

KATS 기술 보고서

자동차 에어컨 친환경 대체 냉매

- 국제 규제 및 표준화 동향 -

○ 주요 이슈	3
○ 산업 및 시장	4
○ 기술 및 표준화	5
○ 국내 산업계 대응	7
○ 시사점	8
○ 참고 문헌	9

작 성 : 기술표준원 에너지물류표준과 이경희 연구사
(lkh714@kats.go.kr, 02-509-7270~73)

감 수 : 한국과학기술원 김만회 교수
자동차 에어컨 냉매시스템 표준기술연구회



주요 이슈

자동차 에어컨 대체 냉매의 기술 표준 경쟁 가열

자동차 에어컨 친환경 대체 냉매인 R744, R1234yf, R152a가 차세대 냉매 후보로 압축된 가운데 EU·미국 등 자동차 선진국은 국제 기술 표준을 선점하여 자국이 원하는 대체 냉매가 시장을 지배하도록 경쟁하고 있음

- ▶ 지구온난화에 대한 관심 고조 및 환경규제 강화에 따라 EU·미국 등 선진국은 냉매 규제에 적극 대응하는 한편 관련 기술의 국제표준 선점 활동을 가속화
- ▶ R744 냉매(CO₂, GWP=1)는 노르웨이 Sintef가 원천기술을 보유하고 있으며 독일 자동차협회(VDA)는 독일 자동차의 대체 냉매로 채택할 것을 공식 발표('07.11)
 - R744는 친환경 자연 냉매이지만 운전압력이 고압(10MPa)이므로 압축기를 포함한 시스템의 재설계가 요구됨
 - 또한 △고온 상태에서 성능 및 효율 저하(실차시험 단계) △냉매 누출 시 측정의 어려움 △차내 냉매 누출 시 졸음 운전 유발 △비용 부담 증대(기존 시스템 대비 1.5~2배 상승) 등이 문제점으로 지적
 - * GWP (Global Warming Potential, 지구온난화지수) : 온실가스가 대기 중에서 지구온난화에 영향을 미치는 척도. 현재 자동차에 사용되는 냉매(R134a)의 GWP는 1,300임
- ▶ R1234yf 냉매(HFO-1234yf, GWP=4)는 미국의 듀폰과 하니웰이 공동 개발했으며 미국·일본·프랑스 등이 지지 의사를 표명
 - 기존 냉매와 유사하여 시스템의 설계변경 요인이 적어 경제성이 있지만 약가연성 냉매(ASHRAE 가연성 등급 A2)로 화재 안전성에 대한 대책이 필요하며 현재 미국을 중심으로 냉매의 장기 독성평가 및 안전성 검증이 마무리 단계에 있음
 - * ASHRAE(American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers) : 미국냉동 공조공학회
- ▶ R152a 냉매(GWP=140)는 EU 냉매 규제 (GWP>150)에 대응한 것으로서, 미국 EPA와 Delphi에서 체계적인 연구를 진행 중
 - R152a는 약가연성 냉매(ASHRAE 가연성등급 A2)로 직접 팽창 시스템 적용에 불리하나 2차 순환 시스템(secondary loop system) 적용 시 냉각성능이 우수하고 기존 시스템보다 연간 43.2L/대 정도 연료 절감 효과가 있는 것으로 보고됨
 - * EPA(Environmental Protection Agency) : 미국환경보호국

산업 및 시장

▣ 대체 냉매와 자동차 에어컨 시장

- ▶ 업계간 자동차 에어컨용 대체 냉매와 냉매 시스템의 개발 및 시장 확대 경쟁이 치열히 전개
 - '05.2 교토의정서의 공식 발효로 현재 사용 중인 자동차 에어컨의 냉매인 R134a (HFC 물질)도 온실가스로 분류되어 규제가 진행됨에 따라 자동차 에어컨 시장에도 영향을 미칠 것으로 전망
 - 국내에 판매되는 자동차는 에어컨이 95% 이상 장착되며, 유럽·북미 지역에 수출되는 차량에도 에어컨 장착이 점차 필수사항이 되는 등 전 세계적으로 자동차 에어컨 장착이 보편화되는 추세

- ▶ 국내 자동차 에어컨의 매출액은 3조원 정도(12개 업체)로 추산
 - 국내 자동차 생산량은 약 409만대(승용차와 버스, '07 자동차공업협회)로 세계 5위
 - * 승용차용 에어컨 내수시장은 한라공조, 두원공조, 한국델파이 등 3사가 90%정도 점유
 - 전 세계의 승용차 에어컨 생산량은 약 5,600만대('07)

〈표〉 승용차 에어컨 연간 생산량

(단위 : 천대)

지역	2005년	2006년	2007년	2008년	2009년
아시아·태평양	16,721	17,613	18,653	19,594	20,088
동유럽	1,198	1,459	1,643	1,778	1,799
서유럽	12,896	13,252	13,456	13,600	13,508
북미	15,778	15,897	16,275	16,416	16,443
중남미	2,603	2,825	3,078	3,328	3,416
한국	3,609	3,737	3,677	3,655	3,682
총계	52,805	54,783	56,782	58,371	58,936

자료 : 표준화로드맵 구축사업보고서(ITEP, '08.6)

* 아시아·태평양에 북미, 중남미, 한국 제외

기술 및 표준화

▣ 기술개발 및 규제 동향

- ▶ EU·미국·일본 등에서는 국제 환경규제에 대응해 EPA와 SAE의 주도로 △자동차 에어컨 시스템에서의 대체 냉매 적용·취급·서비스 등 전반에 대한 연구 △SPEC 결정 및 표준규격 등의 제정 및 개정 작업 등을 컨소시엄을 구성하여 공동으로 진행

* SAE (Society of Automotive Engineers) : 미국자동차공학회

- ▶ EU는 'GWP>150'인 냉매에 대해 '08년부터 에어컨 냉매의 누설량을 제한하고 '11년부터 신모델 차량에, '17년부터는 모든 신규 차량에 사용을 금지하기로 결정

* 냉매 누설량은 연간 40g/60g이하(single/dual evaporator system)로 제한(EC No 706/2007)

▣ 주요 국가의 표준화 동향

- ▶ R744, R1234yf, R152a 등 자동차 에어컨 대체 냉매 3개 후보군의 적용·취급·서비스에 대한 표준화 진행 중

- 자동차용 차세대 냉매, 에어컨 시스템 개발 및 시장 확대, 표준화를 둘러싸고 업체간 경쟁 심화

- ▶ 미국은 EPA의 제안으로 전 세계의 완성차, 차량공조업체, 냉매 및 관련 업체, NGO 등이 참여하는 대체 냉매 컨소시엄(I-MAC CRP, CRP-150, CRP-1234)을 구성하여 자동차 에어컨용 대체 냉매 후보에 대한 평가와 대체 냉매 적용 시 필요한 표준에 대한 제정 및 개정 작업 등을 진행하고 있음

- I-MAC CRP(Improved Mobile Air Conditioning Cooperative Research Program) 컨소시엄은 △에어컨 냉매 누설량 50% 감소 △시스템 성능 30% 향상 △냉방부하 30% 감소 △서비스 냉매 누설 50% 저감 등을 목표로 연구를 진행

- 최근에는 CRP-150(GWP<150 냉매의 연구)과 CRP-1234(R1234yf 냉매의 연구)를 통해 대체 냉매에 대한 신뢰성·안전성·서비스 및 내구성 등에 대한 연구가 진행 중이며, 냉매의 적용·취급·서비스 및 냉매 회수·재생·누설평가 등에 대한 표준을 제정 중에 있음

- 상품화가 가능한 단일 냉매로의 합의는 아직까지 이루어지지 않고 있는 실정

기술 및 표준화

- EPA는 R152a에 대해 조건부(secondary loop system 적용시) 적용 가능 판정을 하였으며 R744 및 R1234yf의 경우 여러 문제점을 검토한 후 최종 승인할 예정인 가운데, R152a 적용 시에는 가연성 표시 경고라벨을 부착하도록 할 방침

▶ 프랑스는 '08.4월 'MAC 시스템 안전기준' 을 ISO에 신규 제안

- 10개국 30여 명의 전문가가 참여하여 대체 냉매를 적용한 자동차 에어컨 시스템 및 부품의 안전기준, 시험방법에 대한 국제표준을 제정할 예정

* MAC(Mobile Air Conditioning) : 자동차 에어컨

▶ 일본에서는 냉매 및 누설 관련 표준안 수립 부문에서 일본자동차공학회(JSAE)와 자동차 협회(JAMA)를 중심으로 연구를 진행

- 환경영향성 평가 결과 R1234yf가 가장 우수한 것으로 나타났으며 성능·연비·비용 측면에서도 가장 유리한 R1234yf를 대체 냉매로 적용해야 한다는 입장을 표명

▶ 중국의 경우 R152a는 가연성 문제로, R744는 자동차 원가 상승 문제로 인해 적용이 어려운 상황

- 이에 따라 R1234yf의 모든 평가가 긍정적으로 완료되면 R1234yf를 공식 채택할 예정
- 중국 정부는 '08 MAC Leadership Summit에서 중국이 자동차 생산 3위, 시장 규모 2위라는 점을 지적하며 향후 R1234yf의 가연성·독성 검증이 완료되면 공식 지지하겠다는 입장을 표명

국내 산업계 대응

- ▶ 대부분의 업체들이 R1234yf로 대체 냉매의 일원화를 희망하고 있으나 업계 전체의 입장을 통일하지 못했으며 이로 인한 문제점들이 야기
 - * 여러 냉매를 검증하기에는 설비, 인력, 시간 등이 부족한 상태로 '11년부터 신차에 적용되는 대체냉매 에어컨 시스템을 양산하는데 차질 예상

- ▶ 자동차공업협회(KAMA)는 완성차 회원 업체들의 의견이 일치되지 않아 공식입장 표명을 보류한 상태
 - 현대자동차·한라공조·두원공조 등은 R1234yf를 지지하지만 냉매와 관련된 모든 평가가 완료된 후에 적용 여부를 결정할 예정
 - * R744 냉매 적용 시 핵심 부품인 압축기의 고압 설계, 실링 재설계 등 에어컨 생산비용이 증가될 것으로 예상
 - GM대우는 GM이 실시 중인 R1234yf 안전성 검증이 완료될 때까지 입장을 유보

- ▶ 국내 완성차 및 공조 업체들은 냉매 선정, 규제 및 표준화에 대한 국제적 이슈에 대해 개별 기업 차원에서 대응하고 있으며, '08.9 한국표준협회 지원, 자동차공학회 주관으로 국내 대부분의 업체가 참여하는 '자동차 에어컨의 대체 냉매 표준화 포럼' 출범
 - 산업계 중심으로 R1234yf와 R744의 실제 적용 연구를 진행 중이며, 에어컨 부품 및 시스템에 대한 냉매 누설 평가 측정 연구도 KAIST와 일부 업체에서 진행 중
 - 표준화 포럼은 대체 냉매의 적용·취급·서비스 및 회수·재생 등에 대한 국내 단체규격 제정 및 우리 기술을 국제표준에 반영하기 위한 활동을 개시

- ▶ 한편 현대차가 '08.3 세계자동차업계 Alliance meeting에서 R1234yf 적용에 찬성하고 SAE 컨퍼런스를 비롯한 국제적으로 영향력 있는 회의에서 R1234yf에 대한 긍정적인 연구 결과를 발표

- ▶ 한라공조와 두원공조는 '08.6 미국의 Scottesdale에서 개최된 자동차 에어컨의 대체 냉매 심포지엄에서 R744, R1234yf 및 R152a 냉매 적용 에어컨을 장착한 차량의 시승과 함께 차내 쾌적성에 대한 평가를 실시

시사점

▣ 시사점

- ▶ 자동차 에어컨의 대체 냉매 및 에어컨 시스템 적용을 둘러싼 시장선점 경쟁이 심화되면서 관련 기술표준화가 국제적 이슈로 부각
 - 독일·미국·일본 등 에어컨 대체 냉매의 시스템 적용·취급·서비스 등 제반 기술을 보유한 나라들은 국제적으로 기술표준 선점을 통한 시장지배력 확대를 추진
 - 원천기술이 없는 우리나라·중국·프랑스 등은 신차에 적용될 대체 냉매 시스템의 기술적·경제적·시간적 파급효과를 고려한 대응이 요구

- ▶ 우리나라는 기존 냉매 시스템과 유사한 특성을 가진 냉매가 신속히 글로벌 솔루션으로 선정되어야 유리
 - 표준화 결정이 지연될 경우 규제 개시 시점인 '11년까지 신모델 차량에 대체 냉매 시스템을 적용·양산하는 데 어려움이 예상
 - 내수와 수출 차종을 동시 생산하고 있는 국내 자동차 업체들은 조립과정에서 혼란이 불가피하며 소비자 입장에서 향후 냉매 주입 등의 사후 관리 시 냉매 혼용 등 문제가 발생할 것으로 전망

▣ 대응 방안

- ▶ 이에 우리나라는 차세대 냉매 단일화 및 국제표준화에 대한 업계·협회 등의 입장을 정리하고 관련 국제 기술표준 경쟁에 적극적으로 참여하는 한편 기술적 내용의 조속한 KS 표준 추진 및 국제표준화 대응을 위한 산학연 협력체 구축이 필요
 - 냉매 시스템에 대한 업계·연구기관의 객관적 연구성과 데이터를 확보하고 이를 바탕으로 대체 냉매의 환경성, 안전도 평가, 관리기준 등 KS 표준을 추진하는 것이 바람직
 - 또한 '08년부터 규제 대상인 냉매 누설 평가방법 표준화 추진을 통한 업계에 대한 지원이 필요
- *정확한 냉매 누설량을 측정하기 위한 누설 평가조건·방법, 평가장치 등의 표준화가 중요

참고 문헌

- ◆ ISO/TC22 N2818 NWIP “Road vehicles – Safety requirements for mobile air conditioning systems(MAC)”, ‘08.4
- ◆ IIR(International Institute of Refrigeration, 국제냉동협회) News letter, “Intense competition for the next-generation MAC refrigerant”, ‘08.5 제34호
- ◆ IIR(International Institute of Refrigeration, 국제냉동협회) News letter, “MAC: CO2 or HFO-1234yf?”, ‘08.7 제35호
- ◆ 2008 MOBILE AIR CONDITIONING LEADERSHIP SUMMIT 발표 자료
<http://www.epa.gov/cppd/mac/2008summit.htm>
- ◆ 미국 EPA Climate Protection Partnerships “Mobile Air Conditioning” 관련 자료
<http://www.epa.gov/cppd/mac/index.htm>
- ◆ JARN(Japan Air Conditioning, Heating & Refrigeration News), “CO2 or ‘HFO-1234yf, Which is a Sustainable Refrigerant?”, ‘08.4
- ◆ 냉동공조 B2B Webzine 냉동공조새소식(한국냉동공조협회), “대체 냉매의 획기적인 패러다임 변화 ‘HFO-1234yf’”, ‘08.7 제7호

본 자료는 지식경제부 기술표준원 홈페이지(www.kats.go.kr)에서 보실 수 있습니다.

KATS 기술보고서의 저작권은 기술표준원에 있습니다.

본 기술보고서를 인용하거나 발췌하실려면 아래의 연락처로 연락 주십시오.

발 간 : 기술표준원 지식기반표준과

연락처 : 02-509-7258~61 (직통 02-503-7948)

담당자 : 이재만연구관, 김한식연구사, e-메일 : standardplan@kats.go.kr



지식경제부 기술표준원
Korean Agency for Technology and Standards