

환경친화적 철도설계기법 연구 용역
(요약보고서)

2006년 12월



한국환경정책·평가연구원

(주)알티비코리아

차 례

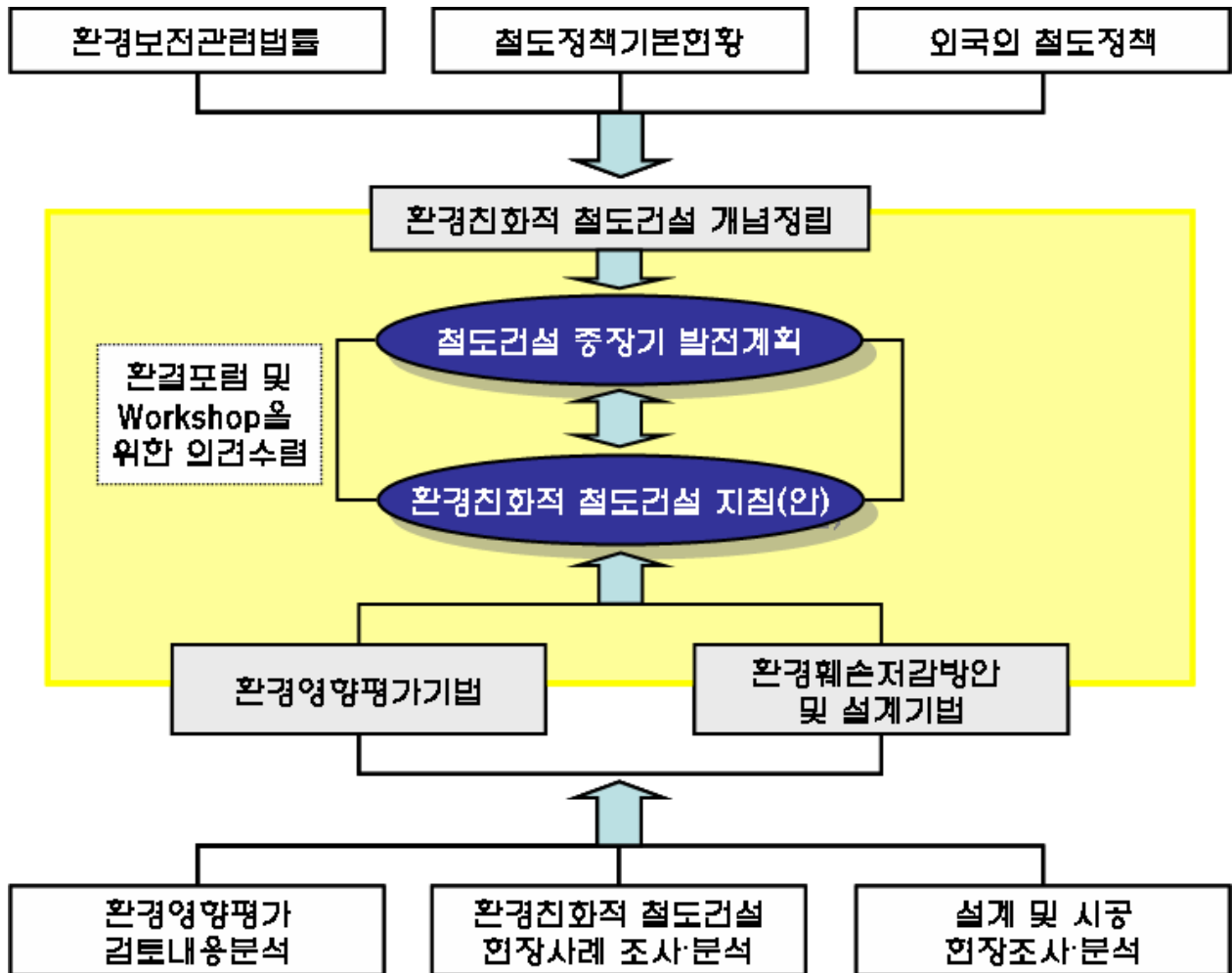
제1장 서론(과업의 주요내용 및 추진현황)	1
1. 과업의 주요내용	1
2. 주요 연구내용 및 추진현황	2
제2장 철도정책과 육상교통의 환경영향 비교	7
1. 철도건설사업 추진체계	7
2. 국내·외 철도정책 추진현황	8
3. 국내 철도건설계획 현황	9
4. 철도와 육상교통의 환경영향 비교	13
제3장 철도사업의 환경영향 분석·평가	17
1. 철도사업 환경영향평가 추진현황	17
2. 철도사업 주요 환경영향	19
3. 환경영향평가 평가내용의 분석	22
4. 환경보존비용효과의 상관관계 검토 분석	24
5. 노선선정 정량화 기법	26
제4장 국외의 철도사업 환경평가 사례	30
1. 외국의 철도환경관리 추진현황	30
2. 외국의 철도사업 환경영향평가와 시사점	38
제5장 환경친화적 철도건설 추진방안	44
1. 환경친화적 철도건설의 개요	44
2. 환경친화적 철도건설 추진방향	48
3. 환경친화적 철도건설 지침(안)의 구성과 주요내용	50
【참고】 환경친화적 철도건설 현장사례 외	65
1. 환경친화적 철도건설 현장사례	65
2. 환경영향평가 정보지원시스템	69

제1장 서론(과업의 주요내용 및 추진현황)

1. 과업의 주요내용

<p>가. 철도건설의 환경 현안문제 분석</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 관련자료 수집 및 분석 2) 환경친화적 철도건설 현황 조사 3) 환경친화적 철도건설의 문제점 분석 4) 환경친화적 철도건설의 외국사례 분석 5) 철도와 도로 등 타 분야와의 환경성 측면에 대한 장·단점 등 비교·분석 자료 제시
<p>나. 한국형 환경친화적 철도건설의 개념(기본 목표 및 전략 포함) 정립</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 환경친화적 철도건설의 개념을 정립 2) 교통수단으로서의 친환경적인 철도의 기본적인 목표와 전략수립 제시 3) 중장기 개선방안 또는 연구과제로 수행하여 할 목록 제시
<p>다. 철도유형 및 지역별 철도건설사업에 대한 환경영향 평가항목별 평가기법 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - 지역별, 토지이용특성별로 예측 평가해야 할 환경영향요인(철도 종별 및 각종 법령에서 규정하고 있는 보호구역 등)을 선정하고 평가기법을 개발
<p>라. 공정별 환경훼손 저감방안 및 설계기법 제시</p> <ul style="list-style-type: none"> - 지침서(안) 작성에 필요한 사안별 핵심내용 - 환경영향인자에 대하여 철도설계/시공/유지관리 단계에서 반영할 수 있는 설계제원 및 관련 공법을 제시 - 타 법령에 의하여 지정된 구역·지역·지구를 통과하는 경우 환경 피해 저감 또는 환경복원 방안을 제시하여 철도건설이 가능한 철도설계 기법을 개발
<p>마. 환경친화적 철도건설 지침(안) 작성</p> <ul style="list-style-type: none"> - 광범위하게 언급되고 있는 환경친화적 철도건설 내용을 구체적으로 검토하여 현실성을 부여 - 철도절개면 관리기법을 마련하며 환경친화적 철도건설 요소기술을 수치화하고 지역 특성과 생태적 특성을 고려한 설계제원을 제시 - 환경친화적 철도건설기법 내용을 종합 정리하여 환경친화적 철도건설의 지침으로 구체화 - 철도종류별 환경성 및 경제성을 종합적으로 고려할 수 있는 노선선정기법을 개발하기 위하여 기본설계와 실시설계의 단계별 점검항목 및 의사결정 정량화 기법과 정량화 시스템을 개발
<p>바. 환경친화적 철도건설 가이드라인</p> <ul style="list-style-type: none"> - 환경친화적인 철도건설 지침을 보완하고 철도관련 종사자 등의 실용성을 해결하기 위한 철도설계, 시공, 유지관리 단계별 환경친화적인 가이드라인을 제시

2. 주요 연구내용 및 추진현황



가. 철도건설의 환경 현안문제 분석

- 1) 관련자료 수집 및 분석
- 2) 환경친화적 철도건설 현황 조사
- 3) 환경친화적 철도건설의 문제점 분석
- 4) 환경친화적 철도건설의 외국사례 분석
- 5) 철도와 도로 등 타분야와의 환경성 측면에 대한 장·단점 등 비교·분석 자료 제시

1) 관련자료 수집 및 분석

가) 철도건설과 관련하여 환경관련 법률에서 규제하고 있는 각종 행위제한 현황을 파악하여 이를 도면화하고,

철도 건설에 따른 유형별 환경현안문제 현황 사례 중심으로 조사·분석한다.

중요하게 고려되는 환경보호구역

☞

- 환경보전 관련 법률

- 생태계보전구역, 습지보전구역 등 10개 지역에 대한 현황조사와 도식화(정보지원 시스템 활용)

철도 유형별 환경현안문제 → 국정감사, 보도자료 등 현안문제 조사

나) 기존 환경평가항목 및 평가기준에 대한 적정성 검증

철도사업에 대한 환경영향 평가항목과 평가기준

- 선형건설사업의 공통적 평가내용과 철도 특수성을 비교

- 평가항목별 평가기준 도출(자문의견 반영하여 수정)

다) 이제까지의 환경친화적 철도건설의 정량적 비교로 현실의 정확한 판단 분석

호남고속철도 노선기본계획수립에 대한 전략환경영향평가(중간보고서)

환경친화적 철도건설의 정량적 비교 : 사례조사→항목도출

라) 기존 환경영향평가 보완내용 및 설계 반영여부에 대한 조사 분석 및 문제점 파악

☞

평가항목별 세부 평가내용에 대한 설계 반영여부

→ 설계 반영 가능성에 대한 검토(세부항목에 대한 설계적용사례 조사)

마) 환경(환경영향평가 포함)관련 반드시 숙지하여야 할 법규 및 기준 목록을 제시하고 최근 개정 또는 강화된 내용을 발췌하여 제시

☞

환경보전 관련 법률 : 최근 개정 또는 강화된 내용

전략환경영향평가 추진현황과 철도건설 기본계획의 수립방안

바) 기반시설과 차량간 환경보존 비용효과의 상관관계 검토 분석

- 소음원의 원인 분석(차량, 기반시설, 주행마찰음, 레일과의 마찰음, 정차시 등)과 크기를 비교하고 저감을 위해 소요되는 비용분석 및 효과분석을 통해 저비용·고효율의 친환경철도 시행방안 수립

※ 차량제작성 소음진동 해소를 위한 분담 노력 제시

☞

기반시설과 차량간 환경보존 비용효과의 상관관계 검토·분석

- 철도소음의 발생원 특성과 저감대책

비용분석 및 효과분석을 통해 저비용·고효율의 친환경철도 시행방안

2) 환경친화적 철도건설 현황 조사

가) 현장 사례조사를 통한 환경친화적 철도건설사업의 개요 및 현황 분석

환경친화적 철도건설사업의 개요

- 외국의 철도환경 현황조사(철도연구원)를 통한 환경친화적 철도건설 개념정립

국내 현장조사 실시(2007년)

나) 국내 철도건설과 관련된 환경 및 개발 정책의 현황 및 방향분석

☞ 국내 철도정책 분석, 철도망 구축에 관련된 계획현황 및 기본방향

다) 환경친화적인 철도건설 수범사례 발굴 및 사례집 작성

자료수집, 사례도출방법, 사례집 구성방안 등(2007년 1-4월)

라) 철도건설사업으로 인해 야기된 국내외 환경관련 민원 및 분쟁 사례 제시

☞ 민원사례(중앙환경분쟁조정위원회)(중간보고서) → 추가조사

3) 환경친화적 철도건설의 문제점 분석

가) 철도건설사업을 노선선정단계, 세부설계단계로 분류하고 각 부분별로 환경성 평가요소·예측·평가·대책 등의 적정성 여부를 파악하고 문제점을 제시

노선선정단계와 세부설계단계로 분류하고 각 부분별로 환경성 평가요소·예측·평가·대책을 제시

적정성 여부 → 환경포럼(2006년 12월)을 통하여 의견수렴

나) 철도 종사자가 겪고 있는 분야별(계획수립, 설계 및 시공, 이용자 측면, 환경보호적 측면 등) 문제점 분석

설문 및 방문조사(2007년 1월-2월) → 설문지 작성 필요함

다) 환경친화적 철도건설을 추구하는데 있어 사업자나 지방자치단체의 제도적·정책적 어려움 분석

설문 및 방문조사(2007년 2월-3월) → 조사대상 범위, 질의서 작성 등

4) 환경친화적 철도건설의 외국사례 분석

우리나라와 환경조건이 유사한 선진외국의 환경정책과 환경친화적 철도건설을 위한 현장 적용사례를 파악하고 우리나라에서 적용성을 검토 분석

☞ 외국의 환경친화적 철도건설 일반현황(중간보고서)

현장적용사례, 우리나라에서의 적용성

- 환경친화적 철도건설 대상항목 도출 → 구체적인 방안 조사·분석

5) 철도와 도로 등 타분야와의 환경성 측면에 대한 장·단점 등 비교·분석 자료 제시

☞ 철도와 도로사업의 건설 및 운영시 환경영향 비교(KEI, 2004년)

교통수단별 환경영향(에너지 소비, 이산화탄소 배출량 등) 비교·분석(KRRI, 2002년)

추가조사(2007년)

나. 한국형 환경친화적 철도건설의 개념(기본 목표 및 전략 포함) 정립

- 1) 유형별 환경문제 현황조사 결과를 근간으로 지속적인 경제발전에 필요한 철도망 확충을 감안하여 우리 실정에 맞는 환경친화적 철도건설의 개념을 정립한다.
- 2) 철도교통수단과 환경간 발생하는 문제는 건설측면보다는 지속적으로 운영이 된다는 점에서 더 큰 이의제기가 있으므로 교통수단으로서의 친환경적인 철도의 기본적인 목표와 전략 수립.제시
 - 목표와 전략은 건설·운영시의 문제, 향상된 환경보전의식, 교도의정서 등 변화된 여건이 반영되어야 하며 환경보호를 위한 철도의 노력이 표현될 수 있도록 가이드라인 제시
(예시 : 운영시의 소음·진동 대책수립은 주변지역 사람에게는 변함없는 환경성을 유지하게 하므로 환경의 지속성 유지를 위한 철도건설 방안 등)
- 3) 친환경적 철도건설을 위해 반드시 필요한 중·장기 개선방안 또는 연구과제로 수행하여 할 목록 제시
 - 중·장기 발전계획 수립(2007년)

다. 철도유형 및 지역별 철도건설사업에 대한 환경영향 평가항목별 평가기법 개발

- 철도 종별 및 각종 법령에서 규정하고 있는 보호구역 등 지역별, 토지이용특성별로 예측 평가해야 할 환경영향요인을 선정하고 평가기법을 개발한다.
 - 철도사업의 효율적 평가기법 개선방안
 - 철도 유형 및 지역별 평가기법 → 차별화된 환경영향요인 도출(자문 필요)
 - 환경친화적 철도노선선정 정량화 기법

라. 공정별 환경훼손 저감방안 및 설계기법 제시

- 지침서(안) 작성에 필요한 사안별 핵심내용을 정리한다. 즉, 환경영향인자에 대하여 철도 설계/시공/유지관리 단계에서 반영할 수 있는 설계제원 및 관련 공법을 제시하고,
- 타 법령에 의하여 지정된 구역·지역·지구를 통과하는 경우 환경피해 저감 또는 환경복원 방안을 제시하여 철도건설이 가능한 철도설계기법을 개발한다.
 - 과업지시서에 제시된 「공정별 환경훼손 저감방안 및 설계기법」 항목별 세부내용 작성(RTB) → 추가 보완사항 검토(2006년 11월)

마. 환경친화적 철도건설 지침(안) 작성

- 광범위하게 언급되고 있는 환경친화적 철도건설 내용을 구체적으로 검토하여 현실성을 부여한다.
- 철도절개면 관리기법을 마련하여 환경친화적 철도건설 요소기술을 수치화하고, 지역 특성과 생태적 특성을 고려한 설계제원을 제시한다. 아울러 환경친화적 철도건설기법 내용을 종합 정리하여 환경친화적 철도건설의 지침으로 구체화한다.
- 철도종류별 환경성·경제성을 종합적으로 고려할 수 있는 노선선정기법을 개발하기 위하여 기본설계와 실시설계의 단계별 점검항목 및 의사결정 정량화 기법과 정량화 시스템을 개발한다.

바. 환경친화적 철도건설 가이드라인

- 환경친화적인 철도건설 지침을 보완하고 철도관련 종사자 등의 실용성을 해결하기 위한 철도 설계, 시공, 유지관리단계별 환경친화적인 가이드라인을 제시한다.
- 설계, 시공, 유지관리단계별 환경친화적인 가이드라인의 구성요소 도출
 - 공정별 환경 훼손 저감방안 및 설계기법을 토대로 가이드라인 작성

□ 보고서 목차

제1장 서론

제2장 철도정책과 육상교통의 환경영향 비교

- 철도건설사업 추진체계, 철도정책, 철도건설계획
- 철도와 육상교통의 환경영향 비교

제3장 철도사업의 환경영향 분석·평가

- 환경영향평가 평가내용의 분석

제4장 국외의 철도환경관리와 환경영향

- 외국의 철도환경관리 추진현황

제5장 환경친화적 철도건설 추진방안

- 환경친화적 철도건설의 개요

제6장 철도건설사업의 평가항목별 평가기법

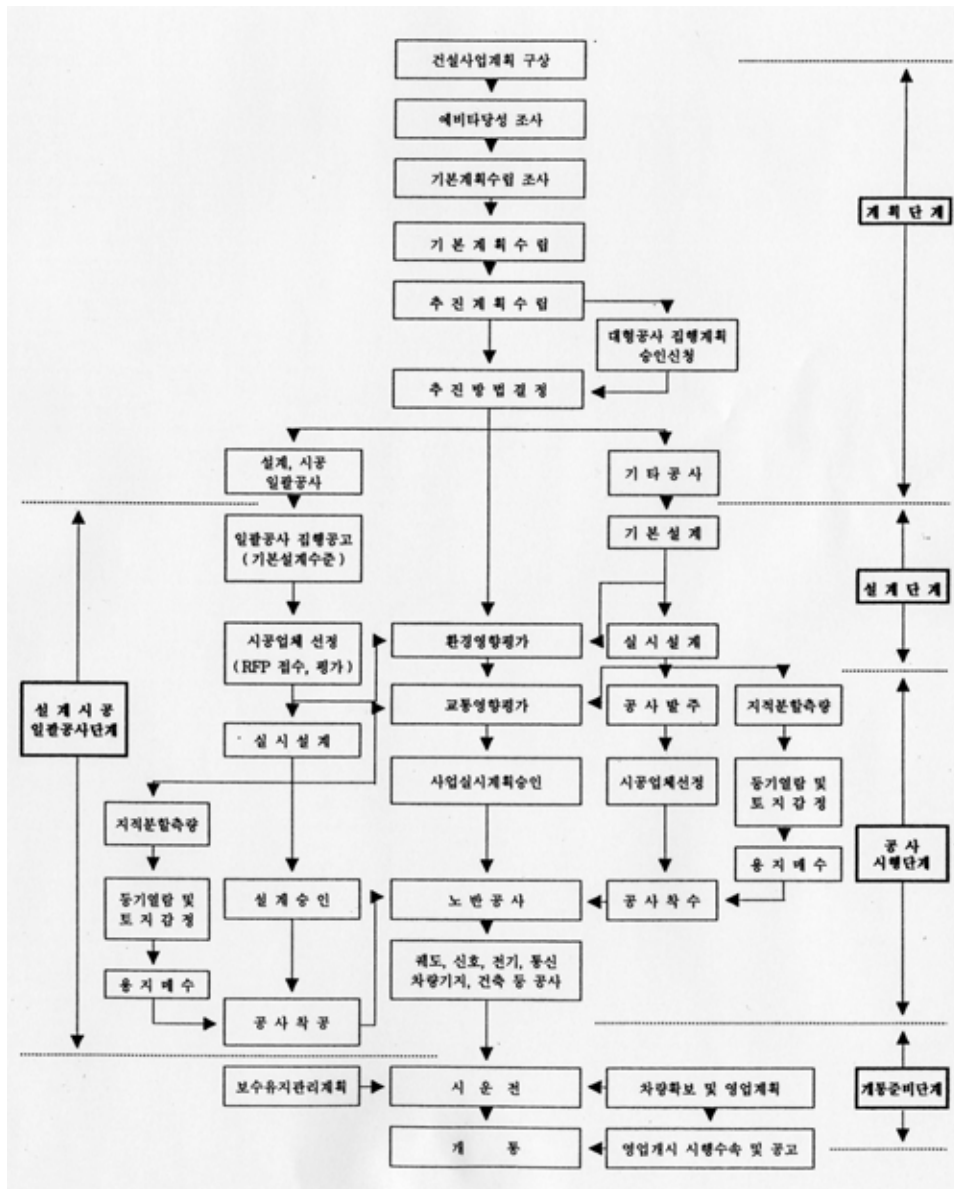
제7장 공정별 환경훼손 저감방안에 대한 설계기법

※ 제6장 & 제7장 → 환경친화적 철도건설 지침(안)에 포함

제2장 철도정책과 육상교통의 환경영향 비교

1. 철도건설사업 추진체계

- 건설계획, 예비타당성조사, 기본계획수립, 기본설계, 실시설계, 공사집행 및 시공, 준공 및 시운전, 개통 및 영업개시 등 단계별로 구분



〈그림 2-1〉 철도건설사업 수행절차

2. 국내·외 철도정책 추진현황

가. 국내 철도정책 추진현황

□ 철도정책의 방향

○ 글로벌 교통에 부응하고 다핵·분산형 국토발전, 친환경적 교통체계 구축, 고속형 국토형성, 산업활동에 기여하는 철도건설을 유도

- 전국적으로 균등한 간선철도망 구축
- 간선철도망의 수송능력 증대
- 고속철도 수혜지역 확대
- 물류체계의 효율화
- 남북 및 대륙철도 연결노선 완비

※ 지속가능한 이동성 구축방안

에너지 절감, 환경개선 등 → 기후변화 등 국제환경문제에 대응

국내 교통체계를 친환경적으로 개선

나. 국외 철도정책 추진현황

□ 유럽연합

○ 철도의 재무상황 합리화, 접근의 용이성, 국가간 철도시스템과 사회적 측면을 통합

○ 공해, 교통혼잡, 사고로부터 발생하는 비용을 고려한 운임설정의 권고 규정

○ 범 유럽 교통망 구축에서 철도의 건설 및 개선을 촉진·유도

○ 도로에서 철도로 교통수단간의 변화에 중점

※ 오일값 상승 → 물동량의 도로기능 철도로의 대체효과

〈표 2-1〉 유럽연합의 철도투자계획

(단위 : 백만유로)

국가	철도	도로	국가	철도	도로	국가	철도	도로
벨기에	4,108.90	786.4	프랑스	30,318.00	17,900.00	오스트리아	11,626.00	1,487.00
덴마크	4,976.90	3,209.20	아일랜드	120.2	818	포르투갈	1,480.00	2,756.80
독일	56,120.20	25,618.50	이태리	30,155.80	9,280.80	핀란드	1,133.40	1,690.80
			룩셈부르크	34		스웨덴	5,517.00	3,733.60
스페인	19,897.00	9,926.40	네덜란드	11,990.00	2,377.00	영국	8,489.40	2,281.00
총계	철도: 185,606.8, 도로: 81,865.4							

3. 국내 철도건설계획 현황

가. 제4차 국토종합계획(2000-2020년)

- 고속전철 건설사업을 계획대로 추진하여 복선전철화 노선과 연계운영하고 철도노선의 개량 및 신설을 통해 철도의 수송분담율을 점차 제고
 - 수요가 있는 기존 선로의 직선화, 복(복)선화, 전철화 등으로 수송능력을 향상
 - 철도망 신설을 강화
 - 영업연장을 3,118km(1997년)에서 약 5,000km(2020년)로 1.6배 증가, 복선화율은 28.9%(1997년)에서 80%(2020년)로 2.8배 증가, 전철화율은 21.2%(1997년)에서 82%(2020년)로 3.9배 증가

나. 국가기간교통망계획(2000-2019년)

- 고속철도 신선과 연결하여 고속철도 차량을 운행할 수 있도록 간선철도망의 선로개량 및 전철화를 수행
 - 2010년까지는 기존선의 전철화 및 복선화를 중심으로 한 개량사업
 - 2019년까지는 기존 간선철도 확충과 병행해 미연결구간 신설 등 신규노선을 확충
 - 주요 5대 간선(경부선, 호남선, 전라선, 중앙선, 장항선)과 경춘선, 경전선, 동해남

부선 등의 간선철도 정비, 동해선 복선전철 건설, 남북 철도망 연결, 산업철도 건설, 대도시권 광역전철망 정비

※ 화물터미널 등 물류이송 시스템과 연계하여 수송분담을 증가시키고, 에너지 절감 등 환경친화적 철도 기능을 강화

〈표 2-2〉 지표로 본 계획목표

구 분	1997	2004	2009	2014	2019
- 도 로					
· 고속도로(km)	1,889	3,700	4,336	4,975	5,642
· 국도(km)	12,459	12,733	13,083	13,430	14,000
- 철 도					
· 영업거리(km)	3,118	3,472	3,700	4,194	4,908
· 복선화율(%)	28.9	38.1	51.4	73.7	80.0
· 전철화율(%)	21.2	39.2	61.9	74.4	82.0
- 공 항					
· 여객(천인/년)	42,800	64,000	72,040	112,000	128,400
· 화물(천톤/년)	2,020	3,570	4,630	6,800	9,290
- 항 만					
· 시설능력(백만톤/년)	295	598	801	1,040	1,288

〈표 2-3〉 수송수단별 지역간 수송분담비율

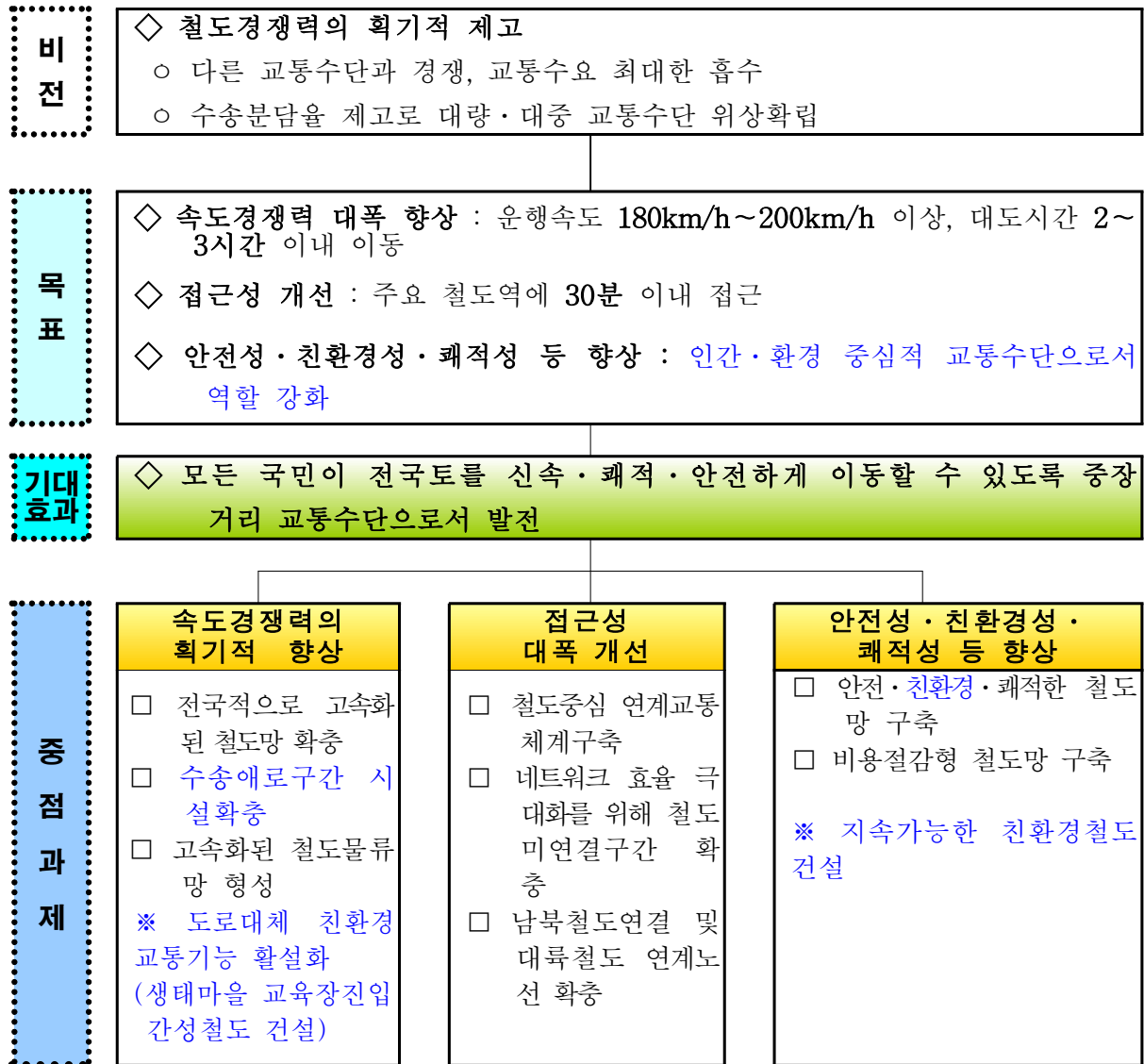
(단위 : %)

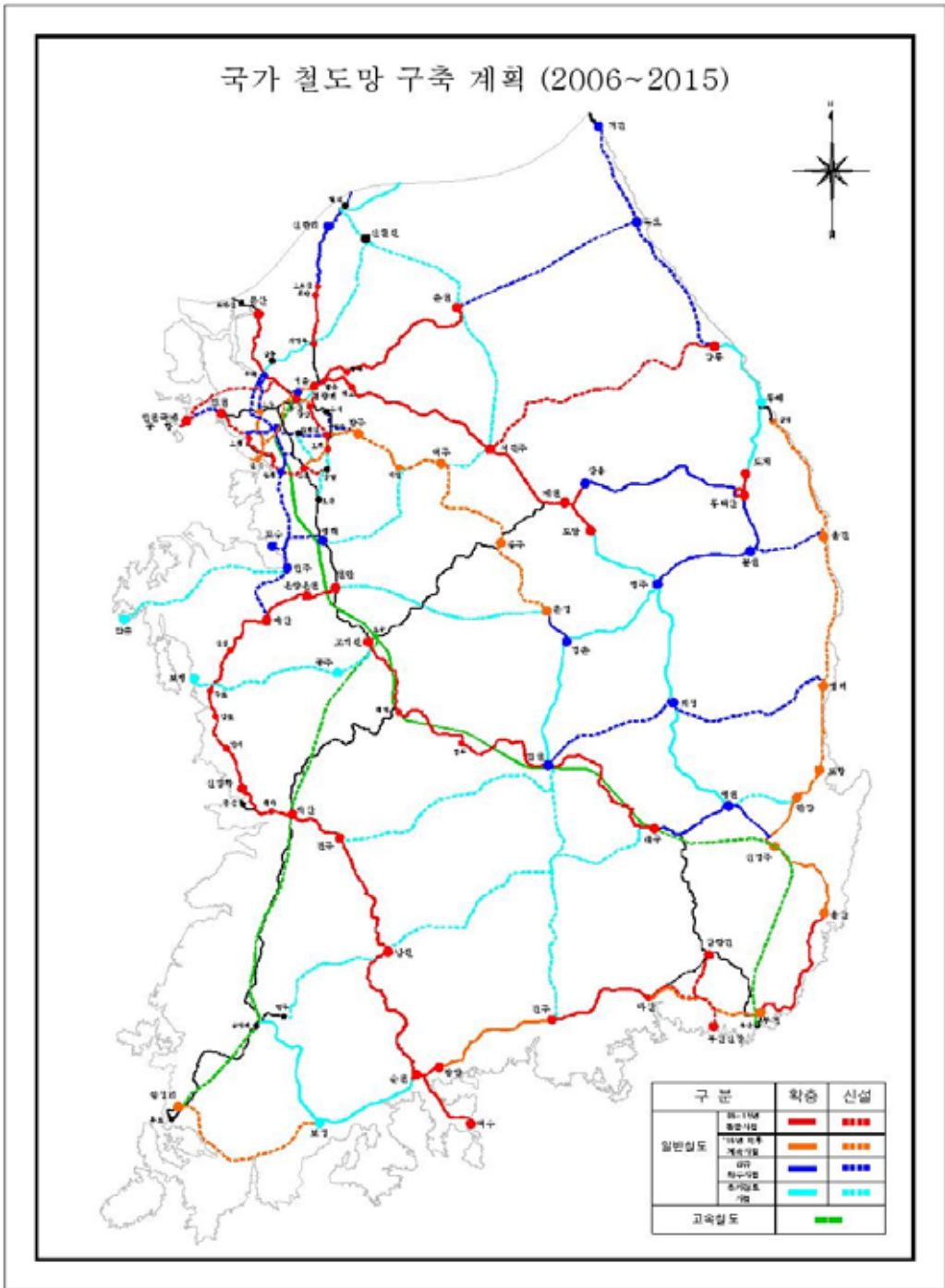
구 분	수송수단	1997년	2004년	2009년	2014년	2019년
국내여객	도 로	88.2	81.3	78.4	77.5	74.8
	철 도	7.6	14.2	17.0	17.5	18.6
	항 공	4.0	4.3	4.4	4.8	6.3
	해 운	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3
국내화물	도 로	56.6	49.7	48.2	44.3	41.2
	철 도	10.5	14.2	15.5	18.9	20.3
	항 공	0.1	0.3	0.3	0.3	0.4
	해 운	32.8	35.8	36.0	36.5	38.1
국제여객	항 공	99.7	99.7	99.8	99.6	99.7
	해 운	0.3	0.3	0.2	0.4	0.3
국제화물	항 공	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5
	해 운	99.7	99.7	99.6	99.6	99.5

주 : 수송분담은 인·km, 톤·km를 기준으로 함
지역내 수송분담은 제외

다. 국가철도망구축계획(2006-2015년)

- 철도의 중·장기 건설계획, 다른 교통수단과의 연계교통체계 구축, 소요재원의 조달 방안, 환경친화적인 철도 건설방안 등의 내용을 포함





〈그림 2-2〉 국가철도망구축계획

4. 철도와 육상교통의 환경영향 비교

가. 에너지 효율

- 여객 : 택시와 버스는 철도의 약 16배와 6배 에너지 소모
- 화물 : 도로는 철도의 약 16배 에너지 소모

〈표 2-4〉 교통수단별 에너지 효율성 비교

구분	수단	단위수송량당 에너지소모 (kcal/인(톤) · km)	철도대비(배율)
여객	택시	1,192.24	15.7
	버스	415.43	5.5
	철도	75.97	1.0
화물	도로	1,674.21	15.8
	철도	105.98	1.0

나. 환경비용

- 여객 : 철도보다 도로에서 대기오염으로 인한 비용이 약 2.8배
온실가스비용은 도로에서 철도보다 약 2.5배
- 화물 : 철도보다 도로에서 4.6배
온실가스비용은 철도보다 도로에서 약 12배

〈표 2-5〉 국내 육상교통 수단별 단위 환경비용

단위 : 원/인(톤) · km

구분		대기오염	온실가스	소음
여객	도로	15.2	8.0	6.3
	철도	5.5	3.2	1.5
화물	도로	46.1	22.0	6.3
	철도	10.0	1.8	1.5

다. 안전성

- 사고건수 : 도로가 철도보다 40배
- 사망자수 : 도로가 철도에 비하여 3배
- 부상자수 : 도로가 철도에 비하여 100배

〈표 2-6〉 교통수단별 사고건수 및 사상자수

구분	도로	철도	항공	해운
연간 통행km	671,108,853	72,844,194	19,788,526	1,154,023
연간 사고발생건수	231,026	599	4	557
연간 사상자수(인)	353,371	625	38	240
연간 사망자수(인)	7,222	265	36	185
연간 부상자수(인)	348,149	360	2	55
백만 통행km당 사고건수	344.25	8.22	0.20	482.66
백만 통행km당 사상자수	529.53	8.58	1.92	207.97
백만 통행km당 사망자수	10.76	3.64	1.82	160.31
백만 통행km당 부상자수	518.77	4.94	0.10	47.66

자료 : 2004년 교통안전연차보고서, 건설교통부, 2004. 8

라. 철도 및 도로건설과 관련한 환경영향평가

〈표 2-7〉 철도와 도로의 구조물 현황과 자연환경에 대한 영향

구분	철도	도로	도로대비 비용
터널, 교량 등 구조물 현황			
노선 10km당 터널 개수	2.6	0.8	3.3
노선 10km당 터널 연장(km)	2.7	0.7	3.9
터널의 평균길이(m)	1.06	0.83	1.3
노선 10km당 교량 개수	6.8	4.8	1.4
노선 10km당 교량 연장(km)	2.2	0.7	3.2
교량의 평균길이(km)	0.32	0.14	2.3
지형·지질 및 식생에 대한 영향			
노선 10km당 절토량(m ³)	569,443	1,420,624	0.40
노선 10km당 성토량(m ³)	623,211	1,608,127	0.39
노선 10km당 식생 훼손(m ²)	30,875	158,827	0.20
노선 10km당 자연림 훼손(m ²)	11,694	57,827	0.20
노선 10km당 훼손수목량(주)	3.393	16.629	0.20

- 터널 및 교량의 수 : 철도는 도로에 비해 3-4배
- 터널의 평균길이 : 철도가 도로에 비해 1.3배
- 교량의 평균길이 : 철도가 도로에 비해 2.3배
- 노선 10km당 절·성토량 : 철도는 도로에 비해 0.4배
- 노선 10km당 훼손면적 : 철도가 도로에 비해 0.2배
- 자연림과 수목의 훼손량 : 철도가 도로에 비해 0.2배

마. 독일 Augusburg에서 Munchen까지 통근하는 경우(개인자동차/셔틀버스)

구 분	자동차	기차(셔틀)
NO _x (g/person)	88.9	2.9 (0.3)
SO _x (g/person)	18.3	2.8 (0.4)
non-methan hydro-carbon (g/person)	40.0	0.08 (0.01)
CO ₂ (kg/person-trip)	31.5	3.4 (0.4)
에너지 소비 (liter benzine equivalent/person-trip)	13.4	1.9 (0.2)
시간 (hr, 편도)	1:10	0:40 (0:40)
비용 (DM/person-trip)	84.20	13.40 (7.00)

자료 : IFEU, 1999

주) 비용 : 자동차(ADAC, Autokatalog '99)

기차(tarif DB AG, summer '99) → one-year ticket, 2nd class

- 여객수송 능력 등을 고려할 때, 철도는 도로 및 내수로 운송에 비해 적은 용지 면적을 가짐
- Passenger-km 또는 ton-km에 기초하여 소비되는 에너지량을 비교할 때 철도는 자동차 및 항공에 비해 보다 효율적임
- 철도교통은 기타 교통에 비하여 상대적으로 적은 유해가스를 방출함
- 철도에선 제륜 에너지가 전력으로 재활원되어 사용될 수 있는 등의 환경적 이점(利點)

□ 교통수단별 환경영향 비교·분석(일본)

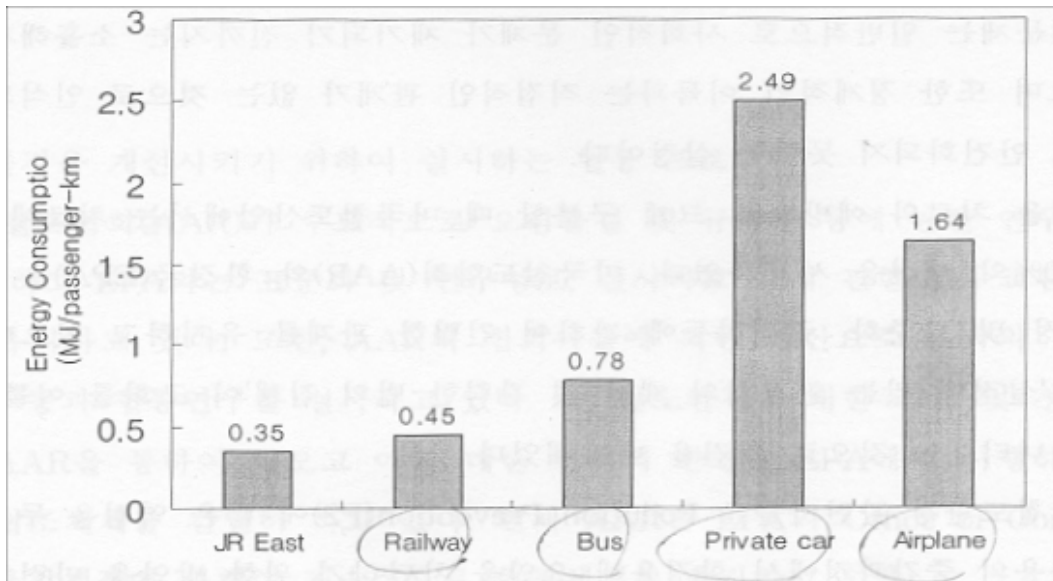


그림 4-11. 교통수단별 에너지 소비량

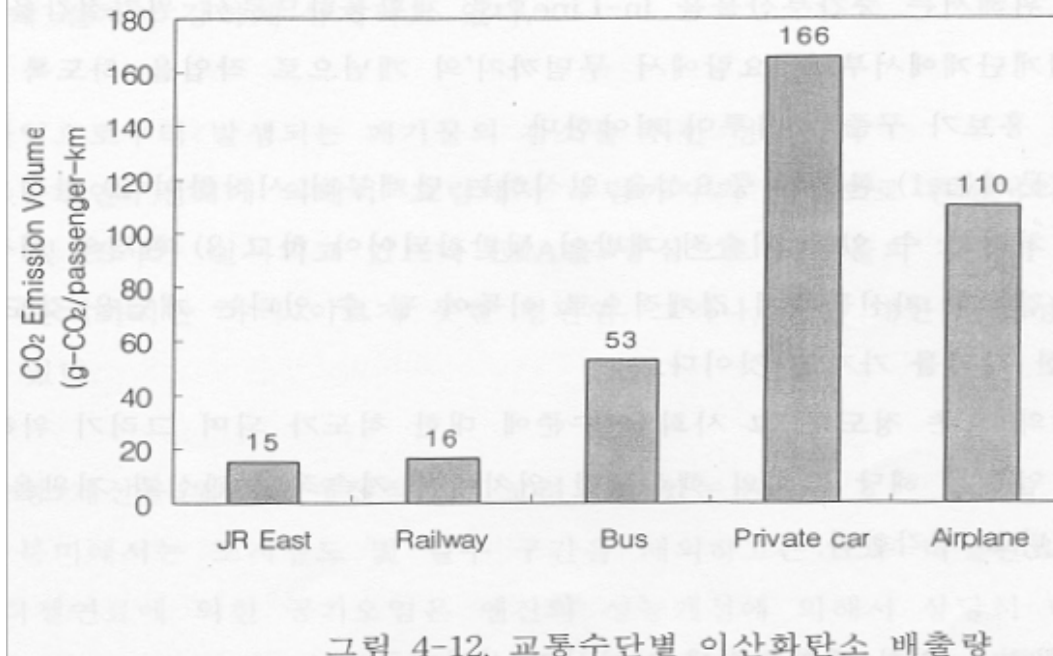
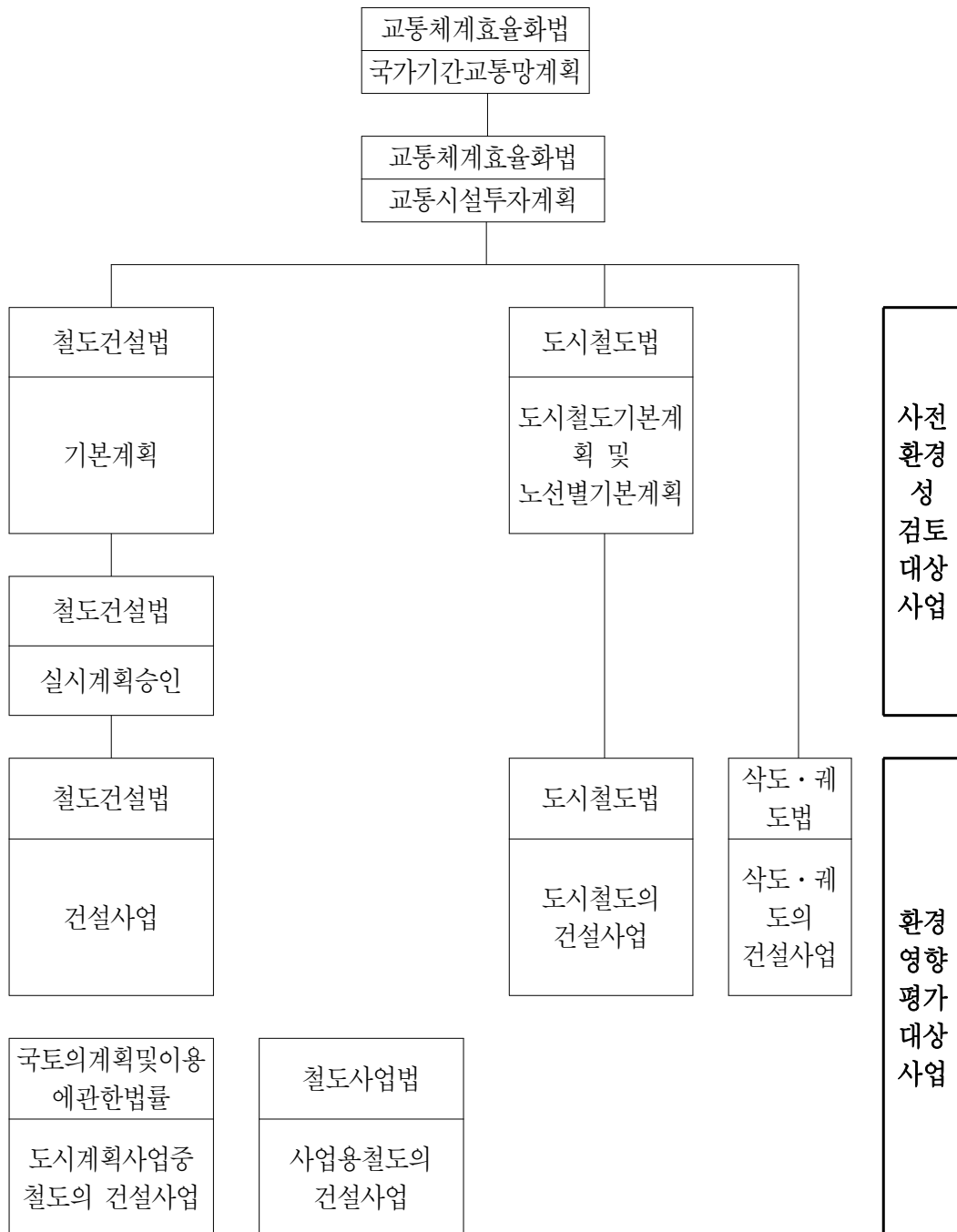


그림 4-12. 교통수단별 이산화탄소 배출량

제3장 철도사업의 환경영향 분석·평가

1. 철도사업 환경영향평가 추진현황



〈그림 3-1〉 철도건설사업의 환경평가체계

〈표 3-1〉 철도와 관련한 사전환경성검토 협의대상

구분	행정계획의 종류	협의시기
바. 대형 건설공사시	(1) 건설기술관리법시행령 제38조의6의 규정에 의하여 국가 및 지방자치단체가 타당성조사를 실시하는 총공사비 500억 원 이상 건설공사(도로건설공사는 고속국도 건설공사에 한한다) 계획 (2) 도로법 제2조 및 국토의계획및이용에관한법률 제2조 제13호의 규정에 의한 도로(고속국도를 제외한다) 건설공사 계획	건설기술관리법시행령 제38조의6제4항에 의한 타당성조사의 적정성 검토시 건설기술관리법시행령 제38조의9 또는 제38조의 11의 규정에 의한 기본설계 또는 실시설계의 도로노선 선정시

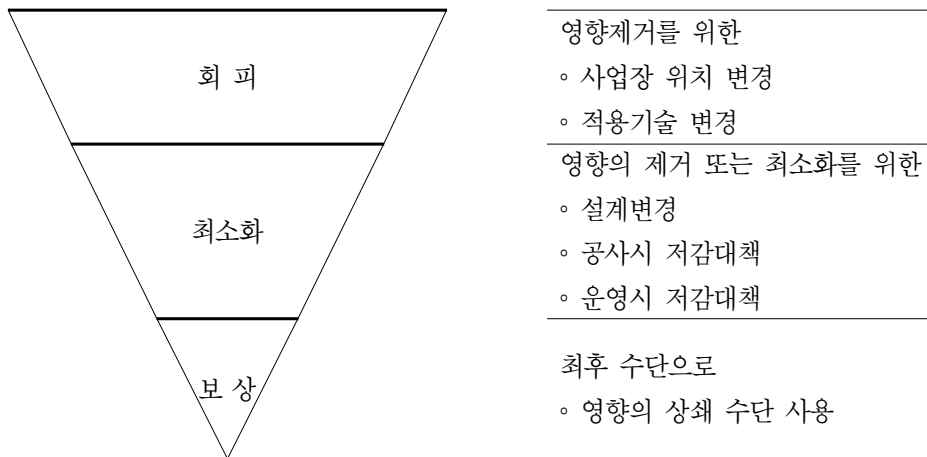
〈표 3-2〉 환경영향평가의 대상이 되는 철도사업

구분	대상사업의 범위	평가서 제출시기 또는 협의요청시기
사. 철도(도시철도 포함)의 건설	(1) 「철도건설법」 제2조제1호 또는 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제2조제6호의 규정에 따른 철도의 건설사업 중 길이 4km 이상이거나 철도시설의 면적이 10만m ² 이상인 것. 다만, 「철도사업법」 제2조제5호의 규정에 따른 전용철도를 공장 안에 설치하는 경우를 제외한다.	「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」에 따른 도시계획사업으로 시행하는 경우에는 동법 제88조제2항의 규정에 따른 실시계획의 인가 전, 그 밖의 경우에는 「철도건설법」 제9조의 규정에 따른 실시계획의 승인 전
	(2) 「도시철도법」 제3조제1호 및 제3호의 규정에 따른 도시철도의 건설사업 중 길이 4km 이상이거나 도시철도시설(부지를 포함한다)의 면적이 10만m ² 이상인 것	「도시철도법」 제4조의3의 규정에 따른 사업계획의 승인 전
	(3) 「삭도·궤도법」 제3조제1항의 규정에 따른 삭도사업(전용삭도 등을 포함한다)의 길이가 2km 이상, 동법 제3조제2항 또는 제5항의 규정에 따른 궤도의 길이가 4km 이상 또는 궤도용지(궤도시설의 면적을 포함한다)의 면적이 10만m ² 이상인 것	「삭도·궤도법」 제4조의 규정에 따른 사업허가 전
	(4) 「철도건설법」 제2조제2호의 규정에 따른 고속철도의 건설사업 중 길이 4km 이상이거나 철도시설의 면적이 10만m ² 이상인 것	「철도건설법」 제9조의 규정에 따른 실시계획의 승인 전

2. 철도사업 주요 환경영향

가. 생태계

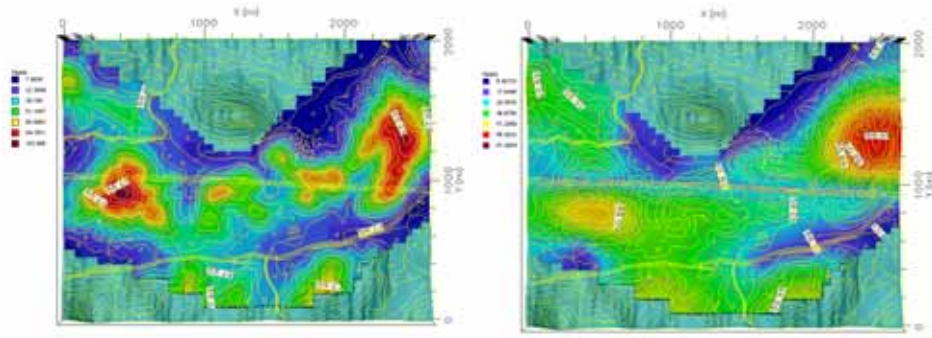
- 동·식물 서식(생육)지 훼손과 토지이용의 변화
- 생태계 단편화
- 동물 교통사
- 수생태계에 대한 영향
- 저감방안
 - 노선계획의 선정시 환경영향의 회피
 - 구조물설계와 환경영향의 최소화
 - 불가피한 영향의 보상



〈그림 3-2〉 중대한 영향 저감대책의 3단계

나. 지하수

- 터널굴착에 따른 지하수 유출에 의한 환경적인 영향을 고려
 - 터널 및 터널 인근 배수구역을 포함한 지역에 대한 지하수유동 모델링을 수행하여 터널 굴착으로 인해 주변에 분포하는 가용 지하수 관정의 지하수위 저하에 미치는 영향 정도를 판단



〈그림 3-3〉 터널굴착 전(왼쪽) · 후(오른쪽) 지하수 유동 등수위선도

○ 저감방안

- 터널굴착 또는 개착시 지하수 유출 및 오염물질의 이동경로, 지형 및 지질 변형 가능성을 각 대안노선에 따라 정성적으로 추정
- 관련법상 지하수오염 유발시설에 해당되는 시설은 공사시 모두 철거
- 터널굴착시 지하수 유출을 최소화할 수 있는 공법의 사용(프리그라우팅 등)
- 영향을 받는 주변 관정에 대해서는 대체 용수원을 확보 제공
- 산성 지하수의 유출이 우려되는 구간에 대해서는 유출 지하수를 전량 차집하여 적정처리 후 방류

다. 토양

○ 중금속에 의한 토양오염

○ 유류에 의한 토양오염

○ 침묵에 의한 토양오염

○ 저감방안

- 해당 사업장의 오염토양 복원대책을 수립
- 공사시 및 운영시 정기적인 토양질 분석 모니터링

라. 소음·진동

○ 국내 철도소음 및 진동의 환경기준

〈표 3-3〉 국내 철도소음의 한도값

대상지역	한도 [Leq, dB(A)]			
	2001년 1월 1일 ~ 2009년 12월 31일		2010년 1월 1일부터	
	주간 (06:00~22:00)	야간 (22:00~06:00)	주간 (06:00~22:00)	야간 (22:00~06:00)
<ul style="list-style-type: none"> 주거지역, 녹지지역, 준도시지역 중 취락지구 및 운동·휴양지구, 자연환경보전지역, 학교·병원·공공도서관의 부지경계선으로부터 50미터이내 지역 	70	65	70	60
<ul style="list-style-type: none"> 상업지역, 공업지역, 농림지역, 준농림지역 및 준도시지역중 취락지구 및 운동·휴양지구외의 지역, 미고시 지역 	75	70	75	65

〈표 3-4〉 국내 철도진동의 한도

대 상 지 역	한 도 [dB(V)]			
	2000년 1월 1일 ~ 2009년 12월 31일		2010년 1월 1일부터	
	주간 (06:00~ 22:00)	야간 (22:00~ 06:00)	주간 (06:00~ 22:00)	야간 (22:00~ 06:00)
<ul style="list-style-type: none"> 주거지역, 녹지지역, 준도시지역 중 취락지구 및 운동·휴양지구, 자연환경보전지역, 학교·병원·공공도서관의 부지경계선으로부터 50미터 이내 지역 	65	60	65	60
<ul style="list-style-type: none"> 상업지역, 공업지역, 농림지역, 준농림지역 및 준도시지역 중 취락지구 및 운동·휴양지구의 지역, 미고시지역 	70	65	70	65

※ 일반사항 → 제3장 4절, 국내외 소음·진동기술의 비교·분석

3. 환경영향평가 평가내용의 분석

가. 관련문헌 및 환경영향평가 관련규정에 의한 평가내용 분석

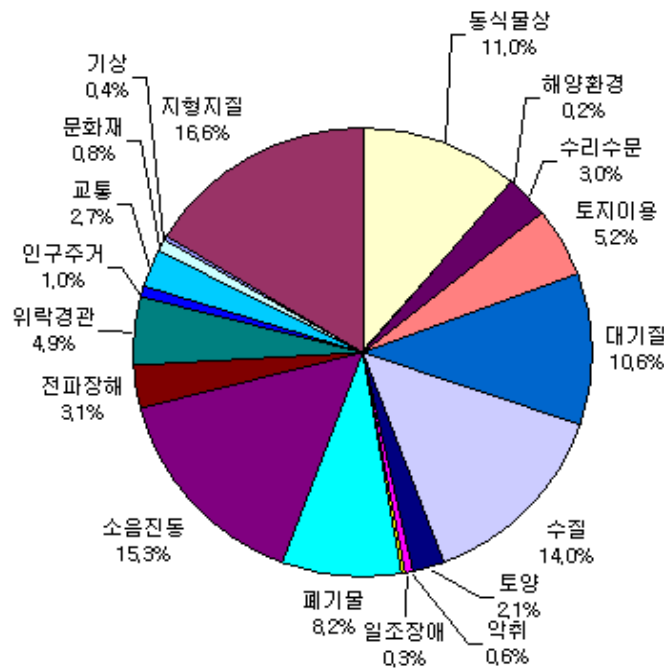
〈표 3-5〉 철도건설사업의 주요 평가항목

구분	대상사업	주요 평가항목	비고
사. 철도(도시철도포함)의 건설	1) 철도의 건설사업 2) 도시철도의 건설사업 3) 삭도·케도의 건설사업 4) 고속철도의 건설사업	*지형·지질, 동·식물, *대기질, *수질, *소음·진동, 위락·경관, 교통	*는 지하철도 해당항목

자료: 철도 유형별 중점평가항목 및 주요평가내용(지침(안) 제3장)

나. KEI 검토의견의 항목별 비율 및 내용의 분석(1997-2005년)

○ 지형·지질, 동·식물, 대기질, 수질, 소음·진동의 비중이 높음



〈그림 3-4〉 철도건설과 관련한 환경영향평가서의 검토의견 비율

〈표 3-6〉 철도건설과 관련한 검토의견의 항목별 내용

평가항목	검 토 의 건
지형·지질	<ul style="list-style-type: none"> · 보존가치 및 특이 지형·지질 현황 · 지질조사 및 지반안정성 조사 · 사면안정 검토결과 및 사면안정대책 · 토취장 확보계획 및 사토처리계획 · 비옥토 발생량 및 활용방안
동·식물	<ul style="list-style-type: none"> · 현황조사 · 법적보호동물 및 특정야생동물 현황과 보호대책 · 동물이동통로 설치계획 · 토사유출 등에 의한 육수생태계 영향 및 저감방안 · 훼손수목 현황 및 이식계획
수리·수문	<ul style="list-style-type: none"> · 교량설치계획 및 홍수시 교량의 안전성 검토 · 수로 및 소하천 보전대책 · 공사시 지하수 이용에 미치는 영향 및 저감대책
토지이용	<ul style="list-style-type: none"> · 노선통과지역의 토지이용계획 · 지역단절에 대한 저감대책 · 폐노선 활용계획
대기질	<ul style="list-style-type: none"> · 대기질 현황측정 · 토취장 개발 및 건설장비에 의한 비산먼지 영향예측과 저감방안 · 디젤유압항타기 사용시 디젤의 영향예측 및 저감방안 · 이용시 영향예측 및 저감방안
수질	<ul style="list-style-type: none"> · 수질 현황측정 · 공사시 토사유출 저감대책 · 터널공사를 포함한 공사시 발생 오·폐수 처리계획 · 공사시 가배수로 및 침사지 설치계획 · 터널굴착에 따른 지하수 유출 영향 · 이용시 정거장에서의 발생 오·폐수 처리계획
토양	<ul style="list-style-type: none"> · 지장물 분포 현황조사
폐기물	<ul style="list-style-type: none"> · 생활폐기물, 건설폐기물, 임목폐기물 발생량 예측 및 처리계획 · 건설장비에 의한 폐유 등 발생량 예측 및 처리대책 · 이용시 폐기물 처리계획
소음·진동	<ul style="list-style-type: none"> · 발파를 포함한 공사시 영향예측 및 저감방안 · 운영시 영향예측 및 저감방안
전파장해	<ul style="list-style-type: none"> · 전파장해 현황조사
위락·경관	<ul style="list-style-type: none"> · 경관변화 예측 · 대규모 절·성토 방지대책 및 터널갱문형식 · 비탈면 복원계획 및 방음벽 경관미화
인구·주거	<ul style="list-style-type: none"> · 상주 및 이용인구 예측 · 주민의견을 적극 수렴하여 지역단절 대책수립
교통	<ul style="list-style-type: none"> · 공사시 교통처리대책
문화재	<ul style="list-style-type: none"> · 문화재 현황조사

4. 환경보존비용효과의 상관관계 검토 분석

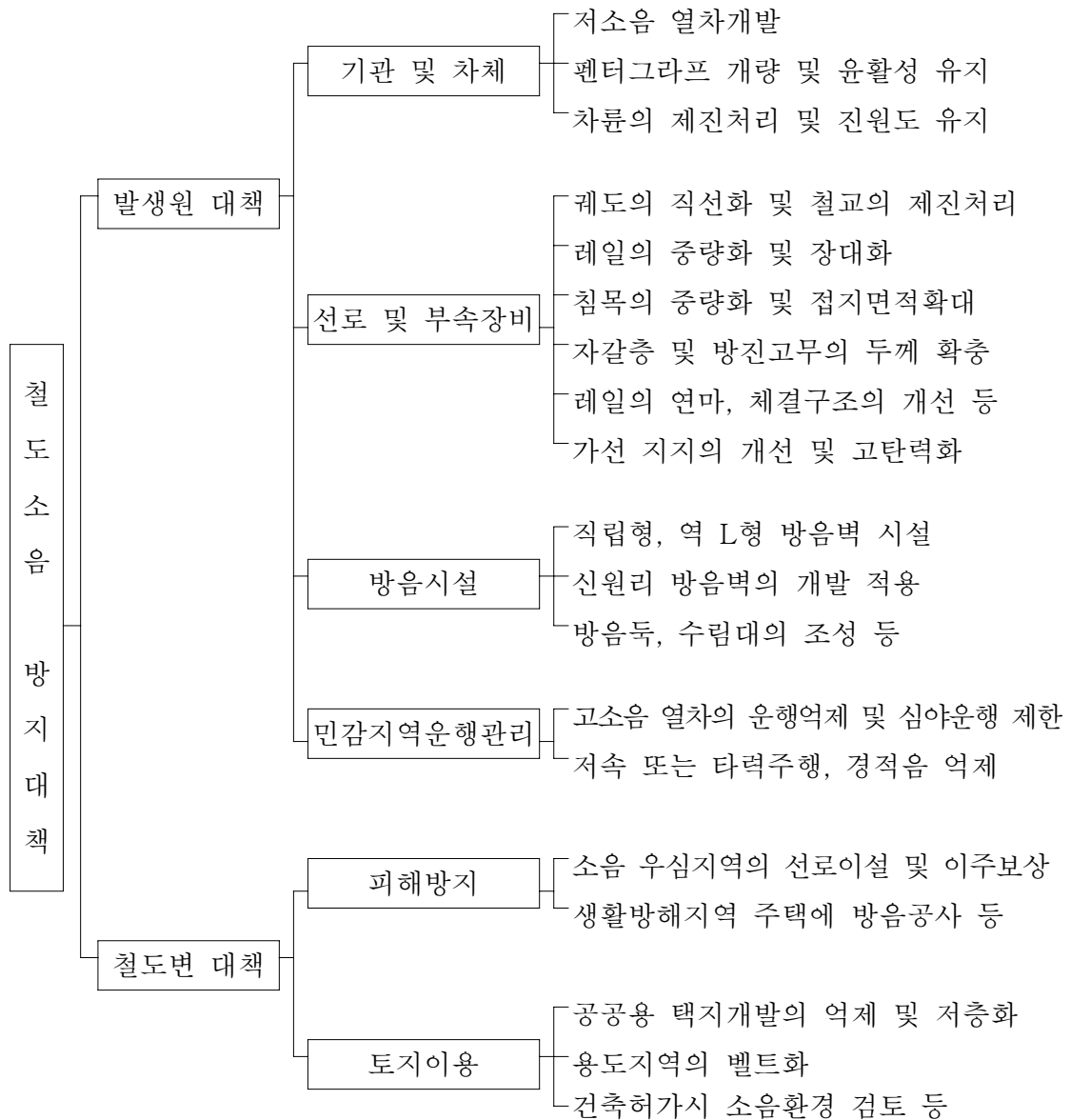
가. 철도소음의 종류 및 원인

□ 철도의 소음은 여러 가지 발생원이 복합적으로 작용하여 나타나는 현상으로 철도에서 발생하는 소음 및 전파되는 소음의 크기는 열차의 속도, 레일의 상태, 전파경로 등 여러 가지 영향요인에 의해 달라짐

〈표 3-7〉 철도소음의 발생특성 및 원인

종 류	정 의	소음발생원인
전동소음	차륜과 레일의 상호접촉에 의해 발생하는 차륜/레일소음	<ul style="list-style-type: none"> • 레일상면 요철의 진동 • 곡선부레일 주행시 선로외측에서 발생하는 차륜의 마찰 • 레일과 접촉되는 차륜의 요철 • 레일 연결부 통과시 차륜과 레일의 충격 • 크기는 속도의 3승에 비례함
팬터그래프소음	열차에 전력을 공급하는 팬터그래프시스템에서 발생하는 웅웅거리는 소리	<ul style="list-style-type: none"> • 열차의 속도에 따라 그 영향정도가 상이(차체 공력소음은 저속에서는 큰 문제가 되지 않지만 속도가 증가할수록 그 영향정도가 커지며 열차속도가 200km/hr이 넘게되면 열차소음의 지배적인 • 크기는 속도의 6~8승에 비례함
공력소음	달리는 열차의 표면과 공기마찰에 의해 발생하는 소음	
보조장치소음	추진장치와 냉방장치 등 보조장치에서 발생하는 각종 소음	<ul style="list-style-type: none"> • 추진장치(전동기, 추진축등)와 각종 보조장치(냉각팬, 에어컨)의 소음은 열차의 고속운행시에는 그 영향정도가 경미하지만 저속운행시에는 영향정도가 큼) • 크기는 속도에 비례
구조물소음	열차주행에 따른 진동이 구조물에 전달되어 방사되는 소음	<ul style="list-style-type: none"> • 주로 궤도의 진동이 구조물에 전달되어 발생 • 궤도의 불안정에 의한 충격 • 궤도의 충격흡수 능력부족에 의한 충격 • 이음부 및 크로싱 결선부 통과시 발생하는 충격 등이 구조물에 전달되어 발생

- 철도소음저감의 기본적인 대책으로는 소음원원 자체의 발생을 억제하는 방법, 전파 경로에서 소음을 차단하는 방법(전파경로 대책), 수음점 피해방지 및 토지이용제한 등의 철도변 대책으로 분류할 수 있음



나. 철도소음의 저감효과와 비용의 상관관계

- 소음저감기술의 종류에 따른 저감효과와 비용의 관계를 분석(2007년)

5. 노선선정 정량화 기법

가. AHP(Analytic Hierarchy Process) 기법

- 1970년대 초반 T. Saaty에 의하여 개발된 계층분석적 의사결정방법
- 의사결정의 계층구조를 구성하고 있는 요소간의 일대일비교(pairwise comparison)에 의한 판단을 통하여 평가자의 지식, 경험 및 직관을 포착하고자 하는 하나의 새로운 의사결정방법론
- 주관적, 감성적 판단 등에 의존하여 의사결정을 내려야 하는 경우에 주로 사용

나. 노선선정을 위하여 고려되는 기본적인 사항

1) 열차운영 효율향상

- 열차운행 및 수송능력 극대화
- 동력차의 성능 및 운전특성 반영
- 정거장 운영성 최적화
- 열차의 정시 안전운행성 확보

2) 고객의 편의 우선

- 기존 역세권 유지 및 개발성 확보
- 정거장의 접근성 향상
- 정거장의 기능성 다양화
- 환승·연계 수송성 최적화

3) 경제성

- 건설비 최소화
- 시설물의 LCC 분석 기법 활용
- 설계 VE 활동을 통한 가치 향상 설계
- 기존 부지 활용 극대화

4) 환경 및 민원성

- 지형특성에 순응하는 노선선정

- 기존 민원사례 분석 반영
- 모든 노선 입체 교차화
- 환경영향 저감방안 적극 반영

5) 연계성 확보

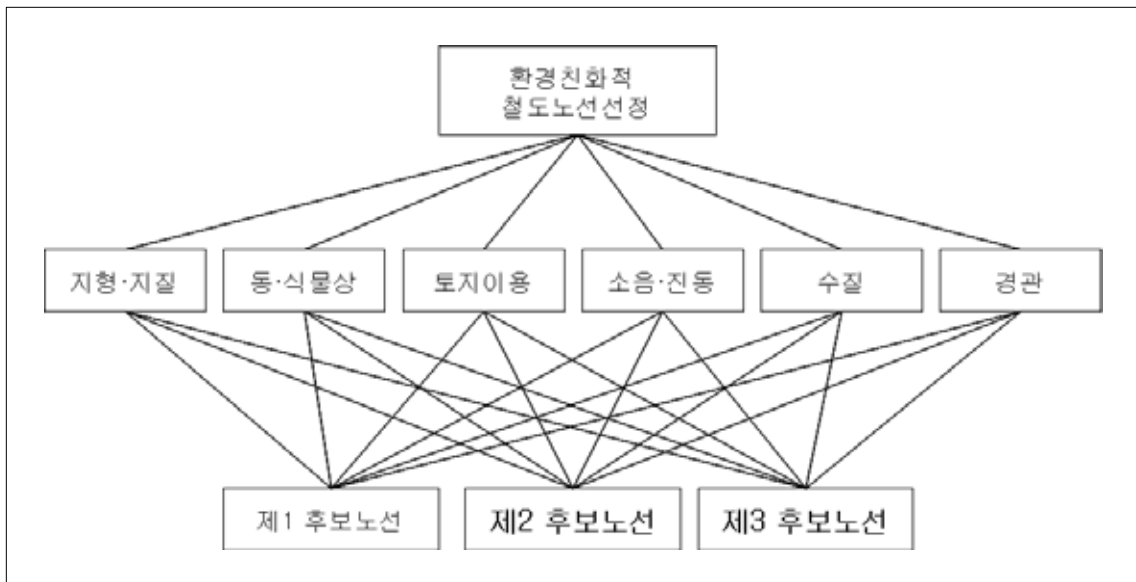
- 인·허가 요건 사전 반영
- 일관성 및 연속성 확보

6) 안전성 · 기능성 확보

- 균질한 노반강도 확보
- 시설계획수립

〈표 3-8〉 상대적 중요도의 평가기준

일대일비교값	정 의	의 미
1	비슷함 (Equal importance)	두 항목이 동등하게 중요
3	약간 중요 (Moderate importance)	앞 항목이 뒤 항목보다 약간 중요
5	중요함 (Strong importance)	앞 항목이 뒤 항목보다 중요
7	매우 중요함 (Very strong importance)	앞 항목이 뒤 항목보다 상당히 중요
9	극히 중요함 (Extreme importance)	앞 항목이 뒤 항목보다 절대적으로 중요
2, 4, 6, 8	위 값들의 중간값	보간적으로 이용
위 수치의 역수		



〈그림 3-5〉 AHP 기법을 이용한 노선선정을 위한 계층화

다. AHP 기법을 적용한 노선선정 대표사례 : 호남고속철도

- 노선대안으로는 서울 시점부에서 2개 노선대안, 천안아산에서 익산 사이에 3개 노선대안을 설정
- AHP의 시행단계로는 계층구조의 설정, 전문가 조사, 가중치 설정, 대안별 점수산정, 최적대안 선정결과 검토 및 일관성 검증 등의 순서임
- 검토항목으로는 교통 및 사업성 측면, 정책적 측면, 기술적 측면, 환경, 문화재 등 5개 분야의 대분류 항목을 선정

〈표 3-9〉 호남고속철도 노선기본계획의 환경분야 정량화기법 적용항목

중분류	소분류	검토기준
지형	절토/성토	20m이상 절토 및 10m이상 성토구간
	특이지형	특이지형 유무 및 통과 개소수
동·식물상	법적보호종 서식지	법적보호종 서식유무 및 서식지역의 수
	녹지축 단절	녹지축 단절지역 발생연장
	녹지자연도	녹지자연도 7등급이상 훼손통과 구간
토지이용	보존/보호지역	보존 및 보호지역 통과 개소수
	지역단절	지역단절구간 개소수
	철거가옥	철거가옥수
수리·수문 및 수질	상수원보호	상수원보호구역 통과 개소수
	하천/호소	하천/호소 횡단 총 연장
소음·진동	환경기준	목표연도에 환경기준을 초과하는 가구수
경관	경관위해성	경관영향을 받는 조망지역(마을, 도로)의 수
	경관변화구조물	경관변화를 유발하는 구조물(터널, 교량)의 수

자료: 건설교통부, 2003, 호남고속철도건설기본계획 조사연구 용역: 환경조사

제4장 국외의 철도사업 환경평가 사례

1. 외국의 철도환경관리 추진현황

가. 독일의 철도조합(Deutsche Bahn AG)

◎ 독일의 철도조합(DB AG)의 환경정책

- 경제성을 고려한 환경
 - ▷ 에너지 효율증대, 절감, 누수방지 등을 통한 비용절감, 지구자원보호, 오염배출원 억제
 - ▷ 에너지 절약 프로그램 2005 :1990-2005년에 걸쳐 25%의 에너지 절약 목표
- 엄격한 처벌시스템, 경영층의 open mind, 환경보존에 대한 필요성 및 효과의 지속적 홍보, 환경과 하이 테크놀로지의 연계기술, 필요한 자본(투자), 철도사업자 및 일반인들의 관심 등

◎ DB AG의 전략적인 환경 목표

- 열차운영에 소요되는 연료의 양을 1990-2005년에 걸쳐 25% 감소시킴
 - 시설 및 작업장 등에 소요되는 에너지도 25% 감소시킴
- 대기오염 배출량 및 이산화탄소를 25-30% 감소시킴
- 소음발생을 감소시킴
- 폐기물 처리시스템을 향상시킴
- 오염을 없앴
- 철로변 녹지, 밀폐식 화장실 시스템

◎ 환경관리 및 지침

- 환경관리단 : 철도환경센터, 자사 그룹내의 환경전문집단, 지역 운영조직의 환경 책임자, 환경규정에 부응하는 작업책임자
- ▷ 그룹의 이사회에 환경에 대한 자문, 예를 들면 환경상태의 분석, 수행목표의 제시, 진행사항에 대한 방향조정, 개선안 등, 이 외에 교육, 동기부여, 출간, 구매 등에도 참여

◎ 환경활동에 대한 지침

- 엔지니어링 및 조직
- 효율적인 에너지 사용
- 환경 오염물의 배출량 감소
- 자원보호 및 폐기물 감소
- 소음·진동 조절
- 토양 및 수질오염 방지
- 작업장 안전
- 위생, 건강
- 사회적 책임 및 대중과의 대화
- 미래를 지향하는 교통

나. 일본(JR East)

○ 기본정책

- 승객과 지역사회에 안락한 환경을 제공
- 지구환경을 보호하는데 필요한 기술을 개발 및 제공
- 임직원들이 환경보호에 대한 인식을 지니며 고취시킴

○ 환경활동을 위한 지침

- 에너지 소비와 이산화탄소 배출을 줄이기 위해, 에너지 효율 및 청정연료화의 개발에 힘씀
- 환경 관련법에 따라 환경공해물질 및 오존고갈재에 대한 적절한 조치를 함은 물론 이러한 원인을 근본적으로 대체하고 줄이기 위한 노력을 함
- 환경에 부담이 되는 쓰레기 및 폐기물 등의 발생을 최소화시킴은 물론 이들을 재활용함으로써 지구환경에 대한 부담요인을 줄이고 있음
- 지역사회 및 자연환경과의 조화를 위해 열차운영에 따른 소음 및 진동의 감소를 위해 노력함
- 철도를 보다 환경친화적인 교통수단으로 만들기 위해 노력함

○ 2001까지의 환경관련 목표

- 일반 영업활동 및 자체 발전소에서 발생하는 이산화탄소 배출량의 10% 감소
- 열차운영에 따른 에너지 소비량의 10% 감소
- CFCs를 사용하는 대형 냉동기계를 60% 감소
- 자체운영하는 열병합 발전기의 NOx 발생량 40% 감소
- 건설장 및 작업장에서 발생하는 폐기물의 재활용율 70%화 실현
- 역사 및 차량에서 발생하는 쓰레기의 재활용율 30%화 실현
- 사무실에서 재활용 종이의 사용률 95%화 실현
- 매년 30,000그루의 식목
- 신간선 라인에 있는 지정 주거지역에서 소음도를 75dB로 제한

○ 환경활동을 위한 조직구조, 환경회계

구 분	환경비용 (단위: 십억엔)		주요세부항목
	투자비용	소요비용	
철도면의 환경보존 활동(오염방지비용)	2.76	7.33	<ul style="list-style-type: none"> · 공기 및 수질의 측정/모니터링 · 연변소음측정 · 무선장애측정 · 소각시 다이옥신 측정
지구환경보존활동	58.17	--	<ul style="list-style-type: none"> · 에너지 절약형 차량소개 · 자체 열병합발전기 혁신 · CFCs(프레온) 측정
자원재활용활동	--	4.99	<ul style="list-style-type: none"> · 역사 및 차량 폐기물 재활용 · 작업장, 건설소 폐기물 재활용
환경관리비용	--	0.17	<ul style="list-style-type: none"> · 환경위원회 개인소요비용
환경관련 기술의 R&D 비용	--	0.40	<ul style="list-style-type: none"> · 에너지 절약형 차량 개발 · 소음감소 기술개발
사회활동비용	--	0.24	<ul style="list-style-type: none"> · 조립활동 · 환경보고서 및 홍보

○ 에너지 절감 및 이산화탄소 배출량 감소

- JR East의 총 에너지 사용량 중 전기에너지가 94%를 차지
- 이산화탄소 배출량은 약 8% 감소, 자체 열병합 발전소의 효율 증대에 기인○ JR East에 의한 사회속의 환경노력은 다음 개요도로 표현할 수 있음

자연환경과의 조화			인식, 참여, 협조	
철로변 숲의 조성	환경인식을 위한 여행상품화	현존 경관과의 조화	철로연변 조립 프로그램	대중관련 활동 및 외적 협조

다. 미국(Association of American Railroads, AMTRAK)

◎ 미국이 환경문제를 바라보는 단계는 다음과 같음

- 환경의 중요성을 인식하는 단계
- 환경오염을 방지하고 처리할 수 있는 기술적 개발
- 환경의 개선을 위한 노력이 경제적 이득이 될 수 있다는 사고방식

◎ 환경복구비용이 환경비용의 상당부분을 차지. 항목별 소요비용의 경우, 디젤유로 인한 오염을 정화 및 처리하는데 소요된 비용이 가장 많은 비중을 차지함. 다음으로 디젤유 이외의 화학물질에 의한 오염을 정화 및 처리하는데 든 비용이 소요됨

◎ Pollution Prevention (P2)

- Pollution prevention은 EPA의 기본 방침으로서 철도에 있어서도 P2를 적용하여 환경복구에 드는 많은 비용을 사전에 절감함은 물론 지속적인 발전을 위한 초석으로 삼고자 함
- P2를 통한 작업과정의 효율증대: 교육활동, 기술적 지원, 대체기술의 시험, 연구
- Pollution Prevention이란?
 - 자원절약(Source Reduction)
 - 재활용(In-process Recycling)
 - 청정기술(Clean Technology)
 - 예방적인 유지관리(Preventive Maintenance)
 - 환경친화재료 대체
- Pollution Prevention은 다음과 같은 상관없음

- 오염관리(Pollution Control)
- 종말처리(End-of-pipe Treatment)
- 하수방출(Sewer Emission)
- 폐기물 재활용(Off-site Waste Recycling)
- 매립(landfilling or Incineration)

라. 철도관련 토양오염 관리현황

1) 철도관련 토양오염사례

- ◎ 뉴욕주 환경보전국에서 뉴욕 Erie County에 위치한 과거 철도 시설에 대한 복원조사와 실현가능성 연구(RI/FS)를 수행
 - 이 지역은 조차장(Classification Yard)과 보수시설로 활용되었으며, 철도부지는 대략 700 에이커이고, 과거 기관차고(Roundhouse) 지역은 대략 80에이커로서 이곳을 주 복원대상으로 조사를 실시
 - 웅덩이 안에 있는 물질이 고농도의 석유계 탄화수소(HC)와 중금속을 함유하고 있는 것을 확인
 - 주변의 지표와 지표 아래 토양, 지표수 침전물, 그리고 지하수에서 상당한 오염을 확인
 - 오염은 주로 석유계 탄화수소인 유기물질, 그리고 PAHs를 포함한 준휘발성 물질로 구성되어 있는 데, 많은 물질이 발암성 물질.
 - 무기(중금속)물질은 주로 납(Pb)이었으며, 이 지역에서 발견된 PAHs, 석유계 탄화수소, 납의 최대농도는 각각 1,500mg/kg, 223,000mg/kg, 그리고 233,000mg/kg
 - 이 밖에 안티몬(Sb), 비소(As), 카드뮴(Cd), 크롬(Cr), 구리(Cu), 수은(Hg), 니켈(Ni), 아연(Zn)등도 고농도로 발견
 - 그리고 석면은 지표와 지표아래 토양에서 발견되었으며, VOCs와 PCBs는 단지 몇 지점에서 발견되었지만 유의할 만한 농도는 검출되지 않았음

〈표 4-1〉 Union Road Site에서 주요 오염물질의 최대 오염 농도

Site/Area Operable Unit	Total PAH (mg/kg)	Total PHC (mg/kg)	Total Lead (mg/kg)	Lead EP Toxicity (mg/kg)	Asbestos (%Crysotile)
Waste Lagoon	320	1,350	96,600	187	U
Surface soil	1,500	3,090	9,920	14.7	5-10
Subsurface soil/buried waste	69	223,000	233,000	62.5	5-10
Marsh sediment	21	178,000	28,300	0.98	NA
Creek sediment	170	1,200	7,860	7.5	NA
Creek bank waste	95	279,000	143,000	18.8	NA
	($\mu\text{g/L}$)	($\mu\text{g/L}$)	($\mu\text{g/L}$)		
Groundwater	450	5,800	10,100	NA	NA
Surface water	5.2	27,000	76.4	NA	NA

주) U=Undetected, NA=Not Analyzed

- 이 지역의 오염은 주로 과거의 철도 시설에서 유지보수의 결과 발생한 폐윤활유와 그리스에 의한 것으로 밝혀졌으며 고농도 금속은 대부분 엔진과 휠 베어링의 마모 때문인 것으로 추정
- 베어링은 대부분 주석, 구리, 안티몬을 포함한 납을 함유하는 합금으로 구성되어 있으며, 폐기물 웅덩이와 매립된 폐기물에서 발견된 것도 거의 비슷한 비율임
- 휠 베어링 그리스는 윤활특성을 높이기 위해서 납, 구리, 안티몬, 아연과 같은 금속을 추가하였음. 엔진 크랭크 오일을 교환할 때와 휠 베어링을 끼울 때 폐기 오일과 그리스를 폐기물 웅덩이와 인접한 곳에 처분하여 주변지역을 오염시켰음

2) 각국의 토양오염관리

◎ 미국

- US. EPA에서는 CERCLA(Comprehensive Emergency Response Compensation and Liability Act) 도입 후 33,000여 곳의 오염지역을 확인하고 그 중 31,000여 곳의 site를 평가하였다
- 1,300여 곳을 NPL(National Priority List)로 지정하여 매년 막대한 예산을 투입하여 오염지역을 복원하고 있음. NPL 한 지역을 복원하는 경우 평균정화비용이 약

100억원이 소요되는 것으로 알려져 있음

◎ 네덜란드

- 토양의 농업 생산기능, 지하수 회복기능, 생태계 보호기능, 광물 채굴기능, 건설 기반기능 등을 고려하여 토양오염을 사전에 방지할 수 있도록 관리
- '75년 유해폐기물 규제법, '83년에 네덜란드 오염토양정화법(The Netherlands Interim Soil Clean-up Act), 토양보호법(The Soil Protection Act,1986)을 근거로 토양오염방지정책은 토양을 농경지와 비 농경지로 구분하여 독립적인 토양 오염 판단기준을 설정함으로써 토양오염을 관리하고 있음

◎ 독일

- 독일의 철도운영기관인 DB AG에서는 철도환경센터를 운영
- 산하에 있는 실험실은 환경시험기술 인증소(함부르크, 뒤셀도로프, 라이프찌히, 뮌헨, 콘웨스타임 지역)에서 정기적으로 토양에 대한 데이터를 산출

◎ 영국

- '80년대 초부터 ICRI(Interdepartmental Committee on the Redevelopment of Contaminate Land)에서 제시하고 있는 토양오염기준에 의하여 체계적으로 진행
- 일반적인 토양에 적용할 수 있는 기준과 광산지역에 적용할 수 있는 기준의 두 가지로 구분

◎ 유럽연합

- 5종류의 토양구분 : 자연상태의 토양, 민감토양, 농업 및 산림토양, 거주지 토양, 산업 및 사회기본시설지역의 토양

◎ 캐나다

- NCRSP(국가오염지역 정화계획)에서 사용하기 위한 기준이 마련되기 전까지 경험과 전문적인 판단을 근거로 한 토양오염물질에 의한 잠정평가기준과 잠정적 정화기준을 설정하여 토양질을 관리

◎ 호주 및 뉴질랜드

- 국립보건의학연구위원회(Australian and New Zealand National Health and Medical Research Council : ANZNHMRC)의 환경보전위원회에서 토양오염관리 및 기준을 설정

◎ 일본

- 토양오염방지에 관한 법률, 시가지의 토양오염대책확정치침, 토양오염에 관한 환경기준과 국유지에 관한 토양오염대책지침에 토양오염의 판단기준을 농경지, 시가지 및 국유지에 관한 부문으로 분류하여 제시하고, 제시된 기준을 달성할 수 있도록 규제하는 방법을 이용

2. 외국의 철도사업 환경영향평가와 시사점

가. South-East High Speed Rail(SEHSR) Project (미국)

◎ 고속철도의 건설 및 운영에 대한 사업계획

- 단계별 평가방식을 적용하여 1단계 평가서(Tier I EIS)와 2단계 평가서(Tier II EIS)를 작성
- Tier I EIS에서는 대상사업을 실시하지 않는 No Action 대안을 포함한 여러 가지 대안노선에 관하여 최적대안을 선정
- Tier II EIS에서는 선정된 노선에 대하여 인간과 자연환경에 대한 영향을 최소화하기 위한 계획(공사시 및 운영시)이 구체적으로 제시

〈표 4-2〉 Tier I EIS의 환경영향 조사항목

구분	항목	세부 조사내용
운영적 측면		<ul style="list-style-type: none"> ▪ 노선길이 ▪ 기존 철도선로 면적 ▪ 평균 총 여행시간 ▪ 평균 운행속도 ▪ 에너지 절감량 ▪ 자본금 ▪ 2025년 연간 이용객 수 ▪ 2025년 수입 ▪ 2025년 운영비 ▪ 순이익(수입-운영비)
영향적 측면	수자원	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 수역의 개수 ▪ 주요하천 횡단 횟수
	습지	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 영향을 받는 습지의 개수
	수리·수문	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 범람원을 지나는 횟수
	광물자원	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 0.5mile 이하의 광산 개수
	위험물 지역	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 위험물 매립지역의 수
	대기질	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 질소산화물 감소량
	소음·진동	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 정온시설의 수
	에너지	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 1회 운행시 연료소비량
	농업	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 주요 경작지 면적
	보호생물종	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 보호생물종의 수
	주요 하천	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 국가하천의 수
지역사회	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 환경적으로 주요한 영향을 받는 지역의 수 	

	환경적 형평성	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 소수집단의 인구 ▪ 저소득 가구수
	토지이용	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 매입해야 할 토지면적 ▪ 재배치해야 할 주택의 수 ▪ 재배치해야 할 상점의 수
	교통	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 건널목의 개수
	문화재	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 국가적 유적지의 수 ▪ 역사학적 연구지역의 수
	공공이용시설	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 공원의 개수 ▪ 게임랜드 등의 공공이용시설 면적

나. Lok Ma Chau Spur Line Project (홍콩)

◎ 수평적, 수직적 대안을 제시하고 각 대안에 대한 평가를 실시

- 수평적 노선에 대한 대안은 노선의 동쪽 종점부(Sheung Shui 지역)를 중심으로 한 5가지 대안(Northern Route, River Beas Route, Southern Route 1 & 2, Central Alignment)과 서쪽 종점부(Lok Ma Chau 지역)를 중심으로 한 3가지 대안(Alignment 1, 2, 3)으로 구성되었으며, 각각의 대안을 타 건설계획, 토지이용, 철도의 안정성 및 운영의 문제, 기술적 요건 등에 기초하여 평가
- 수직적 노선에 대한 대안은 지하터널을 건설하는 방안, 지표면상에 철도를 건설하는 방안, 교량을 건설하는 방안 등 3가지 대안에 대하여 평가를 실시

〈표 4-3〉 수직적 대안노선의 평가항목

분야	평가항목
환경적 측면	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 습지, 생태계 ▪ 운영시 및 공사시 소음 ▪ 수질 ▪ 경관 및 조망권 영향 ▪ 공사시 폐기물 ▪ 문화재 및 역사적 건축물
기술적 측면	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 배수 ▪ 기존철도 운영에의 영향 ▪ 경사도 제한 ▪ 안전성 문제

다. 호쿠리쿠 신간선 난에쓰-츠히가간 노선 (일본)

◎ 환경영향평가는 방법서, 준비서, 평가서의 단계로 진행

- 방법서에서는 사업실시구역의 지역적 특성, 환경영향평가 항목과 각 평가항목에 대한 조사범위, 조사방법, 환경영향에 대한 정량적 예측 및 평가기법 등
- 준비서에서는 방법서에 대한 공공의견과 지사의 의견, 이에 대한 사업자의 견해를 수록함과 아울러 선정한 환경영향평가 항목 및 조사, 예측, 평가의 기법에 대한 이유와 환경영향평가의 조사결과 및 저감방안 등의 내용을 포함
- 평가서에서는 준비서의 내용에 대한 요약과 함께 준비서에 대한 공공의견과 지사의 의견, 사업자의 견해 등을 기록

〈표 4-4〉 호쿠리쿠 신간선 난에쓰-츠히가간 노선의 환경영향 평가항목

구분	분야	평가항목
환경구성요소의 유지	대기환경	분진, 소음, 진동, 미기압과
	수질환경	물의 탁함(지하수 제외), 물의 더러움(지하수 제외), 지하수의 수질 및 수위, 수자원
	토양환경	주요 지형 및 지질, 지반침하, 토양오염
	기타	일조저해, 전파장해, 문화재
생물다양성·자연환경보전		동물, 식물, 생태계
사람과 자연의 만남		경관, 사람과 자연의 만남(위락·경관)
환경에의 부하량		폐기물

라. La Train de Grand Vitesse(TGV) (프랑스)

◎ TGV를 이용한 프랑스 국영철도(SNCF)의 고속철도 건설계획

- 고속철도의 건설로 인해 발생하는 환경문제는 조망권, 자연 및 기존 환경에 대한 변형계획(수계, 동·식물, 보호지역 등과 관련한 내용), 토지개발(특히, 농토), 지역 주민의 삶의 질(소음 등), 문화재 보존, 경관 등
- 환경영향평가시에 환경영향을 조사(기상, 지형·지질, 수리·수문, 토양, 경관, 수계(수로망), 환경적으로 주요한 지점 등), 공사로 인한 경관 및 소음과 관련된 피해

와 비산먼지나 흙으로 인한 오염 및 수질오염, 교통, 농업환경, 수질, 전파장해, 조류에 대한 전기적 피해, 운영시의 각종 사고의 위험성, 자연재해 등에 대해서도 예측 및 평가

- 특히, 수자원과 관련한 환경영향에 대해서는 ‘Water Law’를 참고하여 전체적인 평가에서 세부적인 내용에 이르기까지 상세하게 검토하도록 하고 있으며 지하수보호, 음용수 공급보존, 수로보호, 수자원보호 등의 사항에 초점을 두어 영향에 대한 저감방안을 제시하도록 하고 있음
- 환경보호와 관련하여 억제, 저감, 보상의 수준에서 방안을 마련하도록 하고 있는데 이는 크게 Adaptation measures와 Specific measures의 두 가지로 구분
 - Adaptation measures에는 수직적·수평적 설계, 노선연장, 이전해야 할 토지면적의 확대 등 설계변경에 관련된 방법들을 포함
 - Specific measures에는 소음방지대책, 지역의 도로나 통행로의 추가적 복구, 환경보호지역이나 환경적으로 민감한 지역에 대한 녹화, 시설 주변지역의 녹화, 녹지복원, 동물이동통로의 조성, 건설사업에 수반되는 구조물의 처리, 고고학적 조사와 굴착작업, 토지의 재분배와 보상문제 등

마. Thameslink 2000 (영국)

- ◎ 본 사업의 초기 환경영향평가서인 ES1997/ES1999는 Public Inquiry의 심의를 거쳐 재작성
 - 1) 문화재로 지정된 건축물의 현황과 London Bridge 역과 Borough High Street 보호지역, Blackfriars 역 등의 설계 변경,
 - 2) 저감계획 강화,
 - 3) 대상지역의 계획, 특히 London의 수도 대중교통대책 등의 개선,
 - 4) 환경과 계획에 관한 법 혹은 지령 등의 개정,
 - 5) 교통흐름의 변화나 토지이용의 변화 등에 근거한 조사가 이루어질 것을 요청
- 환경영향평가서는 스코핑 및 방법론에 관련된 보고서, 대안노선에 관한 보고서, 주요환경영향에 관한 보고서, ES1997/ES1999와 ES2004의 변경 사항을 정리한 보고서 등 총 6개의 보고서로 작성
- 환경영향평가항목은 크게 문화유산, 자연자원, 복리·위락의 세 가지 분야로 대표되

며 이에 해당되는 세부항목은 <표 4-5>과 같으며, 스코핑 결과 영향이 거의 없는 것으로 판단된 농경지와 전파장해에 대한 부분은 조사에서 제외

<표 4-5> Thameslink 2000에서의 환경영향 평가항목

분야	평가항목
문화유산	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 고고학 ▪ 경관 및 건축문화재
자연자원	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 생태계 및 생물다양성 ▪ 지표수 ▪ 토양 및 지하수
복리·위락	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 대기질(기상포함) ▪ 소음·진동 ▪ 시각적 쾌적함 ▪ 교통 및 접근성 ▪ 지역사회 ▪ 사회경제적 측면

<표 4-6> ‘Specific Guidance’에 포함된 저감방안의 내용

고려사항	저감방안
공사시	<ul style="list-style-type: none"> · 작업시간 및 단계의 적절한 배치 · 축조물, 스크린, 방음벽 등 설치 · 특정지역에서의 작업활동 제한
운영시	선로소음 <ul style="list-style-type: none"> · 모든 선로의 연결부분을 하나로 접합시키고 불필요한 전환점과 교차점을 제거하는 방안 등의 선로개조작업 실시 · 소음을 저감시킬 수 있는 철로와 패드 사용 · 방음벽 설치 · 철로 관리체제 강화
	지면마찰소음 <ul style="list-style-type: none"> · 선로 밀면에 부드러운 패드 설치 · 탄력성이 있는 침목 사용
	차륜소음 <ul style="list-style-type: none"> · 곡선반경이 좁은 선로에 윤활제 사용 · 전환점과 교차점에 대한 신중한 설계 및 위치 지정 · 소음을 저감할 수 있도록 특수하게 처리된 철로 이용

바. 사례분석의 시사점

◎ 평가체계

- 철도의 건설사업은 거의 정부기관 또는 공공단체가 주관하는 공공사업으로서 환경영향평가 관련 대상사업이 명시된 대부분 국가에서 환경영향평가 대상으로 규정하고 있음
- 외국에서 환경영향평가서에 대한 검토과정은 대부분 주관기관이 담당하고 환경부는 협조기관으로서 의견을 제시하는 제한적 역할을 담당하고 있음

◎ 평가항목과 범위의 확정 (스코핑)

- 미국, 일본, 프랑스 등 대부분의 국가에서는 당해 사업에 대하여 중점적으로 평가하는 항목과 범위를 스코핑을 통하여 자율적으로 결정할 수 있도록 함
- 환경부에서는 환경·교통·재해등에관한영향평가법을 개정하면서 스코핑 관련 규정을 마련하였음¹⁾
 - 1) 사업자는 환경영향평가서작성계획서를 승인기관의 장에게 제출하고,
 - 2) 승인기관의 장은 평가항목·범위확정위원회를 개최하여 심의를 실시하며,
 - 3) 평가항목·범위확정위원회는 지역주민의 의견을 들을 수 있으며,
 - 4) 심의는 45일 이내에 완료하되 15일 범위내에서 연장할 수 있도록 함

1) 법 제29조의 3~7항(2003. 12. 30신설) 및 동법 시행령 제25조의 2~6항(2004. 6. 29신설).

제5장 환경친화적 철도건설 추진방안

1. 환경친화적 철도건설의 개요

환경친화적 철도건설의 개념

- 지속가능한 교통체계 구축을 위한 조건과 목표설정(OECD)
 - 환경친화적인 교통수단으로서 철도의 역할(독일의 철도정책)
 - 철도환경 종합관리체계에 대한 이해(일본, JR East)
- ※ **지속가능한 교통(EST, Environmental Sustainable Transport)**

가. 지속가능한 교통의 집행력 확보를 위한 EST의 발전조건(OECD)

- 일반적으로 허용되는 건강 및 환경지표, 예를 들면 WHO의 대기오염 및 소음규제를 맞추어야 하며,
- 생태유지조건을 충족, 예를 들면 WHO의 산성화, 호수의 부영양화, 지표면 오존 함유량에 대한 조건을 초과해서는 안되고,
- 기후변화나 대기권 오존변화 등 지구환경에 영향을 주어서는 안됨

나. 2030년까지 도달하여야 할 교통부문의 목표를 1990년 기준으로 설정(2001년 환경장관 협의회의)

- 기준의 대상 : 소음, 대기질, 산성화, 호수의 부영양화, 지표면 오존 함유량, 기후변화 및 토지이용 등
- CO₂ : 공기 중 탄산가스 함유량을 90년 수준으로 낮춤. 따라서 2030년 교통분야의 탄산가스 배출량은 90년 교통분야 탄산가스배출의 20%수준으로 낮추어야 함
- NO_x : 대기 중 이산화질소 및 오존 수준, 질소화합물 수준을 WHO 보건 및 생태계 보호를 위한 수준을 맞추기 위해 대폭 낮춤. 교통부문 배출량을 90년도의 10%수준으로 낮추어야 함
- VOCs : 교통분야의 감축량을 90년도의 10%수준으로 낮춤

○ 미세먼지 : 90년도 수준의 55-99%수준으로 낮추어야 함

○ 소음 : 주간 55dB, 야간 45dB 이하로 낮춤

〈표 5-1〉 OECD에서 제시한 지속가능 교통의 9가지 목표

접근성 (Access)	1.Access	-사람들은 타인, 장소, 화물과 서비스로 접근할 권리를 가지며 -지속가능한 교통을 지향하며 신뢰할 수 있는 교통정보로 접근할 권리를 갖는다.
사람과 커뮤니티	2.평등	-교통당국은 여성, 빈곤자, 장애자를 포함한 모든 사람이 교통에 관한 기본적인 권리의 만족을 향상시키고, 사회적 평등, 지역적 평등, 세대간 평등을 보장하는 노력을 기울여야 한다. -선진국은 지속가능한 교통을 육성하고 개도국과 협력해야 한다.
	3.개인 및 지역 사회의 책임	-모든 개인과 지역사회는 자연환경을 보호하고, 개인의 이동과 소비에서 지속가능한 선택을 해야 할 책임이 있다.
	4.건강과 안정성	-교통시스템은 전적으로 사람들의 건강(신체적, 정신적, 사회적 복지)과 안전을 보호하고, 지역사회 생활의 질을 높이도록 설계, 운영되어야 한다.
	5.교육 및 시민 참가	-사람들과 지역사회는 지속가능한 교통에 대하여 의사결정 과정에 전적으로 참여해야만 한다. -이를 위하여 모든 개인은 지속가능한 교통문제에 관한 정보(잠재적인 가능한 모든 대안의 편익과 비용에 관한 정보를 포함)에 대해 적절하고 정확한 자료와 지원을 받는 것이 중요하다.
	6.통합된 계획	-교통관련 의사결정자는 계획의 통합적 접근을 추구할 책임이 있다.
	7.토지와 자원의 이용	-지역사회는 쾌적하고 생활에 적합한 환경을 제공하는데 공헌할 수 있도록 지속가능한 교통을 장려하고, 접근성을 향상시킬 수 있는 디자인을 해야만 한다. -교통시스템은 생물의 서식장소, 생물의 다양성을 유지하기 위해 필요한 요구를 보장해야 하고, 토지와 자연자원의 효율적인 사용을 해야한다.
환경의 질	8.오염 방지	-교통수요는 사람들의 건강, 지구의 기후, 생물의 다양성과 본질적인 생태 프로세스의 보전을 위협하는 오염의 배출이 있어서는 안되고 발생시 이를 처리해야만 한다.
경제적 복지	9.경제적 복지	-세금제도와 경제정책은 지속가능한 교통을 달성할 수 있어야 하며, 이와 반대가 되어서는 안된다. -지속가능한 교통은 경제적 복지와 지역사회의 복지 개선

		<p>을 위한 것이어야만 한다.</p> <p>-교통시장의 구조는 이용자가 평등한 비용을 부담하는 것을 보장해야 하고, 현재와 장래에 진정한 사회적, 경제적, 환경적 비용을 반영한 보다 완전한 비용산정이 될 수 있어야 한다.</p>
--	--	--

〈표 5-2〉 우리나라 교통부문 환경지표 체계개발

구분	압력지표	상태지표	대응지표
<ul style="list-style-type: none"> · 발생환경 문제 부분 · 기후변화 	<ul style="list-style-type: none"> · 온실가스 배출량 · CO₂, NH₄, N₂O 	<ul style="list-style-type: none"> · 지구평균기온 · 온실가스 대기농도 	<ul style="list-style-type: none"> · 에너지 원단위 · 에너지 환경세
<ul style="list-style-type: none"> · 오존층 개발 	<ul style="list-style-type: none"> · CFCs, 할론의 소비량 	<ul style="list-style-type: none"> · 오존고갈 물질의 대기농도 · 지표의 온실가스 방출 	<ul style="list-style-type: none"> · 오존고갈물질 사용억제 · 오존고갈물질 감소목표
<ul style="list-style-type: none"> · 산성화 	<ul style="list-style-type: none"> · SO₂, NO_x, NH₃ 배출량 	<ul style="list-style-type: none"> · 산성비 농도 · pH임계부하의 초과 농도 	<ul style="list-style-type: none"> · 촉매전환장치 장착차량% · 고정오염원의 SO₂, NO_x 감소설비용량
<ul style="list-style-type: none"> · 광화학 스모그 	<ul style="list-style-type: none"> · VOC, HC, NO_x의 배출량 	<ul style="list-style-type: none"> · VOC, HC, NO_x의 대기중 농도 	<ul style="list-style-type: none"> · 촉매전환장치 장착차량% · 고정오염원의 광산화물질 억제설비용량
<ul style="list-style-type: none"> · 소음진동 	<ul style="list-style-type: none"> · 소음, 진동 업소 수 · 항공기 운항 · 기차운행횟수 	<ul style="list-style-type: none"> · 주요지역의 소음수준 · 총인구 중 소음, 진동으로 고통받는 인구% 	<ul style="list-style-type: none"> · 저소음기기개발투자 · 저소음 자동차개발% · 소음진동 규제지역 면적
<ul style="list-style-type: none"> · 대기질 	<ul style="list-style-type: none"> · 주요도시 대기오염물 배출량 · SO_x, NO_x, CO, TSP, HC, ... 	<ul style="list-style-type: none"> · 주요도시의 대기질 농도 · 서울, 부산, 대구, 대전, 광주, 울산, 인천 	<ul style="list-style-type: none"> · 에너지 가격 · 녹지공간면적 · 대중교통이용비율

주 : 강상목, 김명수(2000)의 내용을 일부 편집

다. 환경친화적인 교통수단으로서 철도의 역할(독일의 철도정책)

◎ 철도역할의 기본방향

- 경제적 효율성을 증가시킴으로서 더 많은 사람들이 철도를 이용하도록 하여 지속적인 사회적 이동에 기여
- 환경부담을 늘리지 않고 효율성 증가
- 경영과정의 경제적, 사회적, 환경적 영향을 평가할 때 동등성을 지킴

◎ 철도역할의 세부내용

- 여객 및 화물수송에 있어서 수요가의 요구에 더욱 더 부응함으로써 도로 및 항공 교통을 철도로 전환시킴
- 환경오염물질의 방출을 줄이고 정부방침에 따라 기후변화에 대응함
- 진보된 기술을 바탕으로 교통소음을 줄임
- 자연과 조화된 설계로 자연경관을 보호함
- 교통 연계수단과의 조화를 최적화시킴으로써 도시 및 지역간 교통 서비스 촉진
- 투자 및 운영비용의 효율성 증대
- 환경관리 및 회계감사 시스템 정착

라. 철도환경 종합관리체계에 대한 이해(일본, JR East)

○ 철도환경 기본정책

- 승객과 지역사회에 안락한 환경을 제공
- 지구환경을 보호하는 데 필요한 기술을 개발 및 제공
- 모든 임직원들이 환경보호에 대한 인식을 지니며 고취

○ 환경활동을 위한 조직

○ 환경친화적 건설을 위한 지침

○ 환경관련 목표

○ ISO 14001, 환경교육, 사회속에서의 환경노력 등

- 자연환경과의 조화 : 철로변 숲의 조성, 환경인식을 위한 여행상품화, 현존 경관과의 조화
- 인식·참여·협조 : 철로 연변 조림프로그램, 대중관련 활동 및 외적참여 유도

2. 환경친화적 철도건설 추진방향

환경친화적 철도건설 추진방향

- 국제협약등 교통정책에 적합한 지속가능한 이동성 구축
- 환경친화적인 교통수단으로서 철도의 역할 기능 강화
- 환경보전을 위한 지속가능한 철도건설기술의 확립

- 국제협약등 교통정책에 적합한 지속가능한 이동성 구축
 - OECD의 교통부문 지속가능성 목표기준을 토대로 철도환경의 목표와 지표를 개발
- 환경친화적인 교통수단으로서 철도역할의 기능강화
 - 철도기술뿐만 아니라 경제성, 사회성을 포함한 종합적인 환경철도정책을 수립
 - 환경교육, 홍보, 철로연변 환경개선(철로연변 폐기물 정화, 숲의 조화 등)에 노력
- 환경보전을 위한 지속가능한 철도건설기술의 확립
 - 대기오염 : 디젤기관의 배출가스 저감기술
 - 디젤유 사용량 : 전철화
 - 배출가스 저감기술 : 엔진개량기술(연료 분사압을 높임, 연소실 온도 낮춤 등), 연료의 함량 개선, 메탄올과 같은 대체연료 사용, 촉매와 재생장치 등 후처리기술
 - 지하공간내 부유먼지, CO, CO₂, 포름알데히드 등
 - 철도 토양오염과 복원
 - 급유시설 주변지역(기관차사무소 등) : 연료주입시 낙유와 누유
 - 중유에 의한 오염지역(철로 주변지역 등) : 장기 정차시 그리스와 윤활유 등의 낙유와 누유
 - 오염토양의 특성파악
 - Invasive Field Method : 토양시료의 채취, 지하수 모니터링 관정설치
 - Noninvasive Method : 물리탐사(전위차 측정)
 - 소음·진동

- 차량과 레일에 의한 소음(전동소음, 충격소음, 스퀴소음, 공력소음, 보조장치 소음, 진동 전달에 의한 구조물 소음 등)
- 제동디스크나 제륜자 연구, 인크로스 아크용접법 개발, 축간거리를 줄여 통과성을 향상, 정공력음형 커버나 타원형 집전주의 단면 등
- 기타 폐기물과 오·폐수처리 등
 - 등유세정과 차체세정을 위한 세척제의 사용, 폐필터 등
 - 정거장, 차량기지 등에서의 비점오염물질→초기우수 처리계획
- 환경친화적 재료사용과 재활용기술
 - 재활용이 가능한 재료, 재활용된 재료, 생분해성 재료, 수명이 긴 재료, 독성이 있는 재료나 비재생자원을 대체할 수 있는 재료, 목재와 같이 자연물을 이용한 재료, 재생 가능한 자원으로 만들어진 재료 등
 - Thermal Recycle(고무류 스크랩의 연소), Material Recycle
- 환경경영시스템(EMS : Environmental Management System)
 - 1996년 국제표준화기구(International Organization for Standardization)에서 제정한 ISO14001
 - ISO1400 계열의 규격 : 종이사용의 최소화, 에너지 절약조치, 물의 재사용 등의 환경목표와 관련된 정책-기획-수행-측정 및 평가-재조사 및 개선의 지속적인 발전을 요구

3. 환경친화적 철도건설 지침(안)의 구성과 주요내용

가. 환경친화적 철도건설 지침(안)의 기본방향

- 국제협약등 교통정책에 적합한 지속가능한 철도환경관리와 목표를 설정함
 - 환경관리단 구성 : 철도기술연구소, 자사 그룹내 환경전문인, 지역 운영 조직의 환경책임자, 환경규정에 부응하는 작업책임자 등
 - 환경관리단은 환경에 대한 자문을 함. 예를 들어 환경상태의 분석, 환경목표의 제시, 진행사항에 대한 방향조정, 개선안 등을 협의하고, 그 외에 환경교육, 홍보, 환경관련 자료출간 등에 관여함
 - 환경관리에 대한 지침을 설정함. 엔지니어링 및 조직, 효율적 에너지 사용, 환경오염저감방안에 대한 사후관리, 환경교육과 홍보 등
 - 철도환경목표 대상항목 :
 - 시설 및 작업장 등에 소요되는 에너지 소비량
 - 일반 영업활동 및 자체 발전소에서 발생하는 이산화탄소 배출량
 - 열차운영에 소요되는 연료의 양
 - 자체 운영하는 열병합 발전기의 NO_x 발생량
 - 소음발생을 감소(소음도를 제한)
 - 폐기물 처리시스템을 향상 : 역사 및 차량에서 발생하는 쓰레기의 재활용율, 건설장 및 작업장에서 발생하는 폐기물의 재활용, 사무실에서 재활용 종이의 사용률, CFCs를 사용하는 대형 냉동기계사용감소
 - 철로변 녹지, 밀폐식 화장실 시스템 등
- 위의 내용을 포함하여 환경관리계획서를 작성
 - 작성사례(첨부자료)
- 환경영향 평가기법과 설계기법이 상응하도록 환경계획을 현실적으로 수립
 - 환경친화적 철도건설 지침(안)에 대한 가이드라인을 작성
- 공사시 및 운영시 환경관리계획을 구체적으로 수립(Check-List 작성유도)

나. 환경친화적 철도건설 지침(안)의 구성과 주요내용

1 총칙
1.1 목적
1.2 적용범위
1.3 지침의 구성
1.4 용어의 정의
1.5 환경친화적 철도건설 환경관리방안
2 환경친화적 철도노선 선정
2.1 환경친화적 철도노선 선정을 위한 추진체계
2.2 노선 선정시 환경성 고려방안
2.3 항목별 검토사항
3 환경친화적 철도건설 평가기법
3.1 평가항목별 중점평가내용
3.2 현황조사 및 예측기법
3.3 환경영향 저감기법
4 환경영향 저감방안에 대한 설계기법
5 환경관리계획(환경영향조사)
5.1 환경관리계획 점검항목
5.2 환경관리계획 환경영향조사 주요내용
- 공종별 환경관리계획 주요내용

◎ 환경친화적인 철도노선 선정

〈표 5-3〉 철도 기본설계 수행절차

구분	수행항목	수행계획
1단계 <착수단계>	· 과업수행계획 수립 · 관련계획 검토 및 설계 기준 선정	· 과업수행의 기본방향 설정 · 과업수행계획서 작성 · 각종 관련계획을 종합 및 정리하고 이를 근거로 과업시행 · 기본계획자료 재검토 후 조사시행
2단계 <검토단계>	· 기본계획 노선 재검토 · 각종 반영사항 검토	· 기본계획 노선의 충분한 재검토 후 최적 평면 및 종단선형 확정 · 환경 및 교통영향 평가사항 검토 후 설계반영
3단계 <시행단계>	· 기본설계 수행 · 구조물 및 정거장 계획	· 구간별 공사검토 및 세부설계 도면작성 · 총사업비 및 단계별 시행공정 검토 · 지역환경을 고려한 구조물 및 정거장 계획 · 주변환경이나 지역주민 피해를 최소화하는 방안 검토
4단계 <완성단계>	· 기본설계 성과물 작성 및 보완	· 발주처 검토 및 설계심의 후 최종 성과품 보완 및 제출

○ 철도사업의 노선선정시 환경성 고려 기본원칙

- 환경적인 측면에서 중요하게 여겨지는 지역·지구를 고려한 노선 및 입지 선정
- 정온지역의 분포를 고려한 노선 및 입지 선정
- 경관민감지역을 고려한 노선 및 입지 선정
- 기존 노선 및 정거장의 활용
- 타 교통시설(도로 및 철도)과의 평행노선 고려
- 환경영향평가 정보지원시스템의 활용

○ 노선 선정시 항목별 주요평가내용

〈표 5-4〉 노선 선정시 항목별 주요평가내용

평가항목	환경성 주요평가내용
지형·지질	<ul style="list-style-type: none"> ○ 보전가치가 있는 지형·지질유산의 보전 ○ 지역의 특이한 지형형상(습지, 해안선, 계곡 등)에 대한 보전 ○ 지반안정성 ○ 대규모의 지형변화를 가져오는 땅깎기·흙쌓기의 최소화
동·식물	<ul style="list-style-type: none"> ○ 생태적·환경적 보전가치가 있는 지역에 대한 고려 ○ 주요 식물종(보호수 및 노거수 포함) 및 식생의 보전 ○ 동물의 서식지 훼손이나 동물이동로의 단절 최소화 ○ 터널 지하수 유출로 인한 식생 영향 ※ 중요종, 중요서식지, 생태계 현황, 종의 출현이 왕성한 계절
토지이용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 상위계획과의 연계성 유무 ○ 기존 주거지의 단절 여부 ○ 지장물 및 농경지 편입의 최소화 ○ 기존철도의 활용여부
대기질	<ul style="list-style-type: none"> ○ 환경기준 고려 ○ 환경기준을 초과하지 않도록 노선과 마을간의 이격거리 확보 ○ 대기질 저감방안 고려
수질	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수질보전 관련 용도지역 혹은 시설물의 우회 고려 ○ 교량공사, 제방축조 등으로 발생하는 토사유출이 하천, 습지 등의 담수생태계에 미치는 영향 최소화 ○ 수질오염총량 관리계획 고려 ○ 계곡부의 배수구역 고려
수리·수문	<ul style="list-style-type: none"> ○ 지하수 영향 조사 ○ 지하수 영향지역의 지하수 이용실태 및 저감방안 ○ 지하수 보충 시스템 도입

소음·진동	○ 인체, 구조물과 관련된 환경기준 고려
위락·경관	○ 보전할 가치가 있는 자연경관의 보전 ○ 대규모 땅깎기·흙쌓기로 인한 경관적 영향 최소화 ○ 기존 도로와 입차교차시 철도의 지하화
전파장애	○ 철도 전철화 고려

◎ 환경친화적 철도건설 평가기법

〈표 5-5〉 철도건설사업의 항목별 세부내용

평가항목	환경영향
지형·지질	<ul style="list-style-type: none"> · 학술적 가치 또는 보전가치가 있다고 판단되는 지역의 지형·지질 정밀조사 및 조사지역의 보전 등 영향 최소화 대책 · 절·성토에 따른 사면 발생지역의 위치 및 주변경관을 고려한 법면처리대책 · 공사구간별 절·성토량 예측시 발생하는 잔여토량 처리계획 · 공사구간별 절·성토량 예측시 부족토량 공급계획 · 사업구간 중 연약지반 분포지역과 지하수 과다유출 지역의 정밀조사 결과에 따른 방지대책
동·식물	<ul style="list-style-type: none"> · 계획노선 구간에 대하여 생태전문가가 참여한 현존식생도, 녹지자연도 제시 및 임상이 양호한 지역의 보존대책과 조경계획 · 계획노선 지역에 특정 야생동·식물, 천연기념물 등의 서식·분포현황 및 공사로 인하여 환경에 미치는 영향에 따른 보호대책 · 공사시 불가피하게 훼손되는 지역의 임상이 양호한 수목 중 이식가치가 있는 수목은 정거장 및 주변지역 등에 이식 · 하천을 횡단하는 교량설치지역 등의 공사시 수계생태계에 미치는 영향 예측 및 적정 보호대책 · 각 정거장 및 차량기지 건설지역의 차폐녹지대 조성계획
대기질	<ul style="list-style-type: none"> · 공사시의 대기오염물질 발생에 따른 영향예측 및 저감대책 · 이용시의 대기오염물질 발생량 예측 및 저감대책
수질	<ul style="list-style-type: none"> · 하천횡단 교량건설 및 절·성토 공사시 토사유출이 하천, 농경지 등에 미치는 영향예측과 현지에 적용가능한 토사유출 방지대책 · 터널굴착 및 과도한 절토시 지하수맥의 차단, 지하수 용출 등의 우려가 있으므로 지하수 변동에 따른 영향 및 대책 수립 · 공사시 현장설치 골재제조설비, 현장 상주인력이 배출하는 오·폐수의 적정처리여부 · 운영시 정거장, 차량기지 등에서 발생하는 오·폐수 발생량 예측 및

	<ul style="list-style-type: none"> 오·폐수 처리계획 수질오염총량 관리계획 반영
폐기물	<ul style="list-style-type: none"> 공사시 사업장 일반 및 지정폐기물 발생량 예측과 처리대책 정거장, 차량기지 등에서 발생하는 폐기물의 성상별 발생량 예측 및 처리대책
소음·진동	<ul style="list-style-type: none"> 일반철도, 고속철도, 도시철도 등 주행철도의 특성에 따른 소음예측식의 적정성과 구간별 소음예측식의 일관성 소음·진동 영향이 예상되는 철로변 주거지역 및 정온시설, 가축 등 분포현황 터널굴착 및 과도한 절토 등의 공사시 폭약사용, 기타장비 등에서 발생하는 소음·진동이 이격거리별로 주변 주거지역 및 정온을 요하는 시설, 가축 등에 미치는 영향의 예측평가 및 적정대책 환경기준 초과지역에 대한 방음·방진대책 및 저감효과 등의 적정성
경관	<ul style="list-style-type: none"> 노선통과지역이 기존의 임상양호지역 또는 보호할 가치가 있는 지역의 통과여부 노선주변지역과의 경관조화를 위한 교량설치, 방음시설설치, 사면처리대책 수립 기존 도로와 입차교차시 철도의 지하화
주거·교통	<ul style="list-style-type: none"> 공사로 인하여 인근 주거지역 및 도로, 수로 등이 차단·분리되는 지역을 조사·예측하였는지의 여부와 통로박스 등의 시설설치 계획의 적정성 각 정거장 주변에는 승객의 이용이 편리하도록 일정규모의 역세권 주차장을 확보하는 방안 등 계획
문화재	<ul style="list-style-type: none"> 문화재 전문가나 관계학술기관이 참여한 계획노선 구간의 문화재 및 유물·유적에 대한 조사실시 여부와 결과에 대한 적정대책 수립
전과장해	<ul style="list-style-type: none"> 철도 전철화 고려

〈표 5-6〉 철도건설사업 환경영향평가지 평가항목 설정

구분	자연환경					생활환경								사회·경제환경									
	기상	지형·지질	동·식물상	해양환경	수리·수문	토지이용	대기질	수질	토양	폐기물	소음·진동	악취	전파장해	일조장해	위락·경관	위생·공중보건	인구	주거	산업	공공시설	교육	교통	문화재
기호	×	●	●	×	●	●	●	●	●	○	●	×	○	×	○	×	○	○	×	×	×	○	×

주1) ● : 중점; ○ : 일반; × : 제외

주2) 통합 항목: 수리·수문 + 수질; 토양 + 폐기물; 위락·경관 + 인구 + 주거

다. 철도 유형별 중점평가내용

○ 일반철도 및 고속철도

- 대부분 직선화된 노선특성 → 고성토(교량) 및 터널이 반복
- 공사시 환경영향요인 : 성토 및 교량공사, 터널공사로서 항타, 터널공사시의 소음 진동(발파), 갱구부 산림훼손, 터널굴착수에 의한 지하수 및 수질영향 등
- 운영시 환경영향요인 : 소음이며, 소음발생 특성은 다소 상이하어 일반철도의 경우 레일과 차륜의 상호접촉에 의한 마찰음이 주를 이루며, 고속철도의 경우 열차의 속도가 240km/hr 이상으로 증가하면 공력소음이 주 소음원임

○ 지하철

- 지하터널공사 → 터널 굴착 공사시 발파·진동 및 지하수 영향 등이 주요 환경영향요인
- 공사방법상 개착공사가 있을 경우에는 개착공사 구간에서의 H-PILE 항타 소음영향 등이 예상됨
- 운영시 진동으로 인한 환경영향 및 환기구에 의한 대기오염과 실내 공기질의 환경영향이 예상됨

○ 경전철

- 지상궤도 및 고가궤도방식에 따라 환경영향요인의 차이는 다소 있으나, 우리나라에서 추진되고 있는 궤도방식이 대부분 교량임
- 이를 고려 한다면 공사시 환경영향요인은 교량항타 공사시 소음·진동 영향이 주 환경영향요인임

부가적으로 차량기지등에서 토공사가 이루어질 경우 대기질의 영향이 수반됨

- 운영시 전력에 의해 운행되는 경전철의 특성상 대기오염의 영향이 적으며, 최고 발생 소음도는 60km/hr속도로 운행시 30m거리에서 약 60dB(A) 수준으로 특별한 경우를 제외하고는 큰 문제가 없음

〈표 5-7〉 철도 유형별 중점평가사항 및 저감방안

유형	중점평가사항		저감방안	
일반 철도 및 고속 철도	공사시	① 지형지질 · 절토사면의 발생 · 터널공사시 지하수	· 사면식생보호공 · 대체관정 개발 및 모니터링	
		② 동식물상 · 절토공사시 수목 및 서식지 훼손 · 야생동물 이동로 단절	· 식생보호공, 훼손수목 이식, 우회노선 검토 · 이식대상 수목선정(년생, 임상상태, 수종 등) · 터널 및 동물이동통로	
		③ 대기질 · 절토 및 터널공사시 먼지 영향	· 세륜세차, 살수, 방진망설치, 터널내 집진 및 환기시설 설치	
		④ 수질 · 터널폐수발생 · 하천교량 및 토공사시 토사유출 · 현장사무실 오수발생	· 중화처리시설 설치 및 재활용 · 오탉방지막설치, 차수공법 적용, 침사지 설치 · 오수처리시설 설치	
		⑤ 소음·진동 · 교량향타소음 · 터널 발파소음진동	· 가설방음벽 설치, 저소음진동 향타공법 적용 · 방음문 설치, 장약량 조정(제어발파)	
	운영시	④ 수질 · 정거장 및 차량기지 오폐수발생	· 공공하수도 연계처리 및 처리장 설치	
		⑤ 소음·진동 · 철도 소음진동 영향	· 방음벽 설치, 장대레일, 방진패드 설치등	
	지하 철	공사시	① 지형지질 · 터널의 지반 안정성	· 지반보강공법 채택
			② 동식물상	
			③ 대기질 · 개착구간 및 차량기지 토공사시 먼지영향	· 방진망 설치, 살수실시, 세륜세차
④ 수질 · 지하 터널공사시 폐수발생			· 중화처리시설 설치 및 재활용	
⑤ 소음·진동 · 개착구간 H-PILE 향타소음 · 터널 발파소음진동			· 가설방음벽, H-PILE 진동 압입 방법 채택등 · 장약량 조정(제어발파), 기계굴착	
운영시		③ 대기질 · 실내 대기질 오염	· 집진 및 환기시설 설치	
		④ 수질 · 정거장 및 차량기지 오폐수발생	· 공공하수도 연계처리 및 처리장 설치	
		⑤ 소음·진동	· 방진패드, 터널의 중량화(두께증	

		· 지하철 운행에 따른 진동	가), 장대레일등
경 전 철	공 사 시	① 지형지질	
		② 동식물상	
		③ 대기질 · 차량기지 토공사시 먼지영향	· 방진망 설치, 살수 실시, 세륜세차
		④ 수질 · 하천통과시 토사유출 · 터널공사시 폐수발생	· 중화처리시설 설치 및 재활용 · 오탉방지막설치, 차수공법 적용, 침사지 설치
		⑤ 소음·진동 · 노면포장깨기 및 항타소음 · 터널 발파소음진동	· 가설방음벽 설치, 저소음진동 항 타공법 적용 · 방음문 설치, 장약량 조정(제어 발파)
	운 영 시	④ 수질 · 정거장 및 차량기지 오폐수발생	· 공공하수도 연계처리 및 처리장 설치
		⑤ 소음·진동 · 경전철 운행소음	· 방음벽 설치, 가이드 웬스등
		⑥ 전파장해	· 주거지역과의 이격 거리 등(적정 거리제시)
공 통	공 통	① 대기, 소음 등 환경기준	· 지역 환경기준 및 국가환경기준 적용여부
		② 동식물상	· 생태통로 유도웬스 적정형식 등
		③ 수질	· 수질오염총량 관리계획 반영
		④ 소음	· 방음벽 설치형식(터널형 등) 다 양화(예산반영 필요)

라. 환경친화적인 철도건설 지침(안)의 주요내용

(1) 지형·지질

검토의견	평가 및 설계지침	반영여부
1. 보전가치가 있는 지역의 지형·지질	정밀조사 및 영향최소화 대책	
	● 보전가치가 있는 지형·지질유산 훼손의 최소화 방안	○
2. 지형훼손 최소화		
● 지형변화 현황과 저감대책 ● 부수적 지형개변 현황	● 터널화를 고려해야 하는 지역	○
	● 장대비탈면 발생지역 저감방안	○
	● 지형훼손의 적정성 판단기준	○
	● 지형훼손이 불가피한 사유	-
3. 절·성토에 따른 사면 발생지역의 위치 및 주변경관을 고려한 범면처리 대책		
● 사면안정 검토 및 대책	● 땅깍기·흙쌓기 비탈면 발생 최소화 방안	○
	● 비탈면 안정대책	○
4. 공사구간별 절·성토량 예측시 발생하는 잔여토량 처리계획 및 부족토량 공급계획		
● 토공처리계획	● 자연친화적 토취장 계획 및 복구	○
	● 비옥토의 처리	○
5. 사업구간 중 연약지반 분포지역과 지하수 과다유출지역의 정밀조사결과에 따른 방지대책		
● 지반안정성 예측 및 대책	● 연약지반의 처리	√
6. 터널 및 교량		
● 터널 및 교량으로 인한 영향 및 대책		√
● 지하수 영향 모니터링 계획		√
7. 광산 및 광구, 폐광지역, 제3기층 통과에 따른 영향 및 대책		
● 제3기층 통과에 따른 영향 및 대책		√
● 광산 및 광구, 폐광지역 통과에 따른 영향 및 대책		√

“반영여부”: 최종보고서의 “제7장 설계기법”이 내용을 얼마나 포함하고 있는지를 기호로 나타냄

○ : 내용은 포함되어 있으나 “도로건설 편람”과 거의 유사함

◎ : 내용은 포함되어 있고 “도로건설 편람”과 차별화되나 그리 비중있지 않은 경우

● : 내용이 포함되어 있고 “도로건설 편람”과 차별화되며 비중있는 경우

√ : 필요한 내용을 생략한 경우

√√ : 반드시 필요한 내용을 생략한 경우

- : 생략되어 있으나 내용추가가 필요할만큼 비중있지 않은 경우

(2) 동·식물상

검토의견	평가 및 설계지침	반영여부
1. 생태적으로 양호한 지역의 보전방안		
• 녹지자연도 변화 예측 및 보전지역 훼손 최소화	• 녹지축 보존	✓
2. 훼손지역 최소화		
• 동·식물상 현황조사		-
• 하천 및 산림 훼손지역 현황조사		-
• 주요 생물서식지 분포 파악		-
3. 야생동물 및 서식지 보전방안		
• 생태이동통로 확보	• 생태통로: 육교형, 터널형, 보조시설 ※ 유도웬스 형식 규모 등 설정	○
• 서식지 간섭 영향 최소화 대책	• 동물침입방지시설: 울타리, 방지벽, 탈출구	○
	• (제7장)중요 종의 개체 및 군락지·서식지 보호방법	◎
4. 식재복원계획		
• 나출지 및 사면발생지역에 대한 대책	• 식생제거지 복원	✓
• 공사시 비탈면 복원계획 및 식재계획		
	• 훼손수목의 재활용	●
5. 교량설치로 인한 영향예측 및 저감방안		✓
6. 터널공사로 인한 영향예측 및 저감방안		✓
7. 대체서식지 조성		
• 각 정거장 및 차량기지 건설지역의 차폐녹지대 조성계획	• 동물별 대체서식지 조성	✓✓

(3) 수질 및 수리·수문

검토의견	평가 및 설계지침	반영여부
1. (절·성토 포함) 공사시 토사유출로 인한 영향예측 및 저감대책		
	• 땅깎기·흙쌓기 공사로 인한 토사 유출 저감방안	√
	• 토취장, 사토장에서 토사유출 저감 방안	√
2. 공사시 현장설치 골재제조설비		
• B/P, C/R 등에서의 발생폐수 처리 방안	• 골재생산시설의 폐수처리 • 콘크리트 혼합시 폐수처리	◎ √
3. 현장 상주인력이 배출하는 오·폐수의 적정처리여부		
	• 공사인원의 오수처리	◎
4. 교량건설로 인한 영향 예측 및 저감방안		
• 교량 공사시 수질오염 저감방안	• 교량 공사시 수질오염 및 환경영향 저감방안	√
5. 터널공사로 인한 영향예측 및 저감방안		
• 터널공사시 수질오염 저감대책	• 터널공사로 인한 지하수 이용 피해 방지 • 터널 공사시 폐수처리	√ √
6. 운영시 정거장 및 차량기지의 용수공급 및 오수처리(정거장, 차량기지 등에서 발생하는 오·폐수발생량예측 및 오·폐수처리계획)		
• 정거장의 용수공급 및 오수처리	• 휴게소의 용수공급 및 오수처리 • (제7장) 정거장 오수처리시설 설치 기준 • (제7장) 정거장에서 발생하는 폐윤 활유, 부동액 처리시설 기준	●
• 차량기지에서 발생하는 오·폐수처리계획		√√
7. 운영시 비점오염원의 저감방안		
• 비점오염물질 처리계획	• 침사지 설치	◎
• 가배수로 및 침사지 설치계획	• 침수방지 및 비점오염원 유출저감을 위한 노면배수 대책	√
	• 비점오염원 유출저감을 위한 대책 • (제7장) 비점오염원 처리시설 기준 (교량 및 역사부지 등) • (제7장) 오탐방지막의 종류 및 설치 기준	◎
8. 수로차단 대책 및 하천이설시 자연형 하천공법 적용		
	• 수로차단에 대한 대책	√
	• 하천이설시 자연형 하천공법 적용	√
9. 수질오염총량 관리계획 반영		√√

기타		
• 골재채취에 따른 수질오염 저감방안		√
• 지하시설물 훼손으로 인한 지하구 오염방지 대책		√
• 지하관정 폐공조치	• (제7장) 골재생산시설 설치시 폐수 처리시설 설치, 폐공 처리방법	◎

[4] 토지이용

검토의견	평가 및 설계지침	반영여부
1. 장례계획과의 부합		
• 노선 및 입지와 관련한 광역현황도 및 종합계획도 제시		-
• 정거장 등 철도관련시설에 대한 토지이용, 역세권 형성 등과 도시개발과의 연계성 문제 고려		√√
2. 효율적인 토지이용계획		
• 불용토지 검토 및 활용방안 계획	• 효율적인 토지이용계획 수립	○
3. 폐선부지 및 철도인접지의 활용방안		
• 폐노선 활용계획	• 폐도의 활용방안 수립	√
• 폐선부지 및 철도 인접지의 활용방안	• 폐선부지 및 철도 인접지의 활용방안	√
4. 기존도로와의 교차방법 정립(철도의 도로 하부 통과)		√√

[5] 대기질

검토의견	평가 및 설계지침	반영여부
1. 공사시 대기질 영향예측 및 저감방안		
• 공사시 대기질 영향예측 및 저감대책 수립	• 방진망	○
	• 살수	◎
	• 세륜·세차시설 설치	◎
	• 차량덮개 설치 및 속도제한	◎
	• 토공사 시작전 가설도로 포장	-
• 디젤 향타기를 사용시(교량공사) 디젤 비산으로 인한 대책 수립		√
2. 운영시 대기질 영향예측 및 저감방안		
	• (제7장)터널 환기시설	●

[6] 토양 및 폐기물

검토의견	평가 및 설계지침	반영여부
1. 토양오염 저감방안		
	• 인위적 요인에 의한 토양오염 저감 방안	-
2. 공사시 사업장 일반 및 지정폐기물 발생량 예측 및 처리대책		
	• 생활폐기물 및 분뇨	√
	• 건설폐기물	◎
	• 임목폐기물	○
	• 폐유	√
3. 운영시 정거장, 차량기지 발생 폐기물의 발생량 예측 및 처리대책		
• 정거장 발생 폐기물	• 휴게소 발생 폐기물	○
• 차량기지 발생 폐유 및 폐기물		√√
4. 화약관리		
• 화약관리계획		

[7] 소음·진동

검토의견	평가 및 설계지침	반영여부
1. 철도특성별 철도구조 및 부속 시설물(노반/궤도) 관련 소음·진동 저감방안		
• 주행철도(일반철도, 고속철도, 도시철도 등)의 특성에 따른 소음예측식의 적정성과 구간별 소음예측식의 일관성	• (제7장) 회절감쇠를 고려한 철도구조 기준	◎
• 장대레일 사용 이음부 통과소음 최소화	• 노면의 개량 등에 의한 저감	●
• 진동방지침목 사용	• (제7장) 노반 및 궤도 부분에서의 저감방안 및 저감량 제시	
• 정비불량에 의한 소음 방지		√
2. 기타 시설 등을 통한 소음·진동 저감방안		
• 정온시설에 대한 영향 예측 및 저감방안	• (제7장) 정온시설과 교통집중개소에 대한 저감방안 및 설계기법	◎
• 가설방음판넬의 설치	• 차폐시설 및 가설방음판넬의 설치	◎
	• 작업방법에 의한 소음저감	√
	• 공사시 투입장비에 의한 소음저감	√
3. 향타·발파시 소음·진동 저감방안		
• 발파공사시 저감방안	• 발파시 발파계획 및 공법에 의한 소음저감	◎
	• 향타공사시 유입장비 제어를 통한 소음저감	◎

[8] 전파장애

검토의견	편람 & 제7장	반영여부
전파장애 예측 및 저감방안		
	• 전파장애 영향(학교, 주거지역 등)	√√
	• 텔레비전 수신장애 예측 및 저감방안	●
	• 라디오	●

[9] 위락경관 및 주거교통

검토의견	편람 & 제7장	반영여부
1. 경관영향의 예측 및 평가		
	• (제7장) 경관에 대한 예측 및 평가	◎
	• (제7장) 노선 선정시 경관지 확보기준 설정	◎
	• (제7장) 시야차단 및 경관장애 최소화 기법	●
2. 시설 등이 주변과 조화될 수 있는 경관 대책 수립		
• 절·성토 사면 발생구간의 경관영향 최소화 계획	• (제7장) 자연형 사면녹화기법	◎
• 교량경관계획	• 대형 구조물 설치	√
• 방음벽에 대한 경관계획	• 경관을 고려한 방음벽 설치 • (제7장) 미관을 고려한 방음벽 조성 기법	◎
• 옹벽에 대한 경관계획		√
• 통로박스에 대한 경관계획		√
• 터널갭문형식 비교 후 경관영향을 최소화할 수 있는 최적안의 선정	• 터널 입·출구부의 경관상 부조화 방지기법	√
3. 인구 및 주거		
• 지역왕래대책	• 부체도로 • 통로암거·교량	√
	• (제7장) 유지관리시 민원최소화 방안	●
4. 교통		
	• (제7장) 공사시 교통처리 계획	◎
• 기존도로와의 교차방안(철도의 도로하부 통과 고려)		√√
기타		
• 토취장 개발시 보전대책		√

마. 향후 추진계획

- 환경친화적 철도건설 지침(안) 전문가 포럼 구성 및 운영
 - 지침(안)과 가이드라인(안) 작성을 위하여 전문가 포럼 구성
 - 환경영향평가 작성업체, 철도건설 설계·시공업체 등 5-6명
 - 지침(안)과 가이드라인(안)의 세부항목에 대한 내용을 KEI와 RTB에서 작성
 - 위의 작성내용을 전문가 포럼에서 월1회 검토(2007년 1월 ~ 4월)
- 환경친화적 철도 건설의 문제점 분석(설문조사→제도개선)
 - 환경성 평가요소·예측·평가·대책 등의 적정성 여부 검토
 - 철도 종사자가 겪고 있는 분야별 문제점 분석
 - 사업자나 지방자치단체의 제도적·정책적 어려움 분석
- 환경 친화적인 철도 건설 수범 사례 발굴 및 사례집 작성(설문 및 현지조사)
- 한국형 환경친화적 철도건설 중·장기 계획 수립
- 설계, 시공, 유지관리단계별 환경친화적인 가이드라인 작성
- 2차 환경포럼(Workshop) 개최(2007년 5월)
- 최종보고회의(2007년 8월말)

【참고】 환경친화적 철도건설 현장사례 외

1. 환경친화적 철도건설 현장사례



터널공사시
발생되는 폐수를
처리하기위한
폐수처리장 설치
운영
〈경춘선 복선전철
5공구 유담촌터널〉



성토면에 부직포
설치하여
토사 유출 방지



주택근처에서
공사시 가설방음벽
설치하여 소음저감



터널발파시 입구에
방음문을 설치하여
발파시 소음저감
〈경부고속철도
12-4공구
복안터널〉



동물 이동을 위한
생태다리
(Eco-Bridge)
〈동해북부선(저진
~군사분계선간)〉



생태계 보전을
위한 대체 습지
조성
〈동해북부선(저진
~군사분계선간)〉



생태이동통로로
동물유도를 위한
울타리 설치
〈동해북부선(저진
~군사분계선간)〉

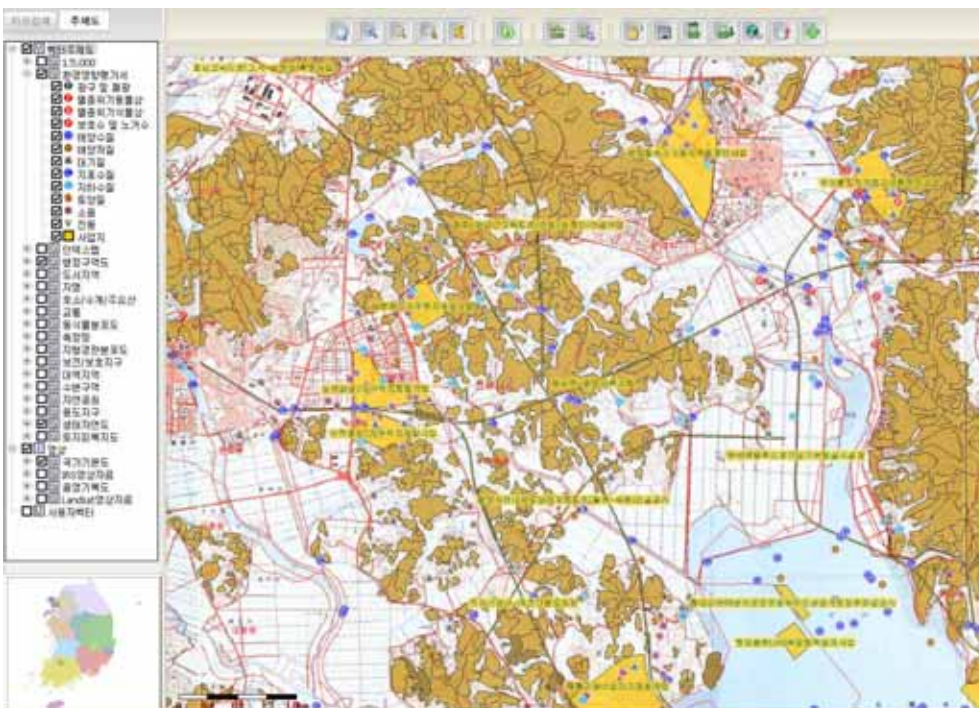


측구에 빠진
동물이 탈출할 수
있는 생태통로설치
〈동해북부선(저진
~군사분계선간)〉

2. 환경영향평가 정보지원시스템



환경영향평가 정보지원시스템의 초기화면



개발지역 주변의 생태자연도 분포