

304스텐레스강과 구조용탄소강과의 천이액상확산접합에 관한 연구

A Study on Transient Liquid Phase Diffusion Bonding of 304 Stainless Steel
and Structural Carbon Steel

부산대학교 박노식*, 강정은, 박세은
부산공업대학교 정병호, 김우열

1. 서론

최근 첨단산업의 발달과 더불어 고성능, 다기능재료에 대한 요구가 높아지고 있다. 이에 부응하기 위해서 신소재의 개발과 이들을 복합화하여 실용화하는 경향이 증가하고 있다. 특히, 특성이 다른 이종재료를 접합하여 새로운 소재를 개발하는 연구가 진행중이다.

본 연구는 기존의 Brazing과 확산접합법의 장점을 지닌 천이액상확산접합법을 이용하여 내식성이 좋은 304스텐레스강과 공업적으로 널리 사용되는 구조용탄소강을 접합하여 이의 접합현상을 살펴보고, 접합부 조직에 미치는 계인자의 영향과 접합이음부의 기계적 성질에 대해서 검토하였다.

2. 실험방법

모재로서 STS304, SM17C, SM45C를 사용하고 삽입금속으로서 Table.1에 표시하는 MBF시리즈, 40 μ m두께의 Ni기 비정질합금 4종류와 고주파용해로에서 제조한 Ni-Cr-B-Si계를 사용하여 이들 고주파접합장치에 장착하고 133MPa의 분위기하에서 10K/sec의 가열속도로서 승온후 일정시간 유지하고 접합장치내에서 노냉시켰다. 온도는 접합부 근방에 퍼거선 용접하여 기록계를 연결하여 사용하였다. 접합압력은 800g의 추를 이용했고, 액상쪽을 일정하게 하기 위해서 50 μ m의 W 스페이스를 사용하였다. 생성상의 동정은 우선 EDX 및 EPMA를 사용하여 접합부 근방의 생성상에 대한 성분분석을 조사한후, XRD와 추출 레프리카막을 만들어 TEM을 이용하여 생성상을 확인하였다. 인장시험은 직경 10mm, 높이 35mm가 되

Table 1 Chemical Composition of Insert Metal (wt%)

Materials	Cr	Si	B	Ni	Melting Temperature Range (*K)
MBF-30	-	4.5	3.2	Bal.	1253~1313
MBF-35	-	7.3	2.2	Bal.	1233~1283
MBF-50	18.5	7.5	1.4	Bal.	1338~1423
MBF-80	15.2	-	4.0	Bal.	1293~1335

게 가공한 시편을 접합한후 인장시험편으로 제작하였고, 이를 상온에서 $2 \times 10^{-3}/\text{sec}$ 의 변형속도하에서 인장시험했다.

3. 실험결과 및 고찰

304스텐레스강과 구조용탄소강을 상기의 삽입금속을 사용하여 접합한 경우, 모재의 용융현상과 액상소멸에 대한 삽입금속, 접합시간, 온도의 영향을 정성적으로 조사한 결과, 액상삽입금속에 의한 모재의 용융량은 B함유량이 많은 삽입금속일수록 많고 B함유량이 적은 MBF50(1.5%)에서는 거의 용융하지 않았다. Photo.1은 삽입금속으로서 MBF80을 사용하여 STS304와 SM17C를 1473K에서 접합한 경우, 유지시간의 변화에 따른 접합부 근방의 조직변화를 나타낸 것이다. (a)에서는 접합부 내부에 공정조직(흑색부)과 막대상(흰색)의 점층상이 존재하며 (b)처럼 0.9ks로 유지하면 응고는 스텐레스강에서 시작하여 탄소강쪽으로 성장함을 볼 수 있고, 시간의 경과와 더불어 응고가 진행되어 (d)에서와 같이 2.5ks로 유지한 경우에는 공정조직이 소멸한 것을 알 수 있다. 액상은 모재 및 삽입금속의 종류가 다름에도 불구하고 유지시간의 증가에 따라 감소하여, 1423K에서 3.6ks, 1473K에서 2.5ks, 1523K에서 1.6ks로 유지하면 액상이 완전히 소멸함을 알 수 있었다.

Photo.2는 모재 및 삽입금속의 종류에 따른 등온응고 완료후의 접합부의 조직으로서 삽입금속의 Si의 함유량과 관계없이 B함유량이 비교적 많은 MBF80(4wt%B)과 MBF30(3.2wt%B)을 삽입금속으로 사용한 경우, 등온응고과정에서 접합계면과 STS304입계에 많은 생성물이 존재함을 알 수 있었다. 이 생성물을 EPMA 및 TEM으로 동정한 결과 $M_{23}(C,B)_6$ 및 Cr_2B 이었다.

그러나 B함유량이 0.5 및 1.0%, Si의 함유량이 6,8%인 합금을 제조하여 삽입금속으로 사용하여 접합한 경우에는 계면 및 입계에 $M_{23}(C,B)_6$ 및 Cr_2B 의 생성을 억제할 수 있었다. Fig.1은 MBF50 및 BS Series를 사용하여 STS304와 SM17C를 1473K×2.5Ks의 조건으로 133mPa의 진공분위기하에서 접합한 경우 인장성질에 미치는 삽입금속과 접합분위기의 영향을 나타낸 것이다. BS 시리즈를 삽입금속으로 사용한 것은 Photo.3의 (a)에서 알 수 있는 것과 같이 접합계면 근방에서 파단이 일어났지만, SM17C의 인장강도가 400-490MPa인 것을 고려한다면 모든 시험편의 접합강도는 모재의 요구강도를 만족한다고 볼 수 있다. 그러나, MBF50을 삽입금속으로 사용한 경우는 BS시리즈의 것에 비해 파단강도 및 인장강도는 거의 동일하지만 연성이 약간 낮음을 알 수 있다. 이는 계면 및 입계의 탄화물들의 영향인 것으로 사료된다. SM45C의 경우에는 Photo.3의 (b) 및 (c)처럼 전부 스텐레스강쪽에서 파단하였고, 인장성질도 매우 양호한 결과가 얻어졌다. 더우기 Ar분위기로 접합한 경우도 같은 결과를 얻을 수 있었다.



Photo.1 Optical microstructures of bonded interlayers(at 1473K temp.)

Base metal: STS304-SM17C, Insert metal: MBF80

Bonding Time: (a)0ks (b)0.9ks (c)1.6ks (d)2.5ks

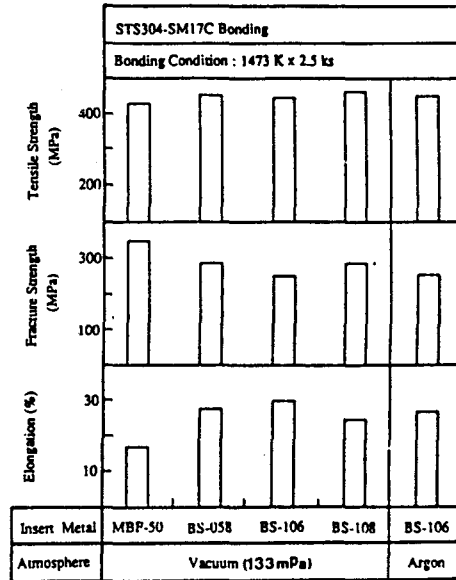


Fig.1 Change of tensile properties during bonding of STS304 and SM17C steel

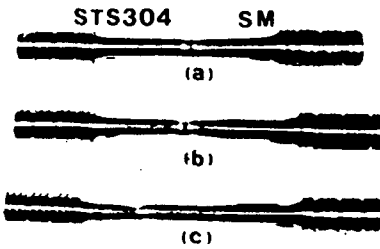


Photo.3 Macrostructure fractured(bonding condition 1473Kx2.5ks)

(a) STS304-SM17C (b,c) STS304-SM45C bonding

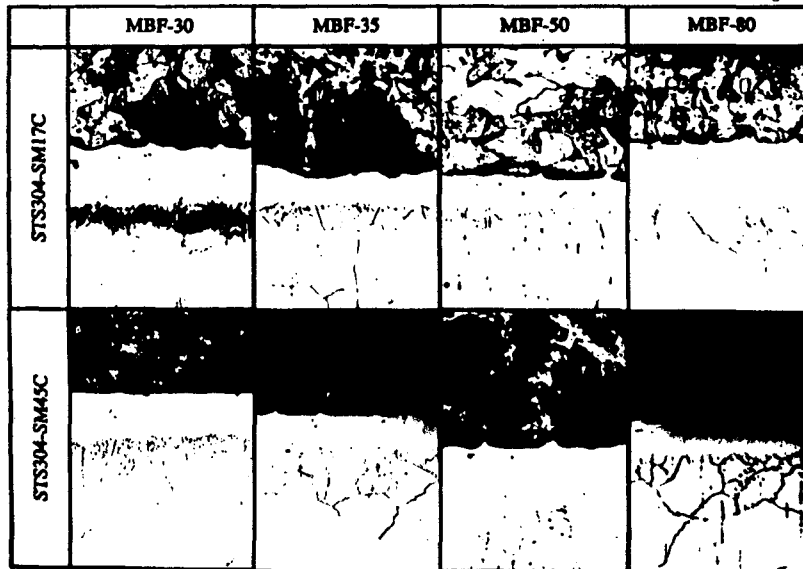


Photo.2 Effects of insert metals on optical microstructures of bonded interlayers
Bonding condition: 1473Kx2.5ks(133mPa)