

입열량에 따른 FCA용착금속의 경도변화

Effect of Heat Input on Hardness of FCA Weld metal

김가희*, 김희진*, 유희수*, 서금희*

* 한국생산기술연구원

1. 서 론

강(steel)의 아크(arc)용접에서는 용접재료의 조성 및 미세조직을 제어함으로써 용착금속의 특성을 향상시킬 수 있다. 미세조직과 기계적 성질 사이의 상관관계는 체계화되어 있어서 용접재료의 고강도·고인성화는 대부분 미세조직의 미세화에 의해 추진되고 있다.

미세조직은 위치에 따라 차이가 많고 다양한 조직이 혼재되어 있다. 또한, 미세조직 성분 별로 미세경도가 다르게 측정되기 때문에 용착금속을 대표하는 미세경도를 보고할 경우 측정 횟수에 따른 평균치의 변화를 보고자 하였다. 또한 미세경도와 인장강도의 상관관계를 규명해 봄으로써 용착금속에서의 미세경도의 중요성과 측정횟수의 중요성을 검증한다.

2. 실험 방법

2.1 용접 조건

용접재료는 AWS E71T-1을 사용하였고, Table 1의 화학조성을 가진다. 모재와의 확산을 막기 위하여 10패스를 용접한 후, 최종 비드에서 시편을 채취하였다.

Table 2와 같이 입열량은 7, 25kJ/cm의 두가지 조건으로 용접하였다. 용접 속도는 27cm/min로 하였다. 입열량(H)을 구하는 식은 아래와 같다.

$$H(kJ/cm) = \frac{60VI}{S}$$

여기의 V는 전압, I는 전류, S는 속도이다.

Table 1. Chemical composition of welding material

C	Si	Mn	P	S
0.05	0.53	1.43	0.015	0.012

Table 2. Welding parameters by Heat input condition

Heat input(kJ/cm)	Voltage(V)	Current(I)
7	18	180
25	34	340

2.2 경도측정

7, 25kJ/cm 입열량에서 500gf, 1000gf 두조건으로 미세경도를 측정하였다.

용착금속 중앙부에서 Fig. 1과 같이 격자모양(4×10)으로 40회 까지 측정하였다. 격자간 거리는 0.5mm로 하였다.

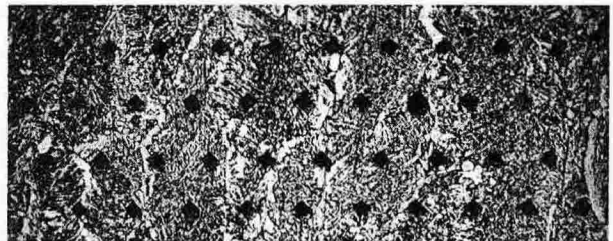


Fig. 1 Measurement of hardness in the specimen

3. 실험결과

3.1 측정 횟수에 따른 경도

경도 측정 횟수 증가에 따른 평균치 변화를 살펴 보았다. 측정 결과를 Fig 2.에서 보여 주고 있는데, 7kJ/cm의 입열량 시편을 500gf의 하중으로 미세경도를 측정된 데이터를 보면 1회 측정에서는 232HV이었던 것이, 측정 횟수가 증가하여 20회 이상이 되면 평균치인 240HV에 수렴하고 있다. 다른 조건의 시편에서도 같은 경향을 나타내고 있는 것을 확인할 수 있다. 이러한 결과로부터 용착금속의 미세경도를 측정할 경우에는 적어도 20회 이상을 측정하여 평균하는 것이 합리적인 임을 알 수 있다.

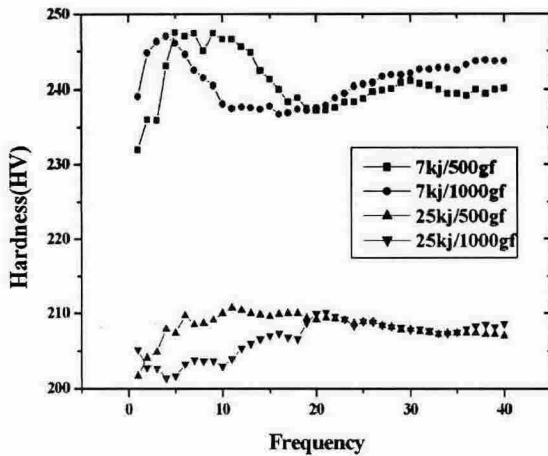


Fig. 2 Variation of average hardness with the number of measurement

3.2 미세조직에 따른 경도

다음으로는 앞서 측정한 40회의 미세경도 값을 일정범위로 나누어 빈도수를 계산하여 보았다. 그 중 25kJ/cm 입열량의 시편을 보면, Fig. 3는 계산된 결과를 보여 주는 것인데, 3개의 피크가 존재하고 있음을 알 수 있다. 이들의 피크 경도치는 230HV, 245HV, 265HV 으로 나타나고 있는데, 이들의 값을 Fig. 4에서 보여주는 경도치와 비교해 보면 IIW(International Institute of Welding)에서 정한 규정에 따라 구분한 PF(Primary ferrite), FS(Ferrite with second phase), AF(Acicular ferrite)를 대변하여 주고 있음을 알 수 있다. 따라서 경도 측정 결과를 일정 범위로

나누어 보면 미세조직 분율을 예측할 수 있을 것으로 예상된다. Fig 5의 25kJ/cm 입열량의 미세조직 분율과 비교해 보면 어느 정도 비슷한 양상을 나타내고 있음을 확인할 수 있다.

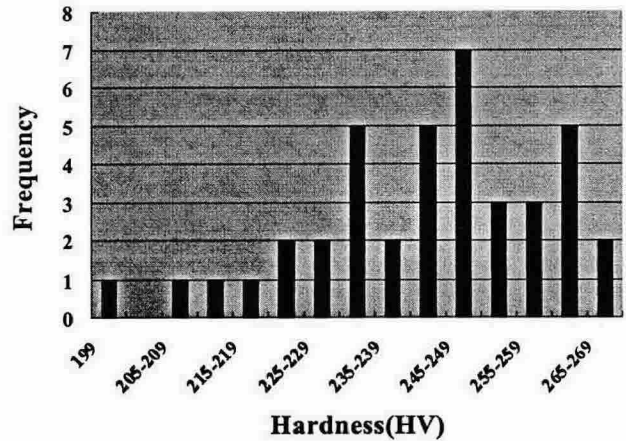


Fig. 3 Frequency of Hardness separated by definite range

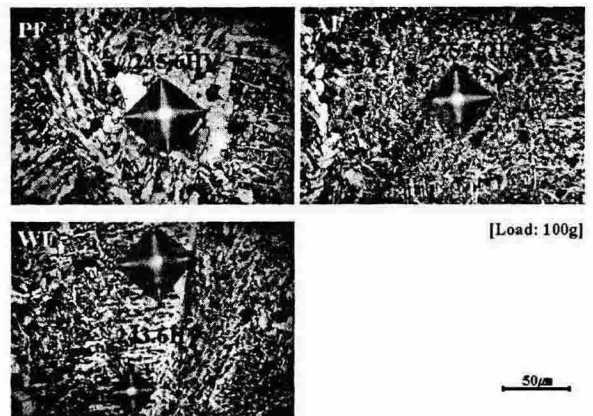


Fig. 4 Hardness of various microstructural constituents.

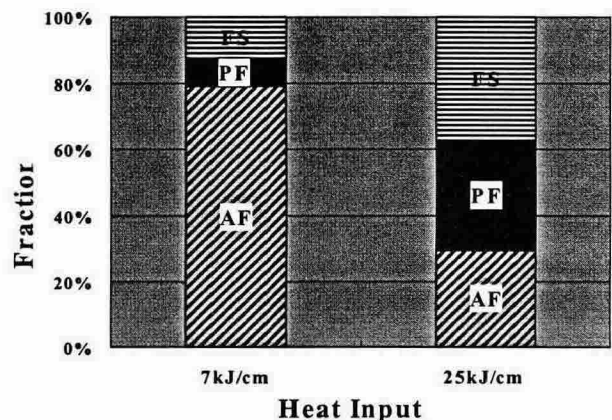


Fig. 5 Microstructural variation with heat input

3. 3 미세경도와 인장강도의 관계

용착금속에서의 미세 조직적 특성에 따른, 미세 경도와 인장강도의 상관관계를 규명하기 위하여 용착 금속에서의 미세경도와 인장강도를 동시에 측정해 보았다. Fig. 6의 결과를 보면 5회 미세경도를 측정하는 것보다 20회 측정 하였을 때에 경도값이 인장강도와의 관계에서 직선에 가깝게 수렴하고 있는 것을 알 수 있었다. 또한 기울기를 구해보면 5회 측정 2.8, 20회 측정 하였을 때는 3.4를 나타내었다.

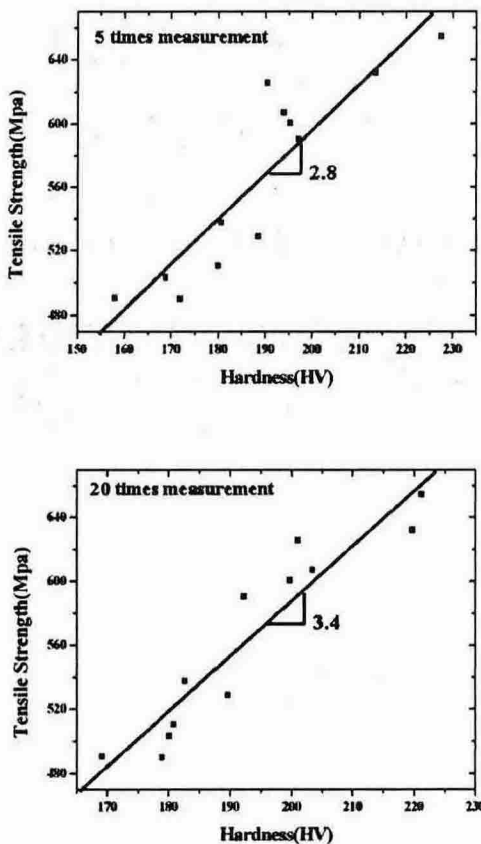


Fig. 6 Relation between Tensile strength and Hardness(HV)

4. 결 론

입열량에 따른 FCA용착금속의 경도변화를 연구한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) 용착금속의 미세 조직 성분에 따라 미세경도값은 크게 변화한다
- 2) 상기한 특성으로 인하여 용착금속의 미세경도는 20회 이상 측정하여 평균하는 것이 바람직하다.

람직하다.

3) 용착금속에서의 인장강도는 미세경도와 직선적인 관계를 보여주었으며, $\sigma_{UTS} = 3.4HV$ 의 관계식으로 표현된다.

참고문헌

1. D. J. Abson, A. Duncan, R. J. Pageter: Guide to the light microscope examination of ferritic steel weld metals, IIW Doc. No. 1533-88 (1988)
2. Hee Jin Kim, Bong Yong Kang: Microstructural characteristics of steel weld metal, J. of KWS, 18-5(2000), 565(in Korean)
3. E. Levine, D. C. Hill: Structure-property relationships in low C weld metal, Met. Trans. A, 8A-9(1977), 1453
4. R. Thibau, S. R. Bala: Influence of electroslag weld metal composition on hydrogen cracking, Welding Journal, 62-5(1983), 97s
5. R. Farrar, P. Harrison: Microstructural development and toughness of C-Mn and C-Mn-Ni weld metals: Part 2-Toughness, Metal Construction, 19-8(1987), 447R