

Fillet 용접부의 Blow Hole 발생에 미치는 강재의 화학조성 및 용접기법의 영향

Effect of Steel Chemistry and Welding Process on the Formation of Blow Hole at Fillet Weld

김대영*, 박무룡
현대중공업(주), 산업기술연구소

1. 서론

선박구조물의 보강재와 주판의 fillet 용접부에는 작업능률이 높은 gravity 용접이나 FCAW 나 metal cored wire를 사용한 CO₂ 용접기법 등이 적용된다. 이러한 fillet 용접부에서 주로 발생하는 용접결함은 기공으로 통칭되는 blow hole 이나 pit 이다. 용접부의 기공발생량은 용접조건 특히 용접속도, 용접재료의 특성 및 모재의 Zn 도장의 두께 등에 크게 의존된다¹⁾²⁾. 이외 에도 모재의 종류에 따라 blow hole 발생경향이 상이할 수 있는데, 이는 용탕중에 발생하는 CO gas 형성에 있어 모재로부터 유입된 화학성분의 영향을 받기 때문이다. 동일한 모재일지라도 용접부에 형성되는 blow hole 의 량은 용탕 보호분위기의 차이 즉, 용접기법의 차이에 의해서도 영향을 받게 된다.

따라서 본 연구에서는 fillet 용접부의 기공형성에 미치는 강재의 화학성분, 특히 열역학적으로 산소와 반응하여 쉽게 용탕중의 CO gas 를 생성할수 있는 Cu 의 영향을 용접기법별로 규명하고자 하였다.

2. 실험방법

Fillet 용접부의 기공에 미치는 강재중의 Cu 영향을 조사하기 위해, 그 함량이 0.08, 0.38 및 0.58 wt% 인 선급용 연강을 구하여, bead-on-plate로 표 1의 조건으로 gravity 용접하였다. 용접기법의 영향을 평가하기 위하여 Cu 함량이 0.58 wt%인 강재를 대상으로 bead-on-plate 용접을 실시하였다. Blow hole 발생 정도는 육안으로 용접부의 표면과 단면에 대하여 평가 하였으며, 시험결과 해석을 위해 용착금속의 산소함량을 분석하였다.

표 1. Bead-on-plate 용접 조건

용접 process	용접조건			용접재료
	전류(A)	전압(V)	속도 (mm/min.)	
Gravity	210	30	300	E7028
SMAW	170	26	150	E7016
FCAW	280	30	300	E70T

3. 결과 및 토론

Gravity 용접부에서의 blow hole은 표2 에서 보여주듯이 Cu 함량이 가장 많은 0.58%인 강재에서만 발생하였다. 이는 gravity 용접부의 blow hole 은 어느 Cu 함량이 상에서만 발생되며, 용착금속내의 산소함유량에 직접적인 영향을 받고 있음을 의미하고 있다. Cu 에 의한 용착금속의 blow hole은 Cu 산화물의 환원 반응(식 1)에 의해 형성된 CO gas 에 의하여 생성된다.



표 2. Gravity 용착금속의 blow hole 발생경향

모재의 Cu 함량 (wt%)	용착금속		Blow hole 발생 유무
	Cu (wt%)	O ₂ (ppm)	
0.58	0.25	1050	○
0.38	0.11	776	×
0.08	0.06	783	×

○: 발생, ×:발생없음

Fillet 용접부의 기공에 미치는 용접기법의 영향을 평가하기 위하여 Cu 함량이 0.58%인 강재에 대하여 SMAW 과 FCAW 용접을 실시하였다. 그 결과, SMAW와 FCAW 용접부에서는 blow hole이 발생하지 않았다. 이러한 결과는 용접입열량차이에 의한 CO gas 의 부상시간, 용착금속내의 산소량 등의 차이에 기인된다.

4. 결론

Fillet 용접부의 blow hole 발생량은 외관상 강재의 Cu 량 및 용접기법에 영향을 받으나, 실질적으로는 용착금속의 Cu 함량, 산소함량 및 용접조건에 의존한다.

5. 참고문헌

1. Kobe Steel Technical Report, Generation of porosity in Fillet Welding of Shop Primer Steel Plates and Preventive Measures, 1991.
2. Kobe Steel Technical Report, Preventive methods from porosity generation in high speed horizontal fillet twin tandem CO₂ welding, 1993.