철강·
금속제조

초고강도 스틸-알루미늄 접합 안정화 기술

소 속 재단법인 포항산업과학연구원 연구자 장경현

기술 개요

- 스틸과 알루미늄을 접합 시, 두 금속 사이에 다층 금속 박판을 넣고 마찰교 반접합을 수행하는 이종금속 접합 기술
- 스틸-알루미늄 복합 구조부품의 접합 신뢰성을 높여, 경량화와 구조 강도를 함께 요구하는 차체부품 등에 적용

기존 기술 대비 차별성

기존 기술	본 기술
스틸과 알루미늄이 직접 맞닿은 상태에서 접합되어, 두 금속 간 반응이 계면에 집중	스틸과 알루미늄 사이에 다층 박판을 삽입해, 두 금속이 직접 반응하는 것을 완화
접합 과정에서 취성 금속간화합물(IMC) 반응층이 두껍게 형성되어 접합부가 취약	Ti, Cu, Ni, 스테인리스강 등 금속층 조합이 확산 반응을 조절해 IMC 반응층의 과도한 성장을 억제
접합부 강도와 신뢰성이 낮아져 고강도 이종소재 구조부품 적용에 한계	기존 FSW 공정에 계면 제어 기능을 더해 고강도 스틸-알루미늄 접합부의 품질 안정성을 높임

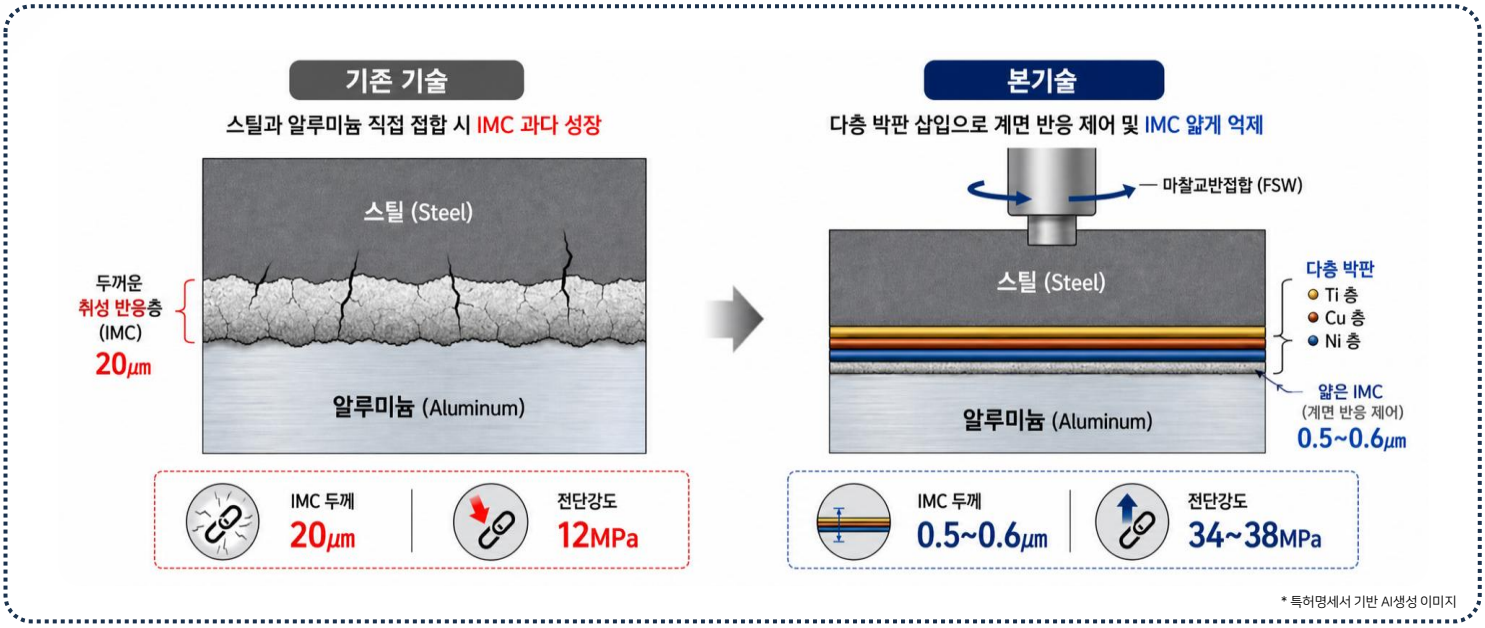
기술 특장점

접합부 취약화 제어
- 스틸과 알루미늄이 직접 반응하면서 접합부를 약하게 만드는 취성 금속간 화합물 형성을 다층 박판으로 억제하여, 접합부 신뢰성 저하 원인을 줄임

초박형 IMC 반응층 구현
- 다층 박판을 적용하지 않았을 때 형성된 IMC 평균 두께 20㎛ 대비 평균 두께를 0.5~0.6㎛으로 낮춰 **약 97% 이상 얇은 반응층을 구현**

접합부 전단 강도 향상
- 다층 박판을 적용하지 않았을 때의 인장 전단 강도 12MPa 대비, 본 기술 적용 **시 약 2.8~3.2배 높은 접합 강도를 구현**

기술 개념도



* 특허명세서 기반 AI생성 이미지

철강·금속제조

초고강도 스틸-알루미늄 접합 안정화 기술

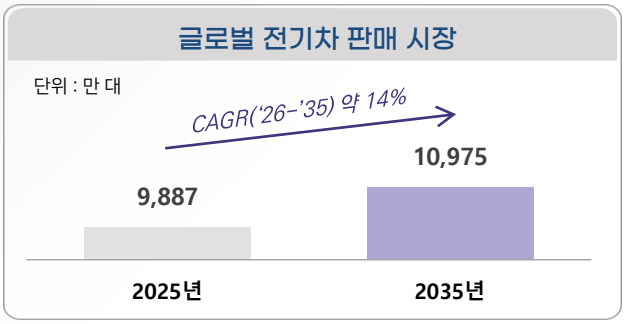
소 속 재단법인 포항산업과학연구원 연구자 장경현

응용 분야

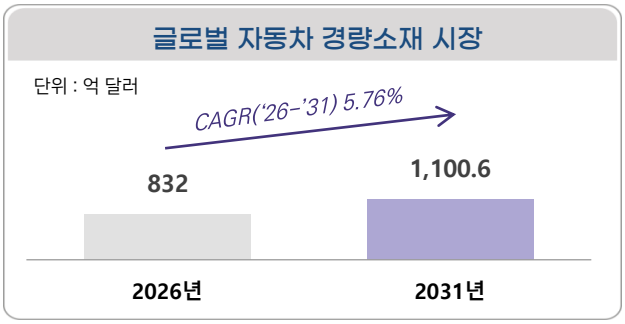
- **(자동차·전기차 부품)** 고강도강-알루미늄을 함께 사용하는 차체 보강재, 프레임, 브래킷류 부품의 접합 안정화 적용
- **(배터리 하우징)** 전기차 배터리팩 주변 하우징, 하부 보호 구조 등 강도와 경량화를 동시 충족하는 이중소재
- **(특수 구조물)** 철도 특장차, 산업장비 등 중량 저감과 구조강도가 중요한 금속 구조물의 스틸-알루미늄 접합 품질 개선 활용

시장 전망 •산업동향

- **(산업 동향)** 전기/수소 등 친환경차 중심으로 경량화,충돌안전, 열관리 등 시장요구 사항을 충족하기 위해 알루미늄과 고강도강을 조합하는 멀티소재 구조가 확대되는 흐름
- **(시장 전망)** 글로벌 전기차 판매는 2025년 9887억 달러서 2035년까지 매년 10.82%씩 성장하여 1조 974.6억달러 성장이 전망되며, 직접 시장인 글로벌 자동차 경량소재 시장도 2026년 831.7억 달러에서 매년 5.76%씩 성장하여 2031년까지 1,100.6억 달러 규모 성장이 예상됨



* 출처 : Precedence Research (2026)



* 출처 : Mordor Intelligence (2026)

구분	기업군	사업 분야	사업분야별 동향
1	대기업	완성차업체 (전기차)	◆ 자사 전기차에 알루미늄 펜더와 쿼터패널을 처음 적용하고, 고강성 차체구조로 충돌에너지를 분산하는 방향을 제시
2	중견	배터리팩케이스, 수소저장모듈	◆ 경량화 기술을 적용한 배터리팩 케이스를 승용차 및 상용트럭에 공급하고, 친환경차 부품 포트폴리오를 확대 중
3	중소	배터리 구조부품	◆ FSW 기반 친환경차 전장품 개발 및 양산을 추진 중 ◆ 다이캐스팅 공정을 내재화하여 "주조-가공-FSW-조립-검사" 일괄 생산체계를 구축하고 있음

기술 성숙도 (TRL)



IP 정보

구분	특허번호	특허명	현재상태
1	10-2025-0203115	마찰교반접합 방법 및 마찰교반접합 접합체	출원