

정부간행물 등록번호

11-1480000-001113-01

www.me.go.kr

2010. 6

생태통로 설치 및 관리지침

Guidelines for Design and Management
of Wildlife Crossing Structures in Korea

생태통로 설치 및 관리지침

Guidelines for Design and Management
of Wildlife Crossing Structures in Korea

2010.6

I. 총칙 1

1. 목 적	3
2. 근 거	3
3. 연 혁	3
4. 적용 범위	3
5. 용어 정의	4
6. 본 지침에서 다루는 구조물 유형	6

II. 생태통로 9

1. 생태통로의 분류	11
가. 육교형 생태통로	11
1) 일반적 유형	11
2) 기타 유형	11
나. 터널형 통로	13
1) 포유류 통로	13
2) 양서·파충류 통로	13
2. 생태통로 설치를 위한 조사	15
가. 사전 조사	15
나. 정밀 조사	15
1) 구조물 설계를 위한 조사	16
2) 식재 설계를 위한 조사	16
3. 생태통로 설계	17
가. 육교형 생태통로	17
1) 일반적 육교형 생태통로	17
2) 기타 육교형 생태통로	21

목차

나. 터널형 생태통로	25
1) 포유류용 통로	25
2) 양서·파충류용 통로	29
4. 생태통로 관리 및 모니터링	32
가. 생태통로 관리	32
1) 시설 및 식생 관리	32
2) 기능 관리	33
나. 생태통로 모니터링	34
1) 모니터링 목적	34
2) 모니터링 방법	34
3) 모니터링 결과 반영	35

Ⅲ. 유도울타리

39

1. 유도울타리 이해	41
가. 설치목적	41
나. 시설분류	41
다. 부대시설	42
2. 유도울타리 설치	43
가. 포유류 울타리	43
나. 양서·파충류 울타리	55
다. 조류 울타리	59
3. 유도울타리 관리	61

Ⅳ. 기타 시설

63

1. 수로 탈출시설	65
가. 설치 목적	65
나. 시설 설치	65
2. 암거수로 보완시설	69
가. 설치 목적	69
나. 시설 설치	69
다. 시설 관리	69
3. 도로횡단 보완시설	71
가. 설치 목적	71
나. 시설 설치	71
1) 하늘다람쥐 횡단시설	71
2) 청설모 횡단시설	73

부 록

75

1. 관련 법규 및 지침	77
2. 생태통로 관리대장	82
3. 생태통로 및 유도울타리 등 도면 예시	85
4. 주요 야생동물의 흔적	102
5. 외국의 생태통로 지침서 및 안내서 목록	107
6. 국내의 생태통로 및 로드킬 관련 연구보고서 목록	109

참여기관 및 자문위원

110

I. 총칙

1. 목 적
2. 근 거
3. 연 혁
4. 적용 범위
5. 용어 정의
6. 본 지침에서 다루는 구조물 유형

I. 총 칙

1. 목 적

본 지침은 생태통로와 유도울타리 등의 설치와 유지관리를 위한 기준을 정하는데 그 목적이 있다.

2. 근 거

가. 주요 법령

- 자연환경보전법 제45조 및 자연환경보전법시행규칙 제28조

나. 관련 법령 및 지침

- 백두대간보호에관한법률 제7조
- 자연공원법 제23조의2 및 시행령 제21조의2
- 도로의 구조시설 기준에 관한 규칙 제43조
- 도시공원 및 녹지 등에 관한 법률 시행규칙 제18조
- 환경친화적인 도로건설 지침('10.5 개정, 환경부·국토해양부)
- 조경설계기준 제24장 생태통로('07, 국토해양부)

3. 연 혁

- 생태통로 설치 및 관리지침 제정(2003.11월, 환경부)
- 생태통로 설치 및 관리지침 개정(2010.6월, 환경부)

4. 적용 범위

본 지침은 「자연환경보전법」 등 관련 법령에 따라 설치하는 생태통로, 유도울타리, 배수로 탈출시설 등의 설치와 유지관리에 적용함을 원칙으로 한다.

5. 용어 정의

가. 생태계 단절과 로드킬

○ 생태계 단절

생태계 단절 또는 파편화(fragmentation)는 하나의 생태계가 여러 개의 작고 고립된 생태계로 분할되는 현상으로서, 여러 형태의 인간 활동에 의해 발생하며, 특히 도로와 철도 등의 선형적인 개발 행위가 생태계를 서로 단절시키는 중요한 요인으로 작용한다.

이러한 영향으로 인해 생물의 서식지가 작게 고립되어 개체군간의 이동 및 유전적 교환을 차단하여 환경에 대한 적응력을 약화시키는 등 장기적인 생물의 서식과 생존에 불리하게 작용한다.

○ 로드킬(Road-kill, Animal traffic accident, Animal vehicle collision)

로드킬(동물 교통사고)은 길에서 동물이 운송수단에 의해 치어 죽는 현상으로서 도로에 의해 고립되어진 동물 개체군이 감소해가는 대표적인 과정이다.

나. 생태통로와 유도울타리

○ 생태통로(Wildlife passage, Wildlife crossing structure)

생태통로(생태 이동통로, 야생동물 이동통로)는 도로 및 철도 등에 의하여 단절된 생태계의 연결 및 야생동물의 이동을 위한 인공구조물로서, 야생동물이 노면을 거치지 않고 도로를 건널 수 있도록 조성하며 일반적으로 육교형(overpass)과 터널형(underpass)으로 구분된다.

자연환경보전법 제2조에서는 “생태통로라 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” 으로 정의하고 있다.

○ 유도울타리(Wildlife-proof fence, Wildlife-exclusion fence)

유도울타리는 야생동물이 도로로 침입하여 발생하는 로드킬을 방지하거나 생태통로까지 안전하게 유도하기 위해 설치하는 구조물로서 대개 철망을 이용하여 만들며, 탈출구, 출입문, 침입방지 노면 등과 같은 부대시설을 포함한다.

다. 기타시설

생태통로와 유도울타리 이외의 생태축 연결 또는 야생동물 보호 등을 위한 대책으로서 배수로 탈출시설, 암거수로 보완시설, 도로횡단 보완시설 등을 의미하며 다음과 같이 정의된다.

○ 수로 탈출시설

소형동물(소형 포유류, 양서류, 파충류)이 도로의 측구 및 배수로 또는 농수로에 빠질 경우에 대비해 경사로 등을 설치하여 탈출을 도와주는 시설을 의미한다.

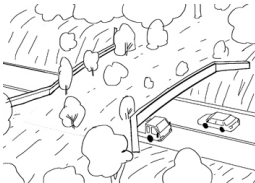
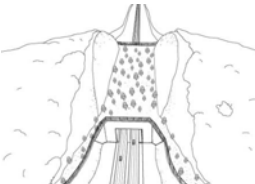
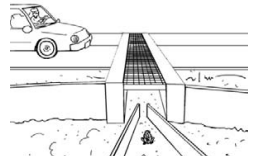
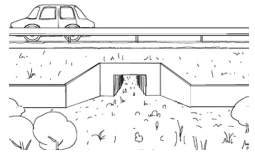
○ 암거수로 보완시설

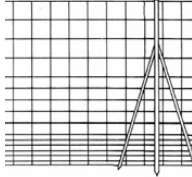
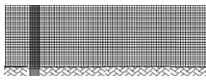
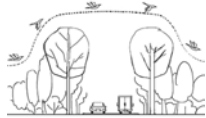
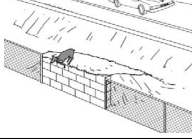
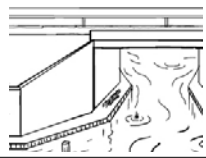
도로 아래에 이미 설치된 수로박스과 수로관 등의 암거수로가 생태통로의 기능을 할 수 있도록 하기 위하여 턱이나 선반 등을 설치하여 동물이 물에 빠지지 않고 이동하거나, 입구부에 동물이 진입하기 쉽게 경사로 등을 설치하는 등의 구조를 일부 개선한 시설물을 의미한다.

○ 도로횡단 보완시설

하늘다람쥐와 청설모와 같이 주로 나무 위에서 생활하는 동물이 도로를 횡단할 수 있도록 도로 변에 기둥을 세우거나 가로대 등을 설치한 시설물을 의미한다.

6. 본 지침에서 다루는 구조물 유형

분류	대상 동물	설치목적 및 시설규모 · 종류	형태	지침찾기 (쪽)
생태통로	육교형	- 포유동물의 이동 - 너비 - 일반 지역: 7m 이상 - 주요 생태축: 30m 이상		11, 17
		기타 〈경관적 연결〉 - 경관 및 지역적 생태계 연결 - 너비: 보통 100m 이상		11, 21
		유형 〈개착식 터널의 보완〉 - 개착식 터널의 상부 보완을 통한 생태통로 기능 부여 - 너비: 보통 100m 이상		12, 23
	터널형	- 포유동물 이동 - 개방도 0.7 이상 (개방도=통로 단면적/통로 길이)		13, 25
	양서·파충류	- 양서류, 파충류용 터널 - 왕복2차선: 폭 50cm 이상 - 왕복4차선 이상: 폭 1m 이상 - 통로 내 햇빛 투과형과 비투과형	햇빛 투과 	13, 29
			비 투과 	13, 29

분류			설치목적 및 시설규모 · 종류	형태	지침찾기 (쪽)
유도울타리	울타리	포유류	· 포유류 로드킬 예방과 생태통로로 유도 · 높이: 1.2~1.5m		43
		양서·파충류	· 양서·파충류 로드킬 예방과 생태통로로 유도 · 높이: 40cm 이상, · 망 크기: 1X1cm 이내		55
		조류	· 조류의 비행 고도를 높여 로드킬 방지를 위한 도로변 수림대, 울타리 및 기둥 등		59
	부대시설	탈출구	· 울타리 내에 침입한 동물의 도로 밖 탈출을 유도하는 시설 (탈출용 경사로)		42, 50
		출입문	· 도로관리를 위한 출입시설		42, 51
		침입방지 노면	· 교차로나 진입로를 통한 동물 침입 방지를 위하여 바닥에 동물이 밟기 꺼리는 재질로 노면 처리한 시설		42, 52
기타시설	수로탈출시설		· 도로의 배수로 및 농수로 등에 빠진 양서류, 파충류, 소형포유류가 빠져나오도록 하는 시설		65
	암거수로보완시설		· 수로박스 등의 기존 암거 구조물을 야생동물이 생태통로처럼 이용할 수 있도록 하는 보완시설		69
	도로횡단보완시설		· 하늘다람쥐나 청설모 등이 도로를 안전하게 횡단할 있도록 설치한 기둥 등의 보조시설		71

II. 생태통로

1. 생태통로의 분류
2. 생태통로 설치를 위한 조사
3. 생태통로 설계
4. 생태통로 관리 및 모니터링

II. 생태통로

1. 생태통로의 분류

가. 육교형 생태통로

1) 일반적 유형

야생동물의 이용만을 목적으로 조성된 것으로서, 너비 7m 이상(주요 생태축: 30m 이상)으로 조성한다.

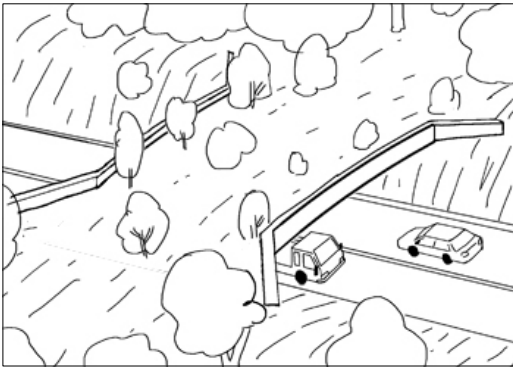
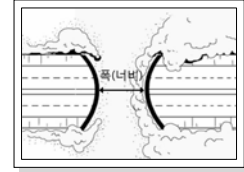


그림 2-1. 일반적 유형의 육교형 생태통로

2) 기타 유형

○ 경관적인 연결

대규모의 자연경관적 흐름과 연결성을 확보하기 위하여 설치하며, 대형 사슴류와 그 천적의 이동, 기후변화에 대비한 식생대의 이동, 시각적으로 단절된 자연경관의 연결 등이 주요 목적이며, 풍수지리적인 목적으로 단절된 지형을 연결하는 경우에도 이에 해당한다.

따라서, 100m 이상의 폭으로 대규모로 설치되는 것이 일반적이며 수백 미터의 구조물이 조성되기도 한다.

외국의 경우 유럽에 건설되는 육교형 생태통로가 실제로는 경관적 연결의 기능을 목적으로 하는 경우가 많아 대규모의 구조물로 조성된다.

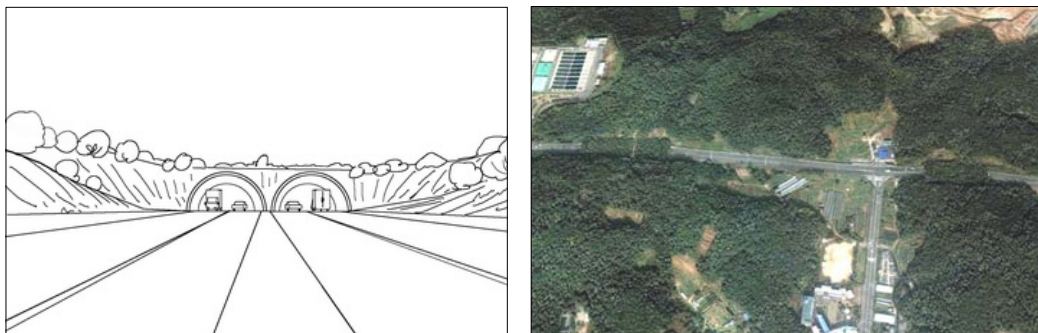


그림 2-2. 경관적 연결을 통한 생태통로의 기능을 수행하는 시설

○ 개착식 터널의 보완

개착식 터널은 도로 건설 당시 발생한 절토 비탈면에서의 토사 붕괴를 우려해 도로 위를 콘크리트 구조물로 덮고 그 위에 흙을 덮은 후 식물을 식재한 것으로서 대개 규모가 100m 이상의 큰 규모로 조성된다.

이러한 구조물은 도로 양편이 야생동물의 서식지로 연결되어 있고 야생동물의 진입이 용이한 경우 생태통로의 기능을 하게 된다. 따라서 야생동물의 이용 가능성에 따라 생태통로 유형에 포함이 가능하다.

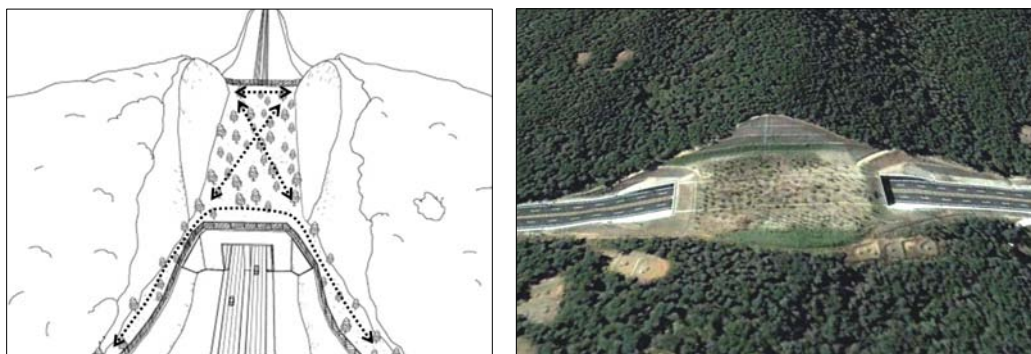


그림 2-3. 개착식 터널 상부보완을 통한 야생동물 생태통로

나. 터널형 통로

1) 포유류 통로

포유류의 이동을 목적으로 조성된 것으로서 국내에서는 고라니 등 중형의 야생동물이 서식하는 지역에서는 개방도 0.7 이상으로 조성하는 것을 원칙으로 한다. (개방도 = 통로 단면적 / 통로 길이)

장소에 따라서 물이 흐르는 곳에 설치할 경우 야생동물의 자연스런 접근을 유도하여 더 큰 효과를 볼 수 있다.

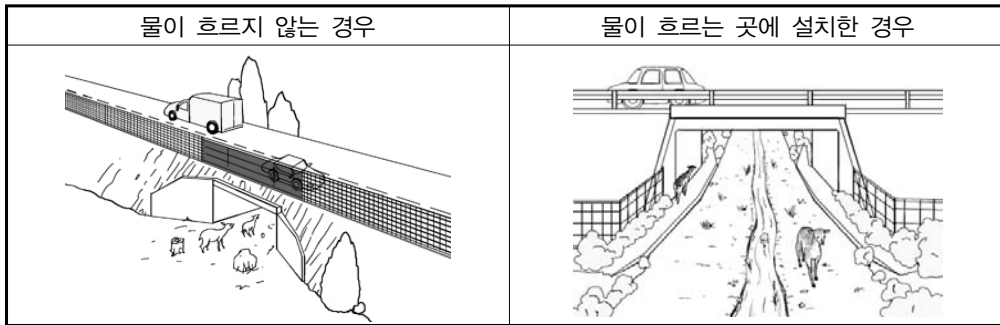
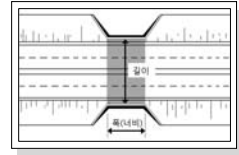


그림 2-4. 포유류용 터널형 생태통로

2) 양서·파충류 통로

양서류와 파충류의 이동을 목적으로 대개 도로 하부에 소규모 박스형 또는 파이프형태로 조성되며, 대상 종에 따라 단순 통로형으로 하거나 통로내부에 햇빛이 투과하도록 만드는 경우가 있다.

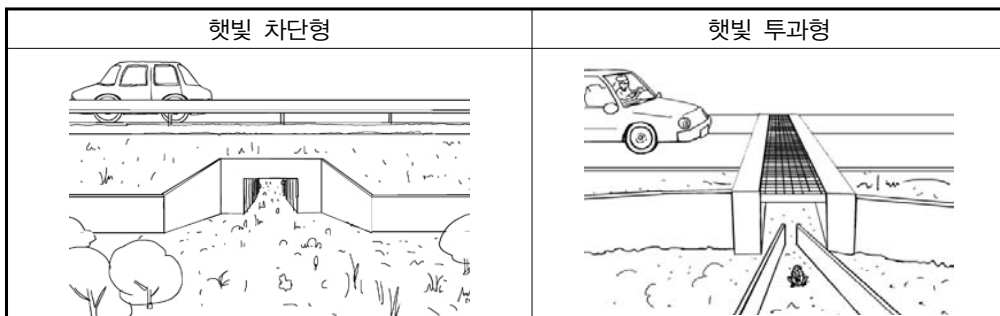
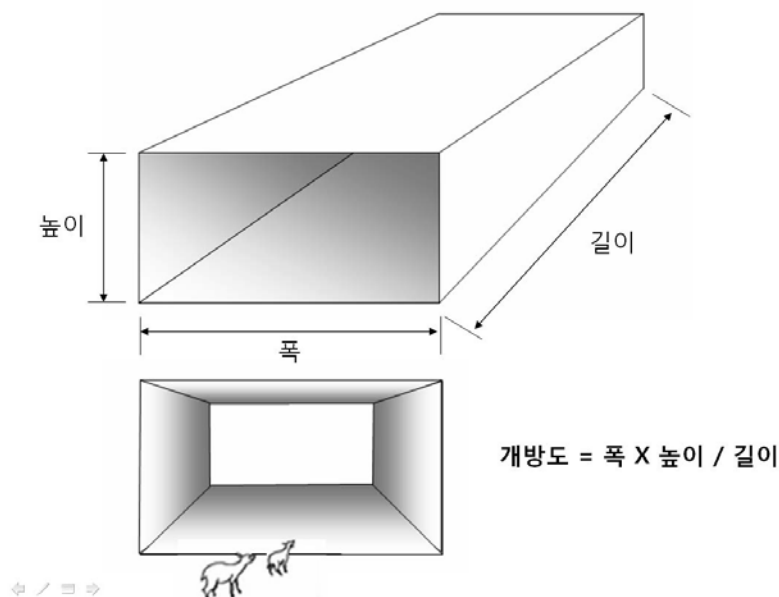


그림 2-5. 양서·파충류용 터널형 생태통로

< 개방도와 효율적인 터널의 규모 >

- 사슴과 같은 대형의 초식동물은 좁고 긴 터널을 지나가는 것을 매우 꺼리는 경향이 있다. 따라서 이러한 동물이 지나가도록 터널형 통로를 조성하기 위해서는 터널의 길이를 줄이거나 터널의 단면적을 키워서 좁고 긴 느낌을 줄여야 한다. 이때 어느 정도까지 규모를 키워야 하는가에 대한 적정 수치는 설계와 예산에 있어서 매우 중요한 요소이다.
- 이를 위해 ‘개방도(Openness index, Openness ratio)’라는 개념이 적용되며, 이는 통로의 단면적을 통로의 길이로 나눈 수치이다. 우리나라의 대표적인 사슴과 동물인 고라니의 경우 개방도 0.7 이상의 터널형 통로에서 비교적 원활한 이동을 보이고 있다. 예를 들어 길이 25m의 터널형 통로를 설치할 경우에는 폭 5m, 높이 3.5m의 통로박스를 조성할 경우 고라니, 노루 등의 사슴과 동물의 이동을 원활하게 할 수 있다.



2. 생태통로 설치를 위한 조사

가. 사전 조사

- 생태통로의 필요성 및 목표 분류군을 결정하고, 생태통로의 잠정 후보지를 다수 선정한다.

생태통로의 조성·관리는 사전 및 정밀조사, 설계·시공, 모니터링·관리의 3단계로 이루어진다.

사전 조사 단계에서는 생태조사 관련 보고서, 해당 도로 및 인근도로에서의 로드킬 조사 결과, 관련 전문가 및 지역 주민 등을 대상으로 한 청문조사 등을 토대로 해당 도로 구간에서의 야생동물 현황을 파악한다.

또한, 생태자연도, 전국자연환경조사, 광역생태축 등의 GIS 자료, 위성 사진 및 항공사진, 도로지도, 토지이용도, 주변 지역의 개발계획 등의 자료 활용을 통하여 주요 서식지의 분포와 크기, 식생 등 자연 경관의 분포와 생태축의 현황을 파악하여야 한다.

현장조사는 필요할 경우 실시하되, 동물분야(포유류, 양서·파충류)가 중심이 되고, 식물 및 기타 동물분야(조류, 곤충, 어류 등) 그리고 기타 요소(기상, 지형, 지질, 토양 등)에 대한 조사가 보완적으로 실시될 수 있다.

파악된 조사결과를 바탕으로 생태통로 목표종이 될 수 있는 동물의 범위를 결정하고, 생태통로의 잠정적인 위치 후보지를 다수 선정한다.

나. 정밀 조사

- 생태통로의 목표종을 결정하고, 이에 따른 생태통로의 구체적인 위치, 유형, 규격을 판단한다.

1) 구조물 설계를 위한 조사

사전조사에서 결정된 목표 종 동물의 관련 전문가가 실시하는 정밀조사와, 생태통로의 구조, 설계 및 식생 전문가에 의한 조사가 실시되며, 필요에 따라 기타 요소(기상, 지형, 지질, 토양 등)에 대한 조사가 실시된다.

동물 정밀조사는 지역 및 광역 차원의 생태축에 기반을 두고, 해당도로의 양쪽 500m 이내에서 야생동물의 분포 및 로드킬 현황 등을 파악한다.

동물 정밀조사 단계에서 생태통로 이용 대상 동물의 번식, 섭식지, 은신처, 이동로 등 주요 서식지 요소를 파악하여 지도에 표시하고, 이들 요소를 연결하는 주요 지점에 생태통로의 위치를 정한 후, 이동 특성, 지형 등을 고려하여 생태통로의 유형을 결정한다.

마지막으로 생태통로 위치가 환경부에서 정한 광역생태축의 범위에 포함되는지의 여부 등을 고려하여 최종적인 규격을 결정한다.

동물 정밀조사의 기간은 계획도로 경우 최소 6개월, 기존도로의 경우 최소 1년을 기준으로 한다. 양서류를 대상으로 하는 경우에는 산란철과 같은 집단 이동시기가 포함되어야 한다.

2) 식재 설계를 위한 조사

생태통로의 위치와 유형이 결정된 후에 식생관련 전문가가 실시하며, 주변의 식생 및 식물상을 파악하여 통로의 진입부와 내부의 식재설계가 주변 환경과 조화되고 생태통로 이용 대상 동물의 주요 먹이, 은신처, 이동로 등에 활용될 수 있는 식물을 조사하여야 한다.

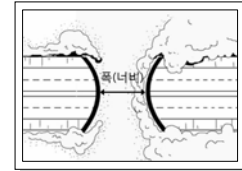
터널형 및 양서파충류용 생태통로의 경우 필요에 따라 식재 설계를 위한 조사를 생략할 수 있으나, 육교형 생태통로의 경우에는 반드시 실시하여야 한다.

3. 생태통로 설계

생태통로의 구체적인 위치와 유형(육교형, 터널형 등)은 본 지침의 현장 조사 절차에 따라 정밀조사에 참여한 전문가와 협의하여 결정한다.

가. 육교형 생태통로

1) 일반적 육교형 생태통로



- 육교형 통로 설치 시 중앙부의 최소 폭은 7m 이상이어야 하며, '주요 생태축'을 통과하는 경우에는 최소 폭을 30m 이상으로 한다.
- 다만, 주요 생태축 구간에서 지형적인 여건에 따라 동 기준을 준수하지 못하는 불가피한 경우에는 환경영향평가협의 등 개발사업 협의 시 생태통로의 적절한 규모에 대하여 환경부와 협의하여 조정할 수 있다.

보행자 및 차량의 접근과 이용을 최대한 배제한다. 보행자가 생태통로를 이용할 수 있도록 조성하는 경우에는 보행자 동선을 폭 3m 이내의 흠길로 조성하고 생태통로의 중앙부 폭은 30m이상의 대형으로 조성한다.

이때 야생동물과 보행자의 동선을 성토와 식재 등의 기법을 통해 공간적으로 분리하고, 통로의 입·출구부는 통로의 내부보다 넓게 하여 야생동물의 이동을 자연스럽게 유도한다.



그림 2-6. 육교형 생태통로의 일반적인 구조물 유형

진입부는 인접한 자연지형과 자연스럽게 연결되며, 경사가 급하지 않도록 한다. 진입부와 내부의 식생은 주변과 유사하게 식재하되 과밀하지 않아 물리적 또는 시각적으로 이동의 장애가 되어서는 안 된다.

통로 내 식재지에서의 토심은 식생의 안정적인 성장을 고려하여 70cm 이상을 확보하며, 지표면은 양토와 낙엽 등을 이용하여 야생동물이 거부감을 갖지 않도록 하며 초본의 발아와 활착이 용이하도록 한다.



그림 2-7. 중앙부 폭 30m의 육교형 생태통로
(위치: 국도 56호선 구룡령 생태통로)



그림 2-8. 중앙부 폭 7m의 육교형 생태통로
(위치: 대구·포항간 고속도로)

폭이 30m 이상인 경우 양서·파충류 및 소형포유류의 이동을 위해 주변의 소규모 도랑을 통로내부로 유도하거나, 물웅덩이와 나무 그루터기 더미를 길고 연속적으로 조성한다.

차량의 불빛과 소음의 영향을 줄이는 차단벽을 생태통로 양편에 설치하며, 생태통로와 이어지는 도로 구간에 유도울타리를 설치하여 생태통로로의 유도 및 로드킬 예방을 도모한다.

통로 내부로 물이 흐르는 것을 예방하기 위해 입구부에 배수로를 설치하는 경우 배수로 탈출시설(본 지침 기타시설 부분 참조)을 설치하고, 일부는 덮개를 덮어 소형동물이나 양서·파충류의 이동에 지장이 없도록 한다.

생태통로 조성을 위해 임시로 만들어진 도로는 원상태로 복구하고 생태통로의 진입부에는 향후 차량의 진입이 불가하도록 큰 돌과 같은 차단물을 배치한다.

생태통로의 중앙부 최소 폭을 30m 이상으로 설치하여야 하는 ‘주요 생태축’은 다음의 지역을 뜻한다.

가. 자연환경보전법 시행규칙 제28조 ①항의 1~7.

1. 「백두대간보호에 관한 법률」 제6조의 규정에 따른 백두대간보호지역
2. 비무장지대
3. 법 제12조의 규정에 따른 생태·경관보전지역 중 핵심구역 또는 완충구역, 법 제24조의 규정에 따른 시·도생태·경관보전지역
4. 법 제34조의 규정에 따른 생태자연도 1등급 권역
5. 「자연공원법」 제2조제1호의 규정에 따른 자연공원
6. 「야생동·식물보호법」 제27조제1항의 규정에 따른 야생동·식물특별보호구역 및 동법 제33조제1항의 규정에 따른 야생동·식물보호구역
7. 야생동물이 차량에 치어 죽는 사고가 자주 발생하는 지역 등 생태통로의 설치가 필요하다고 인정되어 환경부장관이 고시하는 지역

나. 민간인출입통제지역(민통선)의 산림 또는 습지지역

다. 환경부에서 지정한 광역생태축 지역

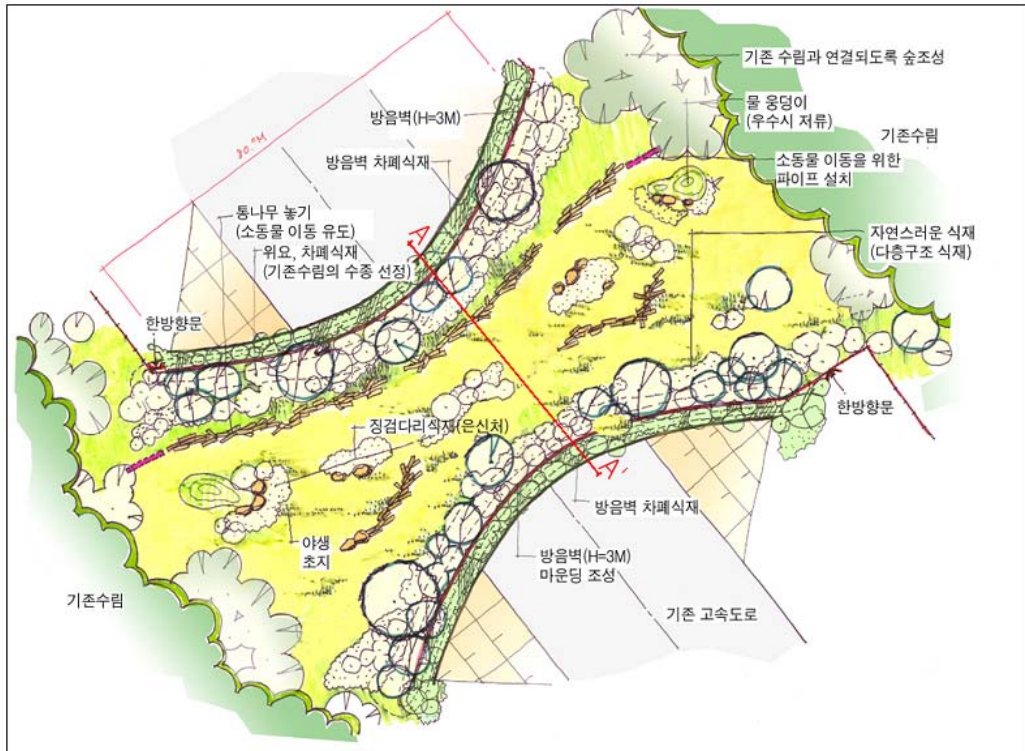


그림 2-9. 중앙부 폭 50m의 육교형 생태통로의 예시 도면 (평면도)

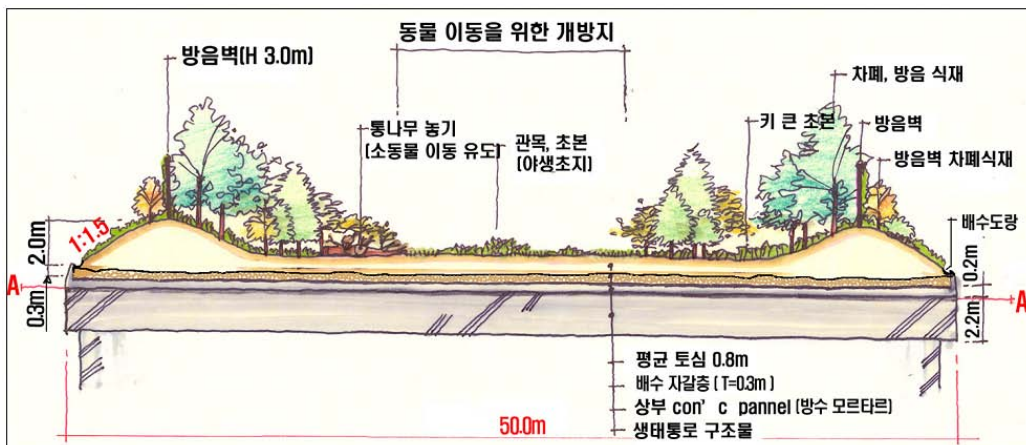


그림 2-10. 중앙부 폭 50m의 육교형 생태통로의 예시 도면 (단면도)

2) 기타 육교형 생태통로

○ 경관적 연결

- 생태계의 공간적 연속성 확보가 중요한 구간, 도로에 의한 능선부 절개로 훼손된 경관 또는 풍수지리적 가치 제고가 필요한 구간에 조성한다.
- 도로에 의해 훼손된 절개면, 능선, 식생 등이 원래에 가깝게 복원되도록 하고 성토를 충분히 하며 폭은 가급적 100m 이상으로 한다.

통로의 내부는 포유류의 이동 외에도, 곤충, 조류, 양서류, 파충류 등 다양한 생물이 서식 및 이동할 수 있는 조건을 조성한다.

차량의 접근은 원칙적으로 배제하며, 보행자가 생태통로를 이용할 수 있도록 조성 시 보행자 동선을 폭 3m 이내의 흙길로 조성한다. 이때 야생동물과 보행자의 동선을 성토와 식재 등의 기법을 통해 공간적으로 분리한다.

차량의 불빛과 소음의 영향을 줄이는 차단벽을 통로 양편에 설치하고, 유도울타리를 설치하여 생태통로로의 유도 및 로드킬 예방을 도모한다.

생태통로 조성을 위해 임시로 만들어진 도로는 원상태로 복구하고 생태통로 진입부에는 향후 차량의 진입이 불가하도록 큰 돌과 같은 차단물을 배치한다.



그림 2-11. 폭 100~200m 규모의 육교형 생태통로 2곳이 조성된 모습
(위치: 경기도 부천시 작동터널, 궁동터널)



그림 2-12. 경관적 연결을 목적으로 하는 생태통로의 예시1

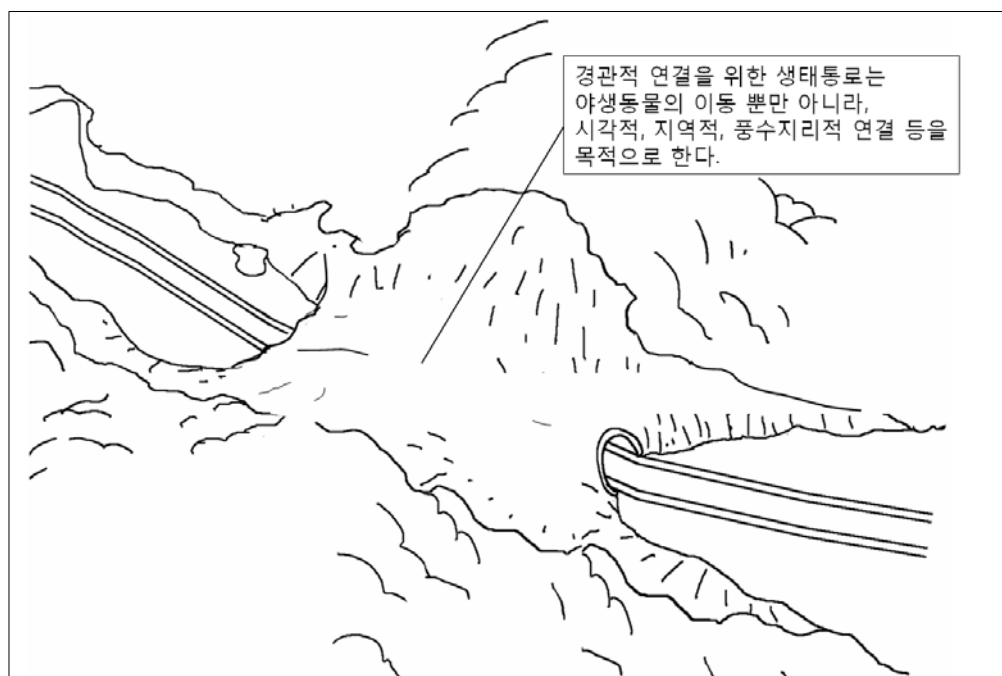


그림 2-13. 경관적 연결을 목적으로 하는 생태통로의 예시2

○ 개착식 터널의 보완

- 절토 비탈면의 붕괴에 따른 피해를 예방하기 위해 조성한 복개형 개착식 터널 중 일부 보완을 통하여 생태통로의 기능을 부여한다.
- 진입부는 통로의 양쪽에 모두 조성되어야 하며, 진입부의 폭은 너비 3m 이상으로 한다.

개착식 터널은 대개 100m 이상의 큰 규모로 조성되기 때문에 육교형 생태통로의 기능을 하도록 보완할 경우 대형의 생태통로가 된다.

따라서 통로 내부가 평지가 되기보다는 주변의 자연지형과 자연스럽게 연결되도록 부분별로 성토 양을 조절하며, 특히 동물 진입이 용이하도록 인접한 자연지형과 자연스럽게 연결되는 진입부를 조성한다.

진입부와 내부의 식생은 주변과 유사하게 식재하되 과밀하지 않아 물리적 또는 시각적으로 이동의 장애가 되어서는 안된다.

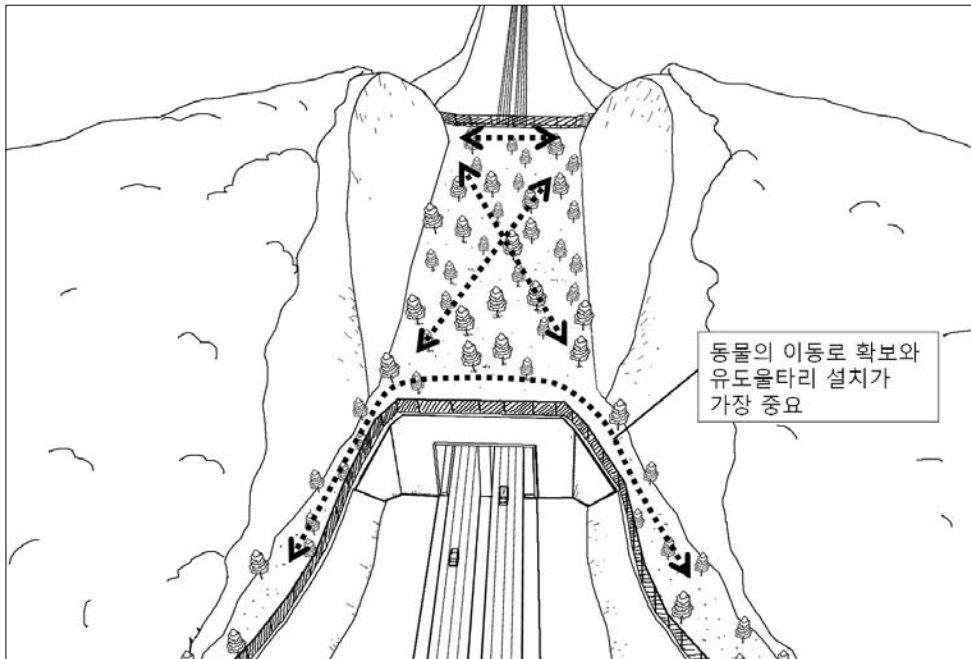


그림 2-14. 개착식 터널의 보완을 통한 육교형 생태통로 조성의 개념도

통로 내 식재지에서의 토심은 아교목과 관목의 안정적인 성장을 고려하여 70cm 이상을 확보하며, 지표면은 양토와 낙엽 등을 이용하여 야생동물이 거부감을 갖지 않도록 하며 초본의 발아와 활착이 용이하도록 한다.

차량의 불빛과 소음의 영향을 줄이는 차단벽을 통로 양편에 설치하고, 차량의 접근은 배제하는 것을 원칙으로 하며, 보행자가 생태통로를 이용할 수 있도록 조성하는 경우에는 보행자 동선을 폭 3m 이내의 흙길로 조성한다.

이때 야생동물과 보행자의 동선을 성토와 식재 등의 기법을 통해 공간적으로 분리하고 유도울타리를 설치하여 생태통로로의 유도 및 로드킬 예방을 도모한다.

생태통로 조성을 위해 임시로 만들어진 도로는 원상태로 복구하고 생태통로의 진입부에는 향후 차량의 진입이 불가하도록 큰 돌과 같은 차단물을 배치한다.



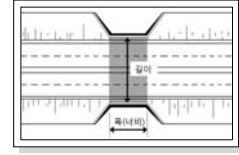
그림 2-15. 개착식 터널의 정면 모습



그림 2-16. 개착식 터널 위의 식재 모습

나. 터널형 생태통로

1) 포유류용 통로



- 모든 야생동물의 이용이 가능하도록 개방도 0.7이상의 규격으로 조성하되, 성토 높이가 15m를 초과할 경우 개방도를 0.6이상으로 조정할 수 있다.(개방도 = 통로 단면적 / 통로 길이)
- 수로 위치에 설치 시 수로의 연간 최대용량보다 훨씬 큰 규모로 설계하여 통로 내에 물이 흐르지 않는 바닥 부분이 항상 존재하도록 한다.

통로의 맞은편이 시각적으로 트이도록 한다. 좁은 통로를 이용하는 동물이 건너편의 환경을 미리 인지함으로서 통로 진입 시의 거부감을 줄이는데 도움이 된다.

통로의 높이는 2m 이상으로 하며, 왕복4차선 이상의 도로에서는 가급적 3m 이상으로 한다.

보행자와 차량의 접근과 이용을 최대한 배제하도록 설치하며, 통로의 내부는 경사가 최대한 완만하되 배수가 잘되어 안에 물이 고이지 않아야 하며, 빗물 등의 흐르는 물에 내부의 흙이 쓸려 내려가지 않도록 하여야 한다. 바닥에는 배수가 잘되는 흙을 10cm 이상 깔아준다.

진입부는 인접한 자연지형과 자연스럽게 연결되도록 경사가 급하지 않도록 조성한다. 진입부의 식생은 주변과 유사하게 식재하되 과밀하지 않아 물리적 또는 시각적으로 이동의 장애가 되어서는 안 된다.

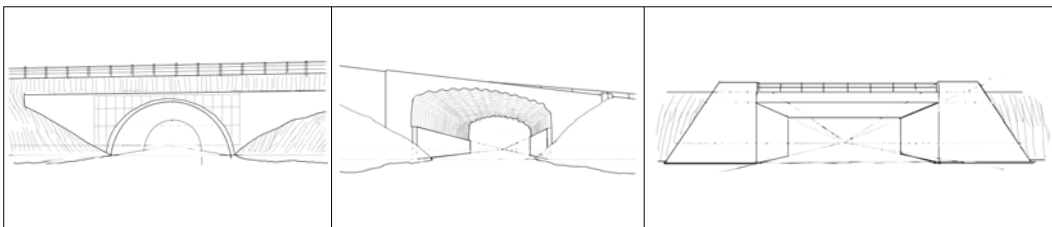


그림 2-17. 개방도 0.7 이상 되는 터널형 생태통로의 일반적인 구조물 유형

폭이 7m 이상인 경우 양서·파충류 및 소형포유류의 이동을 위해 주변의 소규모 도랑을 통로내부로 유도하거나, 나무 그루터기, 돌무더기 등을 길고 연속적으로 배치하고, 유도울타리를 설치하여 생태통로로 유도 및 로드킬 예방을 도모한다.

생태통로 조성을 위해 임시로 만들어진 도로는 원상태로 복구하고 진입부에는 향후 차량의 진입이 불가하도록 큰 돌과 같은 차단물을 배치한다.

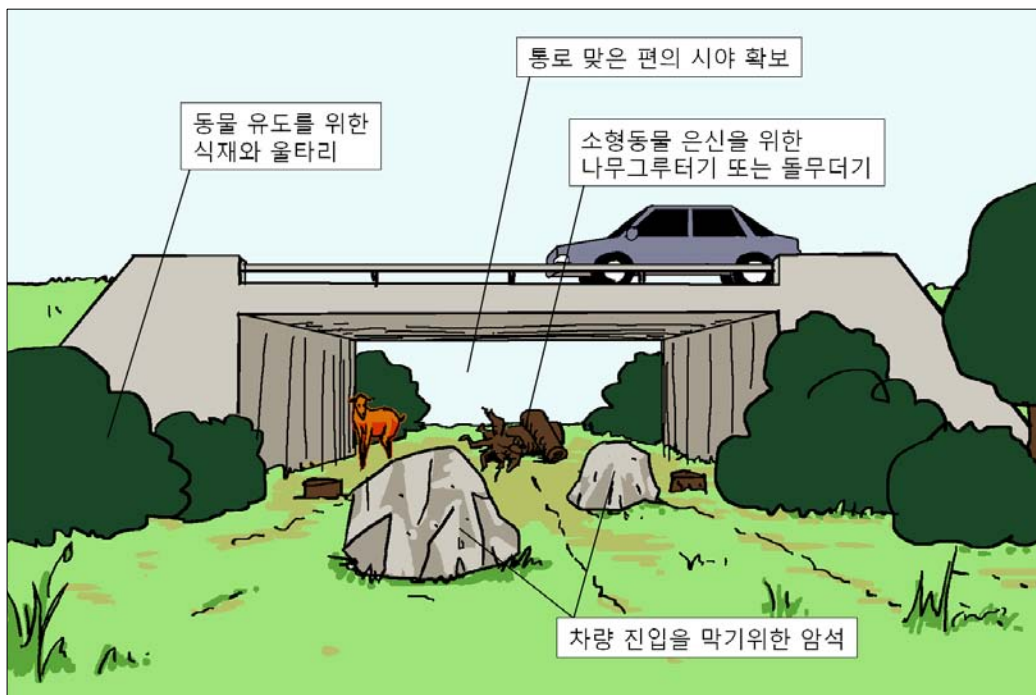


그림 2-18. 터널형 생태통로의 예시 (스케치)



그림 2-19. 수로에 설치한 터널형 생태통로의 예시 (스케치)

※ 수로의 최대용량보다 큰 규모로 설계하여 동물의 이동 가능한 공간이 항상 여유 있어야 한다.

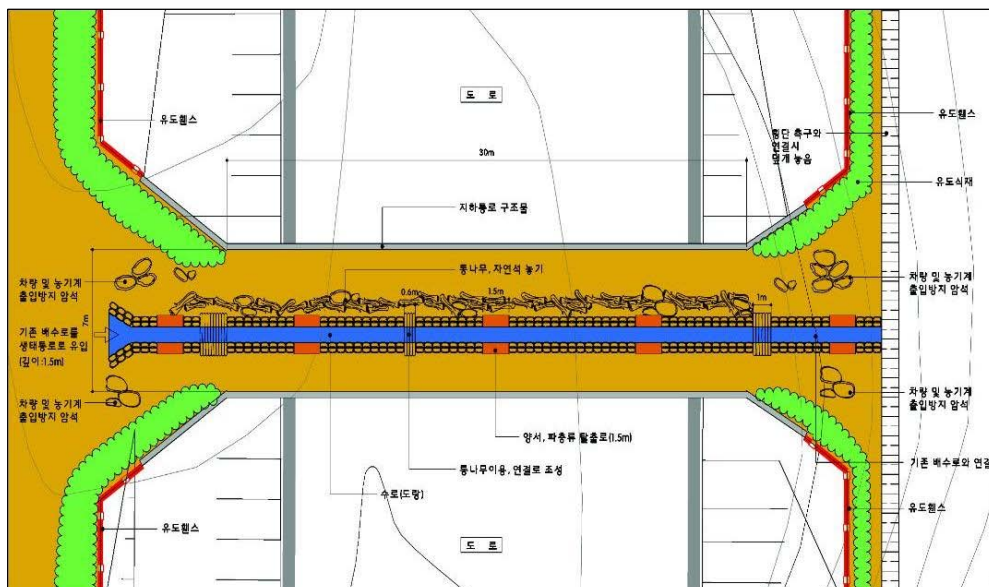


그림 2-20. 터널형 생태통로의 도면 예시 (왕복 4차선 도로, 평면도)

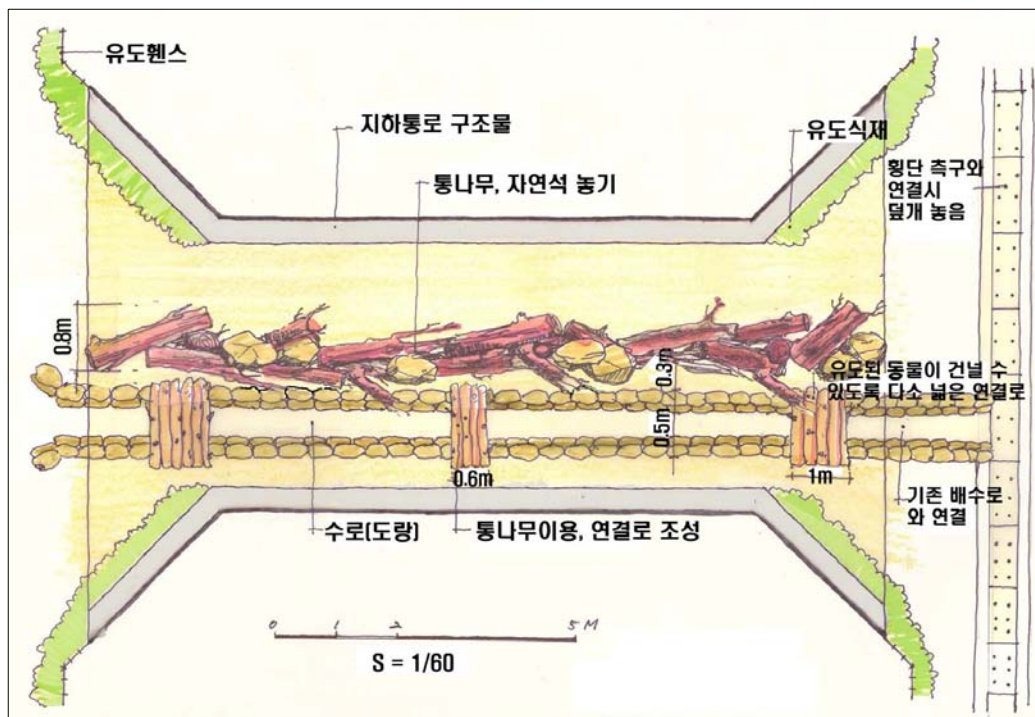


그림 2-21. 터널형 생태통로의 도면 예시 (왕복 2차선 도로, 평면도)

2) 양서·파충류용 통로

- 통로의 규격은 왕복2차선 도로에서는 너비 50cm 이상, 왕복4차선 이상 도로에서는 너비 1m 이상으로 하여 도로의 폭이 넓을수록 넓게 한다.
- 통로 내부에 햇빛이 들어와야 이용률이 높아지는 종을 대상으로 하는 경우에는 천정에 햇빛이 투과할 수 있는 구조로 조성한다.

양서·파충류의 집단 산란지로의 왕래가 단절되거나, 로드킬이 빈번하게 발생될 우려가 있는 곳에 터널형으로 설치한다.

통로 형태는 통로 지면의 넓이를 키울 수 있도록 원형보다는 가급적 사각형 통로를 조성하고, 통로의 너비가 2m 이상일 경우 통로의 진입부와 내부에 나무 그루터기와 돌무더기 등을 배치하여 은신하며 이동할 수 있도록 한다.

통로의 맞은편이 시각적으로 트이도록 한다. 통로를 이용하는 동물이 건너편의 환경을 미리 인지함으로써 통로 진입 시의 거부감을 줄이는데 도움이 된다.

통로의 내부는 배수가 잘되어 안에 물이 고이지 않아야 한다. 통로 내부 바닥면의 경사는 최대한 완만해야 하며, 빗물 등 흐르는 물에 내부의 흙이 쓸려 내려가지 않도록 하여야 한다.

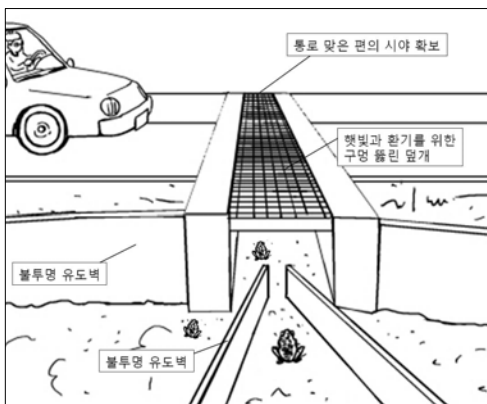


그림 2-22. 햇빛 투과형 양서·파충류 터널의 예시(스케치)



그림 2-23. 햇빛이 투과되지 않는 양서·파충류 터널의 예시(스케치)

생태통로로의 유인을 위해 콘크리트나 플라스틱 등의 불투명 재료로 유도 울타리(유도벽)를 설치한다. 양서류는 울타리 너머가 보일 경우 유도기능이 떨어진다.

진입부의 식생은 주변과 유사하게 식재하되 과밀하지 않아 물리적 또는 시각적으로 이동의 장애가 되어서는 안 된다.

인근에 측구 수로가 있을 경우 생태통로로 유도할 수 있는 지점에 탈출용 경사로를 다수 설치하고, 일부 구간은 측구 수로를 덮개로 덮어 양서·파충류가 수로 위를 횡단할 수 있도록 한다.

특정 종의 양서·파충류를 대상으로 하는 경우에는 관련 전문가의 자문을 통하여 효과적인 통로의 규격, 공사 시기 등의 세부사항을 결정할 수 있다.



그림 2-24. 햇빛 투과형 양서·파충류 터널의 예시(입구부 스케치)

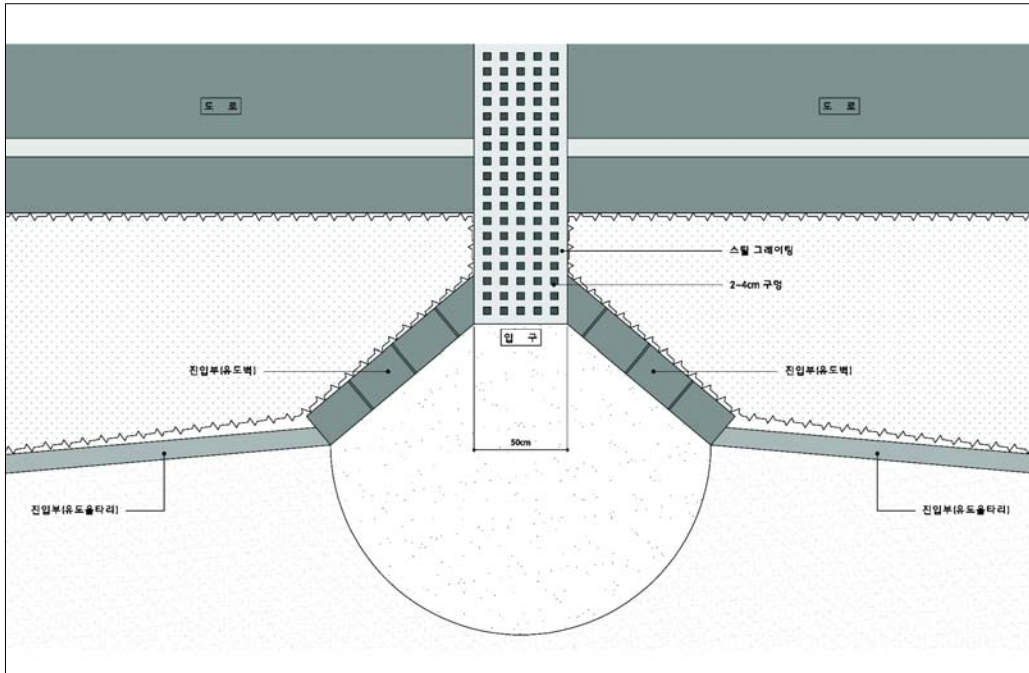


그림 2-25. 양서·파충류 생태통로의 도면 예시 (평면도)

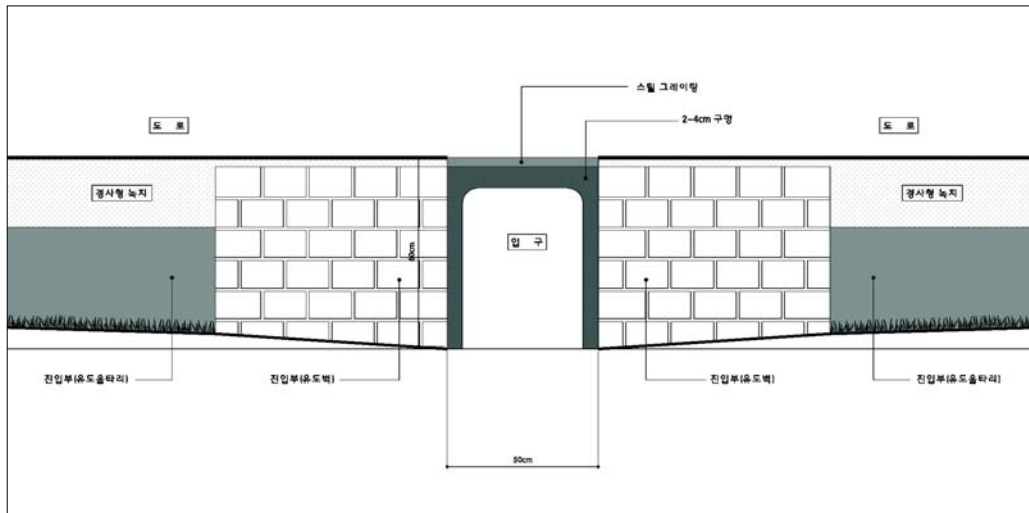


그림 2-26. 양서·파충류 생태통로의 도면 예시 (입면도)

4. 생태통로 관리 및 모니터링

가. 생태통로 관리

생태통로 설치 또는 관리기관에서는 년 1회 이상 현장을 점검하고 시설 등을 보완하여 관리대장(부록 참조)에 기록하여야 한다.

1) 시설 및 식생관리

생태통로는 자연의 변화 및 동태에 맞추어 순응적으로 관리한다. 야생 동물은 시간이 흐름에 따라 시설물에 대한 적응을 하기 때문에 다소 낯아 보이더라도 새것처럼 유지되는 것보다 기능적 측면에서 유리하다.

생태통로 내부와 외부의 식생은 인접지대와 부합되는 식물 및 인접지대에서 자생하고 있는 식물을 식재하거나 자라도록 하고, 충분한 양의 부식토 유지를 유지하며, 야생동물이 이동하는데 어려움이 없을 정도의 식생 밀도와 높이가 유지되어야 한다.

폭우 또는 다른 요인에 의해 토사가 흘러 동물의 이동이 어려워 졌거나 생태통로와 연결된 울타리가 훼손된 경우 신속히 복구하여야 한다.



그림 2-27. 통로 내부 식생이 과밀하여 동물의 원활한 이용이 어려운 사례

2) 기능관리

생태통로 주변서식지 보호, 생태통로 내부 및 주변의 탐방객 출입통제, 생태통로 입·출구 주변의 밀렵행위 관리, 밀렵도구 설치 단속 및 관련시설 철거, 기타 야생동물의 이동을 방해하는 행위에 대한 관리 등을 실시한다.



그림 2-28. 생태통로 진입부 배수로에 탈출용 경사로와 덮개가 설치되지 않아 양서·파충류와 소형포유류의 이동이 어려운 사례

생태통로의 진입부에 차량이나 사람의 출입을 제한하기 위해 설치한 구조물(암석 등)의 기능에 대한 지속적인 확인을 하고 개선·보완한다.



그림 2-29. 차량의 통행을 막기 위해 생태통로 진입부에 암석을 배치한 모범사례 (출처:luell et al, '03.유럽위원회)의 생태통로 해설서, 사진: H. Bekker)

나. 생태통로 모니터링

1) 모니터링 목적

생태통로의 모니터링은 생태통로를 조성한 후에 발생하는 효과와 문제점을 파악하기 위하여 실시한다.

이를 통하여 생태통로를 제대로 이용하지 못하는 동물을 위한 개선안을 제시하고, 생태통로와 유도울타리 인근지역에서 로드킬이 발생하는 동물에 대한 대책을 세울 수가 있다.

2) 모니터링 방법

생태통로의 모니터링은 인접지역에 서식하는 동물종의 확인, 생태통로를 이용하는 동물종의 확인, 해당 도로에서의 로드킬 현황 파악을 포함한다.

모니터링 방법은 족적판을 이용한 발자국 조사, 무인센서카메라, 원격무선추적, 포획 후 재포획, 눈 위의 발자국 조사, 로드킬 조사 등이 있다.

생태통로 조성 전에 해당 도로 구간에서 실시된 동물 이동 및 로드킬 관련 모니터링 자료가 있을 경우에는 최대한 동일 방법을 통한 모니터링을 실시하여 생태통로 조성 후의 효과를 조성 전과 비교 확인 할 수 있도록 한다.

모니터링 주기는 조성 후 3년 동안은 계절별 1회 이상 정기적으로 실시하며, 그 이후에는 년 1회 이상 점검한다.

무인센서카메라(CCTV 포함)를 이용하여 모니터링 하는 경우에는 조성 후 3년 동안은 계절별로 1개월 이상 카메라가 작동되도록 하고, 그 이후에는 년 1개월 이상 작동되도록 한다.

3) 모니터링 결과 반영

인접지역에 서식하는 동물종과 생태통로를 이용하는 동물종 확인을 통하여 생태통로를 이용하지 못하거나 이용도가 적은 동물의 여부를 파악하고 이를 해결하기 위한 대책을 수립한다.

또한, 로드킬 발생 중 파악을 통하여 유도울타리 등의 침입방지 시설물에 대한 보완을 실시하고, 생태통로 관리기관에서는 모니터링 결과를 생태통로 관리대장에 정리하여 년 1회 환경부에 제출하여야 한다.



A



B

그림 2-30. 사후 모니터링이 실시되고 있는 사례

A: 바닥에 모래를 깐 족적판을 조성했으며, 벽에는 무인센서카메라가 설치됨

B: 수로박스형 생태통로에 조성된 족적판의 모래를 고르는 모습



그림 2-31. 족적판은 통로 양끝까지 연속되게 설치해야 함



그림 2-32. 너구리 발자국

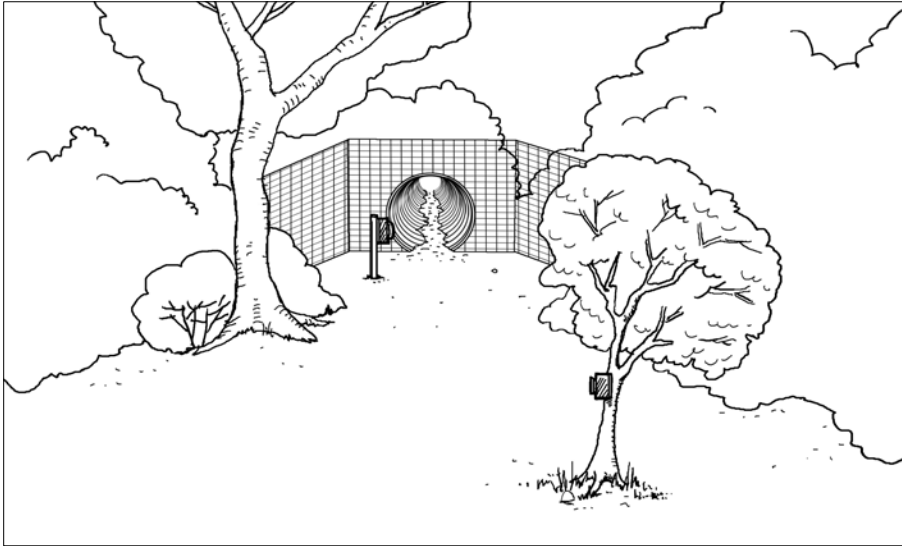


그림 2-33. 생태통로를 이용하지 못하는 종을 파악하기 위한 무인센서 카메라 설치 모습(생태통로의 내부와 외부의 모니터링 함께 실시)

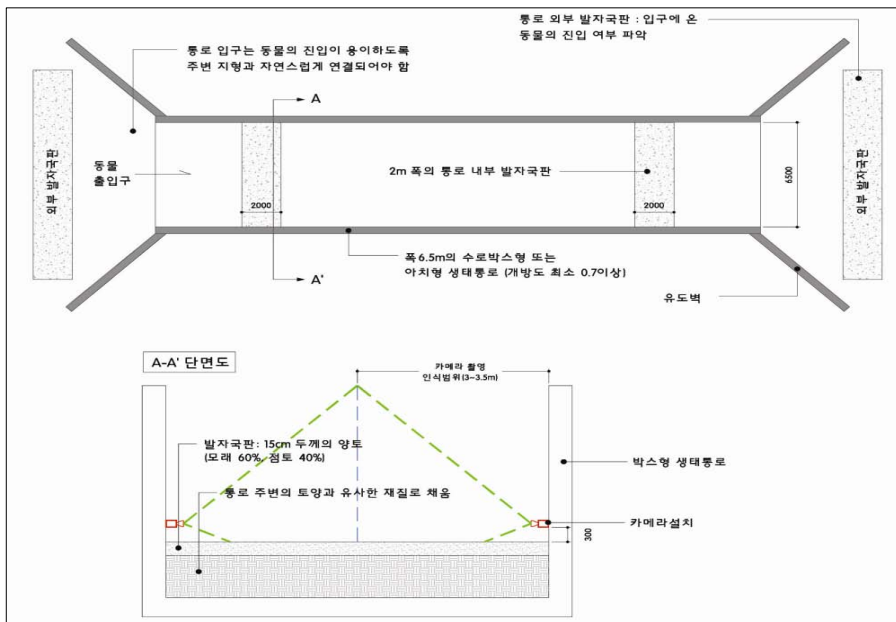


그림 2-34. 터널형 생태통로의 모니터링 예시 (평면도, 단면도)

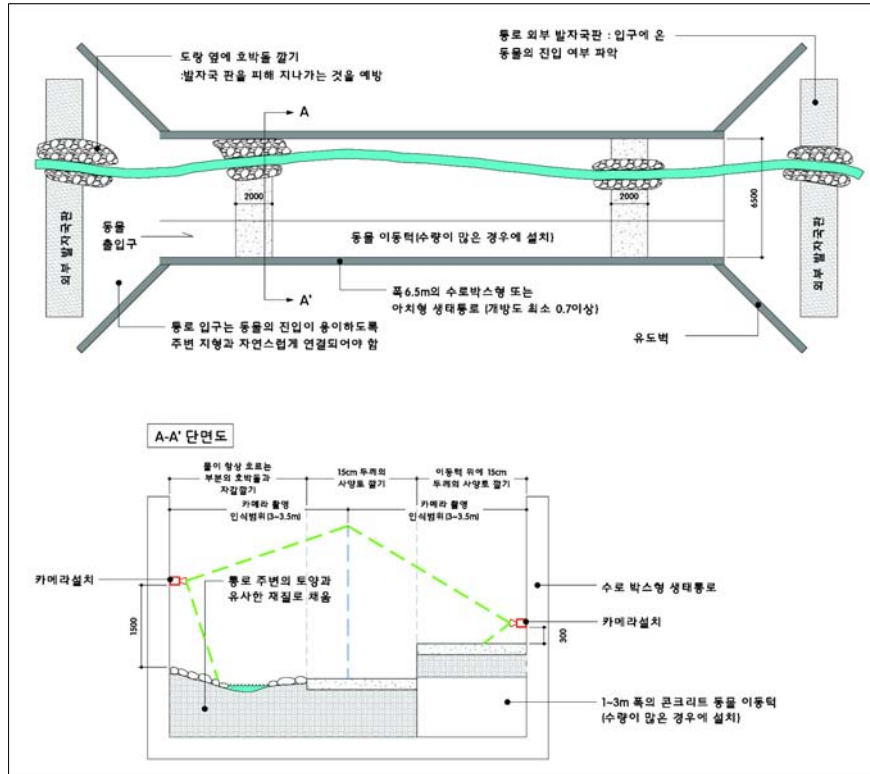


그림 2-35. 수로에 위치한 터널형 생태통로의 모티터링 예시 (평면도, 단면도)

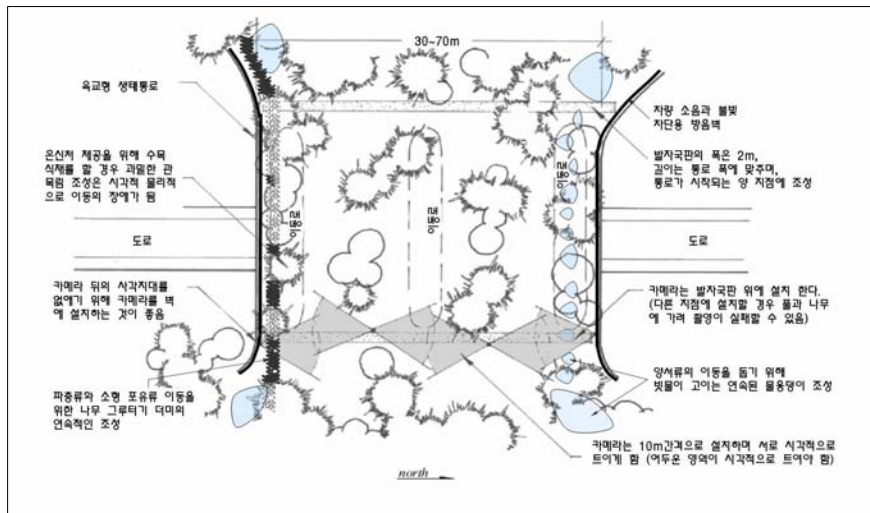


그림 2-36. 육교형 생태통로의 모티터링 예시 (평면도, 단면도)

III. 유도울타리

1. 유도울타리 이해
2. 유도울타리 설치
3. 유도울타리 관리

III. 유도울타리

1. 유도울타리 이해

가. 설치 목적

유도울타리는 야생동물이 도로로 침입하여 발생하는 로드킬을 방지하거나, 동물들을 생태통로까지 안전하게 유도하기 위하여 설치한다.

나. 시설 분류

유도울타리의 종류는 목표종에 따라 포유류 울타리, 양서·파충류 울타리, 일체형 울타리(포유류와 양서·파충류 모두 대상)로 구분할 수 있으며, 망의 형태에 따라 능형, 방형, 가시철선형으로 구분할 수 있다.

또한 설치방법에 따라 포유류를 대상으로 하는 울타리의 하단부에 양서·파충류 망을 덧대어 시공하는 경우와 포유류 울타리와 양서·파충류망이 일체형으로 제작된 울타리를 설치하는 방법이 있다.

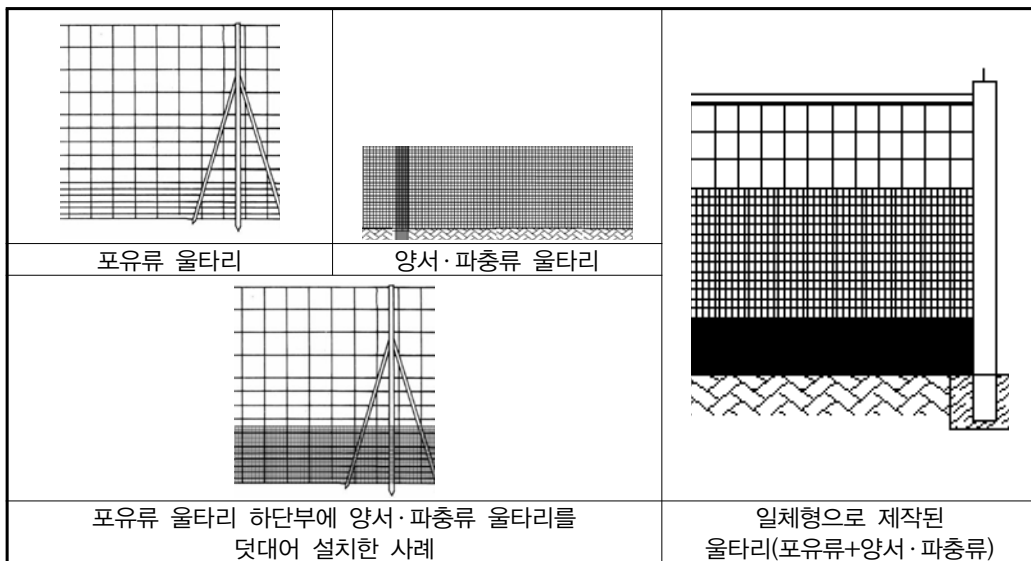


그림 3-1. 및 목표종 및 설치방법에 따른 울타리 분류

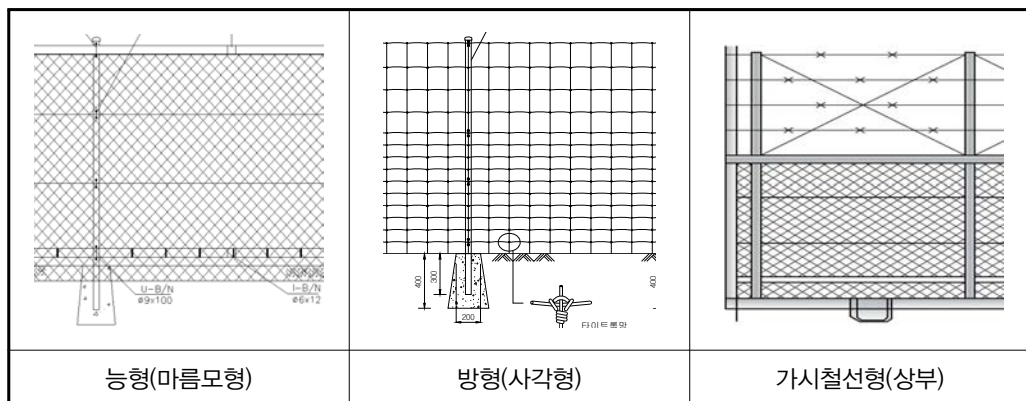


그림 3-2. 망(mesh)의 형태에 따른 울타리 분류

다. 부대시설

유도울타리의 설치만으로는 도로 주변의 지형 및 제반 여건으로 인하여 완벽하게 동물의 진입을 막지 못하는 경우가 있다. 이러한 경우 도로 안으로 들어온 동물은 울타리 안에 갇혀 도로 밖으로 빠져나가지 못하고 로드킬로 사망할 가능성이 매우 높아진다.

또한 울타리 밖에 있는 도로 시설물의 관리를 위해서는 울타리를 통한 사람의 출입이 필요하며, 이때 출입문이 닫혀있지 않으면 울타리를 따라 이동하던 동물이 안으로 들어와 로드킬이 빈번하게 발생될 수 있다.

한편, 일반적인 국도나 지방도의 평면교차로 구간이나 농경지 등으로의 진입로가 있는 곳은 울타리를 설치하지 못하기 때문에 이를 통한 동물의 진입으로 인해 로드킬이 지속적으로 발생하는 경향이 있다.

유도울타리의 이러한 문제점들을 해결하기 위해 울타리 안에 들어온 동물이 쉽게 빠져나갈 수 있게 하는 탈출용 경사로, 야생동물의 진입이 어려운 출입문과 침입방지 노면 등의 부대시설이 유도울타리와 함께 조성된다.

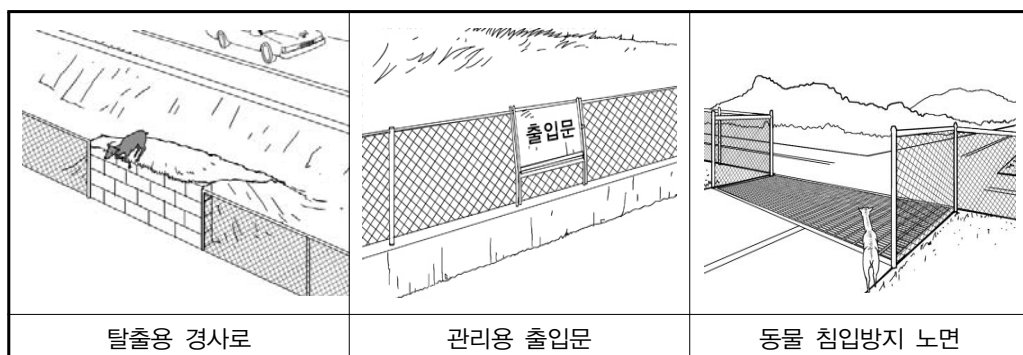


그림 3-3. 유도울타리의 부대시설

2. 유도울타리 설치

가. 포유류 울타리

○ 규격

포유류의 로드킬 예방을 위한 울타리의 높이는 1.2~1.5m를 기본으로 한다. 지형에 따라 동물이 뛰어넘기 용이한 구간은 가급적 1.5m 높이로 하고, 종의 특성에 따라 더 높게 할 수 있다.

육교형 생태통로 또는 개방도 0.6 이상의 터널형 생태통로와 연결되는 유도울타리의 높이는 최소 1.5m로 한다.

울타리의 망목(mesh) 규격은 지표면에서 80cm 높이 까지는 상하 간격이 10cm를 넘지 않고, 80cm 높이 이상부터는 20cm를 넘지 않아야 한다.

〈유도울타리 높이 및 망목 규격〉

지면에서의 높이	망목 규격(상하 간격)	비 고
0~40cm	1cm 이내: 양서·파충류 울타리를 덧대어 설치	소형포유류 또는 양서·파충류의 로드킬이 빈번하게 우려되는 구간에 설치
0~80cm	10cm 이내	
80cm 이상	20cm 이내	

○ 설치 위치

울타리의 구체적인 설치 구간은 울타리의 목표종이 되는 동물의 전문가와 협의하여 결정한다.

유도울타리의 위치는 성토비탈면의 식생대가 가급적 야생동물의 은신처 및 이동로의 기능을 할 수 있는 곳으로 결정한다. 즉, 성토비탈면 양쪽이 산림과 연결되어 있는 경우에는 비탈면의 상부 또는 소단에 울타리를 설치한다.

소형포유류의 로드킬이 빈번할 것으로 우려되는 구간에서는 울타리 하단에 양서·파충류를 대상으로 한 울타리를 덧대어 설치할 수 있다. 특히, 산림이나 습지에 접한 왕복2차선 이하의 도로에 울타리를 설치하는 경우에는 하단부에 양서·파충류용 울타리를 덧대어 설치하는 것을 원칙으로 한다.

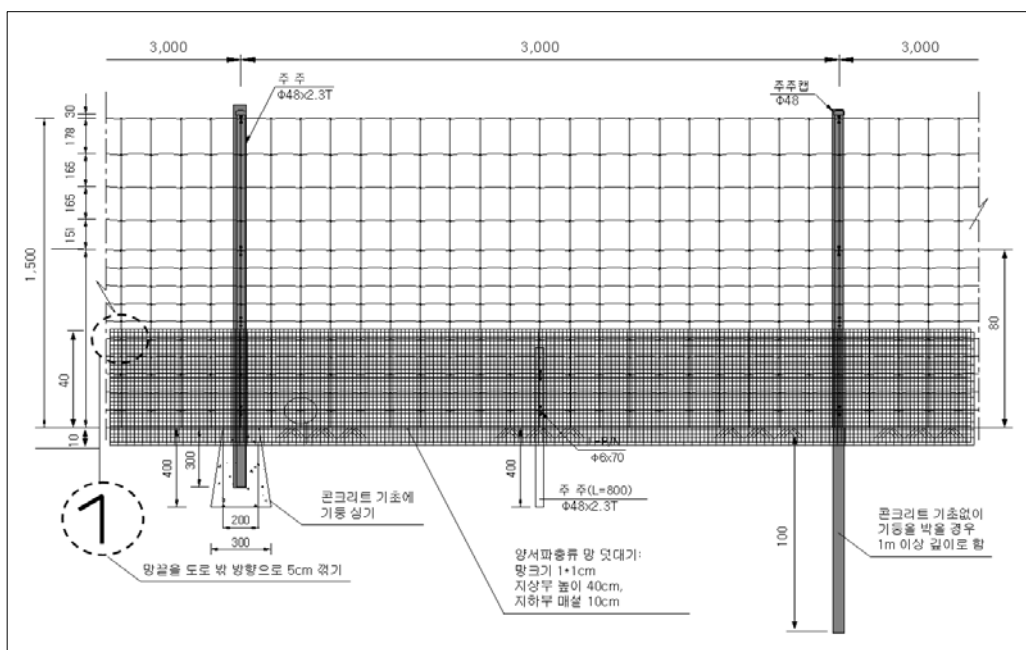


그림 3-4. 유도울타리의 도면 예시

○ 설치 방법

동물이 땅을 파고 침입하는 것을 막기 위해 울타리 아래를 반드시 지표면에 밀착시켜야 하며, 표토의 침식이 우려되는 구간은 땅 속에 10cm 이상 묻히도록 설치한다.

울타리의 시작과 끝은 생태통로, 교량, 옹벽, 낙석방지책 등 1.2m 높이 이상의 울타리 역할을 대신할 수 있는 구조물과 빈틈없이 연결되어야 한다.

울타리 안에 침입한 동물의 탈출을 위해 탈출시설(탈출용 경사로 등)을 조성하며, 울타리의 길이가 100m 이상이고 울타리를 통한 동물의 완전한 침입 방지가 어려운 경우에 조성한다.

울타리의 기둥은 야생동물의 충돌이나 켜와 같은 덩굴성 식물의 무게를 견딜 수 있도록, 지표면의 특성에 따라 콘크리트 기초를 하거나 기둥을 1m 이상의 깊이로 묻히도록 설치한다.

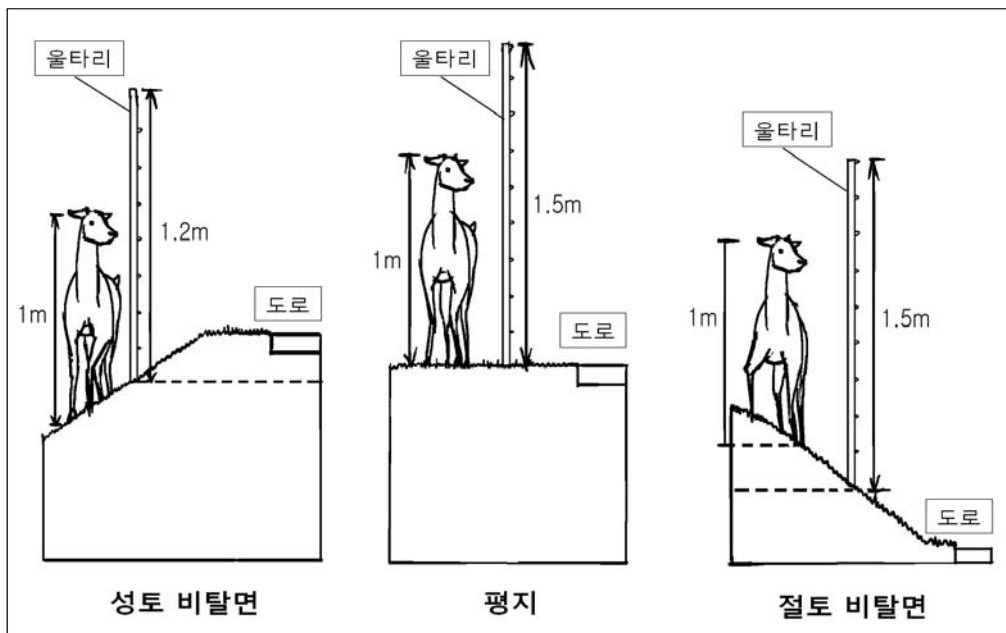


그림 3-5. 지형에 따른 울타리 높이

※ 동물이 뛰어넘기 용이한 구간은 가급적 1.5m 높이로 설치

○ 유도울타리 유형 예시



그림 3-6. 능형 울타리



그림 3-7. 방형 울타리



그림 3-8. 일체형 울타리



그림 3-9. 상단에 가시철선을 덧댄 경우 (미국)



A



B

그림 3-10. 가드레일 하단의 차폐 사례

A: 가드케이블 아래에 덧댄 폐 방현망: 도로 시설물 중 회수된 자재를 재활용한 사례

B: 가드레일 아래에 덧댄 철망: 펜스를 새로 설치하는 것보다 예산이 적게 들며, 폐 방현망의 재활용에 매우 적합할 수 있음

○ 유도울타리 울타리 설치 사례

- 미흡한 사례



A



B

그림 3-11. 울타리의 빈틈 또는 끝부분의 미흡한 사례

- A: 울타리 끝을 통해 동물 진입 가능: 콘크리트 경계석 끝 부분까지 울타리 연장 필요
 B: 동물의 진입이 가능한 로드킬 방지 울타리: 사람 출입이 목적일 경우 바닥에 침입방지 노면 설치 필요

- 잘된 사례



A



B



C



D

그림 3-12. 울타리의 시점과 종점의 마무리가 잘된 사례

- A: 울타리의 끝을 낙석방지책에 연결시켜 로드킬 예방의 공간적 연속성을 유지하였음
 B: 울타리 시작 부분을 생태통로 벽에 밀착시켜 동물을 밖으로 나가지 않고 통로 안으로 유도 함
 C: 울타리가 끝난 빈틈으로 동물이 들어오는 것을 막기 위해 자연석 찰쌓기를 하였음
 D: 울타리 하부가 바닥에 묻혀 동물이 파고들기 어려우며, 울타리의 끝이 가드레일과 밀착되고, 가드레일 아래에 철망이 덧대어 있음

○ 유도울타리 설치 위치

－ 성토부

유형	설치 방법	예시
성토고가 높고 양편이 산림과 연결된 경우	성토 비탈면의 소단을 따라 설치	
성토고가 낮고 양편이 산림과 연결된 경우	성토부 상단에 설치	
한쪽이 개발지와 연결된 경우	성토부 하단에 설치	
성토부 하단에 설치할 경우: 횡단구조물이 생태통로 역할하도록 설치		

표 3-1. 성토부의 유도울타리 설치 방법

※ 성토비탈면의 식생대가 야생동물의 은신처 및 이동로의 기능을 할 수 있도록 울타리의 위치를 결정

- 절토부

유형	설치 방법	예시
절토고가 높은 경우	절토 비탈면의 소단을 따라 설치	
절토고가 낮거나 경사가 완만한 경우	절토부 상단에 설치	
낙석방지책이 있는 경우	낙석방지책과 연결하여 설치	

표 3-2. 절토부의 유도울타리 설치 방법

○ 탈출용 경사로(울타리 탈출구)

－ 설치 사례



그림 3-13. 탈출용 경사로 설치 사례

(출처: Kruidering et al., 2005. 네덜란드의 생태통로 지침서)

－ 스케치 및 도면 예시

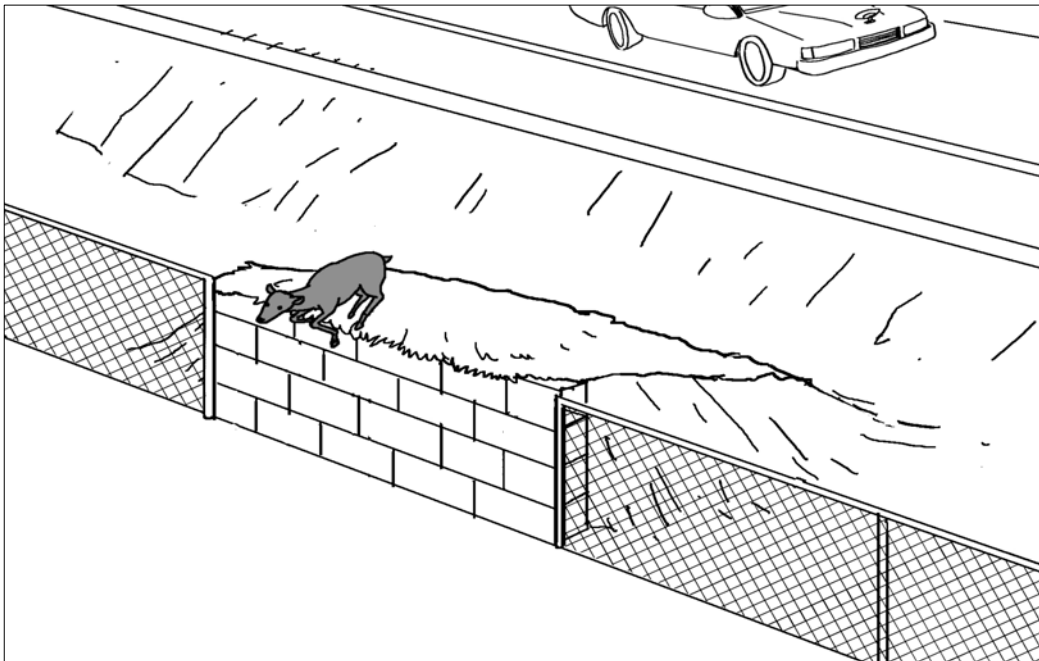


그림 3-14. 탈출용 경사로의 스케치 (개념도)

○ 관리용 출입문

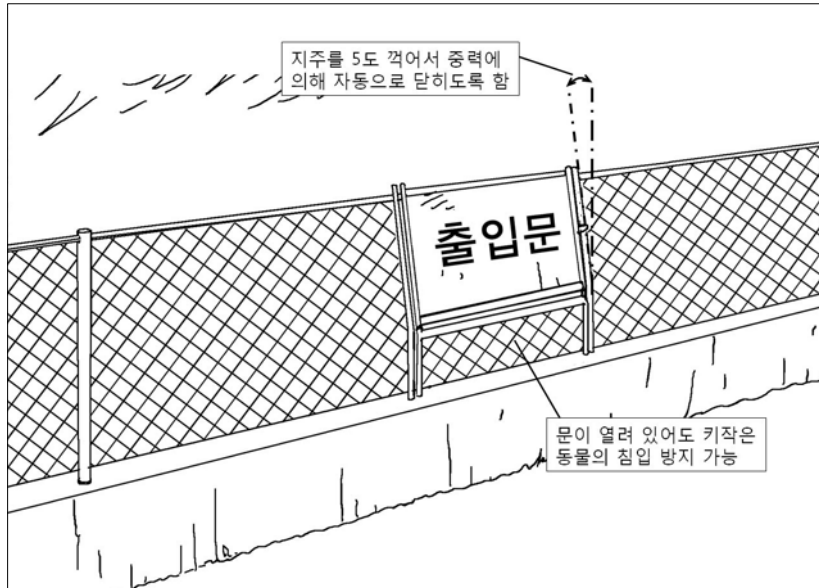


그림 3-15. 유도울타리의 출입문 스케치

※ 출입문이 자동으로 닫히도록 기둥을 5도 정도 꺾어 설치하였으며, 문이 닫히지 않은 경우에도 키 작은 동물이 들어오기 어렵도록 출입문을 울타리 상부에만 설치하였음



그림 3-16. 유도울타리의 출입문 설치 사례

○ 동물침입 방지노면(그레이팅 설치)

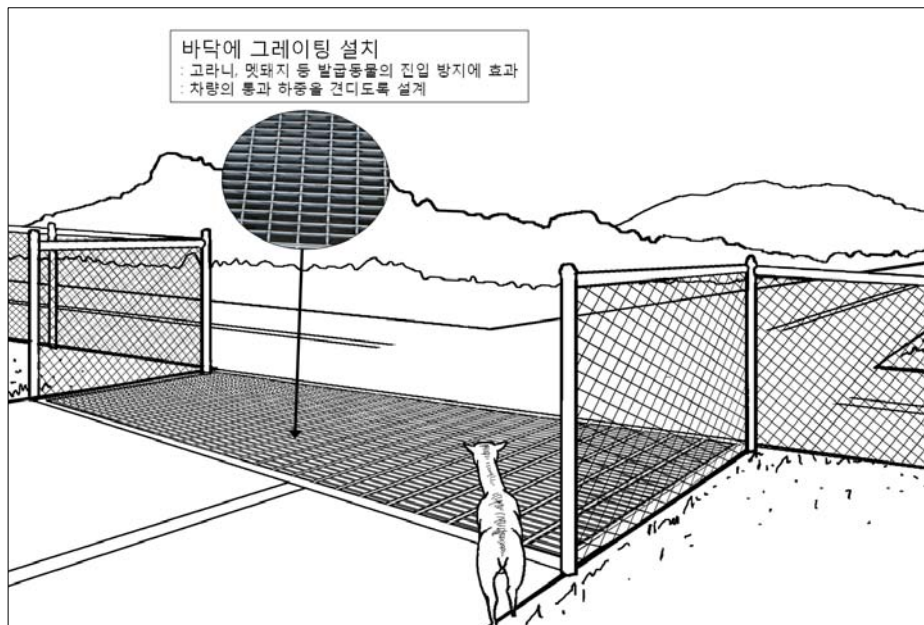


그림 3-17. 노면에 그레이팅을 설치한 동물 침입방지 노면의 사례 (스케치)

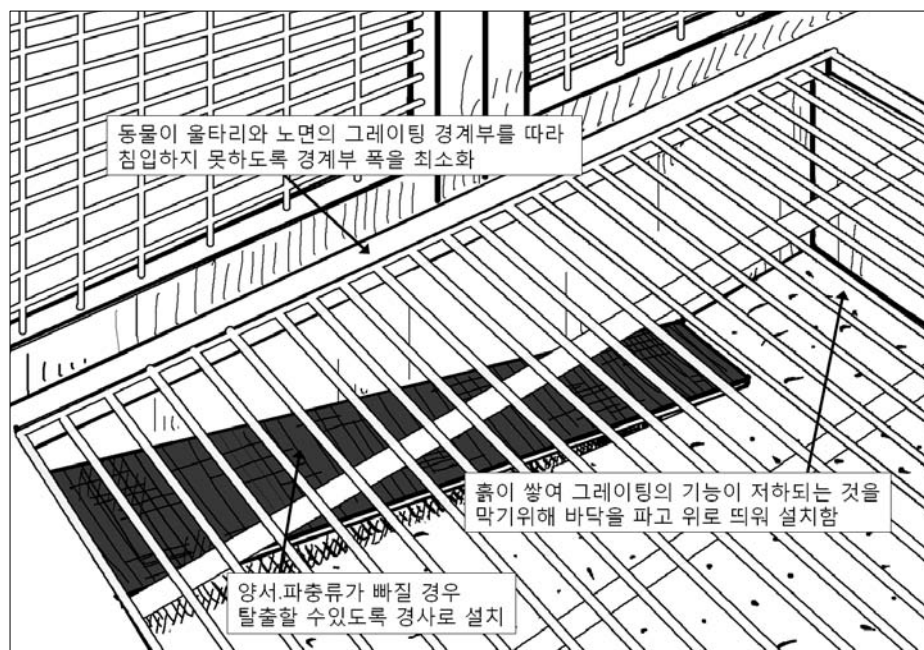


그림 3-18. 동물 침입방지 노면의 세부 모습 (스케치)



그림 3-19. 교차로에 설치된 침입 방지 노면
(장소: 미국 플로리다주 키웨스트)



그림 3-20. 울타리와 그레이팅 경계부를 따라 들어오는 것을 방지
하기 위해 대각선으로 덧대어 설치한 울타리 하단부(장소:
미국 플로리다주)



그림 3-21. 임도 진입부에 설치한 동물 침입방지 노면
(장소: 일본 홋가이도 Shari 에코로드)



그림 3-22. 산책로의 출입문을 대신하여 설치한 침입 방지 노면
(출처: Kruidering et al., 2005. 네덜란드의 생태통로 지침서)

나. 양서·파충류 울타리

○ 규격

울타리의 높이는 40cm 이상으로 하고, 울타리의 망목(mesh) 규격은 주변 동물과 현장 여건을 고려하되 최대 1cm × 1cm 이내로 한다. 포유류를 대상으로 한 울타리 하단에 이를 덧대어 설치 할 수 있다.

○ 설치 위치

양서·파충류용 생태통로 주변 또는 산림이나 습지에 접하여 소형포유류나 양서·파충류의 로드킬이 빈번할 것으로 우려되는 구간에 설치하며, 구체적인 설치 구간은 관련 전문가와 협의하여 결정한다.

○ 설치 방법

울타리의 상부 끝에 직경 30mm 이상의 가로대를 도로 바깥쪽으로 설치 하거나 망의 끝을 도로 바깥쪽으로 5cm 이상을 꺾어 양서·파충류가 쉽게 타고 넘지 못하도록 한다.

동물이 땅을 파고 침입하는 것을 막기 위해 울타리 아래를 반드시 지표면에 밀착시켜야 하며, 표토의 침식이 우려되는 구간은 땅 속에 10cm 이상 묻히도록 설치한다.

울타리의 시작과 끝은 생태통로, 교량, 옹벽, 낙석방지책 등 40cm 높이 이상의 울타리 역할을 대신할 수 있는 구조물과 빈틈없이 연결되어야 한다.

• 설치 시 유의 사항

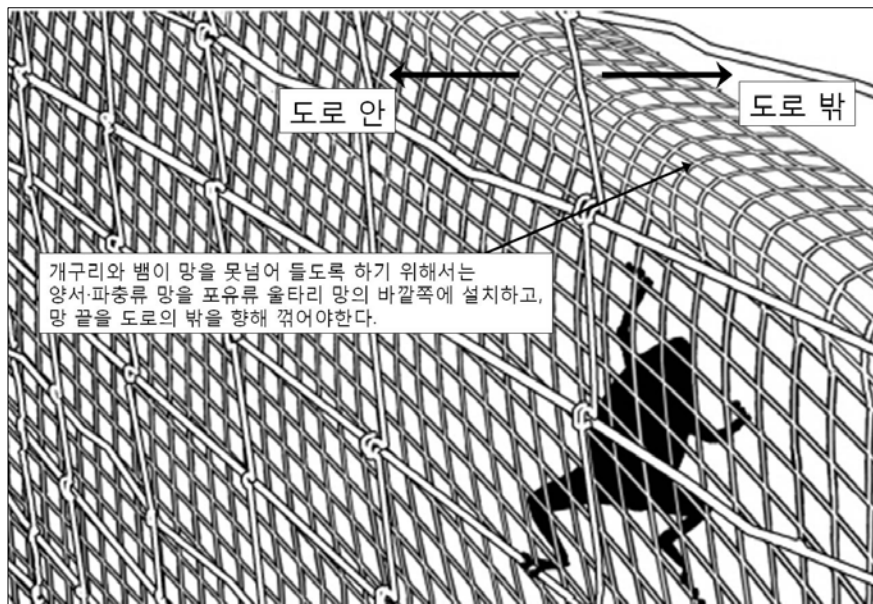


그림 3-23. 양서·파충류 망을 포유류 망에 덧대어 설치할 때의 유의사항 (스케치)



그림 3-24. 잘못된 사례: 상부를 꺾는 대신 PVC 가로대를 설치 하였으나, 도로 안 쪽에 설치하여 양서류가 풀밭에서 도로 안으로 들어오는 것을 예방하기 어렵다.(도로 밖 쪽에 설치하여야 옳음)

- 설치 사례



그림 3-25. 양서·파충류 전용 울타리를 설치한 사례 1



그림 3-26. 양서·파충류 전용 울타리를 설치한 사례 2



그림 3-27. 포유류와 양서·파충류 울타리가 일체형으로 제작된 제품을 설치한 사례



그림 3-28. 능형 울타리 하단부에 조밀망을 덧대고 반원형 PVC 파이프를 달아서 양서·파충류 울타리를 설치한 사례 (조밀망과 PVC 파이프를 풀밭이 있는 능형망 밖으로 설치하였어야 옳음, 사진은 방향이 잘못된 사례임)



그림 3-29. 코팅이나 도금이 부실한 제품을 사용할 경우 녹이 슬어 내구성과 미관을 크게 훼손할 수 있으므로 주의해야 한다.

다. 조류 울타리

조류의 로드킬이 빈번할 것으로 우려되는 구간에는 버스나 트럭 등의 대형 차량의 높이 보다 조류의 비행 높이가 높게 유도하는 울타리, 기둥, 가로수 등을 조성할 수 있다.

조류의 로드킬이 빈번한 구간에서는 가로수 아래의 관목림을 가급적 제거하여 조류가 교목의 상부를 통해서만 이동할 수 있도록 한다.

투명한 재질의 방음벽을 설치하는 경우에는 조류가 방음벽에 부딪히는 것을 방지하기 위하여 벽면에 불투명의 세로 줄무늬가 있도록 한다. 이때 세로 줄무늬의 너비는 2cm 이상, 간격은 10cm 이내로 한다.

• 개념도 및 설치 사례

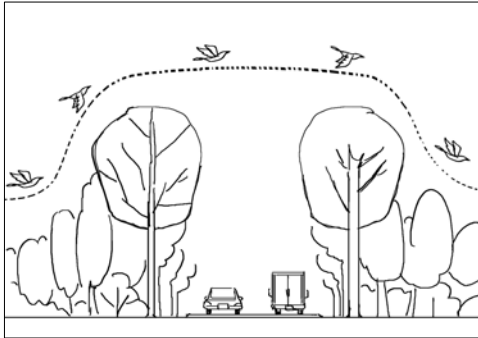


그림 3-30. 조류 로드킬 방지 울타리의 개념도



그림 3-31. 교량 위에 기둥을 세워 조류의 비행 고도를 높인 경우
(자료:Huijser et al., 2008. 미국 생태통로 안내서)



A



B

그림 3-32. 투명 방음벽에 조류가 충돌하는 것을 예방하기 위해 세로 줄의 표식을 해놓은 사례

A: 자료: Ministerio de Medio Ambiente, 2006. 스페인의 생태통로 지침서

B: 자료: Kruidering *et al.*, 2005. 네덜란드의 생태통로 지침서

3. 유도울타리 관리

울타리의 효율성, 야생동물의 유도 기능에 대한 지속적인 확인을 하고 개선·보완한다.

침식 등에 의하여 울타리 하부에 틈이 발생 되었을 경우에는 흙으로 메우거나 동물이 침입하지 못하도록 보완한다.

출입문, 탈출 시설, 침입 방지 시설 등 부대시설의 기능에 대한 지속적인 확인을 하고 개선·보완한다.



그림 3-33. 적절한 관리가 되지 않고 있는 울타리의 사례

- A: 임시야적장의 울타리로 사용된 사례
- B: 내구성이 약하거나 미숙하게 설치한 사례
- C: 열려있는 유도울타리의 관리용 문
- D: 훼손된 후 보수가 되지 않은 사례



그림 3-34. 울타리 하단부 설치 미흡: 콘크리트 기초가 땅 속에 완전히 묻혀야 울타리 하단부를 지면에 밀착시키거나 땅속에 묻을 수 있다.



그림 3-35. 배수로를 지나는 울타리의 하단부 처리: 배수로를 통한 동물 침입을 막기 위해 도로 밖으로만 열리는 경첩을 달아 배수로 안을 막았다.

IV. 기타시설

1. 수로 탈출시설
2. 암거수로 보완시설
3. 도로횡단 보완시설

IV. 기타 시설

1. 수로 탈출시설

가. 설치 목적

소형동물(소형 포유류, 양서류, 파충류)이 도로의 측구 및 배수로 또는 농수로에 빠질 경우 탈출을 도와주기 위해 설치한다.

나. 시설 설치

○ 규격

탈출경사로의 기울기는 30° 이하로 하고, 경사로에서 미끄러지지 않게 울퉁불퉁하게 요철을 만들어 탈출하기 쉽게 한다. 경사로의 요철간격은 뱀류의 특성을 고려하여 5cm 내외로 한다.

탈출경사로의 폭은 최소 30cm 이상으로 하되 측구의 폭이 좁아 설치가 어려운 경우 20cm 이상으로 설치할 수 있다.

○ 설치 위치

습지와 논처럼 수환경이 풍부하거나 양서류의 집단 산란지 또는 이동경로가 노선근처(도로에서 100m이내)에 존재하는 도로 구간에 설치한다.

농수로가 콘크리트 등의 구조물로 구성되어있어서 양서·파충류나 포유류의 탈출이 어려운 구간에 설치한다.

삼림을 통과하는 도로의 땅깍이부를 옹벽으로 길게 처리하여 동물이 자유롭게 오르내리기 어려운 구간에 설치한다.

○ 설치 방법

양서류의 집단 이동 등을 위해 다수의 경사로 조성이 필요한 구간에서는 탈출경사로의 설치 간격을 30m 이내로 한다.

탈출한 양서·파충류가 도로 쪽으로 가지 않기 위해 탈출용 경사로는 측구 배수로의 양쪽 벽면 중 도로 쪽이 아닌 벽면에 설치한다.

필요에 따라 배수로 내에 저류홈을 만들어 탈출구를 찾지 못한 양서·파충류가 한 여름 온도가 올라가도 견딜 수 있고, 잠시 휴식할 수 있는 공간을 제공한다.

암거의 배출구쪽이 하천일 경우 하천제방으로 인해 높이차이가 발생할 수가 있다. 이때에는 유수의 반대방향으로 탈출로를 시설하는 방안이 필요하다.

측구를 횡단하는 복개시설은 소형동물이 도로의 노면으로 올라올 우려가 없는 경우에 설치한다.

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

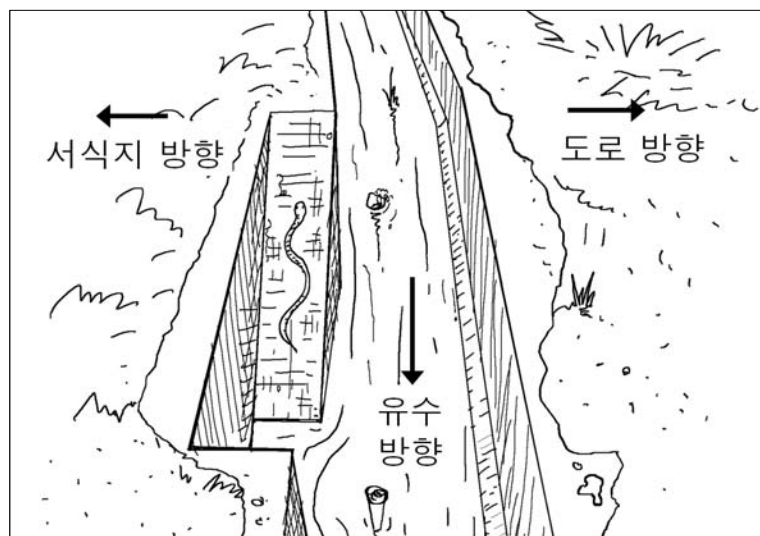


그림 4-1. 배수로 탈출 시설

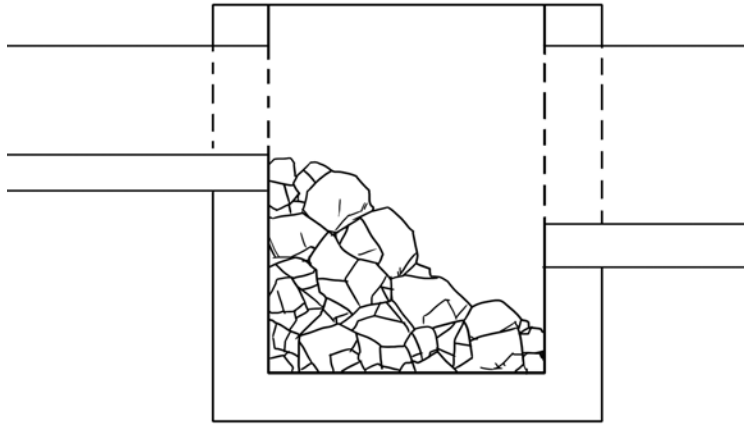


그림 4-2. 집수정에 자연석을 넣은 경우

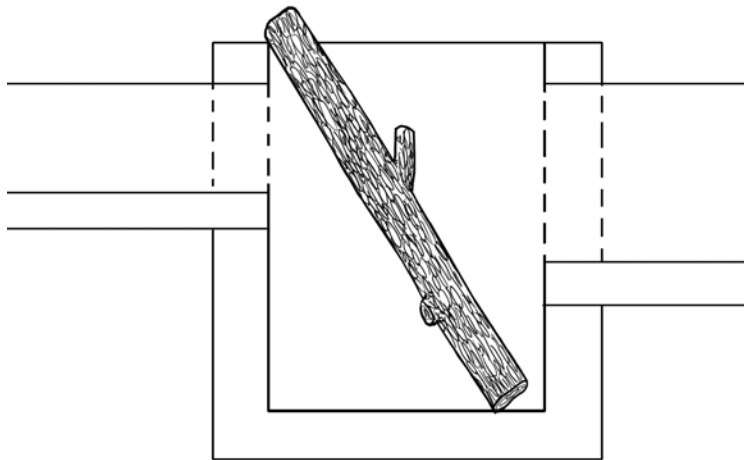


그림 4-3. 인조목(원목은 부식으로 인해 관리가 어려움)을
집수정 안에 기울여 넣어 탈출용 경사로 기능을
한 경우

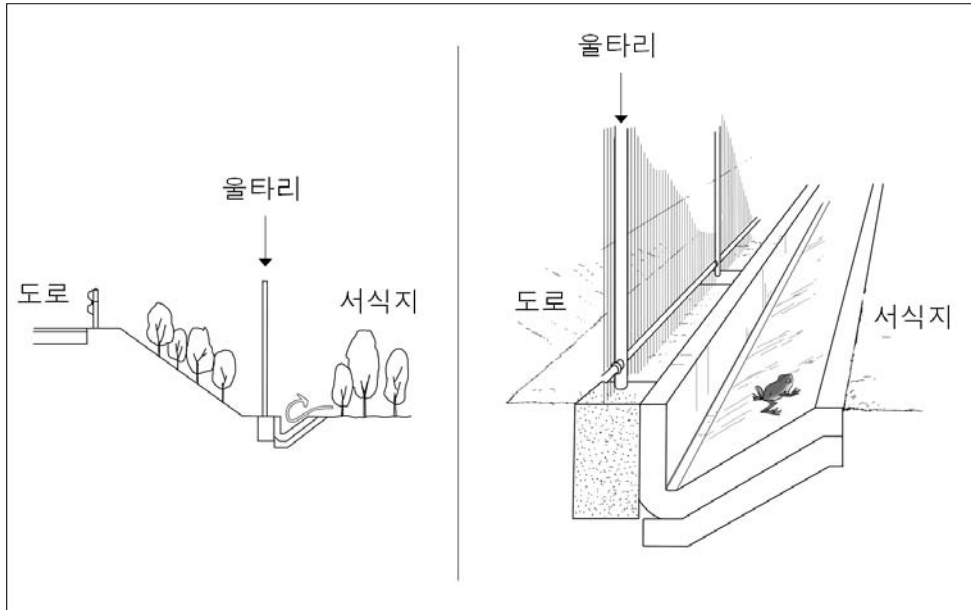


그림 4-4. V자 측구를 통해 도로 쪽으로의 침입을 방지

경사로 폭	300mm	
경사도	20°	30°
경사로 요철간격	100mm	50mm
단면도	너비 30cm, 요철 간격 10cm 20° 측구 경사로 요철 설치도 5mm 100mm 5mm	너비 30cm, 요철 간격 5cm 30° 측구 경사로 요철 설치도 5mm 50mm 5mm

그림 4-5. 배수구 탈출시설의 사례 도면

2. 암거수로 보완시설

가. 설치 목적

암거수로의 보완시설은 암거수로가 생태통로의 기능을 할 수 있도록 보완하기 위해 설치한 시설로서, 야생동물의 이동이 필요한 구간에 있는 기존의 암거수로에 턱이나 선반 등을 설치하여 동물이 물에 빠지지 않고 수로를 건너도록 하거나, 입구부를 야생동물이 진입하기 쉽게 경사로 등을 설치하는 등의 구조개선 시설물을 설치한다.

나. 시설 설치

진입부의 턱이 높아 동물이 진입이 어려울 경우 입구에 완만한 경사로를 설치한다.

통로의 내부가 물에 차있는 기간이 많은 경우에는 통로의 한쪽 또는 양편에 선반이나 턱을 30cm 이상의 으로 설치하여 동물이 물에 빠지지 않고 이용할 수 있도록 한다. 즉, 강수량이 많은 시기에만 일시적으로 물이 차는 수로의 경우에는 설치하지 않아도 된다.

통로의 진입부나 내부에 장애물이 있을 경우 통로의 맞은편이 시각적, 물리적으로 트이도록 제거한다.

설치되는 시설은 홍수와 급류에도 견딜 수 있는 재료로 튼튼하게 설치되어야 하며, 유도울타리를 설치하여 통로로의 유도 및 로드킬 예방을 도모한다.

다. 시설 관리

홍수 철 등 암거수로 보완시설의 기능에 큰 영향을 주는 시기가 지난 후에는 시설의 파손 및 기능의 유지 여부를 확인하고 보수 등의 유지관리를 실시한다.

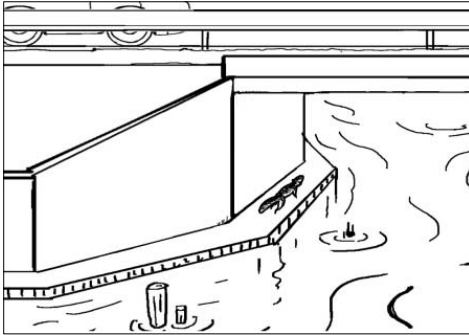


그림 4-6. 암거수로 보완시설의 개념도

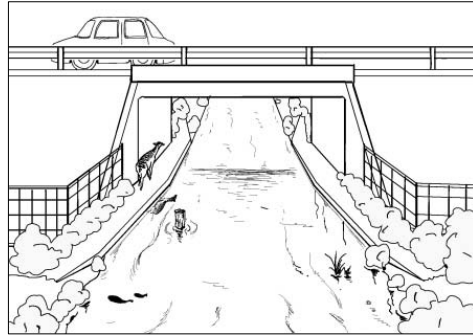


그림 4-7. 교량 하부 보완시설의 개념도



A



B



C



D

그림 4-8. 암거 수로 보완시설의 사례

- A: 수로박스에 콘크리트 이동턱 설치: 입구부가 주변 지형과 자연스럽게 연결된 사례
- B: 수로박스에 콘크리트 이동턱 설치: 이동턱 위에 흙을 깔아 동물의 거부감을 줄인 사례
- C: 수로박스에 콘크리트 이동턱 설치: 입구부 경사면에 미끄럽지 않도록 줄눈(요철)을 만든 사례
- D: 수로박스에 이동턱을 설치한 전경

3. 도로횡단 보완시설

가. 설치 목적

하늘다람쥐와 청설모와 같이 주로 나무 위에서 생활하는 동물은 도로의 폭이 넓지 않은 경우 도로 변에 기둥을 세우거나 도로 양편의 나무에 가로대 등의 간단한 보조시설 만으로도 생태통로 효과를 얻을 수 있다.

특히 하늘다람쥐의 경우 활강하여 도로를 횡단할 수 있기 때문에 산림과 연결되는 도로 양편에 적절한 기둥을 세워주는 것만으로도 효과를 얻을 수 있다.

나. 시설 설치

1) 하늘다람쥐 횡단시설

하늘다람쥐의 로드킬이 우려되며 도로의 양편이 산림과 접한 지점에 설치한다.

도로의 가드레일 밖에 노면으로 부터 10m 이상의 높이가 되는 기둥을 설치한다.

기둥과 산림 또는 가까운 교목의 수관과의 거리는 10m 이내로 하며, 하늘다람쥐가 활강하여 이동하는 기둥과 기둥 사이의 거리는 가급적 20m 이내로 한다. 기둥과 산림과의 거리가 멀 경우 교목 등을 식재하여 거리를 가깝게 한다.

기둥의 외부는 마닐라삼 로프로 감는 등 자연 재료로 마감하여 하늘다람쥐가 활강하여 붙잡기 용이하도록 하고, 기둥의 하단에 담쟁이 등의 덩굴성 식물을 식재하여 기둥의 외부를 항구적으로 감싸고 있도록 한다.

담쟁이 등의 덩굴성 식물은 플라스틱 통 등으로 감싸이도록 하여 도로의 사초 작업에 의해 예초기나 낫에 줄기가 잘리지 않도록 한다.

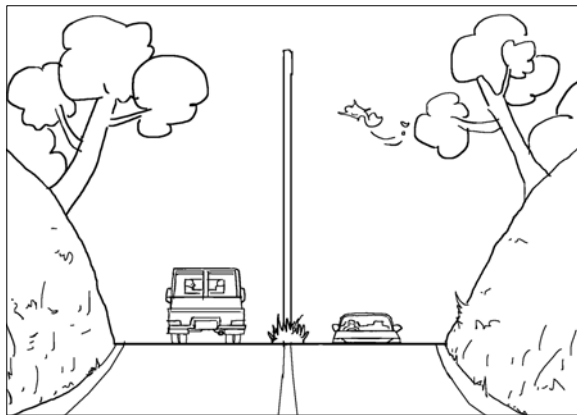


그림 4-9. 하늘다람쥐 횡단시설의 개념도



그림 4-10. 하늘다람쥐 횡단시설 사례



그림 4-11. 횡단시설을 이용해 이동 중인
하늘다람쥐

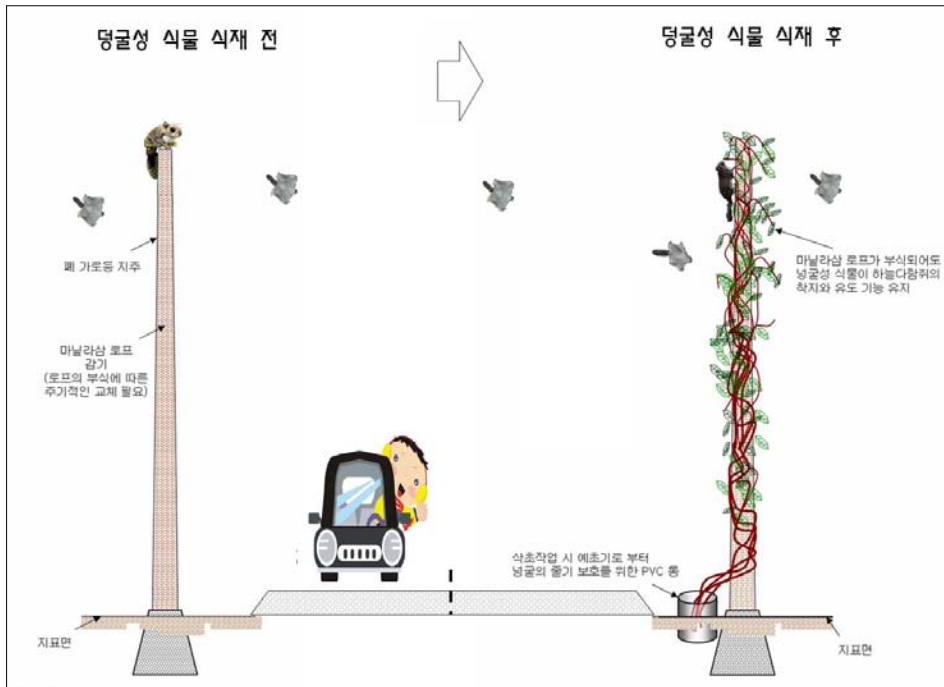


그림 4-12. 덩굴성 식물 식재를 통한 하늘다람쥐 횡단시설의 개선

2) 청설모 횡단시설

청설모의 로드킬이 우려되며 도로의 양편이 산림과 접한 지점에 설치한다.

도로의 가드레일 밖에 노면으로 부터 10m 이상의 높이가 되는 기둥을 도로 양편에 설치하고 청설모가 타고 횡단할 수 있는 가로대로 연결한다.

기둥과 산림 또는 가까운 교목의 가지 끝으로 부터의 거리는 1m 이내로 하며, 청설모가 가로대를 이동하는 기둥과 기둥 사이의 거리는 가급적 20m 이내로 한다. 기둥과 산림과의 거리가 멀 경우 교목 등을 식재하여 거리를 가깝게 한다.

가로대는 아래쪽으로 처지지 않고 미끄럽지 않아서 청설모가 쉽게 붙잡고 뛰어갈 수 있는 재질과 구조여야 한다.

가로대의 높이는 노면에서부터 최소 6m 이상이어야 한다.

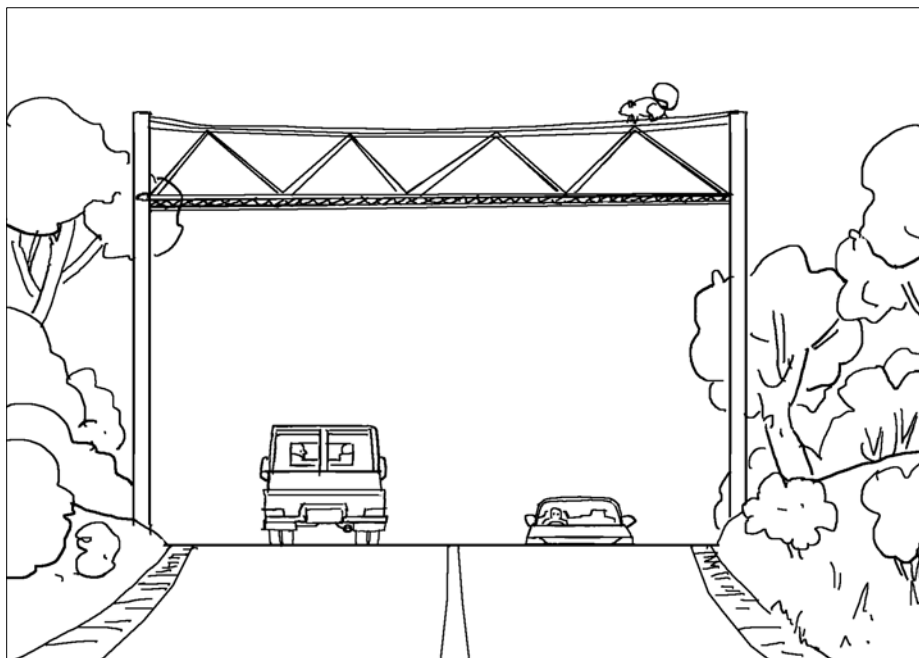


그림 4-13. 청설모 횡단시설의 개념도

부 록

1. 관련 법규 및 지침
2. 생태통로 관리대장
3. 생태통로 및 유도울타리 등 도면 예시
4. 주요 야생동물의 흔적
5. 외국의 생태통로 지침서 및 안내서 목록
6. 국내의 생태통로 및 로드킬 관련 연구보고서 목록

생태통로 설치 및 관리지침

부록 1. 관련 법규 및 지침

주요 법령

■ 자연환경보전법 ■

제2조 (정의)

"생태통로"라 함은 도로·댐·수중보(水中洑)·하구언(河口堰) 등으로 인하여 야생동·식물의 서식지가 단절되거나 훼손 또는 파괴되는 것을 방지하고 야생동·식물의 이동 등 생태계의 연속성 유지를 위하여 설치하는 인공 구조물·식생 등의 생태적 공간을 말한다.

제45조 (생태통로의 설치 등)

- ① 국가 또는 지방자치단체는 개발사업등을 시행하거나 인·허가등을 함에 있어서 야생동·식물의 이동 및 생태적 연속성이 단절되지 아니하도록 생태통로 설치 등의 필요한 조치를 하거나 하게 하여야 한다.
- ② 국가 또는 지방자치단체는 생태통로 설치를 위한 조사연구 및 생태통로 시범사업 또는 생태통로 설치사업을 시행할 수 있다.
- ③ 제1항의 규정에 의한 생태통로의 설치대상지역 및 설치기준 그 밖에 필요한 사항은 환경부령으로 정한다.

■ 자연환경보전법시행규칙 ■

제28조 (생태통로의 설치대상지역 및 설치기준)

- ① 법 제45조제3항의 규정에 따른 생태통로 설치대상지역은 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 지역으로 한다.
 1. 「백두대간보호에 관한 법률」 제6조의 규정에 따른 백두대간보호지역

2. 비무장지대
3. 법 제12조의 규정에 따른 생태·경관보전지역 중 핵심구역 또는 완충구역, 법 제24조의 규정에 따른 시·도생태·경관보전지역
4. 법 제34조의 규정에 따른 생태자연도 1등급 권역
5. 「자연공원법」 제2조제1호의 규정에 따른 자연공원
6. 「야생동·식물보호법」 제27조제1항의 규정에 따른 야생동·식물특별보호구역 및 동법 제33조제1항의 규정에 따른 야생동·식물보호구역
7. 야생동물이 차량에 치어 죽는 사고가 자주 발생하는 지역 등 생태통로의 설치가 필요하다고 인정되어 환경부장관이 고시하는 지역

②법 제45조제3항의 규정에 따른 생태통로의 설치기준은 별표 2와 같다.

[별표 2]

생태통로의 설치기준(제28조제2항관련)

1. 설치지점은 현지조사를 실시하여 설치대상지역 중 야생동물의 이동이 빈번한 지역을 선정하되, 야생동물의 이동특성을 고려하여 설치지점을 적절하게 배분한다.
2. 생태통로를 이용하는 동물들이 통로에 접근할 때 불안감을 느끼지 아니하도록 생태통로 입구와 출구에는 원칙적으로 현지에 자생하는 종을 식수하며, 토양 역시 가능한 한 공사 중 발생한 절토를 사용한다.
3. 생태통로 입구는 지형·지물이나 경관과 조화되게 설치하여 동물의 이동에 지장이 없도록 상부에 식생을 조성한다. 바닥은 자연상태와 유사하게 유지하도록 흙이나 자갈·낙엽 등을 덮는다.
4. 생태통로의 길이가 길수록 폭을 넓게 설치한다.
5. 장차 아교목층 및 교목층의 성장가능성을 고려하여 충분히 피복될 수 있도록 부엽토를 포함한 복토를 충분히 한다.
6. 생태통로 내부에는 다양한 수직적 구조를 가진 아교목·관목·초목 등으로 조성한다.

7. 이동 중 안전을 위하여 생태통로 내부에는 작은 동물이 쉽게 숨거나 그 내부에서 이동하기에 유리하도록 돌무더기나 고사목·그루터기·장작더미 등의 다양한 서식환경과 피난처를 설치한다.
8. 주변의 소음·불빛·오염물질 등 인위적 영향을 최소화하기 위하여 생태통로 양쪽에 차단벽을 설치하되, 목재와 같이 불빛의 반사가 적고 주변환경에 친화적인 소재를 사용한다.
9. 동물이 많이 횡단하는 지점에 동물들이 많이 출현하는 곳임을 알려 속도를 줄이거나 주의하도록 그 지역의 대표적인 동물 모습이 담겨 있는 동물출현표지판을 설치한다.
10. 생태통로 중 수계에 설치된 박스형 암거는 물을 싫어하는 동물도 이동할 수 있도록 양쪽에 선반형 또는 계단형의 구조물을 설치하며, 작은 배수로나 도랑을 설치한다.
11. 배수구 일부 지점에 경사가 완만한 탈출구를 설치하여 작은 동물의 이동이 용이하도록 하고, 미끄럽지 아니한 재질을 사용한다.
12. 야생동물을 생태통로로 유도하여 도로로 침입하는 것을 방지하기 위하여 충분한 길이의 울타리를 도로 양쪽에 설치한다.

관련 법령 및 지침

■ 백두대간보호에관한법률 ■

제7조 (보호지역안에서의 행위제한)

- ①누구든지 보호지역 중 핵심구역안에서는 다음 각호의 1에 해당하는 경우를 제외하고는 건축물의 건축이나 공작물 그 밖의 시설물의 설치, 토지의 형질변경, 토석의 채취 또는 이와 유사한 행위를 하여서는 아니된다.

〈개정 2004.12.31, 2005.5.31〉

3. 생태통로, 자연환경보전·이용시설, 생태복원시설 등 자연환경보전을 위한 시설의 설치

■ 자연공원법 ■

제23조의2 (생태축 우선의 원칙)

도로·철도·삭도·전기통신설비 및 에너지 공급설비 등 대통령령으로 정하는 시설 또는 구조물은 자연공원 안의 생태축(생태축) 및 생태통로를 단절하여 통과하지 못한다. 다만, 해당 행정기관의 장이 지역 여건상 설치가 불가피하다고 인정하는 최소한의 시설 또는 구조물에 관하여 그 불가피한 사유 및 증명자료를 공원관리청에 제출한 경우에는 그 생태축 및 생태통로를 단절하여 통과할 수 있다.

[전문개정 2008.12.31]

■ 자연공원법 시행령 ■

제21조의2(생태축 우선의 원칙 적용대상 시설 등)

법 제23조의2 본문에서 "대통령령이 정하는 시설 또는 구조물"이란 도로·철도·궤도·삭도·전기통신 설비·에너지 공급설비·댐·저수지·수중보(水中湫)·하구언(河口堰) 및 그 밖에 생태축 또는 생태통로를 단절하여 통과하는 시설·구조물로서 환경부령으로 정하는 것을 말한다.

[본조신설 2007.7.4]

■ 도로의 구조시설 기준에 관한 규칙 ■

제43조 (환경시설 등)

- ① 도로건설로 인한 주변 환경피해를 최소화하기 위하여 필요한 경우에는 생태통로(生態通路) 등의 환경영향저감시설을 설치하여야 한다.
- ② 교통량이 많은 도로 주변의 주거지역, 정숙을 요하는 시설이나 공공시설 등이 위치한 지역과 환경보존을 위하여 필요한 지역에는 도로의 바깥쪽에 환경시설대나 방음시설을 설치하여야 한다.

■ 도시공원 및 녹지 등에 관한 법률 시행규칙 ■

제18조(녹지의 설치기준)

①법 제36조제2항의 규정에 의하여 녹지는 법 제35조제1호 내지 제3호의 규정에 의한 녹지의 기능 및 특성에 맞도록 다음 각 호의 기준에 따라 설치되어야 한다. <개정 2008.11.10>

4. 녹지공간과 일상생활의 동선이 연결되도록 하기 위하여 설치하는 연결녹지는 다음 각 목이 정하는 바에 따라 설치하여야 한다.

가. 연결녹지는 다음의 기능을 고려하여 설치할 것

(1) 비교적 규모가 큰 숲으로 이어지거나 하천을 따라 조성되는 상징적인 녹지축 혹은 생태통로가 되도록 할 것

■ 환경친화적인도로건설지침 3.2 동·식물 ■

－ 내용 생략

■ 조경설계기준 제24장 생태통로 ('07, 건설교통부) ■

－ 내용 생략

부록 2. 생태통로 관리대장

생태통로 관리대장 (설치기관 작성)

주 공 작 후 작 성	등록번호			준공년도			설치비용	원		
	설치기관				관리기관					
	관련 회사	감리			설계			시공		
	자문 전문가	위치선정			설계			시공		
	주 이용대상	동물만 이용□, 수로기능 겸용□, 사람 통행로 존재□ 목표종 있음□(동물명:), 목표종 없음□								
	위치	주소	도(광역시)		군(시)	면(동)		리		
		도로명(도로번호)					생태통로명			
		도로 차선 수	왕복 차선							
		좌표(WGS 84) 위도:					경도:			
	주변 환경	연결된 서식지	산림-산림□, 산림-하천(습지)□, 산림-농경지□, 산림-주거지□, 기타:							
		지역 환경	산악지역□, 농촌지역□, 도시 외곽□, 도시 내부□, 기타:							
	조성 근거	환경영향평가□, 중앙정부 계획□, 지자체 계획□, 민원 등 시민참여□, 기타:								
	사전 조사	로드킬□ (주요 종:), 동물 횡단□, 주변 동물상□, 기타(), 없음□								
	조성 시기	도로 건설 당시□, 도로 건설 이후□, 기존도로 개선 및 확장공사□, 기타:								
	조성 기법	신규조성□, 수로박스 등 생태통로가 아닌 기존 구조물 개선□ (기존 구조물 유형:)								
	유형 및 규격	육교형□				터널형(지하통로형)□				
		길이: m,	너비: m		입구면적: m ² ,		길이: m			
	터널형 경우 (형태구분)	교량 하부형□		사각형□		원형□		아치형□		
		높이/길이 / m	너비/높이/길이 / / m		지름/길이 / m		지름/높이/길이 / / / m			
	생태통로 사진									
전경사진					내부사진					
기타 사진 1					기타 사진 2					
사진설명:					사진설명:					

생태통로 관리대장 (관리기관 작성)

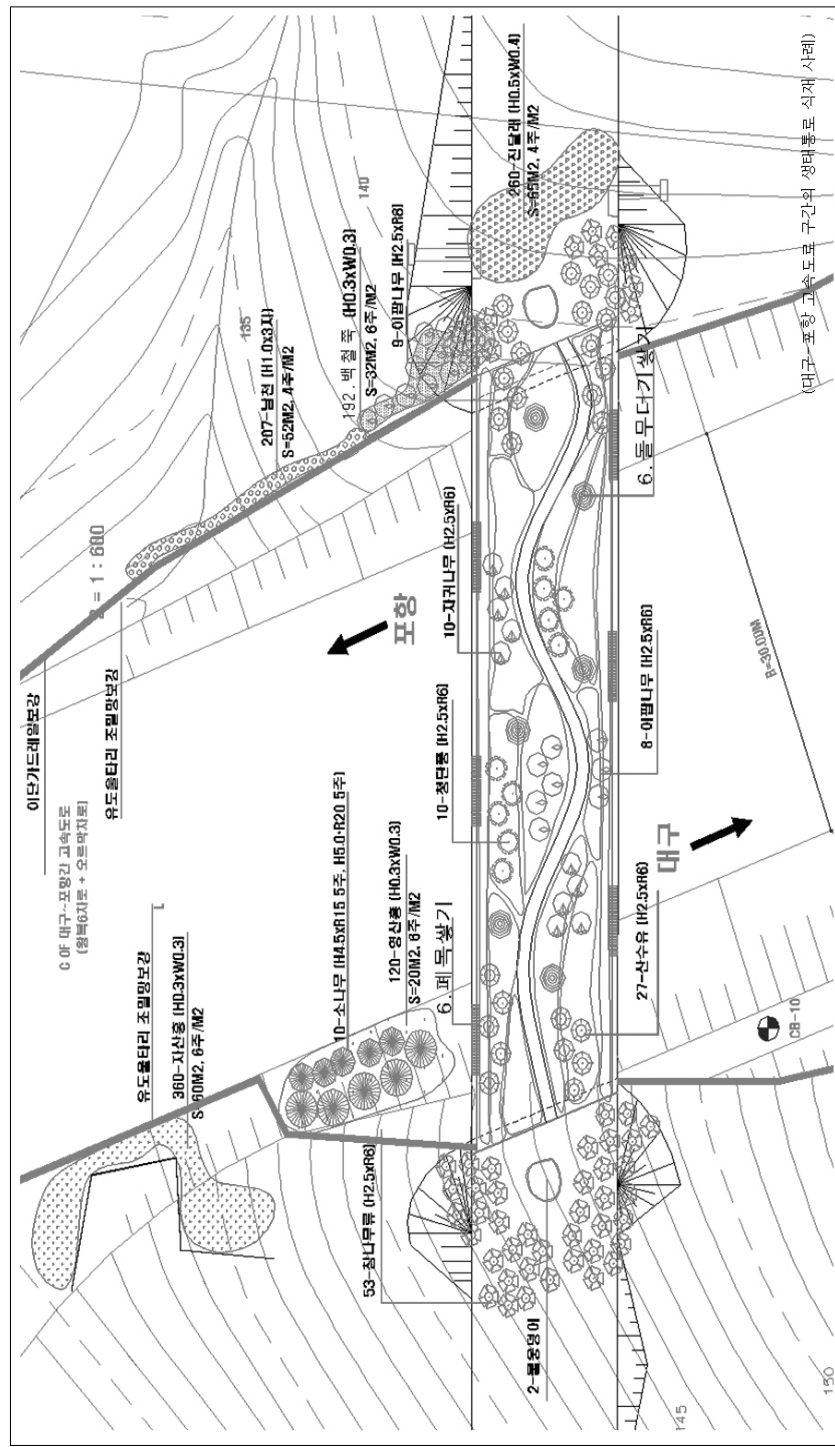
기 본	등록번호			준공년도			설치기관			
	위치	주소	도(광역시)		군(시)		면(동)		리	
		도로명(도로번호)			생태통로명					
		도로 차선 수	왕복	차선	좌표(WGS 84)	위도:	경도:			
항 목	조성 기법	신규조성□, 수로박스 등 생태통로가 아닌 기존 구조물 개선□, 펜스만 설치□, 기타:								
	유형 및 규격	육교형□			터널형□, 양서·파충류 통로□					
		길이: m, 너비 m	입구면적: m ² (너비 m, 높이 m), 길이: m							
준 공 후 년 1 회 작 성	20 년	개선사항								
		기타 사항								
	20 년	개선사항								
		기타 사항								
	20 년	개선사항								
		기타 사항								
	20 년	개선사항								
		기타 사항								
	20 년	개선사항								
		기타 사항								
	※ 년도별 개선 사유, 개선 내용, 투입 예산, 기타 언급 사항 등을 기입									

생태통로 관리대장 (모니터링 기관 작성)

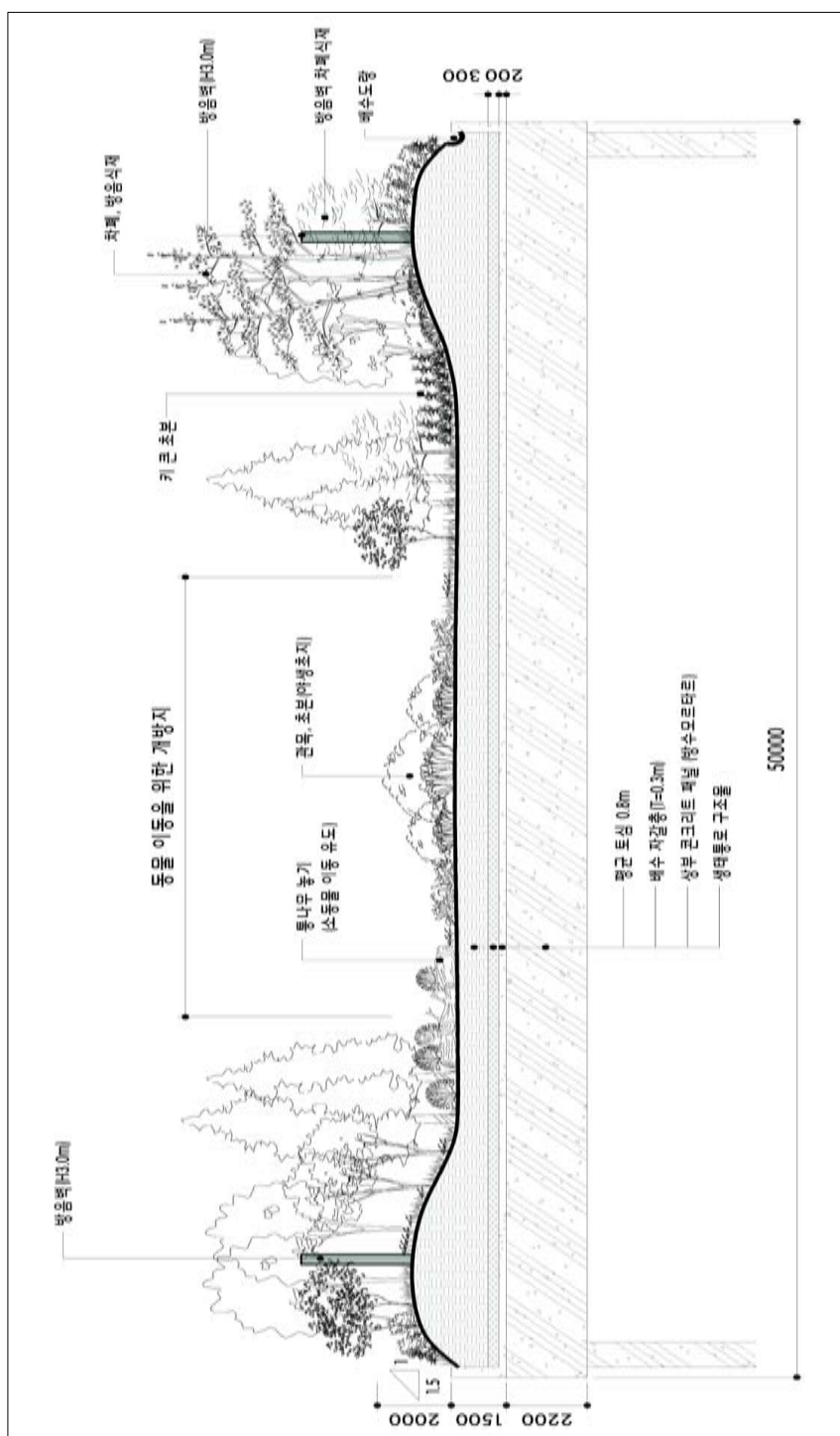
기 본 항 목	등록번호			준공년도			설치기관			
	위 치	주소		도(광역시) 군(시) 면(동) 리						
		도로명(도로번호)				생태통로명				
		도로 차선 수	왕복 차선	좌표(WGS 84)위도: 경도:						
	조성 기법	신규조성□, 수로박스 등 생태통로가 아닌 기존 구조물 개선□, 펜스만 설치□, 기타:								
유 형 및 규 격	육교형□			터널형□, 양서·파충류 통로□						
	길이: m, 너비 m			입구면적: m²(너비 m, 높이 m), 길이: m						
매 모 니 터 링 후 기 록	모니터링	기간			수행자	성명: 소속:				
	방법	족적판□, 센서카메라(스틸)□, 센서카메라(동영상)□, 로드킬□, 기타(), 시설없음□								
	이용 확인 중				이용빈도 높은 중		1. 2.			
	멸종위기종 이용빈도	동물명()		매일 다수□, 일 1~2회□, 주 2~5회□, 월 1~4회□, 극히 적음□						
	고라니, 멧돼지 등 발굽동물 이용빈도			매일 다수□, 일 1~2회□, 주 2~5회□, 월 1~4회□, 극히 적음□						
	사람 이용 빈도		매일 다수□, 일 1~2회□, 주 2~5회□, 월 1~4회□, 극히 적음□							
	로드킬 현황									
	모니터링 결과 설명									
	문제점 및 제안사항									
	유도 울타리	연결 및 유도: 우수□, 보통□, 나쁨□		훼손 구간: 있음□, 없음□		울타리 높이: cm				
	참고 사진(동물 흔적 및 관리 상태 관련 사진)									
	사진 1					사진 2				
	사진 설명:					사진 설명:				
	사진 3					사진 4				
사진 설명:					사진 설명:					

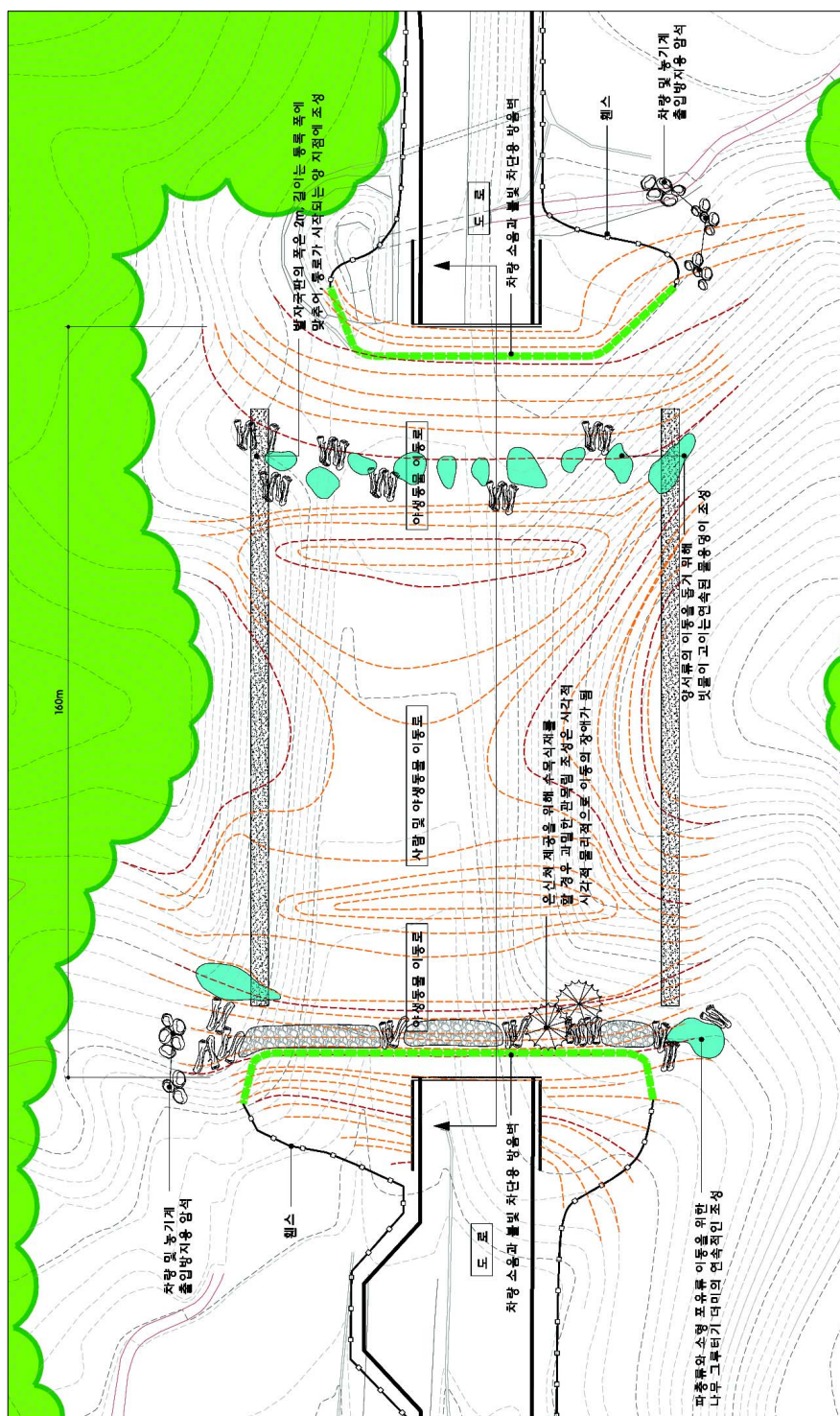
부록 3. 생태통로 및 유도울타리 등 설계도면 예시

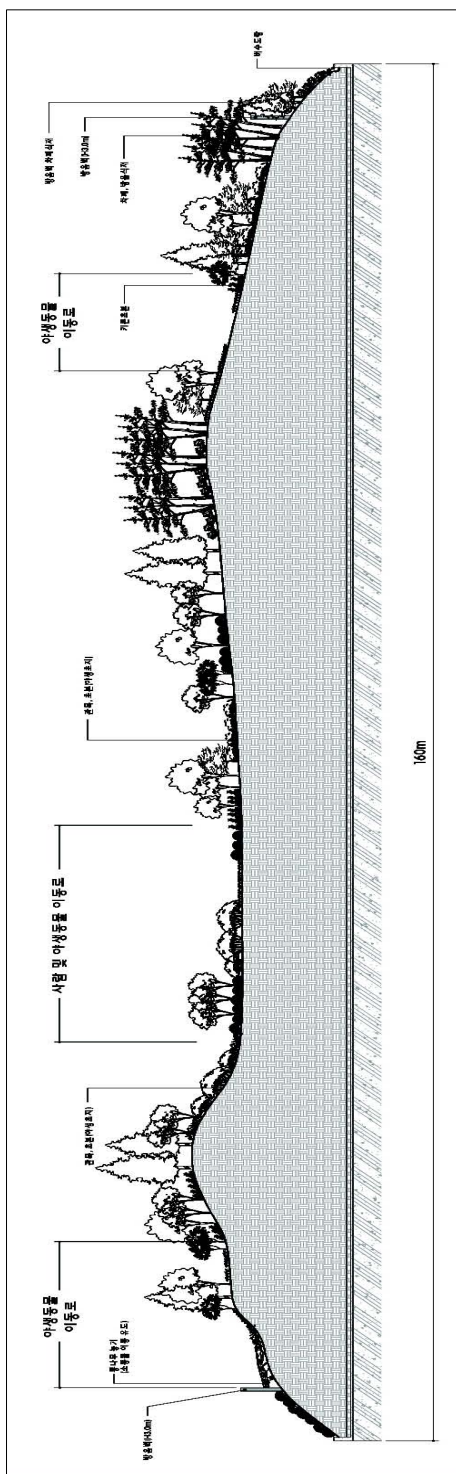
육교형 생태통로 식재설계(폭 12m)



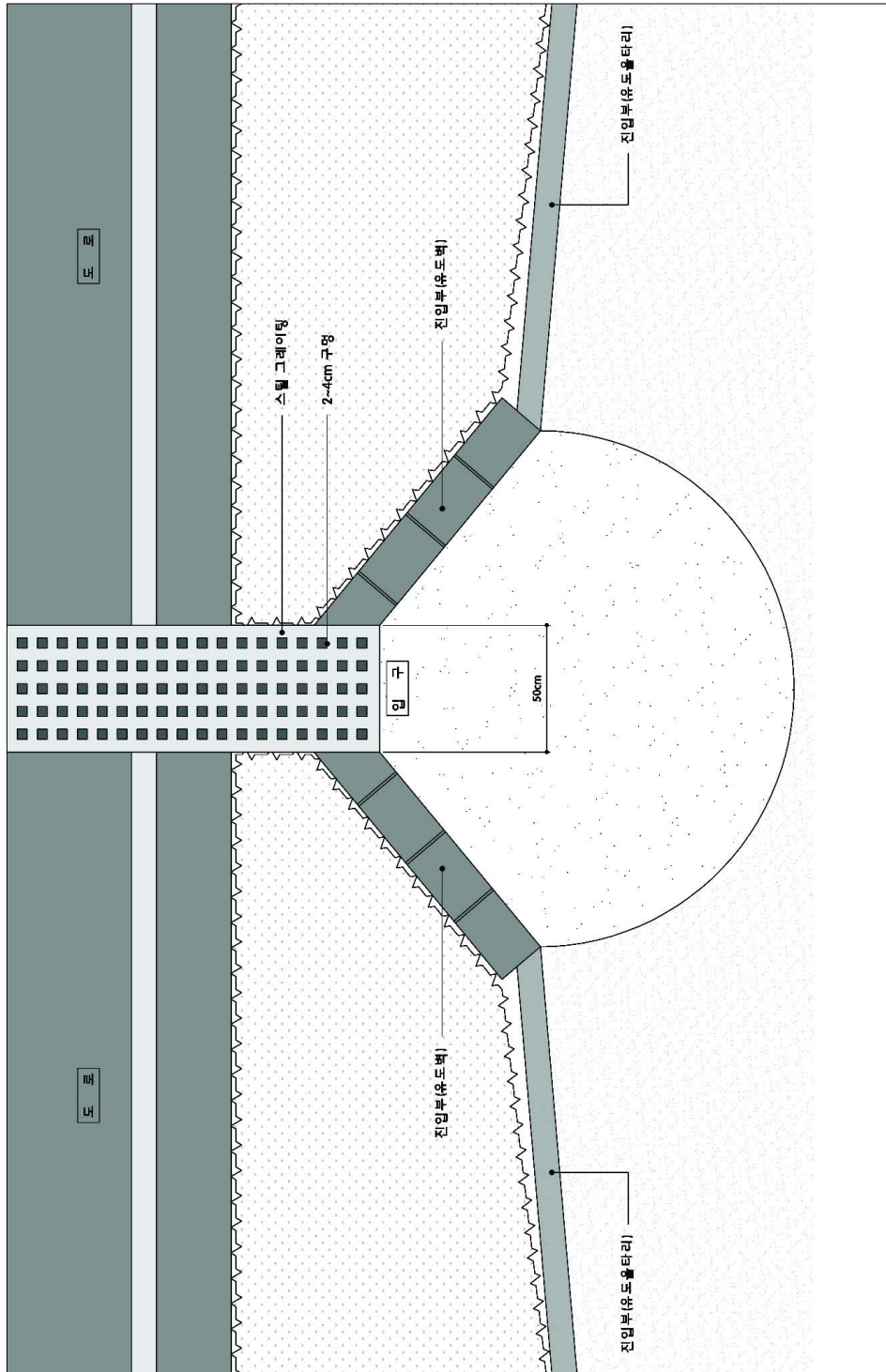
아프리카 태평양 지역 개발 노(北)단 (50m)



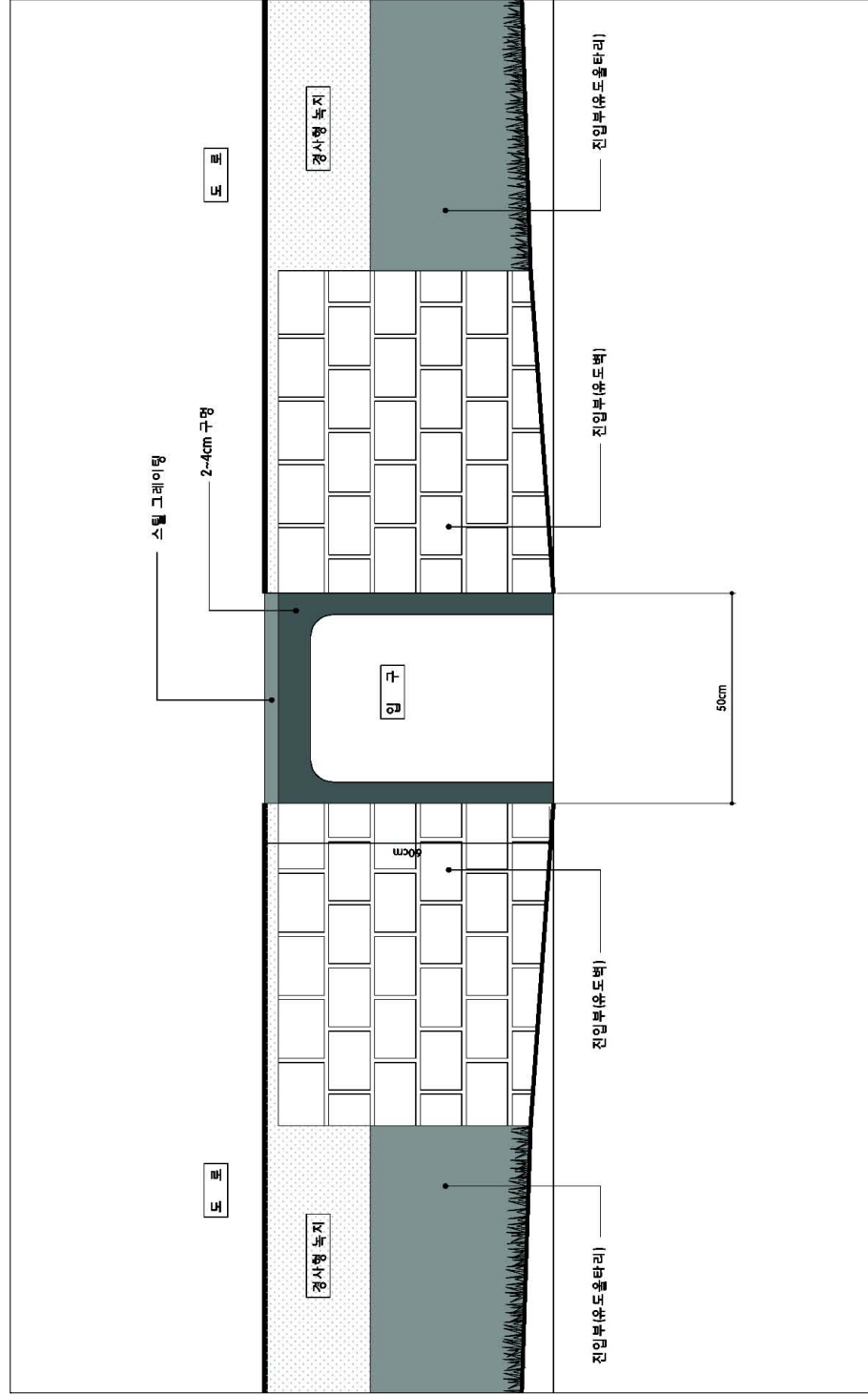
[illegible]

[illegible]

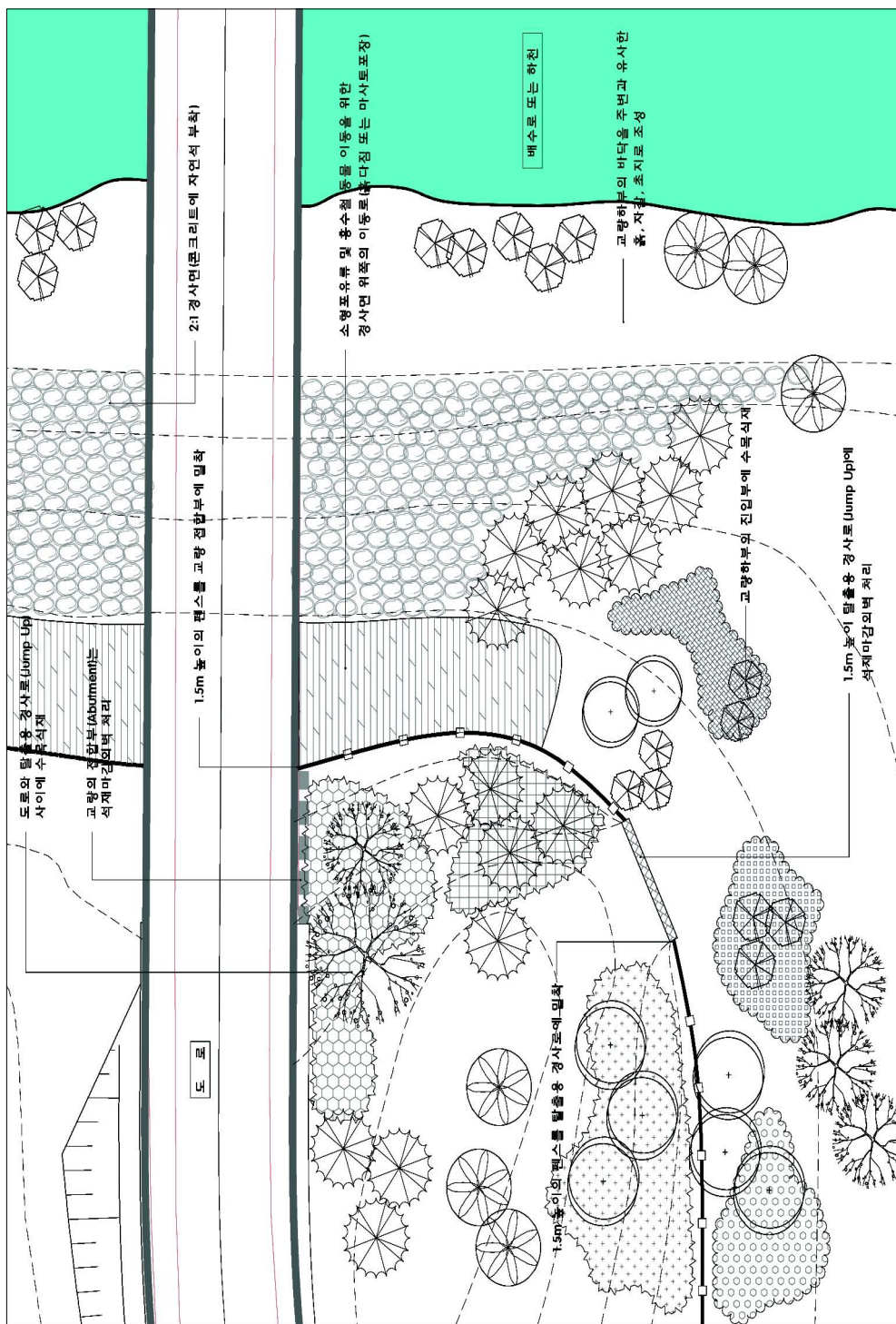
양서·파충류 생태통로 평면도(햇빛 투과형)



■ 양서·파충류 생태통로(앞 쪽의 평면도)의 단면도(햇빛 투과형) ■



교량 하부로 야생동물 이동에 유도하기 위한 설계 (평면도)

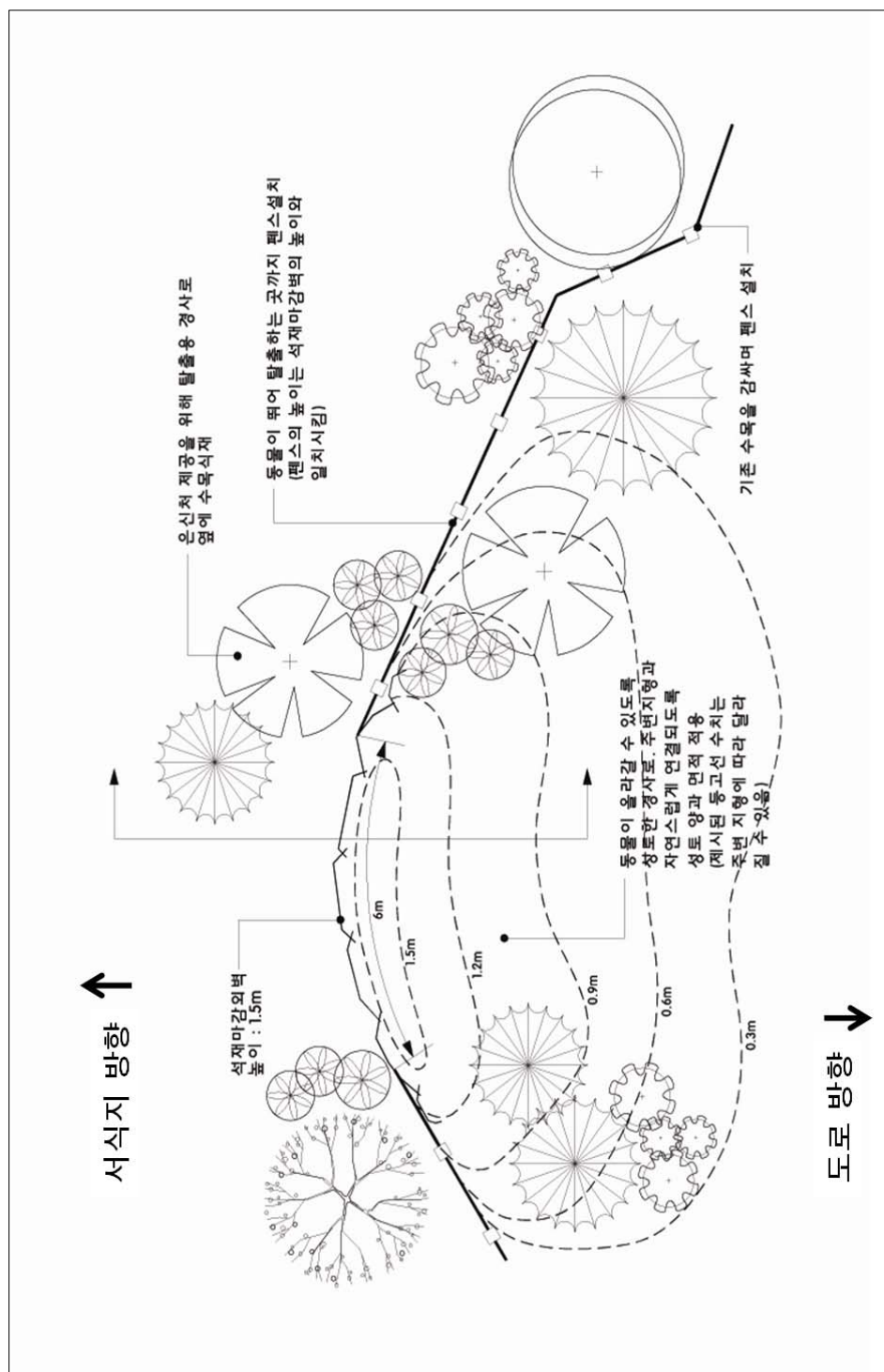


교량 하부로 야생동물 이동을 유도하기 위한 앞 쪽 평면도 스케치

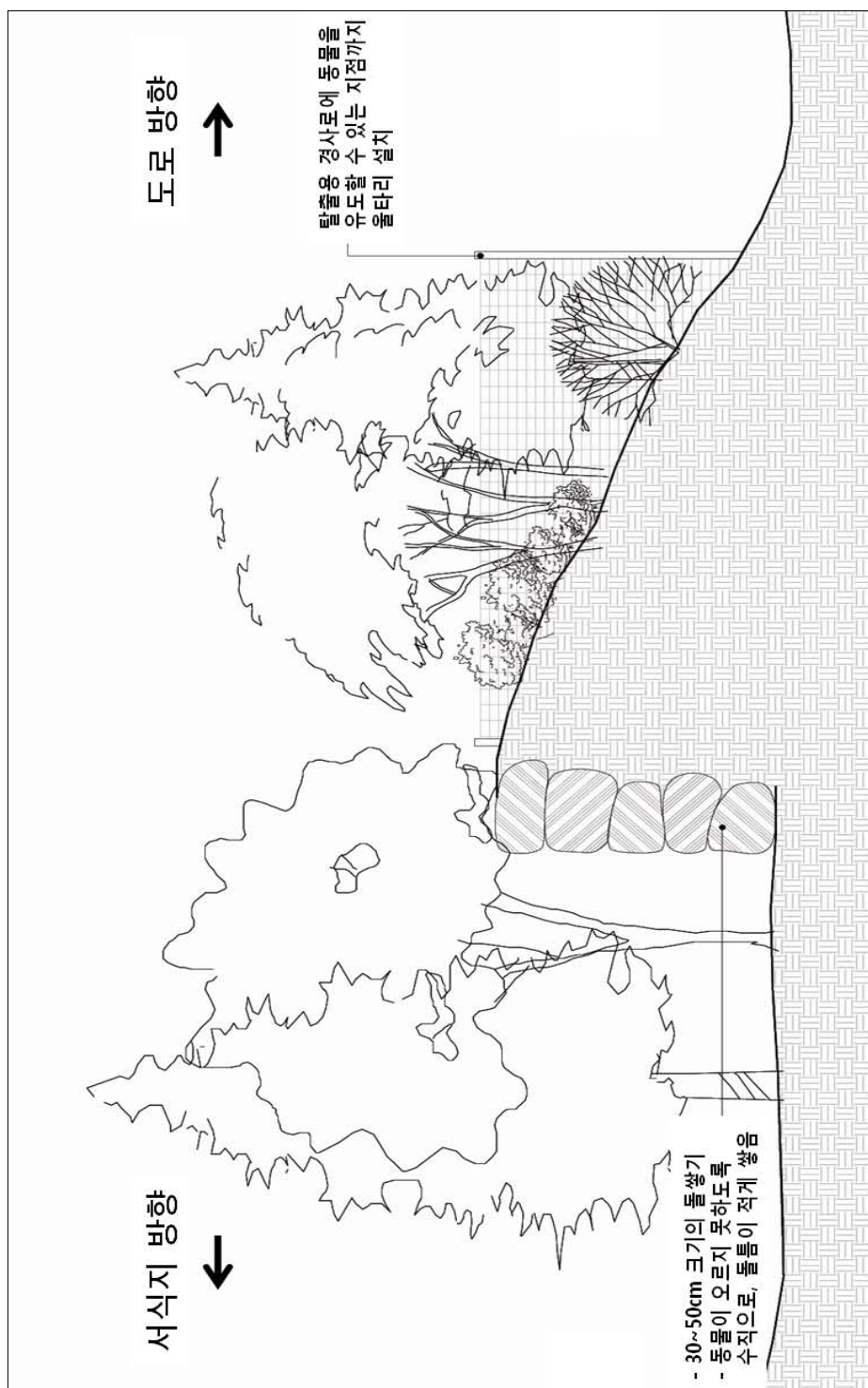


[illegible]

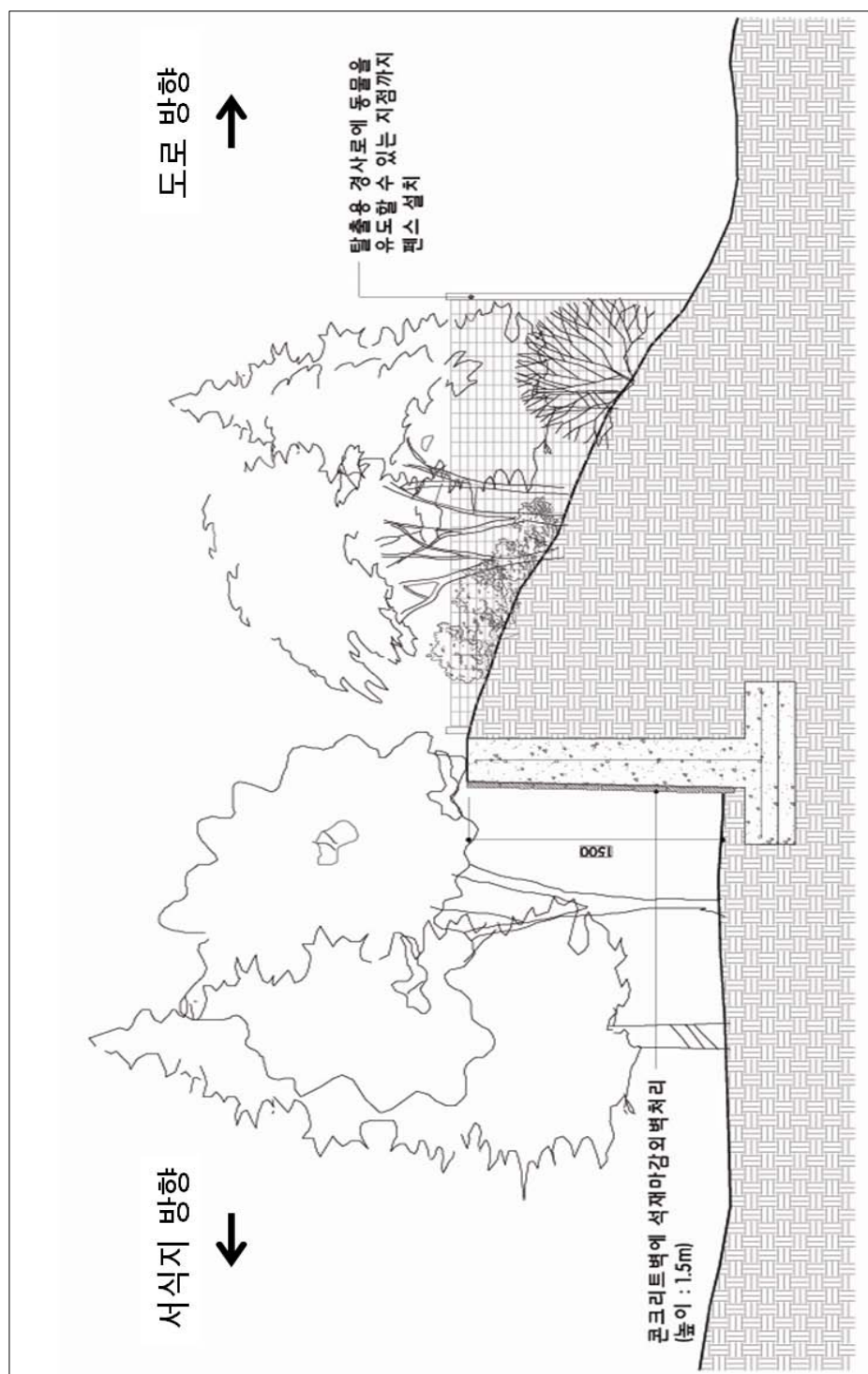
유도율타리의 모서리 지점에 설치하는 탈출용 경사로 도면(평면도)



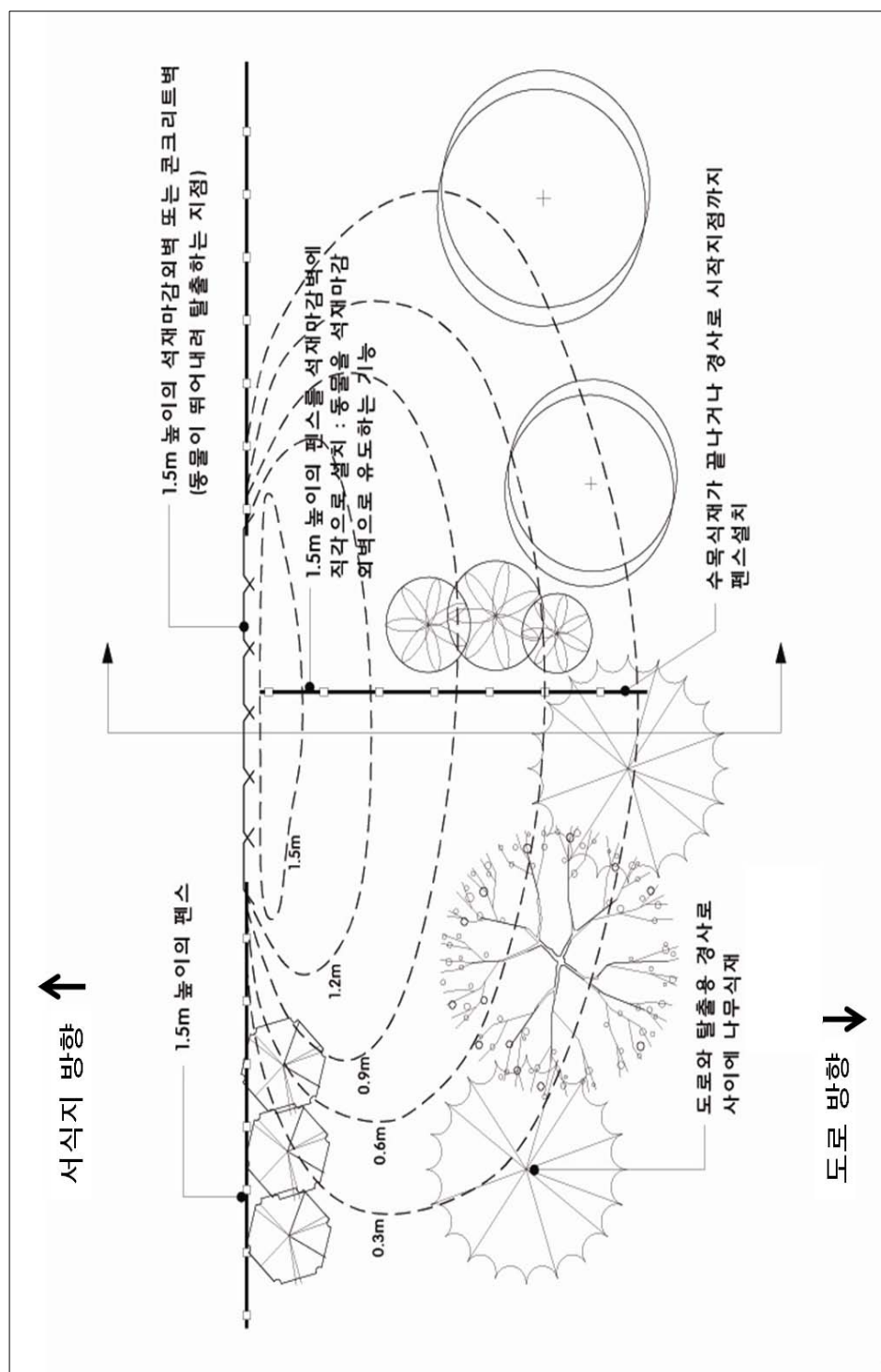
■ 유도올타리 모서리 지점의 탈출용 경사로 도면(단면도: 자연석 쌓기)



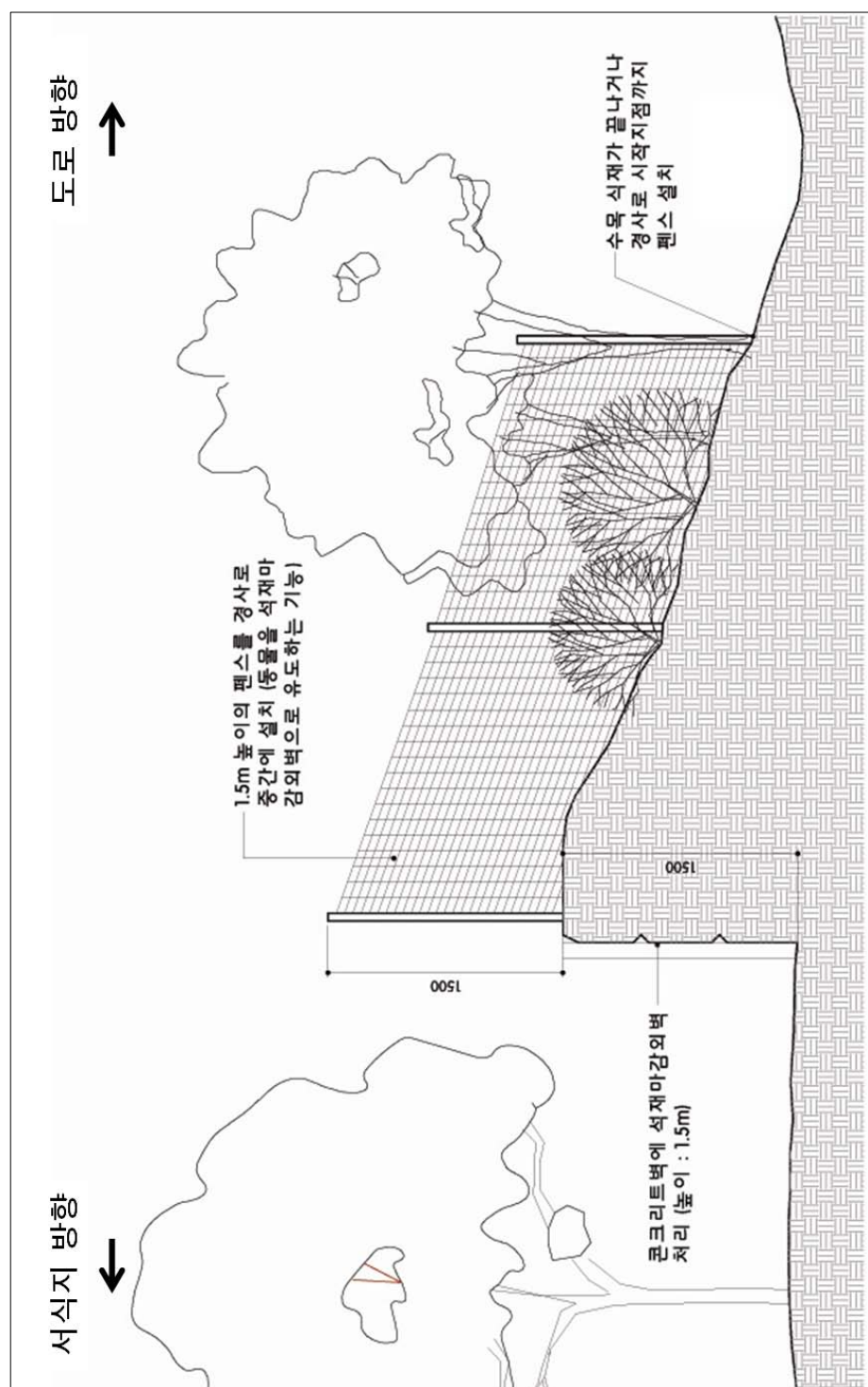
■ 유도울타리 모서리 지점의 탈출용 경사로의 도면(단면도: 콘크리트 벽)



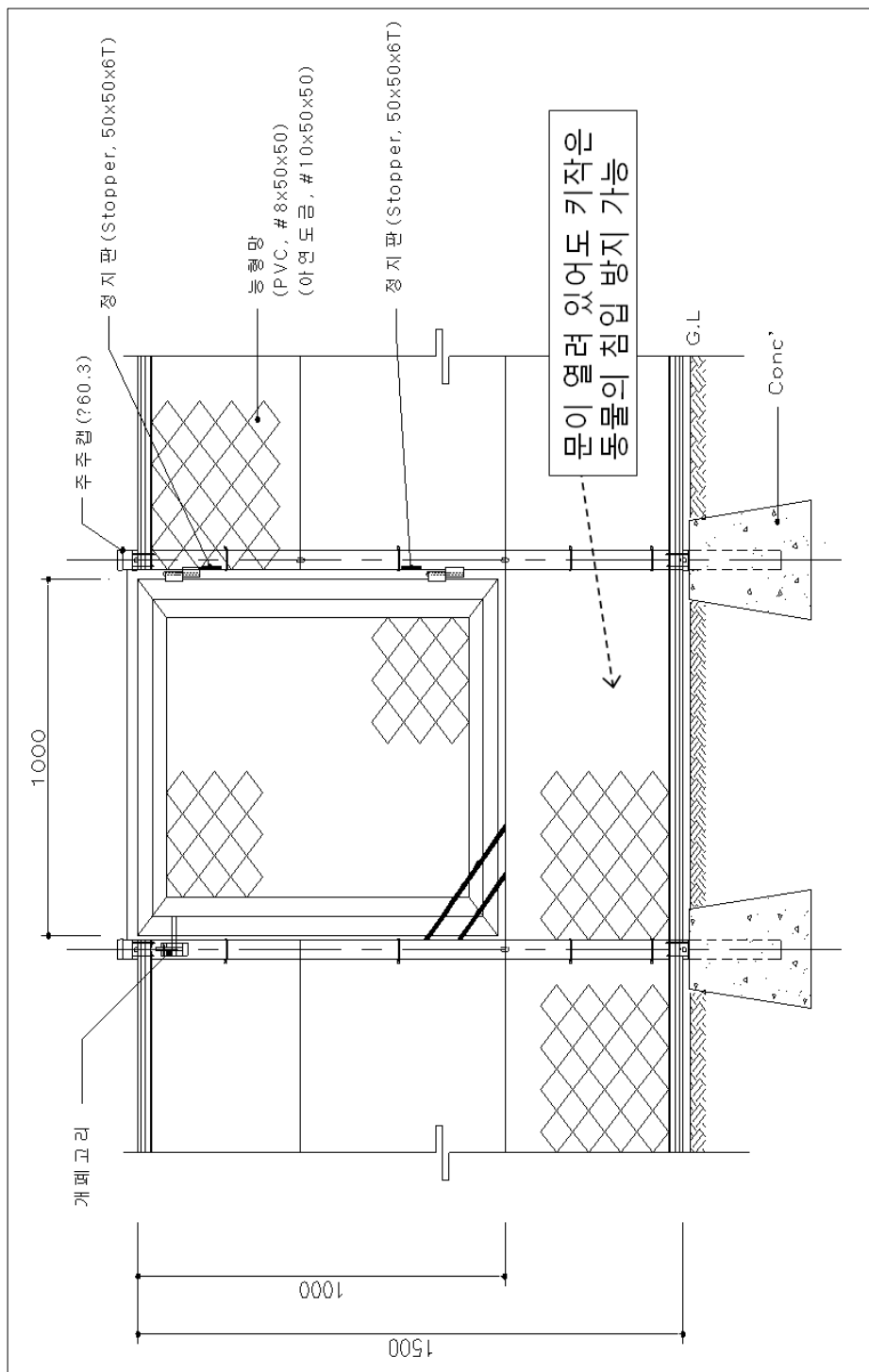
■ 유도율타리 직선 구간의 탈출용 경사로의 도면(평면도)



■ 유도용타리 직선 구간의 탈출용 경사로의 도면(단면도)



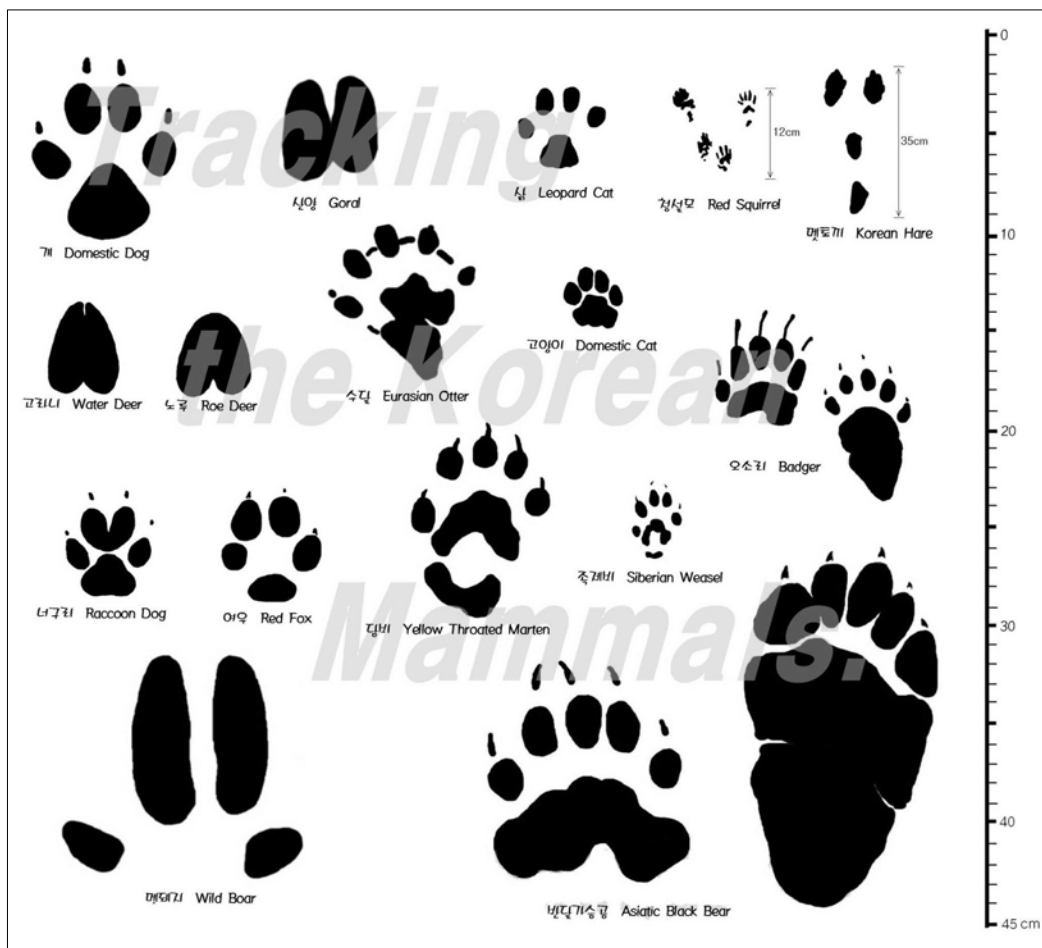
유도유타리 출입문의 도면(정면도)



자료: 한국도로공사 야생동물 유도시설물 설치기준(2008)

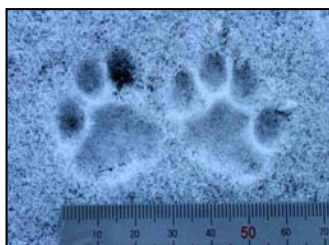
부록 4. 주요 야생동물의 흔적

－ 발자국





너구리



살



고양이



개



담비



고라니



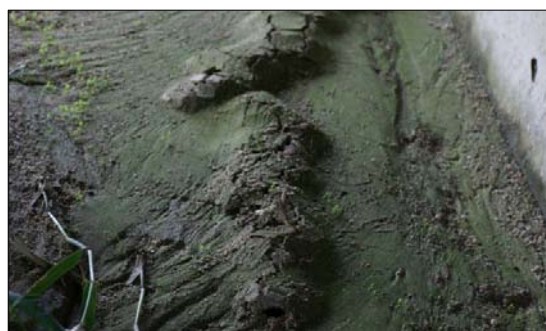
멧토끼



오소리



수달



두더지(굴)



멧돼지

－ 배설물



고라니



너구리



오소리



삵



담비



멧토끼



노루



산양



수달



멧돼지



족제비



꿩

- 기타 흔적



청설모 (먹이흔적: 솔방울 까먹기)



오소리 (털: 털끝이 흰색)



노루 (뽕로 비빈흔적)



멧토끼 (먹이흔적: 날카롭게 잘라먹음)

부록 5. 외국의 생태통로 지침서 및 안내서 목록

미국:

- Clevenger, A. P., and M. P. Huijser. 2009. Handbook for Design and Evaluation of Wildlife Crossing Structures in North America. FHWA.
- Huijser, M.P., J. Fuller, M.E. Wagner, A. Hardy, & A.P. Clevenger. 2007. Animal-vehicle collision data collection: a synthesis of highway practice. National Cooperative Highway Research Program Synthesis 370. Transportation Research Board, Washington, D.C.
- Huijser, M.P., P. McGowen, J. Fuller, A. Hardy, A. Kociolek, A.P. Clevenger, D. Smith and R. Ament. 2008. Wildlife-vehicle collision reduction study. Report to US Congress. U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, Washington D.C.
- Southern Rockies Ecosystem Project. No date. Safe passage: A users guide to developing effective highway crossings for carnivores and other wildlife. Southern Rockies Ecosystem Project, Denver, Colorado.
- Bissonette, J.B. 2007. Evaluation of the use and effectiveness of wildlife crossings. National Cooperative Highway Research Program (NCHRP) 25-27 final report. Transportation Research Board, Washington DC.
- Huijser, M.P., A. Kociolek, P. McGowen, A. Hardy, A.P. Clevenger, and R. Ament. 2007b. Wildlife-vehicle collision and crossing mitigation measures: A toolbox for the Montana Department of Transportation. Report no. FHWA/MT-07-002/8117-34. Helena, MT.

유럽:

- Iuell, B., Bekker, H., Cuperus, R., Dufek, J., Fry, G. L., Hicks, C., Hlavac, V., Keller, J., Le Marie Wandall, B., Rosell Pagès, C., Sangwine, T., Torslov, N. (editors) 2003. Wildlife and Traffic – A European Handbook for Identifying Conflicts and Designing Solutions.
- Trocme, M. (ed.). 2003. Habitat fragmentation due to transportation infrastructure: The European review. European Commission, Directorate General for Research, COST Action 341. Publication EUR 20721. Luxembourg.
- Kruidering, A. M. , G. Veenbaas, R. Kleijberg, G. Koot, Y. Rosloot, and E. Van Jaarsveld. 2005. Leidraad faunavoorzieningen bij wegen. Rijkswaterstaat, Dienst Weg-en Waterbouwkunde, Delft, The Netherlands.
- Ministerio de Medio Ambiente. 2006. Prescripciones tecnicas para el diseno de pasos de fauna y vallados perimetrales. Documentos para la reduccion de la fragmentacion de habitats causada por infraestructuras de transporte, numero 1. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, Spain.
- Rosell, C. and Velasco Rivas, J. 1999. Manual de prevencio i correccio dels impactes de les infraestructures viaries sobre la fauna. Documents dels Quaderns de Medi Ambient, 4. Generalitat de Catalunya, Department de Medi Ambient. 95pp. Barcelona, Spain.
- Service d' 'etudes sur les transport, les routes et leurs aménagements (SETRA) et Centre d' 'Etudes Technique de l' 'Equipement (CETE) 2006. Route et passage à faune. 40 ans d' 'évolution. Rapport. 57 p.

부록 6. 국내의 생태통로 및 로드킬 관련 연구보고서 목록

발간년도	제목	연구수행기관	발행기관	관련부처	
1999	· 도시지역에서의 효율적인 생물서식공간 조성기술 개발 VOL.2	서울대학교	환경부	환경부	
2001	· 자연생태계 복원을 위한 야생동물 이동통로 설치지침	환경부			
2002	· 효율적인 생물서식공간 조성기술 개발	서울대학교			
2003	· 야생동물 이동통로 설치 및 효율적 관리방안에 관한 연구	서울대학교			
2003	· 자연생태계 복원을 위한 생태통로 설치 및 관리지침	환경부			
2004	· 생태통로 설계기법 지침서	서울대학교			
2004	· 지속가능한 도시녹지 조성을 위한 생태통로 설계기법 개발	서울대학교			
2006	· 전국 생태통로 설치 기본계획 수립방안 연구	한국환경정책·평가연구원			
2007	· 도로의 야생동물 서식지 단절 정도의 분석과 ROAD-KILL의 원인분석에 따른 도로유형별 동물종별 관리기법 개발	서울대학교			
2007	· 야생동물 로드킬(ROAD-KILL) 예방·관리 대책	환경부			
1998	· 인위적요인에 의한 생물다양성 감소에 관한 연구(Ⅰ): 생태통로 조성지침 개발	국립환경연구원	국립환경과학원		
2006	· 야생동물 로드킬 방지시설 설치기법 연구: 백두대간 지역을 중심으로	국립환경과학원			
2006	· 야생동물 개체군의 생태학적 특성연구	국립환경과학원			
2007	· 생태계 단절의 영향 및 야생동물 서식공간 조성연구(Ⅱ)	국립환경과학원			
2008	· 생태계 단절의 영향 및 야생동물 서식공간 조성연구(Ⅲ)	국립환경과학원			
2004	· 야생동물 이동통로의 설치현황과 국내·외 설치사례 조사 보고서: 육교형 및 터널형 이동통로를 대상으로	대구지방환경청	대구지방환경청		
2006	· 경북지방 4차선 이상 주요간선도로 야생동물 로드킬 조사 연구 보고	대구지방환경청			
2003	· 오대산 월정사-상원사 ECO-ROAD 장기 모니터링: 동물 이동통로 설치를 중심으로	국립공원관리공단, 한국자연환경연구소	국립공원관리공단		
2002	· 생태이동통로 설치를 위한 생태조사 연구	서울대, 서울여대, 한국야생동물연구소	건설교통부	국토해양부	
2004	· 일반국도 주변 생태이동통로 정비기본계획 수립 연구	(사)시민환경연구소			
2006	· 생태이동통로 설치를 위한 생태조사 연구	(사)시민환경연구소			
2007	· 조정설계기준	(사)한국조경학회			
1999	· 동물이동통로 설치요령 및 적용사례	한국도로공사	한국도로공사		
2003	· 생태통로설계기준과 주변 부대시설 조성방안에 관한 연구	한국자연환경연구소, (주)다산 이엔씨			
2006	· 고속도로 동물사고 방지대책에 관한 연구	한국도로공사			
2008	· 고속도로 정밀생태조사 및 야생동물 교통사고 예방종합대책	도로교통기술원 (주)이산			
2004	· 환경친화적인 도로건설 지침	한국환경정책·평가연구원	건교부·환경부		국토부·환경부
2004	· 경기도 예코브리지 조성 및 관리방안 수립	경기개발연구원	경기도		지자체
2006	· 생태통로의 조성효과 분석 및 관리매뉴얼 작성	서울시정개발연구원	서울시		

참여기관 및 자문위원

- **주관기관:** 환경부 자연보전국 자연자원과
- **연구기관:** 국립환경과학원 생태평가과
- **자문위원** (가나다 순)
 - 노백호 : 한국환경정책·평가연구원
 - 박대식 : 강원대학교
 - 송정석 : 한국도로공사
 - 양병국 : 국립환경과학원
 - 이우신 : 서울대학교
 - 이재만 : 국토해양부
 - 조혜진 : 한국건설기술연구원
 - 한상훈 : 국립생물자원관

■ 문의 : 환경부 자연자원과, 국립환경과학원 생태평가과(최태영 연구사 ☎032-560-7420)

생태통로 설치 및 관리지침

2010년 6월 인쇄

2010년 6월 발행

발 행 환경부

편 집 자연자원과

전 화 02)2110-6748

팩 스 02)504-9282

인 쇄 내담기획 031)421-8271
