

국내외 철도차량 화재 규격 비교분석 연구

Comparative Analysis of Domestic and Foreign Fire Standards for Railway Vehicles

오대건* · 황의홍** · 최돈묵***

Oh, Dae-Gun*, Hwang, EuyHong**, and Choi, DonMook***

Abstract

This paper presents a comparative analysis on the fire standards that have been recently applied to railway vehicles in domestic and foreign countries and ways to improve the domestic fire standards. In Europe, the fire test standards for railroad vehicles have recently been made mandatory therefore, fire tests are absolutely necessary for exporting railroad vehicles to Europe. However, domestic organizations related to railways are not fully aware of the trends in the relevant railway fire standards. Therefore, the current situation of domestic fire regulations was reviewed, and as an improvement method, fire tests of the fire standard EN 45545 (fire testing) were reviewed.

Key words : Fire Safety, Fire Protection, Railway, Rolling Stock, Fire Testing

요 지

본 논문은 최근 국내외에서 철도시스템의 철도차량을 대상으로 적용되고 있는 화재 규격에 관한 비교분석 및 국내 화재 규격의 개선방안에 관한 연구이다. 유럽에서는 최근 철도차량 화재 규격이 필수 표준규격으로 공표되어, 국내 철도차량 제작사 및 부품사들은 해외 수출을 위해 이 규격에 따른 화재시험이 반드시 필요한 실정이다. 그러나 국내 철도 유관기관들은 해당 철도 화재 규격에 대한 동향을 제대로 파악하고 있지 못한 상황이다. 이에 국내 철도 화재안전 강화와 해외 수출 증대에 기여하기 위하여 국내 철도차량 화재규정의 현황과 철도차량 부품에 관한 유럽의 화재 규격 EN 45545의 요구사항을 비교 분석하였다.

핵심용어 : 화재안전, 소방화재, 철도, 철도차량, 화재시험

1. 서 론

1.1 연구배경

최근 유럽에서는 철도시스템의 철도차량에 대한 화재 관련 규격 EN 45545 시리즈(European Committee for Standardization, 2013a, 2013b, 2013c, 2013d, 2013e, 2015, 2020)를 2013년부터 제정 및 개정하였으며, 기존에 적용되었던 화재 관련 규격들은 2016년에 모두 폐지하였다. 이후 국내 철도안전법에 해당하는 Directive 2008/57/EC 및 최신 개정된 Directive

2016/729 (European Union Agency for Railways, 2008, 2016)에 따라, 철도차량 관련 화재 규격 EN 45545가 국내 철도차량 기술기준과 유사한 Technical Specification of Interoperability Rolling Stock (TSI RST)에 포함되었다(European Union Agency for Railways, 2008, 2014, 2016, 2019). 이에 2019년부터 유럽 철도업체들은 철도차량 및 그 부품들을 대상으로 이 화재 규격에 따른 시험을 수행하여 시험성적서, 검사보고서 및 인증서를 의무적으로 발주처에 제출하여야 한다.

이와 관련하여 국내 철도차량 제작업체들과 차량부품

*정회원, 가천대학교 설비·소방공학과 박사과정(E-mail: dae-gun.oh@tuvsud.com)

Member, Ph.D. Candidate, Dept. of Equipment and Fire Protection Engineering, Gachon University

**정회원, 가천대학교 설비·소방공학과 박사과정

Member, Ph.D. Candidate, Dept. of Equipment and Fire Protection Engineering, Gachon University

***교신저자, 정회원, 가천대학교 설비·소방공학 교수(Tel: +82-31-750-5716, Fax: +82-31-750-8749, E-mail: fire@gachon.ac.kr)

Corresponding Author, Member, Professor, Dept. of Equipment and Fire Protection Engineering, Gachon University

제작업체들이 수주하거나 입찰 참여한 최근 해외 철도 프로젝트의 요구사항을 살펴보면, 화재안전과 관련된 유럽표준 EN 45545의 요구사항을 기반으로 철도차량과 그 부품들의 시험 및 평가 보고서 및 인증서를 제출하도록 요구하고 있다.

이 연구는 국내외 철도차량 화재 기준의 비교분석을 통한 국내 화재안전기준의 개선방향 제시와 함께, 해외 화재 기준의 요구사항 파악 및 관련 기술 적용을 통한 국내 제작업체의 수출 경쟁력 신장에 도움이 되고자 한다.

1.2 선행연구

국내 철도차량 화재안전기준과 관련하여 철도안전법 및 관련 안전규칙을 기반으로 제정된 철도차량기술기준이 있다. 철도차량안전기준에 관한 규칙은 2008년 제정하여 2013년도 개정 이후 현재까지 단 한 차례도 개정되지 않은 실정이다.

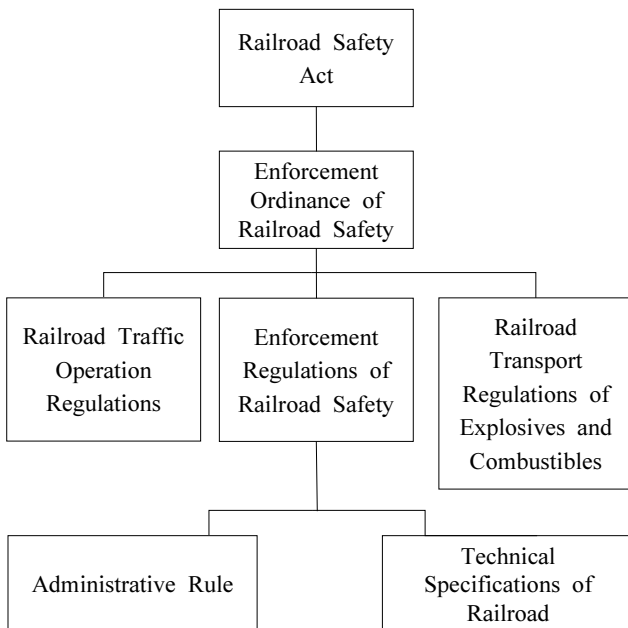


Fig. 1. Hierarchy of Railroad Safety Act in Korea

해당 철도차량기술기준들은 철도기술연구원에서 유럽의 TSI를 참조하여 2013년부터 국가연구과제로 진행되어 2014년 제정되어 2021년 최신 개정까지 이어지고 있지만, 화재안전기준에 대한 개정은 다소 미흡한 상황이다.

1.3 연구범위 및 분석 방법

본 연구는 국내외 철도차량 화재 규격을 비교분석하였다. 국내의 경우, 철도안전법에 따른 철도차량 안전기준에 관한 규칙과 철도차량 기술기준을 대상으로 하였으며, 국외의 경우, Directive 2008/57/EC 및 최신개정안 Directive 2016/729 및 TSI RST, 철도차량 화재 규격 EN 45545 시리즈를 대상으로 하였다. 비교분석을 위해 국내 화재안전기준과 관련한 법령 및 해당 기술기준의 현황과 문제점을 우선 확인하였으며, 해외 철도 운영기관에서 요구하고 있는 국외의 철도차량 화재 규격을 분석하여 국내 철도차량 화재 기준에 대한 개선방안을 제안하였다.

2. 국내외 철도차량 화재규정 비교분석

2.1 국내 철도차량 화재규정 분석

2.1.1 국내 철도차량 화재규정 현황

국내 철도차량 화재규정은 2012년 철도안전법 전문개정 이후 철도차량별 관련 기술기준이 2014년 최초 제정되어 현재까지 개정되고 있다. 철도기술연구원 철도형식승인 홈페이지에 따르면, 철도안전법과 관련한 체계는 Fig. 1과 같다.

이 철도차량 기술기준들에는 화재안전과 관련한 내용이 포함되어 있다. 이 기술기준들의 화재안전에는 세부적으로 화재안전설계, 화재위험등급, 화재예방, 화재전파 방지, 화재감지 및 경보, 화재발생 시 대피, 화재 진압설비 및 화재안전설비의 작동상태 표시로 구분되어 해당 화재안전 요구사항들이 설명되어 있다.

고속철도차량 기술기준(Korea Railroad Research Institute, 2021b) 내의 철도차량 화재안전(3.2.4.2장)의 화재위험등

Table 1. Operation Type Classification of High-speed Rail Vehicle

Operation Type	Classification of Ease of Passengers Evacuation	Characteristics of the Operation Section of High-Speed Rail Vehicles
[GA]	Immediate Evacuation Possible	Operation of Underground Sections, Tunnels and Elevated Areas with the Longest Length of Less Than 1 Km
[NA]	Short-Term Movement Evacuation Possible	Driving in Areas Where the Distance to the Next Safe Area is Less Than 5 Km or within 4 Minutes At Normal Operating Speed
[DA]	Long-Term Movement Evacuation Possible	Driving in Areas Where the Distance to the Next Safe Area is Less Than 20 Km or within 15 Minutes at Normal Operating Speed
[RA]	Difficulty Or Impossible To Evacuate	Operates in Areas That Do Not Belong to the above Classification Type or Where Evacuation is Impossible

Adapted from Table 1 in Fire Safety (Chapter 3.2.4.2) (Korea Railroad Research Institute, 2021a, 2021b, 2021c)

Table 2. Design Type Classification of High-speed Rail Vehicle

Design Type	Application Criteria
[A]	Railroad Vehicles That Do Not Belong to the Design Types of [B] to [D]
[B]	High-Speed Locomotive, High-Speed Powered Vehicle, High-Speed Passenger Vehicle (Including High-Speed Powered Passenger Vehicle), High-Speed Auxiliary Vehicle (Including High-Speed Control Vehicle)
[C]	Railroad Vehicle with Bed, Double-Decker Railroad Vehicle
[D]	Unmanned Railway Vehicle

Adapted from Table 2 in Fire Safety (Chapter 3.2.4.2) (Korea Railroad Research Institute, 2021a, 2021b, 2021c)

Table 3. Fire Hazard Rating Classification of High-speed Rail Vehicle

Operation Scope	Design Scope			
	[A]	[B]	[C]	[D]
[GA]	HR [1]	HR [1]	HR [2]	HR [2]
[NA]	HR [2]	HR [2]	HR [3]	HR [4]
[DA]	HR [2]	HR [3]	HR [4]	HR [4]
[RA]	HR [3]	HR [4]	HR [4]	HR [4]

Adapted from Table 3 in Fire Safety (Chapter 3.2.4.2) (Korea Railroad Research Institute, 2021a, 2021b, 2021c)

Table 4. Rolling Stock Components for Fire Testing

No.	Item	Detailed component
1	Interior Surfaces	Interior wall and Ceiling plates, Interior ducts, Doorways, Window frames, and Fire barriers at the gangway.
2	Chair	Cover, Cushion, Chair Body
3	Gangway	(Type A) For railway vehicles in which there are no fire barriers at both bulk head ends of the gangway (Type B) For railway vehicles in which there are fire barriers at both bulk head ends of the gangway
4	Floor Composites	Floor substrate
5	Insulation Material	Walls and ceilings, inside ducts in rooms, inside external air conditioners, under the floor
6	Electric Cable	Rolling Stock interior and exterior Cables
7	Body Structure	Roof, end and floor structures of the car body
8	Body Exterior	Body exterior wall and Cab mask

Adapted from Table 5 in Fire Safety (Chapter 3.2.4.2) (Korea Railroad Research Institute, 2021a, 2021b, 2021c)

급은 Tables 1~3과 같이, 운영유형([GA]~[RA]), 설계유형 ([A]~[D])을 기준으로 화재위험등급 분류기준([1]~[4])으로 나누고 있다.

화재예방(3.2.4.3장)을 살펴보면, 고속철도차량의 차체 및 실내 설비는 기본적으로 불에 타지 않는 재료(불연재)를 사용하여야 하며, 차체 외장재와 실내 설비 중 내장판, 의자, 통로연결막, 바닥재, 단열재 및 전선은 불연재료 또는 고속철도차량의 외장재와 실내설비 화재안전 기준(Korea Railroad Research Institute, 2021b)을 만족하는 재료를 사용하여야 한다. 그 세부시험대상 품목은 Table 4와 같다. 앞에서 살펴본

바와 같이 국내철도차량 기술기준 내의 화재안전은 철도차량에 설치되는 주요 부품에 대해서만 화재시험 대상 세부품목과 화재시험기준 및 방법을 구분하고 있다. 즉 철도차량의 모든 부품들에 대해 적용할 수 있는 화재시험기준 및 방법을 제시하고 있지 않다.

국내 철도차량 주요부품들의 화재시험항목 중 독성지수 (R)는 BS 6853 Annex B.2를 시험방법을 사용하도록 되어 있다. BS (British Standard)에 따르면, 이 시험규격은 2013년 이전에 폐기된 것으로 확인 되었다. 즉 현재 국내 철도차량 부품은 폐기된 시험규격의 방법으로 진행되고 있다.

2021년 8월에 한 국내 신문사에서 KTX 산천 카펫(바닥재) 납품사가 시험 성적서 발급기관으로부터 시험 성적서 위조하여 납품했다는 의혹을 제기하여 국토교통부/코레일은 성적서 위조 의혹에 대해 수사를 의뢰한 사건이 발생하였다.

2.1.2 해외 철도차량 프로젝트 동향 분석

최근 유럽, 중동 및 동남아 철도 관련 프로젝트에서 철도차량 화재 관련 제안요청서(Request For Proposal, RFP) 내의 요구사항은 EN 45545이다. 이와 관련된 국내 소재 한 해외인 증기권이 파악한 해외 각 지역의 철도차량 및 부품 화재시험 규격 적용사례들은 Table 5와 같다.

Table 5와 같이 철도차량 및 철도차량 부품들의 해외 수출을 위해 화재시험규격(EN 45545)에 따라 화재시험이 수행되고, 이를 증빙하는 공인화재시험성적서(Test report) 또는 공인된 검사기관(ISO 17020)이 발행한 평가보고서(Inspection report)가 제출되고 있었다.

2.2 유럽 철도차량 화재 규격 분석

2.2.1 유럽 철도차량 화재 규격 구성 체계

EN 45545는 2016년부터 유럽 전역에 걸쳐 적용하기 위해 개발된 철도차량에 관한 소방화재(Fire Protection) 규격이며, 유럽의 각 국가별로 운영 중이었던 기존의 화재안전 법규를 기반으로 통합 제정되었다.

유럽 철도차량의 화재 규격 EN 45545는 Table 6과 같이 7개 부분(part)으로 구성되어 있다.

Part 1은 일반요구사항, Part 2부터 Part 7은 각각 철도차량 부품, 방화벽(fire barriers), 철도차량, 차량 내 전자부품, 화재제어 및 관리 시스템, 인화성 액체 및 가스 설치에 관한 요구사항들에 대한 내용으로 구성되어 있다.

국내 철도차량 화재 관련 규정과 비교했을 때, 차량에 대한 분류를 보다 세분화하여 화재 시에 인명 피해가 최소화 되도록 화재에 대한 요구사항을 마련하였다.

2.2.2 유럽 철도차량 부품별 화재시험대상 부품 분류 및 시험방법

유럽 철도차량 화재 규격 EN 45545-2에는 일반적으로 화재대상 구성품(부품)에 따라 Table 7과 같이 화재시험 대상부품이 구분된다. 설치 위치에 따라 내부(IN), 외부(EX) 및 제품종류를 따라 가구류(F), 전자 부품(E), 기계 부품(M)으로 크게 나누어지며, 세부적으로 68종의 시험대상부품들로 나누어진다.

EN 45545-2에서는 제품군(용도별 분류)에 따라 시험제품 번호가 부여되고 제품번호에 따른 시험요구사항 번호인 R번호가 정해진다. R번호에 따라 선정되는 아래 각 규격상의 세부절차에 따라 시험을 수행하고 그 결과 값이 설계기준에 적합한지의 여부를 판단하게 된다.

시험요구사항 Requirement (R)는 R1부터 R26까지 총 26가지 시험요구사항이 있으며, 위에서 분류된 제품 분류에서 해당 제품을 선택한 후 해당 시험요구사항(R)을 적용하면 된다.

Table 5. Operation Type Classification of High-speed Rail Vehicle

Region	Applied system	Target component (that Korean Companies Have Been Preparing)	Fire Standard
Europe	Rolling Stock	Total Tram	EN 45545-1~7
Middle East	Rolling Stock	Public Address	EN 45545-1~7
Australia	Rolling Stock	Battery System	EN 45545-1~7
USA	-	CCTV	EN 45545-2

Table 6. Structure of EN 45545

Standard No.	Part No.	Title	Remark
EN 45545-1:2013	Part 1	General	Total
EN 45545-2:2013	Part 2	Requirements for Fire Behavior of Materials and Components	Component
EN 45545-3:2013	Part 3	Fire Resistance Requirements for Fire Barriers	Fire Barriers
EN 45545-4:2013	Part 4	Fire Safety Requirements for Rolling Stock Design	Rolling Stock
EN 45545-5:2013	Part 5	Fire Safety Requirements for Electrical Equipment Including that of Trolley Buses, Track Guided Buses and Magnetic Levitation Vehicles	Electrical Equipment
EN 45545-6:2013	Part 6	Fire Control and Management Systems (CMS)	Fire CMS
EN 45545-7:2013	Part 7	Fire Safety Requirements for Flammable Liquid and Flammable Gas Installations	Liquid and Gas

Table 7. Listed Products of Rolling Stock for Fire Testing

Installation Location & Product Type	Product No.	Remark
Interiors (IN)	IN1A, IN1B, IN1C, IN1D, IN1E, IN2, IN3A, IN3B, IN4, IN5, IN6A, IN6B, IN7, IN8, IN9A, IN9B, IN10, IN11, IN12A, IN12B, IN12C, IN13, IN14, IN15, IN16	25 Kinds
Exterior Located Products (EX)	EX1A, EX1B, EX1C, EX2, EX3, EX4, EX5, EX6A, EX6B, EX7, EX8, EX9, EX10, EX11, EX12	15 Kinds
Furniture (F)	F1, F1A, F1B, F1C, F1D, F1E, F2, F3, F4, F5	10 Kinds
Electro Technical Equipment (E)	EL1A, EL1B, EL2, EL3A, EL3B, EL3C, EL4, EL5, EL6A, EL6B, EL7A, EL7B, EL8, EL9, EL10	15 Kinds
Mechanical Equipment (M)	M1, M2, M3	3 Kinds
Total Product No.		68 Kinds

Table 8. Example of Fire Testing Requirement Selection - Gangway

Product No.	Name	Requirement
IN6A	Interior Surfaces of Gangways - Type A	R1
IN6B	Interior Surfaces of Gangways - Type B	R7
EX7	Exterior Surfaces of Gangways	R7

Table 5와 같이 세부 시험대상 품목(8가지)의 국내 철도차량 부품에 대한 분류와 비교했을 때, 유럽 화재시험은 보다 상세히 분류되어 있어, 대상 품목을 보다 쉽게 적용해야 할 화재시험 요구조건을 찾을 수 있다.

2.2.3 유럽 철도차량 부품별 화재시험 선정 방법

유럽에서는 2.2장에서 설명한 EN 45545-2 내 화재 시험요구사항 중 해당 철도차량부품에 대한 화재시험방법이 언급되어 있는 경우는 그 시험요구사항(R1~R26)을 선정하여 공인시험기관을 통해 화재시험을 수행하면 된다. 해당 화재규격의 화재시험은 Table 7과 같이 정리되어 있다. 한 예로 Table 8을 보면, 철도 차량과 차량 사이를 연결하는 통로연결막(Gangway)의 화재시험방법은 제품의 설치 위치에 따라 내부인 경우 R1 (타입 A)과 R7 (타입 B)로 수행되어야 하고, 외부인 경우 R7로 수행되어야 함을 알 수 있다.

EN 45545-2 내 Table 2-Requirements of listed products에서 화재대상 구성품을 찾을 수 없는 경우, Fig. 2와 같이 평가 프로세스에 따라 시험방법을 선정한다.

해당 제품에 대한 적절한 시험 방법을 선택하기 위해 다음의 과정을 거치게 된다.

- 철도차량의 운영 및 설계(design class)와 관련된 적용 환경 확인
- 해당 제품에 설치되는 운영 및 설계 환경에 따라 위험레벨(Hazard level, HL1~3) 확인
- 전기절연재료의 위험레벨(Hazard level, HL)에 따라 시험 요구사항 확인(요구사항 R)

- 전기절연재료의 위험레벨(Hazard level, HL)에 따라 시험 방법 확인(산소 함유량, 연기 발생 등에 따른 화재 특성)

2.2.4 화재시험 인증평가절차

화재 규격 EN 45545에 따라 화재시험평가는 절차에 따라 ISO 17020 인정을 받은 검사기관(Inspection body)에 의해 평가가 이루어진다. 화재시험 인증평가를 받기 위한 선제 조건은 관련 화재시험을 받은 후 공인시험성적서를 받는 것이다. 이 공인시험성적서는 ISO 17025 인정을 받은 시험기관을 통해 발행되어야 한다. 간략한 화재시험 인증평가 절차는 Fig. 3과 같다.

EN 45545-2에 따라 시험(testing) 단계에서는 해당 시험 대상품에 대해 화재시험을 공인시험소에서 수행하게 되며, 그 결과로 시험성적서(testing report)를 발행한다. 안타깝게도 현재 국내에는 EN 45545-2에 따른 모든 철도차량부품에 대한 공인화재시험소가 없는 실정이다. 검사(Inspection) 단계에서는 공인시험소에서 발행한 시험성적서를 기반으로 공인검사기관에서 대상품에 대해 관련 기술문서에 대해 검사를 진행하고, 그 결과물로 검사보고서(inspection report)가 발행된다. 인증(Certification) 단계에서는 앞에서 수행된 시험과 검사 활동을 통해 그 결과물이 제대로 발행되었는지 그 절차에 대해 평가를 진행하게 되며, 그 결과물로 인증서(certificate)가 발행된다.

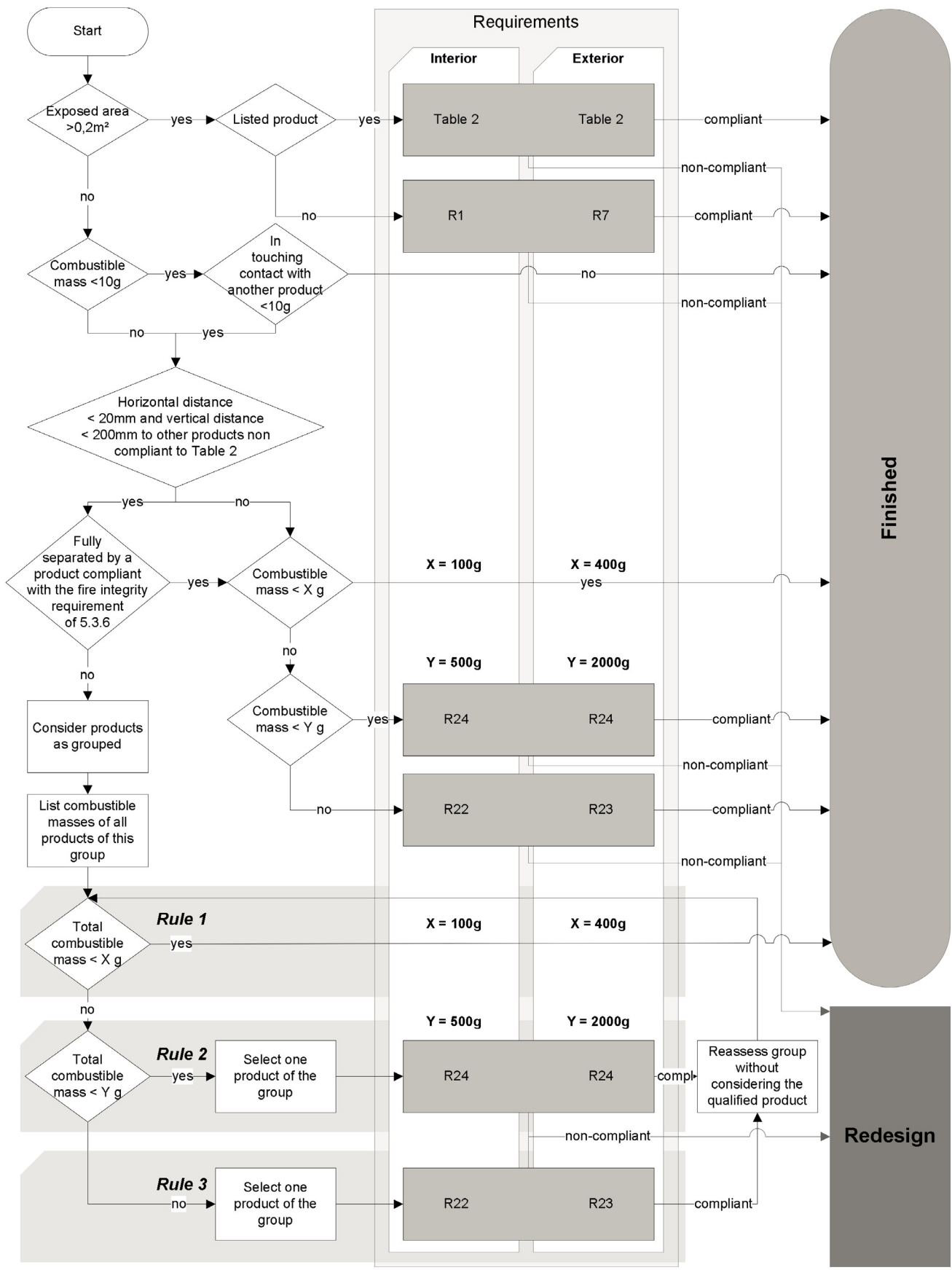


Fig. 2. Assessment Process-grouping Rules

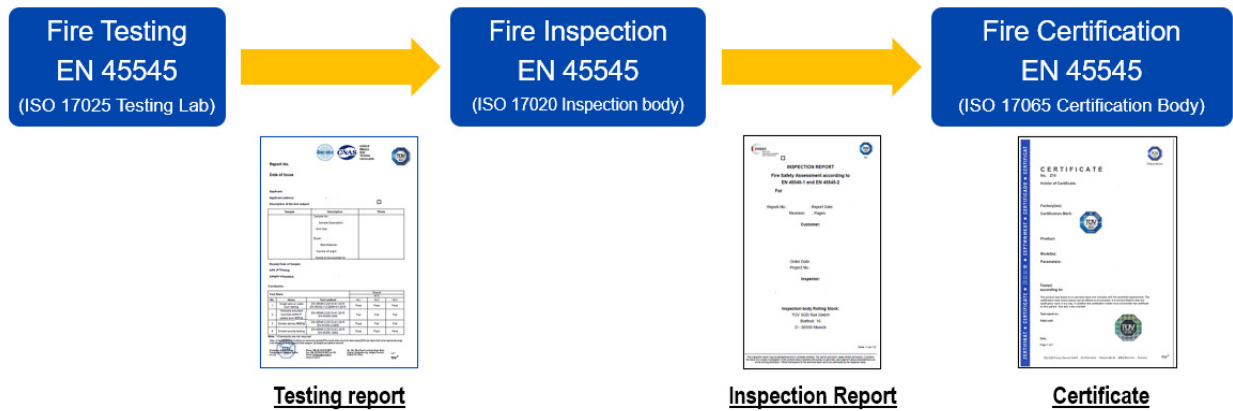


Fig. 3. Assessment Procedure for Fire Testing in Europe

Table 9. Comparison Analysis of Domestic and Foreign Fire Standards for Railway Vehicle

Item	Korea	Europe	Requirements of World Rail Market
Target Component of Rolling Stock	8 Kinds of Main Components	Total Components of Rolling Stock	Total Components of Rolling Stock
Applied Fire Standard	Fire Safety in TSIs* in Korea	En 45545	En 45545 or Equivalent International Standard
Evidence Documents for Fire Testing	Test Report (Impossible Testing in Korea According to En 45545)	1. Test Report 2. Inspection Report 3. Certificate	1. Test Report 2. Inspection Report 3. Certificate

*TSI: Technical Specification of Interoperability

3. 국내 철도차량 화재안전기준의 문제점

본 연구에서는 국내의 철도차량 화재규정 내용을 비교분석(Table 9)하여 다음과 같은 문제점을 도출하였다.

3.1 국내 화재안전기준 관리 미흡

현재 국내 철도차량 부품은 일부 폐기된 시험규격의 방법으로 진행되고 있다는 문제점을 발견되었고, 작년 화재시험 성적서 위조 의혹사건이 발생하였다. 즉 국내 철도차량 화재안전기준이 미흡하다는 점이다.

3.2 제한적인 화재안전 적용대상 부품

국내의 경우, 철도차량 주요부품 8종에 대해서만 화재시험을 시행하도록 의무화하고 있는 반면, 유럽의 경우 철도차량에 사용하는 전 부품에 대해서 화재시험을 적용하고 있다. 또한 유럽은 국제표준과 동등한 수준의 EN 45545 시리즈 규격을 제정하여 2019년부터 의무적으로 적용하도록 하고 있으나, 국내에서 적용하고 있는 화재시험규격은 해외철도 시장에서 요구하고 있는 국제표준을 모두 만족시키지 못하고 있다.

3.3 국제 화재 규격 의 요구사항 충족 미흡

해외 발주처에서 요구하고 있는 화재시험 증빙서류를 발행할 수 있는 국제공인시험 및 평가인증기관의 경우, 국내에서는 일부 국제화재시험규격 기준에 대해서만 진행할 수 있는 공인시험소가 존재하며, EN 45545 규격에 대한 공인시험소는 전무하다. 유럽에는 국제화재시험규격에 부합하는 공인시험소 및 관련 공인평가인증기관들이 다수 존재하며, 활발히 화재시험 및 평가인증 활동을 하고 있다.

해외 철도시장의 요구사항을 충족하는 화재시험 증빙서류 준비가 필요한 국내 제작사들은 관련 화재시험 규격에 따라 수행할 수 있는 국내 공인시험소를 찾기 힘들어 해외공인시험소를 이용하고 있으며, 이에 따라 시간과 비용 측면에서 해외 제작사들과의 경쟁력이 상대적으로 낮아져 수출에 어려움을 겪게 된다.

4. 개선방안

본 연구에서는 국내의 철도차량 화재규정 내용을 비교분석하여 국내 화재안전기준에 대한 문제점을 파악하여 다음과 같은 국내 철도차량 화재안전기준에 대한 개선방안을

제안한다.

4.1 지속적인 국내 화재안전기준 관리 및 개정

철도차량 화재안전기준에 공인시험기관 및 공인시험성적서에 대한 보다 명확한 기준을 추가하는 관련 및 개정이 필요하다. 개정 이후에도 지속적인 관리를 통해 폐지된 시험규격이 수정될 수 있도록 해야 한다.

- 기술기준 내 화재시험기관 자격 명시(ISO 17025)
- 기술기준 내 공인시험성적서 명시(KOLAS로고 삽입)

4.2 점진적인 화재안전 적용 대상부품 확대

현재의 국내 화재안전기준에 따라 적용되고 있는 철도차량 화재적용 대상부품 8종에 대해서 유럽 철도차량 화재안전규격을 참조하여 전 부품으로 확대하는 개정이 필요하다. 다만, 철도부품업체의 열악한 운영상황을 감안하여 일정 유예기간을 적용하여 점진적으로 진행할 필요가 있다.

4.3 국내 화재안전기준의 요구사항의 국제수준 향상

국내 철도차량 제작사와 부품 제작사는 해외시장에서 요구하고 있는 화재시험에 대한 요구사항에 대해 충분히 파악된 후 철도차량 및 부품에 대한 국내 철도차량 화재안전기준의 요구사항을 국제 화재 규격 수준으로 향상할 수 있도록 관련 내용을 개정하거나 별도의 국내 화재 규격(예: KS R EN 45545)으로 제정해야 한다. 유럽 철도차량 화재규격을 참고하여 국내 철도안전 관련법과 차량 기술기준에 보다 구체적인 차량부품 분류 체계가 필요하며, 해당 부품별 시험방법도 적용할 필요가 있다.

5. 결론

본 연구에서는 국내 철도차량 화재규정 내용 및 문제점 고찰, 유럽의 최신 철도차량 화재 규격의 구성 체계, 화재시험 방법 및 선정에 대한 분석을 시행하였으며, 국내외 철도차량 화재 규격 고찰을 통해 도출된 문제점을 바탕으로 다음과 같은 개선방안을 제시하였다.

첫째, 폐지된 시험규격 사용 및 화재시험 증빙서류에 대한 모호한 규정으로 인한 시험성적서 위조의혹사건 발생의 방지를 위해서 국내 화재 안전기준에 대해 관리와 개정 활동이 지속적으로 수행되어야 한다.

둘째, 철도차량 화재시험규격의 제한된 대상부품 적용으로 철도차량 화재 시, 예상할 수 없는 심각한 인명피해가 발생할 수 있기 때문에 화재시험 대상부품을 차량에 설치되는 전 부품으로 확대해야 한다.

셋째, 국내 철도차량 안전기준 내용을 국제 화재 규격 수준으로 보완하여 철도차량의 안전성을 확보하고 해외 철도차량 시장 진출을 보다 확대하기 위해서 철도차량과

관련하여 국제 화재 규격과 부합화하는 활동이 진행되어야 한다.

추후 폐지된 규격을 대체할 수 있는 시험규격에 관한 연구 및 우선적으로 적용할 대상부품에 대한 연구를 제안한다.

References

- European Committee for Standardization. (2013a). EN 45545-1. “Railway applications - Fire protection on railway vehicles - Part 1: General”.
- European Committee for Standardization. (2013b). EN 45545-3. “Railway applications - Fire protection on railway vehicles - Part 3: Fire resistance requirements for fire barriers”.
- European Committee for Standardization. (2013c). EN 45545-4. “Railway applications - Fire protection on railway vehicles - Part 4: Fire safety requirements for rolling stock design”.
- European Committee for Standardization. (2013d). EN 45545-6. “Railway applications - Fire protection on railway vehicles - Part 6: Fire control and management systems”.
- European Committee for Standardization. (2013e). EN 45545-7. “Railway applications - Fire protection on railway vehicles - Part 7: Fire safety requirements for flammable liquid and flammable gas installations”.
- European Committee for Standardization. (2015). EN 45545-5. “Railway applications - Fire protection on railway vehicles - Part 5: Fire safety requirements for electrical equipment including that of trolley buses, track guided buses and magnetic levitation vehicles”.
- European Committee for Standardization. (2020). EN 45545-2. “Railway applications - Fire protection on railway vehicles - Part 2: Requirements for fire behavior of materials and components”.
- European Union Agency for Railways. (2008). Directive 2008/57/EC. “Directive 2008/57/EC of european parliament and the council of the european union on the interoperability of the rail system within the community”.
- European Union Agency for Railways. (2014). Commission Regulation (EU) No 1304/2014. “Concerning a technical specification for interoperability relating to the ‘rolling stock — locomotives and passenger rolling stock’ subsystem of the rail system in the european union”.
- European Union Agency for Railways. (2016). Directive (EU) 2016/797. “DIRECTIVE (EU) 2016/797 of the european

parliament and of the council on the interoperability of the rail system within the european union”.

European Union Agency for Railways. (2019). Commission Implementing Regulation (EU) 2019/776. “*Amending commission regulations (EU) No 321/2013, (EU) No 1299/2014, (EU) No 1301/2014, (EU) No 1302/2014, (EU) No 1303/2014 and (EU) 2016/919 and commission implementing decision 2011/665/EU as regards the alignment with directive (EU) 2016/797 of the european parliament and of the council and the implementation of specific objectives set out in commission delegated decision (EU) 2017/1474*”.

Korea Railroad Research Institute. (2021a). KRTS-VE-Part41-2021 (R2). “*Technical specifications for rolling*

stock-commercial train”.

Korea Railroad Research Institute. (2021b). KRTS-VE-Part31-2021 (R2). “*Technical specifications for rolling stock-high speed train*”.

Korea Railroad Research Institute. (2021c). KRTS-VE-Part51-2021 (R2). “*Technical specifications for rolling stock - metro and subway*”.

Received	October 23, 2022
Revised	October 24, 2022
Accepted	December 19, 2022