

스테인리스강과 비철합금 클래드재의 계면특성

Characteristics of Clad interface between Stainless Steel and non-ferrous metals

이종섭, 이목영

포항산업과학연구원 설비/용접/전자기 연구팀, 포항

1. 서론

최근 산업 전분야에 걸쳐서 소재의 성능을 극대화하기 위하여 이종 소재를 조합해 사용하는 소재 tailoring 기술이 활발히 개발되고 있다. 클래딩도 소재 tailoring 기술의 일종으로서 스테인리스강(이하 STS)과 함께 클래드재로 사용될 수 있는 재료는 탄소강, Al합금, Ti합금, Ni합금 등 다양하다. 그 중에서도 STS/Al 클래드재는 Al의 낮은 비중, 높은 열전도도, STS의 우수한 내식성, 가공성 등의 장점을 가지기 때문에 다양한 용도로 사용될 수 있으며 현재로서는 주방용기용으로 가장 많이 사용되고 있고 사용량도 급격히 증가하고 있다. 한편 STS/Ti 클래드재는 기존에 사용되고 있는 STS가 해수 분위기에 노출된 지역에서는 내식성이 충분하지 않고 Ti는 다른 공업용 금속에 비해 내식, 내후성이 대단히 우수하지만 고가이기 때문에 범용재료로 이용되지 못하고 있는 단점이 있어 이들을 상호 보완할 수 있는 새로운 재료이며 건축용 panel으로서 충분한 잠재력을 가지고 있는 재료이다.

본 연구에서는 STS/Al, STS/Ti 클래드재를 압연법에 의해 제조한 후 클래드재 계면의 조직특성, 성분분포 등의 금속학적인 특성과 계면의 기계적 성질, 기계적 성질에 미치는 열처리 영향의 검토하였다.

2. 실험방법

본 연구에서는 austenite계인 type 304 STS와 Al, Ti 공업용 순금속을 이용하여 압연법에 의해 클래드재를 제조하였다. 먼저 소재 표면의 scale, 이물질 등을 제거하기 위하여 표면처리를 한 후 STS/Al 클래드재는 400 ~ 450°C에서, STS/Ti 클래드재는 800 ~ 1100°C에서 압연에 의해서 제조하였다. STS/Ti 클래드재의 경우, Ti가 고온 산화성이 매우 강하기 때문에 접합부가 산화하는 것을 방지하기 위하여 판재의 테두리를 전자빔 용접하여 시편 가열처리중 접합부가 산화하는 것을 방지하였다. 접합부의 기계적 성질은 STS/Al 클래드재는 T형 peel test, STS/Ti 클래드재는 굴곡시험을 행하여 평가하였다. 또한 열처리가 계면의 금속학적 특성과 기계적 성질에 미치는 영향을 검토하기 위하여 압연후 후열처리도 실시하였다.

3. 실험결과 및 고찰

STS/Al 클래드재의 접합강도는 압연온도, 압하율, 압연속도 등의 압연조건의 영향을 받았다. 압하율이 증가할수록 접합강도가 증가하였고 압연속도는 20mpm(meter per minute)을 기준으로 압연속도가 20mpm보다 증가하면 접합강도는 급격히 감소하였다. Fig. 1은 STS/Al 클래드재의 접합계면을 보여주는 사진으로서 윗쪽에 위치한 재료가 STS이며 아래쪽이 Al이다. STS는 austenite계 STS에서 전형적으로 나타나는 austenite 입자에 ferrite가 혼재하는 조직을 보여주고 있으며 Al에서는 입자는 명확히 관찰되지 않으며 Al계 산화물(Al_2O_3) 또는 금속간 화합물(Al_3Fe 또는 Fe_2Al_5)인 제 2상들이 관찰되고 있었다. 이 계면을 EPMA로 선분석해본 결과, 합금원소들의 상호 확산이 일어나고 있음을 확인할 수 있었으며 확산거리는 약 5 ~ 7 μm 정도로 鶴田 등¹⁾이 보고한 약 10 μm 보다 짧게 나타났는데 이는 접합속도, 압연 롤의 직경차

등에 기인한 것으로 판단된다. 또 접합계면에서는 산소 peak도 관찰되고 있었다. 후열처리는 합금원소의 확산 거리를 증가시켰으며 계면에 존재하는 산화층의 산소 peak는 감소시켰으나 산화층의 폭은 증가시켰다. Fig. 2는 peel test후의 파단면을 SEM으로 관찰한 사진으로서 Al이 STS의 입계로 침투함으로써 결합이 일어나는 것을 알 수 있다.

STS/Ti 클래드재의 경우, 가열온도 1,000°C이상, 가열시간 30분이상의 조건에서는 두께 1mm인 Ti판재가 전 두께에 걸쳐서 산화가 일어났다. 동일온도에서 가열시간을 5분 정도로 한 경우에는 표면의 산화는 심하지 않았으나 가열온도가 Ti의 용해온도보다 낮음에도 불구하고 접합계면의 Ti층에 응고역이 관찰되고 있었다. 또 이 계면을 따라서 미세균열들이 연속적으로 존재하고 있었다.

참고문헌

1. 鶴田, 田村 外: 日本stainless技報, No.24, 1989, pp.47~61

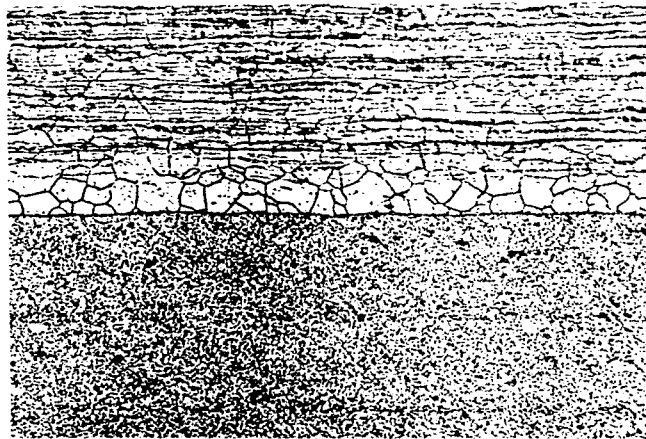


Fig. 1 STS/Al clad interface (x200)

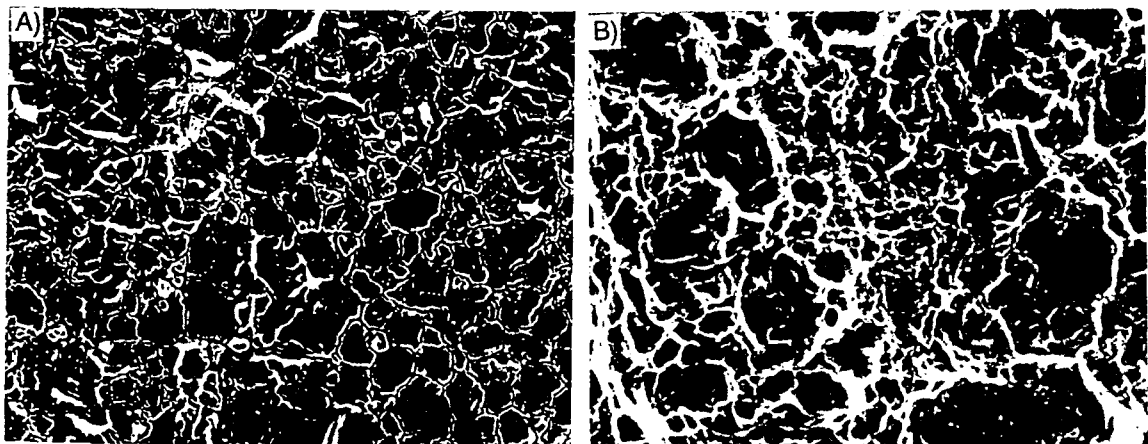


Fig. 2 SEM fractographs of fracture surface (x500)

A) STS, B) Al