

주철/스테인리스강 이종금속의 피복아크용접 특성평가

Evaluation of cast iron/stainless steel dissimilar welded joints by SMAW

임태훈*, 장웅성*, 김진형**

* (재)포항산업과학연구원 용접센터, ** (주)인터코웰

1. 서 론

다양한 구조부재에 대한 고성능화, 고부가가치화, 경량화, 고기능화 등의 요구가 높아지면서 이종 용접·접합의 적용 필요성과 산업계에서의 요구가 점차 높아지고 있다¹⁾. 이종용접의 적용에는 저합금강 압력용기 내면의 스테인레스 육성 용접, 플랜지의 Cu와 스테인레스강 용접, 전기제품의 Al/Cu 용접, Cu/Ti 용접 등이 있으며 최근에는 스테인리스강이 건물, 교량 등의 건축분야에까지 이용되면서 일반구조용 탄소강과 스테인리스강의 용접도 활발하게 이루어지고 있다. 그러나 물성이나 특성이 크게 다른 재료간 용접은 취약한 금속간 화합물 등의 형성에 의해 충분한 기계적 특성을 확보하기 어렵고, 건전한 용접부를 얻기 위하여 많은 조건을 만족하지 않으면 적용이 불가능한 경우가 많다.

국내에서는 주철과 스테인리스강의 이종용접은 밸브나 배관 용접, 자동차나 철도, 선박에서의 구동장치 연결부, 기타 일반기계용 주철 이음부 등에 다양하게 적용되고 있으나, 주철과 같은 고탄소 철강제품은 높은 탄소함량으로 인해 일반탄소강에 비해 용접성이 취약한 것으로 알려져 있어²⁾ 건전한 용접부를 얻기 위해서는 적절한 용접재료나 용접절차의 선정 등 다양한 검토가 필요하다.

따라서 본 연구는 이종금속 용접 전용 수동용접봉(UT-300)을 이용하여 주철과 스테인리스강 이종용접 및 주철 동종용접을 실시하고 각각의 용접부에 대한 금속조직학적인 특성과 기계적성질을 평가하였다.

2. 실험재료 및 방법

본 실험에서는 이종재료 용접용 피복아크 용접봉인 UT-300을 이용하여 구상흑연주철인 GCD450급 주철과 오스테나이트계 스테인리스강인 STS304를 주요 시험재료로 선정하고 동종용접 및 이종용접을 수행하였다.

적용한 개선형상과 용접방법은 Fig. 1에 나타내었다. 두께가 20mm인 시험편에 개선형상은 Double V 그루브로 선정하여 상하 60°가 되도록 가공하였으며, 루트갭은 2mm를 주었다. 용접 패스 수는 총 7패스로 다층용접을 하였으며 변형을 줄이기 위하여 상하 교대로 적층하였다. 이때의 용접조건은 Table 1에 나타내었다. 그리고 각 용접부에는 예열이나 후열처리 등은 실시하지 않았다.

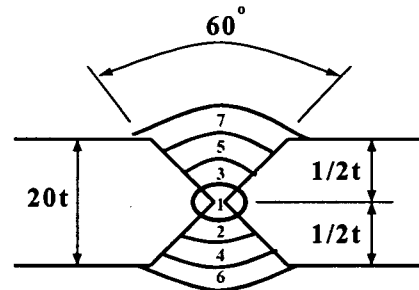
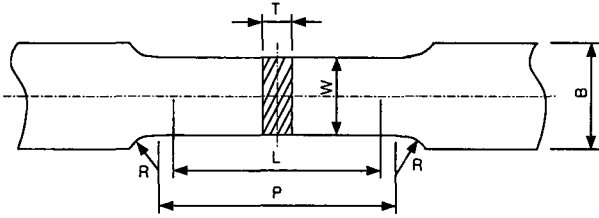


Fig. 1 Groove shape and welding procedure.

Table 1. Welding conditions in this study.

시편 두께	루트 직경	용접 봉경	사용 전원	입열량	패스수	예열 및 후열처리
20t	2mm	3.2 ϕ	AC	25V, 125A	7	없음



	W	L	P	R	W
시편치수	12	24	58	20	전두께

Fig. 2 The shape and dimension of tensile specimen in this study.

본 실험에서는 용접부의 기계적 특성을 평가하기 위하여 인장시험을 실시하였으며 Fig. 2는 본 시험에서 사용한 인장시편의 형상을 나타낸 것이다. 시험 후 주철 용접부는 0.5% Nital로, STS304는 50% 질산 전해 에칭 후 미세조직을 관찰하였으며, EPMA를 이용하여 용접부의 성분분석을 하였다.

3. 결과 및 고찰

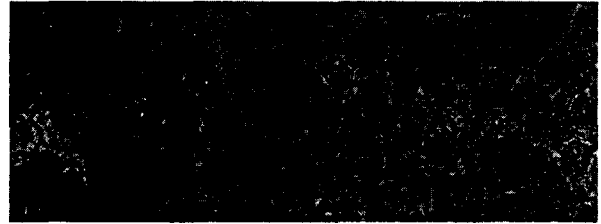
동종과 이종 용접부의 미세조직 변화는 광학현미경으로 관찰하였다. Fig. 3은 모재(BM), 열영향부의 Coarse Grained HAZ(CGHAZ), 열영향부와 용착금속의 경계(FL)와 용착금속(WM)으로 각각 구분하여 나타내었다. GCD450급 주철의 모재는 페라이트와 펄라이트, 그리고 구상의 흑연이 존재하는 일반적인 구상흑연주철의 기지조직을 보이고 있으며, CGHAZ의 영역에서는 탄소가 분해되어 전형적인 고탄소 침상 마르텐사이트 조직이 형성되어 있고, 또한 용착금속은 매우 미세한 평균결정립 크기를 지니는 베이나이트 조직이 균일하게 형성되어 있다. Fig. 4는 GCD450과 STS304의 이종용접 용접부의 미세조직 사진이다. STS304 모재는 오스테나이트 단상 조직으로 구성되어 있고 fusion line 부근으로 갈수록 조대한 탄화물들이 clustering 되는 경향을 보이고 결정립이 조대해지는 경향이 나타난다. 용착금속의 미세조직은 구상흑연주철 동종용접에서 얻어지는 용착금속 조직과는 다르게 결정립계를 따라 형성되는 페라이트와 입내 저온변태조직으로 구성되

는 복합조직 특성을 보이고 있다.



a) Base Metal(x200)

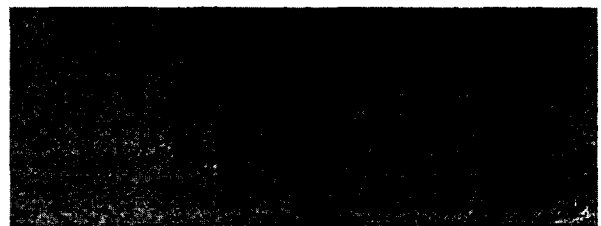
b) CGHAZ(x500)



c) Fusion Line(x500)

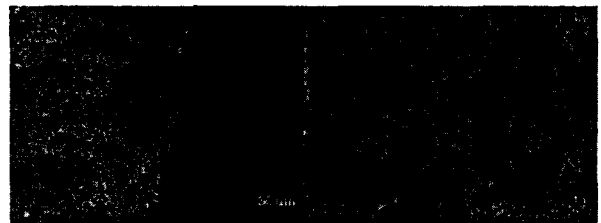
d) Weld Metal(x500)

Fig. 3 Microstructures of weld metal in cast iron/cast iron.



a) Base Metal(x200)

b) CGHAZ(x200)



c) Fusion Line(x200)

d) Weld Metal(x500)

Fig. 4 Microstructures of weldment in cast iron/STS304.

Table. 2 Tensile test results.

시험재	T.S(MPa)	E. l(%)	파단위치
GCD450(모재)	392.99	4.62	
GCD450-GCD450(동종)	365.03	3.6	HAZ
GCD450-ST304(이종)	325.99	3.66	GCD450의 HAZ

Table 2는 두 용접부에 대한 인장시험한 결과를 나타낸 것이다. 구상흑연주철 동종 용접부의 인장강도는 93%의 이음부 효율을 보였으며 이중용접부의 경우 상대적으로 강도가 낮은 GCD450 측에서 파단되었으며 파단강도는 모재 대비 83% 수준으로 비교적 양호한 결과를 나타내었다.

4. 결 론

주철/주철, 주철/스테인리스 강에 대해 UT-300 용접봉을 이용하여 용접을 수행한 결과

1) 주철과 주철, 주철과 스테인리스강에 대한 동종 및 이중용접 적용 결과 UT-300 용접봉을 사용하면 예열 및 후열처리 없이 결함이 없는 건전한 용접부를 얻을 수 있었다.

2) 주철 동종 용접부는 93%의 이음부 효율을, 이중용접부의 경우 상대적으로 강도가 낮은 GCD450 측에서 파단되었으며 이음부 효율은 83% 수준을 나타내었다.

참고문헌

1. 浅井 知, 坪井 龍 : 異材溶接の組合せと施工技術, 溶接技術, Mar, 2003, pp76-82,
2. 유순영 : 주철용접, 대한용접학회, Vol. 7, No. 2, Jun., 1989, pp 1-11