도상흡음재의 재료성능 시험결과에 관한 고찰

A Study on material performance tests of track noise absorber

김진호* 이광도** 김인수**

Kim, Jin-Ho Lee, Kwang-Do Kim, In-Soo

ABSTRACT

The construction of concrete slab track system is increased recently because the system has advantages which are maintenance free and so on. However, the noise level on slab track is 3 db(A) higher than the one on ballast track since most of noise is reflected on slab track. Currently, concrete slab track systems has been designed for Gyungbu high speed line stage 2 and Honam high speed line. For those tracks, noise absorbing blocks are considered. Therefore, test methods and proper criteria for structural performance and reduction efficiency of noise absorbing blocks are required. In this study, tests were performed according to established test methods and criteria in previous study and the results have done comparative analysis.

1. 서론

최근 건설비용의 증가에도 불구하고 유지보수 등 여러 이점을 가지고 있는 콘크리트궤도의 건설이 증가하고 있다. 그러나 콘크리트궤도를 부설할 경우 유지보수 등 여러 장점에도 불구하고 음을 반사시키는 특성으로 인하여 자갈궤도에 비하여 소음레벨이 3 dB(A) 이상 높은 것으로 알려져 있다. 독일의 경우, 슬래브궤도에서 소음저감을 위한 방안의 하나로서 궤도상부에 설치하는 도상흡음판을 개발하고 시공하여 3dB(A) 이상의 소음저감을 달성한 것으로 보고되고 있다. 현재 국내에서도 경부고속선 2단계 및 호남고속선에서도 콘크리트궤도를 설계/시공 또는 설계함에 따라 궤도용 흡음판을 적극 고려하고 있다. 본 연구에서는 기존의 연구에서 제시한 다공성 경량콘크리트 도상흡음판의 재료의 품질지침을 참고하여 재료시험의 필수 항목을 도출하고 항목에 따른 적정한 방법으로 시험을 수행하였다. 또한 항목별 시험결과를 분석하고 품질지침에 필요한 최소한의 요건을 규정하였다.

2. 흡음판 재료시험

도상흡음판의 주요성능은 소음을 흡수하는 것이므로 도상흡음판에 사용된 흡음재에 대하여 흡음률 측정시험을 통해 흡음률이 적정한지에 대한 검증이 요구된다. 또한 슬래브궤도에 부설될 도상흡음재의 완성품인 도상흡음판에 대하여 요구되는 설치조건 외에 안정성의 확보 측면에서 일반적으로 수행되고 있는 경량콘크리트 제품으로서의 기계적 성질, 구조적성능, 내마모성 등에 관한 시험이 수행되어야 한다. 최종적으로 도상흡음재 완제품을 현장에 부설하여 정립된 측정조건에 의한 측정결과가 목표 저감양의 달성여부가 검증되어야 한다.

* 한국철도기술연구원, 표준화연구단, 정회원

E-mail : ziminpa@krri.re.kr

TEL : (031)460-5774 FAX : (031)460-5814

** 한국철도시설공단

본 절에서는 흡음소재와 완성된 도상흡음판에 대하여 수행되어야 할 시험항목과 결과를 검토하였다.

3.1 동결융해저항성 시험

도상흡음판은 동절기에 대해 동결융해작용을 반복하여 받아 내부균열 뿐 아니라 표면박리가 동시에 일어날 수 있다. 한랭지의 경량콘크리트는 기온의 변화와 함께 동결융해의 반복 작용을 받는다. 동결융해작용은 콘크리트 중의 자유수가 동결되어 약 9%의 체적이 팽창하고 콘크리트 내부에 큰 팽창압력이 발생되어 콘크리트 조직이 파괴된다. 따라서 도상흡음판의 경우 콘크리트조직이 파괴되고 다시 골재의 조직이 파괴되는 문제가 발생될 수 있다. 콘크리트의 동결융해에 대한 저항성은 골재 중에 흡수되는 수량과 관계가 있다. 골재 중에 함유되어 있는 수분의 동결에 의한 팽창으로 강도가 약한 골재의 조직이 파괴되므로 동결융해에 대한 저항성은 보통골재 보다 현저히 적다. 그러나 골재 중에 흡수성향이 적은 경우와 골재 내부에 독립기포가 다수 분포되어 있는 경우에는 골재 자체의 단열성이 증가되며, 동결융해에 대항하는 저항성이 크다. 이에 다공질 도상흡음판에 대하여 동결융해 저항성을 시험함은 중요하다. 해당 공인 시험규격으로 KS F 2456을 준용하여 시험을 수행하였으며, 시험결과가 다음과 같다.

표 1. 동결융해저항 시험 결과

항목	시험횟수	시험결과
압축강도비 (MPa)	1	0.93 (MPa)
	2	0.91 (MPa)
	3	0.82 (MPa)
중량변화율(%)	1	0.10
	2	0.33
	3	0.20
시험 후 겉모양	1	이상 무
	2	이상 무
	3	이상 무

그림 1. 동결융해저항 시험 중

그림 2. 동결융해저항 시험 전·후 시험체

3.2 압축강도 시험

도상흡음판을 궤도에 설치 할 경우 외부로부터의 충격하중, 장비의 운용, 긴급 상황 또는 선로 보수원의 유지 보수 시 도보하중에 대한 최소한의 강도를 확보해야 한다. 시험방법은 KS F 2405를 준용하여 시행하였으며, 시험결과는 다음과 같다.

표 2. 압축강도시험 결과

항목	시험횟수	시험결과 (MPa)
압축강도	1	20.51
	2	15.58
	3	19.02

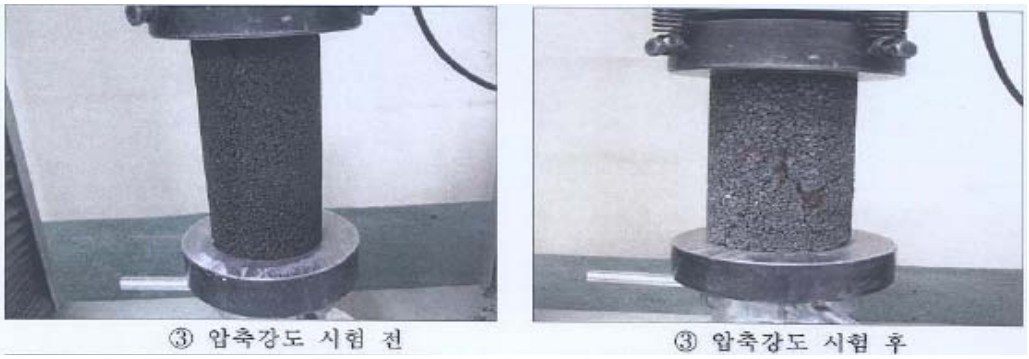

그림 3. 압축강도시험 전·후 시험체

3.3 휨강도 시험

도상흡음판의 풍압 또는 외부환경에 의한 파손방지를 최소화하기 위하여 적정한 휨강도를 확보하여야 한다. 시험방법은 KS F 2408을 준용하여 시행하였고, 시험결과는 다음과 같다.

표 3. 휨강도시험 결과

항목	시험횟수	시험결과 (MPa)
휨강도	1	1.59
	2	1.56
	3	1.90

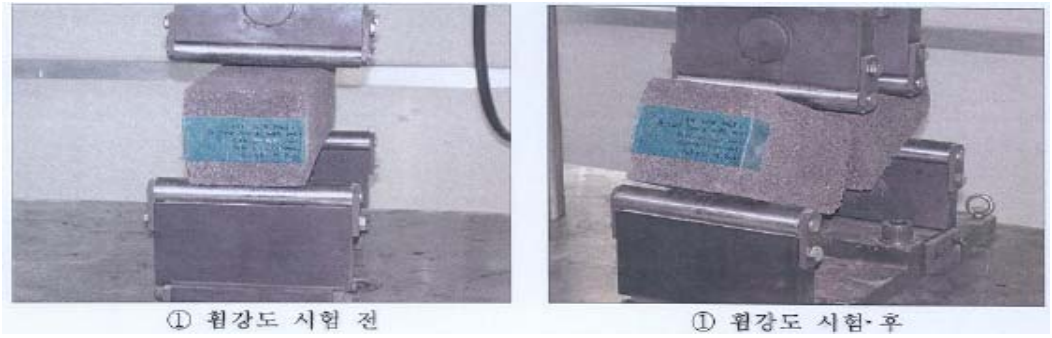

그림 4. 휨강도시험 후 시험체

3.4 충격 시험

궤도에 설치되는 도상흡음판의 풍압에 의한 변형, 비산물 등에 대한 충격에 저항할 수 있는 구조적성능이 구비되어 안정성을 확보하고 균열 및 파손 등에 의하여 흡음성능, 열차의 주행안전성에 영향을 미치지 않도록 하여야 한다. 이에 대한 성능검증을 위하여 KS F 4770을 준용하여 시험을 수행였고, 그 결과는 다음과 같다.

표 4. 충격시험 결과

항목	시험횟수	시험결과
시험 후 겉모양	1	이상 무
	2	이상 무
	3	이상 무

그림 5. 충격시험 전·후 시험체

3.5 부착강도 시험

도상흡음판을 궤도에 설치하기 위하여 침목, 콘크리트 도상에 접착제를 사용하여 부착하는 경우 안정적 위치 고정 및 열차의 운행 중 발생하는 양력(lift-up force)에 대하여 충분한 저항력을 갖기 위해 적정한 부착강도를 확보하여야 한다. 이에 대한 시험방법은 KS F 4918을 준용하여 시행하였고 시험결과는 다음과 같다.

표 5. 부착강도시험 결과

항목	시험횟수	시험결과 (MPa)
부착강도	1	2.30

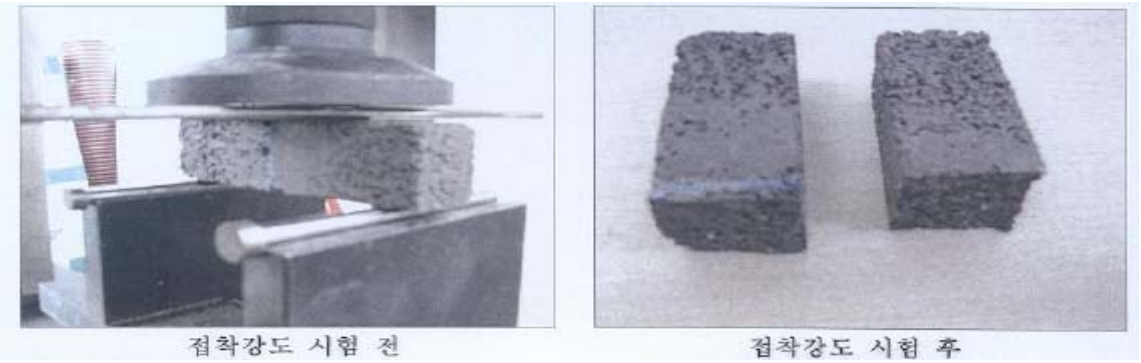

그림 6. 부착강도시험 전·후 시험체

3.6 가스유해성 시험

흡음블록의 터널 내 설치 시 화재가 발생할 경우 적절한 안전조치를 취하도록 하기 위하여 유독성 또는 유해성 가스가 방출될 수 있는 가능성에 대하여 안전함을 확보하여야 한다. 시험체의 제작 및 시험은 KS F 2271에 의거하여 시행하며, 행동정지 시간이 9분 보다 클 경우 적정한 것으로 판정 한다.

표 6. 가스유해성시험 결과

항목	시험횟수	시험결과
쥐 행동정지 시간 (분:초)	1	14:56
	2	14:25

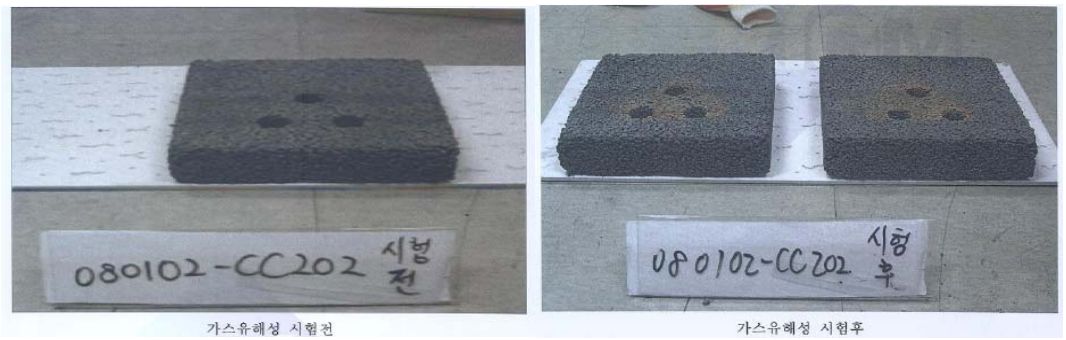

그림 7. 가스유해성시험 전·후 시험체

3.7 전기절연성 시험

전기절연성능시험은 현장에서 레일체결장치의 전기절연저항력이 낮아질 수 있는 극단적인 환경조건에 노출되었을 때 신호시스템에 영향을 미치지 않는 최소의 전기절연성능을 확보하고 있는 지를 평가하는 시험으로 다음과 같은 이유에서 검토하게 된다.

- 보안 시스템이 궤도회로에 의존한 경우 신호 전류의 절연에 의거 좌우레일의 절연이 필요하다.
- 교류 구간에서의 통신 유도장애 대책과 직류 구간에서의 궤도재료 전식 대책으로서 변전소로의 귀선전류 누전을 방지하는 즉 레일과 대지와의 절연이 필요하다.

시험방법으로 EN13481-5를 준용하여 시험을 수행하고, 결과는 다음과 같다.

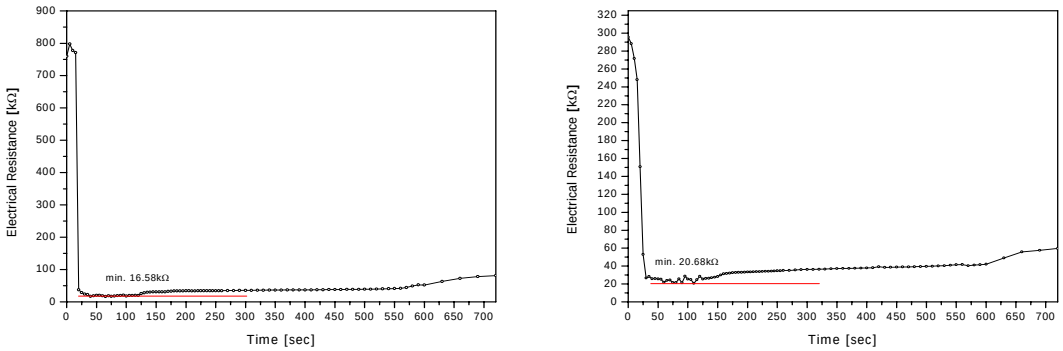

그림 8. 전기저항시험 결과

3.8 흡음율 시험

흡음블록에 사용되는 흡음재에 대하여 공인된 시험규격(KS F 2805)에 따라 잔향시험을 수행하였고, 측정결과는 다음과 같다.

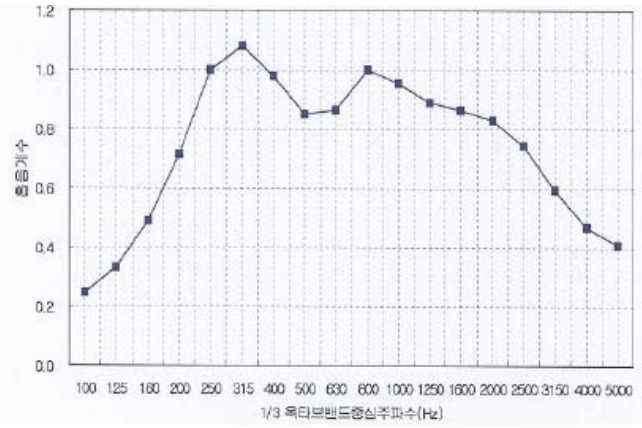

그림 10. 흡음계수 측정결과

3. 결론

슬래브궤도의 소음저감용으로 선진국에서 사용 중인 흡음판에 대하여 현재 국내에서도 그 사용여부를 적극 고려하고 있으며, 기존의 정립된 도상흡음판의 품질지침을 참고하여 재료성능에 필요한 시험항목 및 시험을 수행하였다. 동결융해시험, 압축강도, 부착강도 등 도출된 항목시험의 결과는 기존의 연구에서 정립된 기준값을 모두 만족하였으며, 현장부설성능시험을 통하여 그 성능이 입증 시 국내에서도 도상흡음판의 사용이 가능할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 김진호, 이광도, 안광열, 전우상(2007), “슬래브궤도의 소음저감을 위한 흡음재의 성능에 관한 연구”, 한국철도학회 춘계학술대회
2. BS EN 13230-1, 2002, "Railway applications-Track-Concrete sleepers and bearers-Part 1: General requirements", British Standard
3. BS EN 206-1, 2000, "Concrete-Part 1: Specification, performance, production and conformity", British Standard