

철도운행선의 생활소음 저감방안 연구

A Study for the Reduction of Railway Noise

한두섭†·김희만*·이상배·이진호·강성해**

Du-Seob Han, Hee-Man Kim, Sang-Bae Lee, Jin-Ho Lee and Sung-Hae Kang

Key Words : Railway Noise, Reduction Method

ABSTRACT

These days, the damage of noise has increased seriously by rapid change of life style because of the centralization of urban population, and the rapid increase of traffic. The Ministry of Environment has emphasis on the systematic management about the noise of daily life and the close connection of daily noise management policy with relevant ministries, and put into practice "the master plan of lessening the noise of daily life" from year 2006. This study tried to find out the reduction methods and the effective management of railway noise in the action plan of railway part of "the master plan of lessening the noise of daily life". According to this study, railway noise can be reduced greatly by taking action of railway detail plans. The cause of railway noise varies by rolling stock, track and more, so the reduction methods of railway noise can be studied specially, scientifically and constantly in every field.

1. 서론

전국을 잇는 고속도로망의 건설과 함께 2004년 경 부고속철도의 개통으로 전 국토가 반나절 생활권으로 통합되었으며, 이에 따라 국가경제의 발전과 편리한 국민생활이 가능하게 되었다. 또한, 고속철도 수혜지역의 확대, 주 40시간 근무제 시행으로 인한 여가시간의 확대 및 정보통신망과 관련기술의 급속한 발전 등으로 국민의 시간 및 공간이용의 패턴이 근본적으로 변화될 것으로 예상된다. 최근 국민의 소득수준이 증가함에 따라 맑은 물과 깨끗한 공기, 정온한 주거환경 등 쾌적한 환경에 대한 욕구는 더욱 증가되고 있으며, 환경 친화적인 교통수단의 개발 및 교통안전 증진에 대한 사회적 요구도 급격히 증대되고 있는 실정이다.

교통소음은 그 배출원이 자동차·기차 등으로서 발생

소음도가 매우 높을 뿐만 아니라 그 피해지역도 광범위하다. 특히, 도로망을 따라 광범위하게 영향을 주는 자동차 소음과는 달리 철도소음의 피해지역은 비교적 제한되어 있기 때문에 환경소음 측면에서 도로소음에 비하여 상대적으로 소홀히 취급되어 왔으나 최근 인구의 도심집중화 및 교통량 급격한 증가와 고속철도 개통이라는 생활양식의 변화에 따라 소음·진동과 관련한 민원이 큰 폭으로 증가하는 등 생활소음의 피해가 심각해지고 있으며, 이에 따라 철도소음·진동과 관련된 국내 학계의 연구도 활발히 이루어지고 있다.

본 연구에서는 국내·외 환경변화에 능동적으로 대응하고 철도소음·진동으로 인한 철도주변 주민들의 피해를 최소화하기 위하여 철도소음의 현황 및 문제점을 분석하고 환경부 주관으로 추진중인 「생활소음 줄이기 종합대책」의 철도분야 세부추진계획을 면밀히 검토하여 철도운행선의 생활소음 저감방안을 강구해 보고자 한다.

2. 철도변 소음의 현황

환경부에서 2004년도 16개 시·도의 소음·진동 관리시책 추진실적을 평가한 결과를 보면 2004년도 소음·진동민원은 총 29,576건이 발생하여 2000년 7,480건

† 책임저자, 정회원, 한국철도공사 수송안전실
E-mail : handuseob@hanmail.net
Tel : (042) 609-3162, Fax : (042) 609-3861

* 정회원, 한국철도공사 수송안전실 환경팀장

** 한국철도공사 철도연구개발센터/수송안전실

에 비해 약 4배 증가되었으며, 전체 민원중 95.5%가 생활소음과 관련된 것이다. 이 중 도로·철도 관련 민원은 429건으로 다른 소음원에 비하여 발생건수가 적은 것으로 나타나고 있지만, 철도는 열차 통과 전후에 소음도 차이가 크게 나타나고 철도를 중심으로 아파트 등 많은 공동주택이 건설되고 있는 추세이므로 철도소음·진동과 관련된 민원은 점차 확대될 것으로 예상된다.

또한, 중앙환경분쟁조정위원회가 설립된 1991월 7월 19일부터 2006년 12월 30일까지 처리한 민원은 총 1,578건으로 이 중 소음·진동과 관련된 조정이 1,366건(86%)으로 대부분을 차지하고 있는 실정이다.

환경부에서 2004년부터 구축·운영중인 철도소음측정망의 '06년도 상반기 운영결과를 보면 2005년도에 비하여 열차운행횟수가 증가(224회 ⇒ 237회) 하였음에도 불구하고 평균소음도는 소폭 감소되었으며, 평균소음도는 지면 위보다는 방음벽 효과가 적은 최고 예상층에서 약 3~4dB(A) 정도 높은 것으로 나타났다. 수도권 등 5개 권역별로 철도소음도를 분석해 보면 지면위에서는 방음벽이 없는 강원지역에서, 최고 예상층에서는 1일 평균 운행횟수가 575회로 가장 많은 수도권지역에서 평균소음도가 높게 나타나고 있다.

3. 철도운행선의 생활소음 저감방안

철도소음은 크게 레일과 바퀴의 상호작용에 의한 전동소음과 고속으로 주행시 발생하는 공력소음, 그리고 노반의 진동소음으로 분류할 수 있으며, 철도소음의 주파수 특성은 500~2,000Hz에서 최고 소음을 보여 사람이 가장 민감한 반응을 보이는 주파수 대역인 2,000~4,000Hz에 근접해 있다. 철도소음을 저감시키기 위해서는 소음 발생원에 대한 대책이 가장 효과적인 방법이나 근본적으로 소음 발생원을 차단시키지 못할 경우에는 방음벽, 수림대 및 방음턱, 노반의 흡음처리 등 소음전파 경로 및 수음점에 대한 대책을 병행 추진하여야 한다. 2005년 12월 환경부에서는 건교부 등 관계부처 합동으로 소음·진동의 관리여건 및 현황, 정책의 기본방향, 소음발생원별 대책 등 소음·진동 관련 정책을 포괄하는 「생활소음 줄이기 종합대책」을 수립하여 2006년부터 2010년까지(5개년) 추진중에 있으며, 철도분야 세부추진계획은 표 1과 같다.

표 1 철도분야 생활소음줄이기 세부추진계획

세 부 과 제 별	추진시기	소관부처
○ 철도소음관리 강화 - 철도차량 등 발생원 소음방지대책 강구 - 철도변의 방음대책 강구 - 철도소음 자동모니터링 설치 - 철도변 교통소음규제지역 지정·운영	2006~ 2007~ 2008~ 2010~	건교부 건교부 환경부 환경·건교부
○ 철도소음기준 설정 및 평가방법 합리적 검토 - 철도소음 환경기준 설정 - 철도소음 평가방법 합리적 검토 - 철도제작차 소음실태 조사 및 평가방법연구 - 철도제작차 소음기준 설정	2008~ 2008~ 2007~09 2010~	환경부 환경·건교부 “ “

3.1 신형 전기기관차(NEL) 교체

철도차량(Rolling Stock)은 기능에 따라 기관차, 여객차 및 화물차로 분류할 수 있으며, 동력차는 동력의 공급원에 따라 디젤차량과 전기차량으로 분류된다. 향후 2010년까지 디젤기관차 운행시 발생하는 대기오염물질(분진, 매연, 미세먼지, 질소산화물, 이산화탄소 등) 배출 및 소음·진동 발생 등 환경문제에 따라 디젤기관차의 도입계획은 없으며, 철도 전철화의 급격한 증대에 따라 신형 전기기관차의 운용은 점차 증가될 예정으로 년도별 운용계획은 표 2와 같다.

표 2 년도별 기관차 운용계획(대)

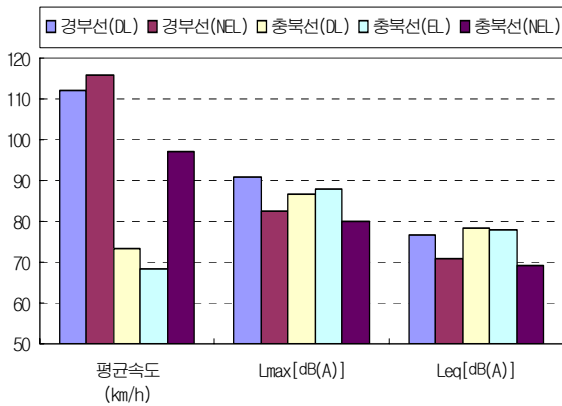
구분 \ 년도별	2006	2007	2008	2009	2010
	디젤기관차	455	443	425	299
신형 전기기관차	141	151	185	208	208

디젤기관차(DL)를 신형 전기기관차(NEL)로 교체시 철도소음 저감효과를 비교한 결과는 표 3과 같다. 경부선에서 여객열차(무궁화호)를 대상으로 철도소음을 측정할 결과 8200대형 신형 전기기관차가 디젤기관차에 비하여 평균 운행속도가 3.46km/h 정도 높음에도 최대소음도(L_{max})는 8.56dB(A), 열차통과시간 동안의 등가소음도(L_{eq})는 5.81dB(A) 정도 낮게 발생하였다. 충북선의 경우 화물열차를 견인하는 디젤기관차와 8000대형 전기기관차(EL)의 소음레벨 차이는 거의 없었으나, 여객열차를 견인하는 8200대형 신형 전기기관차는 평균운행속도가 23.6~28.6km/h 정도 높음에도 최대소음도(L_{max})는 6.78~7.98dB(A), 열차통과시간 동안의 등가소음도(L_{eq})는 8.73~9.35dB(A) 낮게 나타나고 있다.

표 3 기관차별 철도소음 측정결과표[dB(A)]

선 별	기관차별	열차별	측정수	평균속도 (km/h)	L _{max} (평균)	Leq (평균)
경부선	DL (7000대)	여 객	11	112.17	90.92	76.60
	NEL (8200대)	여 객	9	115.63	82.36	70.79
	증 감			+ 3.46	△8.56	△5.81
충북선	DL (7000대)	화 물	5	73.40	86.70	78.40
	EL (8000대)	화 물	5	68.40	87.90	77.78
	NEL (8200대)	여 객	5	97.00	79.92	69.05
	증 감			+ 23.60	△6.78	△9.35

그림 1 기관차별 철도소음 비교도



3.2 궤도개량

열차의 고속화 및 운행횟수의 증가에 따른 궤도파괴를 예방하고 열차운행시 발생하는 철도소음·진동 저감을 위하여 레일중량화·장대화 등 노후레일의 개량, 분기기 탄성·망강·중량화 등 분기기개량, 교량상 방진체결구 설치 및 레일연마 등 궤도개량작업을 지속적으로 시행하고 있으며, 궤도개량 세부시행계획은 표 4와 같다.

표 4 궤도개량 세부시행계획

구 분	총대상	기개량	'07년계획	'08년이후
레일중량화	3,525km	677km	9km	2,839km
레일장대화	3,640km	2,651km	20km	969km
노후레일개량	312km/년	-	45km	312km/년
탄성분기화	2,970틀	1,357틀	6틀	1,607틀
망강크로싱화	6,573틀	3,715틀	16틀	2,842틀
분기기중량화	5,011틀	884틀	43틀	4,084틀
방진체결구	2.8km	1.0km	-	1.8km

3.3 레일연마

차륜과 레일과의 접촉에 따른 소음중 고속주행시 문제가 되는 것은 진동음으로 이 소음의 발생 메카니즘은 레일과 차륜 표면의 미세한 요철(굴곡)로 인해 가진력이 생기고 차륜과 레일의 고체진동이 음파로 되어 공기중에 방사되는 것이다. 진동음을 저감시키는 제일 효과적인 방법은 표면 요철을 제거하는 것으로 차륜을 연마하거나 파상마모 등 굴곡된 레일 면을 연마하는 방법이 있다. 레일의 파상마모(Corrugation)와 소음레벨의 관계는 파장이 수 cm인 파상마모에 대하여 파고 0.05~0.1mm 정도인 경우의 소음레벨은 평균 레벨보다 2~3dB(A) 정도 높게 되며 파고가 0.15mm 정도인 경우의 소음레벨은 평균 레벨보다 5~7dB(A) 정도 높게 나타나는 것으로 알려져 있다. 한국철도공사는 경부고속선의 고속열차 승차감 향상과 레일수명 연장을 위하여 매년 200km 이상 레일연마를 시행하고 있으며, 소음 및 진동의 저감효과와 함께 레일표면 평탄화에 따른 차륜충격의 감소로 레일의 균열과 절손예방 등 레일수명 연장에도 크게 기여할 것으로 판단된다.

고속선(T2) 대전북연결선(곡선반경 R=500m)의 파상마모가 발생한 구간에서 레일연마 시행후 철도소음을 측정할 결과를 보면 표 5와 같이 열차외부의 최대소음도(L_{max})는 11.5~14.9dB(A), 열차 내부의 최대소음도(L_{max})는 8.1~10.5dB(A) 정도 감소된 것으로 나타났다.

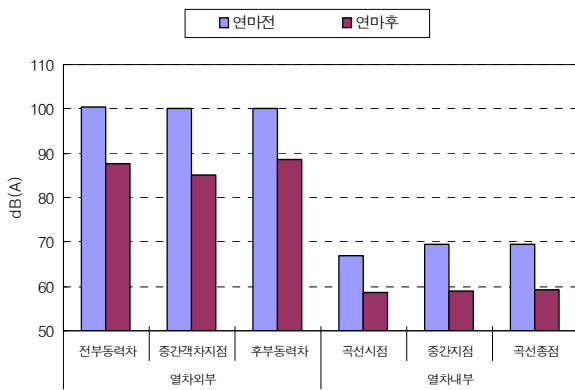
표 5 레일연마 전·후 철도소음 측정결과표[dB(A)]

구 분	열차외부			열차내부		
	전부 동력차	중간지점	후부 동력차	곡선시점	중간지점	곡선종점
연마전	100.3	100.0	100.2	66.8	69.5	69.6
연마후	87.8	85.1	88.7	58.7	59.0	59.4
증 감	△12.5	△14.9	△11.5	△8.1	△10.5	△10.2

표 6 철도연변 방음벽 설치현황

년도별	계		일반철도		고속철도	
	개소	연장(km)	개소	연장(km)	개소	연장(km)
계	1,544	360.527	1,234	282.943	310	77.584
2005년까지	1,475	340.174	1,174	264.755	301	75.419
2006년실적	29	8.958	24	7.618	5	1.340
2007년계획	40	11.395	36	10.570	4	0.825

그림 2 레일연마 전·후 철도소음 비교도



3.4 방음벽 등 방음시설 설치

“방음시설”이라 함은 방음벽·방음림·방음뚝·방음터널 등 소음저감을 목적으로 설치되는 구조물 및 수립 등으로 방음벽에 의한 실용적인 삽입손실치의 한계는 점음원일 때 25dB(A), 선음원일 때 21dB(A)정도이나 실제로는 5~15dB(A) 정도이며, 방음벽의 길이는 점음원일 때 벽 높이의 5배 이상, 선음원일 때는 음원과 수음점 간의 직선거리의 2배 이상으로 하는 것이 바람직하다. 또한, 방음벽 상부선단에서 음에너지가 집중되어 넘어가는 회절현상이 발생하는 데 방음벽 상단에 회절음 저감장치인 소음감소기를 설치하면 현장 조건에 따라 다르겠지만 방음벽 높이를 기준으로 평균 1.5~2m 정도를 높인 효과[소음저감량 1~4dB(A)]가 있는 것으로 알려져 있으며, 철도연변의 방음벽 설치현황 및 2007년 설치계획은 표 6과 같다.

4. 결론

이상과 같이 환경부에서 추진중인 「생활소음 줄이기 종합대책」 중 철도분야의 세부추진계획을 적극 실천함으로써 환경 친화적인 철도이미지 제공과 함께 열차의 안전도 향상과 궤도의 유지보수비 경감에도 크게 기여할 것으로 판단된다. 철도소음은 차량, 시설 등 그 발생원이 매우 다양하므로 저감대책 또한 분야별로 전문적이고 과학적인 연구가 필요하다. 고속철도(KTX) 개통 이후 지속적인 증가 추세에 있는 소음·진동 등과 관련된 환경분쟁의 사전 예방과 효율적인 대처를 위하여 철도소음·진동 환경기준의 설정과 “주택건설기준등에관한규정” 등 관련법규의 재검비가 필요한 실정이다. 장기적으로는 철도제작차의 소음기준 설정, 철도소음·진동에 대한 자동 모니터링 시스템의 구축 및 철도 소음지도의 작성 등을 포함한 철도소음·진동 저감대책에 대한 연구를 적극 추진하여야 할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. 환경부(2006), “생활소음 줄이기 종합대책”
2. 한두섭(2006), “철도운행선의 소음저감을 위한 기술적 연구”, 우송대학교 대학원, 석사학위
3. 김희만(2001), “부산광역시의 철도배출원에 의한 대기 및 소음의 환경적 영향과 예측”, 부산대학교 대학원, 박사학위
4. 김정태,손정근,김홍찬,김정수(2006), “생활소음종합대책 : 철도분야 세부실천계획” 한국소음진동공학회 추계학술대회 논문집
5. 이상배,이성욱,우병구(2006) “레일두부 표면요철에 의한 열차주행시 진동발생에 대한 분석” 한국소음진동공학회 논문집