

환경 친화적 철도건설에 따른 소음·진동의 평가기준

Study on the Evaluation Standard of Noise and Vibration for Environment-Friendly Railway Construction

김동기† · 박병은* · 한승우**

Kim, Dong Ki Park, Byung Eun Han, Sung Woo

ABSTRACT

The energy efficiency and environment-friendly aspect of the railway system would be superior to other on-land transportation systems. In a preliminary feasibility study stage, the energy efficiency and problems related with environment are usually not considered. The railway noise and vibration which could be reasons of environmental problems are focused and studied in this paper. The investment for railway systems could be encouraged by the considering of main environmental elements evaluated with the modified noise and vibration standard for environment-friendly railway construction.

1. 서론

환경친화적인 철도건설을 위하여 철도설계자, 관련 행정기관 등이 계획·설계·시공시 활용할 수 있고 현장 적용이 가능한 철도노선 선정방안과 합리적인 철도 소음·진동의 평가방안을 제시하고자 한다.

철도건설법 제2조에서 규정하고 있는 철도(고속철도, 광역전철, 일반철도) 및 그 일부 시설(선로, 역시설, 선로보수기지, 차량정비기지, 차량유치시설, 철도의 전철전력설비, 정보통신설비, 신호 및 열차제어설비 등)과 도시철도법 제3조에서 규정하고 있는 도시철도 및 도시철도시설(선로, 역사 및 역무시설, 선로 및 도시철도차량을 보수·정비하기 위한 선로보수기지, 차량정비기지, 차량유치시설 및 창고시설)에 적용되며, 지역특성 및 환경여건 등에 따라 환경성 검토 및 협의 시 의견제시가 가능하도록 객관적인 철도 소음·진동의 평가방안이 필요하다

도시에는 인구밀도가 높은 주거특성상 철도건설로 인한 소음·진동은 지역 주민들에게 영향을 주고 있으며, 따라서 소음·진동에서의 평가방안의 방향은 계획노선의 건설로 인해 법적으로 제시된 환경기준을 만족시키는 지에 대한 것

을 검토하는 것이 중요하다.

소음·진동 항목에서 철도노선 선정시 주요 검토사항은 인체, 구조물과 관련된 환경기준 고려하여야하며 피해예상지역이 소음·진동에 민감한 구조물, 문화재보호구역, 야생동식물보호구역(조수보호구역) 및 주거지역인 경우 피해가 예상되는 대상에 적합한 환경관련기준을 고려하여 노선을 선정하여야 한다. 관련 환경기준은 다음 표와 같다.

구분	환경 기준	비고
공사시	생활소음·진동규제기준	소음·진동규제법 시행규칙 별표7의2
발파시	생활소음·진동규제기준 피해판단기준으로서의 기준(인체, 구조물 등)	소음·진동규제법 시행규칙 별표7의2
운영시	교통소음·진동한도	소음·진동규제법 시행규칙 별표10

2. 환경친화적 철도건설 평가방안

2.1 평가항목별 중점평가내용

철도건설사업의 환경영향 평가시 일반적으로 다루어야 할 중점평가내용과 철도 유형별 중점평가내용을 고려하였다. 일반적으로 다루어야 할 중점평가항목으로 지형·지질, 동·식물, 수질(지표·지하) 및 수리·수문, 토지이용, 대기질, 토양 및 친환경적 자원순환(폐기물), 소음·진동, 위락·경관에 대하

† (주)유신코퍼레이션 철도부 전무
E-mail : dgkim54@hanmail.net

* 한국철도시설공단 부장

** 한국철도시설공단 차장

여 철도 유형별 중점평가항목을 도출하기 위해 그 유형을 일반철도 및 고속철도, 지하철, 경전철로 구분하여 각각의 중점평가내용을 기술하였다

2.2 일반철도 및 고속철도

일반철도 및 고속철도의 공사는 중단 및 곡선반경이 제한되어 있어 대부분 직선화된 노선특성이 있으므로 고성토(교량) 및 터널이 반복되는 노선 특성을 나타내고 있다. 따라서 공사시의 환경영향요인은 성토 및 교량공사, 터널공사로서 항타, 터널공사시의 소음진동(발파), 갱구부 산림훼손, 터널굴착수에 의한 지하수 및 수질영향이 중점 평가대상이 된다. 운영시의 주 환경영향요인은 소음이며, 소음발생 특성은 다소 상이하여 일반철도의 경우 레일과 차륜의 상호접촉에 의한 마찰음이 주를 이루며, 고속철도의 경우 열차의 속도가 240km/hr 이상으로 증가하면 공력소음이 주 소음원으로 나타나고 있다.

2.3 지하철도

지하철도의 경우 도심지를 관통하는 대부분 지하터널공사가 주를 이루므로 터널 굴착공사 시 발파진동 및 지하수 영향 등이 주요 환경영향요인이며, 공사방법상 개착공사가 있을 경우에는 개착공사 구간에서의 H-PILE 항타 소음 영향등이 예상되고있다.

운영시에는 지하구간이므로 소음은 특별한 문제가 없으나, 진동으로 인한 환경영향 및 환기구에 의한 대기오염과 실내 공기질의 환경영향이 예상된다.

3.4 경전철

요즈음 갑자기 유행하는 도시철도에서 경전철은 지상궤도 및 고가궤도방식에 따라 환경영향요인의 차이는 다소 있지만 현재 우리나라에서 추진되고 있는 궤도방식이 대부분 교량이므로 이를 고려한다면 공사 시 환경영향요인은 교량 항타 공사 시 소음진동 영향이 주 환경영향요인이 될것으로 예상되고있다.. 부가적으로 차량기지 등에서 토공사가 이루어질 경우 대기질의 영향이 수반된다.

운영 시는 전력에 의해 운행되는 경전철의 특성상 대기오염의 영향이 없으며, 최고 발생 소음도는 60km/hr속도로 운행시 30m거리에서 약 60dB(A) 수준으로 특별한 경우를 제외하고는 큰 문제가 없을 것으로 예상된다.

3. 철도소음 진동 평가 방안

3.1 평가대상

철도건설시 소음-진동 평가의 시간적 범위는 공사 시와 운영 시로 구분되고 있다. 평가대상은 건설공사시의 건설 장비소음 및 발파 시 소음진동 영향 등과 운영 시 철도 주행에 따른 소음진동 영향이 우려되는 철도노선 주변의 정온

시설이다.

3.2. 현황조사

현황조사는 대상 계획철도 통과지역의 입수 가능한 최신문헌자료에 기초하여 소음진동 평가에 관련이 있는 사업, 지역특성과악 및 현장조사를 실시하여 대상사업의 특성과 위치를 명확하게 하고 최선의 평가기법을 선정하기 위해 필요한 자료를 확보하여야 한다

1) 사업특성 파악

사업특성 파악은 대상사업이나 대상지역의 특성, 위치를 명확하게 하고 당해 사업에 대한 소음진동 평가방법을 결정하기 위한 기본 자료를 파악하는 것으로 다음과 같은 사항을 고려하여야 한다.

우선 계획노선에 대한 소음진동 영향 측면에서 공사시 및 운영시 평가에 필요한 설계속도, 계획교통량, 철도구조, 공종 등의 설계제원과 공사물량을 파악한다. 또한 당해 철도 건설을 시행함에 따라 공사 시 및 운영시 소음진동의 유발이 예상되는 상황을 예측하여야 한다.

2). 지역특성 현황조사

지역 특성 등에 따른 현황조사는 대상 계획철도 통과지역에 대해 입수 가능한 최신문헌자료에 기초하며, 사업특성에서 파악된 소음진동으로 인하여 피해가 예상되는 지역을 도면으로 다음과 같이 파악한다. 우선 상세한 도면을 사용하여 정온시설 현황을 파악한 후 세부적인 지역특성을 조사하여야 한다.

3).현장조사

현장조사 시에는 실제 지형의 확인, 소음-진동 현황조사, 피해예상지역 설정 및 저감시설 설치 가능여부 등 종합적인 상황파악이 이루어져야 하며, 다음 사항을 고려하여 조사하여야 한다. 도상작업 결과와 실제 현장과의 일치 여부를 확인하고, 현황파악을 위해 피해예상지역을 중심으로 소음진동을 측정하여야 한다. 또한 사업-지역특성과 현장조사 결과를 종합하여 공사 시 및 운영시의 피해예상지역을 설정하고, 피해예상지역의 소음진동 저감시설 설치의 가능여부를 파악한다.

3.3. 예측 및 평가

3.3.1. 공사 시 영향예측 및 평가

공사 시 정온시설을 대상으로 일반공사와 발파공사로 나누어 영향예측 및 평가를 실시. 예측 방법으로는 과거의 사례를 이용하는 방법과 실험식 등을 이용하는 방법이 있으며, 사업특성과 지역특성을 고려하여 적절한 예측식을 선정한다.

1) 일반공사시 영향예측 및 평가

일반공사시 영향예측 및 평가는 다음의 사항을 고려하여 평가한다. 피해예상지역별 및 공중별로 예측평가하고 주 작업장은 물론 부대작업장을 포함하여 전공중에 대하여 예측평가한다. 그리고 적합한 예측식을 선정하고 예측인자의 적용 타당성 여부를 제시한 후, 피해예상지역별로 대상지역을 명기하고 고 소음·진동 유발공종인 경우는 작업시간을 고려하여 평가한다.

2) 발파공사시 영향예측 및 평가

발파공사시 소음·진동은 충격성분이 강하므로 발파로 인해 영향을 미칠 수 있는 지역을 대상으로 영향을 예측하고 평가하며, 다음의 사항을 고려하여 작성한다. 우선 적합한 예측식을 선정하고 예측인자의 적용 타당성 여부를 제시한 후 환경목표 소음·진동도의 만족여부에 따라 발파공법을 선정한다.

3.3.2. 운영시 영향 예측 및 평가

운영시 예측 및 평가기법은 지역특성과 현장조사 결과를 토대로 운영시 예측 소음·진동도를 평가한 후, 피해예상지역에 미치는 영향의 정도를 파악하여 적절한 저감대책을 수립할 수 있도록 자료를 제시한다.

1) 소음

철도교통소음을 예측하는 방법으로는 회귀모델에 의한 방법, 해석모델에 의한 방법, 실험모델에 의한 방법, 축소모형실험에 의한 방법이 있다. 고속철도의 경우에는 프랑스 TGV 예측식, 일반철도와 전철의 경우에는 국립환경연구원 예측식 등이 많이 사용되고 있다.

2) 진동

철도진동의 예측은 일본 신간선의 진동과 거리감쇠식(고속철도), 국립환경연구원의 예측식(일반철도 및 전철) 등을 통하여 이루어지고 있으며 철도의 특성을 고려하여 예측식을 선정하여야 한다.

4. 소음·진동 저감 방안

평가결과를 토대로 사업으로 인한 소음·진동 영향을 저감하기 위한 사업규모조정, 토지이용계획의 조정, 저감시설의 설치 및 기타 소음·진동 영향을 저감할 수 있는 방안을 구체적으로 수립 제시. 저감방안 수립 후 사업으로 인해 소음·진동에 미치는 영향 평가한다.

철도건설 공사는 소음·진동 발생이 불가피하고, 운영 시에도 철도주행으로 인한 소음·진동이 발생하므로 철도건설시 생활환경 보전 측면에서 평가하고 대책을 강구하여야 한다.

소음·진동 측면에서 환경훼손을 저감할 수 있는 설계기법은 철도특성별 철도구조 및 부속 시설물(노반/궤도) 관련 소음·진동 저감방안, 기타 시설 등을 통한 소음·진동 저감방안, 항타·발파 시 소음·진동 저감방안으로 구분할 수 있으며 다양한 방안을 고려할 수 있다.

4.1. 회 피

대상 계획철도에 대한 지역현황조사 및 예측결과 환경보전의 관점에서 매우 중요하다고 판단되는 보호구역, 대단위 주거 밀집지역 및 대규모 축사 등에 대한 지역적 고립과 분단·편입·재산상 피해가 현저할 경우에는 사업시행자가 가능한 범위 내에서 대상 피해시설을 회피하는 방안을 종합적으로 검토한다.

4.2. 완 화

철도는 사업시행자가 차량 및 노반, 궤도 그리고 시스템(건축, 전기, 통신, 신호)분야를 동시에 건설하고 통합 운영하는 교통 시설로서 소음·기계에 대한 완화대책 수립기법은 환경상의 악영향을 최소화시키는 것이 목적이다. 건설 계획 및 건설시 및 운영 시 예측결과가 규제기준이나 환경기준을 초과하는 지역에 대하여는 저감대책을 강구하여 가능한 한 환경목표기준 이내의 쾌적한 상태를 유지할 수 있어야 한다 따라서 저감시설물 설치에 대한 주민의견수렴과 사업의 특성 및 지형적 특성을 고려하여 다양한 측면에서 검토하여 친환경적인 저감대책을 수립할 필요가 있다.

4.2.1. 건설계획 시 저감대책

철도노선의 선형은 대량수송을 위한 철도차량의 특성과 자동차 특성의 차이로 인하여 기술적으로 도로노선보다 평면선형과 종단기울기에 대해서 많은 제약이 요구된다. 따라서 예측결과가 규제기준이나 환경기준을 초과하는 지역을 국지적으로 우회하기는 곤란하다. 이에 따라 우회가 불가능한 지역은 차선책으로 지하 터널로 구조물계획하거나, 하천 등을 경유하는 방법으로 철도 소음·진동에 대하여는 저감대책을 강구하여 가능한 한 환경목표기준 이내의 쾌적한 상태를 유지할 수 있어야 한다.

1) 노반구조물에 의한 저감대책

예측결과가 규제, 환경기준을 초과하는 지역에 대하여는 가능한 한 환경목표기준 이내가 되도록 저감방안을 강구한다. 철도노선 선정시 가능한 철도 소음·진동의 저감방안 강구하여 우회하거나 부득한 경우에는 산악지역이나 하천 지역으로 우회하거나, 노선의 우회가 불가피 할 경우에는 경제성을 고려하여 지하구조물로 계획하는 저감방안 강구한다.

2) 궤도구조물에 대한 대책

철도차량 주행에 의한 소음·진동은 철도 차량과 레일의 상호 작용에 의한 사항으로 철도차량 엔진에 의한 진동 소음 다음으로 큰 비중을 차지한다. 따라서 철도계획 시 철도차량은 물론 궤도설비도 고려하여야 한다. 저감방안으로는 궤도 재료에 대한 저감방안과 궤도형식에 의한 저감방안 등이 있다.

3) 시스템(건축, 전기, 통신, 신호)분야 시설에 대한 대책
시스템분야 시설은 직접적으로 영향을 미치지 않으며, 전기의 경우 전원 개발 축진법의 적용을 받으므로 각 분야에 다른 규제 및 기준에 따른다. 하지만 시스템분야를 건설 운영하기위한 건설 계획 시 소음·진동에 대한 영향이 최소화 되도록 위치선정 및 공사방법 등에 대해서 저감대책을 강구 해야 한다. 저감방안으로는 시스템 설비에 대한 저감방안과 시스템 설비 공사방법에 대한 저감방안 등으로 구분 할수 가 있다.

4.2.2. 건설시 저감대책

건설시 투입장비에 의한 소음·진동의 영향은 일시적이고 한정적이거나 충격성분이 강하여 주변지역에 큰 영향을 미칠 수 있으므로 피해예상지역에 저감대책을 수립하고 공사를 실시하여야 함. 공사장 소음·진동 저감대책의 기본사항을 설정하여 준수하고 예측결과 규제기준을 초과하는 지역은 저감대책을 수립함. 예측치의 오차범위를 고려한 저감대책 산정근거를 제시하고 저감효과를 평가하여 환경목표 달성 여부를 판단하여야 한다.

1) 정온시설에 대한 영향예측 및 저감방안

사업지역 주위에 고층 정온시설이 있는 경우에는 소음도를 예측하고 기준을 초과할 경우에는 저감방안을 수립하고, 사업지역 주위에 교육시설이 있는 경우에는 규제기준이나 환경기준이하로 저감할 수 있는 방안을 수립한다.

2) 노반공사 시 소음·진동 저감방안

철도노반공사는 토공사 구조물 공사로 나눌 수 있으며, 구조물 공사는 교량과 터널로 구분 할 수 있다. 교량과 터널공사는 일반적으로 유상공사를 수행하지만 특별한 경우 하천이나 해상에서 이루어 질수 도 있다. 구조물 공사 시에는 육상과 수중공사를 구분하여 현장의 지형적인 여건을 고려하여 생활 소음·진동 영향이 최소화 되도록 투입장비, 자재, 인원, 작업방법 등을 면밀히 검토하여 작어계획을 수립하여야 한다.

노반 공사시 생활 소음·진동 규제기준을 초과하는 정온 시설에 가설 방음 판넬을 설치하여 건설소음의 영향을 저감토록 한다. 가설 방음 판넬을 설치할 경우에 음원과 수음점의 표고를 고려하고 소음원과 가설 방음 판넬의 거리는 가설 방음 판넬의 회절감쇠효과가 최소가 되는 거리를

사용한다.

건설 공사 시 작업방법에 따라 소음·진동의 영향정도는 달라질 수 있으므로 피해를 최소화하는 작업방법에 의한 저감방안을 수립하여 시행토록 한다. 굴삭작업 시 가능한 한 저소음형 건설기계를 사용한다. 운반 작업 시 운반로 주변에 미치는 소음·진동을 최소화하기 위하여 운반로의 선정 시에는 미리 도로 및 인근 상황(통학, 병원, 학교, 정온시설 등에 대하여 충분히 조사한다.

소음·진동 민감 시설은 공사 시 부지경계와 인접한 정온시설 중에서 학교, 가축사육시설, 병원, 기타 소음·진동에 민감한 장비가 설치되어 있는 시설 등을 말한다. 이들은 일반 주거지역과는 달리 소음·진동에 있어 보다 엄격한 기준을 적용하는 것이 바람직하다.

공사 시 투입장비에 의한 진동저감으로서는 진동원과의 최대한 이격거리를 확보하고 공사계획을 통한 투입장비 규모 및 장비투입대수를 적정화하는 방안을 검토한다.

2) 항타공사시 소음·진동 저감방안

건설공사 시 항타로 인한 소음·진동을 저감하기 위하여 유압식 항타기 사용, 프리보링후 유압식 항타기 사용, 가설 방음벽 설치, 매입공법 등을 적용한다. 저감대책으로는 유압식 및 진동식 항타 실시, 프리보링후 유압식 항타, 항타 지역 주변에 가설 방음 판넬 설치, 항타기에 방음커버 적용 등의 방법으로 저감시켜야 한다.

3) 발파공사시 소음·진동 저감방안

발파소음·진동을 경감시키기 위해서는 충분한 발파효과를 얻으면서 발파소음·진동을 경감시킬 수 있는 발파공법을 선정하여야 한다. 또한 진동속도 추정식을 이용하여 피해예상지역별로 환경목표에 만족하는 발파공법 및 장약량을 선정하고 저감대책은 현실적이고 발파현장 여건에 적합하도록 수립하며 시공전 필히 시험발파를 실시하고 그 예측결과에 따라 저감대책을 보완하도록 시험발파 계획을 수립한다. 발파지역 주변에 축사 등이 있을 경우에는 환경분쟁조정위원회의 사례를 참조하여 규제기준이나 환경기준 이하를 적용하여야 하며, 발파를 시행할 경우에 시설물에 대해서 규제기준이나 환경기준 이하로 저감시키고, 발파공사시 소음·진동 저감방안 발파 소음 저감방안 발파 진동 저감방안 발파에 의한 비석 대책을 강구하여야 한다.

4) 운행선 개량공사 시 소음·진동 저감방안

철도 개량공사의 경우 기존 운행선에서 열차가 정상적으로 운행하면서 별도의 철도노선을 개량하는 공사이다. 따라서 건설공사 수행과정에서 부득이 하게 기존 운행선을 공사방법에 따라 임시선을 부설하여 별도로 열차를 운행시키는 과정이 있다. 또한 기존선을 철거하는 경우도 있다. 이 경우 공사기간 동안 소음·진동의 영향은 일시적이고 한

정적이나 충격성분이 강하여 주변지역에 큰 영향을 미칠 수 있으므로 피해예상지역에 저감대책을 수립하고 공사를 실시하여야 한다.

4.2.3. 운영시 저감대책

다양한 측면에서 검토된 저감방안중 실시가능하고 친환경적이며 효과가 큰 저감방안을 선정함. 예측결과 환경목표를 초과하는 지역은 저감대책을 수립하고 예측치의 오차 범위를 고려한 저감대책 산정근거를 제시한다. 주민의견 수렴내용을 제시하고 기존의 방음벽으로 환경기준을 유지할 수 없는 지역의 경우 적극적인 대책을 수립하여 제시한다. 주행철도(일반철도, 고속철도, 도시철도 등)의 특성에 따른 소음예측식의 적정성과 구간별 소음예측식의 일관성을 확보하고, 장대레일을 사용 이음부 통과소음 최소화하며, 필요시 진동방지침목 등을 사용하여 저감한다.

1) 전반차폐시설 설치에 의한 저감

방음벽 설치는 계획목표연도 철도계획 목표연도에 부합되도록 계획하며, 철도공용시 교통량 증가추세 및 주변 현황 조사를 통하여 추가 소음평가 및 방음벽(소음간섭장치 등 포함)의 설치를 검토한다.

방음벽의 설치장소는 철도의 신설이나 확장시 소음예측을 실시한 후 그 결과에 따라 필요한 장소에 설치하고 주택·학교·병원·도서관·휴양시설의 주변지역 등 조용한 환경을 요하는 지역(이하 “보호대상지역”이라 한다)중 소음의 영향을 크게 받는 지역으로서 상주인구밀도, 학생수, 병상수 드잉 많고 소음이 환경기준을 초과하여 소음문제가 발생하거나 발생할 우려가 큰 지역부터 우선하여 설치한다. 주거지역 등의 예측소음도가 환경정책기본법 등의 소음환경기준치 및 설정기준 등을 상회하는 지역에 설치하고 환경영향평가 등의 영향예측시 설치 제외된 구간이라도 현장 여건상 필요하다고 판단되는 곳은 설치여부를 재검토하고 그 결과에 따라 조치한다. 방음시설의 설치위치는 음원에 가까운 쪽, 즉 철도단에 설치를 원칙으로 한다.

방음벽의 설치위치를 결정하고 소음도를 환경목표 수준(소음규제 기준치)까지 감쇠시키기 위하여 필요한 높이를 결정한다. 방음벽 높이 산정은 필요 감쇠치와 음원의 주파수를 설정하고 경로차에 의한 식을 이용하여 방음벽의 높이를 결정한다.

방음벽 길이는 방음벽 측단으로 입사하는 음의 영향을 고려하여 환경목표를 달성할 수 있는 길이를 갖도록 한다. 방음벽 형식은 경제성, 차음성, 시공성 및 지역주민의 의견 등을 종합적으로 고려하여 주변과 조화되고 철도이용자에게 위압감이 없고 안정감을 주는 환경친화적인 형식 및 재질을 선정한다.

방음터널의 적용은 도로변에 고층의 건물 또는 정온을 요구하는 시설물 등이 밀집하여 있어 방음벽의 설치로 환경

목표치를 달성하기 어려운 특수한 경우에는 지역특성과 방재 등을 고려하여 신중히 검토하여 적용한다. 방음벽 및 방음림은 계획노선 공사시 사도가 발생되며 철도변에 충분한 여유부지의 확보가 가능한 지역을 대상으로 적용성을 검토한다.

2) 발생원 차폐에 의한 저감

철도 소음·진동의 발생원은 궤도와 차륜에 의해 발생되는 마찰음 외에 구조물의 특성에 따라 다르다. 경우에 따라서는 전변 경로 차폐에 의한 저감 방법보다는 발생원을 차폐하거나 저감 시키는 방법이 효율성이 더 높을수 있으므로 저감효과와 경제성, 효율성을 검토하여야 한다. 구조물분야 특히 궤도분야는 소음·진동에 대한 기술이 급진적으로 발전하고 있는 실정을 감안해서 신소재나 신재료에 의한 소음·진동 저감 대책을 검토해야한다.

5. 환경영향 저감방안에 따른 설계기법

5.1. 소음·진동 민감시설에 대한 저감방안

현장조사결과 및 예측결과를 토대로 대상 오픈 공간, 위요된 공간의 정온시설(가축사육시설 포함)은 우선적 노선계획 수립시 배제하여야 하며, 불가피 할 경우 최대한 이격하여야 한다.

5.2. 정온시설과 교통집중개소에 대한 저감방안 및 설계기법

5.2.1 공사시

공사시 예측결과가 규제기준이나 환경기준을 초과하는 지역에 대하여는 일반적 가설방음판넬 및 방음벽 등의 저감시설을 설치하나, 이들 시설물로 인한 일조장해, 이질된 경관 창출 등 제2의 환경상 영향이 예상되므로, 이들 시설물의 설치시에는 주민의견수렴과 사업의 특성 및 지역적 특성을 고려하여 다양한 측면에서 검토하여 친환경적인 저감대책을 수립하여야 한다. 공사시 및 운영시 소음·진동 예측결과 생활소음·진동규제기준 또는 환경기준 등 평가 목표기준을 초과하는 소음·진동 영향권지역을 대상으로 저감대책을 강구하며, 토공 공사시 소음·진동 저감방안으로 공사시 가설방음판넬 설치, 토사 방음벽, 장비의 투입제한 등과 경적사용을 금지시킨다.

1).토공 공사시

토공 공사 시 생활 소음진동 규제기준을 초과하는 정온시설에 가설 방음판넬을 설치하여 건설소음의 영향을 저감토록 한다. 토공 공사시 작업방법에 따라 소음진동의 영향정도는 달라질 수 있으므로 피해를 최소화하는 작업방법에 의한 저감방안을 수립하여 시행토록 한다. 공사시 투입장비에 의한 진동저감을 위하여 진동원과의 최대한 이격거리

를 확보하고 공사계획을 통한 투입장비 규모 및 장비투입 대수를 적정화하는 방안을 검토한다.

2). 발파공사시

소음·진동 저감방안으로는 표준발파실시, 지발발파, 적정 장약량 사용, 차단벽 설치한다. 일반적인 발파소음·진동을 경감시키기 위해서는 충분한 발파효과를 얻으면서 발파소음·진동을 경감시킬 수 있는 발파공법을 선정하여야 한다. 터널 발파공사의 경우에는 갱구 부근의 굴착시 발파 등에 따른 소음·진동이 될 수 있는 한 적게 배출되도록 발파설계시 배려하도록 한다.

3). 항타공사시

소음·진동 저감방안으로는 유압식 항타기 사용, 프리보링 후 항타, 가설방음벽 설치, 타입공법이 아닌 매입말뚝공법 적용하고, 기초공법의 선정 시에는 소음·진동발생을 저감하기 위하여 기성말뚝을 항타하는 공법, 현장타설 공법, 매입 공법등을 종합적으로 검토한 후, 시공의 신뢰도가 높고 소음·진동 발생이 적은 공법의 채용을 검토한다.

5.2.2. 운영시

운영시 철도소음 저감대책으로 방음벽 설치, 방음독 설치, 녹지대 조성, 배수성 포장 등에 의한 소음을 저감시킨다. 디젤기관차의 경우에는 동력원이 주 소음원 이지만 전동차 및 객차의 경우에는 차륜과 레일의 접촉 등 상호작용에 의해 발생하는 소음원으로 레일과 차륜 쌍방 간의 요철을 아주 작게 함으로써 소음·진동을 저감할 수 있다. 이를 위해 제동시에 발생된 레일의 파상마모와 차륜의 편마모를 삭성 등을 통해 교정할 수 있도록 정비계획을 수립한다.

도심지 통과 경전철등의 차량은 고무차륜 및 차륜중심과 타이어 사이에 탄성고무가 삽입되어 차륜의 진동을 흡수하여 차륜으로부터 방사되는 소음을 저감할 수 있는 탄성차륜의 사용을 우선 적용하고, 진동으로 인한 영향이 우려되는 지역에는 장대레일, 레일패드, 방진체결구, 방진매트, 방진침목패드, 방진슬래브 궤도등의 대책방안을 종합적으로 검토하여 적용할수 있다. 방음벽 설치시 소음평가의 목표 연도는 도로계획 목표연도에 부합되도록 계획하며, 철도공용시 운행횟수 증가추세 및 주변 현황조사를 통하여 추가 소음평가 및 방음벽의 설치를 검토한다.

6. 결론

환경친화적인 철도건설을 위하여 철도설계자, 관련 행정기관 등이 계획·설계·시공시 활용할 수 있고 현장 적용이 가능한 철도노선 선정방안과 합리적인 철도 소음·진동의 평가방안을 제시하고자 한다. 일반적으로 다루어야 할 중점평가항목으로 지형·지질, 동·식물, 수질(지표·지하) 및 수

리·수문, 토지이용, 대기질, 토양 및 친환경적 자원순환(폐기물), 소음·진동, 위락·경관에 대하여 철도 유형별 중점평가항목을 도출하기 위해 그 유형을 일반철도 및 고속철도, 지하철, 경전철로 구분하여 각각의 중점평가내용을 기술하였다

계획노선에 대한 소음·진동 영향 측면에서 계획시, 공사시 및 운영시 평가에 필요한 설계속도, 계획교통량, 철도구조, 공종 등의 설계제원과 철도건설을 시행함에 따라 발생하는 소음·진동의 예상되는 상황을 사업특성과 지역특성을 고려하여 적절한 예측식을 선정한다. 평가결과를 토대로 사업으로 인한 소음·진동 영향을 저감하기 위한 사업규모조정, 토지이용계획의 조정, 저감시설의 설치 및 기타 소음·진동 영향을 저감할 수 있는 방안을 구체적으로 수립 제시. 저감방안 수립 후 사업으로 인해 소음·진동에 미치는 영향 평가한다. 대책 수립 시 가능한 대상 계획철도에 대한 지역현황조사 및 예측결과 환경보전의 관점에서 매우 중요하다고 판단되는 지역의 피해가 현저할 경우에는 사업시행자는 가능한 범위 내에서 대상 피해시설을 회피하는 방안을 종합적으로 검토한다.

철도는 사업시행자가 차량 및 노반, 궤도 그리고 시스템(건축, 전기, 통신, 신호)분야를 동시에 건설하고 통합 운영하는 교통 시설로서 소음·기준에 대한 완화대책 수립기법은 환경상의 악영향을 최소화시키는 것이 목적이다. 건설 계획 및 건설시 및 운영 시 예측결과가 규제기준이나 환경기준을 초과하는 지역에 대하여는 저감대책을 강구하여 가능한 한 환경목표기준 이내의 쾌적한 상태를 유지할 수 있어야 한다. 따라서 저감시설물 설치에 대한 주민의견수렴과 사업의 특성 및 지형적 특성을 고려하여 다양한 측면에서 검토하여 친환경적인 저감대책을 수립할 필요가 있다.

결론적으로 소음·진동 민감시설에 대한 저감방안은 현장조사결과 및 예측결과를 토대로 평가방안을 정립하여, 타 교통수단과 비교 할 수 있는 규제기준이나 환경기준에 따라 정온시설의 범위를 설정한다. 그리고, 이에 따라 우선적 노선계획 수립시 정온시설을 회피하여야 하며, 불가피 할 경우 최대한 이격하여야 한다.

참고문헌

1. 최준규 : 환경친화적인 도로노선 선정을 위한 계량적 평가기법 개발에 관한연구(2002.02 건국대 학교 박사학위논문)
2. 한국 환경정책·평가 연구원 : 철도건설사업의 중요환경영향에 관한연구 (2004.12)
3. 한국개발연구원 : 예비타당성조사 수행을 위한 일반 지침 수정·보완 [제4판] (2004.12)