

# 회전아크 용접시 수평 필릿 용접 비드 특성에 관한 연구

## Weld bead characteristics in horizontal fillet welding with high speed rotating arc

김철희\*, 나석주\*\*

\* 한국과학기술원 기계공학과 대학원

\*\* 한국과학기술원 기계공학과

### 1. 서론

회전아크 가스메탈아크용접(GMAW)을 통하여 용입이 작고 평평한 용접비드를 얻을 수 있다. 따라서 회전아크용접은 각장의 길이가 용접 강도와 연관성을 가지는 수평필릿용접에 유용하게 이용되고 있다. 또한 기존의 위빙을 이용한 용접으로는 적용이 어려웠던 간극이 존재하는 용접부에서도 언더컷과 오버랩 등의 용접결함이 없는 양호한 용접비드를 형성할 수 있다[1-2]. 본 연구에서는 수평필릿용접부에 회전아크용접시 용접변수가 용접비드의 형상에 미치는 영향을 검토하고 간극이 있는 수평필릿용접부에 회전아크용접을 적용하였다.

### 2. 실험방법

기계적으로 아크를 회전시키기 위하여 그림 1과 같은 아크회전장치를 이용하였다. 중공축형 모터를 이용한 아크 회전 시스템은 기존의 외부 모터를 이용하여 용접노즐을 회전시키는 아크 회전 시스템에 비하여 부피 및 무게를 감소시킬 수 있고, 기존의 용접토치에 적용이 유리하다[3]. 아크의 회전 반경은 편심된 팁의 위치로 결정되고 본 연구에서 반경 2mm인 경우에 대하여 실험을 수행하였으며, 아크의 회전속도는 명기하지 않은 경우 20Hz로 설정하였다. 실험에서 고려한 용접변수는 그림 2와 같이 용접전류, 용접전압, 용접속도, 토치 각도, 오프셋 거리 등이고, 용접 실험 후 구조화된 보조광을 이용한 시각센서로 3차원 용접 비드 형상을 측정하여 각장 길이의 평균과 언더컷과 오버랩의 유무를 구하였다.

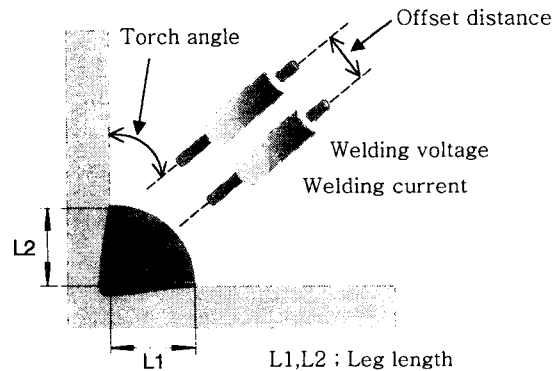
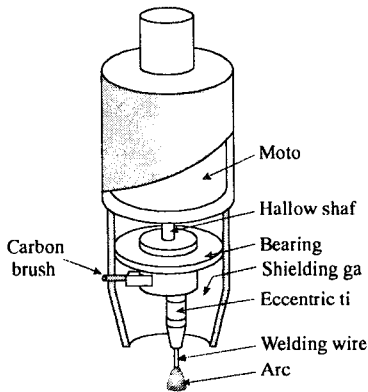


Fig. 1 Schematic diagram of rotation mechanism

Fig. 2 Definition of welding parameters

### 3. 실험결과

아크 회전의 효과를 살펴보기 위하여 토치를 회전하지 않는 경우와 20Hz로 회전하는 경우의 용접 비드의 형상을 그림 3에 나타내었다. 아크를 회전시키는 경우 용접비드가 평평해지고 중력으로 인하여 비드의 아랫부분이 처지는 현상이 개선되었다. 아크 회전속도가 변하는 경우에는 그림 4와 같이 회전속도의 증가에 따라 용접 각장의 길이도 같이 증가함을 볼 수 있었다.

오프셋거리와 토치 각도가 용접비드형상에 주는 영향은 그림 5와 같이 나타난다. 그림 5의 (a)에서와 같이 오프셋 거리가 0mm인 경우에 비하여 2mm인 경우 용접비드의 처짐이 개선되었으나 4mm로 증가하였을 때는 과도한 오프셋 거리로 인하여 언더컷이 발생하였다. 그림 5의 (b)에서는 간극

4mm의 용접부에 적용된 결과로 토치 각도가 60도로 증가한 경우에는 아크 압력에 의해 용융풀이 간극부 안쪽으로 유입되어 용접부를 충분히 채우지 못하고 언더컷이 발생하였다.

용접전류 300A에서 용접속도와 용접전압의 영향을 그림 6에 나타내었다. 용접전압은 용접각장의 길이에 영향을 주지만 용접속도가 언더컷의 유무와 각장의 길이에 주된 영향을 줄 수 있었다. 용접속도와 용접전류의 영향은 그림 7과 같이 나타난다. 용접전류와 용접속도는 용접부 단면을 채우는 용착면적과 선형적인 관계가 있어 각장의 길이와의 관계가 매우 명확하다. 특히 320A이상에서는 용접속도 8mm/s에서도 언더컷이 없는 용접 비드를 얻을 수 있었다.

4mm 간극이 존재하는 경우 용접부의 단면을 채워주기 위하여 더 많은 용착량을 필요로 하고 언더컷이 존재하지 않는 용접전류와 속도의 영역이 그림 8과 같이 존재한다. 간극이 없을 때와 비교하여 더 작은 용접속도와 더 큰 용접전류가 필요함을 알 수 있다. 4mm 간극이 있는 용접부에서 형성된 양호한 용접비드의 단면을 그림 9의 (a)에 나타내었다. 이 때 용접을 하지 않은 반대쪽에서 오버랩이 나타나지만 그림 9의 (b)에서와 같이 반대쪽에서의 용접패스를 이용하여 제거가 가능하다.

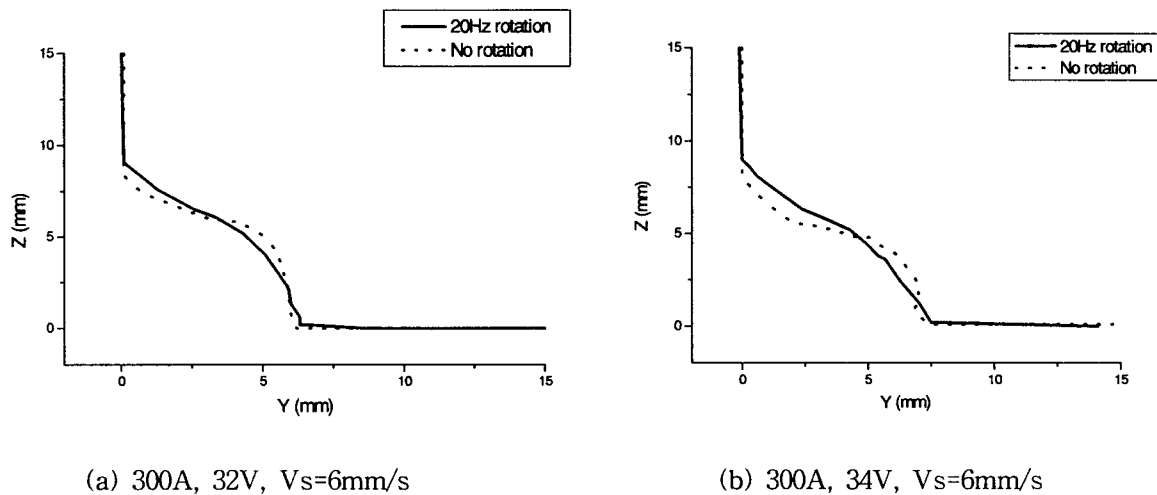


Fig. 3 Comparison of bead shape between with and without arc rotation

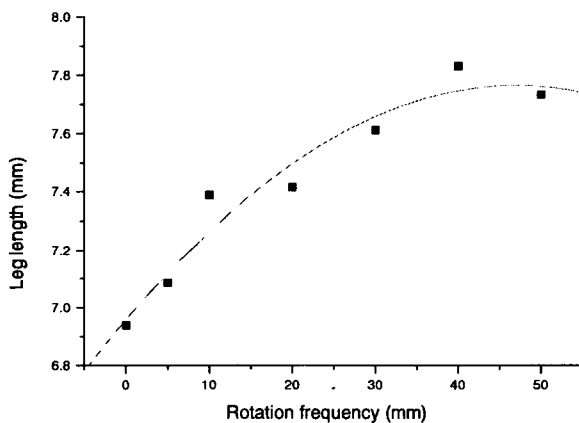
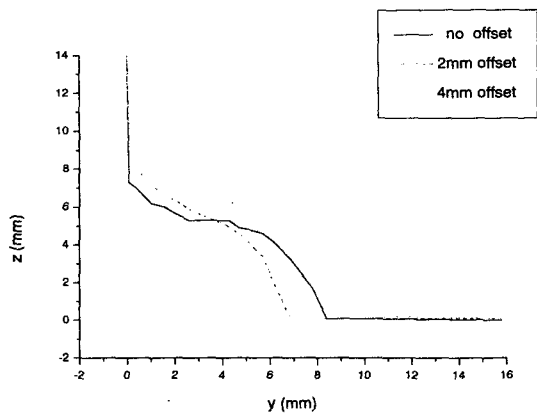
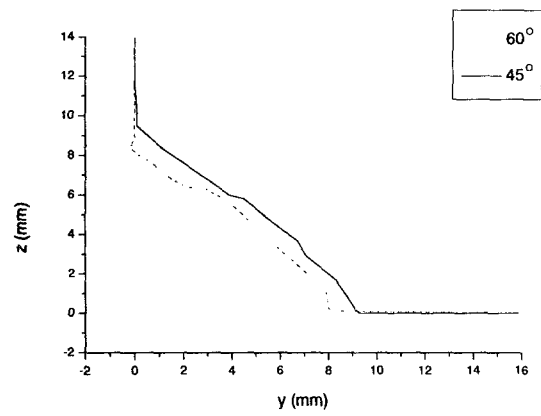


Fig. 4 Influence of the rotation frequency on leg length (300A, 32V, Vs=6mm/s)

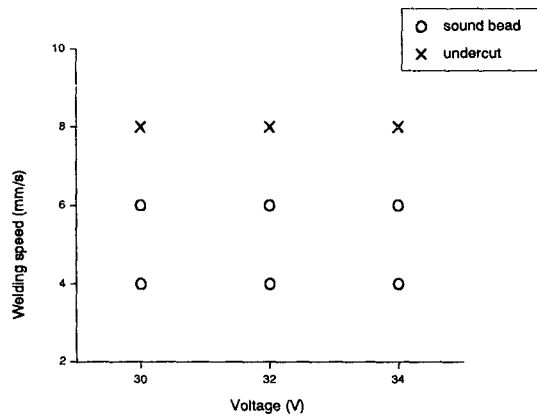


(a) offset distance(No gap)

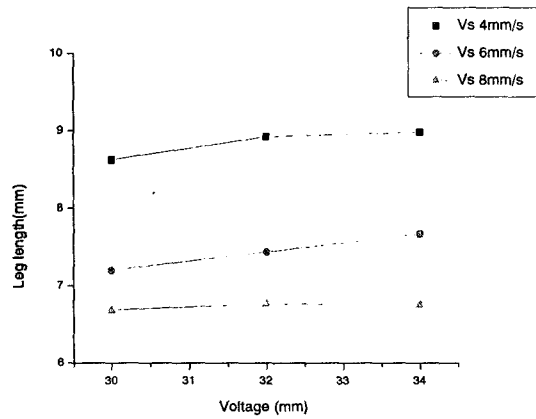


(b) torch angle (gap 4mm)

Fig. 5 Influence of the welding parameters on bead shape

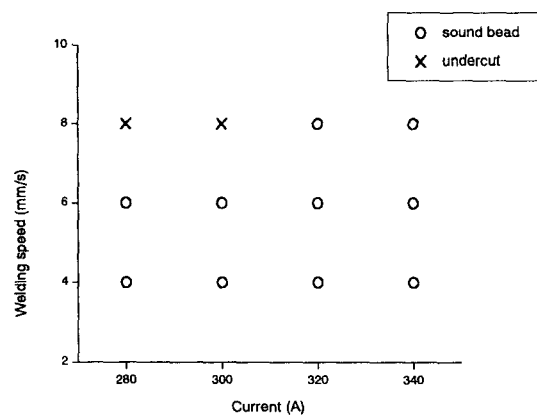


(a) undercut

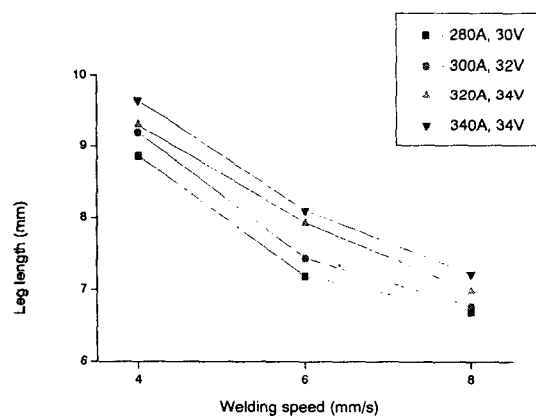


(b) leg length

Fig. 6 Influence of the welding voltage on existence of undercut and leg length (300A)



(a) undercut



(b) leg length

Fig. 7 Influence of the welding current on existence of undercut and leg length

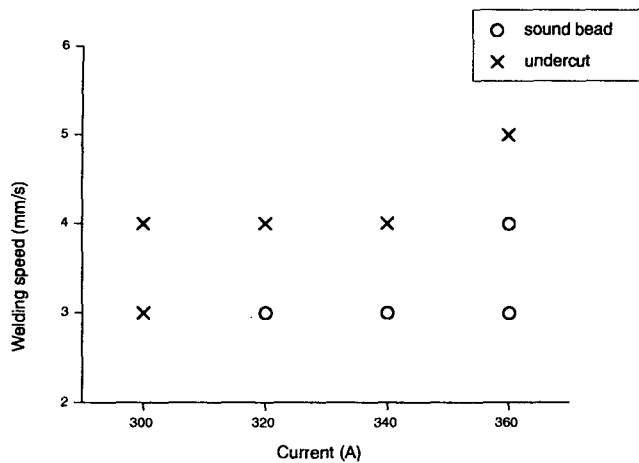
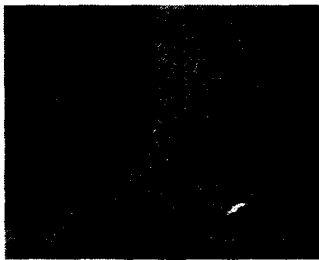


Fig. 8 Fillet welding with gap 4mm



(a) after 1st pass



(b) after 2nd pass

Fig. 9 Cross-sectional bead shape in fillet joint with gap 4mm

#### 4. 결 론

본 연구에서는 회전아크 용접을 수평필릿용접부에 적용하여 용접변수들이 용접비드에 미치는 영향을 실험적으로 규명하고 회전아크 용접이 수평필릿용접부에 성공적으로 적용될 수 있음을 확인하였다. 특히 간극이 존재하여 기존의 용접방법으로 적용이 어려웠던 간극이 있는 용접부에서도 회전아크를 적용시 양호한 용접비드를 얻을 수 있었다.

#### 후 기

본 논문은 과학기술부가 지원하는 특정연구개발사업중 중점국가연구개발사업(기계설비요소기술개발)으로 지원되어 수행되었음에 이에 감사드립니다.

#### 참고문헌

1. Y. Sugitiani, Y. Kobayashi and M. Murayama : Development and application of automatic high speed rotation arc welding, *Welding International*, 7-5(1991), pp. 577-583
2. U. Dilthey and J. Gollnick : Through the arc sensing in GMA-welding with high speed rotating torch, IEEE Industrial Electronics Society, IECON '98. Proceedings of the 24th Annual Conference of the IEEE, Vol. 4(1998), pp 2374-2377
3. 김철희, 나석주 : 중공축형 모터를 이용한 회전아크에 관한 연구, *대한용접학회지*, 18-5(2000), pp 589-594