

# 자동차 내장재 냄새 평가방법

○ 김상철 | 한국건설생활환경시험연구원,  
보건환경연구소 소장  
E-Mail : sangcheol@kcl.re.kr

## 1. 서론

예전에는 부의 상징이었던 자동차를 이제는 대부분의 가정이 한 대씩 보유할 만큼 보급이 늘었다. 늘어난 차의 수만큼 교통은 혼잡해졌고 자연히 차 안에서 보내는 시간도 늘게 되었다. 신차구입자 800명을 대상으로 한 조선일보 여론조사에 따르면 두통, 눈 아픔, 재채기 등의 새차 증후군 증상을 75% 이상이 경험한 것으로 나타났다. 이와 관련된 증상은 호흡기질환, 알레르기 등 새집증후군과 유사한 증상으로, 주로 휘발성 유기화합물이 기인한 것으로 알려져 있다. 이와 같은 물질들은 주로 차량 시트나 매트, 도로, 표면처리제 등 차량 실내 인테리어에 필수적인 요소에서 다양한 형태로 발생되고 있다.

자동차 제작사는 차내 실내공기질 개선을 위하여 자발적인 노력을 기울이고 있는데, 특히 자체 규격을 개발하여 소재(material)와 부품(component)에서 발생하는 유해물질을 완성차 단계 이전에 확인하고 있다. 뿐만 아니라 잠재적으로 자동차를 구매한 소비자의 만족도에 악영향을 미칠 수 있는 냄새 항목도 평가하고 있다. 자동차의 실내 냄새는 소비자에게 차량의 이미지를 제일 먼저 전달해 주는 부분으로, 이에 대한 제어는 상당히 중요하다. 완성차 단계에서 냄새를 제어할 수 있다면 가장 효율적이겠지만, 자동차 실내냄새는 다양한 소재를 기반으로 복합적으로 발

생하기 때문에 간단하게 해결할 수 있는 문제는 아니다. 자동차 제작사는 실내 인테리어에 사용되는 각 구성요소를 소재 및 부품 단계에서 관능법을 기반으로 냄새를 제어함으로써 완성차의 실내 냄새가 허용 가능한 수준이 될 것으로 기대하고 있다.

냄새의 판단기준은 통상적으로 사람의 감수성에 따라 약간의 농도차이나 개인의 허용농도차이에 따라 좌우된다. 냄새 평가 시 지역특성, 생활수준 등 사회·문화적인 특성과 성별, 연령, 건강상태, 흡연 습관 등 개인적인 특성이 중요하게 작용한다. 예민한 사람과 둔감한 사람이 냄새를 느끼는 정도를 구별하는 한 예로써 최소감지농도(threshold)의 경우 냄새물질에 따라 10 배 이상의 차이가 날 수 있다. 이러한 주관적인 냄새를 자동차 제작사에서는 유해 물질과는 차별화된 관점에서 접근하여 관리하고 있다. 본 글에서는 자동차 제작사에서 운영하고 있는 자동차 냄새 평가방법을 설명하고 주관적인 냄새를 어떠한 평가 방법을 적용하여 객관화하고자 시도하고 있는지 소개하고자 한다.

## 2. 본론

자동차 분야의 냄새는 국제표준 보다는 자동차 제작사 사내 표준을 중심으로 관리가 이루어지고 있다. 각 제작사에서는 자체적으로 운영하고 있는

표준과 관리기준에 준하여 자동차 내장재의 품질관리를 유도 하고 있다. 자동차 실내에서 발생하는 냄새는 부품을 제조하는 과정에서 사용된 각종 원소재, 첨가제 및 2차 가공에 의해 생성된 물질이 밀폐된 공간에서 태양복사열에 의해 내부의 온도가 증가함에 따라 여러 복합적인 작용으로 인해 발생한다. 그러므로 자동차 제작사에서는 자동차 소재 단

계부터 시작하여 부품단계에 이르기까지 단계적으로 냄새를 평가하고 제어하고 있다. 소재 시험은 부품의 일부를 잘라 평가하는 시험으로 냄새봉지류를 이용하는 bag method와 유리재질의 용기를 사용한 flask method로 구분된다. 부품 시험은 seat, door trim과 같이 부품 전체를 챔버에 넣고 일반 유해성 시험과 동시에 냄새평가를 실시한다.

**표 1. 자동차 냄새평가관련 주요 규격현황**

규격	규격명
ISO/DIS 12219-7	Interior air of road vehicles - Part 7: Odour determination in interior air of road vehicles and test chamber air of trim components by olfactory measurements
VDA 270	Determination of the odour characteristics of trim materials in motor vehicles
D49 3046	Odour emissions, interior equipment parts measurement of the intensity and characterization of odour from parts in passenger compartment in climatic chamber
D49 3001	Odour emissions, internal equipment parts intensity evaluation global odour characterisation
GMW 3205	Determining the resistance to odor propagation of interior materials
MS 300-34	내장재의 냄새 시험방법
SES E 150-1	Test method of odor for interior material of automotive application

**표 2. 자동차 내장재 냄새평가방법 비교**

	시험방법	참조표준	온도/시간	시험조건	패널 선정	냄새강도		평가 항목
						기준	등급	
소재	flask	VDA 270	[23, 40, 80] °C /(24h, 2h)	dry wet	×	subjective	6	강도
		GMW 3205	[70, 105] °C /(24h)	dry wet	×	subjective	10	강도
		D49 3001	[70, 90] °C /(2h)	dry	○	butanol	6	강도 특성
	desiccator	MS 300-34	[60, 80, 100] °C /(2h)	dry wet	○	butanol	6	강도
	bag	SES E 150-01	[60, 80, 100] °C /(2h)	dry wet	○	butanol	6	강도
부품	chamber	D49 3046	65 °C /(2h)	dry	○	butanol	6	강도 특성

## 2.1 소재 시험 (material test)

유럽 및 일본, 국내 자동차 제작사의 품질관리에 폭넓게 적용 되는 방법이다. 자동차 사내 규격마다 차이가 있기는 하지만, 크게 플라스크 (flask), 백 (bag), 데시케이터 (desiccator)를 활용하고 있다. 시험용기는 다르지만 자동차 내장재를 차량 내 실제 노출 부하율에 준하여 시험편 크기를 선정하고, 이를 밀폐된 용기에 넣고 가온시킨 후 패넬이 관능으로 평가하는 기본 시험방법은 유사하다.

### 2.1.1 시험편 준비

시험편의 크기는 일반적으로 자동차에 사용되는 소재의 양에 따라 결정된다. 일반적으로 자동차 내에 노출되는 부하율과 소재의 종류, 중량 등에 준하여 시료량을 산정하며, 세부적인 시료량 산정방식은 규격의 종류에 따라 상이하다.

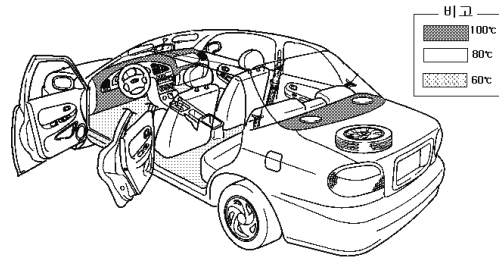
### 2.1.2 시험방법

#### 1) Dry 조건

자동차 소재의 유해성을 평가할 때에는 일반적으로 일정한 온도조건에서 평가하는 반면 냄새는 차량에서 직사광선 노출여부와 부품에서 상부인지 하부인지에 따라 온도 조건을 상이하게 적용한다. 온도에 따라서 부품 및 소재에서 발생하는 방향족 휘발성 유기화합물의 발생강도 및 비율이 상이할 수 있는데 이로 인한 냄새물질 간의 마스킹 효과가 달라질 수 있다. (Shigeyuki Sato, 2004) 그러므로 온도에 따라 냄새의 특성 및 강도가 달라질 수 있기 때문이다.

시험편을 시험용기에 넣고 밀폐 후 가열된 오븐에 규격에서 명시된 시간 동안 가열한다. 부품별 가열온도조건은 그림 1과 같이 실제 사용 조건에 따라 달라질 수 있으며 이 조건은 각 규격마다 상이하다. 일반적으로 가열온도 경계면을 광범위하게 겹치는 소재는 높은 온도 조건을 택하여 시험한다. 가열이 종료된 후 시험용기를 실온에서 일정시간 방랭하고, 패넬이 냄새를 관능평가 한다. 동일한 종류의 시험편을 최소 2번 이상 평가하여 평균값으로 평가한다.

부 위		가열온도 (°C)	
Front · Rear	직사광선 노출 <sup>a</sup>		100±2
	직사 광선 비노출	waist line 상부 <sup>b</sup>	80±2
		waist line 하부 <sup>c</sup>	60±2
Side	waist line 상부 <sup>d</sup>		80±2
	waist line 하부 <sup>e</sup>		60±2



<sup>a</sup> inpanel center part, package tray trim, 표피용 소재

<sup>b</sup> pillar garnish, sunvisor용 소재, inpanel center part용 urethane, seat용, urethane, dash iso pad 및 표피소재

<sup>c</sup> carpet용 소재

<sup>d</sup> door trim, 천정용 소재

<sup>e</sup> door trim 하단 부위 사용 소재 (cloth, carpet등) wiring에 적용됨.

그림 1. 자동차 부품 위치에 따른 가열온도의 예 - Dry 조건



그림 2. 자동차 내장재 소재 냄새평가방법

2) Wet 조건

습기에 영향을 받는 부품인 headlining, door trim 등의 board류, 각종 pad 및 foam류는 시험편 부피의 10%에 해당되는 증류수를 주입하고 60℃ 또는 특정온도 (예, VDA인 경우 40℃)에서 일정시간 방치 후 패널이 냄새를 평가한다. Dry 조건과 동일하게 동일한 종류의 시험편을 최소 2번 이상 평가하여 평균값으로 평가한다.

새평가를 진행한다. 부품 유해성평가와 동시에 이루어지며, 65℃에서 2시간 가열 후 냄새를 평가한다. 이때 패널은 두 가지 방법으로 냄새를 평가할 수 있는데, 첫 번째 방법은 챔버의 olfactory port에서 직접 평가하는 것이며, 두 번째 방법은 sampling bag으로 공기 채취 후 평가 할 수 있다. 패널이 관능평가 후 냄새 강도 및 특성 판정은 소재 평가와 동일한 등급에 준하여 이루어진다.

2.2 부품 시험 (component test)

자동차 소재 시험은 static method를 적용하여 부품을 구성하는 소재 단위로 냄새를 평가하는 반면 자동차 부품의 냄새평가지험은 dynamic method의 챔버법을 적용하여 평가한다. 이 시험방법은 볼보사와 르노사에서 적용하고 있으며, 유해성평가에 사용하는 1m<sup>3</sup> 챔버를 이용하여 부품 전체에서의 냄새

2.3 패널선정방법

관능법을 기반으로 이루어지는 냄새시험은 냄새를 감각적으로 인지하여 객관적으로 혹은 주관적으로 표현하는 패널의 역할이 상당히 중요하다. 이때 규격에서는 냄새시험에 앞서 패널이 냄새를 감지할 수 있는 능력을 갖추고 있는지를 일련의 과정을 통하여 판단하도록 제안하고 있다. 표준에 따라 냄새



그림 3. 자동차 내장재 [부품] 냄새평가방법

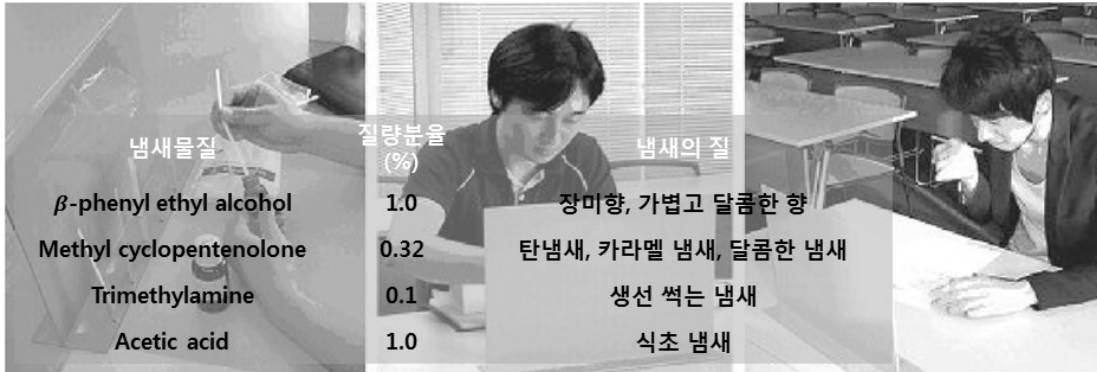


그림 4. 패널선별방법의 예

표 3. 냄새 패널 (odour panels)의 행동지침

- 패널은 측정하기 30분 전부터 담배를 피거나 먹는 것 마시는 것 (물 제외) 혹은 껌을 씹는 행동을 해서는 안 된다.
- 패널은 위생상태, 향수, 냄새제거제 혹은 화장품 사용 등으로 인하여 실험실에서 본인 또는 타인에게 방해하는 일이 없도록 주의를 기울여야 한다.
- 감기나 알러지, 축농증과 같은 질병으로 인하여 후각에 영향을 미치는 경우 패널에서 제외한다.
- 패널은 냄새실험을 수행하기 5분전 실제 시험실 환경에 익숙해질 수 있도록 유사한 환경에서 대기하여야 한다.
- 패널 멤버들은 패널 리더의 허락이 있기까지 냄새 특성 등급에 대해 서로 공유해서는 안 된다.

패널의 조건이 상이 하지만 일반적으로 냄새분야에서 많이 적용 되고 있는 패널 선정방법을 소개하겠다. 냄새 패널은 그림 4의 패널 선정용 기준 시험액을 사용하여 선정시험방법에 따라 평가자를 선정한다. 4종의 기준 시험액 가운데 임의로 선택한 3종의 냄새 종류를 구별하는 사람을 선정하며, 패널은 표 5의 2단계 냄새강도 판정 시험액을 인식할 수 있어야 한다. 패널에 선정된 그룹은 표 3과 같이 행동지침을 따라야 하며 냄새 시험에 임할 때에는 시험에 영향을 미칠 수 습관적인 행동을 자제함으로써 본인 또는 타인에게 방해하는 일이 없도록 해야 한다.

## 2.4 평가항목

냄새 평가항목은 크게 쾌적성 (hedonic tone), 냄새강도 (odour intensity), 냄새특성 (odour quality)

으로 구분된다. 자동차 제작사에서 관리기준으로 주로 사용하는 항목은 냄새강도이다.

각 자동차 제작사 마다 냄새평가항목이 상이한데 이를 표 5에 나타내었다. 르노와 현대의 경우 냄새강도 평가 시 부탄올을 기준물질로 하는 comparative scale을 적용하고 있는 반면 VDA와 도요타는 주관적인 평가를 기반으로 하는 subjective scale을 적용하고 있다. 르노는 냄새강도 이외에도 field of odor 기법을 적용하여 냄새표준물질을 기준으로 냄새특성도 같이 평가하고 있다.

또한, 현대차는 복합취 평가 시 특정물질의 냄새 특성을 패널이 인지하면 대상물질을 기기분석으로 확인하여 허용기준 이하로 검출되는지 확인하는 방식을 적용함으로써 제한적이기는 하지만 주관적인 냄새평가 방식에 객관성을 부여하는 방향으로 냄새 평가방법을 개선하고 있다.

표 4. ISO/DIS 12219-7 및 자동차 제작사별 냄새강도 표현방법 비교

		VDA	르노	도요타	현대	ISO/DIS 12219-7
쾌적성	Hedonic tone	○		○		○
냄새 강도	Global odorous intensity : subjective scale	○	○	○	○	
	Global odorous intensity : n-Butanol scale		○		○	○
	Intensity of each odorous reference : n-Butanol scale		○			
냄새 특성	Qualitative description : subjective approach			(○)		
	Qualitative description : objective approach		○		(○)	(○)

가) 쾌적성 (Hedonic tone)

쾌적성은 자동차 내장재 냄새 평가 시 일반적으로 폭넓게 적용 되는 항목은 아니지만 실내공기환경 및 건축자재 냄새평가 시 허용도 (acceptability) 개념과 함께 자주 사용 되는 평가 항목이다. 쾌적성 (hedonic tone)은 만약 당신이 이 냄새에 수 시간 동안 노출되어 산다고 생각하고 이 공기의 냄새는 얼마나 좋은 지를 쾌/불쾌도로 평가하는 것이다. 냄새의 발생 정도만을 판정할 경우 무시될 수 있는 개인의 냄새 성향 및 기호에 준한 주관적인 판단을 고려하기 위한 항목이다.

나) 냄새강도 (odour intensity)

냄새강도는 냄새의 정도가 얼마나 강하냐를 정

량적으로 표현하는 평가항목이다. 패널이 냄새강도를 표현하는 데는 주관적인 방법 (subjective scale) 과 객관적인 방법 (n-butanol scale)이 있다. 냄새표현을 패널 주관적인 판단에 따라 각 등급의 odour description에 준하여 냄새 강도를 평가하는 방법 (semantic scale)과 시료의 냄새강도를 기준물질의 강도와 함께 비교하여 냄새강도를 평가하는 방법 (comparative scale)이 있으며, 기준물질로 n-Butanol 이 주로 사용된다. 주관적인 방법은 패널이 냄새 인지 후 표 5와 같이 각 단계의 semantic scale (예, no odour, weak odour, moderate odour, strong odour, very strong odour, overpowering odour)에 준하여 냄새강도를 주관적 판단으로 매칭시키는 방식이다. 기준물질 농도에 준한 냄새강도 평가를 수행하는

표 5. 냄새강도 주관적인 평가지표 및 객관적인 평가지표 [기준물질]의 예

Level	subjective scale/semantic scale	n-Butanol scale[ppm]
1	냄새 없음 (no odour)	0
2	무슨 냄새 인지 알 수 없으나 냄새를 느낌 (weak odour)	100
3	냄새가 약하게 감지되며 무슨 냄새인지 알 수 있음 (moderate odour)	400
4	쉽게 감지할 수 있는 강한 냄새 (strong odour)	1,500
5	아주 강한 냄새 (very strong odour)	7,000
6	호흡곤란을 느끼는 견디기 어려운 강렬한 냄새 (overpowering odour)	30,000



[1단계] 냄새강도 교육



[2단계] 냄새특성 교육



[3단계] 냄새 모의시험

그림 5. 르노社 냄새 교육 프로그램의 예

패널은 기준물질의 농도와 동시에 강도를 인지할 수 있어야 한다. 또한 시료 냄새평가 시 이를 적용하여 정량적으로 표현할 수 있는 냄새교육을 받은 훈련자 패널그룹이 평가한다.

다) 냄새특성 (odour quality)

르노社는 타 자동차 제작사와는 차별되게 냄새평가 시 냄새 강도뿐만 아니라 냄새 특성을 같이 평가하고 있다. 이를 위하여 패널 리더 (panel leader)는 냄새평가를 위한 외부 정규교육을 이수하여야 하고 정기적인 내부 냄새교육을 통하여 최소 5인 이상의 패널이 냄새를 정성 및 정량할 수 있는 능력을 유지하여야 한다. 이러한 패널 교육은 첫 단계로 냄새기준물질을 이용하여 냄새특성을 인지함

으로써 냄새정성훈련을 진행한다. 두 번째 단계는 부탄올 (n-butanol)을 이용하여 6단계의 냄새 강도를 인지하는 훈련을 통하여 냄새강도를 평가할 수 있는 훈련을 진행한다. 마지막 단계는 실제 시료를 대상으로 모의시험을 통하여 냄새강도와 더불어 냄새특성을 구분하고 이를 다시 정량적으로 표현할 수 있는 방법을 숙지한다.

르노社는 냄새특성 평가를 위하여 자동차 내장재분야의 냄새표준물질 26종을 선정하고 이를 냄새 특징 별로 총 16개의 pole (예, 아민류, 솔벤트류 등)로 나누어 관능으로 감지된 물질의 정성 및 강도를 표현한다. 패널은 지정된 냄새물질을 냄새표현 (odour description), 냄새인지시간 (odour speed), 냄새점착시간 (odour tenacity)으로 구분한다. 나아

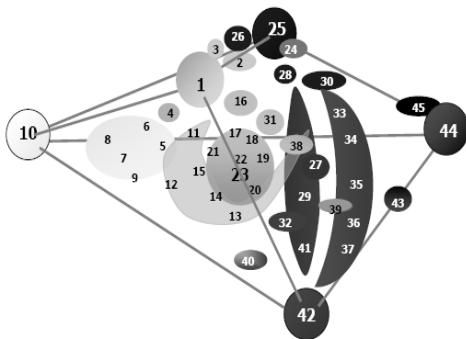


그림 6. field of odours 의 예

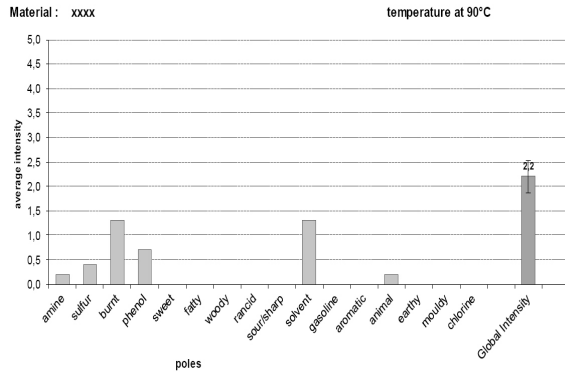


그림 7. 냄새평가 사례

가 패널은 시료 냄새평가 시 전술한 냄새강도 (global intensity)와 함께 인지된 pole의 냄새강도를 같이 표현한다. 이때 냄새강도는 복합취 냄새강도와 동일한 butanol scale을 적용하여 표현한다.

### 3. 맺음말

자동차의 실내 냄새 문제는 실내공기의 유해성 문제와 더불어 오랫동안 자동차 업계에서 해결해야 할 숙제이며 지속적으로 노력이 기울러지고 있다. 냄새는 감성오염으로써 기존의 유해성과는 다른 관점에서 접근하여야 한다. 동일물질에 대한 후각 반응에 있어서도 개인별로 쾌불쾌도를 느끼는 정도에 차이가 있으므로 냄새를 단순히 농도로 표현하기에는 어려움이 있어 자동차 분야에서는 관능법을 기반으로 하여 냄새를 평가하고, 주관적인 냄새평가방식에 객관성을 부여하기 위하여 다양한 시도가 이루어지고 있다.

냄새평가의 객관성을 유지하기 위해서는 우선적으로 냄새를 평가할 수 있는 전문 인력의 양성이 중요할 것으로 사료된다. 이러한 패널 인력의 확보와 더불어 지속적인 교육을 통하여 패널의 정도관리 및 냄새 평가 데이터의 소급성 유지는 상당히 중요할 것으로 판단된다.

본 글에서는 냄새에 대한 규제 및 관리가 활발하게 이루어지고 있는 자동차 제작사의 냄새 시험방법 및 평가기법을 소개하였다. 관능평가와 더불어

냄새 성분을 정성적으로 확인 할 수 있는 분석기법을 통하여 냄새원인물질을 규명하고, 나아가 냄새문제를 제어할 수 있는 평가 툴의 개발을 위한 후속 연구들이 진행되어야 할 것으로 생각된다. 또한, 청정하고 쾌적한 실내공기질 확보를 위한 다양한 연구와 이를 위한 제반 시설 및 제도의 보급이 이루어지길 기대한다.

### - 참고문헌 -

1. ISO/DIS 12219-7, Interior air road vehicles - Part7: Odour determination in interior air of road vehicles and test chamber air of trim components by olfactory measurements
2. ISO 16000-28, Indoor air - Part28: Determination of odour emissions from building products using test chambers
3. D49 3001, Odour emissions, internal equipment parts intensity evaluation and global odour characterisation
4. Shigeyuki Sato (2004), Air quality in auto-cabin, R&D Review of Toyota CRDL, 39, No1, 36-43
5. MS300-34, 내장재의 냄새시험방법
6. 이태승, 맹주영, 곽동환, 정기연, 정순준, 자동차 내장부품의 냄새평가와 개선연구 (2004), 한국자동차공학회 춘추계학술대회논문집, 1694-1697