

도시형자기부상철도 공기스프링의
형식승인 인증을 위한 기준 요구사항 및 시험규격 분석 연구
**Study on analysis Technical requirement and Testing standard
about Urban Maglev Air spring**

심정욱*†, 김상헌*, 박진규*, 이정현*, 박찬경**

Jungwook Sim^{*†}, Sanghun Kim^{*}, Jinkyu Park^{*}, Junghyun Lee^{*}, Chankyung Park^{**}

Abstract Railway and products through the urban maglev practical project shall meet the technical requirements and testing specification in the type approval certification in accordance with revised the Railway Safety Act. But existing Railway products type approval coverage has been subject to common railway, urban railway, high-speed railway – related products, maglev is not included in type approval coverage. In response, the study was carried out technical standards and test specifications for including maglev on type approval range, In this study, we analysis air spring technical standard and testing specification on type approval for applying the specifications and related standards of the maglev air spring.

Keywords : Maglev, Railway Safety Law, Type approval, Technical standards, Testing specification

초 록 도시형자기부상철도 실용화 사업을 통해 개발된 철도차량 및 용품은 개정된 철도 안전법에 따라 형식승인 인증제도에서 요구되는 기술기준 및 시험규격 요구사항을 만족하여야 한다. 기존 철도 용품 형식승인 적용범위에는 일반철도, 도시철도, 고속철도 관련 용품이 적용되어 있으나, 신규 개발된 도시형자기부상철도의 용품은 형식승인 적용범위에 포함되지 않은 상태이다. 이에 대응하여 기존 일반철도 형식승인 범위에 도시형자기부상철도 용품을 적용하기 위한 기술기준 및 시험규격 개정 연구를 수행 중이며, 본 논문에서는 형식승인 대상 용품 중 하나인 공기스프링에 도시형자기부상철도 기준 사양 및 관련 규격을 적용하기 위한 형식승인 기술기준 및 시험규격 분석 연구를 수행하였다.

주요어 : 도시형자기부상철도, 철도용품, 형식승인, 기술기준, 시험규격

1. 서 론

국내 철도 산업은 세계적 수준의 운행 고속화, 경량화 등의 기술 발전을 이루었지만, 이러한 기술 발전에 따른 철도 운행 관련 안전사고도 빈번하게 발생하였다. 특히, 철도 관련 사고 발생 시, 국가 재산 및 인명에 큰 피해를 가져오므로 국가 차원에서 이러한 사고를 방지하기 위한 방안으로서 도시철도법과 철도안전법을 운영하였다. 하지만, 철도 관련 법의 이원화된 구조는 철도 운영 및 기술 개발에 있어 법적 제약이 많았기 때문에 이를 보완하기

† 교신저자: 한국산업기술시험원(jwsim@ktl.re.kr)

* 한국산업기술시험원

** 한국철도기술연구원

위한 철도안전법 전면 개정(' 14.03)이 시행되었다. 이러한 철도안전법 개정에 따라 철도 차량 및 용품의 형식승인 제도가 도입되었으며, 해당 범위에 포함되는 철도 용품의 안전, 성능, 신뢰성, 가용성, 인터페이스 기술을 검증하기 위한 형식승인 기술기준 및 시험규격의 요구사항을 만족하도록 하였다. 이에 대응하여 국내 기술로 개발된 도시형자기부상철도의 철도안전법 형식승인 인증을 위해 도시형자기부상철도 형식승인 기술기준 및 시험규격 개발 연구가 수행 중이다. 본 연구에서는 형식승인 범위에 포함되는 철도차량 공기스프링의 기술 기준 및 시험규격 요구사항에 대응하는 도시형자기부상철도의 기술 요구사항을 비교하고, 이를 부합화 하기 위한 분석 연구를 수행하여 추후 도시형자기부상철도의 형식승인 인증의 근거를 마련하기 위한 연구를 수행하였다.

2. 본 론

2.1 도시형자기부상철도 공기스프링 기술 적용을 위한 검토 필요 항목 도출

도시형자기부상철도 공기스프링의 형식승인 적용을 위한 기존 일반 철도차량의 기술 요구사항을 조사, 해당 요구사항에 대응하는 도시형자기부상철도 공기스프링의 성능 요구사항을 비교, 분석하여 형식승인 적용을 위한 검토 필요 사항을 도출하였다.

2.1.1 일반 철도차량 공기스프링의 형식승인 기술 요구사항 조사

일반, 고속, 도시철도에 적용되는 공기스프링의 형식승인 요구사항은 아래의 Table 1과 같다.

Table 1 Major technical requirements of common railway air spring

항목	내용
적용범위	철도차량에 사용되는 공기스프링의 적용범위에 대하여 규정
정의	기술기준에서 언급하고 있는 내용 관련 기술 용어 정의
일반 요구사항	일반사항에서는 공기스프링 종류 전체에 공통적으로 규정할 수 있는 일반적인 내용을 규정
안전 요구사항	공기스프링의 안전에 관련된 항목을 분류하였으며, 저온특성, 오존, 오일, 세제, 화재거동, 극단의 수평 변형, 압력적합, 기밀, 공기스프링 성능 특성, 공기스프링의 스톱퍼 특성에 대한 항목의 기준 및 시험을 규정
신뢰성/가용성 요구사항	공기스프링이 신뢰성 있게 설계 및 제작되었는지 확인하기 위하여 피로 특성 및 파열 특성을 포함
인터페이스 요구사항	- 공기스프링이 동일한 차종에서 호환성이 보장되는지, 관련된 부품들과의 인터페이스가 잘 이루어지는지에 대하여 규정

2.1.2 일반철도-도시형자기부상철도 공기스프링의 기술 요구사항 관련 규격 비교

일반철도 형식승인 기술 요구사항에 따른 관련 규격과 도시형자기부상철도의 성능기준 관련 규격을 비교·분석하여, 기존 일반철도 공기스프링의 형식승인 요구사항에 도시형자기부상철도 기술 적용을 위한 검토 필요 항목을 도출 결과를 아래의 Table 2에 정리하였다.

Table 2 Technical requirements comparison of common railway-maglev air spring

항목	일반철도	도시형자기부상철도	비교 결과
적용범위	EN 13597, KS R 9235, KS R 9243	JIS E 4206 1.	규격 부합성 검토 필요
일반사항	자체 기준 적용	자체 기준 적용	일반 요구사항 검토 필요
저온 저항성	EN 13597 7.2.1	자체 시험절차서	EN규격에 자기부상철도 자체 절차서 적용 여부 검토
오존 및 오일 저항성	EN 13597 7.2.2 ~ 7.2.3	JIS K 6269	세부 시험 조건 적용 검토
압력 저항	EN 13597의 7.3.4	JIS E 4206의 4.6.2 (2)	내부 압력 조건 검토 필요
기밀 특성	EN 13597 7.3.5	JIS E 4206 4.6.2 (1)	규격 부합성 검토 필요
피로, 파열 특성	EN 13597 7.3.6 ~ 7.3.7	JIS E 4206 4.6.3 (2)	기준 사양 적용성 검토 필요
스토퍼	KS R 9243	자체 시험절차서	KS규격에 자기부상철도 자체 절차서 적용 여부 검토
작동 온도 확인	KS R 9213	자체 시험절차서	KS규격에 자기부상철도 자체 절차서 적용 여부 검토
인터페이스	자체 기준 적용	자체 기준 적용	인터페이스 요구사항 검토 필요

일반철도-도시형자기부상철도 기술 요구사항 관련 규격을 비교·분석한 결과, 공기스프링 기술 요구사항에 대한 적용범위, 일반사항, 저온 저항성, 오존 및 오일저항성, 압력 저항, 기밀 특성, 피로 및 파열 특성, 작동온도확인, 인터페이스 등의 기술 요구항목 적용성 검토가 필요함을 도출하였다.

따라서, 일반철도에 적용된 EN규격의 요구사항과 도시형자기부상철도에 적용된 JIS규격의 요구사항의 상세 내용 부합화 분석을 통해 최종적으로 도시형자기부상철도 기술 요구사항이 적용된 공기스프링 형식승인 기술 요구사항 및 관련 규격 부합성 검토 연구를 수행하였다.

2.2 공기스프링 기준 요구사항에 대응하는 시험규격 분석 연구

2.2.1 기술 요구사항 관련 규격의 세부 내용 부합성 검토

공기스프링 기술 요구사항에 대한 세부 내용을 검토하여 관련 규격에 대한 부합성을 검토하여 형식승인 시험규격 적용에 대한 결과를 Table 3, 4에 도출하였다.

Table 3 Detailed contents study on standard related to the technical requirements (1)

항목	부합성 검토 결과	도시형자기부상철도 공기스프링 시험규격 적용 결과
적용범위	일반철도 공기스프링 적용범위에서 규정하고 있는 KS R 9235표준의 경우, JIS E 4206 표준 요구사항과 동일한 내용을 규정하므로 도시형자기부상철도를 적용함에 문제가 없음	기존 공기스프링 형식승인 시험규격의 적용범위와 동일하게 적용
일반사항	공기스프링에 공통적으로 적용되는 일반 요구사항이므로 동일하게 적용	상동
저온 저항성	공기스프링 저온 저항성 시험과 관련하여 KS M ISO 2921, KS R 9235 등의 표준도 참고 할 수 있도록 단서 조항을 추가	‘저온 저항성 시험은 EN 13597의 7.2.1항 또는 관련 규격의 항에 따르며 그 세부 사항은 다음과 같다.’
오존 및 오일 저항성	기존 시험규격에서 제시하는 오존밀도, 온도 조건 등이 유사하게 적용된다. 다만, 노출 시간 등의 일부 시험 조건들이 상이하므로 기존 EN 13597 7.2.2~3항 외 관련된 규격을 적용하도록 문구를 추가	‘오존 및 오일 저항성 시험은 EN 13597의 7.2.2~3항 또는 관련 규격의 항에 따르며 그 세부 사항은 다음과 같다.’
압력 저항	EN 13597 7.3.4항에서 제시된 압력 유지 시간, 수평높이 등의 시험 조건은 JIS규격에 부합되는 내용이나, 시험 시 가해지는 공기의 압력기준은 일반철도-자기부상철도가 서로 상이하므로 이에 대한 단서 조항을 추가	‘압력 저항 시험은 EN 13597의 7.3.4항 또는 관련 규격의 항에 따라 내압 시험을 시행하며, 다음과 같이 수행한다.’
기밀 특성	JIS E 4206 4.6.2에서는 상용최고내압에서 기포의 발생 유무만 확인하도록 규정하였으므로, EN규격에서 제시한 시험조건(압력유지시간, 표준높이)를 적용하여 공기 누설을 확인하도록 함	기존 시험규격에 동일하게 적용

Table 4 Detailed contents study on standard related to the technical requirements (2)

항목	부합성 검토 결과	도시형자기부상철도 공기스프링 시험규격 적용 결과
피로, 파열 특성	EN 13597 7.3.6 ~ 7.3.7과 JIS E 4206 4.6.2에서는 공기스프링은 피로, 파열 특성 시험을 통해 다이어그램이 파손되지 않도록 규정하였음	기존 시험규격에서 제시한 EN표준과 JIS표준 부합성을 확인하여 동일한 시험방법 적용
스토퍼	KS R 9243에서는 스톱퍼 변위를 고무 층 두께의 1/3로 규정하고 있으며, JIS E 4206에서는 고무두께 최대변위량의 30%를 스톱퍼 변위 허용량으로 규정	기존 시험규격에서 제시한 KS표준과 JIS표준 부합성을 확인하여 동일한 시험방법 적용
작동 온도 확인	EN 13597에 따라 -25 °C~ 50 °C이 적용되나, 국내 운행 환경조건을 고려하여 KS R 9213의 고온(H8종) 및 저온(L9종) 시험온도(-35 °C ~ 70 °C)를 적용	국내 철도 운영 환경을 고려, 동일하게 적용
인터페이스	자체 기준 적용	국내 철도 운영 환경을 고려, 동일하게 적용

2.2.2 도시형자기부상철도 공기스프링 시험규격 적용을 위한 관련 규격 부합성 분석 결과

철도 용품 형식승인의 기술 요구사항에 따른 일반철도-도시형자기부상철도의 기준 요구사항 비교를 수행하였다. 이를 통해 도시형자기부상철도 공기스프링의 형식승인 적용을 위한 검토 필요 항목을 도출하였으며, 해당 항목과 관련된 규격의 세부 내용을 분석하여 일반철도-도시형자기부상철도 기술 내용의 부합성을 검토하였다.

각각의 요구사항에 대한 관련 규격의 세부 내용을 검토하여 해당 기준 항목이 일반철도-도시형자기부상철도 간에 동일하게 적용되는지, 혹은 세부 기술 내용이 동일하게 적용되기 힘들기 때문에 이를 위한 별도의 규정이나 요구사항 추가가 필요한지를 분석하였다.

이러한 분석 연구 결과, 일반철도의 공기스프링과 도시형자기부상철도의 공기스프링 간 기술 요구사항 및 관련 규격의 기술 내용에는 큰 차이점이 없음을 도출하였으며, 다만, 철도운행 조건에 따른 일부 기준 및 관련 시험 조건 등의 요구사항 수정이 필요한 부분은 추가 검토 또는, 형식승인 적용을 위한 규정으로 수정 보완하였다.

3. 결 론

본 연구에서는 도시형자기부상철도의 도시철도 도입을 위한 형식승인 기술기준 및 시험규격의 마련을 목표로, 철도 용품의 주요 기술 요구사항을 분석하여 개정된 철도안전법 형식승인 기술기준 및 시험규격에 도시형자기부상철도의 성능 기준 및 관련 규격의 적용을 위한 분석 연구를 수행하였다.

이를 위해 일반철도-도시형자기부상철도의 안전, 신뢰성/가용성에서 요구되는 항목을 도출하였으며, 해당 요구사항 항목과 관련된 규격을 비교 분석하여 기존 일반철도 공기스프링의 기술 요구사항에 적용 가능한 도시형자기부상철도 기술 항목 10개와 관련 규격을 도출하였다.

이러한 내용은 추후 도시형자기부상철도의 형식승인 인증을 위한 기술적 근거 자료로 활용될 것이라 기대된다.

후 기

본 연구는 국토교통부 철도기술연구사업의 연구비지원(15RTRP-B070556-03)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

- [1] Ministry of Land, Infrastructure and Transport (2012) Railway Safety Act.
- [2] S.H. Kim (2013) Improvement of Legislations and Provisions for Practical Operation of Urban Transit Maglev Train, Korea Testing Laboratory.
- [3] C.K. Park (2013) A study on the improvement of certification system and the readjustment of test standards related with rolling stock/track/environment fields for the parts of railway products, Korea Railroad Research Institute.
- [4] Y.S. Kim (2013) Testing Standards and Technical Specifications of Railway Vehicles for Type Approval, Korea Railroad Research Institute.
- [5] G.Y. Hong (2014) A Study on Setting up Urban Maglev Specific Products for Type Approval, Spring Conference of The Korean Society for Railway, pp. 1466-1470.
- [6] J.W. Sim (2014) Requirements Analysis for The Introduction of The Railway Products Type Approval System of Urban Maglev Levitation Magnet, Levitation Control Device, Autumn Conference of The Korean Society for Railway, pp. 189
- [7] EN 13597(2003) - Railway applications - Rubber suspension components – Rubber diaphragms for pneumatic suspension springs, European Union
- [8] JIS E 4206(1989) - Spring Rigging for Railway Rolling Stock, Japanese Industrial Standards Committee