

# 하이브리드 클린칭 접합기술의 설계 및 적용 Design of Hybrid Clinching Process and Applications

\*이찬주<sup>1</sup>, #김병민<sup>1</sup>, 황빛자<sup>2</sup>, 이강원<sup>3</sup>

\*C. J. Lee<sup>1</sup>, #B. M. Kim(bmkim@pusan.ac.kr)<sup>1</sup>, B. N. Hwang<sup>3</sup>

<sup>1</sup>부산대학교 기계공학부, <sup>2</sup>(주)현대자동차, <sup>3</sup>한국생산기술연구원 대경권지역본부

Key words : Hybrid clinching, Adhesive Bonding, Impact test, Crash box, Light-weight

## 1. 서론

차체 경량화에 있어, 알루미늄 합금소재는 철강소재와 비교하여 높은 경량화 효과를 가지고 있기 때문에 알루미늄 합금소재의 적용분야가 증가하고 있다. 그러나, 알루미늄과 철강소재간의 저항 점용접은 서로 다른 열적특성으로 인해 불가능하며, 이를 대체할 수 있는 접합방법이 요구된다. 하이브리드 클린칭 접합공정(hybrid clinching process)은 구조용 접착기술과 기계적 클린칭 접합기술이 결합된 접합공정으로 소재에 상관없이 접합이 가능한 기술이다.

본 연구에서는 구조용 접착기술을 기존 클린칭 접합에 적용하여 접합방법에 따른 충돌성능을 평가하였다. 유한요소해석을 통해 기존 클린칭과 하이브리드 클린칭 공정의 충돌성능을 비교 분석하고, 유한요소해석과 동일한 조건에 대해 충돌시험을 수행하여 하이브리드 클린칭의 충돌성능이 향상됨을 확인하였다.

## 2. Cohesive zone model

충돌해석시 구조용 접착제와 클린칭 접합의 파괴거동을 평가하기 위해 접착영역모델(cohesive zone model: CZM)을 이용하였다. Fig. 1에 나타난 것과 같이 CZM은 균열선단의 임계응력과 파괴에너지로 접합의 파괴거동을 모사한다. 접착제의 인장 및 전단모드 임계응력 및 파괴에너지는 T형박리 시험과 인장전단시험을 통해 평가하였으며, 클린칭 접합의 경우, 인장모드는 H형인장시험과 인장전단시험을 통해 평가하였다. Table 1은 유한요소해석에서 사용한 접착제 및 클린칭 접합의 임계응력 및 파괴에너지 값이며, Fig. 2와 Fig. 3은 유한요소해석과 실험결과를 비교한 결과를 나타낸 것이다.

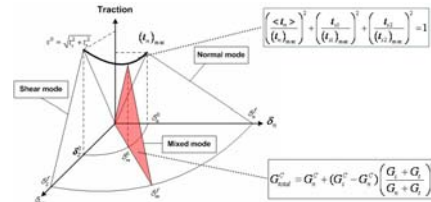


Fig. 1 Mixed-mode traction-separation response in cohesive zone model

Table 1 Comparison of measured roughness data

Joint	Critical stress (MPa)		Fracture energy (J/m <sup>2</sup> )		Elastic modulus (GPa)	
	Normal	Shear	Normal	Shear	Normal	Shear
Adhesive	33.7	28.1	1.06	3.334	1.576	0.596
Clinching	29.59	35.40	47.21	54.85	22.2	100.21

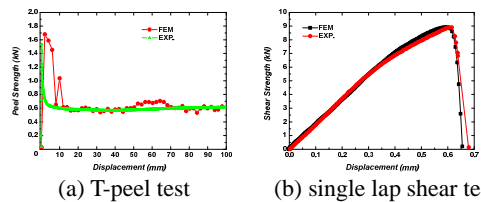


Fig. 2 Comparison of load-displacement curves adhesively bonded joint

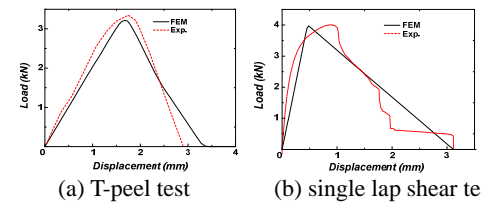


Fig. 3 Comparison of load-displacement curves mechanical clinched joint

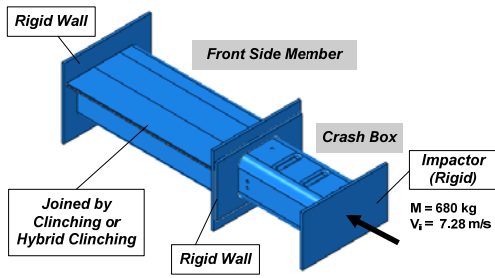


Fig. 4 Impact model of assembled front side member with crash box

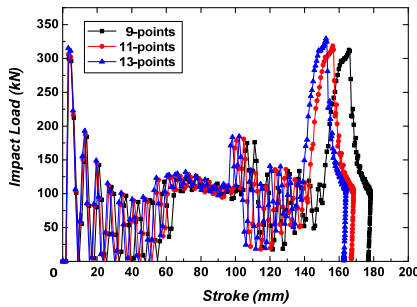


Fig. 5 Result of FE-analysis with CZM for Al front side member assembled with hybrid clinching

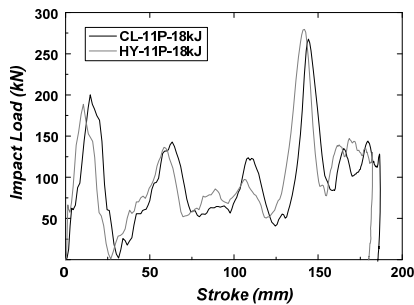


Fig. 6 Result of experiment for Al front side member assembled with hybrid clinching

### 3. 충돌해석결과 및 실험

하이브리드 접합해석모델을 활용하여 알루미늄 프론트 사이드 멤버에 적용하였다. 충돌에너지는 18,000 J로 설정하였으며, 시험편 형상은 Fig. 4에 나타내었다. Fig. 5는 하이브리드 클린칭에 의해 접합된 프론트 사이드 멤버의 하중-변위곡선이다. 접합점수가 증가함에 따라 충돌성능이 좋아짐을 확인할 수 있었으

며, 11 점의 하이브리드 클린칭 접합을 기준으로 접합점수가 증가함에 따라 충돌에너지의 흡수능의 증가경향이 둔화되었다.

11 점 하이브리드 클린칭 접합 시험편에 대한 충돌시험을 수행하여 기계적 클린칭과 하이브리드 클린칭 충돌성능을 실험적으로 비교분석하였다. Fig. 6은 충돌시험을 통해 얻어진 하중-변위곡선을 나타낸 것이다. 실험결과, 하이브리드 클린칭을 적용한 시험편이 보다 좋은 충돌성능을 나타내었으며, 충돌에너지 흡수능은 충돌깊이 50%수준인 100mm에서 약 11.5% 향상된 것으로 나타났다.

### 4. 결론

본 연구에서는 하이브리드 클린칭 공정을 적용하여 제작한 알루미늄 프론트 사이드 멤버를 유한요소해석 및 충돌 시험을 수행하여 클린칭 공정과 비교 평가하였다. 하이브리드 접합을 적용한 클린칭 시험편의 경우 충돌깊이가 감소하고, 충돌에너지 흡수능이 향상되는 것으로 평가되었다. 이는 접합부의 구조용 접착제가 파괴되면서 충돌에너지의 일부를 흡수하기 때문이다. 충돌시험결과, 충돌에너지 흡수능은 11.5% 향상되었으며, 접합점 수를 증가시킬 경우, 충돌에너지 흡수능을 향상시킬 수 있으나, 유한요소해석결과, 11 점이상에서는 향상효과가 감소하는 것으로 평가되었다.

### 후기

본 연구는 한국연구재단을 통해 교육과학기술부의 해외우수연구기관유치사업 및 선도연구센터 육성사업으로부터 지원받아 수행되었음.

### 참고문헌

1. 황빛나, 김재영, 박근환, 이상근, 고대철, 김병민, "Adhesive Bonding 기술을 적용한 접합부 충돌 성능 향상," 한국정밀공학회 춘계 학술대회 논문집, pp. 261-262, 2009.