

# 철도차량 방사소음 기준에 대한 국외동향 고찰

## Considerations of emission noise standard for railway vehicles

조준호† · 고효인\* · 유원희\* · 김재철\* · 구동회\*

Jun-Ho Cho, Hyo-In Koh, Won-Hee You, Jae-Chul Kim and Dong-Hoe Koo

**Key Words** : railway vehicle(철도차량), emission noise(방사소음), standard(기준)

### ABSTRACT

Recently in Korea, noise is one of the most important social issues because the living standard becomes more higher. Railway noise is also annoying one in our society, although railway has very positive role in our country. The major measures for mitigation of railway noise in Korea are rail welding and installation of noise barrier on the noisy area. But these measures have its own limit for the calm and comfortable living environment. In Europe the railway noise problem has been treated more systematically and aggressively, there has been emission noise standard for Trans-European rail network. In this paper, the trend of noise standard for railway vehicles will be reported and the check point for our country will be discussed.

## 1. 서 론

최근 국민들의 소득수준 향상과 정온한 생활환경에 대한 욕구 증가로 소음진동 민원이 큰 폭으로 증가하는 등 사회적 문제화되고 있는 실정이다.

특히 철도는 국가 발전을 위한 공공 인프라의 하나로 환경 친화적인 교통수단임에도 불구하고 소음측면에서는 취약하며, 철도인근 주민의 경우 높은 소음도에 빈번하게 노출되어 있지만 그 대책은 방음벽의 설치 및 레일 이음매 용접을 통한 장대화 등 소음발생원에 대한 근본적인 대책은 미흡한 실정이다.

국외에서는 철도소음의 저감을 통한 국민에게 정온한 생활 환경을 제공하기 위해 주요 발생원인 철도차량에 대한 방사소음기준을 설정하여 시행하고 있다.

따라서 본 논문에서는 선진 외국에서 철도차량에서 방사되는 소음 저감을 위한 일환으로 기준을 설정하고 추진하고 있는 정책에 대해 고찰하여 국내에 주는 시사점을 파악하고자 한다.

## 2. 국가별 철도차량 방사소음 기준

### 2.1 국가차원의 방사소음 기준

철도차량 소음 방사 허용 기준은 법적으로 허용되는 최대음향 파워 혹은 음압레벨로 정의되며 이는 지정된 특정한 시험방법에 의해 측정되고 최고운행속도, 정차 시 가동조건, 감속 및 가속, 그 외 다른 명시된 조건 등의 다양한 관련 운행조건이 고려된다. 철도차량방사 한계 기준이 법적 효력을 가지고 있는 국가는 오스트리아와 핀란드, 이태리와 스위스이다. 다음에 각국의 기준에 대해 설명한다.

#### (1) 오스트리아

표 1 오스트리아 철도차량 소음 방사 기준

분류	정차 시	운행시 (80 km/h)	속도보정
전기기관차	74 dB(A)	84 dB(A)	$L(v) = L(80) + 30 \log(v/80)$
EMU	74 dB(A)	82 dB(A)	
디젤기관차	80 dB(A)	86 dB(A)	
DMU	76 dB(A)	84 dB(A)	
유지보수 차량	78 dB(A)	86 dB(A)	
객차	71 dB(A)	80 dB(A)	
객차(parcel vans)	74 dB(A)	83 dB(A)	

† 교신저자; 한국철도기술연구원  
E-mail : jhcho@krii.re.kr  
Tel : (031) 460-5366, Fax : (031) 460-5279

\* 한국철도기술연구원

오스트리아의 경우 철도차량으로부터 방사소음 기준의 측정 위치는 레일중앙부터 7.5m 지점이며 측정높이는 레일 상부 위 1.2m, 3.5m이고 측정값은 LA,max(fast)이다. 화물열차에 대해서는 컨테이너화차로부터 탱크화차까지 종류별로 구분하여 그 값이 제시되고 있다.

(2) 핀란드

철도차량 방사소음 측정위치 25m 이격거리, 3.5m 높이이고 측정값은 TEL(Transit Exposure Level)이다. 또한 핀란드에서는 트랙건설이나 대차설비 & 유지보수 기기에 대한 소음기준도 85dBA로 설정하였다.

표 2 핀란드 철도차량 소음 방사 기준

구분	운행소음	운행속도	속도보정
기관차	88 dB(A)	200 km/h	200 km/h 이상에서는 20 km/h 마다 +1 dB
동력차	85 dB(A)		
객차	88 dB(A)		
화물차	85 dB(A)	100 km/h	
	87 dB(A)	120 km/h	

(3) 이태리

철도차량 방사소음 측정위치 25m, 레일상부 높이 3.5m 이며 측정량은 LA,max(fast)이다. 이태리의 경우에는 기간에 따라 다른 기준을 제시하여 일정시간이 흐르면 대략 2dBA를 강화시키는 방향으로 기준값이 변화된다.

표 3 이태리 철도차량 소음 방사 기준

구분	운행소음	운행소음	운행속도
	2002-01-01	2012-01-01	
대중교통 기관차	90 dB(A)	88 dB(A)	250 km/h
	85 dB(A)	83 dB(A)	160 km/h
화물운송 기관차	85 dB(A)	83 dB(A)	160 km/h
	84 dB(A)	82 dB(A)	90 km/h
디젤기관차	88 dB(A)	86 dB(A)	80 km/h
Rail cars	83 dB(A)	81 dB(A)	80 km/h
객차	88 dB(A)	86 dB(A)	250 km/h
	83 dB(A)	81 dB(A)	160 km/h
화물차	90 dB(A)	88 dB(A)	160 km/h
	89 dB(A)	87 dB(A)	90 km/h

(4) 스위스

스위스의 경우는 표 4에 나타난 바와 같이 운행시의 객차에 대해서만 방사소음 기준을 설정한 특징을 가지고 있다.

표 4 스위스 철도차량 소음 방사 기준

7.5 m 이격거리 1.2 m 높이에서의 TEL	80 km/h 에서의 운행 소음
개량 객차	84 dB(A)

(5) 미국

미국의 경우 연방법(Federal Regulation) 수송분야( Title 46 : Transportation)의 Part 210에 철도소음방사 승인규정들(Part 210- Railroad noise emission compliance regulations)에 철도차량 소음기준을 포함하고 있다. 이 규정은 일반조항과 검사 및 시험에 관한 부분 파트들로 구성되어 있으며 이하에 그 주요 사항에 대해 나타내었다.

특히 상기 규정은 미국 환경청(Environmental Protection Agency)에서 규정하고 있는 철도소음 방사 표준(Railroad Noise Emission Standards, 40 CFR part 201)의 실행을 위한 최소 승인규정을 나타내고 있다. 표5에 그 기준을 나타내었다.

상기 표준의 요구조건을 위반하는 철도장치 운영자는 소음 규제법(Noise Control Act of 1972)의 section 11에 의한 제재(penalty)를 받게 되어있다.

2.2 유럽공동체의 방사소음 기준

(1) 유럽공동체의 방사소음기준 설정 배경

철도 소음에 대한 규제기준은 유럽의 국가들을 중심으로 제정 개선되어 왔다. 1980년대 후반부터 1990년대에 집중되어 진행되었으며 적용대상에 있어서도 기존 노선보다는 신설노선 혹은 대규모 개량노선에 초점을 두어 평가량은 현재 Leq 혹은 Lmax 를 주로 사용한다. 유럽공동체는 새로이 출발된 소음정책에 발맞춰 1999년 12월 철도소음 연구그룹 (WG 6 Railway Noise : Working Group railway Noise of the European Commission) 이 소음방사를 다루는 모임으로서 소집이 되었다.

가) WG 6 Railway Noise 의 과업 내용 및 목표

모든 유형의 교통 시스템에 의한 소음 방사의 저감에 관한 기술적, 경제적 사항 관련 업무를 수행한다.

표 5 소음표준(40 CFR part 201) 요약  
- Appendix A to Part 210

Noise source	standards (dBA)	Noise Measurement	location
All Locomotives Manufactured on or before 1979/12/31			
Stationary, Idle Throttle Setting	73	Lmax (slow)	30m
Stationary, All Other Throttle Setting	93	"	"
Moving	96	Lmax (fast)	"
All Locomotives Manufactured After 1979/12/31			
Stationary, Idle Throttle Setting	70	Lmax (slow)	"
Stationary, All Other Throttle Setting	87	"	"
Moving	90	Lmax (fast)	"
Additional Requirement for Switcher Locomotives Manufactured on or Before 1979/12/31 Operating in Yards where Stationary Switcher and other Locomotive Noise Exceeds the Receiving Property Limit of	65	L90 (fast)	*
Stationary, Idle Throttle Setting	70	Lmax (slow)	30m
Stationary, All Other Throttle Setting	87	"	"
Moving	90	Lmax (fast)	Do.
Rail Cars			
Moving at Speeds of 45mph or less	88	"	"
Moving at Speeds Greater than 45mph	93	"	"
Other Yard Equipment and Facilities			
Retarders	83	**	*
Car-Coupling Operations	92	"	"
Locomotive Load Cell Test Stands, Where the Noise from Locomotive Load Cell Operations Exceeds the Receiving Property Limit of	65	L90 (fast)	"
Primary Standard	78	Lmax (slow)	30m

\* : Receiving Property

\*\* : Ladjavemax(fast)

크게는 유럽 위원회의 철도 소음 정책관련 제안서, 소음 방사 허용 기준을 개발하며 유럽철도망 (Trans-European rail network) 의 상호운용을 촉진하고, 철도소음에

의한 피해를 저감하는 과제를 지니고 있다. 이와 관련한 세부 과제는 다음과 같다.

- ① 철도차량 소음 방사 측정 관련 국제 기준인 ISO 3095 의 개정안 관련 적합성을 검증하여 다음의 사항에 관한 세부 업무를 수행한다[1][2] :
  - 유럽철도망의 상호 운용을 위한 기존철도 및 고속철도 시스템 소음 방사 허용 기준에 관한 기술적 명세서 (TSI: Technical Specifications for Interoperability) : 모든 차량 유형, 운행 조건에 따른 소음 방사 허용 기준
  - 철도 차량 및 궤도 소음 방사 특성, 측정방법
  - 인수형식 시험(type test)과 검증(monitoring)시험을 위한 차량 소음 방사 규정
- ② 비용편의 분석을 포함한 차량과 궤도관련 한계값 옵션을 검증한다.
- ③ 저소음 제동블록을 사용하는 화물열차의 개량에 관한 UIC/CER/UIP 의 대응전략을 평가한다.
- ④ 각 국가들의 현황과 소음 저감 우선순위에 대한 조사를 바탕으로 유럽 공통의 철도소음 저감 기술에 관한 비용편의 전략 제안서를 개발한다.
- ⑤ 철도 소음 저감과 시험 방법에 관한 향후 연구를 촉진한다.

나) WG 6 Railway Noise 과업개요

- ① 과업기간 : 1999.12~2004.6
- ② 참여기관 : 유럽공동체 소속국가, NGO, 철도연합회 (UIC, CER, UIP, UNIFE, UITP), 유럽위원회 (EC), 철도 분야의 주요일원

다) 기준 제작 관련 진행사항 (2000-2007)

- ① 2001.12 : TSI HGV (유럽철도 상호운용을 위한 기술 명세서-고속철도) 평가
- ② 2002 : 환경소음평가와 저감대책에 관한 유럽의회 및 참의원의 규정, "Directive 2002/49/EC 기준" [4]이 처음으로 유럽공동체에 의해서 발표되었다. 기존의 규정들은 주로 차량과 항공기 그리고 기계의 소음방사에 관한 허용한계 기준을 다루어 온 데에 반해 새로 발표된 규정은 소음허용 관련 기준을 소개하고 각 소속국가들에게 제시된 기간 내에 지역 내의 특정 음원에 대해서 다음과 같은 사항을 의무화시키고 있다:
  - 면밀한 전략적 소음지도 작성
  - 소음피해와 그에 의한 영향에 대한 정보 공개
  - 각 소속국가들의 관할지역이 환경피해 혹은 환경보호에 관한 기준을 달성하지 못한 경우에 대해 상응하는 대응책 확립 (2007 년까지는 주요 구간에 대해 소음지도를 의무화하고 2008 년까지는 대응전략 의무화, 그 외 사항들은 5 년후 결정하기로 함)[3]

- 주민들의 소음에 의한 피해와 노출상황을 관할지역의 EU-Commission 에게 통보

- ③ 2002.12.1 : 신설 상호운용 고속철도 차량에 관한 규정 발효
- ④ 2003.2 : 상호운용이 아닌 신차량 소음방사에 관한 UITP 권고기준 제안
- ⑤ 2003. 7 : CER (Community of European Railway) 멤버의 공약에 의해 신설 상호운용 차량 K-block 을 사용하는 열차만 조달허용
- ⑥ 2006.6.23 : 기존철도(화물열차, 객차, 기관차, EMU, DMU)의 운행 소음 허용 기준이 발효
- ⑦ 2007 중반 : TSI HGV (유럽철도 상호운용을 위한 기술명세서-고속철도) 개정본 발효

(2) 상호운용 기술 명세서 (TSI : Technical Specification for Interoperability)

가) 기존 상호운용 철도시스템에 관한 TSI (차량소음)[5](2005.12.23)

① 기반조건

본 규정은 화물열차, 기관차, 전동차, 객차에 의한 소음방사를 다루며 화물열차에 관해 규정하는 것은 정차소음, 운행소음이며 기관차, 전동차, 객차에 관한 규정은 정차소음, 출발소음, 운행소음, 운전실 차 내 소음이다.

② 화물열차에 관한 소음방사 한계기준

화물열차 운행 방사 소음을 결정하기 위한 요소로는 지정된 측정방법에 의한 소음레벨, 마이크로폰 위치, 차량의 운행 속도, 레일 거칠기, 궤도의 동역학적 방사특성이다.

표 6 화물열차 운행 소음 한계기준  
(이격거리 7.5m 높이 1.2 m, 속도 80 km/h )

차량유형	LpAeq,Tp	속도보정
단위길이당 평균 윤회개수가 0.15 $m^{-1}$ 까지의 신차량	82 dB(A)	LpAeq,Tp(80km/h) = LpAeq,Tp(v) - 30*log(v / 80 km/h)
단위길이당 평균 윤회개수가 0.15 $m^{-1}$ 까지의 개량 혹은 교체차량	84 dB(A)	
단위길이당 평균 윤회개수가 0.15 ~ 0.275 $m^{-1}$ 까지의 신차량	83 dB(A)	
단위길이당 평균 윤회개수가 0.15 ~ 0.275 $m^{-1}$ 까지의 개량 혹은 교체차량	85 dB(A)	
단위길이당 평균 윤회개수가 0.275 $m^{-1}$ 이상의 신차량	85 dB(A)	
단위길이당 평균 윤회개수가 0.275 $m^{-1}$ 이상의 개량 혹은 교체차량	87 dB(A)	

표 7 화물열차의 정차 소음 한계 기준  
(이격거리 7.5m 높이 1.2 m )

차량유형	LpAeq,T
모든 화물열차	65 dB(A)

③ 기관차, 전동차(동력차), 객차 소음 방사

정차소음은 우선적으로 보조장치인 냉각장치, 환풍에어컨 장치와 압축기등에 의해서 야기된다. 출발소음은 추진부품인 디젤엔진과 냉각환풍기, wheel slip에 의하며, 운행 소음은 일차적으로 속도에 의존하여 야기되는 차륜/레일 상호작용에 의한 전동소음으로부터 발생한다. 전동소음 자체는 차륜과 레일의 거칠기가 혼합되고 레일과 윤축의 동역학적 거동으로부터 야기된다. 저속의 운행일 경우 추진 및 보조장치가 기여한다.

방사소음레벨은 지정된 측정방법에 의해 얻어진 소음레벨, 마이크로폰 위치, 차량 운행속도, 레일의 거칠기, 궤도의 동역학 방사거동에 의해 특징지어지며 정차소음을 결정하기 위해 요구되는 요소는 지정된 측정방법과 지정된 마이크로폰 위치에 의해 측정된 소음레벨과 운행조건들이다.

표 8 E-, D-기관차, EMU, DMU 와 객차 정차소음 방사 한계 기준(이격거리 7.5m 높이 1.2 m)

차량유형	LpAeq,T
전기기관차	75
디젤기관차	75
EMU	68
DMU	73
객차	65

표 9 E-, D-기관차, EMU, DMU 와 객차 운행소음 방사 한계 기준 (이격거리 7.5m 높이 1.2 m )

차량유형	7.5m 이격거리에서의 LpAeq,Tp
전기기관차	85
디젤기관차	85
EMU	81
DMU	82
객차	80

객차의 실내소음은 상호운용구성요소에 포함되지 않는다. 그럼에도 불구하고 운전석에서의 소음은 중요한 부분이므로 소음원에 추가적으로 차음 혹은 방음 등의 적합한 소음저감 대안 활용하여 최대한 제한되어야 한다.

나) 고속철도의 소음 방사 한계기준[6]

표 10 최고속도 운행 시 고속철도 운행 소음 한계( 레일 중앙으로부터 25m 이격거리에서의 TEL :Transit Exposure Level, prEN ISO 3095: 2001.1.12)

구분	속도(km/h)				비고
	250	300	320	350	
신규 차량 유형 (추가적인 측정 오차 1dB(A) 포함)	88	92	93		ISO 3095
기존 설계에 준한 신규 차량 (~2004.11.30)	90	93	94		
2004 년 이후의 제안 한계	86	89	90	92	
비교자료 : ICE 1/2	85-87	90.7			

3. 국내 철도차량 소음기준 도입 관련 시사점

유럽 각국은 오래전부터 철도차량으로부터 방사되는 소음에 대해 기준을 수립하여 시행하여 오고 있었음을 알 수 있었다. 철도차량 방사소음기준을 적용하여 시행하고 있는 국가들의 경우 주로 최고소음도나 TEL(Transit Exposure Level)을 이용하여 평가하고 있음을 알 수 있다.

또한 유럽과 달리 미국은 측정방법이나 측정평가량 등 많은 면에서 독자적인 기준을 오래전부터 적용하여 왔다. 주로 평가량도 최대소음도를 적용하여 왔으며, 국가 특성상 주로 디젤기관차 중심으로 적용되어 왔다.

유럽연합의 소음정책 기조에 맞추어 유럽에서 상호 운용되는 철도차량으로부터 각국의 저소음 환경을 유지하기 위해 차량 방사소음이 최근 제정되어 시행되기 시작했으며 이는 유럽연합 회원국이 모두 받아들여 시행해야하는 규정으로써 기준 제정뿐만 아니라 저소음 환경을 위한 연구개발 등 다각적인 노력을 관계전문가 Working Group의 활동과 맞물려 추진시키고 있다.

우리나라의 경우도 정온한 생활환경을 조성하기 위한 노력의 일환으로 철도차량 제작차 소음기준 설정이 필요하며, 단기간에 목표 달성을 위해서는 유럽의 TSI 기준을 준용하여 가장 커다란 철도시장을 이끌어가는 유럽의 동향을 주시하고 국제적인 소음환경을 유지할 필요가 있으며, 또한 국내의 경우 차종 구분 및 적용 시점 등에 대한 현실적 여건을 고려하여 기준 제시가 필요하다고 판단된다.

후 기

본 연구는 환경부 생활환경과의 연구비 지원에 의해 수행되었으며 이에 관계자에게 감사드립니다.

참 고 문 헌

- (1) Position Paper on the European strategies and priorities for railway noise abatement, Working Group Railway Noise of the European Commission 2003
- (2) Europaeische Laermpolitik-Berichte aus den Arbeitsgruppen "Emmissionen" Jahresbereich 2001 der Arbeitsgruppe 6 "Schienenlaerm"
- (3) Oertli, J., Railway Noise Abatement : The case for retrofitting freight vehicles with composite brake blocks, IWRN9(2007)
- (4) Richtlinie 2002/49/EG des Europäischen Parlaments und des rates vom 06.02.2002 über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm. AB1 EG L 189 vom 18.07.2002, 12
- (5) TSIs for the trans-European conventional rail system Commission 2006/66/EC: Commission Decision of 23 December 2005 concerning the technical specification for interoperability relating to the subsystem 'rolling stock — noise' of the trans-European conventional rail system (notified under document number C(2005) 5666)
- (6) Commission Decision of 30 May 2002 concerning the technical specification for interoperability relating to the rolling stock subsystem of the trans-European high-speed rail system referred to in Article 6(1) of Directive 96/48/EC (notified under document number C(2002) 1952)