기 술 논 문

철강 용착금속 미세조직의 정량화 기법 검증

김 가 희* · 김 희 진* · 유 회 수*

*한국생산기술연구원

Verification of Quantitative Evaluation Method for Ferritic Weld Metal Microstructure

Ka-Hee Kim*, Hee-Jin Ki* and Hoi-Soo Ryoo

*Korea Institute of Industrial Technology, Cheon-an 330-820, Korea

Abstract

Quantitative evaluation was performed on the microstructure of flux-cored arc(FCA) weld metal using a method known as IIW scheme. It was mainly intended to figure out any practical difficulties in applying this method and also to provide the consumable makers with basic guide line in developing FCA welding consumables for better properties. Assessment of the experimental results showed IIW scheme was quite reliable in the low heat input range where the acicular ferrite was a major constituent. However, in the high heat input range, some scatter was noticed as the other phases like grain boundary ferrite and Widmansttaten ferrite become dominant. It implies that the accuracy of IIW scheme depends on the fraction of microstructural constituents and it become worse as the fraction of latter two phases increases. This tendency was discussed in terms of the characteristics of those two phases. In addition, base line microstructure of rutile type FCA weld metal was addressed for developing new FCA welding consumables intended for higher heat input welding.

* Corresponding author : biom98@kitech.re.kr

(Received January 19, 2005)

Key Words : Microstructural constituents, Hardness, Flux cored arc welding, Heat input

1. 서 론

탄소강 용융금속(liquid metal)은 냉각과정에서 주상정 δ-페라이트조직으로 응고하고, 주상정 δ-페라이트로부터 형성된 주상정 오스테나이트(γ)조직은 페라이트(α)로 변태하여 1차 미세조직(primary microstructure)이 생성된다. 이렇게 생성되는 1차 미세조직은 다양한 조직들의 조합으로 구성되어 있는데, 1차 미세조직을 구성하고 있는 주요 미세조직 성분(본 논문에서는 이를 단위조직 또는 단위 미세조직이라고 칭함) 및 그들의 명칭에 대해서는 Abson 등이 보고한 바와 같다[1]. 단위조직들의 명칭은 IIW(International Institute of Welding)에서 규정한 바를 따르는 것이 일반적인데, 그들의 미세조직학적 특성 및 유사 명칭에 대해서는 본 학회지를 통하여 기 보고한 바 있다[2]. 그런데 인장강도가 500Mpa급인 용착금속에서는 입계페라이트(grain boundary ferrite), 위드멘스테텐페라이트(IIW에서는 위드멘스테텐페라이트를 ferrite with second phase (FS)로 분류하고 있음), 그리고 침상형 페라이트(acicular ferrite) 등이 대표적인 단위조직이다. 이렇게 형성된 1차 미세조직은 다음 패스의 용접열 사이클에 의해 재가열되고, 재 냉각되면서 2차 미세조직을 형성하게 된다. 2차 미세조직의 구성 성분은 1차와 거의 동일하지만 결정립 크기가 작아지기 때문에 각각의 성분들이 차지하는 분율에 있어서는 다소 차이가 있을 것으로 예상된다. 하지만 단위조직의 분율은 기본적으로 용착금속의 화학조성 및 냉각속도에 의해 직접적인 영향을 받게 되는데, 이들의 분율은 용착금속의 기계적 성질 및 저온균열 감수성 등을 결정하는 주요 인자가 된다[3-7].

용착금속의 미세조직 분율이 기계적 성질에 미치는

Copyright (C) 2005 NuriMedia Co., Ltd.

영향에 대해서는 많은 연구가 수행되어 이들 사이의 상관관계는 비교적 체계화되어 있으며, 침상형 페라이트가 차지하는 분율이 증가하면 용착금속부의 강도 및 인성이 동시에 향상된다는 것은 잘 알려진 사실이다[8]. 따라서 용접재료 개발연구는 최적의 미세조직을 얻기 위한 함금설계를 주요 대상으로 하고 있는데, 함금설계의 유효성을 검증하기 위해서는 용착금속을 구성하고 있는 미세조직을 정확히 분석할 수 있어야 한다. 즉 각각의 단위 미세조직이 차지하고 있는 분율을 정량적으로 평가할 수 있어야 한다는 것이다. 그러한 필요성 때문에 IIW에서는 8년간의 국제공동 연구 끝에 미세조직 정량화 기법을 1988년에 제안하게 되었다[1]. 그리고 이 기법은 그 동안 여러 연구자들에 의해 광범위하게 사용되어 왔다[7-10]. 그러나 이 기법을 실제로 적용함에 있어서는, 연구자들에게 많은 시간과 경험을 요구하게 된다. 그리고 측정 결과에 대한 신뢰성이 확실치 않아서 정성적인 분석만 수행하고 바로 기계적 시험을 수행하는 것이 일반화 되어 있다. 특히 본 기법의 신뢰성 문제에 대해서는 TWI가 주관하여 실시한 round robin test (RRT)를 통하여 확인된 바 있는데, 그들의 노력에도 불구하고 참여기관에 따라 그리고 측정자에 따라 많은 차이를 보여 준다는 사실을 확인하는 정도에서 만족해야 했다[11]. 이러한 문제점 때문에 IIW기법은 보고서 형식으로 제안만 되어 있을 뿐 아직까지 단체규격이나 국제규격으로 발전하지 못하고 있는 것이다. 국내에서도 용착금속의 미세조직과 관련한 연구는 단편적으로 수행된 바 있는데[12,13], IIW기법을 준용하여 체계적으로 정량화한 연구논문은 찾아 볼 수 없었다. 이 또한 정량화를 위한 작업이 어렵다는 것을 반증하고 있는 것이다.

이에 본 연구에서는 국내 최초로 IIW에서 제안한 기법을 충실히 준용하여 미세조직을 정량화하는 작업을 수행하여 보고자 하였으며, 그러한 과정에서 IIW기법이 가지고 있는 문제점을 도출하여 보고자 하였다. 그리고 이러한 정량화 작업을 수행함에 있어 분석 대상을 국내 조선업계에서 가장 많이 사용하고 있는 플럭스코어드아크(FCA) 용접재료로 함으로써 향후 조선업계가 요구하고 있는 고입열·고인성 FCA용접재료 개발에 필요한 기본 데이터를 제공하고자 하였다.

2. 실험 방법

2.1 용접시편 제작

본 시험에 사용된 용접재료는 국내에서 시판되고 있는 AWS E71T-1규격의 플럭스코어드 와이어이며, 직경은 1.4mm이었다. 화학성분은 Table 1과 같다.

용접시편은 Fig. 1과 같이 4층으로 10패스 용접하여 제작함으로서 모재의 희석을 최소화하였다. 이렇게 하여 얻어진 용접시편의 최종 비드에서 미세조직 정량화 작업을 수행하였다.

최종 비드를 용접할 때는 용융금속이 응고하기 전에 용융풀에 R-type 열전대(Pt/Pt-13%Rh)를 직접 삽입하여 용접부의 냉각속도를 측정하였다. 용접이 완료된 시편은 적당한 크기로 절단하여 최종 비드의 단면 중앙부에서 미세조직을 분석하였다. 즉 용융금속으로부터 형성된 1차 미세조직에 국한하여 정량화 작업을 수행한 것이다.

용접시편은 입열량을 변수로 하여 5개의 시편을 제작하였는데, 이는 측정 기법의 정확성을 검증하기 위한 것이다. 입열량은 용접전압과 전류를 달리하여 7, 14, 17, 20, 25kJ/cm의 조건으로 용접하였으며, 보호 가스는 100% CO_2가스를 사용하였다. Table 2은 본 시

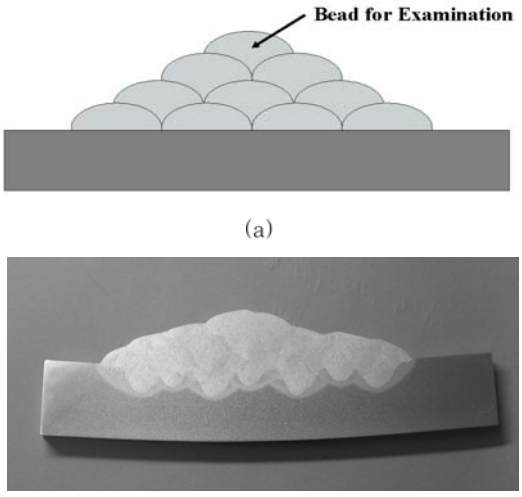

Fig. 1 Specimen preparation: (a) build-up sequence, and (b) macrostructure of welded specimen prepared

Table 1 Chemical composition of weld material

C	Si	Mn	P	S
0.05	0.53	1.43	0.015	0.010

Table 2 Welding conditions and heat inputs employed in this study.

Heat input (kJ/cm)	Voltage (V)	Current (A)	Welding Speed (cm/min)	CTWD (mm)
7	18	180	28	20
14	25	250		
17	28	270		
20	30	300		
25	34	340		

Copyright (C) 2005 NuriMedia Co., Ltd.

험에서 적용한 용접조건을 보다 자세히 보여 주고 있다.

2.2 미세조직 정량화 기법

본 연구에서는 IIW에서 추천하는 기법에 준하여 시편을 준비하고, 미세조직을 관찰하였다. 미세조직은 시편을 2%나이탈용액으로 에칭한 다음, 광학현미경으로 관찰하였다. 각 미세조직의 구별이 뚜렷하면서 많은 부위를 포함할 수 있는 배율인 500배로 관찰하였다. 또한 500배는 IIW에서 규정하고 있는 배율이기도 하다. 측정 범위는 가로 4장, 세로 3장으로 직사각형 모양으로 12시야를 측정하였는데, 7kJ/cm의 최저입열량 일 때 에는 전체 용착금속 면적의 1/3을, 25kJ/cm인 최고입열량의 전체 용착금속 면적의 1/6정도를 포함하는 범위이다. IIW에서는 단위 미세조직 성분을 5가지의 대분류 조직(principal constituents)과 세분화된 소분류 조직(sub-categories)으로 분류하여 제시하고 있는데, 본 연구에서는 대분류 조직에 한정하여 분석을 수행하였다. 대분류 조직은 Primary Ferrite(이하 PF), Acicula Ferrite(이하 AF), Ferrite with Second Phase(이하 FS), Ferrite Carbide Aggregate (이하 FC), Martensite(이하 M)의 5가지이다.

Fig. 2은 20kJ/cm의 입열량으로 용접한 용착금속을 500배의 배율로 관찰한 결과인데, 여기서는 500Mpa급 용착금속에서 나타나는 단위 미세조직의 전형적인 형상을 보여 주고 있다. 이러한 미세조직 집합체를 단위조직 별로 정량화하기 위해서는 먼저 Fig. 3과 같이 500배 광학현미경 사진에 격자형의 그물망을 중첩시키고, 격자의 교차점에 존재하는 미세조직이 어떠한 성분인지를 결정하였다. 모든 격자점에서 이를 반복 수행하게 하여, 한 장의 미세조직 사진을 정량화하였다. 즉 각각의 단위조직이 차지하는 격자점을 백분율로 계산하여 전체 미세조직을 정량화하였다.

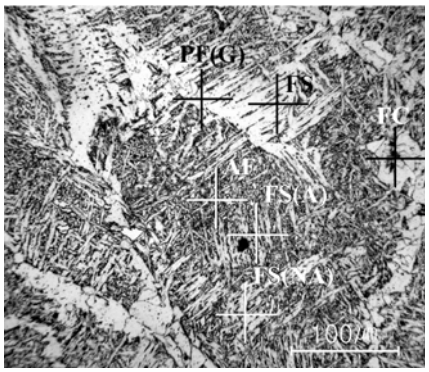

Fig. 2 As-deposited weld microstructure showing the various microstructural constituents

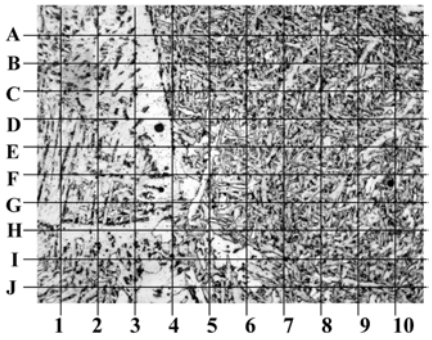

Fig. 3 Optical micrograph superimposed with grid patter

본 연구에서는 각각의 입열에서 12장의 광학현미경 사진을 찍었다. 1장당 100개의 지점을 관찰하였음으로 시편 당 총 1200개 지점에서 미세조직을 분석하였다. 미세조직 분석이 종료된 시편은 재 그라인딩 및 폴리싱하여 로크웰 B스케일로 경도를 측정하였다.

3. 시험 결과

3.1 용착 금속의 화학성분

용착금속의 화학조성은 최고입열인 25kJ/cm와 최저입열인 7kJ/cm의 시편에 대해 분석을 수행하였다. Table 3에서 보듯이 고입열에서는 Si과 Mn의 함량이 저하되었음을 알 수 있다. 이들 원소는 탈산제로 작용하기 때문에 고입열 용접에서 보다 많이 슬래그화 되었을 것으로 생각된다.

3.2 입열량에 따른 냉각속도의 변화

입열량에 따른 냉각 곡선은 Fig. 4와 같은데, 입열량이 증가함에 따라 냉각속도가 느려지는 것을 알 수 있다. 냉각속도를 정량화하기 위하여 800℃에서 500℃에 이르는 냉각시간, Δt(800-500)을 측정하여 보았다. 입열이 7kJ/cm인 경우에는 6.0초이었으며, 입열이 증가함에 따라 냉각속도는 저하하여 입열량이 25kJ/cm으로 높아지면 Δt(800-500)는 153초로 증가하였다. 이러한 냉각속도의 차이로 말미암아 용착금속의 미세조직은 입열량에 따라 상이하게 되는 것이다.

Table 3 Chemical composition of final weld bead (wt.%)

	C	Si	Mn	P	S
7 KJ/cm	0.050	0.57	1.59	0.019	0.008
25 KJ/cm	0.057	0.45	1.39	0.011	0.009

Copyright (C) 2005 NuriMedia Co., Ltd.

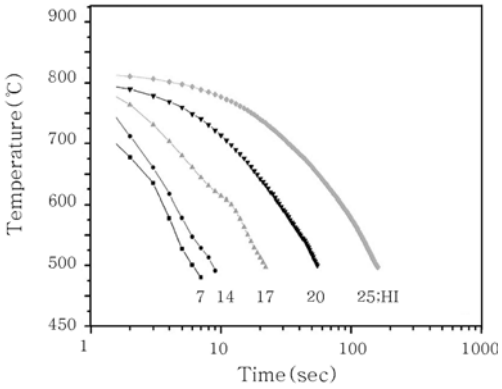

Fig. 4 Cooling curves with different heat input.(HI)

3.3 입열량에 따른 미세조직의 변화

Fig. 5는 각각의 입열량에서 나타나는 미세조직을 저배율로 관찰한 사진이다. 주상정 조직의 입계를 따라 입계페라이트가 잘 발달되어 있음을 볼 수 있다. 그리고 입열량이 증가하면 AF의 양은 감소하고, 입계페라이트량은 증가한다는 사실을 정성적으로 확인할 수 있다. 이러한 경향을 정량화하기 위하여 앞에서 설명한 IIW기법을 활용하여 단위조직별로 구성분율을 측정하였는데, Fig. 6은 그 결과를 보여 주는 것이다. 본 연구의 FCA 용착금속에서는 PF, AF, FS, FC의 네 가지 미세조직을 확인할 수 있었는데, 마르텐사이트(M) 조직은 어디에서도 찾아 볼 수 없었다.

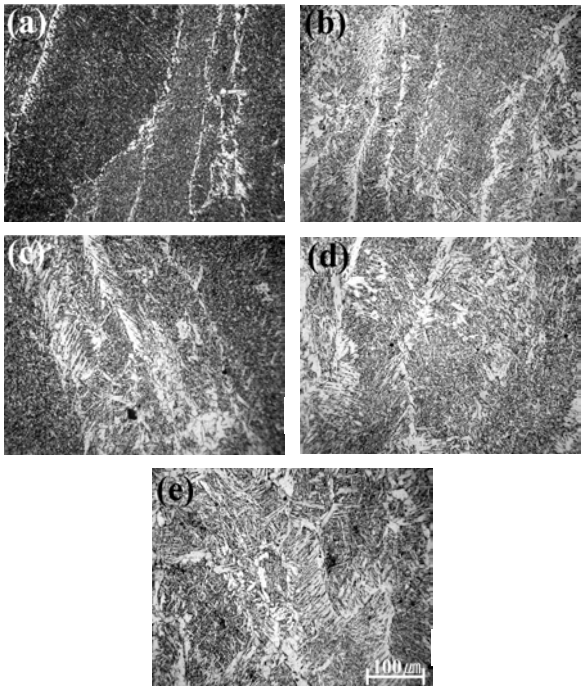

Fig. 2 As-deposited weld microstructure showing the various microstructural constituents

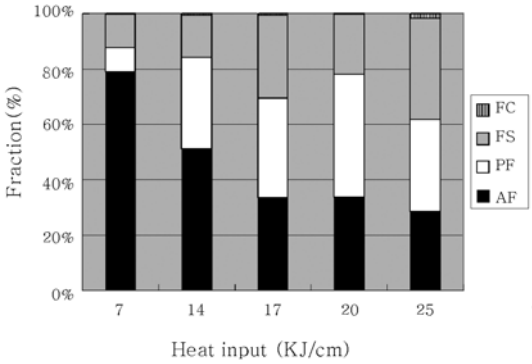

Fig. 6 Microstructural variation with heat input

Fig. 6은 입열량이 증가함에 따라 AF분율은 감소하고 PF와 FS는 증가한다는 사실을 정량적으로 보여주고 있다. 여기서 입열에 따른 미세조직 특성을 살펴보면, 7kJ/cm에서는 전체 미세조직의 80% 정도가 AF로 구성되어 있다. 14kJ/cm에서는 PF분율이 크게 증가하여 AF와 PF가 주된 조직으로 되어 있다. 그리고 17kJ/cm 이상에서는 FS의 분율이 증가하여 AF, PF 및 FC가 거의 동등한 비율로 혼재되어 나타나고 있는 것이다.

상기한 변화를 보다 자세히 분석하기 위하여 단위조직 별로 재구성하여 Fig. 7에 나타내었다. 먼저 AF분율의 변화를 보면, 저입열 범위에서는 입열량 증가에 따라 감소폭이 큰데 반하여 고입열 범위에서는 감소폭이 둔화되고 있다. 즉 7kJ/cm의 입열에서 75% 수준의 AF분율이 14kJ/cm 및 17kJ/cm으로 증가하면 52% 및 34%로 크게 감소하였다. 그러나 17kJ/cm 이상에서는 입열량이 증가하여도 30~34% 수준을 유지하고 있다. 한편 입열량이 증가하면 PF와 FS가 차지하는 분율은 AF가 감소하는 만큼 증가하게 되는데, 이들이 증가하는 경향에는 뚜렷한 차이가 있음을 발견할 수 있다. 먼저 PF분율 변화를 살펴보면, 입열조건이 7kJ/cm에서 14kJ/cm로 증가함에 따라 8%에서 33% 정도로 크게 증가하였지만, 그 이상의 입열에서는 거의 변화가 없는 것으로 판단되었다. 한편 FS는 14kJ/cm 까지는 15% 수준을 유지하고 있다가 17kJ/cm의 입열조건에서 30% 수준으로 급격히 증가하였으며, 25kJ/cm에서는 더욱 증가하여 38%가 되었다. 그리고 Fig. 6의 결과에서 보듯이 25kJ/cm의 입열조건에서는 FC가 미량 관찰 되었다.

여기서 한 가지 언급하고 넘어가야 할 사항이 있는데, 이는 Fig. 7의 PF 및 FS결과를 분석함에 있어 20kJ/cm의 결과를 고려하지 않았다는 것이다. 이들의 데이터는 전반적인 경향에서 크게 벗어나 있어서 시험

Copyright (C) 2005 NuriMedia Co., Ltd.

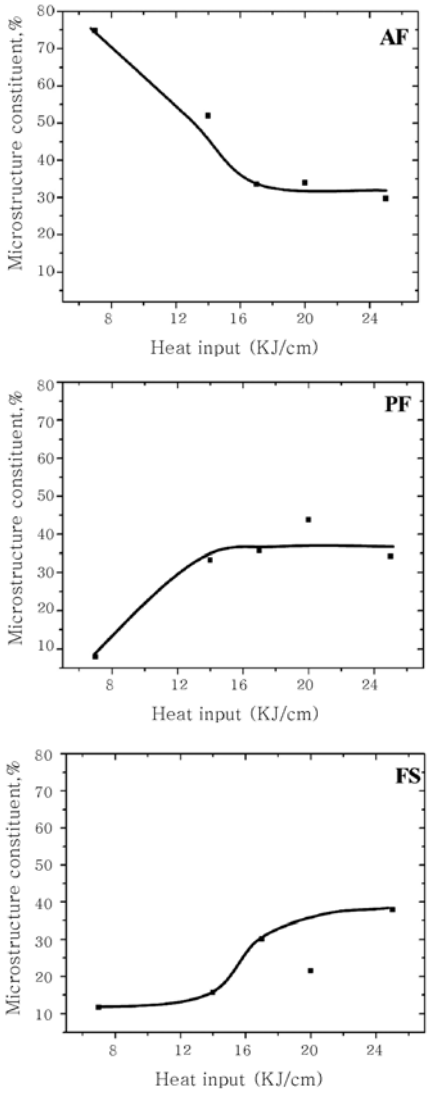

Fig. 7 Microstructural variation with heat input

오차로 간주하였던 것이다. 이러한 오차가 발생할 수밖에 없는 원인에 대해서는 고찰 부문에서 설명하고자 한다.

3.4 입열량에 따른 경도 변화

입열량 변화에 따른 용착금속부의 경도변화를 확인하기 위하여 용착금속부의 경도를 로크웰 B스케일로 측정하여 결과를 Table 4에 나타내었다. Table 4의 결과에서 보듯이, 17kJ/cm 이하의 저입열 영역에서는 입열이 증가함에 따라 경도가 지속적으로 저하하고 있지만, 17kJ/cm 이상의 입열 조건에서는 입열량의 영향이 나타나지 않고 있다. 상기한 경향은 Fig. 7의 AF 분율의 변화와 유사한 것이다. 따라서 이들 사이의 상관관계를 규명하기 위하여 AF분율과 경도를 1:1로 대응시켜 Fig. 8에 나타내었다. 이 그림에서 알 수 있듯이 용착금속의 경도는 AF분율(%)이 증가함에 따라 거의 직선적으로 증가하는 경향을 보여 주어 이들 사이에는 매우 높은 상관관계가 있는 것으로 판단된다.

Table 4 Variation of hardness with heat input

H(kJ/cm)	HRB			평 균
	1	2	3	
7	97.0	96.0	96.5	96.5
14	92.0	93.0	93.0	92.7
17	92.0	92.0	92.0	92.0
20	91.0	92.0	91.5	91.5
25	92.0	91.0	91.0	91.3

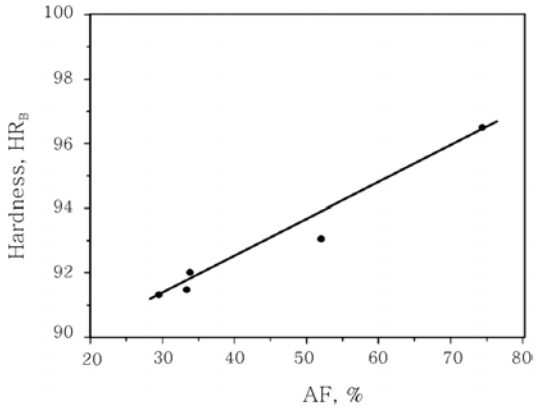

Fig. 8 Relationship between AF(%) and hardness (HR_B)

4. 고 찰

4.1 IIW기법의 측정 신뢰성

본 연구에서는 FCA용착금속의 단위 미세조직의 분율을 IIW기법에 의거하여 측정함으로써 입열량 변화에 따른 단위조직의 분율 변화를 정량적으로 확인할 수 있었다. 일반적으로 알려져 있는 바와 같이, 본 연구에서도 입열량이 증가함에 따라 AF의 분율은 감소하고, PF와 FS의 분율이 증가하였다. 따라서 본 연구를 수행함에 있어서 IIW기법이 온전히 활용된 것으로 판단된다.

그러나 단위조직 차원에서 각각의 측정 신뢰성을 평가하여 보면 다소의 차이를 발견할 수 있었다. Fig. 7의 결과에서 보듯이 AF의 경우는 점진적인 변화를 보여 주어 측정 신뢰성이 매우 높은 것으로 판단되었다. 그러나 PF와 FS의 경우에는, 20kJ/cm의 결과에서 보듯이, 돌출적인 데이터를 보여줌으로써 정확성에 문제가 있음을 확인시켜 주었다. 여기서는 이러한 문제점이 발생하는 원인을 PF조직과 FS조직의 특성으로부터 유추하여 보고자 한다. 본 시험에서 관찰되었던 PF조

Copyright (C) 2005 NuriMedia Co., Ltd.

직은 대부분이 입계페라이트이고, FS조직은 대부분이 위드멘스테텐 페라이트이었다. 위드멘스테텐 페라이트는 입계페라이트로부터 성장하는 조직이기 때문에 이들은 항시 인접하여 나타나는 상들이다. 문제는 이들 조직 사이에 계면이 존재하지 않아서 이들 두 상의 경계부 근처에 격자점이 위치하게 되면 이를 정확히 판독할 수 없다는 것이다. Abson 등[1]은 이러한 문제점을 예상하고, Fig. 9와 같이 두 상 사이에 가상의 계면을 만들어서 판독의 어려움을 해소토록 제안하고 있으나, 실제 판독작업에서는 그러한 계면을 그리기 어려운 경우가 자주 발생하였다. 그리고 그러한 경우는 위드멘스테텐 페라이트의 양이 증가할수록 보다 빈번히 나타나서 결국에는 측정 신뢰성을 저하시키는 원인이 되었다.

결국 IIW기법에서 추천하는 정량화 기법은 단위조직에 따라 신뢰성의 차이가 있는 것이다. AF조직은 명확히 구분이 되기 때문에 신뢰성이 매우 높은 반면 PF와 FC의 경우에는 이들 사이의 경계가 명확치 않아서 신뢰성이 낮을 수밖에 없다는 것이다. 이러한 이유 때문에 PF와 FC의 분율이 증가하게 되면 이들의 측정 오차도 증가하게 되므로, Fig. 7의 20kJ/cm 결과와 같이 이들의 측정 오차는 증가할 수 있는 것이다.

4.2 정량화 결과의 활용

본 연구에서 사용한 용접재료는 국내에서 시판되고 있는 AWS E71T-1규격의 rutile-type의 플럭스코어드 와이어이다. Rutile-type의 플럭스코어드 와이어는 작업성이 양호하다는 장점이 있는 반면에 저온 인성이 취약하다는 약점을 가지고 있다. Fig. 7에서 보듯이 7kJ/cm의 입열 조건에서는 AF분율이 75%에 이르러 저온인성이 양호할 것으로 예상되지만, 입열이 증가하면 AF분율이 급격히 저하하는 경향이 있어 저온인성 또한 급격히 저하할 것으로 예상된다. 따라서 본 연구에서 사용한 플럭스코어드 와이어를 사용하여 저온인성을 확보하려면, 용접 입열을 일정 수준 이하로 유지되어야 하는 것이다. 그럼에도 불구하고 수요가들은 생산성 향상을 위하여 보다 높은 입열 조건을 선호하는 것이 국내 현실이다. 즉 수요가들은 고입열 용접에서도 저온인성이 양호한 플럭스코어드 와이어를 요구하고 있는 것이다. 이러한 요구조건을 충족하여 주기 위해서는 새로운 함금설계를 하여야 하는데, 이러한 개발 연구를 추진함에 있어 본 연구를 통해 구축된 정량화 기법은 매우 유용하게 사용될 수 있을 것이다. 그리고 Fig. 8에서 보고한 미세조직 구성비는 현재 국내에서 시판되고 있는 FCA용접재료의 수준을 의미하는 것이기 때문에, 향후 개발제품의 미세조직 목표를 정량적으로 설정하고자 하는 경우에 있어서, 이러한 구성비는 기초 데이터로서 활용될 수 있을 것이다.

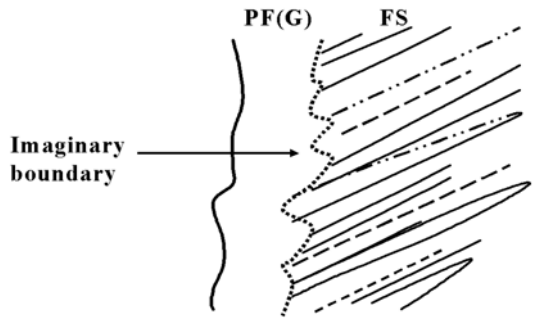

Fig. 9 Imaginary boundary joining ends of second phase[1]

5. 결 론

FCA용접재료를 입열별로 용접하여 용착금속의 미세조직을 IIW기법에 따라 정량적으로 평가하는 연구를 수행함으로써 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1) 단위 미세조직을 정량화함에 있어 결과치의 신뢰성은 단위조직에 따라 차이를 보여 주었는데, AF조직의 경우에는 신뢰성이 매우 높은 반면에 PF와 FS의 경우는 이들이 가지는 미세 조직적 특성 때문에 신뢰성이 저하하였다.

2) 용접 입열이 증가함에 따라 AF의 분율은 감소하지만 17kJ/cm 이상에서는 더 이상 저하하지 않고 최저 수준을 유지하였다. 반면에 PF는 14kJ/cm 이하의 저입열 범위에서 급격히 증가하였으며, FS는 14-17kJ/cm의 입열 범위에서 급격히 증가하는 경향을 보여 주었다.

3) 용착금속의 경도는 AF분율이 증가함에 따라 직선적으로 증가하는 경향을 보여 주었다.

참 고 문 헌

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:

Copyright (C) 2005 NuriMedia Co., Ltd.

Part 2-Toughness, Metal Construction, **19-8**(1987), 447R
6. G. M. Evans: Microstructure and properties of ferritic steel welds containing Ti and B: Welding Journal, **75-8**(1996), 252s
7. Z. Zhang and R. A. Farrar: Influence of Mn and Ni on the microstructure and toughness of C-Mn-Ni weld metals, Welding Journal, **76-5**(1997), 183s
8. G. M. Evans: The effect of titanium in manganese-containing SMA weld deposits, Welding Journal, **72-3** (1993) 123s
9. G. M. Evans: The effect of titanium in SMA C-Mn steel multipass deposits, Welding Journal, **71-12** (1992) 447s
10. D. J. Abson: Quantitative assessment of low alloy steel weld metals using the light microscope - Results of an international point counting exercise, IIW Doc. No. IX-1687-92 (1992)
11. J. H. Koh, J. H. Kook: A study on the effect of heat input on the microstructure and toughness of weldment made by domestic flux cored wires, J. of KWS, **11-4**(1993), 164 (in Korean)
12. O. S. Kim, I. S. Chung, K. C. Park: Microstructural changes on weld heat input in 60kg/mm2 quenched and tempered high strength steel, J. of KWS, **11-4**(1993), 186 (in Korean)

Copyright (C) 2005 NuriMedia Co., Ltd.