

# 코팅강판의 계면접착력 평가 및 성형특성평가

## Evaluation of adhesion characteristics and formability of polymer coated metal sheet

\*이정민<sup>1</sup>, #김병민<sup>2</sup>, 손영기<sup>2</sup>, 변상덕<sup>3</sup>, 이선봉<sup>4</sup>

\*J. M. Lee<sup>1</sup>, #B. M. Kim(bmkim@pusan.ac.kr)<sup>2</sup>, Y. K. Son<sup>2</sup>, S. E. Byeon<sup>2</sup>, S. B. Lee<sup>2</sup>

<sup>1</sup>PNU-IFAM JRC, <sup>2</sup>부산대학교 기계공학부, <sup>3</sup>(주)LG 전자, <sup>4</sup>계명대학교 기계자동차공학부

Key words : PET film, PVC film, adhesion, Formability, Polymer-coated metal sheet

### 1. 서론

제품의 외관부품에 많이 사용되는 폴리머 코팅강판은 프레스 성형시 코팅층의 손상이 주요 성형결함으로 나타나고 있다. 특히 폴리머 필름이 접착된 PCM(polymer coated metal)소재의 경우, 프레스 성형시 계면접착력의 부족으로 인한 박리현상(delamination)이 우선적으로 해결되어야 할 문제이다. 본 연구에서는 PET/PVC 코팅강판의 계면접착력을 평가하고, 이를 활용하여 박판성형시 성형모드에 따른 코팅강판의 박리현상을 분석하였다. 박판성형에서 주로 사용되는 성형한계선도(forming limit diagram)의 개념을 활용하여 코팅강판의 성형성을 분석하고, 박리한계선도(delamination limit diagram)를 도출하여, 실험적으로 검증하였다.

### 2. 계면접착력 평가

본 연구에서는 코팅강판의 박리현상을 분석하기 위해 코팅층의 계면접착력을 평가하였다. Fig. 1은 코팅강판의 단면과 프레스 성형시 발생한 박리된 코팅강판의 단면을 나타낸 것이다. 코팅층의 박리는 주로 PET/PVC 사이에서 발생한다. SEM 이미지 분석결과를 바탕으로 PET/PVC 사이의 계면접착력을 평가하였다. 계면접착력은 유한요소해석과 실험결과를 비교하여 정량화 하였으며, 시험편은 Fig. 2에 나타낸 것과 같이 Arcan 시험편을 수정하였다. 유한요소해석시 접착층의 파괴거동을 모사하기 위해 cohesive zone model을 도입하였다. 그 결과, Fig. 3에 나타낸 것과 같이 실험결과를 잘 모사할 수 있는 계면접착력을 얻을 수 있었다.

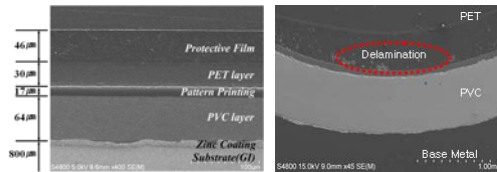
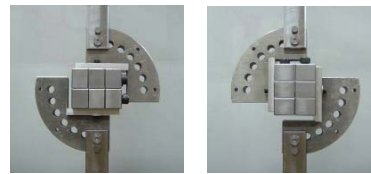
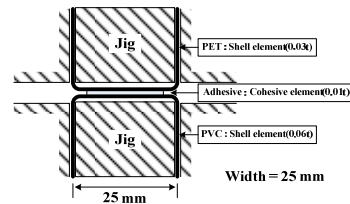


Fig. 1 Cross section of polymer coated metal and delaminated PET/PVC coating



(a) Apparatus of modified Arcan test



(b) Schematic FE-model for PET/PVC delamination  
Fig. 2 Apparatus and schematic FE-model of modified Arcan test

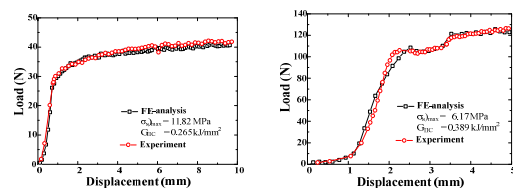


Fig. 3 Load-displacement curve of experiment and FE-analysis for normal and shear mode

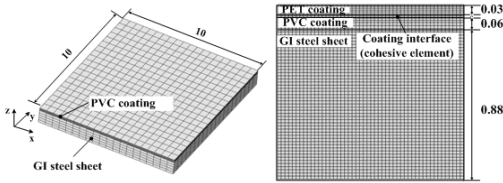


Fig. 4 FE-model of polymer coated metal sheet to describe the delamination at PET/PVC coating interface

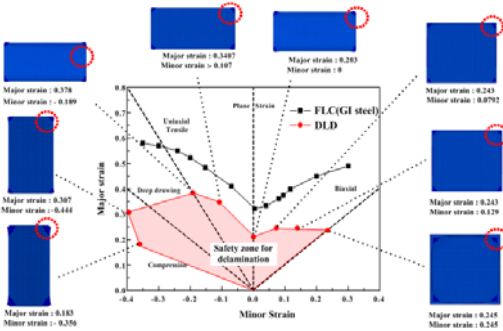


Fig. 5 Delamination limit diagram obtained by FE-analysis with cohesive zone model

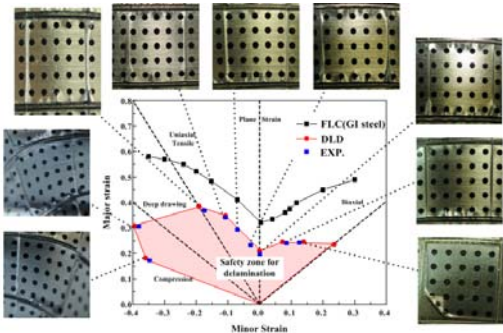


Fig. 6 Major and minor strain obtained by LDH test and square-cup drawing test when delaminated of polymer coating occurs

3. 박리한계선도 도출 및 실험적 검증

Fig. 4 에 나타난 유한요소해석모델을 통해 성형모드별 PET/PVC 박리특성을 평가하였다. 유한요소해석을 통해 PET/PVC 의 박리가 발생하는 각 성형모드별 주변형률 및 부변형을 평가하고, 이를 성형한계선도 상에 나타내었다.

Fig. 5 에 나타난 것과 같이 박리는 모재인 GI 강판의 과단한계보다 낮은 변형률 영역에서 발생하였으며, 성형모드별로 박리특성이 달라지는 것으로 평가되었다.

박리한계선도를 검증하기 위해 코팅강판의 성형실험을 수행하였다. 시험편은 유한요소해석모델과 동일하게 커팅하였다. 각 성형모드를 구현하기 위해 인장변형영역에 대해서는 한계 높이기 시험을 수행하였으며, 압축영역은 사각드로잉 시험을 수행하여 평가하였다. 시험편의 변형률 측정은 시험편에 점을 인쇄하여 성형시 변형된 점의 형상을 측정하여 평가하였다. Fig. 6 에 성형실험결과를 나타내었다. 실험결과, 박리한계선도에서 박리가 발생함을 확인하였다. 이는 박리한계선도를 통해 코팅강판의 박리를 예측이 가능함을 의미한다.

4. 결론

본 연구에서는 PET/PVC 계면접착력을 평가하여, 프레스 성형시 발생하는 코팅강판의 박리현상을 예측할 수 있는 박리한계선도를 도출하였다. 성형실험을 통해 도출된 박리한계선도를 검증한 결과, 박리한계선도를 통해 코팅강판의 PET/PVC 박리를 예측할 수 있음을 확인하였다. 코팅강판의 박리는 성형모드에 따라 다른 특성을 나타내었다. 특히, 평면변형률 영역에서 가장 낮은 박리한계변형률을 나타내었으며, 모재의 성형특성과는 달리 압축영역에서도 낮은 박리한계를 나타내었다.

후기

이 논문은 2010 년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단 해외우수연구기관유치사업 및 (주)LG 전자의 지원을 받아 수행된 연구임.

참고문헌

1. M.F.S.F De Moura et al., "Cohesive and continuum mixed-mode damage models applied to the simulation of the mechanical behaviour of bonded joints," International Journal of Adhesion & Adhesives, vol. 28, pp. 419-426, 2008.