

FCA용착금속의 상변태에 따른 미세조직

Microstructural of FCA Weld metal for Phase Transformation

서금희*, 김희진*, 유희수*, 김가희*

* 한국생산기술연구원

1. 서 론

철강의 아크용접에 있어서 모재는 아크열에 의해 약 2,500K까지 상승하여 용융풀(weld pool)을 형성한다. 그리고 1800~1600K사이의 온도에서는 용융금속(liquid metal, L)이 주상정 δ -페라이트상(columnar delta-ferrite phase)으로 응고되고 냉각이 계속되면 δ -페라이트는 오스테나이트(γ)로 변태하게 된다. 즉 $L \rightarrow M.P \rightarrow \delta \rightarrow \gamma \rightarrow \alpha$ 변태과정을 거치게 된다. 하지만 다층 용접부에서는 전 단계에 용접비드가 다시 아크열을 가하게 됨으로써 $\alpha \rightarrow \gamma \rightarrow \delta \rightarrow M.P \rightarrow \delta \rightarrow \gamma \rightarrow \alpha$ 와 같은 상변태를 겪게 된다. 이와 같이 일반적으로 열처리된 강재는 균일한 미세조직을 가지게 된다. 하지만 다층 용접부에서는 재가열된 용착금속을 가지게 됨으로 다양한 미세조직을 가지게 된다. 다양한 미세조직을 가지게 되는 다층용접부에서 상변태에 따라서 용착금속의 조직변화와 성질에 대해 확인하고자 한다.

2. 실험 방법

2.1 실험 장비 및 재료

본 연구에서는 용접전원은 인버터형 정격전류 500A급이었으며, 용접재료는 AWS E 71T-1규격의 FCA (ϕ 제시)을 사용하였다. 용접전류는 300A이며, 용접전압은 32V를 사용하였다. 그리고 용접모재는 mild steel을 사용하여 bead-on-plate 용접을 실시하였다. 그리고 bead-on-plate 용접부에서 측정된 용착금속의 화학성분은 Table 1과 같다.

Table 1. Chemical component of bead-on-plate weld metal (wt%)

C	Si	Mn	P	S
0.05	0.53	1.43	0.015	0.012

2.2 실험방법

용접시 모재의 성분이 희석되지 않도록 하기 위해 Fig 1과 같이 다층용접을 하였다. 용접모재에 다층의 비드윗부분은 연삭을 친후 단패스 용접을 한 후, 50℃정도 공랭한 후 다시 3/1정도 겹치도록 투패스 용접후 냉각속도에 따라 조직의 변화를 주기위해서 용접이 끝난 즉시 얼음물에서 급

랭을 시켰다. 급랭시킨 시편의 조직변화를 보기 위해 시편을 단면으로 절단한 후 광학현미경 및 주사전자현미경(SEM)에 의한 미세조직 관찰을 위하여 용접부의 단면으로부터 채취된 시편을 연마한 후 2%질산용액을 사용하여 부식시켰다. 같은 방법으로 경도를 일직선 방향으로 마이크로비커스경도(Hv)를 측정하여 경도의 변화를 확인하였다.

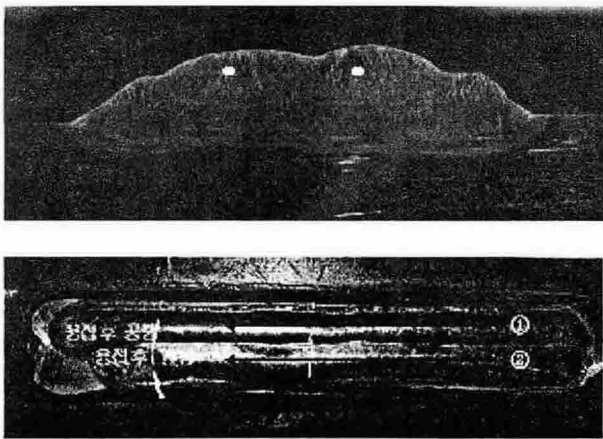


Fig 1. Specimen of multi-pass weld

3. 결과

다층용접 용접부에서는 용착상태의 미세조직이 재가열되어 새로운 오스테나이트상이 핵생성되어 성장하는 과정을 거치기 때문에 새로이 성장한 오스테나이트는 주조조직으로서의 특징 즉 연신된 형상은 지워지고 등축 결정립(equiaxed grain) 형상을 가지게 된다. 다층용접은 다른 상태로 인해 Fig 2에서 보는바와 같이 용착상태의 미세조직(as-deposit microstructure)과 재가열 미세조직(reheated microstructure)으로 나뉘게 되는데 그 경계를 구분하기 위해서 0.2mm간격으로 마이크로비커스경도를 측정하여 Fig 2와 같이 용착상태의 미세조직(as-deposit microstructure)이, 재가열 미세조직(reheated microstructure)보다 경도가 높음을 알 수 있었다고 시편의 위치에 따라서 냉각속도가 다를기 때문에 경도가 다를 수 있다.

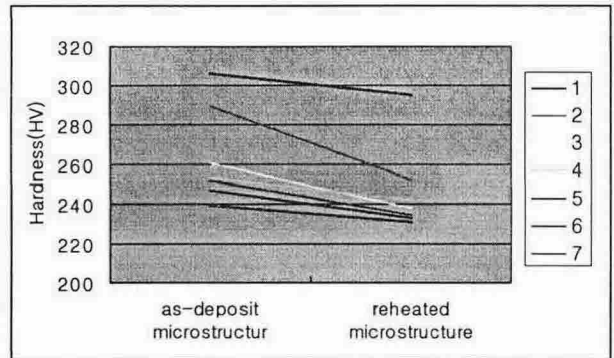


Fig 2. Micro Vickers Hardness

참고문헌

1. P. L. Harrison and R. A. Farrar: Application of continuous cooling transformation diagrams for welding of steels. International Materials Reviews 1989I
2. G. Thewis: Transformation kinetics of ferrous weld metals.
3. Hee Jin Kim and Bong Young Kang: Microstructural Characteristics of Steel Weld Metal. Journal of KWS,(2000)
4. D. J. Absoln: Guide to the light microscope examination of ferritic steel weld metals. IXJ-126-87
5. Krauklis, F.J. Barbaro, K.E. Easterling, Proc. of the Int. Conf. on Martensitic Transformations, Monterey Institute for Advanced Studies, Monterey, California, USA (1992) 439.