

# 벨마우스 용접을 위한 자동화장치 개발에 관한 연구

\*서주환<sup>1</sup>, 김일수<sup>2</sup>, 정재원<sup>3</sup>, 장경천<sup>4</sup>, 김인주<sup>5</sup>, 이광익<sup>6</sup>

<sup>1</sup> 목포대학교 기계공학과, <sup>2</sup> 목포대학교 기계공학과, <sup>3</sup> 목포대학교 기계공학과, <sup>4</sup> 한국생산기술연구원, <sup>5</sup> 한국생산기술연구원, <sup>6</sup> 동양테크㈜

## A study on development of automatic equipment for bell-mouth welding

\*J. H. Seo<sup>1</sup>, I. S. Kim<sup>2</sup>, J. W. Jeong<sup>3</sup>, K. C. Jang<sup>4</sup>, I. J. Kim<sup>5</sup>, K. I. Lee<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Dept. of Mech. Eng. Mokpo Univ., <sup>2</sup> Dept. of Mech. Eng. Mokpo Univ., <sup>3</sup> Dept. of Mech. Eng. Mokpo Univ., <sup>4</sup> KITECH, <sup>5</sup> KITECH, <sup>6</sup> Dong-yang Tech

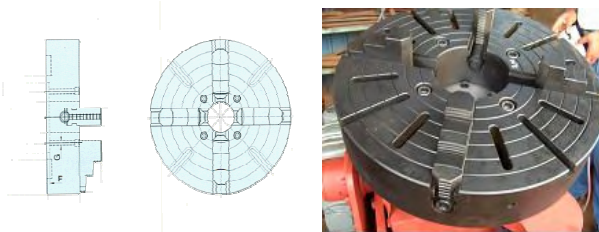
Key words : Bell-mouth, Positioner, Welding Automation, Pipe Welding

### 1. 서론

조선산업의 국제경쟁력을 좌우하는 중요한 기반산업 분야인 선박 기자재 산업에 대한 기술축적이 절실히 요구되고 있다. 규모면에서 국내 선박 건조 능력은 세계 최대수준이나, 생산성 및 품질향상에 필요한 자동화 부분은 일본을 비롯한 외국 선박업체에 비해 열악한 편이다. 최근 조선산업의 핵심인 용접의 경우 전문인력의 부족으로 많은 어려움을 겪고 있다. 선박 건조에 있어서 파이프 구조물의 수요가 지속적으로 증가되고 있으며, 용접부의 품질향상 및 다양한 크기의 파이프 용접에 따른 생산성과 정밀성 또한 요구되고 있어 배관용접 전용 자동화장치의 개발이 절실히 필요하다. 특히, 벨마우스(bell-mouth)는 선박의장 작업에서 필수적인 제품이며, 그 형상이 다양하고 무게가 고 중량인 관계로 생산현장에서 용접자들이 수동으로 제작 시에 많은 어려움을 가지고 있다. 이러한 관계로 용접부의 형태를 고려하여 쉽고 편리한 자동화된 취부 시스템 개발이 필요하다. 이를 위해서는 용접자세, 대상물의 회전속도 조절, 대상물의 다양한 포지션(position)을 제어하기 위한 시스템 개발이 요구된다. 본 연구에서는 노동강도를 줄이고 열악한 조건에서 작업이 수행되고 있는 현장의 문제점을 개선하고, 관련 중소기업의 인력난을 해결할 수 있는 자동화된 벨마우스 용접장치를 개발하였고 실험을 통해 용접성 평가를 실시하였다.

### 2. 부품 설계 및 제작

포지셔너(Positioner)는 링기어(ring gear) 구동부의 척이 360°로 회전함으로써 용접자가 토치(touch)의 조작만으로 손쉽게 용접할 수 있도록 설계하였으며 단과이프, 불균형 벨마우스 등의 용접시 견고한 고정력과 전후 틸팅(tilting)이 가능한 구조로 설계가 요구된 관계로 포지셔너의 각종 설계부품의 강도를 고려하여 제작되었다.



(a) Drawing of chuck (b) Picture of chuck  
Fig. 1 Independent chuck that is attached to positioner

포지셔너는 대상물을 90°이상 기울일 때 낙하를 방지할 수 있도록 Fig. 1 과 같이 고강력 클램핑(clamping)이 가능한 직경 650mm 의 고정 척(chuck)을 사용하였으며, 3 개의 클로우(claw)가 연동하여 생산성이 좋은 연동척(dependant chuck)과 4 개의 클로우가 단독으로 작동하여 불규칙한 형태의 대

상물의 견고한 고정이 가능한 단독척(independent chuck)의 장점을 살린 작업을 할 수 있도록 척의 탈·부착이 가능하도록 설계하였다. 또한 감속기는 300:1 의 워엄기어(Worm gear) 타입으로, 모터 0.5 마력, 평기어(spur gear) 600 모듈 7, 피니언기어(pinion gear) 120 모듈 7 이고 회전테이블의 조정속도는 2~6rpm으로 조작되도록 하였다. Fig. 2는 개발된 포지셔너의 전체 조립도이며 Table 1은 포지셔너의 주요 제원을 나타낸다.

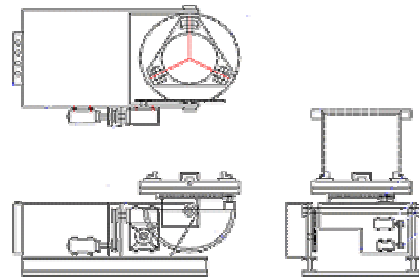


Fig. 2 Assembly drawing of positioner

Table 1 Main specifications of positioner

Title	Spec.
Pipe size that clamping is possible	800mm
Clamping chuck size	650mm
Control speed of rotate table	2~6 rpm
Deceleration machine & Motor	300:1 / hp
Tilting maximum angle	100°
Control panel switch	Button type
Positioner size(height×width×length)	800×300×600mm

Fig. 3 과 같이 전기제어부의 기본설계 사양은 Control box 크기가 500×500mm 이고, V-meter기와 A-meter 기를 설치하였으며, 1 마력용 인버터(inverter)를 내장하였다. 또한 메인 스위치 및 마그네틱(Magnetic) 스위치를 내장하였으며, 전기 컨트롤 박스(Control box)에는 로울러(roller)구동 스위치, 좌우회전 스위치 및 속도조정 스위치를 내장하였다.

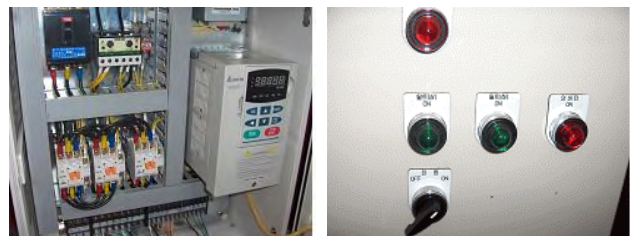


Fig. 3 Control box and panel switch

### 3. 포지셔너 조립 및 용접부 평가

고정 가능한 파이프의 직경은 100 ~ 800mm 이고, 단 파이프 및 벨로우즈의 용접 시 개발 전에는 180°까지만 회전이 가능하여 대상물을 재체결 해야 하는 번거로움이 있었으나, 본 연구로 개발된 회전테이블은 척이 좌우 360° 회전 가능하여 작업의 편리성을 도모하였으며, 조작 판넬 스위치를 장착하여 회전테이블 기동속도를 1 단계에서 10 단계 까지 조절이 가능하도록 구성하였다. 또한 작업공간을 적게 차지하며, 분진발생을 억제시키고 공정개선 효과 및 품질 향상으로 인해 작업능률을 크게 향상시켜 생산성 증대를 가져올 수 있도록 하였다.

Fig. 4는 조립된 포지셔너의 모습이며 Fig. 5와 Fig. 6은 벨로우즈의 고정 및 용접작업 모습을 나타낸다.



Fig. 4 Assembled positioner



Fig. 5 Fixed bell-mouth to positioner



Fig. 6 Welding of bell-mouth

본 연구를 통해 개발된 벨로우즈 용접을 위한 자동화 장치의 성능평가를 위해 두께 10mm, 직경 300mm 의 파이프 및 플랜지(flange)를 Table 2 와 같은 조건을 이용하여 용접을 수행하였으며 용접 모니터링 장비를 사용하여 용접 중 전압 및 전류 데이터를 취득하였다.

Table 2 Experiment conditions for performance test of welding

Title	Condition
Welding method	GMA
Gas flow rate	18 l/min
Wire	Ø1.2mm SM-70
Welding current (A)	200
Arc voltage (V)	24
Welding speed (cm/min)	30



Fig. 7 Welding part of bell-mouth

Fig. 7 에서 보는 바와 같이 대상물의 각도조정 및 회전에 따라 토치의 조작만으로 원주용접이 가능한 시스템으로 입열효과에 의한 비드폭 및 비드높이 값이 대체로 일정함을 알 수 있으며 일반 파이프용접에 나타나는 비드의 흘러내림 현상은 거의 나타나지 않았다.

### 4. 결론

본 연구에서는 선박용 배관용접 관련 중소기업에서 단순 반복 작업으로 수행되고 있는 용접공정 개선 및 생산성 향상을 위하여 벨로우즈 용접을 위한 자동화장치 개발을 통해 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 곡관의 특성상 용접 및 사상작업이 어려운 대상물을 지지함으로써 노동집약적인 문제를 해결할 수 있었으며, 척에 의한 대상물 고정을 통해 고중량 대상물 낙하에 의한 사고를 방지할 수 있는 부가적인 효과를 얻었다.
- 2) 용접작업 영역확대를 통해 최적의 용접자세를 유지할 수 있도록 구성되어 용접 토치가 접근하기 어려운 위치에서 용접이 가능하도록 접근성을 향상시킴으로써 비교적 쉬운 하향용접 수행이 가능하게 되었다.
- 3) 높은 용접전류와 와이어 송급속도를 유지할 수 있어 생산성 향상을 꾀할 수 있을 뿐 아니라, 보수작업량도 급격히 감소되었다. 개발된 포지셔너의 성능평가를 위하여 다양한 형상 및 크기의 파이프 용접을 수행하였으며, 용접부 비드형상(비드폭, 비드높이 등)의 비교분석을 통하여 개발된 장치의 우수성을 입증하였다.

### 후기

본 연구는 산업기술재단에서 지원하는 “단기예로기술지원 과제”로 수행되었습니다.

### 참고문헌

1. P. C. Koenig, “Shipbuilding productivity rates of change in East Asia.”, Journal of ship Production, Vol. 19 No. 1, 2003.
2. K. Masubuchi, “Analysis of welded structure.”, International Series on Materials Science and Technology, Vol. 33 pp. 1~10, 1980.
3. L. P. Connor, “Weld handbook. 8<sup>th</sup> Edition.”, DC: American Welding Society. 1987.
4. C. Dorf Richard, “Modern control system.”, Addison-Wesley Publishing Company Inc, 1992.
5. Imanaga, et al., “Development of touch position control and welding condition control technology for all-position, multi-layer GTA welding.”, Welding International, Vol. 14, No. 5, pp. 355~364, 2000.
6. M. Galopin, and E. Boridy, “Statistical experiment in arc welding.”, Proceedings of an International Conference on Trends in Welding Research, Gatlinburg, Tennessee, USA, 18~22, May, pp. 719~722, 1986.