

폐자동차에서 구리의 재활용 현황과 개선책

이현창*, 박우철*, 최신형**

*강원대학교 기계자동차공학부,

**강원대학교 전기제어공학부

hyunlee@kangwon.ac.kr

Recycling of Copper in ELVs.

HyunChang Lee*, Woo-Cheul Park*, Shin-Hyeung Choi**

*Division of Mechanical & Automobile Engineering, Kangwon National University

**Division of Electrical & Control Engineering, Kangwon National University

요 약

현재 세계 각 국은 폐차에 의한 환경오염을 줄이기 위하여 규제를 강화하고 있으며 특히 EU(European Union)에서는 현재 85%에 머무르고 있는 재활용율을 2015년까지 95%로 올릴 것을 요구하고 있다. 이에 발맞추어 2007년 우리나라도 「전기전자제품 및 자동차의 자원순환에 관한 법률」을 제정하였다. 자동차 중량의 75%를 차지하는 철은 비교적 높은 재활용율을 보이고 있으나 나머지 25%를 구성하는 플라스틱, 유리 고무 등의 비철금속류와 구리, 니켈 알루미늄 등의 비철금속류는 재활용율이 이에 미치지 못하고 있다. 본 논문에서는 자동차에서 많이 사용되는 대표적인 비철금속인 구리에 대하여 재활용의 현주소를 점검하고 앞으로의 개선책을 논의하고자 한다.

1. 서론

현재 세계적으로 매년 약 4,000만 대의 폐차(ELVs: End of Life Vehicles)가 나오고 있으며 우리나라에서는 최근 10년 50~55만 대의 폐차가 해마다 나오고 있다. 폐차의 95%는 재활용을 위한 순환 사이클로 유입되고 있으며 무게비로 약 85%의 재료는 재활용되고 있다. 예를 들어 2005년의 경우 미국의 철강산업에서는 약 1,400만 ton의 강을 폐차로부터 재활용했으며 이는 폐차에서 나오는 강의 97%가 재활용됐음을 의미한다. 이와 같이 대부분의 철이 재활용되고 있는 것에 반하여 비철류는 재활용율이 낮아 세계적으로 일년에 약 1,000만 ton씩이 매립되고 있다. [1] 이에 세계 각 국은 매립을 줄이고 이를 자원화하기 위하여 많은 노력을 기울이고 있다.

한편 유럽연합(EU)은 2000년 제정된 지침에서 현재 85% 대의 재활용율을 2015년까지 95%로 높일 것을 요구하고 있으며 미국에서도 EPA (Environmental Protection Agency)의 주도로 각 주를 중심으로 재활

용에 대한 요구조건을 강화하고 있다. 그러한 요구조건을 충족시키기 위해서는 현재 재활용되지 못하고

파쇄잔여물(ASR: Automotive Shredder Residue) 형태로 매립되고 있는 플라스틱류와 비철 금속류의 재활용이 현저히 향상되어야 할 것이다. 현재 폐기되는 자동차 재활용에 대한 연구는 대부분 플라스틱류의 재활용에 집중되어 있어 비철금속의 재활용에 대해서는 자료가 거의 없는 실정이다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 토대로 비철금속 중 구리를 중심으로 현재 재활용에 대한 현황과 문제점 그리고 앞으로의 해결책에 대하여 논의하고자 한다.

2. 구리부품의 사용과 재활용

2.1 구리의 특성과 자동차부품 이용

구리는 7천년 전부터 인류가 사용하였으며 철, 알루미늄 다음으로 널리 쓰이는 금속이다. 자동차에서 구리가 사용되는 부품으로는 wire, starter motor, lights, windows, anti-lock braking system (ABS), air bags, entertainment systems, navigation system 등이 있으며 높은 전기전도도와 강한 내부식성이 구리가 널리 사용되는 이유이다. [그림 1]은 자동차 부품에서 사용되는 구리의 양을 나타내고 있으며 1998년 자동차 한 대당 약 25.2 kg이 사용되었으며 그 중

와이어하네스(wire harness - wire, connector, other)에서 13.1 kg이 사용되어 가장 많은 구리가 사용되고 있음을 보여주고 있다.[2]

수명이 다하여 폐차장으로 이동된 차량은 우선 해체업자(dismantler)에 의하여 중고 부품으로서 사용가능한 부품이 분리된다. wheel, transmission, engine 등은 40% 이상의 높은 재활용율을 보이고 있으나 wind shield, front seat, front bumper 등은 10 % 내외의 낮은 재활용율을 보이고 있다. 재활용율이 비교적 높은 transmission(50%)과 engines (41%)은 각각 0.77 kg과 0.63 kg의 구리를 평균적으로 사용하고 있다.[2] 통계가 만들어진 1998년 당시 평균 25.23 kg의 구리가 차량 당 사용된 것에 비하면 중고부품 사용으로 얻어지는 즉 transmission과 engine의 재활용으로 인한 효과는 1.4 kg으로 비교적 크지 않다고 말할 수 있다. 이러한 이유로 구리의 경우 ASR로 부터의 회수가 중요하다.

2005년도 미국에서는 1,195만 대의 차를 만드는데 364,000 ton의 구리를 사용하여 한 대당 약 30 kg의 구리를 사용하였다. 이는 현재 폐차되고 있는 16.7년 전 모델이 약 20 kg의 구리를 평균 사용한 것에 비하여 약 10 kg이 증가한 양이다.[3] 이와 같이 자동차 생산에서 사용되는 구리의 양은 전자제품이 포함된 선택사양과 전자제어의 증가로 인하여 점점 더 늘어가는 추세이며 예로 50년 전에는 배선의 길이가 약 45 m 이었으나 현재는 평균 1000 m 에 이르고 있다. [표 1]는 최근 4년간 미국과 한국에서 사용한 구리의 양을 보여주고 있다. 우리나라 자동차산업에서 사용된 구리의 양을 차량 당 30 kg으로 환산하여 본다면 2008년도 383만(내수 115만, 수출 268만) 대의 자동차를 국내에서 생산하기 위해서 약 115,000 ton이 사용되었으며 이는 우리나라 전체 구리 사용량의 약 13.5%에 달한다.

[표 1] 한국, 미국의 구리 소비량 (단위: 천 Ton)

	2005년	2006년	2007년	2008년
한 국	868	828	857	852
미 국	2270	2127	2159	1913
세 계	16,638	16,974	18,098	18,155

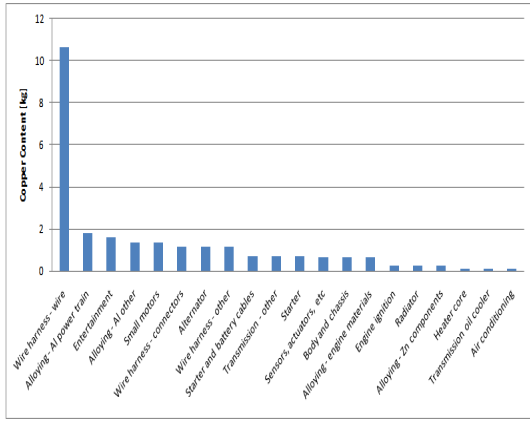
World Metal Statistics, 2009 Feb.

2.2 구리의 재활용: 현재와 과제

자동차에서 사용된 구리는 파쇄(shredder) 업자에 의하여 분쇄된 후 색선별(color sorting), 비중선별(density separation) 등에 의하여 분리수거, 재활용되고 일부는 다른 재료에 용해되어 있는 상태로 재활용 경로를 순환하게 되며 나머지는 ASR의 형태로 매립된다. 매립되고 있는 ASR 중량의 약 3 %가 구리인 것으로 추정되며 이는 대부분 전자기기의 배선에 사용된 것으로 볼 수 있다.[4] 우리나라의 경우 연간 55만 대의 폐차가 나오는 것을 기준으로 약 14만 ton의 ASR이 매립되고 있으므로 4,200 ton의 구리가 매립으로 사라진다고 볼 수 있다. 현재 폐차되고 있는 차량들의 제조 시 차량 당 약 20 kg의 구리가 사용되었음을 고려하면 배출되는 총 11,000 ton의 구리 중 약 38%가 재활용되지 못하고 매립으로 사라지고 있는 것이다.

현재 구리의 재활용율을 높이는데 있어 가장 걸림돌은 와이어하네스의 분리 문제이다. 같은 모델이라도 차마다 선택사양이 다르고 차종마다 배선이 다르다보니 자동화된 제거시스템을 구축하는 데에 기술적인 한계가 있으며 따라서 현재는 수작업에 대부분 의존하고 있다. 그러나 노동집약적인 방법으로는 대부분의 국가에서 경제성을 갖기 어려우며 이러한 이유로 구리의 재활용율이 다른 재료보다 낮은 상황이 개선되지 못하고 있다.

현재 일본에서 시행하고 있는 ASR 소각에 의한 에너지 회수와 구리의 재활용은 대규모 인프라 구축에 관심을 갖고 있는 업체가 나타나기 전에는 우리나라에서 이루어지기 어렵다. 따라서 폐차가 파쇄에 이르기 전에 최대한의 와이어하네스가 제거될 수 있는 방안을 찾는 것이 현실적인 대안이다. 와이어하네스가 대부분 수작업으로 이루어지는 현실을 감안한다면 미국의 접근법을 참고로 하여 자동차 완성업체가 배선의 설계를 표준화하고 효율적인 분해공구를 개발하여 공동 이용하는 방법이 현실적인 대안이라고 판단된다.



[그림 1] 자동차 부품별 구리의 사용량 (CDA, 1998)

3. 결론

폐차로 인한 환경오염을 최소화하고 95%의 재활용율을 요구하는 국제기준을 충족시키기 위해서는 상대적으로 재활용율이 낮은 비철금속의 재활용율을 높이기 위한 대책이 필요하다. 현재 우리나라에서 매립폐기물로 사라지는 구리의 현황에 대하여 추정하고 대책을 검토하였다.

1) 구리의 경우 폐자동차에서 나오는 구리의 약 62%가 재활용되고 38%가 폐기물 매립을 통하여 사라지며 55만대 폐차를 기준으로 연간 약 4,200 ton의 구리가 매립으로 사라지고 있는 것으로 추산된다.

2) 구리의 재활용율을 높이기 위해서는 자동차 부품 중 구리가 가장 많이 사용되면서 수거율은 가장 낮은 와이어하네스의 효율적 제거기술이 확보되어야 할 것으로 판단된다. 차량 설계 시 차종 간, 모델 간 배선 설계의 표준화가 필요하며 효율적인 제거를 위한 공구도 마련되어야 한다.

미국과 한국, 양국 사이의 폐기물 성분 특성에 대해서는 추후 심도있는 연구가 이루어져야 한다. 소각로를 이용하여 에너지와 구리를 회수하는 방법에 대해서도 앞으로 경제성과 기술적 검토가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

참고문헌

[1] Nickel Institute, "Recycling of Nickel-containing Materials in Automobiles", http://www.nickelinstitute.org/index.cfm/ci_id/12515.htm,

2007

[2] Claudia Duranceau, "Automotive Recycling as reuse: Investigation to Establish the Contribution of Reuse on Recyclability", SAE Technical Paper Series, International Congress and Exposition, Detroit, Michigan, 1999

[3] Emilio Brahmst, "Copper in End-of-Life Vehicle Recycling" Center for Automotive Research, internal paper, 2006

[4] 오재현, "자동차 리사이클링 기행", pp. 192, 2003