

## 방음벽의 성능평가를 위한 시험방법의 검토

°윤제원, 김두훈, 김영찬, 장강석, 김대현\*

### Investigation of Test Methods for the Performance Assessment of Noise Barriers

°Je-Won Yoon, Doo-Hoon Kim, Young-Chan Kim, Kang-Seok Jang, Dae-Hyun Kim

#### ABSTRACT

도로교통소음의 저감을 위해 설치되는 방음벽의 성능평가를 위해서는 흡음률 및 투과손실과 같은 음향성능에 대한 평가뿐만 아니라, 풍압 및 충격하중과 같은 구조성능과 방음판 제작에 사용되는 재질에 관한 성능평가도 수반되어야 한다. 따라서, 본 논문에서는 이러한 방음벽의 성능평가를 위한 음향·구조 및 재질에 관한 시험 및 평가방법을 제시하였다.

**Key Words** : 방음벽(Noise Barriers), 흡음률(Absorption Ratio), 투과손실(Transmission Loss), NRC(Noise Reduction Coefficient), 풍압(Wind Pressure), 충격(Impact of Stones), 촉진내후성(Accelerated Weathering)

## 1. 서 론

도로교통소음의 저감을 위해 설치되는 방음벽의 성능평가를 위해서는 흡음률 및 투과손실과 같은 음향성능에 대한 평가뿐만 아니라, 풍압 및 충격하중과 같은 구조성능과 방음판 제작에 사용되는 재질에 관한 성능평가도 수반되어야 한다. 일반적으로, 음향성능시험은 비교적 규격이 잘 알려져 있어 방음판 생산자는 공인시험기관에서 수행한 시험결과를 성적서로 수요자에게 제출하고 있다. 그러나, 풍압과 같은 항목에 대해 여러 시방서<sup>(1),(2)</sup>에서는 방음판의 중심부에서 풍압 300kg/m<sup>2</sup>을 만족해야 한다는 설계기준은 있지만 어떻게 시험해야 하는지, 또한 규격은 어떤 것을 인용해야 하는지에 대해서는 언급하고 있지 않아 평가항목에서 제외되고 있는 것이 현실이다.

따라서, 본 논문에서는 이러한 방음벽의 성능평가를 위한 음향·구조 및 재질에 관한 시험 및 평가방법을 제시하고자 한다. 단, 본 내용은 다양한 방음벽 중 금속재 및 금속재 갈라 방음벽에 대한 시험 및 평가방법을 중심으로 기술하였다.

## 2. 본 론

### 2.1 시험규격

방음벽 성능시험은 [표 1]과 같이 음향 및 구조 시험과 사용되는 재료의 재질시험 및 갈라 방음벽의 경우 도막의 성능평가를 위한 도막품질시험으로 구분할 수 있다.

[표 1] 시험항목

순번	시 험 항 목		관련규격
1	음향 시험	흡 음 률 시험	KS F 2805
		투 과 손 실 시험	KS F 2808
2	구조 시험	탄성 변형량 시험	EN 1794-1
		영구 변형량 시험	
		충 격 시험	
3	재질 시험	도금 부착량 시험	KS D 0201
		연 소 성 시험	KS L 2513
4	도막 품질 시험	염 수 분 무 시험	KS D 9502
		촉진 내후성 시험	KS M 5982
		밀 착 성 시험	KS D 3520
		내산성·내알칼리성 시험	KS D 6711

\*유니슨산업(주) 유니슨기술연구소

## 2.2 시험방법

### 1) 흡음률시험<sup>(3)</sup>

방음벽의 흡음률은 흡음성을 나타내는 것으로, 흡음형 방음벽의 경우 여러 시방서에서 일반적으로 250, 500, 1k, 2kHz에서의 흡음률에 대한 산술 평균값(NRC)이 0.7 이상의 성능을 요구하고 있으며, 이에 대한 시험방법은 다음과 같다.

- ① 잔향실 내에 측정시료를 설치한다. 이때, 시료는 8.5~12m<sup>2</sup>까지의 면적으로 길이에 대한 폭의 비가 1.3~1.5까지의 직사각형으로 하고, 실내의 중앙부에 집중 배치하며, 시료 주위를 반사성 재료로 둘러싼다.
- ② 음원용 스피커를 통하여 125~4kHz까지 1/3옥타브폭의 잡음신호를 발생시킨다.
- ③ 잔향실 내에 시료를 넣은 상태와 넣지 않은 상태에서의 잔향시간을 측정한 후, 다음과 같이 시료의 흡음률을 계산한다.

$$\alpha = \frac{55.3V}{CS} \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) \quad (1)$$

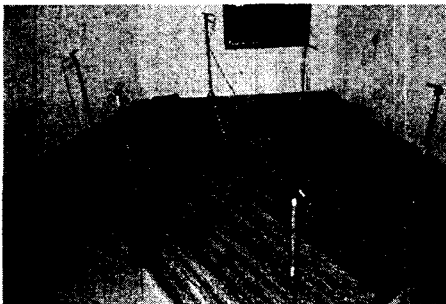
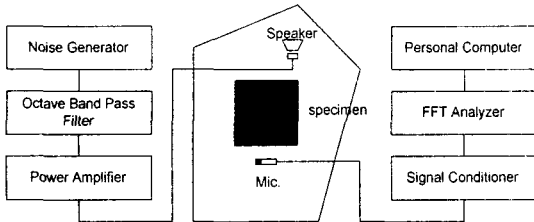
$T_1, T_2$  : 시료 설치 전·후의 잔향시간 [s]

$V$  : 잔향실 용적 [m<sup>3</sup>]

$S$  : 시료면적 [m<sup>2</sup>]

$C$  : 공기중의 음속 [m/s]

$C = 331.5 + 0.61t$  [m/s],  $t$  : 공기온도 [°C]



[그림 1] 흡음률 시험방법

### 2) 투과손실시험<sup>(4)</sup>

방음벽의 투과손실은 방음벽에 입사하는 음향파위레벨과 투과하는 음향파위레벨의 차를 나타내는 것으로, 여러 시방서에서 일반적으로 500Hz에서 25dB 이상, 1kHz에서 30dB 이상의 성능을 요구하고 있다. 투과손실 시험방법은 다음과 같다.

- ① 잔향실은 두 개의 실로 구성되며, 이 사이에 시료 설치용 개구부가 있다. 이때, 개구부 면적은 10m<sup>2</sup>으로 하며, 한변이 2.5m 이상 4m 이하인 직사각형 모양으로 한다.
- ② 음원용 스피커를 음원실 잔향실에 설치하여 125~4kHz까지 1/3옥타브폭의 잡음신호를 발생시킨다.
- ③ 음원용 잔향실과 수음용 잔향실에서 각 측정점에서의 음압레벨을 측정한 후 평균음압레벨을 계산하고, 잔향시간을 측정한다.
- ④ 다음과 같이 시료의 투과손실을 계산한다.

$$TL = D + 10 \log \left( \frac{S}{A} \right) \text{ [dB]} \quad (2)$$

$$A = \frac{55.3}{C} \cdot V \cdot \frac{1}{T} \text{ [m}^2\text{]}$$

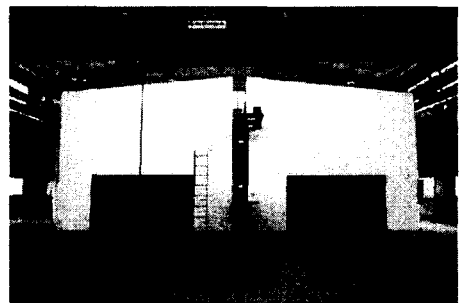
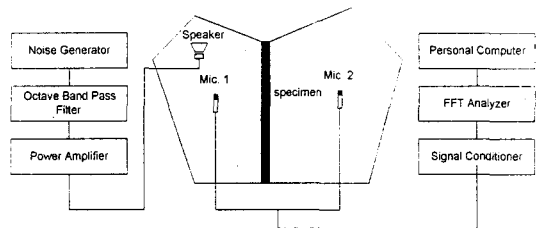
$A$  : 수음용 잔향실의 흡음력 [m<sup>2</sup>]

$S$  : 시료면적 [m<sup>2</sup>]

$D$  : 음원실과 수음실과의 평균음압레벨차 [dB]

$T$  : 수음용 잔향실의 잔향시간 [s]

$V$  : 수음용 잔향실의 체적 [m<sup>3</sup>]



[그림 2] 투과손실 시험방법

### 3) 풍압(하중변형량)시험<sup>(5)</sup>

방음벽은 풍압에 대해 견딜 수 있는 구조로 설계되어야 하며, 방음판의 중심부에서  $300\text{kg}/\text{m}^2$ 을 만족하여야 한다고 국내 여러 시방서에서 제시하고 있지만 이를 시험할 수 있는 국내 규정이 없다. 따라서, 풍압에 대한 구조 성능시험을 수행하기 위한 규정을 유럽 규격에서 인용하였다.

풍압시험을 평가하기 위한 하중변형량 시험은 탄성변형량 시험과 영구변형량 시험으로 나누어지며, 각각의 시험방법은 다음과 같다. 시험 후 평가 방법은 [표 2]를 만족하는 동시에, 적재하중 제거 후 방음판에 영구변형이 발생해서는 않된다.

[표 2] 방음판의 최대변형량

변형량	탄성변형량	영구변형량
최대변형량	50mm 이하	(L/500)mm 이하

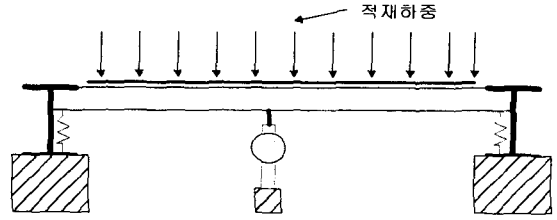
\*) L : 방음판의 최대길이(mm)

#### (1) 탄성변형량 시험방법

- ① 시험용 방음판을 가장 큰 크기로 1개 선택한 후 비교적 바닥이 평탄한 곳에 방음판이 움직이지 않도록 적당한 지지대를 [그림 3]과 같이 방음판의 나비 방향으로 양측에 설치한다.
- ② 지지대를 제외하고 노출된 시험용 방음판의 크기와 동일하게 제작한 두께 2mm 철판을 시험용 방음판 위에 30분간 놓아둔다.
- ③ 방음판 길이의 중간 위치에서 초기처짐량을 다이얼게이지 또는 버니어캘리퍼스 측정한다.
- ④ 두께 2mm의 철판 위에 적당한 수의 하중체를 방음판 위에 고르게 분포하여 설치한 후 30분간 놓아 둔 후, 동일한 방법으로 처짐량을 측정한다. 이때, 적재하중은 풍하중의 1.5배로 한다.
- ⑤ ③ 및 ④에서 측정된 처짐량의 차를 계산하여 이 값을 풍하중에 따른 탄성변형량으로 한다.

#### (2) 영구변형량 시험방법

- ① 탄성변형량 시험의 ①, ② 및 ③과 동일하게 시험용 방음판의 초기처짐량을 측정한다.
- ② 탄성변형량 시험의 ④에서 2mm의 철판을 제외한 적재하중을 제거한 후 30분 뒤에 처짐량을 측정한다.
- ③ ① 및 ②에서 측정된 처짐량의 차를 계산하여 이 값을 풍하중에 따른 영구변형량으로 한다.



[그림 3] 풍압(하중변형량) 시험방법

풍압시험을 위해 금속재 방음판(크기 :  $3960 \times 500 \times 95\text{mm}$ , 구조 : 알루미늄판+흡음재+아연도강판 1.6mm)을 시험편으로 사용하였으며, 시험시 적재하중은 [표 3]과 같이 하였다. 시험결과 풍압  $300\text{kg}/\text{m}^2$ 까지의 탄성변형량은 각각 32.3, 40.0mm로 측정되어 탄성변형량의 제한값인 50mm를 모두 만족하는 것으로 나타났으며, 영구변형량도 최대 3.9mm로 측정되어 제한치인  $7.9\text{mm}(=3960/500)$ 를 만족하는 것으로 나타났다. 그러나, 풍압  $360\text{kg}/\text{m}^2$ 에서는 영구변형이 발생하여 요구성능을 만족하지 못하는 것으로 측정되었고, 이상을 [표 4]에 나타내었다.

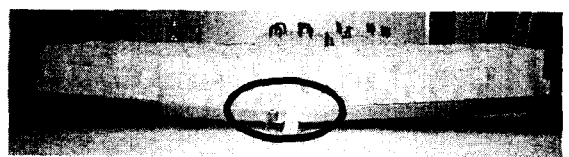
[표 3] 적재하중

풍압 [ $\text{kg}/\text{m}^2$ ]	250	300	360
적재하중 [ $\text{kN}/\text{m}^2$ ]	3.8	4.5	5.3

[표 4] 금속재 방음판의 풍압 시험결과

[단위 : mm]

시험	하중( $\text{kN}/\text{m}^2$ )			비고
	3.8	4.5	5.3	
탄성 변형 시험	(1)	82.0		방음판 좌굴 적재하중이 없는 경우 지면으로부터 방음판까지의 높이 적재하중 설치 후 지면으로부터 방음판까지의 높이 탄성변형량 : (3)=(1)-(2)
	(2)	49.7	42.0	
	(3)	32.3	40.0	
영구 변형 시험	(4)	79.9	78.1	적재하중 제거 후 지면으로부터 방음판까지의 높이 영구변형량 : (5)=(1)-(4)
	(5)	2.1	3.9	

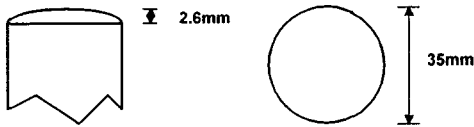


[그림 4] 풍압 시험결과(영구변형 발생)

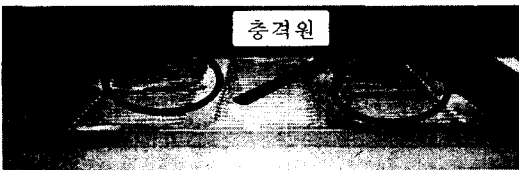
#### 4) 충격시험<sup>(5)</sup>

돌의 충돌에 의한 방음판의 파손을 방지하기 위해 유럽에서는 다음과 같이 충격시험을 수행하고 있으며, 충격원이 방음판을 관통되거나 흡음재에 손상을 주어서는 않된다고 평가기준을 정하고 있다. 충격 시험방법은 다음과 같다.

- ① 충격원은 강철로 제작된 것으로, 충격원의 충격에너지는  $30Nm \pm 1Nm$ 로 한다.
- ② 시험용 방음판은 방음판의 모서리 끝단을 단단한 구조로 제작된 지지대로 지지하여 지면으로부터 최소 50mm 이상 이격되도록 하고, 충격시 움직이지 않도록 적당한 방법으로 고정한다.
- ③ 충격원의 타격위치는 방음판의 모서리로부터 각각 125mm 떨어진 내부에 모서리 부분의 1곳, 중앙부분의 1곳, 임의 위치에서의 1곳 등 3곳으로 한다.



[그림 5] 충격원의 크기 및 형태



[그림 6] 충격 시험결과(방음판 손상)

#### 5) 연소성시험<sup>(6),(7)</sup>

방음판에 사용되는 흡음재는 발암물질 등 인체에 유해한 성분을 포함하지 않아야 하는 동시에, 연소시 최소한 불꽃의 확산 및 흡음재의 과도한 손상을 방지하기 위한 자소성(自消性)을 가져야 할 것으로 판단된다. 따라서, 이를 평가하기 위해서는 난연등급을 요구하는 난연시험<sup>(6)</sup>보다는 이보다 완화된 규격인 커텐이나 실내 장식물 등과 같은 재질의 방염성을 시험하는 소방법에 따른 시험방법이 타당하며, 이에 따른 평가기준은 다음을 만족하면 될 것으로 판단된다.

- ① 잔염(버너의 불꽃을 제거한 때부터 불꽃을 올리

- 며 연소하는 상태가 그칠 때까지)시간은 20초 이내
- ② 잔진(버너의 불꽃을 제거한 때부터 불꽃을 올리 지 아니하고 연소하는 상태가 그칠 때까지)시간은 30초 이내
- ③ 탄화면적은  $50cm^2$  이내, 탄화길이는 20cm 이내

재료의 연소성 시험방법은 다음과 같다.

- ① 크기  $350 \times 250mm$ 의 시험편을 항온건조기에 24시간 방치 후 데시케이터 속에 2시간 이상 방치한다.
- ② 연소시험 상자에 버너(마이크로버너 또는 메켈버너)를 설치한 후 불꽃의 길이를 조절한다.
- ③ 잔염시간, 잔진시간 및 탄화면적을 측정한다.

#### 6) 도막품질시험

##### (1) 염수분무 시험<sup>(9)</sup>

염수분무시험은 도장판의 내식성을 평가하기 위한 것으로, 다음과 같은 방법으로 시험한다.

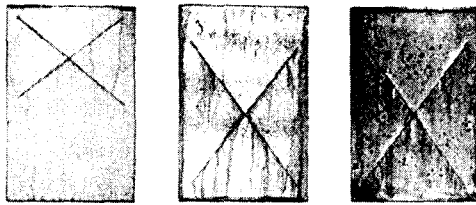
- ① 염수분무 시험에 필요한 장치는 분무장치·염용액 탱크·시험편 유지기·분무액 채취용기·온도조절 장치 등을 갖춘 분무실, 염수보급 탱크, 압착공기의 공급기, 배기 장치 등으로 구성된다.
- ② 시험편 설치는 시험편의 뒷면 및 주변을 봉하고, 시험편의 1/3 아래쪽에 면도날로 도금면에 닿도록 X 표시(크로스컷)를 한 후 시험한다.
- ③ 염용액은 염화나트륨을 탈이온수에 녹이고 염농도  $5 \pm 0.5\%$ 로 조정한다.
- ④ 분무는 자유낙하를 원칙으로 하고, 분무가 직접 시험편에 닿지 않는 방향으로 분무 노즐을 향함으로써 분무의 직사를 차단한다. 단, 시험시간은 다음의 표에 나타난 시간 동안 연속 시험한다.

[표 5] 염수분무 시험시간

내구성의 종류	염수분무시험	비 고
1 류	200시간	주로 1회 도장
2 류	500시간	주로 2회 도장
3 류	2,000시간	주로 2회 도장

염수분무 시험 후 평가방법은 X 표시 부위면적 5mm 이외의 범위에서 녹발생이 없어야 한다. 다만, 시험편에 발생하는 사소한 부풀음이나 녹 발생은 허용하는 것으로 한다. [그림 7]은 염수분무 시

험 후 도막상태 및 평가결과에 대한 예<sup>(10)</sup>를 나타낸 것으로, 시험 후 도막상태를 잘 보여주고 있다.



(a) 양호 (b) 불량(녹발생) (c) 불량(도막손상)

[그림 7] 염수분무 시험결과

(2) 촉진내후성 시험<sup>(11),(12),(13)</sup>

도막의 내후성을 결정하는 가장 중요한 인자는 태양광(특히, UV 영역)과 온도 및 습도이다. 따라서, 촉진내후성 시험기는 이 인자의 특성을 잘 모사할 수 있는 것을 선택해야 하며, [표 6]과 같이 많은 촉진내후성 시험방법이 제정되어 사용 중에 있다. 그러나, 모든 물질 및 적용처에 대해 완벽하게 내후성을 대표하며 평가할 수 있는 하나의 시험방법이나 시험기는 없다고 보고되고 있으며, 따라서 최종 사용자에게 의해 시험방법이나 평가방법 등이 결정되어야 한다.<sup>(13)</sup>

[그림 8]은 옥외폭로 내후성 시험장치를 나타낸 것으로, 플로리다는 고온·다습한 폭로특성을, 아리조나는 고온 및 높은 자외선 폭로에 대한 시험을 수행할 수 있는 곳이다. 또한, EMMAQUA는 거울 집광효과를 이용한 시험으로, 플로리다 지역에 비해 평균 5배 정도 더 많은 광선에 노출되므로 옥외에서의 촉진 폭로시험에 해당한다.

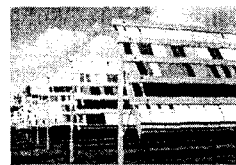
[그림 9]는 레이저용 보트의 외피에 사용되는 젤 코팅(gel coat) 복합재료에 대한 옥외폭로 및 실험실에서의 촉진내후성 시험기에 의한 시험결과를 상호 비교하여 나타낸 것이다.<sup>(14)</sup> 여기서, 시험에 수행된 옥외 폭로시험은 플로리다 및 태양추적법(EMMAQUA)이며, 실험실 내의 시험은 ATLAS社의 형광 UV(QUV 313B, QUV 340A)와 카본아크(Sunshine) 및 크세논아크(Suntest CPS, Ci65) 시험기이다. 그림에서 보는 바와 같이 옥외폭로 시험인 플로리다 측정결과의 상관성(Correlation) 및 촉진정도(Acceleration Factor)를 1.0으로 하였을 때,

QUV 313B의 시험기가 촉진정도는 플로리다 시험의 26배로 가장 높은 반면 상관관계는 0.27로 가장 낮은 값을 보이고 있다. 물론, 이 결과를 칼라 방음벽에 사용하는 도료의 내후성 평가를 위한 가장 우수한 방법이라고 단정하기는 어려우나, 내후성 평가를 위한 빠른 결과의 도출을 원한다면 QUV 313B를 이용한 시험방법이 무난하리라 판단된다.

[그림 10]은 촉진내후성 시험기 종류별로 사용되는 인공광원과 태양광의 스펙트럼을 상호 비교하여 나타낸 것으로, 크세논아크 램프가 태양광과 가장 유사한 스펙트럼을 가지며, 313nm UVB의 램프가 도막 손상에 크게 작용하는 자외선(UV) 영역에서 가장 높은 에너지 밀도를 나타내고 있음을 알 수 있다.

[표 6] 내후성 시험방법

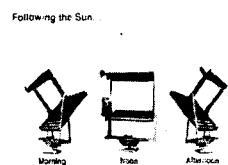
항 목		관련 규정
옥외폭로	도료의 옥외폭로 내후성 시험방법	KS M 5000(3241)
	옥외 폭로 시험방법 통칙	KS D 0060
실험실 시험 (촉진 내후성)	크세논 아크 램프식 내광성 및 내후성 시험기	KS B 5549
	건축용 합성 수지재의 촉진폭로 시험방법	KS F 2274
	도료의 촉진 내후성 시험 방법(형광 UV 응축 방식)	KS M 5982
	자동차 부품의 내후성 시험 통칙	KS R 0021
	선샤인 카본 아크 등식 내후성 시험기	KS R 4069



(a) 플로리다

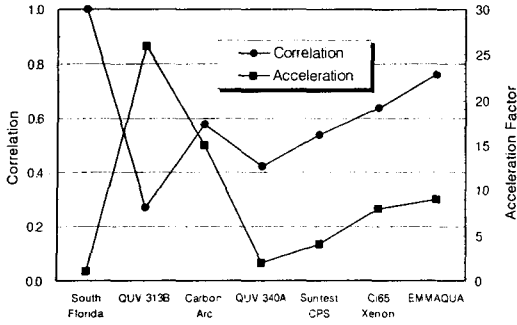


(b) 아리조나

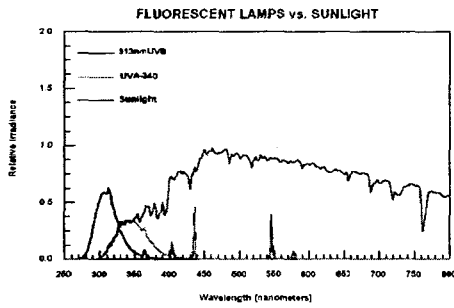


(c) 태양추적법(EMMAQUA)

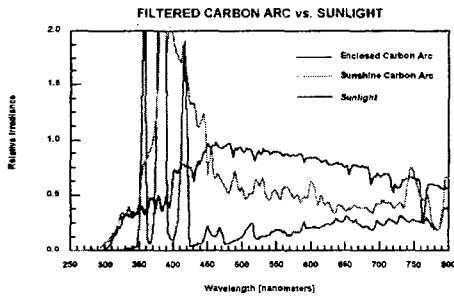
[그림 8] 옥외폭로 시험방법



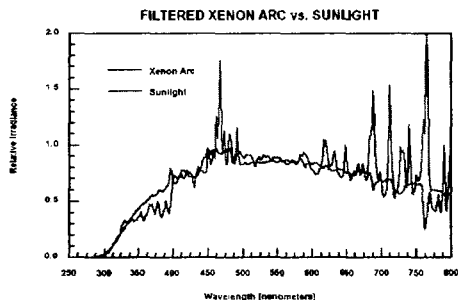
[그림 9] 내후성 시험기 종류별 상호 비교



(a) 형광 UV램프(313nm UVB, UVA-340)와 태양광



(b) 카본아크(밀폐식 및 선사인)와 태양광

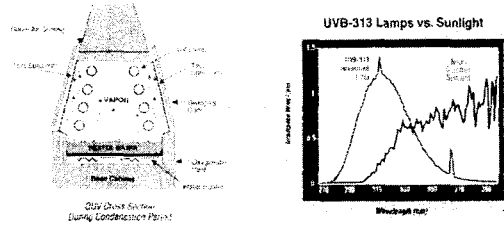


(c) 크세논아크와 태양광

[그림 10] 태양광과 축진내후성 시험기용 램프의 스펙트럼 비교

형광 UV램프용 내후성 시험기를 이용한 도막의 내후성 시험 및 평가방법은 다음과 같다.

① 시험방법 : 광원으로 8개의 형광 313nm UV램프를 사용하고 온수팬이 있으며, 작동시간과 온도를 조절하고 기록할 수 있는 설비에서 시험을 수행한다. 또한, 수증기는 시험편 아래부분에 최소한 25mm 깊이의 물이 담겨 있는 팬의 가열에 의해 생성되도록 한다.



(a) 시험기 구조 (b) 스펙트럼 분포

[그림 11] 형광 UV 시험기

② 평가방법 : 축진내후성 시험 후 색차 표시방법<sup>(15)</sup>에 따른 색차( $\Delta E$ )가 작아야 하며, 색차의 판단기준은 다음의 표와 같고,  $\Delta E \leq 1.0$ 이면 색차의 변화가 없는 것으로 판단해도 무방하다.

[표 7] 색차의 판단기준

$\Delta E$	판 단
$\Delta E < 0.5$	색차가 없음
$\Delta E = 1.09$	색차를 느끼기 시작하는 경계치
$\Delta E > 1.1$	육안으로 느끼는 색차
$\Delta E > 2.0$	육안에 의한 색차 감지 가능
$\Delta E \geq 3.0$	서로 다른 색으로 판단

(3) 밀착성 시험<sup>(16),(17)</sup>

도막의 부착성을 평가하기 위한 밀착성 시험의 시험 및 평가방법은 다음과 같다.

① 시험방법 : 시험편의 도막에 안전 면도용 칼날 등으로 도금면에 닿도록 바둑판 모양의 눈금을 긋는다. 이때, 바둑판 눈금의 간격은 1mm로 하고, 가로·세로 직각으로 11개의 선을 교차시킨다.

② 평가방법 : 테이프를 붙인 후 강하고 빠르게 떼어낼 때 도막의 박리가 없어야 한다.

#### (4) 내알칼리성·내산성 시험<sup>17)</sup>

도막의 내구성을 평가하기 위한 내알칼리성 및 내산성 시험의 시험 및 평가방법은 다음과 같다.

- ① 시험방법 : 시험편의 도장면 위에 폴리에틸렌제 링을 바셀린, 파라핀 등으로 밀착시키고, 다시 그 바깥 주위를 잘 봉한다. 시험액을 내산성 시험 및 내알칼리성 시험의 각 시험마다 각각 2~3ml 적하한다. 이때, 시험액은 내산성 시험의 경우 2%의 황산을, 내알칼리성 시험인 경우 포화석회수를 사용한다.
- ② 평가방법 : 실내에 1시간 방치한 후 육안으로 도막의 상태를 조사한다. 이때 도막의 부풀음이나 갈라짐 또는 벗겨짐이 없어야 한다.

금속재 칼라 방음벽의 전면판과 후면판의 도막은 태양광, 이슬, 강우 등과 같은 기후에 의한 영향에 견디는 구조가 되도록 내후성 및 내구성을 가져야 한다. 이를 평가하기 위해 유니슨산업(주)의 금속재 칼라 방음판을 이용한 시험결과가 아래의 표와 같고, 각 항목별 시험 후 도막의 품질 저하는 발생되지 않는 것으로 평가되었다.

[표 8] 금속재 칼라 방음벽의 도막품질 시험결과

시 험 항 목	결 과	방 법
염수분무시험(500hr, X표시 부위면 5mm 이외에서의 녹발생 유무)	이상 없음	KS D 9502
촉진내후성 시험(QUV, 500hr) 후 색차(ΔE) 변화	1.0	KS M 5982
밀착성 시험 후 도막의 박리 유무	이상 없음	KS D 3520
내알칼리성(5% NaOH, 120hr) 시험 후 도막의 부풀음, 갈라짐 또는 벗겨짐의 유무	이상 없음	KS D 6711
내산성(5% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , 120hr) 시험 후 도막의 부풀음, 갈라짐, 또는 벗겨짐의 유무	이상 없음	KS D 6711

### 3. 결 론

본 논문에서는 방음벽의 성능평가를 위한 시험 및 평가방법을 음향, 구조 및 재질시험으로 구분하여 기술하였다. 특히, 풍압 및 충격시험과 같은 구조성능평가를 위해 유럽의 규격을 인용하여 검토함으로써 보다 구체적이고 체계적인 시험 및 평가

가 이루어지도록 제시하였다. 또한, 금속재 칼라 방음벽에 사용하는 칼라 도장의 도막품질시험을 각 항목별로 세분하여 검토하여 방음벽 성능평가를 위한 방법 및 평가기준을 제시하였다.

본 논문은 기술표준원 표준화 용역사업의 “도로 방음벽 표준화 연구”(연구기관 : 한국소음진동공학회)<sup>18)</sup> 내용 중 유니슨기술연구소에서 수행한 연구 내용의 일부를 발췌하여 기술한 것이다.

### 4. 참고문헌

- 1) “방음벽의 성능 및 설치 기준”, 환경부, 1999
- 2) “방음벽”, 주택공사 표준시방서, 1996
- 3) KS F 2805, “잔향실 내의 흡음률 측정 방법”
- 4) KS F 2808, “실험실에서의 음향투과손실 시험방법”
- 5) EN 1794-1, “Road traffic noise reducing devices - Non acoustic performance”
- 6) 소방법 시행령 제11조
- 7) KS L 2513, “유리 섬유 일반 시험 방법”
- 8) KS F 2271, “건축물의 내장재료 및 공법의 난연성 시험방법”
- 9) KS D 9502, “염수 분무 시험 방법”
- 10) (주)코텍 인터넷 자료
- 11) KS D 0060, “옥외 폭로 시험방법 통칙”
- 12) KS M 5982, “도료의 촉진내후성 시험방법(형광 UV 응축방식)”
- 13) Q-PANEL & 익진무역 Catalogue
- 14) “Evaluating the durability of gel coats using outdoor and accelerated techniques : A correlation study”, ATLAS Sun Spots 3<sup>rd</sup>/4<sup>th</sup> Quarter, 1996
- 15) KS A 0063, “색차 표시 방법”
- 16) KS D 3520, “도장 용융 아연도금 강판 및 강대”
- 17) KS D 6711, “알루미늄 및 알루미늄 합금의 도장판 및 조”
- 18) “도로방음벽 표준화연구”, 기술표준원, 2000.11
- 19) KS D 0201, “용융 아연 도금 시험 방법”