

프라즈마 육성용접에 의한 주철표면 용접부의 조직변화 고찰

김경중, 서정현 (한국해사기술연구소)

A study on the microstructure change in the plasma
surfacing weld on the cast iron.

서론)

주철은 주조성이 우수한 관계로 복잡 다양한 형상의 구조재로 광범위하게 사용되고 있다. 허나 주철의 용접성은 열영향부위 (HAZ)에서 생기는 일련의 조직변화로 인해 만족스럽지 못한 결과를 얻고 있다. 특히 열영향부에서도 국부적으로 용융상태에 도달되는 지역에서 흑연상들의 연결된 형상으로서의 석출이 이 지역에서 형성되는 마텐사이트 조직과 함께 균열의 발생 및 성장에 가장 큰 영향을 미치고 있다.

이런 제한적인 이유로 주철용접시 구상흑연 주철¹⁾의 경우 HAZ부에서 연결된 흑연상의 석출 또는 마텐사이트로부터 형성되는 2차 흑연상의 석출등을 방지하기 위해 낮은 입열의 용접방법이 소개되고 있다. 이와는 달리 판상흑연 주철²⁾의 경우 열영향부에서 마텐사이트 조직 형성을 억제하기 위해 예열 또는 용접재³⁾의 사용이 요구된다.

본 실험에서는 플라즈마 표면육성 용접방법에 의하여 판상흑연 주철 표면에 내균열장항상을 위하여 Fe-Mn-Al 합금을 육성 용접하였을시 용접부에서 관찰되어지는 조직변화 및 문제점에 대해 파악하고자 한다.

실험방법)

용접재인 Fe-Mn-Al 강을 분말화해서 준비된 판상흑연 주철의 표면에 플라즈마 표면육성 용접재를 이용해 용접(그림1)을 실시했다. 판상흑연 주철 및 용접재인 Fe-Mn-Al 강과 분말화된 Fe-Mn-Al 강들의 성분이 아래에 나타나 있다 (표1).

표1) 모재 및 용접재 성분분석 (wt%)

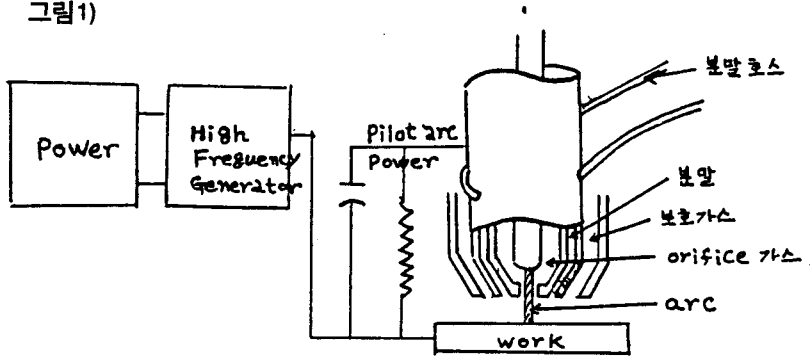
	C	Si	Mn	Al	Mg	P	S
판상흑연주철	2.40	1.20	0.80	-	0.05	-	-
Fe-Mn-Al 강	1.02	1.31	32.94	7.56	-	-	-
분말 Fe-Mn-Al (150-250 μ)	0.97	0.69	31.99	8.48	-	-	-

판상흑연 주철 시편의 크기는 60 x 60 x 300 (mm) 이고 용접시 적용된 용접변수는 (표2)에서 보여진다.

표2) 용접변수

전류 (A)	전압 (V)	용접속도 (IPM)	보호가스속도 (CFH)	orifice 가스속도 (CFH)
300	22	2	20	3
분말속도 (g/min)		토치 Weaving 속도 (IPM)		Weaving 폭 (Inch)
40		7		3/8

그림1)



용접은 단층과 다층 육성용접이 실시됐고 다층용접시에는 초기용접부 온도가 상온으로 떨어지기 전 (마텐사이트 석출전)에 실시됐다. 용접후 용접부의 조직변화를 광학현미경과 경도측정을 통해 관찰했다. 용착부의 모재 혼입양 (dilution)은 성분분석과 용착부 단면적 측정을 통해 계산됐다.

실험결과)

(표2)에 있는 용접조건을 사용해 Fe-Mn-Al강 분말과 판상흑연 주철사이의 용접후 용착부 성분분석을 한 결과 단층육성 용접부와 다층육성 용접부의 성분변화가 (표3)에서 나타난다.

표3) 용착부 성분분석 (wt %)

	C	Si	Mn	Al	P	S
단층육성 용접부	2.05	1.08	15.4	2.95	0.14	0.79
다층(이층)육성 용접부	1.7	1.01	19.72	4.21	0.15	0.081

위에서 보여지는 성분변화 비교 및 용착부 단면적 측정을 통해 계산한 결과 모재의 혼입양(dilution)은 단층육성 용접의 경우 약 55%, 다층(이층) 육성 용접의 경우 약 75%로 추정된다.

조직을 관찰한 결과 단층 용접부의 HAZ에선 폭이 약 500 μ 정도인 침상형 마텐사이트 및 연결된 흑연상들로 인한 균열이 발생했다. 용착부는 cellular 형의 오스테나이트 상으로 이루어졌으며 이곳에선 균열발생이 없었다. 다층(이층) 용접부의 HAZ에선 단층용접부와는 달리 균열이 발생치 않았으며, 침상형 마텐사이트 조직이 고립분산된 형태로 나타났다. 또한 연결된 흑연상들로 나타나지 않았다. 용착부에선 단층용접시 형성된 용착부 경계선이 다층용접후 새로 형성된 용착부 쪽으로 이동되는것이 보여졌다. 이러한 마텐사이트의 분산고립 및 용착부 경계선의 이동은 이지역에서 경도측정을 한 결과에서도 보여진다. 단층용접시 HAZ부 경도가 56-60Rc 정도로 나타났고 용착부 지역은 45Rc 정도인 반면 다층용접후 HAZ 경도가 35-38Rc, 용착부가 35-40Rc 로 낮아지는 것이 관찰됐다. 또한 다층용접부의 용착부내에서 단층용접시 형성된 용착부 경계선의 경도 (35Rc)가 다층용접후 형성된 경계선에서의 경도 (41Rc)보다 떨어졌다.

참고 문헌)

1. "A Study of Heat-Affected Zone Structures in Ductile Cast Iron", Welding Journal, March 1983, PP82-S-88-S, R.C.Voigt and C.R.Loper, Jr.
2. "A Microstructural Study of Local Melting of Gray Cast Iron with a Stationary Plasma Arc", Welding Journal, August 1985, PP232-S-241-S, T.Ishida.
3. "Welding of Ductile iron with Ni-Fe-Mn Filler Metal", Welding Journal, March 1985, PP79-S-85-S, T.J.Kelly, R.A.Bishel, R.K.Wilson.