

자동차 자원 리사이클 동향

글 _ 홍병권 팀장
현대기아자동차 연구개발총괄본부

1. 자동차 자원 리사이클 규제 동향

자동차 자원 리사이클 규제는 2000년에 제정된 EU ELV(End of Life Vehicle; 폐차) 규제로부터 시작됩니다. 산업혁명 이후 인간의 풍요로운 생활의 반대 급부로 대두된 환경 문제는 새로운 규제를 만들게 되었고, 자동차도 이러한 규제에 유해물질 사용 금지를 포함한 폐차 규제가 생겨났으며, EU의 폐차규제에서는 자동차에 사용된 재료의 80%를 재사용 및 재료로 재활용 하도록 규제하고 있으며, 열회수를 포함하여 85%를 재활용하게 되어 있습니다. 이러한 규제 내용은 점차 강화되어 2015년에는 열회수를 포함하여 95%를 재활용하여야 하며 이 중에서 10%만 열회수로 인정되어 재료로서 전체 차량 중량의 85%를 재활용하여야 합니다.

이러한 유럽의 폐차규제는 우리나라에서도 2008년에 도입되어 유해물질 사용 금지 및 재활용율을 만족하여야 하는 상황입니다. 또한 터키, 중국, 인도 등에서도 유사한 규제가 만들어졌거나 현재 제정 중에 있습니다.

2. 현대기아자동차 대응 현황

현대기아자동차는 이러한 규제 대응 및 자원순환형 사회 구축을 위해 재활용을 용이하게 하기 위한 폐차의 해체 기술에 대한 연구와 해체된 부품의 재료 재활용을 통한 자원 리사이클 기술을 개발하고 있습니다.

먼저, 해체용이 기술 개발의 필요성은 설계단계에 해체가 용이하게 설계하는 해체성 향상(DfD; Design for

Disassembly)을 통해 자동차의 재사용, 재활용 및 정비성을 개선 할 수 있는 측면에서 접근하고 있습니다.

주요 해체용이설계 대상은 재활용율 85% 만족을 위해 추가로 재활용이 필요한 플라스틱 및 고무 부품입니다. 이러한 해체용이 설계의 적용 시점은 적용성 및 경제성을 고려해 볼 때 형상 및 구조가 구체화 되기 이전의 개념설계단계가 가장 적합한 단계입니다.

현대기아자동차는 차량개발단계에 해체용이 설계 프로세스 적용을 통해 해체가 용이한 차량을 개발 중에 있습니다.

차량의 기획단계에 해체 및 재활용 용이 설계안을 제시합니다. 이 설계안에는 체결 정보, 부품간 연결구조 및 조립/해체 단계 설정이 포함되며, 부품 내 재질 조성 단순화 및 재활용 재료 적용을 위한 재활용 용이 재질 및 구조를 제안합니다.

해체용이한 제품 개발 및 적용을 위해 해체용이 패스너 및 와이어하니스 밴드케이블을 개발하여 적용 중에 있습니다. 이러한 해체용이 패스너 및 와이어하니스 밴드케이블은 기존 패스너의 삽입력 및 탈거력 스펙을 만

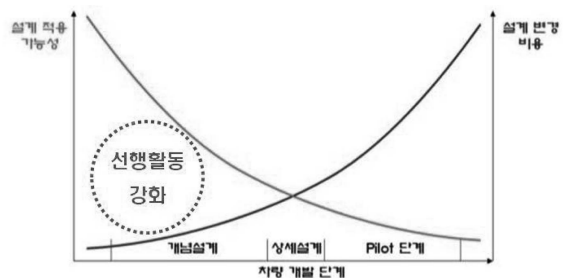


Fig. 1. DfD 적용 시점별 장단점.

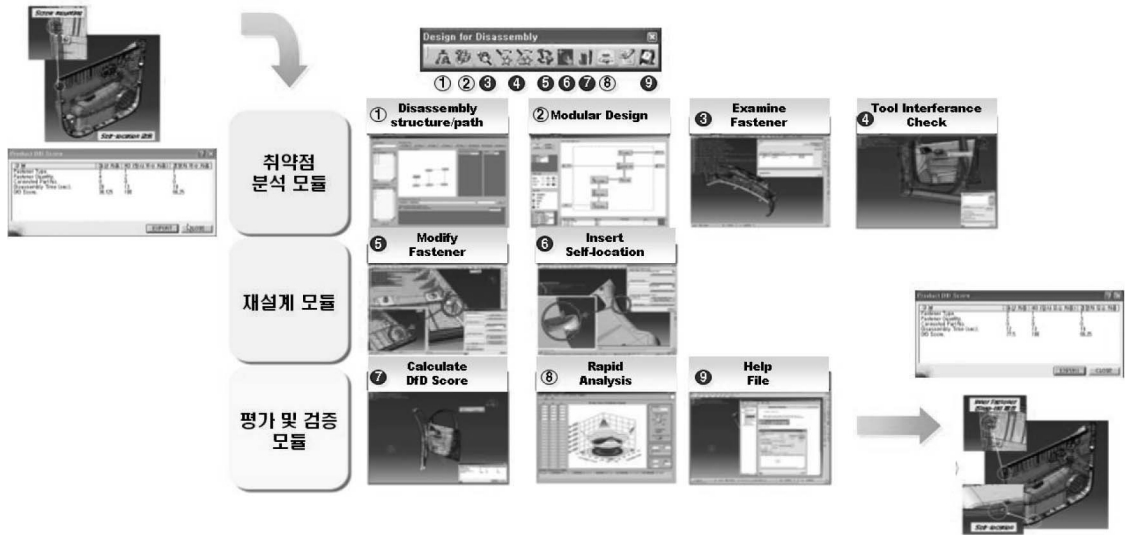


Fig. 2. DO ROSY Flowchart.

축하면서 해체 시간 감소, 해체성 및 재사용성을 증대 할 수 있습니다.

또한 설계자가 이러한 해체용이성 및 재활용을 설계 인자로 활용 할 수 있는 친환경 설계방안을 제시하기 위한 설계 가이드를 배포하고 있으며, 이러한 설계 가이드에는 체결 위치 및 방법, 체결 메커니즘 및 DfR(Design for Recycling)을 위한 모듈화 방안 등이 포함됩니다.

상세 설계 단계에 3D 도면을 통한 해체 및 재활용성 개선을 위한 설계안 검증 및 개선을 하고 있습니다. DELMIA Human을 통한 작업공간, 해체경로, 해체 작업자세 분석 검증을 통해 해체성을 개선하고 있으며, 해체 시뮬레이션을 통한 Digital ELV(End-of-Life Vehicle) Dismantling Plant를 제작하여 친환경 폐차를 고려한 폐차 해체 시스템 개선을 진행 하고 있습니다.



Fig. 3. 부품 해체/재질/중량 정보.



Fig. 4. 재활용 재료 적용 및 기술개발 부품 현황.

설계자 도면 시스템인 CATIA 시스템에 DfD 시스템을 적용한 DOROSY(Design for Recycling Optimization System)을 개발하여 설계/평가팀 및 협력사에 제공하여 해체용이 설계에 활용하고 있습니다. 먼저, 체결요소 탐색 기능을 통해 사용 체결요소의 종류별 수량 및 부품 연결관계를 파악합니다. 자동 공구간섭 체크 기능을 통해 공구를 시뮬레이션으로 회전시켜 공구 간섭 체크를 실시하여 적용 가능한 공구 및 기능 각도를 Display하게 됩니다. 조립 부위의 체결 요소를 변경하고자 할 때, 인접한 체결 형상이 같이 변경될 수 있도록 하여 재설계 모델링을 용이하게 할 수 있도록 되어 있습니다. 해체용이 형상을 추가하고자 할 때, Template 기능을 통해 자동으로 입력할 수 있으며, 이러한 개선 설계를 통한 해체성 평가 지수를 산출하여 기존 설계의 해체성 평가지수와 비교할 수 있는 기능을 구현하였습니다.

플라스틱과 고무 부품의 재활용성 향상을 위해 IDIS(International Dismantling Information System)을 통해 재질 및 중량 정보를 해체업체에 제공하고 있습니다.

이러한 해체용이 개선 결과를 Pilot 차량의 해체 평가를 통해 확인하고 추가적인 개선사항에 대한 설계 피드백을 진행하고 있으며, 이를 DB화하여 시스템으로 관리하고 있습니다.

3. 재료 재활용

자동차는 약 70%의 철/비철 금속으로 구성되어 있고, 85% 재활용을 만족하기 위해서는 플라스틱, 고무 및 유리 재질 등에 추가적인 재활용 기술개발이 필요합니다.

이를 위하여 현대기아자동차는 안정적인 폐기물 회수 및 관리를 위해 폐기물 회수/재활용 네트워크를 구축하였습니다. 소비자로부터 폐차를 회수하여 친환경 폐차장에서 부품, 재료, 냉매 등을 해체하고 파쇄업체에서 차피를 파쇄한 후 최종적으로 나온 ASR(Automobile Shredder Residue)를 재활용하는 네트워크를 통해 처리하고 있습니다.

이러한 네트워크를 통해 회수된 폐부품을 신차에 적용하는 기술을 개발하고 있으며, 범퍼커버를 A/S용 범퍼커버로, 범퍼 백빔을 엔진 언더커버 및 배터리 트레이 등으로 재활용하여 적용하고 있습니다.

이러한 재료 재활용을 통해 폐기물 및 CO₂ 발생량 저감과 화석연료 의존도를 낮추는 환경개선 효과뿐만 아니라 폐기물 재활용 상품화를 통한 수익성 창출에도 기여하고 있습니다.

이러한 재활용 재료 적용을 통한 환경 개선 효과를 전과정평가(LCA; Life Cycle Assessment)를 통해 평가한

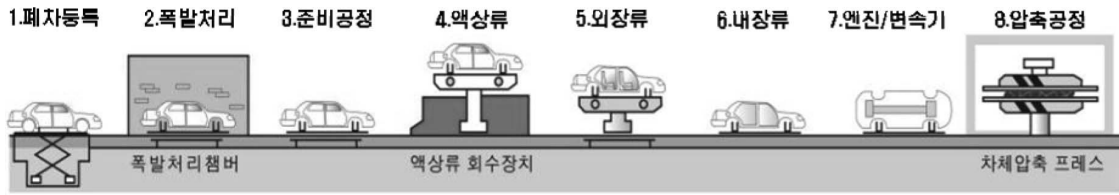


Fig. 5. 친환경 폐차 처리 시스템.

결과, 차량당 약 35kg의 폐기물이 저감되고 이를 온실가스의 영향으로 비교해보면 기존 대비 연간 12.8kg의 CO₂ 저감 효과가 있으며, 폐차 65.7만대 기준으로 환산하면 8,410톤의 CO₂ 저감 효과가 있습니다.

4. 친환경 폐차 처리 시스템

현대기아자동차 연구소 내에 이송식 해체 시스템 타입의 친환경 폐차 처리 시스템을 구축하여 개발하고 있는 신차의 해체성과 경쟁차의 해체성을 비교 평가하고 있으며, 개발된 기술은 폐차 네트워크 상의 해체업체에게 제공하여 친환경적인 폐차 처리를 할 수 있도록 기술 지원을 하고 있습니다.

5. ASR 및 냉매 처리

ASR(Automobile Shredder Residue)은 폐차의 압축

차피를 분쇄 및 물질분리를 통해 금속 등을 분리하고 남은 폐차 잔재로 이러한 ASR을 시멘트 킬른으로 이용하는 방법과 가스화 용융로에서 소각하는 방법으로 처리 기술을 개발하였습니다.

또한 폐냉매의 친환경 처리를 위한 파괴 기술을 개발하여 Pilot plant 검증을 통해 양산 시설에 적용을 준비 중에 있습니다. 폐냉매는 지구온난화 지수가 CO₂의 1,300 배로 온실가스 유발 물질이며 이러한 폐냉매의 친환경 처리가 필요합니다. 이를 위해 냉매회수 네트워크 구축, 폐차장 내 회수시스템 개발, 폐냉매 파괴 메커니즘 연구, 냉매 주입 설비 개발 및 운전 공정조건 확립 및 반응 후 발생하는 유해가스 처리기술을 개발하였습니다. 가스화 용융로를 통해 폐 냉매를 ASR과 함께 파괴하며, 일당 ASR 5톤 및 냉매 9kg을 처리할 수 있는 Pilot plant 규모의 가스화 용융로 시험을 완료하여 양산 시설 투입을 검토하고 있습니다.

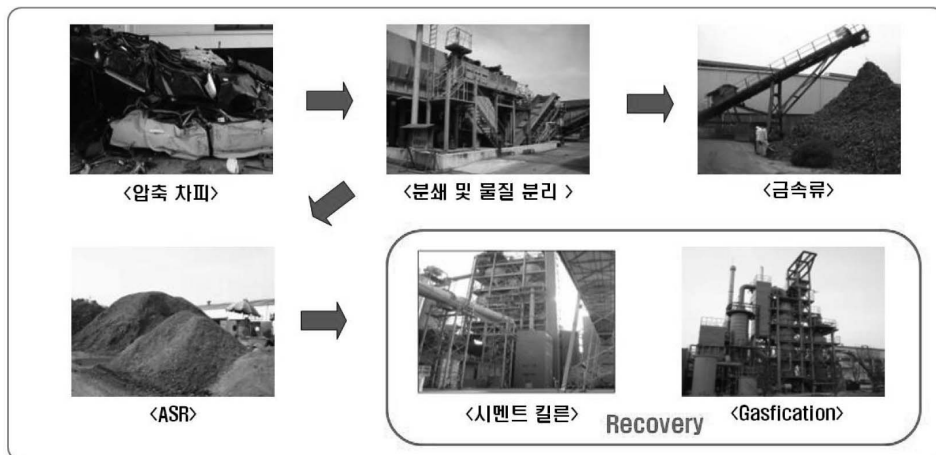


Fig. 6. ASR 처리 프로세스.



Fig. 7. 가스화 용융로 Pilot plant.

6. 차세대 자동차용 배터리 재활용 기술

차세대 자동차인 하이브리드 및 전기차의 배터리 재활용을 위해 안전한 해체 처리를 위한 매뉴얼을 제작하여 해체업체에 배포하였으며, 이러한 배터리에 사용된 희귀/희유 금속의 재활용을 위한 기술개발을 준비 중에 있습니다.



Fig. 8. 아반떼/포르테 하이브리드 2차전지 처리 매뉴얼.

현대기아자동차의 이러한 자원 재활용 관련 기술개발 및 적용은 환경적으로 건전하고 지속가능한 개발을 위해 향후에도 지속적인 기술개발을 진행할 계획이며, 이러한 기술을 통해 차량의 환경성을 개선하고 한정된 자원을 재활용 할 수 있도록 노력할 계획입니다.

●● 홍병권



- 1989년 경희대학교 화학공학과 학사
- 1988년 기아자동차 연구원
- 2007년 현대자동차 청정기술개발팀장

7. 결어