

CO₂용접용 장거리와이어송급시스템에 관한 연구

A study on the Long distance Wire feeding system for CO₂ welding

김 종희*, 박 영진, 조 영철

현대중공업(주) 산업기술연구소, 울산시 동구 전하동 1

1. 서 론

CO₂용접용 와이어는 일반적으로 와이어송급장치에 설치된 와이어스풀에서 인렛가이드(Inlet guide)를 거쳐 송급롤러와 가압롤러 사이의 마찰 송급력으로 아웃렛가이드, 토치케이블 속의 라이너를 지나 토치의 콘택트팁끝 까지 송급되고 팁끝에서 전력을 공급받은 와이어끝과 피용접물 간에 전기적 아크를 발생시켜 용접하게된다. 이와 같이 표준적인 CO₂용접장비에서는 와이어송급계통에서 특기할 만한 문제는 발생하지 않으며, 와이어송급거리는 용접토치 케이블길이에 해당되며, 3-5m정도가 일반적이다,

조선, 해양과 같은 대형 용접철구조물을 제작하는 작업장에서는 피용접물이 특정 장소에 고정되어 있고, 용접사가 용접토치, 와이어송급장치, 용접케이블 및 가스호스, 기타 용접에 필요한 치공구를 피용접구조물 내부의 용접위치까지 운반하여 들어가서 용접선을 따라 장비를 이동시키면서 용접작업을 하므로 이들 용접장치의 소형화 경량화를 통한 이동성 개선기술은 용접작업의 생산성향상에 지대한 영향을 미치는 주요 요소기술이 되고 있다. 이러한 생산 현장의 요청에 따라 이동 장비의 경량화 일환으로 사용와이어 스풀의 단위 무게를 감소시켜 와이어 스풀을 설치한 와이어송급장치의 최대무게를 감소시키고있으며, 다른한편으로는 아예 와이어 스풀이 설치된 와이어송급기는 특정 장소에 고정 배치하고 이동성을 고려하여 특별히 제작된 익스텐션와이어송급기를 약20m 길이의 익스텐션싱글케이블로 연장 설치하고 익스텐션와이어송급기에 용접토치를 설치한 용접장비를 사용한다. 또한 스풀 단위의 와이어를 사용할 경우 매 스풀의 와이어 사용이 끝나면 새로운 스풀의 와이어로 교체하는 작업이 발생하게되는데 이러한 교체작업의 감소와 와이어 스풀의 수령, 폐기작업의 감소를 위하여 150kg급, 또는 300kg급 페일팩(Pail Pack) 와이어를 사용하는 작업장이 날로 늘어나고있다.

본 연구에서는 페일팩 와이어, 와이어 콘듀이터튜브, 표준형 와이어송급기, 익스텐션싱글케이블, 익스텐션와이어송급기, 용접토치로 구성되는 CO₂용접장비에 있어서 구성장치의 사용조건별 와이어송급성에 미치는 영향을 평가하고, 이를 토대로 생산 현장에서 사용 가능한 최대 와이어 송급거리를 검토하고, 작업 환경별 적정 장비 사용조건을 제시하고자 하였다,

2. 시험조건 및 방법

시험에 사용된 용접장비는 국내용접기 제작회사에서 생산한 SCR제어방식의 정전압출력특성의 600A급 용접전원과 Fig.1에 나타낸바와 같이 300kg 페일팩 와이어, 수동와이어송급기, 내경 4.5 ϕ 의 와이어 콘듀이터 튜브, 75W프린트모터를 장착한 정속도와이어송급방식의 표준형 와이어송급기, 내경 3.3 ϕ 스프링 라이너, 52mm용접케이블, 가스호스로 구성되는 익스텐션 싱글케이블, 60W급 권선형모터를 장착한 익스텐션와이어송급기, 350A, 케이블 길이 3.5m의 CO₂용접토치로 구성된 것을 사용하고, 용접재료는 국내에서 생산된 AWS E71T-1 규격의 1.2 ϕ 플럭스코어드와이어를 사용하였다,

시험 변수로는 콘듀이터튜브의 길이를 20m, 25m, 30m, 35m, 40m로 하였고, 튜브의 형상을 내경 600 ϕ 로 감는 횟수를 1-4회로 변화시켰으며, 익스텐션싱글케이블도 길이를 20m, 25m, 30m, 40m로 하였고, 케이블의 형상을 내경 600 ϕ 로 감는 횟수를 최대 13회 까지증가 시키면서 콘듀이터튜브 및 익스텐션싱글케이블의 길이 및 형상변화에 따른 와이어송급저항의 변화 경향을 조사하였다.

와이어송급속도는 와이어 인칭상태로 30초동안 와이어를 송급시킨후 토치 끝에서 송급된 와이어

길이를 실측하였으며, 와이어송급 저항력은 와이어 인칭 동작중에 송급모터의 소모전류를 측정하여 평가 기준으로 삼았다. 이와같이 시험의 편리성을 위하여 비용절 상태에서 와이어송급성을 평가한 후 송급성이 안정적이라고 평가되는 최대 와이어 송급거리 및 튜브, 케이블 감은 횟수에서는 별도로 용접성 시험을 실시하여 용접작업성의 이상 유무를 확인 하였다.

3. 시험 결과

3.1 와이어송급 저항력 평가 방법

와이어송급저항력의 정량적 평가를 위하여 와이어콘듀이트튜브를 600 ϕ 로 감는 횟수를 증가시키면서 와이어송급속도와 와이어송급기 송급모터의 전류 변화 경향을 조사하였다. Fig.2에 나타낸바와 같이 콘듀이트튜브의 감는 횟수가 증가하면 와이어가 콘듀이트튜브를 통과하는 과정에 상호 마찰이 증가하게 되어 와이어송급속도는 감소하고, 송급모터 전류는 증가하는 것으로 나타났다. 콘듀이트튜브를 4회 감았을 경우에는 와이어송급속도가 급격히 감소하고, 송급모터 전류도 급격히 증가 하였다. 또한 이때 와이어송급속도가 불규칙하게 변화되어 정상적인 용접수행이 불가하였다.

이 시험 결과에서 와이어 송급저항이 증가되면 송급모터의 전류는 송급저항에 비례적으로 증가하는 것으로 나타났으며, 송급모터 전류가 일정값 이상이 되면 와이어송급속도(송급모터 회전수)가 불규칙하게 되어 용접 수행이 불가능 하게됨을 알 수 있었다

3.2 콘듀이트튜브 길이 및 감는 횟수별 와이어 송급성

Fig.3은 표준와이어 송급기 조건에서 콘듀이터 튜브 길이(20-40m)와 감는 횟수(0-4마퀴)를 변화 시키면서 와이어 송급성을 실제 와이어 송급속도와 송급모터의 전류값으로 측정한 결과를 나타낸것이다.

콘듀이터 튜브 길이가 20, 25, 30, 35, 40m인 각 조건에서 콘듀이트튜브 형상을 직선, 600 ϕ 1마퀴 및 2마퀴 감은 상태에서는 튜브 길이가 변화여도 와이어 송급속도와 송급모터의 전류 변화는 적게 나타났다. 즉, 콘듀이트튜브 길이의 변화는 와이어 송급저항에 크게 영향을 미치지 않는 것으로 판단 된다. 그러나 튜브의 감는 횟수가 직선에서 1마퀴, 2마퀴로 증가되면 와이어 송급속도와 송급모터 전류는 확실한 변화를 나타 내었으며, 튜브 감는 횟수가 3마퀴로 증가할 경우 와이어 송급속도의 감소, 송급모터 전류의 증가 경향이 심화 되고, 튜브 길이의 증가에 따른 영향도 나타났으며, 튜브 감는 횟수가 4회가 될 때는 콘듀이트튜브 길이에 무관하게 송급속도가 급격이 감소할뿐만아니라 송급속도가 불규칙하고, 송급모터의 전류가 모터 정격전류값(5A) 이상으로 증가되어 정상적인 용접작업 수행이 불가능 하였다.

이 상의 결과에서 와이어 송급저항은 콘듀이터 튜브 길이에 따른 영향은 적고, 감는 횟수에 따른 영향은 매우 민감하며, 송급모터 전류가 4.0 암페어 이하로 유지되면 전류 증가에따라 와이어 송급속도가 약간 감소하기는 하여도 일정한 송급속도가 유지되나 4.0암페어 이상 에서는 와이어 송급속도가 불규칙하게 변화 하는 것을 볼수 있다.

3.3 익스텐션 싱글케이블 길이 및 감는 횟수별 와이어 송급성

Fig.1과 같은 와이어 송급시스템 조건에서 콘듀이터 튜브 길이 25m, 감는 횟수 600 ϕ , 3마퀴로 유지 시킨 상태에서 송급모터의 입력 전압은 24볼트로 하고, 익스텐션 싱글케이블 길이(20, 25, 30, 40m) 및 600 ϕ , 감는 횟수(0-13마퀴)를 각각 변화 시켰을 때 와이어 송급속도 및 송급모터 전류를 측정하였으며, 그 결과는 Fig.4에 나타내었다.

익스텐션 싱글케이블 길이가 20-40m 범위에서 변화 하고, 케이블의 감는 횟수가 직선에서 600 ϕ 10마퀴 까지 증가 되는 각 시험조건에서 와이어 송급속도는 와이어 송급시스템의 송급저항 증가 영향으로 조금씩 감소하는 것으로 나타났으나 와이어송급속도의 불규칙한 변화는 없었으며, 송급모터의 전류도 케이블 감는 횟수에 따라 약간씩 상승하는 경향은 나타났으나 3.7암페어 이하 범위에서 안정하게 유지되는 것으로 나타났다.

그러나 익스텐션 싱글케이블 길이가 30, 40m, 케이블 감는 회수가 11회 이상이될 경우 송급모터 부하전류가 3.8암페어 이상으로 증가되고 와이어 송급속도가 직선케이블 대비 약10% 감소 되면서 와이어 송급속도가 불규칙하게 변하는 것으로 나타났다.

익스텐션 싱글케이블을 600φ 원형으로 감을때 케이블 길이 20m인 경우 최대 8마퀴, 25m인 경우 최대 11마퀴 까지 감을 수 있다. 생산 현장에서 40m 길이의 익스텐션 싱글케이블을 사용하는 경우를 예로 볼때 약23m의 케이블은 특정위치에 600φ 이상의 원형으로 감아두고 약 17m 길이의 케이블과 익스텐션와이어송급기를 이동 시키면서 용접이 가능한 상태가 되는 것이다. 따라서 그림4의 결과는 익스텐션 싱글케이블 길이가 40m이하이고, 익스텐션 싱글케이블이 600φ 이상의 원형으로 10마퀴 이하로 감겨진 모든 조건에서 안정된 정속도 와이어 송급이 가능한것으로 볼 수 있다.

4. 결론

Fig.1에 나타난 CO₂용접용 와이어송급장치들을 사용하면서 와이어 콘듀이트 케이블과 익스텐션싱글케이블의 길이 및 형상을 변경시키며 와이어 송급성을 평가한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) GMA용접기법에 사용되는 와이어 송급장치에서 와이어 송급중 와이어 송급 모터의 전류를 측정하여 와이어 송급 경로의 송급저항력을 정량적으로 평가할수 있음을 확인 하였다.
- 2) 표준형 CO₂용접기에서 콘듀이트튜브 길이는 40m까지 연장 사용 가능하고, 케이블은 600φ, 2마퀴 감는 정도 까지의 송급저항 조건에서 용접이 가능하고, 길이 25m 튜브인 경우 600φ,3마퀴 감는 정도 까지의 송급저항 조건에서 용접이 가능하다.
- 3) Fig.1과 같은 조건에서 콘듀이트튜브 길이 25m, 600φ,3마퀴 감는 정도 이하의 와이어 송급저항 조건에서 익스텐션 싱글케이블 길이가 40m이하이고, 익스텐션 싱글케이블이 600φ 이상의 원형으로 10마퀴 이하로 감겨진 모든 조건에서 안정된 정속도 와이어 송급이 가능하다.
- 4) 와이어 송급장치에서 와이어 송급 계통이 복잡하게 배치되어 있어도 용접중 와이어 송급계통의 송급저항력 정도를 와이어 송급모터의 전류 측정값으로 종합적으로 평가할수 있다. 또한 “75W, 프린터 모터를 설치한 와이어송급기에서 와이어 송급중 송급모터 전류값이 3.5암페어 이하이면 양호한 상태를 나타내고, 3.5~4.0암페어 범위는 용접은 가능하나 모터에 과부하가 걸린 상태이므로 부하 감소 조치가 필요하며, 4.0암페어 이상이면 안정된 용접이 불가능한 상태이다”는 평가가 가능하다.

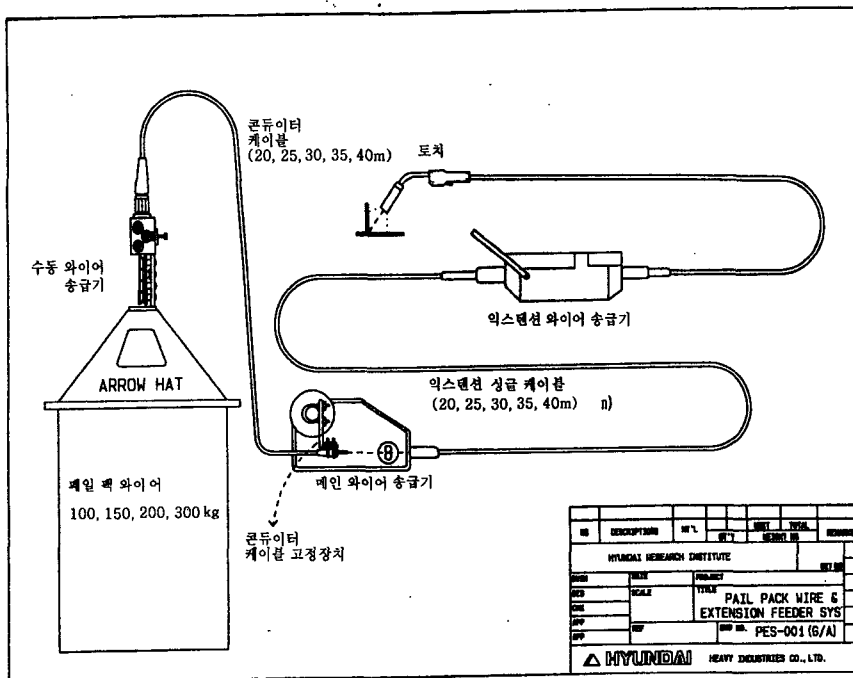


Fig.1 Apparatus of Long distance wire feeding system.

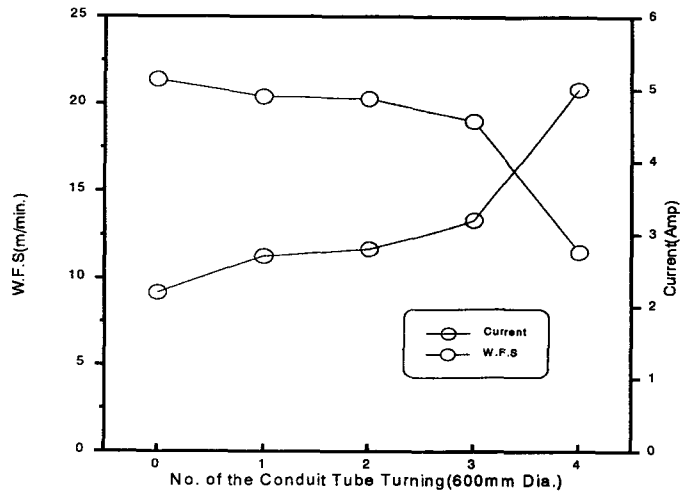


Fig.2 Relationship between W.F.S. & Amp. of feeding motor and Number of conduit tube turning.

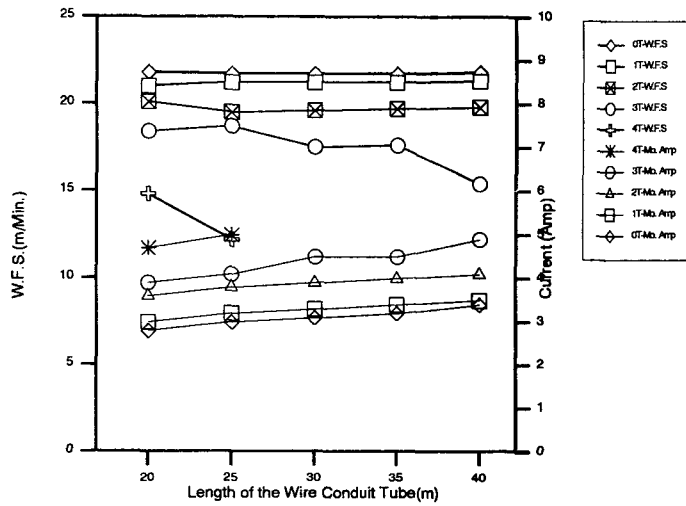


Fig.3. Relationship between W.F.S. & Amp. of feeding motor and Length & Number of turning of Conduit tube.

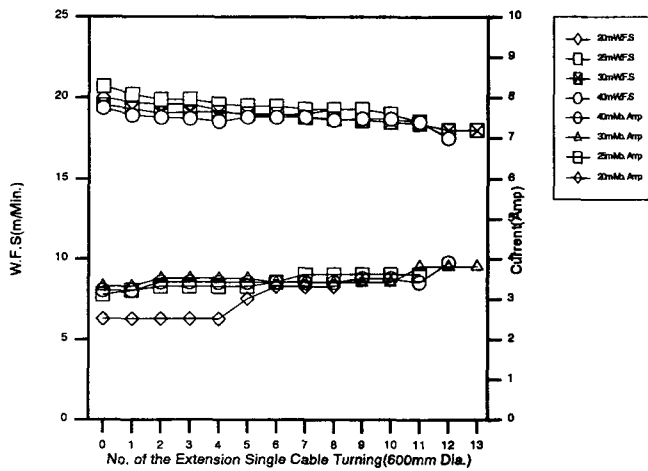


Fig.4. Relationship between W.F.S. & Amp. of feeding motor and Length & Number of turning of Extension single cable.