

Ti/Fe 클래드 판재의 접착력 측정

Interfacial Bonding Strength of Ti/Fe Clad Sheets

*.# 김지훈¹, 김대용¹, 김낙현¹, 이영선¹

*.# J. H. Kim¹ (kimjh@kims.re.kr), D. Kim¹, N. H. Kim¹, Y. S. Lee¹

¹ 한국기계연구원 부설 재료연구소

Key words : Clad, Interfacial Bonding Strength, Peel Test

1. 서론

접착된 계면의 접합력을 측정하기 위한 일반적인 박리시험법들에는 180도 박리시험, 부동롤러(floating roller) 박리시험, T형 박리시험 등이 있다 (Fig. 1, [1]).

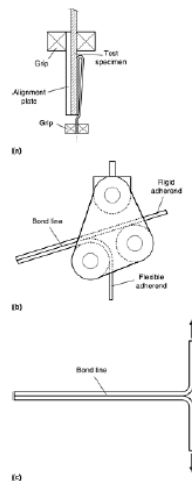


Fig. 1 Typical peel tests: (a) stripping test, (b) floating roller peel test, (c) T-peel test [1]

두께가 다른 두 층으로 이루어진 클래드 판재의 경우 표준 박리시험법을 적용하기 힘든 상황이 발생할 수 있는데 그 이유는 다음과 같다. 1) 180도 박리시험을 위해서는 얇은 층이 상당한 굽힘을 견딜 수 있어야 한다. 특히 탄성회복이 되는 고분자소재와 달리 금속소재의 경우에는 굽힘과 퍼짐을 거치며 박리되는 과정에서 상당한 손상이 가해진다. 손상정도는 곡률반경이 작아질수록 커지기

때문에 굽힘강성이 작은 얇은 층을 박리하려고 힘을 가하면 얇은 층에서 파단이 일어나기 쉽다. 2) 부동롤러(floating roller) 박리시험의 경우 두꺼운 층의 굽힘강도가 계면접합력에 비해서 강하지 못하면 두꺼운 층이 굽혀지면서 박리가 진행되지 않는다. 3) T형 박리시험은 두 층이 비슷한 굽힘강성을 가지고 있어야 시편이 T 형태를 이루면서 박리가 된다. 하지만 두 층의 두께차이가 많이 나는 경우 힘을 가하면 클래드 부분이 회전하면서 180도 박리시험과 비슷한 형태가 되어 180도 박리시험과 같은 이유로 시험을 진행하기 힘들다.

2. 계면접합력 시험법

본 연구에서는 두께가 다른 클래드 판재의 계면접합력을 측정하기 위해 기존의 박리시험의 단점을 개선한 박리시험법을 개발하였다. 이 시험법의 개략도가 Fig. 2에 나와있다.

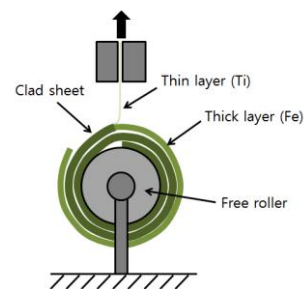


Fig. 2 Schematic of the unwinding peel test

이 박리시험을 위해서는 띠형태의 클래드 시편을 자유롤러에 감고 띠의 바깥쪽 끝부분은

미리 일정부분 박리해 놓는다. 박리된 두꺼운 층은 마저 감아 놓고 얇은 층은 위쪽의 그립으로 잡는다. 이때 박리가 충분한 길이만큼 일어나도록 두꺼운 층을 약간 빗겨서 감아놓는다. 아래 롤러를 고정한 상태에서 위쪽 그립에 당기는 힘을 가하면 말린 클래드 시편이 풀리면서 박리가 일어난다. 클래드 시편이 같이 회전하기 때문에 항상 일정한 박리각이 유지된다.

Fig. 3 은 만능시험기에 박리시험장치를 부착한 것이다.

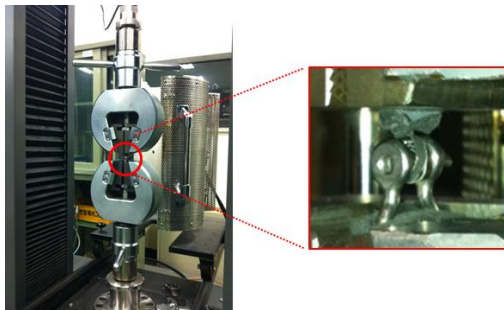


Fig. 3 Unwinding peel test fixture

3. 결과

계면 접합력 측정에 사용한 Ti/Fe 판재는 전체 판재가 0.45 mm, Ti 층이 0.08 mm 의 두께를 가지며, 나머지는 steel 층으로 이루어져 있다.

개발된 시험장치로 Ti/Fe 클래드 판재의 박리시험을 진행하였다. 10 mm x 3.3 mm 의 클래드 시편을 지름 4 mm 의 롤러에 감았으며 감은 뒤 시편의 지름은 약 6 mm 이었다. 끝부분 약 30 mm 정도를 롱노즈를 이용하여 박리시켜서 Ti 층을 위쪽 그립에, steel 층은 롤러에 약간 빗겨서 감았다. 박리속도는 50 mm/min 을 사용했으며, 다른 속도에서 박리시험을 수행해본 결과 속도는 박리힘에 큰 영향을 미치지 않았다.

단위폭당 박리힘과 만능시험기의 그립이 이동한 거리의 그래프가 Fig. 4 에 나와있다. 초기에는 Ti 층의 탄성변형 때문에 박리가 일어나기 전에 약간의 변위가 발생했으며, 약 1.5 mm 부터 박리가 시작되면서 힘이 떨어졌다.

이후 만능시험기가 약 22mm 이동하는 동안 박리가 진행되었으며 힘은 일정하게 유지되지 않고 5.4 - 11.4 N/mm 사이에서 변했다. 힘이 일정하지 않은 이유는 미소 스케일에서 박리가 불규칙적으로 일어나기 때문으로 보인다.

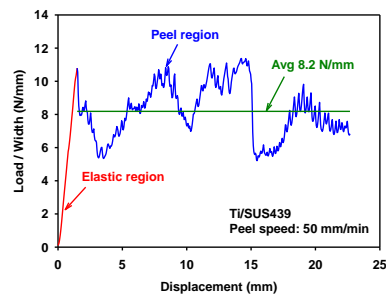


Fig. 4 Peel load-displacement curve

박리가 진행된 구간의 평균힘은 8.2 N/mm 이었다. Ti 층의 찌짐에 필요한 에너지를 무시하고 박리힘이 한 일이 모두 계면박리에 쓰였다는 가정하에 계산한 계면에너지는 8.2 kJ/m² 이다.

4. 결론

얇은 층을 갖는 Ti/Fe 클래드 판재의 계면접합력을 측정하기 위해서 새로운 박리시험법이 개발되었다. 이 방법으로 측정된 Ti/Fe 클래드 판재의 계면접합력은 8.2 N/mm 이며 계면에너지로 환산하면 8.2 kJ/m² 이다.

후기

본 연구는 소재원천사업(상변태/임계제어 접합금속소재 설계기술, 과제번호 M-2009-01-0014)의 일환으로 수행되었으며 이에 관계자 여러분께 감사 드립니다.

참고문헌

1. Adhesives, Annual Book of ASTM Standards, Vol 15.06, ASTM