

전기저항 다점 용접에 관한 연구

A study on multi points electrical resistance welding

이상민*, 김지태*, 나석주**

*한국과학기술원 기계공학과 대학원

**한국과학기술원 기계공학과

1. 서 론

최근 자동차 산업에서 추구하고 있는 경량 차체 제조와 경량 구조의 건축 판재, 전자 제품 외판재의 필요가 대두됨에 따라 초경량, 고비강성/고비강도 구조재에 대한 연구가 다각도로 진행되고 있으며, 현재 급속도로 적용 영역이 확대되고 있다. 대면적 미세 구조재는 이러한 요구를 만족시킬 수 있는 최적의 선택으로 여겨지며, 이를 위해 세계 각국에서 연구를 진행하고 있다. 대면적 미세 구조재란 fig.1과 같이 미세 구조물을 두 판 사이에 위치시켜 서로를 접합함으로써 동일 질량의 판재보다 강성과 강도가 뛰어난(고비강성/고비강도) 구조재를 말한다.[1]

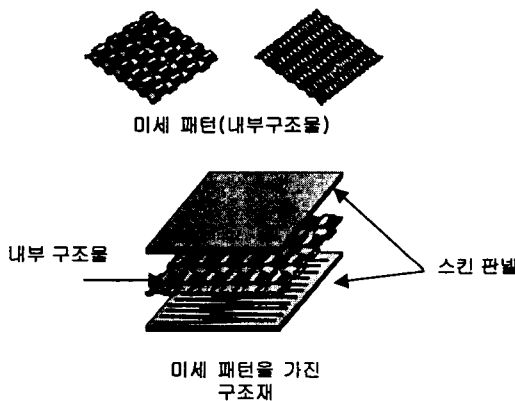


Fig.1 Micro-pattern plate

스킨판넬과 내부구조물을 접합하는 방법으로는 laser 용접, 저항용접, 브레이징, 접착제 접합 등 다양한 방법이 있으나, 접합 속도나 기계적 접합 강도 등 다른 방법에 비해 많은 장점이 있는 저

항 용접을 접합 방법으로 선택 하였다.[1]

본 논문은 이런 초경량, 고비강성/고비강도 판재(이하 Inner Structured and Bonded panel, ISB panel)제작 과정에서 저항용접을 이용한 접합의 가능성을 실험을 통해 관찰하고 기존 저항용접과의 차이점을 통해 앞으로의 진행 방향을 모색하는데 목적을 두고 있다.

2. 본 론

2.1 전극 형상과 ISB판넬 내부 구조재 종류 및 접합 제약조건

기존의 점용접 전극형상으로는 넓은 판재를 만들기는 어렵다. 그러기에 우리는 아래와 같은 전극 형상을 제작하여 사용 하였다. 이 형상은 앞으로 대량 생산시 필요한 물리형 전극을 최대한 모사하기 위한 형태이다.



Fig. 2 Shape of electrode (left: now electrode shape, right: future electrode shape)

현재 내부구조물은 다른 연구팀에서 개발 하고 있으며 그 종류는 fig.3과 같다.

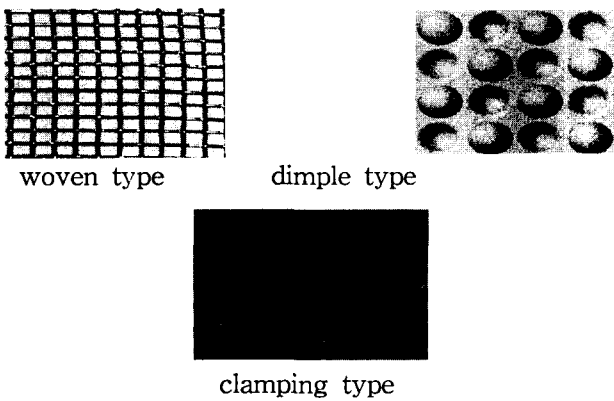


Fig. 3 Micro-pattern inner structure

본 논문에서는 woven형 내부 구조물에 대한 접합에 관해서만 논하겠다.

내부 구조물은 ISB판넬의 성형성과 강도 등을 고려해서 설계되기 때문에 최초의 형상을 유지해야만 한다. 그러나 아무런 제약조건 없이 압력을 가하여 접합을 시도할 경우 내부 구조물은 용접시 발생하는 저항 열에 의한 기계적 강도의 약화로 인해 형상을 유지하지 못한다. 이를 막기 위해 전극의 간격을 유지 시킬 필요가 있었다. 이는 접촉점에서 압력을 줄여주고 접촉 저항을 높여 주는 효과를 가져왔다.[2] Fig.4는 전극 간격을 유지하기 위해 일정 높이의 스토퍼를 이용한 방법과 이 방법을 이용하여 제작한 시편의 단면 사진이다.

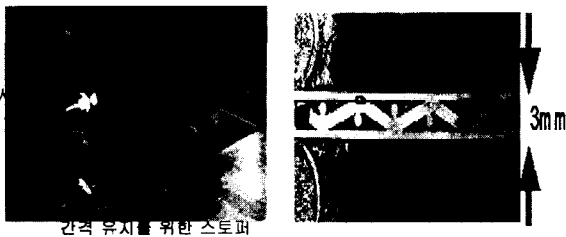


Fig.4 Method of welding and cross section of result

시편의 스킨판재 두께는 0.5mm 이고 woven형 내부 구조물의 두께는 2.3mm이며 스토퍼의 높이는 3mm이다.

2.2 통전시간의 영향

용접시 통전시간이 길어짐에 따라 내부 구조물이 저항 열에 의하여 녹아버리는 현상이 관찰되었다. 이는 내부 구조물의 질량이 스킨 판재보다 상대적으로 작기에 내부구조물이 더 빨리 용융되기 때문이다.[3] Fig.5는 통전 시간이 1.5cycle 과

7.5cycle 동안 용접한 시편을 필 테스트(peel test)한 내부 구조물 형상이다. 통전시간이 7.5cycle 인 경우 내부 구조물의 용융에 의한 결함이 있음을 확인 할 수 있었다.

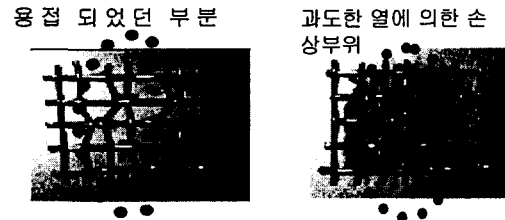


Fig.5 Inner structure after peel test (left : welding time: 1.5cycle , right : welding time:7.5cycle)

Fig.6은 통전시간과 전극간격을 변화시켜가면서 제작한 시편의 인장전단 시험 결과이다. 여기서 최대 하중의 크기는 의미가 없지만 상대 크기를 고찰함으로써 적절한 용접 조건을 찾을 수 있었다.

적절한 전극 간격은 3mm (시편이 약 0.3mm 정도 늘린다) 이하이고 통전 시간은 3.5cycle 정도임을 확인 할 수 있었다.

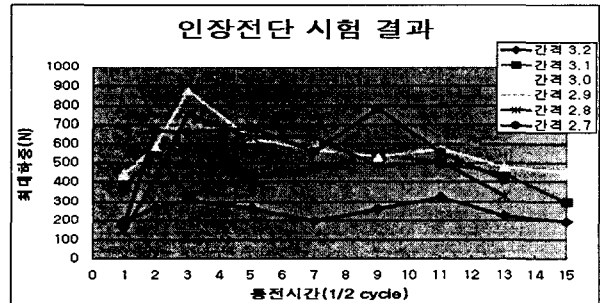


Fig.6 Results from the tensile shear test

2.3 접합부 관찰

기존 저항 용접에서와는 달리 내부 구조물 형상을 유지시키기 위한 방법으로 전극 간격을 일정하게 유지시킴으로써 발생한 가압력 부족 때문인지 접점의 접합부 형상이 매우 특이하게 관찰되었다. Fig.7은 시편 단면 사진과 접점에서의 현미경 관찰 사진이다. 이는 마치 내부 구조물이 스킨판재를 파고 들어간 형상을 하고 있다. 아직 이런 형태의 접합부가 형성되는 원인은 알아내지 못했다. 이 부분에 대해서는 지속적인 관찰과 분석이 필요하다고 생각 한다.

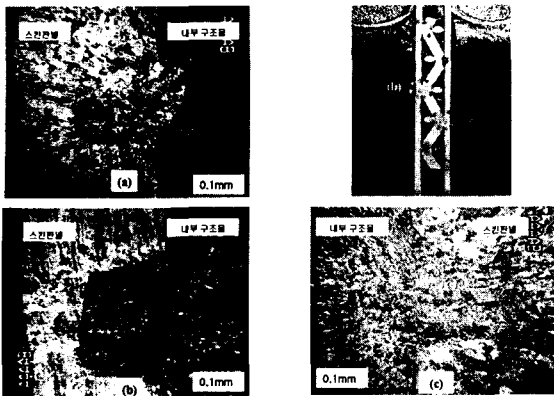


Fig.7 Cross section of welding point

2.4 동저항 관찰

기존 저항용접을 모니터링 하는 방법으로 동저항을 이용한다.[4] 전기저항 다점 용접에서도 모니터링의 가능성을 관찰해 보기 위해 동저항을 관찰하고 있다. 현재까지는 동저항을 통해서 용접성을 관찰하기에는 무리가 있다. 그러나 적절한 전극 간격과 통전 시간을 예측하는데 약간의 정보를 얻을 수 있었다. Fig.8은 전극 간격변화에 따른 동저항들을 관찰한 결과이다.

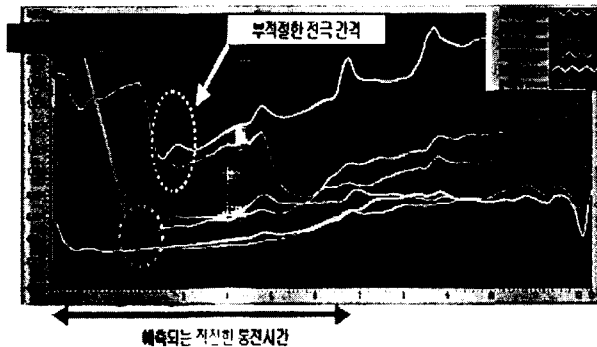


Fig.8 Dynamic resistance

전극 간격이 클 경우 동저항이 크고 매우 급격하게 변하는 것을 확인 할 수 있었다. 이는 전극 간격이 클 경우 스킨판재와 내부 구조물사이의 접촉압력 과부족으로 인한 불안정한 접촉 저항 때문이라고 생각한다. 또 적절한 전극 간격에서 통전시간이 길어짐에 따라 일정시간 이후에는 동저항 변화가 미비함을 관찰 할 수 있었다. 이는 스킨판재와 내부 구조물의 형상의 특성상 접촉면이 작고 가압력 부족으로 인해 용접시 접촉면의 증가가 미비하기 때문이라고 생각한다.

2.5 대면적 접합 시도

아직 연구 초기 단계이기에 모든 변수들이 최적화되지는 않았지만 넓은 면적의 ISB를 제작해 봄으로써 가능성에 대해서 관찰해 보았다. Fig.9는 두께 0.3mm 스킨 판넬과 두께 2.3mm woven형 내부구조재를 용한 ISB판넬이다.

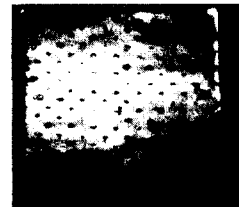


Fig.9 ISB panel

3. 결 론

ISB판넬을 재작함에 있어 저항 용접을 이용한 용접의 가능성을 실험을 통해 확인 하였고 용접부와 동저항을 관찰함으로써 기존의 점용접과는 많은 차이가 있음을 확인 하였다.

후 기

본 연구는 마이크로 첨단복제 생산시스템 개발사업(MRM)의 일환으로 수행 되었습니다. 이에 관계자 여러분께 감사드립니다.

참고문헌

1. H. Hanebuth, A. Datzler, K. Nielsen, K. Grønning Sørensen, "Joining of cellular and stratified laminates for light weight construction and thermal-acoustic insulation", Journal of Materials Processing Technology 115 (2001) , 31-37
2. S. S. Babu, M. L. Santella, Z. Feng, B. W. Riemer, and J. W. Cohron, "Empirical model of effects of pressure and temperature on electrical contact resistance of metals", Science and Technology of Welding and Joining ,2001, Vol.6 No.3, 126 -132
3. S. Agashe and H. Zhang "Selection of Schedules Based on Heat Balance in Resistance Spot Welding", Welding Journal, 2003, Vol.82 No.7 ,179-183
4. "용접·접합 편람", 대한용접학회,1998