

# 이종 접합 제진 판재의 V-굽힘 특성에 관한 분석

## Analysis of V-bending Characteristics for the Vibration Damping Sheet Metals Bonded with Dissimilar Sheet Metals

\*김현우<sup>1</sup>, #김기홍<sup>1</sup>

\*H. W. Kim<sup>1</sup>, #K. P. Kim(keepkim@kitech.re.kr)<sup>1</sup>

<sup>1</sup>한국생산기술연구원

Key words : Vibration Damping Sheet Metal, V-Bending, Springback, Curvature

### 1. 서론

최근 여러 산업분야에서 기계와 구조물의 소음과 진동의 감소에 대한 요구가 환경개선 관점 뿐만 아니라, 상업적 가치의 관점에서도 날로 증대하고 있다. 그 중 제진 강판은 진동, 소음 저감이라는 성능적 요구와 경량화, 가공성 등의 요구를 동시에 충족시켜야 하는 재료중 하나이다.<sup>1</sup> 제진 강판은 2장의 강판사이에 특수한 수지를 끼워넣은 샌드위치 구조로 되어 있어 통상 강판과는 다른 거동을 나타낸다.<sup>2</sup> 굽힘 가공시 내부 수지는 강판에 비해 변형 저항이 작기 때문에 두 강판 사이에 큰 변형 저항차가 생겨 갈매기형 굽힘(gull-wing bend) 현상과 같은 각종 성형불량이 발생한다.<sup>3</sup>

본 논문에서는 이종 접합 제진 판재의 V-굽힘 특성에 관해 분석·고찰 하였다. 펀치(punch)와 다이(die)의 시편과의 경사면 변화에 따라 스프링백(springback) 현상 변화와 갈매기형 굽힘 현상 변화를 비교·분석 하였다.

### 2. 제진 강판 시험용 펀치, 다이의 설계 및 제작

제진 강판의 굽힘 특성을 분석하기 위하여 펀치, 다이 교환방식의 굽힘 시험용 지그를 제작 하였고 펀치와 다이를 Fig. 1과 같이 설계하였다. Fig. 1에서 45° 경사면(A, B)의 길이는 5mm, 10mm, 20mm로 변경하여 총 3가지 경우로 설계하였다. V-굽힘 각도는 90°로 정하였으며 펀치 끝단의 곡률반경은 3.0mm로 동일하게 하였다.

Fig. 2는 펀치와 다이의 가공 후 최종 형상이다. 굽힘 시험편은 GI강판에 STS304, Brass, Cu를 접착한 3가지 제진 강판을 이용하였으며 KS B 0804(금속 재료 굽힘 시험) 표준 규격에 따라 250mm × 25mm 크기로 제작하였다. 시험편의 각 두께는 Table 1과 같다.

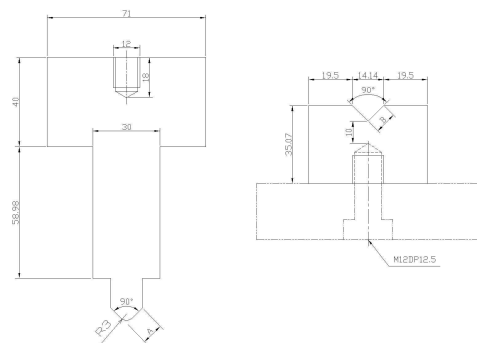


Fig. 1 The design drawing of punch and die

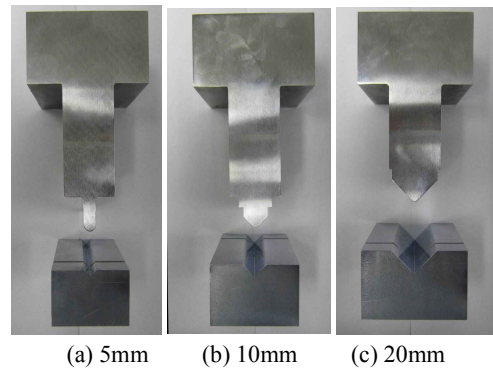


Fig. 2 The shapes of the manufactured punch and die

Table 1 Vibration damping sheet metals for V bending tests

material	designated thickness (mm)	measured thickness (mm)
GI+STS304	0.47	0.478
GI+Brass	0.47	0.468
GI+Cu	0.55	0.553

### 3. 제진 강판 굽힘 시험 및 결과

제진 강판의 굽힘 시험은 SHIMADZU UTM(universal testing machine) UH-F50A 장비를 사용하였으며 Fig. 3에 나타내었다. 펀치의 하강 속도는  $1.016 \times 10^{-3} \text{m/s}$ 로 하였고, 최대 굽힘 하중은 1.96 kN 이하로 하여 펀치 및 다이가 시편과 완전히 접촉한 후에 압축 하중에 의한 시편 두께 방향으로의 변형이 최소화 되도록 하였다.

Fig. 4는 굽힘 시험 후 시편 형상이다. Fig. 5는 V-굽힘 시험 후 제진 강판의 굽힘 각도와 곡률을 나타낸다. 시편이 펀치, 다이의 경사면이 증가할수록 스프링백 현상이 감소하여 제진 강판의 굽힘 각도가 펀치와 다이의 각도에 근접하게 됨을 알 수 있었다. 또한 경사면의 길이가 5mm에서 10mm으로 증가할 때 스프링백 현상이 급격히 감소하며 10mm 이상에서는 감소율이 작아짐을 알 수 있었다. 강도가 낮은 소재(Cu, Brass)를 접착한 경우에는 전체적인 스프링백 감소량이 적었으며 강도 높은 소재(STS304)를 접착한 경우에는 스프링백 감소율이 큼을 알 수 있었다.

갈매기형 굽힘 특성을 파악하기 위해 시편 직선부의 곡률을 측정된 결과 펀치, 다이의 경사면의 길이가 증가할수록 곡률 또한 감소함을 알 수 있었고, 경사면이 가장 짧은 5mm인 조건에서 강도가 높은 소재(STS304)를 접착한 판재에서 갈매기형 굽힘 불량 현상이 가장 크게 나타남을 알 수 있었다.

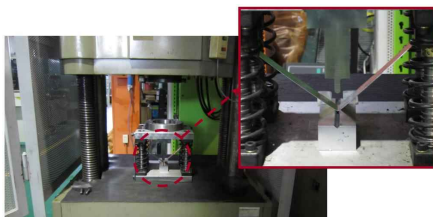


Fig. 3 Universal testing machine and the V-bending test

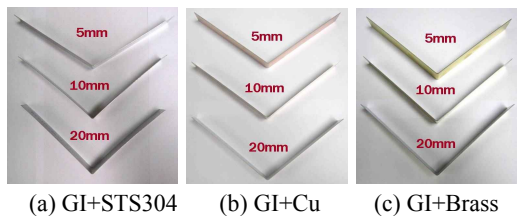


Fig. 4 The bended shape of specimens obtained from V-bending test

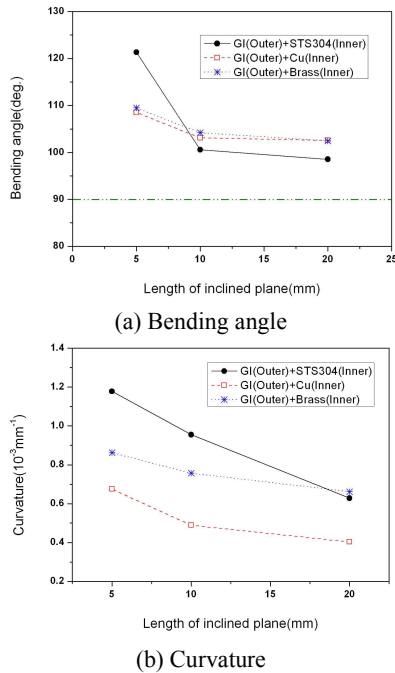


Fig. 5 Results of V-bending test

### 4. 결론

본 논문에서는 펀치와 다이의 경사면의 길이 변화와 제진 강판의 재료 변화에 따른 굽힘 특성을 비교·분석 하였다. 먼저 굽힘 시험 후 제진 강판의 굽힘 각도 변화를 비교하여 스프링백을 분석하였고, 접합 판재에서의 굽힘 불량 형태인 갈매기형 굽힘 현상에 대해 비교·분석한 결과 본 연구범위 내에서는 펀치, 다이의 경사면의 길이가 길수록 스프링백과 갈매기형 굽힘 현상이 작게 나타나는 것을 확인하였다.

### 참고문헌

1. 박종만, 한상보, "제진 강판의 특성 및 그 응용," 대한기계학회 기계저널, 37, 72-76, 1997.
2. 이용덕, 차용훈, 김기풍, "이종 접합 제진 판재의 전단 가공 특성 분석," 한국소성가공학회 2009년도 추계학술대회논문집, 1, 235-238, 2009.
3. M, Takiguchi., F, Yoshida., "Analysis of plastic bending of adhesive-bonded sheet metals taking account of viscoplasticity of adhesive," Journal of Materials Processing Technology, 140, 441-446, 2003.