

발포알루미늄과 이종재의 접착력특성 연구

A Study on the Adhesive strength between Aluminum and Aluminum foam materials

*#이경엽¹, 정협재², 한범석³, 유용문³

*#K. Y. Rhee(rheeky@khu.ac.kr)¹, H. J. Chung², B. S. Han³, Y. M. Rhu³
¹경희대학교 테크노공학대학, ²경희대학교 기계공학과, ³자동차부품연구원

Key words : aluminum foam, adhesive strength

1. 서론

Al Foam은 밀도가 작으며, 불연성, 고비강성, 우수한 에너지 흡수율을 가지고 있으며, 음향 흡수성과 낮은 열전도도 등 많은 장점을 가지고 있다. 또한 재활용이 가능하며 제조공법도 간단하면서 가격도 저렴한 재료이다. 흡음성과 충격흡수의 우수성으로 Al Foam은 지하철역과 대형건물의 방음판으로 사용되며, 자동차에서는 충격흡수가 뛰어난 Al Foam을 이용하여 자동차범퍼를 연구하여 조만간 상용화 할 예정이다. 현재까지 수행된 Al Foam에 대한 연구는 제조법과 흡음성, 충격흡수에 관한 연구 등이 진행되고 있다. Hur¹는 Al Foam의 제조기술에 관한 연구를 하였으며, Kim^{2,3}, Kim⁴는 Al Foam의 소리에 따른 흡음성에 관하여 연구를 진행하였다. Papadopoulos⁵, Jeon⁶등은 Al Foam의 인장, 압축 등의 기계적 특성에 관한 연구를 하였다..

한편 Dartevell⁷는 Al에 관한 접착 기술에 관한 연구를 진행했고 많은 연구자들이 다른 소재와의 접착기술 등도 많이 연구하고 있다. 하지만 Al Foam과 기존의 다른 소재와의 접착은 Al Foam의 실제 적용에 있어 매우 중요한 요소이지만 이에 대한 연구는 현재까지 진행되지 않고 있는 실정이다.

본 연구에서는 알루미늄 재료와 알루미늄 폼 재료와의 접합력 향상을 위한 기초연구로서 알루미늄 재료에 대해 질소 플라즈마를 이용하여 표면처리 하였으며 플라즈마 처리 유/무에 따른 알루미늄/알루미늄 폼 구조물의 굽힘 및 전단 접합력 차이에 대해 연구를 하였다..

2. 실험 방법

2.1 플라즈마 처리

본 연구에서는 알루미늄 재료로 Al 5052와 알루미늄 폼 재료로서 밀도가 0.4~0.5g/cm³인 재료를 사용하였다. 플라즈마 표면처리는 Plasma Preen Cleaner (U0050725A, USA)를 사용했으며 Frequency 2.45GHz, Power는 100W를 사용하였다. 가스의 압력은 172kPa, 진공은 90kPa이다. 가스는 질소를 사용하였으며 시간은 5분 동안 하였다.

2.2 시편제작

굽힘 시험 시편은 Fig. 1과 같이 Al 5052 (25mm * 200mm * 5mm)와 Al Foam (25mm * 200mm * 5mm)을 사용하여 제작하였고, Al과 Al Foam을 접착하기 위해서 Epoxy를 사용하였다. Epoxy의 두께는 접합력에 큰 영향을 주는 요인으로 Al과 Al Foam의 접합력 향상을 알아보기 위해서는 동일한 조건으로 시편을 만들어야 한다. 그래서 본 연구에서는 Epoxy

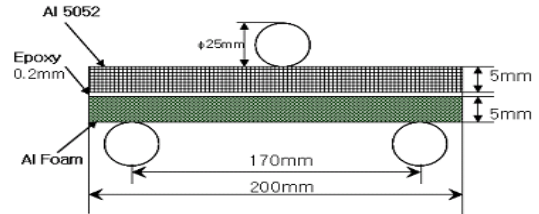


Fig. 1 Specimen of bending test

양을 2ml로 제한하여 Epoxy의 시편을 만들었고, 두께는 0.2mm로 하였다. 굽힘과 전단 테스트의 시편 Case 1의 경우 Al, Al Foam 모두 플라즈마 처리를 하지 않은 상태로 접착하였으며, Case 2의 경우 Al을 플라즈마 세정 후 Al Foam과 접착하였다. 전단 실험 시편은 Fig. 2와 같이 Al 5052 (25mm * 100mm * 1mm)와 Al Foam (25mm * 100mm * 5mm)로 제작하였다. Al Foam이 Al 5052보다 강도가 약해 Shear test 도중 시편이 파괴되는 경우를 방지하기 위해 Al Foam의 접합면 반대쪽에 Al을 붙여서 Al Foam을 강화하였다. Al과 Al Foam의 접착은 Epoxy로 했으며 양을 0.7ml로 제한하여 두께가 0.2mm이다, Al과 Al Foam의 접착 길이는 25mm로 하였다.

2.3 Bending Test & Shear Test Method

Fig. 1은 굽힘 시험의 시편과 3점 굽힘 테스트의 지그를 나타낸 것이다. 굽힘 시험은 Fig. 1과 같이 Instron 8871를 사용하여 3점 굽힘 시험을 시행하였다. 속도는 2mm/min로 하였고, Displacement를 35mm로 제한하여 Case 1, 2의 Test를 실행하였다. 전단 시험은 Fig. 2와 같이 시편을 만든 후 Instron 8871를 사용하였고, 속도 0.4mm/min으로 Case 1, 2를 Test하였다.

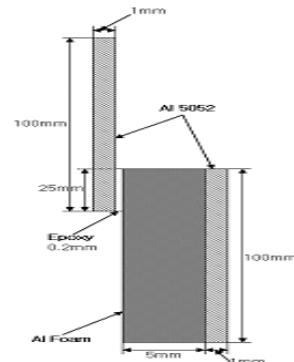


Fig. 2 Specimen of Shear Test

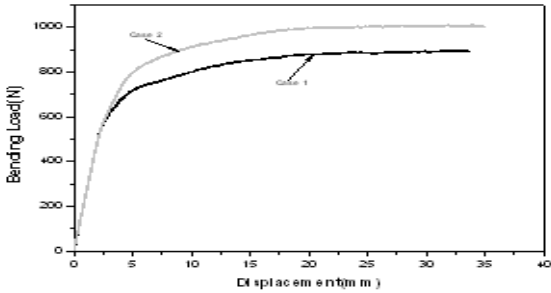


Fig. 3 P-δ Curve of Bending Test

3. 실험결과

3.1 Bending and Shear Test P-δ Curve

Fig.3 을 보면 Case 1, 2 의 Bending Load 에 의한 시편의 Displacement 를 나타낸 것이다. 질소 플라즈마 처리를 하지 않은 Case 1 에 비하여 질소 플라즈마 처리를 한 Case 2 가 Bending Load 가 높은 것을 알 수 있다. Displacement 가 2.5mm 정도까지는 Case 1, 2 모두 큰 차이 없이 Bending Load 가 증가하지만 Displacement 가 더 증가하면서 Bending Load 는 Case 2 가 Case 1 보다 최대 15% 정도가 높은 접착강도를 가지고 있는 것을 알 수 있다. Displacement 가 5mm 이후부터는 Case 2 의 경우 Case 1 에 비하여 약 12%~13%가 높은 Bending Load 를 계속 유지하면서 Displacement 가 변하는 것을 알 수 있다. 위의 결과를 보면 Al 과 Al Foam 을 접착할 때는 질소 플라즈마 처리를 하지 않은 Al 보다 Al 의 표면에 질소 플라즈마 처리를 했을 경우 접착강도가 증가한다는 것을 알 수 있다.

Fig.4 는 Case 1, 2 의 Load 에 의한 Shear Test 시편의 Displacement 를 나타낸 것이다. 위를 보면 질소 플라즈마 처리를 하지 않은 Case 1 에 비하여 질소 플라즈마 처리를 한 Case 2 는 Shear Load 가 높은 것을 알 수 있다. Case 1 과 Case 2 의 Displacement 가 증가하기 시작하면서 Load 가 큰 차이를 보이고 있는 것을 알 수 있다. 위의 경우 Case 1 은 약 960N, Case 2 는 1200N 정도의 최대 Load 값을 보이고 있다. Case 2 가 Case 1 에 비하여 약 20% 이상 높은 Shear Load 를 가지는 것을 알 수 있다. 위의 결과를 Bending Test 와 마찬가지로 Al 과 Al Foam 을 접착할 때 질소 플라즈마 처리를 하지 않은 Al 보다 Al 의 표면에 질소 플라즈마 처리를 했을 경우 접착강도가 증가한다는 것을 알 수 있다.

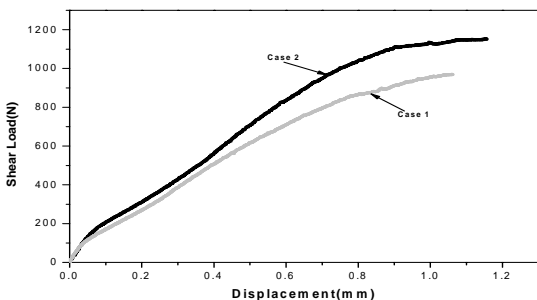


Fig. 4 P-δ Curve of Shear Test

4. 결론

- 1) 굽힘 시험의 경우 Case 2 의 Bending Load 가 Case 1 에 비하여 높았고, Case 2 의 Max Average Load 는 Case 1 보다 약 13%가 높았다.
- 2) 전단 시험의 경우도 Shear Load 가 Case 1 보다 Case 2 의 경우가 높게 관찰되었으며, Case 2 의 Load 는 Case 1 에 비하여 약 20%가 높았다.
- 3) Al 의 표면을 질소 플라즈마 표면처리를 하면, 하지 않은 Al 보다 Epoxy 의 접착력이 좋은 것을 알 수 있었다.

후 기

본 연구는 자동차부품연구원의 지원으로 “100Km/2L 급 차량용 경량부품 개발”의 연구결과 중 일부임을 밝히며, 연구비 지원에 감사드립니다.

참고문헌

- 1) Hur Bo Young, Um Yong Su, Kim Sang Youl: Development of Fabrication Technology for Al Foam with Lightweight-Strength, J Kor. Inst. Met. & Mater, 2004, pp37~46
- 2) Kim, S. Y. Park, S. H., Um, Y. S., Hur, B. Y; Sound Absorption Properties of Al Foam Materials science forum, v.486/487, 2005, pp.468-471
- 3) Kim, S. Y, Hur, B. Y, Kwon, K. C., Ahn, D. K., Park, H. S; A Study on the Mechanical and Sound Absorption Properties of Aluminum Foam, J Kor. Inst. Met. & Mater. Vol.40, No. 8 (2002)
- 4) Kim JaeYong, Um MyeongHeon, An DaeHyun, Shim MyeongJin; Characteristics of the Functional Panel Made From Foamed Aluminum, J. Korean Ind. Eng. Chem., No.1 February 2006, 62~66
- 5) Papadopoulos, D.P., Konstantinidis, I.C., Papanastasiou, N., Skolianos, S., Lefakis, H., Tsiapas, D.N.; Mechanical properties of Al metal foams, Materials letters, v.58 no.21, 2004, pp2574~2578
- 6) Jeon, I., Asahina, T.; The effect of structural defects on the compressive behavior of closed-cell Al foam, Acta materialia, v.53 no.12, 2005, pp. 3415-3423
- 7) Darteville, C., McAlpine, E., Thompson, G.E., Alexander, M.R.; Low pressure plasma treatment for improving the strength and durability of adhesively bonded aluminium joints, Surface & coatings technology, v.173 no.2/3, 2003, pp.249-258