

내부구조재를 가진 중공형 접합판재의 전단가공특성에서 틈새효과에 관한 연구

김지용[†] · 정완진 · 김종호^{*}

한국생산기술연구원[†], 국립서울산업대학교^{*}
(2007. 11. 14. 접수 / 2008. 1. 30. 채택)

Filler effect of inner-structure bonded sheet metal in shearing process

Ji-yong Kim[†] · Wan-jin Jung · Jong-ho Kima

Korea Institute of Industrial Technology, Seoul National University of Technology
(Received November 14, 2007 / Accepted January 30, 2008)

Abstract : While recent industrial structure is various, it is small quantity batch production structure, and products requiring of various functions are increasing. In order to improve the quality of the sheared surface in cutting of inner structure bonded sheet metal the cut-off operation is mainly investigated, which is the typical shearing process in sheet metal forming technology. The sandwich sheet metals considered have inner structure which is constructed in the form of crimped expanded metal and woven metal. The inner structure is bonded between solid sheet by resistance welding or adhesive bonding. The shearing process is visualized by the computer vision system installed in front of the cut-off die and the sheared surface is measured and quantitatively compared with the help of the optical microscope after cut-off operation. From test results we found that the influence of sheared position can be observed and explained clearly and this result can be utilized to get the better sheared surface.

Key Words : Clad sheet metal, Inner structure bonded metal, Sheared surface, Cut-off die, Filler gage

1. 서 론

최근 산업구조의 다양화와 더불어 다품종 소량생산의 시대를 맞이하여 다양한 기능을 요구하는 제품들이 늘어나고 있다. 특히, 인간의 삶의 질과 관련된 요구들이 증가되면서 그에 따른 기술개발 및 연구 또한 활발히 이루어지고 있다. 그러나 이러한 요구를 기존의 단일 판재만으로 충족하기에는 소재 개발의 기간과 비용 등 여러 가지 조건에서 어려움이 있다. 이에 2종이상의 단일 판재와 판재를 적층, 접합하여 각각의 판재 특성과 장점을 보강하여 새로운 기능을 유도해내는 접합판재에 대한 연구가 주목받고 있다. 접합판재는 경량화, 고강성, 고강도, 내충격성 등의 다양한 요구를 공정 및 설계 변수를 변경하여 충족할 수 있으며, 대량생산에서도 가격경쟁력이 우수한 장점이 있다. 현재는 경량화 및 비강성, 비강도를 높이기 위해 특정형상의 미세패턴 구

조재를 내부재로 가지는 미세 구조 접합판재의 개발이 진행되고 있다.⁽¹⁾ 김지용⁽²⁾ 등은 샌드위치 강판 중에서 클래드강판과 제진강판의 전단면에 영향을 미치는 금형설계변수에 대해 연구하였고, 이광복⁽⁴⁾ 등은 제진강판의 전단시 가공특성과 최적의 작업 조건을 제시하였다. 야마자키⁽⁵⁾ 등은 제진강판의 경사전단 가공의 전단면에 대한 연구를 하였다. Zok⁽⁶⁾ 등은 내부재가 트러스형 샌드위치 강판의 특성을 분석하였다. 본 연구에서는 접합판재의 전단 변형거동과 관련된 선행 연구^(2,3)를 토대로 하여 내부구조재를 가지는 중공형 접합판재의 틈새에 따른 전단 특성에 대해 연구하고자 하였다.

2. 실험소재 및 실험방법

2.1 실험소재

내부구조재를 가지는 중공형 접합판재는 상하

판 사이의 내부에 구조 패턴을 가지는 구조물을 삽입하여 접합한 것으로 본 연구에서는 이러한 접합판재를 Inner-structure bonded sheet metal로 명명하였으며, 약자로 ISB판재로 칭하였다. Fig. 1은 ISB판재의 기본 개념을 도식화 한 것이다. 내부구조의 형상, 접합방법, 상하판 소재의 종류와 특성 등에 따라 여러 가지 형태를 가지게 되며, 소재의 특성을 조절할 수 있다. 본 연구에서 사용한 ISB판재는 Fig. 2와 같이 외부재는 스테인리스, 내부구조재는 크림프드 익스펜디드 메탈 90°인 ISB판재를 사용하였다. 접합방법은 저항용접을 이용한 방법과 접착제를 이용한 방법을 선택하였다. 실험 소재는 길이 30mm, 폭 80mm를 사용하였고, 두께는 용접된 ISB판재 3.2mm, 접착된 ISB판재 3.5mm이다.

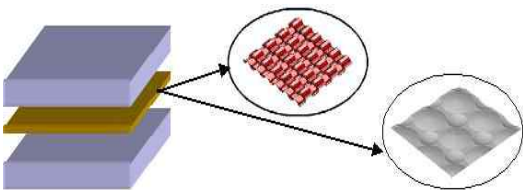


Fig. 1 Fundamental shapes of inner-structure bonded sheet metal

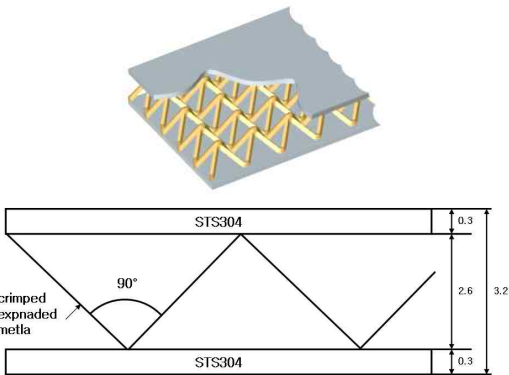


Fig. 2 ISB sheet metal

2.2 실험장비

실험에서는 만능재료시험기에 금형을 장치하여 사용하였으며, 그에 따라서 Fig. 3과 같은 컷오프 다이(Cut-off die)를 설계, 제작하였다. 펀치와 펀치 플레이트 사이에 틈새게이지(Filler gage)를

사용하여 틈새를 실험조건에 따라 조절할 수 있게 하였고, 블랭크홀딩력과 패드력은 스프링을 사용하여 조절하기 위해서 가동식 스트리퍼 방식을 선택하였다. 또한 측압력 발생을 억제하기 위하여 백업플레이트를 설치하였다.

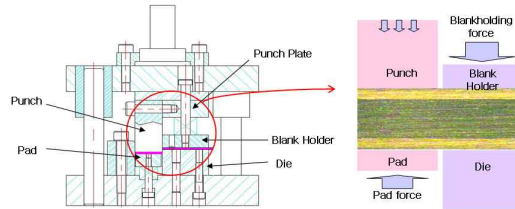


Fig. 3 Cross-sectional view of cut-off die

2.3 실험방법

접착방법, 틈새, 내부재의 형상에 따른 절단 위치가 절단면에 미치는 영향을 파악하기 위한 절단실험조건은 Table 1과 같다. 블랭크홀딩력과 패드력은 ISB판재가 견딜 수 있는 한계하중 이하의 하중을 주었다. 틈새는 외부재의 두께를 기준으로 하여 5%, 10%, 20%인 0.03mm, 0.06mm, 0.12mm의 3경우를 비교하였다. 또한 내부구조재의 형상이 절단면에 미치는 영향을 알아보기 위해 같은 조건에서 Fig. 4와 같이 피라미드의 정점 위치 (1)와 비정점 위치 (2)로 구분하였다.

Table 1 Experimental condition for cut-off operation

material	clearance (mm)	blankholding force (kgf)	pad force (kgf)
ISB	0.03	100	80
	0.06		
	0.12		

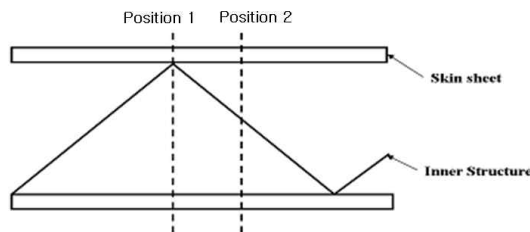


Fig. 4 Shearing position of ISB sheet metal

3. 실험결과 및 고찰

3.1. ISB판재의 절단면 특성 비교

소재의 두께에 관계없이 일정한 틈새 (0.04mm)⁽³⁾에서 ISB판재의 절단면 형상을 비교하였다. Fig. 5는 ISB판재의 절단면을 나타내고 있다. ISB판재의 경우 일반 복합판재와 달리 내부구조재의 강도가 약하기 때문에 눌림면의 양이 크며, 내부구조재의 형상과 이로 인한 공간의 영향으로 절단면 형상이 일정하지 않는 것을 알 수 있었다. 일반판재에서 눌림면의 양은 5~10% 전후인 것에 반해 ISB판재의 눌림면 양은 70% 전후인 것으로 나타났다. 또한 일반판재나 복합판재와 달리 눌림면이 곡면이 아닌 내부구조재의 침단부를 기준으로 하여 직선으로 나타난다. 이는 소재 절단시 발생하는 압축력은 절단면부근의 내부구조재는 붕괴시키지만, 이웃하는 내부구조재에는 영향을 미치지 못하는 것을 나타낸다. 그 결과 내부구조재의 침단부를 기준으로 하는 눌림면이 직선으로 형성되는 것을 볼 수 있었다.

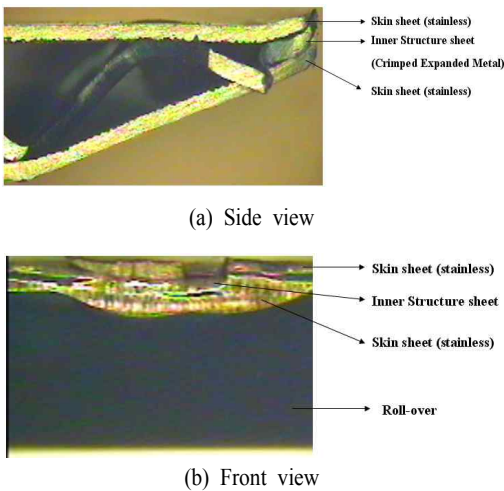


Fig. 5 Sheared surface of ISB sheet metal (clearance 0.04mm)

3.2. 접합방법과 절단위치가 절단면에 미치는 영향

ISB판재의 접합방법과 절단위치가 소재 절단

면에 어떤 영향을 미치는지 분석하였다. 저항용접된 ISB판재를 틈새량 0.03mm일때 절단위치에 따른 절단면 사진이 Fig. 6과 Fig. 7이다. 측면에서 본 절단면의 형상은 절단위치에 따라 크게 차이를 보이지는 않았지만, 내부구조재의 위치에 따라 눌림면이 형성되는 위치와 양이 조금 다른 것을 볼 수 있었다. 또한 정면에서 본 절단면은 내부구조재의 형상에 따라 차이를 나타내고 있다. 하판의 경우 절단위치의 내부구조재의 유무에 따라서 요철이 발생하였고, 요철의 크기와 간격은 절단 위치에서의 내부구조재에 의해 결정되는 것을 알 수 있다. Fig. 8과 Fig. 9는 접착된 ISB판재의 절단위치에 따른 절단면 사진이다. 전체적인 형상에서는 접합법에 따른 차이를 찾아볼 수 없었지만, 정면 사진에서는 접합에 사용한 접착제가 절단면에서 완전 압착되면서, 내부구조재를 감싸고 있는 것을 볼 수 있다.

3.3. 접합방법, 절단위치, 틈새량이 절단면에 미치는 영향

틈새량에 따라 두께 감소율을 측정된 결과가 Fig. 10과 Fig. 11이다. 두께감소율을 분석한 결과 틈새가 0.03mm일때 저항용접된 ISB판재의 경우 두께감소율은 41%이고, 접착된 ISB판재는 58%인 것으로 나타났다. 접착된 ISB판재의 두께감소율이 작은 이유는 내부의 접착제가 전단시 완충역활을 하기 때문인 것으로 판단된다. 틈새량이 증가함에 따라 두께감소율은 커지지만 접합 방법과 절단 위치에 따라 감소율이 다른 것으로 나타났다. 즉, 절단위치에 대해서는 접합방법이나 틈새량에 관계없이 내부구조재의 정점위치인 Position 1보다 비 정점위치인 Position 2가 두께감소율이 더 작은 것으로 나타났다. 틈새량에 따라서는 틈새량이 증가할수록 저항용접된 ISB판재의 경우 비정점위치 즉 Position 2에서는 틈새의 영향이 적은 것으로 나타났지만, 접착된 ISB판재는 반대로 정점위치 즉, Position 1에서 틈새의 영향이 적은 것으로 나타났다.

4. 결론

본 연구에서는 경량화, 비강성, 비강도, 내충격

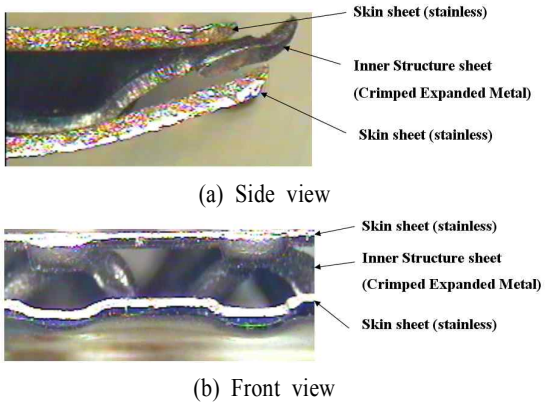


Fig. 6 Sheared surface of ISB sheet metal at position 1 (resistance-welded)

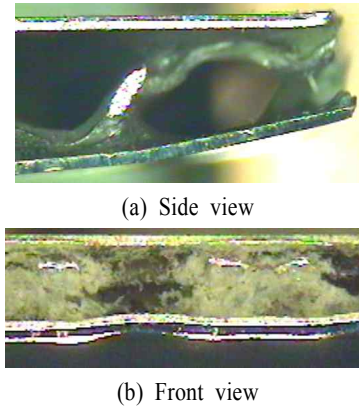


Fig. 9 Sheared surface of ISB sheet metal at position 2 (adhesive-bonded)

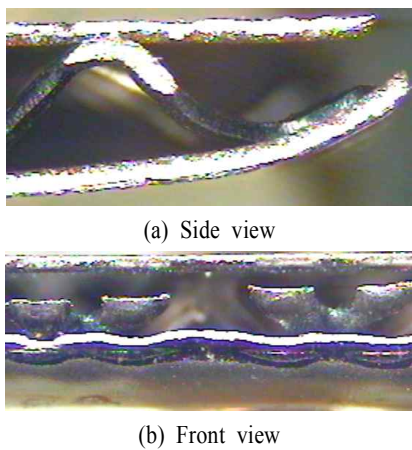


Fig. 7 Sheared surface of ISB sheet metal at position 2 (resistance-welded)

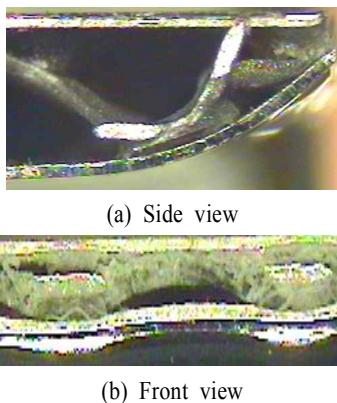


Fig. 8 Sheared surface of ISB sheet metal at position 1 (adhesive-bonded)

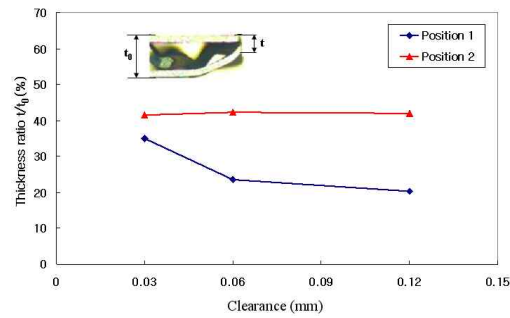


Fig. 10 Comparison of thickness ratio of ISB sheet metal for different shearing position (resistance-welded)

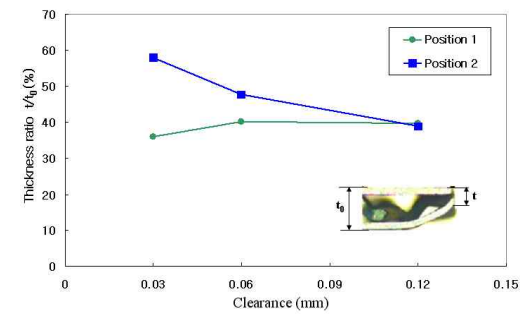


Fig. 11 Comparison of thickness ratio of ISB sheet metal for different shearing position (adhesive-bonded)

성 향상을 목적으로 개발중인 특정패턴의 내부 구조재를 가지는 접합판재(ISB판재)의 전단가공 시 틈새의 효과 및 접합방법과 내부구조재의 형

상에 따른 전단면의 특성을 알아보려고 하였다. 그 결과를 정리하면 다음과 같다.

1. 전단가공에서의 평균 두께 감소율은 처음 두께의 약 50~70%로 나타났다. 이는 초기 전단시 발생하는 압축력을 견디기에 내부구조재의 강도가 약하고, 내부의 빈공간으로 내부구조재가 좌굴되면서 내부구조재가 붕괴되기 때문이다.
2. 내부구조재의 형상에 따른 절단면의 위치를 다르게 한 전단실험 결과, 피라미드 형상의 정점부보다는 비 정점부에서 두께 감소가 적은 것으로 나타났다. 또한 접합방법에 따라서도 저항용접보다는 접착제를 이용한 방법의 두께 감소가 적은 것으로 나타났다.
3. 따라서 ISB판재의 전단시 적정 틈새량은 ISB판재 총두께의 1% 전후가 가장 양호한 것으로 나타났다.

참고문헌

- [1] 양동열, 나석주, 유중돈, 김종호, 정완진 외 36명, 마이크로 침단복제 생산시스템 개발, 한국과학기술원, 중간보고서, 2004,
- [2] 김지용, 김종호, 정완진, “샌드위치 강판의 전단가공에 있어서 전단면에 미치는 금형설계변수의 영향”, 한국소성가공학회지, 제 14권, 제 1호, pp. 37~42, 2005
- [3] 김지용, 김종호, 정완진, 양동열, “접합판재의 전단변형거동에 관한 연구”, 한국소성가공학회지, 제 14권, 제 3호, pp. 257~262, 2005,
- [4] 이광복, 이용길, 김종호, “제진 강판의 블랭킹 가공 특성에 관한 연구”, 한국소성가공학회지 제 12권, 제 8호, pp. 724~728. 2003
- [5] 山岐 進, 尾岐龍夫 “制振鋼板の斜めせん断加工”, 塑性と加工, 第 33卷. 第 378號, pp. 844~849. 1992
- [6] F. W. Zok, S. A. Waltner, Z. Wei, H. J. Rathbun, R. M. McMeeking, A. G. Evans, “A protocol for characterizing the structural performance of metallic sandwich panels : application to pyramidal truss cores”, International Journal of Solids and Structures, Vol. 40, pp.6249~6271, 2004
- [7] 정창균, 윤석준, 성대용, 양동열, 안동규, “피라미드 구조를 가지는 초경량 금속내부구조 접합판재의 제작 및 특성 평가”, 한국정밀공학회 추계학술대회 논문집, pp. 483~486, 2004
- [8] 안동규, 이상훈, 김민수, 한길영, 정창균, 양동열, “ISB 판넬의 굽힘강성 및 파단특성에 관한 연구”, 한국정밀공학회 추계학술대회 논문집, pp.1274~1277, 2004