

高合金 補修 肉盛 熔接部の 熔接 特性에 대한 검토 (Repair Weldability of High Alloy Hardfacing Overlay Weldment)

海事技術研究所 金 桓 泰

1. 序 言

Hardfacing overlay는 장비 및 기계부품들의 내식, 내마모 및 내열 능력을 증가시키기 위하여 금속표면에 이종금속을 입히는 표면개질 방법으로서 경제적이고 신뢰성이 높은 금속가공 방법이며, 각종 plant 및 선박의 배관용 대형 valve나 pump casing, impeller, propeller의 부식 및 마모, 원자로용 압력용기 내면의 미수균열과 부식으로 인한 방사능 누출방지를 위한 표면개질, 발전용 turbine의 표면 내열 내식 내마모, 석유정제용 반응탑 및 열교환기, food storage container 내면의 부식방지, 토목기기 부품에 대한 마찰부 보수 및 표면경화 등에 폭넓게 이용되고 있다.

그러나 이와같은 이종강재의 용접은 재질상의 특수성 때문에 용접시공 문제들과 더불어 기공, 균열 등의 용접결함이 발생되고 용접부의 취약화 및 강도와 연성의 감소를 초래하는등 기술상의 어려운 용접문제로서 이종재료에 따른 고합금 alloy의 용접성 평가가 이루어져야 한다.

본 연구에서는 기계구조물 제작시 사용빈도가 높은 일반 금속 재료들과 운전중에 손상을 입은 기계구조물을 보수 및 재생용접하는데 사용되는 고합금 육성 용접 재료의 용접성을 조사하였다.

2. 實驗材料 및 實驗方法

2.1 실험재료

실험에 사용한 모재는 열간 단조작업의 금형재료로 많이 사용되는 K. S. STF-4 (AISI - SAE L6) 열간금형용 저합금 공구강, 압연 roll 재료로 사용되는 일반주강과 고탄소 저합금강, 그리고 일반강이며 육성용접 재료는 내식성과 내열 및 내마모성이 높은 austenitic stainless steel, Ni-base 계통의 Hastelloy alloy, 저합금 육성용접 wire, Cr-Ni powder를 사용하였다.

2.2 실험방법

Overlay 육성용접 시험편은 피복아크 용접, 서브머지드 아크 용접, 불활성가스 아크 용접, flame 용사 방법을 사용하여 제작하였으며, 재생용접 용접부에 대한 용접특성을 알아보기 위해 기계적 성질과 경도분포, 충격치를 조사하였고 마모시험과 drop forging test, 고온 피로시험, 그리고 열간 충격시험을 실시하여 용접성을 평가하였다. 아울러 용착금속에 대한 현미경 조직과 SEM 파단면을 조사하여 overlay 용접부의 사용중에 발생하는 파손의 파괴형태를 분석하였다.

3. 實驗結果

Fig. 1은 200°C에서 800°C까지의 온도범위에서 측정된 Cr-Mo-V 계통 저합금 육성 용착금속의 고온경도로서 용접후열처리에 의해 금속조직이 균질화되고 연화되어, stress relieved 상태가 as welded 상태에 비해 30~50Hv 낮은 경향을 나타냈으나 700~800°C 근처의 고온에서는 A.W. 용접부가 고온의 영향을 받아 표면경도가 다소 감소되어 A.W. 상태와 S.R. 상태와의 경도차이는 10~20Hv로 거의 비슷한 값을 보였다. 그리고 Cr-Mo-V-Co 계통의 육성용접 재료인 NH-72 용착금속의 고온경도를 함께 비교하면 700°C와 800°C에서의 고온경도 차이가 15~20Hv의 적은 값을 나타내어 Cr-Mo-V 계통의 용접재료는 고경화성 합금원소인 Co가 함유된 Cr-Mo-V-Co 용접재료와 대등한 마모성능을 갖고 있는 것으로 판단된다.

Table 1은 flame spraying 코팅층의 마모성향으로 마모거리가 작을때는 Ni-Cr-Fe 코팅층의 마모량이 Ni-Cr-W 코팅층의 1.04 배로 거의 같으나 마모거리가 증가할수록 Ni-Cr-Fe 코팅층의 마모가 많이 일어나 마모거리가 200m에서는 2.2배, 400m에서는 1.4배로 Ni-Cr-Fe 코팅층의 마모가 심했다. AISI 310 stainless steel의 피복아크 용접과 불활성 가스 아크 overlay 육성용접부의 충격치는 이들 두 process 간의 용접입열량이나 냉각속도에 큰 차이가 없고 조직변화도 비슷했기 때문에 충격치들이 거의 같은 경향을 보였으나 열영향을 받지 않은 모재와 비교하면 상온에서 모재의 충격치 24 kg.m/cm 인데 비해 HAZ는 모재의 1/2 정도 밖에 안되는 11 kg.m/cm 이며 천이온도도 모재가 -15°C 부근, HAZ가 -5°C로 나타나 저온에서 HZA의 취약함을 나타냈다.

한편 5분간 가열한 후 10분간 air cooling 시키는 1주기가 15분인 열간충격 실험을 통하여 1,500회까지 측정된 Ni-Cr-Mo계 육성 용착금속의 시험결과를 보면 1,000~1,100회에 서 notch 주위에 미세균열이 관찰되기 시작하여 thermal cycling 수가 증가할수록 균열이 성장하였으며, 동시에 또 다른 미세균열의 발생이 관찰되었는데 균열 성장속도와 새로운 균열의 발생상태가 매우 느리게 진행된 까닭에 1,500회까지 실험하는 동안 균열 발생의 수에 있어서 매우 적게 나타났고, 시편의 변형은 나타나지 않았다.

4. 參考文獻

- 가. K. G. Budinski, "Surface Engineering for Wear Resistance", Prentice Hall, N. J.
- 나. H. Barth : "The Maintenance of Axially Symmetrical Parts with Submerged Arc Flux-Cored Strip Surfacing", Oerlikon Schweissmitteilungen, Vo. 43, Sep. 1985.
- 다. E. N. Gregory : "Surfacing by Welding-Alloys, Processes, Coatings and Material Selection", Metal Construction, Vol. 12, 1980.
- 라. D. E. Cochrane : "Welding of Plant and Tools", Metallurgia, July, 1980.
- 마. R. A. Sulit : "Thermal Spray Repair for Naval Machinery at SIMA" W. J. Dec. 1988.

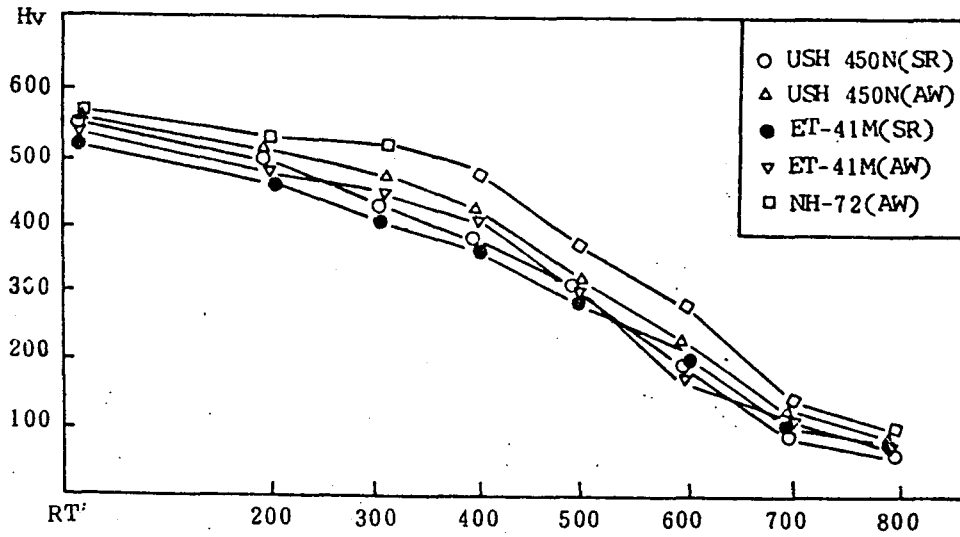


Fig. 1. 육성용접부의 고온경도 분포

Table 1. Flame Spraying 코팅층의 마모량 (30 °C)

재 료	마찰시간 (sec)	마찰거리 (m)	마모폭 b (mm)	마모 량 W	비마모량 Ws (X 10 ⁷)	평균비마모량 Ws (mm ² /kg)
Ni-Cr-Fe	236	100	2.3	0.051	2.38	2.79
	473	200	3.1	0.214	2.90	
	946	400	3.6	0.267	3.11	
Ni-Cr-W	236	100	2.1	0.049	2.14	2.21
	473	200	2.9	0.097	2.28	
	946	400	3.3	0.190	2.22	