

## 자동차 부품·소재 중금속 분석기술 표준화동향 및 발전방안

광전재료과 공업연구원 이현자  
02) 509-7261 hyunja@ats.go.kr

### 1. 서론

EU(유럽연합)의 폐차처리지침(Directive 2000/53 EC)은 2003년 7월 1일 이후의 모든 판매 차량에 대한 유해중금속 함유량 규제, 폐차의 무상회수 등을 규정함으로써, EU 지역에 판매되는 자동차는 규제 대상 중금속을 함유할 경우 판매 금지 조치 등 상용 조치가 취해지게 된다. 이에 따라 국내 자동차 업계는 2001년부터 유럽연합의 환경규제 대응을 위한 전 초작업으로서 중금속 함유량 실태 조사를 실시하였으나 자동차 부품·소재 가운데 중금속 분석 방법이 규격화되어 있지 않은 분야가 많고, 규격화되어 있는 경우도 실제 규격을 적용하는데 있어 논란의 여지가 많아 시험결과의 신뢰성 및 호환성을 입증할 수 없는 등의 문제점이 제기되었다. 또한 규격화되어 있는 분야에 있어서도 자동차 부품·소재의 특수성이 반영되지 않아 규격을 적용하는데 있어서 많은 애로사항이 있는 한편, 기존 규격이 분석기기의 발전 및 분석실의 현황을 제대로 반영하지 못하여 실제 적용상에도 문제가 되고 있는 것으로 조사되었다.

이러한 국내 현황을 타개하고 최근 진행되고 있는 선진국의 환경규제에 의한 무역장벽 심화에 대응하기

위해서는 무엇보다 시험분석기술의 개발이 선행되어야 한다. 즉 해당 분야의 기술 개발도 중요하지만 기술 발전의 기반이 되는 평가기술의 확립이 선행사업으로 필요하다.

따라서 유럽연합 환경규제 등 선진국의 환경기술 규제에 체계적 대응을 위한 종합계획의 첫 번째 단계로서 유해중금속에 대한 시험평가기술의 확립이 우선적으로 수행되어야 하는 필요성에 따라 기술원은 산·학·연·관 협의체를 구성 자동차 부품소재 중금속 분석방법 표준화 사업을 추진, 진행 중에 있다.

### 2. EU폐차처리지침(DIRECTIVE 2000/53/EC)의 주요내용

EU는 폐차에서 발생하는 제반 오염을 최소화하여 환경을 보호, 보존, 개선하고 에너지를 보존하며, 지역간 경쟁질서의 혼란을 피하고 역내시장의 유연성을 위해 국가간 상이한 폐차 관련 조치들의 조율을 목적으로 동 지침을 마련하였으며 그 주요내용은 표1과 같다.

이 지침에서 자동차에 포함되는 유해중금속인 납,

카드뮴, 6가 크롬, 수은의 4대 중금속에 대해 현재 기술 수준 및 제반 여건 상 2003년 7월까지 중금속을 대체할 수 없는 분야가 있다. 이러한 부품·소재에 대하여 폐차처리지침에서는 예외조항(Annex II)를 두어 명시하였는데(표2) 이 들 예외조항 역시 유예기간을 두고 점차적으로 중금속을 대체해야 하는 분야이다.

그 이외의 부품·소재의 경우에 대해서는 중금속 함유량을 엄격히 규제하고 있다 <Article 4.(2).(b)>. 이때의 자동차 부품·소재에 함유된 중금속 규제 한계값은 납, 6가 크롬, 수은의 경우 균질한 재료에 대하여 중량기준 최대 0.1%, 카드뮴은 0.01%이다. 이 규제치는 의도적으로 첨가하지 않았을 경우이며 의도적으로는 4개의 중금속을 사용해서는 안된다.

표 1. EU의 폐차처리지침 주요 내용

규제 항목	규제 내용
발효 시점	2000. 10. 21.
적용 대상	M1(9인승 이하 승용차량), N1(차량 총중량 3.5톤 이하 트럭), 예비부품, 교체부품 포함
폐차 회수	2002년 7월 1일 이후 판매 차량 - 판매 즉시 무상 회수 의무 2002년 7월 1일 이전 판매 차량 - 2007년 1월 1일부터 무상 회수
리사이클	2006년 1월 1일까지 80% Recycling & 85% Recovery 2015년 1월 1일까지 85% Recycling & 95% Recovery (형식승인법 개정 3년 이후 출시차량 : 2015년 법규목표치를 만족해야 함)
관련정보제공	신차종 출시 6개월 이내에 해체 매뉴얼 제공
규제대상 유해물질	2003년 7월 1일 이후 모든 판매 차량은 예외 조항(Annex II)에 명시된 경우 외에 <u>납, 카드뮴, 6가 크롬, 수은</u> 의 함유를 금지

표 2. EU 폐차처리지침 중 중금속 규제 예외 조항(Annex II)

수은	- 전구와 계기판의 발광 부품류
6가 크롬	- 각종 주요 부품 표면의 내식성 코팅(2008.7. 차량당 최대 2g) : 2007. 7. 1 한 차량당 2g 한계 삭제 및 6가크롬 허용 삭제 - 여행용 차량의 흡착냉장고
카드뮴	- 전기자동차용 전지의 카드뮴 - 후막 페이스트(전장부품) : 2006. 7. 1 한 유예

유해물질	허용용도 및 한계치
납	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 철강(Galvanized steel 포함) : 최대 0.35 wt% 함유</li> <li>- 기계용 알루미늄 : 2005년한 2 wt% 허용, 2008. 7. 1 한 1 wt% 허용</li> <li>- 구리 합금 : 최대 4 wt% 함유</li> <li>- 납/청동 bearing-shell과 bush류</li> <li>- Batteries</li> <li>- Vibration dampers</li> <li>- 고압 연료호스의 가황제 : 2005. 7. 1 까지 유예</li> <li>- 보호용 페인트 내의 안경제 : 2005. 7. 1 까지 유예</li> <li>- 전자부품 및 회로의 납납</li> <li>- 유리나 세라믹 혼합물 : 60g 초과시 분해요건</li> <li>- Weight Balance용 : 2003. 7. 1 이전형식승인차량 2005. 7. 1 한 유예</li> <li>- 스타트모터의 카본브러쉬 : 상동</li> <li>- 브레이크 라이닝 : 2003. 7. 1 이전형식승인차량 2004. 7. 1 한 유예</li> <li>- 밸브시트 : 2003. 7. 1 이전형식승인차량 2006. 7. 1 한 유예</li> <li>- 전구유리 및 스파크 플러그 : 2005. 1. 1 한 유예</li> <li>- 점화개시계 : 2007. 7. 1 한 유예</li> </ul>

### 3. 자동차용 부품소재의 유해물질 분석기술 동향

자동차 부품은 2~3만개의 부품과 다양한 소재로 구성되는 대표적인 종합 산업으로 금속·기계·전기전자·석유화학·섬유공업 등에 걸쳐 폭 넓은 연관성을 가지고 있다. 주된 구성 소재는 업체 및 모델

에 따라 다소 차이가 있지만 철이 63.5%로 가장 많고, 플라스틱, 고무, 세라믹 등 다양한 소재가 사용되고 있으나(그림 1) 이들 소재들은 각 분야별로 기초소재부터 첨단소재까지 그 수는 훨씬 다양하게 구성되어 있다. 플라스틱 재료의 경우 전체 중량의 약 10% 정도이지만 용적으로 보면 약 50%에 해당된다.

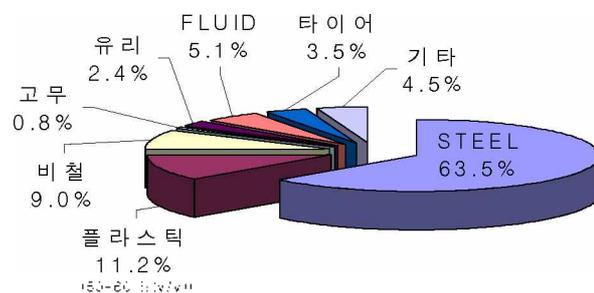


그림 1. 자동차의 소재별 구성비율

1) 중금속 분석방법 표준화 현황

가. 국·내외 규격현황

현재 자동차 부품의 중금속 분석과 관련된 국내·

외 시험분석규격 현황은 표 3과 같다. 유사규격까지 포함하여 나타난 것으로 실제 규제 내용에 부합하는 함량 분석 규격수는 이보다 적다.

<표 3> 국내·외 중금속 관련 시험규격 현황

규격수 분야	국가별					합계
	ISO	EN	ASTM	JIS	KS(1)	
금속	16	2	11	12	15(14)	56
표면처리	2	1	-	-	-(1)	3
플라스틱	2	2	-	-	1(1)	5
고무	3	-	7	2	2(2)	14
세라믹, 유리	3	2	5	3	3	16
페인트류	8	1	9	1	-(5)	19
가죽, 피혁, 섬유	5	1	2	3	1(6)	12
합계	40	9	34	21	22(29)	126

주(1) '02년 ISO 및 선진국의 국가규격을 도입 KS화 규격수임

나. 부품소재별 규격화 현황

자동차 부품·소재 중에는 소재별, 중금속별로 분석방법이 전혀 표준화되어 있지 않은 분야가 많은데, 이를 EU 폐차처리지침 규제 대상 중금속과 관련하여 국내외 관련규격 보유현황을 표 4에 나타냈다. 표 4에서 보는 바와 같이, 4대 중금속 중 수은 및 6가 크롬에 관한 시험규격은 페인트와 크로메이트(Chromate) 처리 부품 등 일부 소재를 제외하고는 거의 전무한 실정이며, 전자재료, 섬유, 접착제, 가죽 등의 소재는 유해 중금속 관련 시험규격이 전혀 제정되어 있지 않다.

이와 같이 적용규격이 없는 소재의 경우, 중금속 시험은 각 분석실마다 개별적으로 시험방법을 개발 적용하는데 개발된 시험방법의 유효성이 검증되지 않아 결과를 신뢰할 수 없고, 결과의 호환성 역시 입증할 수 없어 문제가 제기되고 있다. 특히 고분자 소재 및 기능성 세라믹 소재는 신소재의 개발에 따라 점차 사용범위가 확대되는 분야로서 시험방법의 표준화가 더욱 시급한 분야이다.

<표 4> 재료별 중금속 분석관련 규격 보유 현황

분류		Pb	Cd	Hg	Cr+6
철합금	철강	○	-	-	-
	주철	○	○	-	-
비철합금	알루미늄 및 합금	○	○	-	-
	구리 및 합금	○	○	-	-
	니켈 및 합금	○	○	-	-
	아연 및 합금	○	○	-	-
종이, 보드, 펄프		-	○	-	-
페인트		○	○	○	○
플라스틱		-	○	-	-
고무		○	○	-	-
전자재료		-	-	-	-
세라믹		-	-	-	-
섬유		-	-	-	-
접착제		-	-	-	-
가죽		-	-	-	-
유리		○	-	-	-
Chromate 표면처리 부품		○	-	-	○
윤활유		○	○	○	-

#### 4. 시험분석기술개발 대응 방안

시험분석기술은 다른 기술 분야의 발전에 토대가 되는 기반 기술로서 타 분야에 선행되어 개발되어야 할 분야이다. 현재 각 시험소에서는 규격이 없는 분야에 대하여 각종 유사시험규격을 동원하여 시험방법을 개발 적용하고 있으나 표준화된 방법이 아니어서 시험결과의 신뢰성에 문제가 되고 있으며, 시험기관마다 적용규격도 다르다는 등 시험방법 부재가 시험결

과 값의 오차 발생요인으로 작용되는 것으로 조사되고 있다.

시험분석기술은 크게 규격이 없어 시험규격을 제정해야 하는 분야와 기존 시험규격을 보완해야 하는 분야로 나눌 수 있다. 현재 중금속 대체에 문제가 있는 분야로 인정된 예외 조항의 유예기간이 대부분 2005년까지인 점을 감안할 때 2005년 이전에 대부분의 분야에 대한 시험평가기술의 표준화가 완료되어야 한다.

1) 품목별 중금속 분석기술 세부 개발 내용

가. 세라믹 재료

세라믹 소재는 대체로 중금속 시험이 규격화되어 있지 않으며 기존 규격도 글레이즈된 표면에서 용출되는 중금속을 정량하는 규격이 대부분이다. 자동차에는 절연체, 압전체, 유전체 등 많은 전자 세라믹과 구조세라믹이 사용된다.

이들 대부분은 중금속 시험방법이 규격화되지 않은 소재이다. 자동차용 세라믹 소재의 중금속 시험규격 개발 과제에는 배기가스 정화용 부품(촉매)의 유해 중금속 분석 평가 기술 개발, 자동차의 배기가스 정화용 필터의 유해 중금속 분석 평가 기술개발, 전자부품용 paste 또는 glaze의 유해 중금속 분석 평가 기술 개발 등이 요구되며 세부 개발 분야는 표5와 같다.

<표 5> 세라믹 재료의 중금속 시험평가기술 개발 도출 과제

분류		세부도출과제
구조	유리	· 창유리의 유해 중금속 시험평가기술 개발 · 벌브유리의 유해 중금속 시험평가기술 개발
	세라믹 담체	· 배기가스 정화용 필터 소재의 유해 중금속 시험평가기술 개발 등
기능성	절연체	· 알루미늄의 유해 중금속 시험평가기술 개발 · 산화마그네슘의 유해 중금속 시험평가기술 개발
	압전체	· PZT의 유해 중금속 시험평가기술 개발
	유전체	· 티탄산바륨의 유해 중금속 시험평가기술 개발
	차성체	· 페라이트의 유해 중금속 시험평가기술 개발
	기타 전자재료	· 전자부품용 SiC, MgO, TiO <sub>2</sub> 등

나. 고분자 재료

고분자 재료는 자동차부품용으로 다양한 소재들이 다량으로 사용되고 있으나 플라스틱의 카드뮴 및 고무의 납 이외에 대부분 규격화되어 있지 않다. 고분자 재료별 세부도출 과제는 표6과 같다.

<표 6> 고분자 재료의 중금속 시험평가기술 개발 도출 과제

분류	세부도출과제
플라스틱	· 플라스틱의 납 중금속 시험평가기술 개발
고무	· 고무의 중금속 시험평가기술 개발
접착제	· 접착제의 유해 중금속 시험평가기술 개발
섬유	· 섬유의 유해 중금속 시험평가기술 개발
펄프	· 종이의 유해 중금속 시험평가기술 개발 · 코팅된 종이의 유해 중금속 시험평가기술 개발 · 인쇄된 종이의 유해 중금속 시험평가기술 개발
기타	· 건조 잉크의 유해 중금속 시험평가기술 개발 · 윤활유의 유해 중금속 시험평가기술 개발 · Grease의 유해 중금속 시험평가기술 개발

다. 복합 재료

자동차 부품, 소재 가운데 복합소재로 분류 될 수 있는 것은 자동차용 마찰재, 복합플라스틱과 같은 혼합재료로 구성된 경우와 박막코팅부품이나 극소형 전자부품과 같이 부위별로 소재가 다르지만 소재별 분리가 불가능한 경우가 있다. 자동차용 마찰재(브레이크라이닝 및 패드)에는 많은 양의 납이 포함되어 있으나 이에 대한 분석 평가기술이 없는 실정이다. 마찰재의 중금속에 대한 중요성이 특히 대두되는 이유는 다른 중금속 함유 부품과는 달리 사용 중에 마찰재에 포함된 중금속이 마모와 함께 대기 중으로 확산되어 환경을 오염시키기 때문이다. 그러나 현재 경제성 및 기술 수준 등을 고려할 때 단시간 내에 중금속을 대체하기는 힘든 것으로 평가되고 있으며 대체기술개발에 앞서 분석평가기술의 개발이 시급한 상황이다.

마찰재와 같이 다양한 소재가 혼합된 경우 외에도 소재별 분리가 불가능한 박막코팅부품, 소형전자부품 등이 복합소재에 포함된다. 소형전자부품 가운데 저항, 커패시터, IC 등과 같은 부품은 금속, 세라믹, 플라스틱 등 다양한 소재로 구성되어 있으나 부품의 크기가 매우 작기 때문에 소재별 분리가 불가능하므로 부품 전체를 일괄 전처리 할 수 있는 시료채취 방법과 분해방법의 개발이 필요하다. 복합소재 분야의 세부도출과제는 표 7과 같다.

<표 7> 복합 재료의 중금속 시험평가기술 개발 세부 도출 과제

분류	세부도출과제
자동차용 마찰재	· 브레이크라이닝의 유해 중금속 시험평가기술 개발
소형전자부품	· 저항의 유해 중금속 시험평가기술 개발 · IC의 유해 중금속 시험평가기술 개발 · Capacitor의 유해 중금속 시험평가기술 개발 · 소형 단자의 유해 중금속 시험평가기술 개발
코팅부품	· 다층도장의 유해 중금속 시험평가기술 개발 · PCB 기판의 유해 중금속 시험평가기술 개발 · 에나멜 코팅 구리선의 유해 중금속 시험평가기술 개발 · 후막 페이스트의 유해 중금속 시험평가기술 개발 · 접착 개시제의 유해 중금속 시험평가기술 개발
복합 고분자	· 유리섬유 충전재를 포함하는 플라스틱 · 면사를 포함하는 고무

라. 금속소재

금속 소재는 자동차 부품·소재의 80%를 차지하며 대부분의 금속 소재는 이미 규격화되어 있는 분자가 많으나 일부 규격을 보완해야하는 경우가 있다. 규격을 보완해야하는 경우에는 크게 규제 대상이 되는 4대 중금속 가운데 일부 항목이 규격에서 누락되어 추가해야하는 경우와 현재 활용되고 있는 분석기술현황을 반영하여 습식분석법을 기기분석법으로 개발해야 하는 경우 등이 있다.

마. 기 타

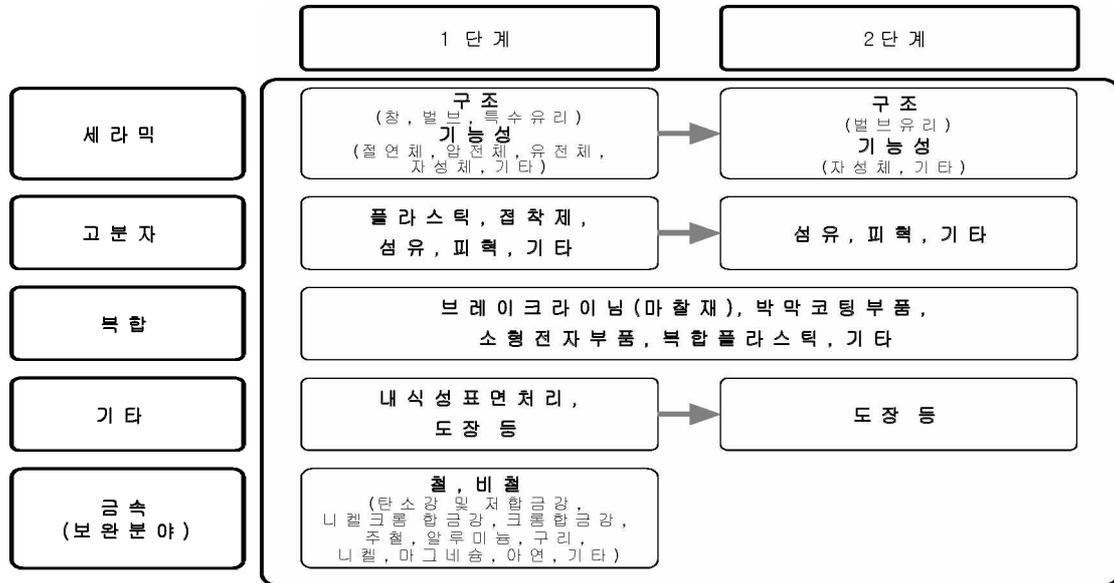
내식성 표면처리의 6가 크롬은 현재 유럽지역에서 규격화가 추진되고 있으며 연내에 규격화를 완료하여 규격을 배포할 계획인 것으로 알려져 있다. 따라서 국내에서도 이러한 국제 동향에 맞춰 국제 규격에 부합되는 규격의 개발이 이루어져야 한다.

5. 부품소재 중금속 기술개발 추진 방향

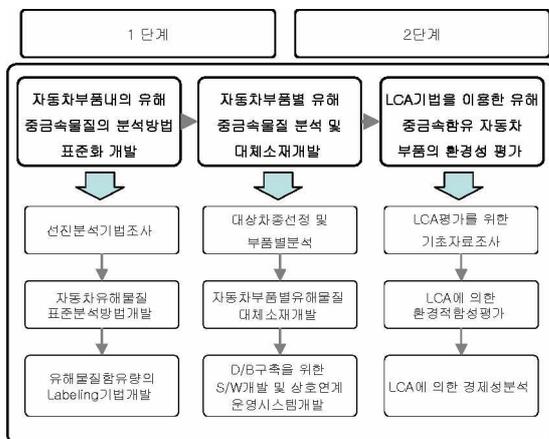
EU규제에 신속히 대응하기 위해서는 시급성에 따라 단기 및 중·장기로 구분하여 부품·소재의 표준화된 중금속 시험방법을 개발해야 하며, 이를 부품산업 육성전략과 연계, 중금속 저감 대체기술개발도 같이 병행 구축해나가야 한다.

6. 결 론

우리나라는 자동차 총생산대수 295만대로 세계시장의 5.2%를 차지하면서 규모 면에서 세계 5위의 자동차생산국으로 부상하였다. 그러나 이러한 규모의 성장과 대조적으로 연구개발에 대한 투자 부족으로 인하여 국가별 비교에서 기초연구가 크게 저조한 상태로 나타나고 있으며, 관련 부품업체들의 규모가 영세하고 기술개발능력도 선진업체에 비해 열위를 나타내고 있는 실정이다.



<그림 2> 자동차 부품·소재 시험분석기술 개발 단계별 추진방안



<그림 3> 유해물질 환경규제 대응 종합 추진방안

특히 유해중금속 규제와 관련하여서는 기본적인 시험분석 방법 미비, 수천 종에 이르는 자동차 부품과 원자재에 관한 분류 및 분석기술 미체계화 등이 미흡한 것으로 파악되고 있다. 이러한 제반 실정을 감안하여 국내 자동차 산업의 환경규제 대응시스템 구축의 선결과제로서 유해물질 분석기술 표준화가 시급하며 이러한 자동차 부품·소재 평가기술 및 표준화를 구축함으로써 경제적으로는 자동차 관련 기술무역장벽 해소를 통한 수출 증대를 가져오고 환경적 효과로는 친환경산업으로의 근본적 토대가 마련되어 자동차용 각종 소재부품에 대한 중금속 대체기술 개발을 촉진하고 폐차의 유해중금속에 의한 환경오염 방지와 자동차 부품·소재의 유해물질 저감 기술 개발에 기여할 것으로 기대된다.

