

제 15 편 환경친화적 도로건설



목 차

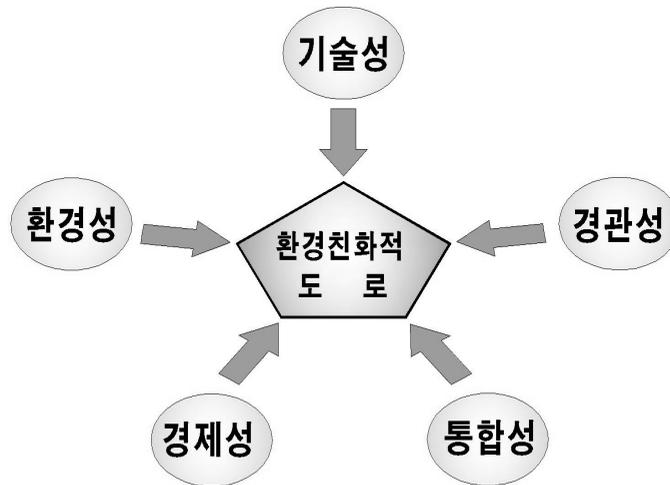
1. 개 요	381
2. 도로건설과 환경영향	382
2.1 도로건설이 자연환경에 미치는 영향	382
2.2 도로건설 단계별 환경영향	385
2.3 자연생태계에 미치는 영향	387
3. 도로건설 단계별 고려사항	389
3.1 타당성 조사단계	389
3.1.1 타당성 조사단계 검토 내용	389
3.2 기본설계 단계	390
3.3 실시설계 단계	390
3.3.1 기본 및 실시설계단계 검토내용	390
3.4 시공단계	391
3.5 유지관리 단계	392
4. 환경친화적인 도로노선 선정	393
4.1 노선선정 시 고려요소	393
4.2 노선선정 절차	394
4.3 항목별 검토사항	396
4.3.1 지형·지질	396
4.3.2 동·식물	397
4.3.3 토지이용	398
4.3.4 수질	398
4.3.5 소음·진동	398
4.3.6 위락·경관	399
5. 환경친화적인 도로설계기법	400
5.1 보전가치가 있는 지형·지질 유산 훼손의 최소화	400
5.1.1 지형훼손 최소화	400
5.1.2 땅깎기·흙쌓기 비탈면 대책	404

5.1.3	비탈면 안정대책	405
5.1.4	연약지반의 처리 검토	405
5.1.5	사구, 사빈(砂濱, 모래가 많이 퇴적된 해안 지형) 및 갯벌 존재지역 훼손 최소화 방안 검토	405
5.2	동·식물상	405
5.2.1	녹지축 보존	405
5.2.2	생태통로	406
5.2.3	동물 침입방지지설	411
5.2.4	도로변 조명시설	413
5.2.5	훼손 수목의 재활용	413
5.2.6	식생제거지 복원	413
5.2.7	도로변 대체 서식지 조성	414
5.3	수리·수문	414
5.3.1	수로차단에 대한 대책 검토	414
5.3.2	하천이설시 자연형 하천공법 적용	414
5.3.3	터널 유출수 처리 대책	414
5.3.4	침수 방지 위한 노면배수 대책	415
5.4	토지이용	416
5.5	대기질	416
5.5.1	노선선정	416
5.5.2	터널 환기시설 설치 검토	416
5.6	수질	417
5.6.1	노선선정	417
5.6.2	비점오염원 유출저감을 위한 대책	417
5.7	토양	417
5.7.1	물리적(구조적) 요인에 의한 영향 완화	417
5.7.2	인위적 요인에 의한 영향 완화	417
5.8	친환경적 자연순환	418
5.9	소음·진동	418
5.9.1	노선선정	418
5.9.2	차폐시설 설치에 의한 저감	418
5.9.3	노면의 개량 등에 의한 저감	418



1. 개 요

“환경친화적인 도로”는 도로건설 구상 및 계획단계부터 설계 및 시공단계, 유지관리 단계에 이르기까지 도로 건설에 따른 환경영향을 고려하여 자연환경 및 생태계, 생활환경 피해를 최소화하고 쾌적한 환경을 창조하는 “인간과 자연에 좋은 도로”를 의미한다. 따라서 자연과의 조화를 위한 환경친화적인 도로를 건설하기 위해서는 도로계획과 설계에 관련된 모든 사람이 자연을 충분히 이해하고, 자연환경을 보전·창출하기 위한 구체적인 방법을 마련하기 위한 노력을 계속하여야 한다.



〈그림 1.1〉 자연친화적 도로의 개념

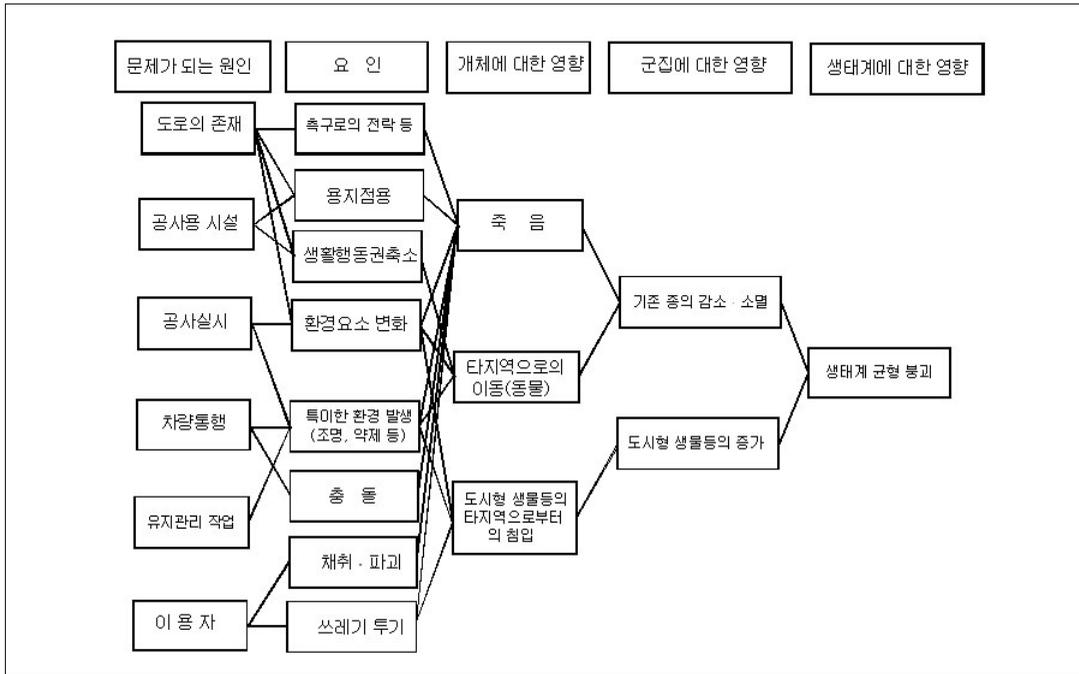


2. 도로건설과 환경영향

2.1 도로건설이 자연환경에 미치는 영향

(1) 도로건설이 자연환경에 미치는 영향을 크게 분류하면 다음과 같다.

- ① 서식지 손실 : 가치 있는 서식지의 직접 손실, 영구 또는 일시적으로 손실된다.
- ② 서식지 분절화 : 서식지 단절에 따른 고립, 이용가능 자원의 손실 등에 기인한 생물종 다양성의 손실, 녹지축의 단절 등이 있다.
- ③ 종 이동의 장애물 : 이동유형을 변경·방해하여 고립이나 로드킬 등이 발생한다.
- ④ 물리적인 변경 : 기존 서식지를 개선·강화 할 수 있는 기회가 발생된다.
(연결성 재건, 새로운 서식지 도입 등)
- ⑤ 대기자원의 오염 : 먼지, 배기가스 등 오염물질은 대기질 변화, 기후 변화, 더 나아가 동·식물에게 잠재적 영향을 초래한다.
- ⑥ 수자원의 오염 : 수맥차단 등에 의한 지하수위 변화, 도로 유출수(기름, 중금속 등) 오염물질은 수질오염, 수생식물 및 동물에 잠재적 악영향을 초래한다.
- ⑦ 소음·진동 : 조류 종의 번식 및 먹이공급 등에 영향을 미친다.
- ⑧ 인공 조명 : 조명의 형태에 따라 긍정적, 부정적 영향을 미친다.
- ⑨ 도입된 재료 : 서식지 변화(비탈면 녹화 등)가 발생한다.
- ⑩ 인간·자동차 존재 : 몇몇 중(섭금류, 물새 등)에 대해서는 시각적인 방해가 발생한다.



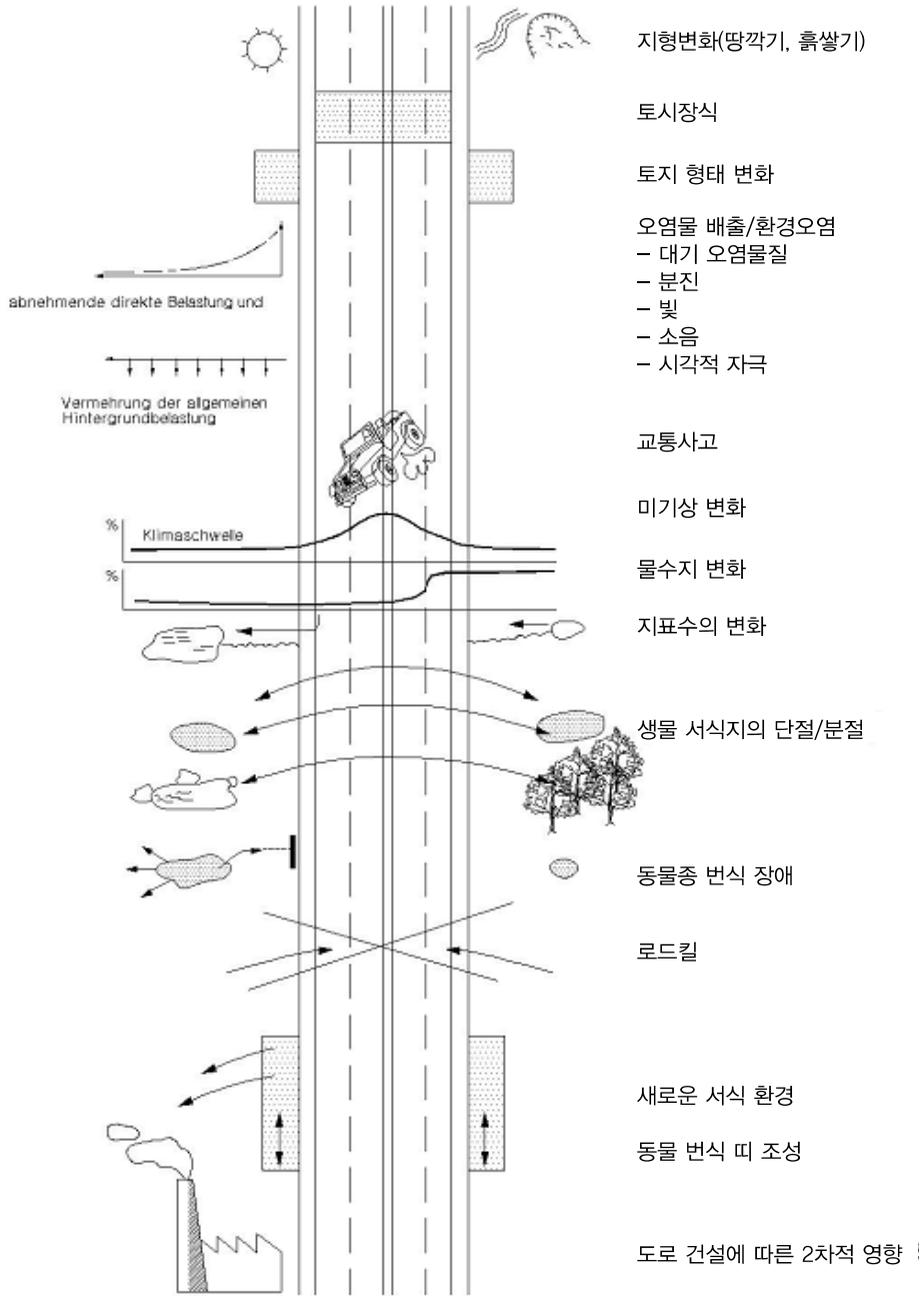
〈그림 2.1〉 도로가 자연생태계에 미치는 영향관계의 흐름(환경친화적인 도로건설 정책연구, 2005)

(2) 도로건설은 토공 작업을 수반하는 사업이므로 이에 따른 간접적 영향이 발생하는데, 예를 들어 토사 유출로 인한 수생태계에 미치는 치명적인 영향이 이에 속한다.

(3) 도로건설이 환경에 미치는 간접영향, 누적영향, 상호작용 영향을 고려하는 것이 바람직하다. 누적영향은 한 영향권에서 기존의 개발사업에 의한 영향에 다른 사업에 의하여 발생한 영향이 가중되는 현상이다. 도로사업 I 의 근거리에 도로 사업II가 시행되어 기존 소음에 또 다른 소음이 더하여져 피해가 가중되는 경우가 이러한 예시가 된다. 누적영향은 다음과 같이 구분될 수 있다.

- ① 부가적 누적영향 : 모든 영향의 단순한 합계 이다.
- ② 상쇄적 누적영향 : 여러 인자들이 동시에 작용하여 영향의 정도가 상쇄된다.
- ③ 추가적 누적영향 : 인자들 간의 상호작용으로 인하여 각 인자들의 단순함 보다 영향의 정도가 커진다.

(4) 상호작용 영향은 한 영향권 내에 있는 한 개 이상의 단일 도로사업에 의하여 발생하는 여러 영향들이 서로 상호작용하여 일어나는 다른 반응이다.



〈그림 2.2〉 도로건설에 의한 환경 영향(환경친화적인 도로건설 정책연구, 2005)

2.2 도로건설 단계별 환경영향

(1) 도로건설은 건설공사 계획단계부터 공사완료 후 운영과정에서 단계별로 다양한 영향이 발생한다.

- ① 도로부지에 의한 생태계 소실 : 땅깍기·흙쌓기, 인공 비탈면, 노면 포장 등이 있다.
- ② 도로공사에 의한 영향 : 소음·진동, 수질, 대기오염 등에 영향을 미친다.
- ③ 도로 개설 후 환경변화에 의한 영향 : 삼림 벌채 등에 따른 임상식생의 변화(태양광선, 바람 등), 동물 서식환경 등에 영향을 미친다.
- ④ 도로 교통에 의한 영향: 서식지 분단·분절, 조명, 종번식 장애 등 영향을 미친다.

(2) 도로공사의 주요 공정별 주요 환경·생태계 영향은 <표 2.1>과 같다.

2.3 자연생태계에 미치는 영향

(1) 식물

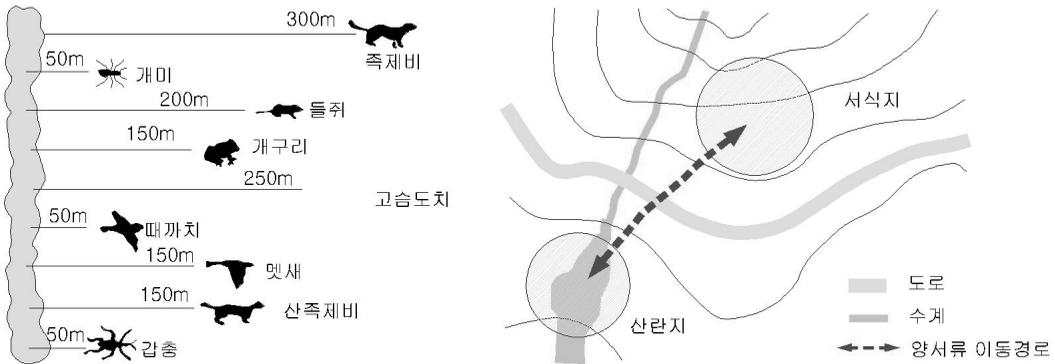
도로를 건설할 때에는 그 규모에 따라 차이는 있지만 일정량 이상의 토지가 필요하다. 이는 도로 용지 뿐만 아니라 도로 건설에 필요한 자재 적재를 위한 것도 있다. 이 때 이들 토지에 자라고 있던 식물들은 공사와 더불어 없어지게 된다.

- ① 대상종과 서식지에 따라 다르나 직접적인 영향권은 도로변에서 수십 m정도이다.
- ② 우리나라에서는 지리산 국립공원 등 자연생태계의 훼손 가능성이 있는 지역을 대상으로 도로건설에 따라 식물종 등의 변화에 대하여 조사하고 있다.
- ③ 일반적으로 사전환경성 검토나 환경영향평가 시 조사범위는 조사지점으로부터 좌우 20m 범위를 1차적으로 설정하고, 차후로 1~2km를 2차적인 범위로 설정하며, 그 이후의 범위를 광역적인 범위로 설정하여 조사한다.

(2) 동물

동물의 생활·행동권 내에 도로 시설이 출현했을 경우 생활권과 행동권이 분단되어 물과 먹이환경, 번식지 등에 접근하기 어려워진다. 도로의 건설로 서식지를 분단 당한 동물은 생활을 유지하기 위하여 새로운 서식지를 찾아 어쩔 수 없이 이동하거나, 위험을 무릅쓰고 도로를 횡단하려 한다. 동물이 도로를 횡단할 경우 자동차와 충돌사고를 일으킬 가능성이 높으며, 이때 동물이 죽게 되는 경우가 대부분이다.

- ① 포유류, 조류와 곤충류, 양서류 등에 따라 다르나 포유류의 경우, 산림이나 숲으로부터 수백m~1km 범위 내에서 이동하는 것으로 조사되었다.
- ② 우리나라에서는 백두대간의 경우 능선 중심 좌우 300m 까지 핵심 보전지역으로 지정, 자연환경의 철저한 보전을 원칙으로 관리하도록 계획 중이므로 사전환경성 검토를 통하여 시설의 필요성, 위치 및 규모의 적정성, 환경에 미치는 영향 등을 계획수립 초기부터 검토하도록 한다.



〈그림 2.3〉 대상동물의 일반적 생태특성도

(3) 생태계

도로의 건설로 환경에 미치게 될 영향은 직접적으로는 식물의 경우 고사, 동물의 경우 충돌사고나 타 지역으로의 이동을 생각할 수 있다. 개체에 대한 영향이 거듭되면 종군에 영향을 미치고, 전체적으로 종을 유지할 수 없을 정도로 개체수가 감소하면 그 생물종은 그 지역에서 생존할 수 없게 된다. 한 종이 그 지역에서 소멸되면 거기에 의존하여 생활했던 생명체에도 영향을 미친다. 그리고 먹이사슬로 연결되어 있는 생명체에게로 점차 영향을 미쳐 시간이 지나면서 점차 그 영향이 확대된다. 이때 도로 주변의 열악한 환경 속에서도 생존할 수 있는 새로운 종의 침입이 시작되어 기존에 서식하고 있던 생명체의 수는 감소하고, 새로운 종이 증가하는 현상이 발생한다.



3. 도로건설 단계별 고려사항

도로건설을 위한 의사결정 단계는 타당성조사, 기본설계 그리고 실시설계 단계로 구성되어 있다. 각 단계별 주요 결정내용은 타당성조사 단계에서 노선대를 선정하고 기본설계단계에서 선형을 확정하며, 확정된 노선에 대하여 실시설계 단계에서 상세설계를 수행하는 것이다. 각 수행 단계별로 환경적 측면의 조사 및 대책을 검토하여 주변 자연환경과 공존·조화를 이루도록 고려한다.

3.1 타당성 조사단계

이 단계는 최적 노선대를 선정하는 단계로써 도로가 건설되는 지역의 자연환경을 정확히 파악하고, 법률 등으로 지정된 지역과 희귀종, 주요종의 생육지·서식지 등 보호·보전 대상은 문헌조사를 통하여 명확히 파악하고, 이러한 지역의 노선 통과는 가능한 피하도록 한다.

3.1.1 타당성 조사단계 검토 내용

주변 환경을 고려한 도로 계획단계의 검토는 다음과 같은 순서로 실시한다.

- (1) 자연환경에 관한 현상파악을 위한 조사를 실시한다.
- (2) 보전대상을 추출한다.
- (3) 도로건설을 회피하여야할 구간을 추출하여 대체노선을 검토한다.

문헌조사와 현지조사로부터 보전대상을 추출한다. 문헌조사에서 지정된 지역이나 종 이름 등이 명기되어 있으므로 그 지역에서 도로건설에 있어서 문제가 되는 것을 보전대상으로 추출하며 그 내용은 다음과 같다.

- ① 자연환경보전지역, 자연생태계보전지역, 문화재보호지역, 천연기념물, 상수원보호구역, 조수보호구역 등 주요 보호대상지역·시설의 존재 여부를 검토한다.
- ② 보호종, 희귀종의 집단서식 및 철새도래지 등의 존재여부를 검토한다.

- ③ 보호가치가 큰 식물군락 또는 백두대간, 녹지자연도 8등급 이상 지역의 존재여부를 검토한다.
- ④ 생태자연도 I · II 등급이상 권역의 존재여부를 검토한다.
- ⑤ 고유종 및 희귀종의 존재여부를 검토한다.
- ⑥ 분포에 한계가 있는 종, 격리분포 종 및 그것이 존재하는 지역등 검토한다.
- ⑦ 희소한 종과 생태적으로 밀접한 관계가 있는 환경을 검토한다.
- ⑧ 습지 등 도로건설에 의한 영향을 받기 쉬운 환경을 검토한다.

추출된 보전대상과 계획노선과의 위치관계를 알 수 있도록 평면도로 나타낸다. 또 대체노선의 검토는 법률과 제도를 근거로 보전대상과 계획노선과의 위치관계를 알 수 있도록 평면도로 나타낸다. 또 대체노선의 검토는 법률과 제도를 근거로 보전대상과 계획노선과의 관계를 검토하여 도로건설을 회피하여야하는 구간을 추출하며, 이 구간에서 대체노선을 검토한다.

3.2 기본설계 단계

이 단계는 최적노선을 선정하는 단계로서 현지조사 등을 통하여 지역의 자연환경을 충분히 파악하고, 타당성조사단계에서 수립된 각 보전대책의 세부사항을 검토하여 설계 단계에서의 협의용 도면이나 각종설계에 반영한다. 또한 노선을 계획할 때 보전지를 피하도록 하고, 부득이하게 통과하여야 하는 구간에서는 선형과 도로 구조를 달리 할 필요가 있으므로 대책수립이 가능한 지역을 선정하여야 한다.

3.3 실시설계 단계

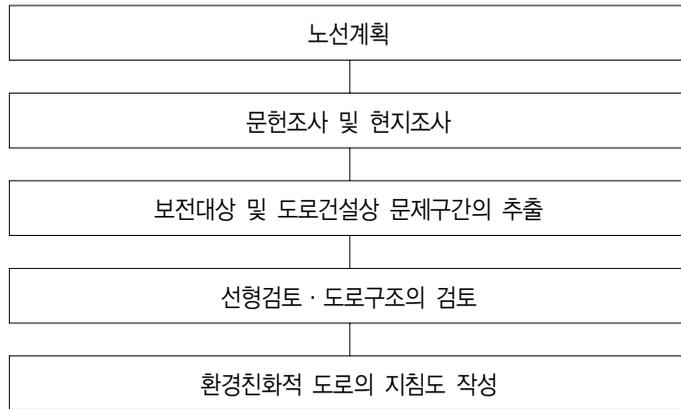
이 단계는 시공을 위한 구체적인 도로구조를 결정하는 단계로서 자연 보전대책 검토에 필요한 조사를 시행하고, 멸종 위기종 · 보호종 · 천연기념물 등을 포함한 자연환경의 보호 · 보전대책에 대한 구체적인 내용과 검토가 필요하다.

3.3.1 기본 및 실시설계단계 검토내용

지역의 자연환경을 파악하기 위한 현지조사를 하여 그 결과를 기초로 이 지역의 자연환경보전의 관점에서 본 중요한 환경을 추출한다. 또한 도로건설 시 문제가 발생하기 쉬운 지역이나 구간에 대해서도 명확히 대안을 세워야 한다. 구체적으로는 도로 구조형태 고려, 동물의 이동경로 확보, 동물의 침입을 방지하기 위한 배려, 측구 등에 대한 배려, 도로조명과 전조등의 영향 저감을 위한 배려, 대체 서식지 정비, 표토의 복원 활용, 이식 · 기존 종을 이용한 식재, 비탈면 경사완화를 통한 고목(古木) 식재 등을 들 수 있다. 동 · 식물의 서식 · 사육 환경을 창출하는 것도 이 단계다. 특히 도로건설에 따

라 분단되는 양쪽지역이 넓고 자연환경이 양호할 경우 일부지역에서 동물의 행동권 보호를 위하여 지형에 따라 교량 또는 터널구조를 적극 검토할 필요가 있으며, 공사 중이나 공용 후의 모니터링 계획, 유지관리 계획을 검토한다. 주변 자연환경에 대하여 가능한 영향이 작은 선형이나 도로 구조를 검토하며, 다음과 같은 순서로 진행한다.

- (1) 계획노선을 기초로 현지조사를 실시한다.
- (2) 보전대상을 추출한다.
- (3) 영향이 작은 선형이나 도로 구조를 검토한다.



〈그림 3.1〉 환경친화적 도로설계를 위한 개략 검토 흐름도

3.4 시공단계

이 단계는 지금까지의 설계 내용에 따라 현지 건설공사를 위한 구체적인 작업을 하게 된다. 공사에 따른 자연환경 영향이 최소화 되도록 오·탁수의 유출방지 대책과 폐기물의 자연환경으로 유입을 적극적으로 차단하고, 공기·공정 등의 조절을 통하여 야생동물의 서식에 부정적 영향을 줄이도록 한다. 예를 들어 인근 수림에 서식하는 양서·파충류 및 포유류의 산란이나 분만에 영향을 끼치지 않도록 하며, 공사 시 일시적으로 개조 변경한 자연환경은 가능한 원상태로 복구하도록 한다.

3.5 유지관리 단계

유지관리단계는 도로의 공용 후 구조물이 확실히 제 기능을 발휘하도록 보수·개선하는 단계로써, 이 단계에서는 자연환경을 배려한 유지관리를 실시함과 동시에 주변지역의 자연환경에 대한 보전·창출효과를 모니터링 하고, 문제가 발생했을 경우를 적절한 대책방안을 강구한다.

도로건설단계	조사	계획	대책
기본계획단계	1/50,000~1/25,000 ① 자료조사 • 관련법규 • 참고문헌 ② 청취조사·정보보완	① 비교노선 설정 ② 영향이 적은 노선 선정(비교노선으로부터 최적노선선정)	① 귀중한 자연환경에 대한 배려 ① 보전대상이 되는 자연환경에 대한 배려
노선비교검토	1/5,000 ① 현지개략조사 • 자료조사의 현지 확인 • 자연환경보전상 중요한 지역	① 영향예측평가 ② 보전대책의 개략 검토	① 땅깍기·흙쌓기 검토에 의한 악영향 최소화 ② 도로 구조의 검토에 의한 영향회피 최소화 ③ 자연개조변경 억제
조사단계	1/25,000~1/1,000 ① 자료·청취조사 ② 현지상세조사	① 보전대책의 검토 ② 대책내용의 검토 • 설치·설계조건 검토 • 대책내용의 검토	① 도로 구조의 세부검토에 의한 영향의 최소화 ② 동물의 이동통로 확보 ③ 배수관 구조물에 대한 배려 ④ 침입방지 울타리 등의 설치 ⑤ 하천개수 시의 배려 ⑥ 표토의 보전화 활용 ⑦ 임연부 보호 ⑧ 귀중 식물 등의 이식 ⑨ 녹화와 식생공 ⑩ 조명배려 ⑪ 대체서식지 정비 ⑫ 비오톱 정비
설계단계	1/1,000 ① 자료·청취조사 ② 현지개략과악 • 대책·방침내용의 검토를 위한 상세조사	① 각 보전내용의 상세 내용·구조의 검토 ② 공사중후의 모니터링 유지관리계획 책정	① 소음 진동의 방지 ② 오탉수의 유출방지 ③ 자연개조변경억제 ④ 자원의 유효이용 ⑤ 식물에 대한 배려 ⑥ 동물에 대한배려 ⑦ 공사 중 모니터링 실시
공사단계	1/1,000~부분상세도 ① 상세조사 • 시공을 위한 도로 상세조사 ② 공사 중 모니터링 조사	① 영향의 완화 공법 등의 검토 ② 작업원교육 및 자연환경을 배려한 작업 실시 ③ 공사 후의 모니터링 계획, 유지관리 계획 책정	① 소음 진동의 방지 ② 오탉수의 유출방지 ③ 자연개조변경억제 ④ 자원의 유효이용 ⑤ 식물에 대한 배려 ⑥ 동물에 대한배려 ⑦ 공사 중 모니터링 실시
유지관리 단계	① 공사 후 모니터링 조사	① 자연환경을 배려한 유지관리 실시	① 비오톱 유지 ② 정상 식생천이 유도 ③ 인위에 의한 교란 회피 ④ 발생재의 유효이용 ⑤ 보수 개선 이용 ⑥ 공사 후 모니터링 실시

〈그림 3.2〉 도로건설단계별 자연생태계의 보전·복원 흐름도



4. 환경친화적인 도로노선 선정

노선선정은 선정된 최적노선대의 범위 내에서 도로등급에 부응할 수 있는 설계기준을 설정하고, 현지 답사를 거쳐 1 : 5,000 지형도 상에 비교노선을 도출한다. 이 비교노선을 경제적·기술적·환경적 측면의 고려 요소를 비교, 평가하여 최적노선을 선정한다.

환경친화적인 도로건설을 위해서는 기본·실시 설계단계에서부터 환경을 고려한 도로노선이 선정될 수 있도록 도로·구조·토질·교통분야 등과 함께 환경분야 전문가의 참여가 요구된다.

먼저, 과업착수 후 초기 노선검토를 위한 관련계획 검토 및 현장조사 시 도로·구조·토질·교통 등의 설계 참여자 이외에 환경영향평가 대행자 및 환경분야전문가 등이 공동으로 참여하여 다양한 분야의 의견수렴을 거쳐 초기 도로노선 검토 시 개략적인 환경분야 검토를 시행한다.

다음으로는, 초기단계 설계자문에서 도로·구조·토질·교통·수자원·문화재 등 분야 이외에도 한국환경정책평가연구원(KEI) 등 환경분야 전문가와 관련 행정기관(지방자치단체, 농림수산식품부, 지방환경청, 산림청 등)이 공동으로 참여하여 각 분야의 주요사항을 검토하여 노선을 선정한다.

이후 노선설명회와 환경영향평가서(초안) 등을 통하여 주민 및 관계기관 의견을 수렴하여 최적노선을 선정한 후 상세설계와 환경영향 저감대책 등을 수립한다.

4.1 노선선정 시 고려요소

노선선정은 도로계획의 기초를 이루는 중요한 단계이며, 그 도로가 미치는 경제적·사회적·환경적 측면 고려하여야 하되, 어느 한 요소가 절대적일 수는 없으며, 각 요소의 중요성이 도로의 목적·특정사회의 시대적 요구 및 교통정책의 목표에 따라 반영되어야 한다.

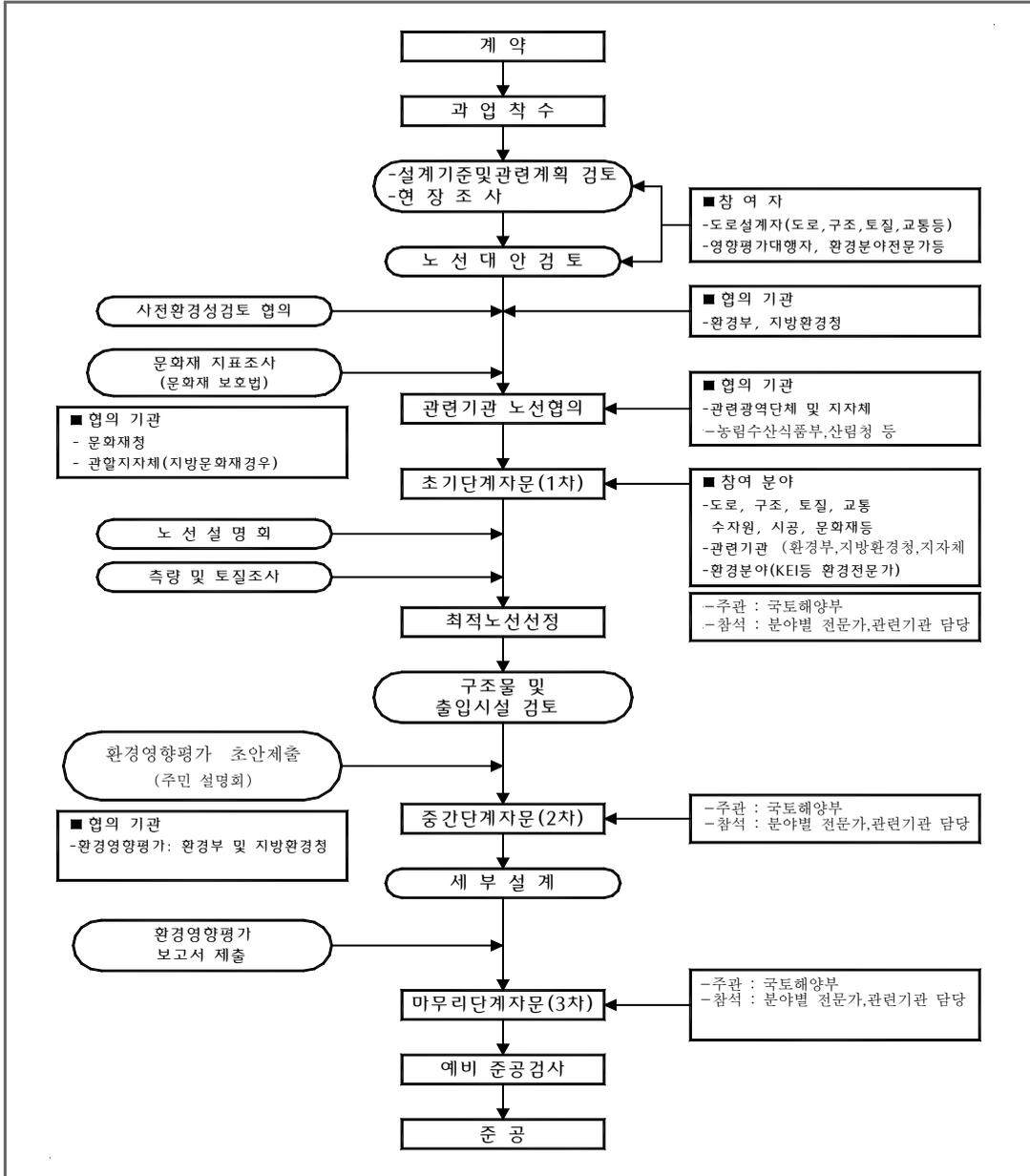
〈표 4.1〉 도로 노선선정 시 주요 고려요소

대분류	중분류	고려요소	비 고
인문·사회적 요소	1. 인문·사회적 요소	<ul style="list-style-type: none"> - 인구, 고용, 주택수 등 사회·경제특성 - 기존 및 장래계획과의 부합성 - 지역 개발 기여도 - 기존 농경지 잠식정도 - 취락이전요구(건물 파손) 	<ul style="list-style-type: none"> - 주민생활 변화정도 - 지역 분할 정도 - 토지이용 - 광업권 / 폐광 - 기타 민원소지 여부
	2. 문화재	<ul style="list-style-type: none"> - 매장문화재 - 사찰·유적 	<ul style="list-style-type: none"> - 묘지 - 민족 유산
기술적 요소	3. 도로기능 요소	<ul style="list-style-type: none"> - 설계변수(노선선형 요구조건) - 진입 통제 - 기존 도로와의 중복(도로 간 간격) - 국가 및 지역 차원의 도로정비계획과 연계성 	
	4. 교통기능 요소	<ul style="list-style-type: none"> - 통행 기·종점 - 통행의 질(통행의 쾌적성) - 설계속도 - 운전자 기능 - 자전거 시설 여부 	<ul style="list-style-type: none"> - 교통 흐름 - 교통용량 - 평균 및 첨두 교통량 - 보행자 여부
	5. 안전 요소	<ul style="list-style-type: none"> - 안전시설 요소 - 교차시설의 설치 용이성 - 적설지역에서의 방향 	
	6. 기술적 요소	<ul style="list-style-type: none"> - 현장 접근성 - 유지관리의 용이성 - 연약지반 - 지장물 - 홍수 취약지대 회피 - 용·배수 	<ul style="list-style-type: none"> - 시공 가능성·안전성 - 지질·기상 - 터널·교량의 위치 및 길이 - 종단·평면 선형의 조화 - 골재원
경제적 요소	7. 경제적 요소	<ul style="list-style-type: none"> - 공사기간 - 유지관리비 	<ul style="list-style-type: none"> - 건설비(공사비) - 편익의 크기
환경적 요소	8. 환경적 요소	<ul style="list-style-type: none"> - 소음·진동 - 일조 - 자연생태계(동·식물) - 토양 오염 	<ul style="list-style-type: none"> - 대기오염 - 상수원 - 자연조건의 변화 - 지하수
	9. 미관 요소	<ul style="list-style-type: none"> - 경관 침해 - 자연 경관 	<ul style="list-style-type: none"> - 여가 기능

4.2 노선선정 절차

노선선정은 타당성조사 단계와 기본설계 단계에 걸쳐 수행하게 된다. 타당성조사 단계에서 여러 후보 노선대를 선정하여 사회적·경제적 그리고 기술적 측면을 고려하여 최적노선대를 선정하며, 기본설계 단계에서 기술적·경제적 및 환경적 측면을 고려하여, 복수이상의 대안노선을 비교·제시하고 대안노

선을 비교·검토가 가능하도록 1 : 25,000 지형도 상에 국토환경지도·생태자연도 등을 중첩 제시하여 도로의 선형을 확정하는 절차에 따라 최적의 노선을 선정하며, 도로 실시설계의 흐름은 <그림 4.1>과 같이 설계기준 및 관련계획 검토·현장 조사·사전환경성 검토·관련기관 협의·설계자문위원회·노선설명회·최적 노선선정·환경영향평가서 작성·세부설계 등으로 구성된다.



<그림 4.1> 환경친화적 도로 노선선정 흐름도



(그림 4.2) 환경친화적인 도로노선 선정도

4.3 항목별 검토사항

노선선정 단계에서 도로 설계자들이 환경적으로 고려하여야 할 사항과 이를 평가할 수 있는 기준을 설정할 수 있도록 환경영향평가 항목 중 환경친화적인 도로 노선선정을 위하여 기본·실시설계 단계의 주요한 검토사항을 제시하고 있다.

4.3.1 지형·지질

지형의 변형은 환경변화의 시발점이 되고, 또한 이로 인하여 수계의 변화·식생의 변화·동물이동의 변화·국지 기상의 변화 등 복합적인 환경영향이 파생되므로 지형의 현황분석은 여러 가지 환경상 영향의 특성을 파악하는데 중요한 요인이라 할 수 있다.

지형·지질 항목에서 노선선정 시 평가의 기본방향은 물리적 측면에서의 지형·지질의 변화와 도로를 건설할 경우 발생하는 지반침하, 오염물질 유출 가능성 등의 환경적 영향도 고려한다.

지형·지질 항목에서 도로노선 선정 시 주요 검토사항은 다음과 같다.

- (1) 학술적, 문화적 또는 자연환경상 보전가치가 있는 지형·지질의 보전
- (2) 사업지역의 특이한 지형 형상(습지, 해안선, 계곡 등)에 대한 보전
- (3) 지형변화(지반침하, 지각운동, 지하수유출)를 야기하는 지형·지질의 특성을 고려한 노선 선정
- (4) 대규모 땅깍기, 흙쌓기의 최소화
- (5) 노선 하부의 폐갱도 붕괴 가능성 예측

4.3.2 동·식물

동·식물 항목은 지형·지질 항목과 마찬가지로 저감방안의 수립이 매우 어려우며 훼손되면 복원 가능성이 없기 때문에 노선선정 시 중요하게 고려하여야 할 평가항목이다.

동·식물 항목은 살아있는 생물을 대상으로 하고 있으며, 평가 시 고려하여야 할 대상이 다양하여 각 지역적 특성에 따라 상당히 복잡한 현황조사 및 영향예측·저감방안의 수립이 요구된다. 더욱이, 일반적으로 동·식물 항목의 저감방안의 수립은 극히 한정되어 있으며, 그 효과도 미미하므로, 사전에 생태적·환경적 영향을 저감할 수 있도록 한다. 동·식물 항목에서 도로노선 선정시 주요 검토사항은 다음과 같다.

- (1) 생태적·환경적 보전가치가 있는 지역에 대한 우회통과
- (2) 주요 식물종(보호수 및 노거수 포함) 및 식생의 보전
- (3) 동물 서식지 훼손이나 동물이동경로의 단절 최소화
- (4) 하천, 습지 등의 담수 생태계에 미치는 영향 최소화
- (5) 법적 보호 야생 동·식물의 서식처 보전
- (6) 자연환경보호를 목적으로 지정된 용도지역 및 지구의 우회통과

4.3.3 토지이용

토지이용 측면에서 예상되는 문제는 일반적으로 두 가지로 요약된다. 동일한 생활권을 형성하고 있는 지역의 기존 주거지가 단절되는 문제와 신설노선과 기존도로의 활용성에 따른 환경적 영향이다. 토지이용 측면에서 도로의 노선선정을 위한 평가방향은 일반적으로 토지이용의 효율성이라 할 수 있다. 토지이용 항목에서 도로의 노선선정 시 주요 검토사항은 다음과 같다.

- (1) 지역특성을 고려한 환경목표의 설정 및 이를 고려한 노선선정
- (2) 환경기준을 초과하지 않도록 노선과 마을과의 충분한 이격거리 확보
- (3) 대기질 오염 저감을 고려한 노선선정

4.3.4 수질

수질 항목은 도로가 통과하는 지역에서 현재 사용 중이거나 사용 예정에 있는 수질관련 용도지역 또는 시설물을 파악함으로써 도로건설이 인근지역의 수환경과 수자원 이용에 미치는 영향에 대하여 평가하는 것이다.

수질 항목에서 도로의 노선선정 시 주요 검토사항은 다음과 같다.

- (1) 수질 보전 관련 용도지역 또는 시설물의 우회
- (2) 토사유출이 하천, 습지 등의 담수생태계에 미치는 영향 최소화
- (3) 지하수 영향조사를 반영한 노선선정
- (4) 계곡부의 배수구역 고려

4.3.5 소음 · 진동

소음 · 진동 항목은 대기질 항목과 같이 일정 수준에 한하여서 저감방안의 수립이 가능할 뿐만 아니라 저감방안에 대한 효과와 실효성이 일정수준 확보될 수 있으므로 노선선정과 관련한 의견이 비교적 적은 편이다.

하지만 자동차의 급속한 증가추세와 인구밀도가 높은 주거특성상 도로건설로 인한 소음 · 진동은 지역 주민들에게 악영향을 주고 있으므로 소음 · 진동에서의 평가방향은 계획노선의 건설에 따라 발생

되는 소음·진동이 법적으로 제시된 환경기준을 만족하는지 여부에 대한 것을 검토한다.

소음·진동 항목에서 도로의 노선선정 시 주요 검토사항은 다음과 같다.

- (1) 적합한 환경목표를 설정하고 이를 달성할 수 있는 노선을 선정
- (2) 이용 시 환경기준 여부 및 시설물 피해 가능성

4.3.6 위락·경관

도로의 건설로 인한 대규모 땅깍기·흙쌓기 비탈면의 발생이나 교량 등의 시설물로 인한 경관적 악영향을 해소하는 방안은 극히 제한적일 뿐만 아니라 그 효과도 미미하므로 노선선정 단계에서 경관적으로 민감한 문제를 해결할 필요가 있다. 이를 위하여 위락·경관 항목은 보전가치가 있는 자연경관에 대한 부분 즉, 자연환경 측면에서의 접근방법과 땅깍기·흙쌓기로 인한 경관적 부담감, 차폐감, 이질감 등에 대하여 사람이 중심이 되어 느끼는 생활환경 측면에서의 접근방법이 있으며 두 가지를 동시에 고려한다.

위락·경관 항목에서 도로의 노선선정 시 주요 검토사항은 다음과 같다.

- (1) 보전할 가치가 있는 자연경관의 보전
- (2) 대규모 땅깍기, 흙쌓기로 인한 경관적 악영향 최소화



5. 환경친화적인 도로설계기법

환경친화적 도로건설지침에서 도로사업의 주요 평가항목인 10개 항목에 대하여 환경훼손 저감방안에 대한 도로설계기법을 제시하고 있으며, 각 설계기법들은 해당계획 노선 및 지역특성에 따라 다양하게 적용할 수 있다.

5.1 보전가치가 있는 지형·지질 유산 훼손의 최소화

(1) 우회(회피)를 우선적으로 고려하여야 하는 지역

- ① 국립공원, 녹지 8등급, 문화재 등 학술적·문화적 또는 자연환경상 보전가치가 있는 지형·지질
- ② 지형변화(지반침하, 지각운동, 과도한 지하수 유출, 침강, 퇴적 등)를 야기하는 지형·지질
- ③ 보전가치가 있는 특이한 지형형상(갯벌, 습지, 해안선, 계곡 등)

(2) 보존가치가 있는 지형·지질의 영향을 최소화 하는 방안

보전가치가 있는 지질유산은 이미 법적으로 경계가 정하여 있거나 대상이 구체적으로 정하여져 있으므로 가능한 우회하는 방안을 검토하고, 또한 갯벌과 해안지역인 사구·사빈(砂濱, 모래가 많이 퇴적된 해안 지형)이 존재할 경우에도 가능하면 우회하는 방안을 검토한다.

5.1.1 지형훼손 최소화

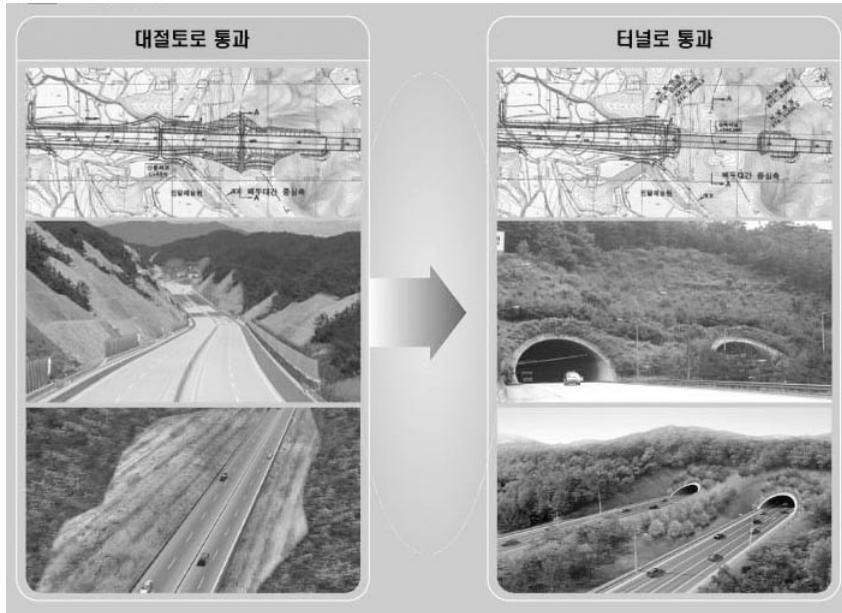
(1) 터널화를 고려하여야 하는 지역

- ① 땅깍기 높이 및 연장조건에 의한 환경훼손면적 비교에 따른 터널검토

〈표 5.1〉 땅깍기 높이와 연장조건에 의한 터널설치기준은 다음과 같다.

갱구설치 위치	1.0D 기준 시	2.0D 기준 시	비 고
설계조건	보강 실시	보강 불필요	
터널설치 검토기준	땅깍기 높이 30m 이상이고, 땅깍기지역 연장 100m 이상인 구간	땅깍기 높이 40m 이상이고, 땅깍기지역 연장 200m 이상인 구간	

- ② 편측 비탈면 높이가 50m 이상, 연장 200m 이상 발생하는 지역
- ③ 지형의 전후 연결성이 아주 좋은 지역
- ④ 녹지자연도 8등급 이상인 지역
- ⑤ 자연경관이 아주 수려한 곳(국립·도립공원 등)



〈그림 5.1〉 땅깍기 일정 높이 이상 터널설치 검토

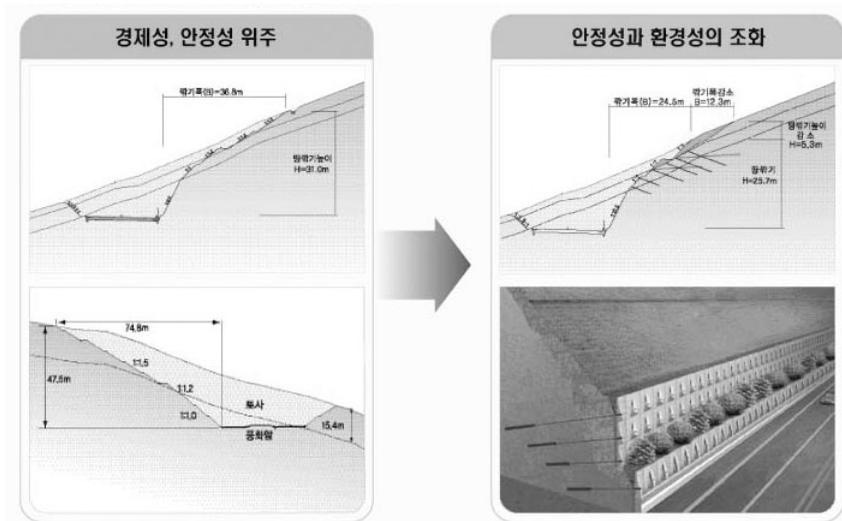
(2) 장대 비탈면 발생지역 저감방안

- ① 터널화 가능성을 검토한다.
- ② 노선의 평면선형을 적절히 조정하거나 분리하는 방안을 검토한다. 다만 도로의 평면선형은 도로의 기하구조 기준에 부합되는 범위 내에서 검토한다.



〈그림 5.2〉 지형을 이용한 방향별 선형 분리

- ③ 지반안정성이 허용하는 범위 내에서 도로노선을 분리하여 한쪽방향만 터널을 설치하는 방안을 검토한다.
- ④ 종단경사를 적절히 조정하며, 설계속도별 기하구조 기준 내에서 검토한다.
- ⑤ 급경사로 되어 있는 계곡의 경우 현장여건과 조화되고 지형훼손을 줄일 수 있는 방안(구조물 설치 여부 등)을 검토한다.
- ⑥ 터널 입·출구부의 많은 땅깍기 발생에 의한 지형변화 최소화 위하여 터널 연장을 증가함으로써 땅깍기 비탈면을 줄이는 방안을 검토한다.
- ⑦ 땅깍기 비탈면 높이를 줄일 수 있는 비탈면 보강공법을 적절히 검토한다. 비탈면 보강은 장기적인 비탈면 안정이라는 측면이 고려되어야 하므로 비탈면 안정을 우선으로 하여 검토한다.
- ⑧ 장대 비탈면 발생이 불가피할 경우에는 지질 재해 측면에서 안정성 검토를 수행하고 적절한 대책(피암터널, 방호벽 등)을 강구한다.



〈그림 5.3〉 땅깍기 일정 높이 이하 비탈면 보강 및 녹화공법 적용

(3) 높은 흩쌓기 발생지역 저감방안

높은 흩쌓기부의 교량 설치여부는 지역의 상황·지질조건·환경적인 조건들에 따라 다양하나, 본 검토에서는 주거지역의 조망권·생활권 단절 등의 관점에서 흩쌓기 높이 20m 이상 구간에 대하여 적정 통과방안 및 구조물 구간 연장에 대한 최소기준을 검토하였다.

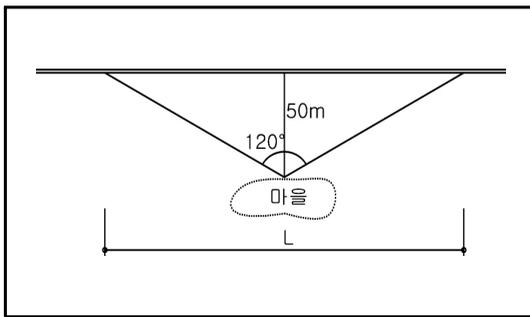
교량적용 표준 검토조건은 다음 〈표 5.2〉에서와 같이 인근 지역의 최소 주거단위를 20가구, 통과노선과 마을과의 최소이격거리는 50m, 조망권의 가시각도는 120°의 조건으로 검토하였다.

〈표 5.2〉 교량 적용 표준 검토조건

구 분	검 토 조 건	비 고
마을지역 최소 주거단위	20 가구	
통과노선과 마을과의 최소이격거리	50m	
조망권 가시각도	120°	

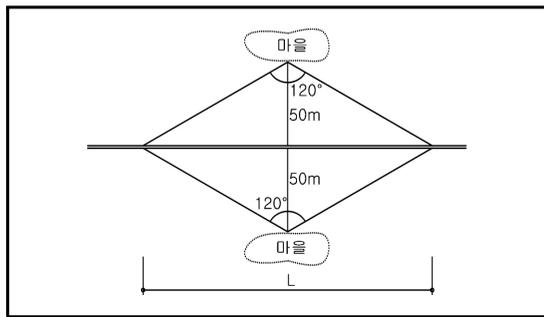
도로 노선과 주거지역이 위치하는 지역에 따라 4가지 경우로 구분하여 최소 교량설치 길이를 결정한다.

① 노선 통과부 편측에 주거지역 위치



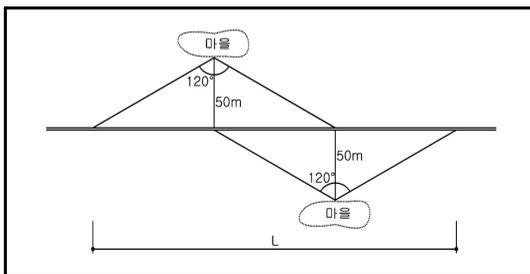
$$L = 2 \times 50 \times \tan 60^\circ \approx 160(m)$$

② 노선 통과부 양측에 주거지역 위치 (마을이 정면에 위치)



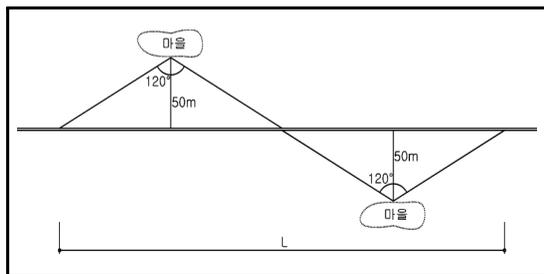
$$L = 2 \times 50 \times \tan 60^\circ \approx 160(m)$$

③ 노선 통과부 양쪽 마을 이격거리가 0m~25m 일 경우



$$L = 3 \times 50 \times \tan 60^\circ \approx 240(m)$$

④ 노선 통과부 양쪽마을이 이격거리가 26m~50m일 경우



$$L = 4 \times 50 \times \tan 60^\circ \approx 320(m)$$

〈표 5.3〉 흙쌓기 구간의 교량설치 여부 적용검토

구분	검토기준	마을과 이격거리	검토공법	검토연장(ℓ)	
노선 통과부 편측에 주거지역이 위치할 경우	흙쌓기 높이 20m이상	50m 이상	토 공	-	
		50m 미만	교 량	160m	
노선통과부 양측에 주거지역 이 위치할 경우	흙쌓기 높이 20m이상	50m 이상	토 공	-	
		50m 미만	교 량	노선통과부 정면에 마을이 위치	160m
				노선통과부와 마을의 수평이격거리 0m~25m	240m
노선통과부와 마을의 수평이격거리 25m~50m	320m				

(4) 일정 높이 이하 비탈면 발생 시

- ① 비탈면 보강공법으로 훼손 최소화
- ② 향토종의 초본류 및 수목식재 등 녹화 시행

(5) 터널 입 · 출구부

- ① 비탈면 발생을 줄일 수 있는 터널 위치 및 갱구형식 선정
- ② 주변 지역의 향토수종과 어울리는 식재로 식생의 조화를 유도

5.1.2 땅깍기 · 흙쌓기 비탈면 대책

- (1) 도로의 계획고를 조정하는 방안
- (2) 도로 노선의 부분 조정 방안
- (3) 터널 연장 증가에 의한 땅깍기 비탈면 감소 방안
- (4) 많은 땅깍기부 및 많은 흙쌓기부의 구조물 통과 방안
- (5) 비탈면 보강에 의한 땅깍기부 감소 방안
- (6) 기타 구조물에 의한 지형훼손 저감방안

5.1.3 비탈면 안정대책

땅깎기와 흙쌓기 비탈면의 붕괴에 의한 산사태 그리고 강우 시 발생하는 토사유출을 방지하기위하여 사용하는 비탈면 보호공과 비탈면의 안정대책공법을 경관적 측면과 함께 시공성, 경제성을 고려하여 선정한다.

5.1.4 연약지반의 처리 검토

흙쌓기에 따른 침하영향에 대한 대책으로 해당 지질의 물성과 원인을 파악하여 유발할 수 있는 환경 문제까지 고려하여 처리대책을 선정한다.

5.1.5 사구, 사빈(砂濱, 모래가 많이 퇴적된 해안 지형) 및 갯벌 존재지역 훼손 최소화 방안 검토

(1) 해안지형 훼손 최소화 방안

- ① 해안지역에 위치하는 사구, 사빈 및 갯벌의 훼손을 최소화하기 위하여 노선을 우회하는 방안을 검토한다.
- ② 불가피할 경우 교량을 설치하는 방안 또는 흙쌓기가 가능할 경우 높이를 최대한 낮게 계획하여 영향을 최소화 한다.

(2) 해안 지형·지질 변화 최소화 방안

- ① 해안에 새로운 구조물의 설치로 해안 육상부 지하수 흐름의 변화 및 해안부 백사장 모래의 유실현상 등은 회복할 수 없는 해안지역의 지형·지질 변화로 현재 문제가 되고 있으므로 계획 시 노선의 우회 등을 신중히 검토한다.

5.2 동·식물상

5.2.1 녹지축 보존

녹지축 보존을 위해서는 노선계획 시 자연생태계 보전지역과 자연환경 관련 보호구역·조수보호구역·주요 습지 등은 회피를 원칙으로 하여야 하나, 불가피하게 이 지역에 노선을 계획할 때는 자연생태계 연결과 동물의 이동로 확보를 위하여 터널 또는 교량으로 계획하여 한다.

(1) 터널화

자연생태계 보전대상지역의 우회가 어려운 경우 터널화를 검토한다.

(2) 교량화

- ① 급경사 지역의 교량설계는 야생동물의 이동로 단절을 피할 수 있도록 한다.
- ② 습지대 통과구간은 습지대 내에 교각을 세우는 것은 가급적 피한다.
- ③ 하천변 통과 시는 하천관리청과 협의하여 적합한 교량형식을 선정한다.

5.2.2 생태통로

“생태통로”라 함은 도로 · 댐 · 수중보 · 하구언 등으로 인하여 야생 동 · 식물의 서식지가 단절되거나 훼손 또는 파괴되는 것을 방지하고, 야생 동 · 식물의 이동을 돕기 위하여 설치되는 인공구조물 · 식생 등의 생태적 공간으로서

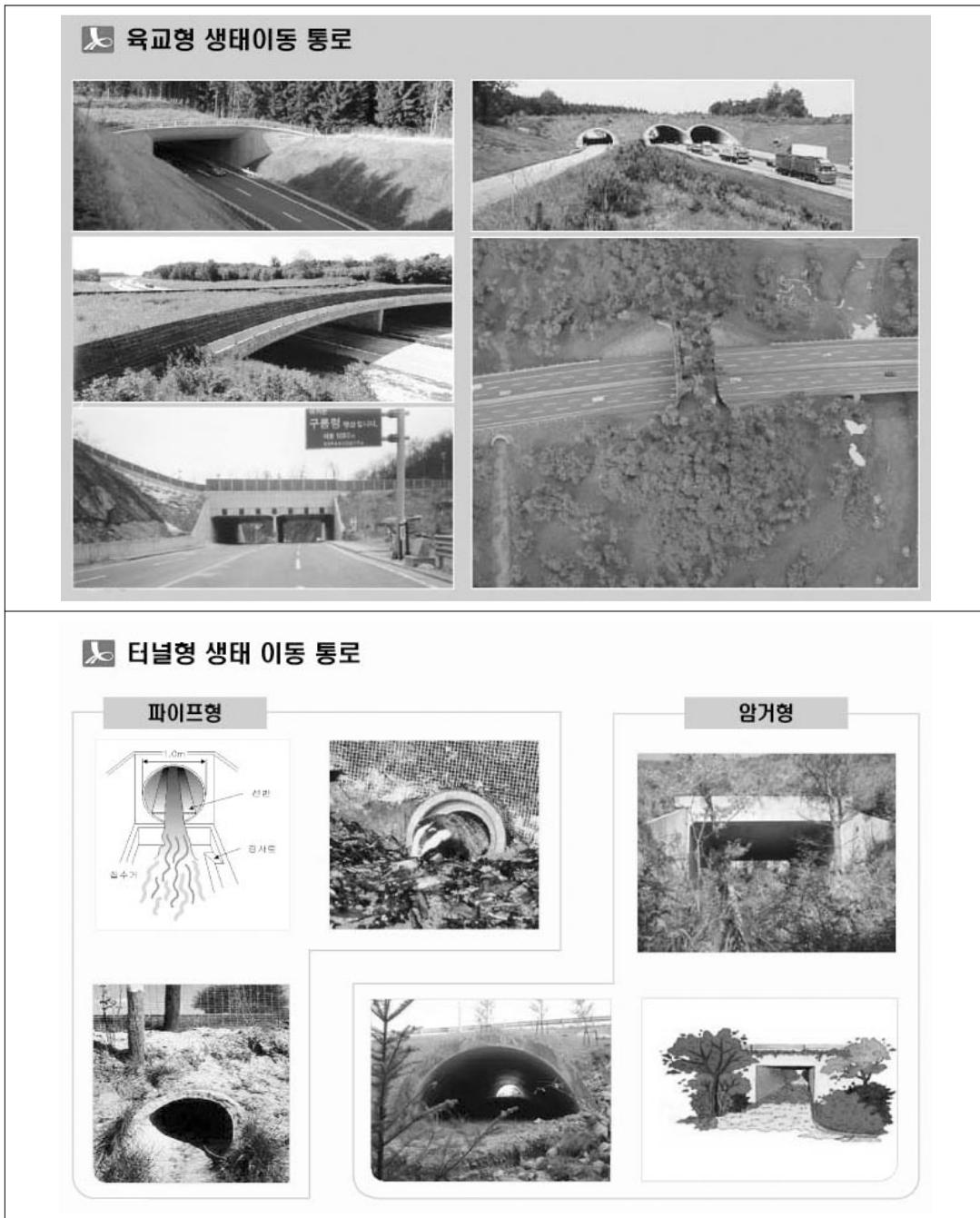
- ① 야생동물의 이동을 통하여 종의 다양성을 높이고, 서식 개체수를 증가시켜 장기적으로 종의 생존 확률을 높인다.
- ② 이동을 통하여 국지적으로 사라졌던 야생동물의 새로운 정착을 가능하게 하며, 유전적인 다양성을 높일 수 있다.
- ③ 행동권 · 세력권이 넓은 야생동물의 서식을 가능하게 한다.
- ④ 단편화된 생태계의 연결을 통하여 생태계의 연속성을 유지하는 역할을 한다.

(1) 종류

생태통로의 위치는 기존(자연발생적 통로)에 동물이 이동하던 통로가 도로에 의해서 단절되었을 때 그 곳에 연결시켜주는 것이 가장 이상적이다.

생태통로는 도로의 위에 놓이느냐 도로의 표면 아래에 놓이느냐에 따라서 육교형과 터널형으로 구분 되며, 터널형은 암거, 파이프, 하천통과 교량, 야생동물을 위한 은폐수림, 임도 · 농로 등 야생동물 공용통로, 차폐를 이용한 생태통로 등으로 구성된다.

도로와 평행으로 이어지는 구조물의 경우 선형의 생태통로이다. 이러한 형태에 따른 생태통로의 종류에 따라 선호하는 동물들이 달라지기도 한다.

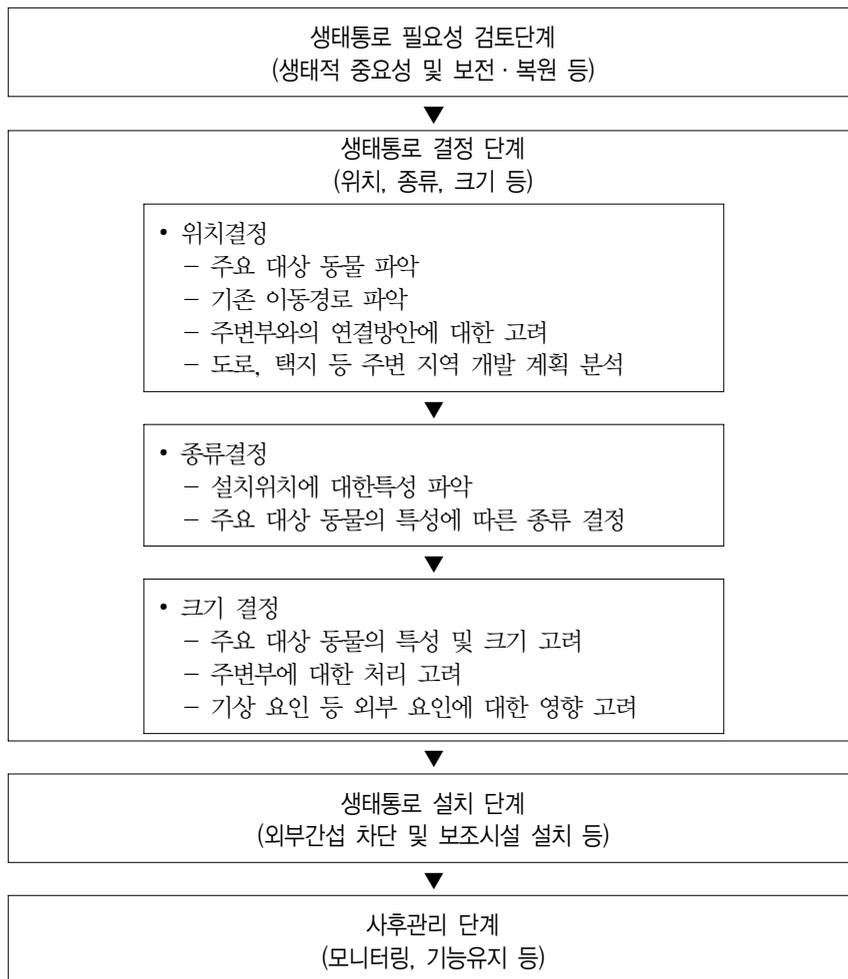


〈표 5.4〉 종에 따른 선호 생태통로의 유형

대 상 분 류 군		선호하는 생태통로
포유류	멧돼지, 고라니, 노루 등	육교형 생태통로
	너구리, 오소리, 족제비 등	육교형, 터널형 생태통로
양서, 파충류	구렁이, 맹꽁이, 개구리 등	생태배수로, 육교형 및 터널형 생태통로

(2) 설치 절차

생태통로 설치 절차의 주요 내용과 생태통로의 설치 작업에 대한 주요 흐름도는 다음과 같다.

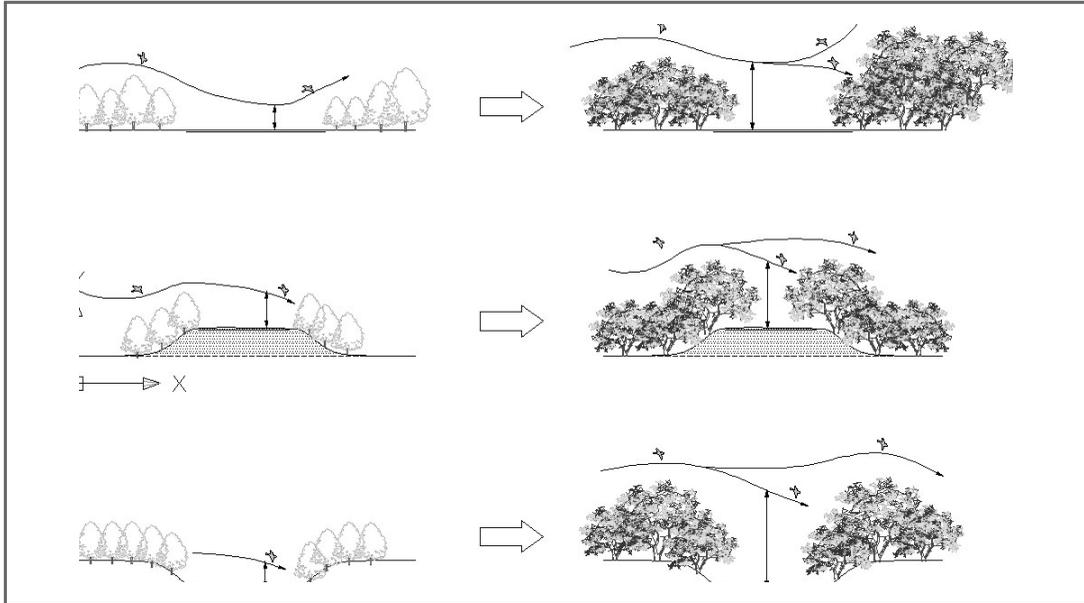


〈그림 5.5〉 생태통로 설치 작업에 대한 주요 흐름도

(3) 생태통로 설치

① 선형 생태통로

선형통로는 도로와 평행으로 이어지는 형태의 생태통로로써 횡단 유도식재, 횡단 유도로의 설치가 해당된다.



〈그림 5.6〉 교목층 조성을 통한 조류와 곤충류의 횡단 유도 및 충돌 회피

② 터널형 생태통로

서식하는 동물이 소형일 경우 암거형 통로, 파이프형 통로를 설치하나, 하천통과시에는 교량으로 계획하여 비교적 폭이 넓은 하천에 조성되는 다리 밑의 공간을 복합적으로 활용하여 물, 초지 등의 공간이 공존할 수 있도록 설계 시 고려한다.

생태통로 입구주변은 야생동물과 파충류의 이동시 은폐를 위하여 인근 자생수목과 유사한 수목을 식재하여 은폐수림을 조성한다.

③ 육교형(over-bridge) 생태통로

생태계의 연속성을 유지하기 위하여 생태지역을 연결할 경우 및 대형동물의 경우 육교형 동물이동 통로의 설치가 필요하나 환경영향평가서 작성기간에 조사한 자료로 정확한 동물의 이동경로를 제시하는 데에는 어려움이 있다.

따라서 육교형 생태통로의 설치를 계획할 때에는 공사 중에도 지속적으로 동물의 이동경로를 조사하여 생태통로의 설치가 목적에 부합되도록 하여야 한다.

④ 보조시설 설치

생태통로 주변은 현지여건에 따라 다양한 형태의 보조시설을 설치하여 생태통로 조기안정화를 유도하여야 하며, 생태통로 내 토양 및 초본류 식재, 선반 설치, 서식처와 피난처 제공, 경사로 설치, 유도웬스 설치, 나무 그루터기 벽, 동물출현 표시판 등 보조시설을 설치한다.

〈표 5.5〉 동물이동경로 확보 기법

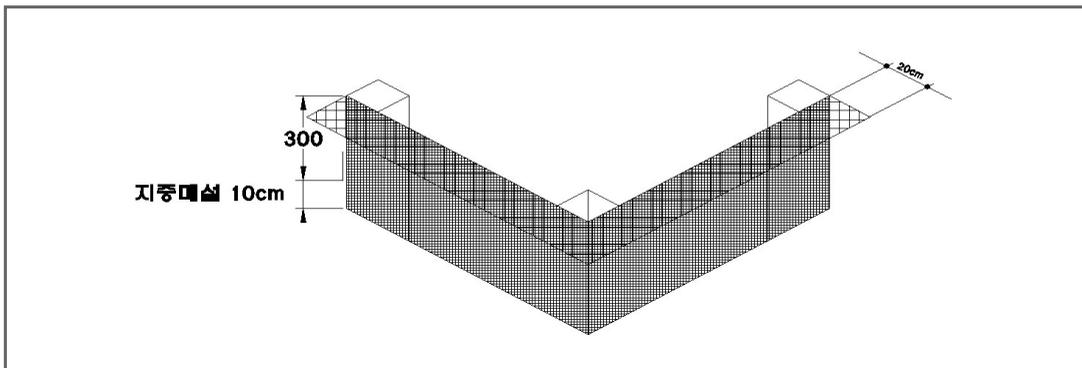
구 분	개 요
암거형 통로	<ul style="list-style-type: none"> • 암거형 통로는 도로 통과 지역 중 흩쌓기에 의하여 농수로, 늪지, 개울 등이 단절되는 경우 설치하는 이동통로로서, 소형동물의 이동이 많은 지역의 골짜기를 따라 설치하며, 동물전용과 수로겸용 암거로 구분한다. • 동물전용 암거의 설치규격은 흩쌓기 높이, 주변지형, 주요 이동동물에 따라 변화될 수 있으나 최소규격은 2.5×2.5m로 한다. • 수로겸용 암거는 수로가 형성되도록 물길을 형성해주고 선반을 설치하여 야생동물이 이용할 수 있도록 한다.
파이프형 통로	<ul style="list-style-type: none"> • 파이프형 이동통로는 작은 소택지를 따라 이동통로를 연결하며 동물전용과 수로겸용 파이프형 이동통로를 설치할 수 있다.
하천통과 교량	<ul style="list-style-type: none"> • 비교적 폭이 넓은 하천에 조성되는 다리 밑의 공간을 복합적으로 활용하여 물, 초지 등의 공간이 공존할 수 있도록 고려한다.
야생동물을 위한 은폐수림	<ul style="list-style-type: none"> • 생태통로 입구주변은 야생동물과 파충류의 이동 시 은폐를 위하여 인근 자생수목과 유사한 수목을 식재하여 수림을 조성한다.
농로, 임도 등 야생동물 공용통로	<ul style="list-style-type: none"> • 농로 및 임도는 사람의 왕래가 적기 때문에 야생동물의 이동통로를 겸용하여 설치할 수 있다.
차폐벽을 이용한 생태통로	<ul style="list-style-type: none"> • 동물이 자유롭게 오르내릴 수 있도록 옹벽부에 경사로를 설치하여 이동로를 확보한다. • 야생동물이 옹벽을 타고 내려올 수 있도록 적정 간격의 이동로를 설치한다.
육교형	<ul style="list-style-type: none"> • 기존에 야생동물이 이용하던 자연통로에 설치하는 것이 바람직하다. • 육교형 통로 설치 시 중앙부의 폭은 30m를 최소로 하며, 입·출구부는 넓게 하여 야생동물의 이동을 자연스럽게 유도한다. 다만, 지형적인 여건에 따라 최소폭을 30m 이하로 할 수 있다. • 땅깍기에 의한 비탈면이 발생하는 경우 환경친화적인 비탈면녹화, 안정화방안과 동시에 유도웬스, 유도식재 등 다양한 형식의 보조시설을 설치한다.
보조시설	<ul style="list-style-type: none"> • 생태통로는 현지 여건에 따라 적합한 형태의 다양한 보조시설(토양 및 초본류 식재, 선반 설치, 서식처와 피난처 제공, 경사로 설치, 유도웬스, 나무그루터기벽, 동물출현표시판 등)을 설치하여 생태통로 안정화를 조기에 유도한다.

5.2.3 동물 침입방지시설

(1) 유도 울타리

(가) 울타리 높이

- ① 중·대형 동물을 대상으로 한 울타리 설치
 - (a) 중·대형 동물을 대상으로 한 울타리 설치 시 울타리의 높이규격은 1.0~1.5m를 기본으로 하며, 도약력이 뛰어난 동물은 적설 등으로 인해 평탄지역에서 도약이 필요한 경우에는 높이가 1.5m로 할 경우에도 뛰어넘을 수 있으므로 이 경우 높이 2.5m 이상 울타리를 설치할 수 있다. 대형동물을 대상으로 한 울타리 설치 시 울타리의 격자(mesh) 규격은 생태통로설치·관리지침(환경부)을 준용한다.
- ② 소형동물을 대상으로 한 울타리 설치
 - (a) 소형동물의 도로침입을 방지하기 위한 울타리 설치 시 울타리의 높이 규격은 1.0m의 울타리를 설치한다.
 - (b) 소형동물을 대상으로 설치되는 울타리의 격자(mesh)규격은 생태통로설치·관리지침(환경부)을 준용한다.
 - (c) 멧토끼와 오소리 등 일부 동물이 땅을 파고 침입하는 경우가 있으므로 필요한 경우 울타리 아랫면이 땅 속에 0.20m 이상 묻히도록 설치하거나 접지면에 콘크리트 등의 시설물을 설치한다.



〈그림 5.7〉 양서·파충류용 유도울타리

- ③ 양서·파충류 등을 대상으로 한 울타리 설치

양서·파충류 등을 대상으로 한 울타리 설치 시 높이 규격은 0.3m 이하로 하고, 이곳에 직경 30mm 이상의 주변과 어울리는 재질로 된 가로대 등을 설치하여 양서류가 기어올라 울타리를 넘지 못하도록 하고, 울타리의 격자(mesh)규격은 생태통로설치·관리지침(환경부)을 준용한다.

(나) 설치위치

① 일반적인 경우

동물침입방지 울타리는 도로 비탈면의 하단부에 설치하지만 동물상이 우수하여 동물들이 비탈면을 이용하는 곳이나 주변에 철새 도래지나 서식지 등이 있어 운행 중인 차량과 충돌의 위험이 있을 경우에는 길어깨 바로 옆에 설치하고, 동물이동통로 쪽으로 유도될 수 있도록 울타리를 연결해야 한다.

② 흙쌓기부

흙쌓기 도로 구조에 있어서는 흙쌓기 비탈면 아래 측구 안쪽에 설치한다.



〈그림 5.8〉 흙쌓기부(H<2.0m) 울타리 설치 개념도

③ 땅깍기부

땅깍기부인 경우 야생동물이 땅깍기 비탈면을 타고 도로에 진입할 수 있으므로 땅깍기부 전체에 설치하고, 설치위치는 지형여건 등을 고려하여 비탈면 상단과 하단에 선택적으로 설치한다.

(다) 설치길이

① 침입방지 울타리의 길이는 생태통로를 중심으로 통상적으로 양측에 있는 횡배수관이나 교량이 있는 곳까지 연결하여 주는 것을 원칙으로 한다. 그렇게 함으로써 동물들이 도로를 무단 횡단하는 것을 차단할 수 있을 것이다.

② 양서류 · 파충류의 최대 이동거리인 2km 내외에 횡단 구조물이 없어 유도웁스의 설치길이가 길게 발생할 경우에는 생태통로를 설치하고, 양서류 · 파충류의 이동거리를 고려하여 상 · 하행선으로 500m 정도의 유도웁스를 설치하며, 주변의 측구는 측구 경사로 설치 등 환경친화적인 측구를 설치하여 준다.

(2) 도로 침입방지벽

양서류는 산란장소로 이동하는 습성이 있으며, 도로건설로 이동로가 단절되어 도로 횡단에 의한 충돌 사고가 예상되는 구간에 설치한다.

(3) 소형동물 탈출구

① 배수로

- 측구 등은 가능한 한 소동물이 낙하지 않거나 낙하하더라도 탈출할 수 있는 구조를 선택하며, 측구 탈출경사로 기울기는 30~45° 정도로 하고, 경사로에서 미끄러지지 않게 바닥면을 거칠게 하여 탈출하기 쉽게 한다.

② 집수정

- 두더지, 도마뱀 등 동물의 보호를 목적으로 집수정에 뚜껑을 씌우거나 낙하하였을 때 자력으로 탈출 할 수 있게 오름구조나 거치목 등을 설치한다.

5.2.4 도로변 조명시설

(1) 광원

빛이 도로 외부로 새어나오지 않는 등(燈)이나, 곤충류의 유인이 작은 조명장치의 채택, 차광벽 등을 설치한다.

(2) 가로등 시설

① 조명갓 부착

- 주변 환경을 감안하여 적절한 조명갓을 설치하고 빛이 주변으로 확산되는 것을 억제한다.

② 가로등 광원부의 위치 조정

- 특정 조류나 곤충의 서식지, 간석지, 습지, 해안지역을 통과하는 구간의 조명은 가로등 광원부를 가능한 한 녹지부에 위치하게 한다.

5.2.5 훼손 수목의 재활용

도로건설 시 땅깍기·흄쌓기로 발생하는 지장수목 중 조경수로서 가치가 있거나 보전가치가 있는 수목은 이식하여 주변 환경과의 조화를 창출한다.

5.2.6 식생제거지 복원

식생제거지는 비탈면의 토사 유출, 비탈면 붕괴, 암석의 붕괴, 표면 침식 등으로 안전성을 잃을 수 있으므로 지역의 지형 및 지질의 특성, 비탈면의 식생상태, 토지이용상황, 기상특성 등을 조사하여 적절한 방법으로 복원하도록 한다.

5.2.7 도로변 대체 서식지 조성

도로건설에 따라 발생하는 교차로, 터널 입·출구 등의 여유 공간은 수목식재로 이루어진 녹지공간 창출보다는 다양한 생태환경을 조성하여 대체 서식지로도 활용할 수 있다.

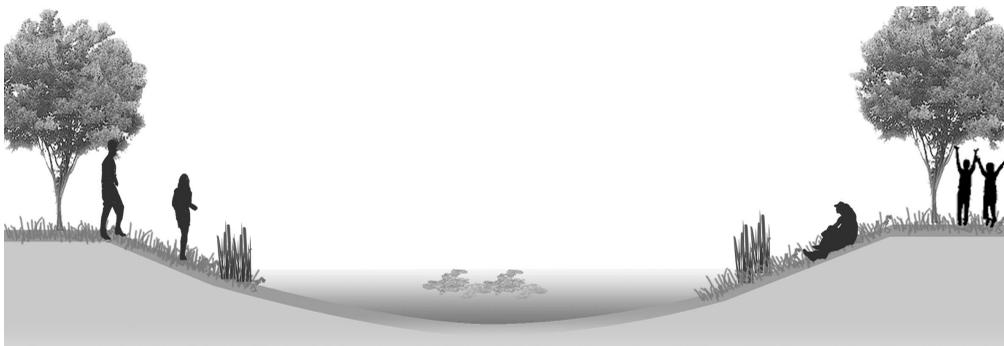
5.3 수리 · 수문

5.3.1 수로차단에 대한 대책 검토

노선이 불가피하게 하천 또는 농수로 등을 통과할 때 해당 하천 및 수로의 본래 기능이 훼손되지 않도록 하여야 하며, 교량 등을 계획할 때는 친환경성과 재해영향 등을 고려하여야 한다.

5.3.2 하천이설시 자연형 하천공법 적용

해당 하천관리기관에서 자연형 하천으로 지정된 구역에서는 자연형 하천으로 계획하여 하천 수변 식생의 회복을 기반으로 어류, 조류, 수생곤충, 양서류, 파충류 등의 서식환경을 조성하도록 한다.



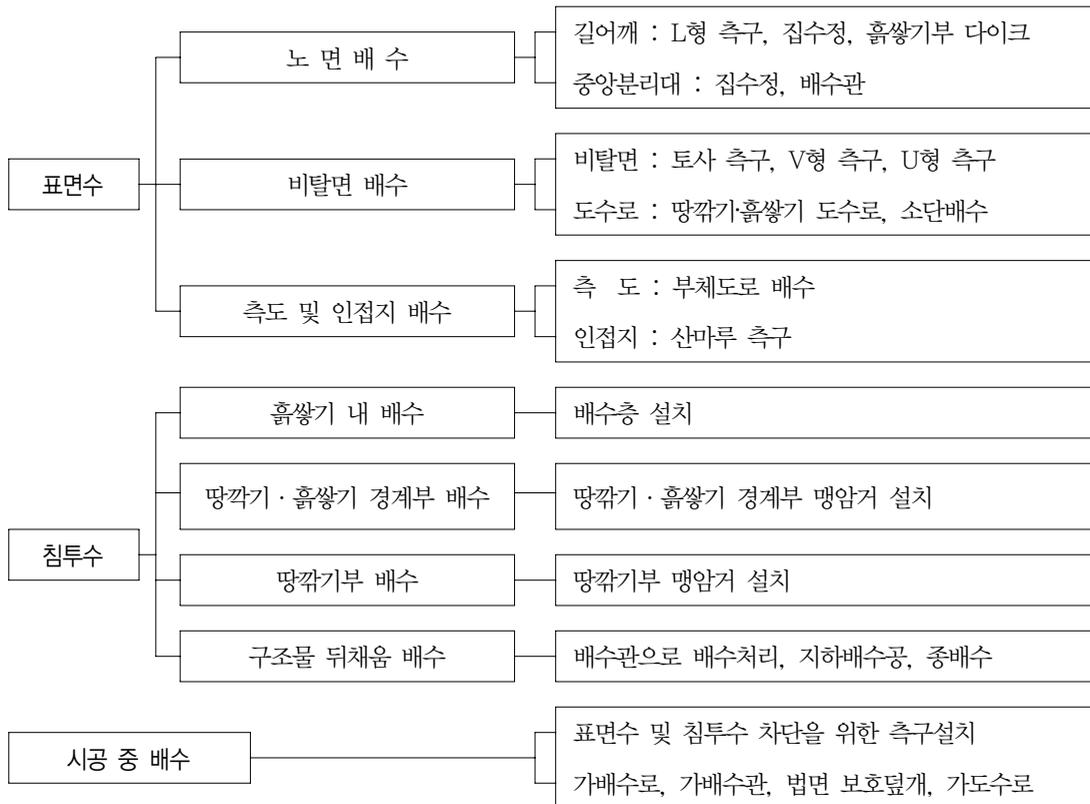
〈그림 5.9〉 자연형 하천공법 적용한 하천 단면도

5.3.3 터널 유출수 처리 대책

터널 폐수 발생량은 터널 굴착 시 발생하는 굴착용수 그리고 지하수 유출량과 간이 콘크리트 혼합시 설(터널입구에 설치할 때)에서 발생하는 폐수량을 고려하여 예측한다.

5.3.4 침수 방지 위한 노면배수 대책

도로건설 시 땅깁기·흙쌓기로 조성된 노면에서의 배수가 원활히 이루어지지 않을 경우 주변 농경지의 침수피해, 공용시 주행성 저하 및 포장 구조체의 파손이 우려되므로 강우 시 노면의 원활한 배수를 위하여 표면수·침투수 배수대책을 수립하고, 충분한 용량이 확보된 배수시설을 설치하도록 한다. 또한 도시지역, 개발예정지역 등에서는 우수 유출 저감을 위한 침투시설물을 적극 활용하도록 한다. 시공 중 및 공용 중 도로 시설물에 영향이 없도록 배수를 원활하게 하기 위한 관련 배수시설물의 누락이 없도록 구간별 기능을 고려하여 적정 위치에 설치한다.



〈그림 5.10〉 노면배수 대책

5.4 토지이용

(1) 기존지형의 변화 최소화

이동로, 농로, 및 수로 등의 단절구간에 대한 대책을 수립한다.

(2) 효율적인 토지이용계획 수립

토지 및 농경지 편입최소화, 불용용지의 최소화 및 활용, 땅깁기 · 흙쌓기 양의 균형 등을 고려하여 계획을 수립한다.

(3) 장래계획과의 부합

주변의 도시계획 및 인근의 도로계획에 부합되도록 한다.

(4) 주민이동로 확보

기본 주민의 이동로에 지장이 없도록 설계에 고려한다.

(5) 폐도 활용방안 수립

폐도 발생 시 하급도로로 전용, 폐도부지 활용 및 처리방안 등 합리적인 방안을 모색한다.

5.5 대기질

5.5.1 노선선정

학교 · 유치원 · 병원 · 노인정 등 취약시설과 마을과의 이격거리를 확보하고, 현장에서 실시할 수 있는 저감대책이 거의 없는 점을 감안하여 대기 환경기준의 달성이 불가능 할 경우 실시 가능한 범위 내에서 우회하는 방안을 검토한다.

5.5.2 터널 환기시설 설치 검토

차종별 일산화탄소와 질소산화물의 배출량 허용기준은 '대기환경보전법 시행규칙'에서 정한 허용기준 값을 적용하며, 환기대상 오염물질은 매연, 일산화탄소, 질소산화물로 한다.

강제 환기시설 설계 시 개별 오염물질을 허용기준 농도로 희석시키는데 소요되는 환기량 중 가장 많이 소요되는 환기량을 설계소요환기량으로 하여 계획에 반영한다.

5.6 수질

5.6.1 노선선정

상수원보호구역·수변구역 등 수환경상 보전가치가 있는 지역은 가능한 노선을 계획하지 않도록 하고, 부득이하게 계획노선이 이 지역을 관통 또는 근접할 경우 설정된 환경목표를 달성하기 위한 적극적인 저감대책을 수립하도록 한다.

현장사무실과 오수처리시설은 가능한 한 상수원보호구역과 인접한 상류지역, 수변지역, 하천 인접지역 등에는 설치하지 않아야 한다.

5.6.2 비점오염원 유출저감을 위한 대책

비점오염원의 유출로 하류하천에 미치는 수질의 영향을 최소화하기 위하여 노면을 진공청소와 물청소를 하여 오염물질을 제거하여야 한다.

비점오염원인 노면수의 영향을 최소화하기 위하여 잔여 부지에 측구와 연결된 습지(wet land)를 만들어 처리하거나 습지를 조성할 공간이 부족할 경우 기계식 처리시설을 추가하여 오염물질을 제거한 후 하천에 유입되도록 한다.

5.7 토양

5.7.1 물리적(구조적) 요인에 의한 영향 완화

비탈면의 침식을 줄이고 안정시키는데 가장 효과적인 수단인 재식생 방법이나 물의 양이나 배수경로 및 유도로 조절하는 배수구 개량 방법을 적용한다.

5.7.2 인위적 요인에 의한 영향 완화

- ① 공사 중 발생 폐유의 처리
- ② 공사 중 인·축분 등의 처리
- ③ 간이정비소 및 주유소 폐유처리

5.8 친환경적 자연순환

도로건설 공사 시 발생하는 폐기물은 기본적으로 폐기물 관리법, 폐기물 관리법 시행령, 폐기물 관리법 시행규칙 등 관계 법령의 규정대로 처리한다.

5.9 소음 · 진동

5.9.1 노선선정

계획노선 주변에 정온시설이 위치할 경우 피해시설을 우회하는 방안을 검토한다.

5.9.2 차폐시설 설치에 의한 저감

공사 시 및 운영 시 정온시설에 미치는 소음 예측결과가 소음 · 진동의 규제기준이나 환경기준을 초과하는 지역에 대해서는 차폐시설 등을 설치하여 가능한 환경목표기준 이내의 쾌적한 상태를 유지하도록 하며, 차폐시설(방음벽, 방음터널, 방음독 및 방음림)의 설치는 주변경관을 고려하여 설치하여야 한다.

5.9.3 노면의 개량 등에 의한 저감

자동차의 주행소음과 노면의 재질과의 관계에서 아스팔트 노면의 발생소음이 콘크리트 노면의 발생소음보다 발생소음량이 약 3dB정도 작으므로 정온시설 주변에 노선을 계획할 때에는 노면의 재질과 저소음포장 등에 대해서 검토한다.