

# 유럽, 미국 환경 보호 법규 적용에 따른 차량용 에어컨 시스템 대응 방안

유럽과 미국의 지구온난화에 대응하는 법규 중 차량  
관련된 법규를 분석하고, 그에 따른 차량용 에어컨 시  
스템의 기술적 대응 방안에 대해 소개하고자 한다.

## 환경 법규 제정의 배경

최근 30~40년 사이에 지구의 환경 보호를 위해 전 세계적으로 다  
양한 협약이 제정되었다. 대표적으로는 오존층 파괴 물질의 생산과 사  
용을 규제하려는 목적에서 1989년 1월에 발효된 몬트리올 의정서와  
지구온난화 규제 및 방지의 국제협약인 기후변화협약의 구체적 방안  
으로 1997년 12월에 채택된 교토 의정서가 있다.

몬트리올 의정서에서는 오존층 파괴의 원인으로 지목된 CFC 냉매  
사용을 금지하는 내용이 체결되었고, HCFC의 경우 단계적으로 사용  
이 금지되어 오고 있다.

1990년대 이후로 몬트리올 의정서의 영향으로 자동차 에어컨에  
사용되는 냉매는 R-12에서 ODP(오존층 파괴 지수)가 0인 R-134a로  
변경되었다. 하지만 R-134a도 GWP(지구 온난화 지수)가 1430으로  
교토 의정서에서 배출량을 규제하는 물질에 속한다. 따라서 선진국을  
중심으로 배출량 감축이 필요하게 되었다.

김주훈

한라비스테온공조 주식회사  
주임연구원

남수병

한라비스테온공조 주식회사  
수석연구원

백승호

한라비스테온공조 주식회사  
주임연구원

## 유럽의 법규

유럽에서는 GWP가 높은 냉매의 사용을 금지하는 방법으로 규제가 정해졌다. 일반 산업과 관련된 냉매 사용 금지 규제로는 최근에 수정 규제가 제안된 (EC) NO 842/2006 있다. 제안 내용은 2015년 1월부터 소화기와 소화장비에 사용되고 있는 HFC-23의 사용 금지, 냉장고, 냉동고에서의 GWP 150 이상인 HFC의 사용 금지의 내용을 담고 있다. 또한, 소매점이나 식품매장에서 냉장, 냉동 보관 및 진열장비에서 2017년 1월 이후 GWP 2500 이상의 HFC 사용 금지, 2020년 1월부터는 GWP 150 이상인 HFC의 사용을 금지하는 규제가 제안되었다. 유럽은 이러한 방식으로 GWP가 높은 화학물질의 사용을 줄여나가고자 하고 있다.

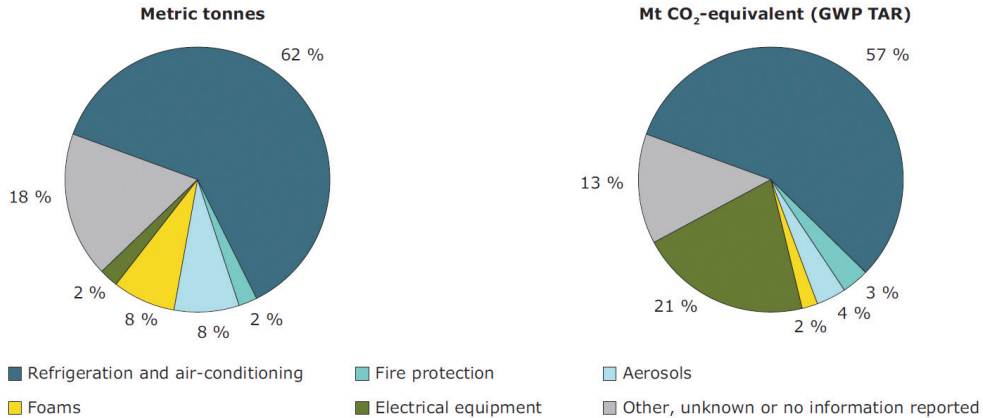
유럽의 환경 관련 기관에서 발행한 자료에 따르면 2011년 한 해 동안 유럽에서 판매된 냉매의 중량을 알 수 있는데, R134a의 판매량이 큰 비중(45%~55%)을 차지하고 있음을 알 수 있다(표 1 참조).

또한, 그림 1의 2011년에 판매된 냉매의 사용처별 비율 그래프를 살펴보면, 냉장고 및 에어컨에 사용된 냉매의 양이 중량 기준으로 62%로 가장 많은 비중을 차지하고 있고, CO<sub>2</sub>상당량으로 계산하였을 때에도 57%로 가장 많은 비중을 차지하고 있는 것을 확인할 수 있다.

유럽에서 주로 사용하고 있는 R134a의 판매량을 축소시켜 지구온난화를 방지하고자 자동차 냉매의 GWP를 규제한 DIRECTIVE 2006/40/EC를 제정하였다. DIRECTIVE 2006/40/EC의 주 내용은 2011년 이후에 신규 형식승인차량의

〈표1〉 2007년~2011년의 F-GAS판매량(유럽)

	2007	2008	2009	2010	2011
Gas			Metric tonnes		
HFC-32	4186	5545	4328	5437	4957
HFC-125	12933	15427	13438	18345	15592
HFC-134a	51693	48123	42005	45580	40844
HFC-143a	9605	10487	8940	10118	8644
HFC-152a	4301	2782	5182	6213	6352
HFC-227ea	857	2336	2075	2199	1566
HFC-245fa			1248	< 3 comp.	< 3 comp.
HFC-365mfc	< 3 comp.	3785	3054	3554	4102
HFC-43-10mee			50	56	< 3 comp.
HFC-23	267	194	192	240	182
HFC-236fa	29	37	25	30	43
CF <sub>4</sub>	< 3 comp.	88	42	60	57
C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	87	183	113	154	131
C <sub>3</sub> F <sub>6</sub>	168	61	18	24	23
C-C <sub>3</sub> F <sub>5</sub>			3	6	10
SF <sub>6</sub>	2223	3011	1928	1851	2174
Other HFCs and PFCs	6777	1984	2590	4128	1576
Total F-gases	93126	94043	85230	97995	86253



[그림1] 2011년도 유럽지역에 판매된 F-GAS의 사용비율

경우 GWP 150 이하의 냉매를 적용하는 것이다. 2011년 이전에 형식 승인이 완료된 차량의 등록은 R-134a 냉매를 사용해도 되는 것으로 하였으나, 연간 냉매 누설량을 차량 내의 증발기 수량에 따라 증발기가 1개인 경우 40 g/yr, 증발기가 2개인 경우 60 g/yr로 규제하고 있다. 또한, 2017년 1월 1일 이후에는 신규등록하는 모든 차량에 GWP 150 이하의 냉매를 사용하는 것으로 규제하고 있다. 8인승 이하의 승용차량 및 기준질량 1.25 TON 이하의 화물차가 이 규제에 해당된다.

## 유럽 법규 대응

2000년대 후반부터 SAE(미국 자동차 공학회)를 중심으로 GWP 150 이하의 자동차용 냉매 개발을 진행하였다. 이때, 자동차용 냉매로 검토되었던 것이 하니웰과 듀퐁이 공동 개발한 R1234yf(2,2,3,3-Tetrafluoropropene, CH<sub>2</sub>=CF<sub>2</sub>CF<sub>3</sub>)이다. R-1234yf는 GWP 값이 4로서 현재 자동차용 냉매로 주로 사용하고 있는 R-134a의 0.3% 수준의 GWP를 가지고 있다. 또한, R1234yf가 R-134a를 대체할 수 있는 냉매로 선정된 배경에는 R-134a와 유사한 물질이라는

점이 크게 작용하였다.

그러나 R-1234yf는 미국냉동공조학회(ASHRAE)에서 약가연성의 물질로 분류되었고, 이 점을 들어서 독일의 완성차 업체들은 R-1234yf를 사용하는 것을 반대하고 있다.

독일의 완성차 업체들은 GWP 150 이하인 냉매로 CO<sub>2</sub>를 선호하고 있다. CO<sub>2</sub>는 GWP 지수가 1인 물질로서, 인화성과 악취, 독성이 없어서 안정성이 뛰어나고 높은 비열과 체적 열용량을 가지고 있으므로 냉매로서 좋은 열역학적 물성을 가지고 있다. 현재 히트펌프 시스템, 냉장 쇼케이스 등 자동차 외의 다른 분야에서는 이미 사용하고 있는 냉매이다.

자동차 에어컨 분야에서도 R-134a를 대체할 냉매를 검토할 때, CO<sub>2</sub>도 검토하였다. 그러나 CO<sub>2</sub>는 독일 자동차 협회(VDA)에서만 대체냉매로 선정이 되고 전 세계적으로 자동차 에어컨 시스템으로 개발되지 못하였다.

DIRECTIVE 2006/40/EC는 2011년 이후 신규 차종에 대한 대체냉매 적용을 명기하였지만, R-1234yf의 공급량이 부족하여 2013년 이후에 대체냉매를 적용하는 것으로 유예하였다. 올해부터는 몇몇 완성차 업체에서 R-1234yf를 적용

(표2) R-134a와 R-1234yf, CO2의 물성 비교표

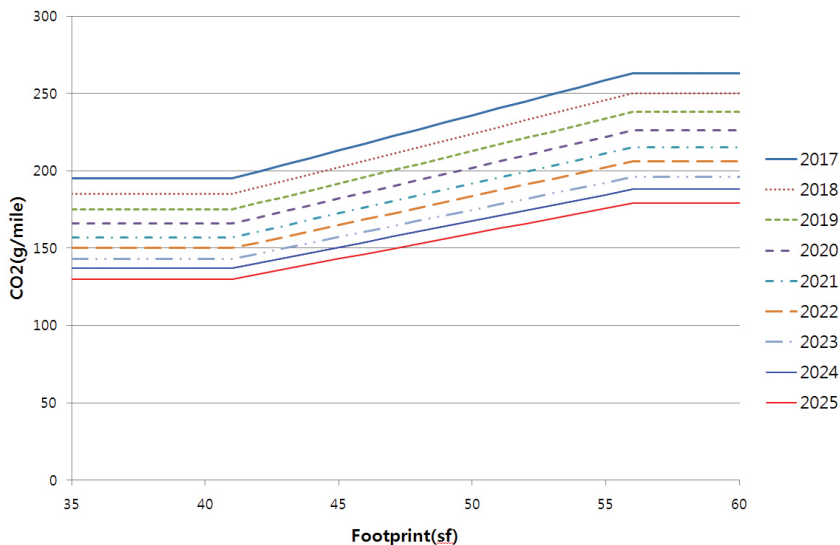
종류		R-134a	HFO-1234yf	R-744
냉매계열		혼합-HFC	혼합-HFO	자연
냉매특성	화학식	CH <sub>2</sub> FCF <sub>3</sub>	CF <sub>3</sub> CF=CH <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>
	오존층파괴지수 (ODP = 0)	0	0	0
	지구온난화지수 (GWP <150)	1,430	4	1
	가연성	無	有(A2L 등급)	無
	독성	無	無	無
	대기수명	14년	12일	영구
열역학적 특성	끓는점	-26℃	-29℃	-78.5℃
	임계점	102℃	95℃	31℃

하여 유럽에 판매하고 있다. 그러나 독일 완성차 업체들은 아직 R-134a를 적용하여 독일 내에서 판매하고 있다. 최근 프랑스의 경우 대체냉매를 적용하지 않은 메르세데스 신규 차종에 대한 차량등록을 거부하였다.

## 미국의 법규

앞서 설명한 바와 같이 유럽은 자동차용 에어

컨으로 사용하는 냉매를 GWP 150 이하인 냉매를 사용하도록 규제하는 방법으로 환경보호 관련 법규를 제정하였다. 이와 달리, 미국은 자동차의 CO<sub>2</sub> 배출량에 에어컨이 영향을 미치는 것을 이유로 CO<sub>2</sub> 배출량 규제 법규에 에어컨 관련 사항을 포함시키면서, 에어컨의 제원이나 적용 냉매에 따라 CO<sub>2</sub> 배출량 규제를 완화해주는 방식으로 에어컨 시스템의 효율 증대와 냉매변경을 하도록 유도하고 있다.



[그림 2] 연도별 승용차량의 Footprint별 CO2배출 기준

미국에서 자동차의 배출가스를 규제하는 기관은 크게 EPA(미국환경청), NHTSA(미국 도로교통 안전국), CARB(캘리포니아 대기 자원 위원회)가 있는데, 현재 각 기관은 각각의 규제 방법을 가지고 있다. 그러나 최근 배포된 규제 “2017 and Later Model Year Light-Duty Vehicle Greenhouse Gas Emissions and Corporate Average Fuel Economy Standards”가 있는데, 법규의 내용은 2017년 이후의 자동차 완성차별 배출가스 규제에 대한 내용으로, EPA와 NHTSA가 공동으로 작성하였다. 그리고, 2012년에 CARB는 2017년 이후의 자동차 배출가스 규제에 대해서 EPA와 NHTSA의 규제와 동일한 방법으로 규제하기로 하였다. 결국, 미국 내의 자동차 배출가스 관련 규제가 통일화되면서 자동차용 에어컨 시스템은 기관별 규제를 만족시키는 것이 아니라, 한 가지 규제를 분석하여 그에 맞는 자동차용 에어컨 시스템을 개발하는 것으로 방향이 전환되었다.

위의 규제에서는 매해 완성차 업체의 전체 CO<sub>2</sub> 배출량을 규제하는데, 각 차량의 휠베이스와 차량 폭을 곱한 개념인 FOOTPRINT를 기초로 **그림 2**의 기준으로 차량 크기별 CO<sub>2</sub> 배출 기준량을 산출하였다.

이러한 차량별 배출 기준량과 차량별 판매량을 이용하여 완성차 업체의 판매 차량 전체에 대한 CO<sub>2</sub> 평균 배출량을 계산하여 해당 업체의 CO<sub>2</sub> 배출량 기준을 정하고, 실제 평가를 통해 만족 여부를 확인하는 방식으로 규제되어 있다.

EPA와 NHTSA에서는 위의 기준으로 완성차 업체별 차이는 있으나, 승용차량 기준으로 2017년에는 212 g CO<sub>2</sub>/mile 수준의 규제가 형성될 것으로 보고 있고, 2025년에는 34% 축소된 143 g CO<sub>2</sub>/mile 수준의 규제가 형성될 것으로 보고 있다. 2025년의 예상 수준은 2013년 예상수준

인 256 g CO<sub>2</sub>/mile과 비교하면 55.8% 수준으로, 2025년까지 현재 대비 CO<sub>2</sub> 배출량을 44% 감소시켜야 한다.

EPA와 NHTSA에서는 CO<sub>2</sub> 배출량에 대해서 크레딧을 주는 방식으로 완성차 업체가 배출량 기준을 만족하도록 기술 개발을 할 것을 유도하고 있다. 크레딧이란 CO<sub>2</sub> 배출 기준값보다 더 적은 양의 CO<sub>2</sub> 배출가스를 발생하였을 때의 두 값의 차이로서, 기본적으로는 매해 발생하는 크레딧을 적립하였다가 CO<sub>2</sub> 배출량 기준을 만족하지 못하였을 경우에 적립된 크레딧을 사용하여 기준을 만족시키는 것으로 계산하는 방식이다.

완성차 업체가 크레딧을 추가로 생성시킬 수 있는 방법으로 EPA와 NHTSA가 제안한 내용은 냉매 누설량에 따른 크레딧, 에어컨 시스템의 효율 증대 기술 적용에 따른 크레딧, 연비 증대 기술 적용에 따른 크레딧 3가지가 있다. 이 중에 에어컨 시스템과 관련된 냉매 누설량에 따른 크레딧은 최대 13.8 g CO<sub>2</sub>/mile까지 획득이 가능하고, 에어컨 효율 증대 기술 적용에 따른 크레딧은 승용차량 기준으로 5.0 g CO<sub>2</sub>/mile까지 획득 가능하다. 두 가지 크레딧의 합은 2017년 예상 CO<sub>2</sub> 평균 배출량인 212 g CO<sub>2</sub>/mile의 8.8%, 2025년 예상 CO<sub>2</sub> 평균 배출량인 143 g CO<sub>2</sub>/mile의 13% 수준이다.

냉매 누설량에 따른 크레딧을 DIRECT CREDIT이라 하는데, CREDIT 획득 기준은 SAE(미국 자동차 공학회)의 J2727규격이다. SAE J2727규격은 에어컨 시스템의 설계 제원을 기준으로 연간 냉매 누설량을 결정하는 방법이다. SAE J2727을 분석해 보면, 각 부품의 연결부 제원 및 수량에 따른 냉매 누설량, 냉매 주입구 또는 압력센서 등 각 부품에 부착되어 있는 부품 수량에 따른 냉매 누설량, 열교환기 및 팽창밸브 수량에 따른 냉매 누설량, 압축기 조립 시 사용되

는 밀봉 제원 및 수량에 따른 냉매 누설량으로 분류된다. SAE J2727에 의한 냉매 누설량 결과 값은 실제 누설량이라기보다는 설계제원에 의한 일반적 예상 수준 값으로 볼 수 있다.

승용차량의 크레딧 계산은 SAE J2727에 따라 계산된 냉매 누설량을 EPA, NHTSA의 CO<sub>2</sub> 배출량 규제에서 지시하고 있는 식 1을 통해서 CO<sub>2</sub> 배출량 개념의 크레딧으로 변경되게 된다.

$$Leakage\ Credit = MaxCredit \times \left[ 1 - \left( \frac{LeakScore}{16.6} \right) \times \left( \frac{GWP_{REF}}{1430} \right) \right] - HiLeakDis \quad (1)$$

위의 식에서 각 계수는 표 3과 같다.

HiLeakDis는 GWP 150 이하의 냉매를 적용하였을 경우에 해당되는 항목이다. High Leak

Disincentive의 줄임말로써 낮은 GWP를 가진 냉매를 적용했을 경우라도 누설량이 과다한 경우에는 크레딧을 축소시키기 위한 방안으로 마련된 것으로 계산 방식은 식 2와 같다.

$$HiLeakDis = 1.8 \times \left( \frac{LeakScore - LeakThreshold}{3.3} \right)$$

식2. 높은 냉매 누설량에 대한 크레딧 축소량 계산 식

LeakScore는 SAE J2727의 결과 값이고 LeakThreshold는 냉매량이 733 g 이하인 경우 11.0이고, 733 g 이상인 경우 소정의 계산식을 통해서 결정되는 값이다. HiLeakDis 값은 최소값이 0으로 LeakScore에 따른 계산 값이 음수가 되면 Credit 계산 시 0으로 처리하여 Leakage Credit이 13.8을 넘지 않도록 구성되어 있다.

에어컨 시스템의 효율 증대를 위한 기술적용에 따른 크레딧을 INDIRECT CREDIT이라고 하

〈표 3〉 냉매 누설량의 크레딧 변환식의 계수

사용 냉매	R134a	GWP 150이하의 냉매
MaxCredit	12.6	13.8
LeakScore	SAE J2727의 계산값 최소값 : 8.3 g/yr	좌동
GWPREF	1430	적용 냉매의 GWP 지수
HiLeakDis	0	별도 공식 따름.

〈표 4〉 에어컨 시스템 효율 증대 기술의 상세 내용 및 획득 가능 크레딧

기술내용	크레딧
외부제어 가변 용량 압축기 적용	1.5
가변 써미스터 적용 및 고정용량 압축기 적용 또는 내부 가변 용량 압축기 적용	1.0
실내 공기 센싱을 통한 내외기 모드 최적 제어	1.5
자동 에어컨 모드 적용 시 내기 모드로 제어	1.0
송풍기의 페에너지 최소화(PWM 적용 등)	0.8
내부 열교환기 적용	1.0
열교환기 성능 향상품 적용	1.0
냉동유 분리기 적용	0.5

는데, 이 크레딧을 EPA, NHTSA의 CO<sub>2</sub> 배출량 규제에 명기되어 있는 표4의 기술을 각각 적용하였을 경우 획득하게 되는 크레딧이다. 단, 승용차의 경우 크레딧의 총합은 5.0 g CO<sub>2</sub>/mile 이상은 획득할 수 없다.

또한, 기술을 적용하였다 하더라도 실차 평가를 통해 에어컨 효율 증대 기술이 실제로 연비 향상에 도움이 되는지를 확인하여 그 결과에 따라 크레딧을 부여하게 된다. 기존 기술이 장착된 차량의 CO<sub>2</sub> 발생량과 에어컨 효율 증대 기술이 적용된 차량에 대한 CO<sub>2</sub> 발생량을 비교하여 연비 향상에 어느 정도 기여를 하였는지 확인을 하고, 표 4에 의해 계산된 크레딧 값과 비교를 하여 크레딧을 모두 부여할 지 일부만 부여할지 결정하게 된다.

위의 실차평가를 AC17 평가라고 하는데, 이 시험은 크게 4부분으로 구성되어 있다. Pre-conditioning cycle, 30분 soaking, SC03(에어컨가동 주행 모드) 그리고, HFET(고속도로 주행 모드)이다. Pre-conditioning cycle을 통해 평가 차량의 엔진이 예열되고 안정화되도록 한다. 이후 30분동안 엔진을 끄고, 실차 풍동 시험실을 실제 소킹상태와 유사하게 유지한다. 곧이어 SC03 시험 모드와 HFET 시험 모드를 진행하게 되는데, 이 때 각종 배출가스를 채집하여 그 양을 CO<sub>2</sub> 상당량으로 계산하게 된다. 위의 시험을 2차례 진행하게 되는데, 처음에는 에어컨을 켜지 않고 평가를 하고 두 번째는 에어컨을 켜고 평가를 하게 된다. 두 번의 평가 결과의 차이를 에어컨에 의한 CO<sub>2</sub> 발생 증가량으로 계산한다.

## 미국 법규 대응

앞에서 살펴본 바와 같이, EPA와 NHTSA에서 등록된 승용 및 소형 트럭의 CO<sub>2</sub> 배출량 규제에

는 크레딧이라는 제도가 있다. 크레딧을 획득하는 방법은 여러 가지가 있지만, 그중에 에어컨과 관련된 크레딧은 최대 18.8 g CO<sub>2</sub>/mile이다.

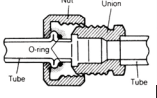





냉매 누설량에 따른 크레딧을 계산하는 공식을 살펴보면, R-134a 보다는 GWP 150 이하의 냉매를 사용하는 것이 유리함을 알 수 있다. R-134a를 사용하는 경우 LeakScore의 최소값이 8.3 g/yr 이므로 획득 가능한 크레딧은 6.3 gCO<sub>2</sub>/mile 이다. GWP 지수 150 이하의 냉매를 사용하는 경우 LeakScore의 최소값인 8.3 g/yr 수준으로 에어컨 시스템을 설계하면, 획득 가능한 최대 허용 크레딧인 13.8 g/yr에 가까운 크레딧의 획득이 가능하다. 또한, HiLeakDis가 0이 되는 경우인 LeakScore 11.0 g/yr 이하가 되도록 에어컨 시스템을 설계하고, 낮은 GWP 지수를 가진 냉매를 사용하는 방법도 최대 크레딧을 획득하기 위한 또 다른 방안이 된다.

위의 경우에서 핵심이 되는 것은 앞서 설명한 바와 같이 SAE J2727의 결과 값이다. 현재의 기본적인 자동차용 에어컨 시스템 구성을 고려하였을 때, SAE J2727의 결과 값을 최소화하기 위해 변경할 수 있는 것으로는 연결부 제원 변경, 호스의 냉매 투과성 개선, 압축기의 냉매 누설 방지용 밀봉 제원 변경 등이 있다.

연결부 제원에 따라서 냉매 누설량 결과값(g/yr)은 1개소당 표 5의 기준에 따라 변하게 된다. 여기에 연결부 개수에 따라 해당 시스템의 연결부에 대한 냉매 누설량 값이 결정되게 된다. 따라서 누설량이 적게 계산되는 연결부 제원을 사용하고 연결부 수량을 최소화하는 것이 냉매 누설량 계산 값을 축소시키는 첫 번째 방법이 된다.

두 번째로는 호스의 냉매 투과성 개선이 있다. 호스에 의한 냉매 누설량은 SAE J2064에서 지정한 방법으로 평가 및 계산을 하여서 호스의 단위 내표면 넓이 당 연간 누설량 즉, 냉매투과

〈표 5〉 연결부 제원에 따른 냉매 누설량

제원	Single Radial O-ring	Single Captured O-ring	Multiple O-ring	Seal Washer	Dual Seal Washer	Metal Gasket
형상						
냉매리크량 (g/yr)	0.653	0.392	0.261	0.052	0.026	0.005

〈표 6〉 압축기 하우징 밀봉 제원에 따른 냉매 누설량

제원	O-Ring Housing Seal	Molded Housing Seal	Gasket Housing Seal
냉매누설량(g/yr)	1.566	1.044	0.522

을 확인하고, 해당 냉매 시스템의 호스의 내표면 넓이를 곱하여서 연간 누설량을 계산하게 된다. 에어컨 시스템에서 호스의 길이를 최소화하는 것이 냉매 누설량을 줄이는 1차적인 방법이지만, 자동차 에어컨의 특성상 엔진의 진동 절연 및 차량 조립의 편의성을 위해 일정 수준 이상의 호스는 반드시 필요하다. 따라서 냉매 누설량을 축소시키는 방법으로 호스의 냉매 투과성을 개선하는 것이 근본적인 방안이라고 볼 수 있다.

마지막으로 압축기의 냉매 누설 방지를 위해 압축기 조립 시 어떤 밀봉 제원을 적용하였는가와 압축기 샤프트 축의 냉매 누설을 방지하는 LIP SEAL의 수량에 따라 냉매 누설량이 변경된다. 밀봉 제원은 표 6에 보듯이 크게 3가지 제원으로 나누어서 각 제원별 누설량 값을 지정하였고, 밀봉재의 수량에 따라 냉매 누설량 값을 계산하도록 구성되어 있다. 그리고 LIP SEAL의 수량이 많으면 많을수록 냉매 누설량이 줄어들도록 계산식이 만들어져 있다. 압축기 관련 냉매누설량 계산에서 중요한 점으로는 헬륨리크 전수검사 여부 가 있다. SAE J2727에서는 압축기에서 가장 많은 비율의 냉매누설이 발생하는 것으로 보고 헬륨

리크평가를 전수검사로 실시하지 않을 경우 앞서 계산된 압축기 관련 냉매 누설량의 2배를 압축기에서 발생하는 냉매누설량으로 계산한다. 따라서 압축기 제작 시 헬륨 리크평가를 전수검사하는 것은 가장 기본적으로 실시되어야 할 것이다.

냉매 누설량과 관련된 크레딧 계산식(식1)에서 또 한 가지 눈여겨 볼 것이 있는데, 냉매와 관련된 GWP 값이다. GWP가 150 이하인 냉매를 사용하게 되는 경우 MaxCredit의 값이 12.6 g CO<sub>2</sub>/mile에서 13.8 g CO<sub>2</sub>/mile로 증가되고, GWP 값이 줄어들어 따라 MaxCredit에 근접한 Leakage Credit을 획득할 수 있도록 계산식이 만들어져 있다. 따라서, R-134a를 적용하였을 때 받을 수 있는 Leakage Credit은 최대값이 6.3 g CO<sub>2</sub>/mile이 되고, GWP가 극히 낮은 물질 예를 들면, CO<sub>2</sub>나 R-1234yf를 적용하게 되면 13.8 g CO<sub>2</sub>/mile에 근접한 크레딧을 획득하여 R-134a 대비 2배 이상의 크레딧 확보가 가능하게 된다. 미국 규제에서는 이러한 방식으로 GWP가 낮은 냉매를 사용하도록 유도하고 있다.

또 다른 크레딧 종류인 에어컨 시스템의 효



을 증대를 위한 기술적용을 통한 크레딧을 받기 위해서는 2가지 점에 유의하여야 한다. 첫 번째로는 각 기술에서 최소로 요구하는 조건을 만족하여야 한다는 점이다. 예를 들면, 외부제어 가변 용량 압축기는 자동차 내부의 온도, 에어컨 설정 온도, 증발기를 통과하여 냉각된 공기 온도 등의 정보를 이용하여 전기적 신호로 압축기의 용량을 변경시키는 것이 가능한 압축기를 말한다. 또한, 외부제어 가변 용량 압축기를 사용하였을 때에는 증발기를 통과하여 냉각된 공기의 온도를 5℃ 이상이 되도록 제어할 수 있어야 한다. 두 번째는 실제 연비 효과가 있도록 부품 개발이 이루어져야 한다. EPA와 NHTSA는 연비와 관련되어 있는 에어컨 관련 기술들에 대해 크레딧을 부여하는 것으로 하였지만, 업체별 기술 수준의 차이가 있기 때문에 실제 평가를 통하여 크레딧을 확정하는 방법을 사용하기로 하였다. 즉, 에어컨 효율 증대 기술을 적용한 차량과 해당 기술을 적용하지 않은 차량의 연비를 측정하여 두 차량의 연비 차이가 일정 기준을 만족하지 못하면, 신기술이 기존 기술대비 효율이 증대되지 못하였다고 판단하여, 크레딧을 축소하고 평가 결과 수준에 따라서는 크레딧을 전혀 부여하지 않는 방식을 택하였다.

## 맺음말

많은 국가에서 미국 또는 유럽의 법규를 그대로 또는 자국의 현실에 맞추어서 일부 수정하여 법규를 제정한다. 그래서, 미국이나 유럽의 법규를 파악하는 것이 세계 여러 시장 정보를 파악하는 데 중요한 역할을 한다.

본 글에서는 자동차 에어컨 관련된 최근의 법규 또는 규제 중에 환경과 관련된 법규를 살펴보았다. 앞서 말한 바와 같이, 유럽과 미국은 법규

또는 규제를 만드는 데 있어서 접근하는 방식이 다를 수 있다. 유럽은 지구 온난화의 한 가지 원인으로 보는 높은 GWP 물질에 대한 사용 금지를 적극적으로 실시한다. 반면에, 미국의 경우는 자동차의 배출가스에 대한 규제를 강화하면서 자동차 연비에 영향을 주는 에어컨의 효율을 증대시키도록 유도하고, 현재 사용하고 있는 R-134의 누설량을 축소하도록 설계할 것을 유도하고 있다. 또한, GWP 150 이하의 냉매를 사용하게 되면 더 큰 혜택이 있도록 하여 냉매로 인한 지구온난화 영향을 줄여나가고자 한다.

이러한 법규의 의도에 자동차 에어컨 시스템은 첫 번째로는 낮은 GWP 지수를 가지고 있는 냉매를 적용한 시스템으로의 변화가 필요하다. 현재 일부 적용되고 있는 R1234yf (GWP 지수 4)가 대표적인 사례이다. 그리고 GWP 지수가 1인 CO<sub>2</sub> 시스템의 추가 개발, 각 규제에서 낮은 GWP의 기준인 GWP150 이하의 냉매 개발 및 시스템 개발도 또 다른 방안이다.

에어컨 시스템의 냉매 누설량을 줄이기 위한 기술 적용 및 개발도 필요하다. 과거 대부분의 자동차 에어컨 시스템이 오링을 적용하였으나, 현재는 오링 보다 냉매 누설이 적은 seal washer나 금속 가스켓으로 전환하고 있다. 그리고 앞으로는 냉매 투과율이 적으면서 자동차 에어컨 호스에 요구되는 성능을 만족시키는 에어컨 호스의 개발 및 적용이 필요하고, 압축기의 냉매 누설을 줄일 수 있는 기술의 개발이 필요할 것이다.

## 참고문헌

1. 김민수, 김성철, 2003, CO<sub>2</sub> 냉매 이용 기술, HARFKO 2003 학술강연회.
2. 원종필, 2006, 자동차의 공조기술, 설비저널 제35권 제10호.

3. European Union, 2006, Official Journal of the European Union REGULATION (EC) No 842/2006.
4. European Parliament, 2013, COMPROMISE AND CONSOLIDATED AMENDMENT on the proposal for a regulation of the European Parliament and of the Council on fluorinated greenhouse gas.
5. European Environment Agency, 2012, Fluorinated greenhouse gases 2011.
6. Environmental Protection Agency, 2017 and Later Model Year Light-Duty Vehicle Greenhouse Gas Emissions and Corporate Average Fuel Economy Standard.
7. ASHRAE Board of Directors, 2012, ASHRAE Position Document on Refrigerants and Responsible Use 