

투명방음판의 품질기준 설정에 관한 연구(2) - 음향 특성 및 내후성 평가

Study on Quality Criteria for Transparent Soundproof Panels(2)

- Sound Insulation Characteristics and Evaluation of Weatherability

장태순†·김철환*·황철호**

Taesun Chang, Chulhwan Kim, and Cheolho Hwang

1. 서 론

투명방음벽은 일조경관을 저해하는 방음벽 특유의 문제점을 해소할 수 있고, 나들목(IC) 또는 분기점(JCT) 등에 설치되는 경우 시계 차단으로 발생될 수 있는 사고를 예방하는 장점이 있다. 또한 방음벽으로 인해 그들이 형성되면 동절기 노면 결빙이 지속되게 되는데 투명방음벽을 사용하게 되면 이러한 영향을 현저하게 줄일 수 있다. 그러나 플라스틱 소재가 대부분인 기존의 투명방음판 중 상당수는 시간이 경과됨에 따라 황변 현상과 재질변성 등으로 인해 투명도가 떨어지고 오염된 상태로 남아 오히려 도시 미관을 손상시키는 경우를 흔히 볼 수 있다. 또한, 투명방음판에 대해서는 아직 한국산업규격 제정이 이루어지지 않아 금속재 등의 일반 방음판에 비해 품질관리가 어려운 상황이다.

이 연구에서는 투명방음판의 소재 특성을 감안한 성능시험방법 및 기준 도출의 일환으로, 국내외 기준 검토 및 방음판 재질별 성능시험을 통해 투명방음판의 차음 특성 및 내후성에 대한 성능평가방안을 검토하였다.

2. 본 론

2.1 투명방음판 현황

주민의 요구에 따라 도로 방음시설로 투명재료를 처음으로 채택하여 설치한 나라는 프랑스(1976년)이며, 이때 사용된 재료는 유리였다. 독일의 경우 도 투명방음벽의 설치비율이 1985년 이후 급격하게 증가하였는데, 1985년에는 방음벽 총설치길이 68.46km 중 5.4%에 해당하는 3.61km, 1986년에는 총설치길이 58.81km 중 14.5%에 해당하는 8.55km가 유리 또는 투명한 합성수지계 재료가 사용되었다. 이들 나라 외에도 네덜란드, 스위스, 일본 등에서 투명방음벽이 사용되고 있다.

† 교신저자: 한국도로공사 도로교통연구원
E-mail : tschang@ex.co.kr
Tel : (031) 371-3494, Fax : (031) 371-3439

* 한국도로공사 도로교통연구원

** 한남대학교 기계공학과

국내 고속도로 주변에 설치된 방음벽은 2008년을 기준으로 3,024개소에 총 설치연장 약 741km(노선 연장 대비 23.7%)에 이르고 있다. 투명방음벽의 설치비율은 전체 방음벽 연장의 2.2% 정도로서 매우 낮은 수준이나 다른 방음판과 혼합하여 사용되는 경우가 많다. 조망권에 대한 민원인들의 요구와 방음벽 디자인 평가 등으로 인하여 방음벽 전체 또는 일부에 투명방음판을 적용하는 사례가 급격하게 증가하는 추세이다.

2.2 투명방음판의 차음 특성

현재 환경부 고시에서는 투과 손실 기준을 500Hz에서 25dB 이상, 1000Hz에서 30dB 이상으로 규정하고 있다. KS F 2808 잔향실법에 의한 투과 손실 시험 방법에 따라 다양한 종류의 투명방음판에 대한 투과 손실 시험을 실시하고, 결과를 분석하였다.

두께 6mm의 아크릴(PMMA) 및 폴리카보네이트(PC) 방음판의 경우, 총 4개 제품 중 1개 제품만이 500Hz와 1kHz에서 25dB와 30dB를 겨우 넘는 수준이며, 다른 제품들은 두 주파수에서 모두 기준을 만족하지 못하였다. 따라서 두께 6mm의 방음판은 아크릴과 폴리카보네이트 소재 모두 음향학적으로 기준값을 만족시키기 어려움을 알 수 있다.

두께 8mm의 아크릴 방음판과 폴리카보네이트 방음판의 경우, 총 4개 제품 중 아크릴 방음판 1개 제품을 제외한 나머지 제품 모두 투과 손실 기준을 만족하였다. 두께 10mm의 아크릴 방음판과 폴리카보네이트 방음판에 대한 투과 손실 시험 결과, 시험 제품 모두 기준을 만족하였다.

두께 8.38mm의 접합 유리 방음판에 대한 투과 손실 시험 결과, 비슷한 두께의 플라스틱 재질 제품에 비해 여유 있게 투과 손실 기준을 만족하였다. 유리의 경우 플라스틱 제품에 비해 비중이 2배 정도 높아 투과 손실이 높게 나올 수 있다.

투과 손실 측정이 방음판뿐만 아니라 프레임과의 결합 부위에서의 밀폐성 등에 의해서도 영향을 받을 수 있고 시험 기관마다 조금씩 오차가 있을 수 있는 점을 감안하면, 두께 8mm 미만의 제품은 기계적 물성치에 대한 고려 없이 음향학적인 관점에서만 볼 때 투과 손실을 만족시킨다고 하기에 는 부족하다고 판단된다.

Table 1 Sound transmission loss of transparent soundproof panels

Specimen			Frequency (Hz)	
No	Materials	Thickness(mm)	500	1000
1	PMMA	6	25.1	31.0
2	PMMA	6	23.0	29.1
3	PMMA	8	26.0	30.7
4	PMMA	8	24.6	30.8
5	PMMA	10	26.2	32.4
6	PMMA	10	26.6	32.9
7	PC	6	23.9	29.6
8	PC	6	24.0	29.7
9	PC	8	25.1	30.6
10	PC	8	25.5	33.1
11	PC	10	26.1	31.2
12	PC	10	26.1	32.8
13	Laminated Glass	8.38	32.8	35.8

2.3 투명방음판의 내후성 검토

투명방음판의 유지관리에 있어서 가장 큰 문제점 중 하나는 설치된 지 수년 이내에 자외선에 의해 황변 또는 재질 변성이 발생하여 투명도가 저하되는 것이다. 기존 시방서에서는 황변도 평가와 관련하여 촉진내후성시험 300시간 후 변화가 없을 것을 규정하였으나, 300시간으로는 방음판의 장기 내후성을 평가하기가 어려우며, 시험 결과에 대한 '변화 없음'이라는 기준 역시 모호하여 객관적인 평가가 곤란한 문제점이 있다. 일본도로공단 시험연구소 보고서에 의하면, 옥외폭로 5년에 상당하는 촉진 폭로 시험 시간은 대략 1,500시간, 옥외 폭로 10년의 경우 2,700시간, 옥외 폭로 15년의 경우 3,900시간 정도이다. 일본의 경우 투명방음벽의 내구연한을 20년으로 간주하여 옥외폭로 20년에 상당하는 5,000시간의 촉진 폭로 시험을 제안하고 있으며, 투명성이 유지되면서 황변화가 느껴지는 한계값으로서 황변도 7을 설정하고 있다.

여러 종류의 시험편에 대해 자외선 형광램프를 이용한 촉진 내후 시험기(Atlas UV2000)를 사용하여 촉진 내후시험을 1,500시간 실시하였다. 일본도로공단 시험연구소 자료에 따라 옥외시험 10년에 상당하는 촉진 내후 시험 2,700시간에 대해서는 시험 데이터를 외삽법으로 추정하였다. Fig. 1은 324시간 및 1,500시간 동안 촉진 내후시험 후의 황변도 결과와 2,700시간에서의 예측치를 나타낸 것이다. 별도의 황변 방지 처리가 되지 않은 PC 원판과 광촉매 코팅 PC 시편은 5년에 해당하는 1,500시간 촉진 내후 시험 후 황변도가 9를 넘었으며, 이에 비해 PMMA 시편들은 1,500시간 시험 후에도 1 이하로 나타났다. 황변 방지 처리된 공압출 PC 시편은 2,700시간 후에 황변도가 7.67로서 노란 빛이 느껴지는 정도로 변할 것으로 예측되었다.

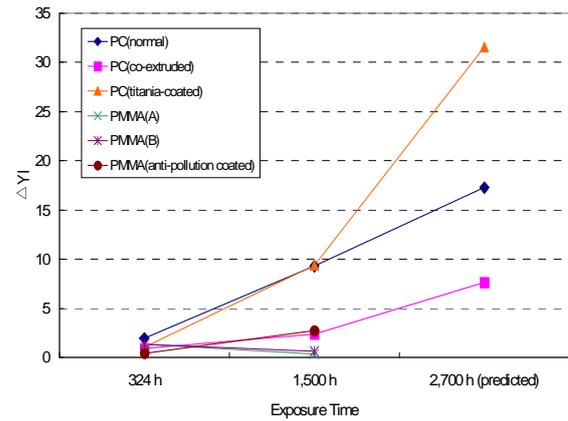


Fig. 1 The variation of yellowing index in the accelerated weatherability test

3,000시간이 넘는 촉진 내후 시험을 공인기관에서 실시하는 경우, 시험기간 및 비용에 대한 부담이 크고, 적절한 시기에 시험을 실시하기가 용이하지 않은 현실을 감안하여 투명방음판의 내후성 평가방법은 1,500시간 촉진 내후 시험 후에 황변도 3 이하를 만족하도록 하는 방안을 제안하였다.

3. 결 론

투명방음벽은 일반 방음판에 비해 가격이 고가이고 유지관리가 어려운 단점은 있으나, 일조차단이나 주변 경관 저해를 최소화할 수 있으며, 도심지 교통소음저감을 위한 방음터널의 설치가 점차 늘고 있는 추세를 감안하면 향후 투명방음판에 대한 수요는 더욱 증가할 것으로 예상된다.

PC나 PMMA와 같은 플라스틱 재질 외에도 일반유리보다 안전성이 강화된 접합유리가 투명방음판으로 사용되면서 재질 선택의 폭이 넓어진 반면, 재질에 따른 특성 차이가 크기 때문에 재질 선정 시에는 설치 현장 여건을 감안하여 안전성, 투명성, 유지관리성, 경제성 등을 충분히 고려할 필요가 있다.

또한, 각 재질별 단점을 보완할 수 있도록 제품의 물성 개선, 유지관리 및 재활용의 편이성 등 제품 성능 향상을 위한 기술개발과 이에 대한 적절한 평가기준의 정립에 대한 연구도 지속적으로 필요할 것으로 판단된다.