

Inconel Filler Metal 82의 용접조직 (Microstructure and Chemistry of Inconel Filler Metal 82)

산업과학기술연구소 용접연구센터 *김 영 섭
권 영 각

1. 서론

Ni합금은 일반적으로 용접성이 우수하며 몇가지 철강재료의 용접과 다른 특성이 있다. 그러나 이러한 상이한 점이 용접을 철강재료와 비교하여 어렵게 하지는 않는다.

철강재와 비교하여 다른 3가지 차이점은:

1) 용접할 부위가 매우 청결하여야 한다. 이것은 매우 중요한 것으로 용접부를 취화시킬 수가 있다.

2) 용착금속은 철강재에 비하여 유동성이 떨어진다.

3) 용입이 낮다. 일반적으로 강에 비하여 1/2정도 된다.

본 연구에서 사용한 Inconel 82는 일반적으로 Inconel, Incoloy의 용접에 이용하며 특히 Ni계 합금과 스텐레스강의 용접 또는 탄소강과 스텐레스강의 이종재료 용접에 많이 이용되고 있다. 본 연구에서는 이 용접부에 대한 미세조직을 고찰하도록 하겠다.

2. 실험방법

Inconel filler metal 82를 Incoloy 825와 STS 316L의 용접에 사용하였으며 GTAW로 2.5mm의 판재를 Square Butt 용접하였다. 이 때 입열량은 12, 15, 17KJ/cm로 변화시켰다. 용접부에 대한 조직은 광학 현미경, 주사전자현미경(SEM)과 투과전자현미경(TEM)으로 관찰하였으며 용접부의 성분은 SEM-EDX로 정량분석하였다. 한편 용접부에 대한 시차열분석(DTA) 시험을 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

Inconel filler metal 82의 기본성분은 습식으로 분석하여 Table 1에 그 결과를 나타내고 있다. 용접부의 강도는 Fig.1에서 보여주고 있으며 입열량에 따라 인장강도와 항복강도가 약간 감소하는 경향을 보여주고 있다. Photo 1은 용접부의 광학현미경 조직으로 수지상의 응고형태를 관찰할 수가 있다. 용접부에 대한 SEM-EDX의 성분분석 결과는 Fig.2에서 보여주고 있는데 Ni, Cr, Fe의 변화를 입열량에 따라 분석하였다. 그림에서 화살표는 모재의 조성을 나타내는데 왼쪽은 Incoloy 825, 오른쪽은 STS 316L을 가르킨다. Ni의 경우 입열량에 따라 14-29% 정도의 희석이 있었으며 Cr은 모재와 비슷한 수준으로 희석작용이 일어나지 않은 것으로 보여진다. Fe의 경우는 용접부가 아닌 모재의 희석에 의하여 오히려 10배 이상 높아진 것을 볼 수가 있다. 이것은 미세조직에 있어서 기지조직인 γ 상에 Cr 또는 Fe가 rich한 조직을 형성시키게 된다. TEM 조직 관찰에 의하면 Photo 2와 같이 Ti와 Nb의 탄화물을 볼 수 있으며, Photo 3에서 보듯이 2차상을 관찰할 수가 있었다. TEM 관찰 결과, DTA(시차열분석)의 결과로 용접부의 미세조직을 고찰하도록 하겠다.

Table 1. Chemical composition of Inconel filler metal 82.(wt.%)

Cr 20.46	Ti 0.31	Co 0.011	N 0.025
Ni 71.6	Cu 0.007	P 0.0056	
Fe 2.0	Si 0.17	S 0.0013	
Mn 2.77	Nb 2.84	C 0.018	

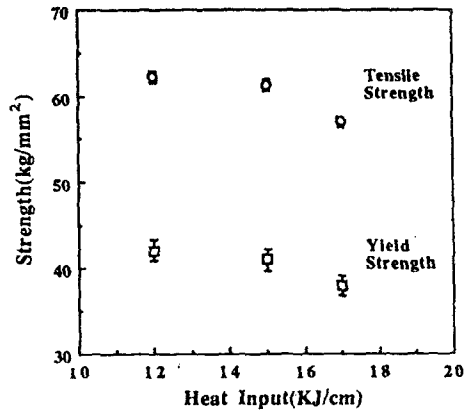


Fig. 1. Tensile and yield strength of weld metal as a function of heat input.



Photo 1. Optical micrograph of Inconel filler metal 82.

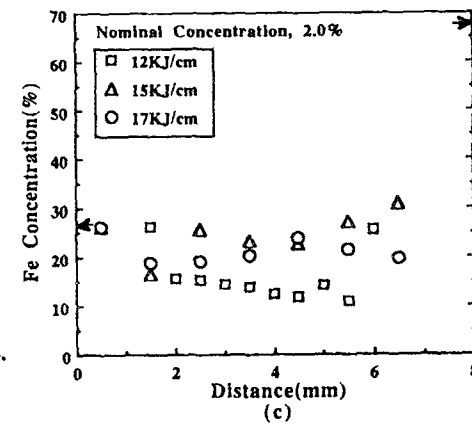
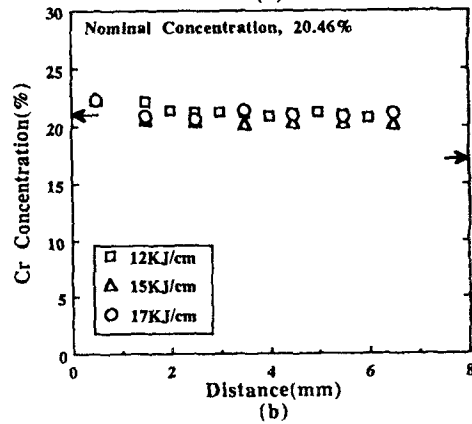
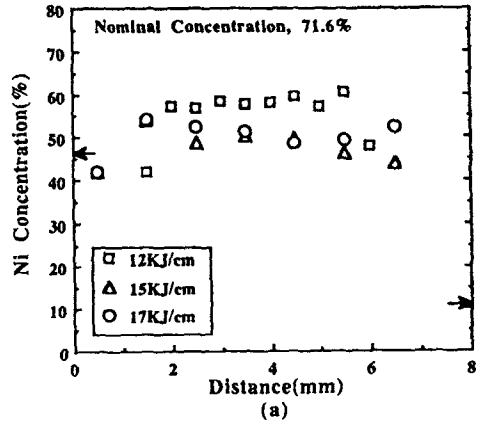


Fig. 2. Concentration profiles of (a)Ni, (b)Cr, and (c)Fe in the weld metal. Arrows indicate concentrations of parent metals.



Photo 2. TEM micrograph shows carbide in the weld metal.

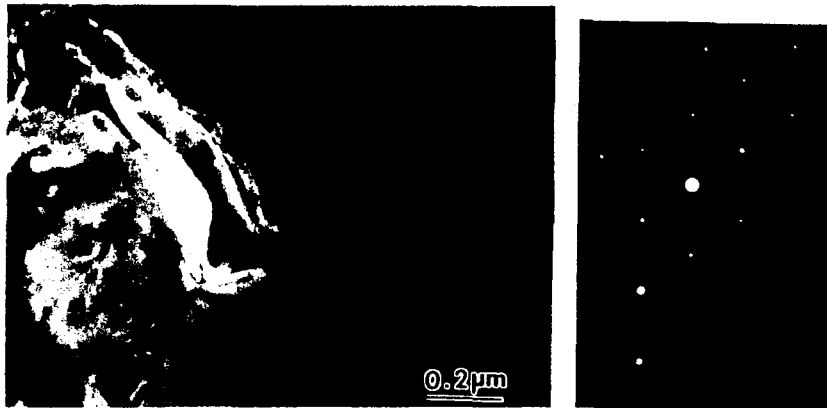


Photo 3. TEM micrograph shows Cr/Fe rich phase in the weld metal.