제 2 장 환경복원시설

2.1 생태계 단절지형의 유형 및 로드킬(Road-Kill)

2.1.1 생태계 단절지형의 유형

가. 생태계 단절지형

도로에 의해서 생태계가 단절되는 유형은 다음과 같이 대표적으로 6가지 정도의 유형이 있으며, 이들의 단절 유형에 따라서 다른 생태계에 영향을 미칠 것으로 예상된다.

< 표2.1.1-1 > 생태계 단절지형

단 편 화 유 형	토목공학적 형 태	생태학적 특 성	생태계에 미치는 주요 영향
산 : 산	대절토부 생성	극상림이나 우수한 임상인 경우가 많음 산림의 단절 등 파편화 발생	산림동물 등 대형동물이 영향을 받음
산 : 평지	편사면, 성토부생성	동물상이 상대적 우수	양서, 파충류와 소형 포유동물의 서식지에 영향
산 : 하천	편사면, 매립발생	동물들의 이동이 있음	양서, 파충류와 수달의 이동에 영향
평지 : 평지	성토부 생성	동물의 이동로가 다양하며 주경로의 파악이 어려움	양서·파충류의 서식지 단절
평지 : 하천	교량	수변부 생태계	수변부 생태계의 훼손
하천 : 하천	교량	수생생태계에 영향	수계생태계의 교란이 발생하나 동물의 이동에는 큰 영향이 없음

주변의 개발로 인하여 섬처럼 둘러싸인 녹지(서울 은평구)

도로 개설로 생긴 나지에 침입한 귀화식물. (경기도 연천군)

< 그림2.1.1-1>　　개발로 인한 생태계 단절 및 교란

< 그림2.1.1-2 > 도로 개설에 의하여 단절된 생태계

2.1.2 로드킬(Road-Kill) 발생원인 및 현황

가. 로드킬(Road-Kill) 발생원인

(1) 로드킬 발생원인

(가) 생태계 단편화(fragmentation)

1) 원 인

생태계 단편화란 하나의 생태계가 여러 개의 작고 고립된 생태계로 분할되는 현상으로 인구증가, 산업화, 도시화, 기술혁명, 인구이동 증가로 인하여 도로·철도 등 교통시설 및 개발행위가 증가됨으로써 생태계 단편화가 증가된다.

- ○ 야생동물이 생존하기 위해서는 채식지·동면지·산란지·배우자 등 4가지 중요한 생존요소를 갖추어야 하며 이러한 요소들은 동일 공간 안에 있어야 함.
- ○ 선형적인 개발(도로·철도)로 인하여 하나의 생태계가 여러 개의 작은 생태계로 분할되어 생태계 단편화의 원인이 되며 야생동물에게 필요한 요소가 부족하게 됨.

2) 생태계 단편화의 영향

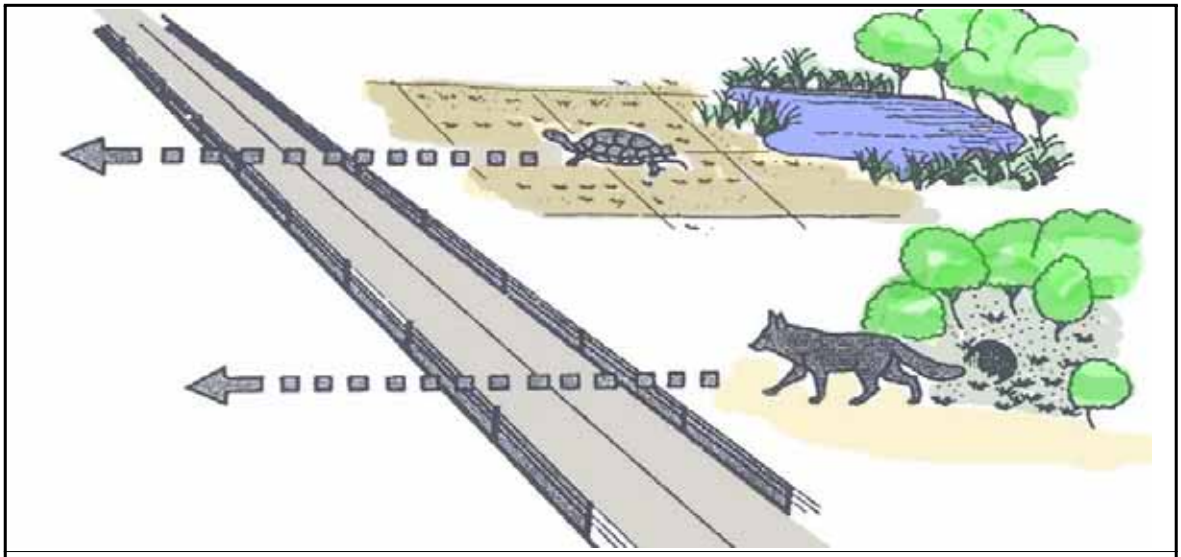
- ○ 생태계의 단편화는 생물의 원래 서식지가 작고 고립된 서식지로 나누어짐으로 인해 서식지의 전체 면적이 축소되고 개체군의 고립을 초래하는 결과를 가져옴.
- ○ 개체군의 고립은 외부와의 유전적 교환을 차단하고 유전적 다양성을 감소시켜 환경에 대한 적응력을 약화시키는 등 장기적인 생물의 서식과 생존에 불리하게 작용함.
- ○ 단편화로 인해 인간의 간섭을 받는 주변부(edge)가 증가하고, 이에 따라 소음, 진동, 빛 등의 요인에 의하여 생물들의 서식 환경과 조건이 불리하게 변화됨.

(나) 도로에서 차량과 동물이 충돌하는 원인

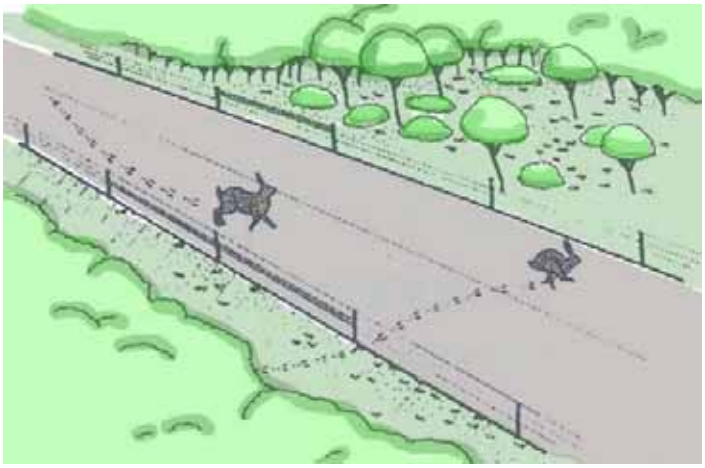
신설도로에서 동물이 이동하다 차량에 충돌하는 원인은 크게 5가지로 분류할 수 있는데, 그 유형은 다음과 같다.

한편, 이 5가지의 유형 중에서 번식기에 산란장소와 먹이를 찾기 위하여 이동하는 경우가 가장 빈번하다고 볼 수 있다.

- ○ 동물이 번식기에 산란장소와 먹이 섭취장소로 이동하는 습성
- ○ 일정기간 동물이 성장하면 분산 행동하는 습성
- ○ 번식기에 짝을 찾기 위해 활발하게 이동하는 습성
- ○ 동물 특유의 본능 행동
- ○ 치어 죽은 동물사체를 먹기 위해 연쇄적인 충돌



번식지와 먹이활동을 위해 도로를 관통하여 이동



동물 특유의 본능적인 이유

< 그림2.1.2-1 > 도로에서 차량과 동물이 충돌하는 원인 유형

(2) 로드킬 증가원인

○ 고속도로 관리연장의 증가 → 98년 이후 7년간 808km 증가
○ 고속도로 이용차량의 증가 → 매년 약 1억대씩 총 7억대 증가
○ 고라니와 너구리 개체수 급증 → 로드킬의 77%를 차지
○ 천적인 맹수의 감소로 야생동물 개체수 증가

< 표2.1.2-1 > 연도별 고속도로 관리연장 및 차량이용대수 현황

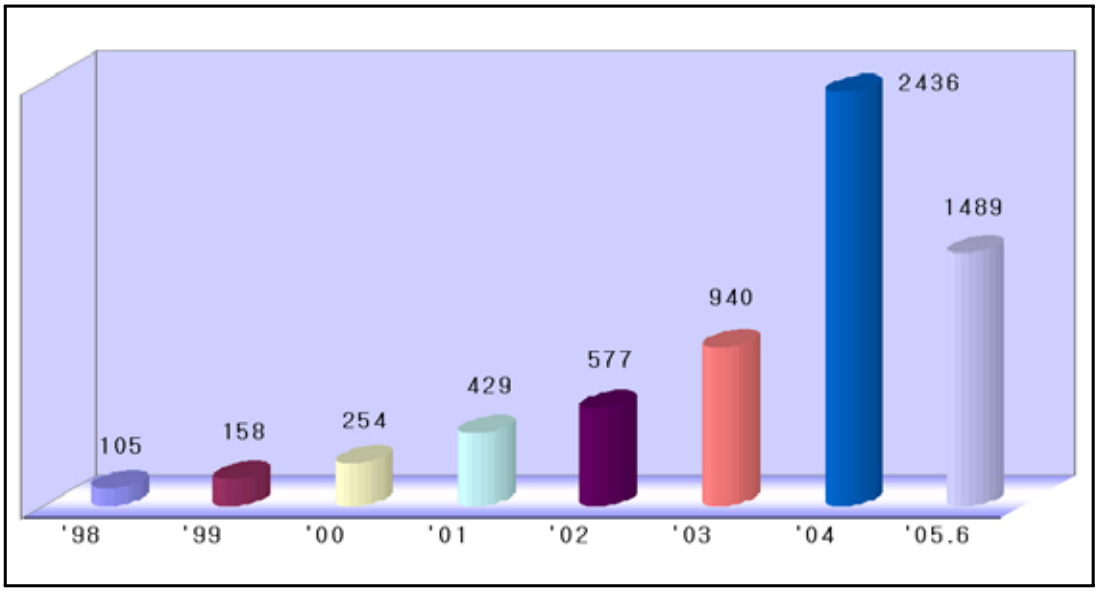
구 분	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
관리연장(㎞)	1,996	2,040	2,131	2,599	2,659	2,659	2,804
이용차량(백만대)	824	921	1,054	1,198	1,398	1,517	1,540
마리/km · 년	0.05	0.08	0.12	0.17	0.22	0.35	0.87

나. 로드킬(Road-Kill) 현황

(1) 년도별 로드킬 현황('98 ~ '05. 6)

< 표2.1.2-2 > '04년, '05년 상반기 로드킬 비교

구 분	계	1분기	2분기
2005	1,489(증48%)	469(증67%)	1,020(증41%)
2004	1,002	280	722



< 그림2.1.2-2 > 년도별 로드킬 현황('98 ~ '05. 6)

(2) 노선별, 종별 로드킬 현황('98 ~ '05. 6)

○ 중앙선 25.8%, 서해안선 11.7% 순으로 발생

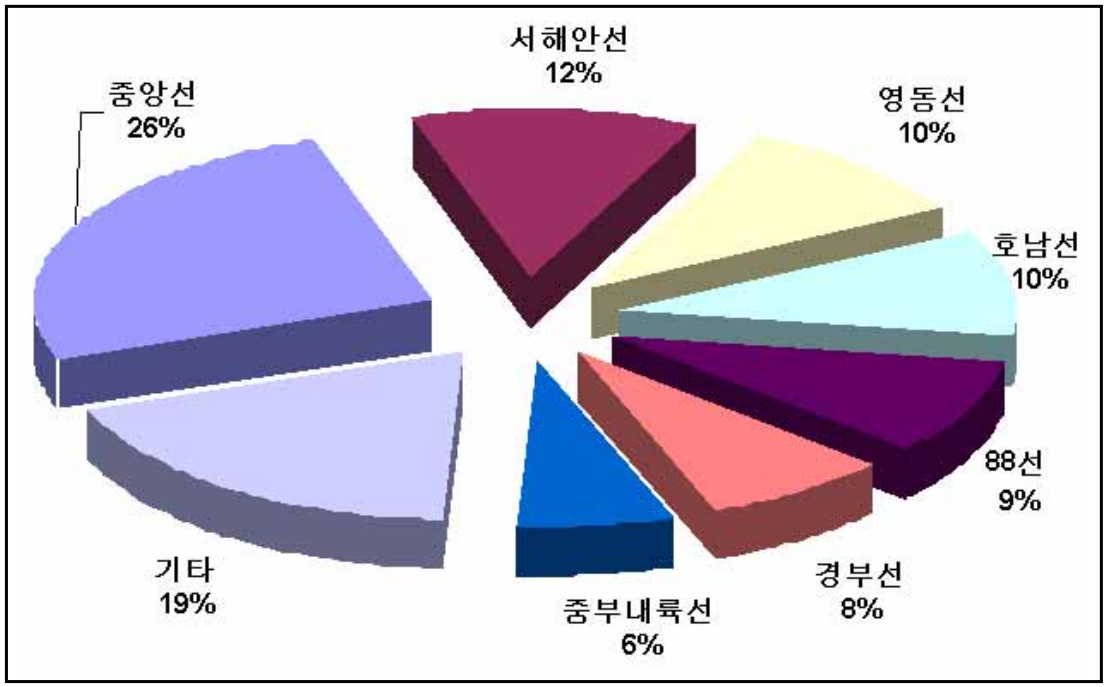
- 중앙선 : 백두대간 및 산악지역 통과
- 서해안선 : 평야지역 절성토 통과로 생태계 단절지점 많음.

< 표2.1.2-3 >　　노선별 로드킬 현황('98 ~ '05. 6)

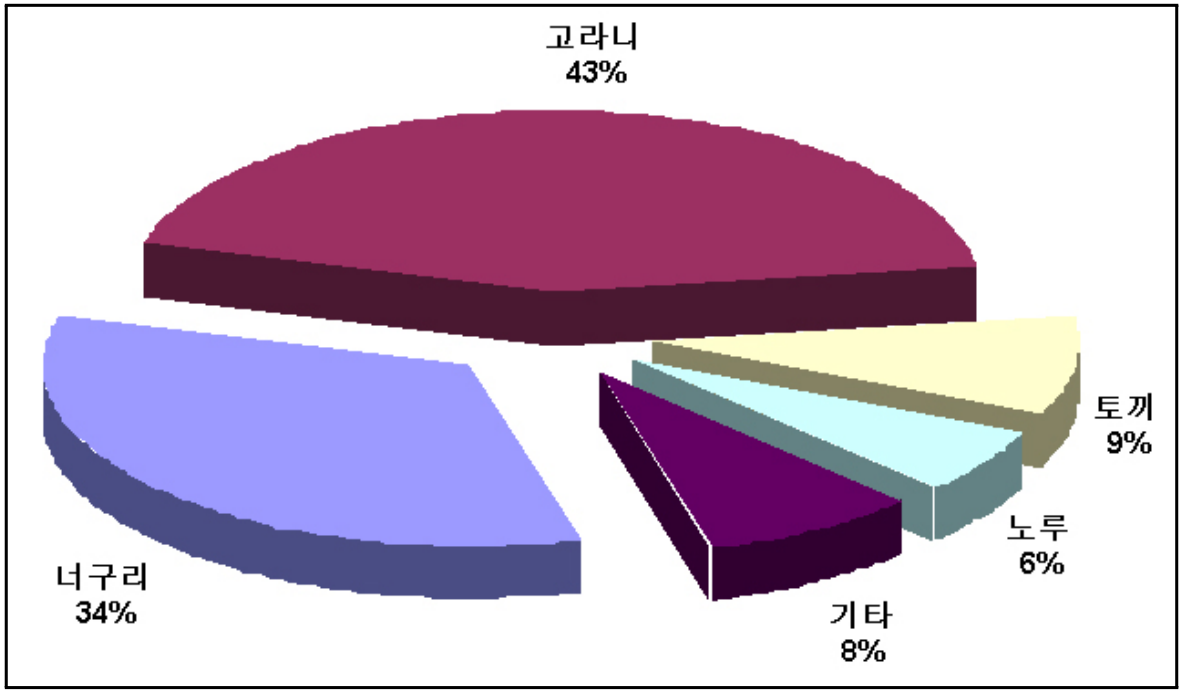
구분	계	중앙선	서해안선	88선	영동선	호남선	경부선	중부내륙선	중부선	기 타
로드킬(마리)	6,388	1,645	746	589	665	657	495	404	303	884
비율(%)	100.0	25.8	11.7	9.2	10.4	10.3	7.8	6.3	4.7	13.8

< 표2.1.2-4 >　　종별 로드킬 현황('98 ~ '05. 6)

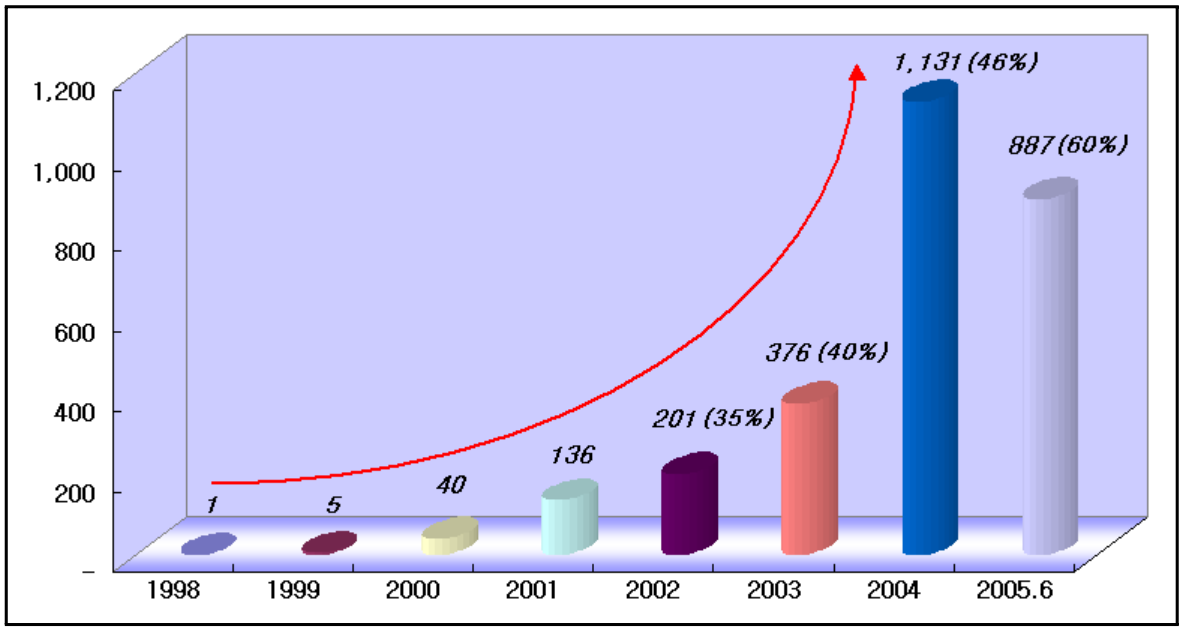
구분	계	고라니	너구리	토끼	노루	족제비	오소리	사슴	살쾡이
로드킬(마리)	6,388	2,777	2,143	570	361	276	186	47	28
비율(%)	100.0	43.5	33.6	8.9	5.7	4.3	2.9	0.7	0.4



< 그림2.1.2-3 >　　노선별 로드킬 현황('98 ~ '05. 6)



< 그림2.1.2-4 > 노선별, 종별 로드킬 현황('98 ~ '05. 6)



< 그림2.1.2-5 > 고라니 로드킬 증가 현황('98 ~ '05. 6)

2.2 야생동물의 생태특성

2.2.1 동물별

가. 포유류

(1) 고라니

고라니는 노루의 한 종류로 노루에서도 몸이 가장 작으며 지방에 따라서는 보노루, 복작노루라고도 부른다.

두동장은 1,020~1,120mm 정도이며 체측장은 500mm 정도이다.

초식성으로 갈대밭이나 무성한 관목림에 살며 건조한 곳을 좋아하며, 잡초나 나무의 어린 싹, 잎, 과실 같은 것을 잘 먹는다. 털은 거칠고 몸의 위쪽은 황갈색이고 아랫면은 담황색이며 앞다리는 검붉은 빛깔을 띠고 있다. 보통 2~4마리씩 지내지만 드물게는 무리를 이루며, 성격은 보통 노루와 달라서 크게 놀라지 않으며 토끼와 같이 처음 있었던 곳은 멀리 떠나지 않고 되돌아오는 습성이 있다. 5월경에 한배에 1~3마리를 낳는다. 한국·중국 동북부 등지에 분포한다. 세력권에 대해 우리나라에서는 알려진 바 없으나, 1㎢ 당 0.5~3.2 개체가 서식하는 것으로 외국의 연구에 보고된 바 있으며, 우리나라의 전국에 걸쳐 분포하고 있으며, 낮은 구릉지대나 인가 주변에 서식한다.

(2) 너구리

몸길이 50~68cm, 꼬리길이 15~18㎝, 몸무게 4~10㎏으로, 개과 중 원시적인 동물이다. 몸은 땅딸막하고 네 다리는 짧으며, 귓바퀴도 작고 둥글다. 주둥이는 뾰족하며, 꼬리는 굵고 짧다. 몸의 털은 길고 황갈색이며, 등면의 중앙부와 어깨는 끝이 검은 털이 많다. 얼굴·목·가슴 및 네 다리는 흑갈색이다.

야행성 동물이지만 가끔 낮에도 숲속에 나타날 때가 있다. 낮에는 숲이나 바위 밑, 큰 나무 밑의 구멍이나 자연동굴 속에서 자다가 밤이 되면 나와서 들쥐·개구리·뱀·게·지렁이류·곤충·열매·고구마 등을 먹는 잡식성이다. 나무에 올라가서 열매를 따먹기도 하며, 식욕이 대단해 한꺼번에 많은 양의 먹이를 먹는다.

개과에 속하는 동물 가운데 겨울잠을 자는 유일한 동물로, 11월 중순에서 3월 초순까지 동면하지만, 간혹 한겨울에도 발견된다. 번식기는 3월이고, 임신 기간은 60~63일이며, 한배에 3~8마리의 새끼를 낳는다. 경계심이 부족하기 때문에 쉽게 덫에 걸리며, 짧은 다리에 비해 몸집이 비대하기 때문에 빨리 달리지는 못한다.

유럽·러시아·일본을 비롯해 중국 동북지방과 한반도(대흥안령·소흥안령·의정부·지리산·설악산 등 전역) 등에 분포한다. 수명은 7~10년이다.

(3) 삵

몸에 부정확한 반점이 많은 것이 특징으로, 고양이보다 훨씬 크다. 꼬리에 가로 띠가 있으며, 눈 위, 코, 이마 양쪽에 흰 무늬가 뚜렷하다. 발톱은 작고 매우 날카로우며 황백색이다. 배에는 다소 검은 황갈색의 반점이 있다. 꼬리에는 회황갈색의 희미한 7개의 환상반이 있으며, 꼬리 끝은 검다.

두동장은 450~550mm 정도이며, 두개골전장은 약 85mm 이상이다.

주로 야간에 활동하며 산간벽지에 있어서는 낮에도 먹이를 찾아 배회한다. 서식지는 산림지대의 계곡과 암석층 가까운 곳에 살며, 연안, 관목에 뒤덮인 산간 개울에도 많이 살고 있다. 단독 또는 1쌍씩 살며 작은 설치류, 야생 조류를 습격하며, 청설모, 멧토끼, 어린노루, 들꿩 들의 새끼를 잡아먹으며 벽지에서는 양계장의 닭을 습격하는 일도 있다. 임신기간은 약 56일이고 5월에 나무 빈 구멍에 새끼를 2~4마리 낳으며, 수명은 10년이 내이다. 세력권의 크기는 우리나라에서 알려진 바가 없으나, 영국에 서식하는 유사종(Felis silvestris)의 경우 60~70ha에 이르는 것으로 보고된 바 있다. 법적보호대상종으로 전국적으로 분포하지만 개체수는 적은편이나 고산지대와 국립공원지역에 서식하고 있어 생태통로를 설치시 이용 가능하다.

(4) 황조롱이

황새목 매과. 몸길이 약 30~33cm. 한국의 텃새로 천연기념물 제323호이다. 도시나 시골 마을 부근에서 서식한다. 산지에서 번식한 무리가 겨울에는 평지로 내려오기도 한다.

수컷은 밤색 등면에 갈색 반점이 있으며 황갈색의 아랫면에는 큰 흑색 반점이 흩어져 있다. 머리는 회색, 꽁지는 회색에 넓은 흑색 띠가 있고 끝은 백색이다. 암컷의 등면은 짙은 회갈색에 암갈색의 세로얼룩무늬가 있다. 꽁지에는 갈색에 암색띠가 있다.

(5) 수달

몸길이 63~75 cm, 꼬리길이 41~55 cm, 몸무게 5.8~10 kg이다. 형태는 족제비와 비슷하지만 훨씬 크고 수중생활을 하기에 알맞다.

머리는 원형이고 코는 둥글며, 눈은 작고 귀는 짧아서 주름가죽에 덮여 털 속에 묻혀 있다. 꼬리는 둥글며 끝으로 갈수록 가늘어진다. 네 다리는 짧고 발가락은 발톱까지 물갈퀴로 되어 있어 헤엄치기에 편리하며 걸어다닐 때에는 발가락 전부가 땅에 닿는다.

온몸에 밀생한 짧은 털은 굵고 암갈색이며 광택 있는 가시털로 몸 아랫면은 담색이다. 목 아래와 머리의 양쪽은 회색이고 귀의 끝은 연한 빛깔이다. 다리·입술의 밑 중앙부에 백색의 반점이 있다.

먹이는 주로 어류이고 비늘이 있는 것보다는 비늘이 없거나 적은 메기 ·가물치 ·미꾸리 등을 잡아먹는다. 개구리·게도 잘 먹는다.

번식기는 1~2월이며 임신기간은 63~70일이고 한배에 2~4마리를 낳는다. 암컷은 새끼를 낳은 후 50일이 지나야 비로소 물속으로 들어가서 물고기를 잡는다. 새끼들은 6개월간 어미수달과 같이 지낸다.

유럽 ·북아프리카 ·아시아에 널리 분포하고 한국에도 과거에는 전국적으로 볼 수 있었는데 모피수(毛皮獸)로서 남획하고 하천의 황폐로 그 수가 줄었다. 한국에서는 1982년 11월 4일 전국 일원에 천연기념물 제330호로 지정되었다.

(6) 멧돼지

몸길이 1.1~1.8m, 어깨높이 55~110㎝, 몸무게 50~280㎏이다. 유라시아멧돼지라고도 하며, 한자어로는 산저(山猪)·야저(野猪)라고 한다.

몸은 굵고 길며, 네 다리는 비교적 짧아서 몸통과의 구별이 확실하지 않다. 주둥이는 매우 길며 원통형이다. 눈은 비교적 작고, 귓바퀴는 삼각형이다. 머리 위부터 어깨와 등면에 걸쳐서 긴 털이 많이 나 있다.

성숙한 개체의 털빛깔은 갈색 또는 검은색이며, 날카로운 송곳니가 있어서 부상을 당하면 상대를 가리지 않고 반격하는데, 송곳니는 질긴 나무 뿌리를 자르거나 싸울 때 큰 무기가 된다.

2.2.2 법적보호종

가. 천연기념물 및 멸종위기종, 보호종

(1) 천연기념물

○ 관련법률 : 문화재보호법 제2조 3항 및 제6조에 의거하여, 천연기념물을 다음과 같이 정의하고 있다.

> 제2조 (정의) ①이 법에서 "문화재"라 함은 다음의 것을 말한다.
> 다. 동물(그 서식지·번식지·도래지를 포함한다)·식물(그 자생지를 포함한다)·광물·동굴·지질·생물학적 생성물 및 특별한 자연현상으로서 역사적·경관적 또는 학술적 가치가 큰 것
> 제6조 (사적·명승·천연기념물의 지정) 문화재청장은 문화재위원회의 심의를 거쳐 기념물중 중요한 것을 사적·명승 또는 천연기념물로 지정할 수 있다.

○ 지정권자 : 문화재청장

○ 지정현황 : 2005년 9월 현재 제463호까지 지정

- 주요동물 : 수달, 수리부엉이, 남생이, 반달가슴곰, 하늘다람쥐, 황조롱이, 소쩍새 등

(가) 포유류(총 6건 6종)

사향노루, 산양, 하늘다람쥐, 반달가슴곰, 수달, 물범

(나) 조류(총 20건 40종)

크낙새, 따오기, 황새, 먹황새, 흑고니, 큰고니, 고니, 두루미, 재두루미, 팔색조, 저어새, 노랑부리저어새, 느시, 흑비둘기, 흑두루미, 까막딱다구리, 독수리, 검독수리, 참수리, 흰꼬리수리, 참매, 붉은배새매, 새매, 잿빛개구리매, 개구리매, 알락개구리매, 황조롱이, 매, 올빼미, 수리부엉이, 솔부엉이, 칡부엉이, 쇠부엉이, 소쩍새, 큰소쩍새, 개리, 흑기러기, 검은머리물떼새, 원앙, 노랑부리백로

수리부엉이

산양

(2) 멸종위기야생동·식물

○ 관련법률 : 야생동·식물보호법 제2조 2항

> 제2조 (정의)
> 가. 멸종위기야생동·식물Ⅰ급 : 자연적 또는 인위적 위협요인으로 개체수가 현저하게 감소되어 멸종위기에 처한 야생동·식물
> 나. 멸종위기야생동·식물Ⅱ급 : 현재의 위협요인이 제거되거나 완화되지 아니할 경우 가까운 장래에 멸종위기에 처할 우려가 있는 야생동·식물

○ 지정권자 : 환경부장관

○ 지정현황 : 2005년 2월 현재 221건 지정

- 멸종 Ⅰ급 주요동물 : 수달, 구렁이, 장수하늘소, 황새 등
- 멸종 Ⅱ급 주요동물 : 삵, 수리부엉이, 남생이, 올빼미 등

(가) 포유류 Ⅰ급(12종)

늑대, 대륙사슴, 바다사자, 반달가슴곰, 붉은박쥐, 사향노루, 산양, 수달, 스라소니, 여우, 표범, 호랑이

(나) 포유류 Ⅱ급(10종)

담비, 무산쇠족제비, 물개, 물범, 물범류, 삵, 작은관코박쥐, 큰바다사자, 토끼박쥐, 하늘다람쥐

(다) 조류 Ⅰ급(총 13종)

검독수리, 넓적부리도요, 노랑부리백로, 노랑부리저어새, 두루미, 매, 저어새, 참수리, 청다리도요사촌, 크낙새, 흑고니, 황새, 흰꼬리수리

(라) 조류 Ⅱ급(총 48종)

가창오리, 개구리매, 개리, 검은머리갈매기, 검은머리물떼새, 검은목두루미, 고니, 긴점박이올빼미, 까막딱다구리, 느시, 독수리, 뜸부기, 말똥가리, 먹황새, 물수리, 벌매, 붉은가슴흰죽지, 붉은해오라기, 비둘기조롱이, 뿔쇠오리, 뿔종다리, 삼광조, 새홀리기, 솔개, 쇠황조롱이, 수리부엉이, 시베리아흰두루미, 알락개구리매, 알락꼬리마도요, 올빼미, 재두리미, 잿빛개구리매, 적호갈매기, 조롱이, 참매, 큰고니, 큰기러기, 큰덤불해오라기, 큰말똥가리, 털발말똥가리, 팔색조, 항라머리검독수리, 호사비 오리, 흑기러기, 흑두루미, 흰목물떼새, 흰이마기러기, 흰죽지수리

(마) 양서·파충류 Ⅰ급(총 1종)

구렁이

(바) 양서·파충류 Ⅱ급(총 5종)

금개구리, 남생이, 맹꽁이, 비바리뱀, 표범장지뱀

늑대	붉은박쥐
스라소니	검독수리
황새	저어새
붉은배새매	노랑부리백로

(3) 처벌규정 (야생동·식물보호법 제67~70조)

○ 멸종위기야생동·식물Ⅰ급을 포획·채취·훼손하거나 고사시킨 자
⇒ 5년 이하의 징역 또는 3천만원 이하의 벌금

○ 멸종위기야생동·식물Ⅱ급을 포획·채취·훼손하거나 고사시킨 자, 멸종위기야생동·식물Ⅰ급을 가공·유통·보관·수출·수입·반출 또는 반입한 자, 멸종위기야생동·식물을 포획하거나 고사시키기 위하여 폭발물·덫·창애·올무·함정·전류 또는 그물을 설치 또는 사용하거나 유독물·농약 및 이와 유사한 물질을 살포 또는 주입한 자
⇒ 3년 이하의 징역 또는 2천만원 이하의 벌금

○ 멸종위기야생동·식물Ⅱ급을 가공·유통·보관·수출·수입·반출 또는 반입한 자, 멸종위기야생동·식물을 방사 또는 이식한 자, 야생동물을 포획한 자, 야생동물을 포획하기 위하여 폭발물·덫·창애·올무·함정·전류 또는 그물을 설치 또는 사용하거나 유독물·농약 및 이와 유사한 물질을 살포 또는 주입한 자
⇒ 2년 이하의 징역 또는 1천만원 이하의 벌금

○ 야생동물에 대하여 학대행위를 한 자, 포획·수입 또는 반입한 야생동물 및 이를 사용하여 만든 음식물 또는 가공품을 그 사실을 알면서 취득(음식물 또는 추출가공식품을 먹는 행위를 포함한다)·양도·양수·운반·보관하거나 그러한 행위를 알선한 자, 덫·창애·올무 그 밖에 이와 유사한 방법으로 야생동물을 포획하는 도구를 제작·판매·소지 또는 보관한 자, 멸종위기야생동·식물 및 국제적멸종위기종의 멸종 또는 감소를 촉진시키거나 학대를 유발할 수 있는 광고를 한 자, 야생동물의 박제품을 제조 또는 판매한 자
⇒ 1년 이하의 징역 또는 5백만원 이하의 벌금

2.3 생태통로 설치

2.3.1 생태통로의 정의

가. 생태통로의 개념

(1) 생태통로의 정의와 개념

(가) 정의

"생태통로"라 함은 도로·댐·수중보·하구언 등으로 인하여 야생동·식물의 서식지가 단절되거나 훼손 또는 파괴되는 것을 방지하고, 야생동·식물의 이동을 돕기 위하여 설치되는 인공구조물·식생 등의 생태적 공간을 말한다.
(자연환경보전법 제2조).

(나) 생태통로의 유사어

1) 국내 : 야생동물이동통로, 동물이동통로, 생태이동통로, 자연통로(이동로) 등

2) 국외 : wildlife corridor, wildlife crossing, wildlife passage, conservation corridor, fauna passage, ecological corridor, eco-corridor, greenway, natural corridor 등

나. 생태통로의 역할 및 한계

(1) 생태통로의 역활

(가) 야생동물의 이동을 통해 종의 다양성을 높이고 서식 개체수를 증가시켜 장기적으로 종의 생존 확률을 높인다.

(나) 이동을 통해 국지적으로 사라졌던 야생동물의 새로운 정착을 가능하게 하며, 유전적인 다양성을 높일 수 있다.

(다) 행동권, 세력권이 넓은 야생동물의 서식을 가능하게 한다.

(라) 단편화된 생태계의 연결을 통해 생태계의 연속성을 유지한다.

(2) 생태통로의 이용 대상

생태통로는 포유류, 양서·파충류, 조류, 곤충, 어류 등 기본적으로 이동성이 있는 모든 야생동물을 대상으로 하는 인공 구조물이다. 그러나 생태통로는 포유류와 양서·파충류에게 있어 특히 중요한 역할을 한다고 보고되었다.

2.3.2 생태통로의 종류 및 특징

가. 생태통로의 분류

생태통로는 동물이 자연발생적으로 이용하였던 길이냐 아니면 인공적으로 조성해 준 것인가에 따라서 자연통로와 인공통로로 나눌 수가 있으며, 설치위치와 공법에 따라서 선형, 육교형, 박스형으로 나뉜다.

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

생태통로는 도로의 위에 놓이느냐 도로의 표면 아래에 놓이느냐에 따라서 박스형과 육교형으로 구분되어지며 도로와 평행으로 이어지는 구조물의 경우 선형의 생태통로이다.

이러한 형태에 따른 생태통로의 종류에 따라 선호하는 동물들이 달라지기도 한다.

도로 하부에 설치된 터널형 생태통로의 예

육교형 생태통로 설치 사례

선형 생태통로의 예 - 생울타리

< 그림2.3.2-1 > 다양한 생태통로 설치 사례

동물들의 생태학적 특징에 따라서 선호하는 생태통로의 유형이 다르기 때문에 생태통로를 이용하고자 하는 대상종에 따라서 생태통로의 유형을 결정하는 것이 경제적일 것이다.

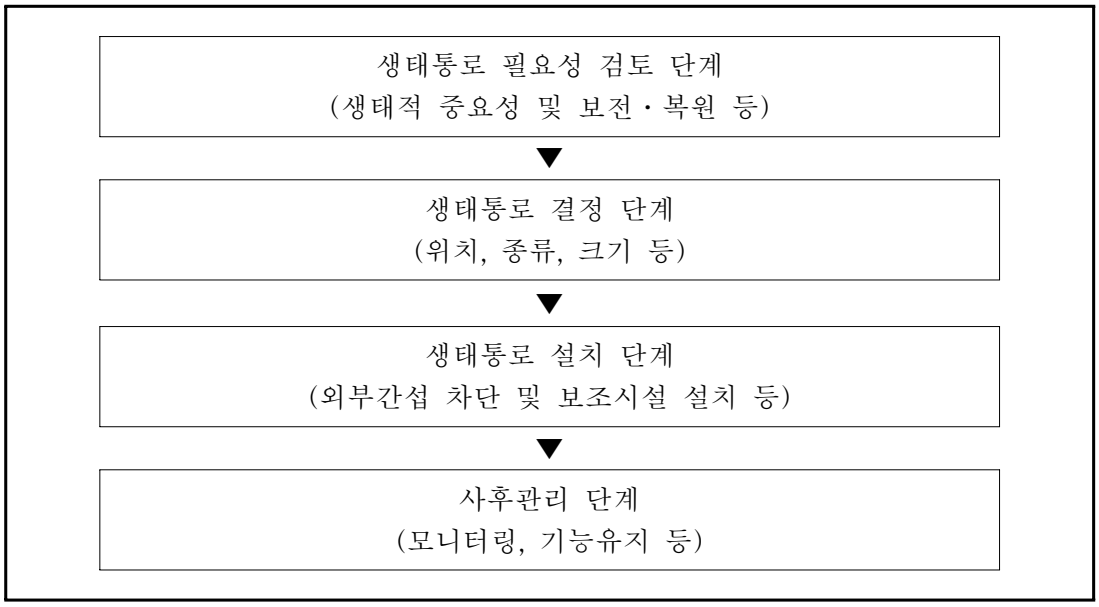
< 표2.3.2-1 > 종에 따른 선호생태통로의 유형

대 상 분 류 군		선호하는 생태통로
포 유 류	우제류(멧돼지, 고라니, 노루)	육교형 생태통로
	너구리, 오소리, 족제비	육교형, 박스형 생태통로
양서, 파충류	구렁이, 맹꽁이, 개구리	생태배수로, 박스형 및 육교형 생태통로

2.3.3 생태통로의 설치

가. 생태통로의 설치 절차

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



< 그림2.3.3-1 > 생태통로의 설치 단계

(1) 필요성 검토 단계

본 단계는 사업의 성격 및 주변 환경을 파악하여 도로로 인해 단절된 서식지를 연결하는 생태통로가 필요한지에 대하여 검토하는 단계이다.

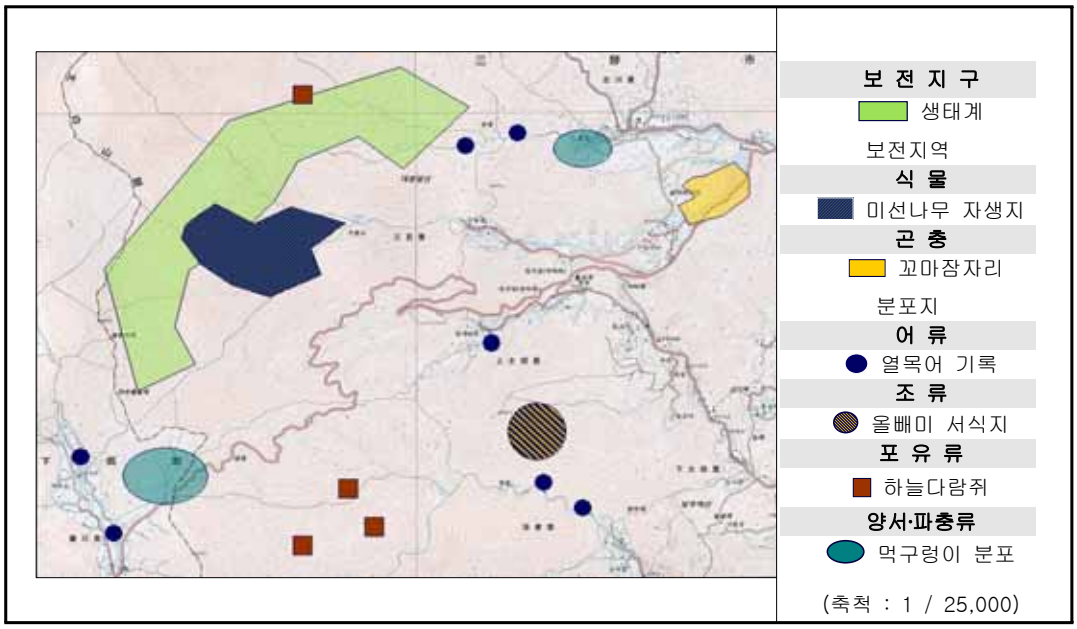
○ 생태통로가 고려되는 지역의 현황을 정확히 파악한다.

○ 생태계의 단절 여부와 그 정도를 파악하고, 그로 인한 생태계의 영향을 예상한다.

○ 생태계 단절에 대한 대안을 모색하고 생태통로의 필요성을 판단한다.

(가) 자연환경 파악

1) 문헌조사

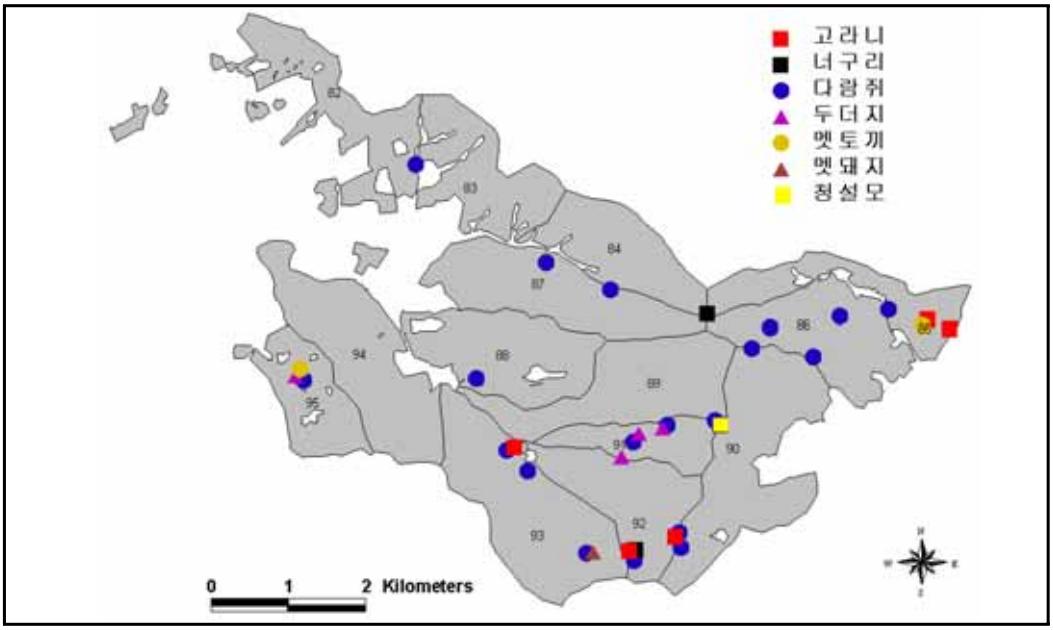


< 그림2.3.3-2 > 문헌조사 정리의 예

2) 현장 조사

가) 대상 : 식물 분야(식물상, 식물 군락), 동물분야(포유류, 조류, 양서류, 파충류, 곤충류, 어류 등)에 대한 조사를 실시한다.

나) 범위 : 단절지(도로, 철도 등) 중앙으로부터 250~500m 범위 내에서 조사하는 것을 기본으로 하며, 행동권이 넓은 대형 포유류의 경우 1km 이내의 광범위한 지역에 대한 추적 조사가 필요하다.



< 그림2.3.3-3 > ○○지역 포유류 관찰 및 흔적 조사 결과의 예

(나) 단절 현황 파악

도로·철도의 건설 등 사업 시행으로 인한 생태계의 단절 여부와 정도를 파악하는 것은 생태통로의 필요성을 판단하기 위한 사전 작업이다.

(다) 생태통로의 필요성 판단

현실적인 제약으로 인하여 모든 단절지를 생태통로로 연결할 수는 없으므로, 생태계의 단절 정도가 심하다고 확인된 지역에 대하여 각각 원서식지의 양적 변화, 원서식지의 질적 변화, 동물 이동성 훼손, 서식지 복구 가능성 등의 항목을 평가하여 최종적으로 생태통로가 필요한지 여부를 판단해야 한다.

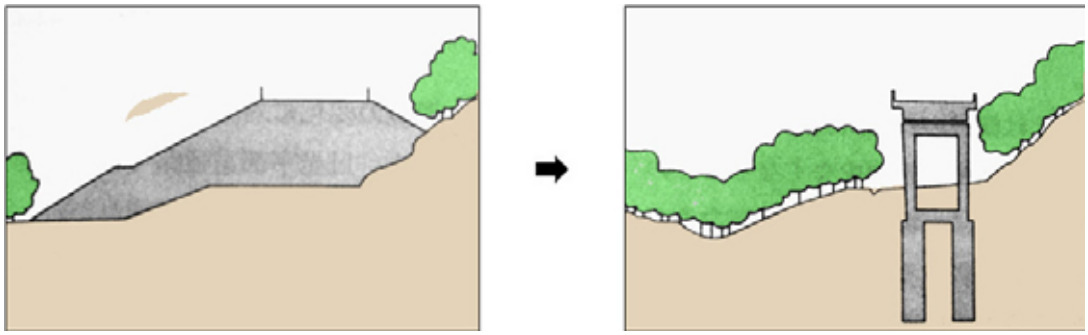
(2) 생태통로 결정 단계

사업시행에 따라 생태계의 단절이 발생할 경우 우선적으로 사업부지 변경, 사업축소, 보전지역 설정 등 사업계획 변경 등의 대안이 먼저 검토되어야 하지만 이런 대안 마련이 어려울 경우 생태통로 설치가 고려되어야 한다.

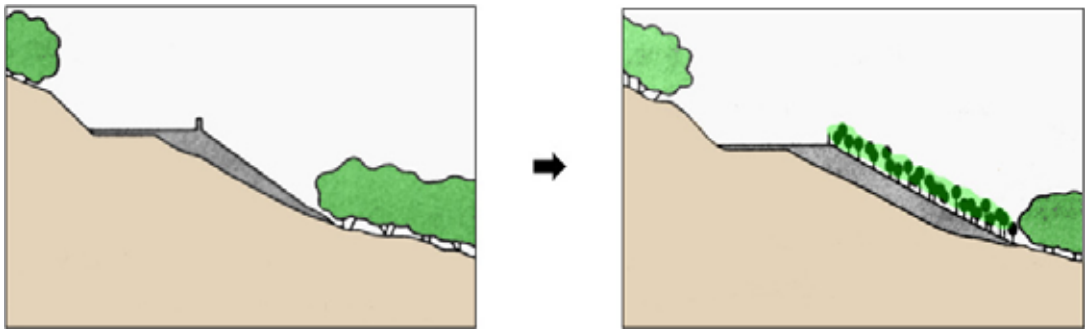
(가) 대책 검토를 위한 추가 조사

1) 도로의 세부 구조에 대한 조사 및 대안 마련

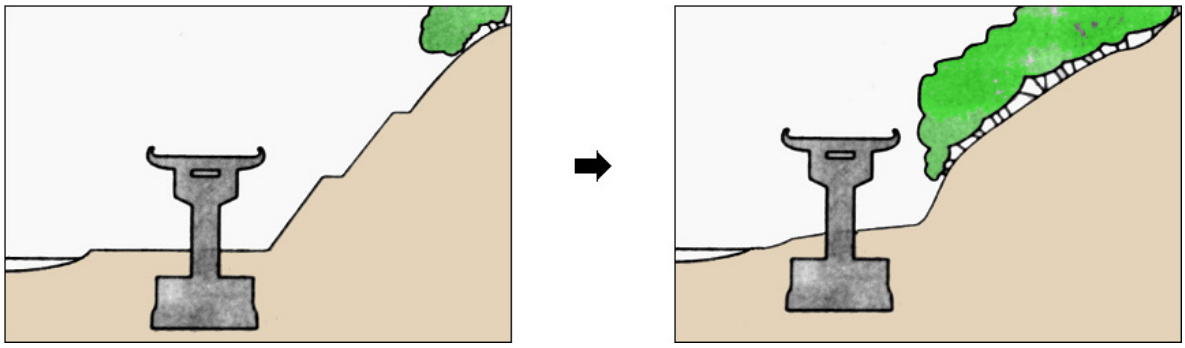
도로가 자연환경에 미치는 영향을 중심으로 도로 구조를 세부적으로 검토하여, 기존 생태계의 변형을 최소화하도록 도로의 선형과 구배, 법면 등의 개선 방안을 모색한다.



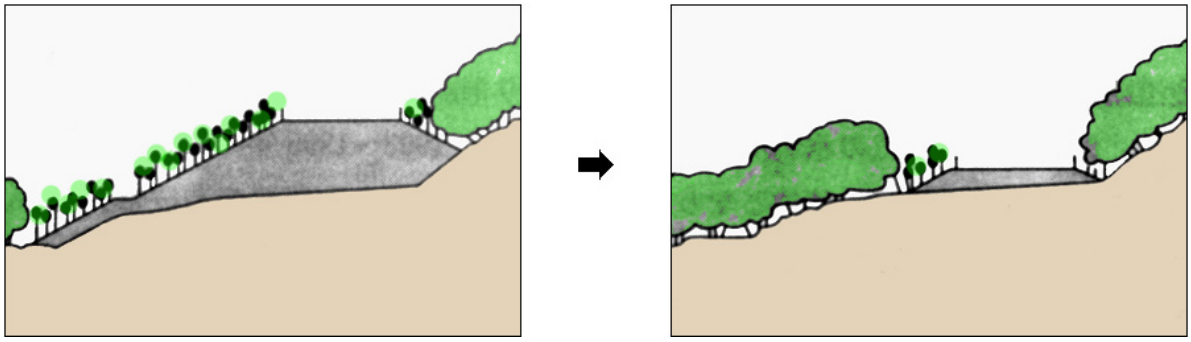
< 그림2.3.3-4 > 교량화 구조 형성을 통한 법면 축소의 사례



< 그림2.3.3-5 > 법면 경사도 변경과 관목 식재를 통한 환경 개선의 사례

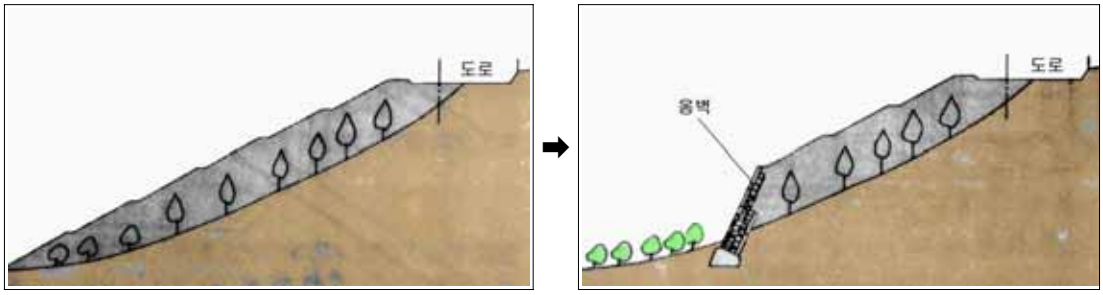


< 그림2.3.3-6 > 절토 법면의 선형 개량 및 식재를 통한 환경 개선 사례



< 그림2.3.3-7 > 종단 구조 개선을 통한 법면의 최소화 사례

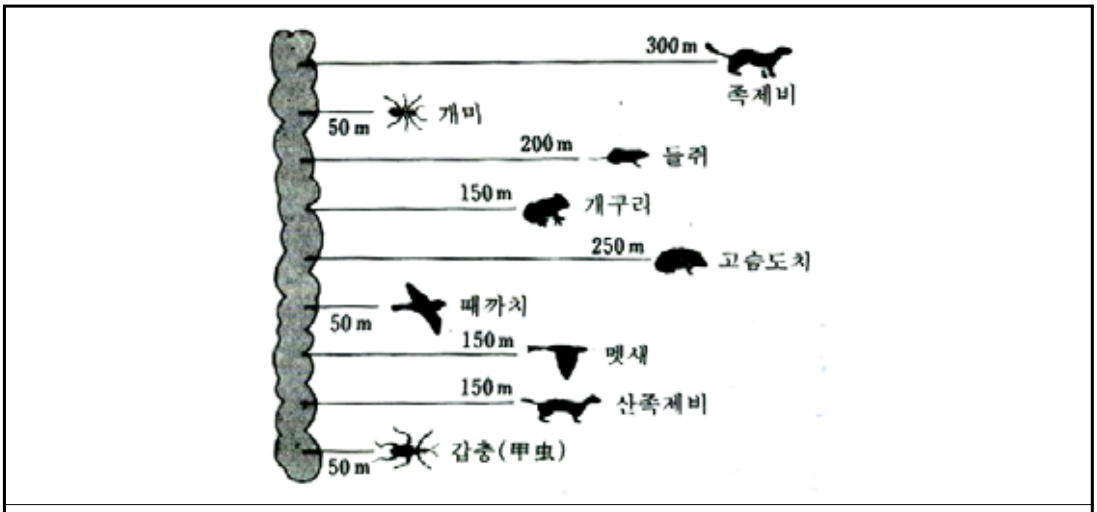
< 그림2.3.3-8 > 높은 교량화 구조를 채택하여 생태계에 대한 영향을 최소화하고 있는 사례



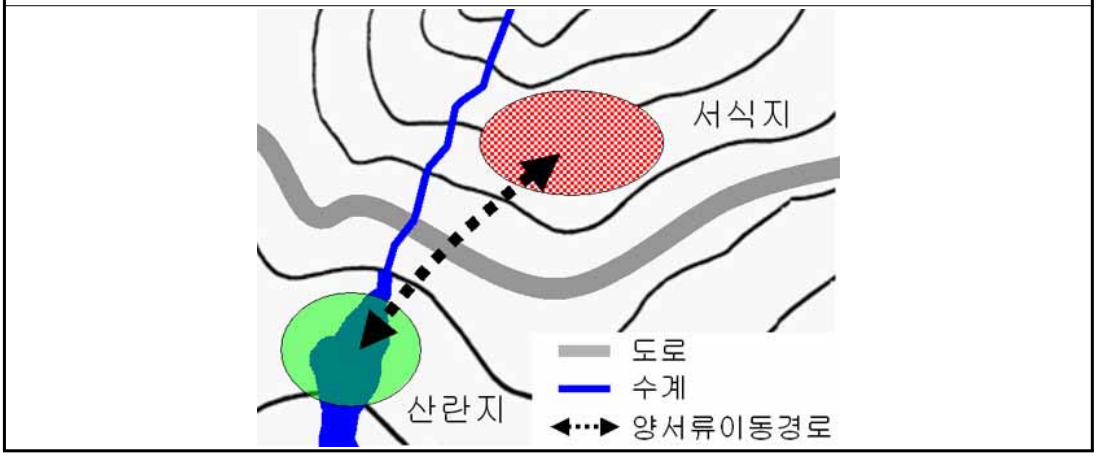
< 그림2.3.3-9 >　　옹벽을 이용한 성토 면적의 축소와 인공식재의 예

2) 대상 동물의 실태 확인

대상 지역에 서식하는 야생동물의 분포와 실태 자료를 바탕으로 생태통로 이용이 가능한 종을 확인하고, 생태계 단절에 의한 영향을 가장 크게 받거나 생태통로를 이용하여 보전이 필요한 종 또는 보전이 가능한 종을 생태통로의 이용 대상종으로 선정해야 한다. 대상종의 선정이 완료되면 해당 종의 이동 경로와 행동권, 산란지나 번식지, 월동지 등의 특정 서식지의 분포 등을 확인한다



잡목림으로 부터의 각 동물별 행동반경



< 그림2.3.3-10 >　　대상동물의 일반적 생태특성

(나) 생태통로의 형태 결정

생태통로 설치사업이 시작되기 전에 다음과 같은 순서에 의하여 생태통로의 위치, 종류 및 크기가 결정되어야 한다.

< 표2.3.3-1 > 생태통로의 형태 결정

항 목	내 용
위치 결정	◦ 주요 대상 동물 파악 ◦ 기존 이동경로 파악 ◦ 주변부와의 연결 방안에 대한 고려 ◦ 도로, 택지 등 주변지역 개발 계획 분석
▼	
종류 결정	◦ 설치위치에 대한 특성 파악 ◦ 주요 대상 동물의 특성에 따른 종류 결정
▼	
크기 결정	◦ 주요 대상 동물의 특성 및 크기 고려 ◦ 주변부에 대한 처리 고려 ◦ 기상 요인 등 외부 요인에 대한 영향 고려

2.3.4 생태통로의 설계

가. 육교형 생태통로의 설계

육교형 상부 통로는 산등성이나 평지에서 야생동물이 이용하는 길을 연결하기 위해 조성하며, 일반적으로 터널형 통로에 비해 대규모로 조성되는 경우가 많다.

(1) 설치 위치

○ 도로 건설을 위해 양쪽 모두가 절토된 지역에 설치한다. 특히 절단된 절개지가 깊을 경우 혹은 산등성이나 고산지대가 단절되어 동물이 이동하기가 극히 어려운 곳에 설치한다.

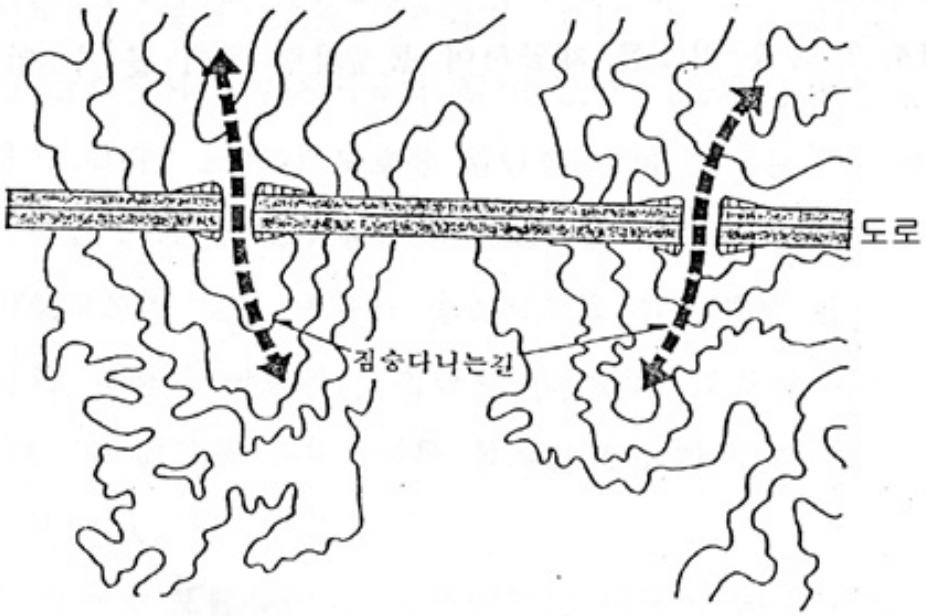
○ 공사비가 고가이기 때문에 넓은 면적의 보호구역이 단절되거나 생태적 가치가 우수하여 설치의 필요성이 높은 지역에 주로 적용한다.

(2) 대상 동물

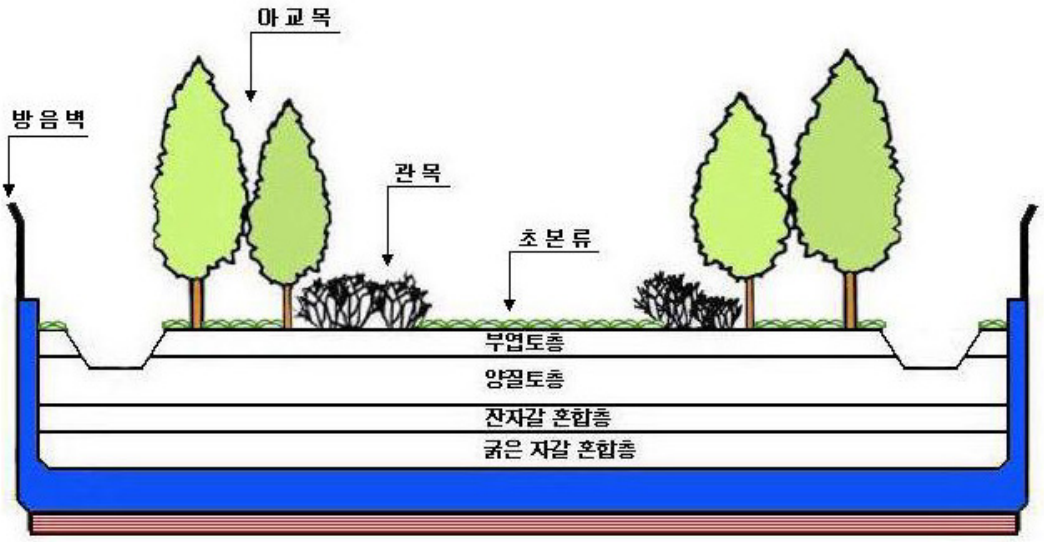
○ 대형·중형·소형 포유류, 조류, 양서·파충류 등 대부분의 동물이 이용 가능하다.

○ 일반적으로 터널형 통로에 비하여 다양한 동물이 이용할 수 있다.

○ 보호해야 할 특정 중·대형 동물의 이동을 보장해야 할 경우에 가장 적절하다.



육교형 생태통로의 설치 위치



횡단면도 조성예

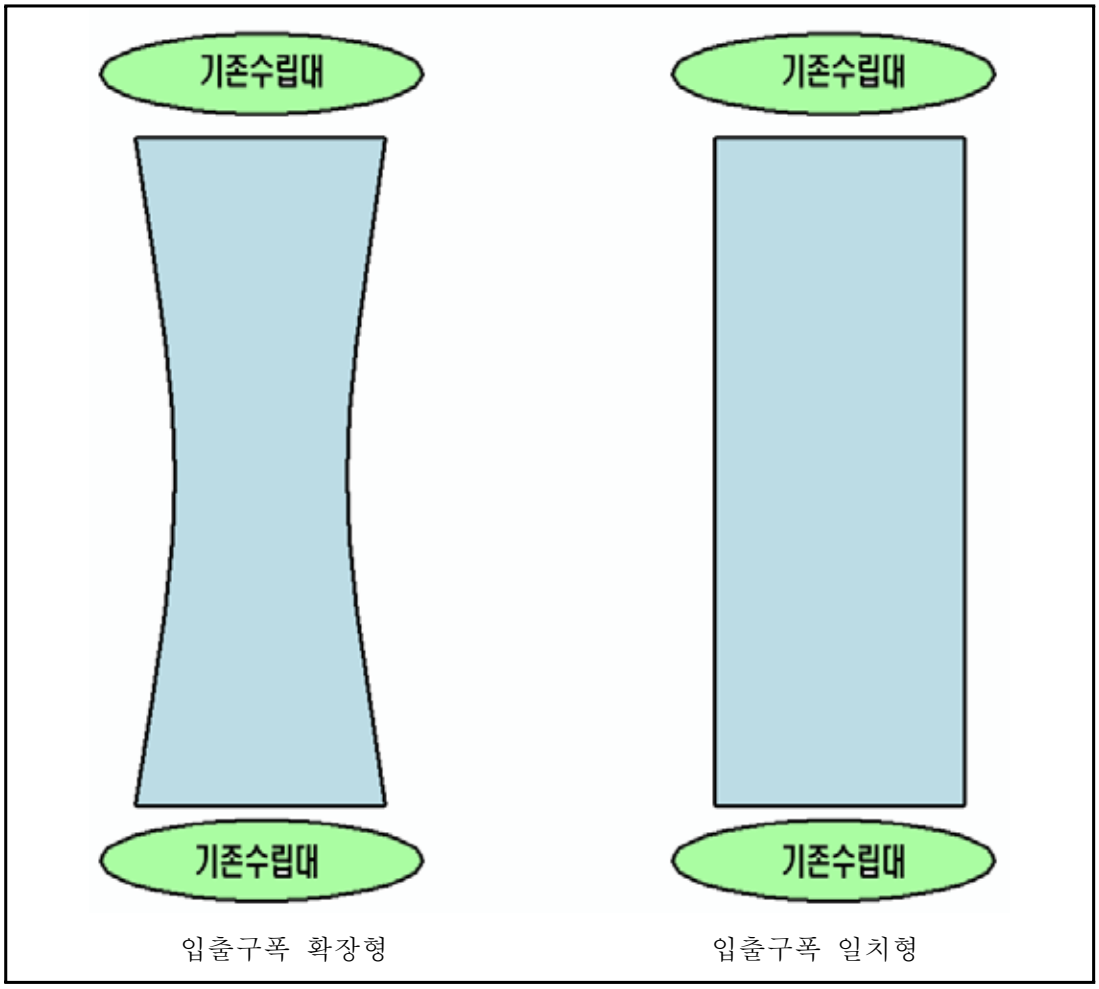
< 그림2.3.4-1 > 육교형 생태통로

(3) 길이와 폭의 결정

육교형 생태통로 중앙부의 폭은 최소 8~12m(노루, 멧돼지)는 되어야 하며, 입출구의 폭은 대상동물종과 생태통로를 설치할 곳의 지형과 절토면의 거리에 맞추어서 정한다.

우리나라에서 생태통로를 설치할 경우 산악지형이 많아 폭이 넓은 생태통로를 설치하는데 어려움이 있다.

그렇지만 최소한 중앙부위의 폭은 최소한 8 ~ 12m 정도는 되어야 하며 생태통로의 입출구의 폭은 30m 정도는 되는 입출구폭 확장형의 생태통로를 시공하여야 할 것이다.

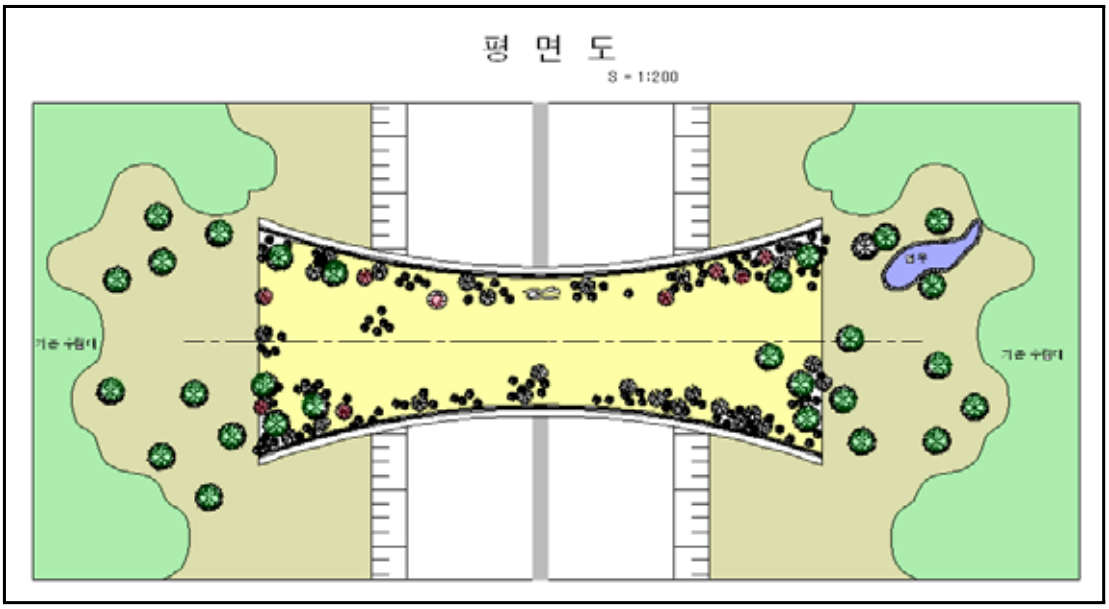


< 그림2.3.4-2 > 육교형 생태통로의 입출구 폭

(4) 생태통로 위의 식재

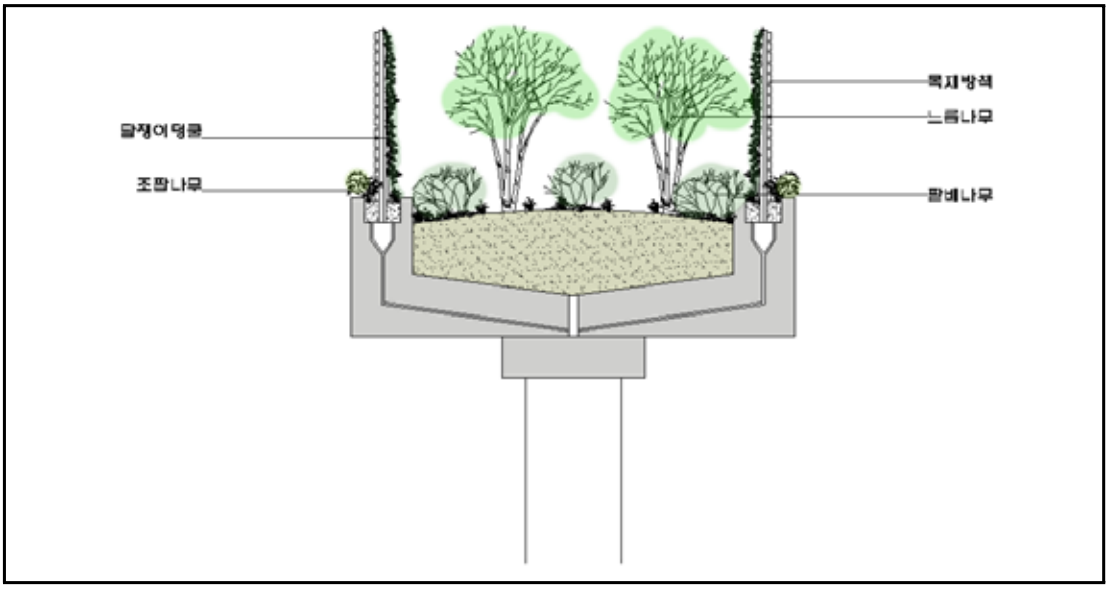
육교형 생태통로의 설치시 생태통로의 길이에 따라 식재방법을 달리한다. ○ 생태통로길이 ≧ 30m : 초본층과 관목층만 식재 ○ 생태통로길이 < 30m : 교목층까지 복사식재

생태통로 위에 교목층을 식재하기 위함인데 생태통로 위에 교목류를 식재할 경우 식재 후 바람 또는 강우시의 강풍에 의해 식재한 교목류가 도로면으로 쓰러질 가능성이 매우 높고, 과다한 복토층을 요구하기 때문에 30m 이상의 생태통로를 조성할 경우에는 목본류는 수고 8m 이하의 아교목 또는 관목류만을 식재하여야 할 것이다.



< 그림2.3.4-3 >　절토부의 길이가 30m 이상인 교량

통로 중앙을 중심으로 양끝은 비탈진 포물선형으로 하여 건너편 조망 등 넓게 트여진 시야에 의하여 횡단 망설임을 최소화한다. 목재방음벽을 교량 양변에 2m높이로 설치한다.

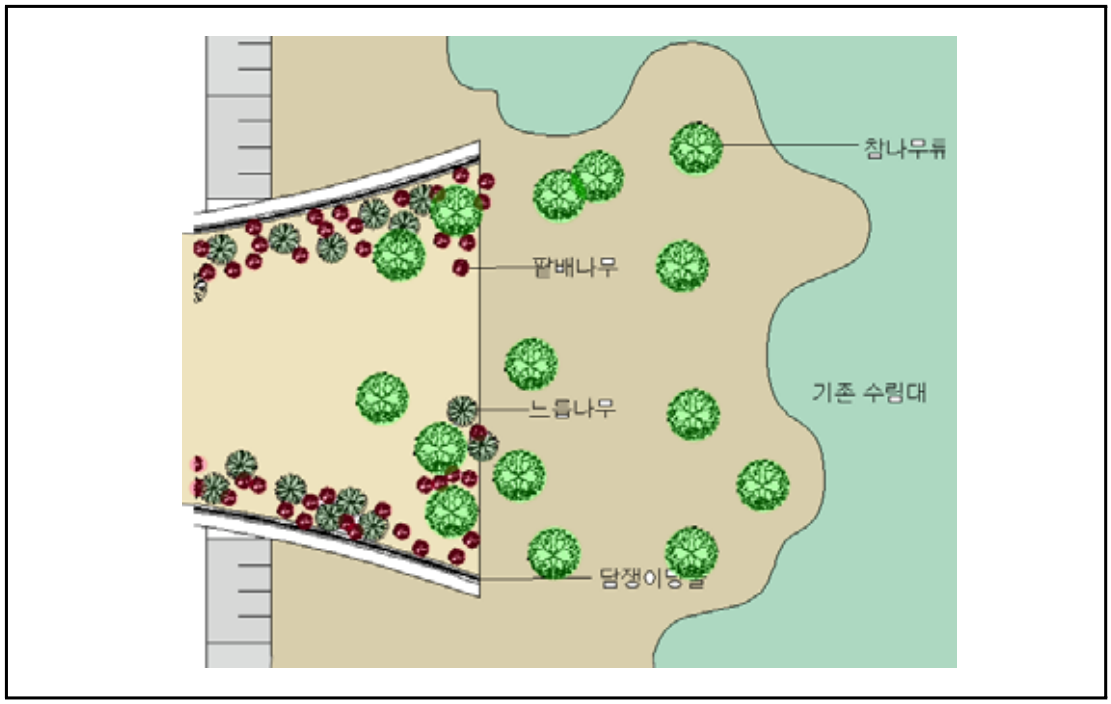


< 그림2.3.4-4 >　육교형 생태통로의 조경배식 종단면(30m 이상 교량)

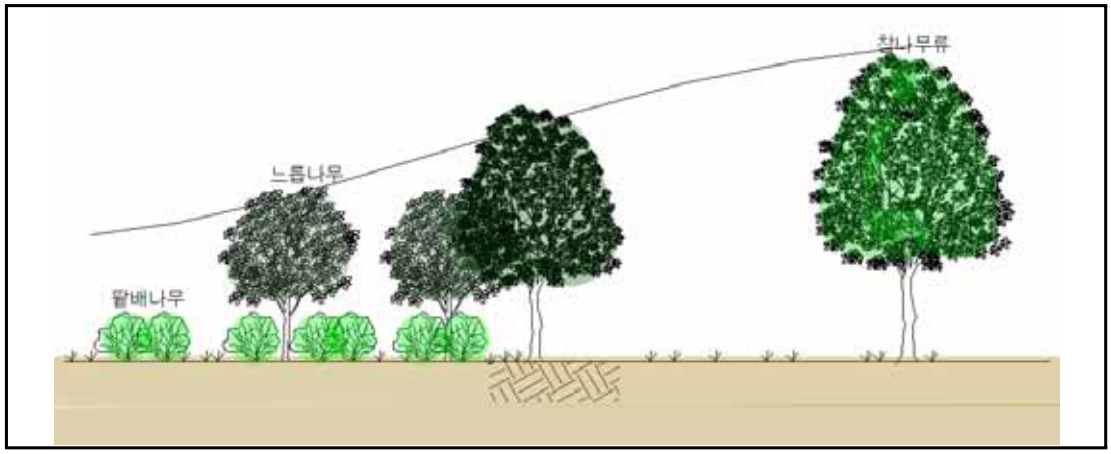
(5) 전이대(Buffer Zone)의 조성

30m 이상의 긴 육교형 생태통로의 경우 교량의 양측면에 주변 식생과의 연계성을 고려한 전이대(Buffer zone)를 설치한다.

전이대(Buffer zone)는 생태통로 주변의 임상구조와 생태통로의 초본과 관목만을 식재하는 임상구조사이의 연계성을 주기 위하여 조성하는 식생대이다.



< 그림2.3.4-5 > 식생대의 연결을 위한 전이대



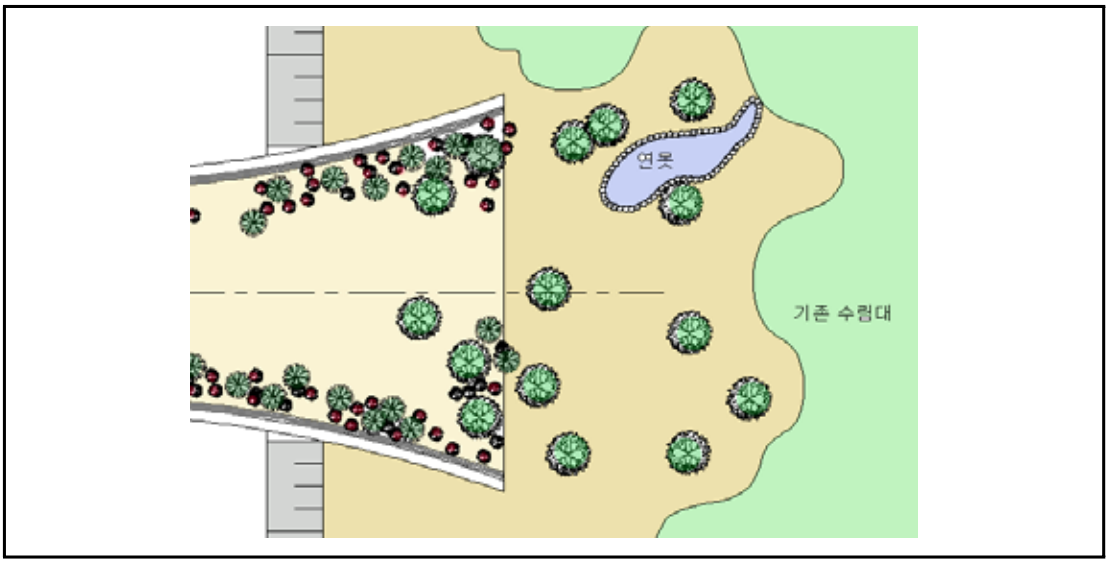
< 그림2.3.4-6 > 생태통로와 주변의 식생대의 연결을 위한 생태통로내 전이대

(6) 생태통로내 인공구조물 설치

(가) 대체서식지의 조성(육교형 생태통로)

1) 인공 연못

도로의 개설 등에 의해서 생태통로를 조성하고자 하는 곳에 기존의 연못이 훼손될 경우 양서류의 서식처 보전차원에서 대체로 인공연못을 만들어 주어야 할 것이다.



< 그림2.3.4-7 >　　생태연못의 설치 위치

이러한 연못의 구성은 양서·파충류의 먹이가 되는 곤충류가 살수 있도록 식물종을 조성해 주면 효과적일 것이다.

인공연못은 생태통로 위에 설치해주는 것보다는 생태통로의 진출입부에 조성해 주어야 할 것이다.

< 그림2.3.4-8 >　출입구의 폭이 넓은 육교형 통로와 입구에 조성된 연못

2) 숨을 공간

동물들(소형의 포유류나 양서, 파충류)이 생태통로를 이동해 가는 도중에 외부의 적으로부터 노출되는 것을 방지하기 위하여 돌무더기를 쌓아줘 인공서식지를 조성해주는 기법이다.

가) 통나무 그루터기

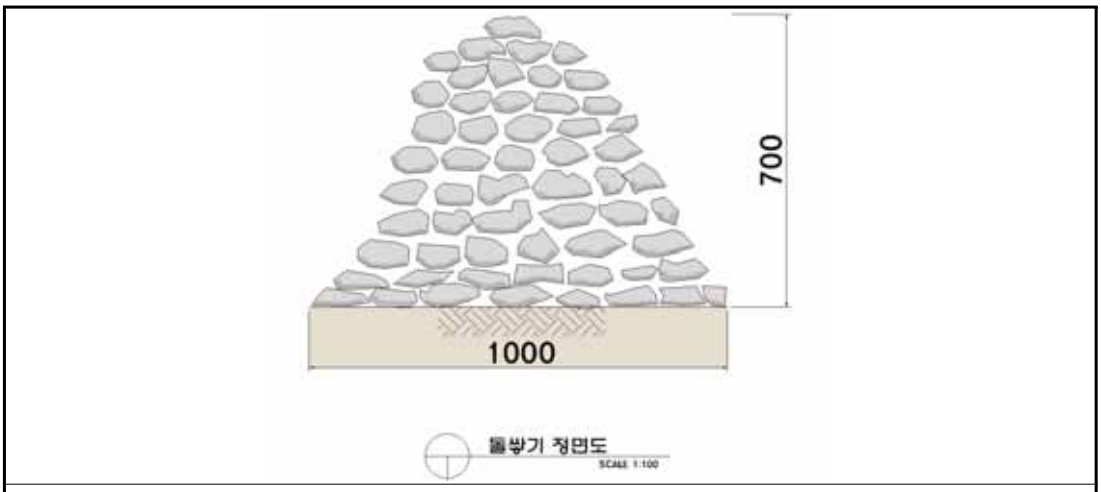
도로밑에 나무 그루터기 적치(네덜란드)

생태통로 위에 쌓아놓은 통나무(오봉산 생태통로)

소형 동물을 위한 장작더미 조성

< 그림2.3.4-9 > 통나무 그루터기

나) 돌 무더기



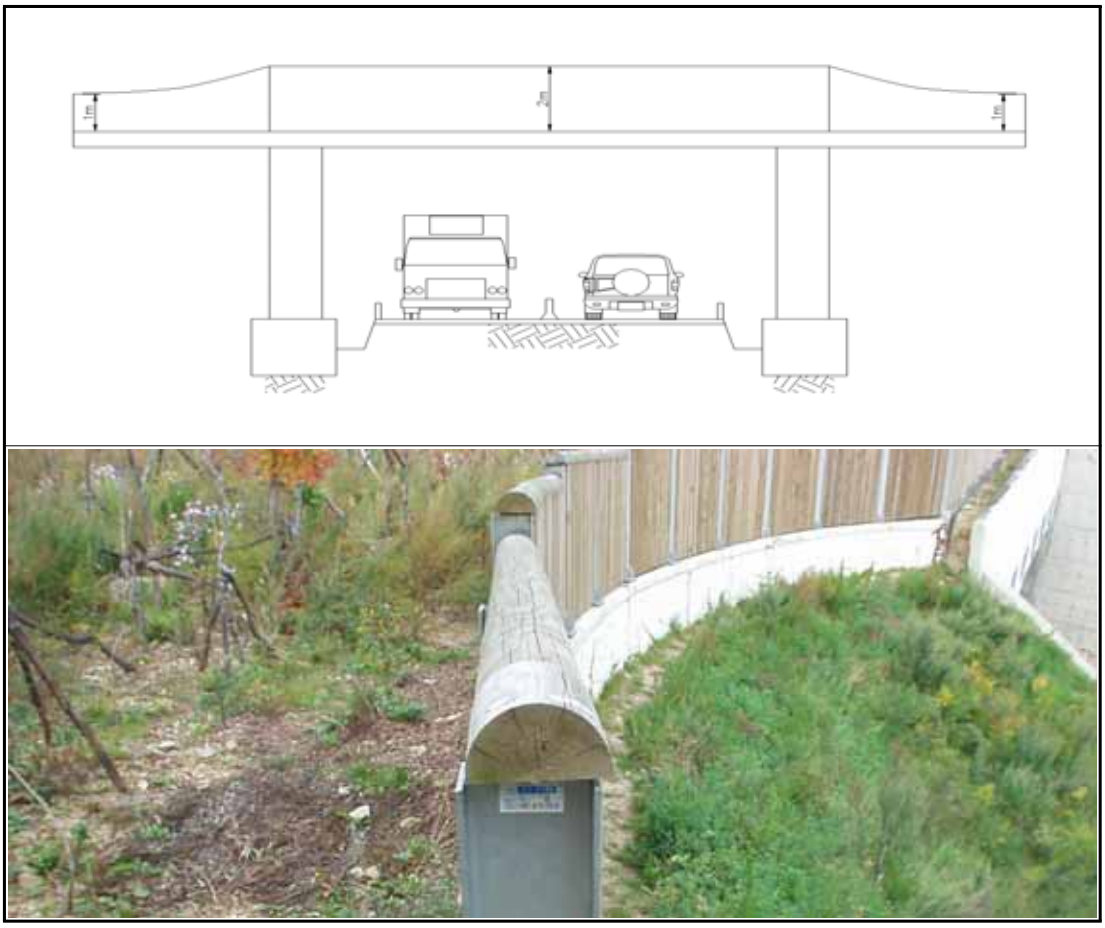
돌쌓기 정면도

오봉산 생태통로의 돌무더기

< 그림2.3.4-10 > 동물의 숨을 곳을 제공하는 돌쌓기

3) 방 음 벽

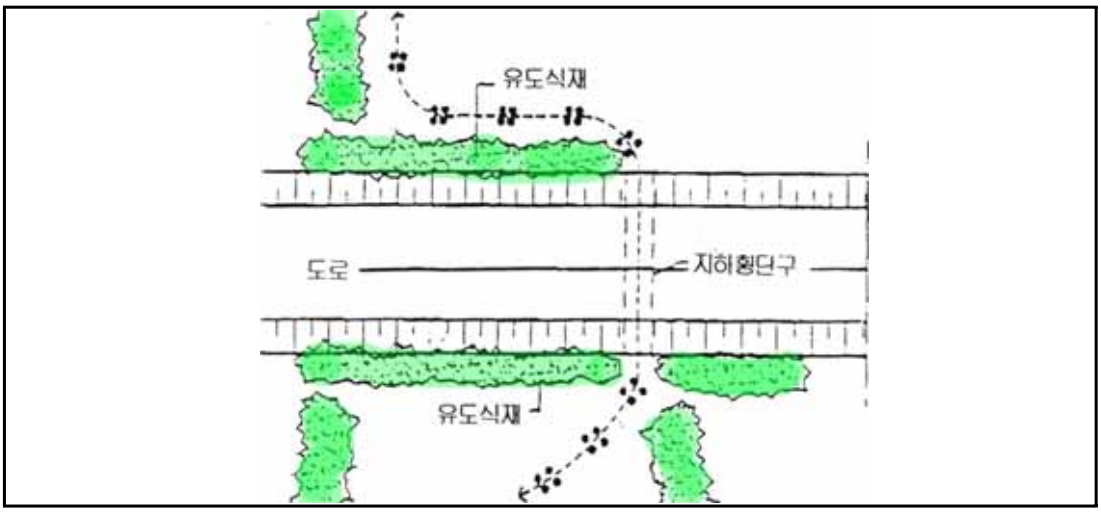
방음벽은 동물들이 이동시에 통행하는 차량의 불빛과 소음으로부터 격리를 시켜서 안락하게 생태통로를 이동해 갈 수 있는 시설로 자연소재(나무판, 돌쌓기)를 사용하는 것이 이상적이지만, 교량에 미치는 하중을 저감하기 위해서 경량소재를 사용하고 인공소재(유리섬유, 흡음판)을 사용한 후에는 주변에 덩굴식물을 식재하여 인공시설물의 노출을 최소화 해주어야 할 것이다.



< 그림2.3.4-11 > 목재방음벽의 설치높이와 설치 모습

4) 유도수림의 조성

생태통로는 동물의 이동을 유도하기 위해서 주변에 유도펜스와 같이 유도수림대를 조성하여 동물의 자연스런 이동을 도울 수 있도록 해 주어야 한다.



< 그림2.3.4-12 > 유도수림대의 조성방법

(8) 육교형 생태통로의 설치사례

< 그림2.3.4-13 > 과천-의왕간 고속도로(경기도 의왕시 오봉산)

< 그림2.3.4-14 > 국도, 강원도 구룡령

국도 3호선(문경시) 이동통로의 전경으로 통로 좌측에는 하천이 흐르고 도로의 앞·뒤 구간은 교량으로 설치되어 야생동물 이동 목적만으로 보기에는 부적절

국도 3호선(문경시) 야생동물 이동통로의 전경(후면)으로 도로공사시 절개된 양쪽 사면을 경관훼손 복구차원에서 인공구조물로 연결하고 상부에는 식재

< 그림2.3.4-15 > 국도 3호선(문경시) 야생동물 이동통로

나. 터널형 통로의 설계

터널형 통로는 그 형태에 따라 크게 “박스형 암거”와 “파이프형 암거”로 나눌 수 있다.

(1) 박스형 암거

(가) 설치 위치

○ 도로 건설을 위해 성토된 계곡부나 평지에 설치한다.

○ 도로가 수로나 작은 도로와 입체교차 하는 곳, 횡단거리가 짧고 서식지가 인접한 곳 등에 적절하다.

○ 야생동물이 이용하고 있거나 차량과의 충돌사고가 빈번한 곳에 설치한다.

< 그림2.3.4-16 > 박스형 암거의 전경 (전남 구례군 시암재)

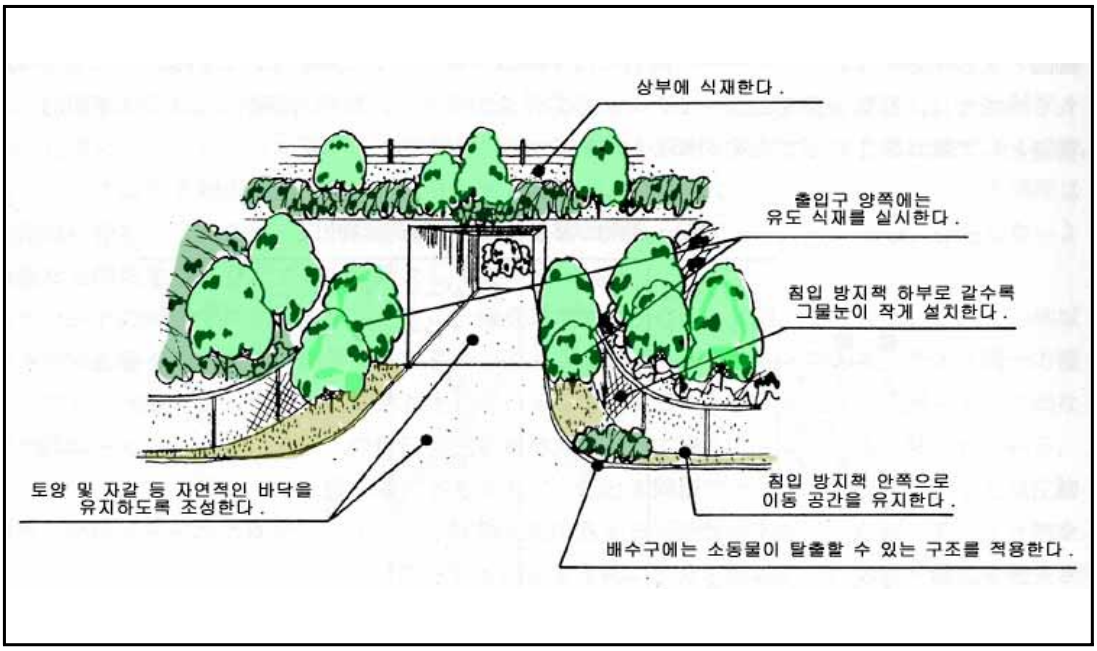
(나) 대상 동물

○ 대형・중형・소형 포유류, 일부 조류, 양서・파충류 등

고라니

너구리

< 그림2.3.4-17 > 박스형 암거를 이용중인 동물(대진 고속국도 장수 구간)



< 그림2.3.4-18 > 야생동물의 박스형 암거 이용 개요도

(다) 박스형 생태통로의 크기 규정

○ 성토구간에서 도로 밑에 횡단이동로를 설치하는 경우에는 최소 2.5m이상의 높이를 확보하여야 한다.

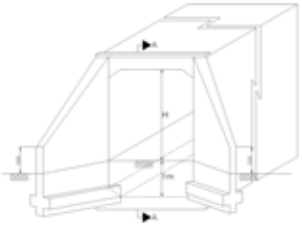
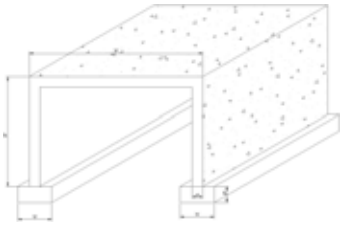
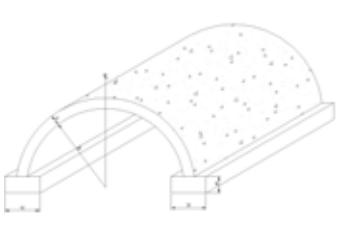
○ (높이×폭)/길이 = X(최소 높이는 2.5m)

X≥ 1인 경우에는 이상적이고, X≤0.35 이하일 때는 사용하지 않는다.

※ 길이: 동물 이동통로 연장, 높이: 생태통로의 높이, 폭: 생태 통로의 폭

○ 박스형 생태통로의 경우 1m이상의 복토층을 해 주어야 한다.

박스형 생태통로는 그 형태에 따라서 Box형과 라멘교형, 아치형으로 나눌 수가 있으며, 현장 여건에 따라서 적당한 형태의 생태통로를 선정한다.

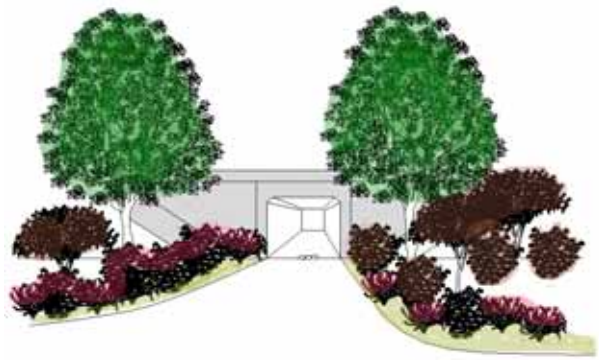
박스형	라멘교형	아치형
		

< 그림2.3.4-19 > 박스형 생태통로의 형태

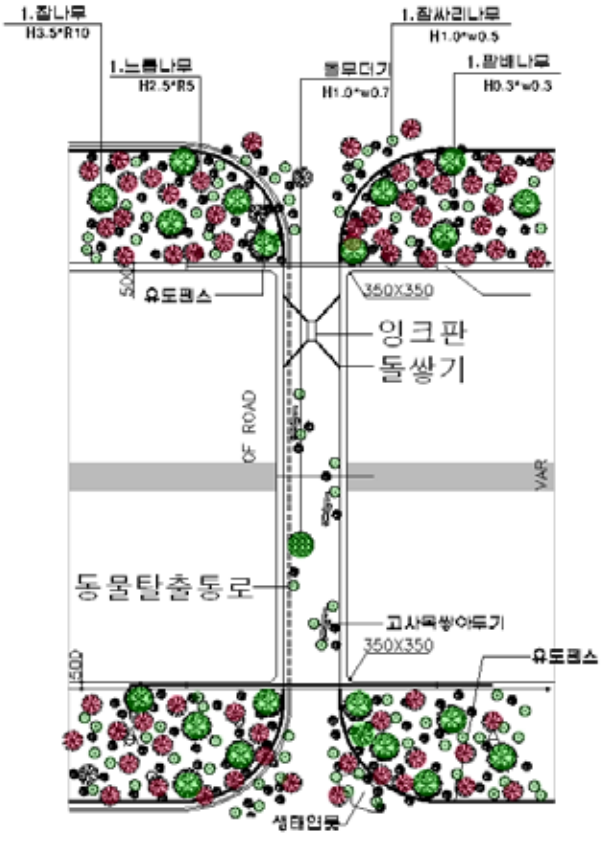
(라) 생태통로의 식재와 조경배식

○ 생태통로의 입출구에는 주변 식생을 재현하는 복사식재를 하여야 한다. ○ 생태통로 입출구 주변에는 야생동물의 이동과 유도를 위하여 중심 부위는 느슨하게 식재하며 주변부는 조밀하게 식재한다.

박스형 생태통로는 육교형 생태통로와 마찬가지로 주변 산림과의 연계성을 위해서 생태통로 주변에 같은 수종을 식재하여 동물이동을 원활히 하는 목적이 있다.



< 그림2.3.4-20 > 동물의 유도를 위한 생태통로 주변의 식재(예)



< 그림2.3.4-21 > 생태통로 주변의 조경배식과 유도펜스의 설치(예)

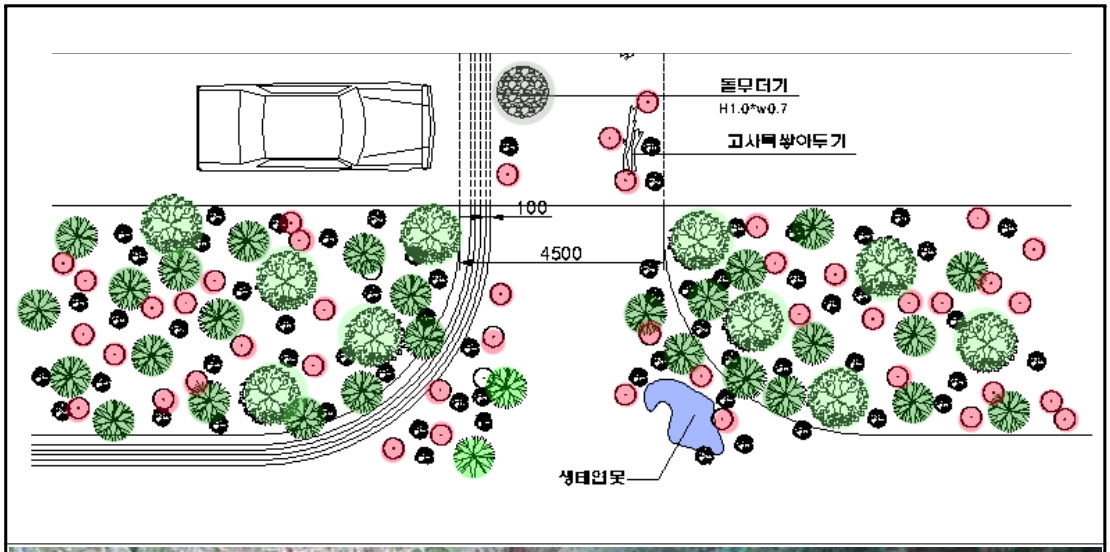
그리고 야생동물이 도로로 침입하지 못하도록 생태통로 주변에는 펜스, 생울타리 및 목재편책을 설치하여 동물의 도로침입을 미연에 방지한다.

(마) 생태통로내 인공 구조물의 설치

○생태통로 주변에는 자연스런 동물의 유도를 위하여 인공구조물을 설치할 수 있다.

1) 인공 연못

박스형 생태통로의 조성시 기존의 연못이 훼손되거나 생태통로 주변에 물이 고일 경우 양서류의 서식처 보전과 조성 차원에서 대체로 인공연못을 만들어 줄 수 있다.



< 그림2.3.4-22 > 생태연못의 설치 사례

2) 숨을 공간

동물들(소형의 포유류나 양서, 파충류)이 생태통로를 이동해 가는 도중에 외부의 적으로부터 노출되는 것을 방지하기 위하여 생태통로 내부에 돌무더기를 쌓아주어 인공서식지를 조성해주는 기법이다.

가) 통나무 그루터기

< 그림2.3.4-23 > 박스형 생태통로 내부 모습(시암재)

나) 돌 무더기

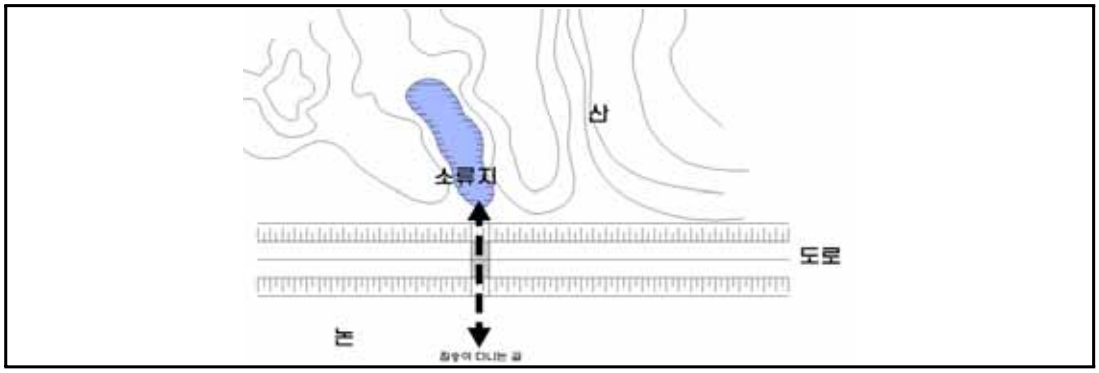
돌무더기 속에 작은 포유류나 파충류가 서식할 경우 이들을 먹이로 하는 좀더 대형의 동물들이 생태통로를 찾게 되고 생태통로를 통해서 이동하게 된다.

라) 유도수림의 조성

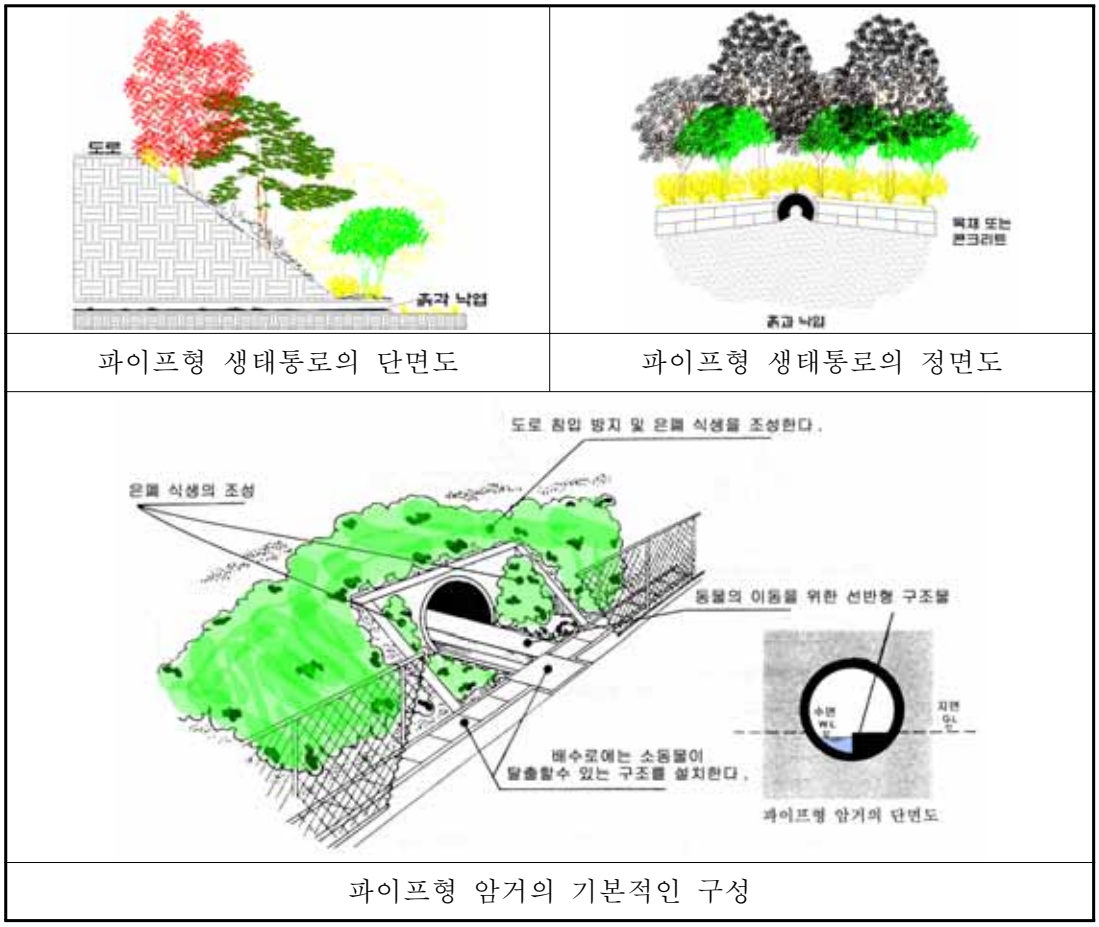
생태통로의 동물의 이동을 유도하기 위해서 주변에 유도펜스와 같이 안팎에 유도수림대의 조성하여 동물의 자연스런 이동을 도울 수 있도록 해 주어야 한다.

(2) 파이프형 암거

소형 포유류의 서식처를 횡단하거나 도로가 농경지와 산 사이를 관통하여 양서류의 이동경로를 횡단 할 경우 소형의 파이프형 생태통로를 설치하는 것이 바람직하다.



< 그림2.3.4-24 > 파이프형 암거의 위치 선정



파이프형 생태통로의 단면도 | 파이프형 생태통로의 정면도

파이프형 암거의 기본적인 구성

< 그림2.3.4-25 > 파이프형 생태통로

(나) 대상 동물

○ 일반적으로 박스형 암거에 비하여 주로 소형의 동물이 이용하도록 설계한다.

○ 규모에 따라 삵, 너구리, 족제비 등의 중형 포유류도 이용 가능하며, 개구리류도 빈번하게 이용한다.

(다) 파이프형 암거의 종류

< 표2.3.4-1 > 파이프형 암거의 종류별 규모(독일의 기준을 변경)

입구 형태	횡단 거리와 입구의 최거 구경	
	횡단 거리	최저 구경
○ 구형	1~20 m	내경 100 cm
	21~30 m	내경 120 cm
	30~50 m	내경 150 cm
□ 상자형	1~20 m	폭 100 cm, 높이 75 cm
	20~50 m	폭 200 cm, 높이 175 cm
∩ 반원형	1~30 m	폭 120 cm, 높이 90 cm
	30~50 m	폭 180 cm, 높이 120 cm
	50 m 이상	폭 200 cm, 높이 140 cm

구형 파이프 암거, 주변에는 도로 침입 방지턱과 펜스를 설치

암거의 바닥에 조성된 토양과 낙엽 및 초본류

배수로 겸용의 상자형 파이프 암거. 양쪽에 선반 구조물을 설치

< 그림2.3.4-26 > 구형 파이프 암거의 예

구형 파이프 암거. 양서류가 쉽게 접근할 수 있도록 경사면을 설치

반원형 파이프 암거의 예, 수로 양측에 동물들이 이동할 수 있도록 배려

파이프형 암거의 유도 펜스 및 도로 침입 방지 펜스

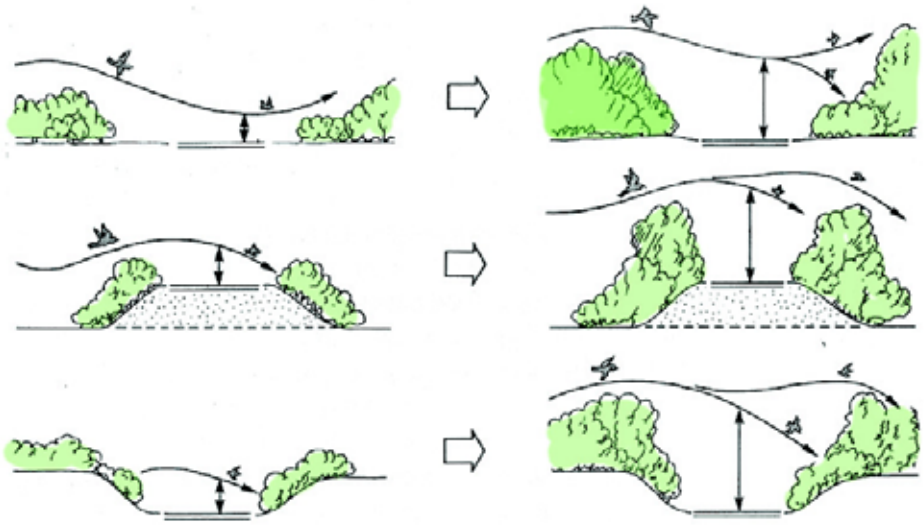
< 그림 계속 >　　구형 파이프 암거의 예

다. 선형 통로의 설계

선형 통로의 설치에는 횡단 유도 식재, 횡단 유도로 설치 등이 있으며, 생울타리나 방풍림 등이 선형통로의 예에 해당한다.

인도와 개울 사이에 관목과 초본식물을 심어 양서류 등이 안심하고 지나갈 수 있도록 한 사례

조류를 위한 횡단 유도식재의 예. 도로변에 키가 큰 교목을 심어 새들이 도로 높은 곳으로 날도록 유도



교목층 조성을 통한 조류와 곤충류의 횡단 유도 및 충돌 회피 사례

< 그림2.3.4-27 > 선형 통로

라. 겸용생태통로 및 특정종을 위한 생태통로

(1) 농사용 육교와의 겸용

농경지 사이를 관통하는 도로에 설치하는 육교의 경우 가축이나 농기구(경운기, 트렉터, 콤바인) 등의 장비 이외에는 차량의 이동이 많지 않기 때문에 사람의 이용이 적은 야간에는 동물들이 이용할 수 있도록 주변에 유도펜스를 설치하고, 육교를 이용하는 동물들이 추락하는 것을 방지하기 위하여 육교에는 크기가 작은 눈금을 가진 철망을 설치한다.

이와 같은 겸용의 생태통로는 사진에서 보는 바와 같이 영국과 일본에 많이 설치되어 있다.

이러한 생태통로 주변에 유도펜스를 설치할 경우에는 설치거리에 대한 정확한 기준이 없으므로 도로를 횡단하는 다음 구조물(교량 밑, 터널, 생태통로, 통로박스, 수로박스, 파이프)까지 연결시켜 주면 이상적이다.

겸용 생태통로 내부

출입구부의 유도펜스

< 그림2.3.4-28 > 사람과 동물의 이용을 겸한 생태통로

(2) 통로박스의 보완

현재 설치되어 있어 사람과 농기계의 통행을 위하여 설치한 통로박스도 주변에 유도수림과 유도펜스를 조성하여 동물의 이동을 유도해줄 수 있다.

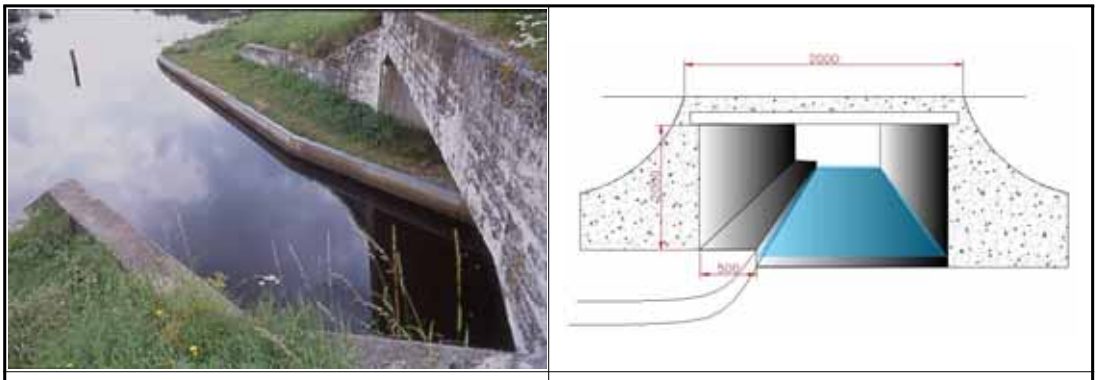
기존의 통로박스

개선한 후의 통로박스

< 그림2.3.4-29 > 통로박스 개선예

(3) 수로박스의 개조

우리나라에 서식하는 포유류의 몸의 크기를 고려하여 인가 등이 인접하여 주변의 생태계가 우수하지 않을 경우에는 통로의 폭을 500mm로 해주어야 하지만 산림과 저수지나 연못 등이 공존하여 중, 대형의 동물의 서식가능성이 있을 경우에는 측구의 폭을 1.000mm 까지 넓혀 주어야 한다.

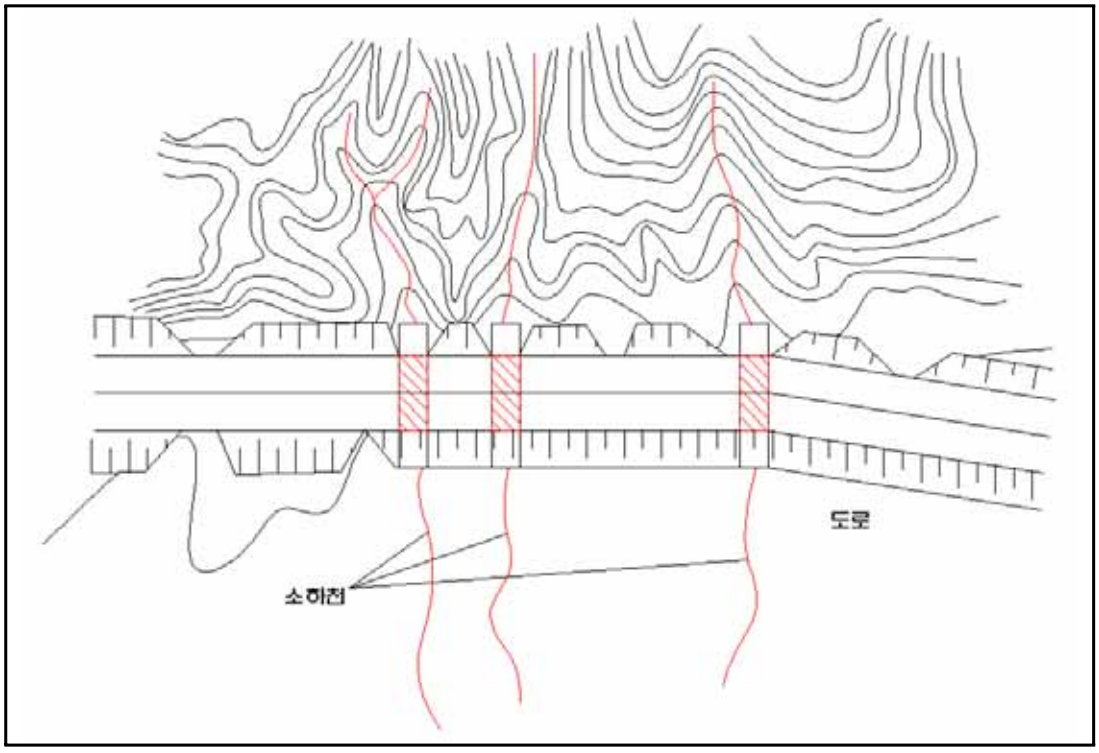


네덜란드 개선사례	수로박스 개선안

< 그림2.3.4-30 > 수로박스의 개선

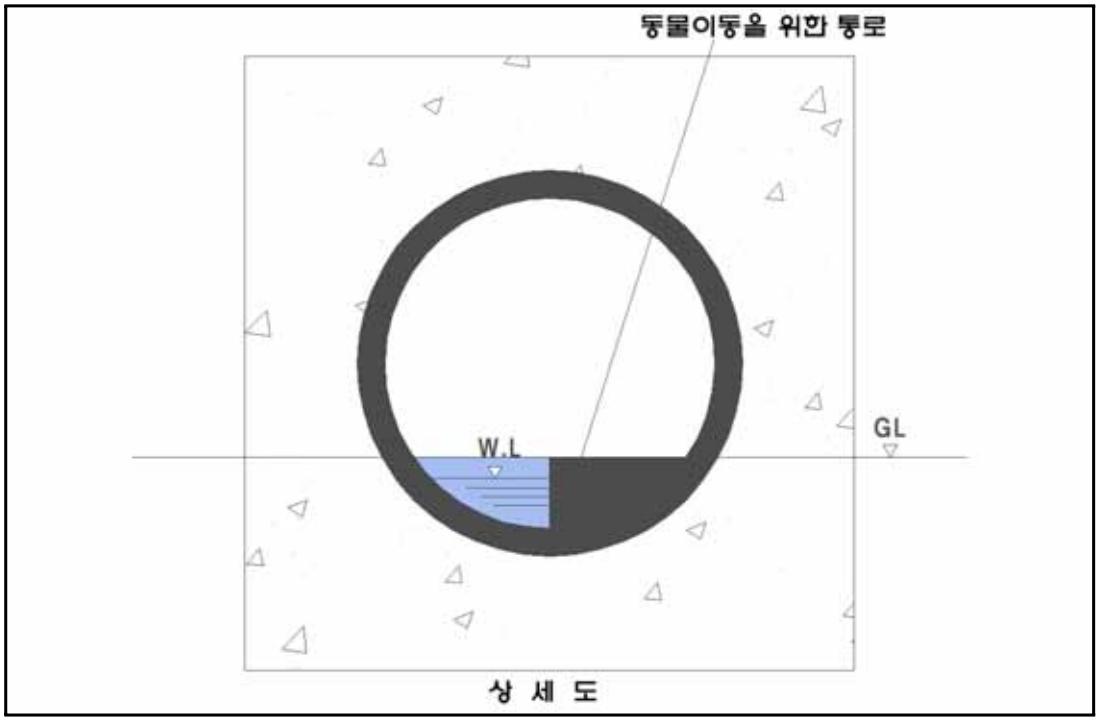
(4) 수로파이프의 보완

기존의 수로 중에서 인가가 없거나 주변에 인위적인 간섭이 비교적 적어 소형의 포유류(청설모, 족제비, 고슴도치)의 서식이 예상되는 곳은 수로 파이프를 다음과 같이 개선하여 동물이동의 전용 생태통로를 설치할 때 보다 경제적이면서 많은 구조물을 설치할 수 있다.



< 그림2.3.4-31 > 소하천의 생태친화적인 수로파이프 설치 위치

겸용수로의 설치시에는 수로파이프의 반쪽은 턱을 설치하여 물을 싫어하는 포유동물들이 몸을 적시지 않고 파이프를 이용할 수 있도록 해 주어야 할 것이다.

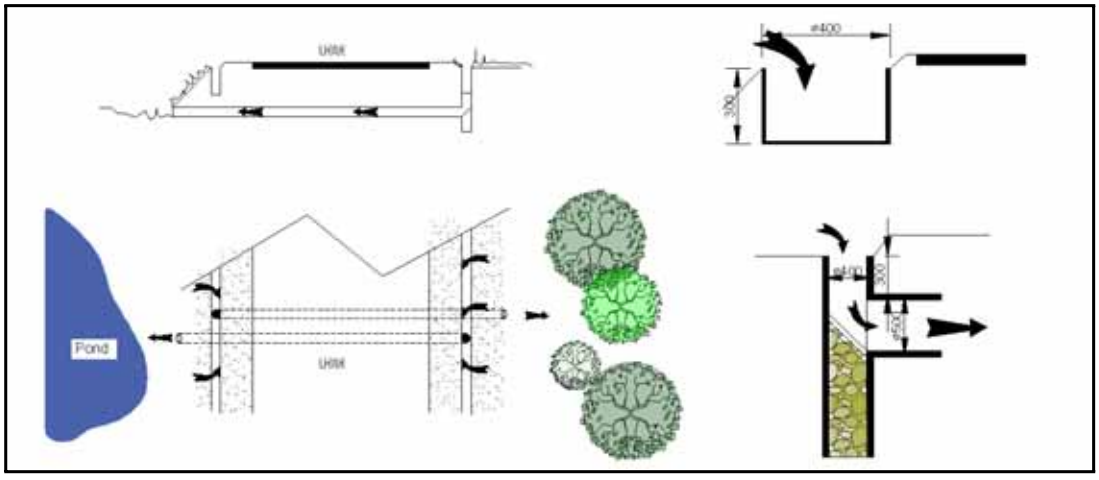


< 그림2.3.4-32 > 물을 싫어하는 동물의 이용을 유도하기 위한 턱

(4) 양서・파충류용 생태통로

양서류들은 주로 하천 주변, 논, 웅덩이 등 저지대에 산란을 하기 때문에 대부분의 종의 산란기인 3월부터 5월까지 저지대 및 농경지에서 볼 수 있다. 도로가 농경지와 산 사이를 관통할 경우 3월부터 5월경에 다수의 개체가 도로상에 압사당할 위협에 처하게 된다. 따라서, 이러한 산란지 및 서식지를 단절시킬 경우에는 양서류들이 이용할 수 있는 생태통로를 설치하는 것이 바람직하다.

생태통로의 크기는 최소 ϕ500mm 정도는 되어야 하며, 적은 경비가 소요되는 수로형 파이프를 개조하여 사용할 수도 있다.

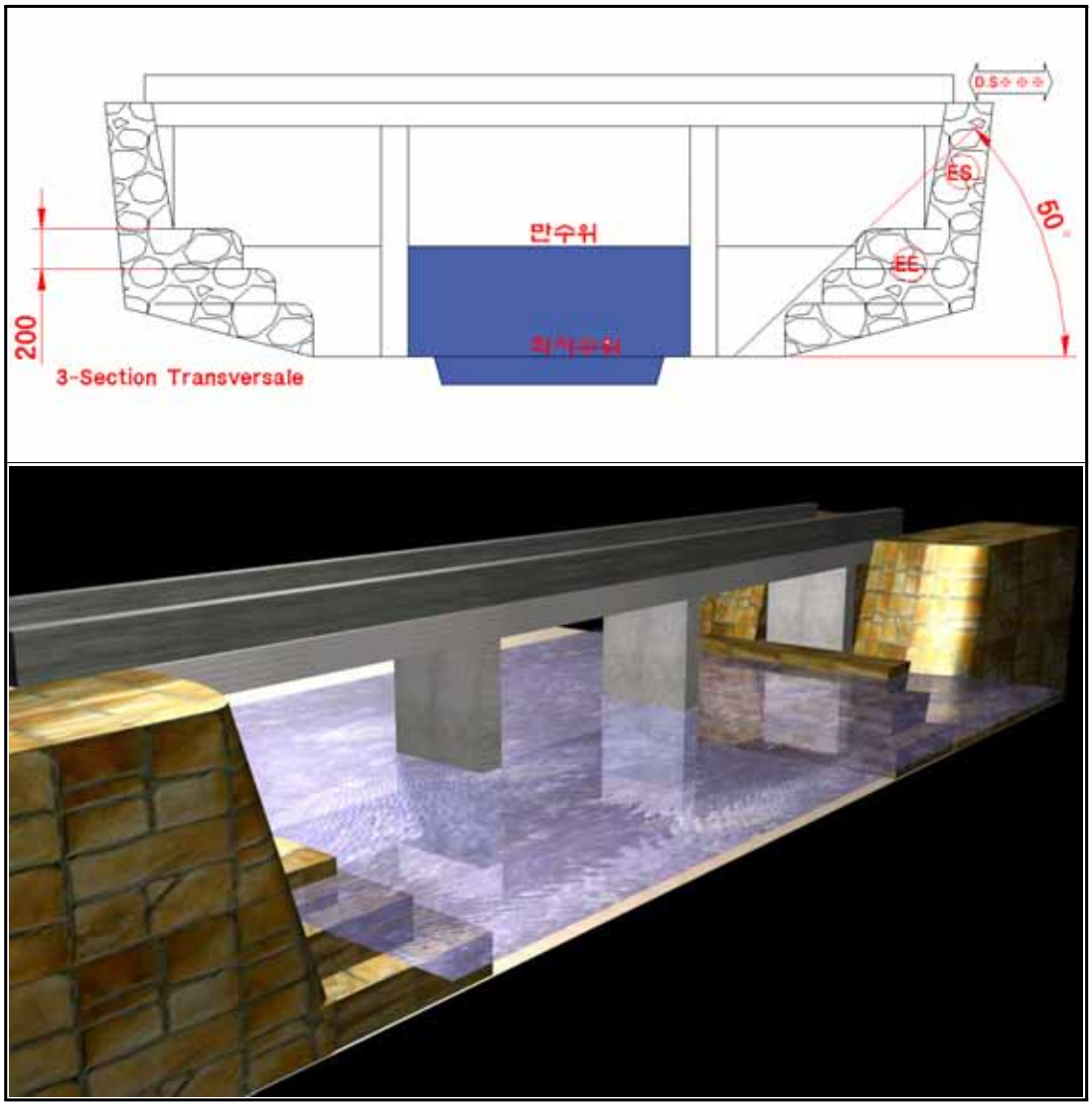


< 그림2.3.4-33 > 수로파이프를 개조한 생태통로

(5) 수달의 보전을 위한 방안

수달은 물 속에서 물고기를 잡아 강의 중앙에 있는 작은 바위나 큰 바위 틈에서 올라와 먹이를 먹거나 배설을 하는 특성이 있다.

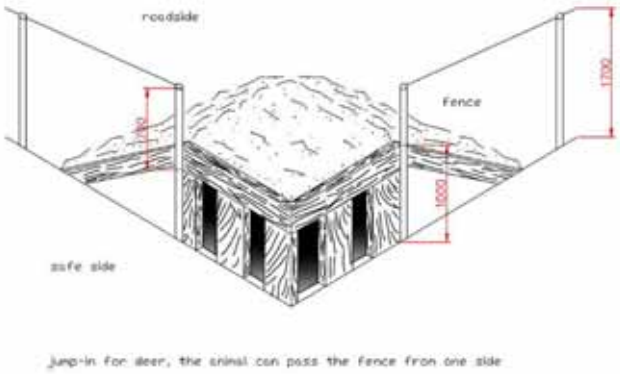
도로의 개설시 수달의 서식지를 통과하는 교량의 경우에는 교량의 양측면에 수달이 자유롭게 올라올 수 있도록 최소 수위와 최대 수위까지에 측구형의 계단을 설치해 주어 교량의 건설에 의한 수달의 서식처 질의 변화를 최소화해 준다.



< 그림2.3.4-34 >　　수달의 휴식처를 만든 교량의 하부 그림

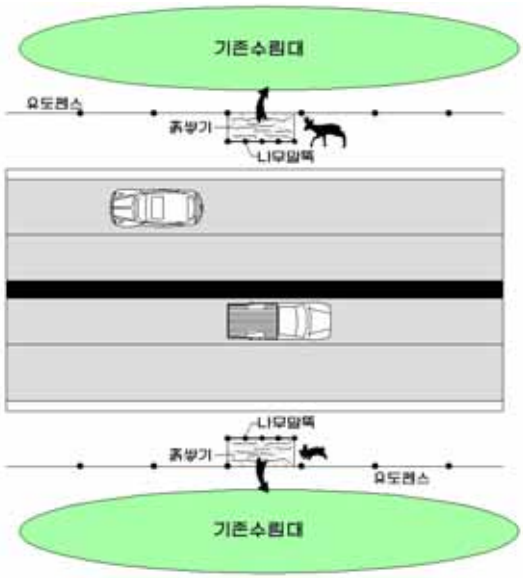
(6) 도로내 들어온 사슴류의 탈출

도로에 무단으로 침입한 노루, 고라니 등이 펜스에 가로막혀 도로를 빠져나가지 못하고 가드레일의 밑으로 빠져나가지도 않는다. 이러한 생태학적 특성을 고려하여 펜스를 뛰어 넘어갈 수 있도록 탈출구를 만들어 주어 교통사 당하는 것을 방지해 줄 수 있다.



Jump-in for deer, the animal can pass the fence from one side

< 그림2.3.4-35 > 노루와 고라니가 도로에 침입시 탈출할 수 있도록 도와주는 탈출대



< 그림2.3.4-36 > 탈출대의 설치위치

2.4 부대시설 설치

2.4.1 유도펜스

가. 개　념

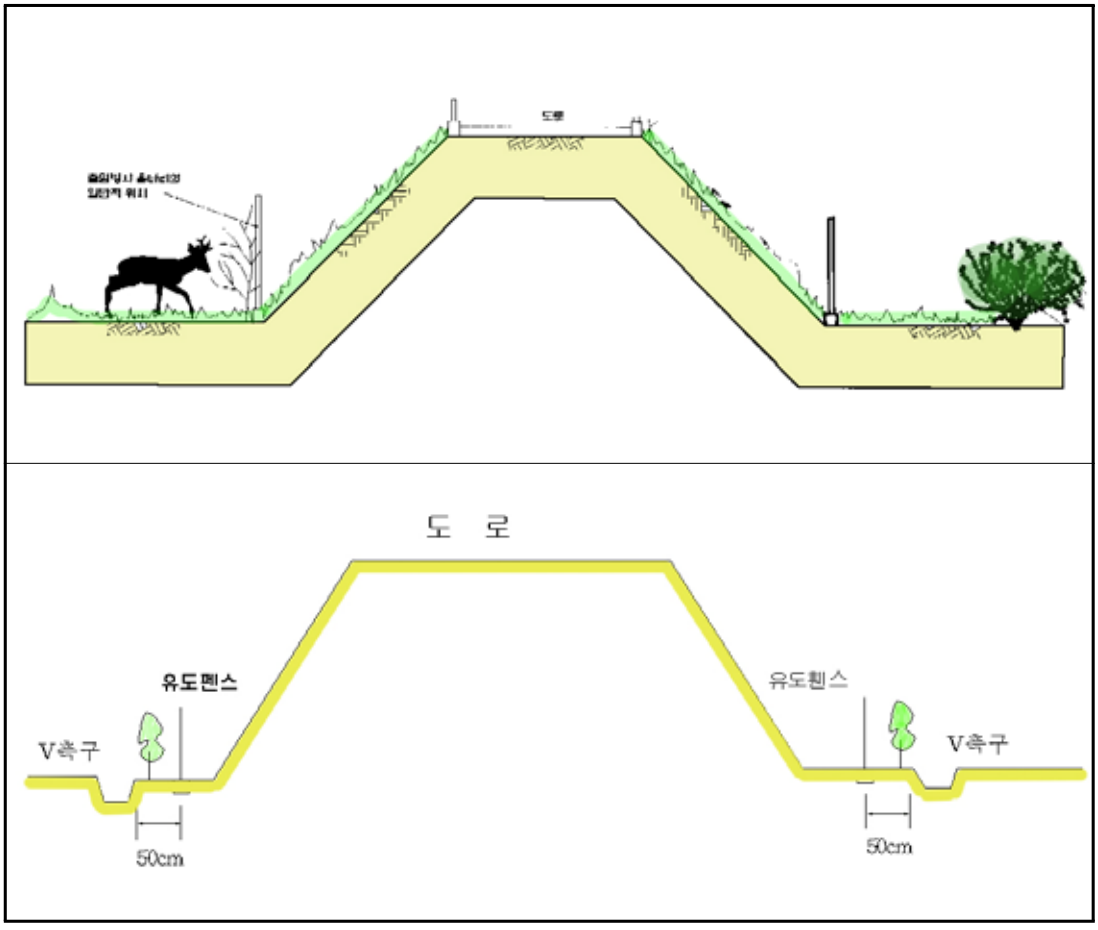
유도펜스의 설치로 인하여 야생동물이 도로로 침입하는 것을 방지하고 생태통로로 유도하여 Road Kill을 방지한다.

나. 설치기준

(1) 설치위치

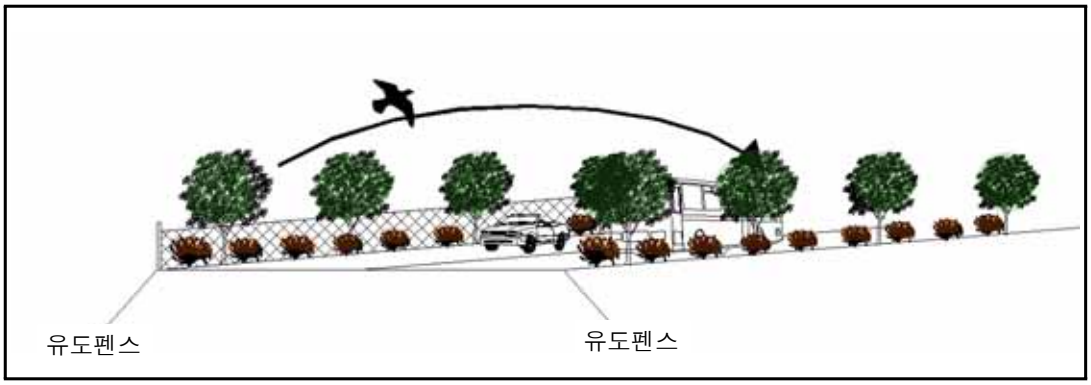
(가) 성토부

○ 일반적인 경우 성토법면의 하단에 설치
○ 성토고가 높거나 현지여건상 하단설치가 어려울 경우 성토부 상단에 설치
○ 법면하단 V측구 50cm 안쪽에 설치



< 그림2.4.1-1 >　　성토법면 하단 유도펜스 설치

○ 성토부 주변에 철새 도래지나 서식지 등이 있어 운행중인 차량과 충돌의 위험이 있을 경우에는 길어깨 바로 옆(성토부 상단)에 설치

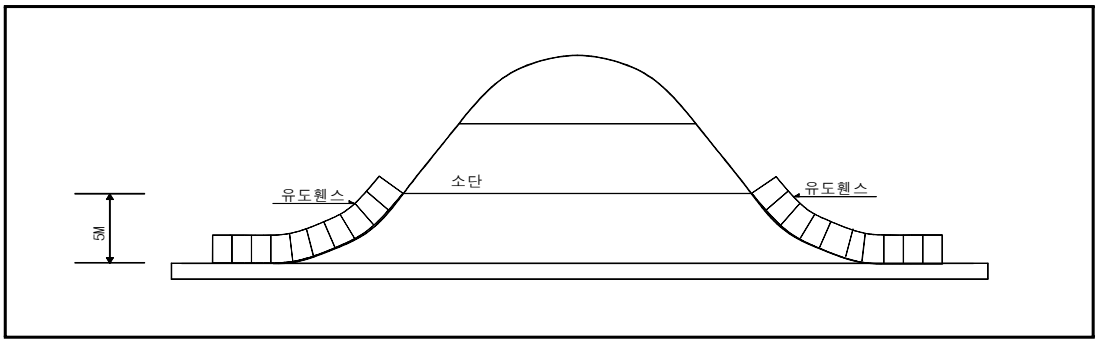


< 그림2.4.1-2 > 조류의 충돌방지를 고려한 유도펜스 설치

(나) 절토부

○ 절토고가 10m 이상인 경우

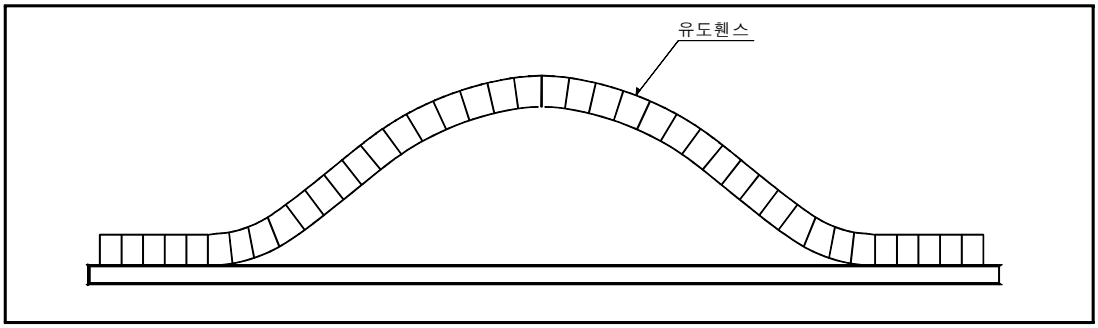
- 절토고 5m 까지 절토부 상단에 설치



< 그림2.4.1-3 > 절토고 H〉 10 인 경우 유도펜스 설치위치

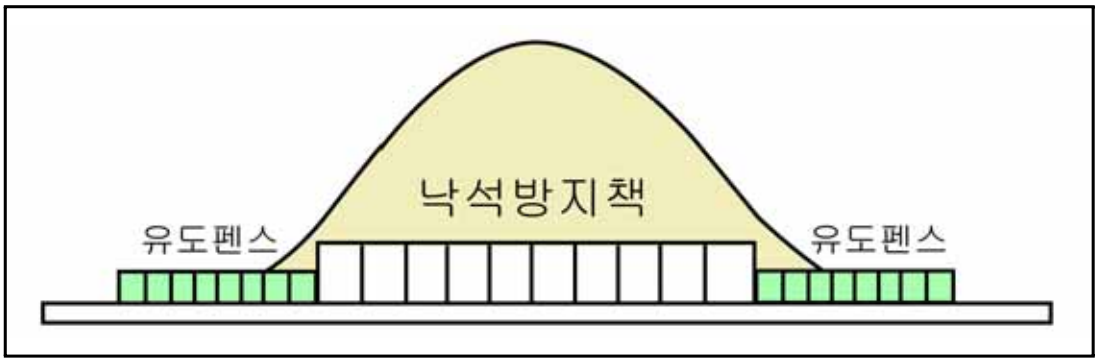
○ 절토고가 낮거나 구배가 완만하여 야생동물이 절토부를 타고 도로에 진입할 우려가 있는 경우

- 절토부 상단에 설치

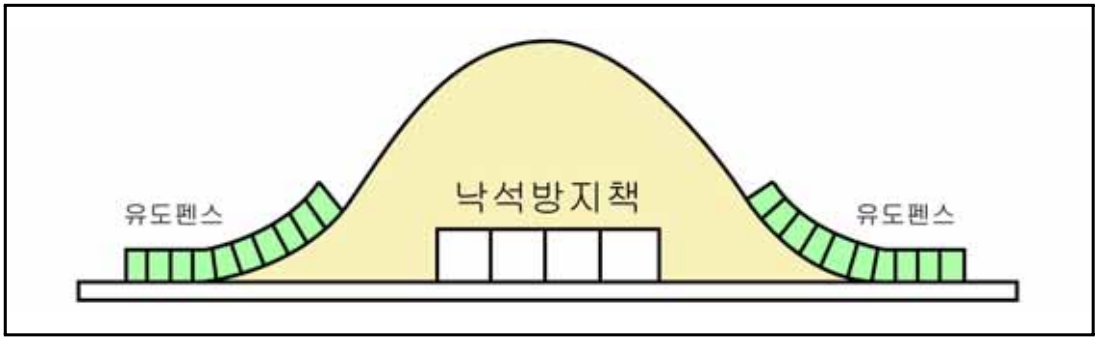


< 그림2.4.1-4 > 절토가 낮은 경우 유도펜스 설치위치

○ 낙석방지책이 있는 경우 낙석방지책의 연장에 따라 설치



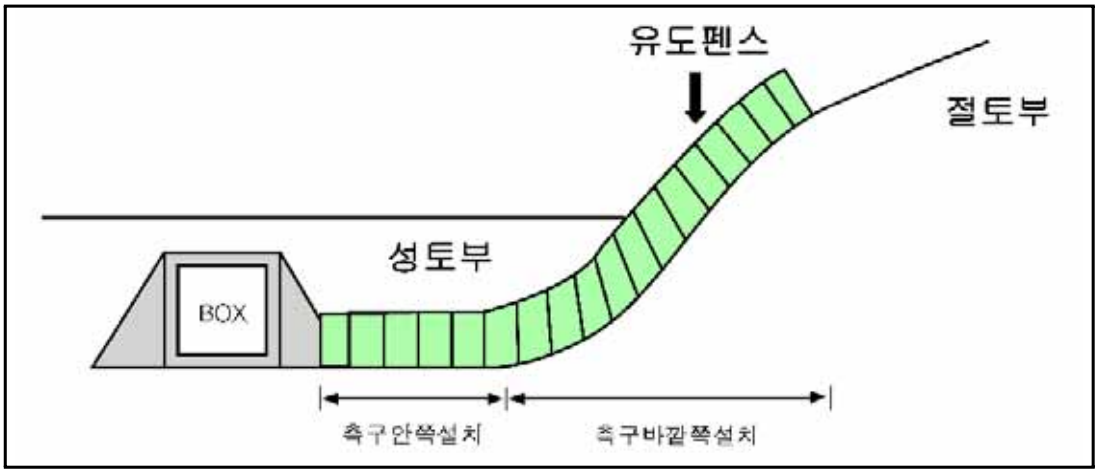
< 그림2.4.1-5 > 낙석방지책의 연장이 긴 경우의 유도펜스 설치위치



< 그림2.4.1-6 > 낙석방지책의 연장이 짧은 경우의 유도펜스 설치위치

○ 유도되는 생태통로가 육교형, 복개터널형인 경우
- 절토부 상단에 설치

○ 절·성토 경계부
- 절토부부터 성토부의 BOX나 교량의 날개벽까지 연결
- 절토부부터 성토부 하단까지 측구바깥쪽에 설치, 이후 성토부는 측구안쪽으로 설치



< 그림2.4.1-7 > 절·성토부 경계부 유도펜스 설치위치

(3) 기 타

○ 유도펜스 설치시 미관을 위한 은폐식재 실시

- 식재위치

◦ 성토부 설치구간중 도로변 등 사람의 통행이 빈번한 구간

◦ 절토부 설치구간중 절토고가 낮아 절토부 전체에 설치한 구간 : 절토부 설치시에는 가급적 기존수목 뒤쪽에 설치

◦ 박스 및 교량 날개벽등 횡단구조물 주변 : 구조물로 인한 위화감을 최소화하기 위해 촘촘히 식재

- 수종 : 도로변에 심기 적합한 관목류(덩굴류와 병행)

◦ 지역과 지질 및 주변식생을 고려하여 적정수종 식재
(조팝나무, 덩굴장미, 무궁화 등)

○ 「야생동물 유도펜스」 홍보표지 설치

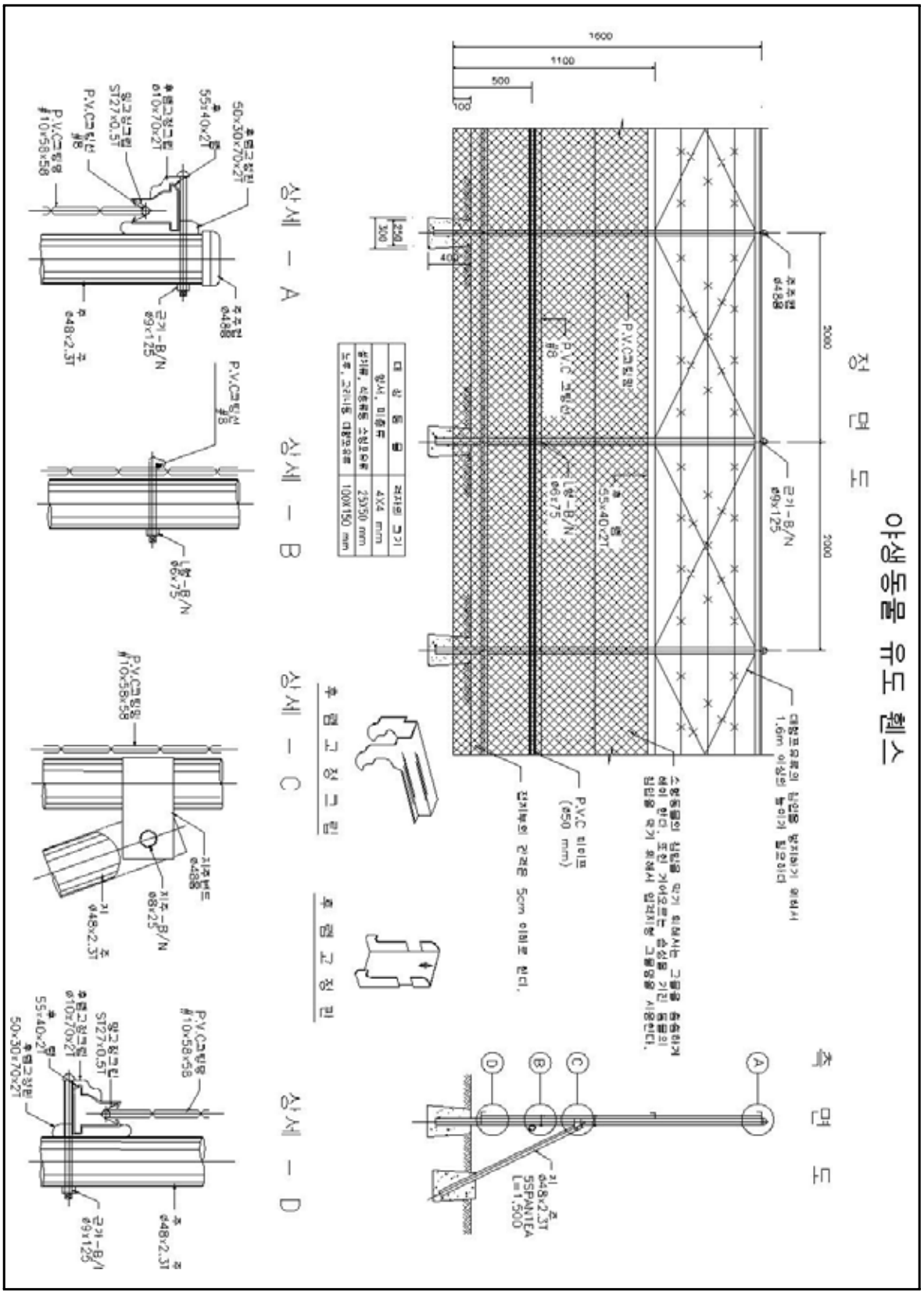
- 규　　격 : 80cm × 30cm
- 색　　상 : 백색바탕에 연한녹색 글씨(외곽선은 녹색)
- 재　　질 : 판넬 - 알루미늄판(T=3.0㎜), 문자 및 바탕 - 고휘도 반사지
- 문안내용 : 고딕체
- 설치위치 : 이용객이 잘 보이는 지점의 유도펜스 상단이나 은폐식재된 수목전면에 설치(설치간격 없음)

< 그림2.4.1-8 >　　「야생동물 유도펜스」 홍보표지

○ 출입문 설치

- 설치기준 : 300m 이상인 구간 150m 간격으로 유지보수용 출입문 설치
- 규　　격 : 1m(폭) × 1.5m(높이)
- 형　　식 : 여닫이 방식

(4) 유도펜스 설치도면



< 그림2.4.1-9 > 유도펜스 도면

(5) 유도펜스 설치사례

< 그림2.4.1-10 > 동해고속도로에 설치된 야생동물 유도펜스 전경

< 그림2.4.1-11 > 유도펜스 설치사례(일본)

< 그림계속 > 유도펜스 설치사례(일본)

< 그림2.4.1-12 > 파이프형 통로의 유도펜스

2.4.2 배수구조물의 소형동물 이동경사로

가. 개 념

도로 건설시 설치되는 배수구조물에 이동경사로(탈출로)를 설치하여 소형동물(소형포유류, 양서류, 파충류)의 이동경로 및 탈출로를 확보함으로써 자연생태계를 보존한다.

나. 설치기준

(1) 설치위치 및 설치간격

탈출로가 있는 측구를 설치하는 위치는 소형의 포유류나 양서·파충류의 밀도가 높은 지역이나 높을 것으로 예상되는 농경지(습지)와 산의 임연부 등에 설치한다.

이러한 측구의 설치간격은 이들 동물의 행동 반경 즉 번식기와 활동기에 이동하는 거리인 Home range를 고려하여 설치간격을 조정해 주어야 한다. 이들 동물의 행동 반경인 500m에서 2㎞ 내외를 감안하여 반경 500m의 2%정도인 10m에 한 개 이상씩 설치를 고려해 볼 수 있으며 이는 대상종들에 따라 또는 주변 여건에 따라 많은 변수요인이 있으므로 계속적인 실험과 모니터링 등을 통해 앞으로 계속 연구되어 질 것으로 기대한다.

< 표2.4.2-1 > 양서·파충류의 서식범위

종 류	특 성	서식범위
도룡뇽 (*Hynobius leechii*)	습한지역의 돌밑이나 고목밑에서 생활 야간에 먹이를 찾아 활동	2㎞
청개구리 (*Hyla japonica*)	평지와 저지대에 살며, 관목이나 활엽수의 잎 위에서 생활	0.5㎞
두꺼비 (*Bufo bufo gaugauizans*)	산간 또는 야산의 습한 곳에 서식, 연못에 산란	2㎞
자라 (*Pelodiscus sinensis*)	하천이나 연못의 모래나 진흙속에 몸을 감추고 머리만 밖으로 내놓음. 5~7월경에 산란	1㎞
도마뱀 (*Scinella laterale laterale*)	습기 많은 바위나 돌틈에서 생활, 야행성이며 6~7월경 돌이나 풀밑에 산란	0.5㎞
살모사 (*Agkistrodon brevicaudus*)	산근처 밭둑이나 가시덤불, 잡초가 둘러싸인 바위 근처 서식하며, 야간에 들쥐, 개구리, 도룡뇽 등을 먹음	1㎞

< 표2.4.2-2 > 포유류의 서식범위

종 류	특 성	서식범위
두더지 (*Mogera wogura*)	지지대의 땅속에서 서식 식성 : 지렁이, 달팽이 등	150m (*Talpaeuropaea*)
멧토끼 (*Lepus coreanus*)	저지대에 서식 식성 : 나무껍질, 연한 가지, 풀 등	1.7㎞ (*L.capensis*)
족제비 (*Mustela sibirica coreana*)	우리나라 전역에 분포 식성 : 물가에서 구함, 지렁이, 지네, 가재 등	*M. nivalis* 3ha

(2) V측구 이동 경사로

○ 소형동물(소형 포유류, 양서류, 파충류)의 횡단 이동이 많은 구간에 V측구 및 횡단 배수관을 설치할 경우 이동하려는 본능에 의해 V측구에 빠진 소형동물이 탈출이 불가하여 아사될 우려가 있으므로 횡단배수관 및 V측구 경사로를 통해 이동할 수 있도록 횡단배수관 전면부근(배수관 수로보호시설 옆, 상·하행선)의 V측구에 고속도로 바깥쪽으로 경사로(탈출로)를 설치한다(배수관이 V측구와 연결되어 전면이 막힌 경우에 설치).

○ 소형동물의 횡단이동이 많아 경사로 설치가 요구되는 구간

- 고속도로가 산지와 습지 사이를 횡단하는 경우
  (양서류는 습지에서 산란하므로 산지와 습지사이를 이동하려는 본능이 있어 배수로에 빠지는 경우가 많음)
- 고속도로가 습지(논)와 습지(논) 사이를 횡단하는 경우
  (양서류의 개체수가 많고 습지에서 산란하므로 배수로에 빠지는 경우가 많음)
- 고속도로가 소형동물 다수가 서식하는 산림 생태계내의 계곡부를 횡단할 때
- 단, 고속도로가 도시구간인 경우 및 고속도로가 산지와 주택가 사이를 횡단하는 경우, 일반도로와 병행하게 지나갈 경우는 제외

○ 측구를 횡단하는 복개시설은 소형동물이 본선으로 올라올 우려가 있으므로 설치하지 않는다.

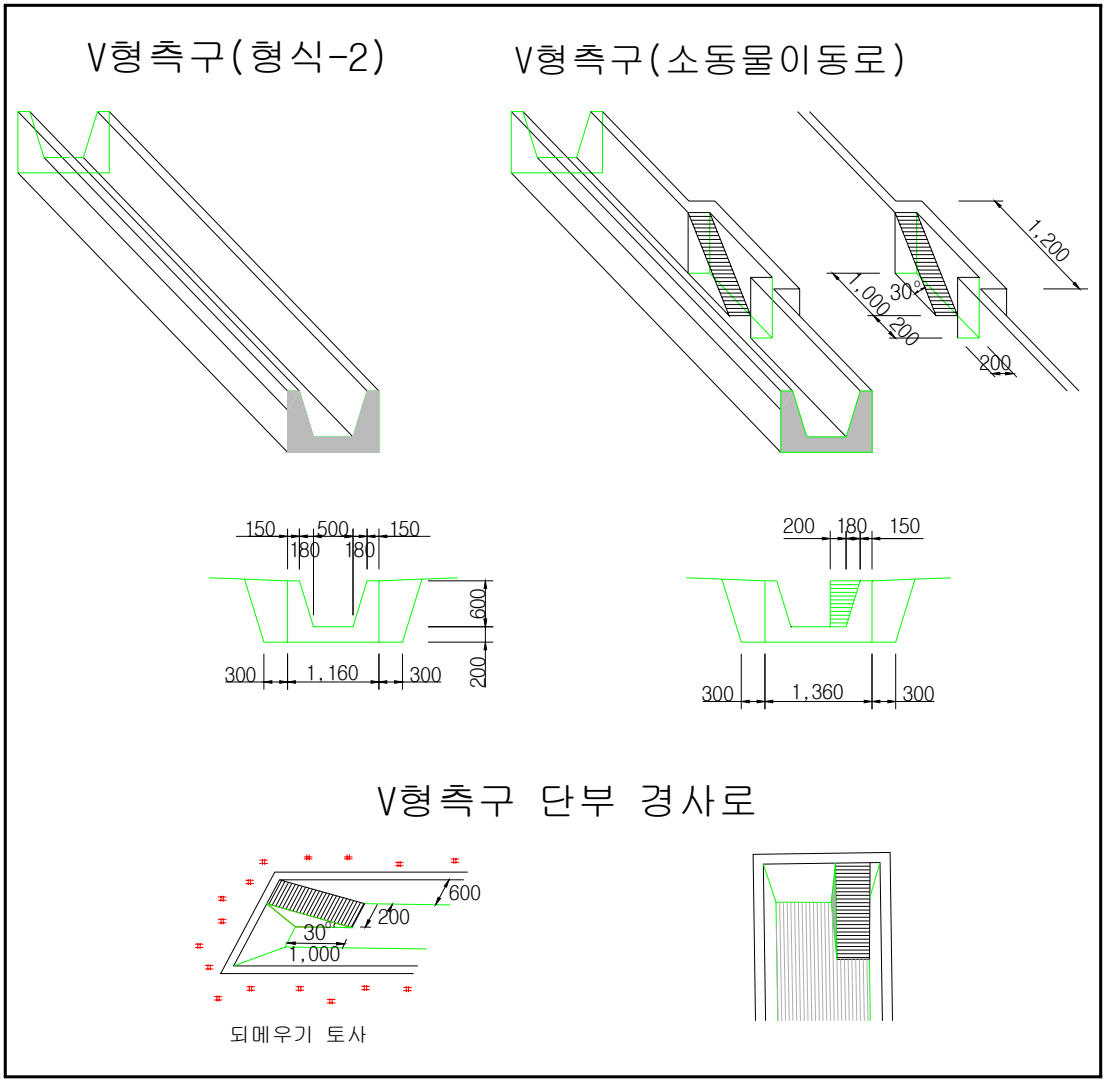
○ 경사로 길이 - V1 :80㎝ , V2 : 100㎝, V3 : 170㎝

○ 경사로는 폭 20cm, 경사 30° 로 한다.

○ V 측구 시·종점 단부에 측구 벽체를 설치할 경우 경사로를 설치한다.

○ 경사로 바닥은 소형동물이 미끄러지지 않도록 요철을 준다.

< 그림2.4.2-1 > V측구 이동 경사로 설치사례



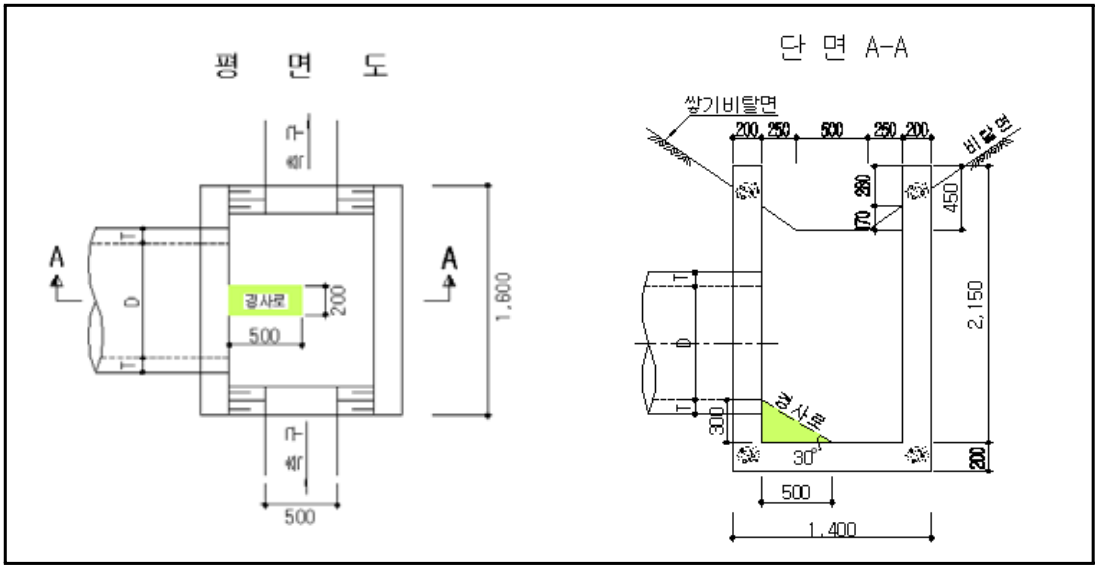
< 그림2.4.2-2 > V측구 이동 경사로

(3) 집수정 및 횡단배수관 이동 경사로

○ 도로 V측구와 횡단 배수관 접합부에 설치하는 성토부 집수정의 경우 배수관 입구와 집수정 바닥의 단차(30cm)가 발생되므로 배수관 입구에 경사로(헌치)를 설치하여 집수정에 빠진 소형동물이 경사로를 타고 횡단배수관으로 이동할 수 있도록 한다.

○ 경사로 바닥은 소형동물이 미끄러지지 않도록 요철을 준다.

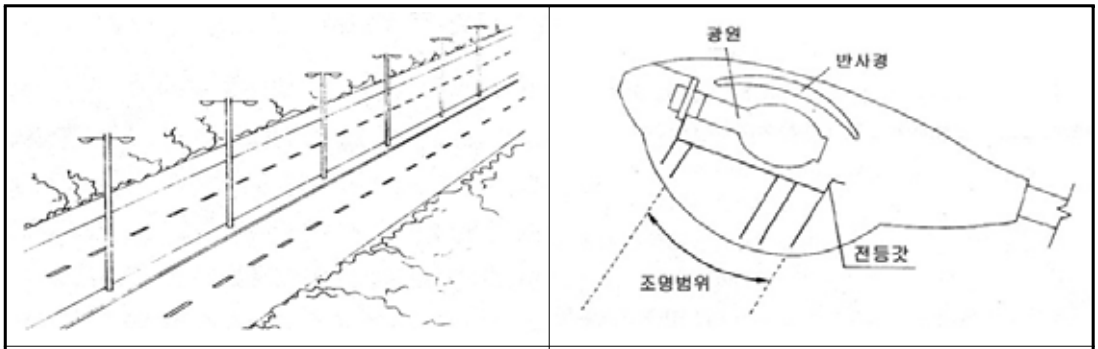
○ 집수정 경사로 폭은 20cm, 경사는 30° 로 한다.



< 그림2.4.2-3 > 집수정 및 횡단배수관 이동 경사로

2.4.3 기타시설

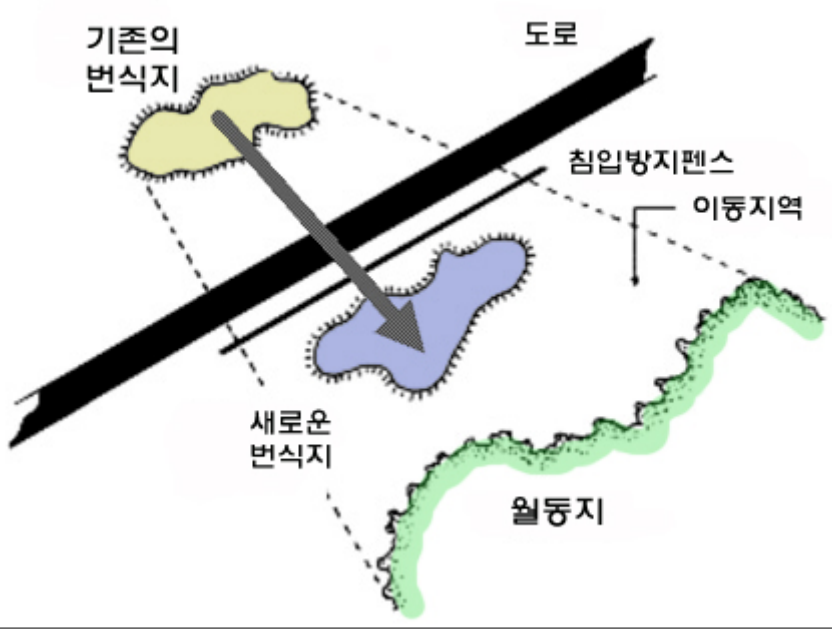
가. 도로조명의 설계



중앙분리대 조명 방식으로 빛의 확산을 방지	전등갓을 이용하여 불필요한 조명 범위의 축소
도로 측면에 조명을 설치하여 노면에만 빛이 비춰지는 사례(高欄照明)	차광벽에 의한 도로 외부의 피해를 저감

< 그림2.4.3-1 > 빛을 확산을 방지한 도로조명 사례

나. 대체 서식지의 설계

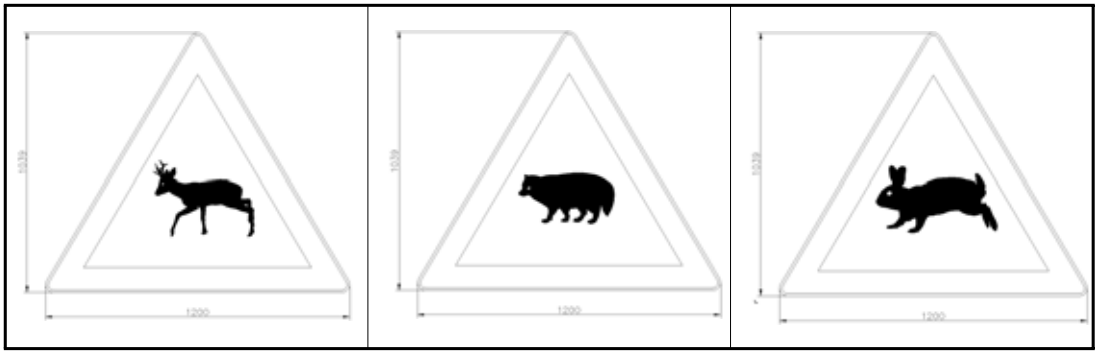


도로로 인해 단절된 번식지를 대체할 새로운 번식지를 조성한 사례(양서류), 기존 번식지로 이동하기 위해 도로에 침입하는 것을 막기 위한 울타리를 설치하였음.

< 그림2.4.3-2 > 대체 번식지 조성 사례(양서류)

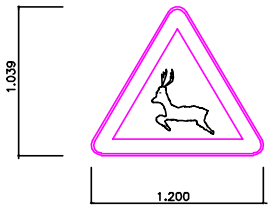
다. 동물 출현 표지판(animal signboard)

동물의 출현이 예상되는 지점에는 출현예상 동물의 출현 예상지점 상하행선 100m 전에 동물 출현 주의 표지판을 설치하여 운전자들이 주의를 환기시켜 동물이 도로에 침입하여 발생할 수 있는 만약의 사태에 대비하게 한다.

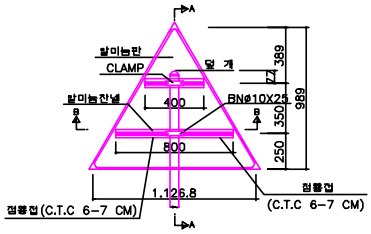


< 그림2.4.3-3 > 야생동물 보호표지

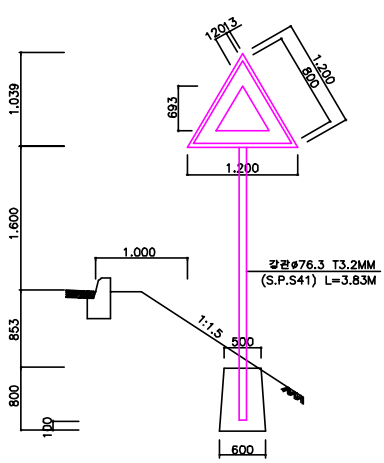
야 생 동 물 보 호 표 지 (1)
(왕복4차로)



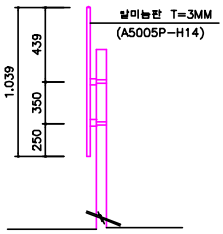
배 면 도



정 면 도

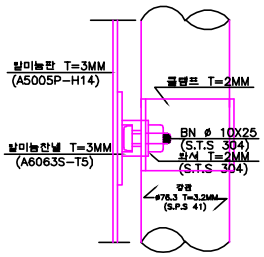


측 면 도

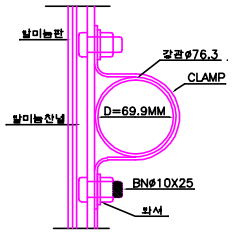


클램프상세도

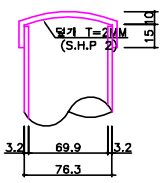
단 면 A - A



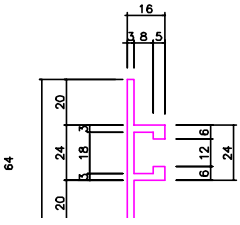
단 면 B - B



덮개상세도



알미늄찬넬상세



재 료 표

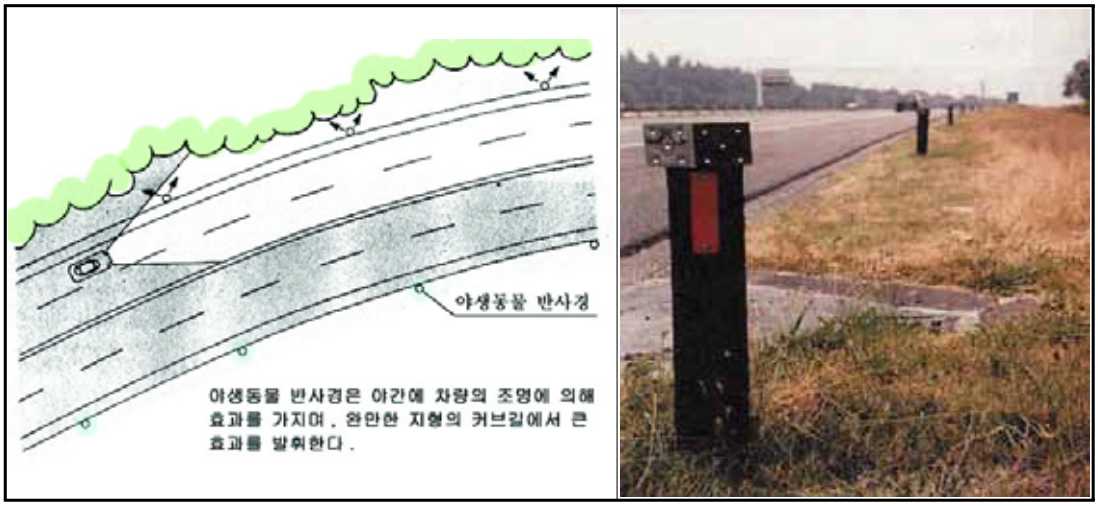
(개 소 당)

구 분	규 격	단위중량	수 량	비 고
강 관	⌀76.3 T=3.2mm	5.77kg/m	3.83m,22.1kg	S.P.S 41
덮 개	76.3mm용		1EA	
콘크리트			0.247M³	3종
거 푸 집			1.760M²	

< 그림2.4.3-4 > 야생동물 보호표지

라. 야생동물 경고거울과 반사경(warning mirrors, reflectors)

자동차의 불빛이 거울에 반사되어 동물이 놀람으로써 이동을 주저하게 하여 도로로의 침입을 막아 사고를 미연에 방지한다.



< 그림2.4.3-5 > 야생동물 경고반사경

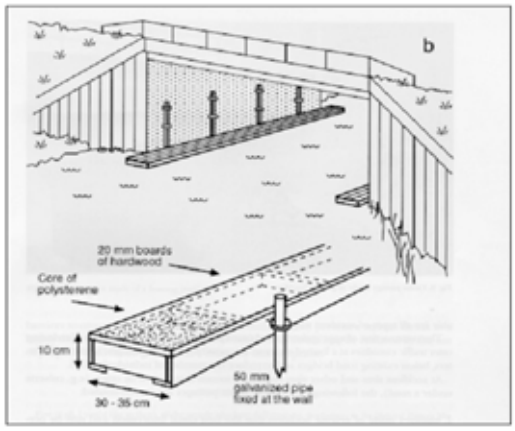
마. 유사 구조물의 활용 방안 모색

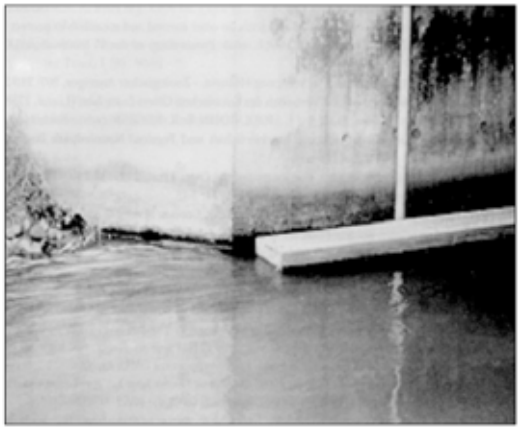
유사 구조물들은 새로운 생태통로를 설치하지 않고 기존의 구조물에 약간의 개선·보완을 통해 생태통로로서 역할을 할 수 있다. 생태통로로서 활용되기 위해서는 최소한 다음과 같은 조건을 만족하여야 한다.

- ○ 기존 구조물이 자연적인 동물 이동로 안에 위치할 때
- ○ 기존 구조물이 있는 장소에 이동통로가 필요한 경우
- ○ 기존 구조물이 이동통로의 기능을 할 수 있을 때

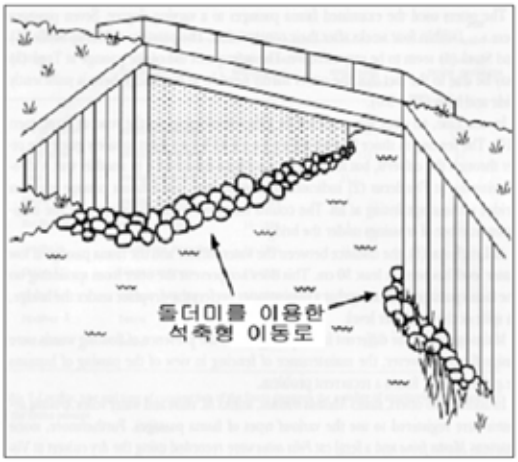
< 표2.4.3-2 > 기존 유사 구조물을 이동통로로 활용하기 위한 방안

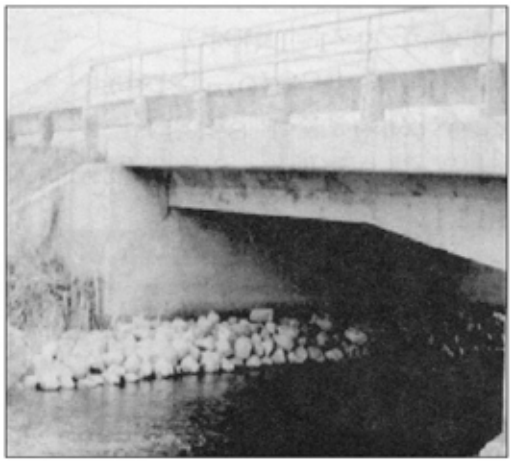
유사 구조물명	통로로의 재이용 방안
통로박스, 통로암거	주변부에 유도 식재, 혹은 울타리 설치
수로파이프, 횡배수관, 수로박스, 수로암거 등	동물이 이동할 수 있는 선반이나 턱구조물을 설치
교 량	다리 주변에 경관을 조성하거나 다리 밑에 비포장의 통로를 형성





수로 양쪽에 목재와 합성수지를 이용한 구조물을 설치하여 물에 젖지 않고 이동할 수 있도록 조성한 통로



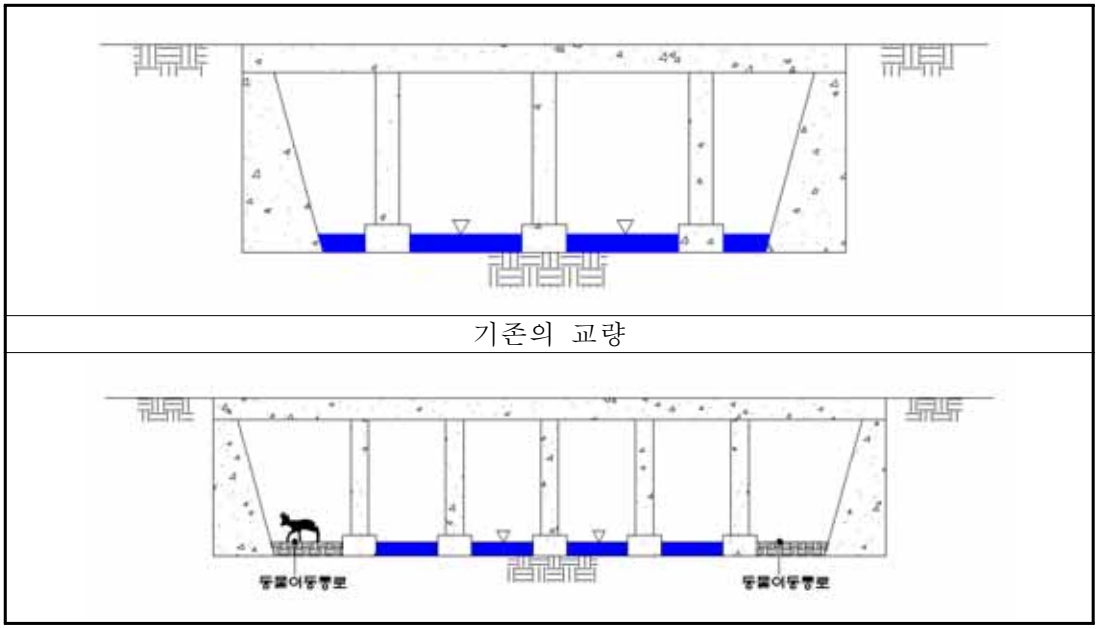


기존 수로를 이용한 생태통로. 수로 양쪽에 돌을 이용한 석축을 조성하여 물에 젖지 않고도 이동이 가능하도록 한 통로

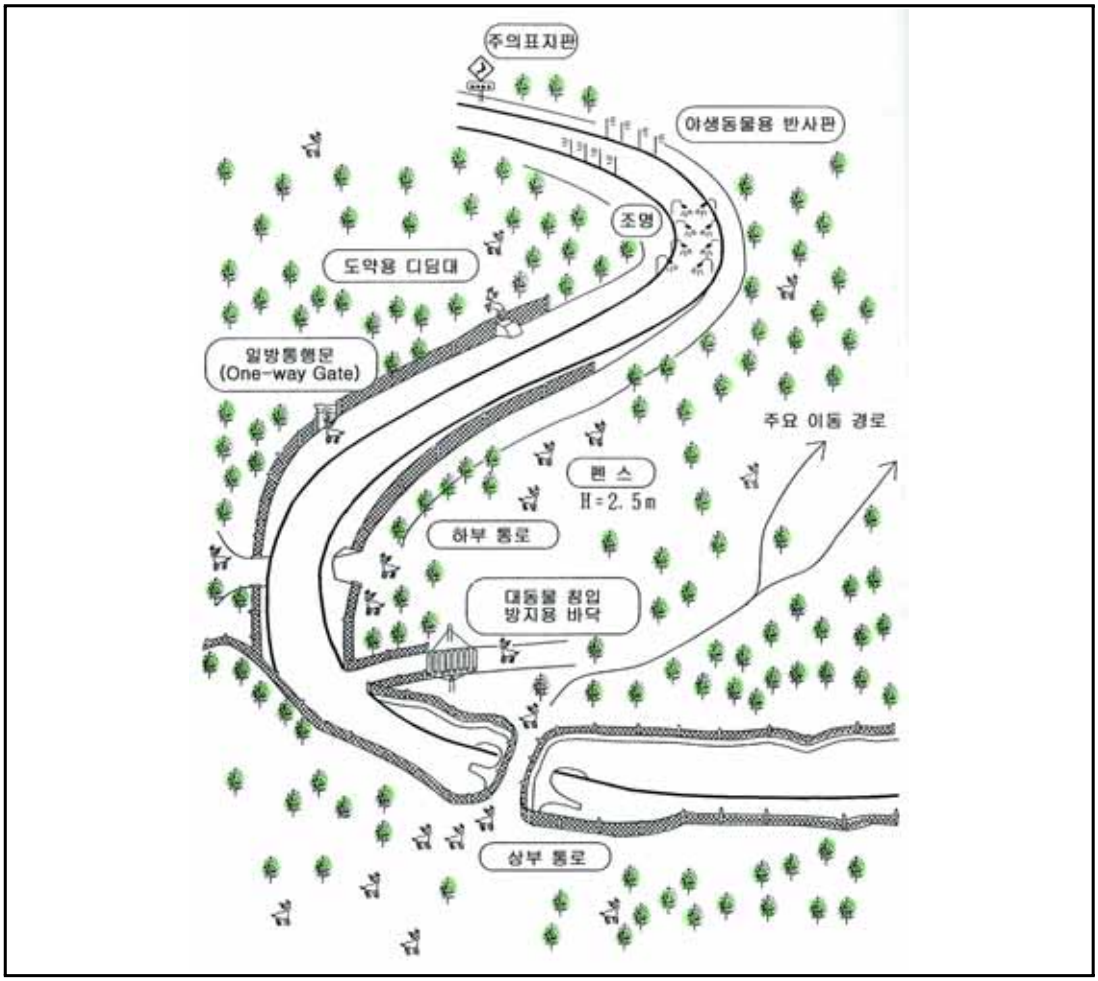
수로 양측에 선반 모양의 구조물을 만들어 동물들이 쉽게 지나도록 배려한 사례

수로 양측에 돌을 쌓아 구조물을 만들어 물을 싫어하는 동물들이 지나갈 수 있도록 배려한 사례

< 그림2.4.3-6 > 기존 수로를 이용한 생태통로 사례



< 그림2.4.3-7 > 동물 이동 공간을 확보한 교량



< 그림2.4.3-8 > 대형 동물을 위한 생태통로 및 부대 시설의 배치 예

2.5 생태통로 모니터링

2.5.1 생태통로 사후관리 및 모니터링

가. 개 요

생태통로 주변환경의 변화에 대한 지속적인 보수와 정비 등 사후관리를 통해 야생동물의 이용을 유도하고 최대의 효율성을 유지하며, 생태통로 이용 동물의 모니터링을 통해 개선 및 보완에 필요한 자료를 확보하고, 향후 우리나라 생태계 특성에 맞는 효과적인 생태통로 건설을 위한 설계 자료로 활용할 수 있다.

나. 생태통로 모니터링

(1) 모니터링 통해 검토할 사항

모니터링을 통해 검토할 사항으로는 생태통로의 이용빈도·야생동물의 개체군 밀도 등의 야생동물의 이용현황, 외부 간섭으로부터의 차단성, 수렵 및 밀렵 등 위협 요인의 파악, 생태통로의 정비 수준 등이 해당된다.

(가) 야생동물의 이용 현황 파악

- ○ 생태통로에 대한 모니터링의 일환으로 야생동물의 이용현황 파악이 필요하며, 생태통로의 개선 및 보완에 필요한 기초자료로 제공
- ○ 야생동물의 이용현황은 설치된 이동통로의 효율성 파악 및 향후 설치될 이동통로의 설계에 반영될 매우 중요한 사항임.
- ○ 생태통로 인근에서 서식하는 동물의 개체군 밀도는 생태통로의 이용빈도 및 효율성과 연관됨.

(나) 외부 간섭으로부터의 차단성 및 위협요인 파악

- ○ 야생동물의 이용현황과 효율성은 외부간섭의 정도와 직접적으로 연관됨
- ○ 생태통로에 대한 야생동물의 접근성을 떨어뜨리는 요인에 대한 조사 필요
- ○ 밀렵 등 불필요한 외부 위협요인의 파악 및 개선책 강구

(다) 생태통로의 정비 수준

- ○ 생태통로의 환경, 식생 변화에 따른 정비 수준의 변화 및 적정 정비 수준의 파악

(2) 모니터링 시스템의 구축

생태통로는 설치뿐만이 아니라 설치 후에도 개선방향과 주 이용대상 동물을 파악하여 문제점들을 수정해 나가는 것이 더욱 중요하다. 이와 같이 동물들의 이용실태를 파악하기 위해서는 여러 가지 모니터링 시스템이 있다.

(가) 모니터링 카메라

1) 적용

비디오 카메라의 경우 가격이 고가이고 계속적으로 촬영되어서 유지비가 많이 들어 관리가 쉽지 않다.

현재 구룡령, 시암재 등에 설치된 비디오 카메라 장치의 경우도 매우 고가이며, 촬영된 VTR 테이프의 양도 많아 모니터링하기가 쉽지 않다.

이러한 문제점을 개선하기 위하여 동물이 지나갈 경우에만 촬영되는 카메라장치(Trail master)를 사용하는 것이 효과적일 것이다.

최근에는 동물행동감시장치가 연결된 비디오 촬영장치가 개발되어 동물의 움직임이 있을 경우에만 비디오가 촬영되는 장비도 개발되어 이러한 장비의 사용이 적극 권장되어야 할 것이다.

< 그림2.5.1-1 > 육교형 생태통로에 설치된 모니터링 카메라(강원도 구룡령)

동해선 동해기점 30.4㎞	동해선 동해기점 49.9㎞
중부내륙선 마산기점 263.1㎞	중앙선 부산기점 333.7㎞
영동선 인천기점 227.1㎞	영동선 인천기점 228.7㎞

< 그림2.5.1-2 > 모니터링 시스템 설치현황

중부내륙선 마산기점 146.9㎞(헌신육교)	중부내륙선 마산기점 182.7㎞(마원육교)
대구포항선 대구기점 19.4㎞	대구포항선 대구기점 27.8㎞
대구포항선 대구기점 33.7㎞	중부선 통영기점 143.4㎞

< 그림계속 > 모니터링 시스템 설치현황

(나) 모 래 판

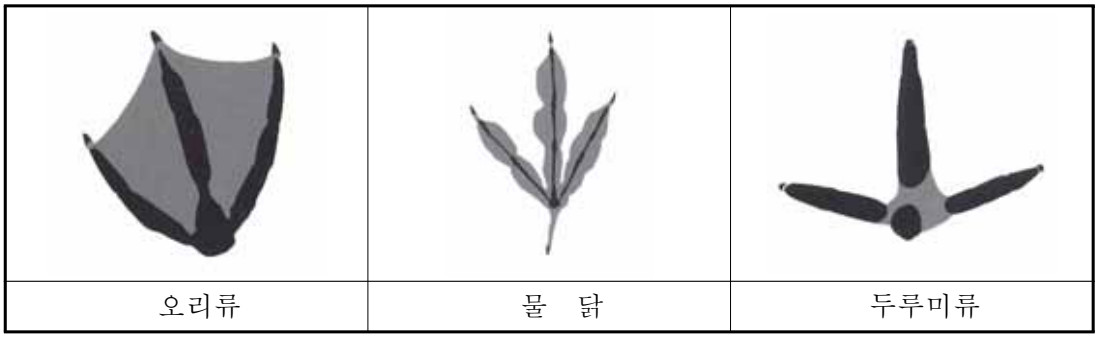
생태통로의 중앙에 고운 모래를 깔아 놓아 동물들의 발자국과 흔적을 통해서 생태통로를 이용한 종의 이동 실태를 파악할 수 있는데 모래판은 잉크판에 비하여 설치면적은 넓지만 모래의 입자의 크기로 인해서 정밀한 발자국의 흔적을 찾아내기가 어렵기 때문에 주로 중대형의 포유동물의 이용실태를 파악하는데 이용된다. 모래판을 설치할 경우에는 모래판의 폭은 200cm 정도를 설치하며, 모래판의 길이는 생태통로의 폭과 맞춘다.

다음은 생태통로를 이용 가능한 몇몇 종들 중 모래판에 발자국이 찍힐 것으로 예상되는 동물들의 발자국을 나타내었다.

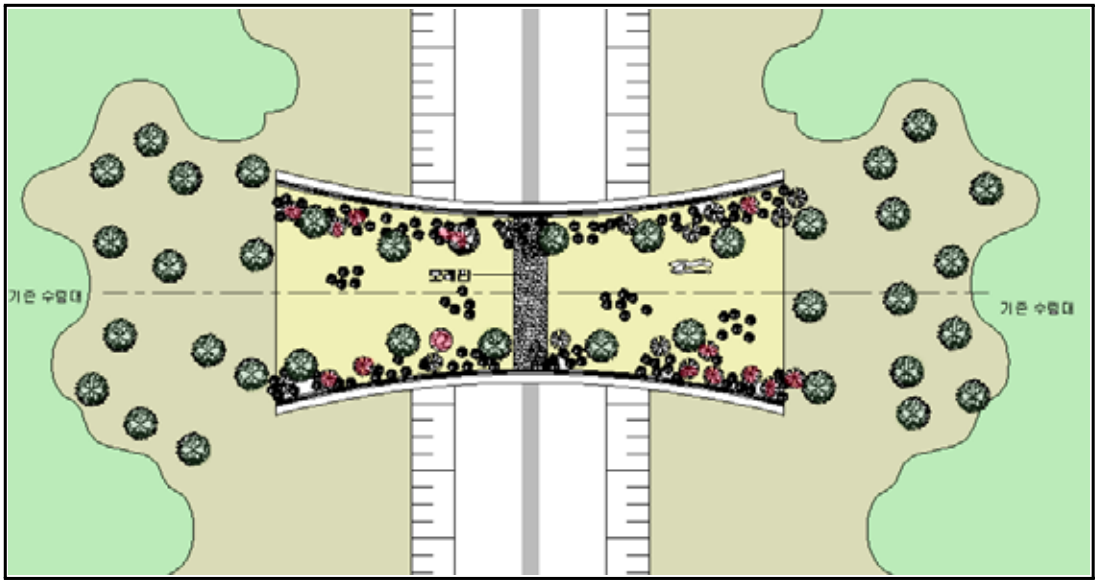
또한 발자국의 배열 위치와 간격에 따라서 동물의 행동을 추적할 수가 있다.

동물들은 천천히 걸을 때의 발자국과 뛸 때의 발자국의 다른데 이와 같은 동물들의 발자국의 배열 위치와 형태에 따라서 동물이 생태통로에서 하였던 행동까지도 유추하여 해석할 수가 있어, 생태통로에서의 행동패턴까지도 알아 낼 수가 있다.

< 그림2.5.1-3 > 포유류 발자국



< 그림2.5.1-4 > 조류 발자국



< 그림2.5.1-5 > 동물이동 모니터링용 모래판의 설치위치(육교형 생태통로)

고라니와 노루, 멧돼지의 발자국은 두개의 발굽이 찍히는 것이 특징이다. 멧돼지는 며느리발톱이 발꿈치 뒤에 있어서 이것이 찍힌다.

개과인 너구리와 고양이과인 고양이나 삵의 발자국의 가장 큰 차이점은 발자국에 발톱이 나타나는가 안 나타나는가에 있다. 고양이과 동물들은 발톱은 평소에는 숨기고 다니기 때문에 발자국에는 잘 찍히지 않는다.

수달의 발자국은 물갈퀴가 있기 때문에 발가락 사이에 물갈퀴까지 찍히는 것이 특징이다.

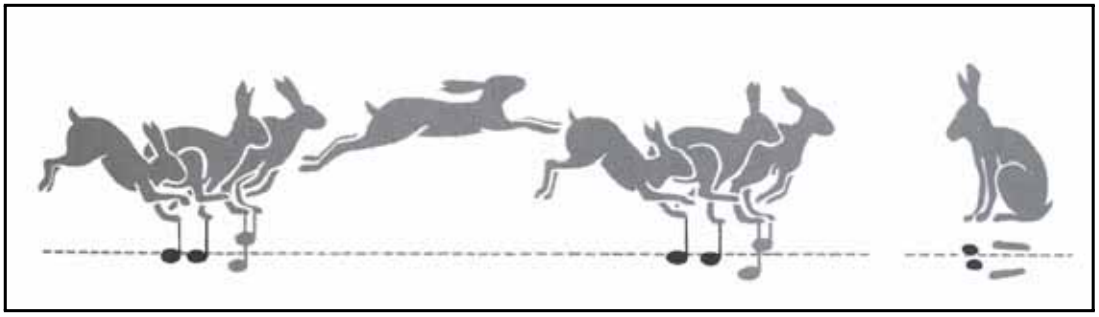
우리가 물가에서 쉽게 발견되는 발자국 중에는 젖먹이 동물의 것이 아닌 새들의 발자국도 있는데 여기에서는 생태통로를 지나가거나 앉아서 휴식을 취할 수 있는 포유류와 조류의 발자국을 그림으로 나타내었다.

물 위에 떠서 사는 흰뺨검둥오리, 고방오리, 고니 등은 물갈퀴가 발달하여서 물갈퀴가 있는 발자국을 보여주며, 물닭의 경우 물갈퀴가 빈약하게 발달하여 둥근 형태의 물갈퀴를 가지고 있다.

두루미류는 논경지나 습지에서 채식활동을 하기 때문에 물갈퀴가 발달해 있지 않는 것이 특징이다.

(다) 잉 크 판

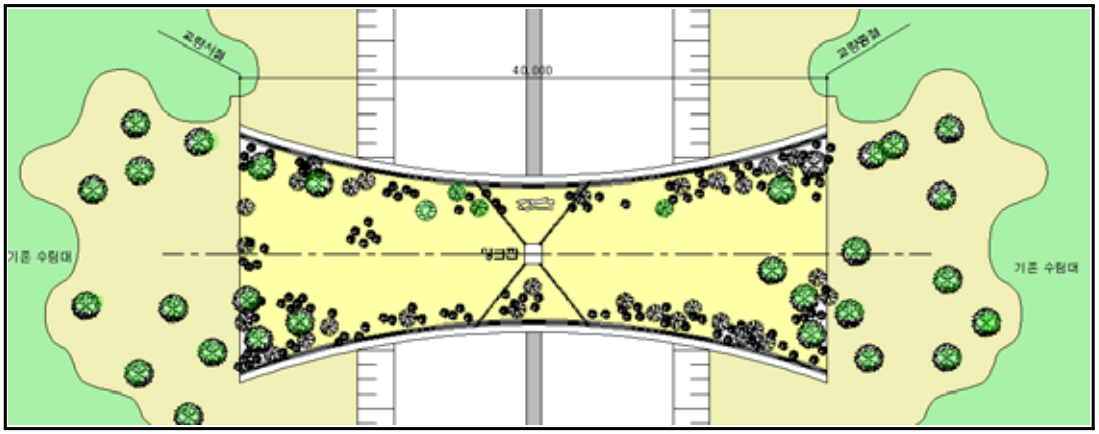
잉크판은 PVC 관속에 잉크와 종이판을 깔아서 생쥐와 땃쥐, 두더지, 족제비 등의 이동상태를 파악할 수가 있다. 체중이 가벼워 모래판을 깔아서 발자국과 흔적을 관찰할 수 없는 소형의 포유류와 양서·파충류의 이동을 모니터링 하는 데 이용할 수 있다.



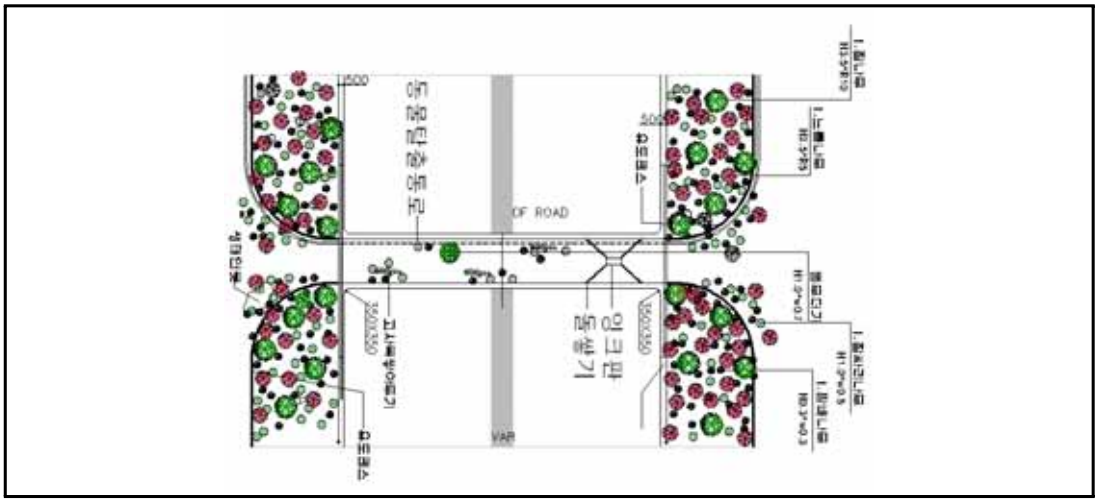
< 그림2.5.1-6 > 토끼의 발자국

가운데 까만 부위에 잉크를 놓고 양쪽에 종이를 깔아서 이동하는 소형의 동물들의 발자국이 찍히도록 하는 장치이다.

잉크판을 설치할 때에는 잉크판으로 동물이 들어오도록 유도하기 위하여 작은 돌이나 통나무를 잉크판 주변에 쌓아 둔다.



< 그림2.5.1-7 > 동물 이용 모니터링 잉크판의 설치 위치(육교형 생태통로)



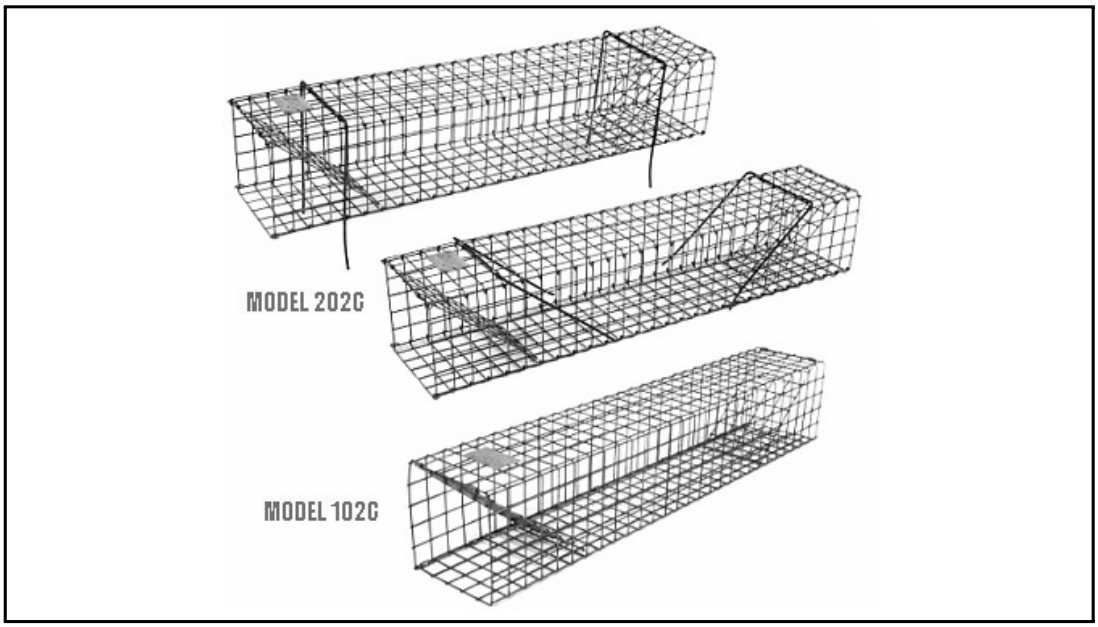
< 그림2.5.1-8 > 동물 이용 모니터링 잉크판의 설치 위치(박스형 생태통로)

(라) 생 포 틀

생태통로를 이용하는 동물의 정확한 종을 동정하기 위해서는 소형종의 경우 직접 채집을 하여서 종의 동정을 하여야 하는 경우가 있다.

이러한 경우에는 동물의 생존에 영향이 없는 아래와 같은 생포틀을 사용하여 동물을 포획하기도 한다. 이러한 생포틀의 크기와 종류는 포획하고자 하는 동물의 크기에 따라서 달라진다.

생포틀에는 동물의 유도먹이를 집어 넣어서 동물을 유도하며, 설치는 오후에 하여서 이튿날 아침에 회수하여 동물의 포획여부를 확인한다.



< 그림2.5.1-9 > 포유동물의 포획조사용 생포틀

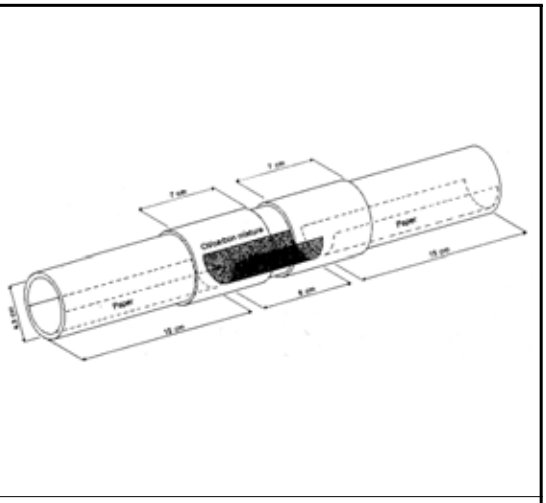
< 표2.5.1-1 > 생태통로를 이용하는 동물의 확인 방법

종 류	방법 및 고려사항	용 도
족적 조사 모래판 Sand bed	◦ 확실한 이동로(특히 생태통로 내)에 설치 ◦ 크기는 설치위치, 대상동물에 따라 조정 ◦ 통로에 설치할 경우, 통로 전체 폭에 적용하며, 발자국이 깊게 찍힐 수 있도록 함(모래판의 깊이 : 5~10㎝) ◦ 발자국이 장기간 남아 있도록 입자가 고운 모래 이용 ◦ 조사범위가 제한됨 ◦ 침수, 훼손에 유의해야 함	◦ 동물 이동로에 배치하여, 동물의 통과시 발자국이 찍히게 하여 동물의 종, 개체수, 이동방향 등을 조사

< 표 계속 > 생태통로를 이용하는 동물의 확인 방법

종 류	방법 및 고려사항	용 도
족적 조사관 Footprint Tube	◦ 확실한 이동로(특히 이동통로 내)에 설치 ◦ 동물이 통과할 수 있는 원통형으로 원통중앙에 oil / carbon mixtures를 놓고 좌우(원통 입·출구)에 발자국이 찍히도록 흰색 종이가 있는 도구 사용 ◦ oil / carbon mixtures, 종이 등은 정기적으로 교체 ◦ 조사범위가 제한됨 ◦ 침수, 훼손에 유의해야 함	◦ '족적조사용 모래판'의 용도와 같음
무선 추적 방법 Radio Tracking	◦ 동물신체에 발신기를 부착하여 위치를 수신기로 조사 ◦ 발신기 수명·분실 등으로 교체 필요 ◦ 추적 수단(차량, 항공기 등) 확보 어려움 ◦ 인력·기간·예산 과다 소요 ◦ 조사 연구 결과 정확	◦ 동물의 이동범위, 잠자리, 섭식지, 짝짓기 등 전반적인 동물생태 조사에 필수적
포획 조사 Trapping	◦ 포획 대상 동물 크기에 맞는 포획기(Trap)를 이동로, 잠자리, 섭식지 등에 설치하여 직접 포획 ◦ 조사 연구 결과 비교적 정확 ◦ 포획기내 동물 취급시 특수장갑 착용 ◦ 포획기 분실 위험	◦ 특정지역 서식밀도 조사에 적합
야간조명 이용 조사 Spotlighting	◦ 야간에 빛이 강한 램프를 이용하여 빛을 받은 동물 눈의 섬광으로 동물조사 ◦ 빛을 본 동물이 머뭇거리는 동안 신속하게 특징 파악 ◦ 야간 조사이므로 동물종 식별, 연령, 암·수 등 세부적인 구분이 어려움 ◦ 동물의 저항에 유의	◦ 야간에 조사현장 출현 동물직접 조사 (쌍안경 사용)
비디오/사진 관찰 조사 Video/photographic monitoring	◦ 동물 이동지역에 설치하여 동물 행동을 기록 조사 ◦ 장기간에 걸친 동물 행동 파악에 편리하나 장비 고장에 대비 필요 ◦ 제한지역에 한정 ◦ 분실, 훼손에 유의	◦ 특정 지역에서의 동물의 행동분석에 이용
흔적 조사 Field signs	◦ 동물 서식지에서 동물의 흔적(털, 발자국, 먹이, 배설물 등)들을 조사 ◦ 동물 흔적들에 대한 분석능력 필요 ◦ 전문가인 경우 조사비용이 저렴	◦ 다른 방법의 이용이 곤란한 경우, 혹은 예비조사에 이용

모래판 위에 확인된 멧돼지의 발자국



소형 설치류를 위한 족적 조사관 (Footprint tube)

눈 위에 확인된 멧토끼의 발자국

비디오 카메라를 이용한 모니터링

포획 조사를 통해 서식이 확인된 흰넓적다리붉은쥐

배설물을 통해 서식이 확인된 고라니

< 그림2.5.1-10 > 생태통로를 이용하는 동물의 확인 방법

다. 모니터링 시스템 설치현황

< 표2.5.1-2 > 생태통로별 모니터링 시스템 설치현황

NO	노 선	형 식	위 치 (해당지사)	모니터링 시스템	비 고
1	동해 (동해-주문진)	교량 (PF빔교)	동해기점 30.4km (강릉지사)	카메라	
2	"	교량(강교)	동해기점 49.9km (강릉지사)	"	
3	대구-포항	교량(강교)	대구기점 19.4km (영천지사)	"	
4	〃	교량(강교)	대구기점 27.8km (영천지사)	"	
5	〃	교량(강교)	대구기점 33.7km (영천지사)	"	
6	〃	교량(강교)	대구기점 56.8km (영천지사)	"	
7	중부내륙	교량	마산기점 182.7km (상주지사)	"	
8	"	교량 (π형라멘)	마산기점 146.9km (상주지사)	카메라+녹화	
9	"	BOX (반원형)	마산기점 263.1km (충주지사)	카메라	
10	중앙선	BOX	부산기점 333.7km (홍천지사)	"	
11	영동선	BOX (반원형)	인천기점 227.1km (대관령지사)	카메라+녹화	
12	"	BOX (반원형)	인천기점 228.7km (대관령지사)	카메라	
13	대전-진주선	BOX	통영기점 143.4km (무주지사)	"	
14	서해안선	상부터널형	목포기점 243.6km (당진지사)	미설치	가축이용과 겸용

2.5.2 보수와 정비

가. 필요성

생태통로 설치 후 시간이 지남에 따라 생태통로의 내부 및 주변 환경은 지속적으로 변화한다. 따라서 연속적인 환경 변화에 대해 야생동물의 이용을 유도하고 최대의 효율성을 유지하기 위한 지속적인 보수와 정비가 필요하다. 즉, 생태통로 설치 후의 효율성은 최초의 설계뿐만 아니라 통로의 정비 및 인접지대의 정비 결과에 따라서도 크게 달라진다.

나. 보수와 정비

통로와 인접지대에 대한 정비에는 ① 통로자체의 정비, ② 하부통로에 대한 조치, ③

방수상태, 불빛 및 소음방지를 위한 차폐용 난간벽 등 상부통로에 대한 처리, ④ 통로 부대지역, 하수도망, 수자원 처리시설, 야생동물의 도로침입 방지책, 조경수의 식재 등을 포함한 인접지대 정비 등이 필요하다.

(1) 통로 정비

(가) 야생동물의 이동흔적 발견을 위한 처리

- ○ 생태통로 내부에 폭 3m 정도의 모래지대 설치, 카메라 설치, 적외선 탐지기 등 다양한 방법 사용
- ○ 생태통로를 이용하는 동물의 종류 및 개체수, 분포 등의 확인이 가능토록 조치
- ○ 특히, 발자국이 소실되기 쉬운 시기인 건기에는 주 2~3회의 반복 조사를 수행할 필요가 있음

(나) 하부통로(under pass)의 경사면 처리

- ○ 통로 내부가 아무것도 보이지 않는 상황을 피함
- ○ 통로 내부에 배수로를 만들며, 성토 후에 식생 조성을 실시함
- ○ 야생동물이 선호하는 환경과 현지의 정비조건에 근거하여 인공적인 터널과 같은 인상을 주지 않도록 함.

(다) 상부통로의 은폐 및 방호용 난간벽 처리

- ○ 야간 차량의 불빛이 동물에게 보이지 않도록 식재에 의한 은폐시설의 지속적인 보수

(2) 인접지대 정비

(가) 유도펜스의 운용

- ○ 유도펜스가 운용될 경우 적절한 시기에 보수가 이루어져야 함
- ○ 유도펜스 하부에 땅굴을 파는 동물에 의하여 새로 형성된 땅굴과 틈을 발견하여 메움
- ○ 도로의 불빛과 소음 등을 차폐가 가능하도록 침입 방지책 외곽에 식생조성 및 유지
- ○ 침입 방지책의 효율성, 야생동물의 유도 역할에 대한 지속적인 감시 및 개선·보완

(나) 현장 환경에 부합되는 식생의 정비

- ○ 야생동물이 이용할 수 있는 매력적인 환경을 구성하고 세력권을 변경하지 않도록 하며, 야생동물이 통로를 이용할 수 있도록 조성
- ○ 인접지대와 부합되는 식물 및 인접지대에서 자생하고 있는 식물을 식재하여 주변과의 조화를 유도하는 동시에 햇빛 및 수분 부족 등의 환경에 내성을 가지는 식물종을 식재하여야 함
- ○ 야생동물의 먹이 제공 및 은신처 역할을 위해 교목림 보다는 관목림 형태의 산림을 창출할 것을 검토하여야 함