

아크 용접 와이어의 장거리 송급을 위한 Push-pull 방식의 와이어 송급장치 개발

윤현준* · 황인성*,† · 김동철* · 강문진* · 최기갑**

*한국생산기술연구원

** (주) 한 토

Development of Push-pull Type Arc Welding Wire Feeder

Hyun-Jun Yoon*, In-Sung Hwang*,†, Dong-Cheol Kim*, Moon-Jin Kang* and Ki-Gab Choi**

*Advanced Welding & Joining Group, Korea Institute of Industrial Technology, Incheon 406-840, Korea

**HANTO Co, Ltd, Gimhae 621-813, Korea

†Corresponding author : hisman@kitech.re.kr

(Received January 22, 2013 ; Revised May 31, 2013 ; Accepted June 3, 2013)

Abstract

It is difficult to feed welding wire stably, when the distance between welding wire feeder and welding torch is far enough. In order to solve this problem, arranging a extension wire feeder between them could be one of useful methods. However, the welding wire could be twisted up in the extension cable between extension and terminal wire feeders in the case that RPM of extension wire feeding motor is higher than that of terminal motor.

In this study, feeding problem of normal push-pull wire feeding system occurred at low welding current range less than 250A. In order to solve the problem, two new wire feeding systems of push-pull type were introduced. Welding wire feeding tests were performed in the range of 150A to 400A with the developed push-pull feeding system. In addition, weldability test was performed at the welding current of 200A, 300A, and 400A. The welding wire twisting problem that was observed in the normal feeding system did not occur in the new push-pull wire feeding system.

Key Words : Arc welding, Welding wire, Wire feeder, Push-pull type feeder, Welding torch

1. 서 론

플렉스 코어드 아크 용접(FCAW)은 높은 생산성, 우수한 용접성, 전자세 용접, 용접자동화 등이 가능하여 압력용기, 교량, 조선 및 해양 플랜트 블록 제작에 많이 적용되고 있다¹⁻⁵⁾.

현재 조선 블록제작 현장에서 패일 팩(pail pack) 와이어 사용시 용접와이어와 용접토치까지 거리가 멀리 떨어져 있어 와이어를 안정적으로 용접 토치까지 송급하지 못하는 문제점이 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 패일 팩으로부터 용접 토치까지 용접와이어를

송급하는 송급기 사이에 와이어 송급을 원활하게 하기 위해 중계 송급기를 배치하여 용접와이어를 송급한다. 그러나 중계 송급기의 모터속도가 종단 송급기의 모터속도보다 높을 경우 용접와이어의 송급속도 차이로 인하여 중계 송급기와 종단 송급기 사이에서 용접와이어가 뒤틀리거나 꼬이는 문제가 발생할 수 있다.

용접기로부터 모터전원을 중계 송급기 모터와 종단 송급기 모터에 공급할 경우, 중계 송급기와 종단 송급기 사이의 연장 케이블로 인해 중계 송급기 모터에 인가되는 전압이 종단 송급기에 인가되는 전압보다 높아지고 정격 출력이 같은 모터를 사용할 경우 중계 송급기의 모터속도가 종단 송급기의 모터속도보다 높게 되

어 와이어 송급에 문제가 발생된다. 이러한 문제점을 해결하고 안정적으로 와이어를 송급시키기 위해서 산업 현장에서는 모터의 감속비를 조정하여 정격 입력전압에 대하여 중계 송급기측의 롤러 회전수가 종단 송급기측의 롤러 회전수보다 낮게 되도록 시스템을 구성하고 있다. 하지만 이와 같은 방법은 연장 케이블 길이 별로 시스템이 바뀌어야 하는 어려움이 있다. 또한 250A 미만의 저전류 대역에서 안정적으로 와이어 송급이 불가능한 경우가 발생하고 있다.

본 논문에서는 용접와이어의 안정적인 장거리 송급을 위해 용접기와 용접토치사이에 중계 송급기와 종단 송급기를 사용하는 push-pull 방식의 송급기를 개발하였다. 그리고 개발된 송급기를 이용해 용접성능을 평가하였다.

2. 본 론

2.1 상용 push-pull 와이어 송급기 특성

2.1.1 무부하시 송급 모터 특성

본 실험에서는 중계 송급기 및 종단 송급기에 DC 모터를 사용하여 와이어를 송급시키는 시스템을 구성하였다. 중계 송급기에 사용된 DC모터는 정격 24V 입력에 출력 회전수가 170RPM이며, 종단 송급기에는 정격 24V 입력에 출력 회전수가 200RPM인 모터를 적용하였다. 본 실험에서는 용접기로부터 송급기까지의 모터 전원 케이블 길이에 따른 전압 강하의 영향을 제거하고 두 모터 각각의 특성을 파악하기 위해 모터 입력 전원은 외부 전원을 이용하여 5V~24V의 전원을 인가하여 입력된 전압에 따른 각 모터의 회전수를 측정하였고, 측정된 결과는 Fig. 1과 같다. 거의 모든 DC모터 입력 전압 범위에서 입력전압이 동일한 경우 중계 송급모터 회전수가 종단 송급모터의 회전수에 비해 낮게 나타났지만 5V의 낮은 입력전압에서는 두 모터의 회전수가 유사하게 나타났다.

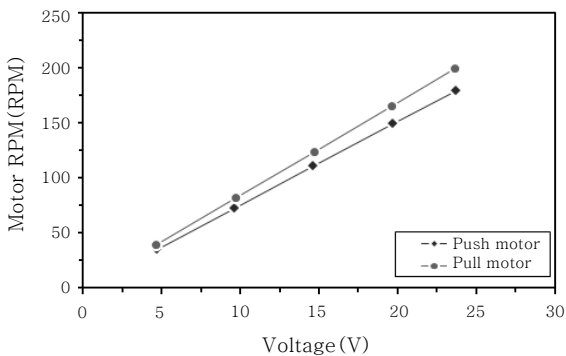


Fig. 1 RPM comparison of DC motor

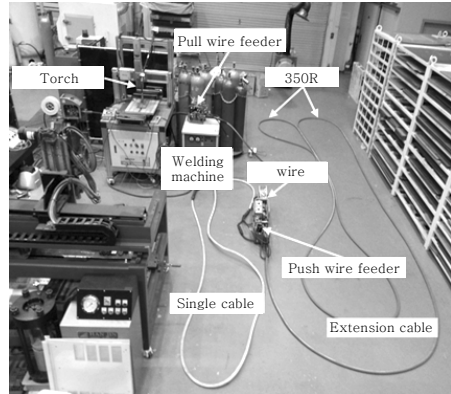


Fig. 2 Experiment setup

2.1.2 용접시스템 와이어 송급 특성

DC모터를 송급기에 장착하고 용접기로부터 공급되는 모터전원을 사용하여 용접와이어 송급 유, 무에 따라 모터 회전수 변화를 비교하였다. Fig. 2는 실험구성을 나타낸 것이다. 용접기 본체에서 중계 송급기까지의 싱글 케이블 길이는 10m이고 중계 송급기와 종단 송급기까지는 30m 연장 케이블로 연결하였다.

종단 송급기의 용접전류설정 노브를 통해 용접 전류를 설정하게 되면 신호선을 통해 용접기 본체에 전달되고 용접기 본체는 용접전류에 대응되는 모터 전압을 출력하고, 출력된 모터전압은 싱글케이블을 통해 중계 송급기의 모터에 공급되고, 연장케이블을 통해 종단 송급기의 모터에 공급된다.

설정전류를 150A에서 400A까지 50A씩 증가시키며, 용접와이어를 송급하지 않을 때와 송급할 때에 중계 송급기와 종단 송급기의 모터회전수를 측정하였다.

Fig. 3은 용접 와이어를 송급시키지 않은 상태에서 중계 송급기와 종단 송급기의 모터 회전수를 비교한 결과이다. 200A 이상의 전류대역에서 중계 송급기의 모터회전수는 종단 송급기의 모터 회전수보다 낮게 나타났지만 200A 미만의 전류 대역에서는 중계 송급기 모

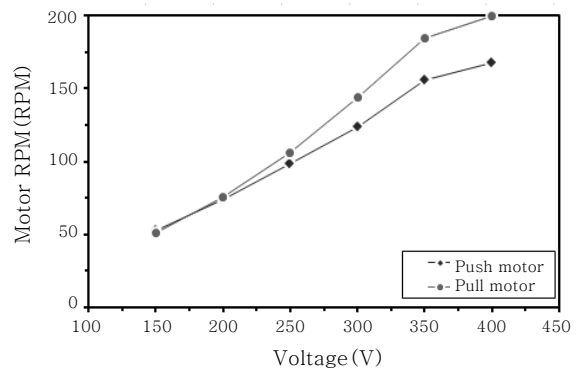


Fig. 3 Motor revolution according to setting current without wire feeding

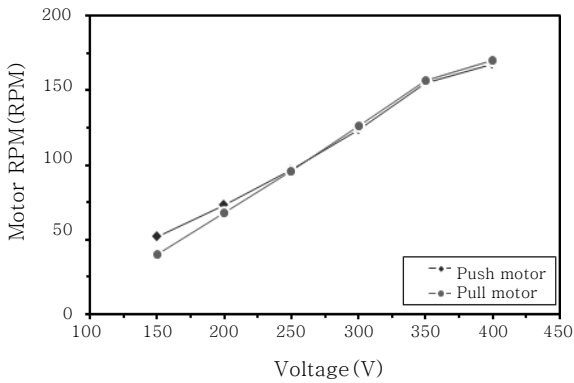


Fig. 4 Motor revolution according to setting current with wire feeding

터와 중단 송급기 모터 회전수가 유사한 값을 보여주고 있다.

Fig. 4는 용접 와이어를 송급시킬 때 중계 송급기와 중단 송급기 모터의 회전수를 비교한 결과이다. 250A 이상의 전류대역에서는 중계 송급기와 중단 송급기의 모터 회전수가 유사하게 나타났다. 와이어를 송급시키지 않을 때는 중계 송급기측의 모터 회전수가 중단 송급기측의 모터회전수 보다 낮았지만 와이어를 송급시킬 경우 중단 송급기의 모터는 중계 모터측에서 롤러 가압에 의해 송급되는 와이어를 당기는 역할을 하기 때문에 슬립현상을 무시할 경우 중단 송급 모터 속도는 중계 송급 모터 속도보다 높을 수는 없다.

250A 미만의 낮은 전류대역에서는 중계 송급기의 모터 속도는 중단 송급기의 모터 속도보다 높게 측정되었다. 이는 와이어 송급시 모터 부하증가, 이에 따른 모터 소모전류가 증가하고 결과적으로 전압강하 증가에 따라 중단 송급측의 모터에 공급되는 모터전압이 감소하게 된다. 이와 같이 중계 송급기측의 와이어 송급속도가 중단 송급기측의 와이어 송급속도 보다 높은 경우가 지속되면 용접와이어가 중단 송급기측의 롤러 가압부와 연장케이블 내에서 꼬임이 발생하고 그 결과 용접이 불가능하게 된다.

2.2 와이어 송급 문제 해결방법

모든 용접전류 영역에서 용접 와이어의 안정적인 송급을 위해서는 용접시 중계 송급기측의 모터속도와 중단 송급기측의 모터속도는 같아야 한다. 이를 위해서는 용접중에 중계 송급기보다 중단 송급기의 모터에 인가되는 전압이 같거나 약간 높아야 한다. 그러나 일반적인 push-pull 방식의 송급기는 용접기로부터 두 송급 모터까지 거리차이로 인해 2.1.2절에서와 같은 송급 불량 문제가 발생하게 된다.

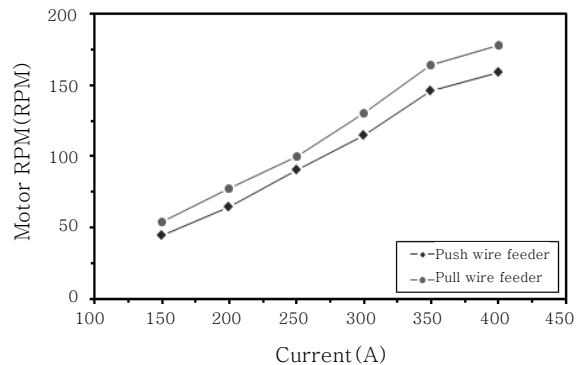
본 논문에서는 해결방법으로 저항소자를 이용한 방법

과 중계 송급기와 중단 송급기 사이의 연장 케이블 배선을 조정하는 방법을 이용하여 와이어 송급 문제를 해결하는 방법을 제안하고자 한다.

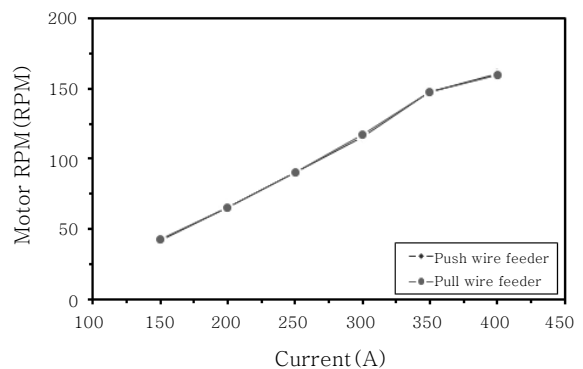
2.2.1 저항소자를 이용한 방법

저항소자를 이용한 방법은 중계 송급기의 모터에 인가되는 모터전압과 중단송급기에 인가되는 모터전압을 같게 하기 위해 중계 송급기 모터 전원 입력단에 직렬로 연장 케이블 저항치와 같은 저항소자를 연결하여 감압을 시키는 것이다. 이와 같이 중계 모터측에 저항소자를 적용하면 연장 케이블 저항으로 인한 중단 송급기 모터 전원의 감압과 중계 송급기 모터 전원의 감압이 동일하게 된다. 그래서 와이어를 송급하지 않을 경우, 용접기로부터 두 모터에 인가되는 입력전압의 차이가 발생하지 않고 같은 정격에서 중계모터보다 높은 모터 회전수의 모터를 채용한 중단 송급기의 모터 회전수가 항상 높게 된다.

저항소자의 값은 연장케이블의 전원선 저항을 측정하여 선정하였다. Fig. 5는 중계 송급기 모터의 입력 전원에 1옴의 저항소자를 연결한 후 설정전류에 따른 중계 송급기와 중단 송급기의 모터 회전수를 측정한 결과이다. 용접와이어를 송급하지 않을 때 모든 설정전류대역에서 중계 송급기의 모터회전수가 중단 송급기에



(a) Without wire feeding



(b) With wire feeding

Fig. 5 Motor revolution comparison when applying a resistor

비해 낮게 나타남을 확인하였다. 그리고 용접와이어를 송급할 때에는 중계 송급기의 모터속도와 종단 송급기의 모터 속도는 동일하게 나타났다. 이를 통해 중계 송급기와 종단 송급기 사이에 와이어 꼬임 발생을 방지할 수 있다는 것을 알 수 있다. 그러나 장시간 용접을 수행할 경우 연결된 저항체의 발열로 인하여 송급기에 적용이 용이하지 않을 것으로 판단된다.

2.2.2 연장 케이블 배선을 조정하는 방법

모터 입력전압은 일반적으로 용접기에서 싱글케이블을 통해 중계 송급기에 인가된 후 연장케이블을 통해 종단 송급기에 인가하게 된다. 그리고 이때 연장 케이블의 저항으로 인한 감압이 발생하게 된다. 그러나 연장케이블에 한 개의 전원선을 추가하고 3개의 전원선을 이용하여 Fig. 6과 같이 배선하면 중계모터의 입력되는 전원선의 길이와 종단모터에 입력되는 전원선의 길이가 같기 때문에 두 모터는 동일한 감압상태에서 입력전압을 용접기로부터 공급받게 된다.

Fig. 7은 모터 전원의 연장 케이블 배선을 Fig. 6과 같이 한 후, 용접와이어를 송급할 때와 하지 않을 때의 설정전류에 따른 모터 회전속도의 측정 결과이다. 저항소자를 이용한 방법과 동일하게 용접와이어를 송급하지 않을 때는 중계 송급기의 모터 회전속도가 종단 송급기에 비해 낮게 나타나고 용접와이어를 송급할 때에는 중계 송급기의 모터 회전속도와 종단 송급기의 모터 회전속도가 동일하게 측정되었다. 전 전류 영역에서 10분 이상 와이어 송급을 수행하였고 용접와이어 꼬임현상은 발생하지 않았다.

2.3 개발 push-pull 송급기 용접성 평가

2.3.1 실험 방법

용접실험은 상용 push-pull 송급장치와 연장 케이블의 배선을 조정하는 방법을 적용한 push-pull 송급장

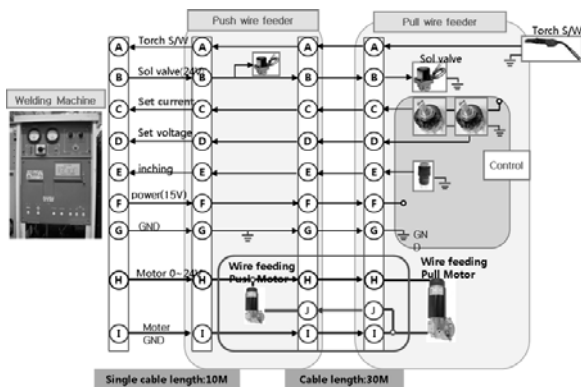
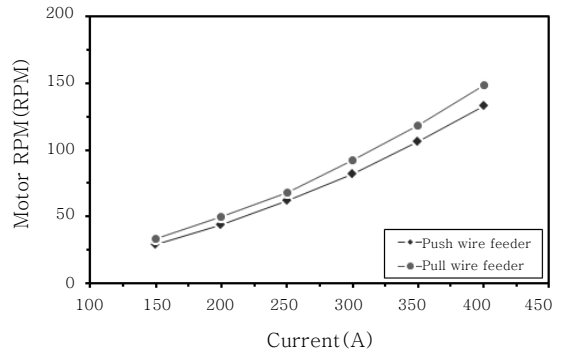
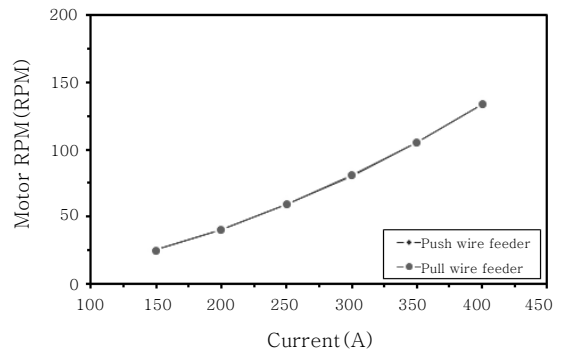


Fig. 6 Schematic diagram of extension cable wiring



(a) Without wire feeding



(b) With wire feeding

Fig. 7 Motor revolution comparison when applying new cable wiring

치를 이용하여 수행하였다. 용접기는 500A급 SCR타입 아크 용접기를 사용하였고, 용접재료는 FCW 직경 1.4mm, 보호가스는 CO₂ 100%를 사용하였다. 용접조건은 Table. 1에 나타내었다. 여기서 전압은 용접기측에서 측정한 것이다. 와이어 꼬임 유무를 관찰하기 위해 용접전 10분동안 와이어를 송급시킨후 실제 용접을 수행하였고 용접실험 후 용접부의 비드외관을 관찰하였다

2.3.2 실험 결과

상용 push-pull 송급장치를 사용하여 200A의 용접 조건에서 와이어 꼬임 발생시 나타난 비드 외관을

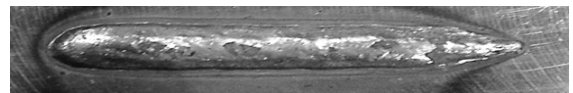


Fig. 8 Weld bead appearance when applying normal cable wiring(200A)

Table 1 Welding conditions

Current (A)	Voltage (V)	Speed (cm/min)	Welding wire
200	27	30	FCW, 1.4 mm
300	33		
400	43		

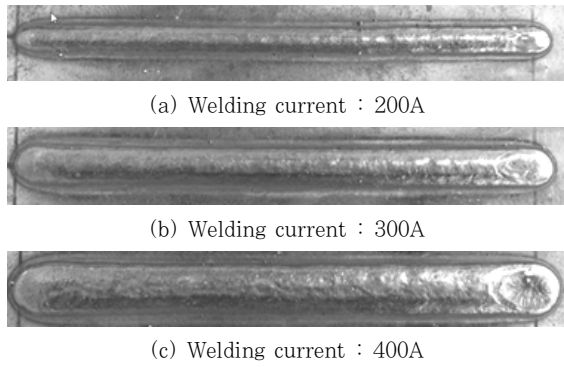


Fig. 9 Weld bead appearance when applying new cable wiring

Fig. 8에 나타내었다. 와이어 꼬임이 발생하기 전에는 미려한 비드형상이 나타나지만 와이어 꼬임이 발생하게 되면 송급속도가 느려지며 용접비드가 좁아지고 와이어 송급이 중단되어 용접이 멈춰지게 된다. 그러나 연장 케이블의 배선을 조정하는 방법을 적용한 push-pull 송급장치를 사용하여 용접 전류대역별 실험결과는 200A에서 400A까지의 전류대역에서 용접비드가 일정하였고 이를 Fig. 9에 나타내었다. 이를 통해 250A 미만의 낮은 전류대역에서도 용접와이어의 송급이 안정적으로 이루어짐을 확인하였다.

3. 결 론

본 논문에서는 용접와이어의 안정적인 장거리 송급을 위해 용접토치까지 중계 송급기와 종단 송급기를 사용하는 Push-pull 방식의 송급기를 개발하였다. 그리고 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 상용 push-pull 방식의 송급장치는 중계 송급기와 종단 송급기 사이의 연장케이블 저항으로 인해 250A

미만의 저전류에서 중계 송급기의 송급속도가 종단 송급기의 송급속도보다 빨라지며 용접와이어 꼬임의 문제가 발생할 수 있다.

2) 중계 송급기 모터 입력단에 연장케이블 전원선 저항과 동일한 저항소자를 연결하면 종단 송급기와 중계 송급기의 송급속도가 동일하게 됨을 확인하였다. 그러나 저항소자의 발열로 인하여 적용이 용이하지 않을 것으로 판단된다.

3) 연장 케이블에 모터 전원선 한 개를 추가하여 중계 송급기의 전원선 길이를 종단 송급기의 전원선 길이와 동일하게 증가시켜 시스템을 구성할 경우 250A 미만 및 그 이상의 전류영역에서 와이어 꼬임 없이 안정적으로 와이어 송급이 가능함을 확인하였다. 그리고 용접 시 양호한 용접비드를 확보할 수 있었다.

참 고 문 헌

1. C. Y. Kang : Development of welding materials for high efficiency of welding process, Journal of KWJS, **24-6** (2006), 5-12 (in Korean)
2. T. H. Kim, Y. S. Lee, W. H. Chung : Development of welding consumables for GMAW and FCAW, Journal of KWJS, **26-2** (2008), 1-4 (in Korean)
3. K. M. Bae, S. M. Cho : A study on the development of arc length estimation method in FCAW, Journal of KWJS, **27-3** (2009), 67-72 (in Korean)
4. I. W. Han, S. T. Hong : Development trend of steel and welding consumables for pressure vessel, Journal of KWJS, **28-2** (2010), 5-12 (in Korean)
5. C. H. Kim, D. B. M, S. J. Moon : Statistical analysis of world welding consumables market, Journal of KWJS, (2012), 4-8 (in Korean)