

Fe기내열합금(SUS-310S, Incoloy-825)의 천이액상확산접합에 관한 연구

- A Study on Transient Liquid Phase Diffusion Bonding of Fe Base Heat Resistant Alloy (SUS 310S, Incoloy 825) -

부산대학교 강정윤 이상래
부산공업대학 김우열 정병호

1. 서론

삽입금속으로서 Ni, Ni-Cr, Ni-Co합금에 용접저하원소인 B, Si, P등의 원소를 첨가한 시판용 브레이징합금을 사용하여 철강재료를 천이액상확산접합하여 모재에 필적하는 접합이음부를 얻기 위해서는 고온에서 장시간동안 균일화열처리를 행할 필요가 있다. 그러나, 이 균일화처리에 의해서 모재의 성질이 열화하는 현상이 발생할 가능성이 많다.

그래서 본연구에서는 철강재료 중에서도 내열강으로 주로 사용되고 있는 SUS 310S 및 Incoloy 825에 본접합법을 적용한 경우, 균일화처리를 단축 혹은 생략할 수 있는 삽입금속을 개발하고, 우수한 접합이음부를 얻기 위한 접합기술을 확립하는 것을 연구의 목적으로 하였다.

삽입금속은 모재성분에 용접저하원소인 B를 첨가하여 제조하고, 용접 측정으로 적정 B함유량을 선정하고, 이 삽입금속을 사용한 경우 접합조건에 따르는 접합부의 조직변화, 생성상의 동정, 접합이음부의 인장성질 등을 검토한 것을 보고한다.

2. 실험 방법

삽입금속은 모재와 비정질 B분말과 함께 고주파용해로에서 용해하여 모합금을 만든 후, 용탕급냉법으로 폭 약 10mm, 두께 약 80-90 μm 의 테이프 형상으로 성형하였다. Ar 분위기에서 제조하였다. 접합은 피접합면을 에머리지 1500번 까지 연마하고, 초음파세척한 시편을 진공접합장치에 장착한 후 고주파유도로로 가열하여 행하였다.

미세조직의 관찰은 광학현미경 및 SEM을 사용하고, 상분석은 EDX 및 EPMA를 사용하였다. 상의 동정은 Replica법으로 TEM용 시료를 만든 후 동정하였다.

인장시험은 ASTM규격의 소형 인장시험편으로 가공하여 시험하였다.

3. 실험결과 및 고찰

삽입금속의 적정 B량을 검토하기 위하여, B 첨가량을 2, 4, 6% 변화시켜 모합금을 제조한 후 용접을 측정한 결과를 그림 1에 표시한다. 이것으로부터 4%정도 B를 첨가하는 것이 가장 적당한 것으로 생각되었다.

삽입금속 중의 B이 접합온도에서 유지되는 동안 모재로 확산하여 액상이 소멸한 시점에서는 거의 모재와 같은 조성의 고상이 형성될 것으로 예상된다. 그래서, 접합의 주과정인 액상소멸과정의 접합부 조직의 변화에 대해서 검토를 행하였다. 접합온도는 삽입금속의 액상선온도와 모재의 고상선온도를 고려하여, SUS 310S의 경우 1483K, 1523K, 1553K의 3조건으로, Incoloy 825는 1483K, 1523K의 2조건으로 선정하였다.

접합온도 및 접합시간에 따른 접합부내의 공정폭의 변화를 SUS 310S 및 Incoloy 825에 대해서 조사한 결과를 그림 2에 표시한다. 접합시간의 증가에 따라 공정폭은 감소하고 있고, 그 감소폭은 접합온도가 높을수록 큰 것으로 나타났다. SUS 310S의 경우, 1523K에서 8.64ks로, 1523K에서 6.0ks로 유지한 시점에서 액상이 완전히 소멸하였지만, 접합온도가 1483K인 경우는 8.64ks 동안 유지하여도 액상이 완전히 소멸하지 않았다. Incoloy 825의 경우 1483K 및 1523K에서 모두 6.0ks에서 액상이 완전히 소멸하였다. 그림 3의 (a) 및 (b)는 각각 SUS 310S 및 Incoloy 825를 1523K X 6.0ks로 접합

한 경우의 접합부 근방의 조직이다. 이것으로부터 접합부계면은 입계이동이 일어나 모재의 입계와 구별이 곤란하고, 보이드의 접합결합 및 접합부 내의 조대한 생성상은 보이지 않고, 거시적으로는 양호한 접합이 이루어진것으로 판단된다.

그러나, 입계에 미세한 생성상이 존재하고, 이것은 입계 근방의 내식성을 나쁘게 할 것으로 예상된다. 그래서, 입계 생성물에 대해서 SEM, EDX 및 EPMA를 이용하여 분석을 행하였다. 그 결과, SUS 310S의 입계생성물에서는 Cr, B, C의 피크가 나타나, Cr을 주체로 하는 붕탄화물인 것으로 추측되었고, Incoloy 825에서는 Ti, B피크가 높게 나타나, Ti붕화물인 것으로 추측되었다.

이와더불어 추출replica법을 이용하여 조직으로 부터 replica막을 만들어, 이들의 생성물이 무엇인가를 TEM으로 동정한 결과, SUS 310S인 경우는 $M_{23}(B,C)_6$, CrB, Cr₂B인 것으로 판명되었고, Incoloy 825인 경우는 TiB인 것으로 판명되었다.

1523K x 8.64ks 및 1553K x 6.0ks의 조건으로 접합하고, 1273K까지 진공로 내에서 냉각한 후, 수냉한 접합재에 대한 인장성질을 검토하였다. 그 결과, 어떤 접합조건에서도 인장성질에 편차가 적고, 인장강도, 연신율, 단면수축을 모두 모재의 요구치를 만족하였다. 또한 파면관찰 결과 파단은 모재부에서 일어난 것으로 확인되었다. 1553K에서 접합한 것은 1523K에서 접합한 것 보다 인장강도가 낮아지만, 연신율은 거의 동일하였다.

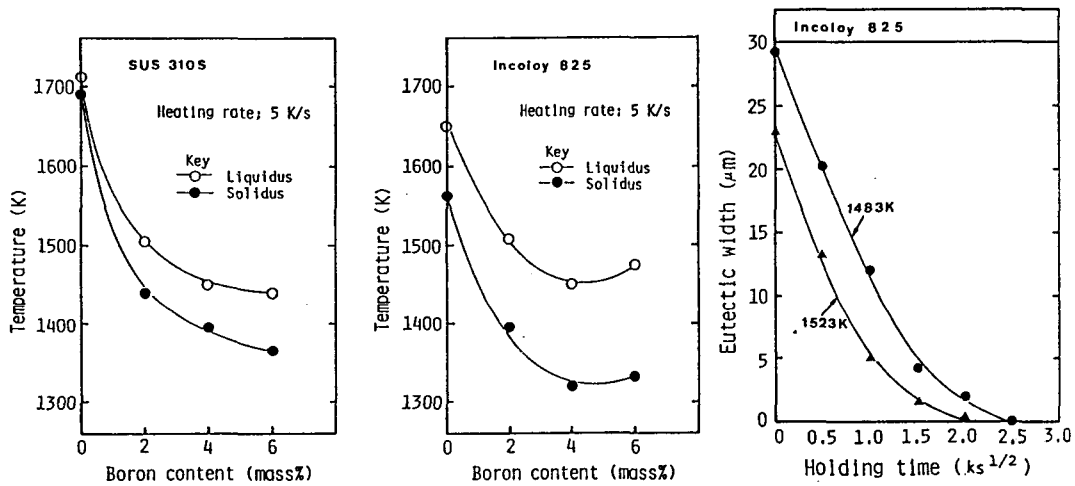


Fig.1 Effect of B content on melting point in SUS 310S and Incoloy 825

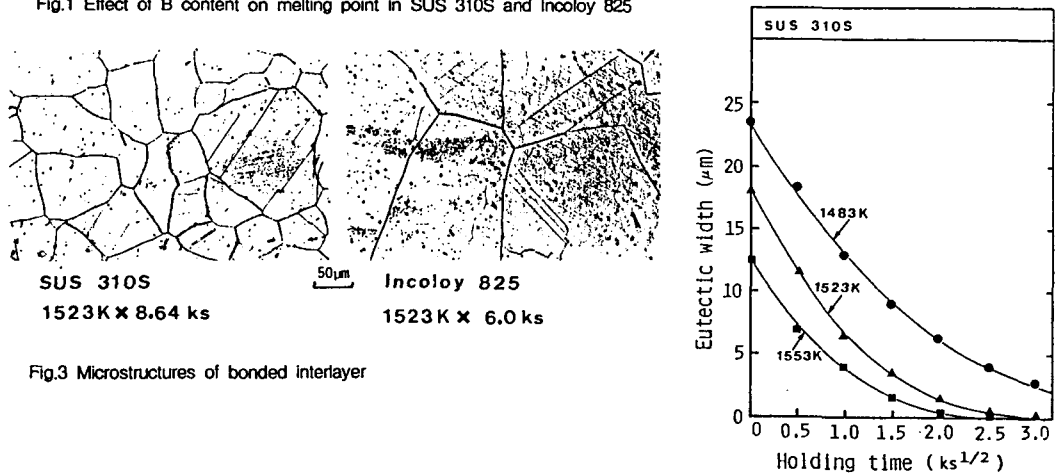


Fig.3 Microstructures of bonded interlayer

Fig.2 Effect of holding time on eutectic width in bonded interlayers