

이종소재 하이브리드 접합기술 및 적용사례 Hybrid Joining Technology for Multi-material and Applications

*김병민¹, 이찬주¹, 이상곤², 최태훈²

*B.M. Kim(bmkim@pusan.ac.kr)¹, C. J. Lee¹, S. K. Lee², T. H. Choi²

¹부산대학교 기계공학부, ²한국생산기술연구원 녹색전환기술센터

Key words : Multi-material, Hybrid joining, Weldbonding, Self piercing rivet, Clinching, Adhesive bonding

1. 서론

최근의 자동차산업에서는 다양한 소재를 사용한 다중소재설계(multi material design)가 많이 사용되고 있다. 이러한 다중소재설계기법의 실질적인 실현에 있어 선결되어야 하는 과제가 이종재료의 접합이다. 하이브리드 접합기술(hybrid joining technology)은 두 개 이상의 접합기술이 결합된 접합기술로, 알루미늄, 마그네슘 및 고장력강과 같은 다양한 소재조합에 대해 접합이 가능한 기술이다. 본 연구에서는 최근 자동차산업에서 사용되고 있는 하이브리드 접합기술 및 적용사례를 조사하였다.

2. 하이브리드 접합기술의 개요

자동차 산업에서 일반적으로 사용되는 하이브리드 접합기술은 구조용 접착기술과 기계적 접합기술이 결합된 형태이다. Fig. 1은 개략적인 하이브리드 접합공정의 절차를 나타낸 것이다. 위치조정기법(positioning method)은 구조용 접착제 적용 후 기계적 접합을 적용하고, 구조용 접착제를 경화시키는 공정으로 기계적 접합에 의해 접합부재가 고정되기 때문에 구조용 접착제의 경화시 별도의 고정취구가 필요하지 않는 장점 있기 때문에 자동차 산업에서 가장 많이 사용하는 방법이다. 접착제의 경화는 별도의 경화공정이 필요없이 전착도장공정에서 이루어진다.

접착제 주입기법(injection method)은 기계적 접합부, 구조용 접착제를 접합부의 주입하여 경화시키는 방법으로, 주로 접착면에 접근이 어려운 튜브형 제품에 주로 사용된다. 순차적 접합기법(sequence method)은 접착제 적용 및 경화 후, 기계적 접합을 실시하는 방법이다.

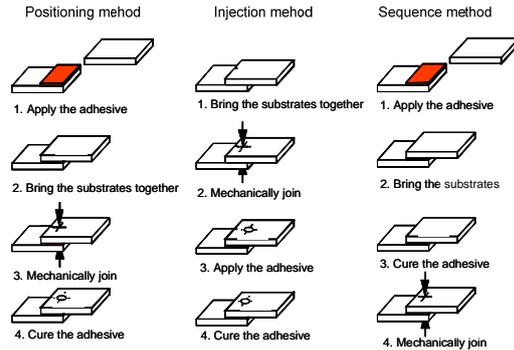


Fig. 1 Classification of hybrid joining process

Table 1 Characteristics of hybrid joining

Adhesive bonding		Mechanical joining		Hybrid joining
advantage	disadvantage	advantage	disadvantage	
Uniform stress distribution	Require additional fixture	High reliability	Limited by material properties	No additional fixture
Multi-material design	Creep tendency	Immediate response for external loads	Impossible to join thin material	Improve joint rigidity
Light weight	Low peel strength	High static strength	Low corrosion resistance	Sealing effect
Increase stiffness	Influence time, temperature and media	-	-	Extend to temperature range for application
High dynamic strength	-	-	-	Shock and noise damping

하이브리드 접합기술은 기존 기계적 접합만으로 또는 구조용 접착기술만으로 실현할 수 없는 접합기술의 한계를 극복할 수 있는 접합기술이다. Table 1은 기존 기계적 접합 또는 구조용 접착기술의 장단점과 하이브리드 접합기술의 특징을 나타낸 것이다.

3. 하이브리드 접합기술의 종류 및 적용

Fig. 2는 하이브리드 점용접기술은 구조용

접착과 점용접기술이 결합된 것으로 점용접기술이 많이 사용되는 자동차 산업에 주로 적용되고 있다. 저항점용접기술의 경우 접합소재의 서로 다른 열적특성 때문에 이종소재 접합에는 적합하지 않다. 최근에는 마찰교반 점용접기술을 이용한 접합사례도 보고되고 있다. Fig. 3은 하이브리드 리벳접합의 단면을 나타낸 것이다. 리벳접합의 경우, 접합을 위해 홀 가공이 요구되지만 최근에는 셀프 피어싱 리벳(self-piercing rivet), 클린칭-리벳(clinching-rivet)과 같이 홀 가공이 필요없는 리벳접합기술이 사용되고 있으며, 리벳에 의해 홀 가공 후 접합하는 펀치-리벳(punch-rivet)도 사용되고 있다. 접합시 접합소재의 소성변형을 동반하기 때문에 소성변형이 가능한 소재에만 적용이 가능하다.

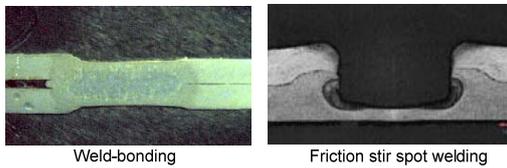


Fig. 2 Cross-section of hybrid spot welded joint

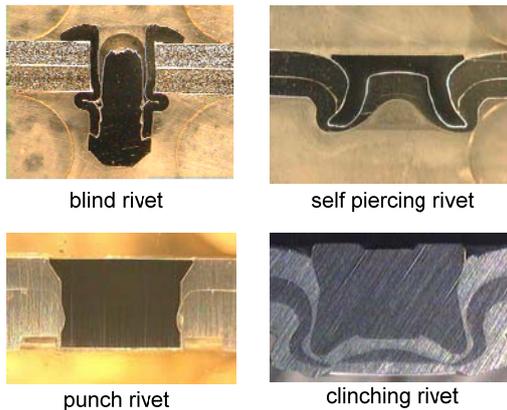


Fig. 3 Cross-section of hybrid rivet joint

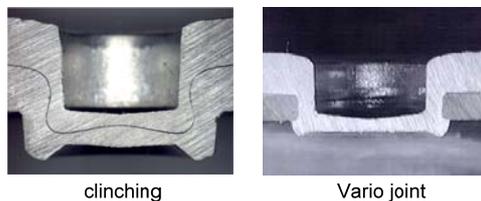


Fig. 4 Cross-section of hybrid clinched joint

Fig. 4는 하이브리드 클린칭접합의 단면을 나타낸 것이다. 금형을 이용한 접합소재의 소성변형을 통해 기학적으로 구속하는 접합기술로써, 소성변형이 가능한 소재에 적용가능하며, 고장력강과 같은 연신율이 낮고, 강도가 높은 소재에 대해 적용이 제한적이다. 그러나, Fig. 4의 vario joint와 같이, 최근에는 초고장력과 같은 고강도 소재에도 적용범위가 확대되고 있다. 리벳과 같은 추가적인 결합요소가 필요 없으며, 용접과 같은 고에너지가 요구되지 않기 때문에 접합단가가 가장 저렴한 접합기술이다.

4. 결론

제품의 다양한 특성 및 성능을 구현하기 위해 다양한 이종소재들이 사용됨에 따라 제품의 성공적인 개발을 위해서는 이종소재들의 기계적, 열적 특성에 제한되지 않는 접합방법이 요구된다. 대부분의 구조재에 적용 가능한 구조용 접착기술을 기반으로 한 하이브리드 접합기술은 이러한 산업계의 요구에 대응할 수 있는 대표적인 접합기술이다. 또한 접합부의 높은 신뢰성으로 인해 향후 하이브리드 접합기술의 적용범위가 더욱 확대될 것으로 예상된다.

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.
2. 박현성, "자동차 산업의 고효율 접합기술," 대한용접학회, 제 22 권, pp. 496-499, 2004.
3. J.P. Varis, "Economics of clinched joint compared to riveted joint and example of applying calculation to a volume product," Journal of material processing technology, 172, pp. 130-138, 2006.