할 때 Total 전류는 약 700A로 되었으며 선후행 토치 전류비 CR=0.94 ~ 1.16 이었다.

OKUI 등은 $\Phi 1.6$ 메탈 코어드 와이어를 써서 탠덤 용접하여 선후행 토치 전류비 0.7~0.9로 하였기 때문에 Zinc Primer에 의한 Blow Hole 방지가 곤란하지만, 본 연구는 그비가 1.16까지 가능하도록 하여 선행토치의 입열량을 감소시켜서 Blow Hole 방지가 효과적이며, 비드 외관상 불량방지도 가능하였다.

선후행 전류비가 1 이상이 되면 선행전류의 아크 불안정, 언더컷, 오버랩 등의 불량이 발생하는 경향이 있었으며, 1 이하가 되면 부재 취부 상태 변화에 따른 토치 조준위치 변화와 CTWD 변화에 적응하기는 좋으나 선행전류에 의한 용입량 증가(입열량 증가)로 블로우홀, 핏트, 기공 등의 결함이 증가 할 것으로 판단된다.

선후행 전류비를 1 이상 사용하기 위해서는 선행 토치의 조준위치 변화로 인한 아크 불안정을 필릿 용접부 Seam tracking 기능을 사용하여 최소화 한다면, 블로우홀, 핏트, 기공 등의 결함을 감소시킬 수 있을 것이라 판단된다.

참고문헌

1. Okui, Ohga, Saitoh, Suzuki, Maki, Honma : Study on High Speed Fillet Welding by Tandem Arc MAG Process, 溶接學會論文集 第18卷 第4號(in Japan) p555-562 (2000)
2. 鎌田, 鈴木, 奥井, 接法(HS-MAG法), 가이드프리「アータ接の自動化技術」本會,接法研究委員會 編, June, 1995 II 92 II
3. T.suga, S.Nagaoka, T.Nakano, Ksuenaga : An investigation into Resistance to Porosity Generation in High-Speed Horizontal CO₂ Fillet Welding, International institute of welding II W Doc. XII-1456-96, Kobe steel, ltd. Welding Division
4. Welding Coalescence engineering of dictionary, 日本接學會 編