

특집

철도소음의
규제기준 및 저감대책

철도소음 기준 동향

조 준 호*, 고 효 인, 유 원 희
(한국철도기술연구원)

1. 머리말

현대 도시에서는 많은 소음이 발생된다. 오늘날 소음분쟁은 주요 국가에서 도시생활의 일부가 되었으며, 이러한 소음은 인구밀집지역이나 공동주택, 산업단지, 교통 노선 근처에서 빈번하게 일어난다.

이와같이 현대 소음문제의 주요 분야인 철도는 도로에 비해 공공성을 띠고 있어 그동안 소음기준 수립 등에 있어서 뒤늦게 발전되어 오고 있다. 유럽의 경우 도로와 항공기에 대한 방사소음 기준은 일찍부터 시행되어 왔지만 철도의 경우 그 시행이 최근 몇 년 전부터 이루어져 오고 있는 실정이다.

철도 소음에 대한 규제기준은 유럽의 국가들을 중심으로 제정 개선되어 왔다. 1980년대 후반부터 1990년대에 집중되어 진행되었으며, 적용대상에 있어서도 기존 노선보다는 신설노선 혹은 대규모 개량노선에 초점을 두고 시행되어왔다. 일찍부터 고속철도 소음기준을 명문화하여 적용하고 있는 나라는 일본이고 그 이외의 고속철도 보유국가의 경우 일반 철도소음기준이나 도로소음기준을 근거로 고속철도 소음을 규제하는 실정이었다. 그러나 유럽공동체는 새롭게 출발된 소음정책에 발맞춰 1999년 12월 철도소음

연구그룹 (WG 6 Railway Noise : Working Group railway Noise of the European Commission)이 소음방사를 다루는 모임으로서 소집이 되는 등 철도차량 차원의 소음규제기준을 포함한 광범위한 철도소음 저감을 위한 노력을 기울여오고 있다.

이와같은 노력은 환경소음평가와 저감대책에 관한 유럽의회 및 참의원의 규정, "Directive 2002/49/EC 기준"이 처음으로 유럽공동체에 의해서 발표되었기 때문이다. 기존의 규정들은 주로 자동차와 항공기 그리고 기계의 소음방사에 관한 허용한계기준을 다루어 온 데에 반해 새로 발표된 규정은 소음허용관련 기준을 소개하고 각 소속국가들에게 제시된 기간 내에 지역 내의 특정 음원에 대해서 소음지도 작성, 소음피해와 그 영향에 대한 정보 공개 등과 같은 사항을 의무화시키고 있다.

따라서 이 글에서는 세계 주요국의 철도소음 관련 기준을 차량에서 방사되는 소음 기준과 수음자 입장에서의 환경소음 기준으로 나누어 설명하고 한국의 철도소음 규제 기준 동향을 나타내었다.

2. 국가별 철도차량 방사소음 기준

2.1 국가차원의 방사소음 기준

* E-mail : jhcho@krri.re.kr / (031) 460-5366

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, 이탈리아와 스위스이다. 다음에 각국의 기준에 대해 나타내었다.

(1) 오스트리아

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

표 1 오스트리아 철도차량 소음 방사 기준

분류	정차시	운행시 (80 km/h)	속도보정
전기기관차	74 dB(A)	84 dB(A)	L(v)=L(80) +30log(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)	

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	

(2) 핀란드

철도차량 방사소음 측정위치는 25 m 이격거리, 3.5 m 높이이고 측정값은 TEL(transit exposure level)이다. 또한 핀란드에서는 트랙건설이나 대차설비 & 유지보수 기기에 대한 소음기준도 85 dBA로 설정하였다.

(3) 이탈리아

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

(4) 스위스

스위스의 경우는 표 4에 나타난 바와 같이 운행시의 객차에 대해서만 방사소음 기준을 설정한

표 3 이탈리아 철도차량 소음 방사 기준

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

표 4 스위스 철도차량 소음 방사 기준

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

특징을 가지고 있다.

(5) 미국

미국의 경우 연방법 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. 이격거리는 다른 유럽과 다르게 30m를 기준으로 하고 높이는 1.2m를 기준으로 한다. 기타 열차 전환 작업에 사용하는 기관차(switch locomotive) 및 철도작업장에서 사용하는 차량 등에 대한 기준도 제시하고 있는 특징을 가지고 있다.

특히 상기 규정은 미국 환경청에서 규정하고 있는 철도소음 방사 표준(Railroad Noise Emission Standards, 40 CFR part 201)의 실행을 위한 최소 승인규정을 나타내고 있다. 표 5에 그 기준을 나타내었다.

상기 표준의 요구조건을 위반하는 철도장치 운영자는 소음규제법(Noise Control Act of 1972)의 section 11에 의한 제재를 받게 되어있다.

표 5 소음표준(40 CFR part 201) 요약(appendix A to part 210)

구분	정차 시 Lmax(slow)	운행 시 Lmax(fast)
1979.12.31 이전 제작기관차	아이들 노치 73 dBA 다른 노치 93 dBA	96 dBA
1979.12.31 이후 제작기관차	아이들 노치 70 dBA 다른 노치 87 dBA	90 dBA
부수차(rail car)	-	88 dBA (45 mph 이하인 경우) 93 dBA (45 mph 초과인 경우)

2.2 유럽공동체의 방사소음 기준

유럽공동체는 환경소음평가와 저감대책에 관한 유럽의회 및 참의원의 규정 “Directive 2002/49/EC 기준”을 발표하였다. 기존의 규정들은 주로 차량과 항공기 그리고 기계의 소음방사에 관한 허용한계기준을 다루어 온 데에 반해 새로 발표된 규정은 소음허용관련 기준을 소개하고 각 소속국가들에게 제시된 기간 내에 지역 내의 특정 음원에 대해서 소음지도 작성, 소음피해와 그에 의한 영향에 대한 정보 공대 등을 의무화시키고 있다. 이와같이 소음허용기준은 유럽철도망의 상호운용을 촉진하고, 철도소음에 의한 피해를 저감하고자 제시되었다.

이하에는 유럽철도망의 상호 운용을 위한 기존 철도 및 고속철도 시스템 소음 방사 허용 기준에 관한 기술적 명세서(TSI: Technical Specifications for Interoperability)에 포함된 철도차량 방사소음 기준에 대해 나타내었다.

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

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

정차소음은 우선적으로 보조장치인 냉각장치, 환풍에어컨 장치와 압축기등에 의해서 야기된다. 출발소음은 추진부품인 디젤엔진과 냉각환풍기, 차륜 미끄러짐(wheel slip)에 의하

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

차량유형	LpAeq,T
모든 화물열차	65 dB(A)

표 8 기관차, 전기동차, 디젤동차와 객차 정차소음 방사항계 기준(이격거리 7.5 m, 높이 1.2 m)

차량유형	LpAeq,T
전기기관차	75
디젤기관차	75
전기동차(EMU)	68
디젤동차(DMU)	73
객차	65

며, 운행 소음은 일차적으로 속도에 의존하여 야기되는 차륜/레일 상호작용에 의한 전동소

표 9 기관차, 전기동차, 디젤동차와 객차 운행소음 방사항계 기준 (이격거리 7.5 m, 높이 1.2 m)

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

표 10 고속철도 운행 소음 한계

(레일 중앙으로부터 25m 이격거리 LpAeq,Tp, ISO 3095: 2008.3.26)

구분	속도(km/h)			
	250	300	320	350
고정편성열차 (추가적인 측정오차 1 dBA 포함)	88	92	93	

표 11 공기전달소음 기준 비교(유럽, 건물 앞 조건)

국가	기준선	신선	경고/우선순위	비고
오스트리아	-	65~70 L _{Aeq(day)} 55~60 L _{Aeq(night)}	-	5 dB 보너스 포함
덴마크	-	63 L _{Aeq(24h)} 85 L _{Amax}	68 L _{Aeq(24h)} - 방음 유인 시작 (insulation trigger)	5 dB 보너스 포함. 68 dB(A)의 경우, 소유주는 방음비용의 50%, 73 dB(A)의 경우 25% <78 dB(A)의 경우 10% 부담
핀란드	-	58 L _{Aeq(day)} 53 L _{Aeq(night)}	-	
프랑스	-	63(60) L _{Aeq(day)} 58(50) L _{Aeq(night)}	-	0 또는 3 dB 보너스포함; 팔호안은 TGV 선 해당
독일	신거주지를 위한 계획값 58~63 L _{Aeq(day)} 48~53 L _{Aeq(night)}	67 L _{Aeq(day)} 57 L _{Aeq(night)}	-	5 dB 보너스 포함

음으로부터 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, 마이크론 위치, 차량 운행속도, 레일의 거칠기, 궤도의 동역학 방사거동에 의해 특징지어지며 정차소음을 결정하기 위해 요구

되는 요소는 지정된 측정방법과 지정된 마이크론 위치에 의해 측정된 소음레벨과 운행조건들이다.

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

표 12 공기전달소음 기준 비교(유럽, 건물 앞 조건) - 계속

국가	기준선	신선	경고/우선순위	비고
네덜란드	-	63 LAeq(day) 58 LAeq(evening) 53 LAeq(night)	68 LAeq(이 값을 기준으로 국가에서 소음문제 해결에 대한 책임) 실내소음 40 LAeq을 만족하는 경우 73 LAeq 허용됨	5 dB 보너스 포함
노르웨이	-	58~63 LAeq(24h) 83 LAmax 45~55 LAmax (실내)	LAeq(24h)>68 또는 LAmax>93 인 경우 보상(pay out) 거주자 동의 안하는 경우 실내에서 LAeq(24h)<35 LAmax<55 되도록 방음필요	
스웨덴	-	63 LAeq(24h) 45 LAmax (실내)	-	
스위스	65 LAeq(day) 55 LAeq(night)	60 LAeq(day) 50 LAeq(night)	75 LAeq(day) 70 LAeq(night)	주거지역에 대한 레벨임. 매우 민감지역은 5 dB 차감 상업 또는 산업지역의 경우 5~10 dB 더함. 철도의 경우 운행 열차수에 따라 5~15 dB 보너스 적용
영국	-	-	68 LAeq(day) 63 LAeq(night)	2~3 dB 보너스 포함; 방음의 필요성을 결정하기 위한 기준임.

표 13 공기전달소음 기준 비교(북미, 아시아)

국가	기존선	신선	경고/ 우선순위	비고
캐나다	-	35 L _{Aeq} (night) (침실) 40 L _{Aeq} (day) (거실) 55 L _{Aeq} (day) (옥외)	-	
미국	-	52~65 L _{Aeq} (1h) (정온) 52~65 L _{Adn} (주거) 57~70 L _{Aeq} (1h) (학교 등)	-	기존소음레벨에 따라 변함. 기준은 착수 누적 레벨(onset cumulative levels) 즉 기존 더하기 신규에 해당함.
홍콩	-	60 L _{Aeq} (30min) (낮과 저녁) 50 L _{Aeq} (30min) (밤)	-	주거지역에서 다른 소음원의 영향이 없을 때에 해당하는 값임. 다른 소음원의 영향이 있는 경우 5~10 dB을 더함.
일본	-	70 L _{Apeak} (주거지역) 75 L _{Apeak} (상업 및 산업지역)	-	신간선 고속선에 대한 기준 06시부터 자정까지 연속하는 20대 열차로부터 상위 10개 열차에 대한 에너지 평균값으로 정의함.(소음계는 slow 조건)
한국	70(63-65) L _{Aeq} (day) 65(63-65) L _{Aeq} (night)	70(60) L _{Aeq} (day) 60(60) L _{Aeq} (night) 45 L _{Aeq} (5m) (실내)	-	팔호안은 고속선 실내소음에 대한 규정은 주택건설기준등에 관한 규정(2007. 7. 24)임
중국	70 L _{Aeq} (day) 70 L _{Aeq} (night)	70 L _{Aeq} (day) 60 L _{Aeq} (night)	-	

3. 철도 환경소음 기준

수음자 위치에서의 기준은 일반적으로 신선을 중심으로 설정되지만 기존선 등에서 소음저감 대책을 위한 지침으로써 적용되기도 한다. 신선에 비해 기존선은 보통 5 dB 정도 높게 설정되는 경우가 많다 또한 경고 또는 우선대책을 위한 기준은 5~10 dB 높은 레벨이 설정되는 경우가 많다. 다음은 주요 국가의 수음자 위치에서의 환경소음 기준에 대해 나타내었다.

4. 맺음말

(우리나라의 철도소음 기준을 중심으로)

한국의 철도소음 기준에 대한 역사는 그리 오래되지 않았지만 1990년 8월 소음진동규제법의 시행과 더불어 철도소음에 대한 규제가 시행중이다. 한국의 경우에는 정부 목표로서의 환경기준은 아직 부재한 상태이며, 규제치에 해당하는 철도소음한도가 적용되고 있다. 이와같은 이유로 2004년 4월부터 상업 운영된 고속철도 건설시

표 14 고속열차 소음기준

지역구분	기준(LeqdB(A))		
	시험선	일반선	개통후 15년후
주거지역	65	63	60
산업 및 상업지역	70	68	65

표 15 철도소음한도(소음진동규제법 36조)

대상지역	구분	한도			
		2009년 12월 31일 2009년 1월 1일-		2010년 1월 1일부터	
		주간 (06:00- 22:00)	야간 (22:00- 06:00)	주간 (06:00- 22:00)	야간 (22:00- 06:00)
주거지역, 녹지지역, 준도시지역중 취락지구 및 운동·휴양지구, 자연환경보전지역, 학교·병원·공공도서관의 부지경계선으로부터 50m이내 지역	소음(LeqdB(A))	70	65	70	60
	진동(dB(V))	65	60	65	60
상업지역, 공업지역, 농림지역, 준농림지역 및 준도시지역중 취락지구 및 운동·휴양지구외의 지역, 미고시 지역	소음(LeqdB(A))	75	70	75	65
	진동(dB(V))	70	65	70	65

비고 : 1. 대상지역의 구분은 국토이용관리법에 의하며, 도시지역은 도시계획법에 의한다.

2. 정거장은 적용하지 아니하며, 철교는 2010년 1월 1일부터 적용한다.

3. 총리령 제474호 소음·진동규제법시행규칙중개정령의 시행일(1994년 11월 21일)이후 준공되는 철도에 대하여는 2010년 1월 1일부터의 한도를 적용한다.

환경영향평가 협의를 위해 표 14에 나타난 특별 기준이 적용되었다.

또한 기존선 개량이나 신규로 건설되는 일반철도의 경우 철도소음 규제법에 제시된 철도소음 한도가 적용되고 있다. 이 한도값은 표 15에 나타내었으며, 특히 1994년 이후 준공되는 철도와 2010년 1월 1일부터는 야간소음도가 5 dB 강화

된 기준이 도입될 예정이다.

정온한 생활환경을 위한 환경부의 정책 계획에 따라 철도차량 제작차 권고소음기준이 2009년 제시될 예정이며 철도관련 환경소음 기준도 정비하여 빠른 시일 내에 추진하기 위한 정책 연구용역이 진행 중에 있다. 