제 2편 실시설계지침

1997. . 제정

2011. 01. 25 1차 개정

2012. 06. 26 2차 개정

2013. 07. 18 3차 개정

제 2 편

실 시 설 계 지 침

지형설계 제 1 장
동선설계 제 2 장
배수설계 제 3 장
급·관수설계 제 4 장
식재지반설계 제 5 장
수목식재설계 제 6 장
잔디피복설계 제 7 장
지피·초화류 식재설계 제 8 장
비탈면 녹화설계 제 9 장
이식설계 제 10장
생태계 복원설계 제 11장
운동시설설계 제 12장
놀이시설설계 제 13장
휴식시설설계 제 14장
포장·경계석설계 제 15장
수경시설설계 제 16장
자연석 및 석재 설계 제 17장
식생유지관리설계 제 18장
생태통로설계 제 19장
자연형 하천 및 수변복원설계 제 20장

본 지침에 포함되지 않은 사항은 『조경설계기준, 국토교통부』를 참고하도록 한다.

제 1장 지형설계

I. 개요

1.1 적용범위

[1] 이 설계지침은 단위 조경공간의 전반적인 지형설계에 적용한다.

[2] 대상공간내의 대지와 녹지의 지형조형과 도로, 경사면설계를 포함한다.

[3] 관련되는 동선, 배수, 포장 설계는 각 제2장, 제3장, 제15장에서 다룬다.

1.2 전제조건

[1] 부지내로 진입할 수 있는 차량도로가 확보되어 있어야 한다.

[2] 부지내의 우·오수를 배수시키기 위한 외부의 배수로가 확보되어 있어야 한다.

II. 지형설계

2.1 설계과정

2.1.1 준비

[1] <표 2.1.1>의 현황 및 분석도면을 준비하여 필요한 사항을 점검한다.

[2] 현 식생의 상태, 유용성, 이식비용, 대치비용 등을 고려·평가하여 보존, 이식, 제거 등의 대상수목을 결정한다

<표 2.1.1> 현황 및 분석도면 작성방법

도면	표기, 작성 내용
경사분석도	▪ 0~5%, 5~15%, 15~25%, 25% 이상의 경사구분을 표준으로 한다. ▪ 가능하다면 부지의 단면도도 준비한다.
지질도	▪ 토양형태, 지층, 암석노출, 지하 및 지표, 지질 등
배수도	▪ 배수로, 침수지역 습지, 지하수위, 우물 등
식생현황도	▪ 수목의 크기, 종류와 상태 등을 보여주는 도면(보존수목, 이식수목 등의 판단 및 결정에 필요)
시설물배치도	▪ 도로, 건물, 설비구조물, 지하매설물 등 모든 인공적인 구조물과 시설물

[3] 기존 구조물의 마감, 바닥의 고저 등을 고려하여 지반의 안정과 적절한 배수가 보장되도록 지형을 변경한다.

[4] 공공의 도로는 개인에 의하여 변경될 수 없으므로, 기존도로와의 접하는 부분의 처리에 유의한다.

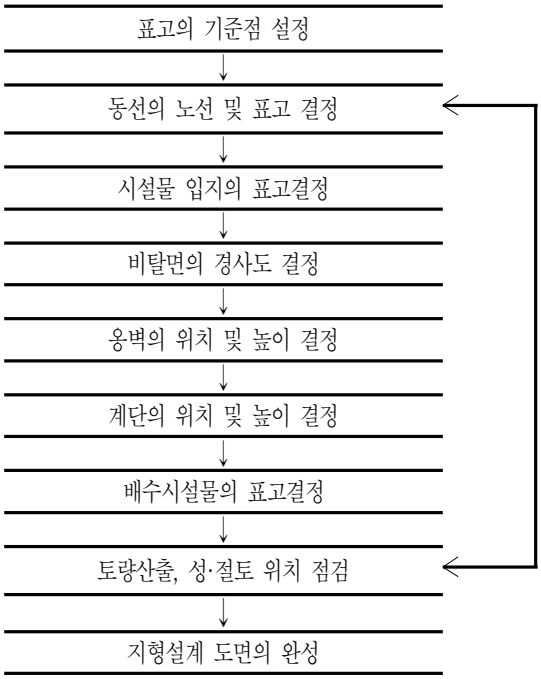
[5] 기존 지형의 경사나 침식의 정도를 파악하여 노변 비탈면의 적절한 경사를 정한다.

[6] 기존의 지형과 자연스럽게 접하도록 부지의 경계선을 확인한다.

[7] 부지경계선 가까이 존재하는 도로, 건물, 설비구조물, 지하매설물 등을 점검하고, 이들과

의 연관성을 고려한다.

2.1.2 지형설계의 순서



<표 2.1.2> 지형설계의 순서

2.1.3 설계작업

[1] 경사도 기준표를 작성한다.

[2] 대상 부지의 경계선을 표시한다.

[3] 능선, 계곡 등의 조성시에는 요구되는 경사도를 고려하여 그 위치를 부지경계선으로 부터의 거리로 표시해 둔다.

[4] 높이표시

(1) 좌표설정시 기준점으로 정한 곳의 높이를 +100m로 정한다.

(2) 대상지의 모든 높이 표시를 이 기준점을 기준으로 표기한다.

[5] 차량도로의 표시

(1) 정해진 경사에 따라 도로 중심선의 높이를 0.2m 혹은 0.5m의 높이차가 날 때마다 연속적으로 기입해 나간다.

(2) 표기방법은 점등고선법에 의한다.

(3) 접근·연결도로의 표시

가. 정해진 차량도로의 높이로부터 차량의 진입이 필요한 각 건물과 시설물 등에 접근이 가능한지를 검토한다.

나. 건물과 지표면이 만나는 곳의 높이(G.L)와 건물 1층의 높이를 표시한다.

다. 시설물이 설치되는 곳의 높이를 표시한다.

(4) 문제점 검토

가. 높이가 정해진 도로와 건물및 시설물의 사이, 건물과 건물 사이, 건물과 부지경계선의 사이 등에서 0.2m 혹은 0.5m 간격으로 대략적인 높이를 표시하며 문제를 검토한다.

나. 예상되는 문제점(점검사항)

다. 너무 높아 시각적으로 위압감을 주는 옹벽이 발생하지 않는가?

라. 배수가 곤란해지지 않는가?

마. 지나친 절성토로 공사비가 과다하게 계상되지 않았는가?

바. 암반의 노출로 식재지반의 조성이 곤란하지 않는가?

사. 기타

(5) 조정

가. 주변 지형에 문제가 생기면 도로의 높이를 재조정하고 이에 따른 건물과 시설물이 위치하는 곳의 높이를 재조정한다.

나. 암반지역이나 절토로 조성되는 부분에는 가능한 한 건물이나 도로를 배치한다.

다. 암반지역 또는 절토지역 등이 부득이 식재지로 조성될 때에는 식물 생육에 필요한 토심을 확보할 수 있도록 조치한다.

라. 건물 및 시설물로 빗물이 모여들지 않고 이들로부터 빗물이 배제될 수 있도록 세부적인 지형을 조정한다.

마. 배수를 위한 개수로와 관수로의 경사를 정하고 이들의 높이를 표시한 후 지표면과의 높이차를 점검한다. 개수로에서는 낙차공의 위치를, 관수로에서는 집수정의 위치를 대략적으로 정한다.

[6] 설계대상지 전체에 점등고선 법으로 가능한 한 많은 지점의 높이를 표시하고, 같은 높이의 지점을 연결하여 등고선을 그린다.

[7] 지형의 경관적, 기능적인 측면을 고려한 지형을 조성하기 위하여 등고선을 조작한다.

2.2 시설, 항목별 설계지침

2.2.1 경사도 설정기준

[1] 도로

(1) 보행자 도로 : 유모차를 이용할 수 있는 보행로의 최대경사는 8%로 한다.

(2) 자전거도로 : 자전거의 경우는 최대경사를 7%로 한다.(「제2장 도로선형설계」 2.5.3 참조)

(3) 차량도로 : 단지내의 최대경사는 13%로 한다.

(4) 주차장 : 주차장의 최대경사는 4%로 한다

[2] 식재지

(1) 교목식재를 위한 최대경사는 1 : 3으로 한다.

(2) 관목식재를 위한 최대경사는 1 : 2로 한다.

[3] 배수를 위한 경사

(1) 표면배수를 위한 잔디밭의 경사는 2% 이상으로 한다.

(2) 도로의 횡단경사는 2%로 한다.

(3) 잔디수로의 최대경사는 유속이 1.6m/sec를 넘지 않는 범위내로 한다.

(4) 콘크리트 관수로의 최대경사는 유속이 3.0m/sec를 넘지 않는 범위내로 한다.

2.2.2 비탈면 처리

[1] 소단의 설치

(1) 강우, 용수(湧水) 등으로 비탈면을 유하하는 수세를 약화시켜 물에 의한 침식을 감소시키기 위한 목적으로 설치한다.

(2) 소단설치 위치와 폭은 수직높이 5m 마다 1m 폭의 소단을 설치하는 것을 기준으로 하고, 수직높이 10m마다 소단을 설치하는 경우에는 폭 1.5~2.0m, 수직높이 15m 간격으로 소단을 설치할 경우에는 2~4m로 할 수 있으며 적절한 배수공을 설치할 수 있다.

[2] 비탈면의 배수처리

(1) 소단에 배수설비가 필요한 경우에는 5~10%, 필요없는 경우에는 0~5%의 횡단경사를 둔다.

(2) 종단방향에도 배수위치, 배수의 구조 등을 고려해서 적당한 경사를 붙인다.

(3) 소단에서의 배수량이 많은 경우에는 콘크리트 U형 측구를 설치한다.

(4) 소단에서 집수된 빗물을 비탈면 아래의 집수정으로 보내기 위한 도수로를 설치한다.

(5) 비탈면의 윗쪽에는 산마루 측구를 설치하여 비탈면으로 빗물이 흘러 내려오는 것을 방지한다.

[3] 비탈면 보호공의 경사

(1) 평떼공의 최대 경사는 1 : 1.5로 한다.

(2) 돌붙임이나 블록붙임공의 최대경사는 1 : 1로 한다.

(3) 콘크리트 블록 격자공에서 격자내에 식물을 식재할 때의 최대경사는 1:0.8로 하고, 잡석 등을 넣을 때에는 1 : 1.2로 한다.

(4) 돌쌓기의 경우 표준 경사는 <표 2.1.3>의 기준을 적용한다.

<표 2.1.3> 돌쌓기의 표준구배

높 이		~ 1.5	~ 3	~ 5	~ 7	7 이상
메쌓기	성 토	1 : 0.30	1 : 0.35	1 : 0.40	1 : 0.45	1 : 0.50
	절 토	1 : 0.25	1 : 0.30	1 : 0.35	1 : 0.40	1 : 0.45
찰쌓기	성 토	1 : 0.25	1 : 0.30	1 : 0.35	1 : 0.40	1 : 0.45
	절 토	1 : 0.20	1 : 0.25	1 : 0.30	1 : 0.35	1 : 0.40

2.3 옹벽처리

2.3.1 조건별 옹벽의 형식선정

[1] 지반의 상태

(1) 옹벽의 높이가 동일한 경우, 일반적으로 옹벽기초저면에 작용하는 최대압력은 중력식 > 반중력식 > L형 > 역 T형 옹벽의 순으로 나타난다.

(2) 높이가 그다지 높지 않고 지반의 지지력이 양호한 경우에는 중력식이나 반중력식이 적합하다.

(3) 높이가 비교적 높거나 지반의 지지력이 낮을 경우에는 캔틸레버식 옹벽이 적합하다.

[2] 옹벽의 높이

(1) 옹벽의 형식에 따른 경제적인 높이의 일반적인 기준은 다음을 적용한다.

가. 중력식 옹벽 : 3m 이하

나. 반중력식 옹벽 : 4m 이하

다. 캔틸레버식 옹벽 : 3~9m

라. 부벽식 옹벽 : 9m 이상

2.3.2 옹벽부재 단면의 가정

[1] 중력식 옹벽<그림 2.1.1>

[2] 캔틸레버식

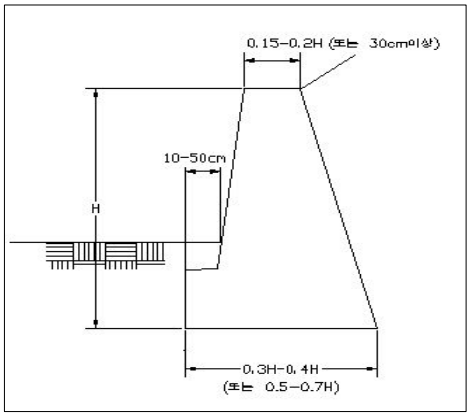
(1) 과재하중이 없는 경우<그림 2.1.2>

(2) 과재하중이 있는 경우<그림 2.1.3>

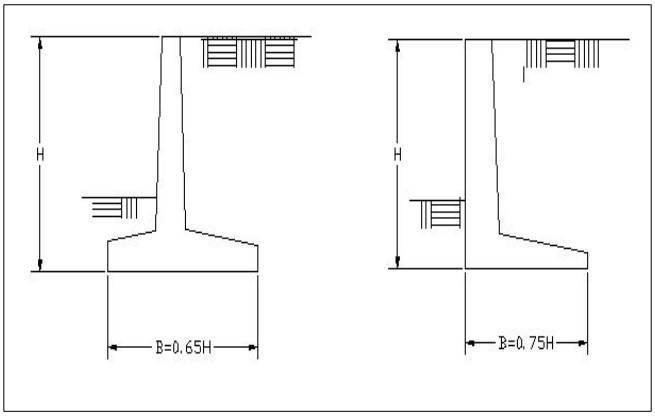
(3) 배면이 사면인 경우<그림 2.1.4>

[3] 부벽식

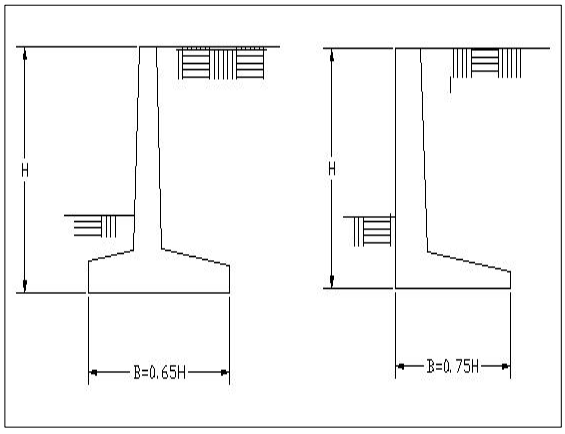
뒷부벽식 옹벽단면 가정의 표준적인 예는 <그림 2.1.5>와 같다. 단, 신축이음이 설치되는 부분의 부벽간격은 설계간격의 80% 이내로 하여야 한다.



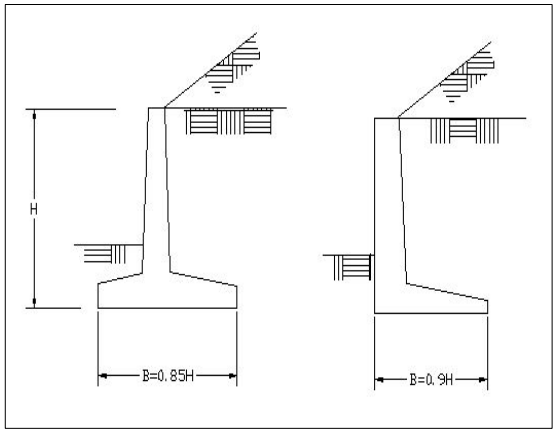
<그림 2.1.1> 중력식 옹벽



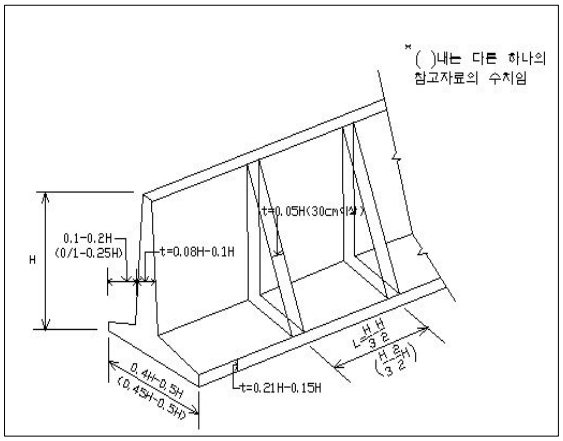
<그림 2.1.2>캔티레버식옹벽(과재하중이 없는 경우)



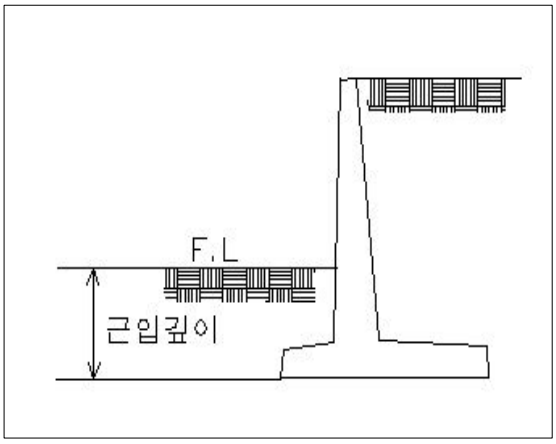
<그림 2.1.3>캔티레버식옹벽(과재하중이 있는 경우)



<그림 2.1.5>캔틸레버식옹벽(배면이 사면인 경우)



<그림 2.1.5>부벽식 옹벽



<그림 2.1.6>옹벽저판의 근입깊이

2.3.3 기타

[1] 옹벽의 연직벽체 전면 경사도

벽면을 엄밀한 연직으로 만들면 전면으로 넘어갈 것같은 감을 주므로 안정감을 위해서 벽의 노출면에 1 : 0.02 정도의 경사를 만들어 주는 것이 좋다.

[2] 옹벽저판의 근입깊이<그림 2.1.6>

(1) 옹벽저판의 근입 깊이는 일반토사 지반을 기준으로 1~1.5m 전후로 한다.

(2) 반드시 동결심도보다 깊게 하여야 한다.

III. 수량의 계산

3.1 면적의 계산

3.1.1 삼사법

[1] 다각형을 몇 개의 삼각형으로 구분한다.

[2] 정삼각형에 가깝게 구분하는 것이 오차를 줄일수 있는 방법이다.

[3] 곡선으로 둘러싸인 부분의 면적을 구할 때, 면적이 비슷한 다각형으로 환원하여 삼사법으로 면적계산을 하는 것을 삼사유치법이라고 한다.

3.1.2 삼변법

[1] 삼각형의 삼변 a, b, c를 측정하여 다음과 같은 Heron의 공식에 대입하여 면적을 산출하는 방법

[2] Heron의 공식

$$A = \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}$$

$$s = \frac{a+b+c}{2}$$

[3] 이 방법은 3변을 측정하여 공식에 대입시켜 면적을 산출하는 과정이 복잡하므로 비 능률

적이다.

3.1.3 구적기(플라니미터)에 의한 법

[1] 전자식 디지털 구적기중 프린터가 붙은 것을 사용하여 면적측정의 근거를 남긴다.

[2] 구적기로 면적을 측정하기 전에 단위와 축적이 올바르게 설정되었는지를 확인한다.

[3] 기준면적을 측정하여 구적기의 정상적인 작동을 확인한 후에 면적측정을 시작한다.

[4] 같은 곳을 5회 이상 측정하여 그 중 가장 큰 값과 작은 값을 제외한 나머지 측정값을 평균하여 구한다.

3.2 토량의 계산

3.2.1 양단면 평균법

[1] 지형측량도상에서 측점을 정하여 지반횡단면도를 작성한다.

[2] 지형의 계획선을 지반횡단면도에 그려넣고 절토 및 성토면적을 구한다.

[3] 절토 및 성토로 구분하여 횡단면 양측의 면적을 평균한 값에 양단면간의 거리를 곱하여 절토량 및 성토량을 구한다.

[4] 다음과 같은 토적계산서에 따라 토량을 산출한다.<표 2.1.4>

<표 2.1.4> 토적계산서

측점	거리	절 토			성 토				차인[2] 토량	누가[3] 토량	횡방향[4] 토량
		단면	입적	계	단면	입적	보정량[1]	계			
No. 0	0	12.3			4.2						
No. 1	20.00	20.1	324	324	2.5	66	73	73	+251	+251	73
No. 2	20.00	17.5	376	376	7.7	102	113	113	+263	+514	113
No. 3	20.00	6.6	240	240	11.3	190	211	211	+ 29	+543	211
No.3+10	10.00	4.8	57	57	18.2	147	163	163	-106	+437	57
No. 4	10.00	3.2	40	40	19.6	189	210	210	-170	+267	40
No. 5	20.00	0	32	32	23	426	473	473	-441	-174	32
계											

(주) 1) 보정량 : 성토량을 보정계수(C)로 나눈 값으로 성토량을 절토량으로 보정한 것. 절토량을 성토량으로 보정할 때에는 절토량에 보정계수(C)를 곱한다.

2) 차인토량 : 동일구간 내에서의 절토량과 성토량의 차이를 나타내며 '+'는 성토량보다 절토량이 많은 것을, '-'는 절토량보다 성토량이 많은 것을 나타낸다.

3) 누가토량 : 첫 측점부터 차인토량을 누가한 것.

4) 횡방향 토량 : 동일구간 내에서 절토량과 성토량중 작은 값을 나타낸 것.

3.2.2 각주 공식에 의한 방법

[1] 양단면이 평행하고 측면이 평면일 때의 체적은 다음의 공식을 사용하여 구한다.

$$V = \ell/6(A_1 + A_m + A_2)$$

식에서, A_1, A_2 : 양단면적

A_m : 중앙 단면적

ℓ : 양단면간의 거리

[2] 이 방법은 가장 정확한 체적을 계산할 수 있지만, 모양이 복잡할 때에는 중앙단면적을

결정하기가 곤란하다.

3.2.3 점고법

[1] 평면도위에 격자망을 작성한다.

[2] 다음 그림과 같이 격자 교차점에서의 지반고와 계획고를 기입하고, 지반고에서 계획고를 뺀 값을 계획고 밑에 기입한다.

[3] 이 값이 '+'이면 절토되는 높이를 나타내고, '-'이면 성토되는 높이를 나타낸다.

100.00 (a) 93.50 (b) ①(e) + 6.50 (c) 9,660㎥ (d)	100.85 95.00 ② + 5.85 7,280㎥
99.80 93.50 ③ + 6.30 10,180㎥	100.50 95.00 ④ + 5.50 8,620㎥

<그림 2.1.7> 점고법에 의한 지형설계

(a) : 지반고 (b) : 계획고 (c) : 토공고 (d) : 산출토량 (e) : 격자번호

[4] 격자 하나의 토량은 다음 식에 의하여 구한다.

$$V = \frac{1}{4} a(h_1 + h_{2+} h_3 + h_4)$$

식에서, a : 격자 하나의 면적
h : 토공고

[5] 격자①의 토량 V_1은

$$V_1 = 1/4 \times 1600(6.50 + 5.85 + 5.50 + 6.30) = 9,660\,㎥$$

[6] 전체의 토량은 절토량이 많으면 '+'로 성토량이 많으면 '-'로 나온다. 위 그림에서의 전체 토량 V 는

$$V = 9,660 + 7,280 + 10,180 + 8,620 = 35,740\,㎥$$

[7] 점고법은 빠른 시간안에 토공량을 구할 수 있으므로 토공의 균형을 잡기 위한 계산에 많이 사용하나, 격자의 크기가 커지면 격자내의 지형변화에 의한 오차가 커지므로 격자의 크기를 작게하여 계산하는 것이 바람직하다.

3.2.4 등고선법

[1] 지형도위에 계획등고선을 그려넣고, 지형도와 같은 높이의 계획등고선이 만나는 점들을 연결한다.

[2] 이러한 연결선은 절·성토가 없는 곳으로 이 선으로 둘러싸인 부분의 안과 밖은 절·성토가 일어나는 부분이다.

[3] 등고선법은 지형도상에서 절·성토가 일어나는 부분을 쉽게 구분하여 볼 수 있는 장점이 있으나, 오차가 많으므로 토량산출에는 잘 쓰이지 않는다.

[4] 등고선법에 의한 토량산출은 다음 식에 의한다.

$$V = \frac{h}{3}[A_0 + 4(A_1 + A_3 + \cdots + A_{n-1}) + 2(A_2 + A_4 + \cdots + A_{n-2}) + A_n]$$

식에서, A_0,… A_n : 지형도의 등고선과 같은 높이의 계획등고선으로 둘러싸인 면적
h : 등고선의 간격
n : 등고선의 수(짝수이어야 한다.)

IV. 지형설계도의 작성

4.1 배치평면도의 작성법

평면도 내에서 구조물이나 시설물들의 위치를 표시해주기 위해서 사용된 많은 치수선들은 복잡해서 알아보기 힘들 때가 많다. 따라서 좌표나 측점으로 1차적인 위치를 나타내도록 하고 2차적으로 길이를 나타내기 위한 치수선을 사용한다.

4.1.1 좌표

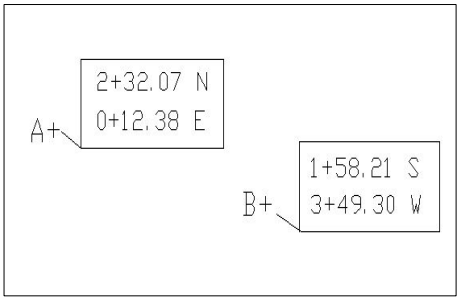
[1] 부지의 조성에서 시공이 끝날 때까지 아무런 변화가 없고, 현장에서 그 위치를 정확히 확인할 수 있는 장소에 기준점을 정한다. 이 기준점은 설계 및 공사를 위한 측량의 원점(bench mark)이 된다.

[2] 기준점에서 직각으로 교차하는 2개의 기준선을 정한다. 이 기준선은 진남북 진동서를 가르키지 않더라도 편의상 동서 남북의 기준선으로 택한다.

[3] 남북의 기준선을 기준으로 동쪽의 모든 점들은 (+), 서쪽의 모든 점들은 (-)로, 동서의 기본선을 기준으로 북쪽의 모든 점들은 (+), 남쪽의 모든 점들은 (-)로 표시한다.

[4] 각종 구조물이나 시설물의 위치는 좌표계의 기준선으로부터 x와 y의 거리로서 나타낼 수 있다. 거리를 나타내는 숫자는 1+23.457과 같이 백자리수들은 '+'기호로 뛰어 쓰고 단위는 m로 소수 3위까지 나타내어 ㎜단위까지 나타내도록 한다.

[5] 좌표를 표시하는 방법은 여러 가지가 있는데 <그림 2.1.8>의 예를 보면 A점은 교차되는 기준선으로부터 북쪽으로 232.07m, 동쪽으로 12.38m의 위치에 있고, B점은 교차되는 기준선으로부터 남쪽으로 158.21m, 서쪽으로 349.30m의 위치에 있다.



<그림 2.1.8> 좌표의 표시방법

4.1.2 측점

[1] 일반적으로 도로와 하수도의 중심선과 같이 직선적으로 배치되는 구조물의 위치를 나타내는데 사용된다.

[2] 일반적으로 폐합하지 않는 다각형에서 사용한다.

[3] 측점의 진행은 시작되는 점을 '0+00.000'으로 표시해서 시공이 될 방향 또는 논리적으로 진행되어져야 하는 방향으로 진행된다.

[4] 도로에서는 시점을 측점 '0'으로 하고 20m 마다 '측점1, 측점2, ...'로 표시하며 방향전환점과 같은 곳에 추가적인 측점을 설치한다.

[5] 하수도의 측점은 관의 출구나 집수관의 중심선을 시점으로하여 30m마다 측점을 정하고, 하수도의 중심선을 따라 진행하며, 맨홀의 중심과 Y 형으로 분기되는 중심교차점에 측

점을 추가적으로 설치한다.

4.1.3 치수선

[1] 일반적으로 구조물이나 시설물의 배치가 단순할 때에는 치수선으로 그 위치를 나타낸다.

[2] 도로는 도로의 시점에서 방향전환점까지의 거리를 도로의 중심선을 따라 나타내고, 방향전환점에서 방향전환점까지의 거리를 나타낸다. 도로가 분지되는 곳에서는 주동선의 중심선에서 분지되는 도로의 방향전환점까지의 거리를 나타내고, 양도로의 중심선이 교차하는 곳에 교차각도를 표시한다. 도로의 곡선부분은 「제2장 도로선형설계」를 참고로 한다.

[3] 시공현장의 지형과 설계도면상의 지형에 오차가 있을 수 있으므로 오차를 조정할 수 있는 구역(다소 길이를 조정해도 기능상 별 지장이 없는 구간)을 설계도 상에 표시해 둔다.

[4] 곡선으로 구성되는 부분은 그 곡선의 중심점과 반지름을 표시한다. 반지름을 표시하는 곳은 수치앞에 'R='자를 쓰고, 지름을 표시하는 곳은 수치 앞에 'D='자를 쓴다.

[5] 구조물 내부의 치수는 특별한 경우가 아니면 도면이 복잡해지므로 표시하지 않는다.

[6] 건물의 위치는 도로 중심선으로 부터의 거리로 표시한다.

[7] 시설물은 2개의 중심선을 직각으로 교차시켜 중심점을 표시한다. 이는 쉽게 정할 수 있고, 표현이 간결하여 알아보기 쉬우며 시공시 다른 치수에 비하여 우선적으로 적용할 수 있는 장점이 있다.

[8] 불규칙한 형태의 치수를 나타낼 때에는 격자망을 그리고 격자선과의 교점을 표시한다. 불규칙한 형태의 세밀한 표현이 필요할 때에는 격자하나의 크기를 작게하여 오차를 줄일 수 있다.

4.2 지형의 높이 표시

4.2.1 등고선법

[1] 경사면으로 연속되어 있는 지형은 등고선으로 지형을 표시하고, 평탄지와 수직벽 등은 점고법으로 표고를 표시한다.

[2] 기존 등고선과 계획 등고선이 공존할 경우에는 기존 등고선은 점선으로 나타내고, 계획 등고선은 실선으로 나타낸다.

[3] 등고선의 표고표시는 선의 윗쪽에 표시한다. 기존 등고선의 경우는 등고선의 일부를 지우고 지운 자리에 표기할 수도 있다.

[4] 매 등고선마다 등고선의 표고표시를 하지 않을 때에는 일반적으로 5번째 등고선마다 표고표시를 하고, 독해를 쉽게 할 수 있도록 선을 진하게 그린다.

[5] 정상이나 침하지역을 나타내는 폐합된 등고선에는 점고(spot elevation)를 기입한다.

4.2.2 점고법(點高法)

[1] 지표면 또는 수면상에 일정한 간격으로 점의 표고 또는 수심을 숫자로 기입하는 방법이다.

[2] 지형적인 차이를 등고선의 이용에 의하여 충분히 표시할 수 없는 곳에 사용한다.

[3] 점고는 제안되어지는 고저가 위치한 정확한 지점에 '+' 표시를 하고 높이를 표시하는 숫자를 명기한다.

[4] 점고는 평탄지, 벽의 바닥, 연석의 꼭대기 등의 표고를 나타내거나, 등고선 사이에서 고저를 표시해야 하는 경우에 사용될 수 있다.

제 2장 동선설계

I. 개요

1.1 적용범위

[1] 이 설계지침은 녹지, 조경공간등 일단의 단지내 도로의 선형설계에 적용한다.

1.2 전제조건

[1] 자전거도로 설계시 「자전거이용시설의구조·시설기준에관한규칙」, 「자전거 이용시설 설치 및 관리지침, 행정안전부」을 참고하도록 한다.

[2] 『조경설계기준, 국토해양부』 제6장 동선 을 전제로 한다.

II. 동선별 설계지침

2.1 직선도로

2.1.1 설계속도

[1] 도로설계의 기초가 되는 자동차의 주행속도로서, 선형설계에 앞서 결정되어야 한다.

[2] 곡선반경, 편경사, 시거와 같은 선형요소의 한계값 결정에 직접적인 의미를 가진다.

2.1.2 도로폭원

[1] 도로의 전체 폭은 (차선 + 중앙분리대 + 보도 + 자전거도로)에 의해 결정된다.

[2] 차선의 폭 : 설계속도가 60㎞/h 이하인 도로에서 차선의 폭은 3.0m 이상으로 하고, 차선 폭의 가감은 0.25m 단위로 한다.

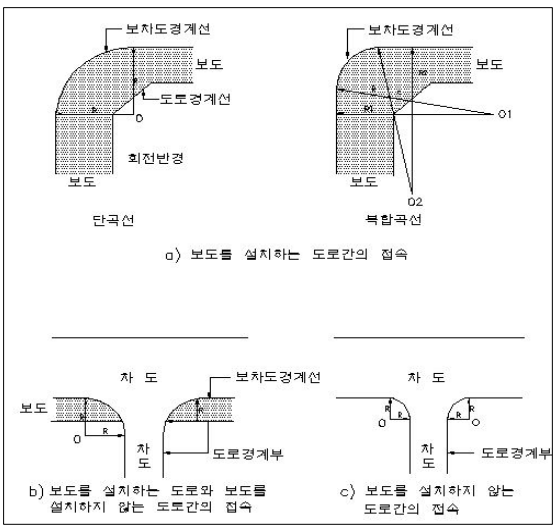
[3] 중앙분리대 : 일반도로의 중앙분리대는 그 폭을 1.5m 이상으로 설치한다.

[4] 길어깨(갓길) : 보도나 자전거도로를 설치하지 않는 도로에 설치하며, 설계속도 50㎞/h 이하인 일반도로에서의 길어깨 폭은 1.0m 이상으로 하고 지형상 부득이 할 경우에는 0.75m 이상을 확보한다.

[5] 보도, 자전거도로 : 각각 보도 및 자전거도로의 설계기준을 참고한다.

2.1.3 교차점 가각부

[1] 보차도 경계선의 형상



<그림 2.2.1> 보차도 경계선의 형상

(1) 교차점에 있어서 가각부의 보차도 경계선의 형상은 원 또는 복합곡선으로 함을 원칙으로 한다.

(2) 보차도 경계선의 형상은 <그림 2.2.1> 보차도 경계선의 형상에 예시된 것을 참고로 한다.

(3) 가각부 보차도 경계선의 회전반경은 접속도로의 기능에 따라 <표 2.2.1>에 표시된 값 이상으로 한다.

<표 2.2.1> 가각부 보차도 경계선의 회전반경 (단위 ; m)

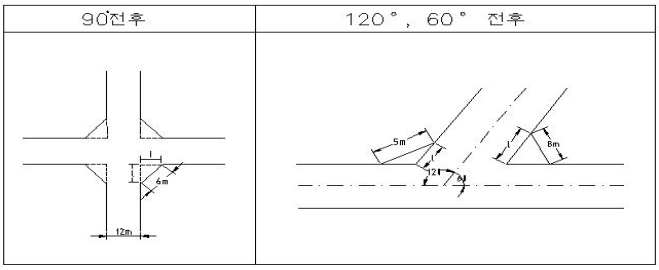
도 로 기 능	주간선도로	보조간선도로	국지도로	구획도로
주간선도로	12	12	10	6
보조간선도로	-	12	10	6
국지도로	-	-	10	6
구획도로	-	-	-	6

(4) 다만 대형차의 통행이 극히 적고, 연도 상황 등으로 부득이한 경우에는 표시된 값에서 4m를 뺀 값 이상으로 할 수 있다.

(5) 회전 반경이 너무 작으면 교차점에서 교통지체현상을 가중시키게 되고, 필요이상으로 크게 되면 소요되는 토지 면적이 많아지므로 적절한 크기의 회전반경을 취하는 것이 바람직하다.

[2] 가각전제(街角剪除)

(1) 가각전제는 도로의 교차각도와 도로폭에 의하여 좌우되며 보도폭, 도로를 이용하는 차량의 종류, 도로기능, 설계속도 등과 밀접한 관계를 갖는다.



90°의 경우 :
$\ell = 6 \times \cos 45 = 4.242m$

120°의 경우 :
$\ell = 2.5 / \cos 45° = 2.887m$

60°의 경우 :
$\ell = 4 / \cos 45° = 8m$

<그림 2.2.2> 가각전제의 방법

(2) 가각전제의 크기를 정할 때에는 위의 사항들을 모두 고려하여야 한다.

(3) 또 차량의 크기, 회전속도 등에 따라 가각전제의 크기가 커져야 하므로 설계서어비스 수준과 가각전제와의 관계가 검토되어야 한다.

(4) 가각전제의 방법은 도로의 교차 각도에 따라 <그림 2.2.2> 에서와 같이 ① 90°전후 ② 60°, 120°전후로 나눌 수 있다.

(5) 가각전제의 방법과 교차하는 도로의 폭원에 따른 가각전제의 최소치는 <표 2.2.2>와 같다.

<표 2.2.2> 도로폭원별 가각전제기준 (단위 ; m)

구 분	도로폭	25	20	15	12	10	8	6	4
90° 전후	25	10	10	8	6	5			
	20	10	10	8	6	5	5	5	
	15	8	8	8	6	5	5	5	
	12	6	6	6	6	5	5	5	
	10	5	5	5	5	5	5	5	3
	8			5	5	5	5	5	3
	6			5	5	5	5	5	3
	4					3	3	3	3
120° 전후	25	8	8	6	5	4			
	20	8	8	6	5	4			
	15	6	6	6	5	4	4	4	
	12	5	5	5	5	4	4	4	
	10	4	4	4	4	4	4	4	2
	8		4	4	4	4	4	4	2
	6		4	4	4	4	4	4	2
	4					2	2	2	2
60° 전후	25	12	12	10	8	6			
	20	12	12	10	8	6	6	6	
	15	10	10	10	8	6	6	6	
	12	8	8	8	8	6	6	6	4
	10	6	6	6	6	6	6	6	4
	8		6	6	6	6	6	6	4
	6		6	6	6	6	6	6	4
	4					4	4	4	4

2.1.4 횡단경사

[1] 직선부 도로에서의 횡단경사는 노면의 배수를 위한 것이다.

[2] 도로의 직선부에서는 중앙에서 좌우로 향하여 내리막경사를 사용하며 '%'로 표시한다.

[3] 평활한 노면에서는 물의 흐름이 좋으므로 되도록이면 수평에 가깝게 하고, 또 종단경사의 유무에 의해서도 달라져야 한다.

[4] 횡단경사의 형상에는 직선, 포물선, 쌍곡선 등이 가장 많이 쓰인다.

[5] 노면의 종류에 따른 차도의 횡단경사는 <표 2.2.3> 와 같다.

<표 2.2.3> 차도의 횡단경사

노면의 종류	아스팔트 및 콘크리트 포장	간이포장도로	비포장도로
횡단구배	1.5~2.0	2.0~4.0	3.0~6.0

[6] 차도 옆에 설치된 보도의 횡단경사는 노면의 종류에 불구하고 2%를 표준으로 하며 차도를 향해서 편경사로 하는 것이 보통이다.

2.1.5 종단경사

[1] 종단경사는 노면 중심선에서의 진행방향으로의 경사로서 보통 '%'로 표시한다.

[2] 오르막의 경사가 증가함에 따라 속도가 점차적으로 감속되며 내리막 경사에서는 속도가 증가하게 된다.

[3] 종단경사의 기준치는 경제적인 면에서 허용할 수 있는 범위내로 하고 가능한 한 속도저하가 작아지도록 한다.

[4] 종단경사의 기준치는 <표 2.2.4> 와 같다.

<표 2.2.4> 종단경사 (단위 ; %)

설계속도(km/h)	종 단 경 사		설계속도(km/h)	종 단 경 사	
	표 준	부득이한 경우		표 준	부득이한 경우
80	4	6	40	7	10
70	4	6	30	8	11
60	5	7	20	10	13
50	6	9			

[5] 노면배수를 위해 제한을 두는 것을 최소경사라 하며 우리나라의 표준은 0.5%이다.

2.1.6 정지시거

[1] 정지시거는 전방의 동일차선상에 고장차 등의 장애물을 인지한 경우에 제동을 걸어서 정지하기 위해 필요한 길이이다.

[2] 정지시거는 위험요소를 판단하여 브레이크를 걸기 시작할 때까지 달린 거리와 브레이크를 걸기 시작해서 정지할 때까지 달린 거리를 합한 전체거리로 계산하며 다음 식으로 나타낼 수 있다.

$$D = \frac{V}{3.6} t + \frac{V^2}{2g \cdot f \cdot (3.6)^2} = 0.694V + \frac{V^2}{254f}$$

식에서, D : 정지시거 (m)
V : 설계속도 (km/h)
t : 반응시간 (sec)
g : 중력가속도(9.8m/sec)
f : 타이어와 노면의 종방향 미끄럼 마찰계수

[3] 위 식에서 반응시간은 위험요소를 판단하는 시간으로 1.5초, 판단 후 브레이크를 걸기 시작할 때까지 1.0초로 하여 2.5초로 계산한다.

[4] 양쪽에서 마주보고 같은 속도로 달려오던 자동차가 동시에 브레이크를 걸기시작하여 정지할 때까지의 정지거리는 위 표에서 구한 값의 2배가 필요하다.

[5] 이 경우 대향하는 차를 확인할 수 있는 대향차의 높이는 도로중심선상 1.2m로 하며. 정지시거를 확보할 때 장애물의 높이는 15㎝로 한다.

2.1.7 종단곡선의 설치

[1] 종단곡선으로서는 보통 단일 원곡선을 사용한다. 종단곡선으로서의 단일 원곡선은 2차 포물선과 거의 비슷하다.

[2] 급변하는 경사에 의한 차량과 노면의 심한 손상을 방지하기 위하여, 상향경사와 하향경사인 두 접선이 교차하는 점에서 2개의 경사선을 원활하게 연결하기 위한 종단곡선을 삽입한다.

[3] 종단곡선의 길이

(1) 두 개의 다른 종단경사가 만나는 곳은 차량의 운동량 변화에 따른 충격의 완화와 시거를 확보할 수 있도록 서로 다른 두 종단경사를 적당한 변화율로 접속시켜야 하며 이러한 종단곡선은 볼록형과 오목형으로 구분한다.

(2) 종단곡선은 일반적으로 포물선으로 설치하며 충분한 범위내에서 주행의 안전성과 쾌적성을 확보하고 도로의 배수를 원활히 할 수 있도록 설치하여야 한다.

(3) 다른 두 경사구간을 주행하는 차량이 충격을 완화하여 주행의 쾌적성을 확보하기 위한 종단곡선의 길이는 다음 식이 적용된다.

$$L = \frac{V^2 I}{360}$$

식에서, V : 차량의 속도
I : 종단경사의 대수차 ($|m - n|$)
L : 종단곡선의 길이

(4) 시거확보를 위한 종단곡선의 길이

가. 볼록형 종단곡선 : 볼록형 종단곡선의 최소길이는 정지시거 확보를 위한 길이로 결정한다. 포물선 형태인 종단곡선의 시거확보를 위한 거리는 다음 식과 같다.

$$L = \frac{S^2 I}{385}$$

식에서, S : 정지시거

나. 오목형 종단곡선 : 오목형 종단곡선의 길이는 전조등에 의한 시거 및 주행의 쾌적성을 확보할 수 있도록 설치되어야 한다. 오목형 종단곡선의 길이는 다음 식에 의하여 구한다.

$$L = \frac{S^2 I}{120 + 3.5S}$$

[4] 종단곡선의 중간치 계산

(1) 종단곡선은 지극히 편평하므로 종단곡선의 길이는 수평거리와 같다고 보아도 지장이 없다.

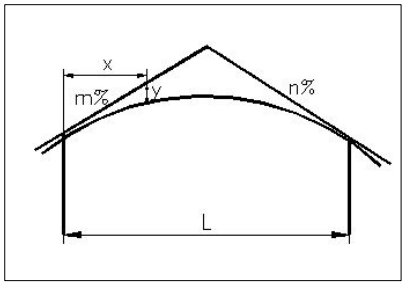
(2) <그림 2.2.3>과 같은 경사를 갖는 도로에 종단 곡선을 설치하기 위해서는 설계속도로부터 종단곡선의 길이(L)를 계산하고 다음 식에 의하여 경사선으로부터 종단곡선 계획고까지의 거리를 산출한다.

$$y = \frac{m \times n}{200L} \times 2$$

2.2 곡선도로

2.2.1 곡선반경

[1] 도로의 곡선부분은 자동차가 주행할 때에 원심력에 의하여 곡선부분의 바깥쪽으로 미끄러지거나 넘어지는 위험이 발생하게 된다. 따라서 자동차가 곡선부분을 안전하게 주행할 수 있도록 하기 위해서는 곡선부도로의 바깥쪽이 안쪽보다 높게하고(편경사) 곡선반경을 일정 크기



<그림2.2.3>종단곡선의 중간치계산

이상으로 할 필요가 있다.

[2] 이 곡선반경은 자동차의 속도, 편경사, 노면과 타이어의 마찰계수에 따라 달라진다. 자동차에 가해지는 원심력에 의해 생기는 횡력이 일정한도를 넘지않게 하는 최소곡선반경은 다음 식에 의하여 구할 수 있다.

$$R = \frac{V^2}{127(i+f)}$$

식에서, R : 곡선반경 (m)
V : 차량의 속도 (km/hr)
I : 편경사 (%)
f : 노면과 타이어의 마찰계수

[3] 편경사를 취할 수 있는 곳은 6%로 하고 편경사를 취할 수 없는 일반도로는 -2%를 취한다. 마찰계수는 속도에 따라 달라지며, 80㎞/hr에서 20㎞/hr사이에서 마찰계수 f 는 0.12에서 0.16사이의 값을 갖는다.

2.2.2 최소 곡선길이

[1] 핸들조작상 필요한 곡선길이

(1) 자동차가 도로의 곡선부를 주행하는 경우, 곡선부의 길이가 짧으면 핸들을 꺽자마자 곧바로 반대방향으로 꺽어야 하기 때문에 차내의 사람은 횡방향의 힘을 받게 되고 자동차 운전자는 핸들조작에 곤란을 느끼게 된다.

(2) 경험에 의하면 핸들의 조작에 곤란을 느끼지 않을 정도로 곡선부를 주행할 수 있도록 하기 위해서는 적어도 통과 시간이 약 4초의 곡선 길이를 설치하는 것이 좋다.

[2] 도로 교각이 5°미만인 경우의 곡선길이

도로의 교각이 매우 작은 경우에는 곡선의 길이가 실제보다 작게 보이므로 도로가 급하게 절곡되어 있는 듯한 착각을 일으킨다. 이 경향은 교각이 작을수록 현저하다. 따라서 교각이 작을수록 긴 곡선부를 삽입해서 도로가 완만히 절곡되고 있는 듯한 감을 갖도록 하지 않으면 안된다.

2.2.3 수평노선 설정자료

도로를 배치하는데 요구되는 수평노선 설정자료는 곡선의 시점, 접선장, 곡선장, 교각, 곡선반경, 그리고 곡선의 종점이다.

2.3 보도

2.3.1 보도의 폭

[1] 보도의 단위폭은 보행자 1인의 점유폭을 0.75m로 하고 보행자 2~4인이 동시에 나란히 통행할 수 있는 폭으로 한다.

[2] 보도의 폭은 1.5m 이상을 표준으로 하고, 보행자 통행량이 적거나 지형상황 등으로 부득이한 경우는 폭을 1.0m 이상으로 한다.

[3] 보행자수와 보도폭과의 관계는 다음식에 의하여 구할 수 있다.

$$P = 3600 \cdot Dp \cdot V \cdot W$$

식에서, P : 보행자 수 (인/시간)

Dp : 보행자 밀도 (인/㎡)
V : 보행자의 속도(m/sec)
W : 보도폭 (m)

[4] 일본에서 역사시설 등에서의 실측결과에 의하면 방해를 받지 않는 보행자군 속도 V는 보행자군 밀도 Dp = 0.7~1.6인/㎡일 때 1.0m/sec 정도이다.

[5] 보도의 폭은 보도가 구비해야 할 기능을 충분히 감안하여 결정하여야 한다.

2.3.2 보도의 횡단구성

[1] 차도옆에 설치되는 보도는 연석에 의하여 차도보다 0.2~0.25m 높은 구조로 하는 것이 바람직하다. 높이차를 내기 곤란할 경우는 연석만을 설치하도록 한다.

[2] 방호울타리에 의하여 차도와 분리하고자 할 때에는 보도의 폭을 0.5m 정도 더 늘인다.

[3] 특수한 경우에는 비탈면의 중간이나 비탈면의 선단에 설치하는 것도 고려한다.

[4] 보도의 표면은 차도쪽으로 2% 정도의 경사를 두어 배수가 용이하도록 한다.

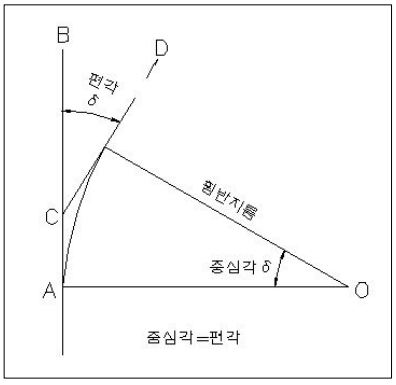
[5] 보도만 단독으로 설치될 경우에는 주변지역에서 표면배수된 우수가 보도를 타고 흘러내려 보행에 지장을 주는 일이 없도록 하여야 한다. 지형여건상 이러한 우려가 있는 곳은 보도에 측구를 설치한다.

2.3.3 보도의 선형설계

[1] 횡보행의 선형

(1) 보행자가 진행방향에서 방향을 바꾸어 걸어가고자 할 때에는 목표로 하는 방향을 향해 내딛는 발의 각도를 바꾸는 데에는 한도가 있으므로 방향을 조금씩 바꾸어 걸으면서 목표로 하는 방향으로 향하게 된다.

(2) 그 이동 궤적은 거의 원호를 그리게 되는데, <그림 2.2.4>에서와 같이 AB방향으로 나아가던 보행자가 CD방향으로 각 BCD만큼 방향을 바꾸어 걸어갈 때에 그리는 원호는 직선 AC와 CD를 접선으로 하는 원호이고 ∠BCD와 ∠AOL은 크기가 같으므로, 그 원호는 곡률반경과 중심각으로 나타낼 수 있다.



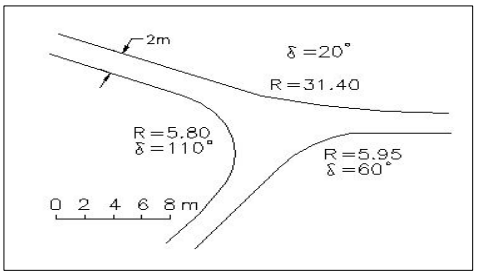
<그림 2.2.4>보행로의 휘는 방향과 중심각의 관계

(3) 보행궤적의 원호는 인간의 보행특성에 대한 조사결과 다음 식으로 나타낼 수 있다.

$$39 - \Theta = 13.5 \log (R - 5.8)$$

식에서, Θ : 중심각(度)
R : 곡률반경 (m)

(4) 상기의 식을 계산한 결과는 <표 2.2.5>과 같다.



<그림 2.2.5> 보행곡선의 적용례

<표 2.2.5> 보행곡선의 수치

편각 δ(°)		횡반경R(m)		편각 δ(°)		횡반경R(m)		편각 δ(°)		횡반경R(m)		편각 δ(°)		횡반경R(m)	
10	0	146	40	21	5	25	60	28	0	12	30	39	0	6	80
12	0	105	80	22	0	24	00		5	11	30	40	0	6	60
15	0	65	80		5	22	50	29	0	11	30	42	5	6	40
16	0	56	40	23	0	21	10		5	10	90	45	0	6	20
17	0	48	40		5	19	90	30	0	10	40	47	5	6	03
	5	44	90	24	0	18	70	31	0	9	70	50	0	5	95
18	0	41	70		5	17	70	32	0	9	10	52	5	5	90
	5	38	80	25	0	16	70	33	0	8	60	55	0	5	87
19	0	36	10		5	15	80	34	0	8	20	60	0	5	83
	5	33	60	26	0	15	00	35	0	7	80	70	0	5	81
20	0	31	40		5	14	20	36	0	7	50	80	0		
	5	29	30	27	0	13	50	37	0	7	20	90	0		
21	0	27	30		5	12	90	38	0	7	00	180	0	5	80

(5) <표 2.2.5>를 이용하여 보행로의 모서리 절단부에 적용하면 <그림 2.2.5>와 같다.

(6) <표 2.2.5>의 곡선반경은 보행로의 중심선이기 때문에 실제 보행로 교차부의 모서리 절단 곡선은 중심선보다 30㎝ 정도 짧게 한다.

(7) 보행로 교차부의 모서리 절단 반경은 최소한 5.5m가 필요하다.

[2] 직선보행의 선형

(1) 사람이 직선으로 보행하고자 할 때에는 물결모양의 곡선을 그리면서 걷는다. 따라서 폭원이 3m 이하인 보행도로에서는 긴장감이 생겨서 보행에 피로가 오게 되나 물결모양의 곡선도로는 긴장감을 주지 않는다.

(2) 물결모양의 곡선은 과 같이 길이 24m마다 좌우 폭 2m의 지그재그선을 기본선으로 직선의 교차부에 원곡선을 삽입한 형태를 표준으로 하여 나타낼 수 있다.

(3) 지그재그선의 편각 Θ는 tan(Θ/2) = 4/24로 구하면 Θ는 18°55′에 상당하고, 곡률반경 R은 「2.3.3(3)」의 식에 따라 계산하면 38.5 m이다. 따라서 이 물결모양의 곡선은 파장 48m, 진폭 약 3m 주기의 파형(波形) 패턴을 이룬다. 물결모양의 도로에서 모든 파장을 일률적으로 48m로 할 필요는 없으나, 각 파장은 표준치에서 크게 벗어나지 않도록 하는 것이 바람직하다.

2.4 계단 및 경사로

2.4.1 계단

[1] 답면과 축상<그림 2.2.6>

계단의 경사는 30~35°가 가장 적합하나, 대지의 조건에 따라 많은 융통성을 가질 수 있다. 계단을 설계할 때에는 계단의 축상이 높으면 답면을 좁게 하고, 축상이 낮으면 답면을 넓게 한다. 계단의 축상과 답면과의 관계는 축상을 h, 답면을 b라고 하면 2h + b = 60~65㎝의 관계가 성립한다.

[2] 계단참

계단의 높이가 3m 이상이 될 때에는 중간에 일정한 너비를 가진 계단참을 설치하도록

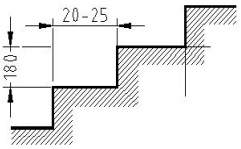
한다. 일반적으로 12단 정도 올라간 곳에 2~3보 정도의 너비를 가진 계단참을 설치한다.

[3] 설계시 유의사항

계단에서 넘어지면 크게 다치게 되므로 계단의 답면은 미끄럽지 않아야 하며 가장 디딤의 회수가 많은 답면의 끝부분은 미끄럼 방지를 위한 조치가 필요하다. 답면은 물이 괴어 얼지 않도록 하여야 한다. 일반적인 이용을 위한 계단은 시작과 끝나는 부분에 조명 등을 설치할 필요가 있다.

2.4.2 경사로

[1] 경사로는 보행곤란자나 휠체어 사용자가 계단을 사용하기 어려울 때 이용한다.

	축상의 높 이	답면의 너 비	비 고
1	12cm	20-33cm	
2	15cm	25-30cm	
3	18cm	20-25cm	

<그림 2.2.6> 축상 높이와 답면 너비와의 관계

[2] 경사도

휠체어는 14~30kg의 무게로 경사가 완만할수록 이동하기가 유리하나, 너무 완만하면 보행거리가 길어지게 된다. 일반적으로 경사로의 경사는 1 : 18 이하로 하는 것이 바람직하나, 최대 1 : 12(8.3%)를 넘지않도록 한다.

[3] 수평참

고저차가 큰 경사로의 경우는 보행거리가 길어지므로 중간에 잠시 휴식을 취할 수 있는 수평공간을 두는 것이 바람직하다. 수평참의 설치거리는 수평거리로 경사도 5%의 경우는 12m 이하마다, 경사도 8.3%의 경우는 9m 이하마다 설치한다. 이 수평참은 경사로의 시점, 종점, 꺽이는 지점, 다른 경사로와 교차하는 부분 등에 설치한다. 수평참은 150㎝의 폭을 확보하여야 하며 가능하면 180㎝로 하는 것이 바람직하다.

[4] 경사로의 폭

휠체어가 이동하는데 필요한 폭은 휠체어 1대의 경우 120㎝ 이상, 보행자 + 휠체어 1대의 경우 150㎝ 이상, 휠체어 2대가 동시에 통행하는 경우는 180㎝ 이상의 유효폭이 필요하며, 통행량에 따라 유효폭을 조절한다.

[5] 바닥마감

경사로의 바닥면은 평탄하고 미끄러지지 않는 마감으로하며 횡단면은 수평으로 한다. 눈, 비 등의 영향을 받지 않도록 차양 등을 설치하여 보호하는 것이 바람직하다.

[6] 난간, 경계석 및 보호판

경사로의 난간은 원칙적으로 양측에 연속해서 설치하며 경사로의 시점, 종점부분에는 수평부분을 30㎝ 이상 연장시킨다. 난간의 높이는 80~85㎝로 하고 이중난간일 경우에는 65㎝ 및 85㎝로 하며, 손잡이는 원형 또는 타원형으로 한다. 경사로의 양단에는 높이 5㎝이상의 경계석을 설치하는 것이 목발이나 지팡이 사용자의 사고를 방지하기 위하여 필요하다. 휠체어 사용자가 경사로에서 이동시 벽면에 부딪히거나 팔이 끼이는 것을 방지하기 위하여 벽면에는 바닥에서 15~35㎝ 정도 높이에 보호판(kick plate)을 설치하는 것이 바람직하다.

2.5 자전거도로

2.5.1 자전거도로의 분리

[1] 자동차의 통행량이 적은 도로에서는 자전거는 차량도로를 이용할 수 있다. 그러나 다음의 경우에는 자전거도로를 차량도로와 분리하여 설치한다.

(1) 자동차의 주행속도가 50㎞/h를 초과할 때

(2) 자동차 교통량이 3000대/일 이상이고 자전거 통행량이 200대/일 이상일 때

(3) 자동차 교통량이 2000대/일 이상이고 자전거 통행량이 500대/일 이상일 때

[2] 자전거의 통행량이 적을 때에는 보행자와 자전거가 같은 도로를 쓰는 것이 현실적으로 효과적이지만 자전거의 통행량이 700대/일 이상일 때에는 보행자도로와 자전거도로를 분리시킨다.

2.5.2 규격기준 및 지침

[1] 자전거도로의 설계속도 및 정지시거

(1) 자전거도로의 설계속도는 다음 속도 이상으로 한다. 다만 부득이하다고 인정되는 경우 다음 표의 속도에서 10km를 뺀 속도 이상을 설계속도로 할 수 있다.

<표 2.2.6> 자전거도로의 설계속도

구 분	설계속도(kn/hr)
자전거 전용도로	30
자전거 보행자 겸용도로	20
자전거 전용차로	20

(2) 자전거도로에는 당해 자전거도로의 설계속도에 따라 다음 표의 정지시거를 확보하여야 한다.

<표 2.2.7> 하향 경사의 경우 자전거도로의 정지시거

설계속도(km/hr) / 경사도	시속 10km 이상 20km 미만	시속 20km 이상 30km 미만	시속 30km 이상
2% 미만	9	20	37
2%이상~3%미만	9	21	38
3%이상~5%미만	9	22	40
5%이상~8%미만	9	23	41
8%이상~10%미만	9	25	44

<표 2.2.8> 상향 경사의 경우 자전거도로의 정지시거

설계속도(km/hr) / 경사도	시속 10km 이상 20km 미만	시속 20km 이상 30km 미만	시속 30km 이상
2% 미만	8	20	35
2%이상~3%미만	8	20	34
3%이상~5%미만	8	20	33
5%이상~8%미만	8	20	31
8%이상~10%미만	8	20	31

[2] 자전거도로의 폭

(1) 일방통행인 자전거도로의 폭은 1.5m 이상을 표준으로 한다. 단, 특례 인정요건에 한하여 최소폭을 1.2m로 적용가능하다. (행정안전부, 자전거이용시설의 설치 및 관리지침 참고)

(2) 양방향 통행인 자전거도로의 폭은 3m 이상을 표준으로 한다.

(3) 길이 100m 이상의 터널에 있어서는 폭을 1.0m 이상으로 한다.

[3] 차량도로 옆에 설치되는 자전거도로의 높이

(1) 차량도로와 같은 높이로 하는 경우

두 도로의 사이에 분리시설을 설치하면 교차로 등에서 경사를 조정하지 않아도 되는 장점이 있다.

(2) 차도보다 높게 하는 경우

가. 경계석으로 차도와 분리하고 할 때에는 자전거가 차도로 뛰어들지 않도록 한다.

나. 교차도로와 만나는 지점에서의 접속경사는 5~10%로 한다.

다. 차도보다 20㎝ 이상 높은 곳에서는 가장자리로 쏠리지 않도록 방호울타리를 두거나, 자전거 발판이 부딪치지 않는 범위내에서 자전거도로면보다 5㎝정도 높고 폭이 넓은 연석을 설치하여 발이 닿도록 한다.

[4] 자전거 전용도로 설치기준

(1) 자전거 전용도로 분리대 설치기준

가. 제한속도 60㎞/hr 초과시 1.0m

나. 제한속도 60㎞/hr 이하 0.5m

(2) 자전거전용차로 분리공간 설치기준

가. 제한속도 60㎞/hr 이하 0.5m

나. 제한속도 50㎞/hr 이하 0.2m

[5] 자전거도로의 색상

(1) 바닥색상 : 암적색, 단 상충지역(conflict zone에 한하여 다른 색상으로 포장 가능
※ 상충지역 : 자전거도로의 시·종점, 일반도로와 접속구간, 교차로 등

(2) 차선색상 : 중앙분리선은 황색선, 양쪽 가장자리는 흰색선

[6] 자전거도로의 포장

(1) 사용빈도 및 주변과의 조화 등을 고려하여 아스팔트, 콘크리트 및 황토흙포장, 마사토 포장 등을 활용하여 표면처리를 한다.

(2) 자전거도로 설계시 자체 설계자문위원회 등의 기술적 검토를 거쳐서 결정하도록 한다.

2.5.3 종단경사

[1] 자전거도로의 종단경사는 7%를 넘지 않아야 한다.

[2] 바람직하지는 않지만 경사로의 길이가 30m 내외일 경우에는 최대 15%까지 경사를 둘 수는 있다.

[3] [2]보다 경사도가 1% 낮아질 때마다 경사로의 길이는 20m 정도 길어질 수 있다.

[4] 300m 이상의 경사로에서는 5% 이하의 경사도를 유지하여야 한다.

[5] 경사도에 따른 종단구배 제한길이 및 바람직한 경사로의 길이는 <표 2.2.10>과 같다.

<표 2.2.9> 자전거도로의 종단경사

종단구배(%)	제한길이(m)
7%이상	120이하
6%이상 ~ 7%미만	170이하
5%이상 ~ 6%미만	220이하
4%이상 ~ 5%미만	350이하
3%이상 ~ 4%미만	470이하

<표 2.2.10> 경사로의 길이

경사도(%)	바람직한 경사로의 길이(m)	경사도(%)	바람직한 경사로의 길이(m)
1.7	180	3.5	45
2.0	125	4.0	30
2.5	80	4.5	25
2.9	60		

[6] 종단구배가 계속되는 경우 제한길이에 이를때마다 3% 미만의 종단구배를 가진 구간을 100m이상 설치하여야 한다.

2.5.4 평면선형

[1] 차도에 평행하여 설치되는 자전거도로의 평면선형은 충분한 여유를 가지고 있다.

[2] 자전거도로의 곡선반경은 시속 30km이상일 때 27m 이상, 시속 20km이상~30km미만일 경우 12m이상, 시속 10km이상~20km미만일 경우 5m 이상으로 한다.

2.5.5 부속시설

[1] 자전거 주차장의 설치

(1) 노상·노외 주차장의 경우 주차장 총면적의 5%를 자전거 주차장으로 확보하도록 한다.

(2) 부설주차장의 경우 차량 주차대수의 10~20% 규모로 설치하도록 한다.

(3) 자전거주차의 편의를 위해 눈비 등을 가릴 수 있는 주차시설을 설치하며, 자전거주차장 표지판을 설치하여 통행인에 방해가 없도록 한다.

[2] 안전시설

(1) 자전거도로 이용자의 안전을 위하여 급커브, 낭떠러지, 낙석붕괴 지역 등에 자전거방호울타리, 방호벽 등 안전시설을 설치한다.

(2) 돌출시설물 등 자전거 통행에 대한 위험이 있는 지역에서는 자전거도로에 적당한 조명시설을 설치하도록 한다.

(3) 자동차전용차로에서 자전거도로 분리공간의 폭은 자동차 최고속도가 50km~60km의 경우 최소 0.5m를 두어야 하며, 시속 50km이하일 경우 최소 0.2m이상으로 한다.

(4) 자전거 전용도로를 일반도로와 분리하여 설치하는 경우에는 시속60km초과시 1.0m의 분리대를, 시속 50km 이하인 경우 0,5m폭의 분리대를 설치하여야 한다.

2.6 주차장

2.6.1 공간 및 기능

[1] 주차 수요가 많은 곳에 설치하도록 하며, 주차장의 출입으로 교통의 흐름에 방해를 주는 곳은 피해야 한다.

[2] 노상주차장, 노외주차장, 부설주차장 등으로 구분한다. (주차장법 제2조 참조)

(1) 노상주차장

가. 도로의 노면 또는 교통광장의 일정한 구역에 설치되는 주차장으로 일반의 이용에 제공되는 것

나. 도로의 주차장 노변은 목적지로부터 근거리에 주차시킬 수 있다는 장점이 있으나 주차대수가 제한되며 교통의 혼잡을 초래 할 수 있다.

(2) 노외주차장

가. 도로의 노면 및 교통광장 이외의 장소에 설치되는 주차장으로서 일반의 이용에 제공되는 것

나. 노상주차장만으로는 주차수요를 충족시킬 수 없는 경우에 도로에서 벗어난 일정한 지역을 정하여 노외주차장을 설치한다.

(3) 부설주차장

가. 건축물, 골프연습장, 기타 주차시설을 유발하는 시설에 부대하여 설치되는 주차장으로서 당해 시설의 이용자 또는 일반의 이용에 제공되는 것.

나. 건물이용자가 편리하게 이용할 수 있도록 백화점, 호텔 등의 경우에는 별도의 주차빌딩을 설치하는 경우도 있다. 또한 주차의 수요가 많은 도심의 경우, 주차의 효율이 큰 주차빌딩의 건설로 주차의 수요를 충족시키는 것이 바람직하다.

(4) 장애인전용 주차면

가. 장애인 전용의 주차면은 관련건물 또는 관련공간의 출입구에 가장 접근성이 양호한 곳에 배치한다.

나. 주차면으로부터 보도까지의 연결도로는 경사로 등을 설치하여 접근에 불편이 없도록 한다.

2.6.2 설계지침

[1] 노상주차장 (주차장법 시행규칙 제4조 참조)

(1) 노상주차장을 설치하고자 하는 지역안의 주차수요와 노외주차장, 기타 자동차의 주차에 사용되는 시설 또는 장소와의 연관성을 참작하여 유기적으로 대응할 수 있도록 적정하게 분포되어야 한다.

(2) 주간선도로에 설치되어서는 아니된다. 다만, 분리대 기타도로의 부분으로서 도로교통에 크게 지장을 가져오지 아니하는 부분에 있어서는 그러하지 아니하다.

(3) 보도와 차도의 구별이 없는 도로에 설치하여서는 아니된다. 다만, 너비 8m 이상의 도로로서 보행자의 통행이나 연도의 이용에 지장이 없는 경우는 그러지 아니하다.

(4) 보도와 차도의 구별이 있는 도로로서 그 차도의 너비가 6m 미만인 도로에 설치하여서는 아니된다.

(5) 종단구배가 4%를 초과하는 도로에 설치하여서는 아니된다. 다만, 종단구배가 6% 이

하의 도로로서 보도와 차도가 구별되어 있고, 그 차도의 너비가 13m 이상인 경우에는 그러하지 아니하다.

(6) 고속도로, 자동차 전용도로, 또는 고가도로에 설치하여서는 안된다.

(7) 도로교통법 제28조 각호의 1 및 동법 제 29조의 각 호의 1에 해당하는 도로의 부분에 설치하여서는 아니된다.

가. 교차로, 횡단보도, 차도와 보도가 구분된 도로의 보도 또는 건널목. 다만, 차도와 보도에 걸쳐 설치된 주차장법에 의한 노상주차장에 주차하는 경우는 제외한다.

나. 교차로의 가장자리 또는 도로의 모퉁이로부터 5m 이내의 곳

다. 안전지대가 설치된 도로에서는 그 안전지대의 사방으로부터 각각 10m 이내의 곳.

라. 버스여객자동차의 정류를 표시하는 기둥이나 판 또는 선이 설치된 곳으로부터 10m 이내의 곳.

마. 지방경찰청이 도로에서의 위험을 방지하고 교통의 안전과 원활한 소통을 확보하기 위하여 필요하다고 인정하여 지정한 곳.

바. 소방용기계기구가 설치된 곳으로부터 5m 이내의 곳.

사. 소방용 방화물통으로부터 5m 이내의 곳.

아. 소화전 또는 소화용 방화물통의 흡입구나 흡수관을 넣는 구멍으로부터 5m 이내의 곳.

자. 화재경보기로부터 3m 이내의 곳.

차. 터널 안 및 다리 위.

카. 도로공사를 하고 있는 경우에는 그 공사구역의 양쪽 가장자리로부터 5m 이내의 곳

타. 지방경찰청장이 도로에서의 위험을 방지하고 교통의 안전과 원활한 소통을 확보하기 위하여 필요하다고 인정하여 지정한 곳.

(8) 노상주차장을 설치하는 도로의 너비 또는 교통상황 등을 참작하여 그 도로를 이용하는 자동차의 통행에 지장이 없는 너비(3.5m 이상)가 확보되도록 설치하여야 한다.

(9) 평행주차가 바람직하며 노폭이 넓은 곳에는 30°주차도 가능하다. 45°, 60°및 직각 주차는 넓은 주차공간이 소요되므로 가능한 피하여야 한다.

[2] 노외주차장의 계획

(1) 노외주차장의 유치권은 노외주차장을 설치하고자 하는 지역에 있어서의 토지이용현황, 노외주차장 이용자의 보행거리 및 보행자를 위한 도로상황 등을 참작하여 이용자에게 편의를 도모할 수 있도록 정하여야 한다.

(2) 유치권안에 있어서의 전반적인 주차수요와 이미 설치되었거나 장래에 설치할 계획인 자동차의 주차에 사용하는 시설 또는 장소와의 연계성을 참작하여 적정한 규모로 하여야 한다.

(3) 노외주차장을 설치하는 지역은 녹지지역이 아닌 지역이어야 한다. 다만, 지목이 자연녹지지역으로 되어 있고 사실상 대지화되어 있는 지역의 경우에는 그러하지 아니하다.

가. 하천구역 및 공유수면으로서 주차장이 설치됨으로 인하여 당해 하천 및 공유수면의 관리에 지장을 주지 아니하는 지역

나. 토지의 형질변경없이 주차장의 설치가 가능한 지역

다. 주차장의 설치를 목적으로 토지의 형질변경 허가를 받은 지역

라. 시장, 군수 또는 구청장이 특히 주차장의 설치가 필요하다고 인정하는 지역

(4) 단지조성사업에 따른 노외주차장은 주차수요가 많은 곳에 설치하여야 하며 가급적 공원, 광장, 대로변 및 상가 인접지역 등에 연접하여 배치하여야 한다.

(5) 노외주차장의 출구 및 입구(노외주차장 차로의 노면이 도로의 노면에 접하는 부분을 말한다.)는 다음 각 항의 1에 해당하는 장소에 설치하여서는 안된다.

가. 도로교통법 제 28조 각호의 1 및 동법 제 29조 각호의 1에 해당하는 도로의 부분

나. 횡단보도(육교 및 지하횡단보도를 포함한다.)에서 5m 이내의 도로의 부분

다. 너비 6m 미만의 도로(주차대수 200대 이상인 경우에는 너비 10m 미만의 도로)와 종단구배가 10%를 초과하는 도로

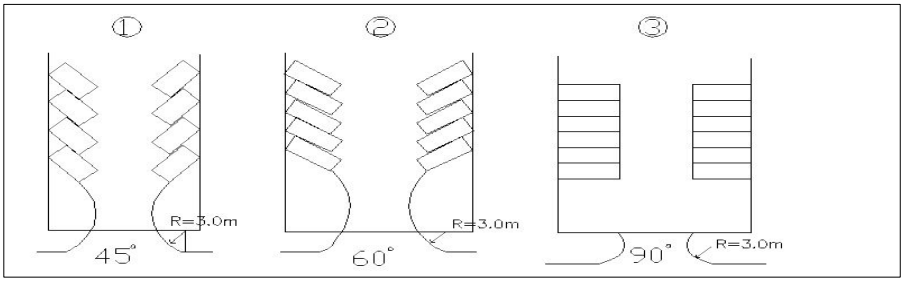
라. 새마을유아원, 유치원, 국민학교, 특수학교, 노인복지시설, 장애인복지시설 및 아동전용시설 등의 출입구로부터 20m 이내의 도로의 부분

(6) 노외주차장과 연결되는 도로가 2개 이상인 경우에는 자동차교통에 미치는 지장이 적은 도로에 노외주차장의 출구와 입구를 설치하여야 한다. 다만, 보행자의 교통에 지장을 가져올 우려가 있거나 기타 특별한 이유가 있는 경우에는 그러지 아니하다.

(7) 주차대수 400대를 초과하는 규모의 노외주차장의 경우에는 노외주차장의 출구와 입구는 각각 따로 설치하여야 한다.

(8) 주차의 형식

<그림 2.2.7>을 참조한다.



<그림 2.2.7> 주차의 형식

(9) 주차장 설계의 최소치수

<표 2.2.11> 노외주차장 설계의 최소 칫수

주차폭	주차각	통로폭(m) AW	통로의 직각 방향 주차폭(m) Sd	통로의 평행 방향 주차폭(m) Sw	단위 주차폭(m) W = AW + 2Sd	1대당 주차 소요면적(㎡) A = W/2 × Sw
2.45m	30°	3.80	4.60	4.90	13.00	31.85
〃	45°		5.50	3.45	14.80	25.53
〃	60°	6.40	6.00	2.80	18.40	25.76
〃	90°	7.60	5.80	2.45	19.20	23.52
2.60	30°	3.80	4.60	5.20	13.00	33.80
〃	45°		5.50	3.65	14.80	27.01
〃	60°	6.10	6.00	3.00	18.10	27.15
〃	90°	7.30	5.80	2.60	18.90	24.57

[1] 노외주차장의 설계

(1) 노외주차장의 출구와 입구에 있어서 자동차의 회전을 용이하게 하기 위하여 필요한 경우에는 차로와 도로가 접하는 부분의 각지를 전제하여야 한다.

(2) 노외주차장의 출구부근의 구조는 당해 출구로부터 2m를 후퇴한 노외주차장의 차로의 중심선상 1.4m의 높이에서 도로의 중심선에 직각으로 향한 좌·우측각 60도의 범위안에서 당해도로를 통행하는 차를 확인할 수 있도록 하여야 한다.

(3) 노외주차장에는 자동차의 안전하고 원활한 통행을 확보하기 위하여 다음 각 항에 정하는 바에 의하여 차로를 설치하여야 한다.

가. 주차부분의 장·단변 중 1변 이상이 차로에 접하여야 한다.

나. 차로의 너비는 주차형식에 따라 <표 3.3.3>에 의한 기준 이상으로 하여야 한다.

<표 2.2.12> 주차형식별 차로의 너비(노외)

주차형식	차로의 너비(m)	
	출입구가 2개 이상인 경우	출입구가 1개인 경우
평행주차	3.3	5.0
직각주차	6.0	6.0
60도 대향주차	4.5	5.5
45도 대향주차	3.5	5.0
교차주차	3.5	5.0

(4) 노외주차장의 출입구의 너비는 3.5m 이상으로 하고, 주차대수 규모가 50대 이상인 경우에는 출구와 입구를 분리하거나 너비 5.5m 이상의 출입구를 설치하여 소통이 원활하도록 하여야 한다.

(5) 주차단위구획은 주차대수 1대에 대하여 너비 2.3m 이상, 길이 5m 이상으로 하고, 지체장애인의 전용주차장의 주차단위구획은 주차대수 1대에 대하여 너비 3.3m 이상, 길이 5m 이상으로 한다. 다만, 평행주차형식인 경우 주차단위구획의 길이는 주차대수 1대에 대하여 6.5m 이상으로 한다.

(6) 주차단위구획은 백색실선으로 표시하여야 한다.

(7) 승용차, 화물차, 버스 등 주차시킬 차량의 크기에 따라 주차장을 기능적으로 설계하여야 하며, 이용자들의 편의를 위한 안내판, 도로표시판, 조명시설, 급수시설 화장실 등의 부대시설을 갖추어야 한다

(8) 주차의 방법은 평행주차, 직각주차, 사각주차 (60°, 45°, 30°), 교차주차 등이 있으나 지형, 부지의 크기, 출입구의 위치 등을 고려하여 정한다.

(9) 차로와 주차대의 구분을 명확히 한다.

(10)신체장애자용 주차대는 입구에서 가까운 편리한 곳에 설치한다.

(11)주차장내의 구배는 주차차량의 종방향으로 2%, 횡방향으로는 3% 이하로 하여 표면배수가 원활하도록 하여야 한다.

[2] 노외주차장(지하식 주차장, 건축물식 주차장, 기계식 주차장 등)의 차로 설치

(1) 주차장이 건축물속에 설치되어 있는 실내주차장의 경우, 차로부분의 양하고(梁下高, 바닥에서 천장까지의 높이)가 2.3m 이상 되어야 하고 주차부분의 양하고(梁下高)는 2.1m 이상 되어야 한다.

(2) 차로의 굴곡부는 내변반경이 5m 이상 되도록 하며, 경사로의 종단구배는 17%를 넘지 않도록 하며, 곡선부분에서는 14%를 초과해서는 안된다. 또한 노면은 미끄러지지 않는 재료를 사용하여야 한다.

(3) 경사로의 차로너비는 직선형인 경우 3.3m(2차선의 경우에는 6m) 이상으로 하고, 곡선형인 경우에는 3.6m(2차선의 경우에는 6.5m) 이상으로 하며, 경사로의 양측벽면으로부터 30㎝의 거리를 띄어 높이 10~15㎝의 연석을 설치하여야 한다.

(4) 차량을 주차시킨 사람들이 이용할 수 있는 출입구, 비상용계단 및 엘리베이터 등을 설치하여 이동을 원활하게 하여야 한다.

[3] 부설주차장

(1) 도시계획구역안에서 건축물, 골프연습장 기타 주차수요를 유발하는 시설을 건축 또는 설치하고자 할때는 시설물의 내부 또는 그 부지안에 부설주차장을 설치하여야 한다. (화물의 하역, 기타 사업대행을 위한 주차장도 포함된다).

(2) 부설주차장은 당해 시설물의 이용자 또는 일반의 이용에 제공할 수 있다.

(3) 부설주차장은 주차장외의 용도로는 사용할 수 없다.

(4) 부설주차장의 총 주차대수의 규모가 8대 이하인 자주식 주차장의 구조 및 설비기준은 다음 각 항에 의한다.

가. 차로의 너비는 2.5m 이상으로 한다. 다만, 주차단위구획과 접하여 있는 차로의 너비는 주차형식에 따라 <표 3.3.4>에 의한 기준 이상으로 하여야 한다.

<표 2.2.13> 부설주차장 주차형식별 차로의 너비

주차형식	차로의 너비(m)
평행주차	3.0
직각주차	6.0
60도 대향주차	4.0
45도 대향주차	3.5
교차주차	3.5

나. 보도와 차도의 구분이 없는 너비 12m 미만의 도로에 접하여 있는 부설주차장으로서 주차대수가 5대 이하인 때에는 그 도로를 차로로 하여 주차단위 구획을 배치할 수 있다. 이 경우 차로의 너비는 도로를 포함하여 6m 이상(평행주차인 경우에는 도로를 포함하여 4m 이상)으로 하며, 도로의 포함범위는 중앙선까지로 하되 중앙선이 없는 경우에는 도로 반대측 경계선까지로 한다.

다. 주차대수 4대 이하의 주차단위구획은 차로를 기준으로 하여 세로로 2대까지 접하여 배치할 수 있다.

라. 출입구의 너비는 3m 이상으로 한다. 다만, 막다른 도로에 접하여 있는 부설주차장으로서 시장, 군수 또는 구청장이 차량의 소통에 지장이 없다고 인정하는 경우에는 2.5m 이상으로 할 수 있다.

마. 경사로의 종단구배는 직선부분 또는 곡선부분의 구분없이 17%를 초과하여서는 아니된다.

[4] 주차장의 식재

(1) 주차장 주변에 수목을 배식하여 주차된 차량이 여름철 직사광선에 노출되어 차량실내가 뜨거워지는 것을 막을 수 있도록 하는 것이 바람직하다. 따라서 다양한 교,관목류를 혼식하여 자연수림을 조성하며 주차열 사이에는 분리대를 설치하여 녹음수를 식재하도록 한다.

(2) 분리대에 사용할 녹음수로서는 지하고가 높으며 수관이 크고 수관밀도가 치밀한 느티나무, 백합나무, 회화나무, 칠엽수, 팽나무 등을 들 수 있다.

제 3장 배수설계

I. 개요

1.1 적용범위

이 설계지침은 공원 및 단지, 운동장 등의 표면 및 지하배수 설계에 적용한다.

1.2 전제조건

[1] 본 지침의 내용은 『조경설계기준, 국토해양부』 등 정부기준을 전제로 한다.

[2] 우수의 재활용 및 물순환 체계를 고려한 배수설계에 대한 사항은 『조경설계기준, 국토해양부』 제25장 환경친화적 단지조성의 제7항 생태순환계획 구축 편을 참고하도록 한다.

II. 표면배수 설계

2.1 사전조사사항

2.1.1 공공 하수도가 있는 경우

[1] 하수도의 관리자

[2] 하수도의 매설위치, 관경, 관종 및 관저의 깊이

[3] 합류식 또는 분리식

[4] 하수도관의 흐르는 방향, 맨홀의 위치

[5] 하수도관의 포설 등에 관한 분담금의 유무

2.1.2 공공 하수도가 없는 경우

[1] 배수로가 있는 경우에는 배수로의 상태 및 배수로까지의 거리를 조사

[2] 하천, 호수, 바다, 농업용수로, 산업용 배수로인 경우에는 관리자, 규제, 조건 등을 조사

[3] 방류허가의 확인, 방류수에 대한 수질, 공해 등의 규제사항

[4] 우기의 상태

[5] 바다에 방류하는 경우에는 만조시의 수위관계

[6] 자연 경사로의 배수 가능성

[7] 포설계획의 유무

2.2 배수구역

배수구역을 검토할 때에는 계획지역뿐만 아니라 지역 외에서도 분수령에 둘러싸인 상류지역

의 유입구역도 고려함과 동시에 지형변화에 의한 우수유출량의 증대와 하류지역에 대한 영향을 고려하며 또한 주변부의 개발에 따른 변화도 고려하여야 한다.

2.3 표면배수관의 배치

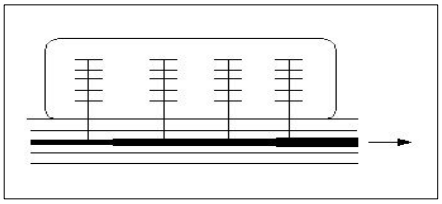
[1] 직각식, 선상식, 방사식 등의 방법 중 배수구역의 지형, 배수방식, 방류조건(방류되는 곳, 방류량 등), 인접시설, 기존의 배수시설 등을 고려하여 가장 적절한 방법을 선택한다.

[2] 단지의 규모, 성격, 지형, 지질, 기상, 식생 등의 조건을 충분히 파악함과 동시에 청소, 보수가 용이하게 이루어질 수 있도록 유지관리면을 충분히 배려한다.

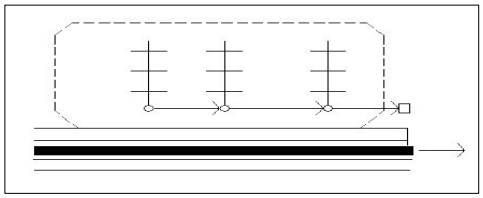
[3] 배수관로는 최단거리가 되도록 배치한다. 기본적인 관 배치방식으로는 다음과 같은 것들이 있다.

(1) 직각식 또는 수직식<그림 2.3.1>

중앙의 방류하천이나 배수로에 수직으로 연결하여 흐르게 하는 방식



<그림 2.3.1>배수관의 배치방식(직각식 또는 수직식)



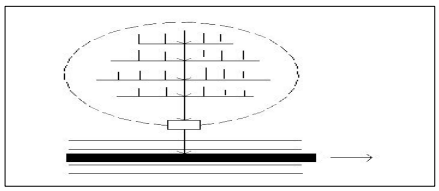
<그림 2.3.2>배수관의 배치방식(차집식)

(2) 차집식<그림 2.3.2>

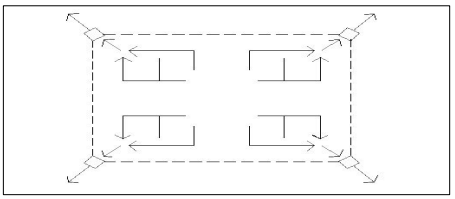
방류하천이나 수로부근에서 차집하여 별도의 방류구나 오수처리장으로 흐르게 하는 방식

(3) 선형식<그림 2.3.3>

부채살모양의 배수로가 하나로 모여 배수시키는 방식



<그림 2.3.3> 배수관의 배치방식(선형식)



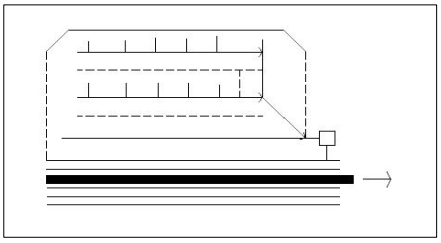
<그림 2.3.4>배수관의 배치방식(차집식)

(4) 방사식<그림 2.3.4>

배수구역이 광대하거나 중앙이 높고 주위로 경사져 있는 경우의 배수관 배치방식

(5) 평행식<그림 2.3.5>

지형상 고지구와 저지구를 구분해서 흐르게 하는 경우의 배치방식



<그림 2.3.5> 배수관의 배치방식(평행식)

<표 2.3.1> 배수방식의 비교

검토사항		분류식	합류식
건설면	관로계획	■오수와 우수를 별개의 관로로 배수시키므로 오수의 배수계획이 합리적으로 된다.	■우수를 신속히 배수하기 위해 지형조건에 적합한 관로망을 택하게 된다.
	시 공	■오수와 우수의 2계통의 관을 동일도로에 매설하는 것은 매우 곤란하다. 오수관은 소구경관을 사용하므로 시공이 용이하지만 관의 경사가 급하면 매설깊이가 크게 된다.	■대구경 관이 되면 좁은 도로에서 매설에 어려움이 있다.
	건 설 비	■오수와 우수의 2계통을 건설하는 경우는 비싸지만 오수관만을 건설하는 경우는 가장 저렴하다.	■오수와 우수의 2계통을 건설하는 것보다는 저렴하지만 오수관만을 건설하는 것보다는 비싸다.
유지관리면	관거오접	■철저한 감시가 필요하다.	■없음
	관내 퇴적	■관내의 퇴적이 적다. ■수세효과는 기대할 수 없다.	■청천시에 수위가 낮고 유속이 적어 오물이 침전하기 쉽고 우천시에는 수세효과가 있다.
	처리장으로의 토사유입	■토사의 유입이 있지만 합류식정도는 아니다.	■우천시에 처리장으로 다량의 토사가 유입하여 장기간에 걸쳐 퇴적한다.
	관내의 보수	■오수관에서는 폐쇄의 우려가 있으나 청소는 비교적 용이하다. 측구가 있는 경우에는 관리에 시간이 걸린다.	■폐쇄의 염려가 없다. 검사 및 수리가 비교적 용이하다. 청소에 시간이 걸린다.
	기존수로의 관리	■기존의 수로를 존속시킬 경우에는 관리자를 명확히 할 필요가 있다.	■관리자가 불명확한 수로를 통폐합하여 하수도 관리자가 총괄하여 관리할 수 있다.
수질보전면	우천시의 월류	■없음	■일정량이상이 되면 우천시 오수가 월류한다.
	청천시의 월류	■없음	■오수량의 과다한 증가가 있으면 발생한다.
	강우초기의 노면 세정수	■노면의 오염물질이 포함된 세정수가 직접 하천 등으로 유입된다.	■시설의 일부를 개선하면 강우초기의 오염된 우수를 수용해서 처리할 수 있다.

2.4 종말처리

[1] 배수계통의 종말이 배수

로, 하천, 하수도에 유입되는 경우에는 각각의 관리자와 협의를 한다.

[2] 우수를 적극적으로 지하에 환원시키는 지하침투방식도 종말처리의 한 방법이 될 수 있다.

2.5 배수방식

하수도에 방류하는 경우 우수와 오수를 함께 배수시키는 합류식으로 할 것인지 양자를 분리하는 분리식으로 할 것인지를 <표 2.3.1>의 비교표를 참고로 하여 결정한다.

2.6 배수로

[1] 표면배수로는 조경시설물의 배치계획에 영향을 주기 쉬우므로 충분히 배려하여야 한다.

[2] 우수는 배수시설에 집수되기까지 표면배수에 의존하나 나지에서는 경사가 2%를 넘으면 침식이 시작되므로 경사가 이보다 급한 곳에서는 잔디 붙이기나 포장 등의 침식방지대책이 필요하다.

2.7 배수량 산정

우,오수관은 계획시간 최대 우,오수량을 기준으로 계획한다. 합류식에서 하수의 차집관은 우천시 계획오수량을 기준으로 계획한다.

2.7.1 계획우수량

[1] 최대우수유출량

최대우수유출량을 산출한다. 산출방법은 합리식과 실험식을 사용하는데 일반적으로 합리식을 많이 쓴다.

합리식 $Q = 1/360 \cdot C \cdot I \cdot A$

식에서, Q : 최대 우수유출량(㎥/sec)
C : 유출계수
I : 유달시간내의 평균 강우강도(㎜/hr)
A : 배수면적(ha)

[2] 유출계수

(1) 유출계수는 다음과 같이 구하며 지표면 종류별, 용도지역별 및 지역특성별 유출계수는 각각 <표 2.3.2>, <표 2.3.3> 및 <표 2.3.4>와 같다.

$$\text{유출계수} = \frac{\text{총지표유출량}}{\text{총 강우량}}$$

(2) 하나의 배수구역내에 유출계수가 각각 다른 지역이 섞여 있을 경우에는 다음 식과 같이 평균유출계수를 산출한다.

$$\text{평균유출계수} = \frac{\sum(\text{지표면 종류별 유출계수} \times \text{지표면 종류별 면적})}{\sum \text{지표면 종류별 면적}}$$

<표 2.3.2> 지표면 종류별 유출계수

종 류 별	유 출 계 수	종 류 별	유 출 계 수
지 붕	0.85~0.95	공 지	0.10~0.30
도 로	0.80~0.90	잔디, 수목이 많은 공원	0.05~0.25
불 투 수 면	0.75~0.85	경사도가 낮은 산지	0.20~0.40
수 면	1.00	경사도가 높은 산지	0.40~0.60

<표 2.3.3> 용도지역별 유출계수

용 도 지 역 별	유 출 계 수	용 도 지 역 별	유 출 계 수
상 업 지 역	0.6~0.7	공 업 지 역	0.4~0.6
주 거 지 역	0.3~0.5	공 원 지 역	0.1~0.2

<표 2.3.4> 지역 특성별 유출계수

지 역 특 성	유 출 계 수
부지내에 공지가 아주 적은 상업지역 또는 유사한 주택지역	0.80
투수면의 야외작업장, 공지를 약간 가지고 있는 공장지역 또는 정원이 약간 있는 주택지역	0.65
주택, 공원단지 등의 중급 주택지 또는 단독건물이 많은 주택지역	0.50
정원이 많이 있는 고급주택지 또는 공지가 비교적 많이 남아 있는 교외지역	0.35

<표 2.3.5> 우리나라 주요지점의 재현 기간별 강우강도 공식 강우강도(mm/hr), t단위 분(分)

관측소	재현기간 2	3	5	10	20	30	50	70	100	200	300	500	1000	2000	5000
인천	$\frac{289}{\sqrt{t}+0.56}$	$\frac{343}{\sqrt{t}+0.5}$	$\frac{400}{\sqrt{t}+0.39}$	$\frac{474}{\sqrt{t}+0.34}$	$\frac{529}{\sqrt{t}+0.15}$	$\frac{9,826}{t+60}$	$\frac{10,930}{t+58}$	$\frac{10,930}{t+57}$	$\frac{11,371}{t+56}$	$\frac{12,216}{t+53}$	$\frac{12,653}{t+52}$	$\frac{13,215}{t+50}$	$\frac{13,950}{t+48}$	$\frac{1,112}{t^{0.54}}$	$\frac{9,826}{t^{0.55}}$
서울	$\frac{300}{\sqrt{t}+0.22}$	$\frac{357}{t+0.21\sqrt{}}$	$\frac{420}{t+0.19\sqrt{}}$	$\frac{497}{t+0.15\sqrt{}}$	$\frac{569}{\sqrt{t}+0.11}$	$\frac{610}{\sqrt{t}+0.09}$	$\frac{660}{\sqrt{t}+0.05}$	$\frac{693}{\sqrt{t}+0.04}$	$\frac{727}{\sqrt{t}+0.02}$	$\frac{793}{\sqrt{t}+0.03}$	$\frac{856}{t^{0.51}}$	$\frac{920}{t^{0.51}}$	$\frac{997}{t^{0.51}}$	$\frac{17,689}{t+55}$	$\frac{19,241}{t+55}$
강릉	$\frac{153}{t^{0.43}}$	$\frac{181}{t^{0.44}}$	$\frac{211}{t^{0.44}}$	$\frac{246}{t^{0.44}}$	$\frac{279}{t^{0.45}}$	$\frac{297}{t^{0.45}}$	$\frac{320}{t^{0.45}}$	$\frac{334}{t^{0.45}}$	$\frac{349}{t^{0.45}}$	$\frac{379}{t^{0.45}}$	$\frac{439}{t^{0.45}}$	$\frac{406}{t^{0.45}}$	$\frac{444}{t^{0.45}}$	$\frac{471}{t^{0.44}}$	$\frac{508}{t^{0.44}}$
추풍령	$\frac{351}{t^{0.50}}$	$\frac{404}{t^{0.50}}$	$\frac{4,634}{t+39}$	$\frac{5,376}{t+39}$	$\frac{6,064}{t+40}$	$\frac{6,452}{t+40}$	$\frac{6,929}{t+40}$	$\frac{7,237}{t+40}$	$\frac{7,559}{t+40}$	$\frac{8,178}{t+40}$	$\frac{8,536}{t+40}$	$\frac{8,980}{t+39}$	$\frac{9,579}{t+39}$	$\frac{10,173}{t+39}$	$\frac{10,951}{t+38}$
포항	$\frac{237}{t^{0.54}}$	$\frac{288}{t^{0.55}}$	$\frac{347}{t^{0.57}}$	$\frac{423}{t^{0.59}}$	$\frac{498}{t^{0.59}}$	$\frac{542}{t^{0.60}}$	$\frac{599}{t^{0.61}}$	$\frac{636}{t^{0.61}}$	$\frac{676}{t^{0.62}}$	$\frac{757}{t^{0.63}}$	$\frac{805}{t^{0.63}}$	$\frac{867}{t^{0.64}}$	$\frac{953}{t^{0.64}}$	$\frac{1,043}{t^{0.64}}$	$\frac{1,167}{t^{0.64}}$
대구	$\frac{282}{t^{0.54}}$	$\frac{350}{t^{0.54}}$	$\frac{4,856}{t+43}$	$\frac{5,656}{t+42}$	$\frac{6,394}{t+42}$	$\frac{6,809}{t+41}$	$\frac{7,319}{t+41}$	$\frac{7,645}{t+41}$	$\frac{7,988}{t+41}$	$\frac{8,641}{t+41}$	$\frac{9,016}{t+41}$	$\frac{9,483}{t+40}$	$\frac{10,106}{t+40}$	$\frac{10,717}{t+40}$	$\frac{1,052}{t^{0.44}}$
울산	$\frac{235}{t^{0.40}}$	$\frac{261}{t^{0.47}}$	$\frac{285}{t^{0.45}}$	$\frac{312}{t^{0.43}}$	$\frac{333}{t^{0.41}}$	$\frac{344}{t^{0.40}}$	$\frac{356}{t^{0.39}}$	$\frac{363}{t^{0.38}}$	$\frac{371}{t^{0.38}}$	$\frac{384}{t^{0.36}}$	$\frac{391}{t^{0.36}}$	$\frac{400}{t^{0.34}}$	$\frac{411}{t^{0.33}}$	$\frac{420}{t^{0.32}}$	$\frac{432}{t^{0.31}}$
부산	$\frac{311}{\sqrt{t}+0.75}$	$\frac{379}{\sqrt{t}+0.14}$	$\frac{455}{\sqrt{t}+1.11}$	$\frac{550}{\sqrt{t}+1.28}$	$\frac{641}{\sqrt{t}+1.40}$	$\frac{693}{\sqrt{t}+1.46}$	$\frac{757}{\sqrt{t}+1.51}$	$\frac{799}{\sqrt{t}+1.55}$	$\frac{843}{\sqrt{t}+1.58}$	$\frac{929}{\sqrt{t}+1.62}$	$\frac{978}{\sqrt{t}+1.64}$	$\frac{1,041}{\sqrt{t}+1.66}$	$\frac{1,124}{\sqrt{t}+1.43}$	$\frac{639}{t^{0.40}}$	$\frac{691}{t^{0.46}}$
여수	$\frac{267}{\sqrt{t}+0.02}$	$\frac{312}{\sqrt{t}+0.14}$	$\frac{362}{\sqrt{t}+0.27}$	$\frac{425}{\sqrt{t}+0.44}$	$\frac{486}{\sqrt{t}+0.60}$	$\frac{521}{\sqrt{t}+0.69}$	$\frac{565}{\sqrt{t}+0.80}$	$\frac{594}{\sqrt{t}+0.87}$	$\frac{625}{\sqrt{t}+0.95}$	$\frac{686}{\sqrt{t}+1.10}$	$\frac{722}{\sqrt{t}+1.18}$	$\frac{768}{\sqrt{t}+1.29}$	$\frac{832}{\sqrt{t}+1.43}$	$\frac{897}{\sqrt{t}+1.58}$	$\frac{985}{\sqrt{t}+1.77}$
목포	$\frac{243}{\sqrt{t}-0.05}$	$\frac{293}{t^{0.51}}$	$\frac{331}{t^{0.51}}$	$\frac{375}{t^{0.51}}$	$\frac{413}{t^{0.51}}$	$\frac{434}{t^{0.51}}$	$\frac{458}{t^{0.51}}$	$\frac{473}{t^{0.51}}$	$\frac{489}{t^{0.50}}$	$\frac{518}{t^{0.50}}$	$\frac{534}{t^{0.50}}$	$\frac{554}{t^{0.50}}$	$\frac{580}{t^{0.50}}$	$\frac{605}{t^{0.50}}$	$\frac{637}{t^{0.51}}$
광주	$\frac{378}{t^{0.57}}$	$\frac{404}{t^{0.54}}$	$\frac{433}{t^{0.54}}$	$\frac{465}{t^{0.53}}$	$\frac{436}{\sqrt{t}-0.21}$	$\frac{463}{\sqrt{t}-0.15}$	$\frac{496}{\sqrt{t}-0.08}$	$\frac{517}{\sqrt{t}-0.04}$	$\frac{539}{\sqrt{t}}$	$\frac{581}{\sqrt{t}+0.07}$	$\frac{605}{\sqrt{t}+0.11}$	$\frac{635}{\sqrt{t}+0.15}$	$\frac{675}{\sqrt{t}+0.21}$	$\frac{715}{\sqrt{t}+0.26}$	$\frac{13,641}{t+66}$
전주	$\frac{384}{\sqrt{t}-0.55}$	$\frac{353}{\sqrt{t}-0.38}$	$\frac{416}{\sqrt{t}-0.35}$	$\frac{500}{\sqrt{t}-0.18}$	$\frac{10,069}{t+56}$	$\frac{10,885}{t+57}$	$\frac{11,911}{t+59}$	$\frac{12,585}{t+68}$	$\frac{13,200}{t+61}$	$\frac{14,688}{t+62}$	$\frac{15,499}{t+63}$	$\frac{16,499}{t+64}$	$\frac{17,917}{t+65}$	$\frac{19,309}{t+66}$	$\frac{21,146}{t+67}$

[3] 강우강도

(1) 우리나라에서 주로 사용하는 강우강도 공식은 다음과 같으며, 우리나라 주요지점의 재현 기간별 강우강도 공식은 <표 2.3.5>와 같다.

$$\text{Talbot형} \quad I = \frac{a}{t + b}$$

$$\text{Ishiguro형} \quad I = \frac{a}{\sqrt{t} + b}$$

식에서, I : 강우강도 (㎜ / hr)
t : 강우지속시간 (min)
a,b : 지역상수

(2) 강우강도는 같은 지점이라도 10년에 1회 발생하는 강도와 50년에 1회 발생하는 강도는 다르다. 따라서 강우강도 공식중의 지역상수는 지역 및 확률년수에 따라 달라지게 되는데 지선배수로를 설계할 때에는 5년의 확률년수를 사용하고, 간선배수로를 설계할 때에는 10년의 확률년수를 사용한다.

[4] 유달시간

(1) 우수가 배수구역내의 가장 먼 곳에서 하수관의 유입구로 들어올 때까지 걸리는 시간을 유입시간이라고 하고, 하수관에 유입된 우수가 관을 따라 흘러내려온 시간을 유하

시간이라 한다.

(2) 배수구역의 가장 먼 곳에서 하수거의 어떤 지점에 우수가 도달하기까지 걸린 유달시간은 유입시간과 유하시간을 합한 값이며, 강우강도 공식에서의 강우지속시간은 유달시간을 대입한다.

(3) 유달시간동안 내린 우수가 어떤 지점의 하수관을 통과하게 되므로 유달시간이 짧은 경우는 확률적으로 높은 강우강도에 의해 하수관이 범람하기 쉬우므로 높은 강우강도로 설계를 하고, 유달시간이 긴 경우는 확률적으로 평균적인 강우강도가 낮으므로 낮은 강우강도로 설계를 하게 된다는 것을 의미한다.

[5] 유입시간

일반적으로 지표면의 종류에 따라 평탄지, 산지, 시가지별로 다음과 같이 산출한다.

(1) 평탄지

(1) $$t = 1.12(1.1 - C)^{0.3084} L^{0.5} S^{-0.33}$$

식에서, t : 유입시간 (min)
C : 유출계수
L : 배수구역내의 가장 먼 곳에서 하수관의 유입구까지의 거리
S : 배수구역의 평균경사도

(2) 굴곡이 있는 지역 : 인공시설물이 들어서지 않은 자연지역은 Kerby의 식을 적용한다.

$$t = 1.44\left(\frac{1 \cdot n}{\sqrt{S}}\right)^{0.467}$$

식에서, t : 유입시간(min)
L : 사면거리(m)
n : 지체계수
S : 사면경사

<표 2.3.6> 지체계수 (n치)

지 표 상 태	n 치	지 표 상 태	n 치
불투수면	0.02	삼림지(낙엽수)	0.6
침투용이한 나지(평탄)	0.1	삼림지(낙엽등이 쌓인 곳)	0.8
나지(보통조면)	0.2	삼림지(침엽수)	0.8
평탄지	0.2	밀생초지	0.8
보통초지	0.4		

(3) 시가지 : 시가지에서의 유입시간은 <표 2.3.7>를 기준으로 5~10분 범위내에서 택한다.

[6] 유하시간

유하시간은 관로의 길이와 유속에 의해 산출되는데 유속을 가정하여 관의 단면과 경사를 결정한다. 유속의 산출방법은 본장「2.8.4」를 참고한다.

<표 2.3.7> 유입시간의 표준치

지 역 구 분	유입시간
인구밀도가 큰 지역	5 분
인구밀도가 작은 지역	10 분
평 균	7 분
간 선 하 수 관	5 분
지 선 하 수 관	7~10분

2.7.2 계획 오수량 산정

[1] 1일 최대오수량 : 급수된 물은 대규모의 살수설비가 갖추어진 곳을 제외하면 대부분이 배수되므로 오수량은 급수량을 기준으로 산정한다. 일최대 오수량은 일최대 급수량의 80%를 적용시킨다.

<표 2.3.8> 일최대 오수량

주거인구	학교	공용의 청사	상업·업무시설	기타
400ℓ/인	48ℓ/인	100ℓ/인	88ℓ/인	12ℓ/인

[2] 지하수량 : 지하수량은 일 최대 오수량의 10~20%를 기준으로한다

[3] 계획 1일 최대오수량 : 계획 1일 최대오수량은 1일 1인 최대오수량에다가 계획인구를 곱한 후 지하수량 및 기타 배수량을 가산한 것으로 한다.

[4] 계획 시간 최대 오수량 : 계획 1일 최대오수량의 1.5배를 24시간으로 나눈 값으로 한다.

[5] 합류식에서 우천시 계획오수량은 원칙적으로 계획시간 최대오수량의 3배 이상으로 한다.

2.8 배수관의 설계

2.8.1 배수관의 종류

[1] 단면의 형상은 원형, 장방형, 마제형이 일반적으로 많이 쓰인다.

[2] 원형은 공장제작품을 사용할 수 있으므로 공기가 단축되고 경제적이며, 수리학상 유리한 장점이 있는 반면 배수관을 안전하게 지지하기 위해서는 별도의 기초공사를 필요로 하는 경우가 있고, 공장제품을 사용하면 접합부가 많아지는 단점이 있다.

[3] 장방형은 구조가 간단하여 거푸집으로 현장에서 제작하기가 용이하고 배수구를 설치할 장소가 협소하거나 터파기의 폭원에 제한을 받을 경우에 유리하나 역학적으로 철근이 손상을 받았을 경우에는 상부하중에 대하여 대단히 불안하다. 만류시까지는 수리학상으로 유리하나 홍수시 윤변이 갑자기 증가하여 유속과 유량이 모두 감소하므로 높이에 상당한 여유를 두어야 한다.

[4] 마제형은 대형 배수로에 유리하나 공기가 길어지는 단점이 있다.

2.8.2 관의 크기

[1] 오수관의 크기 : 오수관의 크기는 다음 표에 의한다. 단, 일부의 오수를 배제하기 위한 지관으로서 연장 3m 미만인 것은 관경 75㎜의 것을 사용할 수 있다.

<표 2.3.9> 배수인구에 의한 오수관의 크기

배수인구(명)	150 이하	300 이하	600 이하	1000 이하
관 경 (㎜)	100 이상	150 이상	200 이상	250 이상

[2] 우수관이나 합류관의 크기 : 우수관 및 합류관의 크기는 다음 표에 의한다. 단, 우수관의 지관으로서 연장 3m 미만인 것은 관경 75㎜의 것을 사용할 수 있다.

<표 2.3.10> 배수면적에 의한 우수관 및 합류관의 크기

배수면적(㎡)	200 미만	600 미만	1200 미만	1200 이상
관 경(㎜)	100 이상	150 이상	200 이상	좌기의 율로 증가한다

[3] 배수량이 특히 많은 장소에서의 관의 크기

<표 2.3.11> 배수량이 특히 많은 장소에서의 관의 크기

배수량(㎥/day)	1000미만	2000미만	4000미만	6000미만	6000 이상
관 경(㎜)	150이상	200이상	250이상	300이상	좌기의 율로 증가한다

2.8.3 유속 및 경사의 조정

[1] 유속이 적으면 관의 바닥에 침전물이 퇴적되고 유속이 너무 크면 관내 면을 마모·손상하게 되므로 경사는 하류로 갈수록 점점 작게 하며 유속은 하류일수록 크게 한다.

[2] 배수관의 경사는 관내 유속이 0.6~1.5m/sec가 되도록 정한다.

[3] 배수관의 최소 유속은 0.6m/sec, 최대유속은 3.0m/sec로 한다.

[4] 유속의 계산은 원형관일 경우는 Kutter의 공식을 사용하고 그외의 경우는 Manning의 공식을 사용한다.

2.8.4 유량의 계산

[1] Manning의 공식

$$Q = A \cdot V$$

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}}$$

식에서, Q : 유량 (㎥/sec)
A : 유수의 단면적 (㎡)
V : 유속 (m/sec)
n : 조도계수 <표 4.3.12> 참조
R : 경심(徑深)(m)($= \frac{A}{P}$)
P : 유수의 윤변[(m) ;물이 수로의 벽면과 접촉하는 길이
I : 동수경사

<표 2.3.12> 배수로의 재질에 따른 조도계수

단 면	조 도 계 수 (n)	단 면	조 도 계 수 (n)
관		관	
시멘트관	0.011~0.015	플라스틱관(매끄러운 표면)	0.011~0.015
벽돌	0.013~0.017	점토	
주철관	0.011~0.015	도관	0.011~0.015
콘크리트		깔판	0.013~0.017
매끄러운면	0.012~0.014	배수로	
거친표면	0.0150~0.017	인공수로	
콘크리트관	0.011~0.015	아스팔트	0.013~0.017
주름형의 금속관		벽돌	0.012~0.018
보통관	0.022~0.026	콘크리트	0.011~0.020
포장된 인버트	0.018~0.022	자갈	0.020~0.035
아스팔트 라이닝	0.011~0.015	식물	0.030~0.040

[2] Kutter의 공식

$$Q = A \cdot V$$

$$V = \frac{N \cdot R}{\sqrt{R + D}}$$

식에서, Q : 유량 (㎥/sec)
A : 유수의 단면적 (㎡)

$$N : 23 + \frac{1}{n} + \frac{0.00155}{I}\sqrt{I} \qquad D : (23 + \frac{0.00155}{I})^{n}$$

식에서, R : 경심(徑深)(m)
n : 조도계수

[3] 관의 경우

(1) 경사는 이론적으로는 수면의 경사값을 사용하나, 일반적으로 관저의 경사를 사용하여 계산을 한다.

(2) 유속의 계산은 원형관일 경우는 Kutter의 공식을 사용하고 그외의 경우는 Manning의 공식을 사용한다.

(3) 원형관은 만류시의 단면적에 유속을 곱하여 유량을 계산한다.

(4) 장방형은 수심이 9할일 때의 단면적에 유속을 곱하여 유량을 계산한다.

(5) 마제형은 수심이 8할일 때의 단면적에 유속을 곱하여 유량을 계산한다.

[4] 명거의 경우

(1) 평균유속은 일반적으로 Manning의 공식에 의하여 구하고, 조도계수는 <표 4.3.12>와 같은 범위로 한다.

(2) 적당한 여유고를 갖도록 단면을 결정한다. 일반적으로 여유고는 배수로 깊이의 20% 정도로 하고 최대 0.6m 까지로 한다.

2.8.5 배수관 유량계산표

[1] 유량계산표의 양식<표 2.3.13>

[2] 배수관 유량계산표 작성법

(1) 배수관의 번호를 기입한다.

(2) 배수면적의 각선란에는 측구 등을 통해 각 배수관에 유입되는 우수의 집수면적(ha)을 기입한다.

(3) 배수면적의 누가란에는 해당 배수관과 해당 배수관으로 우수가 유입되는 모든 배수관의 집수면적까지를 합하여 기입한다.

(4) 연장의 각선란에는 각 배수관의 길이를 기입한다.

(5) 연장의 최대란에는 해당 배수관과 해당 배수관으로 우수가 유입되는 모든 배수관의 길이까지를 합하여 기입한다.

(6) 유달 시간란에는 지표수가 배수관의 입구에 도달하는데 소요된 최대 시간인 유입시간과 해당 배수관과 해당 배수관으로 우수가 유입되는 모든 배수관을 흘러내리는데 소요된 최대시간인 유하시간을 합한 값인 유달시간을 기입한다.

<표 2.3.13> 유량계산표

管記號	面積 排水面積 各線	面積 排水面積 遞加	연장(m) 各線	연장(m) 最大	流達時間(分)	計劃下水量 雨水量 流出係數	計劃下水量 雨水量 ha當流出量 m³/sec	計劃下水量 雨水量 總量 m³/sec	計劃下水量 汚水量 m³/sec	計劃下水量 地下水基他 m³/sec	計劃下水量 殘留水量 m³/sec	計劃下水量 總水量 m³/sec	計劃下水管 管徑 (mm)	計劃下水管 勾配 (%)	計劃下水管 流速 m/sec	計劃下水管 流量 m³/sec	計劃下水管 管低高 起點 m	計劃下水管 管低高 終點 m	地盤高 m	被土 m	備考
101	0..21	에流入	60.00		8.0	0.5	0.1316	0.028	0.001	:	:	0.029	◎250	7.0	0.949	0.046	2.048	2.468	0.77 (0.78)	1.00 (1.41)	
	103									:	:										
102	0.22	0.53	60.00	100.00	8.0	〃	0.1316	0.029	0.001	:	:	0.030	◎250	7.0	0.949	0.046	2.058	2.478	0.78 (0.78)	1.00 (1.42)	101+102 流入
103	0.10		40.00		8.5	〃	0.1299	0.069	0.001	:	:	0.070	◎350	4.5	0.981	0.094	2.128	2.478	0.78 (0.73)	1.41 (1.64)	
	105	에流入								:	:										
104	0.10		45.00	120.00	7.5	〃	0.1333	0.013	0.001	:	:	0.014	◎250	7.0	0.949	0.046	2.128	2.443	0.85 (0.73)	1.00 (1.44)	
105	0.09	0.72	20.00		9.0	〃	0.1282	0.092	0.001	:	:	0.093	◎400	4.0	0.949	0.129	2.798	2.878	0.73 (0.68)	1.63 (1.76)	103+104 流入
	107	에流入								:	:										
106	0.12		50.00	155.00	8.0	〃	0.1316	0.016	0.001	:	:	0.017	◎250	7.0	0.949	0.046	2.078	2.428	0.80 (0.68)	1.00 (1.22)	
107	0.12	0.96	35.00		9.5	〃	0.1266	0.122	0.001	:	:	0.123	◎450	3.5	1.403	0.166	2.928	3.051	0.68 (0.78)	1.76 (1.78)	105+106 流入
	109	에流入								:	:										
108	0.14		50.00	217.70	8.0	〃	0.1316	0.018	0.001	:	:	0.019	◎250	7.0	0.99	0.046	2.050	2.400	0.77 (0.78)	1.00 (1.34)	107+108 流入
109	0.13	1.23	62.00		10.5	〃	0.1235	0.152	0.001	:	:	0.153	◎500	3.0	1.043	0.204	3.101	3.289	0.78 (0.30)	1.78 (2.45)	◎350 mml 1.5% 管低高 4.139
	464	에流入								:	:										

(7) 배수구역의 유출계수를 평균한 값을 유출계수란에 기입한다.

(8) 1/360・C・I・A의 식으로 계산한 ha당 우수유출량을 기입한다. 강우강도 'I'는 [6]에서 구한 유달시간을 배수구역 해당지역의 강우강도 계산식에 대입하여 구한다.

(9) ha당 우수유출량에 배수면적을 곱하여 우수총량을 구한다. 배수면적의 누가가 있는 곳은 누가면적을 곱한다.

(10)오수량을 기입한다.

(11)지하수 유출이 있는 곳은 지하수량을 기입한다.

(12)조절지, 유수지 등에 잔류하는 우수가 있으면 그 양을 기입한다.

(13)우수량과 오수량, 지하수량을 더한 값에 잔류수량을 감하여 배수 총수량을 산출, 기입한다.

(14)배수 총수량을 배수시킬 수 있는 관경, 경사, 유속, 유량을 구하여 기입한다. 관경은 기존제품을 쓸 경우 규격에 맞아야 하며, 유속은 배수로의 재료별 허용 최대유속을 넘지 않아야 한다. 계산된 유량은 배수 총수량보다 많아야 한다.

(15)관저고는 기준점에서의 깊이로 표시하며, 단위는 m로 소수 3위까지 나타낸다.

(16)지반고는 기준점에서의 깊이로 표시한다. 기점의 지반고를 표시하고 그 밑에 괄호를 치고 괄호 속에 종점의 지반고를 표시한다.

(17)피토는 관위로 흙이 덮히는 깊이를 나타낸다. 기점의 피토 깊이를 표시하고 그 밑에 괄호를 치고 괄호 속에 종점의 피토깊이를 표시한다

(18)비고란에는 유입되는 배수관의 번호를 기입해 둔다.

2.8.6 최소 피토

배수로는 관의 연결, 지하매설물, 동결방지, 하중으로 인한 파괴 등을 고려하여 피토의 깊이를 정하며, 원칙적으로 최소피토는 1m로 한다.

2.9 물받이, 연결관, 맨홀의 설계

2.9.1 기본사항

[1] 물받이의 종류는 오수받이, 빗물받이, 집수받이 등이 있다.

[2] 물받이는 배수설비와 연결관의 효율적인 유지관리를 목적으로 설치하며, 빗물받이는 침전물질의 사전제거 목적이 추가된다. 따라서 우·오수의 종류 및 발생원별로 구분하여 설치한다.

[3] 물받이는 배수관의 기점, 종점, 합류점, 굴곡점 및 내경 또는 내폭이 달라지는 곳에 설치하여야 한다.

[4] 배수관이 직선인 부분에는 내경 또는 내폭의 120배 이하의 간격으로 물받이를 설치한다.

[5] 물받이는 내경 또는 내부치수가 30㎝ 이상되는 원형 또는 각형으로 하고, 깊이별 내경 및 내부치수와의 관계는 <표 4.3.14>와 같다.

<표 2.3.14> 깊이별 내경 및 내부치수

깊 이(㎝)	내경 및 내부 치수(㎝)	깊 이(㎝)	내경 및 내부 치수(㎝)
30~60 미만	30	90~120 미만	50
60~90 미만	40	120~150 미만	60

2.9.2 오수받이

[1] 오수받이는 일반적으로 오수발생시설 1개소당 1개를 설치한다.

[2] 분류식인 경우에 오수받이는 오수만을 수용하도록 하고, 우수의 유입이 방지될 수 있도록 한다.

[3] 합류식의 경우에도 우·오수를 각각의 우·오수받이에 연결하여 배제시킨다.

2.9.3 빗물받이

[1] 빗물받이는 도로나 L형 측구내의 빗물을 모아 공공하수도로 유입시키는 시설이다.

[2] 빗물받이는 도로옆의 물이 모이기 쉬운 장소나 L형 측구의 유하방향 하단부에 반드시 설치한다. 단, 횡단보도나 시설의 출입구 앞에는 설치하지 않는 것이 좋다.

[3] 빗물받이의 설치위치는 보차도의 구분이 있는 경우에는 그 경계로 하고, 보차도의 구분이 없는 곳에서는 도로의 경계부에 설치한다.

[4] 도로이외의 지역에 설치되는 빗물받이는 기존의 배수관, 토사의 유입 가능성, 유지관리 등을 고려하여 설치한다.

[5] 빗물받이의 크기는 유입되는 빗물의 양을 고려하여 결정한다.

[6] 유입공의 크기는 다음 식에 의하여 계산한다.

$$Q = 0.66CA\sqrt{2gh}$$

식에서, Q : 배수유량 (㎥/sec) C : 개구부계수 (원형은 0.8, 거형은 0.6)
A : 개구부의 면적 (㎡) h : 유입구 위의 물의 허용 깊이 (m)
g : 중력가속도 (9.8m/sec^2) 0.66 : 개구부의 방해허용치

2.9.4 집수받이

빗물받이의 일종으로 U형 측구와 배수관의 접합부분에 설치되는 것을 말하며, 급경사 도로의 횡단 배수구 등에 설치한다.

2.9.5 연결관

[1] 연결관은 물받이와 배수본관을 연결시키는 관이다.

[2] 연결관의 부설방향은 본관에 대하여 직각으로 부설한다.

[3] 본관 연결부는 본관에 대하여 60°또는 90°로 한다.

[4] 연결관은 관내의 물이 잘 흐르도록 하기 위하여 흐름방향에 대하여 원칙적으로 60°로 하지만, 배수본관의 직경이 클 경우에는 90°로 연결하여도 된다.

[5] 연결관의 경사는 침전 및 퇴적이 생기지 않도록 1%이상으로 한다.

[6] 연결관의 관저가 본관의 중심선보다 낮게 되면 유수에 저항을 일으켜 소정의 유량을 흐르게 할 수 없으므로 연결위치는 본관의 중심선보다 위쪽으로 한다.

[7] 연결관의 최소관경은 150㎜로 한다.

2.9.6 맨홀

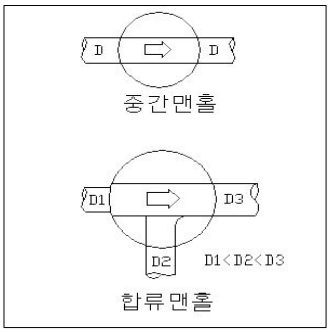
[1] 맨홀은 관거의 방향, 경사, 관경이 변화하는 곳, 단차가 발생하는 곳, 관이 합류·집산하는 곳에 반드시 설치한다.

[2] 직선부에 있어서도 될 수 있는대로 많이 설치하는 것이 유지관리상 유리하지만 공사비가 증가하므로 관경별로 최대 간격을 <표 2.3.15>와 같이 설치한다.

<표 2.3.15> 맨홀의 설치 간격

관 경 (㎜)	300 이하	600 이하	1000 이하	1500 이하	1650 이하
최대간격(m)	50m	75m	100m	150m	200m

[3] 표준맨홀에는 중간맨홀과 합류맨홀이 있다. 중간맨홀은 1개의 유입관과 1개의 유출관이 일직선상에 위치하는 맨홀이고 합류맨홀이란 유입관과 유출관이 일직선상에 위치하지 않거나 2개 이상의 관이 유입되는 형태의 맨홀을 말한다.<그림 2.3.6>



<그림 2.3.6> 맨홀의 종류

<표 2.3.16> 중간맨홀

관의 내경(㎜)	명 칭	치수 및 형상
내경 ≤ 600	제 1호 맨홀	내경 900㎜ 원형
600 < 내경 < 900	제 2호 맨홀	내경 1200㎜ 원형
900 < 내경 < 1200	제 3호 맨홀	내경 1500㎜ 원형
1200< 내경 < 1500	제 4호 맨홀	내경 1800㎜ 원형
1500< 내경 < 1800	제 5호 맨홀	내경 2100㎜ 원형

[4] 중간맨홀의 선정 : 중간맨홀은 <표 2.3.16>을 참고하여 선정한다.

[5] 합류맨홀의 선정 : 합류맨홀은 <표 2.3.17>을 참고하여 선정한다.

<표 2.3.17> 합류맨홀

D_3 \ D_2	250	300	350	400	450	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1350	1500	1650	1800	2000
250																		
300																		
350		제 1	호	맨홀														
400																		
450																		
500																		
600						제 2	호	맨홀										
700																		
800																		
900							제 3	호	맨홀									
1000									제 4	호	맨홀							
1100																		
1200										제 5	호	맨홀						
1350															특수	맨홀		
1450																		
1650																		
1800																		
2000																		

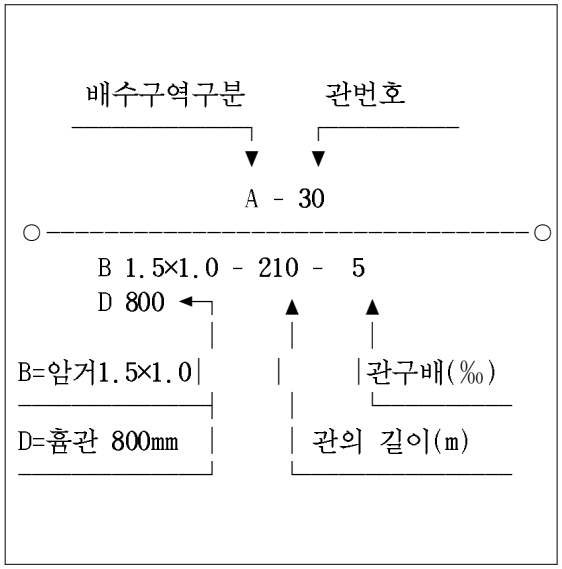
2.10 배수시설 평면도의 작성

2.10.1 배수시설의 부호<그림 2.3.7>

2.10.2 평면도 작성법< 그림 2.3.8>

명 칭	부 호	비 고
배수관	——→	
연결관	- - - -→	○의 번호는 맨홀번호
원형맨홀	③	
각형맨홀		
암 거	1.5 x 1.0	
암거맨홀		
우수받이		
오수받이		
U형측구		
산마루측구		
L형측구		
날개벽(암거,흄관)		
횡단측구		
집수정		

<그림 2.3.7> 배수시설의 부호



<그림 2.3.8> 배수설계의 평면도 작성법

2.11 재료

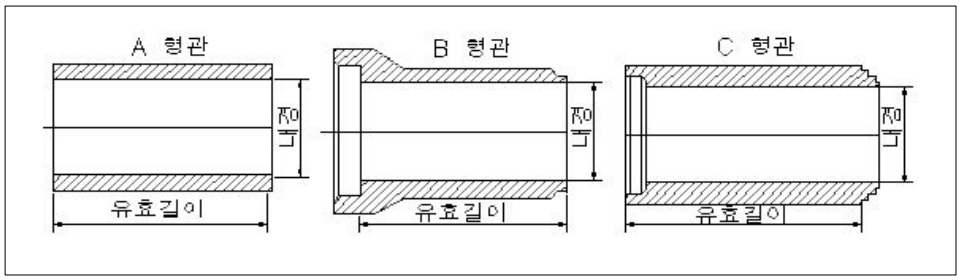
2.11.1 배수관

[1] 배수관은 외압에 대하여 충분히 견딜 수 있는 구조 및 재질을 가지고 있어야 한다.

[2] 원심력 철근 콘크리트관

(1) 발명자의 이름을 따서 흄관이라고도 한다. 철근콘크리트를 원심력에 의해 굳혀 강도가 뛰어나므로 배수관으로 가장 많이 사용되고 있다.

(2) 흄관은 접합형상에 따라 <그림 2.3.9>와 같이 A형, B형, C형으로 분류된다.



<그림 2.3.9> 원심력 철근 콘크리트관의 종류

(3) A형관은 연결부의 시공에 기술을 요하고 관의 보수, 교체 또는 특수 신축접합 등을 하는 경우에 주로 이용된다.

(4) B형관은 고무링을 이용하여 연결한다. 시공성과 수밀성이 우수하여 일반적으로 많이 사용된다.

(5) C형관은 두 개의 관이 서로 맞붙는 곳에 수구(受口)와 삽구(揷口)가 단을 이룬 것으로 맞닿는 부분에 고무링을 채워 연결한다. 시공이 비교적 간단해서 굴착폭이 작아도 되기 때문에 도로폭원과 다른 지하매설물 등으로 제약을 받는 경우에 사용된다.

(6) 원심력 철근 콘크리트관용 이형관이 있고, 사용형태에 따라 T자관, Y자관, 곡관(U,V형)으로 구분되어 있다. 적합한 규격 및 형태는 매설장소의 하중조건 등에 따라 신중하게 결정해야 한다.

[3] 철근 콘크리트 직사각형관

(1) 철근 콘크리트 또는 프리스트레스트 콘크리트에 의한 공장제품이다.

(2) 운반경로 및 시공조건에 따라 측벽, 상판, 바닥판 등으로 분할·제조가 가능하므로 제품화된 것은 현장타설 철근콘크리트에 비하여 공사기간이 단축된다.

[4] 도관

(1) 도관은 내산 및 내알칼리성이 뛰어나고 마모에 강하며 이형관을 제조하기 쉬우나 충격에 대해서 다소 약하기 때문에 취급 및 시공에 주의해야 한다.

(2) 접합방법으로는 공장에서 제작되는 압축조인트 접합과 현장에서의 시멘트 모르타르 접합이 있으나 수밀성을 확보하기 위해서는 압축조인트 접합을 사용하는 것이 바람직하다.

(3) 국내에서는 사용실적이 많지 않으나 외국의 경우는 수질변화가 심하여 부식의 염려가 많은 400㎜ 이하의 소형 오수관용으로 많이 이용되고 있다.

[5] 경질 염화비닐관

(1) 가볍고 시공성이 우수하나, 연성관이므로 내경의 5% 정도를 허용변형율로 하고 있

다.

(2) 재질의 특성상 파열과 처짐 등의 문제점을 가지고 있으므로 제조업체가 제시한 시공순서 및 방법에 따라 신중히 시공하여야 한다.

[6] 현장타설 철근콘크리트관

공장제품의 사용이 불가능한 경우, 큰 단면 및 특수한 단면을 필요로 하는 경우 및 특히 고강도를 필요로 하는 경우 등에는 현장에서 직접 타설하는 철근 콘크리트관을 사용한다.

2.11.2 오수받이

형상 및 재질은 원형 및 각형의 PE, 콘크리트 또는 철근콘크리트로서 원형이 주로 사용되고 있으며 <표 2.3.18>을 표준으로 한다.

<표 2.3.18> 오수받이의 규격과 용도

명 칭	규 격	용 도
1호 오수받이	내경 300㎜ 원형	연결관 내경 150㎜, 오수받이 깊이 0.7m 미만인 경우에 사용
2호 오수받이	내경 500㎜ 원형	연결관 내경 150㎜, 오수받이 깊이 0.7m 이상인 경우에 사용
3호 오수받이	내경 700㎜ 원형	연결관 내경 200㎜ 이상인 경우에 사용

[1] 구조적인 안정성과 오수관과의 연결을 용이하게 하기 위해, 오수받이는 일반적으로 원형을 많이 사용하고 있다.

[2] 오수받이의 규격은 내경 30~70㎝, 깊이 70~100㎝ 정도로 한다.

[3] 오수받이의 내부치수는 사람이 오수받이내에 들어가지 않고서도 원활한 유지관리와 오수의 지체현상 등 수리학적 문제점을 최소화할 수 있는 크기로 한다. 오수받이가 너무 작으면 유지관리가 불편하고 너무 크면 다른 지하 매설물에 지장을 초래하거나 통행에 불편을 줄 수 있다. 일반적으로 내경 50㎝의 오수받이가 많이 사용되고 있다.

[4] 오수받이의 바닥에는 침전물이 퇴적하지 않도록 하고, 유입관에서 흘러들어온 오수가 유출관으로 잘 흘러갈 수 있도록 1 : 2의 모르타르로 유입·유출관의 바닥면의 높이에 맞추어 10~20%의 경사를 만들어 준다.

[5] 오수받이의 경우 가장 문제가 되는 것은 악취의 발생이다. 따라서 오수받이의 뚜껑은 강제, 주철제(ductile 포함), 철근콘크리트제 및 그외의 견고하고 내구성이 있는 재질의 밀폐된 뚜껑으로 한다.

2.11.3 빗물받이

형상 및 재질은 원형 및 각형의 PE, 콘크리트 또는 철근콘크리트로서 각형이 주로 사용되고 있으며 <표 2.3.19>를 기준으로 한다.

<표 2.3.19> 빗물받이의 규격과 용도

명 칭	규 격	용 도
차도측 1호 빗물받이	300 × 400㎜	L형 측구의 폭이 50㎝ 이하의 경우에 사용
차도측 2호 빗물받이	300 × 800㎜	L형 측구의 폭이 50㎝ 이상의 경우에 사용 교차로나 도로의 횡단구배가 큰 곳에 사용
보도측 빗물받이	500 × 600㎜	도로의 종단구배가 급하지 않는 곳에 사용 차도측 1호 및 2호 빗물받이의 적용이 곤란한 곳에 사용

[1] 빗물받이의 규격은 내폭 30~50㎝, 깊이 80~100㎝ 정도로 한다.

[2] 빗물받이의 저부에는 깊이 15㎝ 이상의 침전물 퇴적실을 만든다.

[3] 빗물받이의 뚜껑은 강제, 주철제(ductile 포함), 철근콘크리트제 및 그외의 견고하고 내구성이 있는 재질로 한다.

2.11.4 집수받이

[1] 형상 및 재질은 원형 및 각형의 콘크리트 또는 철근콘크리트로서 <표 2.3.20>을 기준으로 한다.

<표 2.3.20> 집수받이의 규격과 용도

명 칭	규 격	용 도
1호 집수받이	300 × 400㎜	폭 300㎜까지의 U형 측구에 사용
2호 집수받이	450 × 500㎜	폭 300~450㎜까지의 U형 측구에 사용
3호 집수받이	450 × 450㎜	폭 450㎜까지의 U형 측구에 사용

[2] 집수받이의 저부에는 깊이 15㎝ 이상의 침전물 퇴적실을 만든다.

[3] 필요에 따라 발디딤쇠를 설치할 수 있다.

2.11.5 연결관

[1] 연결관의 재질은 도관, 철근콘크리트관, 경질염화비닐관 또는 이것과 동등 이상의 강도 및 내구성이 있는 것을 사용한다.

[2] 배수본관이 도관 및 철근콘크리트관인 경우에는 지관 또는 가지달린 관을 사용하며 합성수지관인 경우는 접속용 이형관 등을 사용한다.

[3] 차량이 많이 통과하는 도로 아래의 연결관은 하중에 의해 파손될 우려가 있으므로 콘크리트로 방호할 필요가 있다.

2.11.6 맨홀

[1] 맨홀의 종류는 접속관경에 따라 <표 2.3.21>의 표준 맨홀에 준하며, 지형의 특성, 지하매설물과의 관계, 관의 구조 등에 따라 특수한 맨홀을 필요로 하는 경우에는 <표 2.3.22>에 따른다.

<표 2.3.21> 표준 맨홀의 형상별 용도

명 칭	치 수 및 형 상	용 도
1호 맨홀	내경 900㎜ 원형	관의 기점 및 600㎜ 이하의 관의 중간점 또는 내경 450㎜까지의 관의 회합점
2호 맨홀	내경 1200㎜ 원형	내경 900㎜ 이하의 관의 중간점 및 내경 600㎜ 이하의 관의 회합점
3호 맨홀	내경 1500㎜ 원형	내경 1200㎜ 이하의 관의 중간점 및 내경 800㎜ 이하의 관의 회합점
4호 맨홀	내경 1800㎜ 원형	내경 1500㎜ 이하의 관의 중간점 및 내경 900㎜ 이하의 관의 회합점
5호 맨홀	2100㎜×1200㎜각형	내경 1800㎜ 이하의 관의 중간점

<표 2.3.22> 특수 맨홀의 형상별 용도

명 칭	치수 및 형상	용 도
특1호 맨홀	내부 600 × 900㎜ 각형	토피(土被)가 특히 적은 경우, 다른 매설물 등의 관계 등으로 1호 맨홀이 설치 안되는 경우
특2호 맨홀	내부 1200 × 1200㎜ 각형	내경 1000㎜ 이하의 관의 중간점에서 원형맨홀이 설치 안되는 경우
특3호 맨홀	내부 1400 × 1200㎜ 각형	내경 1200㎜ 이하의 관의 중간점에서 원형맨홀이 설치 안되는 경우
특4호 맨홀	내부 1800 × 1200㎜ 각형	내경 1500㎜ 이하의 관의 중간점에서 원형맨홀이 설치 안되는 경우
특5호 맨홀	내부 D(내경 + 인버트폭) × 1200㎜ 각형	현장여건상 표준맨홀 및 특 1,2,3,4호 맨홀이 설치 안되는 경우에 600㎜ 이상의 흄관에 적용
현장타설 관거용 맨홀	내경 900, 1200㎜ 원형	직사각형거, 마제형거 및 쉴드(shield)공법에 의한 하수관거의 중간점
부관붙임맨홀		관거의 단차가 0.6m 이상인 경우

[2] 맨홀의 높이 : 작업원이 서서 작업할 수 있도록 1.8~2.0m 정도로 하는 것이 바람직하다.

[3] 맨홀의 인버트

(1) 맨홀내에 퇴적물이 쌓이면 작업원이 작업할 때 상당히 불편하고 부패시 악취를 발생시킨다. 이를 방지하기 위해서는 바닥에 인버트를 설치하여 물의 흐름을 원활히 하고 유지관리하기에 편리하도록 한다.

(2) 인버트는 하류관의 관경 및 경사와 동일하게 한다.

(3) 인버트의 발디딤부는 10~20%의 횡단경사를 둔다.

(4) 인버트의 폭은 하류측의 폭을 상류까지 같은 넓이로 연장한다.

(5) 상류관과 인버트 바닥의 단차는 중간 맨홀에서는 3㎝정도, 합류맨홀에서는 3~10㎝정도를 확보한다.

[4] 발디딤쇠

(1) 발디딤쇠는 부식이 발생하지 않는 재질을 사용한다.

(2) 발디딤쇠는 이용하기에 편리하도록 설치하여야 한다.

[5] 맨홀 뚜껑

(1) 맨홀의 뚜껑은 유지관리의 편리 및 안전을 고려하여 설치한다.

(2) 맨홀 뚜껑에는 환기용 구멍을 두어야 한다.

(3) 맨홀 뚜껑에는 우·오수 맨홀을 명확히 구분할 수 있는 표식과 유지관리의 책임이 있는 관리단체의 고유표식을 나타내야 한다.

III. 지하배수설계

3.1 고려사항

[1] 지하배수의 목적은 지표면으로부터의 침투수를 집수하는 것과 지표면하의 지하수위를 낮추는 것 등이다. 이 외에 사면 옹벽등의 파괴를 막기 위해 지하배수를 하는 경우도 있다.

[2] 지하배수시설의 용량을 결정하기 위해 투수계수를 측정하는 경우가 있으나, 측정위치에 따라 측정치의 편차가 많을 뿐만 아니라 측정방법에 따라서도 오차가 많으므로 주의하여야 한다.

[3] 지반이 사질토양으로 배수가 양호하여도 주변의 지형조건에 따라 지하수위가 높아지는 경우가 있으므로 지하배수를 결정할 때에는 주변의 여건도 함께 고려하여야 한다.

[4] 지하배수의 보조수단으로서 투수성을 개량하기 위한 토층개량도 지하배수 계획에 포함되어야 한다.

3.2 지하배수관의 종류

지하배수는 통상 다음과 같은 조직, 경로에 의한다.

3.2.1 흡수관(lateral drain)

[1] 지중을 침투해 온 과잉수를 직접 흡수해 집수관에 인도하는 부분

[2] 지하배수에 사용되는 흡수관은 통상 오지토관, 염화비닐관, 폴리에칠렌관 등이 사용된다. 토관에서는 연결부위에서 흡수되고, 염화비닐관이나 폴리에칠렌관에서는 원형의 구멍이나, 슬리트형의 흡수공으로부터 흡수된다.

[3] 흡수관은 투수성이 좋은 피복재를 가능한 한 10㎝ 이상 두껍게 피복하고, 상부를 물을 흡수하지 않고 튀기는 성질이 있는 소수재(filter material)로 매설하는 것이 바람직하다. 이는 흡수관으로의 토사유입을 방지하고 동시에 물의 유입을 돕기 위한 것으로서, 소수재로는 돌이나 자갈, 모래, 나무의 잔가지, 왕겨등이 자주 사용된다. 현장부근에서 적당한 피복재나 소수재의 구입이 곤란할 경우에는 토양개량제를 사용해서 되메우기 부분의 투수성을 확보하는 것도 가능하다.

3.2.2 집수거(collecting drain)

[1] 흡수거로부터 물을 모아서 배수구에 인도하는 부분

[2] 흡수거와의 합류점은 물의 흐름이 원활한 분지관을 사용하고, 양쪽으로부터 집수하는 경우는 합류점을 엇갈리게 하여 양쪽의 물이 한군데서 합류하지 않도록 한다.

3.2.3 갑문(閘門. relief well)

[1] 지하배수관의 중간에 설치하여 관내의 흐름을 조절하기 위하여 필요에 따라 설치한다.

[2] 갑문은 배수량 또는 지하수위를 조절하기 위하여 사용되며, 배수로로 부터의 역류방지를 위해서도 사용된다.

3.2.4 집수지

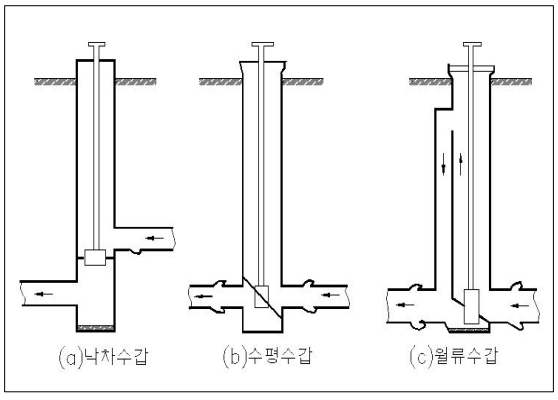
[1] 표면배수 시설에서의 맨홀과 같은 역할은 다음 그림과 같은 집수지가 하게 된다.

[2] 유입구는 유출구보다 15㎝ 이상 높아야 한다.

3.2.5 유출관(outlet)

[1] 집수지에 모인 물을 배수로로 유출한다.

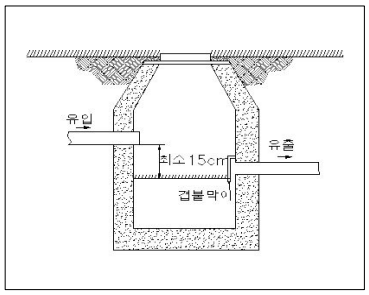
[2] 유출관으로부터의 유출이 배수로의 수위에 의해서 저해되는 일이 없도록, 유출관은 배수로의 수위보



<그림 2.3.10> 갑문의 형식과 구조

다 60㎝ 정도 높은 곳에 위치하여야 한다.

[3] 유출구에서 물이 낙하할 때 배수로가 침식되지 않도록, 낙하하는 물이 배수로의 수면위로 떨어지도록 하여야 한다. 유출거는 무공관을 사용한다.



<그림 2.3.11>집수지의 형태와 구조

3.3 지하배수관의 배치

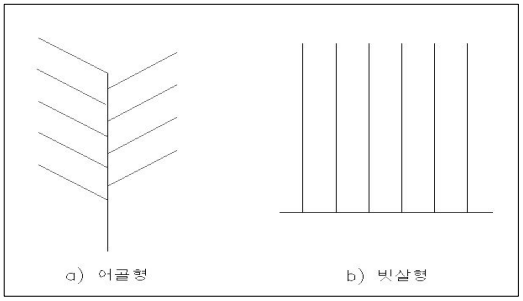
지하배수관을 어떻게 조합하여 배치하는가는 지표배수 조직과의 관련이 중요하고 또한 지형조건, 토지이용상태 및 유지관리의 편리를 고려하여 결정한다. 일반적으로 지하배수관의 배치방법에는 다음과 같은 것이 있다.

3.3.1 어골형(魚骨型)

[1] 집수관을 중앙에 경사지게 설치하고, 이 집수관에 비스듬히 흡수관을 설치하는데 보통 이들의 길이는 30m 이하로 하고, 집수관과 45°이하의 교각을 가져야 배수효과가 좋다.

[2] 흡수관은 일반적으로 집수관의 양쪽에 설치하며 물고기의 골격처럼 배열한다.

[3] 경기장과 같은 평탄한 지역에 가장 적합한 방법으로 전지역의 배수가 균일하게 요구되는 곳에 주로 이용된다.



<그림 2.3.12> 지하배수관의 배치방법

3.3.2 빗살형

[1] 배수구역의 경계 근처에 집수관을 설치하고 집수관의 한 쪽 측면에 흡수관을 설치, 연결하는 방법

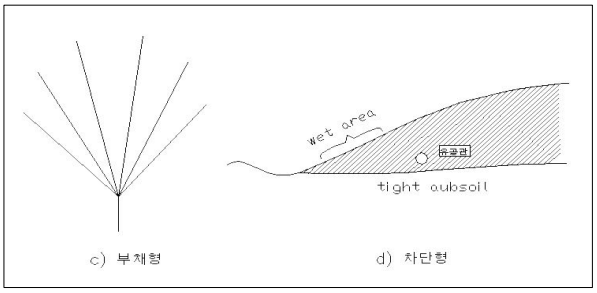
[2] 비교적 소면적인 곳에서 전지역을 균일하게 배수하려 할 때 이용한다.

3.3.3 부채형

흡수관을 부채살 모양으로 배치하고 1개 지점으로 집중된 곳에서 집수하여 배수시키는 방법

3.3.4 차단형

비탈면에서 비탈면 아래쪽의 지하수위가 높아지는 것을 방지하기 위하여 비탈면의 중간에 흡수관을 설치하는 방법으로 도로의 비탈면에서 많이 사용된다.



<그림 2.3.13> 지하배수관의 배치방법

3.3.5 자연형

대규모의 공원과 같이 완전한 배수가 요구되지 않는 곳에서 많이 사용되는 것으로, 지형을 고려하여 집수관을 설치하고 집수관을 중심으로 양쪽에 흡수관을 배치한다.

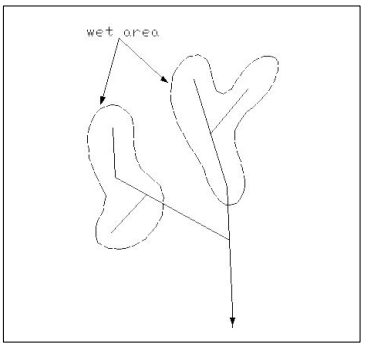
3.4 배수관의 설치 깊이와 간격

3.4.1 흡수관의 깊이

[1] 일반적으로 흡수관의 깊이는 상류측에서는 0.6~0.8m, 하류측에서는 0.8~1.0m 정도로 하고, 가능한 한 투수성이 좋은 토층에 매설하는 것을 원칙으로 한다.

[2] 간척지 등과 같이 배수관 매설 후에 토층의 수축침하가 예측되는 경우에는 약간 깊이 매설한다.

[3] 추운 지방에서 관이 동파될 우려가 있을 경우에는 동결심도보다 깊은 곳에 흡수관을 설치하여야 한다.



<그림 2.3.14> 지하배수관의 배치방법(자연형)

3.4.2 흡수관의 간격

일반적으로 흡수관의 간격은 토양조건에 따라 다음과 같이 정한다.

[1] 점질토 (투수계수 10^{-5}㎝/s 미만) : 간격 6~9m, 필요에 따라 보조 배수관을 매설한다.

[2] 양 토 (투수계수 10^{-5}에서 10^{-3}㎝/s) : 간격 9~18m

[3] 사질토 (투수계수 10^{-3}㎝/s 이상) : 간격 18~33m

3.4.3 배수관의 경사와 관경

[1] 일반적으로 흡수관의 경사가 크면 관의 처음과 끝의 깊이 차가 커져 바람직하지 못하다. 1/100~1/600의 경사를 표준으로 하되 되도록이면 작은 경사로 한다.

[2] 집수관은 허용범위내에서 가능한 한 급경사로 하여 관내에 토사가 침적되지 않도록 한다.

[3] 배수관의 크기는 계획배수량의 배수에 충분한 크기로 하고, 원칙적으로 직경 50㎜ 이상의 것으로 한다.

3.4.4 지하수위의 계산

강우량과 강우시간에 따른 지하수위의 변동은 다음 식에 의하여 계산할 수 있다.

$$\frac{H}{Ho} = \exp\left(-\frac{K}{f} \cdot \frac{t}{SF}\right)$$

식에서, H : 배수관과 배수관 중간에서 지하수면까지의 거리
Ho : t = 0에서의 H값 K : 투수계수
f : 단위 시간당 강우량 S : 배수관의 설치간격
F : <표 2.3.23>에 의하여 구한다.

<표 2.3.23> F 치

d/S	2r/S				
	0.0025	0.005	0.01	0.02	0.04
0.01	12.790	12.570	12.330	12.030	11.520
0.02	6.761	6.541	6.318	6.077	5.771
0.04	3.846	3.643	3.421	3.195	2.954
0.08	2.522	2.301	2.080	1.858	1.633
0.16	1.961	1.741	1.520	1.299	1.077
0.32	1.787	1.566	1.345	1.125	0.9040
0.64	1.764	1.543	1.323	1.102	0.8811
1.00	1.763	1.543	1.322	1.101	0.8808
∞	1.763	1.543	1.322	1.101	0.8808

제 4장 급·관수설계

I. 개요

1.1 적용범위

연못, 분수, 벽천, 도섭지, 음수전, 샤워실 등과 잔디밭, 화단에 적용한다.

1.2 전제조건

[1] 급수원으로는 상수도와 우물물을 사용한다. 상수도는 세면, 샤워, 음용수, 도섭지 등에 사용하고, 우물물은 연못, 분수, 벽천 등에 사용하거나 잔디밭, 화단 등에 공급 한다.

[2] 하천수, 연못, 저수지의 물, 오수의 3차 처리수, 우수를 1차 여과한 것 등은 우물물에 대신하여 사용할 수 있다.

[3] 우물물을 음용수로 쓸 경우에는 공인된 시험기관에서 수질검사를 하여 적합하다고 판정될 경우에만 사용할 수 있다.

II. 급수설계

2.1 고려사항

상수도 수도본관은 도, 군, 시, 구, 조합, 사설 등 관리주체가 다르고, 각각의 조례, 규칙에 따라 관리되므로 상수도를 이용하는 경우 지방자치 단체 등 각 관리자와 협의를 거쳐야 한다. 아래와 같은 급수원에 대한 사전조사 결과를 바탕으로 급수방식을 결정한다.

[1] 수도본관의 매설위치, 관경, 관종 및 수압을 고려하여야 하며 특히 하절기에 수압저하가 일어나지 않는지 유의한다.

[2] 취수가능한 수량, 관경

[3] 설계, 시공상의 주의, 사용재료의 지정, 재료의 검사 및 공사지정업자의 유무

[4] 수도본관의 포설 혹은 분지관에 대한 분담금의 유무

[5] 부지부근에 수도본관이 조사시점에 포설되어 있지 않았을 때 가까운 장래에 포설될 계획이 있는가에 대해 점검하고 있을 경우에는 그 시기를 조사한다.

[6] 도로굴착의 가부, 교통사정, 굴착복구의 추정

[7] 우물물의 경우

(1) 지하수를 사용할 때 부근에 우물이 있는 경우의 용수량, 수질, 수온 및 동수면의 변동 (지하수 양수 규제의 유무)

(2) 지질, 수맥, 착정의 장소, 수질, 수온, 동수면의 변동 등

(3) 하천 호소 등의 채수 가능성, 수리전의 관계, 채수방법

(4) 중수(공업용수, 하수고차 처리수 등)를 사용하는 경우의 본관 포설위치 등

2.2 급수방식

2.2.1 수도직결방식

[1] 수도본관으로부터 직접 수도관을 끌어 물의 소요개소에 급수하는 방식

[2] 소규모의 경우 이외에는 수도본관의 압력이 높을 필요가 있다.

[3] 말단의 수도전까지 충분히 송수가능한 압력이 있어야하고 사용기구마다 필요한 압력에 차이가 있으므로 주의를 필요로 한다. 또한 송수관의 관내압력손실도 고려하여야 한다.

[4] 장점

(1) 설치비가 적게든다.
(2) 동력이 없으므로 정전에 의한 단수의 염려가 없다.
(3) 양질의 물이 얻어지기 때문에 관리상의 안심이 된다.

[5] 단점

(1) 수압이 항상 변화한다.
(2) 다른 방식에 비하여 인입관경이 커진다.
(3) 급수기구는 수도공급자의 검사를 받은 것을 사용하여야 한다.
(4) 단수시 곧 급수 불가능 상태로 된다.
(5) 수도본관의 수압에 의하여 급수가능한 높이에 제약을 받게 된다.
(6) 본관의 관경에 의하여 급수량의 제약을 받게 된다.

[6] 수도본관에서의 최저 수압 P는 다음 식에 의하여 구한다.

$$P \geq P_1 + P_2 + P_3$$

식에서, P : 수도본관에서의 최저 필요수압(kg/㎠)
P_1 : 수도본관에서 최고 높이 수전까지의 수압(kg/㎠)
P_2 : 최원거리 수전까지의 마찰손실수두(개략 0.1~0.3kg/㎠)
P_3 : 수전에서 필요한 수압(kg/㎠)

2.2.2 고가탱크방식

[1] 수도직결방식에 의해서는 필요한 압력이 얻어지지 않을 경우나 우물물을 급수원으로 할 때에는 옥상이나 높은 곳에 설치한 물탱크에 펌프로 물을 퍼올려 그 탱크로부터의 하향 급수관에 의하여 급수하는 방식

[2] 탱크의 크기는 1일 사용수량의 1~2시간분 이상의 양(소규모일 경우에는 2~3시간분)을 저수할 수 있는 용량으로 한다. 고가탱크의 크기는 다음 식에 의하여 구한다.

$$V = Q \times (1 \sim 3)$$

식에서, V : 고가탱크의 용량(m^3)
Q : 1시간 최대사용수량(m^3)

[3] 고가탱크의 설치높이는 다음 식을 만족하여야 한다.

$$H \geq H_1 + H_2$$

식에서, H : 고가탱크 저면과 최고위 수도전 혹은 기구와의 높이차(m)
H_1 : 최고위 수도전 혹은 기구의 필요압력에 상당하는 높이(m)

H_2 : 고가탱크로부터 최고위 수도전 혹은 기구까지의 관내압력손실을 수두차로 환산한 값(m)

[4] 도시수도를 급수원으로 할 때에는 펌프를 수도직결관에 접속하는 방법은 금지되어 있다. 반드시 수도물을 저장탱크에 저장하여 사용하여야 한다. 저장탱크의 크기는 고가탱크의 1.5~2배 정도로 하고, 상부의 맨홀은 지표면보다 10㎝ 이상 높게 하여 지상의 오물이 흘러가지 않도록 해야 한다.

[5] 양수펌프의 양수량은 순간 최대 예상 급수량(㎥/min) 이상의 것으로 한다.

2.2.3 압력탱크 급수방식

[1] 옥상이나 고가탱크를 설치할 수 없는 경우 지상에 압력탱크를 설치하여 높은 곳에 물을 공급하는 방식

[2] 강판으로 제조된 탱크 속에 물을 압입하여 탱크 속의 공기를 압축한 다음, 이 압축공기의 압력으로 물을 높은 곳에 공급하는 방식으로 공기의 압력이 3kg/㎠ 일 때 약 30m의 높이까지 할 수 있다.

[3] 압력탱크의 최저수압은 다음 식으로 산출한다.

$$P \geq P_1 + P_2 + P_3$$

식에서, P : 압력탱크에서의 최저 수압(kg/㎠)
P_1 : 가장 높은 곳의 수전과 압력탱크와의 고저차에 의한 수압(kg/㎠)
P_2 : 가장 높은 곳의 수전에서 분출하는 최저 수압(kg/㎠)
P_3 : 배관의 마찰손실 수압(kg/㎠)

[4] 최고압력일 때의 저수량을 전 탱크의 70%, 공기량은 30% 정도로 한다.

[5] 압력탱크의 유효저수량은 최대사용량의 20분간의 용량으로 한다.

[6] 단점

(1) 압력탱크와 펌프의 가격이 비싸다.
(2) 최고, 최저의 압력차가 커서 급수압이 일정하지 않다.
(3) 펌프의 가동이 정지되면 곧 단수가 된다.
(4) 취급이 비교적 어려우며 고장도 많다.

2.3 급수계통

[1] 급수계통에는 루프형과 수지형이 있다.

[2] 루프형의 계통은 수압을 일정하게 유지하기 쉽고, 사고가 생겨도 단수구역을 최소한으로 할 수 있으나, 수리계산이 복잡하다.

[3] 수지형의 계통은 말단으로 가면 수압이 저하하기 쉽고 정체수가 생기기 쉽다. 또 도중에 사고가 생기면 단수구역이 넓게 된다. 따라서 대면적일 경우에는 루프형으로 하는 것이 바람직하다.

[4] 급수계통은 단지의 종류, 규모, 성격 및 시설의 중요도에 적합하게 짜여지는 것이 필요하다.

2.4 수요량

[1] 이용자 1인당의 이용량으로부터 구하는 방법

[2] 이용시설의 단위면적당의 이용량으로부터 시설규모를 고려해 구하는 방법

[3] 기구의 종류별로 사용량과 동시 이용율로부터 구하는 방법

[4] 살수량 계산으로부터 구하는 방법 등이 있다.

2.5 배관계획

[1] 급수계통을 바탕으로 상세한 배관계획을 수립한다.

[2] 배관계획시 검토사항

(1) 관경

(2) 경사도

(3) 관종

(4) 지표면 하중으로부터의 보호(매설심도)

(5) 동결로부터의 보호(매설심도)

(6) 공기의 집적

(7) 수격현상(water hammer)의 배려

(8) 관리의 용이성

(9) 방식대책

(10)고장시의 대책

(11)장래계획의 배려

(12)기타

2.6 관경

[1] 관경은 급수장치내의 총 압력손실이 유효수압이하로 되도록 정한다.

[2] 압력손실에는 배수관의 마찰압력손실, 수도계량기, 수도꼭지, 연결구 등의 기구류 압력손실이 있다.

2.6.1 관의 마찰 압력손실

관경 50㎜ 이하의 소구경에서는 웨스턴공식으로 관의 마찰 압력손실을 산출하는 것이 일반적이다.

$$h = f \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

식에서, h : 관의 마찰 압력손실을 수두차로 계산한 값(m)
f : 마찰 손실계수
l : 급수관의 길이(m)
v : 관내 평균유속 (m/s)
d : 관의 직경 (m)
g : 중력 가속도 (m/s^2)

2.6.2 수도계량기, 수도꼭지, 연결구의 압력손실

연결구 등의 압력손실은 같은 직경의 직관의 몇 m분의 압력손실에 상당하는가를 산정한 환산표를 이용하는 것이 일반적이다.<표 4.4.1>

<표 2.4.1> 급수용 기구류 압력손실의 직관 환산표

관 경(㎜)	환 산 길 이 (m)						
	90°엘보	45°엘보	90°Tee지관	90°Tee주관	게이트밸브	글로브밸브	앵글밸브
15	0.6	0.36	0.9	0.18	0.12	4.5	2.4
20	0.75	0.45	1.2	0.24	0.15	6.0	3.6
25	0.9	0.54	1.5	0.27	0.18	7.5	4.5
32	1.2	0.72	1.8	0.36	0.24	10.5	5.4
40	1.5	0.9	2.1	0.45	0.3	13.5	6.6
50	2.1	1.2	3.0	0.6	0.39	16.5	8.4
65	2.4	1.5	3.6	0.75	0.48	19.5	10.2
80	3.0	1.8	4.5	0.9	0.63	24.0	12.0
90	3.6	2.1	5.4	1.08	0.72	30.0	15.0
100	4.2	2.4	6.3	1.2	0.81	37.5	16.5
125	5.1	3.0	7.5	1.5	0.99	42.0	21.0
150	6.0	3.6	9.0	1.8	1.2	49.5	24.0

2.7 급수설계 평면도

2.7.1 배관표시 기호

[1] 관의 이음 표시<그림 2.4.1>

종 류	기 호	종 류	기 호
일 반		엘보 또는 밴드	
플랜지형		티	
턱걸이형		크로스	
유니언형		신축이음	
막힘플랜지형		용접이음	

<그림 2.4.15> 관의 이음표시

[2] 밸브와 계기의 표시<그림4.2.2>

종 류	기 호	종 류	기 호
게이트 밸브		퀵 커플링	
글로브 밸브		수도 미터	M
체크 밸브		압 력 계	P
원격조절밸브		온 도 계	T

<그림 2.4.16> 밸브, 계기의 표시

2.7.2 배관 평면도 표시법

C.I.P (2) ← 관종명칭(2종관)

D80 — 195

D= 80mm ▲ | ▲ | 관연장(m)

2.8 재료(규격 및 품질)

2.8.1 관재료

[1] 수도용 아연도금 강관(KS D 3537~77)

(1) 배관용 탄소강관의 백관보다 아연도금을 두껍게하여 내식성과 내구성을 증가시킨 강관이며, 정수두 100m 이하의 급수관에 주로 사용된다.

(2) 강도가 높고, 충격에 강하므로 내외압이 큰 파이프라인과 연약지반의 파이프라인에 적합하다.

[2] 배관용 스테인레스 강관(KS D 3576~74)

물과 항상 접하는 곳 등에서 내식성이 요구되는 장소에 사용한다.

[3] 연관 (KS D 6702~77)

오래전부터 급수관 등에 이용되어 왔으며, 전성 및 연성이 풍부하고 상온가공이 쉬우며, 내식성이 뛰어나다.

[4] 수도용 염화비닐관(KS M 3401~75)

내식성이 크고 굽힘작업이 용이하다. 열에 약하고 저온에서는 작은 충격에도 파손되는 경우가 있다.

[5] 폴리에틸렌관(KS M 3408)

(1) 충격에 강하고 내식성이 있으며 저온에서도 잘 견디고 동파에 강하기 때문에 한랭지 배관에 적합하다.

(2) 최대길이 120m의 제품이 있으므로 접합점을 적게할 수는 있으나 접착제에 의한 접착이 불가능하다.

2.8.2 이음재료

[1] 나사식 이음재

(1) 관과 관 및 장치 기기와 연결하는 이음쇠 : 소켓, 니플, 유니언

(2) 관의 방향을 변형시키거나 분기시키는데 사용하는 이음쇠 : 엘보, 벤드, 티, 크로스, 와이

(3) 관단을 막는 이음쇠 : 플러그, 캡

[2] 플랜지 이음재

50㎜ 이하의 지름이 작은 관의 연결에는 유니온이 사용되지만, 65㎜ 이상의 큰 관에는 플랜지를 관 끝에 부착하여 플랜지를 볼트로 조인다.

[3] 염화비닐관 이음재

엘보, 티, 밸브 소켓, 이경 소켓, 수량계 소켓 등이 있다. 접착제를 칠하고 관을 밀어 넣는 작업만으로 접합되는 냉간식 이음이 주로 사용된다.

2.8.3 각종 밸브

[1] 게이트 밸브

완전히 밸브를 열면 유체흐름의 저항이 다른 밸브에 비하여 아주 적으나, 완전히 열지 않으면 저항이 오히려 커지므로 완전한 개폐에만 사용한다.

[2] 글로브밸브

유체의 흐름과 압력을 효과적으로 조절할 수 있으나, 압력 손실은 게이트밸브보다 크다.

[3] 체크밸브

유체의 흐름이 한쪽 방향으로 역류를 하면 자동적으로 밸브가 닫혀지게 할 때 사용한다.

[4] 공기밸브

관내의 유체속에 섞인 공기 또는 기체가 유체에서 분리하여 배관의 높은 부분에 체류하여 유체의 유량을 감소시킨다. 이러한 현상을 막기 위해 배관의 높은 곳에 공기밸브를 장치하여 분리된 공기를 자동적으로 배제하는데 사용한다.

III. 관수설계

3.1 고려사항

[1] 배수가 양호한 곳은 지하수의 상승에 의한 수분공급이 아주 적기 때문에 잔디 등의 식물이 건조피해를 받기 쉬우므로 관수시설을 해주어야 한다.

[2] 인공지반, 임해매립지 및 기타 생육 불량지의 잔디 등의 식물에도 수분 공급을 위한 관수 시설이 필요하다.

[3] 관수설계를 위해서는 다음의 사항을 사전에 조사검토하여야 한다.

(1) 식재지 등에 관수를 하고자 할 때에는 토양의 종류와 지표면의 경사에 따라 살수강도를 정하여야한다.

(2) 살수강도는 토양의 수분 침투율보다 낮게 설정되어야 한다.(수분 침투율은 단위 시간당 토양에 침투하는 물의 양) 그러나 살수강도가 너무 낮으면 증발손실이 많아지므로 허용한계강도내에서 가능한 한 살수강도를 높이는 것이 좋다. 따라서 5㎜/hr 이하의 살수강도를 채택하지 않는 것이 바람직하다.

<표 2.4.2> 경사와 토양의 종류에 따른 최대 침투율 (㎜/hr)

경사도	사질토	양 토	점질토	경사도	사질토	양 토	점질토
0~5%	19	13	6	13~20%	9	5	3
6~8%	15	10	5	20% 이상	6	4	2
9~12%	14	8	4				

(3) 지표면이 지피식물로 피복되어 있을 경우에는 식물의 잎에 수분이 부착되는 양을 고려하여 살수강도를 10% 정도 높여줄 필요가 있다. 경사와 토양의 종류에 따른 최대 수분 침투율은 <표 2.4.2>와 같다.

3.2 관수방식

3.2.1 살수기 관수방식

살수기로부터 압력수를 분출시켜 자연강우의 형태로 일정범위의 토양면에 관수하는 방식으로서, 살수기의 종류에 따라 살수기의 구경, 소요 압력, 살수기의 유량, 살수 직경, 살수형태가 다르다.

[1] 장점

(1) 유효토층아래로의 침투손실이 적다.

(2) 관수에 소요되는 노력이 적게 든다.

(3) 살수량의 조절이 가능하기 때문에 표토의 침식이 적다.

(4) 지표면에 다소의 요철(凹凸)이 있어도 그대로 살수가 가능하다.

(5) 잔디깍기 기계 등의 도입이 용이하다.

(6) 액비, 농약 등을 물과 함께 살포하는 것이 가능하다.

(7) 동상해 방지, 먼지 방지의 목적으로도 사용이 가능하다.

[2] 단점

(1) 적당한 수압을 필요로 하기 때문에 시설비, 운영비가 많이 든다.

(2) 살수에 의하여 이미 살포된 농약이나 비료가 씻겨내려갈 우려가 있다.

(3) 오염된 물을 사용하였을 때에는 병해의 전파를 조장하는 경우가 있다.

(4) 살수된 물이 공중을 날아가는 동안에 작은 입자의 물이 비산되거나 증발되는 손실이 많다.

3.2.2 다공관 관수방식

염화비닐관, 폴리에칠렌관, 내압 호스 등에 많은 구멍을 뚫어 지표면에 관수하는 방식이다.

[1] 장점

(1) 살수범위가 장방형이고 비교적 균일한 관수가 가능하다.

(2) 물줄기의 높이가 낮기 때문에 바람의 영향을 적게 받는다.

(3) 비교적 낮은 수압(0.3~1.5kg/㎠)으로 작동이 가능하다.

[2] 단점

(1) 일반적으로 살수강도가 높기 때문에 토양침식이나 물고임현상이 일어나기 쉽다.

(2) 살수폭이 좁아서 관의 배치수가 많아진다.

(3) 물에 오물이 포함되어 있으면 분사구멍이 막히기 쉽다.

3.2.3 점적식 관수방식

물방울을 식물의 뿌리부근 지표면에 천천히 조금씩 떨어뜨려 관수하는 방식이다. 일반적으로 단말 급수관의 수압은 0.5~1.5kg/㎠ 정도이다.

[1] 장점

(1) 물이 떨어지는 곳의 토양수분 함량을 높게 할 수 있다.

(2) 필요한 곳에만 관수를 하게 되므로 물을 절약할 수 있다.

(3) 염해의 피해가 우려되는 지역에서는 토양수분의 함량이 많으므로 피해를 줄일 수 있다.

(4) 관내의 유속이 낮으므로 균등한 급수가 용이하다.

[2] 단점

(1) 단말 급수관이 막히기 쉽다.

(2) 지형의 높이차가 큰 곳에서는 압력을 조정하기가 어렵다.

(3) 뿌리가 수분함량이 많은 지역에서만 뻗게 된다.

(4) 물이 떨어지는 곳에서 토양의 하부로 수직적인 물고랑이 생기면 물이 지하로 흘러버려 관수의 효과가 없어진다.

3.3 살수기의 선정

3.3.1 살수강도

[1] 살수강도가 토양침투율보다 크지 않은 값을 가진 살수기를 선정한다. 살수강도는 살수기에 요구되는 수압과 노즐치수에 따라 정해진다. 각종 수압과 노즐의 치수에 의한 살수기의 용량은 살수기 제작회사의 제품설명서를 참고로 한다.

[2] 살수강도는 다음 식에 의하여 구한다.

$$I = \frac{60q}{A}$$

식에서, I : 살수강도 (mm/h)
q : 살수기의 평균용량 (ℓ /min)
A : 살수기 1개의 살수면적
A = 살수기 간격 × 살수지관 간격

3.3.2 살수기의 용량

일정시간에 주어진 양의 물을 살수하는데 필요한 살수기의 용량은 관수시간과 1회 관수량 및 살수기의 배치간격에 의하여 구한다.

$$q = \frac{DS_1S_2}{60T}$$

식에서, q : 살수기의 용량 (ℓ /min)
D : 관수되는 토양의 깊이 (mm)
S_1 : 살수기의 간격
S_2 : 살수지관 간격
T : 관수시간 (h)

3.4 살수기의 배치간격

[1] 살수기의 분사량 및 설치간격에 따른 살수강도는 <표 2.4.3>을 참고한다.

예를 들어 살수강도를 9㎜/hr로 하여 4시간에 36㎜의 관수를 필요로 하는 경우에는 분사량 30.28 ℓ /min의 살수기를 10×20m의 간격으로 배치하거나, 분사량 11.36 ℓ /min의 살수기를 6×12m의 간격으로 배치하여 살수강도를 9.1㎜/hr로 선택할 수도 있다. 살수기의 살수량은 살수기로부터 멀어질수록 감소한다. 따라서 균등하게 살수하기 위해서는 인접 살수기에서 살수되는 물과 중복시킨다.

<표 2.4.3> 살수기의 배치간격과 살수강도

간격 (m)	유량 (또는 용량)(㎜/hr)																							
	각 스프링 클러의 분사량 (ℓ/min)																							
	3.78	7.57	11.36	15.14	18.93	22.71	26.50	30.28	34.10	37.85	41.64	45.42	49.21	53.00	56.78	60.56	64.35	68.13	71.92	75.71	94.63	113.56	132.49	151.41
6× 6	6.1	12.2	18.3	24.6	30.7	36.8	43.2	49.3																
6× 9	4.1	8.1	12.2	16.3	20.3	24.4	28.7	32.8	36.8	40.9	45.0	49.0	53.3											
6×12	3.0	6.1	9.1	12.2	15.2	18.3	21.6	24.6	27.7	30.7	33.8	36.8	39.9	43.2	46.0	49.0	52.3	55.4						
6×15	2.5	4.8	7.4	9.9	12.2	14.7	17.3	19.6	22.1	24.6	26.9	29.5	32.0	34.5	36.8	39.4	41.7	44.2	46.7	49.3				
6×18	2.0	4.1	6.1	8.1	10.2	12.2	14.2	16.3	18.3	20.6	22.4	24.6	26.7	28.7	30.7	32.8	34.8	36.8	38.9	40.9	51.3			
7.5×7.5	3.8	7.9	11.7	15.7	19.6	23.6	27.7	31.5	35.6	39.4	43.2	47.2	51.3											
9× 9	2.8	5.3	8.1	10.9	13.7	16.3	19.1	21.8	24.6	27.2	30.0	32.8	35.3	38.1	40.9	43.7	46.5	49.0	51.8	54.6				
9×12		4.1	6.1	8.1	10.2	12.2	14.2	16.3	18.3	20.6	22.6	24.6	26.7	28.7	30.7	32.8	34.8	36.8	38.9	40.9	51.3			
9×15		3.3	4.8	6.6	8.1	9.7	11.4	13.2	14.7	16.3	18.0	19.6	21.3	22.9	24.6	26.2	27.7	29.5	31.0	32.8	40.9	49.0	57.2	
9×18		2.8	4.1	5.3	6.9	8.1	9.4	10.9	12.2	13.7	15.0	16.3	17.8	19.1	20.6	21.8	23.1	24.6	25.9	27.2	34.0	40.9	46.7	54.4
10×10	2.2	4.5	6.8	9.0	11.3	13.6	15.9	18.1	20.4	22.7	24.9	27.2	29.5	31.8	34.0	36.3	38.6	40.8	43.1	45.4	56.8	68.1	79.5	90.8
10×12		3.7	5.6	7.5	9.4	11.3	13.2	15.1	17.0	18.9	20.7	22.6	24.6	26.4	28.3	30.2	32.1	34.0	35.9	37.8	47.3	56.7	66.2	75.7
10×15		3.0	4.5	6.0	7.5	9.1	11.3	12.1	13.6	15.1	16.6	18.1	19.6	21.1	22.6	24.2	25.7	27.2	28.7	30.2	37.8	45.4	52.9	60.5
10×18		3.0	3.7	5.0	6.3	7.5	8.8	10.0	11.3	12.6	13.8	15.1	16.3	17.6	18.9	20.1	21.4	22.7	23.9	25.2	31.5	37.8	44.1	50.4
10×20			3.4	4.5	5.6	6.8	7.9	9.0	10.2	11.3	12.4	13.6	14.7	15.9	17.3	18.1	19.3	20.4	21.5	22.7	28.3	34.0	39.7	45.4
12×12		3.0	4.6	6.1	7.6	8.9	10.7	12.2	13.7	15.2	16.8	18.3	19.8	21.3	22.9	24.4	25.9	27.7	29.0	30.5	38.4	46.0	53.6	
12×15		2.5	3.6	4.8	6.1	7.4	8.6	9.9	10.9	12.2	13.5	14.7	16.0	17.3	18.5	19.8	20.8	22.1	23.4	24.6	30.7	37.1	43.2	49.3
12×18			3.0	4.1	5.1	6.1	7.1	8.1	8.9	10.2	11.2	12.2	13.2	14.2	15.2	16.3	17.3	18.3	19.6	20.6	25.7	30.7	35.8	40.9
12×24			2.3	3.0	3.8	4.6	5.3	6.1	6.9	7.6	8.4	8.9	9.9	10.7	11.4	12.2	13.0	13.5	14.5	15.5	19.3	23.1	26.9	30.7
15×15			3.1	3.8	4.8	5.8	6.9	7.9	8.9	9.9	10.9	11.7	12.7	13.7	14.7	15.7	16.8	17.8	18.5	19.6	24.6	29.5	34.5	39.4
15×18			2.5	3.3	4.1	4.8	5.6	6.6	7.4	8.1	8.9	9.9	10.7	11.4	12.2	13.2	14.0	14.7	15.5	16.3	20.6	24.6	28.7	32.8
15×21				2.8	3.6	4.3	4.8	5.6	6.4	7.1	7.6	8.4	9.1	9.9	10.4	11.2	11.9	12.7	13.2	14.0	17.5	21.1	24.4	27.9
15×24				2.5	3.0	3.6	4.3	4.3	5.6	6.1	6.9	7.4	7.9	8.9	9.1	9.9	10.4	11.2	11.7	12.2	15.5	18.5	21.6	24.6
18×18				2.8	3.3	4.1	4.8	5.3	6.1	6.9	7.6	8.1	8.9	9.6	10.2	11.0	11.7	12.2	13.0	13.7	17.0	20.6	23.9	27.4
18×21					2.8	3.6	4.1	4.6	5.3	5.8	6.4	7.1	7.6	8.1	8.6	9.4	9.9	10.4	10.9	11.7	14.5	17.5	20.6	23.4
18×24					2.5	3.0	3.6	4.1	4.6	5.1	5.6	6.1	6.6	7.1	7.6	8.1	8.6	9.1	9.6	10.2	12.7	15.5	18.0	20.6
21×21							3.6	4.1	4.6	5.1	5.6	5.1	6.4	7.1	7.6	7.9	8.4	9.1	9.4	9.9	12.4	15.0	17.5	20.1
21×24							3.0	3.6	4.1	4.3	4.8	5.3	5.8	6.1	6.6	7.1	7.4	7.9	8.4	8.6	10.9	13.2	15.2	17.5
21×27								3.0	3.6	3.8	4.3	4.6	5.1	5.6	5.8	6.4	6.6	7.1	7.4	7.9	9.7	11.7	13.7	15.7
24×24								3.0	3.6	3.8	4.3	4.6	5.1	5.3	5.8	6.1	6.6	6.9	7.4	7.6	9.7	11.4	13.5	15.5
24×27								2.8	3.0	3.3	3.8	4.1	4.3	4.8	5.1	5.3	5.8	6.1	6.6	6.9	8.4	10.2	12.0	13.7
24×30								2.5	2.8	3.0	3.3	3.8	4.1	4.3	4.6	4.8	5.3	5.6	5.8	6.1	7.6	9.1	10.7	12.2
30×30										2.5	2.8	3.0	3.3	3.6	3.6				4.6	4.8	6.1	7.4	8.6	9.9

[2] 살수기의 살수범위와 배치간격과의 관계는 다음 사항을 고려하여 적절히 조정한다.

(1) 살수지관의 살수기 간격은 살수범위 직경의 30~50% 범위내에 있도록한다.

(2) 살수지관의 부설간격은 살수범위 직경의 60% 이내로 한다. 용량이 작은 것은 55%, 용량이 큰 것은 65% 이내가 좋다. 부득이한 경우라도 70%를 넘어서는 안된다.

(3) 풍속이 0~2.2m/sec인 경우에 최대지관간격은 살수범위 직경의 60%까지 축소한다. 풍속이 2.2~4.5m/sec인 경우에는 50%, 4.5m/sec 이상인 경우에는 20~30% 정도까지 축소한다.

(4) 바람이 각 방향으로 부는 경우에는 살수기의 배치를 정방형에 가깝게 하고, 방향이 일정한 경우에는 살수지관을 풍향에 직각으로 부설하는 동시에 살수지관간격을 좁힌다

(5) 삼각형의 배치는 사각형의 배치보다 균등하게 살수된다.

3.5 관로의 압력손실

[1] 관수계통의 설계에서 급수압과 살수기의 작동압력, 유용한 물의 용량 등에 따른 관의 직경을 결정하기 위해서는 배관계획과 함께 관로의 압력손실을 계산하여야 한다.

[2] 압력손실은 물의 양, 관의 직경, 관벽의 조도에 의하여 달라진다. 이러한 관계를 Hanzen과 Williams의 공식으로 다음과 같은 2가지 경우로 나타낼 수 있다.

[3] 일반 관내 마찰손실

$$Hf = \frac{6.82\ LV^{1.852}}{C^{1.852}D^{1.167}}$$

식에서, Hf : 길이 L의 관내 마찰손실 (m) V : 유속 (m/sec)
L : 관의 길이 (m) D : 관의 직경 (m)
C : 계수

<표 2.4.4> 계수 C의 값

관종류	C	관종류	C	관종류	C
염화비닐관	150~140	강 관	130	이동식 폴리에칠렌관	125
폴리에칠렌관	150~140	고무호오스	140~110	이동식 염화비닐관	140
알루미늄관	140	연 관	150~140	석면시멘트관	140

[4] 여러개의 살수기가 장치된 관내의 마찰손실

$$Hf = F \times \frac{10.67LQ^{1.852}}{C^{1.852}D^{4.871}}$$

식에서, Hf : 길이 L의 관내 마찰손실 (m) F : 계수
L : 관의 길이 (m) Q : 유량 (m^3/sec)
C : 계수 D : 관의 직경 (m)

<표 2.4.5> 계수 F의 값

유출구의 수	F	유출구의 수	F	유출구의 수	F	유출구의 수	F
1	1.000	13	0.390	25	0.371	37	0.364
2	0.639	14	0.387	26	0.370	38	0.364
3	0.534	15	0.384	27	0.369	39	0.364
4	0.485	16	0.382	28	0.369	40	0.363
5	0.457	17	0.380	29	0.368	45	0.362
6	0.438	18	0.379	30	0.368	50	0.361
7	0.425	19	0.377	31	0.367	60	0.359
8	0.416	20	0.376	32	0.367	70	0.358
9	0.408	21	0.375	33	0.366	80	0.357
10	0.402	22	0.374	34	0.366	90	0.356
11	0.397	23	0.373	35	0.365	100	0.356
12	0.393	24	0.372	36	0.365		

3.6 관수계통의 배관설계

3.6.1 관수구역

[1] 일반적으로 관수대상이 되는 전면적을 동시에 관수할 수 없는 경우가 대부분이다. 따라서 관수구역을 여러구역으로 구분하여 구역마다 차례차례로 관수한다.

[2] 구역의 구분은 급수용량과 급수압, 배관조건 등을 바탕으로 결정하고 각 구역으로 분지되는 지점의 밸브를 수동으로 할 것인지 자동으로 할 것인지를 결정하여야 한다.

3.6.2 살수기의 수

[1] 급수용량을 살수기 1개의 평균 살수용량으로 나누면 동시에 작동이 가능한 살수기의 숫자가 대략적으로 산출된다.

[2] 이 숫자를 바탕으로 살수기 및 살수지관의 간격 살수지관의 최대길이 등을 고려하여 동시에 작동이 가능한 살수기의 수를 정하고 이를 바탕으로 관수구역을 정한다.

3.6.3 관수계통의 압력손실

[1] 급수원에서 보내어진 물이 최종살수기에 도달할 때까지의 압력손실을 계산하여 살수기에 요구되는 압력이 가해질 수 있는지를 점검하여야 한다.

[2] 예상되는 압력손실은 관로의 압력손실 이외에도 각종 연결구와 조절밸브의 압력손실과 높이변화에 따른 손실 등이 있다.

[3] 연결구와 조절밸브에 의한 압력손실은 <표 2.4.6>와 같이 관의 길이로 나타낼 수 있다. 높이차에 따른 압력손실은 높이차 1m당 0.1kg/㎠ 의 압력손실이 있는 것으로 계산한다.

<표 2.4.6> 연결구와 조절밸브에서의 압력손실

관 경(㎜)	환 산 길 이 (m)						
	90°엘보	45°엘보	90°Tee지관	90°Tee주관	게이트밸브	글로브밸브	앵글밸브
15	0.6	0.36	0.9	0.18	0.12	4.5	2.4
20	0.75	0.45	1.2	0.24	0.15	6.0	3.6
25	0.9	0.54	1.5	0.27	0.18	7.5	4.5
32	1.2	0.72	1.8	0.36	0.24	10.5	5.4
40	1.5	0.9	2.1	0.45	0.3	13.5	6.6
50	2.1	1.2	3.0	0.6	0.39	16.5	8.4
65	2.4	1.5	3.6	0.75	0.48	19.5	10.2
80	3.0	1.8	4.5	0.9	0.63	24.0	12.0
90	3.6	2.1	5.4	1.08	0.72	30.0	15.0
100	4.2	2.4	6.3	1.2	0.81	37.5	16.5
125	5.1	3.0	7.5	1.5	0.99	42.0	21.0
150	6.0	3.6	9.0	1.8	1.2	49.5	24.0

3.6.4 수격작용(water hammer)

[1] 수격작용이란 유체의 흐름이 어떤상태에서 다른 상태로 변화할 때에 과도적으로 일어나는 이상압력의 발생 현상을 말한다.

[2] 수격작용은 관내를 전파하는 탄성파 현상으로 그 발생에 각종 인자가 복잡하게 얽혀져 있어서 그 값을 정확하게 추정하기가 곤란하다.

[3] 수격현상은 유속이 1.5m/sec를 초과하면 생기기 쉬우므로 수격방지용 장치를 하는 것이 바람직하다. 관내의 유속은 유량과 관의 직경으로 다음의 식에 의하여 구할 수 있다.

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2}$$

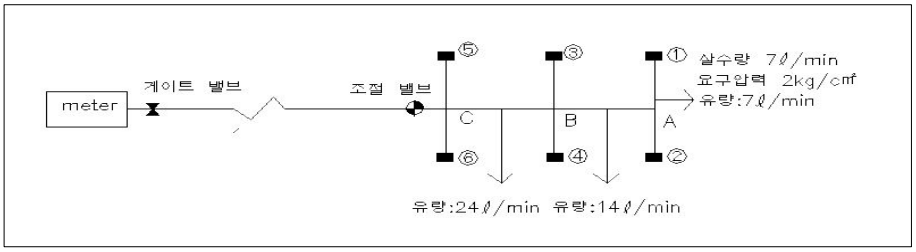
식에서, V : 유속 (m/sec), Q : 유량 (m^3/sec), D : 관의 직경 (m)

3.7 살수지관의 설계

[1] 일반적으로 살수지관내의 허용압력손실은 살수기에서 요구되는 압력의 20% 이내이다.

[2] 요구압력이 2kg/㎠이고 살수량이 7ℓ/min인 살수기를 <그림 2.4.3>과 같이 배치한 살수지관에서는 C지점에서 ①번 살수기까지 0.4kg/㎠의 압력손실이 허용된다. ①번 살수기에서 A지점까지는 7ℓ/min의 유량이 흐르고 A지점에서 B지점까지는 14ℓ/min의 유량이 요구되며 B지점에서 C지점까지는 24ℓ/min의 유량이 요구된다.

[3] 허용압력 손실내에서 상기의 유량을 통과시킬 수 있는 관경을 결정한다.



<그림 2.4.17> 살수지관의 설계

3.8 재료(규격 및 품질기준)

3.8.1 분무살수기(spray head)

[1] 관수대상지역을 분무하기 위하여 사용하는 것으로 고정된 동체와 분사공만으로 된 가장 간단한 살수기이다.

[2] 살수형태는 사각형, 원형, 부채꼴형 등 다양하며 비교적 다른 살수기보다 저렴하고, 모든 형태의 관수시설에 이용된다.

[3] 1~2kg/㎠의 낮은 수압으로 작동되며 6~12m 직경의 살포범위를 갖고 있다.

[4] 좁은 잔디 지역과 불규칙한 지형에 대하여 사용하는 것이 효과적이다.

3.8.2 분무입상살수기(pop-up spray head)

[1] 분무살수기의 변형으로 물이 흘러 수압이 걸리면 분무공이 지표면 위로 올라와 살수한다.

[2] 물이 흐르지 않으면 분무공이 내려와 지표면과 높이가 같아지므로 잔디의 이용이나 잔디깍기 등의 작업에 지장을 주지 않는다는 장점을 가지고 있어 잔디밭의 관수장치로 널리 쓰이고 있다.

3.8.3 회전살수기(rotary head)

[1] 한개 또는 여러개의 분무공이 회전하면서 살수하는 것으로 분무공이 하나인 것은 물을 멀리까지 보낼 수 있다는 장점이 있다.

[2] 2~6kg/㎠의 높은 압력하에서 작동하여 원형이나 부채꼴형으로 살수하며, 직경 24~60m의 살수범위를 갖고 있다.

[3] 살수시 식물체에 의해 방해받지 않도록 높이 세워서 쓰며 넓은 지역의 관수에 적합하다.

3.8.4 입상회전살수기(rotary pop-up head)

[1] 분무입상살수기와 같이 분무공이 지표면 위로 올라와서 회전살수기와 같이 회전을 하면서 살수하는 방식으로 양자의 장점을 살린 살수기이다.

[2] 대규모의 자동관수조직에서 많이 쓰이고 있다.

제 5장 식재지반설계

I. 개요

1.1 적용범위

[1] 식재적합토양 및 표토의 성분요건을 규정하고 부적합토양의 개선방법을 제시한다.

[2] 해안매립지, 쓰레기 매립지, 암반불투수 지역을 비롯한 식물생육에 불리한 지역의 토양개량 및 식재지반조성에 적용한다.

[3] 토목, 건축 등의 구조물로 된 인공지반에서의 식재기반조성에 적용한다.

1.2 전제조건

[1] 『조경설계기준, 국토해양부』의 제5장 식재기반편을 전제로 한다.

[2] 식재지반설계는 대상지역의 토양조사결과를 기초로 한다. 따라서 일정규모 이상의 프로젝트에서는 토양조사가 반드시 선행되어야 한다.

[3] 선행 토목, 건축공사 등의 결과로 조경지역에 건설폐기물 등이 매립된 경우에는 식재지반 조성시 제거하도록 한다.

[4] 표토는 식재지반조성을 위한 가장 중요한 재료이다. 따라서 제반 건설공사에서는 토공시행전에 반드시 조경기술자와 협력하여 표토의 수집과 보관을 위한 대책이 수립되어야 한다.

II. 식재적합토양

2.1 최소 토양심도

[1] 뿌리는 양분 및 수분의 흡수와 식물체의 지지를 위해 필요한 근계, 근역(根域)을 형성할 일정 깊이의 토층이 필요하다.

[2] 토양환경압

유효토층의 확보를 위해서 토양과습 등의 토양환경압을 완화시키고, 근역을 확대하도록 계획한다.

(1) 토양환경압이란 식물이 적용 또는 견딜수 있는 범위를 벗어나 토양환경이 악화되는 것을 말한다.

(2) 식물의 생육저해는 특수토양지가 입지하는 지리적 조건(지역, 장소 등)과 지반구성재료에 기원한다.

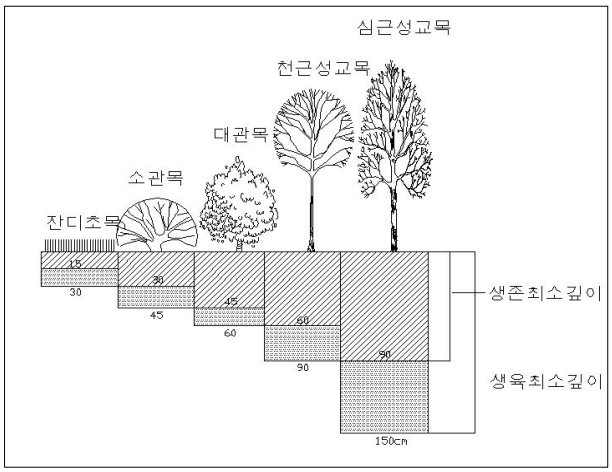
[3] 수목식재에서 필요로 하는 최소토양의 깊이는 특별한 경우를 제외하고는 다음의 생육심도를 표준으로 적용한다.

<표 2.5.1> 식물생육에 필요한 토양심도

종 류	생존최소심도(㎝)	생육최소심도(㎝)
잔디,초목류	15	30
소관목	30	45
대관목	45	60
천근성 교목	60	90
심근성 교목	90	150

[4] 식물생육에 적합한 토양조건

(1) 뿌리가 자유롭게 신장할 수 있고 동시에 뿌리의 활력이 유지되는 토양
(2) 수분의 흡수가 원활한 토양
(3) 충분한 양분흡수가 이루어지는 토양



<그림 2.5.1>수목식재상 필요로 하는 최소토양의 깊이

2.2 식재적합토양

[1] 식재적합토양이란 식물이 정상적으로 생장할 수 있는 제반 물리·화학적 특성을 보유한 토양을 말하며, 일반적으로 토양단면의 용탈층(A층)을 구성하는 표토(surface soil)를 지칭한다.

[2] 모든 표토가 식물생육에 필요한 모든 조건을 충족하는 것은 아니며, 때로는 심토(subsoil, 집적층, B층)까지도 식재지반용토로 사용되게 되므로 식재토양은 그 물리·화학적 특성요인들을 기준으로 식재의 적합성 여부를 판단하도록 한다.

[3] 식재지반용토는 식물생육에 기본적으로 요구되는 이화학적 특성을 검사하고 각 특성수준이 기준에 미달할 경우에는 이를 개량하거나 적합한 토양으로 교체하여 사용하여야 한다.

[4] 표토는 식재적합토양이거나 식재지반용토로서의 기준에 가장 근접하는 토양이므로 용토의 개량, 교체비용을 최소화하기 위하여 보존하도록 한다.

III. 표토의 보존

3.1 표토보존계획 및 설계

[1] 개략 정지전에 유용한 표토를 수거보존하도록 계획한다.

[2] 부지조성공사 전에 표토를 검사하여 인증을 받은 후 인증된 두께로 깍아 보존해 두었다가 식재지반조성시 표토로 활용한다. 이때 표토의 임시퇴적은 단기간동안만 하며 두께는 3m를 넘지 않도록 한다.

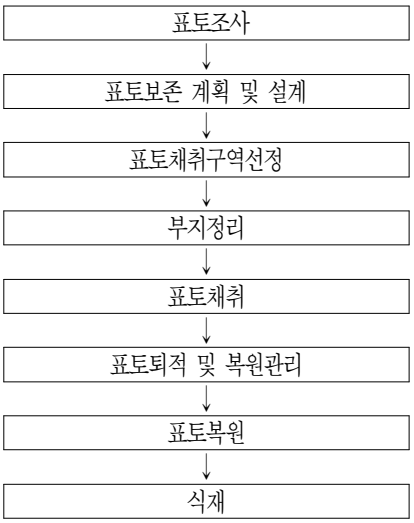
[3] 부지정지 계획선이 기존 지형의 표고보다 15㎝ 이상이 되지 않는 경우는 표토를 수거치 않고 그대로 둔다.

[4] 50㎝ 이상의 표고변경을 수반하는 대규모의 부지조성사업에서는 의무적으로 토양조사와 적절한 표토보존계획을 세운다.

[5] 식재지반 조성용으로 사용이 가능한 표토의 분량을 파악한 후, 표토보존의 대상지를 검토하고 식재를 위한 표토의 필요량을 계산한다.

[6] 표토의 배분계획을 수립한 후 이를 기초로 표토의 굴취방법, 운반, 퇴적, 보호관리방법 및 식재시의 성토·객토방법을 검토한다.

[7] 이용할 수 있는 기존의 표토가 부족한 경우에는 식생이 잘 자라는 인근의 대표적인 표토를 반입하거나, 식재에 부적절한 토양인 경우에는 토양개량제등의 혼입에 의한 토질의 개선후 이용한다.



<그림 2.5.2>표토의 보존 및 활용순서

3.2 표토의 채취

[1] 표토조사결과와 식재계획에 따라 보존지, 채취지, 복원지로 구분한다.

[2] 표토의 채취는 아래와 같이 대상지의 조건에 맞게 적절한 방법을 선정한다. .

(1) 일반적인 채취방법 : 채취대상지의 토층두께가 두껍고 평탄, 또는 완경사지인 경우에 행하는 방법

(2) 계단식 채취법 : 토사유출이 적게 발생되며, 하층토의 혼입이 적지 않을 때 사용하는 방법

(3) 표층절취법 : 중력을 이용하여 하향으로 작업하는 가장 좋은 채취방법이나, 채취한 표토를 장기간 방치할 경우 토사유출의 위험이 있다.

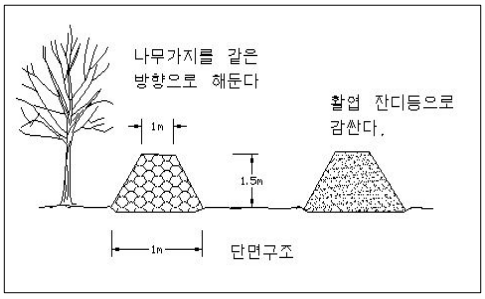
[3] 동일한 토양이라도 습윤상태에 따라 악화정도가 다르므로, 악화되기 쉬운 표토의 채취작업은 건조기에 실시하고 표토와 하층토가 구분되도록 한다.

3.3 표토의 야적

[1] 부득이 야적이 요구되는 흙은 자체하중에 의한 다져짐을 방지하기 위해 일정높이(약 3m) 이상 쌓지 않도록 한다.

[2] 퇴적형태는 안식각을 유지하여 사다리꼴로 만든다.

[3] 야적장의 위치는 음지가 적합하며 유수에 의한 흙의 유실, 침식을 막고 주변이 진흙창으 로 탈바꿈하는 피해를 줄이기 위해서는 야적지 둘레에 배수를 위한 임시뜰을 설치하고 고랑을 설치한다.



<그림 2.5.2> 표층토양의 보전

3.4 표토복원

[1] 표토복원후 효과적인 식재를 위해 ø15㎝ 이상인 수목의 뿌리는 미리 제거하도록 한다.

[2] 가적취된 표토를 식재지반조성지에 복토하기 위해서는 식재지 면적을 산출하여 평균두께 1m를 곱하여 필요한 표토량을 산정한다.

[3] 식물의 생육에 부적당하게 굳어져 있는 지반은 20㎝ 정도로 경운하여, 복토되는 흙과의 결속력을 증가시켜 불투수층에 의한 뿌리생장저해를 방지한다.

3.5 표토판정 및 토양검사기준

[1] 식재지반용토의 적합성여부는 <표 2.5.2>에 따라 측정하고 기준에 미달하는 경우, 적정수준으로 개량 또는 교체 조치하는 것을 원칙으로 한다.

<표 2.5.2> 식재용토 토성의 측정, 처리 및 적용기준

	조사항목	처리기준			측정방법	적용지역
		적정	개량	교체		
물리성	표토 두께	30㎝ 이상	10~30㎝	10㎝ 미만	현장실측	ABC
	유효토층	60~120㎝	30~60㎝	30㎝ 미만	현장실측	ABC
	투수계수	양호 10^{-4}~10^{-5}㎝/sec	과다 10^{-4}㎝/sec 이상	불량 10^{-5}㎝/sec 미만	山中式 투수 통기 측정장치 현장측정	ABCE
	수분함량	건토중의 40~80%	건토중의 80% 이상	건토중의 40% 미만	실험실 측정	AB
	지하수위	100㎝ 이상	50~100㎝	50㎝ 이하	현장실측	ABC
	토양구조	고상	층상	괴상	현장관찰	ABC
	토성	식토	사양토~식양토	사토	촉감, 절단면 관찰 등으로 현장판정	CE
					실험실 측정	ABC
	토색	암갈~흑색	갈색	회청색	현장관찰	D
	토양경도	20㎜ 이하	20~30㎜	30㎜ 이상	山中식경도계 현장측정	ABC
	돌, 자갈 등	없음	다소 함유	많음(자갈)	현장관찰	ABC
화학성	양이온치환용량 (CEC)	10me/100g 이상	10me/100g 미만			
	토양산도(pH)	5.5 ~ 7	4 ~ 5.5 7 ~ 8	4 미만 8 이상	간이측정기 현장측정	ABCE
					실험실 측정	C
	전기전도도 (EC 1 : 5)	0.1~2.0m mho/㎝	2.0m mho/㎝ 이상 0.1 m mho/㎝ 미만		전기전도계 현장측정	B
					실험실 측정	A
	염분	0~0.05%	0.05초과		실험실 측정	AB
	전질소	0.1% 이상	0.1% 미만		실험실 측정	DE
	유효인산	50ppm 이상	50ppm 미만		실험실 측정	DE
	토양유기물	3% 이상	3% 미만		실험실 측정	DE
	치환성카리	10mg/100g 이상	10mg/100g 미만		실험실 측정	DE
	치환성석회	2.5me/100g	2.5me/100g 미만		실험실 측정	D

(주) A : 경기장잔디, 잔디광장 등 우수한 토양이 요구되는 곳
또는 불량지반, 인공지반 등 정밀한 검사가 필요한 토양
B : 공원, 녹지, 가로수 등의 단위 식재공간 및 광역의 일반 식재지역을 포함하는 곳
C : 놀이터, 정원 등을 포함한 소규모 식재공간
D : 필요시 검사항목으로 추가할 수 있다.
E : 식재용토로 표토를 반입하여 사용할 경우의 검사항목

[2] 단 모든 요건을 완벽하게 충족시키기에는 조사, 개량, 교체의 경제적인 부담이 수반되므로 식재지역의 중요도에 따라 조사항목을 다소 축소하거나 적용기준을 완화할 수 있으나 기본적으로 「적용지역」을 기준으로 삼는다.

[3] 측정지점 및 표본선정기준

(1) 대상지역의 면적이 10,000㎡를 초과하는 경우에는 30~50m 당 1개소씩을 표본지구로 선정하여 검사한다.

(2) 대상지역의 면적이 10,000㎡ 미만인 경우(근린생활권 근린공원기준)에는 해당지역 내에서 지역을 대표할 수 있는 지점 최소 10개소 이상을 표본지구로 선정하여 검사한다.

(3) 가로수, 가로녹지대 등 선형 식재공간은 매 식혈, 또는 200m 간격으로 1점씩 샘플링하여 검사한다.

IV. 불량지반의 처리

4.1 구릉조성지

토양분석 결과와 식재수목, 시공비용 등 제반여건을 고려하여 토양처리의 수준과 방법을 결정한다.

4.1.1 성토

[1] 원지반의 배수능력에 문제가 없는 경우에 적용한다.

[2] 식재지 전면에 두께 1m 이상의 양질 토양을 성토하는 것을 원칙으로 한다.

4.1.2 배수불량지반의 처리

[1] 전면 또는 국부적인 배수불량지반의 처리에 적용한다.

[2] 불량토를 굴취하고 그 자리에 양질의 토양을 원래의 지반까지 객토하며, 굴취한 아래부분에 물이 고이지 않도록 배수시설을 설치한다.

[3] 또는 불량토를 폭 1~2m, 깊이 1m의 構로 굴취하고 그곳에 사질토양을 주입하여 그 위에 식재하는 방법으로, 構의 아래에는 배수용 암거를 설치한다.

[4] 성토법이나 객토법이 불가능한 경우에는 식재구덩이 주변의 토양을 양질의 토양으로 교체하며, 식재구덩이의 저부에 배수용 암거 또는 명거를 설치한다.

[5] 점토층이 1m 이내로 얕은 경우에는 식재구덩이를 하부 투수층까지 파고, 그 곳에 객토하여 식재하도록 한다.

4.1.3 물리성의 개량

[1] 배수등 물리성이 불량한 토양은 경운하여 토양의 물리성을 개선한다.

[2] 토양개량제의 혼입 및 관리기계에 의한 경작 등을 통하여 물리성을 개선한다.

4.1.4 화학성의 개량

[1] 기준 이상의 강산성을 나타내는 토양은 탄산석회나 고토석회를 혼입하여 약산성화시킨다.

[2] 토양양분이 부족한 경우 시비를 통하여 양분을 보충하며 또한 토양개량제의 혼입을 통해 보비력을 증진시킨다.

4.2 임해매립지

4.2.1 기본조치

[1] 임해매립지의 토양은 물리·화학적인 면에서 유기적으로 병행하여 토양을 처리 한다.

[2] 상세한 사항은 「조경설계기준, 국토해양부」를 참고한다.

4.2.2 처리방법

[1] 교목식재지는 양질토양을 최소 1.5m정도의 두께로 성토한다.

[2] 펄라이트 등의 무기질계 토양개량재나 유기질계 토양개량재로 토성을 개량한다.

[3] 泥 퇴적지

(1) 산화나 제염을 촉진하기 위하여 퇴적구역내에 배수구를 설치하고, 강우나 관수시에 염분을 함유한 물을 빨리 방출시킬 수 있도록 설계한다.

(2) 이토를 경운하는 것도 산화나 염기의 제거에 효과가 있으며, 이 경우 펄라이트나 폴리우레탄을 용적비 30% 정도 혼입하면 효과가 있다.

[4] 사토 퇴적지

보수력과 보비력을 높이기 위해 산흙이나 적토 등의 점질토양을 객토하여 혼합한다.

[5] 제염

(1) 지표에 멀칭(mulching)을 실시하여 표면증발을 억제하고 강우시에는 지하로 스며들도록 하여 제염이 가능하도록 한다.

(2) 관개용수를 이용하여 소다 점토의 분산을 억제시켜 제염을 촉진하기 위해서는 관개수의 염농도를 어느 정도 높게 유지시킬 필요가 있다.

(3) 산도(pH 7.0 이하)를 유지하기 위해서는 제염이 충분히 되도록 고려해야 하며, 특수성분의 부족 및 과다에 유의하도록 한다.

[6] 배수 및 지하수위조정

토양개량을 위해 명거나 암거를 설치하여 배수를 촉진시키고자 할 때는 지하수위를 충분히 깊은 층 밑으로 유지되도록 고려하며 필요한 배수시설은 지표면 뿌리분으로부터 지하 1.3~1.5m 범위내에서 설치하도록 한다.

[7] 염용 수량의 산정

(1) Ca이온에 의한 치환을 촉진하기 위해서는 혼입한 석고의 Ca이온과 토양의 흡착이온과의 교환 반응을 일으키게 하기 위한 물이 필요하다. 필요한 물의 양은 투입된 석고를 모두 녹이는데 필요한 수량으로 계산한다.

(2) 이온교환의 결과 유리된 Na이온과 석고의 SO_4이온을 식재용 토양층으로부터 배제시키기 위해 필요한 물의 양은 식재용 토양 공극의 3배로 한다.

(3) 위 [1], [2]의 물은 공용할 수 있으므로 이중 많은 양으로 제염용 수량으로 채택한다.

(4) 제염을 위해 다량의 물을 한꺼번에 사용하면 지하수위의 상승으로 인한 습해의 우려가 있고, 특히 다량의 석고가 시용된 경우에는 그 피해가 더욱 커질 수 있다. 따라서 제염을 위한 관수는 투수계수의 측정결과에 따라 관수량을 결정하여야 한다.

(5) 준설토에서는 제염을 했다하더라도 하층으로부터 고농도의 염류가 포함된 물이 상승할 우려가 있다. 이를 예방하기 위해서는 하루에 3㎜ 이상의 물을 하층으로 흘려보낼 필요가 있는데 지표면에서의 관수량을 결정하기 위해서는 토양의 불포화 투수계수와

수분포텐셜을 측정한 후 이를 바탕으로 지표면 관수량에 따른 토양의 깊이별 토양수분의 이동량을 계산하여야 한다.

(6) 이상에서 구해진 물의 양은 식물이 흡수하거나, 증발산에 의하여 소실되는 물 이외의 것이므로 자연강우에 의해 공급되는 양을 뺀 나머지의 물은 인공적으로 관수해 주어야 한다.

4.2.3 식재 설계 및 공사

[1] 임해지역의 식재수종은 가능한 한 인근 임해지역의 자생수종으로서 구입이 가능하고 용기내에서 2년 이상 육성한 것을 원칙으로한다.

[2] 위 [1]에 해당되지 않는 수종은 바람에 의한 건조피해와 염해에 강하고 이식이 용이한 것이어야 한다.

[3] 용기재배한 수목의 구득이 어려운 경우에는 뿌리돌림 후 만 1년 이상 4년미만의 수목을 차선으로 선택한다.

[4] 임해지역에서는 되도록이면 식재밀도를 높게하여 바람의 피해를 줄인다.

[5] 해수면으로부터의 물보라를 차단하는 시설이 없는 경우는 해안선으로부터 30m 이상의 거리를 두고 수목을 식재한다.

[6] 해안선에서 가장 가까운 곳의 수목배치는 바람의 저항을 최소화 하도록 수관선이 자연식생의 수관선과 비슷한 형태를 이루도록 한다.

[7] 혹서기와 혹한기의 식재를 금한다.

[8] 지주목은 수관의 중심부를 지지할 수 있도록 하여 풍압에 최대한 저항할 수 있도록 한다.

[9] 식재된 수목의 뿌리분 위에는 바람에 날아갈 우려가 없는 재료로 멀칭하여 수분의 유실을 줄인다.

[10] 상기 이외의 사항은 「제 6장 수목식재설계」 및 「제 7장 잔디피복설계」를 참고한다.

4.3 저습매립지

[1] 저습매립지는 주로 다음과 같은 경우에 문제가 발생한다.

(1) 반입토양이 불량한 경우

(2) 공사시 덤프트럭이나 불도우져에 의해 전압되어 고결층이나 불투수층이 생기는 경우

(3) 舊지반의 고결층이나 불투수층을 그대로 방치하고 성토하는 경우

[2] 성토용 반입토양

(1) 반입토양의 토성을 사전에 검사하여 최소한의 기준을 충족시키도록 한다.

(2) 토양 반입시에 덤프트럭이 출입을 최소화하기 위해 우회루트를 설계하도록 한다.

[3] 매립성토는 일반적으로 1.5m 이상으로 한다.

[4] 배수가 불량한 지역은 최소 1.5m 이상으로 환토를 실시하고 「제 12장」의 '임해매립지반 지하수위 조정'에 의거 배수시설을 설치한다.

[5] 舊지반면의 고결이나 불투수성에 대한 대책은 지형에 따라 불가능한 경우도 있는데, 원칙적으로는 성토전에 고결층을 제거하고 암거배수시설을 설치한다.

4.4 도시쓰레기 매립지

[1] 가스발생지점이나 발생량은 시간이 경과하면서 변화하며, 분출량은 폐기물 매립후 3년 정도에서 감소하고, 분출위치도 확정된다.

[2] 따라서 식재에 시간적 여유가 있을시는, 그 후에 식재용 토양을 성토하는 것이 바람직하다.

[3] 환원가스의 분출위치에는 콘크리트블록으로 세운 연소탑을 설치하여 가스를 연소시킬 수 있도록 한다.

[4] 식재용 토양을 성토할 경우에는 성토전에 비닐시트 등을 깔아 성토한 식재토양층에 가스가 누출되는 것을 완전히 차폐시키도록 한다.

[5] 비닐시트 대신 입경이 큰 쇄석이나 공극을 확보할 수 있는 재료를 두께 20~30㎝로 균일하게 깔고, 여기에서 성토표면에 달하는 가스배기관을 100~1,000㎡에 하나씩 설치하는 방법을 이용하면 넓은 면적에서 이용해도 부등침하에 대응할 수 있고 물이 고일 염려도 적게 된다.

[6] 악취가 심하게 발생할 경우에는 최종 복토를 3m 이상으로 하여 악취성분의 유출을 최소화한다.

[7] 가스포집관으로부터 300m 이내에는 폐쇄된 구조물은 설치하지 않는 것을 원칙으로 한다.

[8] 우수의 지속적인 침투로 인해 심토층의 체수가 우려되는 경우에는 배수처리를 한다.

4.5 고속 녹화지

[1] 특수한 고속도로의 특수토양의 경우 산성토양에는 석회를 사용하며 객토, 토양개량 등을 실시한다. 또한 강알칼리 토양에서는 유기질개량재를 혼합하도록 하며 식재장소의 상황에 따라 적합한 공법을 이용한다.

[2] 평지에 특수토양이 있을 경우는 높이 1.5m 정도의 전면성토를 실시하고, 불량지반과 성토저면 사이에 물고임이 예상되는 경우에는 배수시설을 설계한다.

[3] 강산성화가 진행되는 토양은 석회로 중화시키거나 산화제를 사용하여 산화시킨다.

V. 식재지반조성

5.1 식재장해물의 제거

[1] 식재지반 조성시 식물의 생육에 장해가 되거나 조경식물과 경합 또는 이용상의 장해가 되는 것은 미리 제거하도록 한다.

[2] 성장을 저해하는 잡초는 미리 제거하고, 특히 지반조성후 제거가 곤란한 아카시아, 억새류 등은 식재지반 조성시 뿌리(지하경)까지 완전히 제거하도록 한다.

[3] 제초제를 사용하여 잡초를 제거할 때는, 식재지의 위치, 주변환경, 사용약제 등을 충분히 검토하여 사용하도록 한다.

5.2 성토 및 복토

5.2.1 기본사항

[1] 식재지반으로서의 토양유지방법으로는 표토보존, 객토 혹은 토양개량 중 가장 경제적이고 효율적인 방법을 선정하고 그 내용 및 토양개량제의 종류, 특성 등을 파악하여야 한다.

[2] 성토 또는 복토대상지역에는 기존의 표토가 거의 없으므로 식재지반으로 최소 20㎝ 이상의 복토가 필요하며, 수목밀식지는 마운딩 등의 수법으로 0.8m 이상 복토하여야 한다.

[3] 작업순서는 토사운반 -> 성토(흙갈기) -> 흙다지기의 순으로 한다.

5.2.2 성토 및 복토의 재료

[1] 식재지반조성을 위한 성토 및 복토의 재료는 식재적합토양이어야 하며, 그 기준은 <표 2.5.2>를 따른다.

[2] 별도의 토양조사 또는 개량을 하지않고 수거한 표토를 사용하는 경우에는 최소한 다음의 사항을 점검하여야 한다.

(1) 유기물 기타 유해한 잡물을 포함하지 않으며, 마찰력이 있는 토사류를 사용한다.

(2) 성토재로는 사양토, 사질양토, 사질埴土, 식양토 등이 적합하다.

(3) 성토시 적합한 토양으로는 토양학의 분류에 따를 때 O층과 A층을 포함한 표층토양이 좋으며, 그 두께는 매우 변화가 심하나 보통 50~100㎝ 정도이다.

(4) 표토는 모래, 자갈, 고령토, 부식토, 토양생물 등 무기물을 포함하는 토양층의 가장 윗층으로 표토는 흙표면으로부터 채취된 것을 기준으로 한다.

5.2.3 성토·복토의 실행

[1] 성토두께는 매립토양의 조건을 충분히 파악한 후 결정하는 것이 바람직하다.

[2] 성토시 흙자체외 압축비 또는 지하의 자연작용에 의한 감축현상이 있으므로 사전에 이를 충분히 고려하여 설계시 주의를 요한다.

[3] 성토시 기존수목이 있을 때의 수목보호는 현 지표에서 식재된 부분 전면에 호흡, 수분공급 등의 생리기능에 장애가 가지 않도록 주의를 기울인다.

[4] 성토시 기존수목 보호방법으로 수간폭의 약 1/2 범위내에서 배수·흡수가 가능하도록 돌을 쌓아 관리한다.

[5] 성토시 토양의 수축율은 아래의 기준을 적용한다.

(1) 보통토 5%

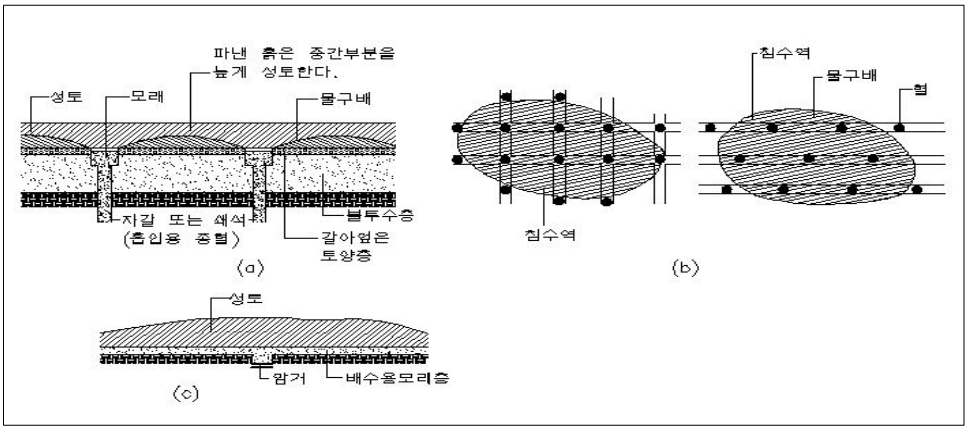
(2) 점 토 10%

(3) 모래흙 10~40%

(4) 자갈섞인 보통흙 10~15%

[6] 복토는 균일하게 시행하며 식물의 생육에 부적당하게 굳어져있는 지반은 20㎝ 정도의 깊이로 부드럽게 갈아 복토되는 흙과의 결속력을 증대시켜 불투수층에 의한 뿌리생장저해를 방지한다

[7] 식재구덩이의 되메움 흙은 토양조사에 근거하여 승인된 표토를 사용함을 원칙으로 한다.



<그림 2.5.3> 성토방법의 예

[8] 절·성토를 행하는 지역내 표토를 부지정지 전에 모아 두었다가 개략정지가 끝난 후에 필요한 부분에 대해 복토를 실시하며, 복토두께는 20~40㎝ 정도로 한다.

[9] 지하구조물의 경우 수목식재를 위한 흙덮이의 높이는 2m 이상이 바람직하다.

5.2.4 식재지 피복

25% 이하 경사의 모든 파종지 또는 식재지는 다음중에서 적절한 방법으로 피복을 실시하는 것을 고려한다.(자료 : 미공병단 군사시설 표준시방서)

(1) 건초(hay) : 0.5kg/㎡

(2) 밀집(stram) : 0.5kg/㎡

(3) 아스팔트(asphalt) : 건초나 밀집위에 0.187ℓ/㎡

(4) 나무조각(wood chip) : 0.224kg/㎡ + 물2.8ℓ/㎡

5.2.5 흙다짐

[1] 흙다짐을 할 경우에는 표면 흙을 일정 장소에 두고 심토가 노출된 지점에 표토를 적어도 50~60㎝ 이상 채우도록 한다. 건축이나 토목용지와는 달리 매립지가 되는 곳은 기존의 양호한 표토를 수거하여 사용할 수 있도록 고려한다.

[2] 물갈기공사에서 흘러나오는 석회에 오염된 물이나 시멘트가루, 음식물찌꺼기 등이 유입되지 않도록 설계한다.

5.3 객토

5.3.1 적용

[1] 객토란 지반을 파내고 외부에서 반입한 토양으로 교체하는 공법을 말한다.

[2] 표토의 확보가 곤란하고 식재지반의 이화학적 성질이 불량할 때 실시한다.

5.3.2 객토용 흙

객토용 흙은 식재적합토양을 사용하는 것을 원칙으로 하며, 그 기준은 본 장의 <표 4.5.2>를 따른다.

5.3.3 객토방법

[1] 전면객토법, 대상객토법, 단목객토법 등의 방법중 적절한 객토법을 선정한다.

[2] 수목이나 재식식물에 사용하는 객토는 뿌리둘레 또는 뿌리사이에 넣는다.

[3] 플랜터 객토시에는 토양의 침하 및 배수를 원활하게 하기 위하여 바닥에 두께 20㎝ 정도의 자갈층을 채우고 그위에 부직포를 깔아서 객토용 토사를 채우도록 한다. 토양은 일반토사와 토양개량제를 6 : 4의 비율로 혼합하여 사용한다.

[4] 저분 심토일지라도 일반 양질토사 채우기를 하여 수목생장에 지장이 없도록 한다.

5.4 배수(공법)

5.4.1 일반사항

[1] 식재지반 조성과 관련한 배수의 유형으로는 표면배수, 심토층배수, 암거배수 등으로 구분하며, 옥내외의 조경용 식재지반공사지역에 적용한다.

[2] 식물의 생육에 지장을 초래하는 장소에 대해서는 표면배수 또는 심토층 배수 등의 방법을 활용하여 충분한 배수작업을 시행한다.

[3] 식재층에서 배수가 좋지 않을시는 뿌리의 부패와 하중이 증대되기 때문에 잉여수분을 빨리 배수시킬 필요가 있으므로, 식재층의 바닥면은 0.5% 이상의 기울기가 되도록 설계한다.

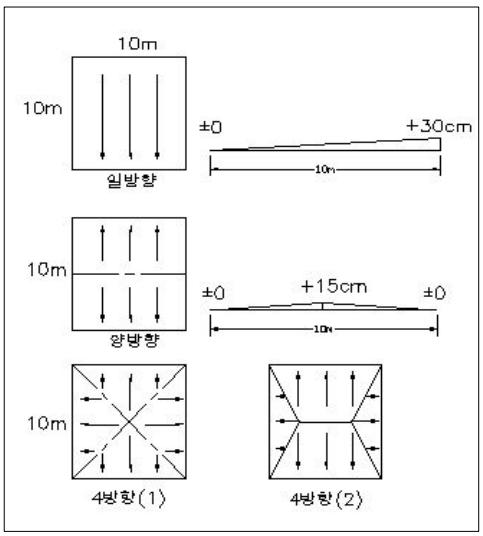
[4] 맹암거의 본선은 200~250m/m, 지선은 150m/m 내외를 사용한다.

5.4.2 표면배수

[1] 녹지의 표면은 배수가 용이하도록 일정한 기울기를 유지하도록 하며, 표면유수가 계획된 집수시설에 흘러들어가도록 한다.

[2] 식재지역 쪽으로 역기울기가 되지않도록 하며, 식재지역에 타지역의 유수가 유입되지 않도록 설계한다.

[3] 부지에 내리는 雨水는 건물주위, 부지주변, 통로옆, 빗물이 고이는 장소, 부지밖으로 흘러내릴 우려가 있는 곳, 언덕아래 등에 중점을 두어 집수를 계획한다.



<그림 2.5.4> 표면배수의 기울기

[4] 표면배수의 기울기는 일반적으로 2% 이상이 되도록 한다.

[5] 장기간 방치하는 식재지의 경우에는 토양침식을 방지하기 위하여 표면을 지피식물 등으로 피복한다.

[6] 표면배수의 유하(流下)방향은 배수로나 지하배수계통을 고려하여 설계한다.

5.4.3 심토층 배수

[1] 지반내의 배수를 목적으로 지하수위가 높은 곳 또는 평탄지역의 지하수위가 높은 곳은 완화배수시설을 설치한다.

[2] 주변지역에서 침수해 오는 물은 차단하도록 한다.

[3] 이 시설은 암거(暗渠)라고도 하며 주로 배수관에 의해 지표수를 지하로 처리하는 시설과, 지하수와 같이 심토층에서 용출되는 물이나 지표수가 지하로 침투해 온 물을 차단하여 배수처리하는 유공관 배수시설, 자갈·모래층의 맹암거 배수시설 등이 있다.

[4] 배수기능이 현저히 떨어지던가 전혀 역할을 못할때에는 재설치가 요구되며, 이때 기존의 위치보다 다른 위치에 설치하는 것이 효과적이다.

[5] 기타 사주법 배수와 사구법 배수가 있으며 상황에 따라 적절히 운용하도록 한다.

(1) 사주법 : 오니층에 sand pile 공법에 의해 길이 6~7m, 직경 40㎝ 정도의 철파이프를 오니층 아래에 자리잡은 원래의 지표층에까지 넣어 흙을 파낸 후, 파이프속에 모래나 모래가 섞인 산흙따위로 채운 다음 철파이프를 빼내는 방법으로 염분제거 및 배수에 효과가 높으나 사주가 크고 숫자가 많아야 효과가 크다.

(2) 사구법 : 오니층이 가라앉은 가장 낮은 중심부에서 주변부를 통해서 배수구를 파놓은 다음, 이 배수구 속에 모래 흙을 혼합하여 넣고, 이곳에 수목을 식재하는 방법.

<표 2.5.3> 토성과 배수관의 매설깊이, 간격(m)

토 성	배수관의 깊이(m)			
	0.8	1.0	1.2	1.4
중 점 토	6 ~ 8	6.5~8.5	7~9	7.5~9.5
보통점토	8 ~ 9	8.5~10	9~11	9.5~11.5
점질양토	9 ~10	10~11.5	11~12.5	11.5~13.5
보통양토	10~11.5	11.5~13	12.5~14.5	13.5~16
사질양토	11.5~14.5	13~17	14.5~19.5	16~22
식양사토	14.5~18	17~22	19.5~26	22~30
사 토	> 18	> 22	> 26	> 30

5.5 토양(토성)개량

5.5.1 기본사항

[1] 토양의 개량은 식물의 생육을 양호하게 하고 토양개량재의 사용으로 식재기반의 물리성, 화학성의 개량과 지력의 유지와 증대에 있다. 개량의 여부와 목표기준은 <표 4.5.2>의 기준을 적용한다.

[2] 식재후의 토양개량은 시공상 어려움이 따르므로 토양개량이 필요할 때는 신규식재지역에서 필히 식재전에 시행하도록 한다.

[3] 식재지반의 유기물 함유량이 부족한 경우에는 토양개량을 실시함을 원칙으로 한다.

[4] 배수가 불량하고 지하수위가 높아 정체수(停滯水)가 발생하는 곳은 적절한 개량을 실시하도록 한다.

[5] 산성물질이 유입되는 곳, 산성비료의 계속적 사용, 우수에 의한 용탈작용 등에 의하여 점차 산성화 되어지는 경우에는 토양개량을 실시한다.

5.5.2 토양개량

[1] 토양개량의 기본원칙

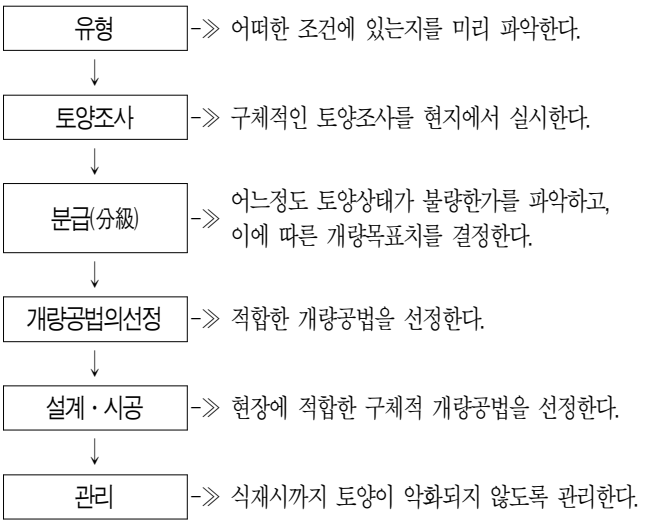
(1) 지하수위를 낮추어 주도록 한다.

(2) 표면증발량을 가급적 억제하도록 조치한다.

(3) 특수성분의 과다 및 부족에 유의한다.

(4) 토양개량에 사용되는 산흙, 모래 등은 수목에 해로운 물질이 함유되어서는 안되며, 배합토를 사용할 때에는 각종 유기물 또는 무기물 성분이 소실되지 않도록 특별히 주의를 한다.

(5) 표토와의 관계를 고려하여 영구적인 개량으로 모래를 정도에 따라 10~30% 정도 혼합하면 매우 효과적이다.



<그림 2.5.5> 토양개량의 순서

[2] 토양개량제

(1) 토양개량에 사용하는 각종 재료는 농림수산부의 비료공정 규격의 기준에 따라 생산된 제품을 사용한다.

(2) 광물성 개량제를 사용할 경우 보수성과 투수성을 좋게하고 성질에 따라 개량제의 종류를 선택하고 토양의 단립화를 위해 peat나 활성제 등 현지상태에 따라 적합한 방법을 선정한다.

(3) 기타의 사항은 「제 6장 수목식재설계」의 해당 항을 참조한다.

5.6 인공지반조성

자연지반과는 달리 토양하중에 따른 구조적 제한요인 및 급·배수처리, 방수처리, 도입식물재료 등에 대한 충분한 사전검토가 요구된다.

5.6.1 적용지역

식물의 생육에 지장을 주는 지상 또는 지하구조물상의 인공적으로 구축된 식재지반 조성에 적용하며, 그 유형은 다음과 같다.

(1) 옥상내부
(2) 건물의 중간층에 만들어진 floor
(3) 지하층속에 설치된 floor
(4) 테라스
(5) 지하층의 옥상부
(6) 옥상정원
(7) 대규모 인공토지로 외부화된 곳
(8) 지하도, 지하철, 지하주차장 등

5.6.2 토양조건

[1] 토양은 경량이며 보수성, 통기성, 배수성, 보비성 등을 지녀야한다.

[2] 자연골재의 사용으로 인공지반에 구조적 결함이 발생할 우려가 있는 경우, 펄라이트 등의 경량재를 혼합하여 사용하거나 경량인공토양을 사용하도록 한다.

[3] 인공토양은 식물생육에 필요한 양분(K, Mg, Ca, Fe 등)이 함유되어 있어야 하며 흙 및 기타 유기불순물을 포함하지 않도록 한다. 특히 분진발생을 억제하기 위해 일정량의 수분을 함유하고 있어야 한다.

[4] 식재용토의 이화학성은 <표 2.5.2>의 기준을 적용한다.

5.6.3 방수

[1] 방수가 불안전한 수직구조물과 토양이 접촉하고 있으면, 토양중의 수분이 장시간에 걸쳐 침투하여 누수의 원인이 된다.

[2] 식물뿌리가 방수층을 파괴할 가능성, 방수층의 성능 및 내용년수에 대해 고려한다.

[3] 각종 관부설 또는 시설물공사 등으로 인하여 방수막이 파괴되지 않도록 하며, 특히 식재시에서는 방수막 파괴를 방지하기 위한 보호층을 반드시 설치하도록 한다.

[4] 콘크리트의 팽창과 수축으로 인한 균열로 방수막이 훼손되지 않도록 조치한다.

[5] 콘크리트 슬라브는 완전 방수처리를 해야하며, 토사로 묻히는 측벽은 토사층 높이까지 벽면을 방수처리 하도록 설계에 반영한다.

5.6.4 배수

[1] 식재층의 바닥면은 최저 1.5~2% 이상의 기울기를 갖도록 한다.

[2] 토양의 유실 방지 및 배수구의 막힘 방지를 위하여 부직포를 이용하여 기설치된 배수층 및 인공지반 전체에 부설하며 겹쳐지는 부분은 30㎝ 정도 겹쳐지도록 설계하고 특히, 플랜터박스의 내측 벽면은 벽면높이의 1/2 이상의 높이까지 치켜올려 토양유실을 방지한다.

[3] 배수시설 설계시 우수중의 우수배수도 고려하여, 우수가 지중에 고이지 않고 지표면의 경사에서 집수구로 모여 집수정을 통해 주변 배수구로 유입되도록 설계한다.

[4] 토층이 1m인 경우, 흙중의 포화수대(지하수면에 해당) 위치는 -40㎝ 정도로 하고, 배수관(배수관 + 자갈)을 15m 간격으로 설치한다. 60㎝ 정도의 표층에서는 포화수대를 30㎝ 깊이로 하고 배수관을 3m 간격으로 설치한다.

[5] 점성토로 배수가 잘되지 않는 지반일 경우는 배수관을 격자형으로 배치한다.

[6] 토양두께가 40㎝ 이하의 경우에는 밑면(슬라브상의 마감면)의 물매가 3% 이상이 되는 곳에서는 배수층을 만들지 않고, 토양하층에 무기질 토양개량재를 섞어 투수성을 향상시킨다.

5.6.5 토양심도

[1] 인공지반에 식재된 식물의 건전한 지속적 생육을 위해서는 충분한 토량이 필요하며 수고가 3~6m인 경우 4㎥ 정도의 토량이 요구된다.

[2] 일반토양 및 혼합토양의 토심은 초지의 경우 30㎝ 이상이고 그 이하에서는 관수가 필요하다. 소관목은 45㎝ 이상, 대관목 및 중목은 60㎝ 이상, 천근성 교목은 90㎝ 이상, 심근성 교목은 150㎝ 이상이 되도록 한다.

[3] 경량인공토양의 경우 관목류 30㎝ 이상, 중교목 40~60㎝, 대교목은 60㎝ 이상의 토심을 확보하도록 한다.

5.6.6 관수

[1] 수분은 가능하면 충분히 공급하도록 하며, 관수방법은 다음중 적합한 방법으로 한다.

(1) 지상식 : 급수관을 매설해 적소에 살수판을 두고 스프링쿨러를 연결하여 강우와 비슷한 상태로 살수하는 방식.

(2) 이동식 : 건조된 장소에 집중하여 관수할 수 있도록 하는 방식.

(3) 지표식 : 급수관을 지표에 부설해서 수목근처에 살수전을 설치하거나 가는 비닐튜브로 유도해서 효율적으로 관수하는 방법.

(4) 지중에 매설한 급수관에서 흘러나온 물이 직접 주변의 흙을 적시는 방식.

[2] 자동관수 : 수분 감지 센서를 건조하기 쉬운 장소의 주요 식수부분 지중 30㎝ 정도의 깊이에 매설하여 전기신호로 바꾸고 이것으로 밸브의 관계를 작동시켜 일정시간 물을 줄 수 있도록 하는 방식

[3] 관수의 양은 1회에 30m/m, 살수강도 10m/m/hr를 기준으로 한다.

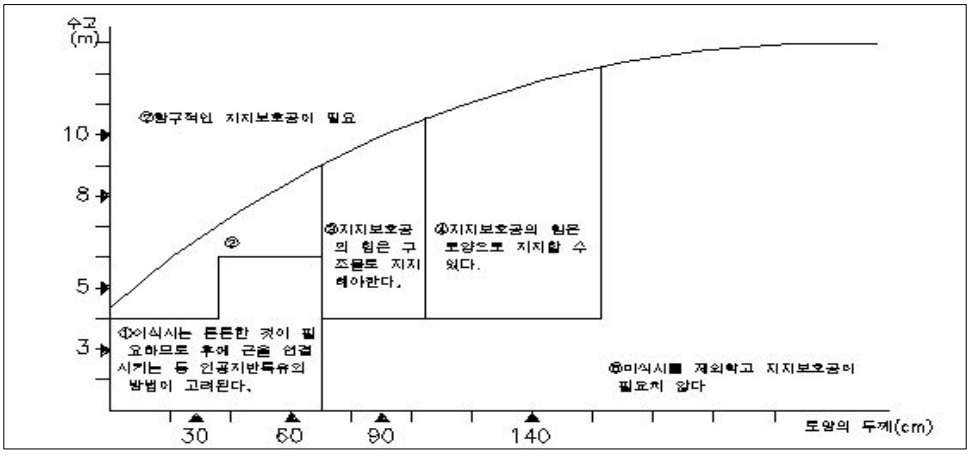
[4] 기타의 관수에 관한 일반사항은 「제 4장 급·관수설계」를 기준으로 적용한다.

5.6.7 기타

[1] 토심 60㎝ 내외인 곳에 수고가 높은 교목을 식재하는 경우에는 지주나 밧줄 등으로 수목을 지지해야 한다.

[2] 토심 90㎝ 내외의 토양에 교목을 식재하는 경우는 토양의 지지력만으로 불충분하므로 벽이나 바닥 등의 구조물을 이용하여 수목을 지지할 필요가 있으며, 토심이 90㎝ 이상인 경우에는 지상부 식재와 동일하게 적용한다.

[3] 바람에 의한 영향을 감소시키기 위해서는 교목의 독립식재를 피하고 군식을 많이 이용하며, 강풍이 있는 면에는 상록 중저목으로 방풍식재를 한다.



<그림 2.5.6>토양의 두께와 바람의 대책

제 6장 수목식재설계

I. 개요

1.1 적용범위

[1] 이 설계지침은 조경공간의 수목식재설계에 적용한다.

[2] 식재유형, 기능, 공정, 재료 등에 관련된 설계를 포함한다.

[3] 수목의 식재환경에 대한 설계지침은 본장에서 다루나 비탈면, 해안매립지, 쓰레기매립지, 암반불투수지역, 토목 및 건축구조물에 의한 인공지반 등 대규모 식재불량지역의 설계는 「제 5장 식재지반설계」와 「제 9장 비탈면 녹화설계」에서 다룬다.

1.2 전제조건

[1] 수목의 생리적, 기능적 및 심미적 측면을 고려한 설계가 되도록 한다.

[2] 『조경설계기준,국토해양부』의 제20장 수목식재편을 전제로 한다.

[3] 친환경설계를 위한 수목의 생태적, 경관적 특성에 대한 이해가 포함된다.

[4] 수목식재설계는 대상지역의 토양조사결과를 기초로 한다.

[5] 토양조사에 대한 사항은 「제5장 식재지반설계」의 토양판정 및 토양검사기준을 적용한다.

[6] 대규모 식재지의 토양조사는 전문기관에 의뢰하나 소규모 식재지의 토양조사는 가시적 판단에 의한다.

[7] 표토가 훼손이나 유실되지 않토록 하여야 하나 그렇지 못할 경우 표토의 수집 및 보관을 위한 대책을 세워야 한다.

[8] 표토의 상태, 지하 매설물·구조물의 위치 및 깊이, 기존식생의 상태, 농약의 오염상황 등의 조사를 통한 수목식재지반의 여건도 함께 파악한다.

[9] 남부 수종의 북방 식재한계선을 파악하여 사업 대상지의 식재 적합성 여부를 판정한다.

[10] 식재지역의 식물기후학적 수목특성조사 데이타를 적극 활용한다.

[11]부적기에 식재하는 경우에는 수목의 활착에 불리한 환경을 이겨낼 수 있는 대책을 수립하여야 한다.

[12] 조경수목은 조달청에서 고시된 조경수목에 한해 사용하는 것을 원칙으로 하고, 부득이 미 고시된 고가의 조경수목 식재시에는 자체 선정심사위원회를 구성하여 수종 선정 및 가격결정을 하여야 한다.

II. 일반사항

2.1 식물의 천연분포

[1] 하나의 생명체로서 식물재료는 오랜 세월동안 자연환경에 적응해 오면서 각 종마다의 생

태적 특성에 알맞는 환경조건을 찾아 분포하는데 이를 식물의 천연분포라고 한다.

[2] 천연분포는 기온과 강수량에 의해 지배 받지만, 우리나라에서의 강수량은 일정수준 이상으로 별 문제가 되지 않으므로 주로 온도조건에 의해 그 분포가 결정된다.

[3] 식물의 천연분포

(1) 1지역(남부동해안형) : 곰솔(해송) + 전국공통 1, 2

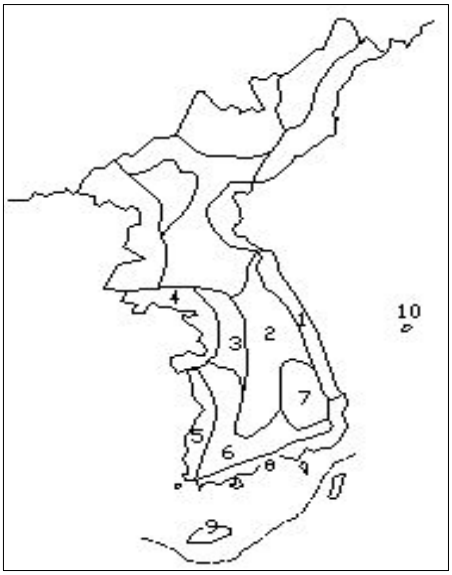
(2) 2지역(중남부 내륙산악형) : 계수나무, 은행나무, 구상나무, 독일가문비나무, 금송+전국공통 1, 2

(3) 3지역(중부 평지다우형) : 2지역과 동일

(4) 4지역(중부 서해안형) : 전국공통 1, 2

(5) 5지역(남부 서해안형) : 이나무, 곰솔, 호랑가시나무, 피라칸사스, 광나무+전국공통 1,2

(6) 6지역(남부 평지다우형) : 계수나무, 이나무, 은행나무, 구상나무, 곰솔, 독일가문비, 호랑가시나 무, 피라칸사스, 광나무 + 전국공통 1, 2



<그림 2.6.1>우리나라 수목의 천연분포도

(7) 7지역(대구분지형) : 계수나무, 은행나무, 구상나무, 금송, 독일가문비나무+전국공통 1, 2

(8) 8지역(남해안형) : 이나무, 곰솔, 후박나무, 사스레피나무, 식나무, 호랑가시나무, 피라칸사스, 광나무 + 전국공통 1, 2

(9) 9지역(제주도) : 구상나무(한라산), 후박나무, 사스레피나무, 식나무+전국공통 1, 2

(10)10지역(울릉도) : 후박나무+전국공통 1, 2

(11)전국공통 1지역에 분포하는 식물 : 피나무, 모감주나무, 주목, 미선나무, 해당화, 인동덩굴, 맥문동, 도라지, 천일홍, 샤스타데이지, 느릅나무, 물푸레나무, 가중나무, 쉬나무, 참빗살나무, 참중나무, 보리수나무, 박태기나무, 붉은병꽃나무, 병아리꽃나무, 무궁화, 말발도리, 부용, 사철나무, 금테사철, 은테사철, 이대, 으름덩굴, 등나무, 담쟁이덩굴, 으아리, 잔디, 일일초

(12)전국공통 2지역에 분포하는 식물 : 회화나무, 소나무, 조릿대, 칠엽수, 붉나무, 솔송나무, 서양측백, 연필향나무, 화백, 잣나무(울릉도, 제주도 제외), 황매화, 명자나무, 개동청목, 꽃잔디

2.2 식물의 식재분포

[1] 식물은 각자의 생활환경에 맞는 천연분포를 가지나 보호관리가 수반되는 인위적인 식재의 경우에는 그 분포상태가 달라질 수 있다.

[2] 이같이 인위적인 식재로 이루어지는 분포상태를 식재분포라고 하는데, 통상 천연분포에 비해 그 범위가 넓어진다.

[3] 구분의 기준

(1) 중부/남부구분

가. 중부 : 1월 평균기온이 -6도~-2도 사이의 지방(경기, 강원, 충남북 일부, 경북북

부, 울릉도)

나. 남부 : 1월 평균기온이 -2도 이상인 지방(제주, 전남, 전북, 경남, 경북남부, 충남북 일부)

(2) 해안/내륙구분

가. 해안 : 태풍시 조해의 피해범위인 해안선으로부터 10㎞ 이내 지역

나. 내륙 : 해안선으로 부터 10㎞ 이상 이격된 내륙

[4] 식재분포도

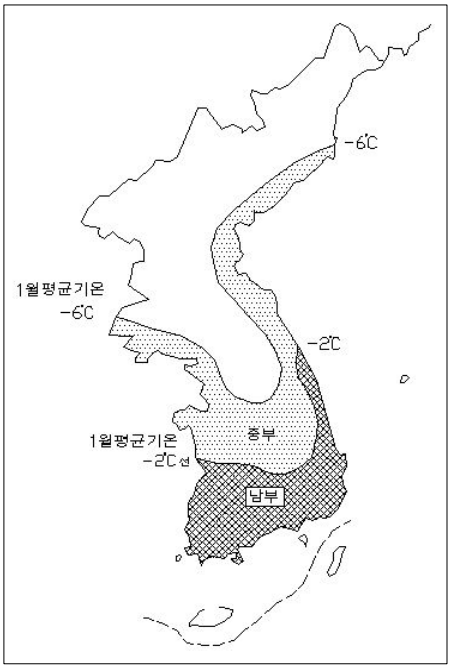
(1) 계수나무, 구상나무, 은행나무, 금송+전국공통 1, 2

(2) 중부해안 : 전국공통 1, 2

(3) 남부내륙 : 계수나무, 구상나무, 은행나무, 금송, 곰솔(해송), 후박나무, 사스레피나무, 식나무, 피라칸사스, 광나무, 호랑가시나무 + 전국공통 1, 2

(4) 남부해안 : 곰솔(해송), 후박나무, 피라칸사스, 호랑가시나무, 사스레피나무, 식나무, 광나무 + 전국공통 1, 2

(5) 전국공통 1지역에 분포하는 나무 : 피나무, 모감주나무, 주목, 미선나무, 해당화, 인동덩굴, 맥문동, 도라지, 천일홍, 샤스타데이지, 느릅나무, 물푸레나무, 가중나무, 쉬나무, 이나무, 참빗살나무, 참중나무, 독일가문비, 보리수나무, 박태기나무, 붉은병꽃나무, 병아리꽃나무, 무궁화, 말발도리, 부용, 사철나무, 금테사철, 은테사철, 이대, 으름덩굴, 등나무, 담쟁이덩굴, 클레마티스(으아리), 잔디, 일일초



<그림 2.6.2>우리나라의 수목식재분포도

(6) 전국공통 2지역에 분포하는 식물 : 회화나무, 소나무, 조릿대, 칠엽수, 붉나무, 솔송나무, 서양측백, 연필향나무, 화백, 잣나무(울릉도, 제주도 제외), 황매화, 명자나무, 개동청목, 플록스(꽃잔디)

2.3 관련법규

<표 2.6.1> 식재기준 관련법규

관련법규	식재기준(밀도)
건축법시행령 제27조	■200㎡ 이상의 대지(읍,면의 자연녹지지역 제외)에 조경면적, 식재 등의 기준은 건축조례에 따라야 한다.
조경기준 (국토해양부 고시)	■건축법 제42조 2항에 따른 대지안의 조경에 대한 기준 고시
건축조례 (해당 시, 군, 구에 따라 다소 다름)	■대지안의 조경 : 연면적에 따른 녹지비율 제시 ■식재 등 조경기준(예시) ▸교목 : ㎡당 0.2주 이상, 관목 : ㎡당 0.8주 이상 ▸상록수 또는 낙엽수의 비율은 30% 이상으로 한다. ▸교목의 경우 식재를 기준으로 60% 이상을 수고 2m 이상으로 한다.

2.4 식재밀도

『조경설계기준, 국토해양부』의 제20장 수목식재를 참고하도록 한다.

2.5 피도 및 울폐도

[1] 계층별 피도

(1) 식재지를 구성하는 수목군을 교목층, 중목층, 관목층으로 구분하고, 식재지 면적에 대한 각계층별 수관의 지표면 투영면적의 비율을 각각 교목층피도, 중목층피도 및 관목층피도라 한다.

(2) 따라서 계층별 피도는 다음의 식으로 구할 수 있다.

$$\text{계층별 피도}(\%) = \frac{\text{당해 계층의 지표면에 대한 수직투영 수관면적}}{\text{단위식재지 면적}}$$

[2] 울폐도

(1) 계층별 피도의 합계로 나타낸다.

(2) 즉 교목층 피도가 40%, 중목층 피도가 25%, 관목층 피도가 50%라면 울폐도는 115%

[3] 계층별 피도와 울폐도는 단위면적당의 주수 이외에도 식재밀도를 정할 수 있는 지표가 될 수 있으므로 설계자는 식재공간 및 기능에 따라 달리 기준을 정해 이용할 수 있다.

III. 식재공정별 설계지침

3.1 굴취(뿌리분)

[1] 뿌리분의 직경은 이식의 난이도에 따라 이식이 용이한 수종은 근원직경의 4배, 중간인 수종은 5배, 이식이 어려운 수종은 6배를 기준으로 하나, 이식시기의 완급, 식재지의 상황 등에 따라 조정할 수 있다.

[2] 다음과 같은 식에 따라 뿌리분의 크기(㎝)를 정할 수 있다.

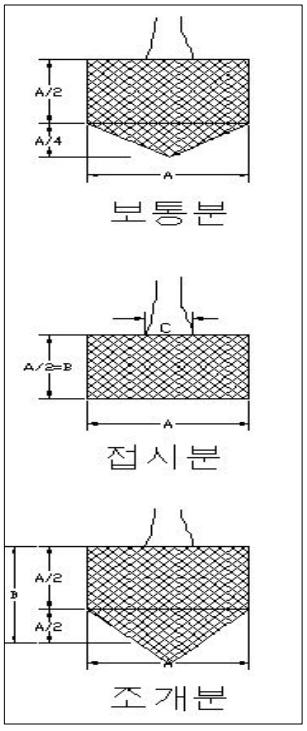
$$\text{뿌리분 직경}(㎝) = 24 + (N - 3) \times d$$

식에서, N : 근원직경(㎝)
d : 상수 4

[3] 뿌리돌림작업을 하여 굴취하는 수목의 경우에는 뿌리돌림 시보다 뿌리분의 크기를 크게 잡아야 한다.

[4] 뿌리분의 형상을 근계의 분포정도에 따라 심근성인 수종은 조개분, 중간인 수종은 보통분, 천근성인 수종은 접시분으로 구분하여 설계에 적용한다.

[5] 뿌리분 감기는 분의 높이가 36㎝ 이하일 때는 1줄로 감고, 36~72㎝인 경우에는 2줄로, 72㎝ 이상일 때는 3줄 이상으로 감되 6㎝의 간격이 되도록 한다.



<그림 2.6.3> 뿌리분의 형태

3.2 식재

3.2.1 식재구덩이

[1] 식재구덩이의 폭은 뿌리분의 크기에 따라 정하나, 식재도구를 자유롭게 조작할 정도의 여유를 두어야 한다. 일반적으로 식재구덩이의 굴취 여유폭은 식재구덩이 깊이의 20%에 24㎝를 더한 폭을 기준으로 한다.

[2] 식재구덩이의 깊이는 뿌리분 직경의 1.2~1.3배를 기준으로 한다. 식재구덩이를 너무 깊이 파서 뿌리분이 깊게 묻히지 않도록 주의하여야 하며 식재구덩이의 바닥은 잘 경운하고 객토 또는 시비하는 것이 바람직하다.

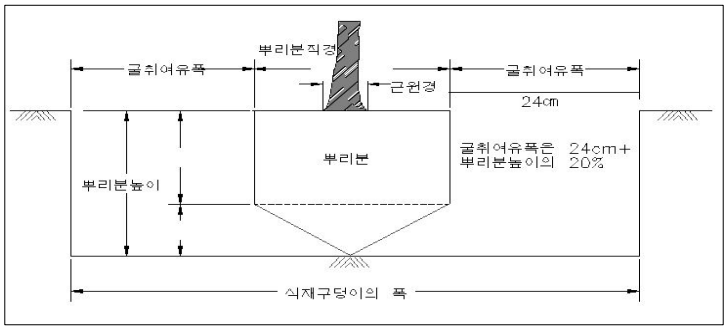
[3] 다량의 자갈이나 돌이 출토되는 지역의 식재구덩이는 보통 식재구덩이보다 약 2배 정도의 크기로 하고 비옥토로 객토한 후 식재한다.

[4] 점토층이 두터운 곳은 성토를 하여 식재를 하며 표면에 구배를 두어 체수현상이 발생하지 않도록 한다.

[5] 비탈면 가까이에 위치 투터운 점토층의 식재구덩이는 보통 식재구덩이보다 약 2배 정도의 크기로 파서 바닥에는 자갈을 깔고 비탈면까지 배수구를 낸다. 토양은 비옥토로 치환한다.

[6] 사층 토양의 식재구덩이는 일반 식재구덩이보다 2배의 크기로 파고 비옥토와 굴취한 사토를 혼합하여 채운다. 일반토양에 식재할 경우보다 약간 깊게 심는다.

[7] 식재구덩이나 식재구덩이 하부에 불투수층이나 용출수가 있는 경우는 상황에 따라 불투수층 뚫기, 배수구설치, 성토 등의 방법을 이용 뿌리분이 물에 채이지 않도록 한다.



<그림 2.6.4> 식재구덩이의 크기

3.2.2 물받이(물집)

[1] 근원직경의 5~6배로 주간을 따라 원형으로 높이 10~20㎝의 턱을 만들어 물받이를 설치한다.

[2] 가로수의 경우에는 주간주위로 경계석보다 낮게 구를 파서 물받이로 활용한다.

[3] 경사지에는 경사 윗방향을 깊이 절개하고 경사 아랫방향에 턱을 만들되, 턱의 지지력이 약할 경우 지지판을 댄다. 물받이를 만들기 곤란한 경사지에는 지중으로 관수할 수 있도록 투수관, 유공관 등을 수간외주부에 수직방향으로 박아 물받이로 활용한다.

3.3 식재후 작업

3.3.1 지주세우기

[1] 지주재의 유형, 규격 및 적용 <표 2.6.2>

[2] 식재지의 상황, 수형 등을 고려하여 지주의 유형을 선정하며 강도, 내구성, 미관, 관리 등의 조건이 양호한 것이어야 한다.

<표 2.6.2> 수목지주재의 유형, 규격 및 적용

유형	규격	적용
단각지주	ø 45×L1000 이상	■주간이 약하여 서지 못하는, 묘목 또는 수고 1.2m 미만의 수목
2각지주	ø 45×L1000 이상	■소형 가로수(수고 1.2~2.5m) ■특별히 지주가 필요한 소형 수목
3각(4각)지주	ø 45(또는 30 × 80 각목) × L1050(1800, 2100)	■도로변, 광장의 가로수 등 포장지역에 식재되는 수목중 수목 보호 덮개를 설치하지 않은 곳 ■수고 1.2~4.5m(크기에 따라 선택 사용)
삼발이	A형(버팀형) : ø 45 × L1800 B형 : ø 50 × L1800 C형 : ø100 × L2700	■근원직경 20㎝ 미만 또는 수고 2.5m 미만 ■근원직경 20~40㎝ 또는 수고 2.5~5m ■근원직경 40㎝ 이상 또는 수고 5m 이상
연계형	■결속가로대 : 2년생 이상의 대나무로서 곧고 병충해의 피해가 없고 변색되지 않은 것	■소나무 등과 같은 군식지 ■수고 1.2~4.5m
매몰형	■박피통나무(원목), 각재, 철선, 못	■경관상 매우 중요한 곳 ■지주목이 통행에 지장을 많이 초래하는 곳
당김줄형	■와이어로프 ø6 또는 아연철선 #8을 2가닥 꼰 것, 턴버클, 와이어 클립(ø6~9), 수간보호고무	■거목, 경관적 가치가 요구되는 곳

[3] 재료로는 둥근원목, 각재, 대나무, 와이어로프, 강재, 합성수지 등이 있다.

[4] 지주목이 지표와 이루는 각은 45~60°를 기준으로 한다.

[5] 2각형지주의 지주목간의 간격은 75㎝ 이상으로 한다.

[6] 삼각지주목의 고정을 위하여 박는 고정목(핀)은 끝을 뾰족하게 다듬은 길이 60㎝, 직경 6㎝ 이상의 것을 지표에 대하여 100~125°를 유지하여 박는다.

[7] 당김줄형 와이어로프의 주간결박지점의 높이는 수고의 2/3가 되도록 한다.

[8] 와이어로프를 지주로 사용할 경우 로프중간에 턴버클을 설치하여 팽팽한 정도를 조정하여야 한다.

[9] 대나무를 지주로 사용할 경우는 마디부분을 절단하여 우수가 흘러들지 않토록 한다.

[10]둥근원목 이외의 기성제품은 환경친화색으로서 명도가 낮은 것이어야 한다.

[11]둥근원목 이외에 5×5㎝ 규격의 각목을 사용할 수 있다.

3.3.2 수간감기

『조경설계기준, 국토해양부』의 제20장 수목식재를 참고하도록 한다.

3.3.3 뿌리보호덮개 설치

[1] 토양경화방지, 보행공간확대, 우수유입확보 등의 목적을 위하여 뿌리보호덮개의 설치를 고려한다.

[2] 식재지의 공간특성, 이용특성, 장식효과, 유지관리 등을 고려하여 선정하며 크기에 대하여는 식재수목의 근경, 장래의 생장도 등을 충분히 검토하여 여유 있는 크기의 것을 채택한다.

3.3.4 멀칭재 피복

『조경설계기준, 국토해양부』의 제20장 수목식재를 참고하도록 한다.

3.3.5 시비

『조경설계기준, 국토해양부』의 제20장 수목식재를 참고하도록 한다.

3.3.6 관수

제10장 이식설계의 해당 항을 참조한다.

IV. 재료

4.1 수목재료

4.1.1 생육습성에 따른 구분

[1] 교목 : 다년생 목질인 곧은 줄기가 있고 줄기와 가지의 구별이 명확하여 중심줄기의 신장생장이 현저한 수목

[2] 관목 : 교목보다 수고가 낮고 일반적으로 곧은 뿌리가 없으며, 목질이 발달한 여러개의 줄기를 이룬다. 줄기는 뿌리목 가까이에서 또는 땅속에서 갈라지며 주립상(株立狀) 또는 총상(叢狀)을 이루거나 중심줄기가 땅에 대고 기는 듯한 포복상의 수형을 나타낸다.

[3] 만경목 : 줄기에 나있는 덩굴손이나 흡착반을 이용 물체를 기어오르거나 줄기 자체를 비틀어 다른 물체를 감아 올라가는 성질을 지닌 수목

4.1.2 기능상의 구분

[1] 주목(main plant)

한 공간에서 가장 주가되며 상징성을 나타내는 수목

[2] 독립수 또는 표본수(specimen)

(1) 수형, 질감, 꽃, 열매, 수피 등 나무가 갖는 독특한 특성을 감상하거나, 식재된 장소를 강조할 목적으로 주로 다른 수목들과는 떨어져 독립된 중요지점에 식재하는 수목으로서 대개 교목류가 많다.

(2) 때로는 보조가 될 수 있는 수목류와 함께 어울려 심을 수 도 있다.

[3] 가로수(street plant)

가로의 선을 따라 심겨지는 수목

[4] 군식수(mass plant)

(1) 표본수에 비하여 개체의 개성이 약한 수목을 3~5주 모아심어 식재단위를 형성한다.

(2) 선발된 몇 그루의 수목이 각각의 효과가 강조되거나 변형되면서 그 구성이 표현되게 된다.

(3) 모아심은 수목에 의한 실루엣이 일차적인 시각효과를 발현함으로 표본식물에 비하여 시각적인 효과가 크게 된다.

[5] 경계수(border plant)

(1) 주로 잔디밭가나 길을 따라 양편에 감상의 목적은 물론 차폐, 위요감 형성, 구조물과의 조화, 프라이버시 제공, 공간분할 등의 식재기능을 수행할 목적으로 식재되는 수목류

(2) 개개의 특성보다는 전체가 강조되어 강한 통일감이 형성되며 식재된 수목들은 서로 겹쳐져 큰 군을 형성하게 된다.

[6] 강조수(accent plant)

(1) 표본수와 거의 유사한 식재효과를 목적으로 식재

(2) 표본수가 1주의 독립수 식재에 의한 조각적 효과를 노리는 데 반하여 강조수는 일단의 단조로운 식재군 내에서 1주 이상의 수목으로 시각적 변화와 대비에 의한 강조효과를 얻고자 할 때 식재한다.

[7] 포복식물(creeping plant) : 땅위를 기는 특성을 지닌 수목

[8] 형태목(box plant) : 플랜터나 박스에 심겨지는 수목으로서 형태미를 지닌 수목

[9] 만경목(climber) : 고목, 벽, 트랠리스(trellis) 등을 감아 올라가는 특성을 지닌 수목

4.1.3 조경목적상의 구분

[1] 녹음수(shade tree) : 녹음의 제공이 주목적이다.

[2] 화교목(flowering tree) : 꽃이 감상의 주대상이 되는 교목

[3] 화관목(flowering shrub) : 꽃이 감상의 주대상이 되는 관목

[4] 상록 활엽수(broadleaf evergreen) : 상록이며 넓은 잎을 지닌 수목

[5] 상록 침엽수(needle evergreen) : 상록이며 바늘잎 또는 비늘잎을 지닌 수목

[6] 산울타리(hedge) : 살아있는 수목을 이용한 울타리

[7] 만경목(climber) : 감아올라가는 특성을 지닌 수목

[8] 지피식물(ground cover) : 지면을 피복하는 특성을 지닌 수목

4.1.4 이용 목적상의 구분

[1] 방풍수 : 소나무, 곰솔, 가시나무류, 향나무, 삼나무, 후박나무, 동백나무, 솔송나무, 팽나무, 녹나무, 대나무, 참나무, 후박나무, 편백, 화백, 감탕나무, 사철나무

[2] 방화수 : 가시나무류, 녹나무, 동백나무, 아왜나무, 후박나무, 식나무, 사철나무, 사스레피나무, 굴거리나무, 후피향나무, 광나무, 금송

[3] 방설수(防雪樹) : 소나무, 스트로브잣나무, 곰솔, 잣나무, 주목, 화백, 편백, 일본잎갈나무, 삼나무, 독일가문비, 참나무, 물푸레나무, 떡갈나무, 히말라야시다

[4] 방사수(防沙樹) : 눈향나무, 사철나무, 쥐똥나무, 동백나무, 보리장나무, 찔레나무, 해당화, 오리나무, 굴거리나무, 족제비싸리, 싸리 나무류

[5] 방조수(防潮樹) : 식나무, 벽오동, 은행나무, 무화과나무, 꽝꽝나무, 향나무, 쥐똥나무, 가시나무류, 팽나무, 단풍나무, 협죽도, 해송, 동백나무, 가죽나무, 회양목, 광나무, 아까시나무, 참느릅나무, 노간주나무, 자귀나무, 해당화, 갯보리수나무, 명자나무, 사철나무, 무궁화, 감탕나무, 백합나무, 종려, 소철

[6] 방연수(防煙樹)

(1) 아황산가스에 강한수목

비자나무, 편백, 화백, 가이즈까향나무, 은행나무, 가시나무, 굴거리나무, 녹나무, 감탕나무, 아왜나무, 꽝꽝나무, 동백나무, 사철나무, 쥐똥나무, 물푸레나무, 미류나무, 능수버들, 회화나무, 플라타너스

(2) 배기가스에 강한수목

비자나무, 편백, 가이즈까향나무, 은행나무, 화백, 히말라야시다. 측백나무, 녹나무, 태산목, 아왜나무, 식나무, 감탕나무, 꽝꽝나무, 돈나무, 호랑가시나무, 서향, 버드나무, 물푸레나무, 자작나무, 플라타너스, 개나리, 쥐똥나무, 무궁화, 겹벚나무, 층층나무

4.1.5 관상부위에 의한 구분

[1] 꽃이 아름다운 것

	빨간색	흰 색	노란색	보라색
봄	진달래, 박태기, 철쭉류, 동백나무, 명자나무, 월계화	목련, 조팝나무, 산사나무, 매화나무, 흰철쭉, 고광나무	개나리, 산수유, 황매화, 황철쭉	자목련, 등나무, 라일락, 모란
여름	배롱나무, 협죽도, 자귀나무, 석류나무, 능소화	치자나무, 불두화, 마가목, 이팝나무, 산딸나무, 층층나무	골담초, 황철쭉	수국, 무궁화, 정향나무, 모란
가 을	무궁화, 부용, 협죽도, 싸리	은목서, 백정화, 호랑가시나무	금목서	싸리나무, 부용
겨 울	늦동백나무	팔손이 나무	매화나무	비파나무

[2] 열매가 아름다운 것

	적색계	황색계	흑색계
여름	옥매, 오미자, 해당화	살구나무, 매화, 복사나무, 자두나무, 명자나무	
가을	마가목, 팥배나무, 동백나무, 산수유, 대추나무, 보리수 나무, 석류, 감나무, 남천	탱자나무, 치자나무, 모과나무	생강나무, 분꽃나무
겨울	감탕나무, 식나무		

[3] 잎이 아름다운 것

조경수목 중에서 잎이 아름다운 수종으로는 주목, 식나무, 벽오동, 단풍나무류, 향나무, 은행나무, 호랑가시나무, 느티나무, 대나무, 삼나무류, 소나무류, 편백, 화백, 사철나무, 위성류 등이 있다.

[4] 단풍이 아름다운 것

적색으로 단풍드는 낙엽수	황색 또는 갈색으로 단풍드는 낙엽수
단풍나무류, 산벚나무, 화살나무, 붉나무, 마가목, 참빗살나무, 산딸나무, 낙상홍, 매자나무, 담쟁이 덩굴, 감나무	은행나무, 중국단풍, 포플러, 튤립나무, 배롱나무, 때죽나무, 피나무, 벽오동, 다릅나무, 석류나무, 고로쇠나무, 오리나무, 양버즘나무, 칠엽수, 느티나무, 층층나무, 떡갈나무

[5] 수피가 아름다운 것

백색계 수목	백송, 분비나무, 플라타너스류, 자작나무, 서어나무, 동백나무
갈색계의 수목	편백나무, 배롱나무, 철쭉류
흑갈색계의 수목	곰솔(해송), 독일가문비, 히말라야 시더
청록색계의 수목	식나무, 벽오동
적갈색계의 수목	소나무, 주목, 모과나무, 삼나무, 노각나무, 섬잣나무

4.1.6 개화양식(flowering pattern)에 따른 구분

[1] 개화양식 A

(1) 금년에 자란 가지에 꽃눈이 형성되고 금년안에 개화하는 양식.

(2) 여름부터 가을에 걸쳐 꽃이 피는 특성을 지니며 종류에는 배롱나무, 무궁화, 자귀나무, 장미, 싸리, 능소화 등이 있다.

[2] 개화양식 B

(1) 금년에 자란 가지에 꽃눈이 생기고 이듬해 봄에 눈이 움질일 무렵 잎보다 먼저 꽃이 피는 양식.

(2) 이른봄에 꽃이 피며 꽃눈은 반드시 겨울의 저온을 거쳐야 개화되는 특성을 지니며 종류에는 벚나무, 복숭아, 매화나무, 박태기, 옥매, 철쭉류, 개나리, 동백나무 등이 있다.

[3] 개화양식 C

(1) 금년에 자라난 짧은 가지나 긴가지에 꽃눈이 생기는데 다음해에 이 꽃눈이 자라면서 짧은가지를 형성한 다음 그 끝에 꽃을 피는 양식.

(2) 이 양식도 꽃눈이 반드시 겨울을 거쳐야 개화하므로 개화양식 B와 유사하다고 할 수 있다. 종류로는 등나무, 명자나무, 서향 등이 있다.

[4] 개화양식 D

(1) 금년에 자란 가지의 끝에 꽃눈이 형성되어 겨울을 나며 이듬해 봄에 이 꽃눈이 신장을 계속하여 새로운 긴 가지를 만들고 그 끝에 꽃이 달리는 양식.

(2) 꽃눈은 꽃과 잎을 모두 가진 혼합아의 형태를 띠며 다른 양식보다 복잡한 구조를 지닌다. 종류로는 수국, 산수국, 고광나무 등이 있다.

4.1.7 착화형(着花型)에 따른 구분

[1] 선상형(線狀形)

(1) 가느다란 가지위에 꽃이 다닥다닥 붙어 이삭 모양을 이루는 형태.

(2) 개나리, 미선나무, 박태기, 명자나무, 매화, 조팝나무 등

[2] 점상형(點狀形)

(1) 큰꽃 또는 꽃의 집단이 산재되어 있는 형태

(2) 모란, 칠엽수, 태산목, 수국, 불두화, 나무수국, 장미, 자귀나무

[3] 복상형(覆狀形)

(1) 꽃으로 완전히 뒤덮힌 형태.

(2) 개나리, 벚나무, 꽃사과, 배나무, 목련, 등나무, 철쭉류

[4] 반상형(斑狀形)

(1) 녹색의 배경위에 꽃이 산재되어 아롱져 보이는 형태.

(2) 동백나무, 치자나무, 무궁화

[5] 관상형(冠狀形)

(1) 꽃은 가지 의 선단부에 달리는 형태.

(2) 라일락, 이팝나무, 배롱나무, 유엽도, 식나무

4.2 조경수목의 규격표시

『조경설계기준, 국토해양부』의 제20장 수목식재를 참고하도록 한다.

4.3 비료

4.3.1 비료의 종류

[1] 비료는 제조근거에 따라 유기질비료와 무기질비료로 나뉜다.

[2] 유기질비료는 유기화합물로 동,식물의 부산물 또는 요소와 같은 일부 화학비료가 해당된다.

[3] 유기질비료 : 퇴비, 계분, 돈분, 깻묵, 재, 부숙톱밥, 요소 등과 요소를 가공한 완효성 비료인 IBDU, UF, SCU 등

[4] 무기질비료는 무기화합물로 공기, 물, 광물 등 무기질을 화학적으로 합성 또는 분해하여 만든다.

[5] 무기질비료

(1) 질소비료 : 질산암모늄, 황산암모늄 등

(2) 인산비료 : 과린산석회, 용성인비 등

(3) 칼리비료 : 염화칼리, 황산칼리, 질산칼리 등

(4) 복합비료 : 여러성분이 복합되어 있는 비료, 18-18-18, 10-6-4

[6] 복합비료의 성분표시는 질소, 인산(P 또는 P_2O_5), 칼리(K 또는 K_2O) 순으로 나타나 있어, 18-18-18 복합비료는 중량비로 질소, 인산, 칼리가 각각 18%씩 함유하고 있음을 의미한다.

[7] 비료는 시비효과가 나타나는 완급에 따라 완효성비료와 속효성비료로 나뉘는데, 일반적으로 유기질비료는 완효성이며 화학비료는 속효성이다.

4.3.2 시비방법

[1] 표토시비법

(1) 작업이 비교적 신속하나 비료의 유실이 많다.

(2) 특히 유실되어 강물에 혼입된 비료는 부영양화를 촉진시키는 강물오염의 주범이 될 수 있으므로 수계와 인접한 지역의 시비는 이 방법을 피하는 것이 바람직하다.

(3) 이동이 용이한 질소질 비료의 시비에 적합하다.

(4) 수관외주부를 따라 윤상으로 시비하는 것이 좋다.

[2] 토양내 시비법

(1) 땅을 갈거나 구덩이를 파서 비료성분이 직접 토양내부로 유입될 수 있도록 하는 방법이다.

(2) 비교적 용해되기 어려운 비료를 시비하는데 알맞다.

(3) 시비용 구덩이의 깊이는 대체로 25~30㎝ 깊이로 파며, 보통 수관외주부를 따라 0.6~1m 정도의 간격을 유지한다.

(4) 토양중에서 잘 이동하지 않는 인산 및 칼리비료의 시비에 적합한 방법이다.

(5) 식재시에는 식재구덩이에 뿌리분을 앉히기 전에 구덩이에 시비하여야 한다.

[3] 엽면시비법

(1) 비료를 물에 희석하여 엽면에 직접 살포하는 방법이다.

(2) 주로 미량원소의 시비시 이 방법을 이용하는 것이 좋으며 시비시에는 쾌청한 날씨를 택한다.

[4] 수간주사법

(1) 다른 방법으로 시비하는 것이 곤란하거나 그 효과가 비교적 낮을 경우에 수간주사법을 사용한다.

(2) 수피에 드릴로 구멍을 내어 비료를 주입하기 때문에 인력과 시간이 많이 소요되어 특수한 경우에만 사용한다.

(3) 구멍은 수피에 상부로부터 비스듬히 뚫고 링겔병과 연결된 주사기를 구멍에 꽂아 투입속도를 조절한다.

4.4 토양개량제

4.4.1 토양개량제의 종류

[1] 유기질계 토양개량제

(1) 동식물의 유체, 공업제품의 1차원료의 부산물 등을 가공한 것 등 다양하다.

(2) 효과

가. 부식산, 리그닌, 설폰산의 활성에 따라 토양의 보수력, 미생물의 활성 등을 촉진한다.

나. 인산비료가 토양중에서 철과 결합하여 불용화 되는 것을 막아주고 철의 흡수를 촉진한다.

다. 완충작용에 의해 토양의 산성화를 방지하고 토양중의 석회의 이동을 촉진한다.

라. 보비력과 양분의 공급력을 증대시켜 뿌리의 신장을 촉진시킨다.

(3) 종류 : 이탄토, 피트모스, 수피, 펄프잔사, 하수오니

[2] 무기질계 토양개량제

(1) 광물질을 고온처리후 분쇄하여 다공질로 만든 것.

(2) 효과

가. 표면적이 커서 염기치환용량과 팽윤보수성이 크다.

나. 토양의 보수성 및 투수성이 개량되고 비료의 흡착을 촉진한다.

다. 다공질로 중량이 가볍기 때문에 인공지반의 식재지에 이용된다.

라. 석회는 토양을 중화시키고 인산을 유효화하며 비료의 역할도 한다.

(3) 종류 : 펄라이트, 버미큘라이트, 제오라이트, 벤트나이트, 석회

[3] 고분자계 토양개량제

(1) 화학물질을 주체로 하는 토양개량제로서 분자수가 큰 화합물이다.

(2) 효과

가. 토양입자를 결합시켜 단립의 촉진을 도모한다.

나. 보수성, 통기성 또는 투수성이 개량되는 등 물리적 효과가 현저하다.

4.4.2 토양개량제의 시용지침 <표 2.6.3>

<표 2.6.3> 토양개량제의 사용지침

계통	종류	원료 및 제조방법	효과 및 시용지침
유기질계	이탄토 피트모스	이탄을 건조 분쇄시킨 것	▪ 점질토에 용적비로 10~20%를 시용 ▪ 강산성을 띄기 때문에 ℓ당 3g 내외의 석회 첨가
	수피	수피에 계분 등을 혼합, 퇴적하여 장기간 부숙시킨 것	▪ 토양에 관계없이 광범위하게 시용 ▪ 사용량은 용적비로 토량의 10~20% ▪ 사용전에 충분한 부숙여부에 주의
	펄프잔사	펄프제조 잔사 처리물	▪ 점질토에 대하여 용적비로 토양의 2~5%
	하수오니	하수처리 침전물을 건조처리 또는 퇴비장치로 발효시킨 것	▪ 퇴비 대용품으로 유효
무기질계	펄라이트	진주암을 고온으로 처리, 분말로 만든 것	▪ 점질토, 사질토에 효과 ▪ 토양이 건조한 경우 전면 혼합 → 보수성 증진 ▪ 토양이 습한 경우 하부에 층상시용 → 배수력 증진
	버미큘라이트	질석을 고온으로 처리, 분말로 만든 것	
	제오라이트	비석이나 응회암을 분말로 만든 것	▪ 팽윤성이 없기 때문에 점질토의 개량에 효과 ▪ 용적비로 토량의 5~10% 혼입
	벤토나이트	자연산, 점토의 일종	▪ 팽윤성이 있기 때문에 사질토의 개량에 효과
	석회질자재	탄산석회, 소석회, 생석회	▪ 산성토양의 중화, 인산의 유효화, 미생물의 활성화에 효과 ▪ pH에 따라 시용량이 결정됨 ▪ 수목의 경우 pH 5.5 이상에는 시용하지 않는다.
고분자계	폴리비닐알코올	폴리초산비닐 첨가물	▪ 양토 및 식양토에 효과 ▪ 이온 결합력을 응용한 것 ▪ 토양단립형성 촉진, 보수성 증대
	멜라민	멜라민계 수지	
	폴리에틸렌	폴리에틸렌	▪ 통기성, 투수성 개량
	요소계	요소수지의 발포체	
	올레핀계	아크릴아미드	▪ 점질토에 효과 ▪ 폴리비닐알코올 및 멜라민보다 토양단립형성에 효과가 크다.
	에틸렌계	에틸렌옥사이드	

제 7장 잔디피복설계

I. 개요

1.1 적용범위

[1] 이 설계지침은 조경공간의 잔디피복설계에 적용한다.

[2] 피복유형, 기능, 공정, 재료 등에 관련된 설계를 포함한다.

[3] 잔디의 식재환경에 대한 설계지침과 일반 잔디밭, 잔디광장, 잔디경기장 등의 지반설계를 포함한다.

1.2 전제조건

[1] 잔디의 생리적, 기능적 및 심미적 측면을 고려한 설계가 기본 전제조건이다.

[2] 『조경설계기준, 국토해양부』의 제21장 잔디·초화류식재편을 전제로 한다.

[3] 친환경설계를 위한 잔디의 생태적, 경관적 특성에 대한 이해가 포함된다.

[4] 잔디피복설계는 대상지역의 토양조사결과를 기초로 한다.

[5] 토양조사에 대한 사항은 제5장 식재지반설계의 토양판정 및 토양검사 기준을 적용한다.

[6] 표토가 훼손이나 유실되지 않토록 하여야 하나 그렇지 못할 경우 표토의 수집 및 보관을 위한 대책을 세워야 한다.

[7] 잔디광장, 경기장 등의 답압에 의한 생육의 저해요인이 큰 지역의 잔디지반은 특별히 조성되어야 한다.

[8] 표토의 상태, 지하매설물·구조물의 위치 및 깊이, 기존식생의 상태, 농약의 오염상황 등의 조사를 통한 잔디지반의 여건도 함께 파악한다.

[9] 잔디피복은 일반적으로 공정의 최후에 행해지므로, 선행공사의 시공기계조작, 차량운행 등에 의한 고결토양 발생의 방지대책을 강구하여야 한다.

[10] 피복지역의 기후조사에 의한 잔디선정의 적합성 여부의 판정이 중요하다.

[11]난지형 잔디류의 북방 식재한계선과 한지형 잔디류의 적응지역을 조사한다.

II. 공정별 설계지침

2.1 잔디종류의 선정

2.1.1 잔디의 선정기준

[1] 정원, 공원, 운동시설, 비탈면 등의 바닥을 피복하는 식생재료로 적합하여야 한다.

[2] 피복지역의 기후와 토양에 적응되어 환경친화적인 기능을 하는 동시에 공간의 미적, 건축적, 공학적, 기상학적 기능 등 다양한 기능의 수행에 적합하여야 한다.

[3] 조성후 사용하고자 하는 목적, 관리능력 및 예산 등을 고려하여 초종을 결정하여야 한다.

[4] 휴식, 운동, 유희 등의 목적으로 사용하는 경우는 내답압성의 초종을 선정하여야 한다.

[5] 동일종의 잔디라 하더라도 품종간에는 생리, 생태적으로 큰 차이를 나타내므로 품종의 특성을 잘 파악하여 잔디를 선정한다.

2.1.2 공간별 잔디의 선정지침

<표 2.7.1> 공간별 잔디선정지침

공간	사용 잔디	지 침
정원	들잔디 금잔디 비로드잔디 톨훼스큐 혼합잔디(한지형잔디)	■기후조건에 따라 한국잔디류중 들잔디는 전국, 금잔디는 서울이남, 비로드잔디는 대전이남에서 사용 ■한지형 잔디는 푸른기간이 길기 때문에 봄과 가을의 심미적효과를 증진하기 위한 정원에 사용하는 것이 바람직하다. ■톨훼스큐는 내서성과 내답압성이 우수하여 한지형 잔디중 우리나라에서 정원용으로 가장 알맞는 잔디 ■고운 질감의 한지형잔디를 정원에 사용하고자 할 경우 캔터키 블루그래스에 화인훼스큐류(그늘부분)와 퍼래니얼 라이그래스(조기녹화용)를 혼합하여 사용하는 것이 좋다.
공원	들잔디 톨훼스큐 캔터키 블루그래스 혼합잔디(한지형잔디)	■한국잔디류중 공원용으로는 일반적으로 들잔디의 사용을 원칙으로 한다. ■봄과 가을의 푸른기반(green foundation)의 제공에 의한 공원의 경관향상을 위하여 톨훼스큐, 캔터키 블루그래스, 혼합잔디 등의 도입이 바람직하다.
도로	들잔디 톨훼스큐 혼합잔디(한지형잔디)	■도로변에는 들잔디의 사용이 원칙이나 경관향상을 위해 한지형 잔디중 관리요구도가 낮은 톨훼스큐의 도입이 바람직하다. ■비탈면에는 들잔디, 톨훼스큐의 단용 및 캔터키 블루그래스, 퍼래니얼 라이그래스, 톨훼스큐, 화인훼스큐류 등을 혼용 하는 것이 좋다.
경기장	들잔디 금잔디 캔터키 블루그래스 버뮤다그래스 혼합잔디(한지형잔디)	■한국잔디류중에서는 들잔디의 사용이 원칙이나 서울이남 지역에서는 밀도가 높고, 질감이 고운 금잔디의 사용이 권장된다. ■버뮤다그래스(특히 hybrid bermudagrass)는 회복력이 우수하기 때문에 대전이남에서 시도해 볼 만 하다. ■캔터키 블루그래스는 질감이 곱고 회복력이 우수하며 특히 시각효과가 좋기 때문에 관리(특히 여름철 수분관리)가 뒷받침되는 경기장에 알맞다. 우리나라에서는 1995년 12월에 처음으로 울산중공업내의 경기장을 캔터키 블루그래스로 시공하였으며, 1996년 60회 정도의 축구경기를 거행하였다. ■혼합잔디로는 캔터키 블루그래스, 톨훼스큐, 퍼래니얼 라이그래스, 화인훼스큐류 등을 일정 비율로 섞어 사용한다.

(주) : 캔터키 블루그래스와 톨훼스큐에는 조기녹화를 위하여 퍼래니얼 라이그래스를 각각 30~40%, 20~30%를 혼합하는 것이 바람직하다.

2.2 지반조성

『조경설계기준, 국토해양부』의 제20장 수목식재를 참고하도록 한다.

2.3 정지

[1] 파종전에 파종을 위한 토양정지작업이 필요하다.

[2] 잡초가 무성하거나 발생이 우려되는 곳이라면 비선택성 제초제를 살포하고 경운을 하여 토양을 잘 갈아놓는다. 제초제는 일반적으로 토양잔류력이 매우 적은 근사미(글라신액제,

glyphosate)를 0.1~0.2g a.i/㎡의 농도로 살포한다.

[3] 토양표면의 기울기는 지형과 조화되도록 하며 특히 이때 2% 이상의 기울기를 두어 표면배수가 원활히 될 수 있도록 주의를 해야한다.

[4] pH 5.5 이하의 강산성 토양은 소석회를 1㎡당 60~120g을 혼입한다.

2.4 시비

[1] 비료량은 현장의 토양조건을 분석하여 토양중에 포함되어 있는 유기질량과 비료의 유기질량을 비교하여 결정하며 토양개량 목표치는 「제5장 식재지반설계」를 참조한다.

[2] 토양조사가 이루어지지 않은 경우에는 잔디피복 또는 파종전 퇴비등 유기질비료를 1~2 kg/㎡의 시비를 표준으로 한다.

[3] 추비는 화학비료를 시비하는 것이 좋다.

[4] 추비는 질소(N), 인산(P_2O_5), 칼리(K_2O)의 비율이 3 : 1 : 2 또는 2 : 1 : 2의 비율이 되도록 시비한다.

[5] 1회 시비량은 질소(N), 인산(P_2O_5), 칼리(K_2O)성분이 각각 6g/㎡, 3g/㎡, 4g/㎡ 이상을 표준으로 한다.

2.5 피복

2.5.1 파종

[1] 뗏장보다 피복비용이 저렴하기 때문에 대단위 지역의 피복에 바람직하다.

[2] 난지형잔디들은 종자가 휴면을 하여 발아가 어려우나 한지형잔디들의 종자는 발아가 잘 된다.

[3] 한국잔디는 난지형에 속하지만 그 중에서도 들잔디는 휴면타파처리에 의한 종자파종이 가능하다.

[4] 파종기는 잔디의 생리, 생태적조건 등 내적조건과 온도조건, 수분조건 등 외적조건에 따라 결정되므로 잔디의 양호한 활착을 위하여 이 조건들을 잘 파악해 두어야 한다.

[5] 잔디의 종류별 파종적기 : <표 2.7.2>

<표 2.7.2> 잔디의 종류별 파종적기

잔디종류	파종시기	비 고
한지형잔디 : -켄터기 블루그래스 -톨훼스큐 -퍼레니얼라이그래스 -크리핑 벤트그래스 -화인훼스큐	최적기 : 9~10월	파종후 가을과 봄철을 거치면서 잔디가 충분히 자라 뿌리를 내리면 여름의 고온 다습한 기간을 견뎌낼 수 있는 9-10월 파종이 최적기이다.
	봄파종 : 3~4월	파종후 첫 여름을 잘 넘길 수 있도록 가능한 한 3-4월 이른봄에 파종하는 것이 좋다.
	여름파종 : 7~8월	관수가 되고 토양표면온도가 너무 높지 않도록 유지할 수 있다면 한여름에 파종할 수는 있으나, 고온으로 인해 발아단계에서 고사하기 쉬우므로 부득이한 경우를 제외하고는 피하는 것이 좋다.
난지형잔디 : - 들잔디	적기 : 4월~6월초	한지형 잔디보다 발아 및 조성속도가 느리기 때문에 6월 초 이후의 파종은 잔디가 완전히 성숙하지 못한 상태로 겨울을 맞아 고사될 우려가 있으므로 피하는 것이 좋다.

[6] 파종량은 대체로 ㎝²당 2.3~4개의 종자가 파종되어야 발아후 고른 밀도를 유지할 수 있

다는 전제하에 초종별 특성을 고려하여 계산한다.

[7] 단위면적당 파종량은 종자의 크기나 생육형 (주형, 반포복형, 포복형)에 따라 달라서 톨훼스큐나 퍼레니얼 라이그래스와 같이 주형이며 종자가 큰 종류는 파종량이 많아야 한다. 잔디종류별 파종량은 <표 2.7.4>에서 보는 바와 같다.

<표 2.7.3> 잔디 종류별 파종량

잔디의 종류	g당 종자수	㎡당 파종량(g)	㎡당 파종량(종자수)
크리핑 벤트그래스	17,400	2.5 ~ 5	42,000 ~ 85,000
켄터키 블루그래스	4,800	5 ~ 7.5	23,000 ~ 36,000
톨 훼스큐	500	35 ~ 45	17,000 ~ 22,000
크리핑 레드 훼스큐	1,200	17.5 ~ 22.5	20,000 ~ 26,000
퍼레니얼 라이그래스	500	35 ~ 45	17,000 ~ 22,000
들잔디	2,500	10 ~15	25,000 ~ 37,500

[8] 종자의 순도와 발아율은 높은 것을 사용하는 것이 바람직하며, 시험을 거쳐 적어도 다음과 같은 최소기준을 넘는 종자를 사용한다. 순도와 발아율이 낮은 종자를 파종할 때에는 파종량을 비율에 따라 더 높여야 한다.<표 4.7.5>

[9] 파종량이 너무 적으면 조성하는데 시간이 걸리고 조성중에 잡초의 침입이 우려된다. 반면 파종량이 많으면 조성속도는 빠를 수 있으나 잔디가 연약해지기 쉽고 병충해가 발생되기 쉽기 때문에 위의 기준을 지켜 파종하는 것이 바람직하다.

<표 2.7.4> 잔디종자의 순도 및 발아율기준

잔디의 종류	최소순도(%)	최소발아율(%)	잔디의 종류	최소순도(%)	최소발아율(%)
크리핑 벤트그래스	98	90	크리핑 레드 훼스큐	97	85
켄터키 블루그래스	90	75	퍼레니얼 라이그래스	98	90
톨 훼스큐	98	85	들잔디	97	50

[10] 파종은 파종기를 이용하는 것이 시간이 절약되고 손 쉬우나 인력에 의존할 경우에는 종자에 모래와 비료를 혼합하여 파종하는 것이 바람직하다.

[11] 종자의 발아 및 피복속도는 잔디 초종의 중요 특성중의 하나이다. 한지형잔디는 한국들잔디보다는 발아 및 조성속도가 상당히 빠르다. 한지형 잔디중에서는 퍼레니얼 라이그래스가 가장 빨라서 파종후 9일 정도면 발아되고 5㎝ 정도 크느데 18일 정도 소요된다. 반면 켄터키 블루그래스는 발아에 12일 정도 걸리고, 5㎝ 정도 크는데 약 33일이 소요된다.

2.5.2 뗏장심기(sodding)

[1] 뗏장에 의한 피복의 특징

(1) 영양번식방법의 한 종류로 빠른시간에 질 좋은 잔디면이 조성될 수 있고 시공후 즉시 사용할 수 있는 장점이 있으나 피복비용이 많이 든다.

(2) 종자파종등 타방법으로 피복하는 것 보다 잡초가 적게 발생한다.

(3) 한지형잔디나 난지형잔디 모두에 적용할 수 있다.

[2] 초종, 토양 및 뗏장의 강도에 따라 떼어낼 뗏장의 두께를 달리하는 것이 좋으며, 일반적으로 뗏장의 강도와 밀도가 낮을수록 운반이 용이하도록 뗏장을 두껍게 떼어내는 것이

바람직하다.

[3] 얇은 뗏장은 두꺼운 뗏장보다 빨리 뿌리를 내리고, 무게도 가벼우며, 붙어있는 토양층으로 인한 유해의 정도가 적으므로 가능한 범위내에서 가능한 얇게 떠내는 것이 바람직하다. 그러나 뗏장을 너무 얇게 떼어내면 마르기 쉬우므로 피하여야 한다.

[4] 초종별 뗏장의 두께는 <표 2.7.6>을 기준으로 한다.

<표 2.7.5> 잔디 뗏장의 두께기준

잔디의 종류	정도	두께(㎝)
크리핑 벤트그래스	얇음	0.8~1.5
켄터키 블루그래스	보통	1.3~2.0
들잔디		1.3~2.0
톨 훼스큐	두꺼움	1.8~2.5
크리핑 레드 훼스큐		1.8~2.5
퍼레니얼 라이그래스	아주 두꺼움	2.0~3.3

[5] 뗏장의 규격

(1) 일반뗏장은 정사각형 또는 직사각형의 제품으로서 들어올리기에 불편하거나 찢어지지 않을 정도의 크기를 유지할 수 있을 정도가 좋다.

(2) 롤형(카페트형) 뗏장은 들잔디 또는 한지형잔디를 배양토 등에 재배한 직사각형의 것으로서 들어 올리기에 불편하거나 마는데 찢어지지 않을 정도의 크기를 유지할 수 있을 정도가 좋다.

[6] 뗏장피복방법

(1) 전면붙이기 : 잔디 뗏장이 서로 어긋나게 전면에 고루펴서 붙인다.

(2) 줄떼붙이기 : 잔디 뗏장을 5-20㎝ 폭으로 절단하여 1/2잔디붙이기는 10㎝ 간격으로, 1/3잔디붙이기는 20㎝ 간격으로 붙이는 것을 표준으로 한다.

[7] 뗏장의 피복적기 :

<표 2.7.6> 잔디뗏장의 피복적기

잔디종류		피복적기	비고
한국잔디	들잔디/ 금잔디(고려잔디, 中芝)/ 비로드잔디	4~6월 9월	이른봄이나 늦은 가을에 피복하면 잔디의 뿌리가 충분히 생장하지 못하므로 상해를 받아 고사하기 쉽다.
한지형잔디	켄터키 블루그래스/ 크리핑 벤트그래스/ 톨훼스큐/ 혼합초종(캔터키 블루그래스+톨훼스큐+퍼래니얼 라이그래스를 비롯 다양한 초종 및 비율의 혼합)	4~5월 9~10월 상순	한국잔디에 비해 내한성이 강하나, 여름의 하고(夏枯)현상이 문제가 되므로 여름의 뗏장피복은 피하는 것이 좋다.

2.5.3 풀어심기(포복경번식)

[1] 흙을 털어낸 포복경을 풀어 심는 방법

[2] 포복경을 적당하게 짤라 5~10㎝ 정도의 간격을 띄어 심는다.

[3] 금잔디와 같이 종자발아가 어려워 파종으로는 피복하기 어려운 초종에 대해 이 방법을

적용한다.

[4] 포복경의 발달이 미약한 한지형 잔디에서는 잘 쓰이지 않는 방법이다. 다만 포복경이 잘 발달하는 크리핑 벤트그래스중 몇가지 품종은 이 방법으로 증식한다.

2.6 양생

2.6.1 피복(mulching)

[1] 종자를 파종하고 나면 원활하고 신속한 종자발아를 위하여 멀칭을 해주어야 한다.

[2] 멀칭을 하면 적절한 수분과 토양온도를 유지할 수 있으며, 증발산량 (evapotranspiration)을 억제할 수 있는 등 발아에 유리한 환경이 조성될 뿐아니라 강우로 인한 침식이나 바람에 의해 토양표면이 휩쓸리는 것을 방지할 수 있다.

[3] 잔디용 멀칭재료 : 폴리에틸렌 필름, 짚, 마직포(jute), 차광막, 부직포 등

[4] 포리에틸렌 필름은 수분조절에는 유효하나 온도가 높이 올라갈 경우에는 열어주거나 구멍을 내주어야 한다. 짚이나 마직포는 수분을 잘 흡수하는 특성을 지녀 가뭄이 지속될 경우 종자와 수분경쟁이 일어나 발아에 영향을 줄 수 있다.

2.6.2 관수

[1] 뗏장의 조기활착 및 종자의 발아촉진시키기 위하여 피복지에 관수하는 것은 필수불가결한 작업이다.

[2] 관수의 회수와 양은 기상조건, 토양조건, 잔디종류, 피복방법, 멀칭여부 등에 따라 일률적으로 말하기는 매우 어려우나 기상이 건조할 경우에는 매일 관수하는 것이 일반적이다.

[3] 한 번에 너무 많이 관수하여 파종한 종자가 유실되는 일이 없어야 한다.

III. 재료(규격 및 품질)

3.1 잔디

3.1.1 잔디의 구분

[1] 원산지에 따른 구분

(1) 한국잔디

가. 우리나라에 자생하며, 광범위하게 분포할 뿐 아니라 가장 많이 이용되는 잔디이다.

나. 속명은 *Zoysia*이며 우리나라에서는 예전부터 이 잔디만을 잔디라고 불러왔다.

(2) 서양잔디

가. 서양으로 부터 국내에 도입된 잔디로서 목초로부터 개발된 잔디

나. 종류 : 켄터기 블루그래스, 톨 훼스큐, 퍼레니얼 라이그래스, 벤트그래스, 크리핑 레드 훼스큐 등

[2] 생육온도에 따른 구분

(1) 난지형잔디(warm-season turfgrass)

가. 난지형 잔디는 생육개시온도가 10℃ 전후이고 25~35℃ 이상에서 왕성한 생육을

보인다.

나. 여름에는 생육이 왕성하고 강하지만 가을 일찍 휴면에 들어가 1년중 약 5개월 정도만이 푸르고 그외의 기간은 누런 상태로 남아 있는 단점을 지니고 있다.

다. 종류 : 한국잔디, 버뮤다그래스, 위핑 러브그래스 등

(2) 한지형잔디(cool-season turfgrass)

가. 한지형 잔디는 생육개시온도가 0℃이며 생육적온이 13~20℃로서 서늘한 기후에서 생육이 양호하며, 그 이름에서도 알 수 있듯이 서늘한 봄과 가을철에 양호한 생육을 나타낸다.

나. 여름철 하고현상 (夏枯現狀, summer drought : 고온다습한 기간에 병충해의 발생이 빈번하여 잔디가 말라 고사하는 현상)으로 인한 생육상 문제를 지니고 있으나 엽색이 진하고, 질이 좋으며, 푸른기간이 길게 지속되는 등 많은 장점도 지니고 있다.

다. 종자파종이 원활하여 잔디면의 조성이 쉬울 뿐 아니라, 조성속도도 빨라 조기녹화에 유용하며, 그늘이나 습지에서 생육이 잘 된다.

라. 종류 : 켄터기 블루그래스, 톨 훼스큐, 퍼레니얼 라이그래스, 벤트그래스, 크리핑 레드 훼스큐 등

[3] 생육형에 따른 구분

(1) 완전포복형(complete creeping type)

가. 초장이 15㎝내외로서 포복경 및 지하경이 강하게 뻗으며, 개화 및 출수 전후에 초장의 변화가 없으며 항시 낮은 상태를 유지한다.

나. 한국잔디류가 이 유형에 속한다.

(2) 불완전포복형(incomplete creeping type)

가. 포복경 및 지하경이 있어 옆으로 퍼지기는 하나 보통때는 20~30㎝의 초장을 유지하지만 개화, 출수기는 50~80㎝로 커진다.

나. 개화, 출수기인 5월경에는 왕성하게 생육하므로 자주 깍아 주어야 한다.

다. 켄터키 블루그래스, 벤트그래스, 버뮤다그래스가 이 유형에 속한다.

(3) 주형(bunch type)

가. 포복경이나 지하경이 없이 줄기의 분얼로만 퍼지는 유형이다.

나. 보통때는 초장이 30~40㎝이나 개화, 출수하면 80~120㎝로 커지며 옆으로 퍼지는 힘이 약해진다.

다. 톨 훼스큐, 퍼니얼 라이그래스 등이 여기에 속한다.

3.1.2 잔디의 종류

[1] 한국잔디(Korean lawngrass, zoysiagrass, *Zoysia* spp.)

(1) 우리나라 산야에 광범위하게 자생하고 있는 이 잔디를 다시 세분한다면 잎이 거칠은 들잔디 (*Zoysia japonica*), 엽폭이 중간정도이고 밀도가 높은 금잔디(*Zoysia matrella*, 고려잔디라고도 불려짐) 및 비로드 같이 곱다하여 이름 붙여진 비로드잔디 (*Zoysia tenuifolia*)가 있다.

(2) 이 밖에 갯잔디와 왕잔디가 있으나 잔디로는 이용되고 있지 않다. .

(3) 이 가운데 들잔디는 주위에서 쉽게 구할 수 있을 뿐 아니라, 내한성이 강하고, 척박한 토양에서도 잘 자라며, 병충해에도 잘 견딘다.

(4) 피복밀도가 낮고 잎의 질감이 거칠 뿐 아니라 1년중 5개월 정도의 짧은 기간만 푸른 상태가 지속되는 등의 단점을 지닌다.

(5) 韓國잔디의 분류<표 2.7.7>

<표 2.7.7> 한국잔디의 분류

型	韓國名	日本名	영 명	초장(㎝)	엽의 크기(㎜)	학 명
大型	들잔디	野芝	Korean(Japanese) Lawngrass	10이상	長 幅 100×4.0이상	*Zoysia japonica*
中型	금잔디	中芝Ⅰ 中芝Ⅱ 高麗芝		6.3~15.5 5.0~11.0	80~152 × 3.3~3.9 45~111 × 2.7~3.3	*Zoysia matrella*
小型		姬高麗芝 朝鮮芝		3~7.9	32~60 × 1.7~2.5 29~52 × 1.2~1.6	
細型	비로드잔디	비로드芝	Korean velvet grass	2.1~4.1	11~40 × 0.7~1.0	*Zoysia tenuifolia*

[2] 켄터키 블루그래스(kentucky bluegrass, *Poa pratensis*)

(1) 켄터기 블루그래스는 Poa속에 속하는 200여종의 블루그래스류중의 하나로 한지형잔디의 대표적인 중요한 잔디이다.

(2) 엽폭이 2~4㎜로 잎의 질감은 중간정도이고, 진한 녹색을 띠우며, 지하경 (rhizome)이 있어 옆으로 잘 퍼진다. 잎끝은 보-트모양(boat-shaped tip)이며 주엽맥의 양쪽에 연한선이 있어 쉽게 식별할 수 있다.

(3) 배수가 잘되고 비교적 습하며, 중성 또는 약산성의 비옥한 토양에서 잘 자란다.

(4) 한지형잔디중 톨훼스큐와 함께 여름철 하고현상에 잘 견딜 수 있는 잔디이다.

(5) 온대나 아한대 지역의 공원, 정원, 골프장, 경기장, 비탈면 등에 가장 많이 이용되고 있으며 특히 과도한 이용으로 손상받았을 경우 회복력이 좋기 때문에 경기장이나 골프장의 훼어웨이의 피복에 적합하다. 깍는 높이는 2.5~5㎝ 정도를 유지한다.

(6) 질소질 비료는 년간 10~30g/㎡가 요구되며, 탯치(thatch ; 잔디와 토양표면 사이에 죽거나 살아있는 잎, 줄기, 지하경 등이 쌓여 있는 것)가 많이 쌓이는 성질을 지녀 생육에 심각한 장해를 줄 수 있기 때문에 정기적인 탯치제거작업이 필요하다.

(7) 내병성, 내건성 등 잔디의 여러 특성에 따라 많은 품종이 개발되어 있으며 미국에서는 각 품종들을 대상으로한 잔디품종평가계획(National Turfgrass Evaluation Program)의 일환으로 각 품종들을 각지에 심어 특성들을 평가하고 있다. 1993년도 켄터키 블루그래스의 품종별 평가결과를 보면, 잔디품질항목(Turf quality rating : 9=최고, 1=최저)에서 대상품종 125개중 Midnight, Blacksburg, Apex, Eclipse 등이 평가점수 6.0 이상의 가장 좋은 평가를 받았으며, Princeton 104, Ascot, Able I, Limousine, Alpine 등도 우수하게 평가되었다.

(8) 켄터키 블루그래스는 우리나라에서도 전국 도처에 자생하여 예전부터 왕포아풀 또는 꾸러미풀이라고 불리우고 잔디가 아닌 잡초로 여겨져 왔다. 자생종 켄터키 블루그래스는 우리나라 기후에 오랜기간 적응되어 견디어 온 것들이기 때문에 이들을 잘 선발하고 육종기술을 통해 좋은 인자를 도입한다면 외국 품종을 능가하는 좋은 품종이 개발될 수 있는 가능성이 크다.

[3] 톨훼스큐(tall fescue, *Festuca arundinacea*)

(1) 톨 훼스큐는 잎 표면에 도두라진 줄이 있고 엽폭은 5~10㎜로서 한지형 잔디중 질감은 가장 거칠다.

(2) 포복경(stolon : 지상의 옆으로 기는 줄기)은 없으나 지하경(rhizome : 땅속에서 옆으로 기는 줄기)은 약하게 발달하며 생육형은 주형(株形, bunch type : 포복경이나 지하경 없이 줄기의 분얼에 의해 지면을 피복하는 유형)으로서 줄기 하단의 뿌리연결부위에서 줄기가 계속 증식되어 지표면을 피복한다.

(3) 잎이 거칠어 시설녹지용, 도로, 정원용으로 주로 이용되며 엽질이 강하고 뻣뻣하여 답압에도 잘 견디기 때문에 경기장이나 공원 등에 이용될 수 있다. 그러나 집약적인 관리하에서는 잘 견디지 못하므로 시비는 적게 하여야 하며 깎는 높이를 4㎝ 이상 높여주어야 한다.

(4) 특히 조성속도가 빠르고, 뿌리를 깊게 뻗으며, 척박한 토양에서도 잘 견디기 때문에 비탈면의 녹화에도 매우 적합하다.

(5) 일반종은 내한성이 비교적 약하여 추운 지역에서는 동해를 받기 쉽다. 우리나라의 경우 강원도지방과 같이 추운지방에서 톨훼스큐를 조성한다면 이점에 유의하여 동해에 우려가 없는 신품종들을 이용하여야 할 것이다.

(6) 그러나 한지형 잔디중 고온과 건조에 가장 강하여 미국의 남부지방에서 한지형잔디로 잔디밭을 조성할 경우 주로 톨 훼스큐를 이용한다.

(7) 켄터키 블루그래스와 혼파하여 더 좋은 질의 잔디를 유지할 수 있는데 톨훼스큐 종자의 크기가 커서 무게가 많이 나가기 때문에 대체로 파종시 무게비율로 톨 훼스큐가 70% 이상을 점하도록 하는 것이 좋다.

(8) 톨훼스큐와 한국잔디와를 혼파하면 이른봄과 늦가을에는 톨 훼스큐에 의해 녹색의 상태를 연장할 수 있고, 여름철에는 고온에 강한 한국잔디로 인해 좋은 잔디상태가 유지될 수 있는 장점을 지녀 톨훼스큐와 한국잔디의 혼파에 대한 시도가 요구된다.

(9) 품종으로는 Alta와 Kentucky-31과 같은 오래된 품종들이 많이 이용되었으나 최근에는 많은 품종들이 개발되어 RebelⅡ, Rebel Jr., Falcon, Jaguar 등과 같은 신품종들을 이용한다.

[4] 퍼레니얼 라이그래스(perennial ryegrass, *Lolium perenne*)

(1) 퍼레니얼 라이그래스는 엽폭이 2~5㎜로 잎의 질감은 중간정도이며 잎 뒷면은 연녹색이고 빛난다.

(2) 포복경이나, 지하경이 없는 주형(株形)의 특성을 지니며 줄기가 많이 올라오는 늦은 봄에는 잎이 엉성해진다.

(3) 잎의 유관속에 섬유조직이 발달되어 있기 때문에 잎이 잘 깍이지 않고 찢어져 미관을 떨어트린다.

(4) 환경조건에 따라서는 잔디면이 계속 지속되는 다년생이 될 수 있기는 하나 내한성, 내서성, 내건성 등이 약하여 우리나라에서는 대개 파종후 2~3년 이내에 없어지고 만다.

(5) 퍼레니얼 라이그래스는 다른 잔디에 비해 발아 및 조성속도가 매우 빠르기 때문에 조기녹화를 목적으로 다른 잔디와 함께 혼파되거나 겨울철 녹색유지를 위해 난지형 잔디위에 추파(overseeding)용으로 이용하는 것이 바람직하다.

(6) 켄터키 블루그래스 등과 혼파할 경우에는 종자수로 따져 20~25% 이하로 유지하는 것이 바람직한데, 이것은 퍼레니얼 라이그래스의 비율이 너무 많게 되면 빠른 직립생장으로 인해 잔디의 질이 떨어지고 혼파된 잔디와 경쟁이 되 원하는 잔디조성을 방해하기 때문이다.

(7) 품종중에는 Cutter, Repell II, Seville, Prelude II, Prizm, Palmer II, Advent 등이 좋은 평가를 받고 있다.

[5] 크리핑 벤트그래스(creeping bentgrass, *Agrotis palustris*)

(1) 크리핑 벤트그래스는 엽폭이 1~2㎜로서 질감이 매우 고우며 4~8㎜ 정도로 낮게 깍아 양탄자같이 유지하는 잔디이다. 지하경은 없으나 포복경이 있어 옆으로 퍼지며 포복경의 마디에서 새싹이 나와 지면을 덮는다.

(2) 푸른기간이 한국잔디보다는 길지만 한지형잔디중에서는 푸른기간이 비교적 짧아 캔터키 블루그래스나 레드 훼스큐보다 겨울철에 누런상태로 오래 지속된다. 미국에서는 골프장의 훼어웨이용으로도 이용되고 있으나 우리나라에서는 골프장 그린용으로만 사용한다.

(3) 여름철 병발생이 심하여 치밀한 관리가 요구되며 특히 답압에 약하여 모래를 위주로 한 특수한 식재층이 조성되어야 한다.

(4) 미국에서 1990~1993년에 행해진 품종평가에서 Regent, Providence, SR1020 및 Putter의 잔디품질이 6.1점 이상의 높은 점수를 받았으며 우리나라에서 제일 많이 사용하고 있는 Penncross는 5.9점, 또 Pennlinks는 6.0점을 받았다.

(5) 최근에 Texas A&M대학에서 개발하여 분양중인 Cato와 Crenshaw도 Penncross보다 내서성과 내병성이 뛰어난 좋은 품종으로 알려져 있다.

[6] 크리핑 레드 훼스큐(creeping red fescue, *Festica rubra var. rubra*)

(1) 크리핑 레드 훼스큐는 잎이 가는 화인 훼스큐류 (Fine fescues)중 하나로 이중 가장 많이 사용되는 잔디이다.

(2) 엽폭은 0.5~1.5㎜로 질감이 고우며 밀도가 높다. 지하경이 있어 옆으로 퍼지나 캔터키 블루그래스보다는 지하경이 덜 발달한다.

(3) 발아 및 조성속도는 비교적 빠른 편으로 캔터키 블루그래스와 퍼레니얼 라이그래스의 중간정도이다.

(4) 내한성과 내서성이 약하여 적응범위가 넓지 못하며 여름철 병이 심하게 발생한다. 그러나 한지형잔디중 내음성이 가장 강하고 내건성도 있어 척박한 그늘지역에서 잘 적응한다.

(5) 보통 캔터키 블루그래스와 혼파하여 많이 사용하는데, 이 경우 크리핑 레드 훼스큐는 그늘지고 건조한 사질 양토에 캔터키 블루그래스는 햇빛이 비치고 습기가 있는 토양에서 우점한다.

(6) 회복력이 약하여 손상을 많이 받는 스포츠용 잔디로는 부적합하다. 깍는 높이는 3.8~5㎝ 정도를 유지하는 것이 좋으며 시비는 년간 10g/㎡ 이하로 적게 하는 것이 좋다.

(7) 품종으로는 Pennlawn과 같은 오래된 품종이 주로 사용되어 왔으나 최근에는 많은 개량품종들이 개발되어 사용되고 있다.

[7] 기타

(1) Poa속에 속하는 잔디로 러프 블루그래스(rough bluegrass, *Poa trivialis)*는 한국잔디위의 추파용으로 이용될 수 있는데, 봄철에 퍼레니얼 라이그래스보다 한국잔디로의 전이가 용이한 잔디이다.

(2) 애뉴얼 블루그래스(annual bluegrass, *Poa annua*)는 캐나다 에서는 골프장의 그린용으로 사용하기도 하나 우리나라에서는 잔디의 잡초로 취급되고 있다.

(3) 화인훼스큐류에는 앞에서 언급한 크리핑 레드 훼스큐외에 츄잉스 훼스큐(chewings fescue, *Festuca rubra var. commutata*), 쉽 훼스큐(sheep fescue, *Festuca ovina*), 하드 훼스큐(hard fescue, *Festuca longifolia*) 등이 있는데 이들 모두 질감이 곱고 크리핑 레드 훼스큐와 비슷한 특성을 지니고 있으며 혼파용으로 사용한다.

3.2 비료

3.2.1 비료의 종류

[1] 잔디의 피복시에는 완효성 비료인 유기질 비료를 시비하는 것이 바람직하며, 매년 기비로는 유기질비료를, 추비로는 화학비료를 시비하는 것이 좋다.

[2] 기타의 사항은 「제 6장 수목식재설계」의 해당 항을 적용한다.

3.2.2 시비방법

[1] 표면시비법

(1) 비료살포기에 의해 작업이 비교적 신속하게 이루어 질 수 있다.

(2) 유실되어 강물에 혼입된 비료는 부영양화를 촉진시키는 강물오염의 주범이 될 수 있으므로 수계와 인접한 지역의 시비시에는 유의하여야 한다.

(3) 균일하게 살포하고 비료살포후에 철저히 관수를 하여 비해를 예방하여야 한다.

(4) 소규모 지역에 살포할 경우엔 모래와 혼합하면 균일도를 높일 수 있다.

(5) 대규모 지역에 살포할 경우에는 미리 맨바닥에 살포하여 살포상태를 관찰, 참고하는 것이 좋다.

[2] 엽면시비법

(1) 비료를 물에 희석하여 엽면에 직접 살포하는 방법이다.

(2) 주로 요소나 미량원소의 시비시 이 방법을 이용하는 것이 좋으며 시비시에는 쾌청한 날씨를 택한다.

(3) 경우에 따라서는 다른 농약과 혼용할 수 있다.

3.3 토양개량제

토양개량제의 종류와 사용지침은 「제 6장 수목식재설계」의 해당 항을 참고한다.

제 8장 지피·초화류 식재설계

I. 개요

1.1 적용범위

[1] 이 설계지침은 조경공간의 지피 및 초화류 식재설계에 적용한다.

[2] 기능, 재료의 선정, 식재공정 등에 관련된 설계를 포함한다.

[3] 지피 및 초화류에는 일년초, 숙근초, 구근류, 초본류, 목본류, 이끼·선태류, 잔디류 등이 있으나 대개 잔디류는 별도로 구분하여 「제 7장 잔디피복설계」에서 다룬다.

1.2 특기사항

[1] 지피 및 초화류의 생리적, 기능적 및 심미적 측면을 고려한 설계가 기본 전제조건이다.

[2] 『조경설계기준, 국토해양부』의 제21장 잔디·초화류식재편을 전제로 한다.

[3] 친환경설계를 위한 지피 및 초화류의 생태적, 경관적 특성에 대한 이해가 포함된다.

[4] 지피·초화류 식재 설계는 대상지역의 토양 조사 결과를 기초로 한다.

[5] 토양 조사에 대한 사항은 제5장 식재지반설계의 토양판정 및 토양검사 기준을 적용한다.

[6] 표토가 훼손이나 유실되지 않토록 하여야 하나 그렇지 못할 경우 표토의 수집 및 보관을 위한 대책을 세워야 한다.

[7] 부적기에 식재하는 경우에는 지피 및 초화류 활착에 불리한 환경을 이겨낼 수 있는 대책을 수립하여야 한다.

[8] 표토의 상태, 지하매설물과 구조물의 위치 및 깊이, 기존식생의 상태, 농약의 오염상황 등의 조사를 통한 토양의 여건을 파악한다.

[9] 건축 또는 토목구조물 주변의 공사로 인한 시멘트, 콘크리트, 각목 및 기타 잔재물의 제거함으로써 식재여건을 조성한다.

[10] 지피 및 초화류는 타 식물재료에 비해 수명이 단기간내에 끝나고, 그 기간내에 집중적으로 관상의 대상이 되기 때문에 토양에 퇴비, 토양개량제 등의 혼입에 의한 토양성질의 개선을 통하여 꽃이나 잎의 개화 및 생장을 촉진시키는 것이 기본이다.

[11] 식재지역의 기후조사에 의한 지피 및 초화류 식재적합성 여부의 판정이 중요하다.

[12] 지피 및 초화류의 생육적온과 식재한계선을 조사한다.

II. 공정별 설계지침

2.1 식재지역 선정

[1] 위로부터 야간의 찬 공기가 모이는 지대가 낮고 움푹 들어간 지역을 피한다. 불가피한 경우에는 주위의 높은 지역에 찬 공기를 막을 수 있는 생울타리나 인공구조물을 설치한

다.

[2] 바람이 몰아치는 곳은 온도를 낮추고, 수분증발산을 가속시켜 건조해를 유발시키므로 가급적 식재를 금하며, 부득이한 경우에는 주위에 담장이나 방풍림을 설치하여 바람의 영향을 완화시켜 주는 것이 바람직하다.

[3] 건물이나 수목으로 인하여 그늘이 지거나 채광상태가 불량한 곳에 호광성 지피·초화류의 식재를 피하는 것이 좋다.

2.2 지피·초화류 선정

[1] 지피·초화류로서 이용되고 있는 재료는 전세계적으로 약 200종 정도인 것으로 추정되고 있으나 품종으로 정착되지 않은 것까지 포함한다면 그 수는 훨씬 많다. 그 중에서도 특히 식재지의 재배적, 심미적인 특성을 고려하여 식재지에 적합한 종류를 선정하여야 한다.

[2] 지표면의 피복성이 양호한 종류, 계절적 특성을 지닌 종류 및 꽃, 열매, 엽색이 아름다운 종류 등이 선호되며 선정된 종류를 통해 풍부하게 경관을 창출할 수 있어야 한다.

2.3 정지

[1] 파종 또는 식재전에 파종을 위한 토양정지작업이 필요하다.

[2] 잡초가 무성하거나 발생이 우려되는 곳이라면 비선택성 제초제를 살포하고 경운을 하여 토양을 잘 갈아놓는다. 제초제는 일반적으로 토양잔류력이 매우 적은 근사미(글라신액제, gly-phosate)를 0.1~0.2g a.i/㎡의 농도로 살포한다.

[3] pH 5.5이하의 강산성 토양은 소석회를 1㎡당 60~120g을 혼입한다.

2.4 시비

[1] 토양의 정지시 시비를 하여 발아 및 활착이 빠르게 될 수 있도록 한다.

[2] 시비량은 현장의 토양조건을 분석하여 토양중에 포함되어 있는 유기질량과 비료의 유기질량을 비교하여 결정하며 토양개량 목표치는 「제5장 식재지반설계」를 참조한다.

[3] 토양조사가 이루어지지 않은 경우에는 퇴비(우분, 돈분, 계분 등에 왕겨, 짚, 톱밥 등을 섞어 부숙시킨 것)와 같은 유기질 비료를 식재전 1~2kg/㎡ 시비하는 것을 표준으로 한다.

[4] 물리적 성질이 나쁜 토양은 이탄토, 피트모스 등의 토양개량제를 30㎝ 깊이의 토량을 기준으로 용적비 20~30% 정도 혼입하는 것이 바람직하다.

2.5 조성

조성방법을 선정할 때에는 발아특성, 생육특성, 지속기간, 재배생산품의 유무 등을 고려하여 초종별로 구분하여 선정하여야 한다.

2.5.1 파종

[1] 파종기는 지피,초화류의 생리, 생태적조건 등 내적조건과 온도조건, 수분조건 등 외적조건에 따라 결정되므로 양호한 활착을 위하여 이 조건들을 잘 파악해 두어야 한다.

[2] 파종에 의한 식재는 식재되는 초화류의 생육특성, 번식방법 및 식재지역의 중요도 등을 고려하여 결정하도록 한다.

[3] 루피너스, 꽃양귀비 등과 같이 직근성인 것은 파종을 하며, 대립종자를 지닌 초화류에 대

해서는 일반정원에서 자가적으로 채취하여 파종한다.

[4] 일부 야생초화류와 갈대류는 종자를 구입 또는 채취하여 파종한다.

[5] 파종기는 종류별로 내한성의 정도, 개화에 영향을 미치는 일장의 관계, 개화기 등을 고려하여 결정한다.

[6] 보통 춘파는 3~5월에 파종하게 되고, 추파는 8~10월에 한다. 춘파의 경우 너무 늦게 파종하면 키가 작고 불충실할 때 개화하게 되고 추파의 경우도 이와 비슷하다.

2.5.2 식재(정식)

[1] 포트에서 재배한 초화류를 화단에 옮겨 심는 것으로 직파에 의해 조성된 화단에 비해 계획적인 화단 구성을 할 수 있다.

[2] 일년초는 재배생산품을 반입하여 포트를 벗겨내고 식재지역에 정식하는 것이 기본이다. 꽃의 지속기간이 짧기 때문에 년중 화단에 몇차례 교체하여 식재한다. 다만 코스모스, 루드베키아 등 한번 식재하면 주위에 떨어진 종자로 계속 번식하는 종류는 교체하지 않고 계속 지속시킨다.

[3] 화단의 일년초를 교체할 경우 대개 3월초순에 정식하면 장마가 시작되기 전인 6월초순경에 1회 교체하고, 장마가 끝나는 8월중순에 2회 교체하며, 11월초에 3회 교체하여 서리내릴때 까지 지속시킨다.

[4] 숙근류는 분얼(tillering)에 의해 옆으로 계속 퍼지는 특성을 지니며 한번 식재하면 계속 지속되는 특성을 지니므로 재배생산품을 반입하여 식재한다.

[5] 구근류는 구근 또는 재배생산품을 식재하며 꽃이 지고 구근이 형성되면 구근을 캐어 보관하였다가 다시 심는다. 구근을 캐어낸 화단엔 새로운 초화류를 도입한다.

[6] 보통 구근류의 춘식은 3~5월, 추식은 8~10월에 한다. 춘식의 경우 너무 늦으면 키가 작고 불충실할때 개화하게 되고 추식의 경우도 이와 비슷하다.

[7] 목본 지피류는 수목식재에 준하여 식재한다.

[8] 야생초화류, 갈대류, 이끼·선태류 등은 야생상태의 분주품 등을 식재할 수 있으나 야생상태의 것을 분주하여 번식시킨다면 야생자원이 소실되어 야생생태계의 보존에 역행하므로 가급적 종자번식이나 뗏장재배품에 의해 화단을 조성시키는 것이 바람직하다.

[9] 일년초와 구근류의 식재지침은 <표 2.8.1>을 적용한다.

<표 2.8.1> 구근류와 초화류의 식재지침

일년초			구근류		
종 류	식재간격(㎝)	포기수(㎡당)	종 류	식재 간격(㎝)	식재 깊이(㎝)
팬지	15~20	25~49	아이리스	15	3
페츄니아	25	16	아네모네	18	5
샐비어	30	11	크로커스	7.5	8
맨드라미	20	25	수선	18	14
꽃양배추	50~60	4	튤립	15	17
데이지	12×15	56	히야신스	21	20
메리골드	10×15	67	백합	36	24

[10] 야생초화류는 식재지역의 중요도와 초화류의 성상 등을 고려하여 식재간격을 조정하도록 하며, 일반적으로 ㎡당 16~36본을 식재하도록 한다.

2.5.3 뗏장심기

[1] 생산된 일정규격의 지피, 초화류의 뗏장을 화단에 식재하는 방법으로 식재 및 교체시기는 식재에 준한다.

[2] 야생초화류, 갈대류는 종자를 구입 또는 채취하여 파종하기도 하나, 뗏장으로 생산된 재배품을 반입하여 식재할 수 있다.

2.6 관수

[1] 파종초화류의 관수는 「제7장 잔디피복설계」의 관수에 준한다.

[2] 식재후 뿌리가 안정되고 토양이 가라 앉도록 관수를 한다.

[3] 개화중인 묘는 물이 꽃에 젖지 않도록 하며 가능한 한 근원부분에 관수한다.

[4] 관수는 뿌리가 활착할 때까지 충분히 관수한다.

[5] 관수는 물뿌리게, 스프링쿨러, 살수튜브, 점적식튜브 등을 이용하여 관수한다.

III. 재료

3.1 지피·초화류

[1] 지피·초화류란 공원이나 정원의 평탄지, 비탈면의 바닥 및 기타의 목적을 위하여 지표면을 조밀하게 피복하기 위하여 군식하여 사용하는 식물을 일컫는다.

[2] 초장 또는 수고가 낮거나 예초 등의 관리를 통해 대개 초장 또는 수고를 낮게 유지할 수 있는 식물이다.

[3] 지피식물(ground covers)과 초화류는 구분하기도 하나 초화류의 많은 종류가 지피식물로 이용되기 때문에 용도의 측면에서는 지피·초화류로 묶는 것이 일반적이다.

3.1.1 초화류

[1] 일년초

(1) 파종된 식물이 자라고 꽃이 피어서 결실하기 까지의 생육주기가 1년 이내에 마감되는 초화류

(2) 아게라텀, 색비름, 봉선화, 맨드라미, 거미꽃, 콜레우스, 코스모스, 천일홍, 해바라기, 밀집풀꽃, 분꽃, 메리골드, 한련화, 채송화, 루드베키아, 샐비어, 빙카, 백일홍, 알리섬, 과꽃, 꽃양배추, 센토레아, 금계국, 패랭이꽃, 데이지, 접시꽃, 델피니움, 루피나스, 물망초, 팬지, 페츄니아, 플록스, 앵초, 금어초, 버베나 등

[2] 이년초

(1) 파종후 당년에 개화하지 않고 겨울에 로제트상태 또는 지하부가 살아 남은 상태로 월동하며 이듬해 개화하는 종류

(2) 접시꽃, 디기탈리스, 캄파눌라(초롱꽃) 등

[3] 숙근초

(1) 한번 심으면 해마다 생육을 계속하며 개화하는 생육기간이 긴 초화류로서 특히 겨울철 노지에서 뿌리만이 남아 월동하는 것을 노지숙근초라 한다.

(2) 금계국, 샤스타 데이지, 원추리, 옥잠화, 붓꽃, 꽃창포, 작약, 프록스, 꽃잔디, 유카, 지온 등

[4] 구근류

(1) 숙근초의 특수형태로 잎, 줄기, 뿌리 등이 구를 형성한다. 보통 꽃이 피고 구가 형성되고 나면 구를 캐서 보관하였다가 심는다. 종류에 따라서는 숙근초와 같이 땅속에서 월동하는 종류도 있다.

(2) 칸나, 달리아, 크로커스, 수선, 튤립, 나리, 백합, 아이리스, 아네모네, 라넌큘러스, 히야신스, 무스카리 등

3.1.2 지피식물

[1] 초본류

(1) 대개 포복경 또는 지하경을 지녀 지표면을 피복하거나 초화류중에서 낮게 지면을 덮는 종류

(2) 맥문동, ornamental grass, 조릿대, 갈대, 달뿌리풀, 억새, 플록스, 꽃잔디, 패랭이꽃 등

[2] 목본류

(1) 토양을 낮게 피복하는 성질을 지닌 목본성 관목류

(2) 눈향나무, 옥향나무, 눈주목, 회양목, 조팝나무, 말발돌이, 조릿대 등

[3] 선태, 고사리류

(1) 그늘진 습지에서 지표면을 피복하는 선태, 고사리류

(2) 종류 : 각종 이끼 및 고사리

[4] 야생화류

(1) 우리나라의 산야에서 자생하는 식물로서 화훼류로 개발되지는 않아 꽃이 크지 않으나 군식할 경우 꽃의 집단미가 좋거나 잎 또는 줄기의 피복성이 좋아 화단용으로 이용할 가치가 있는 종류

(2) 조성후 최소한의 관리를 하던가 관리를 하지 않고 자연의 방임상태에 맡겨 야생의 자연감을 관상하기에 효과적인 초종을 선택하는 것이 바람직하다.

(3) 관광자원, 지역의 진흥을 위한 이미지 제고, 리조트의 이미지 향상에 효과적이다.

(4) 식재대상지

가. 침식방지 및 토양유실방지 등을 위한 종래의 비탈면 또는 나지

나. 도로, 철도, 주택단지 등의 비탈면

다. 도로변 또는 도로의 녹지대

라. 잔디광장이나 하천변녹지 등 도시내의 오픈스페이스

마. 골프장, 스키장 등 리조트시설

(5) 우리나라에서 야생 지피·초화류로서 가치 있는 종류 <표 2.8.2>

(6) 야생초화류는 종자를 잘 맺지 않기 때문에 번식시키기에 많은 어려움이 따른다.

(7) 외국산 초종의 종자를 도입하여 이용하는 것은 오히려 향토의 자연생태계를 훼손 시킬 수 있는 등 매우 위험하므로 주의하여야 한다.

(8) 많은 야생 지피·초화류 중에서도 개미취, 쑥부쟁이, 구절초, 산구절초, 감국, 바위채송화, 땅채송화, 꿩의비름, 기린초, 원추리, 꽃창포, 붓꽃, 제비꽃, 벌노랑이, 돌나물, 백리향 등은 꽃이 좋고 지피성이 우수하며 종자의 채취도 가능한 종류로 야생 지피·초화

류 조성시 선정초종으로 검토하는 것이 바람직하다.

<표 2.8.2> 우리나라의 주요 야생 지피·초화류

과 명	종 류
가지과	배풍등
괭이밥과	큰괭이밥
국화과	등골나물, 흰민들레, 벌개미취, 쑥부쟁이, 구절초, 산구절초, 분초, 솜방망이, 단풍취, 뻐꾹채, 미역취, 감국
꿀풀과	꿀풀, 배초향, 용머리, 층층이꽃, 광대수염
난과	복주머니난
돌나물과	가는잎기린초, 바위채송화, 당채송화, 꿩의비름, 기린초
마타리과	쥐오줌풀, 마타리, 돌마타리
마편초과	누린내풀
미나리아재비과	노루귀, 노루삼, 흰진범, 동의나물, 병조희풀, 으아리, 꿩의다리, 할미밀방, 할미꽃, 큰꽃으아리, 바람꽃, 승마, 사위질빵, 미나리아재비, 은꿩의다리, 금꿩의다리, 투구꽃, 꿩의바람꽃
박주가리과	백미꽃
백합과	두루미풀, 처녀치마, 말나리, 털중나리, 무릇, 흰여로, 노랑원추리, 연영초, 용둥굴레, 참나리, 땅나리, 맥문동, 하늘나리, 하늘말나리, 층층둥글레, 칠보치마, 산옥잠화, 솔나리, 원추리, 윤판나물, 은방울꽃, 비비추, 왕원추리, 풀솜대, 애기나리
범의귀과	바위말발도리, 바위떡풀, 도깨비부채, 노루오줌대
봉선화과	노랑물봉선, 물봉선, 흰물봉선
붓꽃과	꽃창포, 붓꽃, 각시붓꽃, 범부채, 노랑무늬붓꽃
석송과	개석송
석죽과	술패랭이꽃, 동자꽃, 큰개별꽃
수선화과	상사화
앵초과	큰앵초, 까치수영, 좁쌀풀
양귀비과	피나물
용담과	구슬봉이
운향과	백선
인동과	인동덩굴
장미과	짚신나물
제비꽃과	졸방제비꽃, 흰제비꽃, 노랑제비꽃, 고깔제비꽃, 알록제비꽃, 남산제비꽃, 제비꽃, 잔털제비꽃, 단풍제비꽃, 태백재비꽃
쥐방울덩굴과	족두리풀
쥐손이풀과	쥐손이풀
천남성과	둥근잎천남성, 애기앉은부채
초롱꽃과	자주꽃방망이, 초롱꽃
콩과	벌노랑이
현삼과	꼬리풀, 꽃며느리밥풀, 송이풀, 냉초, 나도송이풀
현호색과	현호색, 댓잎현호색, 눈괴불주머니, 금낭화
홀아비꽃대과	홀아비꽃대

3.2 피복(mulching)재료

[1] 종자를 파종하거나 식재하고 나면 원활하고 신속한 종자발아, 생육 및 미관을 위하여 피복을 해주어야 한다.

[2] 피복을 하면 적절한 수분과 토양온도를 유지할 수 있으며, 증발산량(evapotranspiration)을 억제할 수 있는 등 발아 및 생육에 유리한 환경이 조성될 뿐아니라 강우로 인한 침식이나 바람에 의해 토양표면이 휩쓸리는 것을 방지할 수 있다. 잡초의 방제에도 유리하다.

[3] 파종용 피복재료 : 폴리에틸렌 필름, 짚, 마직포(jute), 차광막, 부직포 등

[4] 바닥피복용 피복재료 : 바크, 콩자갈, 모래 등

[5] 파종용 피복재료로서 폴리에틸렌 필름은 수분조절에 유효하나 온도가 높이 올라갈 경우에는 열어 주거나 구멍을 내주어야 한다. 짚이나 마직포는 수분을 잘 흡수하는 특성을 지녀 가뭄이 지속될 경우 종자와 수분경쟁이 일어나 발아에 영향을 줄 수 있다.

3.3 비료

비료의 종류와 시비방법은 「제7장 잔디피복설계」를 참조한다.

3.4 토양개량제

[1] 지피·초화류의 토양개량제의 종류는 「제7장 잔디피복설계」를 참조한다.

[2] 지피·초화류의 토양개량제로서는 유기질계로서 이탄토, 피트모스 등과 무기질계로서 펄라이트, 버미큘라이트 등을 주로 이용한다.

제 9장 비탈면 녹화설계

I. 개요

1.1 적용범위

이 설계지침은 비탈면의 녹화설계에 적용한다.

1.2 전제조건

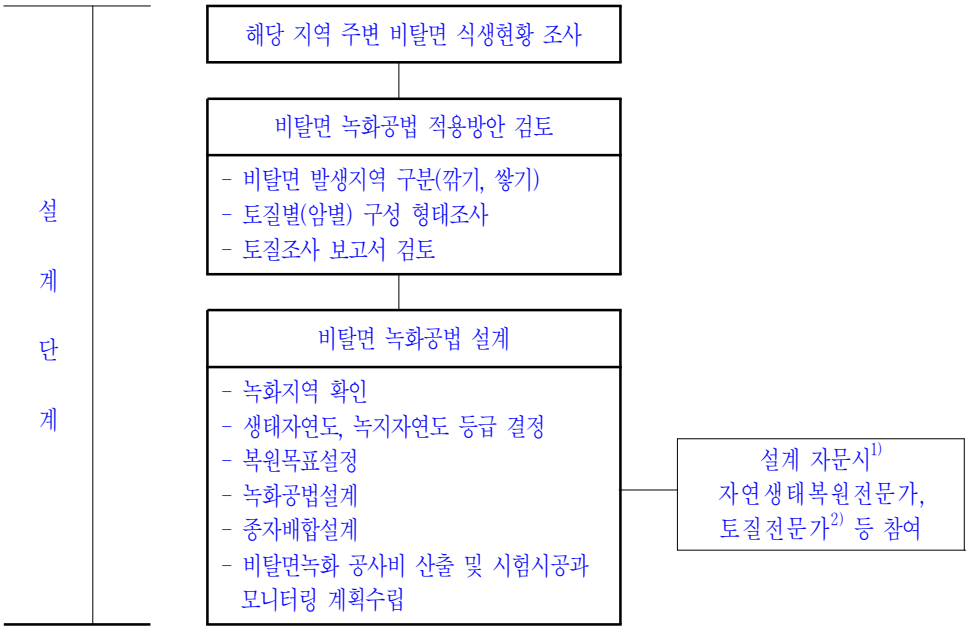
[1] 이 녹화설계는 비탈면의 안정에 관한 검토가 이미 이루어진 것을 전제로 한다.

[2] 양호한 경암 혹은 풍화에 대한 내구성이 강한 연암으로 구성된 비탈면이나 경사 60° 이상의 비탈면, 일반적인 녹화가 어려운 토질일 경우에는 자연생태복원전문가, 토질전문가의 자문을 통해 비탈면의 녹화가 반드시 필요하다고 판단되는 경우에만 선별하여 적용한다.

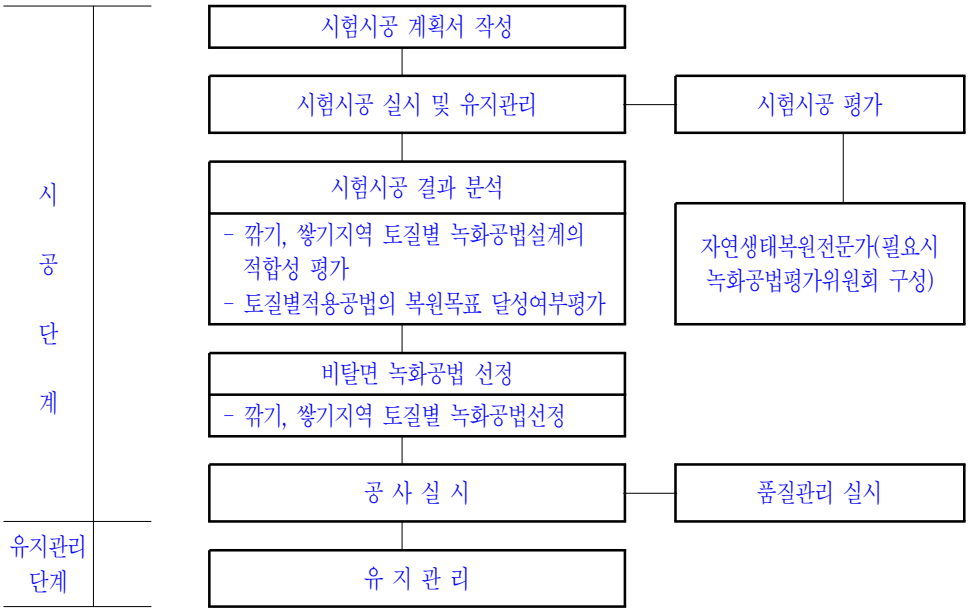
[3] 『조경설계기준, 국토교통부』의 제25장 비탈면 녹화편 및 『건설공사 비탈면 설계기준, 국토해양부』 제17장 비탈면 녹화편을 전제로 하며, 『도로비탈면 녹화공사의 설계 및 시공지침, 국토해양부』를 참고하도록 한다.

II. 일반공통사항

2.1 업무흐름도



<그림 2.9.1> 비탈면 녹화공사 업무흐름도 (계속)



<그림 2.9.1> 비탈면 녹화공사 업무흐름도

(주) : 1) 설계자문에서 녹화지역과 생태자연도, 녹지자연도 등급, 복원목표, 녹화공법, 종자배합 설계 및 공사비 등 비탈면 녹화 설계내용의 적정성을 검토한다.

2) 「자연생태복원전문가」는 『도로비탈면 녹화공사의 설계 및 시공 지침, 국토해양부』의 1.5 용어의 정의 부분에 따르며, 「토질전문가」는 「자연생태복원전문가」에 준한 기술자격이나 학위취득 후 소정의 경력을 갖춘자 또는 토질 및 암반관련 전문기관을 말한다.

2.2 고려사항

2.2.1 예비사항

[1] 비탈면에 식물을 도입하는 경우 이식한 것보다 종자로부터 생육한 것이 외부환경에의 적응성이 좋고, 뿌리뻗음과 생장이 좋으며 비탈면의 안정화에도 좋을 뿐만 아니라 그후의 유지관리도 손쉽다.

[2] 기계에 의한 파종공법은 대면적 급경사의 비탈면의 시공에 유리하므로 여기에서는 기계파종에 의한 공법을 중심으로 기술한다.

[3] 식물종자를 파종하여 비탈면에 식물군락을 조성하는 녹화공법은 살아있는 자재를 사용하여 종자에서 유식물, 생장이라고 하는 과정을 거쳐서 생존을 계속하는 것이기 때문에 그 배합, 식생기반, 시공방법, 시공시기, 유지관리의 방법 등에 따라 그 후의 상태가 크게 달라진다.

[4] 설계단계에서 녹화방법이나 순서가 잘못되면 치명적인 결과를 초래하게 되는 경우가 많다. 즉 단순히 토사비탈면에는 종자뿜어붙이기공, 암반비탈면에는 식생녹화토 뿜어붙이기공이라는 안이한 선정방법으로는 1~2년만에 식물군락이 쇠퇴하고 나지화가 진행되어 붕괴에 이르거나 주변환경과 전혀 이질적인 경관의 비탈면이 될 수도 있다.

2.2.2 실행의 전제조건

비탈면녹화공은 그 자체로서는 비탈면의 활동이나 붕괴의 구조적인 파괴를 방지하는 효과는 기대할 수 없다. 또한 도입한 식물이 쇠퇴하거나 그 지역에 부적합한 종류인 경우에도 침식방지나 환경보전의 목적은 달성되지 않는다. 따라서 비탈면녹화공의 실시는 다음의 전제조건을 충족하여야 한다.

[1] 기초의 안정성 확보

(1) 비탈면의 흙입자가 이동하고 있는 동안에는 식물의 정착이 대단히 어렵기 때문에 비탈면녹화공을 실시하는 곳의 기반은 안정되어 있어야 한다.

(2) 식물이 정착, 생육한 후에도 빗물, 눈, 동결, 서릿발, 바람 등에 의한 침식이나 붕괴에 취약한 비탈면이 되어서는 안되기 때문에 비탈면 토층의 안정성 유지에 대해서는 충분히 검토해 두어야 한다.

[2] 비탈면 토양 조건이 식생의 도입에 부적합하다고 판정되는 경우, 「제 5장, 3.5 표토판정 및 토양검사기준」을 참고하여 적정수준의 식재용토를 붙여 설계하는 것을 전제로 한다.

[3] 기상, 비탈면의 경사, 토질 등 기반의 생육적합성 확인 <표 2.9.1>

<표 2.9.1> 비탈면 기반의 생육적합도 판정기준(경사 및 토양경도)

판정기준		식생 생육특성
비탈면경사	30도 이하	▪ 키가 큰 수목의 양호한 식물군락 복원과 주위 재래종의 침입이 가능하다. ▪ 식물의 생육이 양호하고 피복이 완성되면 표면침식은 거의 없게 된다.
	30~35도	▪ 그대로 방치하였을 경우 주변으로부터의 자연침입으로 식물군락이 성립하는 한계각도이며 식물의 생육은 왕성하다.
	35~40도	▪ 식물의 생육은 양호한 편이나 키가 낮거나 중간 정도인 수목이 많고 초본류가 지표면을 덮는 군락의 조성이 바람직하다.
	45~60도	▪ 식물의 생육은 다소 불량하고 침입종이 줄어든다. ▪ 키가 낮은 수목이나 초본류로 형성되는 키가 작은 식물군락의 조성이 바람직하다. ▪ 키가 크게 자라는 수목을 도입하면 장래에 기반이 불안정하게 되는 일도 있다.
	60도 이상	▪ 생육이 현저하게 불량해지고 수목의 키가 낮게 자란다. ▪ 초본류의 쇠퇴가 빨리 일어난다. ▪ 바위의 틈사이로 뿌리가 신장되는 것을 기대하여 키가 낮은 수목을 주로 도입하는 것이 바람직하다.
토양의 경도	10㎜ 미만	▪ 건조하기 쉽기 때문에 종자의 발아가 불량해지기 쉬우나 정착한 식물의 생육은 양호하다.
	점성토 10~23㎜ 사질토 10~25㎜	▪ 지상부, 지하부 모두 생육이 양호하고 수목의 식재에도 적합하다.
	점성토 23~30㎜ 사질토 25~30㎜	▪ 일반적으로 토양속 식물뿌리의 신장이 장해를 받는다. 수목식재에는 부적합하다.
	30㎜ 이상	▪ 토양속 뿌리의 신장이 불가능하므로 뿌리부근의 토양을 재조성할 필요가 있다.
	암 석	▪ 뿌리의 신장이 불가능하므로 생육기반의 조성이 필요하다. 암석에 틈새가 있는 경우에는 수목류의 뿌리신장은 가능하다.

(주) 토양경도는 山中式 경도계에 의한 경도임

[4] 적절한 시공법의 선정

(1) 도입된 식물이 정착하여 충분히 생육하기까지에는 표층토나 생육기반재 등이 침식을 받지 않아야 한다.

(2) 외래초본류는 일반적으로 발아와 생육이 빠르기 때문에, 비옥한 생육기반에서는 식물종자를 비탈면에 1~2주 정도만 접착시킬 수 있는 간단한 공법으로도 충분하지만, 양

분이 적고 경사가 급한 비탈면에서는 비료분이 많고 침식에 강한 생육기반을 조성하는 공법이 필요하다.

(3) 목본류를 도입하는 경우에는 발아, 생육이 완만한 것이 많기 때문에 최저 2~3개월간은 침식되지 않는 공법을 필요로 한다.

(4) 뿌리의 신장이 곤란한 점토나 틈새가 적은 암석에서는 식물의 뿌리가 뻗을 수 있는 영역을 가진, 두꺼우면서도 수 년이상은 침식되지 않는 기반을 조성하여야 한다.

[5] 적절한 시공시기의 선택

(1) 식물이 침식을 받지 않을 정도까지 생장하는 데에는 온도, 수분, 광선 등을 충분히 확보할 기간이 필요하다.

(2) 생장이 빠른 외래 초본류에서는 1~2개월 정도의 비교적 짧은 기간으로도 충분하지만, 목본류는 발아와 생육이 완만하므로 월동하기에 충분한 개체로 성장하는데 필요한 4~6개월이 확보되어야 한다.

[6] 이상기상과 병충해에 대한 대비책 강구

(1) 식물이 어릴때에는 개체가 연약하고 뿌리의 활착이 불충분하므로 건조, 고온, 저온의 영향을 받기 쉽고, 서릿발, 동결, 병충해 등에 저항하는 힘이 미약하다.

(2) 이러한 사태가 발생하는 시기는 한정되어 있기 때문에 미리 시공시기, 소독, 방충 등의 대응조치를 세워두면 좋다.

2.2.3 일반사항

[1] 주변의 식생이 파괴되지 않도록 식재계획을 수립하고, 경우에 따라 법면의 폭을 확대하여 구배를 완화하고 나무를 식재하여 주변환경과의 조화를 유지하여야 한다.

[2] 비탈면의 조성 이전부터 복원 목표를 설정하여 목표에 따른 비탈면을 형성한다.

[3] 채석장, 토취장, 사토장 등은 복원시 비탈면을 녹화하여 생태계를 회복한다.

[4] 옹벽의 설치가 부득이한 경우 현장 및 주변 여건을 고려하여 식재가 가능한 조립식 옹벽, 식재선반 등을 우선 검토를 통하여 구조물 녹화를 시행토록 한다.

[5] 식재를 도입하는 경우 자연림이 갖는 계층을 고려하여 수목을 다층구조로 식재하도록 하며, 주변식생조사를 통해 향토수종을 도입하도록 한다.

[6] 암 노출지역은 경사도, 유형 등을 고려한 공법을 적용하여 신속한 피복효과를 도모한다.

(1) 암반 굴착시에는 요철을 두고 자연스럽게 굴착하여 식생기반을 형성한다.

(2) 급경사 암반비탈면에는 계단식 식생기반을 조성하여 토양 및 식생을 도입한다.

[7] 절개면 보호식재는 주변 식생환경 조사를 통하여 참싸리, 비수리, 안고초 등 우리나라 향토수종을 주재료로 선정하여 혼합한다.

[8] 옹벽 또는 절개지에 벽천 등을 도입하여 경관요소로 조성한다.

[9] 지형조건을 고려하여 가급적 절개면의 면적을 최소화할 수 있도록 도로를 설계한다.

[10] 공사용 도로나 진입로 건설과정에서 발생하는 비탈면절개지에 대해 절개지의 경사와 크기에 따른 식재공법을 선정한다.

[11] 주변의 식생과 조화를 이루도록 가능한 주변에 있는 나무나 풀의 이식계획을 포함한

식재계획을 수립한다.

III. 비탈면 녹화설계

3.1 녹화목표의 설정

[1] 댐, 단지, 도로, 건축물 등의 건설로 인한 자연지형이 훼손된 비탈면의 침식방지와 안정, 야생동물의 먹이와 은신처 제공, 생물다양성 보존, 이산화탄소 저감, 경관향상 등을 녹화설계 목표로 한다.

[2] 비탈면의 식물군락은 기본적으로 주변의 식물군락과 유사한 군락으로 조성하는 것이 경관·생태적으로나 비탈면의 안정강화, 유지관리 면에서도 바람직하며, 지역별로 다음 기준을 적용한다.

(1) 일반산림지역 : 시간이 지나면서 삼림으로 이행해 갈 수 있는 식물군락

(2) 농지 및 구릉지역 : 생태환경을 고려한 관목이나 초본 위주의 환경 녹화

(3) 도시계획구역내 자연환경보전지구 및 보전녹지, 자연녹지지역 : 자연성이 우수하여 보전가치가 높다고 평가되는, 주요녹지축에 해당되는 지역에서는 기존 녹지와의 연계성 확보 및 종 다양성 증진에 기여할 수 있는 식물군락

(4) 도시계획구역내 일반지역 : 경관을 고려하면서 주변 환경과 어울리는 식물군락

[3] 생육조건이 열악한 비탈면을 목표로 하는 식물군락으로 유도하고 유지시켜가기 위해서는 집중적인 관리를 필요로 하므로, 유지관리의 필요성이 적고 영속적으로 안정된 녹화가 가능한 식물군락을 목표로 설정한다.

3.2 사용종자의 선정

3.2.1 기본사항

[1] 먼저 主 구성식물을 결정하고 다음으로 그와 공존이 가능한 보전식물을 선정한다.

[2] 식물에는 제각각의 적지(기상, 지형, 토질 등)가 있고, 발아 생육의 특징 등이 있기 때문에 그 장소의 조건과 식물간의 공존성을 고려해야 한다. 입수가능한 종자중에서 주 구성식물을 중심으로 여러종류의 종자를 배합한다.

[3] 종자는 가급적 재래종을 사용하고 외래종은 되도록 사용을 억제하여야 한다.

[4] 종자는 전년도 채취종이어야 하나, 2년이내 채취한 것 중에서 발아율이 규정치 이상일 경우 사용할 수 있다.

[5] 파종종자의 순량률(순도) 및 발아율은 <표 2.9.4>를 참고하여 적용하며, <표 2.9.4>에 수록된 이외의 종자에 대해서는 아래 [6]~[10]의 기준에 따라 적용한다.

[6] 재래초종 종자는 발아율 30% 이상, 순량률 60% 이상이어야 한다.

[7] 자생잔디종자는 발아촉진 처리된 것이어야 하며, 발아율 60% 이상, 순량률 98% 이상이어야 한다.

[8] 외래도입초종은 발아율 70% 이상, 순량률 95% 이상이어야 한다.

[9] 외래도입잔디는 발아율 80% 이상, 순량률 98% 이상이어야 한다.

[10] 목본류 종자는 발아율 20% 이상, 순량률 50% 이상이어야 한다.

3.2.2 키가 큰 수목림 조성

[1] 한랭지

(1) 주 구성목 : 물오리나무, 사방오리나무, 자작나무, 아까시나무 등에서 1~2종

(2) 키낮은 수목 : 싸리, 족제비싸리 등

(3) 초본류 : 톨훼스큐, 크리핑 레드훼스큐, 오차드그라스, 켄터키 블루그라스, 비수리 등으로부터 2~3종

[2] 온난지

(1) 주 구성목 : 사방오리, 광나무, 다정큼나무 등으로부터 1~2종

(2) 키낮은 수목 : 싸리, 족제비 싸리, 구기자나무 등

(3) 초본류 : 톨훼스큐, 위핑러브그라스, 비수리 등으로부터 2~3종

[3] 수종별로 사용장소, 목적 뿐만 아니라 식생공법에도 크게 영향을 받는 사실에 주의한다.

(1) 아까시나무는 초본류나 키가 낮은 수목류를 피압하기 쉽다. 자작나무류는 표고, 기상 등의 조건에 따라 성립범위가 제한되며, 광나무는 초기생육이 느리다.

(2) 생육기반이 유기질이 아니면 발아·생육하지 않는 것이 있고, 그와 반대되는 성질을 갖고 있는 것도 있다.

3.2.3 키 낮은 수목림 조성

[1] 현재 성립가능한 키가 낮은 수목류로는 싸리, 족제비싸리, 다정큼나무, 구기자 등이 있다.

[2] 이중 싸리, 족제비싸리 등은 위 「3.2.2」 항에서의 초본류와 같이 파종되는 경우가 많다.

[3] 단, 싸리, 족제비싸리는 겨울철에 낙엽이 지므로, 온난지에서는 주 구성목으로 광나무나 다정큼나무를 파종하는 것이 바람직하다.

3.2.4 초원형 조성

위 「3.2.2」 항에서 제시된 초본류중에서 2~3종을 배합하고 경우에 따라서는 억새, 호장근, 쑥, 비수리 등과 같은 재래초종중에서 1~2종을 배합한다.

3.3 녹화기초공의 선정

3.3.1 선정기준

■비탈면에 식물을 도입하기 위해서는 기상, 경사, 기반이 목표로 하는 식물군락의 성립에 적합하여야 한다. 그러나 이러한 조건에 부합되는 경우가 그리 많지 않으므로 대개는 불량한 생육환경을 식물의 생육에 적합하게 완화시키거나 생육기반의 안정화를 도모하여야 한다.

[1] 기상환경

기상환경은 동일한 지역의 비탈면에서도 그 위치, 방향, 형상, 지질 등에 따라 영향이 다르고, 특히 식물의 발아, 유아기에 영향을 크게 미치므로 열악한 기상환경을 완화시킨다.

[2] 비탈면 경사

경사가 급하면 종자나 유아기, 또는 성장기의 식물도 이동하거나 미끄러지기 쉽다. 또한 수분이나 양분의 보급이 어려워지고, 생육기반재가 미끄러짐으로써 뿌리의 생육을 저해하고 결국 식물생육이 불량해지는 경우가 많으므로, 건전한 식물군락의 조성을 위해서는

이러한 조건을 고려해야 한다.

[3] 불량생육기반 개선과 생육기반영역 확보

■다음과 같은 토양의 비탈면에서는 기초공으로서 비탈면 자체의 토양을 개량하던가 식물의 생육에 적합한 생육기반을 비탈면 위에 조성하여야 한다.

(1) 山中式 토양경도계로 측정한 토양경도가 25㎜ 이상인 경우

(2) 토양산소의 부족으로 뿌리의 신장이 억제되기 쉬운 점성토

(3) 마사토, 무토양 비탈면, 강산성토, 알칼리성토 등 식물의 생육을 어렵게 하는 토양

(4) 암반면

3.3.2 비탈면 기초공법의 유형과 특징

■다음의 비탈면 기초공법은 몇 가지의 목적을 겸하여 적용되기도 하고 몇 가지의 공법을 조합하여 사용할 수도 있다.

[1] 합성수지네트 붙임공

(1) 비탈면의 요철 등에 잘 적응하여 취급이 용이하다.

(2) 강성이 부족하기 때문에 상해, 낙석에 대한 효과가 적다.

(3) 식물이 성장함에 따라 위로 들려질 수 있다.

[2] 철망 붙임공

(1) 빗물의 충격과 흘러내림으로 부터의 보호효과나 낙석방지효과가 크다.

(2) 특히 상해방지효과와 식생기반재의 안정효과가 뛰어나다.

(3) 망의 크기가 작으면 목본류의 생장에 지장을 주는 경우가 있다.

(4) 암 절토면중 경사가 급한 곳에 녹화공법과 병행하여 사용되는 경우가 많다.

[3] 식생혈공

(1) 경질토 등에 뿌리의 신장영역을 조성하기에 좋다.

(2) 비탈면에 침투수를 증가시키므로 붕괴의 위험이 있는 비탈면에는 적합하지 않다.

[4] 격자틀 붙이기공

(1) 식생기반토양이 부족한 비탈면에 비옥한 흙이나 흙자루가 미끄러 떨어지지 않게 할 목적으로 사용한다.

(2) 격자틀 하부의 세굴에 의한 붕괴에 대해서는 충분히 주의해야 한다.

(3) 토압이나 붕괴에는 대응이 불가능하기 때문에 이러한 위험이 있는 곳에는 사용하지 않는다.

(4) 최근에는 격자틀 내부에 식생자루 쌓기 등을 혼합하여 사용하기도 한다.

[5] 콘크리트 힘줄박기공

(1) 비탈면에서 소규모의 토압이나 붕괴의 위험성에 대해서 그 규모에 따라 콘크리트의 단면이나 형상을 결정하여 현장에서 시공한다.

(2) 따라서 비교적 경사가 급한 비탈면의 안정화와 식생기반용지의 확보에 적합하다.

(3) 콘크리트 격자틀 내부를 채우기 위해서는 객토 뿜어붙이기, 식생녹화토 뿜어붙이기를 사용하고, 경사가 1 : 1보다 완만한 곳에서는 식생자루를 사용하는 경우도 있다.

[6] 섬유네트공

(1) 토사가 있는 비탈면에 적용한다.

(2) 강도가 약하며 부피가 큰 버럭이 섞인 비탈면에서는 부적합하다.

(3) 함수력으로 우수의 흘러내림을 억제하고 보습력으로 인한 표층토양 습도보존, 그늘막 형성으로 종자에 대한 직사광선 방지, 표층 보온효과, 재료 부식으로 인한 거름효과가 있다.

(4) 사용되는 재료로는 코아네트, 쥬트네트, 쥬트메쉬 등이 있다.

[7] 거적덮기공

(1) 토사가 있는 비탈면에 적용한다.

(2) 강도가 약하여 우수의 과도한 영향으로 인한 토압 억지력이 약하다.

(3) 보습력으로 표층토양 습도유지, 그늘막 형성으로 직사광선 방지 및 표층보온 효과가 있다.

(4) 시공에는 씨앗부착 짚거적, 짚거적 등이 사용된다.

3.4 녹화식생공법의 선정

식생공법은 녹화의 목표를 확실하게 달성시킬 수 있는 방법이어야 한다. 즉 녹화목표에 따라 선정한 식물종자의 발아 및 생육이 가능한 공법이어야 하므로, 사용하는 식물종자의 특성과 녹화대상 비탈면의 기상, 토질 등을 충분히 감안하여 선정한다.

3.4.1 고려사항 및 순서

[1] 녹화 목표 설정

[2] 목표달성이 가능한 종자 선정

[3] 녹화대상 비탈면의 제조건에 따른 녹화기초공법 선정

[4] 사용식물의 발아·생육조건, 비탈면의 토질상태를 고려하여 기본적인 식생공법 결정

[5] 현존하는 공법의 종류와 특징을 충분히 이해한 후, 시공면적과 시공공정, 시공시기, 재료의 입수여부 등을 고려하여 가장 적합한 공법을 선정한다.

3.4.2 식물유형별 발아, 생육특성

[1] 목본류

(1) 현재 사용되고 있는 목본식물의 종자는 발아율이 낮고 발아에 장기간을 필요로 하는 것이 많으므로, 목본식물의 생육기반은 장기간동안 침식에 견뎌낼 수 있는 특성을 가진 것이어야 하며 비옥한 기반을 필요로 한다.

(2) 일단 생장하기 시작하면 뿌리가 깊이 뻗고 복잡한 근계층을 형성하기 때문에 비탈면의 안정도를 높이는 효과는 크다.

(3) 토사인 경우의 토질은 토양경도 25㎜ 이하이어야 하고, 암석의 경우에는 절리가 발달하여 뿌리 신장의 여지가 많아야 한다.

[2] 초본류

(1) 외래초본류는 발아율, 발아세, 초기생육 등이 좋으나 비료에 대한 요구도가 높으므로 생육기반에 비료분이 많아야 한다.

(2) 외래초본류는 같은 종류가 밀생하기 쉬워 병충해나 특이한 기상조건으로 전면 고사하기 쉽고, 뿌리가 얕게 뻗기 때문에 미끄러져 떨어지기 쉽다.

3.4.3 식생공법의 종류와 특징

[1] 비탈면의 토질상태와 사용되는 식물의 종류에 따른 기본공법

(1) 경사가 45°이하이고 식물뿌리의 뻗음이 용이한 비옥한 비탈면에서의 목본류 도입은 두께 1~3㎝의 기반층으로 1~2개월간 유·망실되지 않는 공법이라야 한다.

(2) 외래초본류의 도입시에는 두께 1㎝ 이하의 기반층으로 1~2주 동안 유·망실되지 않는 공법이어야 한다.

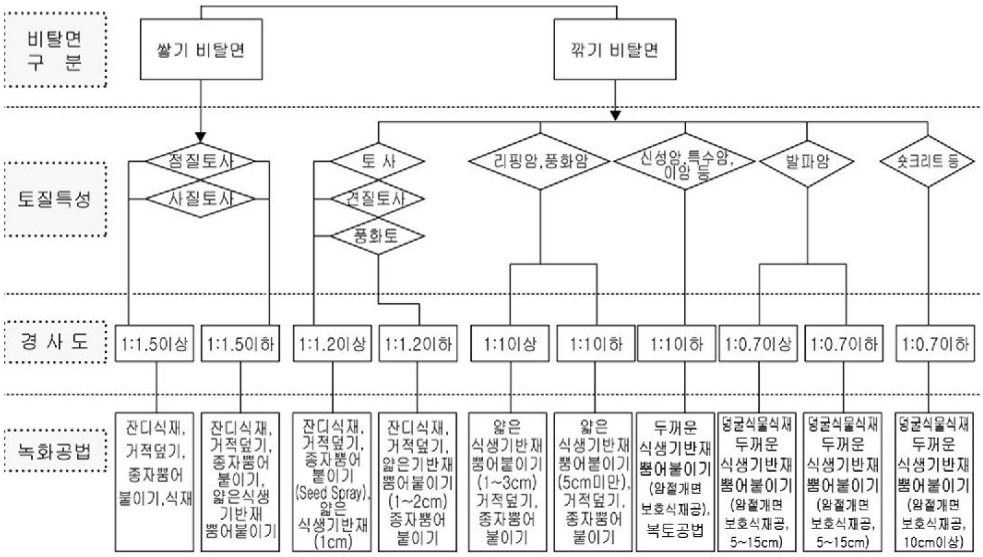
(3) 경사가 45°이상의 비료분이 적은 비탈면에서는 사용종자가 유망실되지 않고 비료분이 풍부한 식생기반을 조성하여야 한다.

(4) 비탈면에 뿌리가 뻗을 여지가 없는 점성토나 절리가 적은 경암에서는 뿌리의 신장영역을 완전하게 조성해 주어야 한다.

[2] 비탈면의 조건에 따른 식생공법의 종류는 『조경설계기준, 국토교통부』의 제25장 비탈면 녹화를 참고하도록 한다.

3.4.4 녹화공법의 선정

[1] 녹화기초공과 식생공법 종류를 기초로한 녹화공법의 선정은 <그림2.9.2>에 준한다.



<그림 2.9.2> 녹화공법의 선정

(주) 1) 상기공법은 토질특성과 경사도에 따라 일반적인 공법을 예시로 제시한 것이며 이외에도 식생매트, 식생네트, 자생종 포트묘식재+식생기반재 뿜어붙이기, 표층토 활용공법, 식물발생재 활용공법, 친환경소재 활용공법, 조경수 식재공법 등 다양한 녹화공법이 있으며 리핑암·풍화암 구간의 거적덮기와 종자뿜어붙이기는 암 풍화에 따라 제한적으로 적용 가능한 공법이다. 식재는 초본류 식재, 초본·관목류 식재, 목본류 식재 등이 있다. 식생기반재 뿜어붙이기 두께도 일반적인 값을 제시한 것이며 현장 여건에 따라 적정하게 설계한다.

2) 1:1.5는 높이가 1일 때 수평거리가 1.5인 비탈면이며 1:1.5 이상은 수평거리가 1.5 이상을 말한다.

3.5 종자의 배합과 파종량의 결정

[1] 키가 큰 수림형의 발생기대본수

(1) 발아율, 발아세가 낮고 식생기반이 깊은 곳에서는 발아하기 어려운, 키가 큰 수목의 종자는 1~2종류의 총발생기대본수를 100~200본/㎡으로 하고, 키가 작은 수목의 종자는 1~2종류 100~300본/㎡, 초본류종자는 2~3종류 300~500본/㎡ 정도로 설정하는 것이 바람직하다.

(2) 목본류의 발생이 너무 많으면 각 개체가 도장하여 빈약해지고 초본류가 쇠퇴하기 쉽기 때문에 초본류에는 내음성이 있는 종류를 1가지 이상 배합하는 것이 좋다.

[2] 키가 낮은 수림형의 파종량

키가 낮은 수림형의 파종량도 위와 같은 이유로 초본류의 파종량을 낮추어 키가 낮은 수목 2~3종류의 총발생기대본수를 200~500본/㎡, 초본종자를 200~500본/㎡으로 설정하는 것이 바람직하다.

[3] 초본주도형의 파종량

(1) 초본군락은 개체의 성립본수가 너무 많으면 비탈면의 토질이 비료분을 많이 함유하고 있거나 비료분이 많은 식생기반으로 조성되는 경우에도 서로 경합하여 쇠퇴 또는 왜화한다.

(2) 초본류의 밀도는 최종적으로는 100본/㎡ 정도로 정착하므로, 유망실이 일어나기 쉬운 공법으로 시공한 경우에도 시공직후의 발생본수를 1,000본/㎡ 정도로 하는 것이 강한 군락의 형성에 도움이 된다.

[4] 파종량의 계산

(1) 파종량은 일반적으로는 단위면적당의 발생기대본수로부터 다음식에 의하여 구한다.

$$W = \frac{G}{S \times P/100 \times B/100 \times K}$$

식에서, W : 도입종마다의 파종량(g)
G : 발생기대본수(본/㎡)
S : 평균립수(립/g)
P : 순도(%)
B : 발아율(%)
K : 보정율

(2) 여기에서 S, P, B는 각 식물마다의 표준적인 수치를 사용할 수 있지만 종자의 채집년도에 따라서 다소의 변화가 있기 때문에 시공직전에 확인을 하는 것이 좋다.

(3) 보정율에 대해서는 다음의 사항을 참고로하여 정한다.
가. 법면경사 : 45°이상은 0.9, 45°이내는 1.0
나. 토질 : 경암은 0.9, 그 외는 1.0
다. 비탈면의 방위 : 남서향 0.9, 그 외는 1.0
라. 건조지 : 1,000㎜/년 이하는 0.8, 1,000㎜/년 이상은 1.0
마. 공법 : 특히 유망실되기 쉽거나 발아가 어려운 공법은 0.5~0.9

바. 산도 : pH 5.5~7.0은 1.0, 그 외 강산, 알카리 0.9

사. 시공시기별 <표 2.9.2>

구분	3~6월	7~8월	9월	10~11월
초본	1.0	0.8	1.0	0.7
목본	1.0	0.8	0.5	

아. 사용종자별 <표 2.9.3>

구 분	야생화,외래초본	재래초본,교목	콩과관목류
보정율	1.0	0.13	0.25

(4) 입수, 순도 및 발아율은 <표 2.9.4> 사항을 참고로하여 적용한다. <표 2.9.4>

구분	품종	g당 입수	순도 (%)	발아율 (%)	비고	구분	품종	g당 입수	순도 (%)	발아율 (%)	비고
교목류	소나무	100	-	30~60		관목류	산초나무	100	-	10~20	
	곰솔	65	-	25~50			옻나무	65	-	10~20	
	산오리	1200	-	30~50			참싸리	150	-	50~60	박피
	사방오리	750	-	30~50			족제비싸리	90	-	60~80	
	쉬나무	95	-	30~60			낭아초	180	-	60~80	
	붉나무	60~70	-	30~60			조팝나무	8000	-	10~20	
	자귀나무	25	-	20~50		재래초종	비수리	600	-	60~80	
	아카시아	60	-	50			쑥	3500	-	50~70	
잔디	톨훼스큐	500	98	85			새	1000	-	30~50	
	퍼레니얼 라이그라스	500	98	90			억새	1000	-	30~50	
	크리핑레드 훼스큐	1200	97	85			호장근	500	-	20~60	
	츄잉훼스큐	1000	95	80		야생화	달맞이꽃	3300	-	50	
	하드훼스큐	1100	90	80			코스모스	170	-	65	
	켄터키블루 그라스	4800	90	75			금계국	250	-	50	
	크리핑벤트 그라스	17400	95	90			춘차국	1600	-	70	
	콜로니얼 벤트그라스	13500	85	85			샤스타 데이지	800	-	65	
	들잔디	2500	97	50			루드베키아	2100	-	70	
만경류	담쟁이덩굴	40	-	30			끈끈이 대나물	7000	-	70	
							서양톱풀	5000	-	65	

IV. 기타 재료의 설정

4.1 시비량

[1] 복합비료는 농촌진흥청 비료공정규격품 또는 동등 이상의 것을 사용하고 사용종류는 감독원의 지시 및 공사시방서에 따른다.

[2] 조경용 유기질 비료는 퇴비, 부엽토, 부숙왕겨 또는 톱밥 등의 부산물을 완전히 부숙한 부산물 비료로, 악취를 방지하거나 물리적 성상을 변화시키기 위하여 첨가제를 혼합하여 제조할 수 있으며, 유기물 함량이 25% 이상, 유기물 대 질소의 비가 50 이하가 되어야 한다.

[3] 자연사면과 같이 낙엽이나 양질의 토양이 존재하는 곳에서는 식물의 생존에 필요한 양분이 충분히 공급되지만, 절토비탈면에서는 양분이 거의 없거나 부족하게 된다. 그러나 식물에 따라서는 양분이 없어도 스스로 양분을 만들어 생육해 가는 종류도 있고, 식물의 종류에 따라 좋아하는 비료의 성분도 다르다.

[4] 목본류를 주 구성종으로 하는 식물군락을 목표로 하는 경우에는 초본류의 초기생장을 억제하고 목본류의 생장을 촉진하는 인산(P), 칼리(K) 성분이 많은 비료가 좋으나, 초본류의 번무를 조기에 필요로 하는 경우에는 성분배합이 N < P > K로 된 완효성 비료가 좋다.

[5] 시비 대신에 퇴비 등을 다량으로 사용한 유기질기재 식생기반은 비효가 천천히 나타나고 지속성이 있다는 장점이 있다.

[6] 초본군락의 조성에는 질소분이 많은 비료가 좋지만 다량의 질소를 한번에 주게되면 생육장해가 발생한다. 또한 초본류는 대개 비료요구도가 높기 때문에 지효성의 비료가 좋지만 비료에 의존하기보다는 유기질기재를 식생기반으로 하는 것이 더 바람직하다.

[7] 시비량은 비료의 성분함량이나 지속성 등을 고려하여야 하나, 복합비료(18-18-18)를 50~ 100g/㎡로 설정한다.

4.2 기타

기타 재료에 관한 사항은 『도로비탈면 녹화공사의 설계 및 시공 지침, 국토해양부』의 1.2 재료 부분에 따른다.

V. 비탈면 녹화 시험시공 계획 설정

[1] 비탈면 녹화공법의 적용을 위해 토질별로 복원목표에 부합되는 녹화공법을 정하기 전에 시험시공을 통하여 녹화품질 및 시공성을 정량적, 경제적으로 분석함으로써 해당 비탈면의 자연환경여건에 부합하고 지속성이 있는 최적 녹화공법을 선정하기 위하여 시험시공

을 실시한다.

[2] 시공자는 설계에 반영한 녹화식물과 종자배합비율, 종자 사용량 등으로 시험시공을 실시한다. 다만, 설계 내용과 상이하게 시험시공을 시행할 필요가 있다고 판단될 경우에는 사전에 해당 전문가의 자문을 받아, 발주자와 협의를 해야 한다.

[3] 시공자는 현장에서 시험시공에 적합하다고 판단되는 대표적인 위치를 감독원 및 자연생태복원전문가와 협의하여 1개소 지정한다. 시공자는 현장에서 시험시공에 적합하다고 판단되는 대표적인 위치를 시험시공 대상지로 선정하고, 깎기 및 쌓기 구간의 토질 및 암질별로 3개공법 이내로 선정한다.

[4] 시험시공의 면적은 공법 당 100~200㎡ 범위 내에서 시행한다.

[5] 시험시공은 현장별로 1회 이상 시행하는 것을 원칙으로 하되, 인근 현장과의 거리가 10km 내외이고 현장여건이 유사하여 인근 현장의 시험시공 결과를 활용할 수 있는 경우, 시험시공 횟수를 생략하거나 조정하여 시행하게 할 수 있다.

[6] 비탈면 녹화공사가 소규모인 경우, 녹화공법이 검증된 경우, 공사일정상 시험시공을 수행하기 어려운 경우에는 감독원, 자연생태복원전문가 및 토질전문가와 협의하여 시험시공 시행여부를 결정한다.

[7] 비탈면 녹화공법 선정을 위한 시험시공과 모니터링에 소요되는 비용은 일식단가(PS단가)로 설계서에 반영하되, [2]항에 의거, 시험시공 개소 및 면적 등으로 인하여 당초 설계 내용과 상이하게 시험시공을 시행할 경우에는 소요비용 증,감사항에 대해서 발주자와 상의하여 반영할 수 있다.

[8] 기타 시공 및 평가 등에 관한 사항은 『도로비탈면 녹화공사의 설계 및 시공 지침, 국토해양부』를 참고하도록 한다.

VI. 시공시기의 설정

[1] 일반적으로 식물의 발아에는 적당한 수분과 5~15℃ 이상 되는 날이 1~2주 동안 계속되는 것이 필요하며, 발아된 식물이 어느 정도의 기상변화에 견딜 수 있는 개체로까지 성장하기 위해서는 이러한 조건이 2~3개월 이상 계속되어야 한다.

[2] 따라서 여름철이나 가을철에 파종하면 좋은 결과를 기대하기는 어렵다. 특히 목본류는 여름철을 지나서 파종하게 되면, 전혀 발아하지 않거나 발아 후 어느 정도까지는 생장한다 하여도 월동하기 어려운 것이 대부분이다.

[3] 목본류를 주 구성종으로 하는 경우에는 3월~6월 사이에 시공하고, 초본류위주의 시공은 3월~6월 또는 9월~10월 사이에 하는 것이 적절하다.

[4] 이 기간내에 시공이 불가능할 경우에는 기온이 발아온도보다 낮아지는 늦가을 이후에 시공하여 이듬해에 발아할 수 있도록 한다.

제 10장 이식설계

I. 개요

1.1 적용범위

[1] 본 기준은 댐수몰지 및 사업구간의 노거수 및 자생수목 이식에 적용한다.

[2] 이식전 준비사항, 뿌리돌림, 굴취, 운반, 식재, 유지관리, 기타 이식에 따른 제반 사항을 포함한다.

1.2 전제조건

[1] 『조경설계기준, 국토해양부』의 제20장 수목식재편을 전제로 한다.

[2] 이식 대상 수목은 식생조사를 통해 선정한다.

[3] 본 기준에 적용되는 나무의 크기는 현지조사를 통해 직접 재어서 결정한다.

[4] 수목의 규격을 다른 방법으로 표시한 경우는 별도 기준에 의해 환산한다.

[5] 가식의 경우에는 식재부분을 80%만 적용한다.

[6] 이식을 위한 규격은 원칙적으로 근원직경을 적용하며, 근원직경에 대한 표시가 없을 경우에는 <표 2.10.1>을 기준으로 흉고직경과 수고를 각각 근원직경으로 환산하여 적용한다.

<표 2.10.1> 근원직경과 관련된 흉고직경 및 수고

근원직경	흉고직경	수고	근원직경	흉고직경	수고	근원직경	흉고직경	수고
6	5	2.0	22	18	5.5	45	36	12.0
8	6	2.5	25	20	6.0	50	40	14.0
10	8	3.0	28	22	7.0	60	48	16.0
12	10	3.5	30	25	8.0	70	56	18.0
15	12	4.0	35	28	9.0	80	65	21.0
18	15	4.5	40	32	10.0	100	80	25.0
20	16	5.0						

VII.

■ 적용근거 : 일반적으로 근원직경은 흉고직경의 1.2배로 본다. 단, 이 수치는 일반적인 가정치로서 수종, 생육상태에 따라 다르므로 실제 적용할 때는 실측에 의하여야 한다.)

II. 이식과정별 설계 지침

2.1 사전 검토사항

[1] 나무를 캐기에 앞서 뿌리의 상태와 뿌리부를 에워싸는 토양의 조건을 미리 판정한다.

[2] 뿌리의 분포, 2차근 여부, 심근성, 천근성, 조밀도 등을 조사한다.

[3] 사질토, 역질토, 용암질토 등은 뿌리분 형성이 곤란하므로 대책을 강구한다.

[4] 분의 크기와 뿌리감기 여부도 결정한다.

2.2 준비 및 뿌리돌림

[1] 수종별로 1~2년 전에 뿌리돌림을 실시한다.

[2] 뿌리돌림의 크기는 근원직경의 5~6배로 한다.

[3] 뿌리돌림 후에는 흙을 다시 덮고 버팀형 지주목(삼발이)으로 고정한다.

[4] 투입인원 및 재료는 굴취에 준하며, 지주목설치는 「제 6장 수목식재설계」를 적용한다.

[5] 뿌리돌림 대상수목은 이식이 어려운 나무, 잔뿌리의 발생이 어려운 나무, 늙고 큰 나무, 희귀한 나무 등이다. 다음의 수종은 뿌리돌림을 실시하는 것을 원칙으로 한다.

(1) 주목, 소나무, 섬잣나무, 편백, 화백, 향나무, 식나무, 종가시나무, 느릅나무, 녹나무, 동백나무, 목백합, 히말라야시다, 굴거리나무, 매화나무, 단풍나무류, 낙엽송, 가문비나무, 젓나무류, 노간주나무, 자작나무, 호도나무, 층층나무, 낙우송 등

(2) 야생수목은 대부분 생육조건이 불량하므로 원칙적으로 뿌리돌림을 실시한다.

2.3 굴취

2.3.1 굴취품

[1] 교목류의 굴취품은 다음과 같이 한다.

<표 2.10.2> 야생교목 굴취 품

근원직경(㎝)	조경공	보통인부	근원직경(㎝)	조경공	보통인부	근원직경(㎝)	조경공	보통인부
5 이하	0.156	0.024	16	1.164	0.156	27	2.448	0.336
6	0.228	0.024	17	1.260	0.168	28	2.508	0.348
7	0.312	0.036	18	1.380	0.180	29	2.580	0.360
8	0.396	0.048	19	1.488	0.204	30	2.640	0.372
9	0.468	0.060	20	1.596	0.216	32	2.882	0.400
10	0.564	0.072	21	1.716	0.240	35	3.194	0.443
11	0.660	0.108	22	1.836	0.264	38	3.506	0.487
12	0.756	0.12	23	1.944	0.264	40	3.714	0.515
13	0.840	0.132	24	2.076	0.276	45	4.233	0.588
14	0.948	0.132	25	2.220	0.300	50	4.753	0.660
15	1.056	0.144	26	2.376	0.336			

■ 적용근거 : 근원직경 30㎝까지는 정부 표준품셈의 노무품을 그대로 적용하며, 그 이상의 규격은 품셈표를 기준으로 회귀분석을 실시하여 회귀계수를 산출한 후 각 규격에 맞는 노무공 수를 산정한다.
■ 근원직경 50㎝를 초과하는 대형목은 견적으로 처리한다.

[2] 관목류의 굴취는 품셈기준에 20%를 가산한다.

<표 2.10.3> 야생관목 굴취품

수고(m)	0.3 이하	~ 0.7 이하	~ 1.1 이하	~ 1.5 이하
조경공(인)	0.012	0.048	0.096	0.168
보통인부(인)	0.0024	0.0072	0.012	0.024

2.3.2 뿌리분의 형태

[1] 분의 형태는 특별한 규정이 없는 경우 보통분을 원칙으로 한다.

[2] 조개분은 심근성 수목에 적용한다.

[3] 접시분은 천근성의 수목에 적용한다.

[4] 뿌리분의 깊이는 측근의 발생밀도가 현저하게 줄어든 부위까지로 하며(분직경의 60%), 뿌리의 발생상태로 보아 조절할 수 있다.

2.3.3 분의 표면적 및 체적

[1] 뿌리분의 표면적 및 체적은 다음과 같이 산출한다.(보통 뿌리분이고 뿌리분의 직경(D)이 근원직경의 4배인 4배분의 경우)

$$\text{표면적(S)} = \pi \times \left(\frac{D}{2}\right)^2 + \frac{D}{2} \times \pi D + \frac{1}{2}\sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2 + \left(\frac{D}{4}\right)^2} \times \pi D = \frac{(6+\sqrt{5})\pi D^2}{8}$$

$$\text{분체적(V)} = \pi\left(\frac{D}{2}\right)^3 + \frac{1}{3}\pi\left(\frac{D}{2}\right)^2 \times \frac{D}{4} = \frac{7}{48}\pi D^3$$

2.3.4 뿌리분 보호

(■적용근거 : 품셈기준 및 공식에 의해 산출)

[1] 뿌리분은 철선, 새끼, 녹화끈, 녹화마대, 가마니, 밴드, 거적 등을 이용하여 감아주고 보호조치한다.

[2] 위의 재료중 철선, 녹화끈, 녹화마대를 원칙적으로 적용한다.

[3] 고무밴드는 특별한 경우 외에는 사용하지 않으며, 사용한 경우는 식재할 때 제거한다.

[4] 새끼, 녹화끈은 분크기 36㎝ 까지는 1줄감기, 36~72㎝는 2줄감기, 72㎝ 이상은 3줄감기로 하고 간격은 6㎝로 한다. (D : 뿌리분의 직경)

(1) 횡선감기 : $3.14 \times D \times$ 감는횟수 $\times$ 줄수

(2) 종선감기 : $(4+\sqrt{5}) \times D/2 \times$ 횟수 $\times$ 줄수 $= 3.118D \times$ 횟수 $\times$줄수

(3) 감는횟수

- ■1줄감기 : (0.9㎝ + 6㎝) × 횟수 = D/2 - 6㎝ -> 횟수 = (D/2 - 6) / 6.9
- ■2줄감기 : (0.9㎝ × 2 + 6㎝) × 횟수 = D/2 - 6㎝ -> 횟수 = (D/2 - 6) / 7.8
- ■3줄감기 : (0.9㎝ × 3 + 6㎝) × 횟수 = D/2 - 6㎝ -> 횟수 = (D/2 - 6) / 8.7

[5] 고무밴드 : 근원직경 12㎝ 이상인 경우에 적용하며, 생산품이 없는 경우 폐튜브를 6등분하여 사용한다. (L : 고무밴드의 길이)

$$L = \left(\frac{4+\sqrt{5}}{2}\right) \times D \times \left(3.14 \times \frac{D}{0.3}\right) = 32.65D^2$$

[6] 철선 : 근원직경 12㎝ 이상인 경우에 한하여 적용한다. 근원직경 30㎝ 미만의 분은 6㎜ 철선, 30㎝ 이상의 분은 9㎜ 철선을 사용하며, 말목직경 R20 까지는ø6㎜, 그 이상은 ø9㎜ 철선을 사용한다.

(1) 종선감기 : $\frac{4+\sqrt{5}}{2} \times D \times$ 횟수 $\times$ 줄수

(2) 목감기 : $(R + \text{말목직경} \times 2) \times 3.14 \times$ 횟수 $\times$ 줄수

(3) 횟수 및 줄수는 <표 2.10.4>에 의한다.

<표 2.10.4> 철선감기의 횟수 및 줄수

구분	종선감기	목감기	구분	종선감기	목감기
R 20 미만	4회 2줄	3회 2줄	R 30 ~ R 40 미만	6회 3줄	4회 3줄
R 20 ~ R 30 미만	5회 3줄		R 40 이상	8회 3줄	

[7] 가마니, 거적, 녹화마대 등은 직경 12㎝ 이상의 분에 한하여 적용하며 1회 한하여 재사용한다. 소요량은 (표면적 × 0.5)를 적용한다.

[8] 기타 : 직경 12㎝ 이상의 나무는 비계목, 말목을 대어 보호한다.

(1) 말목 :

가. 근원직경 20㎝ 미만 : 길이 1.0m × 직경 6㎝

$$V = 3.14 \times (\frac{0.06}{2})^2 \times 1.0 \times \frac{R}{0.08} = 0.111R(m^3)$$

나. 근원직경 20㎝ 이상 : 길이 1.2m x 직경 9㎝

$$V = 3.14 \times (\frac{0.09}{2})^2 \times 1.2 \times \frac{R}{0.08} = 0.299R(m^3)$$

(2) 비계목 : 길이 25㎝ x 직경 8㎝

$$V = 3.14 \times (\frac{0.08}{2})^2 \times 0.25 \times 1/2 \times 종선감기횟수 \times 4 = 0.0025 \times 횟수$$

[9] 위 공식에 의해 산출한 재료별 기준은 다음 표와 같다.

<표 2.10.5> 뿌리분 보호 재료표

근원경	분직경(D)		새끼, 녹화끈(m)		철선(m)		말목(㎥)	비계목(㎥)	고무밴드(m)		거적,녹화마대(㎡)	
	4배분	5배분	4배분	5배분	4배분	5배분			4배분	5배분	4배분	5배분
6	0.24	0.30	1.5	3.8								
8	0.32	0.40	4.0	10.0								
10	0.40	0.50	10.0	18.8								
12	0.48	0.60	18.0	30.0	8.3	12.6	0.013	0.010	7.5	11.8	0.28	0.44
15	0.60	0.75	30.0	70.4	10.3	15.7	0.017	0.010	11.7	18.4	0.44	0.69
18	0.72	0.90	54.1	84.5	12.3	18.7	0.020	0.010	16.9	26.5	0.63	0.99
20	0.80	1.00	60.1	112.6	25.5	35.6	0.060	0.013	20.9	32.7	0.78	1.23
22	0.88	1.10	82.6	123.9	28.1	39.1	0.066	0.013	25.3	39.5	0.95	1.48
25	1.00	1.25	112.6	164.3	31.8	44.4	0.075	0.013	32.7	51.0	1.23	1.91
28	1.12	1.40	126.2	210.3	35.6	49.7	0.084	0.013	41.0	64.0	1.53	2.40
30	1.20	1.50	157.7	225.3	46.0	68.7	0.090	0.015	47.0	73.5	1.76	2.75
35	1.40	1.75	210.3	328.5	53.6	80.0	0.105	0.015	64.0	100.0	2.40	3.75
40	1.60	2.00	270.3	413.0	81.3	116.6	0.120	0.020	83.6	130.6	3.16	4.89
50	2.00	2.50	413.0	657.1	101.5	145.5	0.150	0.020	130.6	204.1	4.90	7.65

[10]약제 : 뿌리의 절단면을 보호하기 위해 다음과 같이 조치한 후 약제를 바른다.

(1) 톱 등으로 거칠게 절단한 굵은 뿌리와 곧은 뿌리는 미끈하게 다듬고 수분의 증발을 막기 위해 물에 적신 거적 등으로 싸준다.

(2) 절단부에 콜타르를 발라 건조를 방지한다.

(3) 수액의 분출이 심한 수종은 절단 후 불에 달군 인두로 짚어서 수액 누출을 막는다.

2.3.5 동토법(Iceball method)

[1] 근계를 둘러싸고 있는 토양이 추위로 동결되어 한덩어리 동토로 된 상태에서 뿌리분을 만들어 이식하는 방법

[2] 영하 10℃ 이하에서 나무주위를 파고 분모양으로 만든 후 2주 정도 지나면 완전히 동결된다.

[3] 분감기, 거적쌓기, 철선 감기 등 보호조치가 필요하지 않다.

2.4 나무의 중량

2.4.1 전체 중량

[1] 나무 전체의 중량은 지상부중량과 지하부 중량을 합하여 산출한다.

[2] 지상부 및 지하부 중량은 나무의 종류, 조건, 토양상태 등에 따라 아래와 같이 산출한다.

2.4.2 지상부 중량

[1] 나무의 지상부 중량은 아래 식에 의해 산출한다.

$$W(kg) = k \times 3.14 \times (\frac{B}{2})^2 \times h \times w_1 \times (1+p)$$

식에서, k : 수간형상계수 (0.5)
B : 흉고직경 (m) (근원직경 x 0.8)
h : 수고 (m)
p : 지엽의 과다에 의한 보합률 (임목 : 0.3, 고립목 : 1.0)
w1 : 수간의 단위체적당 중량

[2] 수간의 단위체적당 중량은 다음 표에 의하며, 기타 수목은 1,200kg/m^3으로 한다.

<표 2.10.6> 수간의 단위체적당 중량

수 종	단위 체적중량(kg/㎥)
가시나무류, 감탕나무, 상수리나무, 소귀나무, 졸참나무, 호랑가시나무, 회양목 등	1,340 이상
느티나무, 말발도리, 목련, 빗죽이나무, 사스레피나무, 쪽동백, 참느릅나무 등	1,300 ~ 1,340
굴거리나무, 단풍나무, 산벚나무, 은행나무, 일본잎갈나무, 향나무, 곰솔 등	1,250 ~ 1,300
모밀잣밤나무, 벽오동, 소나무, 칠엽수, 편백, 플라타너스 등	1,210 ~ 1,250
가문비나무, 녹나무, 삼나무, 왜금송, 일본목련 등	1,170 ~ 1,210
굴피나무, 화백 등	1,170 이하

2.4.3 지하부 중량

[1] 지하부 중량은 위 2.3.3에서 구한 뿌리분의 체적에 토양 단위중량을 곱하여 산출한다.

[2] 토양의 단위중량은 현장에서 토양조사한 결과에 따른다.

[3] 현장조사를 실시하지 않은 경우 토양종류에 따라 다음 표에 의해 적용하며, 특별한 지정이 없으면 1,700kg/㎥로 한다.

[4] 뿌리를 포함한 분의 단위중량은 1,300kg/㎥로 한다.

<표 2.10.7> 수목 지하부의 중량기준

구분	형상	중량(kg/㎥)	구분	형상	중량(kg/㎥)
점질토	보통	1,500 ~ 1,700	모래질 흙	모래질흙	1,700 ~ 1,900
	자갈 등이 섞인 것	1,600 ~ 1,800	점토	건조	1,200 ~ 1,700
	자갈 등이 섞이고수분이 많은 것	1,900 ~ 2,100		습기	1,700 ~ 1,800
				모래	1,800 ~ 1,900

(■ 적용근거 : 표준품셈)

2.5 운반 및 상하차

나무의 크기 및 현장조건에 따라 아래와 같이 구분 적용하며 트럭, 크레인 등 도로가 필요한 경우 도로개설비는 별도 산정한다.

2.5.1 상하차

[1] 크기에 따라 크레인, 체인블록 또는 유압식 백호우를 이용한다.

[2] 직경 15㎝ 이상은 백호우를 이용한다.

[3] 직경 40㎝ 이상은 크레인을 이용한다.

[4] 규격이 작은 나무는 인력상하차로 하며 체인블록을 사용한다.

2.5.2 목도운반

[1] 근원직경 15㎝ 미만까지 적용한다.

[2] 굴취장소에서 상차를 위한 집결장소 까지 평균거리는 20m로 한다. 단, 현장조건별로 특별히 규정할 필요가 있을 때는 따로 결정한다.

[3] 목도공 수는 근원직경에 따라 아래 표와 같이 산출한다.

<표 2.10.8> 목도운반의 인부소요기준

구분	목도공			비고
	계	운반	상하차	
10㎝ 이하	3	1	2 (1+1)	어깨메기. 싣기 1 + 부리기 1
12㎝ 이하	4	2	2 (1+1)	1명 뿌리분, 1명 수관부
15㎝ 미만	5	3	2 (1+1)	2명 뿌리분, 1명 수관부

(■ 적용근거 : ▪ 수목중량 산출 후 1인당 50kg을 기준으로 산정한 운반 인원수 + 상하차 2인
▪ 상차시에는 부리기 1인 대신 트럭(또는 트레일러 등)위 1인으로 대체함)

[4] 운반비는 다음식에 의해 산출한다.

$$\text{운반비} = \frac{M}{T} \times A\left(\frac{60 \times 2 \times L}{V} + t\right)$$

식에서, T : 1일 실작업시간(분) 450분
M : 목도공의 수(인) : 총운반량/1인당 1회 운반량
A : 목도공 노임 L : 운반거리(㎞)
V : 왕복 평균속도(㎞/hr) t : 준비시간(2분)

[5] 왕복평균속도는 다음과 같다.

<표 2.10.9> 왕복평균속도

도로의 상태	양 호	보 통	불 량	물이 있는 논
속도(㎞/hr)	2.0	1.5	1.0	0.5

[6] 경사지 운반계수는 다음과 같다.

<표 2.10.10> 경사지 환산계수

경사도	%	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
	각도	6	11	17	22	27	31	35	39	42	45
환산계수		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

2.5.3 트럭운반

[1] 직경 20㎝까지는 2.5톤 트럭, 30㎝까지는 4.5톤 트럭, 35㎝ 이상은 8톤 트럭으로 운반한다.

[2] 트럭 적재량은 아래표와 같다.

<표 2.10.11> 트럭운반의 적재량 기준

근원경(㎝)	중량(톤/주)	2.5톤	4.5톤	8톤	12톤	트럭위 인부	근원경(㎝)	중량(톤/주)	2.5톤	4.5톤	8톤	12톤	트럭위 인부
6	0.012	37	67	104	156	1	25	0.750	1	3	7	10	3
8	0.023	30	52	83	123	1	28	1.057	1	3	7	10	3
10	0.048	17	30	49	75	1	30	1.299		1	4	7	3
12	0.082	17	30	49	75	1	35	2.061			2	4	3
15	0.162	7	14	26	39	2	40	3.100			1	2	4
18	0.281	3	7	14	21	2	45					2	4
20	0.385	3	7	14	21	2	50					1	4
22	0.509	1	3	7	10	2							

(■적용근거 : 표준품셈 및 중량에 따른 인부 산정)

[3] 덤프트럭 운반 기본식

$$Q = \frac{60 \cdot q \cdot f \cdot E}{Cm} \qquad q = \frac{T}{rt} \cdot L$$

식에서, Q : 1시간당 흐트러진 상태의 작업량(㎥/hr)
q : 흐트러진 상태의 덤프트럭 1회 적재량(㎥)
rt : 자연상태에서의 토석의 단위중량(습윤밀도)(ton/㎥)
T : 덤프트럭 적재용량(ton)
L : 토량환산계수에서의 토량변화율

$$L = \frac{\text{흐트러진상태의토량}(㎥)}{\text{자연상태의토량}(㎥)}$$

f : 토량환산계수
E : 작업효율(0.9)
Cm : 1회 사이클 시간(분) = T1 + T2 + T3 + T4

[4] 상차 및 하차시간은 「2.5.1」, 「2.5.2」를 참조한다.

[5] 운반시간은 표준품셈을 참조한다.

[6] 대기시간은 0.42분(적재장소가 넓지는 않으나 목적장소에 불편없이 진입)

2.5.4 수간보호

[1] 상하차 및 운반 단계에서 줄기에 수피가 박리되지 않도록 한다.

[2] 줄기에 새끼나 가마니, 거적, 녹화마대, 녹화끈 등을 감아 적절히 보호한다.

[3] 뿌리에서 1.2m 높이까지 두 번 감아주고 둘레에 보호 말목을 대고 철선(#8)으로 고정시킨다.

2.6 식재

2.6.1 식재

[1] 표준품셈의 근원직경을 기준으로 한다.

[2] 지주목이 없을 때는 식재품의 20%를 감한다.

[3] 다음 표에 나타나지 않은 중간 규격은 식재품 회귀분석결과를 참조한다.

[4] 50㎝ 초과 수목은 견적에 의한다.

<표 2.10.12> 수목의 식재품

근원직경	인 력 시 공		기 계 시 공			근원직경	인 력 시 공		기 계 시 공		
(㎝)	조경공	보통인부	조경공	보통인부	굴삭기	(㎝)	조경공	보통인부	조경공	보통인부	굴삭기
5 이하	0.17	0.10				21	1.32	0.8	0.85	0.42	0.54
6	0.23	0.14				22	1.40	0.85	0.90	0.44	0.57
7	0.3	0.18				23	1.47	0.89	0.95	0.46	0.60
8	0.37	0.22				24	1.55	0.94	1.00	0.49	0.64
9	0.44	0.26				25	1.62	0.99	1.05	0.51	0.67
10	0.51	0.30	0.33	0.16	0.24	26	1.70	1.04	1.10	0.54	0.70
11	0.58	0.35	0.37	0.18	0.28	27	1.78	1.07	1.15	0.56	0.73
12	0.65	0.39	0.42	0.2	0.31	28	1.83	1.09	1.18	0.57	0.75
13	0.72	0.43	0.46	0.23	0.34	29	1.87	1.12	1.20	0.59	0.76
14	0.8	0.48	0.52	0.25	0.38	30	1.91	1.15	1.23	0.60	0.78
15	0.87	0.52	0.56	0.27	0.41	32	2.11	1.28			
16	0.94	0.57	0.61	0.30	0.45	35	2.33	1.41			
17	1.02	0.62	0.66	0.32	0.49	38	2.54	1.54			
18	1.09	0.66	0.70	0.34	0.52	40	2.698	1.63			
19	1.17	0.71	0.76	0.37	0.56	45	3.05	1.84			
20	1.25	0.76	0.81	0.39	0.60	50	3.41	2.06			

■ 지주목이 없을 때는 20%를 감한다. ■ 적용근거 : 품셈기준 및 품셈기준 회귀분석

■ 근원직경 30cm이상일 경우 품셈기준에 대한 회귀분석을 통하여 품을 산출하도록 한다.

2.6.2 지주목설치

「제6장 수목식재설계」의 「4.3.1」을 참고하여 크기 및 용도에 따라 적용한다. 지주목 설치에 필요한 인력은 식재품에 포함된 것으로 본다.

2.6.3 시비

[1] 비료는 「제6장 수목식재설계」를 참고하되 부숙질비료(부숙퇴비)를 원칙으로 한다. 비료량

은 현장의 토양조건을 분석하여 토양중에 포함되어 있는 유기질량과 비료의 유기질량을 비교하여 배합비를 결정하며 토양개량 목표치는 「제5장 식재지반설계」를 참조한다.

[2] 토양조사가 이루어지지 않은 경우에는 다음 표를 참조한다.

<표 2.10.13> 유기질비료의 시비 및 수간보호공 기준

근원직경	유기질 비료(kg)	수간보호				근원직경	유기질 비료(kg)	수간보호			
		조경공	보통 인부	새끼, 녹화끈	거적, 녹화마대			조경공	보통 인부	새끼, 녹화끈	거적, 녹화마대
5이하	5					22	20	0.76	0.22	240	5.2
6	5					25	25	0.81	0.27	310	5.7
8	5					28	25	1.00	0.30	350	6.0
10	10	0.13	0.04	75	2.3	30	30	1.40	0.42	470	7.5
12	10	0.25	0.08	115	3.2	35	35	2.03	0.61	605	10.0
15	15	0.40	0.12	160	4.0	40	40				
18	15	0.50	0.15	180	4.5	관목류군식	10kg/㎡				
20	20	0.65	0.17	195	4.7	관목류단식	5				

(■적용근거 : 일반적인 유기질 비료 기준 및 품셈, 뿌리돌림 등 참조)

2.6.4 기타

「제6장 수목식재설계」를 적용한다.

2.7 유지관리

2.7.1 수간보호

[1] 목적 : 건조방지, 병충해방제, 동해방지

[2] 소나무, 기타 수간보호가 필요한 나무, 직경 15㎝ 이상의 나무에는 진흙바르기, 녹화마대 감기 등 수간보호 조치를 취한다. 재료는 <표 2.10.13>과 같다.

2.7.2 전지, 전정

낙엽수, 상록수, 여름, 겨울 등으로 구분하여 1회 적용한다.

2.7.3 약제살포

[1] 이식이 어려운 수종과 근원직경 15㎝ 이상의 나무에 발근촉진제, 증산억제제를 살포한다.

[2] 연 2회씩 2년간 실시한다.

[3] 사용약제는 다음과 같은 것이 있다.

(1) 발근촉진제(호르몬처리법) : NAA, IBA, IAA, 2,4-D 등

(2) 상표명에 의하면 루톤, 트랜스플랜톤 등이 있다.

(3) 증발억제제 : 그린너 20배 수용액, 크라우드카바 10배 수용액 등

2.7.4 관수

[1] 관수량은 토양조건, 식물종류, 기후 등에 따라 산정하되, 산출이 곤란한 경우 다음에 의한다. (단, 사질양토를 10㎝ 깊이로 적시는데 필요한 수량을 12.75㎜로 한다)

$$\text{관수량} = \sum(\text{수목수량} \times \text{분지표면적}) \times \text{분평균깊이} \times 12.75\text{㎜}$$

제 11장 생태계 복원설계

I. 개요

1.1 적용범위

[1] 우리공사의 건설, 개발사업의 결과로 발생하는 수계, 육계의 각종 생태계 훼손지역을 복구하거나 새로운 생태체계를 구성해 나가는데 적용한다.

[2] 도시의 공원·녹지와 댐상하류의 하천복원, 생태공원 및 자연학습원 등의 조성에 적용한다.

[3] 생태계 복원이란 생물상과 물리적 환경간의 상호작용을 복원함을 의미하며, 수행과정에 중점을 둔다.

II. 일반공통사항

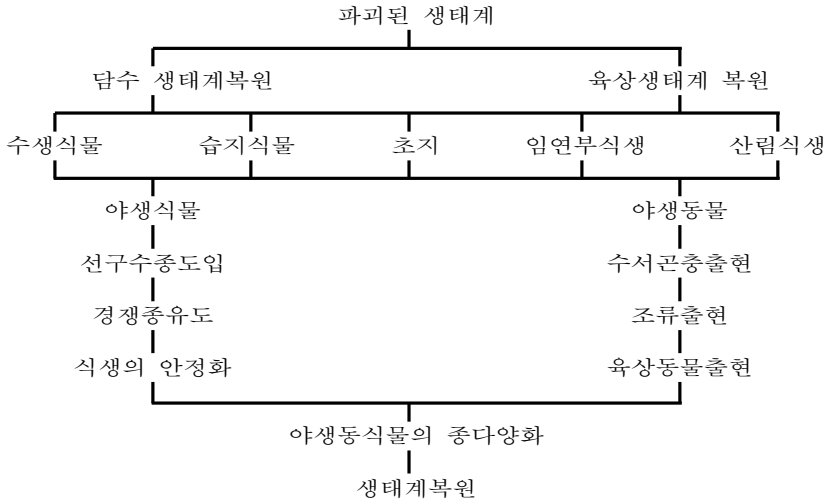
2.1 생태계 복원의 의미와 가치

[1] 생태계 복원의 궁극적인 목적은 종다양성의 확대에 있다.

[2] 자연적 회복과 생존을 통한 종의지속, 먹이사슬의 작용, 식물과 동물군락간의 관계를 매개로한 전 시스템에 걸친 영양보존, 유역보존, 주기적 홍수나 화재와 같은 군락형성의 비생물적 과정 등이 생태적 복원에 있어 중요한 고려사항이다.

[3] 생태계 복원은 과거의 형태가 남아 있는 훼손되고 파괴된 지역을 원래의 상태로 회복시키는 것을 의미하며 환경적, 심미적 기능 모두를 포함한다.

2.2 생태계 복원의 과정



<그림 2.11.1> 생태계 복원의 표준 과정도

2.3 생태계 복원의 기대효과

<표 2.11.1> 생태계 복원의 기대효과

	담수생태계 복원		육상생태계 복원	
	내용	효과	내용	효과
지형조정	■물길정비 -물깊이, 폭의 다양화	■다양한 추이대 형성 -식생의 다양화 -유인동물의 다양화	■등고선 조정 -음지, 양지의 조정	■음지, 양지식생의 분포환경 조성 ■조류의 다양한 서식환경 조성
	■물가장자리 변화 -기슭의 경사도 -바닥재료의 다양화			
	■인공섬 조성	■조류의 안전한 서식처 제공		
식생도입	■생활형에 따른 식재 대상지 선정	■선구수종의 조속한 정착	■주변자연식생과의 연계식재	■생태계 연결통로 형성
			■접근로 주변식생은 내성의 정도에 따른 식재	■적지적소의 적합한 식재로 교란에 대비
			■고유의 분포환경조성	■고유의 서식환경조성으로 생태계안정화
야생동물서식처	■덤불조성	■food, shelter, cover의 조류 서식처의 조성원리 구현	■다양한 군락 조성	■다양한 생활 환경 조성으로 야생동물의 서식처 조성과 안정된 생태계 유도
	■인공섬 조성	■안전한 은식처		
	■그늘지는 수면과 다양한 물풀	■어류, 곤충의 서식처 제공	■인간의 접근지역과 제한지역경계 명확한 구분	■생태계 교란 최소한 억제
	■썩은 나무가지	■조류생활장소제공		

III. 산림식생복원

3.1 기본사항

[1] 육상생태계 복원의 최종목표는 산림식생복원에 둔다.

[2] 적용가능한 경사도는 우리나라 낙엽활엽수림의 삼림식생이 잘 발달되고 있는 15~30% 경사의 사면으로 한다. 이 경사의 지역은 일반적으로 다음의 특성을 지닌다.

(1) 통기성과 배수가 자유스러워 뿌리의 호흡이 용이하다.

(2) 균등한 수분의 공급과 그 이용이 가능하며

(3) 주변환경으로부터 자연스럽게 물리적, 공간적으로 격리되며 주변의 자연경관과 쉽게 조화된다.

[3] 안정적인 식물사회를 형성하기 위한 산림식생의 최소군락면적은 400~600㎡를 확보해야 한다.

[4] 식생복원의 성패는 토양의 속성에 크게 좌우된다. 산림식생복원을 위한 대상지 토양의 조건은 다음과 같다.

(1) 산지의 A_1층에 해당하는 표토층 30㎝ 이상과 뿌리의 충분한 신장을 위한 깊이 50㎝

이상의 유효토층이 확보되어야 한다.

(2) 통기성과 투수성이 양호하고 양분과 수분이 적당하여야 한다.

[5] 복원사면의 토양침식을 방지하고 반입토양의 안정화를 위해서 활엽수의 낙엽, 나무껍질, 볏짚 등의 사면보호재료를 이용한다. 이들 재료는 다음의 효과를 줄 수 있다.

(1) 사면토양의 보습, 보온효과

(2) 외부잡초의 침입(발아) 견제효과

(3) 지속적인 영양분 공급효과

(4) 토양 미생물의 발달 촉진

(5) 강우에 의한 토양침식 방지효과

[6] 식생재료는 새로운 환경조건에 대한 신속한 적응을 위해 포트에서 생육한 묘목을 사용한다. 묘목은 포트의 상직경 10~11㎝, 하직경 8~9㎝, 높이 10㎝인 비닐화분용기에서 2년 이상 양묘한 것으로 한다.

[7] 복원지역의 가장자리는 일부의 면적을 완충지역으로 확보하여 식생정착을 보조하도록 한다. 완충지역은 다음의 식재방법을 적용한다.

(1) 식재종의 군락구조를 연장·확대하는 방법

(2) 개화형 등 미적효과를 가미한 배식

(3) 종간, 개체간의 경쟁을 유도하기 위한 밀식(4~5본/㎡)과 혼식(3종/㎡)

3.2 수종선정기준

3.2.1 기후요인

[1] 다층식생구조를 고려하여 도입식생을 선정한다. 기후요인만을 고려할 때 중부지방에 도입할 수 있는 층별 수종은 <표 2.11.2>와 같다.

<표 2.11.2> 중부지방 산림식생의 층위별 우세·우점 수종

층위	우점종	우세종
상층부	신갈나무, 서어나무, 갈참나무, 까치박달, 밤나무, 소나무, 산벚나무, 굴참나무	상수리나무, 신갈나무, 굴참나무, 졸참나무, 느티나무, 팥배나무, 음나무, 귀룽나무, 서어나무, 까치박달, 오리나무, 물오리나무, 가중나무, 층층나무
중층부	단풍나무, 좁은단풍나무, 때죽나무, 층층나무, 산수유	회잎나무, 쪽동백나무, 생강나무, 참회나무, 좁은단풍나무, 팥배나무, 물오리나무, 개옻나무, 물푸레나무, 개암나무, 개박달나무, 고로쇠나무
하층부	국수나무, 청가시나무, 회잎나무, 병꽃나무	청가시덩굴, 병꽃나무, 조록싸리, 산딸기, 말발도리나무, 참싸리, 좁은잎참빗살나무, 딱총나무, 풀싸리, 매자나무, 누리장나무, 땅비싸리, 산딸나무, 나무딸기, 머루

<표 2.11.3> 수종별 생육온량지수

수 종	생육범위 (。C·month)	최적생육범위 (。C·month)	수 종	생육범위 (。C·month)	최적생육범위 (。C·month)
사스래나무	8~121	30~63	졸참나무	40~122	67~92
잣나무	21~121	45~81	쪽동백나무	40~121	67~92
호랑버들	19~100	45~86	서어나무	41~121	67~94
물박달나무	25~102	45~88	버드나무	45~111	68~92
신갈나무	18~111	46~90	능수버들	43~105	68~87
개박달나무	30~91	46~82	말채나무	46~112	69~93
고로쇠나무	28~121	48~88	굴피나무	62~123	71~94
미역줄나무	11~112	49~84	비목나무	46~121	71~102
흰귀룽나무	24~100	49~86	갈참나무	50~121	75~91
박달나무	23~98	50~84	팽나무	46~127	73~102
다릅나무	30~112	51~89	밤나무	62~122	75~98
오갈피나무	30~111	51~87	소태나무	47~112	74~89
가래나무	41~98	52~84	떡갈나무	50~123	75~97
물푸레나무	20~121	54~91	느티나무	63~123	76~99
난티나무	30~98	54~78	노간주나무	41~112	77~93
산돌배나무	30~99	56~88	작살나무	47~122	77~98
까치박달나무	40~121	57~87	개서어나무	47~122	77~103
느릅나무	37~112	58~91	굴참나무	58~122	77~95
함박꽃나무	45~110	58~85	상수리나무	58~112	85~99
층층나무	45~114	59~92	곰 솔	67~123	93~104
쇠물푸레나무	47~122	60~95	생강나무	47~127	63~95
소나무	30~122	60~95			

· 자료 : 임양재, "Distribution of Forest Vegetation and Climate in Korean Peninsula.III", Jap.J.of Ecol. Vol.27, No.3, 1977

<표 2.11.4> 질소고정식물의 예

콩과식물	아카시나무, 족제비싸리, 싸리나무류, 자귀나무, 토끼풀, 잔개자리, 벌노랭이 등
비콩과식물	오리나무, 물오리나무, 사방오리나무, 소귀나무, 보리수나무, 왕보리수

[2] 온량지수를 기준으로 대상지역에 생육가능한 자연수종을 선발한다. <표 2.11.3>

[3] 군집의 천이과정에서 닫힌 수관에서는 양수에서 음수, 중용수로의 식생의 천이가 이루어지므로 도입수종의 음양성을 고려하여 선발한다.

3.2.2 토양 및 지형요인

[1] 도입수종은 토양의 이화학적 성질, 지력 등의 토양환경에 대한 생육특성을 고려하여 선정한다.

[2] 토양내 유기물이 거의 없는 나지나 기존식생이 없는 지역에서는 질소고정식물을 선구식물로 이용하여 지력을 향상시키고, 목표수종의 생육을 보호·촉진한다.

[3] 지형요인은 온도, 토양유기물, 수분, 광선 등의 환경요인을 조정하여 식생구조를 변화시킨다. 우리나라 중부지방을 기준으로 각 사면별 자연 우세수종은 다음과 같다.

<표 2.11.5> 사면별 자연우세수종

사 면	상층부(교목성)	하층부(관목성)
남사면	신갈나무, 산뽕나무, 느티나무, 생강나무, 고로쇠나무, 물푸레나무, 단풍나무, 서어나무	때죽나무, 국수나무, 조록싸리, 산딸기, 노린재나무, 병꽃나무, 철쭉, 산초나무, 싸리나무, 진달래
북사면	신갈나무, 생강나무, 좁은단풍나무, 졸참나무, 팥배나무, 갈참나무, 산벚나무, 층층나무, 물푸레나무, 서어나무	산철쭉, 회잎나무, 청대패집나무, 옻나무, 가막살나무, 국수나무, 진달래, 병꽃나무, 노린재나무, 작살나무
동사면	신갈나무, 소나무	
동남사면	신갈나무, 물갬나무, 팥배나무, 소나무, 참나무류	국수나무, 철쭉나무, 진달래, 병꽃나무
남서사면	신갈나무, 물갬나무, 좁은단풍나무	진달래, 덜꿩나무
서북사면	신갈나무, 소나무, 물푸레나무, 좁은단풍나무, 생강나무, 갈참나무	

3.3 식재기준 및 지침

3.3.1 최소면적과 폭

[1] 복원대상지역의 면적과 폭은 식생군집이 자체기능과 구조를 갖는데 제한요인으로 작용하므로 충분한 규모가 확보되어야 한다.

<표 2.11.6> 식생군집의 최소규모

인위영향의 크기	최소면적	최소폭	임연군락폭
약	1,000~1,200㎡	20m	3m
중	3,000~5,000㎡	50m	6m
강	10,000~90,000㎡	100m	12m

■ 최소면적과 최소폭은 임연군락폭을 포함한다.
■ 내부도로가 개설될 경우, 최소폭은 도로폭 + 임연군락폭 만큼씩 증가한다.

3.3.2 식재거리

[1] 초기 식재거리는 설정 목표년도 및 이식수목의 크기를 고려하여 정한다.

[2] 단기목표인 경우에는 목표수종의 성숙후의 거리를 기준으로 간벌을 고려하여 중묘목을 조밀하게 식재하는 것으로 한다.

[3] 목표수종의 성숙후의 거리는 다음의 기준을 적용한다.

<표 2.11.7> 목표수종의 성숙후 수목간 유지거리

상층부		중층부		상층우점종과	상층우점종과
우점종간 거리	수종간 거리	우점종간 거리	수종간 거리	상층수종간의 최소거리	중층수종간의 최소거리
7.0~8.0m	4.0~5.5m	6.0~7.0m	2.5~3.5m	4.0m	2.0m

3.3.3 종구성

[1] 안정된 식물군집에서 우점종의 비율은 50% 이상이다. 따라서 목표수종의 비율을 30%(상층 20%, 중층 10%)로 하고 속성수 65%, 보호수관목 5%로 종구성을 한다.

[2] 이때 상층과 중층의 목표수종은 우점종과 우세종을 각각 50%로 구성한다.

[3] 대상지가 척박한 경우에는 속성수와 보호수의 일부를 질소고정식물로 대치한다.

[4] 목표수종중 관목은 식재후 5~10년 경과후 파종하거나 속성수 제거후 묘목으로 식재한다.

<표 2.11.8> 산림식생복원의 종구성기준

	목표수종				속성수종 (시비수종)	보호수종 (시비수종)	시비수종*
	상층부		중층부				
	우점종	우세종	우점종	우세종			
구성비율	10%	10%	5%	5%	65%	5%	20~30%
구성종수	1~2종	3~4종	1~2종	3~4종	1~2종	3~4종	1~2종

■시비수종은 필요시 속성수종과 보호수종으로 대치할 수 있다.

3.3.4 식재단위

[1] 식재밀도에 따라 산개림형, 소생림형, 밀생림형으로 구분한다.

[2] 자연식생의 상관에 따라 고수림형, 저수림형, 임연군락형, 관목림형, 반공개림형 등으로 구분할 수 있다.

[3] 군식의 우점종에 의하여 갈참나무림, 서어나무림, 진달래 등으로 구분할 수 있다.

[4] 대상지 환경에 따라 저습지식생형, 고산식생형, 사구식생형 등으로 구분할 수 있다.

3.3.5 토양환경 개선

[1] 단기적 처리와 장기적 처리로 구분한다.

[2] 단기적 처리

(1) 물리·화학적 처리에 의존

(2) 무리한 물리적에너지 투입이나 화학물질에 의해 또다른 환경악화 유발 우려

[3] 장기적 처리

VIII.자연현상 또는 식물체에 의해 토양환경을 점진적으로 개선

[4] 토양환경개선은 <표 2.11.9>의 기준을 적용한다.

<표 2.11.9> 토양환경 개선 기준

	요인	문제점	단기적 처리	장기적 처리
물리적 환경	구조	다짐	경운(40~100㎝)	식생
		엉성	다짐/표토 성토(40~60㎝)	식생
	안정성	불안정	토양안정제/멀칭	정지작업/식생
	수분	매우습윤	배수	배수
		매우 건조	유기물 피복	식생
영양물질	주영양원소	질소결핍	비료	질소고정식물
		기타결핍	비료 + 석회	비료 + 석회
	미량원소	결핍	비료	-
화학적환경	산도	강알칼리성	황화철쓰레기/유기물	풍화작용
		강산성	석회	석회
	중금속	매우 오염	유기물피복/내성작물 경작	중화제/내성작물 경작
	염기	매우 높다	풍화/관수	내성작물/작물

3.4 생태계(식생)이전 설계

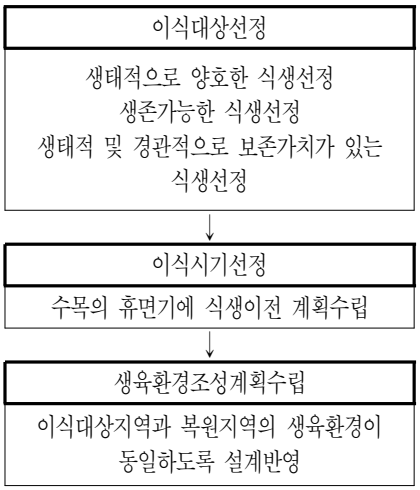
3.4.1 생태계이전의 계획과 설계

[1] 식생이전대상 수목은 생태적으로 양호한 식생 및 생존가능한 식생(유령목)을 원칙으로

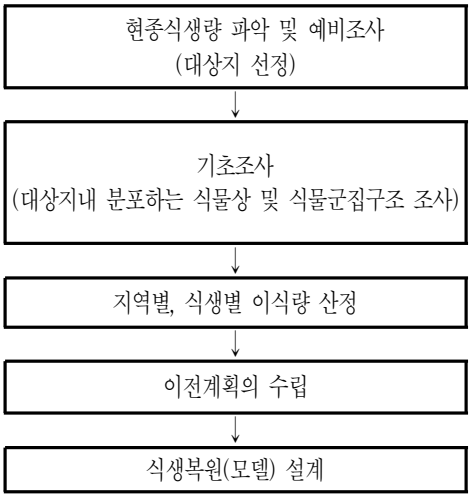
하며, 자생수목을 활용하여, 자연생태계를 복원설계한다.

[2] 생태계(식생)이전 설계는 해당지역의 식생특성을 정밀조사하여 특성을 파악한 후 실시한다.

생태계(식생)이전 계획의 순서



생태계(식생)이전 설계과정



3.4.2 식생복원설계

[1] 식생이전 대상지역의 식생현황 및 식생조사(식물상 및 식물군집 구조조사)는 본 설계기준의 생태조사 및 분석의 해당항에 따라 조사·분석한다.

[2] 식생복원은 자연천이의 원칙에 기초하여 설계하도록 한다.

[3] 이전예정지의 전체생육주수(흉고직경별 수량)를 파악한 후, 이전대상 수목을 선정하고 굴취계획을 수립한다.

[4] 식생이전 대상수목은 수종별 평균 상대우점치(%) 및 ㎡당 현존개체수를 파악하여 복원모델을 결정한다.

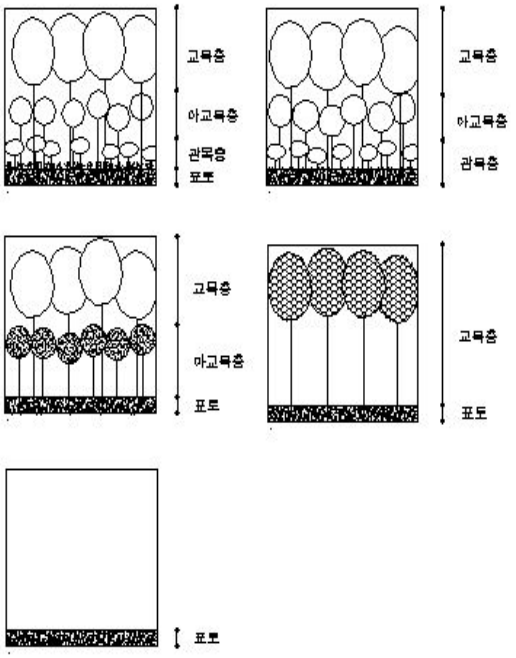
[5] 이전대상수목의 선정기준은 다음의 사항을 참고하여 선정한다.

(1) 교목류 : 흉고직경 2~5㎝, 또는 수고 2~5m

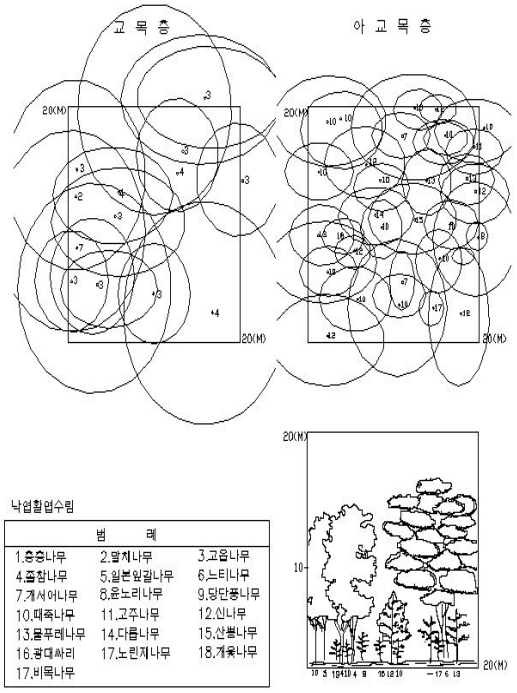
(2) 아교목류 : 흉고직경 2㎝ 미만, 또는 수고 2m 이하

(3) 관목류 : 흉고직경 2㎝ 미만, 또는 수고 2m 이하

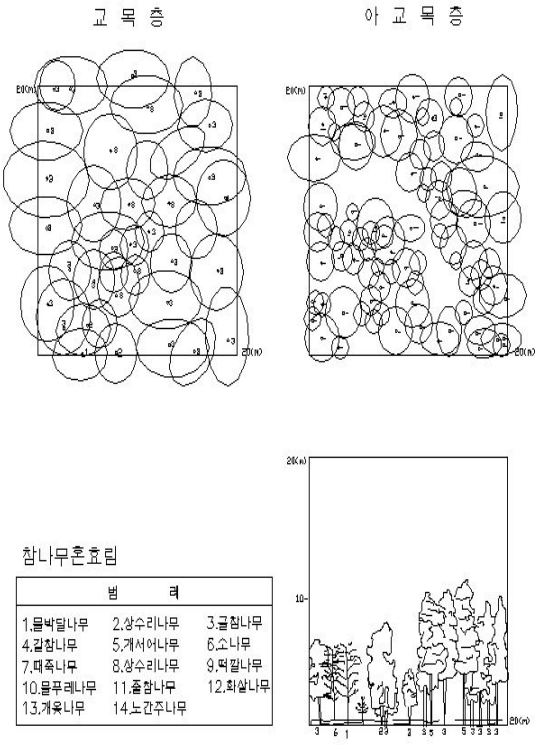
(4) 경관용식재 : 흉고직경 5~15㎝ 또는 수고 2~5m



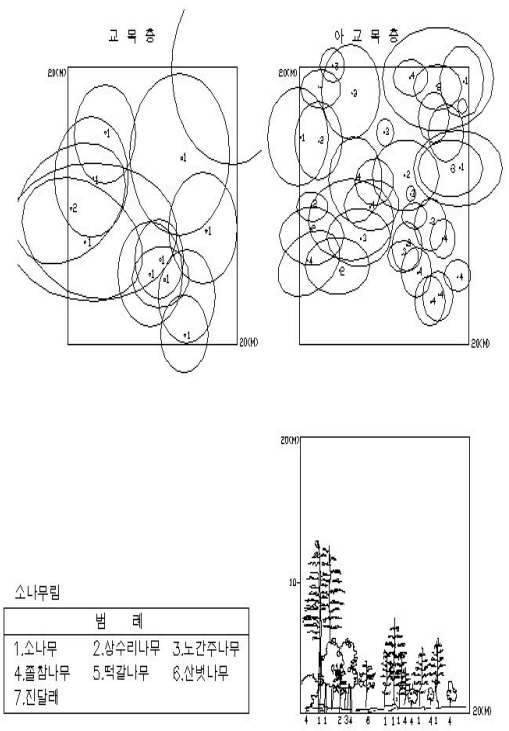
<그림 2.11.2 > 이식수목의 굴취순서



<그림 2.11.3> 소나무림 복원모델의 예



<그림 2.11.4 > 참나무림 복원모델의 예



<그림 2.11.5> 낙엽활엽수림 복원모델의 예

IV. 담수생태계 복원

4.1 담수생태계 복원의 요인

4.1.1 형태

[1] 물의 형태는 정수(standing water)와 유수(running water)의 두 계열로 구분한다.

[2] 정수는 호수, 연못, 소택지, 습지 등으로 구분된다.

[3] 유수는 샘, 하천, 강 등으로 구분되며 유속에 따라 여울(rapid zone)과 소(pool zone)로 구분한다.

[4] 담수부분은 물의 순환과정에 있어서 보틀넥(bottle-neck)으로서 담수생태계는 매우 편리하고 값싼 폐기물 처리장소라 할 수 있다.

[5] 담수생태복원의 가치는 이같은 자연순환적 폐기물처리의 과정을 회복하는데 있다.

4.1.2 담수생태계 복원의 제한요인

[1] 온도

(1) 수서생물의 대부분은 수온의 변화에 대한 내성이 매우 좁아, 인간에 의한 적은 열오염도 수서생태계에 광범위한 영향을 미치게 된다.

(2) 수온의 변화는 또한 특수한 순환의 양상이나 층상구조를 만들어내고 그로인하여 수서생물의 생활은 큰 영향을 받게 된다.

[2] 투명도

빛의 투과는 물속의 현탁물질에 의하여 방해받는다. 따라서 탁도가 높아지면 물속의 생태계는 광합성을 제한받게 된다.

[3] 흐름(current)

특히 하천의 경우, 물흐름의 직접적인 작용은 수서생물의 생활에 필요한 기체,염류 및 소형생물의 분포를 제한한다.

[4] 호흡기체의 농도

산소나 CO_2의 농도는 대부분의 담수환경에 제한요인으로 작용한다. 용존산소농도(DO)와 생물적 산소요구량(BOD)이 지표로 사용된다.

[5] 생물적 염류의 농도

질산염과 인산염의 농도는 거의 모든 담수생태계에 제한요인으로 작용한다.

4.2 식생형과 천이과정

[1] 임연부식생 <표 2.11.10, 2.11.11>

[2] 수생·습지식생 모형<표 2.11.12>

<표 2.11.10> 임연부의 식생군락천이 모형

	습기 多(음지) ◀——▶	습기 少(양지)
초기	애기똥풀-쐐드기군락 골풀군락	환삼덩굴, 쇠별꽃군락 칡군락	달맞이꽃-매듭풀군락 망초-개망초군락
중기	누리장나무-며느리배꼽	군락 붉나무-며느리백꼽군락 꼬리조팝-싸리군락	
말기		오리나무군락 졸참나무-작살나무군락 꼬리조팝-철쭉군락	

<표 2.11.11> 임연부의 천이단계별 주요식생

초기	칡, 토끼풀, 왕고들빼기, 환삼덩굴, 닭의장풀, 실망초, 쇠뜨기, 달맞이꽃, 조뱅이, 쇠별꽃
중기	덩굴별꽃, 인동, 덜꿩, 산꼬리풀, 개물푸레, 활량나물, 산지치, 새삼, 싸리류, 으아리류, 붉나무, 꼬리조팝나무
말기	누리장나무, 자귀나무, 생강나무, 산사나무, 노린재나무, 작살나무, 꼬리조팝나무, 회나무, 물푸레나무, 노간주나무, 팥배나무, 붉나무, 졸참나무, 오리나무, 철쭉류,

<표 2.11.12> 수생·습지식생 모형

군 락 형		초 기	중 기	말 기
애기부들/고마리군락	정수	사마귀	쑥, 환삼덩굴	
	유수	애기부들, 갈대	개피, 고마리	
	기타			
물옥잠/보풀군락	정수	사마귀풀, 한련초	한련초	
	유수	물옥잠, 골풀, 보풀	고마리, 돌피, 조개풀	
	기타	나자스말		
물질경이/가는가래군락	정수			
	유수	나도거풀, 가는자리사마귀풀, 물달개비, 골풀, 부들		
	기타	물질경이, 나자스말		
부들군락	정수	갯개미취, 나문제		
	유수	부들, 갈대, 개피	푸른갯골풀, 세문고경이	
	기타			
골풀/논냉이군락	정수	골풀, 미나리, 날개골풀, 갈풀, 갈대	벼룩이자리, 새콩, 쑥들개풀, 왕고들빼기, 쇠풀	물봉숭, 달부처꽃
	유수		조개풀, 수염가래꽃, 논냉이, 주름조개풀, 고마리	
	기타			
줄군락	정수	줄, 갈풀	닭의장풀, 고마리	
	유수			
	기타			

4.3 야생습지조성

4.3.1 습지의 기능

습지가 갖는 환경·생태적 기능은 <표 2.11.13>과 같다.

<표 2.11.13> 습지의 환경·생태적 기능

구 분	기 능
생태적 기능	야생생물의 섭식, 서식처, 곤충, 어류, 조류의 산란장, 수초, 저서생물의 서식, 산란장, 생물종다양성의 보고, 생태계의 연결고리
수질정화 기능	습지에 서식하는 동식물에 의한 하·폐수 정화
경제적 기능	어패류의 산란장, 먹이공급처, 해·수산물양식, 채취
문화적 기능	지역환경에 따른 특징적 문화, 자연교육, 관광기능
수리적 기능	홍수통제, 지하수함양, 농·공용수 공급
기후조절 기능	국지적 대기 온·습도 조절

4.3.2 기본적인 조성방법

[1] 습지의 복원은 수위유지, 토사유출방지, 수질오염방지를 전제로 한다.

[2] 습지의 수질오염을 예방하기위해서 습지뿐아니라 습지의 유역까지도 통합·관리하도록 한다.

[3] 다양한 식생, 삼림조성 등으로 수자원을 확보하도록 한다.

4.3.3 습지유형별 조성 및 관리

[1] 계류 및 개천변 습지

(1) 양안에 넓은 식생띠를 확보하고 안(岸)의 안쪽에도 식생띠를 조성한다.

(2) 인공적인 포장은 하지 않도록 하고 덤불숲이나 갈대숲으로 하안을 조성한다.

(3) 기존의 입목을 보호관리하며, 직선화된 곳은 자연스럽게 복구한다.

(4) 제방, 물고이는 곳, 물넘이를 재복구하고, 전체 계곡공간을 자연형으로 복원시킨다.

[2] 강, 하천 습지

(1) 양안에 넓은 식생띠를 확보하고 습한 초지나 강안림(江岸林)과 접하도록 한다.

(2) 모든 오염행위를 방지하고, 범람공간을 확보한다.

(3) 지류를 원래 모습대로 복원하며, 전체계곡공간을 다시 자연스럽게 원상복구한다.

[3] 갈대와 갈대숲 주변 습지

(1) 방목 가축(젖소 등)에 의한 피해를 막고, 유출수를 방지한다.

(2) 갈대가 너무 웃자라지 않도록 하며 가장자리에 연못이나 덤불 등을 부가적으로 조성한다.

[4] 습지 녹지대

(1) 물이 유실되는 것을 방지하고, 습지 biotope에 야생초지선을 확보한다.

(2) 연못, 덤불, 갈대숲 등을 부가적으로 조성한다.

[5] 소택지 고지대

(1) 포장된 길은 제거하며, 되도록 확장시키지 않도록 한다.

(2) 주위에 습생 초지와 습생 관목을 조성한다.

[6] 고립림과 강안림(江岸林), 호안림

(1) 유출수를 방지하고, 이용지역에 넓은 가장자리 식생선을 확보한다.

(2) 침엽수를 제거하고, 무질서하거나 교란되지 않도록 보호한다.

(3) 자연림으로 존치하는 것을 원칙으로 한다.

[7] 웅덩이, 연못, 늪지대

(1) 넓은 가장자리에 식생선을 확보하며, 침엽수를 제거한다.

(2) 개천, 경계풀밭, 생울타리와 연결하여 망을 형성한다.

(3) 쓰레기 적치장이나 사토장 등은 제거하고 가축방목으로 인한 훼손으로부터 보호한다.

[8] 호수변

(1) 호수의 이용된 면적은 차폐시키고, 수상스포츠 등으로부터 호안을 보호한다.

(2) 넓은 호안에 식생선을 확보한다.(숲, 갈대숲, 녹지대 등)

4.3.4 수생·습지식생의 도입

[1] 기본적으로 천이과정에 따른 식생변화패턴을 고려하여 다음과 같이 식생을 도입한다.

[2] 습지식물

(1) 물속에 산소를 공급하는데 기여하는 식물을 선정한다.

(2) 관상가치가 있고 조류의 은신처역할을 할 수 있는 습지식물을 선정한다.

(3) 도입식물 예 : 보풀, 줄, 갈대, 물억새, 뚝사초, 삿갓사초, 비비추, 산옥잠화, 수선, 노란꽃창포, 참동의나물, 물오줌, 올챙이고랭이, 파대가리, 골풀 등

[3] 수생식물

(1) 1.0~1.2m의 깊이에서 최대의 개체수와 생산량을 보인다. 마디풀과, 수련과, 미나리아재비과, 부유식물, 부들등이 잘 자란다.

(2) 생태형에 따라 다음의 수생식물을 도입할 수 있다.

<표 2.11.14> 생태형별 수생식물

생태형	도입 수생식물 예
침수식물	대가래 *Potamogeton malaianus*, 말 *Potamogeton oxyphyllus*, 물질경이 *Ottelia alismoides*, 나사말 *Vallisneria gigantea*,넓은잎말 *Potamogeton*
부유식물	개구리밥 *Spirodera polyrhizia*, 연 *Nelumbo nucifera*
부엽식물	붕어마름 *Ceratophyllum demersum*, 새우가래 *Potamogeton maackianus*, 왜개연꽃 *Nupha pumilum*, 자라풀 *Hydrocharis asiatica*, 택사 *Alisma canaliculatum*
정수식물	달뿌리풀 *Phragmites prostrata*, 보풀 *Sagittaris aginashi*, 부들 *Typha orientalis*, 줄 *Zizania caduciflora*

[4] 주연부 식생

(1) 주연부는 환경이 달라 수종구성과 구조가 다르다.

(2) 주연부는 식생을 보호해주는 기능을 하므로 활착이 빠른 수종이 좋고 인위적 간섭이 심한 곳에는 보행자 접근을 통제할 수 있는 수종을 선정한다.

(3) 주연부는 생물적으로 다양성을 보이는 지역으로 중점을 두어야 할 곳이다.

[5] 수질정화식물

(1) 유기·무기물질 제거, 재생이용 및 재순환

(2) 유독성물질(살충제), 중금속(카드뮴, 납, 수은, 아연 등) 등의 제거

(3) 정화비용이 저렴하며 온실 등을 설치하면 장기 이용이 가능함

(4) 수질정화식물 예 및 식물별 특성

가. 부레옥잠 : 열대아프리카 원산의 부유식물로 오염된 물에서도 번식력이 강하고 근계의 발달이 우수함

나. 좀개구리밥 : 호수나 연못에 흔한 부유식물로 가정폐수에서도 잘 자람

다. 개구리밥 : 호수나 연못에 흔한 부유식물로 부영양화물질 제거

4.4 호안식생 복원

4.4.1 기본사항

[1] 하천곡선 내측, 즉 퇴적이 생겨 고수부지를 이루고 있는 지역은 자연식생(수초, 잔디류, 갈대류, 버드나무류 등)으로 처리하거나 모래, 자갈과 같은 자연상태를 유지시킨다.

[2] 하도곡선 외측, 즉 수충부(水衝部)는 홍수시 유속에 의한 침식으로 침식이 발생될 우려가 있으므로 일차적으로 돌망태나 사석같은 것으로 호안을 조성하고 그 위에 흙, 자갈 등을 채워 식생을 도입한다. 이때, 식생은 뿌리가 침수에 강한 수종이나 토양층을 깊게 지지하는 수초종으로 한다(갈대류, 버드나무, 찔레, 오리나무 등)

[3] 하천수질정화방법

(1) 스크린

가. 하천정화를 목적으로 단독설치보다는 보조적으로 이용되며 마이크로스트레이너(micro-strainer), 회전드럼, 바스크린(barscreen)방식이 이용된다.

나. 외관보전을 목적으로 대부분 대형물질의 유하 혹은 부유고형물을 대상으로 한다.

(2) 도수

가. 수리권 또는 유지유량과의 조정이 가능한 하천에 실시한다.

나. 하천에서의 직접 도수방식외에 유역내에 지하저류지 혹은 도수용 수로등이 확보되면 효과적이나 도수량과 적정시간을 결정하는 것이 문제이다.

(3) 보전수로

가. 깨끗한 하천수와 오염된 물을 분리할 목적으로 설치하는 방법

나. 분류(유로전환)시킨 후에 합류하는 하천의 수질 및 유황여하에 따라서는 악화시킬 우려도 있으므로 수계전체에 대한 수질보전계획과 위치설정을 정확히 하고 유지관리체제도 마련해야 한다.

(4) 대류언, 박충류, 하상구조물

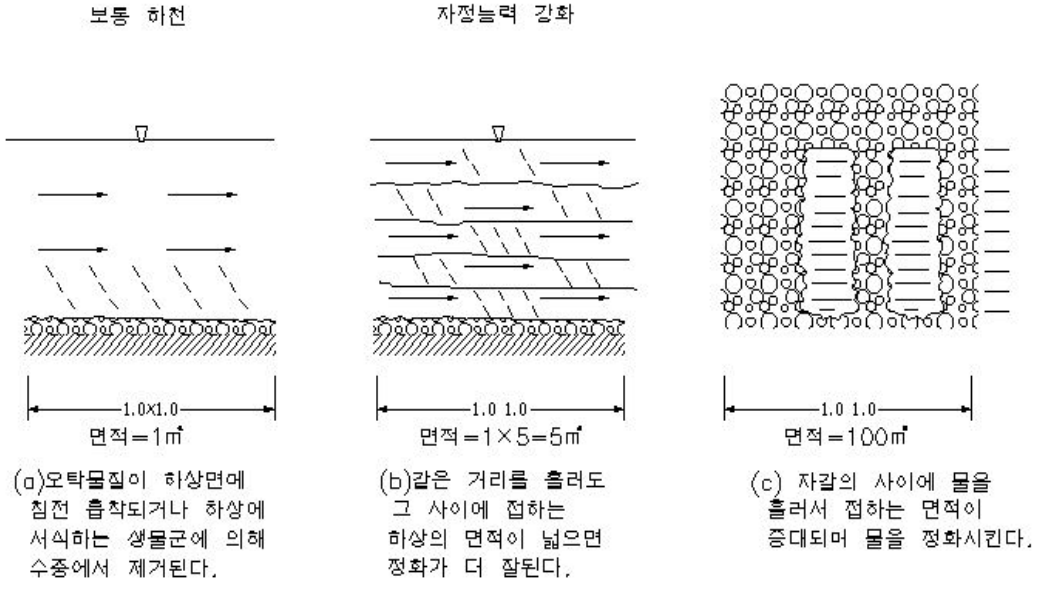
가. 저수로에 여유가 있을 경우 치수 및 개수사업과 병행하여 실시할 수 있다.

나. 구조물에 의한 정화는 자정작용을 향상시킴과 동시에 하천의 생물량과 유기물의 접촉시간의 증가, 미립의 유기성 고형물의 포착과 분해등 종합적인 하천기능의 개선이 가능하다.

(5) 역간접촉법(역간접촉산화법)

가. 현재 우리나라에서 실시중이거나 시험중인 하천수질정화시설로 유수에 대한 접촉면을 확대하고 오염물질을 그 면의 침전, 흡착 및 그면에 서식하는 생물의 작용

에 따라 제거하는 정화방법이다.



<그림 2.11.6> 하천의 정화능력 확대 개념도

나. 유수를 자체 정화(자정)하기 위해 인공적으로 만든 자갈층 사이로 하천수를 분리 도수하여 오염물질을 다시 하천에 유입시킨다. BOD, SS(부유물질)을 감소시키기 위해서 체류시간은 1~2시간 정도, BOD, SS제거율은 각각 70~75%, 80~85%로 설정하며, 정화수조의 수요용량은 다음식으로 계산한다.

$$V = \frac{Q \cdot t}{24 \cdot e} + Vs$$

식에서, V : 소요용량(㎥)
e : 자갈층의 공극율
Q : 처리용량(㎥/일)
t : 체류시간
Vs : 오니발생량, 기타여유량(㎥)

(6)폭기

가. 언, 낙차공 등에 의한 2차적 폭기가 아닌 인위적으로 공기를 송풍하여 용존산소를 공급하는 것으로 오염된 하천을 호기성 상태로 유지시키기 위한 방법.

나. 적용시 하천의 수질, 용존산소 소비속도, 접촉시간에 관련되는 수질의 거동, 유량 등의 수리조건도 고려한다.

(7) 산화지

가. 영양염류를 포함한 유기물을 일정시간 체류시켜 조류와 다른 수생식물을 번식시킴으로써 하천수내의 유기물을 흡착·분해시키는 방법으로, 유수지를 만수상태로 유지하면 산화지가 된다. 고수부지에 얕은 웅덩이를 파고 수생식물을 이식하는 방법도 있다.

나. 일반적으로 수심 0.2~1.5m, 체류시간 2~30일의 규모에서 이용되고 있으며, 동절

기의 결빙시는 문제가 발생된다.

(8) 수생식물에 의한 수질정화

가. 호소 및 하안에 생육하는 생리특성을 활용하여 수중의 영양염류와 고형물을 침전, 포집하여 수질을 정화시키는 방법

나. 부레옥잠을 이용하는 사례가 많으며 체류시간, 식물체량, 종의특성, 수질, 조도, 수온 등을 고려하여야 한다.

4.4.2 호안의 유형과 적용

[1] 계단호안

(1) 사람을 하천에 쉽게 접근시키기 위한 방법으로 하천의 완사면으로 사주가 형성되어 있는 부분이나 하천 공원계획의 친수지구, 시설지구 또는 그 인접지구에 적용한다.

(2) 고수부 계단 호안과 저수로 계단 호안이 있다.

(3) 수위가 변동되어도 수면에 접하는 부분이 항상 같은 계단 형상을 유지하도록하여 수위변동에 적절히 대응할 수 있도록 하며 계단의 경사, 폭, 높이 등에 주의를 기울이고 계단의 경사는 완만하게 처리한다.

[2] 완경사호안

(1) 저수호안의 친수성을 향상시키기 위해 경사를 작게 만든 호안으로 보통 2% 정도를 기준으로 한다.

(2) 하천부지를 크게 차지하기 때문에 긴 구간에 걸쳐 도입하지 않는다.

[3] 어소호안

(1) 물고기나 수중생물이 안심하고 서식할 수 있도록 구멍이 있는 블록을 이용한 호안

(2) 여울에서 소로 변화는 변화점, 또는 지천 유입부 등과 같이 물고기의 서식처가 될 수 있는 지점이 적합하다.

(3) 하안부의 수류를 감세시키기 위해 블록앞면에 돌기 등을 설계하고 수초나 말류가 부착하기 쉬운 구조로 조성 어류의 서식에 적합한 환경을 만들어 준다.

(4) 블록본체에 공동을 가지고 있기 때문에 어류가 습성에 따라 산란과 생육을 안전하게 할 수 있다.

(5) 블록 본체의 공동부에 토사가 퇴적되어 막히지 않도록 주의한다.

[4] 경관호안

(1) 디자인이나 소재를 주위의 자연환경과 조화시킨 호안이다.

(2) 자연석 등을 주로 사용하고, 명소, 유적, 관광지 등의 하천에 이용하며 주위와의 조화를 고려하여 소재를 선정하여야 한다.

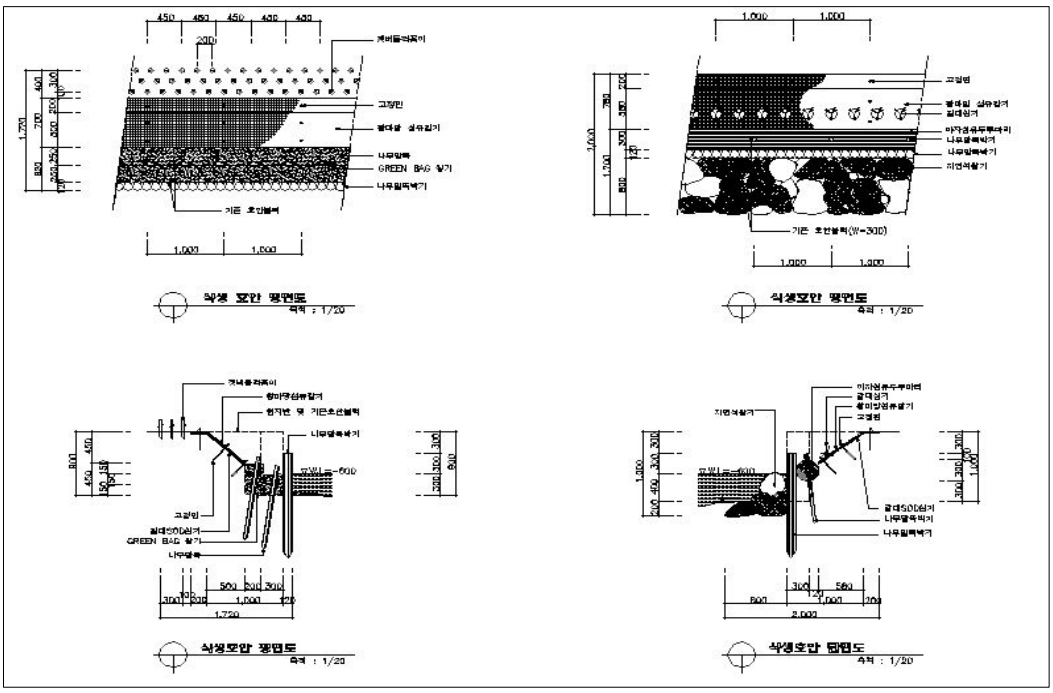
(3) 메쌓기의 경우는 사면 경사를 검토하여 시행한다.

[5] 녹화호안(식생호안)

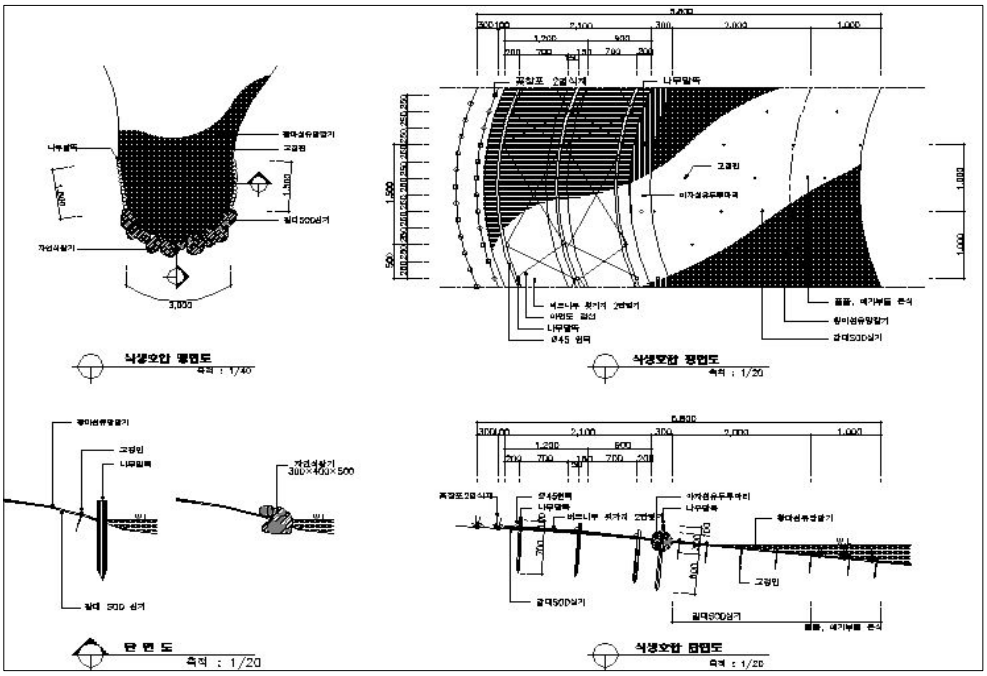
(1) 콘크리트의 삭막함과 무미건조함을 식물을 심어 완화시키고, 자연과의 조화를 도모하고자 할 때 적용시킨다.

(2) 식재하는 식물의 선정에 주의하여야 하며 식물관리에 대한 검토가 필요하다.

(3) 굴요성이 풍부하고, 기초 보호공과 사면 피복공을 일체로 한 설계가 되도록한다.



<그림 2.11.7A> 식생호안 설계의 예



<그림 2.11.7B> 식생호안 설계의 예

(4) 블록의 공극에 토사를 메워서 식생의 회복과 침투수에 의해 물-습지-육지 등으로 연결되는 지형의 연속성을 꾀한다.

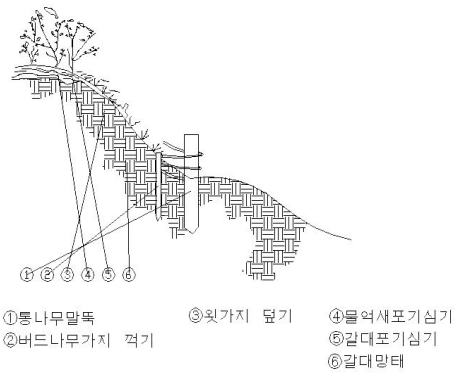
(5) 내구성이 부족하고 치수상의 효과가 적어 수충부에는 적합하지 않으므로 사용하지 않도록 한다.

[6] 사주부(point bar)호안<그림 2.11.8>

(1) 저수로의 수류가 분산류로서 유사의 퇴적이 지속적으로 일어나는 구간에 적용한다.

(2) 호안사면은 1 : 3 정도의 완경사로 처리하며 비탈바닥면은 통나무 말뚝박기와 야자섬유 두루마리로 처리한다.

(3) 사면은 버드나무 가지로 된 윗가지 덮기(wattling)로하여 유사의 퇴적과 함께 정수식물류의 발생을 유발시키도록 한다.



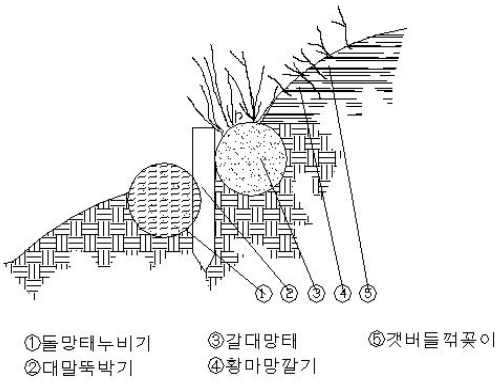
<그림 2.11.8> 사주부 식생호안 설계

[7] 수충부(attack point)호안<그림 2.11.9>

(1) 저수로의 수류가 집중류로서 하상이 지속적으로 침식되는 구간에 적용한다.

(2) 하상의 침식을 경감시키고 수류에 저항할 수 있게 돌망태공법이나 자연석쌓기로 호안의 기단부를 강화시킨다.

(3) 사면부에 갯버들과 사면어깨부에 물억새를 식재한다.



<그림 2.11.9> 수충부 식생호안 설계

[8] 하중도의 식생호안

(1) 기단부의 머리부분은 자연석을 받치고, 가장자리는 통나무를 배치한다.

(2) 자연석은 가공하지 않은 재료로 선정하며, 하천바닥에 끼워놓고 유실을 방지하기 위해 맞물리게 설계한다.

(3) 양 가장자리에는 어린나무의 가지나 줄기로 만든 나무말뚝을 0.3~0.5m 간격으로 고정시키도록 한다.

(4) 수변부의 우점종을 이루는 환삼덩굴을 제거하도록 한다.

(5) 퇴적물의 제거후, 갈대멧장을 구덩이에 11매/㎡ 간격으로 배치한다.

(6) 갈대멧장 위에 두께 4㎝, 폭 0.6m, 넓이 1㎡의 자연분해가 가능한 황마망(jute net)을 깔고, 핀으로 고정한다.

[9] 얕은 만 호안부의 식생호안

(1) 그물모양의 야자섬유망을 ø300 X L4000의 원통형으로 설계하고, 두루마리를 고정시키기 위해 나무말뚝을 1m 간격으로 배치한다.

(2) 갈대멧장은 퇴적물을 제거한 후 구덩이에 심고, 돌로 가볍게 눌러주도록 한다.

(3) 유속에 의한 침식 및 세굴을 방지하기 위해 나무말뚝을 0.3~0.8m 간격으로 배치한다.

(4) 비탈면 바닥공의 설치를 위해 퇴적물을 제거한 후, 갈대멧장을 구덩이에 11매/㎡ 간격으로 배치한다.

(5) 갈대멧장 위에 두께 4㎝, 폭 0.6m, 넓이 1㎡의 분해가능한 황마망을 깔고, 핀으로 고정시킨다.

[10] 복단부 사면의 식생호안

(1) 고수부지 상부의 복단면에 적용하며, 퇴적물을 제거한 후 갈대멧장을 구덩이에 11매/㎡ 간격으로 배치한다.

(2) 갈대멧장위에 두께 4㎝, 폭 0.6m, 넓이 1㎡의 분해가능한 황마망을 깔고, 핀으로 고정한다.

(3) 상단부에 갯버들 그루터기를 심는다.

(4) 하단부에는 0.5m 간격으로 물억새 멧장을 배치한다.

[11] 여울, 웅덩이, 기저의 복원

(1) 여울 및 웅덩이의 적절한 형태가 결정되면 이에 따라 미칠 하도 특성 및 흐름의 특성을 파악한다.

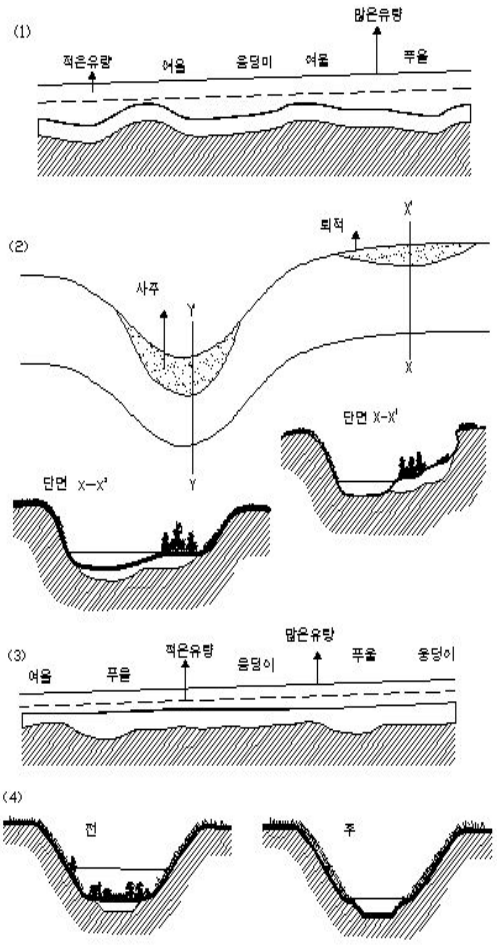
(2) 여울의 크기와 공간위치를 결정하는데 대개 여울은 저수로폭의 6배 정도가 적합하다.

(3) 여울조성에 있어 하상재료의 크기와 적절한 배치를 결정한다.

(4) 여울은 자연하상 경사보다 30~50 ㎝ 위에 위치해야하며, 웅덩이는 최소 30㎝를 유지하도록 한다.

(5) 여울 및 웅덩이의 간격은 저수로폭의 1~3배 정도가 되도록 유지시킨다.

(6) 수로의 자연굴곡 형태를 유지하여 굴곡부에서 여울과 웅덩이가 형성되도록 한다.



<그림 2.11.10> 여울과 웅덩이의 조성

4.4.3 호안사면의 처리

[1] 식물생육에 적합한 토양구조, 광선, 수분, 양분 등이 충분히 확보될 수 있는 환경조성을 위해 호수 경계부와 같은 연약지반의 경우에 화학약품(토양안정제)을 살포하여 토양을 고결시킨다.

[2] 토양안정제로는 0.1~1μ크기의 미립의 수지를 침투시키는 침투고결형과 0.1~1㎜ 크기의 입자를 표토에 살포하여 피막화하는 피막형이 있다.

[3] 기초보호공

(1) 사면의 안전성을 확보하기 위해 기단부에 비탈멈춤공을 적용한다.

(2) 유수에 의한 유실을 방지하기 위해 식생의 근계부가 활착될 때까지는 보조재료로 지표면을 보호한다.

(3) 표면보호재료는 자연재료를 사용하여 식물의 활착후에는 부식이 되도록 한다.

(4) 사면의 기울기, 길이, 도입식물종에 따라 보호 재료를 달리한다.

[4] 사면피복공(파종에 의한 식생복원)

(1) 식생활착을 위한 파종법으로는 지표추파법(broad casting)과 지표파구법(sod seeding), 또는 지표조파법(over drilling)이 있다. 지표추파법은 유식물(幼植物)의 정착률을 높이기 위해 종자가 수분함량이 높은 토양과 접촉할 수 있도록 하며 토양안정액을 사용, 수분손실을 방지시키는 방법이며, 지표파구법은 파종기를 사용하는 방법으로 경사면의 연약지반에는 부적합하다.

(2) 파종은 단일파종을 이용하는 것보다는 우점종, 우세종을 배합시키도록 하며, 혼합비율은 우점종과 우세종이 밀도 50% 이상이 되도록 하여 종간경쟁과정을 단축시키고 천이진행을 촉진시키도록한다.

(3) 우점시키려는 식물의 생장속도가 늦은 경우 질소를 고정시킬 수 있는 콩과식물을 혼합하여 조기피복율을 높여준다.

(4) 인공호수 경계부의 나지대는 식물생육에 필요한 질소성분이 부족하므로 질소고정식물을 이용, 자연적 공급이 이루어지도록 한다.

(5) 최초의 파종은 북사면의 음지부터 실시하고, 남사면의 경우는 마직포, 거적 등을 덮어 토양수분이 증발되는 것을 방지한다.

(6) 파종시기는 수위변동을 고려하여 나지 노출부위가 가장 많이 나타나는 3~4월이 적기이다.

4.4.4 호안식생복원의 재료

[1] 재료선정 기준 및 지침

(1) 재료는 자연재료의 사용을 원칙으로 하며 특별한 경우에는 인공재료를 사용할 수 있으나 생태복원을 전제로 제작된 재료이어야 한다.

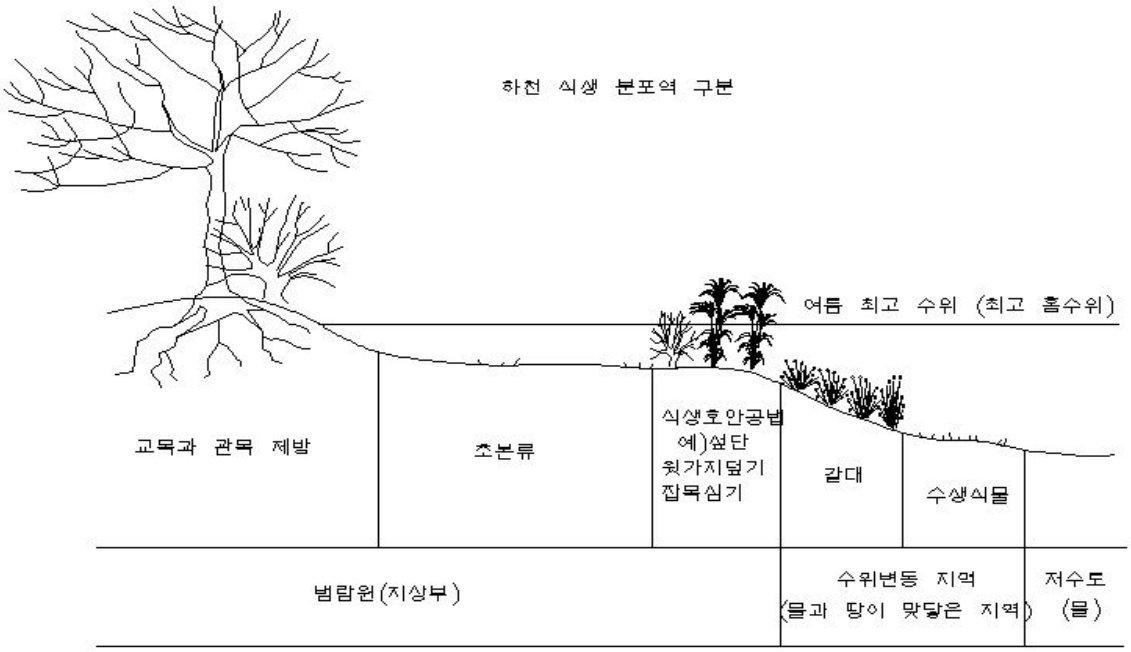
(2) 재료는 해당 하천의 하도 특성 등을 충분히 반영하고 홍수에도 견딜 수 있으며, 생태계, 경관, 친수성 등 여러 하천 환경 요소들의 보전 및 향상에 적합한 재료를 선택하여 적용한다.

<표 2.11.15> 하천구조물 재료의 특성

구 분	재 료	비 고
자연성	식물재료 > 토사 > 석재 > 목재 > 콘크리트재료 > 철강재	내구성 감소
인공성	식물재료 < 토사 < 목재 < 석재 < 콘크리트재료 < 철강재	내구성 증가
친수성[1)]	석재 > 목재 > 토사 > 콘크리트재료 > 식물재료 > 철강재	-

■ [1)] 친수성은 하천형태별 친수형태별에 따라 다를 수 있음

(3) 하천생태계, 하천경관, 친수성 등 하천환경 요소들은 하천 구조물의 재료에 많은 영향을 받는다. 특히, 자연형 호안의 경우는 인공을 가미하더라도 자연적인 느낌을 유지할 수 있도록 하기 위해 재료의 특성을 고려하여야 한다.



<그림 2.11.11> 식생호안공법 적용구역

(4) 인공재료에 의한 보호공법은 식생공법에 비하여 시공비가 높고 경관상으로도 이질감이 있으므로 식생조성이 전혀 불가능한 지역을 제외하고는 도입하지 않도록 하며, 식생종류에 있어서도 야생초본류의 인공파종 또는 자연침입에 의한 정착을 유도하는 것이 경제적이며 자연경관과 조화가 된다.

(5) 직선화된 콘크리트 제방을 지양하며 여울이나 웅덩이를 조성하고 하안선을 불규칙하게 조성하여 다양성을 주며, 자연재료를 활용 호안을 조성한다.

(6) 자연재료인 식생과 돌을 이용하여 호안을 조성하여 생태적으로 건전하고, 생물다양성을 증진시킨다.

(7) 나무말뚝 형태인 목재는 자연도가 높은 재료로 구입 및 제작이 용이한 것을 우선하며, 저수로 호안에 주로 이용한다.

(8) 석재는 하천에서 채취된 석재가 적합하나, 하천생태계의 보전차원에서 산석을 주로이용하도록 한다.

(9) 호안식생의 복원를 위해 사용되는 재료는 다음과 같다.

가. 수변식물

나. 목재, 석재

다. 철강재나 콘크리트 등의 인공재

라. 토목섬유(geotextile)

[2] 식물재료

(1) 식물소재를 선정할 경우는 다음의 기준을 참고로 한다.

가. 적용대상지의 식생복구 목표에 적합한 식물이어야 한다.

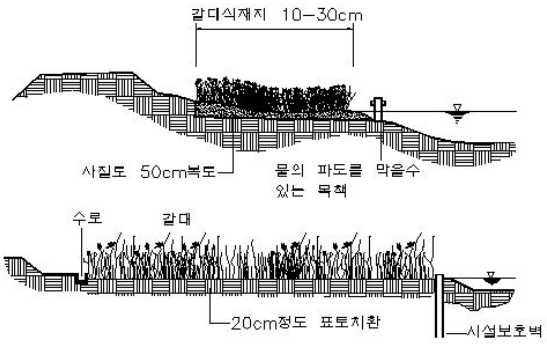
나. 특히 식생호안공법은 하천식생구조를 반영시켜야 하므로 정수식물대, 습생식물대에 출현하는 식물소재를 도입한다.

다. 대상지의 환경조건에 잘 적응하는 식물로서 지역내에 자생하는 식물이어야 한다.

라. 환경형성작용이 뛰어난 식물로서 토양내 유기물 형성을 촉진하는 식물, 근계가 치밀하여 토양안정효과가 높은 식물을 도입한다.

마. 번식이 용이하며 유묘의 대량생산이 가능한 식물이어야 한다.

바. 미적효과가 높고 생태적 특성에 대한 교육적 가치가 높은 식물을 우선으로 한다.



<그림 2.11.12> 갈대군락조성법

사. 하천 생태계를 구성하는 다양한 구성요소의 발생을 촉진하는 식물이어야 한다.

아. 유량에 따라 수위변동이 빈번히 일어나므로 홍수시에는 침수되고 갈수기에는 지상부가 드러나는 환경조건에 내성이 있는 식물종을 도입한다.

(2) 다양한 수변식물중에서 제반 여건과 천이과정을 고려하여 선정한다.

(3) 잔디, 갈대, 버드나무, 부들, 창포, 달뿌리풀 등이 주로 사용된다.

4.5 추이대 식생복원

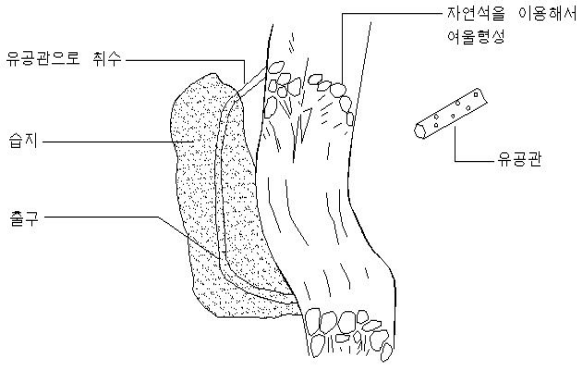
4.5.1 갈대군락조성

[1] 지역하천에서 매우 다양한 식생이 나타나는 수역과 육역이 접하는 추이대(ecotone)의 조성에 사용한다.

[2] 목책을 설치하고 갈대의 생존이 양호한 사질양토를 50㎝ 내외로 개량하도록 한다.

[3] 식재지의 범위는 현장조건에 따라 다양하게 조성할 수 있으며, 10~30㎝ 내외가 적당하다.

[4] 갈대식재지에 유입된 물은 갈대의 자정작용으로 수질정화 효과를 기대할 수 있다.



<그림 2.11.13> 저습지 조성법

[5] 자연석을 이용하여 식재상을 조성하고 갈대군락을 식재한다. 자연석의 크기를 다양하게 하여 물과 접촉하는 부분은 석재공극사이가 어류의 은신처가 될 수 있도록 조성한다.

4.5.2 저습지조성

[1] 하천에 여울이나 거석에 의한 낙차공이 설치되어 있는 지역에 저습지를 조성한다.

[2] 유공관을 이용 하천본류의 물을 주변지역으로 유입시켜 저습지를 조성한다.

[3] 다양한 습지식물을 식재하여 습지생태계를 조성한다.

4.6 저수로의 세굴방지

[1] 유속이 완만한 경우, 식생은 식물뿌리와 줄기, 잎 등의 결합효과에 의해 침식으로부터 토양층을 안정시키고 물에 잠긴 경엽부는 수류의 에너지를 흡수·분산시킴으로써 물을 차단하여 세굴을 방지한다.

[2] 수로실험결과 세굴이 발생하는 위치는 곡선중심각(Θ)이 30~60°, R/B가 3~14의 범위에서 발생되고 있다.

[3] 따라서 저수로 계획에서 하천폭(B)과 곡률반경(R)의 비(R/B)는 3< R/B <10, 곡선중심각(Θ)은 30°<Θ< 60°정도가 세굴방지에 효과적인 범위이므로, 이부분에 세굴방지를 위한 시설을 도입하도록 한다.

V. 동물서식환경 조성

5.1 일반 사항

5.1.1 일반원칙

[1] 동물 서식환경을 훼손하는 경우 이에 대한 보호대책이 필요하며 이 경우 기술적·공학적 지식외에 대상동물의 생리적, 행태적 특성을 고려한다. 특히, 동물의 서식공간 및 활동반경과 먹이 연쇄과정을 파악하는 것이 중요하다.

[2] 서식처 조성에 필요한 기본적인 고려사항은 다음과 같다

(1) 규모 : 동물들의 활동반경을 고려한 적정규모

(2) 이동통로 : 생태계를 연결하는 안전한 이동통로 확보

(3) 서식처 : 다양한 서식처 환경 제공

[3] 동물 생태계의 복원은 야생동물의 서식처를 조성함으로써 가능해진다.

[4] 야생동물 서식처의 조성을 n이해서는 먹이의 종류와 활동특성을 고려해야 한다.

5.2 육상동물 서식환경

5.2.1 기본사항

[1] 종마다 고유한 환경유형이 있으며, 적절한 서식환경은 그들의 종수, 개체수, 번식에 필수적인 영향을 준다.

[2] 인간의 활동과 생활에 있어서 야생동물과 함께하기 위해서는 서식환경을 보호하거나 조성 해야 한다.

[3] 생태적으로 필요한 환경의 공통적인 분모를 찾아 제한된 공간에서 최대한 적절하게 인간과 함께 할 수 있도록 서식환경을 제공하도록 노력을 기울인다.

[4] 서식처구성에 필요한 요소들을 적절히 관리, 계획하여 서식환경, 식물군집, 경계부 환경 등의 다양성을 극대화시키고 다양한 식생구조를 통하여 번식장소, 은신처, 먹이공급원으로서의 서식환경을 최적화시키도록 한다.

5.2.2 서식처 구성원리

[1] 다양성

(1) 가장 기본을 이루는 이론으로 생태계 개념의 근간이 된다.

(2) 환경유형은 삼림, 관목숲, 초지, 경작지로 이루어지며 전체서식지에 대하여 같은 비율로 구성하는데, 이때 서식공간의 다양성을 기하기 위해 각 유형의 크기를 절반이나 그 이하로 쪼개서 각기 4개의 유형들이 만나도록 배치하면 2~3개소에 적정 서식공간이 생기게 된다.

(3) 대단위 야생동물 보호지에서 뿐만아니라 주연개념의 중요성과 다양성개념을 강조하고 있다. 이러한 다양성을 바탕으로하여 연속성, 주연부, 크기, 섬 등을 고려한다.

[2] 연속성

(1) 서식처의 연속성은 다양성 이론처럼 야생동물의 밀도와 분포를 결정짓는 기본원리에 속한다.

(2) 야생조수의 서식환경이 될 수 있는 소생물권과 패치가 연속성 없이 단절되어 있는 경우는 바람직하지 못하다.

(3) 각 스페이스간에 연결되는 고리와 축이 필요하며, 물리적 연속성을 유지할 수 있도록 하는 것이 야생동물 자원을 보호하고 유치·유인하는데 중요하다.

(4) 야생동물 서식지회랑, 코리더의 개념에 패치, 매트릭스 개념이 연속성의 개념을 응용한 것이다.

[3] 패치(patch)

(1) 패치는 동물의 적정수용력을 파악하여 먹이를 먹거나 은신처로 이용되는 식생군집의 적절한 규모와 형태를 결정해서 하나의 기본단위로 한 것을 말한다.

(2) 패치를 고려할 때는 개별개체가 아닌 개체군 수준에서 다루는 것이 바람직하다.

(3) 패치를 고립된 섬모양으로 배열해야 할 때는 원형으로 설계하는 것이 먹이와 종다양성의 측면에서 유리하다.

(4) 동일한 면적을 하나의 패치로 나누어 구성하는 것이 유리하며, 지나치게 작은 규모의 패치로 나누게 되면 은신처로서의 기능을 상실하게 된다.

[4] 크기(size)

(1) 지형, 기후, 토양, 배수 등이 야생동물의 수를 결정하는 생태적 수용능력의 지표이므로 서식지를 획일적인 크기로 적용하지 않도록 한다.

(2) 서식지의 크기를 정할 때는 가능한 한 규모를 크게하며, 년중 한계절 또는 그 이상을 다른 곳에서 서식하는 종의 서식지는 정착해 사는 종의 서식지와 크기에 차이를 둔다.

[5] 섬(island)<그림 4.11.14>

(1) 면적이 큰 것이 작은 것보다 종의 보존에 더 효과적이다. 넓은 면적에 더 많은 종을 수용할 수 있고 멸종의 확률을 줄일 수 있다.(A)

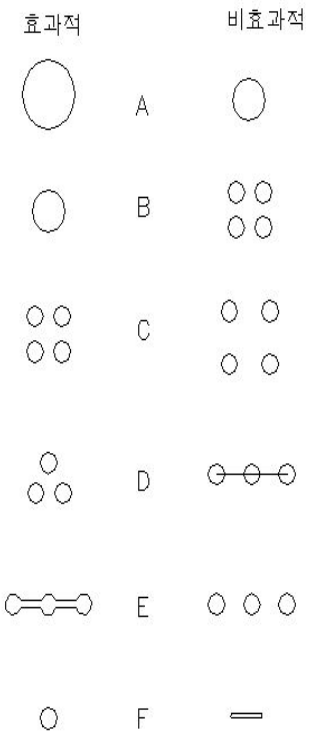
(2) 종의 보존을 위해서는 큰 면적 하나가 작은 면적 여러개 보다 더 효과적이다.(B)

(3) 인접한 구역이 가까울수록 서식지 선택의 폭이 넓어져 이주 속도가 증가하고 위험시 도피할 수 있어 종의 보존에 효과가 높다.(C)

(4) 여러개의 구역이 있을 경우에는 이들이 직선으로 배열되는 것보다는 서로 같은 거리로 모여 있으면 종의 재정착이 쉬워진다.(D)

(5) 서로 떨어진 구역사이에 종이 이동할 수 있는 통로를 만들어 줌으로써 이입의 증가와 멸종방지에 도움을 줄 수는 있으나 인위적 환경은 종의 이동에 크게 장애가 되므로 이동로는 정착종(내부종)에 적용하는 것이 바람직하다.(E)

(6) 다른 여건이 같을 경우 길쭉한 것보다는 둥근것이 더 효과가 크다.(F)



<그림 2.11.14> 종다양성을 위한 섬의 형태

[6] 주연부(edge)

(1) 주연부는 2개 이상의 서식처 유형이 만나는 지형이나 다른 식물군집이나 천이단계상의 이질적 이행기에 있는 식물군집이 서로 만나는 경우, 또는 한 식물군집 내부에서 토양 등의 식생조건의 차이로 인해 이질성을 나타내게 되는 선형의 이행부를 말하며, 이렇게 형성된 주연부의 영향권내에 있는 지역을 전이대(ecotone)라고 한다.

(2) 다양한 식생으로 야생동물의 개체수가 풍부하다.

(3) 쉽게 이동할 수 있는 여건과 다양한 서식환경을 마련해준다.

(4) 주연부는 식생의 다양성이 높다. 풍부한 먹이자원, 다양한 유형의 은신처가 존재한다.

(5) 동물들에게 다양한 서식환경을 제공해 주므로, 다른 인근지역에 비해 생물종다양성과 개체군 밀도가 증가하게 된다.

(6) 총연장 길이가 길수록 동물들에게는 좋은 서식환경이 된다.

(7) 단위면적당 총연장길이가 긴 주연부가 조성되도록 한다. 주연부의 총량은 주연부의 길이와 폭, 형태에 의해 결정되므로 길이가 길고 폭이 클수록 넓은 면적의 전이대를 가지며 다양한 서식처가 조성된다.

(8) 주거단지 내부나 주변의 선형의 공간에서 조수의 유인·유치를 목적으로 주연부의 총연장길이를 늘려주기 위해서는 비정형적 또는 불규칙한 형태로 조성하는 것이 바람직하다.

(9) 주변삼림에 있어서는 초본, 관목, 교목의 순으로 주연부를 처리해서 삼림으로의 연결성을 높인다.

[7] 이동로(corrider)

이동로는 평면적 연결성 유지, 안전이동, 자원제공의 기능을 수행하는 선형적 통로로 그 폭의 변화에 따라 선(line), 대상(strip corridor)와 수자원을 따라 형성된 하천(stream corridor)등으로 구분한다.

<표 2.11.16> 이동로의 특징 및 종류

구 분	특 징	종 류
선형 코리더	폭이 매우 좁아 경계종(edge species)만으로 구성	통로, 도로, 산울타리, 경계용 담장 등
대상 코리더	풍부한 내부종을 포함하는 내부환경이 존재하므로 메트릭스간에 내부종 이동가능	넓은 대(帶)상의 숲
하천 코리더	물길을 따라 형성되며 하천의 크기에 따라 폭도 다양	하천 및 주변의 식생대

[8] 은신처(cover)

은신처는 열악한 기후조건과 적 또는 기타 위험으로부터 동물을 보호해 주고, 동물의 서식활동을 보조해 주는 안식처를 말한다. 야생동물이 생존기간 동안 번식과 생육을 할 수 있는 장소로서 대부분 식생으로 구성되고, 그 기능에 따라 다음과 같이 분류한다.

(1) 겨울은신처(winter cover) : 겨울의 혹심한 기후와 노출위험으로부터 보호해주며, 잎과 가지가 밀생되어 있는 식생이 다층구조를 이루어 눈과 바람을 막을 수 있어야 한다.

(2) 피난은신처(refuge cover) : 인간의 수렵행위나 포식자로부터 도피할 때 숨는 장소로 먹이지역과 인접해 있어야 효과적이다.

(3) 휴식은신처(lofing cover) : 야생동물은 먹이섭취후 대부분의 시간을 바람과 천적을 피할 수 있는 장소에서 시간을 보낸다. 따라서 쉴수 있는 장소로 여름에는 그늘을 제공하고 겨울에는 찬바람을 막아줄 수 있도록 적절한 크기를 가져야 한다.

(4) 수면은신처(roosting cover) : 수면과 휴식을 위한 장소로, 야생동물에 따라서는 약간씩 이동하면서 잠을 자는 경우도 있고 어느장소를 지정하여 잠을 자는 종류도 있다. 따라서 이러한 은신처는 특수한 환경여건이 갖추어져야 하며 기존의 잠을 자는 장소의 환경이 변하여 휴식이나 잠을 자는 조건에 부적합하게 되면 수렵동물은 다른 장소로 이동하게 된다.

(5) 번식은신처(fawing cover) : 포유동물이 새끼를 낳아 기를 수 있는 장소로 출산전후의 어미가 이동하기 쉽게 완경사지이고, 물을 쉽게 구할 수 있는 장소로 관목과 교목의 다층구조를 이루고 있는 곳이 적합하다.

(6) 체온유지은신처(thermal cover) : 항온동물은 일정한 체온을 유지해야 하며, 동물은 체온과 온도차이가 최소가 되는 장소에서 휴식을 취함으로써 신진대사율을 줄일 수 있고 최소한의 활동만으로 체온을 유지할 수 있기 때문에 지형과 식생이 적절히 조화를 이루어 동물의 체온과 온도차가 최소인 장소를 선정한다.

[9] 먹이(food)

(1) 동물에게 다양한 먹이를 제공하기 위해서는 자연생태계의 원리에 부합하는 환경을 조성하고, 각종의 섭식상태 및 먹이선호도를 고려하여 풍부하고 다양한 먹이가 제공될수 있도록 한다.

(2) 식생천이를 조절하여 다양한 식생이 성립되게 하여 먹이연쇄를 복잡하게 유도할 수 있다.

[10] 완충지(buffer zone)

(1) 완충지는 활동 및 시설이 일어나는 지역에서 생태적으로 민감한 지역의 훼손 및 간섭을 줄이기 위한 것으로, 활동이 활발하게 이루어지고 시설이 개발되는 지역과 인

접한 하천주변, 야생동물 서식지 주변, 자연식생군락의 주변 등에 조성하도록 한다.

[11] 물(water)

(1) 물은 포유류나 조류 모두 직·간접적으로 필수적인 요소로, 음수용의 제공 및 먹이, 번식지의 제공, 도피, 피난처 휴식처 등을 제공한다.

(2) 주변의 물 즉, 하천, 소하천, 연못, 저수지, 습지의 요소를 지닌 곳에 야생조수를 유치·유인하기 위한 환경조성(인공섬, 식이수종 등)에 비중을 두도록 한다.

(3) 저습지와 같은 환경은 빈영양상태가 부영향화 되면서 생산력이 증대되어 야생동물의 종 및 개체수가 증가하게 되어 수많은 조류 및 야생동물에게 가장 적합한 서식환경이 된다.

5.2.3 서식공간 조성방법

서식공간은 다음과 같이 내핵, 외핵 및 완충구역으로 구분하여 조성한다.

[1] 내핵

(1) 서식처와 피난처 및 이동통로가 된다.

(2) 야생동식물의 종합 서식지역으로 생활환경의 제 요소중 하나만 부족하거나 변화해도 정상적인 생태과정의 진행이 무너지므로, 인위적 간섭을 최대한 배제하도록 한다.

[2] 외핵

내핵을 둘러싼 지역으로 피난처, 통로, 이동통로를 포함하여 각 생태구성요소의 영역성과 활동영역에 의해 영향을 받는 지역이다.

[3] 완충구역

완충구역은 활동 및 시설이 일어나는 지역으로부터 생태적으로 민감한 지역의 훼손 및 간섭을 줄이기 위해 일정폭의 완충녹지를 지정 또는 설치해 이지역을 보호하는 역할을 수행한다.

5.2.4 서식처 관리기법

서식처관리는 자연생태계의 파악을 전제로 이루어져야 하며, 자연자원의 상태에 따라 다음과 같이 차별적으로 실행되도록 한다.

[1] 자연원형을 보존할 경우

자연천이과정을 고려하여 그 과정자체를 보호대상으로 삼을 수 있다.

[2] 종과 군집의 조정

어떤 유형이든간에 예상외의 종이나 군집이 발달 할 경우에는 천이계열을 이용하여 퇴행천이 혹은 진행천이 등 서식조건을 조절하여 개체군을 조정한다.

[3] 대체 서식처의 조성

생물종보존의 차원에서 개발과정에서 손실된 서식처는 인접지역에 새로운 서식환경을 조성하여 생태계의 연결을 꾀한다.

[4] 인공적 종의 도입

(1) 서식처 파괴로 종의 손실이 발생했을 경우 번식이 용이하고 밀도조절이 쉬운 수렵조수류를 도입, 빈 생태적영역을 채움으로 생태계의 균형을 유도한다.

(2) 도입종에 의한 무리한 경쟁 또는 포식이 발생되지 않도록 세심한 주의를 기울인다.

[5] 임연부 조정

등산로, 도로, 인접지역과의 접촉부는 경계부 식생을 다양화하여 임연부를 선호하는 종의 서식처를 보호하도록 한다.

5.3 어류서식을 위한 하천조성

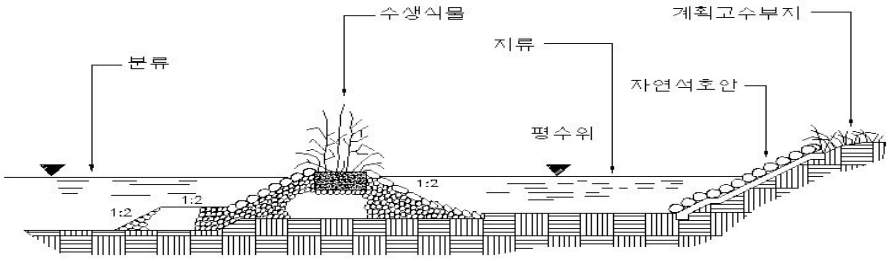
5.3.1 지류형성법<그림 2.11.15>

[1] 중도를 조성하여 본류변에 물의 흐름이 완화된 연못같은 기능을 제공하도록 한다.

[2] 지류의 규모 및 깊이는 다양하게 하도록 한다.

[3] 지류의 수심은 0.3~1.0m 정도가 유지되도록 한다.

[4] 다양한 어류의 생육, 번식, 산란공간으로 사용되며, 홍수시 은신처를 제공한다.



<그림 2.11.15> 지류형성법

5.3.2 거석배치법

[1] 하천에 거석을 배치함으로써 유수의 변화로 인해 하상의 쇄굴을 유도하고 유수의 접촉으로 인해 수질정화를 유도한다.

[2] 거석은 고정시키지 않음으로서 하천의 역동성을 유지시킨다.

[3] 거석으로 인한 하상쇄굴로 어류의 은신처를 제공할 수 있다.

5.4 조류 서식환경조성

5.4.1 조류의 특성

조류의 특성을 파악하여 각 서식환경에 출현 예상되는 종을 파악하여 그에 맞는 식이수종과 그 종에 맞는 서식처를 조성하도록 한다.

[1] 텃새는 세력권의 크기가 10ha보다 작으며 잡식성에 곡물을 주로 먹고, 철새류는 세력권의 크기보다 면적에 민감하다.

[2] 초식성과 잡식성 조류는 숲의 크기에 영향을 받지 않으나, 유식성 곤충을 먹는 조류는 숲의 크기에 영향을 받는다.

[3] 주연부종(edge species)은 숲의 크기가 증가함에 따라 감소하게 된다.

[4] 내부종은 숲의 크기에 따라 증가한다.

[5] 특이종은 아무런 추세를 보이지 않는 종을 말한다.

[6] 철새는 숲이 세분화되고 단편화될수록 이 종들의 개체군은 감소하게 된다.

5.4.2 서식처조성의 기본사항

[1] 주거지역의 내부, 주연부, 외곽지대 등에 존재하는 물(水) 요소는 야생조수의 서식처로 충분한 조건이 될 수 있으므로 이를 적절히 이용하도록 한다.

[2] 야생조수의 서식환경을 제공하면서 인간의 레크리에이션 자원으로도 활용할 수 있도록 보전과 개발의 양 측면이 적절히 균형을 이루도록 한다.

[3] 인간의 간섭을 최소화하도록 한다.

[4] 생태를 고려하는 야생환경을 조성함과 동시에 디자인적인 요소가 가미되도록 한다.

[5] 조류가 좋아하는 숲이나 수반 등이 있는 공간을 조성하고 조류를 유입시킬 수 있는 환경과 먹이를 제공한다.

[6] 조류의 유치와 보호를 위하여 원시림으로 계류, 호소, 황무지, 초원, 습지대, 암석층이 구비된 곳과 혼합림지대를 선정하여 먹이통, 급수시설 등을 설치하고 식이식물 식재, 둥지 포켓 등을 설치한다.

5.4.3 조수유치를 위한 습지 및 서식처 조성

[1] 깊이

(1) 3~4m 이상의 수심에서는 생물학적 활동이 발생하기 어려우므로 이보다 낮은 깊이가 되도록 한다.

(2) 일반적으로 2m 이하의 깊이에서 다양한 생태계를 구성한다.

(3) 바닥을 우둘두둘하고 불규칙적이도록 한다.

[2] 가장자리

(1) 조류중 약간 가파른 제방에 서식하는 종류는 일반적으로 1.5~2m 높이의 거의 수직적 제방이 요구되며, 그외 대부분의 동물은 완경사면을 선호한다.

(2) 다양한 진흙과 물깊이는 종다양성을 증대시킨다.

(3) 공간이 한정되면 가파른 제방에 작은 띠모양으로 식물을 도입하여 가장자리를 완화시켜 준다.

[3] 형태

(1) 야생동물 뿐만아니라 사람들을 위해 물과 접하는 면을 최대한 길게 하여 친수공간을 확보한다.

(2) 강가에 둥지를 트는 조류 중에는 들여다 보는 것을 싫어하는 종이 있으므로 시선을 차단해 줄 수 있어야 한다.

(3) 섬의 조성은 조수에 있어 매우 안전한 서식처가 될 수 있다.

(4) 흙, 돌, 낙엽 등을 이용하여 다공질 환경을 만들어 생물의 주거지로 이용하고, 소동물과 곤충의 은신처와 먹이 공급원으로 제공한다.

1) 녹지내 죽은 나무 밑둥을 치우지 않고 방치하며, 낙엽 등을 퇴적시켜 표토가 되도록 하여 은신처 조성

2) 작은 돌무더기를 조성하여 은신처 제공

3) 관목숲 및 산울타리를 만들어 은신처 조성

[4] 식재

(1) pH, 영양상태에 따라 수종을 선택하고 자생종을 이용하도록 한다.

(2) 물의 규모가 작은 곳에서는 낙엽이 물위에 떨어져 수생식물의 동화작용에 지장을 초래하지 않도록 잎이 큰 수종은 수변에서 거리를 두고 식재한다.

(3) 날개가 약한 날짐승을 바람으로부터 보호하기 위해 북쪽에 방풍용 수목을 식재한다.

(4) 남쪽을 향해 경사가 지도록 하고 북쪽과 동쪽은 밀식을 하며, 남쪽은 햇빛을 잘 받을 수 있도록 개방하여 둔다.

(5) 조류에게 안전한 은신처와 먹이를 제공하기 위해 열매를 맺는 수종을 선정한다.

가. 열매맺는 나무 : 꽝꽝나무, 주목, 사철나무, 산초나무, 멀구술나무, 왕벚나무, 쥐똥나무, 화살나무, 좀작살나무, 팥배나무, 감사눔, 산딸나무, 때죽나무 등

나. 초본류 : 여뀌, 쇠비름, 명아주, 뱀딸기, 수크령, 강아지풀 등

다. 습지식물 : 달풀, 마름, 좀개구리밥, 버들여뀌 등

라. 농작물 : 메밀, 벼, 보리, 옥수수, 콩, 수수, 배추 등

(6) 상록수와 낙엽수를 잘 조합하고, 계절별 열매맺는 수목 혼합 배식

[5] 서식동물

(1) 습지는 오리, 거위, 백조, 걸어 다니는 새, 민물고기, 화려한 곤충 등의 서식처가 된다.

(2) 접근이 제한되는 섬은 동물들에게 안전지대가 된다. 따라서 한 개 이상의 섬을 조성하는 것이 바람직하다.

(3) 물 가장자리 주변의 공간은 다양한 생태자원의 잠재성을 가지고 있고 또 지표이므로 신중을 기하도록 한다.

[6] 습지연결

(1) 물과 육지를 연결하는 서식환경을 조성하여 이를 필요로 하는 수생동물(개구리, 잠자리 등)의 서식처를 조성한다.

(2) 충분한 야생화의 초지, 관목과 교목의 덤불, 둔덕 등을 조성하여 습지를 생태적으로 연결한다.

[7] 기타시설

(1) 새, 나비, 잠자리 등 곤충이 물과 접촉할 수 있도록 물이 고일 수 있는 구조의 음수대 설치

(2) 새나 소동물이 물을 먹거나 몸을 씻을 수 있도록 수반 설치

[8] 인간을 고려한 디자인

인간의 접근이 허용되는 부분은 투수성이 높은, 생태에 지장을 초래하지 않는 재료로 포장하고 울타리, 낮은 관목덤불 등으로 경계를 명확히 해주며, 산책로 등을 조성하여 환경교육의 장으로서의 역할을 수행토록 한다.

[9] 관리

IX.생물들의 잔해와 부식물들을 정기적으로 제거한다.

5.5 양서파충류 및 포유류 등 서식환경 조성

5.5.1 양서파충류

[1] 양서류는 산란기에 특정 연못이나 저수지로 이동하므로 건설 사업시 산란지를 보존하거

나 새로운 산란지를 조성하여야 한다.

[2] 양서류의 경우 특별한 경우를 제외하고 계절에 따라 봄(산란, 여름(생활), 겨울(동면)등으로 생활양식이 바뀌므로 고려하는 것이 필요하다.

[3] 산란장소 : 양서류 번식을 위한 공간으로서 개체군존속에 절대 필요하므로 생물 서식공간 보호계획은 산란장소에 대한 맵핑이 우선적으로 필요하다.

5.5.2 포유류

[1] 생물서식공간의 보전, 복원, 창출에 의해 이익을 받는 종이 있는 반면 불이익을 입는 종도 있으므로 생물서식공간을 조성하는 경우 입지선정과 규모, 성격 등에 따라 각 종의 생태학적 분석을 통해 계획을 수립하고 실시하는 것이 바람직하다.

5.5.3 곤충류 서식을 위한 연못

[1] 잠자리를 비롯한 여러 곤충류와 어류가 공존할 수 있는 생물서식공간을 조성한다.

[2] 잠자리는 종류가 다양하고 번식장소와 서식장소가 다르므로 풍부한 잠자리상을 위해서는 수심의 변화를 주고 물에서 육지에 걸치는복잡한 구조를 갖는 생물서식공간을 조성한다.

[3] 최소 폭은 5m 이상 확보한다.

[4] 수생식물 : 연꽃, 제비붓꽃, 창포, 미나리, 속새

[5] 잠자리가 쉴 수 있는 막대기를 연못과 주변에 설치한다.

5.6 지역별 서식공간조성

5.6.1 주거지역

[1] 주거단지는 인간주거를 전제조건으로 하는 한계가 있어 인간위주의 환경이 조성되며, 소규모의 서식요소들을 서로 연결 야생동물과 조류를 유인·유치하게 된다.

[2] 규모가 큰 주변의 자연환경 요소를 적극활용 주거단지와 연계하는 방법과 단지내부의 소규모 서식지와의 연속성을 가지도록 조성하는 것이 효과적이다.

[3] 도로주변은 소음과 매연으로 조류의 서식환경에 부적합하므로 도로 가장자리에 방음시설, 공해에 강한 주연부 수종을 밀식하는 등의 조류보호대책을 수립한다.

[4] 하층 관목층이 발달 피복도가 증가되면 곤충류가 증가되고 이에따라 조류도 증가하게 된다. 주거단지내의 조류의 유인을 위해서는 관목·덤불류에 비중을 두도록 한다.

[5] 관목층을 둥지로 이용하는 조류의 번식을 위해서는 관목층의 피도량 증가와 유지가 필요하며 이용자의 동선주변에 하층식생을 도입 인간의 간섭을 최소화 하도록 한다.

[6] 집의 울타리 하부를 개방식으로 조성 야생조수의 동선흐름을 방해하지 않도록 한다.

[7] 관찰자 또는 보행자가 조수의 영역을 침해하거나 서식에 영향을 주지 않도록 인간활동과 조류의 습성간에 마찰을 최소화시키거나 방지하도록 한다.

5.6.2 산림지역

[1] 산림녹지면적 10ha 이하의 지역에서는 산림의 수직적 다양성을 높여 야생조류의 다양성을 증가시키고 각 엽층의 피도량을 증가시킬 수 있도록 관리한다.

[2] 10ha 이상의 지역에서는 산림환경의 수평면적인 다양성을 증가시키기기 위한 관목조성, 임연부조성 등으로 휴식지의 이질성을 높이는 것이 효과적이다.

[3] 주거단지 주변에 산림 등의 자연녹지가 있을 경우에는 주연부를 인위적으로 조성한다.

[4] 산림지의 일부를 개벌해서, 태양광선이 직접 산림지의 지표면에 도달하도록 하여 덤불류, 관목식생을 유도하고 식이수종을 도입하여 조수의 서식지조성 효과를 높여준다.

5.6.3 수변지역

[1] 수변지역은 조류의 먹이원인 곤충류가 풍부하여 조류의 서식지로 이용되므로, 상층수관이 적절히 유지되도록 간벌하여 준다.

[2] 호수생태계나 습지서식처를 보존하기 위해 식물을 띠모양으로 식재하여 식물의 오수정화 기능을 이용하고 생물서식지를 보존·관리하는 기법을 도입하여 실용화하도록 한다.

[3] 호수주변부를 처리할 때에도 자연호안처리공법을 이용하여 어류의 서식처를 제공해 주도록 한다.

5.7 소생태계의 네트워크

5.7.1 조성방향

[1] 생태통로, 수변 및 호수생태계를 복원한다.

[2] 주변의 자연생태계와 연계성을 고려하여 녹지축을 연결한다.

5.7.2 조성원칙

[1] 넓을수록 좋다

[2] 같은 면적일 경우에는 분할하지 않고 통합시키는 것이 좋다.

[3] 분할하는 경우에는 분산시키지 않는 것이 좋다

[4] 직선형태보다 덩어리의 형태가 좋다

[5] 불연속된 공간은 생태통로로 연결시키는 것이 좋다.

[6] 가능한 원형에 가까운 형태의 것이 좋다.

5.7.3 비오톱과 녹화

[1] 녹화는 사람이 바라보는 시각을 중시한 아름다움과 쾌적함을 강조한 반면, 비오톱은 생물의 특성과 서식환경에 맞는 공간확보로 녹화보다 자연에 친화적이다.

<표 2.11.17> 비오톱과 녹화의 비교

구 분	녹 화	소생태계(Biotop)
수 목	가로수, 정원수로 하기 위해 잘라준다.	그지역의 자연에 있는 종류를 중요시한다.
생 물	식물의 종류가 단순하여 해충이 발생하기 쉽다.	많은 생물이 생활한다.
낙 엽	태우기 때문에 이산화탄소가 증가한다.	자연 그대로 퇴비가 되어 순환된다.
표 토	노출되어 건조하고 흙속에 양분과 생물이 적다.	덮여있어 양분이나 땅속 생물이 많다.
식물식재	원예종이나 외국종이 많다.	자연림이나 빈 터에 있는 것으로 복원한다.
잡 초	잡초는 제거한다	그대로 두어 작은 동물이 살기 좋은 장소로도 되며 먹이로도 중요하다.
연 못	콘크리트조성으로 생물이 살기 어렵다.	수초가 나고 깊이나 형태도 변화가 많다

제 12장 운동시설설계

I. 개요

1.1 적용범위

[1] 이 설계지침은 우리공사에서 설계하는 공원, 운동장 및 사택, 사옥 등에 부설되는 운동시설설계에 적용한다.

[2] 설계대상공간의 체력단련장 및 체력단련시설의 설계를 포함한다.

1.2 전제조건

[1] 『조경설계기준, 국토해양부』의 제11장 운동시설편을 전제로 한다.

II. 시설별 설계지침

2.1 육상경기장

2.1.1 기능 및 배치

[1] 기본사항

(1) 햇빛이 잘 들고, 바람이 강하지 않으며, 매연의 영향을 받지 않는 장소로서 토양이 적당히 건조하고 배수와 급수가 용이한 부지가 바람직하다.

(2) 현 지형, 수계, 식생 등의 자연환경을 보전하고 주변의 자연 또는 도시환경과 잘 융합할 수 있도록 배려한다.

(3) 이용자가 다수인 시설은 입구 동선과 주차장과의 관계를 고려하며, 주요 출입구에는 단시간에 관람자를 출입시킬 수 있도록 광장을 설치한다.

(4) 경기자의 태양광선에 의한 눈부심을 최소화하기 위해, 트랙과 필드의 장축은 남~북 혹은 북북서~남남동 방향이 바람직하며, 관람자를 위해서는 메인 스탠드를 트랙의 서쪽에 배치하는 것이 좋다.

[2] 타경기장과의 관계

(1) 필드내에 각 종목별 시설을 무리없이 배치한다.

(2) 육상경기장의 필드는 축구경기 등의 이용도 아울러 배려한다. 이 경우 투척, 도약 등의 경기시설의 배치에 주의한다.

(3) 마라톤 등과 같이 장외를 사용하는 경기를 배려하여 출입구의 위치, 통로의 기울기 등을 정한다.

(4) 운동회 등의 이용을 고려하여 텐트의 위치를 미리 고려한다.

[3] 관람자에 대한 고려사항

(1) 관람자를 위한 공간을 적절히 배치한다.

(2) 관람자가 직접 운동장에 들어갈 수 없도록 한다. 단 레크리에이션 등의 목적으로 사용하는 경우는 경기자와 관람자를 지나치게 분리하지 않도록 할 필요가 있다.

(3) 쉘터, 벤치, 녹음 등의 휴식시설이 있는 것이 바람직하다.

(4) 스탠드 내에는 관람과 동선에 방해되지 않는 범위내에서 녹음 등을 마련하는 것이 좋다.

[4] 유지관리

(1) 울타리 등의 관리시설은 이용형태에 맞추어서 배치한다.

(2) 트랙에는 관리용 차량의 출입이 가능한 규모의 출입구가 1개소 이상 필요하다. 또한 창고, 모래저장고 등에는 유지관리를 위하여 경기장 바깥으로부터의 출입이 가능하도록 배려한다.

(3) 유지관리나 운영을 위해 필요한 여러 종류의 차량이 출입할 수 있도록 그를 위한 시설과의 기능적인 결합 및 필요공간의 확보에 대해서도 배려한다.

[5] 안전

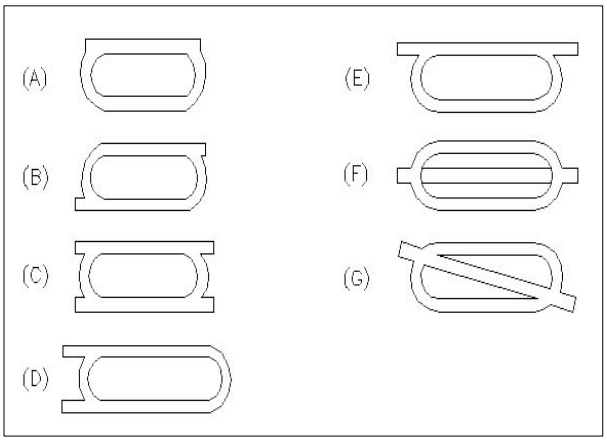
(1) 스탠드를 만들 때에는 계단을 적게 하고 되도록이면 경사로로 한다. 통로는 갑자기 좁아지지 않도록 하는 등의 안전대책을 도모한다.

(2) 입장권 매장의 입구에 수열정리용 철책을 마련하는 등의 안전관리에 충분히 배려한다.

2.1.2 형태 및 규격

[1] 육상경기장 트랙의 형태

육상경기장 트랙의 형태에는 <그림 2.13.1>과 같은 것이 있으나 공인경기장에서는 (F)나 (G)와 같은 형태는 사용되지 않는다.



<그림 2.12.1> 트랙의 형태

[2] 주로(走路) 곡선부의 형태

(1) 단심원(單心圓)

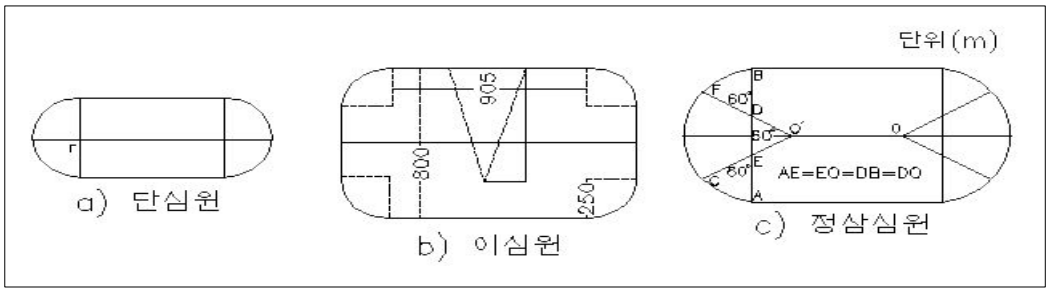
우리나라에서는 이 형식의 주로가 채택되고 있으며, 외국의 경우에는 미국에서 많이 볼 수 있고 유럽에서는 비교적 적다. 설계와 시공이 용이하고 경기자도 달리기 쉬운 형태이다.

<표 2.12.1> 단심원 트랙의 치수

일주길이(m)	곡선부의 반경(m)	중심간 거리(m)
200	18.799	40
250	23.574	50
300	28.348	60
350	33.423	70
400	37.898	80

(2) 이심원(二心圓)

이 형식은 직사각형의 모를 둥글게 한 것으로 우리나라에서는 볼 수 없는 형식이다. 설계와 시공이 비교적 쉬우나, 경기자는 달리기 어려운 주로가 된다. 다만 필드 안쪽을 축구나 럭비 등의 구기장으로 사용하고자 할 때에는 가장 좋은 형식이 된다.



<그림 2.12.2> 주로 곡선부 형태

(3) 삼심원(三心圓)

이 형식의 트랙은 설계시공이 다소 어렵기는 하나 경기자가 달리기 쉽다는 특징을 가지고 있다. 또한 필드의 너비가 넓기 때문에 축구나 럭비 등의 경기에 지장을 주지 않는다.

[3] 육상경기장의 종별 규격

X.각종의 육상경기에 관해서는 한국육상연맹의 규정에 따른다.

<표 2.12.2> 육상 경기장의 종별규격 (단위 ; m)

항목 \ 종별	제 1 종	제 2 종	제 3 종	제 4 종
1주의 거리	400	400	300 또는 400	200, 250, 300, 350 또는 400

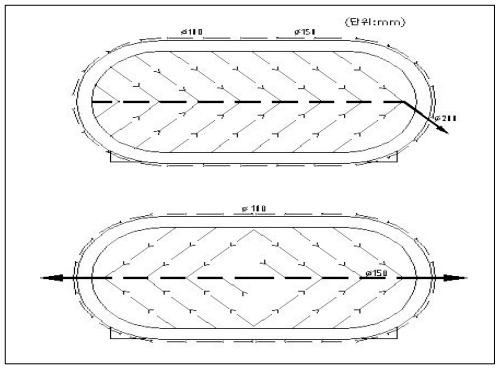
[4] 트랙 및 필드

(1) 코스의 폭은 1.25m를 표준으로 한다.

(2) 트랙의 허용 경사도는 횡단기울기 1/100 이하, 종단기울기 1/1000 이하로 한다.

(3) 트랙의 표면은 스파이크로 잘 달릴 수 있고 또한 스파이크에 흙이 묻지 않도록 설계한다.

(4) 필드는 적당한 경도를 가져야 한다.(표준적으로 야구장이나 테니스 코트보다 경도가 높다. 적당한 탄력성이 있고 흙먼지가 날리지 않아야 하며, 배수가 좋으면서도 적당한 습기를 보유하여야 한다.)



<그림 2.12.3>지하배수관의 배치예(육상경기장)

2.1.3 배수시설

[1] 표면배수는 필드에 체수현상이 발생하지 않도록 필드의 중심에서 주변을 향하여 균등한 기울기를 잡고, 필드와 트랙사이에 설치된 배수로로 배수시킨다.

[2] 지하배수관은 트랙을 횡단하지 않도록 트랙의 양측면을 따라 설치하는 것이 바람직하다.

[3] 지하배수관은 일반적으로 1m 정도 깊이로 매설하고, 한랭지에서는 동결심도 이하로 한다.

[4] 배수지관은 직선으로, 서로 평행하게 그리고 등간격으로 배치한다. 배수주관에 45~90°의 각도로 접속시킨다.

[5] 배수지관이 너무 길면 양단의 고저차가 많이 나고, 고저차를 적게 하면 기울기가 적어져 토사가 침적되기 쉬우며, 굴곡부에도 토사의 침전이 우려되므로 주의하여야 한다.

2.2 축구장

2.2.1 기능 및 배치

장축은 가능한 한 남북으로 하며 장축의 방향을 되도록이면 주풍향과 직교시킨다.

2.2.2 형태 및 규격

<표 2.12.3> 축구장의 규격

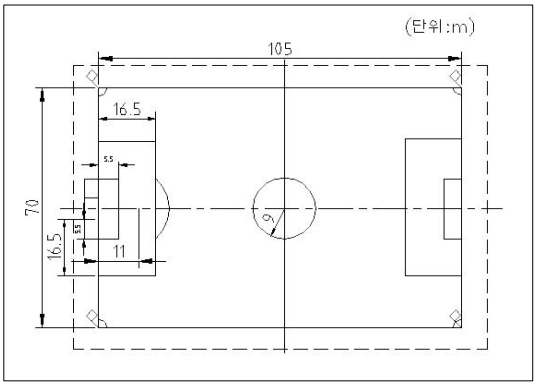
종 류	경기면 크기(m)	사용면 크기(m)	소요면적(㎡)	비 고(m)
축 구 장	(90.4~117.5) × (45.2~90.4)	(100.4~127.5) × (55.2~90.4)	5,542~12,800	주규격은 70 × 105
소년축구장	(50~78) × (35~54)	(60~88) × (45~64)	2,700~5,632	

2.2.3 재료 및 품질

표면은 잔디인 것이 바람직하다. 잔디가 아닐 경우는 스파이크가 들어 갈 수 있을 정도의 경도로 슬라이딩에 의한 찰과상을 방지할 수 있는 포장으로 한다.

2.2.4 배수시설

배수시설의 기준은 육상경기장에 준한다.



<그림2.12.4> 축구장의 규격

2.3 테니스코트

2.3.1 기능 및 배치

[1] 코트 장축의 방위는 정남북으로부터 동서 5~15°편차내의 범위로 하며, 가능하면 코트의 장축 방향과 주 풍향의 방향이 일치하도록 한다.

[2] 주위의 식재대는 방풍과 흰색 테니스공의 배경 역할을 할 수 있도록 계획한다.

[3] 간단한 탈의실이 있으면 편리하며, 필요에 따라 클럽하우스를 마련하는 것도 고려한다.

[4] 관람자가 경기를 관람하는 공간을 고려한다. 이때 경기에 지장이 있는 위치는 피한다.

[5] 코트의 출입구는 경기에 지장이 없는 위치에 마련하고 출입구중 한 개소는 보수공사 등을 위해 차량의 출입이 가능한 규모로 한다.

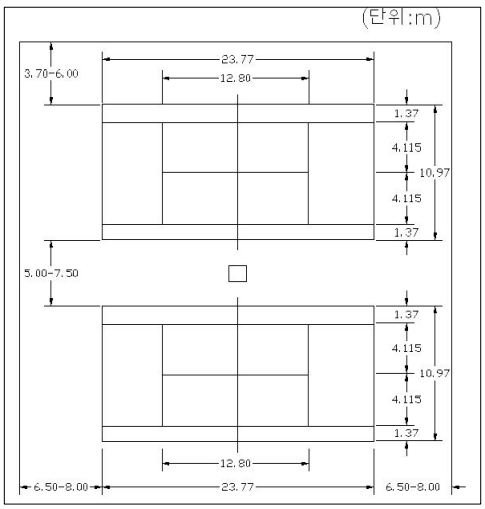
[6] 창고, 모래저장고 등은 코트에서 직접 출입이 가능하도록 배치한다.

[7] 시설은 청결을 유지하기 쉬운 구조와 재료로 한다.

[8] 햇빛이 잘 들고 서릿발이 서지 않으며, 지반의 지지력이 높고 급수가 용이한 부지가 바람직하다.

2.3.2 형태 및 규격

그림<2.12.5>



<그림 2.12.5> 테니스코트의 규격

2.3.3 재료 및 품질

[1] 포장에 현지토양을 쓸 경우는 토양의 물리적성질을 조사한다. (토양의 투수성은 주요한 조사항목이다.)

[2] 코트의 면은 평활하고 정확한 바운드를 만들수 있도록 처리한다.

[3] 표면배수를 위한 기울기는 0.2~1.0%의 범위로 하고 코트의 네 귀퉁이가 같은 높이가 되도록 한다.

[4] 코트면은 적당한 경도와 탄력을 보유하고, 볼의 회전을 잘 받을 수 있도록 한다.

[5] 코트면은 적당한 습기를 가져 안전하고 미끄러지지 않도록 한다.

[6] 각종 코트포장에 대해서는 본 장의 포장편을 참조한다.

[7] 네트 포스트

(1) 목제 혹은 금속제의 지주로 한다.

(2) 한 변의 길이 혹은 직경이 15㎝ 이하로 일정한 굵기로 한다. 포스트는 짙은 녹색으로 칠하고 네트를 잡아 당길 수 있는 금속장치를 부착한다.

(3) 포스트의 높이는 1.07m, 간격은 단식코트 10.06m 복식 코트 12.08m로 하며 포스트는 사이드라인으로부터 일정한 거리를 띄운다.

(4) 배구코트 또는 다른 경기와 공용으로 사용하게 될 경우에는 이동식을 사용한다. 이때 포스트의 소켓에는 흙이 들어가지 않도록 두껑을 씌우거나 소켓의 바닥을 깊게 한다.

(5) 배구와 겸용으로 쓸 수 있는 네트 포스트를 이용할 수도 있다.

[8] 라인

(1) 백색을 원칙으로 하고 폭은 5㎝로 한다. 코트의 계측은 모두 라인의 외측에서 행한다.

(2) 라인은 직접 긋는 것이 보편적이지만 비닐 등의 테이프를 사용할 수 있다. 이 때에는 테이프가 위로 튀어나오지 않도록 항상 점검해 주어야 한다.

[9] 네트

(1) 네트는 충격에 강하고 중간이 처지지 않으며 바람에 크게 동요하지 않을 정도의 무게가 있는 것이 좋다. 방수 가공이 되어 있고 보수하기 좋은 네트로 한다.

(2) 상단 30㎝ 가량을 이중으로 처리한 내구성이 있는 네트로 한다.

[10] 단식용 포울 (스틱)

(1) 복식용 코트를 사용하여 단식경기를 할 때에는 네트포스트를 대신하여 단식용 포울을 사용할 수 있다. 포울은 5~6㎝의 각재나 환봉으로서 윗쪽에 네트의 와이어를 끼울 수 있는 홈이 파여 있어야 한다.

(2) 포스트 하단으로부터 910㎜의 위치에 네트의 높이를 측정할 수 있는 백선을 긋는다. 이 표시는 포울의 위치를 정하는 자로도 사용할 수 있다.

[11] 울타리

(1) 높이는 3m로 한다.

(2) 내부식성이 있는 재료를 사용한다.

2.3.4 배수시설

[1] 표면배수

(1) 표면배수의 기울기는 0.2~1.0%의 범위내로 하고, 빗물을 측구에 모아 배수시킨다.

(2) 측구의 위치는 백네트 바깥쪽이 바람직하지만, 백네트의 안쪽에 설치할 때에는 코트면과 동일 평면에 설치하도록 한다.

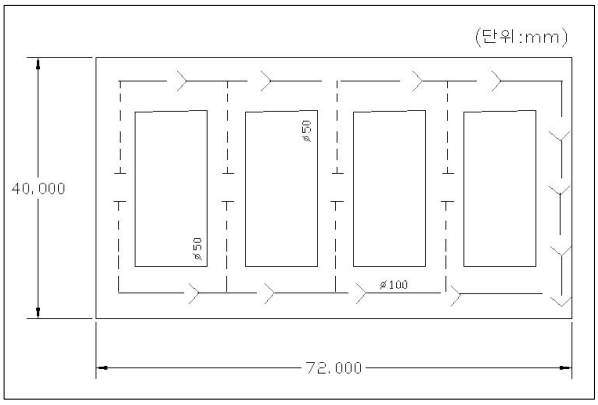
(3) 외부로부터 빗물이 흘러들어오지 않도록 한다.

(4) 베이스라인의 네 귀퉁이는 같은 높이로 한다.

(5) 연식정구장의 허용경사는 코트의 중앙에서 베이스라인까지의 높이차를 3㎝ 이내로 하고 있다.

[2] 지하배수

지하배수관은 라인의 안쪽에는 설치하지 않는 것이 바람직하다. 네트포스트의 기초 등에 지장을 주지 않도록 설치한다.



<그림 2.12.6> 지하배수관의 배치 예(테니스코트)

2.4 배구장

2.4.1 기능 및 배치

[1] 장축을 남북으로 설치한다.

[2] 바람의 영향을 받기 때문에 주풍방향에 수목 등의 방풍시설을 마련한다.

2.4.2 형태 및 규격

[1] 경기장의 규격과 네트의 높이는 <표 2.12.4>와 같다.

[2] 코오트의 구획선은 폭이 5㎝로서 이 구획선은 코오트의 크기에 포함된다.

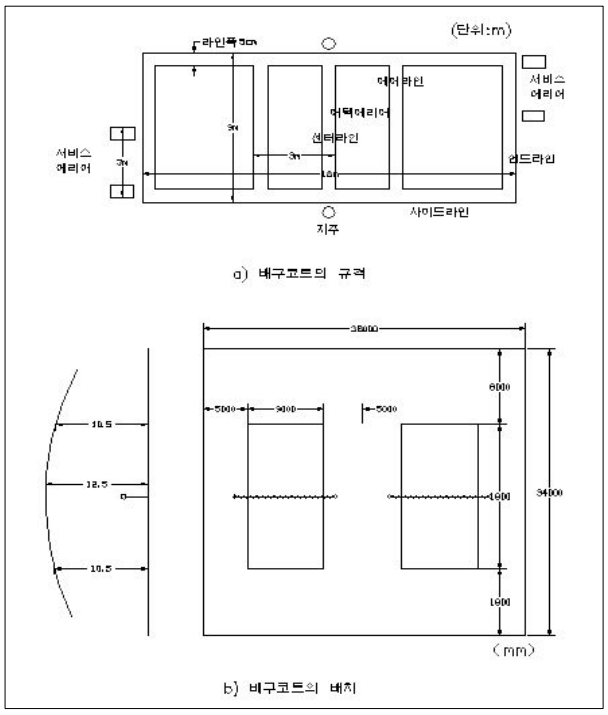
[3] 경기 규칙에 의하면 코오트는 장해물이 없는 장방형의 평면으로서 코오트의 면으로부터 최소한 7m의 높이까지와 구획선 밖으로 최소한 3m사이에는 일체 장애물(지주와 심판대 제외)이 있어서는 안되는 것으로 규정되어 있으나, 일반적으로 다음

<표 2.12.4> 배구코트의 크기

종별·남녀별		경기장 규격(m)	네트의 높이(m)
남자	중학교	18 × 9	2.25
	고등학교	18 × 9	2.35
	일반 및 대학	18 × 9	2.43
남녀	초등학교	16 × 8	200
여자	중학교	16 × 8	2.10
	고등학교	18 × 9	2.20
	일반 및 대학	18 × 9	2.24

그림과 같은 배치를 많이 채용하고 있다.

[4] 배구 코오트에는 센터라인, 어택라인, 서어비스 에리어라인 등을 규정에 따라 위의 그림과 같이 그어 놓아야 한다. 서어비스 에리어 라인은 엔드라인의 후방 20㎝ 되는 곳으로부터 길이 15㎝, 폭 5㎝의 라인을 하나는 사이드라인의 연장선 상에 다른 하나는 그 곳으로부터 3m 되는 위치에 엔드라인에 수직으로 긋는다.



<그림 2.12.7> 배구코트의 규격 및 배치

2.4.3 재료 및 품질

[1] 매끄럽고 평탄하며 균일한 표면을 가지고 있어야 하나, 옥외코오트의 경우에는 배수를 위해 0.5% 까지의 경사를 둘 수 있다.

[2] 포장은 흙포장이 일반적이다. 잔디, 콘크리이트 포장을 피한다.

2.5 배드민턴장

2.5.1 기능 및 배치

[1] 장축을 남북으로 설치한다.

[2] 바람의 영향을 받기 때문에 주풍방향에 수목 등의 방풍시설을 마련한다.

[3] 지주는 양사이드라인위에 설치한다.

2.5.2 형태 및 규격

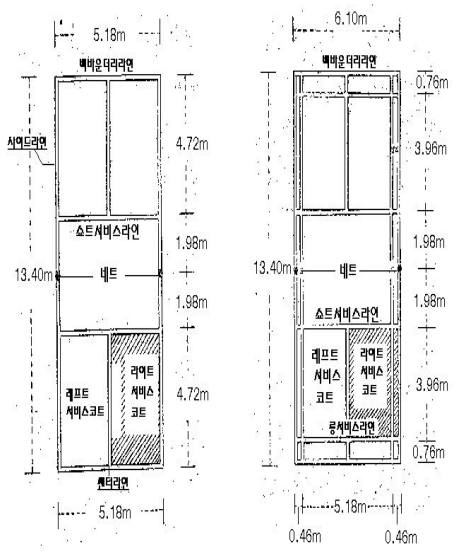
[1] 인접한 코트와의 거리는 최소한 1.5m를 유지한다.

[2] 경기장 라인의 폭은 약 4cm이며 센터라인은 중앙에서 1.9cm의 폭으로 긋는다.

[3] 네트와 포스트

(1) 배드민턴 네트는 포스트의 양측끝은 155cm의 높이이며 폭은 76cm이다.

(2) 네트 중앙의 높이는 1.524m이다.



<그림 2.12.8> 배드민턴 경기장의 규격

2.6 옥외 농구장

2.6.1 기능 및 배치

[1] 농구코오트의 방위는 사이드라인 쪽으로부터 햇빛이 닿도록 하고, 가까이에 건축물이 있는 경우에는 건축물과 직각 혹은 평행된 방향으로 사이드라인이 놓이게 해야 한다.

[2] 코오트의 주위에는 울타리를 치고 수목을 식재하여 방풍의 역할을 하도록 한다.

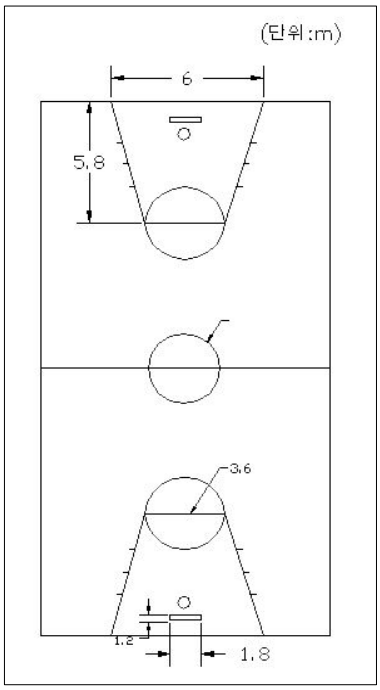
2.6.2 형태 및 규격

[1] 코오트의 크기는 국제규격으로 26m(±2m)×14m(±1m)이며, 일반과 대학생용은 28.0×15.0m, 여자와 남자고교생은 26.0×15.0m가 보통이다.

[2] 코오트의 크기는 경계선의 안쪽에서 측정한다. 코오트의 주위에는 5㎝ 폭의 선명한 경계선을 긋는다.

[3] 라인 바깥쪽에는 적어도 3m의 공간을 남겨두어야 한다.

[4] 코오트를 2면 혹은 3면으로 설치하고자 할 때에는 평행된 위치로 배치하는 것이 비람직하며, 그 경우 코오트사이의 간격은 최저 5m 이상 확보해야 한다.



<그림 2.12.9> 농구코트의 규격

2.6.3 재료 및 품질

[1] 코트는 우선 미끄러지지 않도록 하는 것이 필요하다. 특히 포장재에 대해서는 테니스장과 같이 여러가지 재료가 사용되고 있지만 아스팔트계나 합성수지계 등이 이상적이다.

[2] 배수, 경도, 평탄성 등에 대해서 고려하고, 코오트가 통로로 쓰이기 쉬운 곳은 피한다.

2.7 야구장

2.7.1 기능 및 배치

[1] 방위는 내·외야수가 태양을 등지고 경기를 할 수 있도록 하여야 한다. 야구는 오후에 행하는 일이 많으므로 태양이 남쪽에서 서쪽에 자리잡는 경우를 대상으로 방위를 고려한다. 홈플레이트는 동쪽에서 북서쪽 사이에 자리잡게 한다.

[2] 그라운드의 장축방향과 주풍향이 일치하는 것이 바람직하다.

[3] 햇빛이 잘 들고, 바람이 강하게 불지 않으며, 매연 등의 영향을 받지 않는 곳에 설치한다.

[4] 지반의 지지력이 높고, 지하수위가 낮으며 토질 등이 적합한 곳에 설치한다.

[5] 그라운드의 급배수가 용이한 곳에 설치한다.

[6] 야구공이 경기장 밖으로 날아가 주변지역에 피해를 입히지 않을 정도의 여유가 있는 장소에 설치한다.

2.7.2 형태 및 규격

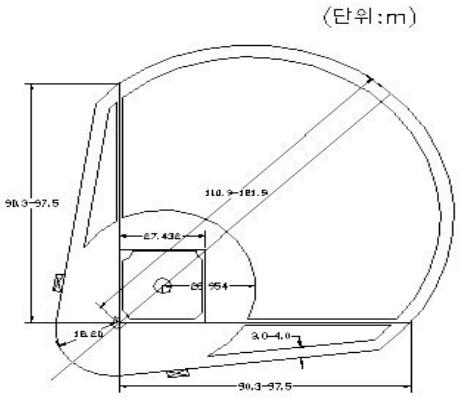
[1] 규격

<표 2.12.5> 야구장의 규격

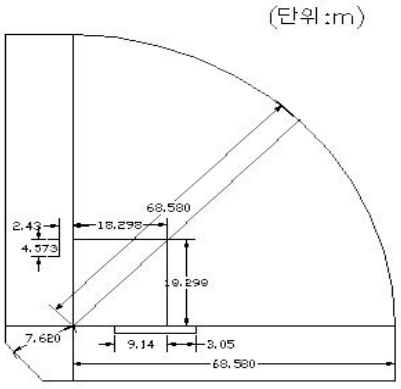
종 류	다이야몬드 크기	사용면 크기	소요면적	비 고
야 구 장	27.432m	105m × 105m	11,030㎡	최소규격
소년 야구장	25.000m	83m × 83m	6,889㎡	
소프트보울장	18.288m	75m × 75m	5,630㎡	

[2] 야구장의 형태<그림 2.12.9>

[3] 소프트보울장의 형태<그림 2.12.10>



<그림 2.12.10> 야구장의 형태



<그림 2.12.11> 소프트보울장의 형태

2.7.3 재료 및 품질

[1] 야구장의 표층은 스파이크가 잘 작용하는 동시에 스파이크에 흙이 붙지 않아야 한다.

[2] 지표면에 돌이나 흙덩어리가 없고 적당한 탄력성이 있어야 한다.

[3] 비가 그치고 30분 정도 경과 후 시합을 할 수 있을 정도로 배수가 양호함과 동시에 적당한 습기를 지닐 수 있어야 한다.

[4] 먼지가 일지 않고, 공이 정확하게 바운드하며, 슬라이딩할 때의 위험을 예방하고 공이 잘 보이도록 흙이 짙은 색깔을 띄어야 한다.

2.7.4 배수시설

[1] 표면배수

표면배수는 주루선이 수평이기 때문에 내야와 외야로 나누어 검토한다. 내야는 피처마운드를 중심으로 기울기를 잡고, 외야는 주루선으로부터 외주부를 향하여 0.3~0.7%의 기울기를 둔다. 야구장의 고저차는 다음 그림을 참고로 한다.

[2] 지하배수

(1) 지하배수관의 매설깊이는 일반적으로 1m 정도로 하고, 한랭지에서는 동결심도 이하로 한다.

(2) 배수지관은 직선으로, 서로 평행하게 그리고 등간격으로 배치한다. 배수주관에 45~90°의 각도로 접속시킨다.

(3) 배수지관이 너무 길면 양단의 고저차가 많이 나고, 고저차를 적게 하면 기울기가 적어져 토사가 침적되기 쉬우며, 굴곡부에도 토사의 침전이 우려되므로 주의하여야 한다.

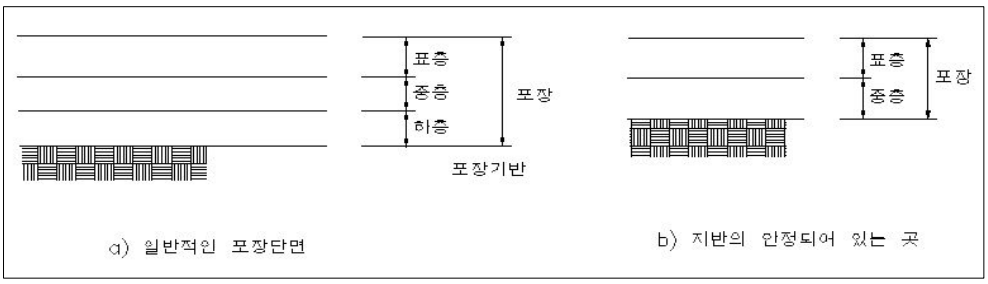
III. 운동시설의 포장

3.1 기본사항

[1] 포장설계에 있어서는 우선 포장의 종류를 선정하는 것이 필요하고, 포장종류의 종류를 선정하기 위해서는 사전에 운동시설의 계획규모와 공식경기용인지의 여부, 경기자의 수준,사용빈도 등의 계획내용에 관한 제반 조건을 잘 정리해 둔다.

[2] 특히 야구장, 육상경기장에는 이용자의 사용방법에 상당한 차이가 있으므로 유의한다.

[3] 포장구조를 결정하기 위해서는 계획규모, 내용 등의 제반조건에 계획지의 입지조건, 관리, 경제성 등을 충분히 고려하여 요구되고 있는 포장의 성능과 효과를 종합적으로 판단하고 운동시설로서의 포장구조를 결정한다.



<그림 2.12.12> 운동시설의 포장 구성

3.2 포장의 구성

[1] 표층

(1) 표층은 포장의 최상부에 있고 경기종목에 따라 경도와 강도를 유지하는 기능과 미관상 아름다운 기능을 가진다.

(2) 표층은 경기에 위험이 없는 동시에 적당한 점착력과 탄력이 있고 배수성이 좋은 것이 요구된다.

(3) 표층의 재료로는 유기질이 풍부한 밭흙과 모래를 섞어 쓰거나 마사토에 표층안정제인 염화마그네슘이나 염화칼슘을 섞어 쓴다. 염화마그네슘이나 염화칼슘의 산포량은 0.3kg/㎡로 한다.

[2] 중층

(1) 중층은 표층과 하층사이에 있고 표층 세립토의 기층 유입을 막고 표층의 탄력성을 향상시키며 배수를 돕는 동시에 표층에 대한 보습층으로서의 역할을 한다.

(2) 중층재료로는 왕모래나 다공질 재료를 고르게 깔아 다지며, 두께는 10~25㎝로 한다. 아스팔트계나 합성수지계의 포장에서는 하층과의 접착력을 증대시키는 역할을 한다.

[3] 하층

(1) 하층은 포장기반의 위에서 포장기반의 지지력을 강화하는 기능을 가진다.

(2) 하층의 구성재료로는 잡석, 자갈 등의 골재를 쓰고, 모래로 공간을 메우도록 한다.

(3) 두께는 10~30㎝로 하고, 0.25~0.50%의 기울기를 붙여두면 기층의 배수가 한결 양호해진다.

(4) 지반이 안정되어 있는 곳에서는 기층을 생략하여도 좋다.

[4] 포장기반

(1) 포장아래쪽의 두께 약 1m의 부분

(2) 포장에 필요한 지지력을 가지고 있어야 하며 설계 CBR 2 이상이어야 한다.

3.3 포장의 종류와 특성

운동시설의 포장은 이용목적, 이용상황, 포장의 특성 ,관리 및 경제성 등을 충분히 고려해서 각 운동시설에 적합한 포장을 하는 것이 필요하다. 포장의 특성은 다음과 같다. 포장에 대한 자세한 사항은 포장·경계석 장을 참고한다.

3.3.1 점성토 포장

[1] 재료가 풍부한 지역에서는 유리하다.

[2] 시공이 비교적 간단하다.

[3] 경기후의 피로가 비교적 적다.

[4] 강우후의 건조에 시간이 걸린다.

[5] 건조하면 먼지가 나기 쉽다.

3.3.2 소성토 포장

[1] 색채가 아름답다.

[2] 경기후의 피로가 적다.

[3] 강우후의 건조가 빠르다.

[4] 함수비가 높게 되면 연약해지기 쉽다.

[5] 건조하면 먼지가 나기 쉽다

[6] 일반적으로 겨울철의 이용이 불가능하다.

3.3.3 잔디포장

[1] 경관적으로는 특히 뛰어나다.

[2] 먼지가 나지 않는다.

[3] 위험성이 적다.

[4] 여름철의 경기를 비교적 쾌적하게 할 수 있다.

3.3.4 아스팔트계, 합성수지계 포장

[1] 날씨에 거의 영향을 받지 않고 경기가 가능하다.

[2] 먼지가 나지 않는다.

[3] 장기간의 사용에는 피로감이 남는다.

[4] 빛의 반사가 심하다.

[5] 시공비가 비싸다.

제 13장 놀이시설설계

I. 개요

1.1 적용범위

[1] 이 지침은 어린이들의 신체단련 및 정신수양을 위해 협동과 창조, 모험의 경험을 하기 위한 어린이놀이터, 댐주변 운동장, 놀이공간, 사택 및 공원에 설치되는 놀이시설 및 주제공원의 동력을 이용한 놀이시설의 설계에 적용한다.

[2] 단, 지역의 특성이나 기타 현지 실정에 따라 이 기준의 적용이 부적합하다고 인정되는 경우에는 이 기준을 적용치 않을 수도 있다.

[3] 기성제품이나 동력놀이시설의 경우 제품생산업체의 별도의 설치기준을 적용한다.

1.2 전제조건

[1] 어린이 놀이시설 조성에 사용되는 기성제품은 「어린이놀이시설 안전관리법」,「어린이놀이시설 안전기준」에 적합하며, 안전인증을 통과한 제품이어야 한다.

[2] 순수창작 놀이시설의 경우 「어린이 놀이시설의 시설기준 및 기술기준, 기술표준원 2007」에 적합하도록 조성하여야 하며, 설치 후 관련 법률에 따라 안전인증을 받아야 한다.

II. 일반공통사항

2.1 놀이시설의 규격 일반

[1] 시설은 기능에 부합되는 규모와 치수를 갖추어야 한다. 예를 들면, 미끄럼틀의 미끄럼면은 미끄러질수 있는 경사를 갖추고 이에 적절한 폭이 필요하며 스피드를 낮추어 지면에 도착할 수 있기 위해서는 경사의 변화와 이에 대응하는 미끄럼면의 적정한 길이로 설계되어야 한다.

[2] 놀이시설의 규모는 일반적으로 다음 사항들을 검토한다.

(1) 어린이의 연령과 성숙도

(2) 놀이그룹의 규모

(3) 예산

(4) 놀이공간의 유형, 위치

(5) 시설물의 안전도

<표 2.13.1> 놀이시설의 종류별,규격별 설치기준

종 류	규 격	설 치 기 준
그 네	■높이 2m 이상, 2인용	■그네, 미끄럼틀, 시소를 우선 설치 ■같은 장소에 동일시설 중복 피함 ■놀이시설물 주위에 모래밭 30㎝ 이상
미끄럼틀	■높이 2m 이상 ■상(계)판 넓이 2㎡ 이상 ■미끄럼면 너비 0.5m 이상 ■착지판 길이 0.6 m 이상 ■미끄럼면 2m 이상	
시이소오	■높이 0.5m 이하 ■길이 3m 이상 ■시소판 3개 이상	
모 래 밭	■넓이 6㎡ 이상 ■두께 0.3m 이상	
기타시설	■어린이의 놀이, 건강, 안전 및 정서함양에 이바지할 수 있고 모험, 창조적인 놀이가 가능한 시설	

(6) 기후, 경제조건, 어린이의 요구 등에 관한 지역적 상황에 맞는 적합성 및 적응

III. 시설별 설계지침

『조경설계기준, 국토해양부』의 제10장 놀이시설을 참고한다.

IV. 재료 및 품질

4.1 재료선정기준

<표 2.13.2>는 놀이시설의 주요 부위와 그에 사용되는 각종 재료를 안전성, 쾌적성, 경제성, 유지관리성의 항목별로 비교·검토한 것이다. 재료의 선정에 있어서는 다양한 평가 항목을 고려한 종합적인 판단이 필요하다.

<표 2.13.2> 재료의 선정

부 위	주요재료	유지관리성		경 제 성		안정성	쾌적성
		보수의 난이	내구성	가공의 난이	가 격		
그네의 안전책 등	강재	◎	○	◎	○	◎	○
	스텐레스	△	◎	△	△	◎	◎
	알루미늄	○	○	○	○	○	◎
	콘크리트	△	◎	○	△	◎	△
	목재	△	△	◎	◎	○	○
지지 구조	강재	◎	○	◎	○	◎	○
	스텐레스	○	◎	△	△	◎	◎
	콘크리트	○	◎	○	○	◎	○
	목재	△	△	◎	◎	△	○
연결 기구	강재	◎	◎	○	○	◎	○
	강재로프	◎	△	◎	◎	△	◎
손잡이 (미끄럼틀 등)	강재	◎	○	○	○	◎	○
	스텐레스	○	◎	△	△	◎	◎
	강재로프	◎	△	◎	◎	△	○
	목재	○	△	◎	◎	△	◎
좌판	플라스틱	○	◎	◎	○	○	△
	목재	○	△	◎	◎	○	◎
	목재+	○	○	◎	△	◎	○
미끄 럼틀	강재	◎	○	◎	○	◎	○
	스텐레스	◎	◎	○	○	◎	◎
	콘크리트	△	◎	△	△	○	○
	플라스틱	○	○	○	◎	○	○
	목재	○	△	○	◎	△	○

(주) : ◎는 양호, ○는 보통, △는 약간 부적합으로서, 사용 부위별로 각 항목을 고려하여 선택한다.

4.2 재료별 특성 및 사용지침

4.2.1 강재

조합중 강재와 강재의 조합은 용접에 의한 접합이 일반적이지만, 경우에 따라서는 부재의 안전성과 시공성, 교환성 따위를 고려하여 적절한 연결금속물을 사용할 수 있다.

4.2.2 콘크리트

철근콘크리트와 기타 부재는 부재를 직접 철근에 용접하거나 금속물, 볼트 등을 사용하여 조립 할 수 있으므로 안전성, 시공성, 교환성 등을 충분히 고려하여 적절한 방법으로 한다.

4.2.3 목재

[1] 목재의 물리적 특성이나 가공성, 내부후성 따위의 성질을 충분히 검토하여 썩음, 가시, 거스러기가 발생되지 않는 재료를 사용한다.

[2] 각종 하중에 견딜수 있는 형태와 치수로 한다.

[3] 외부공간에 설치되는 놀이시설의 시공에 사용되는 원목, 각재, 판재, 합판 등의 목재 가공품은 내구성을 높일 수 있도록 방부, 방충 처리한 목재를 사용하며 표면보호조치 한 후에 사용해야 한다.

[4] 목재의 연결이나 철물 접속 등은 안전성을 충분히 고려한다.

[5] 강재로프, 강재, 고무타이어 등의 재료를 조합하는 경우에도, 그 품질의 확보와 접속방법을 충분히 배려한다.

[6] 부재의 접합부에 볼트나 못 등을 사용하는 경우에는 이용자에게 위험하지 않도록 조립한다.

[7] 방부처리하여 내구성을 높이며, 방부처리는 인체에 무해한 방법으로 사용하여야 한다.

4.3 품질

4.3.1 구조

[1] 놀이시설의 구조는 안전하면서도 쾌적한 기능을 충분히 유지하기 위해 지내력이나 적재하중, 동하중 따위의 외적조건이나 재료의 규격성, 인간공학, 의장 등의 조건을 충분히 고려한다.

(1) 놀이시설은 어린이의 인체치수나 동작치수에 적절한 구조를 가져야 하는 한편 충분한 강도를 유지하여야 한다.

(2) 어린이의 상상력을 창조하고 기구로부터 친근감과 흥미를 느끼게 하며, 풍부한 색채감각을 줄 수 있도록 한다.

[2] 구조의 설계를 위해서는 주로 다음 사항이 검토되어야 한다.

(1) 하중 : 놀이시설에는 여러 가지 종류의 하중이 작용하기 때문에 안전성의 점검이 필요하다. 시설의 구조나 중요도에 따라 적설, 폭풍, 지진 등의 하중도 충분히 고려할 필요가 있다.

(2) 허용응력도 : 부재의 허용응력도는 지반의 허용지내력도 등을 고려하여 설계한다.

(3) 재료 : 설계되는 구조에 적합한 재료를 선택한다.

(4) 경제성 : 합리적인 구조일 뿐아니라 경제적인 구조가 되는 것이 바람직하다.

<표2.13.3> 재료별 마감처리

종류 \ 재료			강재	콘크리트	목재
모르타르			×	◎	×
인조석붙이기			×	◎	×
녹막이 방부	징크로메트		◎	—	—
	아연도금		◎	—	—
	CCA가압방식		—	—	◎
	크레오스트		×	—	◎
도포	유성페인트		◎	—	◎
	바니시, 에나멜		◎	—	◎
	래커		◎	△	◎
	수성페인트		×	◎	△
	합성수지도포	염화비닐	◎	○	◎
		초산비닐	×	◎	◎
		합성고무계	△	◎	◎
		아크릴수지	◎	◎	○
		폴리에스테르수지	○	△	◎
		페놀수지	○	△	◎
		에폭시수지	◎	△	○
	알루미페인트		◎	○	◎
	이스팔트계도료		○	◎	◎

(주) : ◎비교적 좋음, ○보통, △좋지 않을 가능성, ×좋지 않음

4.3.2 재료

[1] 놀이시설에 사용되는 재료는 쾌적성과 내구성을 높이기 위해 각각의 특성에 적합하게 마감처리한다.

[2] <표 4.14.5>는 각종 재료에 대한 마감법의 적합성을 비교한 것으로서 지역특성이나 경제성, 유지관리성 등을 종합적으로 검토하여 선정한다.

4.3.3 기타의 품질관리

[1] 오름수단 제거

망루, 오두막의 지붕, 간벽, 난간, 그네 지지파이프 등 시설물의 높은 곳을 기어오르거나 걸터앉기에 어려운 구조로 하고, 주변에 밟고 오르거나 넘고 오를 수 있는 수단이 없도록 한다.

[2] 미끄럼 방지

망루, 오두막, 공중통로, 계단의 답면 등은 미끄럼이 방지되도록 한다.

[3] 녹 방지

활주면 등과 같이 신체의 접촉 또는 마찰이 빈번히 발생하는 곳에는 녹이 발생하지 않도록 처리한다.

[4] 지하매설물

놀이터 바닥면 위로 노출되지 않도록 하며, 흙속에 매설할 경우에는 완전히 묻히도록 하

고, 모래에 매설하는 경우에는 일시적으로 노출되어도 다시 복원될 수 있도록 모래 상단면으로부터 최소 10㎝ 이상 깊게 매설한다.

[5] 바닥재료

추락의 위험이 있는 놀이시설 주변의 놀이터 바닥면은 모래 등 충격을 흡수·완화할 수 있는 완충재료를 사용하고, 콘크리트나 아스팔트와 같은 단단한 포장면 위에 놀이시설이 설치되지 않도록 한다.

[6] 출입용 경사로

놀이터의 출입구는 기울기 8%(1/12) 이하의 경사로를 1군데 이상 설치한다.

[7] 진자, 진동시설

진자시설은 합성수지 등 충돌시 충격이 완충될 수 있는 재료와 경량재를 사용한다.

V. 기타의 고려사항

5.1 다른 시설과의 관계

놀이시설은 이용하는 유아의 보호자가 노는 것을 볼 수 있는 대기시설, 휴식시설, 화장실, 음수전 등의 편익시설 계획과도 연관하여 생각한다.

5.2 관리에 대한 고려

[1] 놀이시설은 안전하고 쾌적한 이용이 가능하도록 항상 유지보수 되어야 하며, 이를 위해서는 계획시 관리계획까지도 배려하여야 한다.

[2] 놀이시설은 관리방법을 고려한 설계가 되어야 한다. 관리인이 상주하면서 시설을 빈번히 점검하는 등 예상되는 관리방법에 적합한 설계가 필요하다.

[3] 또한 교체용 부재의 입수가능성, 몇 개의 놀이시설간에 부재의 교환성 등을 배려하는 것이 바람직하다.

5.3 유의사항

[1] 사선설치의 제한 : 통행이 잦은 놀이동선에 로우프, 전선 등의 줄이 사선으로 설치되지 않도록 한다.

[2] 밀폐공간 제거 : 망루, 오두막, 놀이집, 콘크리트관 등은 부분적으로 투시되거나 경사지게 설치하여 방뇨, 비행장소로 사용되지 않도록 한다.

[3] 추락지점 시설의 설치제한 : 철봉, 래더, 오름봉, 오름사다리 등의 추락지점 및 그네, 회전무대 등의 뛰어내리는 착지점에는 타 시설물을 설치하지 않도록 한다.

5.4 세부설계에 대한 배려

[1] 놀이시설이나 시설의 이용동선 내에서는 경질포장을 일렬로 늘어놓는 것은 피한다.

[2] 기구나 구조물의 우각이나 능선은 위험하지 않으나 예각 붙임은 가능한 한 피한다.

[3] 거친면 붙임을 피한다.

[4] 기초콘크리트는 안전을 고려하여 지표면보다 위로 올라가지 않도록 한다.

[5] 사용고재를 사용하는 경우는 다른 위험물이나 유해물이 없도록 주의한다.

5.5 안전관리

[1] 놀이시설이 안전하고 쾌적한 기능을 충분히 나타내기 위해서는, 설계단계에서 여러가지가 검토되어야 하며, 설치시점부터 유지관리가 충분히 이루어져야 한다.

[2] 놀이시설을 설계할 때는 다른 시설과 마찬가지로 모양, 이용, 관리 측면 등을 검토하고, 완성시점부터 유지관리, 이용자지도를 통해 설계의도를 계속 유지하는 것이 중요하다.

제 14장 휴식시설설계

I. 개요

1.1 적용범위

[1] 이 지침은 우리공사의 사옥, 사택, 전시관 등의 정원과 도시공원 및 댐주변 휴식공간 등의 각종 조경공간내 설치되는 휴게소, 퍼골라, 쉘터, 벤치, 팔각정, 야외탁자 등 휴식시설에 적용된다.

[2] 지역특성, 사업특성 등을 감안하여 부적합하다고 인정되는 장소에는 이 기준외에 별도의 특수한 기준을 적용할 수 있다.

[3] 완성된 기성품의 제작에 관한 기준은 생산자의 기준 및 시방에 의하며, 기성품의 각 재료별 기준, 구조, 설치, 품질관리 등에 관한 사항은 본 지침에 의한다.

II. 일반공통사항

2.1 배치기준 및 유의사항

『조경설계기준, 국토해양부』의 제9장 휴게시설을 참고한다.

2.2 관리 및 유지보수

[1] 조경공간의 휴식시설은 집중적인 이용을 수반하면서 비바람 등에 노출될 조건을 고려한 계획이 필요하다.

[2] 시설이 훼손되는 것을 억제하고 불특정 다수의 이용을 수반하는 것을 고려하면 청결한 이용과 거리가 먼 장소, 청소, 보수 등의 유지관리에 많은 노력이 드는 것을 고려하여 관리밀도에 따라 시설의 수준을 결정한다.

III. 시설별 설계지침

3.1 휴게소, 팔각정 및 사각정자

『조경설계기준, 국토해양부』의 제9장 휴게시설을 참고한다.

3.2 쉘터(shelter)/ 퍼골라

『조경설계기준, 국토해양부』의 제9장 휴게시설을 참고한다.

3.3 벤치

3.3.1 규격

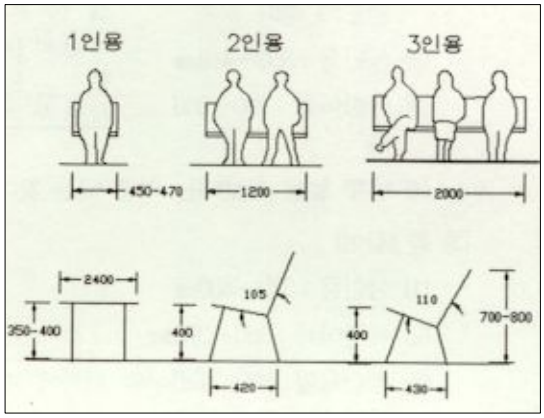
[1] 규격일반

(1) 벤치, 야외탁자는 인체와 직접 접촉되는 시설이므로, 설계시에 인간공학적인 면을 검토할 필요가 있다

(2) 설치 목적, 시설규모, 설치장소 등에 부합되는 적절한 규모 및 치수를 갖추어야 한다

(3) 일반적으로 등받이가 없는 경우는 높이 40㎝일 때, 활동도가 가장 높으며, 그보다 낮거나 높은 경우 허리가 피로해진다.

(4) 단시간의 휴식에는 문제가 없으나 오랜시간 휴식이 필요한 경우 등받이가 필요하며 그 각도는 좌면상태에 관계된다.

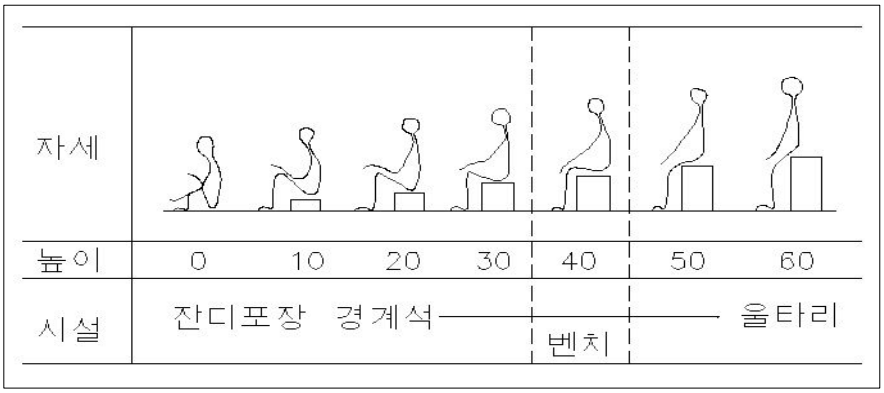


<그림 2.14.1>벤치의 규격

(5) 좌면이 너무 깊으면 등받이를 받칠 수 없고 대퇴부에 압력이 작용한다

(6) 좌면이 너무 높으면 대퇴부와 의자 접속부에 압력이 발생하여 불편하다.

(7) 높이는 약간 낮은 것이 편안하나, 공원내에서 일시 휴식을 목적으로 하는 벤치의 경우는 반대로 좌면이 약간 높은 편이 좋다



<그림 2.14.2> 좌면의 높이와 자세

(8) 일반적인 벤치의 좌면높이는 어른과 어린이 겸용일때는 35~40㎝이고, 등받이 각도는 100~110°정도가 좋으며, 오랜시간 편안히 쉴 경우에는 각도가 깊고 등받이가 길어야 한다.

[2] 높이

(1) 일반적으로 35~45㎝ 정도가 좋다

(2) 성인용 : 350~410㎜

(3) 어린이용 : 300~350㎜

<표 2.14.1> 의자의 규격

용 도	좌면높이	좌면 깊이	좌면길이
대 인 용	35 ~ 41㎝	37 ~ 40㎝	1인용 : 60㎝(45~ 47)
어 린 이 용	30 ~ 35㎝	35 ~ 37㎝	2인용 : 150㎝(120~150)
겸 용	35 ~ 40㎝	38 ~ 43㎝	3인용 : 180㎝(180~200)
장 애 자 용	40 ~ 45㎝	30 ~ 45㎝	

(4) 너무 높은 것보다는 약간 낮은 것이 마음을 편하게 하여 휴식효과가 높음

[3] 폭 (깊이)

(1) 성인용 : 370~400㎜

(2) 어린이용 : 350~370㎜

(3) 성인용일 경우 대퇴부의 뒤쪽에 가볍게 접촉하면서 1~2㎝ 정도의 빈틈이 생겨날 정도의 35~40㎝가 적당

(4) 의자다리보다 10㎝ 이상 밖으로 돌출

(5) 좌판의 너비는 등뒤로부터 무릎까지의 길이보다 짧아야 한다

[4] 길이

(1) 기본모듈(1인)

가. 한 사람이 앉을 수 있는 길이는 45~47㎝이나 1인용일 경우 좌우 간격을 45~60㎝ 정도 확보하는 것이 좋다. (60㎝ 권장)

나. 무게 : 1인당 110㎏

(2) 1인용일 때 45~60㎝, 2인용일 때 120~160㎝, 3인용일 때 180~200㎝가 표준이며, 일반적으로 180~200㎝로 한다.

(3) 길이(W)와 사람수(N)와의 관계는 다음과 같다.

XI. W(㎝) = 40N + 30(N-1) = 70N - 30

[5] 등받이(Back Rest)

(1) 높이 400~500㎜(400㎜를 표준으로 한다)

(2) 바닥부터 등받이 끝까지 전체높이 800~850㎜

(3) 허리부분이 충분히 지지되는 동시에 허리부터 가슴의 뒷부분에 이르는 부분을 넓게 받쳐주도록 한다.

(4) 경사

가. 좌면각도 : 15°

나. 등받이 각도 : 105~110°(가벼운 휴식 105°, 휴식 110°)

다. 등받이와 좌면 : 110°정도가 무난

(5) 수평면에서 각도는 5°로 한다.

<표 2.14.2> 의자 치수(팔걸이)

구분 \ 성별	여자	남자
대퇴부 길이	44.2 α±2.11	45.1 α±2.31
앉은높이	37.5 α±1.48	41.0 α±1.7
팔꿈치높이	61.5	67.0

[6] 팔걸이

(1) 필요에 따라 팔걸이를 설치한다

(2) 높이 : 좌판으로부터 15~25㎝. 좌면과 팔걸이의 상면과의 간격은 25㎝ 정도가 적합

(3) 폭 : 3㎝ 이상

(4) 부착 각도 : 등받이 각도에 관계없이 본래의 축에 대해 90°±20°

3.3.2 재료

[1] 열과 냉기를 오랫동안 지니지 않는 재료로 한다.

[2] 주위의 건물이나 구조물, 식생등과 조화로운 재질을 선정한다.

[3] 좌면은 매끄럽고 부서지지 않으며 열이나 냉기를 유지하지 않는 구조와 재료를 선정한

다.

[4] 색채는 자연색을 원칙으로 하며 주위 경관에 따라 적절한 색으로 선정한다.

3.4 플랜터 겸용의자(Seating walls)

3.4.1 기능 및 배치

[1] 건물 주변의 화단, 플랜터, 기타 식재를 위한 식수대 조성시 의자의 기능을 갖도록 한다.

[2] 광장, 건물입구, 보행자도로, 기타 기하학적 공간에 설치한다.

[3] 주요 공간에는 경계석 등에도 의자 기능을 부여한다.

3.4.2 형태 및 규격

[1] 크기

(1) 좌면높이 400~450㎜, 좌면폭 300~400㎜, 돌출부 50㎜

[2] 색채

(1) 흐리고 밝은 색상 : 직사광선을 받는 곳에, 차갑게 유지.

(2) 검고 빛나는 색상 : 그늘진 곳, 직사광선에 뜨거워지지 않는 곳.

[3] 좌면에는 배수를 위한 흠을 30㎝마다 폭 3㎜로 설치.

[4] 의자 앞부분에 보행자의 통행을 방해하지 않고 발을 뻗을 수 있는 공간을 60㎝ 확보.

3.4.3 재료 및 품질

벤치의 기준을 적용한다.

3.4.4 기타

[1] 보행자나 앉아 있는 사람과 분리하여 상해를 입지 않도록 한다.

[2] 이외의 사항은 벤치의 기준에 따른다.

3.5 야외탁자

『조경설계기준, 국토해양부』의 제9장 휴게시설을 참고한다.

3.5.1 설계상의 유의점

[1] 피크닉용 테이블 벤치는 등받이가 필요없다.

[2] 장애자를 배려한다.

[3] 탁자와 의자 사이의 간격, 좌면과 탁자 밑면의 간격이 중요

[4] 자연경관 속에 놓이는 것은 소박하고 청결한 느낌을 받는 것이 어울린다

[5] 시공방법

벤치와 야외탁자는 공장제작품과 현장제작시공이 있는데, 어느 방법을 채택하더라도 가공, 조립, 운반 등의 시공방법에 대하여 충분히 배려하여 설계한다.

[6] 관리방법

벤치, 탁자는 공간의 성격이나 설치공간의 특성에 따라 여러가지 형태로 디자인 할 수 있으나, 안전하고 쾌적한 시설로 유지되는 것이 바람직하다.

3.6 재료 및 품질

3.6.1 재료 일반

[1] 목재

(1) 온화, 친근감 제공하며 구입이 용이하나 내구성이 약하므로 방부처리 필요

(2) 4계절 이용 가능하나 바람에 약함

[2] 합성목재

(1) 내구성이 우수하며 표면도색 등 유지관리가 불필요하여 관리에 용이하나 단가가 일반 목재에 비하여 고가이므로 경제성을 고려하여 사용하도록 한다.

(2) 제품의 특성, 적용시설물 종류 및 사용환경에 따라 흡수율, 길이선열팽창계수, 미끄럼 저항성에 대하여 적합한 제품을 사용하도록 한다.

[3] 석재, 벽돌, 콘크리트재

(1) 수분배출을 위한 배수대책이 필요하다.

(2) 석재 : 주위환경 조화, 구입이 어려움

(3) 콘크리트재 : 관리 용이, 제작 자유, 수분 건조시간 필요,

[4] 철재

(1) 내구성, 안정감, 비용이 비싸며 녹슬기 쉽다.

(2) 이동식에 적절하며 등받이는 가능하면 목재, 플라스틱재로 한다.

[5] 플라스틱재

(1) 다양한 색 연출, 제작 용이, 파손에 약함, 보수 곤란하다

[6] 도기류

(1) 색과 모양이 특색 있으나 가격 비싸고 파손되면 전면교체.

(2) 특정 장소 설치시 좋다.

3.6.2 품질일반

[1] 부재의 조합은 시공성이나 교환성 등을 고려하여 유지관리비가 저렴한 구조로 한다.

[2] 발이 닿는 지표면은 지면의 손상을 방지하고 물이 고이지 않게 하기 위해 돌, 블록 등으로 포장한다.

[3] 표면은 물이 고이지 않도록 배수구멍 등으로 처리하고 좌면은 물을 배수시키기 위한 홈이 있어야 한다.

[4] 모서리는 날카롭지 않도록 둥글고 부드럽게 처리하며, 볼트 등은 감추거나 깊이 들어가도록 한다.

3.6.3 재료별 처리

[1] 목재 : 부서지지 않도록 하며, 부드러운 모서리로 처리한다.

[2] 철재 : 부드러운 모서리로 마무리하고, 녹막이처리를 한다.

3.6.4 좌면

[1] 피부와 닿는 면은 나무로 시공함을 원칙으로 하며 틈은 1㎝ 이상 띄어서는 안된다.

[2] 좌면은 어느 정도 단단하고 평평한 것이 좋으며 지나치게 오목한 것은 좋지 않다.
[3] 좌판은 몸에 밀착시키기 위해 곡선형으로 들어가도록 하며 모서리는 모따기 처리한다.
[4] 부드러운 목제의 좌판은 두께 3㎝ 이상이 좋다.

3.6.5 등받이

등받이는 평면이거나 안쪽으로 약간 배가 나오도록 하여 허리를 받쳐 주도록 한다.

3.6.6 지지구조

[1] 다리의 기초는 부패되거나 녹슬기 쉬우므로 콘크리트이외의 경우에는 모르타르로 기초부를 처리하거나 방부, 녹막이 처리한다.

[2] 콘크리트 다리는 20㎝ 이상 묻혀야 하며, 자갈 또는 잡석기초를 10㎝ 두께로 포설한다

3.6.7 장애자용 설계

[1] 의자의 한쪽 끝에 휠체어 탄 사람을 위해 1200×1200㎜의 공간을 확보한다.

[2] 의자 앞 부분인 경우 1800×1800㎜의 공간을 확보한다.

3.6.8 기타 재료 품질 기준

[1] 각 재료는 KS기준 및 우리공사 품질기준에 적합한 제품을 사용하여야 한다.

[2] 합성목재는 아래의 품질 기준에 적합한 제품을 사용하여야 하며, 설계된 제품 기준 재활용재 함유율을 확인할 수 있도록 KS표시방법대로 표시한 분석표 등을 제시한다. 필요한 경우 재활용재 함유율을 확인할 수 있도록 별도 시험을 실시할 수 있다.

<표 2.14.3> 합성목재 품질기준

시험 항목		품질기준	시험방법
목질함량(폐목재1등급이상)		50%이상	KS F 3230
비중		0.8~1.5	KS F 3230
최대굴곡하중(N)	솔리드	3400 이상	KS F 3230
	중공형	3000 이상	KS F 3230
굴곡크리프변형(%)	솔리드	0.25 이하	KS F 3230
	중공형	0.20 이하	KS F 3230
충격저항성(실온조건)		이상없음	KS F 3230
충격저항성(저온조건)		이상없음	KS F 3230
충격강도(kJ/m^2)		3.0 이상	KS F 3230
뒤틀림성(%)		2.0 이하	KS F 3230
나사못 유지력(N)	솔리드	780 이상	KS F 3230
	중공형	400 이상	KS F 3230
미끄럼 저항성(C.S.R)		0.4 이상	KS F 3230
수분흡수율(중량변화%)		8.0 이하	KS F 3230
동결융해(최대굴곡하중변화율%)		초기 90 이상	KS F 3230
길이선열팽창계수(1/℃)	제혀쪽매	3.0×10^{-5} 이하	KS F 3230
	제혀쪽매 외	6.0×10^{-5} 이하	KS F 3230
내후성(충격강도 변화율%)		초기 80 이상	KS F 3230
유해물질용출시험(mg/L)	비소(As)	0.1 이하	KS F 3230
	카드뮴(Cd)	0.1 이하	KS F 3230
	크롬(Cr)	0.1 이하	KS F 3230
	납(Pb)	0.1 이하	KS F 3230
	수은(Hg)	0.005 이하	KS F 3230
난연성	탄화길이	20cm 이하	KS F 3230
	나머지불꽃	10초 이하	KS F 3230
포름알데히드방산량(㎎/L)		0.5 이하	KS M 1998-4
총휘발성유기화합물(㎎/㎡h)		0.4 이하	KS M ISO 16000-9

제 15장 포장·경계석설계

I. 개요

1.1 적용범위

본 지침은 차량의 통행이 빈번하지 않는 관리용 차량도로, 차량보다 보행이 주가 되는 단지내 도로, 주차장, 산책로, 보도, 광장 등의 포장에 적용한다.

1.2 전제조건

『조경설계기준, 국토해양부』의 제7장 조경포장편을 전제로 한다.

II. 포장의 구조

포장은 일반적으로 표층, 노반, 노상의 3개 층으로 이루어지지만, 방진처리와 표면처리를 위한 표층만의 포장과, 표층과 노반만으로 구성되는 간이포장 등 포장의 사용목적과 제반여건에 따라 여러 가지 형태의 포장구조를 선택할 수 있다.

2.1 노상

[1] 노반 아래의 두께 약 1m의 지반을 노상이라고 한다.

[2] 노상토는 그 재질에 따라 지지력에 커다란 차이가 있으므로 「KS F 2320」의 노상토 지지력비(CBR) 시험방법에 의해 측정한 CBR치를 포장의 두께를 결정하는 기초자료로 활용하게 된다.

[3] 노상의 일부분에 극단적으로 연약한 부분(CBR 2 이하)이 있으면 그 부분을 파내고 양질의 흙으로 치환하는 방법이 좋으나 면적이 넓을 때에는 경제적으로 비용이 많이 소요되므로 CBR치가 높은 재료를 혼입하거나, 노상토와 노반의 사이에 차단층으로 10㎝ 이상의 모래층을 두어 연약한 노상토가 노반속에 밀려서 올라오는 것을 막고 또한 노반의 배수를 좋게 하는 방법 등을 쓴다.

2.2 노반

2.2.1 노반의 구조

[1] 노반은 상층노반과 하층노반의 상하 2개층으로 구성된다.

[2] 간이포장은 가능하면 원지반을 노상으로 이용하고 그 위에 노반을 구축한다.

[3] 따라서 원지반의 CBR치와 두께에 따라서 원지반을 하층노반으로 사용하거나, 원지반이 자갈층으로 CBR치와 두께가 충분할 때에는 원지반을 상층노반으로 사용하여 凹凸을 고를 수 있는 5㎝ 정도의 층만을 포설하고 그위에 직접 표층을 포설하는 경우도 있다.

2.2.2 하층노반

[1] 하층노반의 CBR치에 의해 상층노반과 표층의 두께가 결정되므로 하층노반의 재료는 입수가능한 재료 중에서 가장 경제적인 것을 선택한다.

[2] 하층노반에 사용될 재료는 CBR치가 10 이상이고, 세립토(0.074㎜ 표준체 통과분)가 10% 이하인 것이 바람직하다.

[3] 모래, 자갈, 쇄석 등이 자주 쓰이나 양질의 재료를 구하기 어려울 때에는 원지반 재료를 입도조정하여 사용하거나, 안정처리제(시멘트, 아스팔트, 소석회의 첨가 등)를 사용한다.

[4] 전압은 8~10톤 매커덤 로울러, 10톤 이상의 타이어 로울러를 사용한다.

2.2.3 상층노반

[1] 상층노반은 고급포장에서 기층에 해당되는 역할을 하며 표층을 통하여 전달되는 하중을 지지하고 또 하부로 분포시켜 하층노반에 전달하는 역할을 하므로 경제적인 범위내에서 될 수 있는 한 양질의 것을 사용할 필요가 있다.

[2] 상층노반에는 일반적으로 입도분포가 좋은 자갈, 쇄석 또는 슬래그의 크랫샤 및 물다짐 매커덤 등이 쓰인다

2.3 표층

표층은 포장면의 제일 상층부를 형성하고 있는 것으로 내구성, 안전성, 기능성, 경관성, 경제성 등의 여러 가지 조건을 만족시켜야 하기 때문에 쓰이는 곳에 따라 다양한 재료와 공법이 구사되고 있다.

III. 포장유형별 설계지침

3.1 흙다짐포장

[1] 흙다짐포장은 포장의 인공적인 분위기를 배제하고 자연스러운 분위기를 연출하기 위하여 사용된다.

[2] 흙다짐포장은 표층재로서 내구성이 떨어지나 상층노반과 같은 구조적인 기능을 가진다.

3.1.1 입도조정공법

[1] 흙속에 점토분이 많으면 흙속의 수분이 과다할 경우 질퍽거리게 되고 건조하면 먼지가 많이 나게 된다. 이러한 결점을 보완하기 위하여 토양의 입도를 조정하여 사용한다.

[2] 표층 안정제로 염화마그네슘이나 염화칼슘을 혼합하여 먼지가 나는 것을 경감시킨다. 염화 마그네슘이나 염화칼슘의 산포량은 0.3kg/㎡을 표준으로 한다. 표층안정제를 산포한 뒤에 모래와 같이 굵은 입자를 뿌려주면 더욱 효과적이다.

[3] 배수에 유의하고 종단구배가 4%를 넘지 않도록 한다.

[4] 표준적인 입도조정범위는 <표 2.16.1>과 같다.

[5] 면적이 넓을 때는 지하배수시설을 한다.

[6] 다짐은 8~10ton의 매커덤 로울러를 사용한다.

3.1.2 쇄석 혼입 공법

[1] 입도조정 공법은 장비를 필요로 하므로 토양에 4㎝ 미만의 쇄석을 혼합하여 질퍽거림을

방지하는 방법

[2] 표층안정법은 입도조정공법과 유사하나, 아스팔트 유제를 뿌리는 방법도 사용된다. 아스팔트 유제의 산포량은 1 ℓ/㎡ 이하로 한다.

[3] 다짐은 8~10톤의 매커덤 로울러를 사용한다.

[4] 쇄석을 혼입하는 깊이는 5㎝ 이상으로 한다.

<표 2.15.1> 표준입도 범위 (체 통과중량 백분율 ; %)

입경범위(㎜) / 체의 크기(㎜)	40 ~ 0	30 ~ 0	25 ~ 0
40	95 ~ 100		
30	80 ~ 100	95 ~ 100	
25	70 ~ 95	80 ~ 95	95 ~ 100
13	50 ~ 80	50 ~ 80	55 ~ 85
2.5		20 ~ 50	
0.074		2 ~ 10	

3.1.3 흙시멘트포장

[1] 흙다짐포장의 내구성을 증가시키기 위하여 흙에 포틀랜드시멘트를 섞어서 다진다.

[2] ø0.074㎜ 이하의 흙이 20% 이하인 흙이 바람직하다.

[3] 시멘트량의 결정방법은 다음과 같다.

(1) 중량비 4%의 시멘트를 흙과 잘 섞는다.

(2) 다짐시험을 하여 최대건조밀도와 다짐 최적함수비를 구한다.

(3) 중량비 4%, 6%, 8%, 10%의 시멘트를 혼합한 흙과 최적함수비가 되게 물을 가한 후 최대 건조밀도의 95% 이상이 되도록 잘 다진다.

(4) 6일간 양생을 한 후, 1일간 물에 담근다.

(5) 1축 압축시험을 하여 압축강도를 30kg/㎠ 낼 수 있는 시멘트량을 구한다.

[4] 포장의 두께는 12㎝ 이상으로 한다.

3.1.4 석회 포장

[1] 흙다짐포장의 내구성을 증가시키기 위하여 흙에 석회를 섞어서 다진다.

[2] 석회는 소석회를 사용한다.

[3] 석회량의 결정방법은 다음과 같다.

(1) 중량비 4%의 석회를 각각 흙과 잘 섞는다.

(2) 다짐시험을하여 최대건조밀도와 다짐 최적함수비를 구한다.

(3) 중량비 4%, 6%, 8%, 10%의 석회를 혼합한 흙과 최적함수비가 되게 물을 가한 후 최대 건조밀도의 95% 이상이 되도록 잘 다진다.

(4) 9일간 양생을 한 후 7일간 물에 담근다.

(5) 압축시험을 하여 압축강도 7kg/㎠을 낼 수 있는 석회량을 구한다.

[4] 포장의 두께는 12㎝ 이상으로 한다.

3.2 흙다짐위에 포설하는 포장

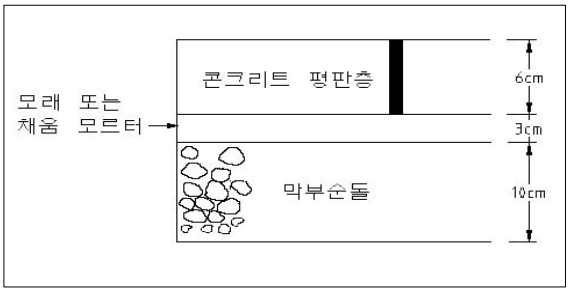
3.2.1 보도용 콘크리트평판포장

[1] 보도용 콘크리트판 포장은 콘크리트판 표층, 안정층(모래층), 쇄석 노반으로 구성된다. <그림 2.15.1>

[2] 표층을 구성하는 콘크리트판의 두께는 6㎝로 하고, 5㎜ 정도의 줄눈을 두며 이 줄눈은

모래로 채운다. 쇄석 노반은 10㎝ 두께로 포설하고 그 위에 3㎝ 두께의 모래 또는 채움 모르타르의 안정층을 포설한다.

[3] 횡단구배는 2~3%를 표준으로 한다.



<그림 2.15.1> 보도용 콘크리트 평판포장

3.2.2 석회석더스트포장

[1] 흙다짐 위에 입경 5㎜ 이하의 석회석 더스트를 4㎝ 이상 깐다.

[2] 흙다짐 포장에 비하여 내마모성이 뛰어나지만 1년에 1~2회의 유지관리가 필요하다.

3.2.3 소성토포장

[1] 흙에 염화마그네슘을 섞어 800℃에서 구워 분쇄한 흙으로 벽돌색깔이 난다.

[2] 물빠짐이 좋은 곳에 포설하면 경기장용 포장으로도 사용이 가능하다.

[3] 물빠짐과 보수력이 좋고, 질감도 좋은 편이다.

[4] 용도에 따라 4㎝ 이상 깔아서 사용한다.

[5] 유지관리는 석회석더스트포장과 같다.

3.3 콘크리트(인터록킹) 블록 포장

3.3.1 특징, 용도

[1] 콘크리트 블록포장은 맞물림 효과를 갖는 보·차도용 콘크리트 인터록킹블록을 표층으로 하는 포장으로서 블록이 서로 맞물려 교통하중을 분산시키므로 지지력을 향상시킬 수 있다.

[2] 콘크리트 블록포장은 시멘트 콘크리트포장보다 얇게 할 수 있어 경제적이며 보도 뿐만 아니라 통행량이 적은 대형차 교통량이 1일에 1,000대 미만인 도로나, 주택가의 도로, 주차장 등에 사용할 수 있다.

[3] 콘크리트 블록포장은 시공 즉시 교통개방을 할 필요가 있는 곳에 적용한다.

3.3.2 포장구조

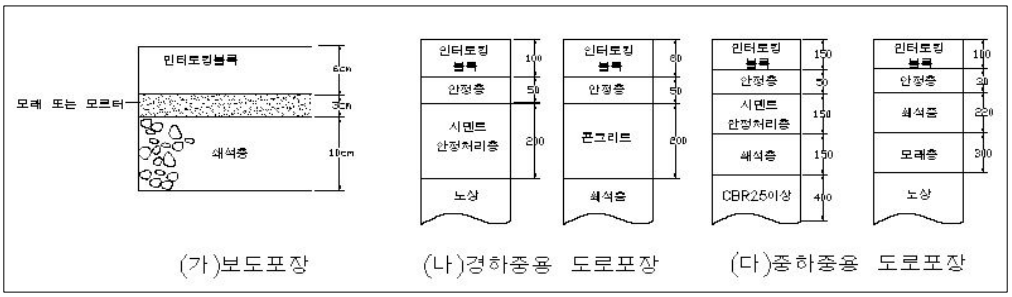
[1] 콘크리트 블록 포장의 구조는 그림에 표시한 바와 같이 콘크리트 블록 표층, 안정층(모래층) 및 쇄석노반이나 보조기층으로 구성된다.

[2] 표층을 구성하는 콘크리트 블록은 교통하중에 따라 그 두께를 6~15㎝의 것으로 하며 2~4㎜ 정도의 줄눈을 만들고 줄눈 사이에는 모래로 채운다.

[3] 횡단구배는 2~3%를 표준으로 하고 포장의 가장자리에는 포장을 보호하기 위하여 연석을 설치한다.

[4] 안정층은 모래로 포설하며 포설두께는 보조기층이나 노반의 평탄성에 따라 다르지만 다진후 두께가 보도에서는 3㎝, 차도에서는 3~5㎝를 표준으로 한다.

[5] 보조기층은 표층에 가해지는 교통하중을 분산시켜 노상에 전달하는 역할을 하므로 충분한 지지력을 갖는 양질의 재료로 한다.



<그림 2.15.2> 콘크리트 블록 포장의 표준단면도

3.4 가열아스팔트 혼합물 포장

3.4.1 고급포장

[1] 표층, 기층, 노반으로 구성되며, 표층의 두께는 5㎝ 정도로 한다.

[2] 하중 3ton 이상의 자동차가 1일 150~3,000대 이상 통행하는 도로에 적용한다.

[3] 노상토의 설계 CBR과 1일 교통량을 기준으로 도로포장설계지침에 의해 구조설계한다.

3.4.2 간이포장

[1] 표층과 노반으로 구성되며, 표층의 두께는 3~4㎝ 정도로 한다.

[2] 하중 1.5ton 이상의 차량이 1일 150대 미만으로 통행하는 도로에 적용한다.

[3] 노상토의 설계 CBR에 의하여 포장두께를 결정한다.

3.4.3 경포장(역청노면처리)

[1] 노상토의 CBR에 관계없이 노면을 역청질재료로 처리하여 먼지가 날리지 않도록 하고, 아울러 노면의 안정화를 도모하는 방법이다.

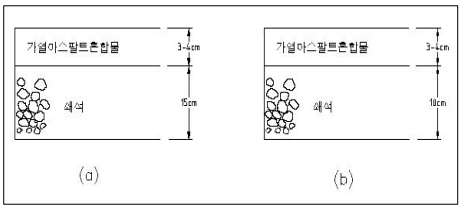
[2] 하중 1.5ton 이상의 차량이 1일 20~30대 미만으로 통행하는 도로에 적용한다.

[3] 원지반을 관찰하고 내구성이나 사용성 등을 고려하여 종래의 경험을 바탕으로 포장의 단면을 결정한다.

3.4.4 포장의 표준구조

[1] 하중 4ton 이하의 차량이 통행하는 포장의 표준단면은 <그림 4.16.3>의 (a)와 같이 한다.

[2] 보행 및 자전거용 포장의 표준단면은 <그림 4.16.3>의 (b)와 같이 힌다.



<그림 2.15.3> 아스팔트 포장의 단면

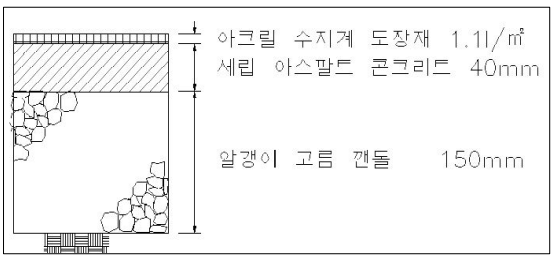
3.5 가열아스팔트 혼합물 포장의 표층처리

3.5.1 아크릴수지도포

[1] 공법 : 아크릴 수지 에멀젼을 기준으로 규사와 안료를 혼합하여 고무호스를 이용하여 3~4회 겹쳐 바름으로써 기층 아스팔트 포장을 착색하는 공법

[2] 색조 및 질감 : 안료에 따라 희망하는 색조가 선택된다. 질감은 평평하고 미끄럽지만 섞어서 넣은 규사를 샌드페이퍼로 마무리하여 미끄럼을 방지한다.

[3] 내구성 : 마모되지 않는 편이지만 재바름은 100만명 정도의 교통량 이후에 실시된다.



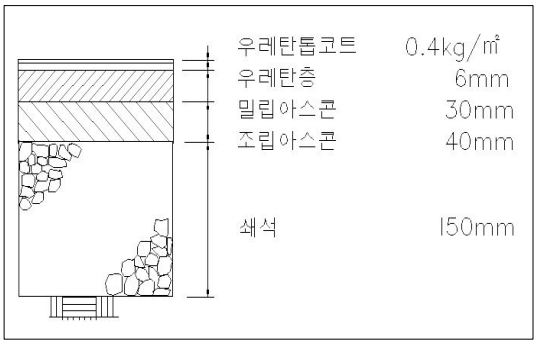
<그림 2.15.4> 아크릴수지 도포

3.5.2 폴리우레탄포장

[1] 공법 : 폴리우레탄 수지를 쇠흙손이나 호스로 기층 위에 도포하는 공법과 폴리우레탄 수지를 결합제로 하여 3㎜ 정도의 고무칩 혼합물을 기층위에 포설하는 공법이 있다.

[2] 색조 및 질감 : 여러 가지의 색깔을 낼 수 있다. 고무칩의 혼합 등으로 비교적 미끄러지지 않는 면이 만들어진다.

[3] 내구성 : 2~3년에 1회의 재뿜칠로 보강한다.



<그림 2.15.5> 폴리우레탄 포장

[4] 기타 특징 : 탄력성이 있어 걷기에 좋으므로 스포츠시설이나 보행용포장으로 기대된다.

3.5.3 에폭시수지 모르타르 포장

[1] 공법 : 착색한 에폭시수지와 규사의 모르타르 혼합물을 기층에 도포하는 공법.

[2] 색조 및 질감 : 에폭시수지의 착색은 비교적 자유롭게 이루어지지만, 규사 색의 영향으로 흐릿한 색조가 된다.

[3] 내구성 : 비교적 내마모성은 크지만 아스팔트기층의 굳힘이 불충분할 경우에는 균열이 발생하기 쉽다.

3.5.4 나무벽돌 포장

[1] 공법 : 방부처리된 목재를 기층위에 시멘트나 아스팔트계 접착제로 고정하고 줄눈을 아스팔트계의 재료로 보충한다. 목재는 사각형이나 원목의 껍질을 벗긴 둥근형을 많이 쓴다.

[2] 색조 및 질감 : 시공 직후는 밝은 색깔이지만 시간이 지나면 회색으로 변한다. 목재의 길이방향으로 세워서 설치하면 비교적 미끄러지지 않는다.

[3] 내구성 : 균열이 생기지만 파손의 원인은 되지 않는다.

[4] 기타 특징 : 함수량에 따른 팽창수축이 크므로 줄눈 간격은 10㎜를 표준으로 한다.

3.6 투수성 아스팔트 포장

3.6.1 설계의 조건

[1] 투수성 아스팔트 포장은 예상되는 강우에 대하여 투수 및 저수기능을 가지고 있는가를

확인하기 위하여 노상토의 투수속도를 확인하여야 한다.

[2] 노상토의 설계 CBR을 조사하여 예상되는 교통량에 견딜 수 있는지를 확인하여야 한다.

[3] 노상토에 빗물이 침투하면 연약화될 우려가 있는 곳은 노상토 위에 빗물의 침투를 막기 위한 차단층을 설치하여야 한다.

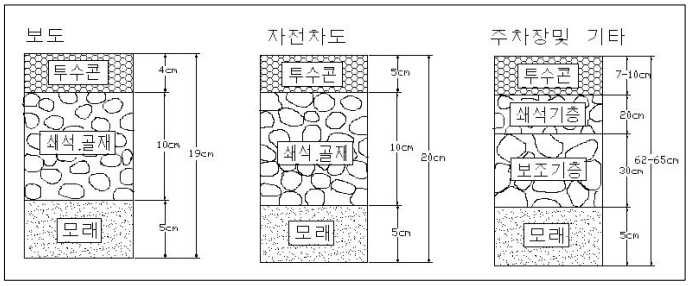
[4] 투수성을 갖는 표층은 일반적으로 지지력이 낮으므로 포장면의 지지력을 향상시키기 위하여 노반의 두께를 충분히 두어야 한다.

[5] 포장표면에서 빗물이 넘칠 우려가 있을 때에는 배수시설을 설치하여야 한다.

3.6.2 포장의 구성

[1] 투수성 아스팔트 포장의 표준단면은 <그림 2.15.6>과 같다.

[2] 투수성 아스팔트 포장은 노상위에 필터층(모래층), 보조기층(보도에는 생략), 기층 및 표층의 순으로 구성되며 기층과 표층사이에는 접착층을 두지 않는다.



<그림 2.15.6> 투수성 아스팔트포장의 구성

[3] 투수성 이스팔트 혼합물은 공극률을 높이기 위하여 잔골재를 거의 사용하지 않고, 같은 크기의 입도를 갖는 골재를 사용한다.

[4] 투수성 아스팔트 혼합물은 10^{-2}㎝/sec 정도의 높은 투수율을 가진 것이어야 한다.

[5] 예상강우에 대하여 충분한 투수성이 확보되지 않는 경우에는 표면수의 배제를 위하여 횡단기울기를 둔다. 보도에서는 2~3%, 차도 및 기타에서는 2~5%를 표준으로 한다.

[6] 빗물을 노상에 균등하게 침투시키기 위해서는 노상면을 평탄하게 조성한다.

[7] 보도포장은 표층 3~4㎝, 노반 10㎝를 표준으로 한다.

[8] 차도 이외의 포장은 설계 CBR과 교통구분에 따라 다음의 표에 의거하여 포장의 두께를 결정한다.

<표 2.15.2> 설계 CBR과 포장두께 (단위 ; ㎝)

교통구분 \ 설계CBR	1.5 ~ 2.0	2.1 ~ 3.0	3.1 ~ 5.0	5.1 ~ 7.0	7.1 ~ 10.0	10.0 이상
대형차교통 10대 미만	40	30	23	18	15	10
대형차교통 10~55대 미만	50	40	30	25	20	15

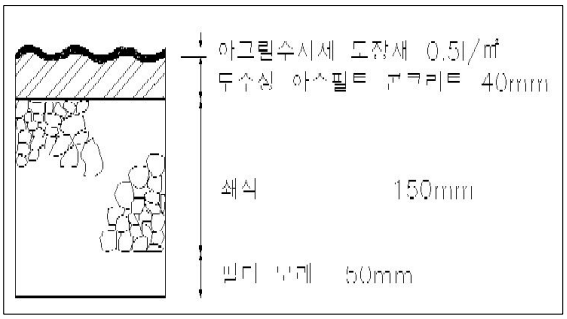
3.7 투수성 아스팔트 포장의 표면처리

3.7.1 아크릴수지 뿜칠

[1] 공법 : 아크릴수지에멀젼을 기준으로 규사와 안료를 혼합하여 뿜칠하여 착색하는 공법

[2] 색조 및 질감 : 안료에 따라 희망하는 색조가 선택된다. 질감은 기층 아스팔트에 따라 달라진다.

[3] 내구성 : 표면의 굴곡부분이 닳기 쉽다.



<그림 2.15.7> 아크릴수지 뿜칠

3.7.2 칼라세라믹 포장

[1] 공법 : 착색하지 않은 에폭시수지나 폴리 우레탄수지 등의 고분자 결합재와 직경 5㎜ 정도의 자갈이나 인조자갈을 혼합하여 투수성의 기층위에 깔아 고르는 공법.

[2] 색조 및 질감 : 자갈의 색조와 같고, 결합재의 영향으로 광택이 있다. 투수성이기 때문에 물고임이 생기지 않고, 잔 자갈길의 느낌을 준다.

[3] 내구성 : 아스팔트 기층의 굳힘이 불충분할 경우에는 균열이 발생하기 쉽다.

3.7.3 인조잔디 포장

[1] 공법 : 기층위에 투수매트가 부착된 인조잔디를 깔아 사용하는 포장공법.

[2] 색조 및 질감 : 녹색계통의 색채가 많다. 비교적 미끄러지지 않고, 부드러운 보행기분을 느낄 수 있다.

[3] 내구성 : 교통량이 많은 곳에서는 사용하지 않는 것이 좋다.

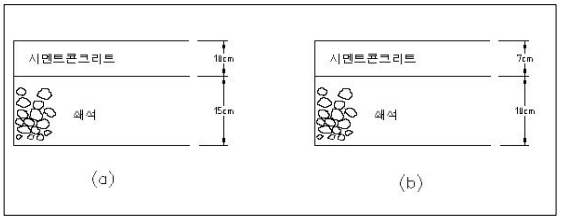
[4] 기타 특징 : 경기장 등의 스포츠시설에 주로 사용된다. 고분자화합물로서 화재시 유독가스가 발생될 우려가 있으므로 인화성이 없는 특수재질의 인공잔디를 사용할 필요가 있다.

3.8 시멘트 콘크리트 포장

3.8.1 포장의 표준단면

[1] 하중 4ton 이하의 차량이 통행하는 포장의 표준단면은 <그림 4.16.12>의 (a)와 같이 한다.

[2] 보행 및 자전거용 포장의 표준단면은 <그림 4.16.12>의 (b)와 같이 한다.



<그림 2.15.8> 콘크리트포장의 단면

3.8.2 줄눈

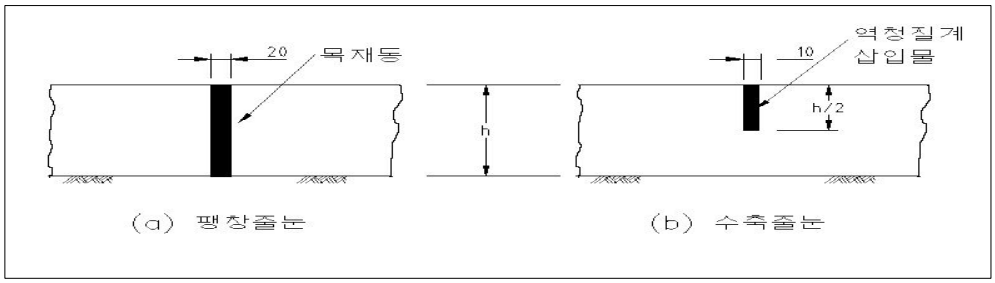
[1] 팽창줄눈

(1) 팽창줄눈은 통상 30m 간격으로 설치하되 콘크리트 슬래브의 폭원 변화점, 차도와의 경계 등에는 반드시 설치한다.

(2) 설치방법은 <그림 4.6.13>의 (a)와 같이 하고 줄눈의 재료는 목재, 합판과 같은 압축성 재료를 사용한다.

[2] 수축줄눈

콘크리트 슬래브의 수축줄눈 간격은 포장폭 1m 미만에는 3m로, 1m 이상의 경우에는 5m로 하고 줄눈구조는 <그림 4.6.13> (b)와 같이 슬래브 두께의 1/2 정도에 역청질계 삽



<그림 2.15.9> 줄눈의 설치방법

입물을 콘크리트 슬래브의 마무리면과 일치하도록 삽입한다.

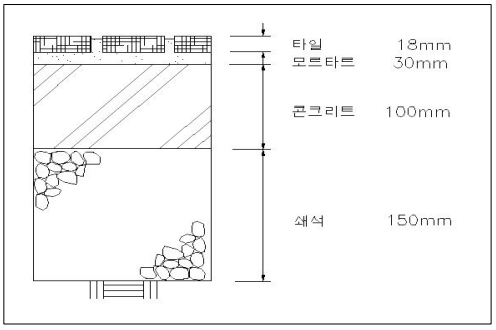
3.9 시멘트 콘크리트 포장의 표면처리

3.9.1 타일 포장

[1] 공법 : 콘크리트를 기층으로 깔모르타르 위에 포장용 타일을 접착한다.

[2] 색조 및 질감 : 색깔과 질감이 다양하다. 비교적 광택이 있으며, 걸으면 딱딱한 감촉이 있다.

[3] 내구성 : 내구성이 뛰어나다. 교통량이 적으면 자동차의 주행도 가능하다.



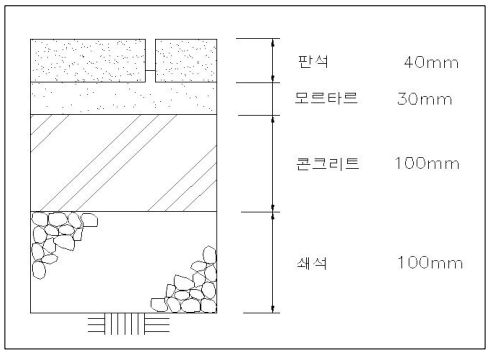
<그림 2.15.10> 타일포장

3.9.2 판석 포장

[1] 공법 : 콘크리트를 기층으로 한 모르타르 위에 포장용 판석을 까는 공법으로 돌의 형태는 다양하다.

[2] 색조 및 질감 : 돌의 재료에 따라 다양한 색을 나타낼 수 있다. 돌의 성질과 표면가공 정도에 따라 울퉁불퉁한 재질부터 광택이 있는 것까지 여러 가지 질감을 나타낼 수 있다. 걸으면 딱딱한 감촉이 있다.

[3] 내구성 : 내구성이 뛰어나다. 석재 표면에서 부분적으로 박리가 일어나는 경우가 있다.

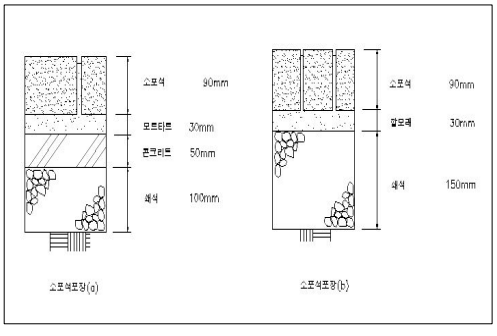


<그림 2.15.11> 판석포장

3.9.3 소포석 포장

[1] 공법 : 콘크리트를 기층으로 깔모르타르 위에 화강암 재질의 소포석을 깔며<그림 4.16.16>(a), 모르타르를 사용하지 않고 돌끼리 맞물려서 바닥에 까는 경우도 있다. <그림 4.16.16>(b)

[2] 색조 및 질 : 석재에 따라 다양한 색을 낼 수 있다. 포장면은 약간 울퉁불퉁하다.



<그림 2.15.12> 소포석 포장

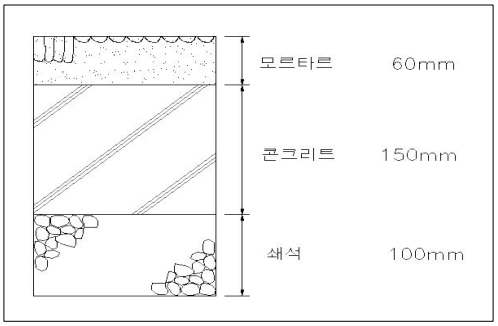
[3] 내구성 : 차도포장 등 아주 견고한 포장으로 많이 이용된다.

3.9.4 자갈면 노출 포장

[1] 공법 : 콘크리트를 기층으로 깔모르타르 또는 콘크리트 자체의 표면에 자갈을 박아 넣는 공법

[2] 색조 및 질감 : 사용하는 자갈에 따라 다양한 색깔을 낼 수 있고, 보행에는 울퉁불퉁한 질감이지만 자연스러운 분위기가 있다.

[3] 내구성 : 내구성이 뛰어나지만 자갈이 부분적으로 모르타르에서 벗어나는 경우가 있다.



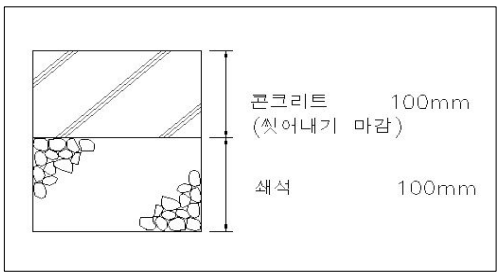
<그림 2.15.13> 자갈면노출 포장

[4] 기타 특징 : 콘크리트 포장과 마찬가지로 신축줄눈을 넣는다.

3.9.5 씻어내기 콘크리트포장

[1] 공법 : 콘크리트가 완전히 굳지 않았을 때 표면을 씻어내어 자갈을 노출시키거나, 콘크리트위에 모르타르와 자갈을 혼합하여 깔고 브러쉬 등으로 자갈면을 노출시키는 공법.

[2] 색조 및 질감 : 자갈의 종류에 따라 다양한 색을 낼 수 있다. 표면에 보이는 골재는 비교적 자연스러운 질감이고 보행 촉감은 딱딱하다.



<그림 2.15.14> 씻어내기 콘크리트포장

[3] 내구성 : 내구성이 뛰어나지만 표면의 골재가 벗겨지는 일이 있다.

IV. 경계석

4.1 경계석의 설치장소

[1] 차도와 보도사이

[2] 차도와 식재지 사이

[3] 보도와 식재지 사이

[4] 유동성 포장재의 경계부

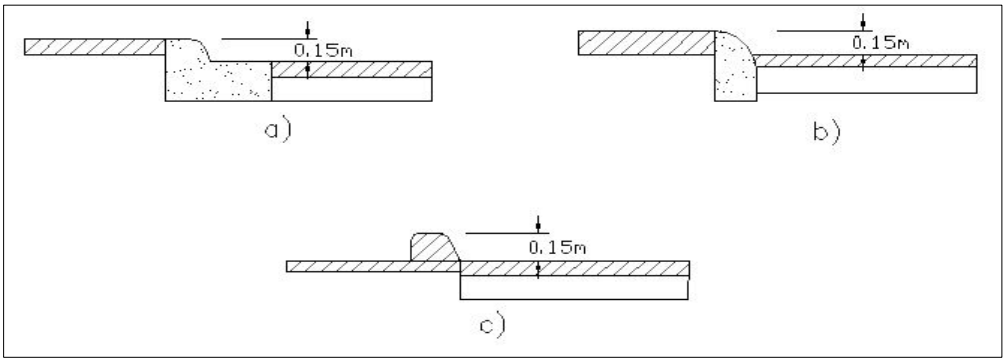
[5] 도로의 경계선

4.2 경계석의 유형

[1] L형 측구를 겸하는 형태 <2.16.15> (a)

[2] 평지에 설치되는 형태 <2.1615> (b)

[3] 단차를 주는 형태 <2.16.15> (c)



<그림 2.15.15> 경계석의 유형

4.3 경계석의 재료

[1] 콘트리트 경계블록

(1) 염화칼슘의 영향을 적게 받는 도로에 사용한다.

(2) 특별한 경관 유지가 필요하지 않는 장소에 사용한다.

(3) 콘크리트 경계블록의 치수는 다음 표와 같다.

<표 2.15.3> 콘크리트 경계블록의 치수 (단위 ; ㎜)

종 별	윗면의 폭	밑면의 폭	높이	길이
A	150	170	200	1,000
B	180	205	250	1,000
C	180	210	300	1,000

[2] 화강석

(1) 염화칼슘의 영향을 많이 받는 도로에 사용한다.

(2) 특별히 경관 유지가 필요한 장소에 사용한다.

[3] 자연석

(1) 자연풍의 산책로 곡선이 많은 장소에 사용한다.

(2) 24~34㎝ 내외의 자연석을 사용한다.

[4] 벽돌

(1) 식재지의 경계부에 사용한다.

(2) 흡수율이 낮은 벽돌을 사용한다.

제 16장 수경시설설계

I. 개요

1.1 적용범위

[1] 이 설계지침은 생태적인 연못의 조성, 분수, 폭포 및 유수의 설계에 적용한다.

1.2 전제조건

[1] 『조경설계기준, 국토해양부』의 제12장 수경시설편을 전제로 한다.

[2] 수경시설을 위한 급수, 배수, 전기시설에 대한 검토가 이미 이루어진 것을 전제로 한다.

II. 생태연못

2.1 일반사항

2.1.1 일반원칙

[1] 생태공원에 못, 저습지, 기타 수공간이 필요한 경우에는 어류, 곤충, 수초, 새 등 모든 생물에게 필요한 서식공간으로서 주변에 동식물이 풍부하여 다양한 생물상을 유지시키며 생태적으로 순환체계를 이룰 수 있도록 공간을 조성

[2] 종다양성을 높이기 위해 관목숲, 다공질공간 등 다른 생물서식공간과 연계되도록 한다.

[3] 실개울을 연계하여 흐르는 물의 유속, 수심, 평면형상의 변화를 주어 다양한 서식환경을 조성하며, 물을 순환시키고 물순환 과정에서 자연적으로 정화되도록 한다.

[4] 주변지역의 환경 및 생태계 조사를 통하여 향토수종 도입 및 자연재료 사용 등 주변과 조화로운 자연스러운 경관을 조성한다.

[5] 기존 서식처의 확보와 자연환경의 복원 혹은 창출을 모든 각도에서 연구·검토한다.

[6] 사후조사와 영향의 분석을 실시, 이결과에 따라 필요한 개선·보완 조치를 강구한다.

[7] 동식물을 도입하는 경우 대상동물의 서식환경을 충분히 조사 검토하고 그 동물이 서식하기 위해서 필요한 환경요소와 먹이 등과 관련한 생물의 상황도 포함해 가능한 본래의 서식지에 가까운 상태로 하여야 한다.

2.2 입지

2.2.1 자연체류지

[1] 자연상태에서 물이 모이는 곳은 지형적으로 낮은 곳에 위치하여 주변으로부터의 유입수가 있고 지중에 불투수층이 존재하거나 지하수위가 높은 곳이다.

[2] 이러한 곳은 수경시설로서 뿐만 아니라 우수유출을 억제하는 홍수조절지로도 이용할 수

있다. 홍수조절지의 기능을 하는 연못은 물의 유입과 유출을 적절히 조절할 수 있는 위치에 조성되어야 한다.

[3] 기존 지형을 이용하여 연못을 만들 경우 지하수위가 낮은 곳을 선택하도록 하며, 그렇지 못한 경우 물의 공급원을 손쉽게 확보할 수 있는 곳을 선택한다.

2.2.2 연못의 생태적 특성

[1] 일반적으로 연못은 그 주변부를 포함하여 가장 많은 생물군이 서식할 수 있는 곳으로서, 연못내에는 수생 동식물이 서식하고 주변에는 곤충과 동물이 서식할 수 있다.

[2] 수변부는 적당한 수분과 함께 공기에 접하고 있어 수많은 종류의 토양미생물이 살 수 있는 환경을 제공하고 있다.

[3] 연못 주위에 많은 종의 생물이 서식하기 위해서는 연못은 인공적인 구조물에 의해 둘러싸이지 않아야 하며, 자연의 숲과 접할 수 있는 곳에 위치하거나 인근의 숲과 통로를 연결하여 많은 종의 동물들의 이동성을 높여 종의 다양성을 추구할 수 있는 환경을 제공하여야 한다.

[4] 수생식물은 적당한 태양광선의 공급이 필요하므로 연못이 지나치게 그늘에 가리지 않도록 주의한다.

[5] 대규모 연못의 경우에는 섬을 조성하여 야생조류의 안전한 서식처로 제공하며, 작은 집과 나무, 바위 등을 이용하여 자연스러운 경관을 연출한다.

2.2.3 환경·기상조건

[1] 연못에서 물고기를 키우거나 수생식물을 식재할 경우에는 지나치게 응달진 곳은 피한다. 예를 들어 수련의 경우 1일 4~6시간의 일조가 필요하다.

[2] 주풍향의 아랫 쪽에 연못이 있으면 주변부의 먼지가 연못으로 날아올 우려가 있다.

[3] 연못의 바닥이 어두울 때에는 연못의 수면에서 일어나는 햇빛의 반사로 주변 건물벽면의 온도가 지나치게 상승한다거나 창문 밖을 내다 볼 때 눈이 부시게 되므로 연못의 배치를 피하던가, 부득이한 경우에는 식재 등에 의해 빛을 차단한다.

2.2.4 기타사항

[1] 식물을 이용한 생활하수 정화시스템은 인공호수나 습지를 연계하여 개발하고 처리수는 하천유지유량 등으로 이용한다.

[2] 우수저류지를 도심 속의 친수공원이나 생태공원으로 재구성한다.

[3] 연못의 조성지에는 가장자리의 요철이 풍부하고 수심이 다양하도록 하며 경사를 완만히 하여 다양한 식생대가 이루어지도록 하여 생물의 다양성을 높인다.

[4] 연못설계에 필요한 소재나 재료는 습기가 많은 곳에서 잘 자랄 수 있는 식물류를 선정하는데, 습지, 비오톱이 형성되면 시간이 흐름에 따라 그에 적응할 수 있는 동식물이 자생하게 되어가므로 경관용 식재는 자제하도록 한다.

[5] 소규모 녹지공간 등에는 우수의 지하침투를 이용한 소규모 습지의 조성을 고려한다.

[6] 작고 얕은 연못에서는 겨울의 동결과 여름의 과열로 인해 서식생물에 치명적인 영향을 미칠 수 있으므로 최소 5×5m의 크기와 1~1.5m의 수심을 확보하도록 한다.

2.3 구조

2.3.1 깊이

[1] 깊이는 50~60㎝ 정도로 어린이들이 물속에 들어가지 않게끔 단념시킬 수 있으면서 안전한 깊이로 한다.

[2] 곤충의 유충이 월동할 수 있도록 동결심 이하의 깊이를 가지는 곳을 만들어 준다.

[3] 곤충의 유충이 생활하기에 적합한 깊이는 50㎝ 이상이며, 작은 물고기가 살 수 있는 정도의 깊이는 45㎝ 정도이다.

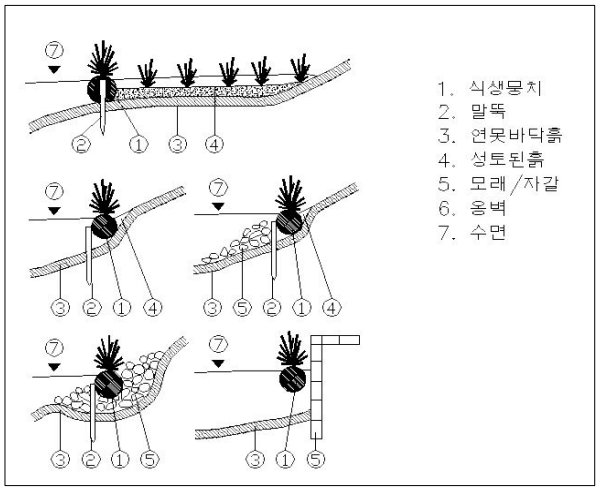
[4] 바닥의 형태 및 깊이를 다양하게 조성하여 동식물 군집을 풍부하게 유치시키도록 한다.

2.3.2 호안의 처리

[1] 축조 초기에 수변의 흙이 무너지지 않도록 호안공사를 해야 한다.

[2] 수변은 많은 수륙양서 동물의 이동통로이므로 수직이 아닌 수평이 좋으며, 호안의 재료는 인공재료를 피하고 통나무와 같은 자연재료를 사용하여 축조, 초기에는 호안의 역할을 하게 하여야 한다.

[3] 자연재료는 시간이 지나서 수변에 식물들이 자라 식물의 뿌리에 의해 흙이 무너지지 않게 되면 썩어 없어짐으로써 동물들의 이동에 지장을 주지 않도록 하는 것이 바람직하다.



<그림 2.16.1> 생태연못의 호안

[4] 생태연못의 호안은 많은 생물들의 서식처를 제공하는 수변식물을 적극적으로 도입할 수 있는 호안 공법을 채택하고 사람들의 접근을 금지시키는 구간을 설정할 필요가 있다.

[5] 호안은 중요한 경관의 한 요소이면서 친수공간이기도 하므로, 호안은 수변의 보호기능 외에도 접근성을 높이기 위한 구조를 가진 구간이 필요하다.

[6] 호안의 형태는 단순하게 하는 것보다 복잡하고 굴곡이 심하게 조성하는 경우 상대적으로 많은 추이대(Ecotone)를 확보할 수 있으며, 야생동식물 서식처의 범위가 증가하고 종다양성이 증대되는 등 주연효과를 극대화할 수 있다.

[7] 식물 군락에 의한 오염물질의 흡수, 분해 기능을 감안하여 일정 폭의 식생여과대를 조성하여 보존함으로써 수환경의 생물학적 정화기능을 극대화 시킨다.

[8] 습지의 가장자리에는 식생호안을 조성하여 인접한 토양층에 지하수의 수직적 변동이 원활히 일어나도록 하여 다양한 식물군락 발생의 기반을 확보하도록 한다.

[9] 오염물질이 연못내로 유입되는 것을 방지하고 사람의 접근을 용이하도록 수변부를 자갈로 처리할 수 있다.

[10] 필요시 연못 주변에 모래언덕을 조성하여 우기 또는 다른 이유로 인한 연못에의 오염물질 유입을 방지하고, 여과 역할 및 마른 곳을 선호하는 황로와 뻐꾸기, 딱새, 멧새 등 야생조류의 서식지 역할을 하도록 한다.

2.3.3 바닥의 처리

[1] 연못의 바닥이 불투수층으로 되어 있지 않으면 방수처리를 해야 한다. 방수처리는 팽창성 점토인 벤토나이트를 쓰는 것이 효과적이나 구하기 어려운 곳에서는 진흙을 사용한다.

[2] 진흙을 사용하면 물이 흐려 보기에 좋지 않으므로 방수시트를 사용하는 것이 일반적이다. 방수시트는 잘 늘어나므로 다소간의 굴곡이 있는 곳은 무난히 처리 할 수 있다.

[3] 연못 하부의 토양이 지지력이 부족하거나 전단저항이 약할 경우에는 방수시트가 하중을 이기지 못하여 찢어질 우려가 있으므로 토목용 부직포를 사용하여 전단저항을 증강시킨 후 방수시트를 깐다.

[4] 방수시트의 접합부는 시공결함으로 누수될 우려가 높으므로 방수시트 아래쪽에는 벤토나이트를 깔아주는 것이 좋다. 방수시트에서 물이 새어 벤토나이트가 흡수하면 벤토나이트가 팽창하여 물이 새는 곳을 막아주게 된다.

[5] 바닥경사는 1~2%로 하여 물고기 배설물이나 먼지를 배출할 수 있도록 한다.

2.3.4 배수구

[1] 연못의 물은 정체하면 썩게 되므로 물을 순환시키거나 갈아 주어야 한다.

[2] 물의 순환시 펌프의 흡입구에 이물질이 걸리지 않도록 그물망과 필터를 설치한다.

[3] 물을 갈아줄 때에는 되도록이면 많은 양의 유기물질을 걸러내거나 제거할 수 있는 구조의 배수구를 설계한다.

[4] 바닥을 청소할 필요가 있는 곳에서는 배수구 쪽으로 1/100 이상의 물매를 잡아준다.

[5] 물이 일정 수위 이상 올라오지 않도록 하기 위해서, 계획수위에 배수구(over flow)를 설치한다. 오우버 플로는 낙엽 등 부유성 이물질에 의한 막힘을 예방하기 위한 구조로 설계한다. 주풍향의 아랫쪽은 물위의 낙엽이 바람을 따라 흘러가는 곳이므로 접근하여 낙엽을 걷어내기 쉽도록 설계하고 오우버 플로를 이러한 곳에 설치하지 않도록 한다.

[6] 연못이 범람하는 경우에 대비하여 피해를 받을 우려가 있는 시설물의 배치를 점검하고 배수시설을 해 두어야 한다.

2.4 동식물의 도입

2.4.1 수생식물

[1] 배식

(1) 못 면적 중 녹음율이 40% 이상 되도록 한다.

(2) 못안과 못가에 수생식물을 식재한다

(3) 급격한 수온의 변화 방지와 어류의 피난처를 제공하기 위해 40%이상의 충분한 녹음을 확보한다.

(4) 못안에는 마름, 물달개비, 붕어말, 연 등 수생식물을 도입하며, 못가에는 갈대, 줄풀 등을 식재한다.

(5) 연못 주변에는 버드나무류 등 호습성 수목을 식재하여 그늘을 형성한다.

(6) 식생정화대(VFS) 조성시, 종다양성 확보를 위하여 초본류, 아교목류, 교목류가 혼합된 다층구조형 수림을 조성하도록 한다.

(7) 외부의 수림을 조성하여 독립된 생태계로 작용함과 아울러 생태계 네트워크를 조성하는 징검돌 기능을 할 수 있도록 한다.

[2] 식생

(1) 도입 식생의 종류에 따라 바닥과 수심을 결정한다.

(2) 수생식물의 종류는 습생식물, 하반식물, 정수식물, 부엽식물, 부수식물, 침수식물 등으로 구분되며 각각 침수조건에 맞게 도입한다.

가. 습생(하변)식물 : 하천의 영향을 받는 범위 내에서 하천단면의 최고 외곽부에 생육하는 식물 (오리나무 등)

나. 하반(하원)식물 : 홍수 등의 주기적 범람이 이루어지는 지역에 생육하는 식물 (버드나무 등)

다. 정수식물 : 뿌리, 줄기의 일부가 물속에 있고 대부분이 수면 위에 있는 식물(갈대, 부들 등)

라. 부엽식물 : 물 밑바닥에 뿌리를 두고 잎자루나 줄기는 수면 위에 있는 식물(자라풀 등)

마. 부수식물 : 수면을 떠다니면서 생육하는 식물(개구리밥 등)

바. 침수식물 : 잎, 줄기, 뿌리 등 전체가 물 속에 있는 식물 (나사말 등)

(3) 호안과 인접지를 식생으로 처리하는 방법은 다음과 같은 방법이 있다.

가. 초본류로 식재한다.

나. 주연식생으로 처리한다.

다. 관목숲으로 야생동물 은신처를 조성한다.

라. 대형교목류를 식재한다.

(4) 오리, 거위 등의 경우 호안과 인접지에 초본류로 식재한다.

(5) 습지 무척추동물에게는 호안부를 주연식생으로 처리하는 것이 좋다

(6) 야생동물을 유도하기 위해 관목숲으로 형성된 은신처를 조성한다.

(7) 종다양성을 높이기 위하여 호안 인접지에 교목류 및 관목류를 조성하도록 한다.

[3] 근권의 제압

(1) 수생식물의 생육을 방치하면 우점종이 나타나 식물의 종류가 단순해 질 우려가 있으며, 연못 전체를 덮게 되면 수생동물의 서식 공간이 좁아진다. 또한 수생식물의 잔해가 물속에서 부패하게 되면 물속의 산소가 고갈되어 연못은 황폐하게 된다.

(2) 따라서 우점종에 의한 피압이나 식물에 의한 수면 피복율이 1/3 이상을 넘지 않도록 종류별로 수생식물의 근권을 제한할 필요가 있다.

(3) 수생식물의 근권을 제한하는 방법으로는 연못의 축조 초기에 통나무 말뚝을 수생식물의 뿌리주변에 박아두어 뿌리가 통나무 밖으로 나가지 못하도록 하는 방법이 많이 쓰인다.

[4] 생태적 고려

(1) 정수식물(부들 ,창포 등)과 부엽식물(수련, 연 등), 부수식물(개구리밥, 마름 등), 침수식물(붕어말, 미나리마름 등)로 나누어 생태적 요건을 고려한다.

(2) 종류에 따라 요구하는 물의 깊이가 다르므로 바닥의 높이를 조절해 주던가, 수중화분을 놓아 주기도 한다.

(3) 일반적으로 많이 쓰이는 방법은 호안에서 바닥까지 몇 개의 계단을 만들어 주는 것이다. 통나무를 박아 계단을 만들면 통나무가 흙의 무너짐도 막고 근권을 제한하는 역할도 하게 되므로 효율적이다.

(4) 부수식물은 물속에서 영양분을 흡수하므로 부영양화된 물의 정화에 가장 효율적이지만 물에 떠있으므로 바람이나 유수에 떠내려 갈 우려가 높고, 번무하여 연못 전체를 덮거나 경관상 흉해질 우려도 있으므로 그물망 등을 설치하여 문제를 해결할 수 있도록 한다.

[5] 방풍시설

부수식물에 의해 오염된 물을 정화시키고자 할 때에는 수면이 바람 등에 의해 심하게 흔들려 물속의 층별분화에 의한 미생물의 분해작용을 흐트러뜨리지 않도록 방풍시설을 해주어야 한다.

2.4.2 물고기

[1] 수온

(1) 물고기를 키울 때에는 채광과 통풍을 고려하여야 한다.

(2) 급격한 온도변화는 물고기의 생육에 좋지 않으므로 유입수의 수온이 연못의 수온과 많이 차이나지 않도록 한다.

(3) 연못의 수심이 깊을수록 수온의 차이가 적으므로 물고기의 생육에는 좋으나 익사사고의 위험이 있으므로 연못의 일부분을 깊게 하였을 때에는 그 위에 사람이 빠지지 않도록 격자형의 뚜껑을 씌운다.

(4) 분지지형은 밤낮의 일교차가 심하므로 수온의 차이도 많고, 햇빛이 많이 비치는 곳은 그늘진 곳보다 수온의 변화가 많다. 연못의 수심을 정할 때에는 이러한 점을 고려한다.

[2] 배설물

물고기의 밀도가 높은 곳에서는 지나치게 많은 먹이를 주지 않도록 하며 물에 쉽게 풀어지지 않는 먹이 등 많은 양의 유기물질을 투입하지 않도록 유의하고, 물고기의 배설물을 흘려 보낼 배수공을 연못바닥에 만든다.

[3] 기타 연못 부근에는 때죽나무와 같이 열매에 독성이 있는 나무의 식재를 피한다.

2.4.3 조류

[1] 조류와 비행성 곤충류의 충돌을 막기위해 도로옆에 대교목을 식재하여 비행고도를 확보한다.

[2] 연못주위에 물새류를 유인하기 위해서는 수변부에 몸을 숨길 수 있는 갈대와 습지 수목의 숲을 조성하고 사람들의 접근금지구간을 설정한다.

[3] 물새들이 먹이로하는 각종 수생동물과 곤충류의 서식밀도를 높이도록 연못의 수변부를 조성할 필요가 있다. 수변부의 경사를 완만하게 하는 것이 바람직하다.

[4] 새롭게 조성되는 연못에서는 기존의 오래된 연못중 이러한 동물의 서식밀도가 높은 곳에서 수변부의 토양을 상당량 반입하는 것도 짧은 기간내에 많은 종의 동물수를 확보하는 방법이 된다.

[5] 조류가 좋아하는 숲이나 수반 등이 있는 공간을 조성하고 조류를 유입시킬 수 있는 환경

과 먹이를 제공한다. 조류 유인수종 : 열매를 맺는 수목·초본식물·습지식물·농작물

2.5 다양한 목적의 생태연못 조성

2.5.1 습지원

[1] 수중에서 육상식물로 변화하는 수생천이과정을 교육시키며, 수생태계의 이해와 각생물체들의 서식공간 요소를 파악한다.

[2] 조류들의 쉼터 및 어류,곤충류의 서식지로서 역할이 가능하도록 조성한다.

[3] 수변 또는 수중의 생물군집에 의해 생태적 안정성을 유지할 수 있도록 설계한다.

[4] 식물군락에 의한 오염물질의 흡수, 분해 기능을 감안하여 일정 폭의 식생여과대를 조성, 보존함으로써 수환경의 생물학적 정화기능을 극대화 시킨다.

[5] 습지원의 수질기준은 수종생태계를 유지할 수 있도록 하며, 환경교육에 적합하고 자연학습시설 유지가 가능해야 한다.

2.5.2 오수정화용 연못

[1] 오수정화시설의 유출부에 설치한다.

[2] 1차 처리된 방류수를 수원으로 한다.

[3] 갈대, 부들, 미나리 등 수질정화 기능이 있는 식물을 함께 식재한다.

2.6 유지관리

2.6.1 유기물질의 유입차단

[1] 연못에 정체되어 있는 물은 부패할 위험성이 높다. 이를 막기 위해서는 물고기의 먹이, 수목의 낙엽, 수초의 잔해 등 유기물질의 유입을 차단하는 것이 가장 효율적인 방법이다.

[2] 외부인이 물고기의 먹이를 주지 않도록 관리하고, 수면 위의 낙엽과 지나치게 번무한 수생식물은 제거한다.

2.6.2 물의 순환

[1] 연못의 물을 강제적으로 순환시키면서 물속에 부유하고 있는 유기물질을 제거해 주어야 한다. 펌프의 유입구에 부착된 필터의 청소로 크기가 큰 유기물질은 제거할 수 있다.

[2] 펌프의 토출구로부터 나온 물을 표면적이 넓은 다공질체를 지나가게 하면 필터를 통과한 유기물질이 다공질체의 표면에 달라붙게 되며, 물의 순환이 끝난 후에 공기중에 노출되어 호기성 미생물에 의해 빠르게 분해된다.

[3] 물을 순환시킬 때에는 수로의 표면을 거칠게 하고 물보라가 생기게 하면 물분자 사이가 늘어나 공기가 유입되기 쉬운 구조가 되어 물속에 많은 양의 산소가 용해되고, 호기성 미생물의 활동이 활발해져서 유기물의 분해가 촉진된다.

2.6.3 낙엽의 제거

낙엽은 물의 흐름을 따라 오우버 플로에 모이기 쉽고, 여기에 모인 낙엽은 오우버 플로의 입구를 막아 물이 범람하는 원인이 되므로 제거해 주어야 한다.

III. 분수

3.1 배치기준

[1] 분수는 역동적인 물의 연출을 감상할 수 있는 시설로 그 운용에 많은 비용이 들어가므로 많은 사람들이 관상할 수 있는 곳에 설치하는 것이 바람직하다.

[2] 분수는 물줄기나 물보라 등에 의해 연출되므로, 바람이 심하게 불지 않는 곳에 설치하고 바람이 불더라도 바람에 날린 물방울에 옷을 버리지 않도록 유의하여 설계한다.

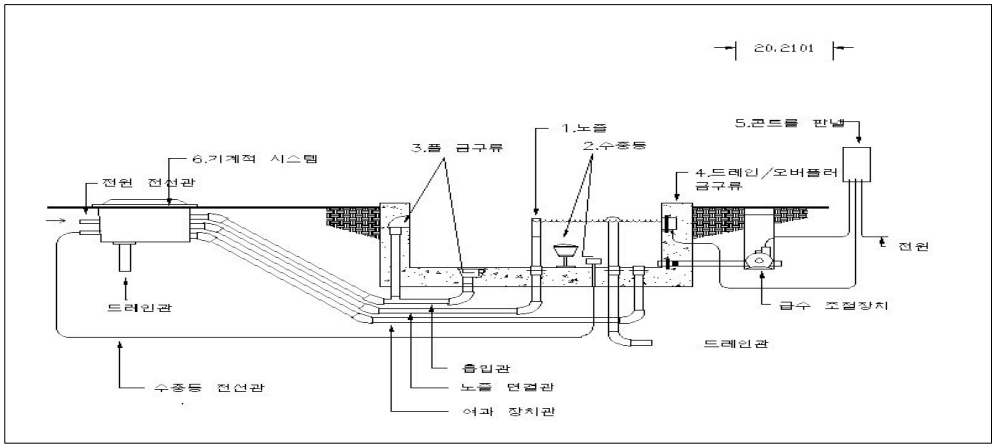
[3] 분수에 사용되는 물이 청결하지 않으면 분수의 노즐이 막히게 되므로 주변에서 흙먼지가 날아서 물속으로 들어갈 우려가 없는 곳에 배치한다.

[4] 분수의 물줄기는 일반적으로 반투명하거나 흰색으로 보이므로, 짙은 녹색의 침엽수림을 배경으로 하여 연출효과를 높인다.

[5] 분수는 조명에 의하여 낮보다 밤에 그 연출효과를 더 높일 수 있으므로 야간의 효용성을 고려한다.

3.2 분수의 구성

분수의 구성요소는 <그림 2.16.2>와 같다.



<그림 2.16.2> 분수의 구성요소

3.3 저수조

3.3.1 저수조의 크기

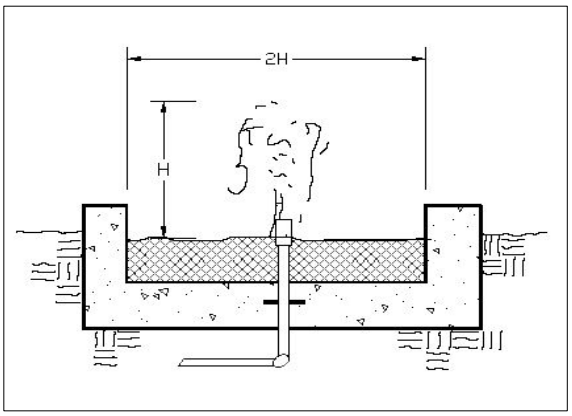
[1] 저수조의 크기는 바람이 불지 않는 곳은 다음 그림에서와 같이 수면에서 물줄기 상단까지 높이의 2배 이상으로 하고, 바람이 많이 부는 곳에서는 4배 이상으로 한다.

[2] 벽천 아래의 저수조는 벽천의 높이보다 수조의 넓이가 넓어야 한다.

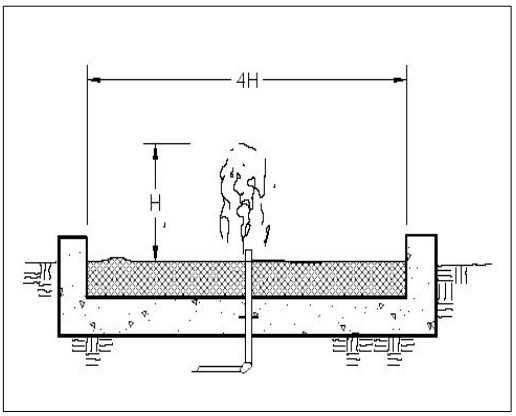
3.3.2 저수조의 재료

[1] 콘크리트

지면위에 설치되는 분수로 다소간의 수분이 지하로 침투하여도 지장이 없는 경우에는 일반적인 콘크리트로 하며, 설계압축강도는 210㎏/㎠ 이상으로 한다.



<그림2.16.3> 바람이 불지 않는 곳의 저수조 크기



<그림 2.16.4> 바람이 부는 곳의 저수조 크기

[2] 수밀 콘크리트

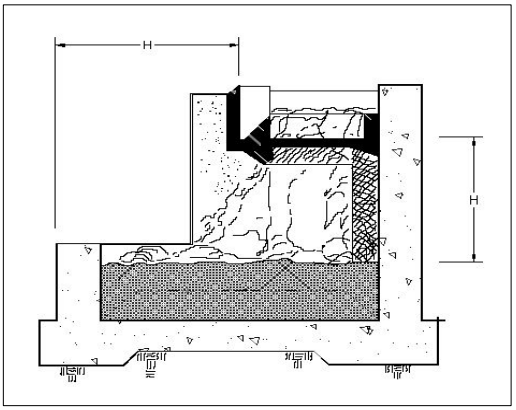
(1) 물이 저수조 밖으로 새어나가면 곤란한 지역에서는 수밀콘크리트로 한다.

(2) 수밀콘크리트는 AE제나 AE감수제를 쓰는 것이 동해를 적게 받으므로 유리하며, 수밀콘크리트의 설계압축강도는 280kg/㎠ 이상으로 한다.

[3] 벽돌

(1) 벽돌은 콘크리트의 바탕위에 붙여서 쓰는 경우가 많다.

(2) 신축줄눈은 콘크리트의 신축줄눈과 동일한 장소에 설치한다.



<그림 2.16.5> 벽천이 있는 곳의 저수조 크기

(3) 벽돌은 동파되기 쉬우므로 흡수율이 낮은 재료(흡수율 8% 이하)를 사용하고 벽돌로 된 바닥은 배수가 불량하므로 경사를 2% 이상으로 한다.

(4) 벽돌은 수면과 접하는 곳에서 백태현상이 일어나고 이것은 잘 지워지지 않으므로 설계상 유의한다.

[4] 타일

(1) 타일은 여러 가지의 색깔과 질감을 가지고 있어서 저수조의 표면마감재로 사용된다.

(2) 콘크리트나 벽돌로 된 저수조에서도 수면에 접하는 부분에 타일을 사용하기도 하는데, 이는 타일의 표면은 얼룩이 잘 지워지기 때문이다.

(3) 타일은 동파에 견딜 수 있는 외장용 타일을 쓰고 접착용 및 줄눈용 모르타르는 에폭시 모르타르나 라텍스 모르타르를 사용한다.

(4) 이러한 모르타르는 타일이 충격을 받았을 때 충격을 흡수하여 파손율을 낮게 하며, 열에 의한 신축과 결빙에 의한 파손에 견디는 저항력이 크며, 물속에 오랫동안 잠긴 상태에서 강도의 저하가 비교적 적고, 표면의 물때가 잘 벗겨져서 청소가 용이하다.

[5] 석재

(1) 석재를 저수조의 마감재로 사용할 때에는 연결철물을 스테인레스로 한다.

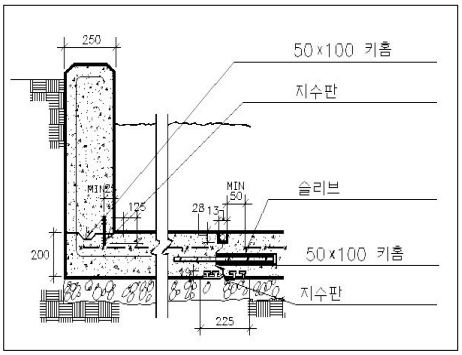
(2) 크기가 큰 석재의 연결부위는 줄눈의 폭을 일정하게 하고 신축줄눈에서와 같이 코오킹재를 주입한다.

(3) 흡수율이 큰 석재를 장식용으로 사용할 때에는 투명한 에폭시수지로 방수처리를 하여야 한다.

3.3.3 저수조의 시공이음

[1] 콘크리트를 타설할 때에는 시공이음이 생기지 않도록 하는 것이 이상적이나 규모가 큰 저수조를 만들 때에는 시공이음을 두게 된다. 벽체용 콘크리트는 바닥용 슬라브 콘크리트가 굳고 난 후, 거푸집을 설치하여 타설하게 되므로 시공이음이 생겨나게 된다.

[2] 시공이음에는 폭 10㎝, 깊이 5㎝인 키홈을 만들어 이음부위가 움직이는 것을 막는다.

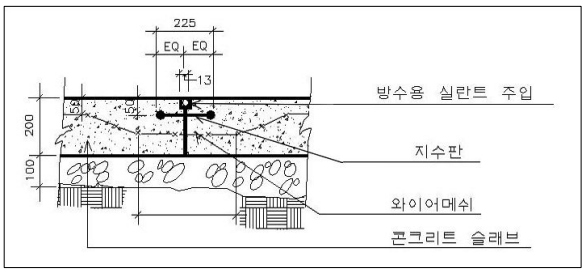


<그림 2.16.6> 시공이음과 턱

[3] 시공이음에는 지수판을 설치하여 물이 새는 것을 방지한다.

[4] 시공이음에 철근이 지나가는 경우에는 물에 접한 콘크리트와 철근사이에 지수판을 설치하여 물의 침투에 의해 철근이 녹스는 것을 방지한다.

[5] 시공이음이 신축이음을 겸하여 반고정형으로 설계되고, 보강용으로 스테인레스가 사용될 때에는 그림과 같이 지수판을 콘크리트의 아랫면에 설치한다.



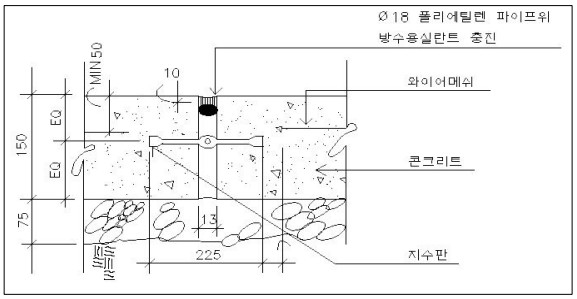
<그림 2.16.7A> 비고정형 신축줄눈

3.3.4 저수조의 신축이음

[1] 규모가 큰 저수조는 물이 얼거나 콘크리트는 온도의 변화에 의한 신축에 의하여 균열이 생기게 된다. 신축에 의한 균열을 예방하기 위해서 신축이음을 설치한다.

[2] 신축이음은 그림과 같이 비고정형과 반고정형 2가지로 구분된다.

[3] 비고정형은 여러 방향으로 움직일 수 있으므로, 전단력을 많이 받는 곳이나 전단저항에 약한 지반위에서는 지수판이 변형되어 손상될 우려가 있다.



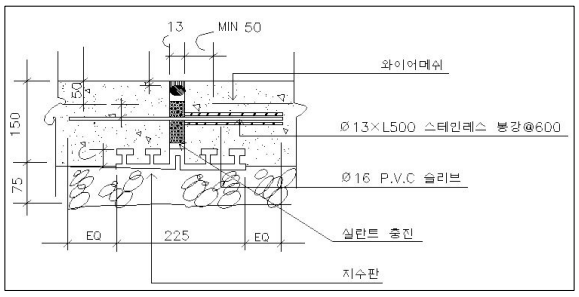
<그림 2.16.7B> 비고정형 신축줄눈

[4] 반고정형은 한쪽 방향으로만 움직일 수 있으므로 전단력에 어느 정도 저항하면서 콘크리트의 신축에 대응할 수 있는 장점이 있다.

[5] 비고정형은 콘크리트 슬라브의 중간에 지수판을 설치하고, 신축이음 줄눈의 상단에는 줄눈의 폭보다 직경이 3㎜ 정도 더 큰 폴리에틸렌 튜브를 끼우고 그 위에 방수용 코오킹재를 주입한다.

[6] 반고정형은 콘크리트 슬라브의 중간에 직경 13㎜, 길이 50㎝의 스테인레스봉을 60㎝ 간

격으로 설치한다. 스테인레스봉의 절반은 콘크리트에 묻히게 하고 나머지 절반은 움직일 수 있게 내경 15㎜의 P.V.C 슬리브에 끼운다. 이때 P.V.C 슬리브의 한 쪽은 막혀 있어야 하고, 콘크리트 슬리브의 아랫쪽에 지수판을 설치한다. 신축이음의 줄눈에는 신축이음용 충진재를 주입하고 줄눈의 상단에는 줄눈의 폭보다 직경이 3㎜ 정도 더 큰 폴리에틸렌 튜브를 끼우고 그 위에 방수용 코오킹재를 주입한다.



<그림 2.16.7C> 반고정형 신축줄눈

3.3.5 지수판의 설치

[1] 수직벽면의 콘크리트에 설치되는 지수판은 물과 접하는 콘크리트의 벽면으로부터 2.5㎝ 이상 떨어져 설치되어야 하며, 지수판의 폭은 13㎝ 이상이어야 한다.

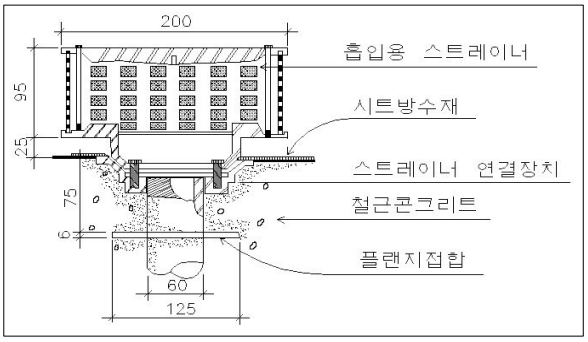
[2] 바닥슬라브의 콘크리트에 설치되는 지수판은 물과 접하는 콘크리트의 벽면으로부터 5㎝ 이상 떨어져서 설치되어야 하며, 지수판의 폭은 23㎝ 이상이어야 한다.

3.4 분수의 물 순환장치

3.4.1 흡입구

[1] 펌프의 흡입력 때문에 분수의 흡입구에 생겨나는 소용돌이의 발생을 방지하기 위해서 흡입구 위에 소용돌이 방지용 덮개를 씌운다.

[2] 소용돌이 방지용 덮개는 위는 막히고 옆에 구멍이 뚫린 구조로서, 물이 위에서 아래로 흡입되지 않고 저수조의 바닥과 평행하게 흡입구의 옆에서 유입되므로 소용돌이의 발생을 방지해 준다.



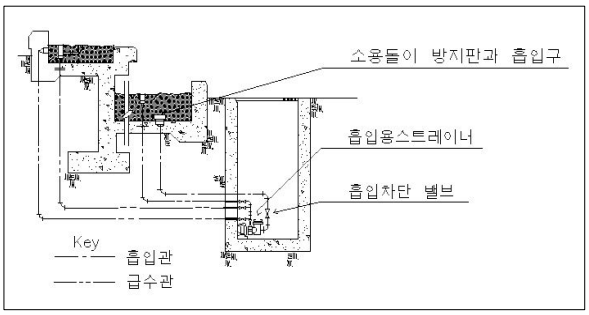
<그림 2.16.8> 흡입용 스트레이너

[3] 흡입구는 흡입관보다 직경이 크게 저수조의 바닥에 움푹 들어가게 설치되므로 도막방수를 필요로 하는 곳에서는 흡입구 주변의 방수처리를 하기가 곤란해지고, 방수처리를 하여도 흡입구 주위에서는 물이 샐 우려가 많게 된다.

[4] 흡입구의 방수를 위해 그림과 같은 흡입용 스트레이너를 설치한다. 흡입용 스트레이너는 망이 부착된 금속통으로 분수의 바닥보다 5㎝ 이상 높게 설치되므로 방수처리가 용이해진다.

3.4.2 흡입차단 밸브

펌프가 수면보다 아래에 위치할 때에는, 스트레이너를 청소할 때 분수의 물이 펌프로 과다하게 들어가 펌프가 손상되는 것을 막기 위해서 스트레이너와 펌프사이에 흡입차단 밸브를 설치한다.



<그림 2.16.9> 물의 순환장치

3.4.3 토출차단밸브

[1] 토출차단밸브는 토출조절밸브에 의해 물높이가 조절되고 난 후 전반적인 물높이를 조절하기 위해, 또한 흡입 스트레이너를 청소할 때 펌프로 물이 유입되는 것을 예방하기 위해서도 사용된다. 토출조절밸브와 펌프사이에 설치한다.

[2] 토출차단 밸브로는 게이트밸브, 글로브밸브, 전자밸브 등이 사용된다.

(1) 게이트밸브 : 관을 완전히 열고 닫을 때

(2) 글로브밸브 : 관의 개폐에 조절이 필요할 때

(3) 전자밸브 : 풍속측정센서와 연동시켜 분수의 물높이를 조절하고자 할 때

3.4.4 토출조절밸브

[1] 분수의 물높이를 조절하기 위한 밸브로 노즐과 토출차단밸브사이에 설치한다.

[2] 토출조절밸브를 저수조의 바닥에 설치하면 배관의 길이가 짧아지는 이점이 있으나 밸브가 노출되어 있으므로 손상되기 쉽다. 그러므로 물높이 조절이 끝나면 밸브의 손잡이를 분리하여 따로 보관할 필요가 있다.

[3] 토출조절밸브를 노즐 가까이 설치하면 밸브안의 복잡한 구조가 관내부의 물흐름을 왜곡시켜 분수의 물모양에 손상을 줄 수 있다.

[4] 토출조절밸브를 펌프실안에 설치하면 배관이 길어지고 저수조의 벽이나 바닥을 관통하는 관의 수가 많아져 누수의 위험이 커지지만, 관리하기에는 가장 효율적인 방법이다.

3.4.5 배관

[1] 관내부의 유속은 2.4m/sec를 초과하지 않도록 한다.

[2] 저수조의 벽이나 바닥을 일직선으로 통과하는 관은 관의 외벽을 따라 물이 누수될 우려가 크므로 콘크리트 내에서 플랜지접합을 하여야 한다.

[3] 플랜지의 크기는 관경의 2배 이상이어야 한다.

[4] 동관일 경우에는 동판을 관의 외부에 용접하여 플랜지 대신 사용한다.

3.4.6 원심펌프의 설치

[1] 저수조의 수면 아래에 설치

펌프의 작동에 무리가 없는 형태이나 폭우, 관 및 펌프의 누수 등으로 모터가 물에 잠길 우려가 있다. 펌프실의 배수가 용이한 곳에서는 가장 바람직한 방법이다.

[2] 저수조의 수면 위에 설치

(1) 펌프실이 물에 침수될 우려가 적어 안전하지만 원심력을 이용하는 펌프는 흡입높이에 제한이 있고, 흡입높이가 높을수록 펌프의 효율이 떨어지게 되므로 가능한 한 흡입높이가 낮고 침수의 위험이 적은 곳에 펌프실을 설치한다.

(2) 저수조의 수면 위에 설치한 원심펌프는 펌프의 가동이 중단되면 펌프의 물이 다빠져 나오게 되어 펌프를 재가동하면 펌프가 공회전을 하게 된다. 이를 방지하기 위해서는 펌프의 흡입구에 역류방지용 체크밸브를 설치한다.

(3) 펌프의 공회전은 펌프를 손상시키게 되고, 흡입관의 파손 등에 의하여 펌프가 공회전할 우려가 있으므로, 펌프실 내에 물이 없을 때 펌프의 가동을 중단시키는 스위치를 부착하여야 한다.

3.4.7 펌프실

[1] 수중펌프용 펌프실

(1) 수중펌프실의 윗면은 펌프의 손상을 방지하기 위한 스크린을 설치하여야 한다.

(2) 수중펌프실의 벽면은 바닥의 오물이 펌프실로 유입되지 않도록 저수조의 바닥보다 높게하여 턱이 지도록 설치한다.

(3) 수중펌프실은 물의 유입이 수평적으로 일어나게 하여 조류가 펌프내로 유입되는 것을 방지할 수 있도록 하여야 한다.

[2] 원심력펌프용 펌프실

(1) 펌프실은 관이나 펌프 등의 누수에 대비하여 배수구가 설치되어 있어야 한다. 이는 겨울철에 대비하여 관이나 펌프내의 물을 빼낼 때에도 필요하다.

(2) 자연배수가 되지 않을 때에는 배수용 자동펌프를 설치하여야 한다.

(3) 펌프실은 펌프의 과열을 막기 위하여 공기유통이 원할하게 이루어져야 한다.

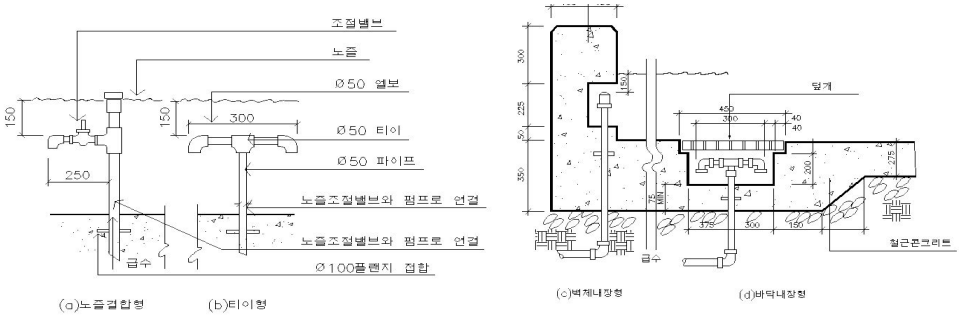
(4) 펌프 및 모터는 펌프실 바닥보다 10㎝ 이상 높게 설치되어야 한다.

(5) 펌프실은 도난 및 손상을 방지하기 위한 뚜껑을 설치하여야 한다.

3.5 물의 관리장치

3.5.1 급수장치

저수조에 물을 공급하기위한 급수장치로는 <그림 2.16.10>과 같은 것이 있다.



<그림 2.16.10>급수관의 형태 (a)노즐결합형(b) Tee형 (c)벽체 내장형 (d) 바닥 내장형

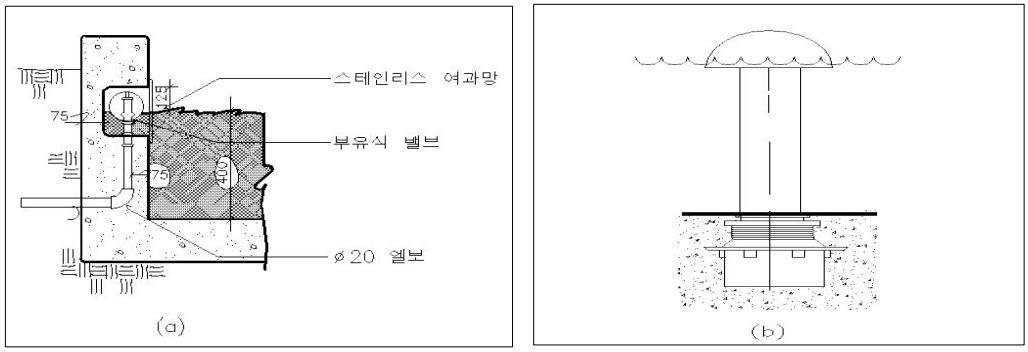
3.5.2 오우버플로

[1] 오우버플로는 수면이 일정한 수위를 유지할 수 있도록 일정 수위 이상의 물을 배수시키기위한 배수구이다.

[2] 오우버플로는 그림과 같이 벽면에 설치하는 것(a)과 노즐과 같이 수중에 설치하는 것(b)

이 있다.

[3] 오우버플로는 저수조 하나에 1개씩 설치된다. 수면의 높이가 다른 여러개의 저수조가 조합되어 있을 때에는 각각의 저수조마다 하나씩의 오우버플로가 필요하다.



<그림 2.16.11> 오우버플로우의 형태

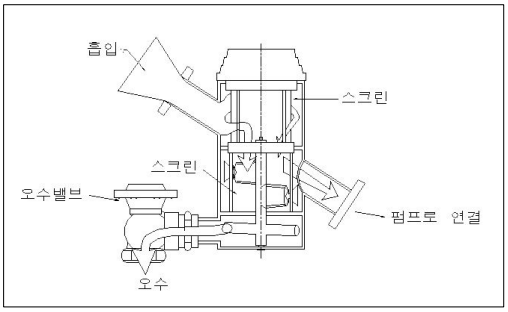
3.5.3 여과장치

[1] 여과장치는 펌프와 모터, 여과재, 흡입관, 토출관으로 구성된다.

[2] 여과용 펌프와 모터

(1) 여과장치가 물 순환장치와 독립하여 작동하기 위하여 필요하다.

(2) 물 순환용 펌프는 용량이 크고 물의 순환이 빠르기 때문에 물 순환장치에 여과장치를 부착하게 되면 물의 순환효율이 떨어지게 된다. 여과장치를 별도로 설치하면 물 순환장치의 작동이 멈춘 경우에도 여과작업을 계속할 수 있다.



<그림 2.16.12> 여과장치의 구성

[3] 여과재

(1) 여과재에는 시판되는 교환용 여과재, 모래층 여과재, 모래-자갈-숯으로 이루어진 다층 여과재 등이 있다.

(2) 소규모의 분수에서는 시판되는 교환용 여과재를 사용하며, 규모가 큰 분수에서는 비용이 적게 드는 모래층 여과재나 다층 여과재를 사용한다.

[4] 여과장치의 용량은 저수조 내의 물을 6시간에서 10시간 만에 전부 순환시킬 수 있을 정도의 용량이어야 한다.

3.6 펌프의 선정

3.6.1 수중펌프

[1] 수중펌프는 저수조의 외부로부터 전력선만 들어가면 되는 가장 간단한 펌프시스템중의 하나로서, 배관의 길이를 짧게 할 수 있어 비용이 적게 든다.

[2] 외부로부터 저수조 안으로 관통하여 들어오는 관이 없어 시공이 간편하고 저수조에서 누수되는 일이 적으며 역류 방지용 밸브를 설치할 필요가 없다.

[3] 감전 위험이 있으므로 110V의 단상전력을 사용해야 한다.

[4] 물높이 1m 이하의 분수로 토출량이 0.45㎥/min 이하인 곳에 주로 사용한다.

[5] 관과 펌프가 노출되어 있어 손상을 입기 쉬우므로 사람이 들어 갈 수 있는 곳은 손상되지 않도록 보호조치를 해야 한다.

[6] 겨울에 동결의 우려가 있는 곳은 펌프를 떼어내어 별도로 보관할 필요가 있다.

3.6.2 원심력 펌프

[1] 원심력펌프는 저수조 바깥에 별도의 펌프실을 만들어야 한다.

3.7 노즐

[1] 분수의 물모양은 한 개 또는 두 개 이상의 노즐로 연출된다. 설계자는 물모양의 심미적 인사항과수리적인특성을고려해서노즐의종류를선택하여야한다.

[2] 노즐의 수리적인 특성으로 노즐의 작동에 필요한 수압과 유량, 토출되는 물의 높이와 폭, 수막과 물방울의 형태 등을 점검한다.

[3] 노즐에 필요한 수압, 유량에 의해 펌프를 선정하고, 선정된 펌프의 능력에 맞추어 노즐의 종류를 조절하는 등의 과정을 통하여 노즐의 종류를 확정한다.

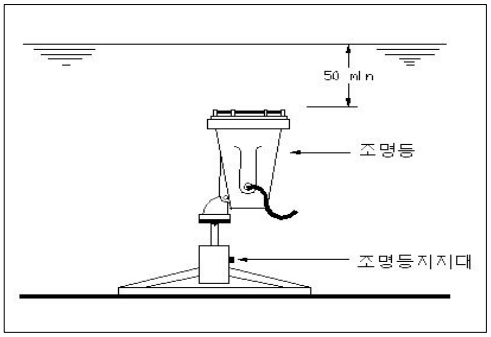
[4] 노즐의 물모양과 수리적인 특징은 제조회사의 제품설명서를 참고로 한다.

3.8 조명장치

[1] 수중등은 분수조의 벽이나 바닥에 설치하기도 하며 수중등 설치를 위해 콘크리트를 우묵하게 들어가게 할 수도 있다.

[2] 일반적으로 고정물을 완전히 커버하자면 깊이 45㎝의 물이 필요하며, 적어도 램프의 렌즈위에는 5㎝ 깊이의 물이 필요하다.

[3] 다양한 효과를 내기 위해서는 여러 가지 빛깔의 렌즈를 사용한다.



<그림 2.16.13> 분수의 조명장치

IV. 폭포 및 유수

4.1 배치기준

[1] 폭포는 많은 양의 물의 흐름이 필요하므로 자연유하하는 물을 이용하는 것이 가장 바람직하나 그렇지 못하면 인공적으로 물을 끌어들여 흘려주어야 한다.

[2] 인공적으로 물을 끌어들이기 위해서는 동력을 필요로 한다. 인공적인 폭포의 위치는 이러한 전력선을 끌어들일 수 있는지부터 검토하여야 한다.

[3] 펌프의 위치는 흡입높이가 낮을수록 유리하나 전력이 공급되어야 하고, 지하로 전력선이 연결되어야 하므로 안전이 보장되고 일반인의 접근을 금지시킬 수 있는 장소이어야 한다.

[4] 폭포는 물줄기의 낙차를 감상하는 것이므로 물줄기가 눈에 잘 띌 수 있는 시각적인 배경

을 가지고 있는 곳에 조성되어야 한다. 또한 인공적인 폭포라 하더라도 폭포의 뒤에는 지형적으로 높은 곳이 존재하여 폭포의 존재가 부자연스럽지 않은 위치에 조성되어야 한다.

[5] 인공적인 폭포에서는 펌프에서 나온 물을 그대로 흘려보내면 물의 흐름이 일정하지 않아 부자연스러우므로 폭포 상단에는 물을 일시적으로 저류시키는 저류조가 필요하다. 폭포의 유량이 많을수록 저류조가 커지므로 폭포 상단에 저류조 설치공간이 충분한지를 검토하여야 한다.

[6] 폭포의 주 구성요소는 토양, 다양한 크기의 돌과 바위 및 적절한 식물이며 기타 물의 순환을 위한 펌프, 배관장치 등이 있다. 폭포는 이러한 구성요소를 대지의 고저에 자연스럽게 잘 배치할 수 있는 곳에 조성되어야 한다.

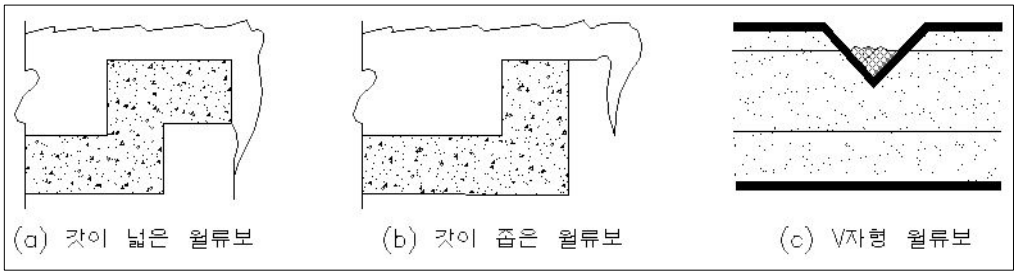
4.2 구조

4.2.1 유량산정

[1] 갓이 넓은 월류보의 유량산정

$$Q = \frac{2}{3} C \cdot B \cdot d \sqrt{2g\left(d - \frac{2}{3} d\right)} = 1.70 \cdot C \cdot B \cdot d^{\frac{3}{2}}$$

식에서, Q : 유량(m^3/sec) B : 보의 길이(m)
d : 월류수심(m) C : 유량계수 (0.6~0.63)
D : 월류보까지의 수로수심



<그림 2.16.14> 월류보의 주요형태

[2] 갓이 좁은 월류보

$$Q = \frac{2}{3} C \cdot B \cdot \sqrt{2g}\ d^{\frac{3}{2}}$$

식에서, Q : 유량(m^3/sec) B : 보의 길이 (m)
d : 월류수심(m) C : 유량계수 (0.6~0.63)
D : 월류보까지의 수로수심 g : 중력가속도 (9.8m/sec^2)
■ 적용범위 B = 0.15~5m, D = 0.15~3.5m, d= (0.03~0.45)$\sqrt{B}$ m

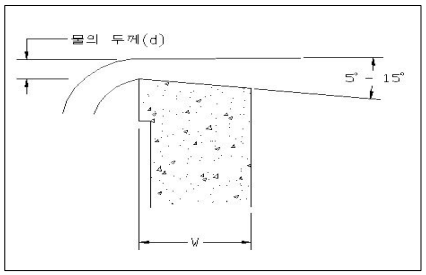
[3] V자형 월류보

$$Q = \frac{8}{15} C \cdot \tan\frac{\Theta}{2}\ \sqrt{2g}\ d^{\frac{5}{2}}$$

식에서 Q : 유량(m^3/sec) Θ : V자의 각도
d : 월류수심(m) C : 유량계수 (0.6~0.63)
D : 월류보까지의 수로수심 g : 중력가속도 (9.8m/sec^2)
■ 적용범위 : B= 0.5~1.2m, D= 0.1~0.75m, d= 0.07~0.26m, d ≤ B/3

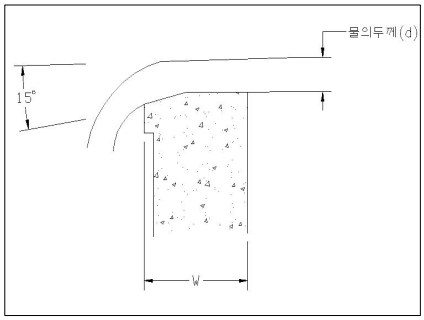
[4] 단, 월류수심 d는 월류보의 단면유형, 낙수고, 보의 두께에 따라 다음표에 의하여 구한다.

(1) 상향 월류보



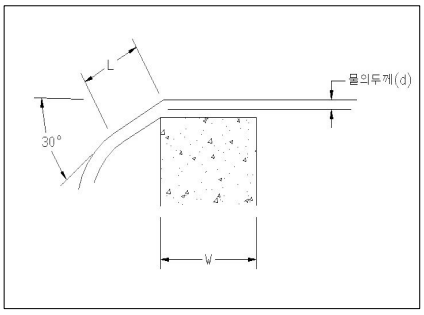
낙수고(m)	월류수심(d)(㎝)	보의 두께(㎝)
0 ~ 0.6	1.3	20 ~ 30
0.6 ~ 1.2	1.9	25 ~ 35
1.2 ~ 1.8	2.5	30 ~ 40

(2) 평 월류보



낙수고(m)	월류수심(d)(㎝)	보의 두께(㎝)
0 ~ 0.6	1.0	15 ~ 20
0.6 ~ 1.2	1.3	20 ~ 25
1.2 ~ 1.8	1.9	25 ~ 30
1.8 ~ 2.4	2.5	30 ~ 35
2.4 ~ 3.0	3.2	30 ~ 35
3.0 ~ 3.6	3.8	35 ~ 40
3.6 ~ 4.2	4.4	35 ~ 40
4.2 ~ 4.8	5.1	40 ~ 45

(3) 하향 월류보



낙수고 (m)	월류수심 (d)(㎝)	보의 두께(㎝)	갓의 추가길이(L)(㎝)
0 ~ 0.6	0.6	10 ~ 15	2.5
0.6 ~ 1.2	1.0	12.5 ~ 17.5	3.8
1.2 ~ 1.8	1.3	15 ~ 20	5.1
1.8 ~ 2.4	1.9	17.5 ~ 22.5	6.3
2.4 ~ 3.0	2.5	20 ~ 25	7.6
3.0 ~ 3.6	3.2	22.5 ~ 27.5	7.6
3.6 ~ 4.2	3.8	25 ~ 30	10.2
4.2 ~ 4.8	4.4	27.5 ~ 32.5	12.7
4.8 ~ 5.4	5.1	30 ~ 35	15.2

4.2.2 펌프의 선정

[1] 폭포의 유량과 높이가 결정되면 펌프 제작회사의 제품설명서에 의해 적당한 펌프를 선정할 수가 있다. 펌프의 제원은 3.6 분수의 펌프항을 참조한다.

[2] 펌프 제작회사의 제품설명서에 의하지 않고 계산에 의해 펌프의 출력을 산정하고자 할 때에는 다음식에 의하여 펌프(전동기와 직결식)의 출력을 산정할 수 있다.

$$kW = 0.163 \cdot Q \cdot h \cdot 1.15/P$$

식에서, h : 전양정
h = 실양정(h1) + 직관마찰(h2) + 부속손실(h3) + 토출압(h4)
P : 펌프효율 (0.4~0.8)
1.15 : 표준출력과의 여유계수

4.2.3 흡입구

[1] 폭포는 많은 유량을 필요로 하므로 수면 가까이 있는 흡입구에서는 소용돌이가 일어나기 쉽고 흡입력에 의해 수면위의 이물질이 빨려들어가기 쉬우므로, 흡입구의 위치를 물속 깊숙히 잡을 필요가 있다.

[2] 폭포의 물은 펌프를 통과하여야 하므로 이물질의 흡입에 의해 펌프가 파손되지 않도록 여과장치를 흡입구 앞에 설치하여야 하는데 물의 흡입에 저항이 크지 않도록 유의한다.

[3] 흡입구와 펌프사이의 높이는 되도록이면 낮은 것이 좋으나, 펌프가 물에 잠기면 전기의 누전 및 합선에 의하여 펌프가 파손되므로, 물에 잠길 우려가 없는 곳에 펌프실을 설치하고 펌프의 흡입 높이를 넘지 않도록 한다.

[4] 펌프의 흡입높이는 펌프마다 조금씩 다르므로 제작회사의 제품설명서를 참조한다. 보통 7~8m 이상이면 흡입불능이 된다.

[5] 펌프실 안에 물이 없는 상태에서 펌프를 공회전시키면 펌프가 손상되고 흡입 또한 불가능하다. 따라서 펌프의 회전이 중단되더라도 물이 빠져나가지 않도록 흡입구에는 푸트밸브를 붙인다.

4.3 유수(流水)

일반적으로 자연석으로 만들어진 유수(물의 흐름)는 수리적으로 계산이 어려우나 개략적인 유량과 유속을 알기 위해서는 Manning의 공식을 이용한다.

[1] 보가 있는 수로에서 유수의 수심 계산예

다음과 같이 폭 1m의 수로에 3가지의 보가 있고 급수가 0.0468㎥/sec 일 때, 유수의 수심은 다음과 같이 구한다.

급수원 0.0468㎥/sec	갓이 넓은 월류보	C=0.6 B=1.0 D=0.1	개수로 n=0.05 I=0.02	갓이 좁은 월류보	C=0.6 B=0.3	V형 월류보	C=0.6 θ=90

(1) 갓이 넓은 월류보의 수심

$$Q = 1.70 \cdot C \cdot B \cdot d^{\frac{3}{2}}$$
$$0.0468 = 1.70 \times 0.6 \times 1 \times d^{\frac{3}{2}}$$
$$d^{\frac{3}{2}} = 0.04588$$
$$d = 0.13$$

(2) 개수로의 수심

$$Q = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}}$$
$$0.0468 = \frac{1}{0.05} A \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot 0.02^{\frac{1}{2}}$$
$$A \cdot R^{\frac{2}{3}} = 0.016546$$
$$B \cdot d \times \left(\frac{B \cdot d}{B + 2d} \right)^{\frac{2}{3}} = 0.016546$$
$$d = 0.09$$

(3) 갓이 좁은 월류보의 수심

$$Q = \frac{2}{3} C \cdot B \cdot \sqrt{2g}\ d^{\frac{3}{2}}$$
$$0.0468 = \frac{2}{3} \times 0.6 \times 0.3 \times 4.427 \times d^{\frac{3}{2}}$$
$$d^{\frac{3}{2}} = 0.088$$
$$d = 0.2$$

(4) V자형 월류보의 수심

$$Q = \frac{8}{15} C \cdot \tan\frac{\Theta}{2}\ \sqrt{2g}\ d^{\frac{5}{2}}$$
$$0.0468 = 1.4167\ d^{\frac{5}{2}}$$
$$d = 0.39$$

[2] 수로의 유속 계산

유수의 수심과 폭을 알면 다음식에 의하여 유속을 알 수 있다.

$$Q = A \cdot V$$

식에서, Q : 유량(m^3/sec)
A : 유수의 단면적(m^2)
V : 유속(m/sec)

제 17장 자연석 및 석재 설계

I. 개요

1.1 적용범위

[1] 이 설계지침은 자연석 표면의 질감, 색채, 광택, 무늬 등을 이용하여 자연 경관 조성을 위한 배석, 놓기, 쌓기, 계단 설치, 디딤돌 놓기 등에 적용한다.

[2] 일반적으로 자연석은 2목도(1목도=50kg) 이상 크기의 돌을 말한다.

1.2 전제조건

[1] 지형, 지질, 배수상황, 지반조건, 기상 등의 자연적 조건에 대해 사전에 검토하여야 한다.

[2] 자연석 쌓기, 놓기 등의 기능 및 경관적 특성에 대해 사전에 검토하여야 한다.

II. 자연석의 구분

2.1 경도에 의한 구조역학적 분류

2.1.1 연석

[1] 약간 풍화된 상태로서 편마암, 석회암, 혈암, 사암, 역암 등이 있다.

[2] 약간의 타격을 가하면 깨어지고 화약이 100g/㎥ 정도 소요되며, 균열이 10~30㎝ 정도인 것.

[3] 압축강도 : 100~500kg/㎠

[4] 경도 11.0

[5] 겉보기비중 : 2~2.5

[6] 흡수율 : 5~15%

[7] 허용지지력 : 70~110ton/㎡

2.1.2 보통암

[1] 약간 풍화된 상태로서 석회암, 안산암, 점판암, 현무암 등이 주로 이에 속한다.

[2] 160g/㎥ 정도의 화약이 소요되며, 균열이 30~50㎝ 정도인 것.

[3] 압축강도 : 500~1,500kg/㎠

[4] 경도 15.0

[5] 겉보기비중 : 2.5~2.7

[6] 흡수율 : 5% 미만

[7] 허용지지력 : 110~160ton/㎡

2.1.3 경석

[1] 풍화되지 않은 상태로서 화강암, 안산암, 사암, 규암, 결정편암, 섬록암 등

[2] 화약이 250g/㎥ 정도 소요되며, 균열이 1m 이내인 것.

[3] 압축강도 : 1,100~1,500kg/㎠

[4] 경도 18.5

[5] 허용지지력 : 160~300ton/㎡

2.1.4 극경암

[1] 풍화되지 않은 상태로서 규암, 경안산암, 경사암, 안산암, 현무암 등

[2] 암질이 아주 밀착되어 단단하고 화약이 250g/㎥ 이상 소요되는 것.

[3] 압축강도 : 1,500kg/㎠ 이상

[4] 경도 19.5

[5] 허용지지력 : 300~650ton/㎡

2.2 산지별 분류

2.2.1 산석(산돌)

[1] 산과 들에서 채집된 자연석으로 일반적으로 이끼가 끼어 있는 돌

[2] 풍화되어 표면이 마모된 것으로 표면의 석질이 보존된 것

2.2.2 수석(하천석, 강돌)

[1] 하천에서 채집된 자연석으로, 하천의 흐름에 의해 표면이 마모되어 돌의 무늬 및 석질이 뚜렷하다.

[2] 계곡부에서 산출되는 돌은 비교적 마모가 덜되어 표면의 생김새가 다양하다.

[3] 강바닥에서 산출되는 돌은 마모가 심하여 원형에 가깝다.

[4] 조경용으로는 주로 계곡부에서 산출되는 돌을 사용한다.

2.2.3 해석(바닷돌)

[1] 해변에서 산출되는 돌로서 파도의 작용으로 연질부가 마모되어 경질부만 남아 외모 및 무늬가 아름답다

[2] 염분을 완전히 제거한 후 사용한다.

2.2.4 깬돌(가공석)

[1] 채석장 등에서 발파에 의해 생성된 돌로서 면과 모서리가 거칠고 모양이 불규칙하다.

[2] 자연석과 같은 질감이 나타나도록 표면가공하여 모서리 등을 부드럽게 다듬은 후 사용한다.

III. 자연석 쌓기 및 놓기

『조경설계기준, 국토해양부』의 제19장 조경석을 참고한다.

IV. 수량산출지침

4.1 자연석 놓기

4.1.1 일반

[1] 중량(kg 또는 ton), 체적(㎥) 등으로 산출할 수 있으며, 원칙적으로 중량을 기준으로 한다.

[2] 자연석의 크기와 무게가 비슷한 경우 도면에 명시된 자연석 숫자에 1개당 평균체적과 중량을 곱하여 산출한다.

[3] 자연석의 크기와 무게가 매우 차이가 날 경우 각각의 체적과 무게를 산출한 후 합산하여 전체 체적과 무게를 산출한다.

4.1.2 중량

1개당 중량은 비중 조사후 결정하며, 조사가 곤란한 경우 표준품셈의 중량표를 참조하여 결정한다.

4.1.3 체적

[1] 1개당 체적은 자연석의 규격에 따라 다음과 같이 산출하되 부정형이므로 실 체적율을 곱하여 산출한다.

체적 = 높이 × 폭 × 길이 × 실 체적율

[2] 실체적율은 다음과 같다

(1) 산석(산돌) : 80%

(2) 하천석(강돌) : 75%

(3) 해석(바닷돌) : 70%

4.2 자연석 쌓기

4.2.1 일반

[1] 중량(kg 또는 ton), 체적(㎥) 등으로 산출할 수 있으며, 원칙적으로 중량을 기준으로 한다.

[2] 입면상의 면적을 구하고 뒷길이를 곱하여 체적을 구한후 단위중량을 곱하여 산출한다.

4.2.2 중량

놓기의 기준을 적용한다

4.2.3 체적

놓기의 기준을 적용한다.

4.2.4 면적

입면상의 면적을 구하되 겹쳐진 부분의 크기는 전체면적의 30%로 한다.

4.3 디딤돌 놓기/ 계단돌 쌓기

4.3.1 디딤돌

[1] 중량기준은 자연석 놓기의 기준을 적용한다.

4.3.2 계단돌

[1] 중량기준은 자연석 놓기의 기준을 적용한다.

4.4 노단쌓기

자연석 쌓기의 기준을 적용하며, 입면상의 면적은 겹쳐진 부분의 크기를 고려하지 않는다.

4.5 수석

자연석 놓기의 기준을 적용한다.

V. 품 기 준

5.1 자연석 놓기

5.1.1 일반

[1] 놓기 품은 단위 중량(ton)당 단가를 기준으로 한다.

[2] 다짐 및 정지를 포함하며, 운반거리가 20m를 초과하는 경우 운반비는 별도 가산한다.

[3] 지형 등 작업의 난이도에 따라 20%까지 가산할 수 있다.

[4] 사이목 식재는 별도 계상한다.

5.1.2 놓기

현장여건을 고려하여 선택 반영한다.

[1] 건설공사 표준품셈 (ton당)

구 분	공사규모(총공사량)	조 경 공 (인)	굴 삭 기 (0.7㎥, hr)
놓기	20Ton 미만	0.968	0.657
	20Ton 이상	0.836	0.684

[2] 자체적용품셈 (ton당)

구 분	조 경 공 (인)	보통인부 (인)	굴 삭 기 (0.7㎥,hr)
놓기	0.4	0.4	0.49

5.1.3 운반

화물자동차 적재량은 중량기준으로 한다. 즉, 운반차의 적재능력과 자연석의 중량을 기준으로 화물자동차 1대당 적재량을 산출한다.

5.2 자연석 쌓기

5.2.1 일반

[1] 쌓기 품은 단위 중량(ton)당 단가를 기준으로 한다.

[2] 다짐 및 정지를 포함하며, 운반거리가 20m를 초과하는 경우 운반비는 별도 가산한다.

[3] 지형 등 작업의 난이도에 따라 20%까지 가산할 수 있다.

[4] 사이목 식재는 별도 계상한다.

5.2.2 쌓기

현장여건을 고려하여 선택 반영한다.

[1] 건설공사 표준품셈 (ton당)

구 분	공사규모(총공사량)	조 경 공 (인)	굴 삭 기 (0.7㎥, hr)
쌓기	20Ton 미만	1.212	0.657
	20Ton 이상	1.040	0.684

[2] 자체적용품셈 (ton당)

구 분	조 경 공 (인)	보통인부 (인)	굴 삭 기 (0.7㎥, hr)
놓기	0.5	0.5	0.62

5.2.3 운반

화물자동차 적재량은 중량기준으로 한다. 즉, 운반차의 적재능력과 자연석의 중량을 기준으로 화물자동차 1대당 적재량을 산출한다.

5.3 계단돌 쌓기

[1] 자연석쌓기의 기준을 적용한다.

[2] 구조적 안정을 고려한 콘크리트 기반이 필요한 경우 1 : 3 : 6 (기초용) 배합 콘크리트로 한다.

5.4 노단쌓기

[1] 자연석 쌓기의 기준을 적용한다.

[2] 구조적 안정을 고려한 콘크리트 기반이 필요한 경우 1 : 3 : 6 (기초용) 배합 콘크리트로 한다.

제 18장 식생유지관리설계

I. 개요

1.1 적용범위

[1] 이 설계지침은 조경공간의 식생유지관리설계에 적용한다.

[2] 관리유형, 기능, 공정, 재료 등에 관련된 설계를 포함한다.

[3] 『조경설계기준, 국토해양부』 제27장 식생유지관리편을 전제로 한다.

II. 전정

『조경설계기준, 국토해양부』 제27장 식생유지관리편을 참고한다.

III. 시비

『조경설계기준, 국토해양부』 제27장 식생유지관리편을 참고한다.

IV. 관수

4.1 관수의 시기 및 빈도

[1] 토양입자에 붙어있는 토양수분이 pF3.8 (8bar)이 되면 관수를 시작하고 pF1.5 (0.05bar)가 되면 정지한다. 함수율을 기준으로 할 때에는 함수율이 5%가 되면 관수를 시작하고, 30%가 되면 정지한다.

[2] 관수는 토양온도가 10℃ 이상이며 기온이 5℃ 이상인 날이 10일 이상 지속될 때 실행한다.

[3] 관수의 빈도는 기상조건, 토양조건, 잔디종류, 용도 등에 따라 일률적으로 말하기는 매우 어려우나 기상이 건조할 경우에는 매일 관수하는 것이 바람직하다.

[4] 인공지반, 용수량이 적은 사질토양, 뿌리의 활착이 불충분한 이식지 등의 식물은 수분부족에 의해 고사하기 쉽기 때문에 이러한 곳에는 충분히 관수를 실시하는 것이 바람직하다.

V. 제초

5.1 잔디밭의 제초

『조경설계기준, 국토해양부』 제27장 식생유지관리편을 참고한다.

[1] 비선택성 제초제 : <표 2.18.1> 참조

[2] 선택성 제초제 : <표 2.18.2> 참조

<표 2.18.1> 선택성 제초제의 종류와 사용기준

품목명	상표명	일 반 명	유효성분 (%)	물 20ℓ 당 사용량	살포량	적용잡초
디캄바 액제	반벨	dicamba	48.20	27㎖	150ℓ/10a	잔디크로바
벤설라이드 유제	론파	bensulide	50.00	200㎖	300ℓ/10a	화본과 잡초
엠시피피 유제	-	mecoprop	50.00	67㎖	300ℓ/10a	들잔디크로바
옥시펜 유제	고올	oxyfluofen	23.50	5㎖	200ℓ/10a	일년생잡초
이속사벤 액상수화제	길쌈	isoxaben	50.00	4~6㎖	200~300ℓ/10a	광엽잡초
트라클로피르 유제	갈론캐치풀	triclopyr	61.60	43㎖	140ℓ/10a	일년생·다년생 광엽 잡초
파미드 수화제	데브리놀	napropamide	50.00	33g	300ℓ/10a	일년생잡초
파미드 유제	데브리놀	napropamide	21.80	67㎖	300ℓ/10a	일년생잡초
펜디 수화제	스톰프	pindimethalin	50.00	75g	200ℓ/10a	들잔디 일년생잡초
프로디아민 과립수화제	한목	prodiamine	63.00		150g/a	일년생잡초
피라조설푸론-에칠 수화제	-	pyrazosulfuron - ethyl	5.00		200g/10a	일년생잡초
피리부티카브 수화제	터프그린	pyributicarb	47.00		750g/10a	잔디밭 일년생잡초
후라자설푸론 수화제	파란들	flazasulfuron	10.00	7.5~10㎏	150~200ℓ/10a	잔디밭 일년생잡초
후라자설푸론 입제		flazasulfuron	0.15		6㎏/10a	잔디밭 일년생 및 다년생잡초

<표 2.18.2> 조경수목의 살충제 종류와 사용기준

해 충 명	농 약 품 목	상 표 명	계 통 명	사 용 량	
				㎖/물 20ℓ	gr/10a
진딧물류	메타유제	메타시스톡스	유기인제	20	
	포스팜액제	다이메크론	유기인제	20	
	모노포액제	아조드린,뉴바크론	유기인제	25	
	아시트수화제	오트란	유기인제	40	
	메소밀액제	메리트	카바메이트계	20	
	피리진연무제	래피드	카바메이트계	원액살포	
	벤즈유제	온콜	카바메이트계	20	
깍지벌레류	메치온유제	수프라사이드	유기인제	20	
	메카밤유제	모폭스	유기인제	30	
	디메토유제	로고,록숀	유기인제	20	
	기계유유제	—	유화제	800~1000	
	결정석회유황합제	—	전유화태황	670	
잎말이나방류	메프수화제	호리티온,스미치온	유기인제	25	
	디프액제	디프록스	유기인제	20	
	파프수화제	엘산,씨디알	유기인제	25	
	그로포수화제	더스반	유기인제	25	
	디디브이피유제	—	유기인제	20	
	이피엔유제	—	유기인제	20	
	파라티온유제	—	유기인제	20	
	아진포수화제	구사치온	유기인제	33	
	아조포유제	호스타치온	유기인제	30	
	피리포유제	아테릭	유기인제	40	

	포스트수화제	이미단	유기인제	20	
	나크수화제	세빈	카바메이트계	25	
	델타린유제	데시스	합성피레스로이드계	20	
응애류	테디온유제		유기염소계	25	
	벤조메유제	시트라죤	벤조하이드록시믹산계	20	
	에이카톨유제	보배단	브롬계	20	
	디코폴유제	켈센	유기염소제	20	
	아미트유제	마이캇트	아미트라즈계	20	
	프로지수화제	오마이트	아유산에스텔	27	
	살비란	—	디페닐계	13	
	펜부탄수화제	토큐	유기주석계	20	
	아씨틴수화제	페로팔	유기주석계	13	
심식나방류	피리다수화제	오후나크	유기인계	20	
	푸루시수화제	페이오프	합성피레스로이드계	13	
	치오디카브수화제	—	카바메이트계	20	
	프로치오포스수화제	토쿠치온	유기인제	20	
	에스펜발러레이트수화제	적시타	합성피레스로이드계	20	
	싸이스린수화제	스타터	합성피레스로이드계	10	
굴나방류	오메톤액제	호리마트	유기인제	25	
	베스트수화제	파마치온	혼합제	10	
	싸이스린유제	바이린	합성피레스로이드계	20	
	프로싱유제	스미사이딘	합성피레스로이드계	20	
	디디론유제	란벡	혼합제	25	
	할로스린수화제	주렁	합성피레스로이드계	20	
흰불나방류	크로르푸루아주론유제	아타브론	요소계	3.3	
산림해충	아시트캡슐제	아스캡	—		1캡슐/흉고 직경 3㎝
토양해충류	지오릭스분제	마릭스	유기염소제		5~6㎏
	폭심분제	보라톤	유기인제		5~6㎏
	아시트입제	오트란	유기인제		3~4㎏
	에토프입제	모캡	유기인제		4㎏
	다이포입제	다이포네이트	유기인제		5~6㎏
	프리미입제	프리미시드	유기인제		5~6㎏
	타보입제	카운타	유기인제		5~6㎏

■출처 : 농약공업협회, 농약사용지침서

VI. 병충해 방제

6.1 조경수목 살균제의 사용기준

6.1.1 동제(보르도액)

1885년 프랑스의 Millardet에 의해 발견된 이래 현재까지 광범위한 병에 사용되고 있다. 보호살균제로서 효력이 뛰어나고, 다른 약제에 비해 값이 싸기 때문에 가장 널리 이용된다. 삼나무의 붉은마름병, 소나무묘목의 잎마름병, 활엽수의 각종 반점병, 잿빛곰팡이병, 녹병 등

지상부를 침해하는 병에 널리 적용된다. 단, 흰가루병이나 토양전염성병 등에는 거의 효과가 없다.

6.1.2 유기수은제

뛰어난 살균효과를 나타낸다. 최근에는 인체에 대한 독성이 문제가 되어 살포용 또는 토양소독용 유기수은제는 사용이 금지되고 종자소독에 대해서만 사용이 허가되어 있다.

6.1.3 무기황제

[1] 석회황합제

적갈색의 물약인데, 흰가루병과 녹병의 방제에 사용한다. 깍지벌레에 대한 살충 효과도 있어서 겨울철 수목의 휴면기에 살균과 살충을 겸하여 사용되기도 한다. 강한 알칼리성이기 때문에 약해를 일으키기 쉬우므로 수목의 성장기에 사용할 때에는 농도에 충분한 주의가 필요하다.

[2] 황

황의 미분말을 분제 또는 수화제의 형태로 만들어 흰가루병과 녹병의 방제에 사용한다. 황의 분말이 미세할수록 효과가 크다.

6.1.4 유기황제

[1] 지네브(Zineb)제

각종 탄저병 및 녹병에 효과가 크며, 낙엽송의 끝마름병 방제에도 사용된다. 다이센(Dithane)엠-45

[2] 퍼밤(Ferbam)제

각종 녹병, 흰가루병, 점무늬병 등에 유효하며, 퍼메이트(Fermate)가 여기에 속한다.

[3] 지람(Ziram)제

적용병해는 퍼밤제와 같으며, 저얼레이트(Zerlate)가 여기에 속한다.

[4] 치람(Thiram)제

종자소독과 토양소독에 사용되며, 소나무의 설부병방제에 유효하다. 아라산(Arasan), 치오산(Thiosan) 등이 여기에 속한다.

[5] 아모밤(Amobam)제

각종 녹병, 흰가루병, 잿빛곰팡이병 등에 유효하며, 다이센스테인리스(Dithane stainless)가 여기에 속한다.

6.1.5 기타 유기합성 살균제

[1] CPC제

유기염소제의 일종으로 목재의 변색 및 부후의 방지에 사용된다. 석회황합제와의 혼합물은 수목의 월동병해방제를 위한 휴면기 살포제로서 효과가 있다.

[2] 캡탄제

캡탄(Captan)제는 종자소독과 잿빛곰팡이병 및 모잘록병의 방제에 사용된다.

[3] 항생물질제

미생물의 대사생산물을 주성분으로 하는 것으로서 세균성병에 유효한 것과 진균성병에

유효한 것이 있다. 항생물질은 일반적으로 식물체내로의 침투이행성이 강하며, 기주체내에 침입하여 생육하고 있는 병원균에 유효하다. 농약용 항생물질에는 여러 종류가 있는데, 수병에 사용하는 것으로는 잣나무의 털녹병 치료제로서 사이클로헥시마이드(cycloheximide)가 있고, 최근에는 테트라사이클린(tetracycline)계 항생물질이 오동나무나 대추나무의 빗자루병 등 마이코플라스마(mycoplasma)에 의한 수병의 치료에 좋은 효과를 보이고 있다.

6.2 조경수목의 살충제 종류와 사용기준

<표 2.18.6> 참조

6.3 잔디의 병충해 방제

[1] 잔디 살균제 : <표 2.18.3> 참조

[2] 잔디 살충제 : <표 2.18.4> 참조

<표 2.18.3> 잔디 살충제의 종류와 사용기준

품목명	상표명	일 반 명	유효성분(%)	물 20ℓ당 사용량	살포량	적 용 해 충
그로메 유제	렐단	chlorpyrifos-methyl	25.00	20㎖	-	굼벵이 멸감나방
그로메 입제	렐단	chlorpyrifos-methyl	5.00		3kg/10a	거세미나방
그로포주론 수화제	야무진	chloropyrifos+diflubenzuron	27.00	20g	-	멸강나방
나크포사론 수화제	너미더	carbaryl+,phosalone	60.00	20g 20g	-	거세미나방 멸강나방
델타린 유제	뎃시스	deltamethrin	1.00	20g	-	거세미나방
메프 유제	스미치온 호리치온	fenitrothion	50.00	20㎖	3ℓ/㎡ 140~160ℓ/a	굼벵이 잔디밤나방
에토펜프록스 수화제	트레본	ethofenprox	10.00	20g	-	거세미나방
에토펜프록스·다수진 수화제	뚝심	ethofenprox,+diazinon	33.00	20g	-	멸강나방
에토프 입제	모캡	ethoprophos	5.00	-	6kg/10a	굼벵이
트랄로메스린 유제	트랄레이트	thalomethrin	1.30	20㎖	-	거세미나방
피리크로포스 수화제	스타렉스	pyraclofos	35.00	20g	-	거세미나방
가벤다·가스신 수화제	고추탄	carbendazim+kasugamycin	43.45	20g	-	탄저병
누아라몰 유제	파아람	nuarimol	9.00	20㎖	-	녹병
다찌가렌 액제	에이원,입고단	hymexazol	30.00	40㎖	1ℓ/㎡	피시움 블라이트병
다찌밀 액제	다찌에시스	hymexazol+methlaxyl	34.00	40㎖	1ℓ/㎡	피시움 블라이트병
디니코나졸 수화제	빈나리	dinconazole	5.00	10g	1ℓ/㎡	녹병
디페노코나졸유제	푸르겐	difenoconazole	10.00	10㎖	-	녹병
리프졸 수화제	트리후민	triflumizole	30.00	20g	- 1ℓ/㎡	녹병 브라운벳취병
마이탄 수화제	시스텐	myclobutanil	6.00	13g	-	녹병

<표 2.18.3> 잔디 살균제의 종류와 사용기준

품목명	상표명	일 반 명	유효성분 (%)	물 20ℓ당 사용량	살포량	적 용 해 충
만프로 수화제	다이렉스	procymidon+ mancozeb	65.00	20g	-	탄저병
메로닐 수화제	논사	mepronil	75.00	20g	1ℓ/㎡	브라운벳취병
메로닐·프로피코나졸 수화제	-	mepronil+ propineb	54.00	40g	1ℓ/㎡	라지벳취병, 브라운벳취병
메타실 수화제	리도밀	metalaxy	25.00	10g	1ℓ/㎡	피시움 블라이트
메타실엠 수화제	리도밀-엠지	metalaxyl+ mancozeb	63.50	40g	-	탄저병, 피시움블라이트병
옥시프로 수화제	산도판-에이	oxadixyl+ propineb	64.00	40g	1ℓ/㎡	피시움블라이트병
이프로 수화제	로브랄	iprodione	50.00	20g	1ℓ/㎡	브라운벳취병
이프로치람수화제	로브티	iprodione+ thiram	55.00	40g	1ℓ/㎡	라지벳취병, 브라운벳취병
지오람 수화제	호마이 금나락	thiopanate-methyl+ thiram	80.00	20g	1ℓ/㎡	브라운벳취병
지오판 수화제	톱신엠 톱네이트-엠	thiopanate-methyl	70.00	13g	1ℓ/㎡	브라운벳취병
치람 수화제	쓸마네	thiram	80.00	40g	1ℓ/㎡	브라운벳취병
카프로 수화제	로브동	oxine-copper+ iprodione	50.50	40g	1ℓ/㎡	라지벳취병, 브라운벳취병
토로스 액상수화제	리조렉스	tolcolfos-methyl	42.00	40g	3ℓ/㎡	라지벳취병
토로스 수화제	리조렉스	tolcolfos-methyl	50.00	40g	3ℓ/㎡	라지벳취병
터부코나졸 유제	호리쿠어	tebyconazole	25.00	10㎖	1ℓ/㎡	브라운벳취병, 라지벳취병,, 탄저병, 녹병
포리옥신디·지오판 수화제	보람	polyoxin D+ thiophanate-methyl	41.23	40g	1ℓ/㎡	라지벳취병, 브라운벳취병
포리옥신디·치람 수화제	-	polyoxin+ thiram	31.13	40g	1ℓ/㎡	라지벳취병, 브라운벳취병
포세칠알 수화제	알리에테	fosetyl-Al	80.00	40g	1ℓ/㎡	라지벳취병, 브라운벳취병
프로피 수화제	안트라콜	propineb	70.00	40g	-	탄저병
헥사코나졸 액상수화제	-	hexaconazol	2.00	10g	1ℓ/㎡	라지벳취병, 브라운벳취병, 녹병
훼나리 수화제	훼나리	fenarimol	12.00	20g	-	브라운벳취병
훼나리·옥시동 수화제	아리조아	fenarimol+ oxine-copper	68.00	20g	-	브라운벳취병, 탄저병

제 19 장 생태통로 설계

I. 개요

1.1 적용범위

[1] 도로, 댐, 철도, 수중보, 하구언 등으로 인하여 야생 동·식물의 서식지가 단절되거나 훼손 또는 파괴될 우려가 있는 지역에 야생 동·식물의 이동을 돕기 위하여 적용한다.

[2] 신도시, 주거단지 등 각종 택지개발사업에서 서식처의 파편화가 발생하는 지역에 적용한다.

II. 일반공통사항

2.1 일반사항

[1] 생태통로에 사람이 이용하는 공간의 조성여부는 대상지역의 성격에 따라서 결정하되, 기본적으로 도시지역과 도시근교 및 농촌지역에서는 필요할 경우 사람이 이용하는 공간을 도입한다.

[2] 자연지역에서는 사람이 이용하는 공간을 배제시킨다. 사람이 이용하는 공간의 조성여부는 생태전문가가 참여하는 가운데 현지 상황에 따라 결정토록 한다.

[3] 생태통로의 설계에서는 주변 지역의 환경 조건을 충분히 고려하여 서식환경이 연결될 수 있도록 한다.

[4] 생태통로의 설계에는 조성지역과 관련된 다른 계획 혹은 상위 계획과의 연계성을 검토해야 하며, 특히 생태통로 주변의 토지이용을 충분히 고려해야 한다.

2.2 생태통로의 종류

[1] 설치주체에 따른 구분

<표 2.19.1> 설치주체에 따른 구분

구분	의 미	예
자연통로	넓은 의미의 이동통로. 동물의 이동로를 따라 자연적으로 설치된 통로	강을 따라 형성된 숲길, 숲 내부의 동물 이동로
인공통로	동물의 이동을 목적으로 인공의 재료를 이용하여 인위적으로 만든 구조물	터널형 통로, 육교형 통로

[2] 설치위치에 따른 구분

<표 2.19.2> 설치위치에 따른 구분

종 류	의 미	예
선 형	도로, 철도 혹은 하천변 등을 따라 설치된 통로. 식생을 이용하여 통로가 설치되곤 함	Hedgerow, Fencerow, Shelterbelt
육교형	횡단부위가 넓은 곳, 절토지역 혹은 장애물 등으로 동물을 위한 통로 설치가 어려운 곳에 만들어지는 통로	Ecoduct/ Overbridge
터널형	인간의 영향이 빈번한 지역이며, 육상 통로를 설치하기 위한 연결지역이 지상에 없는 경우, 또는 지하에 중소 하천이 있는 경우 만들어지는 통로	Culvert, Box, Pipe

[3] 설치규모에 따른 구분

<표 2.19.3> 설치규모에 따른 구분

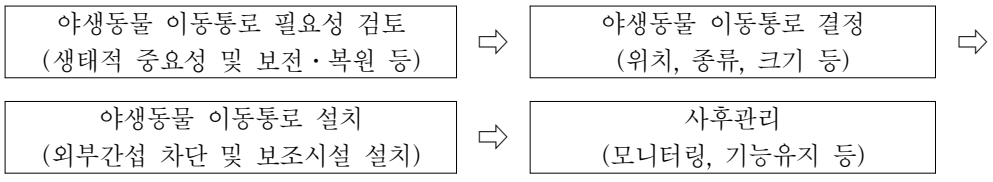
구 분	의 미	예
Global scale corridor	국제적 혹은 국가적인 차원에서 만들어진 것	이태리와 스위스의 야생동물보호구역을 연결한 통로
National 혹은 Regional scale corridor	Core area 사이 등을 연결하는 대규모 이동통로를 의미함	그린네트워크화 사업과 같이 전국을 대상으로 하는 사업, 혹은 각 지역의 생물서식공간 연결 사업
Local scale corridor	국지적인 규모의 이동통로	한 지역에서 이루어지는 사업의 결과 만들어지는 통로

III. 생태통로 설계 방법

3.1 설치 절차

[1] 생태통로는 생태계 단편화를 완화하기 위한 수단 중 하나로서 사업 수행시 영향 저감을 위한 대안을 찾는 과정이 필요하다.

[2] 생태통로의 설치 절차는 다음과 같이 4단계로 이뤄진다.



3.2 필요성 검토

[1] 사업개황 및 자연환경 조사

(1) 사업의 성격 및 주변 환경에 대한 파악을 통하여 사업 수행시 영향 저감 방안으로서 야생동물 이동통로 설치의 필요성을 검토하는 단계에 필요하다.

(2) 올바른 의사 결정을 위해서는 대상지역에 대한 가능한한 많은 조사 및 정보의 축적

이 필수적임이며, 특히 야생동물에 관한 정보는 국가 차원의 지속적 이용을 통하여 확보하여야 한다.

(3) 대상 지역에 대한 일반적인 사항뿐만 아니라 동·식물에 대한 정보도 많이 지니고 있는 지역 주민의 의견 수렴 절차가 필요하다.

<표 2.19.4> 생태통로 설치를 위한 검토사항

항 목	주요 검토 사항
(1) 사업개황 - 사업성격, - 시행기간, - 위치 등	○ 자연환경에 미칠 수 있는 영향에 따라 사업 성격 구분 ○ 사업 기간에 따른 사업 지역 및 주변 지역에 대한 영향의 정도 검토 ○ 사업 지구의 환경적 취약성 검토 및 영향받게 되는 사업지구 및 주변지역의 공간적 확장성 검토 ○ 해당지역과 인접지역의 과거 및 현재의 토지이용현황, 장·단기 토지 이용계획 ○ 환경(대기, 수질, 폐기물처리 등) 관련 현황 및 계획
(2) 자연환경 현황※	○ 기상 환경 ○ 지형 및 지질 ○ 육상 및 수생 동·식물상 ·동·식물상과 종의 분포 상황 ·특징있는 동·식물 군락 ·기존 동물 이동로

※ 자연환경 현황조사 자료는 생태계에 대한 영향여부의 판단뿐만 아니라 이동통로를 설치할 경우에도 중요한 자료로 활용됨. 그러므로 정확한 조사가 요구되며, 특히 특징있는 동·식물 군락에 관한 자료는 야생동물 이동통로의 종류와 크기를 결정하는데, 그리고 기존 동물 이동로는 이동통로의 위치를 결정하는데 직접적인 참고자료로 이용됨

[2] 생태계 단절 여부에 대한 평가

(1) 생태계 단절이 일어난다는 것은 어떤 형태로든지 영향을 받을 가능성을 내포하고 있다.

(2) 또한 생태계 단절이 일어나지 않은 경우에도 보전방안이 필요한 경우에는 적절한 대책을 수립하여야 한다.

<표 2.19.5> 생태계의 단절 여부에 따른 주요 조치사항

항 목	주 요 조 치 사 항
사업시행으로 생태계 단절 발생	○ 단절된 생태계의 영향 여부 평가
사업시행으로 생태계 단절이 발생하지 않음	○ 사업지역의 보전 가치 평가 ·습지 등 훼손되기 쉬운 생태계의 존재 여부 ·녹지자연도 8등급 이상의 식물 군락 존재 여부 ·특징있는 동·식물 군락 유무 ·기존 야생동물 이동로의 훼손 여부 ·기타 생태계 구조 및 주변 생태계에 심각한 영향 초래 여부 ○ 위 항 검토 후 사업 시행

[3] 생태계 영향여부에 대한 평가

(1) 생태계단절에 따른 영향은 사업이 수행 중일 때와 완료된 후에 차이가 나타나므로, 영향 여부에 대한 판단은 이를 구분하여 할 필요가 있다.

(2) 단절된 생태계의 성격에 따라, 혹은 서식 생물의 종류에 따라 그 영향은 다양하며, 많은 보전 조치가 필요한 경우가 있다.

(3) 일반적으로 자연성이 풍부한 산과 산의 유형으로 생태계가 단절될 경우 많은 영향을 미치는 것으로 알려져 있으나, 이는 해당지역의 대상 동물에 따라서도 많은 차이가 난다.

예) 양서류는 강 혹은 논과 같은 곳을 주요 서식지로 하고 있기 때문에 이러한 곳에서 일어난 생태계 단절이 더 치명적일 수도 있다.

3.3 야생동물 이동통로 결정

[1] 야생동물 이동통로 필요성 결정 : 원서식지의 양적·질적변화, 동물이동성, 훼손지복구가능성 등의 검토를 통해 결정한다.

<표 2.19.6> 야생동물 이동통로 조성의 검토

검토요소	검토 사항	통로조성	조치사항2)
원서식지의 양적변화	면적감소로 원식생 유지 어려움	●	①④⑦
	원 서식지가 2개 이상으로 분할	●	⑤⑦
	gap형성으로 내부식생 제거 또는 감소		⑤⑦
	위 경우 '연결가능한 서식지'가 주변에 존재1)	●	④
원서식지의 질적변화	보호필요 주변 서식지의 소멸, 감소, 절단	●	①⑤
	보호필요 서식지 내부에 사람 통행로 신설, 확장, 시설 설치 등 부정적 요인이 유발되는 경우		①③⑥⑦
	사업으로 서식지가 절단 또는 단편화되어 생태적 기능을 유지할 수 없는 경우		①③⑤⑥⑦
	위 경우 '연결가능한 서식지'가 주변에 존재1)	●	④
동물 이동성	기존 야생동물 이동로가 훼손	●	①⑧
	소음, 빛 등 이동동물에 대한 위협요소 발생		②③④⑤
훼손서식지 복구가능성	기존의 복구방안으로는 복구조치가 불가능	●	①⑨
	사업 운영 이후 생태계 회복에 장기간 소요		①③
	사업으로 발생하는 서식지 피해요소를 완전히 제거하는 것이 불가능한 경우		①
	위 경우 '연결가능한 서식지'가 주변에 존재1)	●	⑧

주) ● : 야생동물 이동통로의 설치를 적극적으로 검토할 필요가 있는 경우

1) '연결가능한 서식지' : 훼손 예정인 서식지 주변에서 공사 이전 상태의 생태계 구조와 기능을 유지하고 있는 서식지

2) 조치사항 : ① 공사위치 변경 또는 우회, ② 토지변경 최소화, ③ 주변으로 부터의 영향요인 제거, ④ 기존 서식지 면적 확대, ⑤ 주변 서식지와 질적 유사성 강화, ⑥ 가드레일 설치, ⑦ 비포장화, ⑧ 은폐 식생 조성 ⑨ 대체서식처 조성

[2] 야생동물 이동통로의 위치 결정 : 이용할 대상동물, 기존 이동로 현황, 주변 서식지와의 연결방안을 종합적으로 검토하여 결정한다.

<표 2.19.7> 야생동물 이동통로의 위치 결정시 고려사항

항 목	주요 고려 사항
주요 대상 동물 파악	○ 사업 대상지의 우점동물 파악 · 특정종을 위하여 이동통로를 설치하는 경우 사업지역에 나타난 다른 종은 참고사항으로 활용 ○ 자연환경보전법 제2조 및 제3조에 규정된 동물은 특정종을 위한 이동통로 설치사업의 경우에도 보전 방안 강구 필요 ○ 주요 대상 동물의 서식지 특성 파악 · 기존 이동로의 특징 · 선호하는 먹이, 서식지 특성 및 행동권 혹은 세력권
기 존 이동로 파 악	○ 기존 이동로의 위치 및 개수 조사 ○ 기존 이동로를 이용한 흔적이 있는 종 파악 ○ 기존 이동로의 훼손 가능성 파악 · 자연적인 훼손 가능성(산사태, 식물 피복 등) · 사업 시행에 의한 훼손 가능성 · 인간의 간섭 여부(사람 통행, 주변 도로 등)
주변부와 연결방안 고 려	○ 주변 서식지와의 생태적 연속성 검토 · 내부 서식지[core]가 주변 서식지[edge]보다 큰 곳 · 연결시 전체적인 서식지 네트워크 형성 및 생태적 연속성 유지가능 여부 · 연결서식지 중간의 징검돌생태계(stepping stone) 존재여부 · 기존 이동로와의 연결 가능성 · 국·공립공원 또는 생태계 보전지역과의 연결 여부 ○ 동물 이동의 장애물 존재 여부 및 제거 가능성 · 서식지내부에 인간 왕래도로가 없거나 있는 경우 폐쇄가 가능한지 여부 · 직선으로 연결 가능 여부 · 연결 서식지간 이동 방해 장애물이 없거나 제거가능한 곳 ○ 주변 서식지의 토지 소유권 파악
개발계획 및 경관 생태학적 분석 필요	○ 향후 주변지역의 개발 계획, 특히 주변지역이 도시화된 경우 도로 및 택지 개발사업의 시행 계획 파악 필요 ○ GIS기법을 이용한 경관생태학적 기능 평가를 통하여 여러개의 통로를 설치하여 종합적 생태계 복원 시도

[3] 야생동물 이동통로의 종류 결정 : 해당 사업 지역의 지형의 특성과 해당지역의 현황을 검토하여 결정한다.

<표 2.19.8> 야생동물 이동통로의 종류 결정시 고려사항

사업 지역	해당지역 특징	선형	육교형	터널형
개활지/경작지/하천	도로/철도변, 하천변 이용 가능	●		
	서식지간 지표면상 직선 연결 가능	●		
	작은 서식지들간을 지표면 연결 가능	●		
	사업지역과 주변 지역간 구분/보호 필요	●		
산지/계곡	절토지역간 거리가 넓다		●	
	절토지가 깊다		●	
	지표면으로 이동이 불가능		●	
	지상에 장애물/오염원 등이 있음		●	
	서식지간 거리가 넓다		●	
중·소 하천/산지/계곡	지상연결이 곤란하다			●
	사업이 중·소 하천위를 횡단			●
	사업으로 배수로/개울 등이 폐쇄 가능			●
	기존 이동로 위로 인공시설(도로) 통과			●
	이동거리가 짧다			●
	지상에 장애물/오염원 등이 있음			●
	인간의 통행/영향이 빈번함			●
	사업지역 아래로 서식지가 인접			●

[4] 야생동물 이동통로 크기 결정 : 대상동물의 습성 등의 특성고려, 충족가능 공간의 정도, 외부영향인자 등을 검토하여 결정한다.

<표 2.19.9> 야생동물 이동통로 크기 결정시 고려사항

항 목	주요 고려 사항
주요 대상 동물의 특성 고려	○ 기존 이동로 특성 파악 ○ 연결 대상 서식지간 거리는 가능한 짧고, 직선을 유지 ○ 주요 대상 동물종의 먹이종이 서식 가능하여야 함 ○ 통로 안에 서식하는 특성을 지닌 종의 경우 이들의 서식이 가능한 크기여야 함 ○ 통로의 길이가 길수록 폭은 넓게 함
주변부 처리	○ 통로 주변부에 동물들이 자연스럽게 접근하도록 식재 등 처리가 가능한 공간이 있어야 함
외부 영향	○ 장마, 홍수, 토사유출 등에 대한 대비 고려 ○ 외래종의 이입을 가능한한 회피할 수 있도록 함 ○ 기타 외부 영향(소음, 빛, 약탈종 등)의 최소화

3.4 동물 이동경로 확보

[1] 생물의 행동권

(1) 동물의 행동범위는 종류에 따라서 크게 다른 양상을 띄고 있으며, 이러한 지역생물의 행동특성 등을 조사·분석하여 생물권에 미치는 영향이 최소화되도록 설계를 하여야 한다.

[2] 이동경로

(1) 교량 아래 외에 박스컬버트나 배수용 횡단관로, 오버브릿지 등의 횡단구조물이 동물의 이동에 자주 사용된다. 따라서 동물 이동경로 확보를 위한 동물이동통로를 설계에 반영하여야 한다.

(2) 야생동물이 이용한다고 판단되는 길을 연결하는 형으로 설계에 반영하여야 한다.

(3) 인접한 법면은 주변 수림과의 거리를 짧게 하여 동물이 불안감 없이 이용할 수 있도록 유도식재하고 노면은 흙으로 덮어야 한다.

(4) 박스컬버트의 설치장소가 양서류와 파충류 같은 소형동물의 이동통로가 될 가능성이 있는 경우에는 출입구가 되는 가지도랑을 갖춘 U자형 도랑과 포착용 측구를 설치하여야 한다.

(5) 양서류를 위한 도랑과 파이프(pipe)는 하천, 늪, 논 등 주요한 서식지를 연결하는 형태로 설치하여야 한다.

(6) 소택지와 골짜기 지형을 이동통로로 사용하기 때문에 이런 곳은 가능한 한 교량구조를 채용하여야 한다.

<표 2.19.10> 동물이동경로 확보 기법

구 분	개 요
구형 암거 (Box culvert)	· 야생동물이 이용한다고 판단되는 길을 연결하는 형으로 설계 · 인접한 비탈면은 주변 녹지와의 거리를 짧게하여 동물이 불안감 없이 이용할 수 있도록 유도식재하고 노면은 흙으로 함 · 사슴과 멧돼지가 이용하기 위해서는 폭과 높이가 각각 4m 이상이 필요 · 우제류는 번쩍임을 싫어함으로 횡단구에 덮개를 설치 · 소형동물은 함께 설치된 측구를 잘 이용하므로 측구의 설치가 바람직함 · 측구의 이용과 소동물의 측구 탈출을 위해 비탈길을 설치 · 측구에 통과시 발이 젖지 않도록 측구 바닥에 소형 계단을 설치
파이프 암거 (Pipe culvert)	· 작은 소택지에 이동통로를 설치하면 효과적으로 중소형 동물이 이용 · 배수와 겸용인 경우 파이프속에 선반을 설치하여 젖지 않도록 배려 · 파이프 출입구의 집수통에 동물이 이용하기 쉽도록 계단상의 선반과 비탈면을 설치하는 등의 검토가 필요 · 크기는 중형포유류를 고려하여 직경이 최소 1m 이상은 필요
소동물을 위한 도로	· 구형암거의 설치장소가 양서류와 파충류 같은 소형동물의 이동통로가 될 가능성이 있는 경우에는 출입구가 되는 가지도랑을 갖춘 U자형 도랑과 포착용 측구를 설치 · 가지도랑은 45°이하의 경사로 소동물이 자력으로 기어오르기 쉽도록 배려 · 양서류를 위한 도랑과 파이프는 하천, 늪, 논 등 주요한 서식지를 연결하는 형태로 설치
교량	· 소택지와 골짜기 지형을 이동통로로 사용하기 때문에 이런 곳은 적절한 교량구조를 채용하여 환경을 보전하여야 함
Over— bridge	· 산등성이와 평지의 동물들이 이용하는 길이 연결된 장소에 설치 · 노면은 흙으로 하고 시야를 확보하여 동물이 불안감 없이 over— bridge를 이용할 수 있도록 주위에 유도식재 · over— bridge의 크기는 동물만이 이용하는 경우에는 대상종의 크기를 고려하여 불안 없이 이용할 수 있도록 하는 벽상 구조를 채택 · 사람과 겸용으로 사용하는 경우 측구 및 식재지를 확보
조류	· 종래부터 이동이 자주 이루어지고 있는 장소 혹은 녹지·숲지대의 근처를 선택해서 유도식재 · 유도식재는 길어깨(길가장자리의 도로)까지 식재함과 동시에 식재 밀도를 높게 할 필요가 있고 길어깨 식재나무에 대해서는 나무높이를 높게 하여 높은 위치로 비행시켜 충돌방지 역할을 하도록 함 · 수종은 원칙적으로 기존종을 이용함

3.5 유형별 설치 방법

[1] 선형통로

<표 2.19.11> 선형통로의 특성 및 설치방법

종 류	고려 사항	비 고
생울타리 (fencerow, hedgerow)	○ 현재 울타리가 있거나 과거에 울타리가 있었던 곳에 설치 ○ 단일 식물종의 초본이나 관목을 주로 이용하나 넓은 곳은 교목도 이용 ○ 짜투리 산림 간의 연결, 혹은 별도의 선형 식재에 의한 연결	○ 조류와 곤충류 등 소형동물 번식지로, 혹은 조류의 둥지로 활용 ○ 미국과 카나다 남부에서는 경작지와 짜투리 서식지 연결에 활용 ○ 영국, 프랑스, 또는 기타 유럽지역에서는 경작지 경계용으로 많이 활용
방풍림 (shelterbelt)	○ 자연식생을 모방하여 주로 교목성 식물을 여러 줄로 식재하는 것이 일반적이나 때로는 관목도 사용하여 설치 ○ 농촌에서 바람, 눈보라 등으로부터 집과 가축, 야생생물 서식지를 보호하기 위하여 설치하거나, 경관적, 심미적 가치 향상용으로 설치	○ 방풍, 방설 등으로 소형 포유류에게 서식지로 제공 ○ 곤충류 서식지로 이용

[2] 육교형 통로

서식처의 단절화를 방지하고 대형동물 중심의 다양한 동물의 이동통로로 활용하기 위해 주로 능선부와 높은 지역에 조성하며, 상부에 동물의 이용을 유도하기 위해 식생 및 적절한 환경을 조성한다

(1) 이동동물은 주로 대형 포유류에서 소형 양서파충류까지 다양하며, 동물이 도로 등 인공환경에 대한 거부감을 갖지 않도록 일정한 폭과 구조를 확보한다.

(2) 크기는 주로 대상종의 크기에 따라 정해진다. 측면은 이용시 불안하지 않도록 난간을 설치해 주며 높이 2m 정도의 생울타리나 담장, 수림대를 설치하여 시각적인 차폐를 한다.

(3) 노면은 흙이 바람직하다.

(4) 주변 시야가 개방되는 경우 동물이 불안감을 느끼지 않도록 유도식재를 한다.

(5) 사람의 이용이 겸하는 경우 측구에 식재공간을 확보한다

<표 2.19.12> 육교형 통로의 특성 및 설치방법

항목	내 용
고려 사항	○ 통로 중앙을 중심으로 양끝은 비탈진 포물선형으로 하여 건너편 조망 등 넓게 트여진 시야에 의하여 횡단 망설임을 최소화 ○ 중앙보다 양끝을 넓게하여 자연스러운 접근을 유도 ○ 이용동물 들이 불안감을 느끼지 않도록 입·출구 및 통로전체는 주변 식생과 조화를 이루도록 조성 ○ 통로 양측에 벽면을 설치하여 주변으로부터 영향(빛, 소음, 천적접근 등) 차단하고 동물들이 이용시 불안감을 느끼지 않도록 함. 이때 벽면의 노출은 최소가 되도록 배려 ○ 동물들이 도로를 횡단하지 않고 통로를 이용하도록 유도하기 위해 입·출구의 좌·우측을 따라 방책을 설치 ○ 통로 길이가 긴 경우, 중간에 고목, 돌더미 등 피난용 구조물 추가 ○ 필요시 통로 내부에 계류 혹은 습지를 설치하여 양서류의 통행에도 이용될 수 있도록 배려

	○ 배수가 제대로 이루어지지 않는 경우에는 배수로 설치 ○ 가능한 인간통행은 억제
대상 동물	주로 중・대형동물(곰, 멧돼지, 오소리, 너구리, 고라니, 노루 등)용
종류	ecoduct, overbridge

[3] 터널형 통로

(1) 도로와 교차하는 작은 하천에는 콘크리트관 배수구를 보완하여 조성한다.

(2) 동물을 유도하기 위해서는 통로입구의 식생구조가 중요하며, 적절한 폭을 확보하여 동물이 접근하기 용이하도록 한다.

(3) 야생동물 종 외에 하천의 규모에 따라 규모가 다양하게 조성될 수 있다.

(4) 배수용으로 설치되는 지하수로는 너구리, 담비, 족제비 등의 중소형 동물의 이동통로로 이용되고 있다.

(5) 야생동물의 이동을 고려하여 적절한 위치에 설치하는 것이 중요하며, 이동루트가 많은 지역의 골짜기를 따라 설치 연결하는 것이 효과적이다.

(6) 지하수로 속에 단을 설치하여 야생동물이 발을 적시지 않고 통행할 수 있도록 고려한다.

(7) 지하수로 출입구의 집수 웅덩이에 동물이 편리하게 이용할 수 있도록 계단 또는 경사로를 설치한다.

(8) 너구리 등 중형 포유류의 이용을 고려할 때 수로 직경 1m 이상이 좋다.

<표 2.19.13> 터널형 통로의 특성 및 설치방법

종류	고려 사항	비 고
통로박스 (box)	○ 도로가 수로나 작은 도로와 입체교차하는 곳 ○ 횡단거리가 짧고 서식지가 인접한 곳 ○ 바닥을 모두 식생으로 처리할 필요는 없음	○ 곰, 멧돼지 등 중・대형동물용 예) 지리산 시암재
암거 (culvert)	○ 도로가 농수로나 개울을 통과하는 경우에 설치되는 상자형 통로(수위의 고저차가 적은 경우) ○ 내부 벽면 양측에 외부로부터 입・출구와 연결되는 턱구조물을 설치	○ 농업지역에 설치 ○ 너구리, 오소리, 족제비 등 소형동물용
파이프 (pipe)	○ 횡단지역과 서식지간 지표면에 차이가 적거나 도랑이 있던 곳에 설치 ○ 너구리, 족제비 등을 위한 통로의 경우 내부를 주름지게 만듬 ○ 배수 겸용인 경우 도랑에 빠지지 않도록 도랑에 경사로 추가 (두더지, 도롱뇽, 등)	○오소리, 너구리, 토끼 등 중・소형포유류 ○ 누룩뱀 등 파충류 ○ 무당개구리 등 양서류
공 통 사 항	○ 입・출구 주변은 외부로부터 영향(빛, 소음, 천적 등) 차단 ○ 이용 동물이 불안감을 느끼지 않도록 입・출구 식생은 주변 식생과 조화되게 식재하며, 입・출구가 노출되지 않도록 유의 ○ 동물들의 이용유도 및 도로 횡단에 의한 위험을 방지하기 위해 출입구 좌・우측으로부터 서식지 외부 경계를 따라 방책을 설치 ○ 필요시 통로 내부에 배수로 설치	

3.6 야생동물 이동 보조 수단

[1] 동물의 침입방지 울타리

(1) 펜스를 설치하여 포유류의 도로 내로의 출입을 방지함과 동시에 횡단가능한 장소로 유도하여야 한다.

(2) 동물과 차량과의 충돌이 자주 발생할 우려가 있는 지역을 선정하여 대상종에 적합한 형태의 울타리를 설치하여야 한다.

(3) 동물이 파고 들어올 가능성이 있는 장소에는 울타리 아래에 네트를 수직으로 매설하는 것으로 한다.

(4) 설치위치는 통행차량 등으로부터의 경관, 동물의 행동권 및 적설에 대한 대응을 고려하여, 성토에서는 위에서부터 2단째의 소단에, 절토에서는 최상부의 부지경계에 설치한다.

(5) 동물 침입방지 울타리는 내구성과 함께 운전자의 시점에서 본 경관을 고려한 색이나 구조로 하도록 한다.

<표 2.19.14> 동물의 침입방지 펜스의 종류

구 분		개 요
침입방지울타리	대형 포유류를 대상으로 한 경우	· 사슴 등의 동물은 도약력이 크므로 2.5m 이상 높이의 울타리가 필요 · 고속도로에 성토된 경우 출입방지 울타리를 비탈면 바닥부분에 설치 · 대부분 동물이 비탈면 환경을 적극적으로 이용하므로 비탈면의 길어깨 부분에 설치
	중형동물을 대상으로 한 경우	· 멧돼지, 너구리, 산토끼 등의 중형 포유류에 대해서는 1.5m 정도 높이가 되면 침입을 방지할 수 있음 · 땅속으로의 침입방지를 위해 하부간격을 5cm 이하로 하든가 접지면을 콘크리트화 · 가시철선과 격자망형보다 철망형 휀스 쪽이 효과가 큼 · 기어오르는 습성이 있는 종류는 입격자형이 효과적 · 대형 포유류를 대상으로 한 경우에 준함
	소형동물을 대상으로 한 경우	· 다른 중대형 동물의 침입방지 울타리의 하부에 침입방지용 가는 망이나 판 등을 붙임 · U자형의 도랑을 설치하여 침입을 방지 · 소형포유류의 경우 철망보다 가는 mesh를 채용하고 도중에 직경 50mm 이상의 PVC 파이프의 침입방지 장치를 2set 이상 붙여 기어오르는 것을 방지 · 거북이와 개구리류 등의 경우는 철망눈금을 30mm 이하로 상부에 직경 30mm 이상의 PVC 파이프의 침입방지 장치를 붙이고 높이는 50cm 이상으로 하여 기어오르는 것을 방지

[2] 측구 경비탈면 설치

(1) 측구와 집수통 등의 부대설비에 씌운 뚜껑은 소형동물의 탈출을 방해할 수 있으므로 자력으로 탈출할 수 있는 구조를 검토하여야 한다.

(2) 비탈면의 경우 각도를 30~45°정도를 유지하며, 미끄러지지 않도록 표면을 울퉁불퉁하게 하여 탈출을 쉽게 하도록 배려하여야 한다.

<표 2.19.15> 측구 경비탈면 설치

항 목	내 용
용 도	○ 야생동물들이 도로변 측구를 자유롭게 드나들 수 있도록 도움
방 법	○ 도로변의 측구를 일정한 간격으로 절단한 후, 야생동물들이 측구를 벗어날 수 있도록 경비탈면을 설치함 ○ 주로 양서류, 파충류 혹은 소형 포유류들의 이동을 돕기 위함
활용성	○ 적은 비용으로 많은 효과를 얻을 수 있는 장치임 ○ 산악지역을 관통하여 만들어진 도로에서 특히 유용할 것으로 판단됨

[3] 양서류용 암거 통로

(1) 측도롱뇽, 두꺼비, 기타 양서류 및 파충류를 위한 통로로서 도로개설시 설치된 배수구조물을 이용하는 경우가 많다.

(2) 양서류를 포함한 소형동물의 이동통로는 규모와 구조가 더욱 다양하며 한 예로써 다음과 같이 구조별 길이와 크기에 대한 기준을 제시할 수 있다.

(3) 양서류를 위한 터널은 바닥을 자연재료인 토양과 낙엽으로 처리하여 양서류가 접근하는데 거부감을 느끼지 않도록 한다.

[4] 유도펜스 및 그루터기 벽

야생동물을 이동통로로 유인하기 위한 시설은 울타리, 유도 통로, 조명, 소음 등이 있다.

(1) 양서류를 위한 유도통로는 적절한 수분이 유지된 관거를 이용하거나 조성한다.

(2) 입구와 통로 바닥에 수분과 야생초화류, 덤불, 기타 자연적 식생을 조성한다.

(3) 울타리의 높이는 대형 포유류는 1.5 - 2m, 작은 포유류 1 -1.2m, 양서류 0.5m 등이다.

(4) 입구 근처에 동물의 특성을 반영한 덤불, 돌무더기, 기타 은신처가 될 수 있는 소규모 서식처를 조성하여 적극적으로 유도한다.

[5] 도로옹벽

(1) 동물류의 횡단과 충돌이 빈발하는 구간의 옹벽은 표면을 평활한 구조(콘크리트 블록 등)로 한다.

(2) 가능한 옹벽높이를 높게 급구배로 하여 동물이 침입하기 어려운 구조로 설계하여야 한다.

[6] 도로조명 및 전조등 설치

(1) 야행성인 동물과 곤충들은 인공조명에 매우 민감하게 반응하므로 야간에 빛의 확산을 가능한 억제한다든지 곤충류가 유인되기 어려운 파장 광원을 채용하는 등의 대책을 수립한다.

(2) 곤충이 반응하는 파장을 내지 않는 고압나트륨 등이 효율적이며 감도에 따라 반응하는 종도 있으므로 이를 감안하여야 한다.

(3) 휴게지역에 설치되어 있는 전화박스의 조명등도 곤충 유인성이 낮은 것을 채용하여야 한다.

[7] 동물의 이동통로 점검 및 보완 실시

(1) 이동통로가 확보된 도로도 초기 개통시 충돌사고가 발생함으로 유지관리단계에서 침

입방지 울타리 등의 대응책을 세워 보수와 점검을 실시한다.

(2) 사고의 기록과 자료를 모아 충돌종류, 시점, 지점, 횟수 등을 분석한다.

(3) 침입방지 울타리로 침입한 경우 침입경로와 침입종 및 도로횡단의 이유를 조사하여야 한다.

(4) 횡단이동로를 이용한 흔적이 있는지를 일상적으로 조사하고 족적이 있으나 이용흔적을 볼 수 없는 경우 유도식재가 적절한지, 불안요소는 없는지를 조사하여야 한다.

[8] 동물 이동통로 기타 고려사항

(1) 야생동물의 이동통로의 기능을 고려하며 점, 선적 녹지의 구성보다 면적인 녹지의 조성을 추구한다.

(2) 2차적인 사고의 예방을 위해 충돌사체들은 빠르게 처리하여야 한다.

(3) 접근을 막는 방법은 조명을 이용하여 차단하거나 울타리를 조성하는 방법이 있다. 이 경우 수림대 양쪽으로 각 100m 이상 확보하는 것이 좋다.

(4) 동물이동통로에 접근하도록 유도하기 위해서는 통로 주위에 관목림이나 덤불숲, 생울타리 등으로 유도식재하며, 통로 근처에 은신처 및 서식지를 조성하는 것이 좋으며, 징검다리형 통로를 설치하는 경우에는 야생조류에게 먹이를 제공할 수 있는 수종을 선택하여 먹이공급원으로 활용하고 야생동물의 엄폐를 제공할 수 있는 공간 구조로 배치한다.

(5) 사슴이나 멧돼지 등 우제류는 그레이팅보다는 판재, 콘크리트 등으로 바닥처리를 한다.

(6) 기존의 시설을 개보수하여 생태통로를 조성할 수 있는 방법도 검토한다.

(1)

3.7 동물이동 표지판 등의 설치

[1] 야생동물과의 충돌 위험성이 있는 곳에「동물주의」표지를 설치하여야 한다.

[2] 주차지역 등에서 자연환경을 창출한 경우 자연의 구성과 서식하는 생물을 소개하는 안내판을 설치하여 자연환경에 대한 관심을 환기시키도록 한다.

[3] 간판 등을 설치하여 쓰레기에 대한 자연환경의 파괴를 방지하여 쓰레기로 인한 오염을 최소화하도록 한다.

<표 2.19.16> 동물 출현 표지판(animal signboard)

항 목	내 용
용 도	○ 동물들이 많이 출현하는 지역임을 알려 사람들의 경각심 유도
방 법	○ 그 지역의 대표적인 동물 모습이 담겨 있는 표지판을 설치하여 동물들이 많이 출현하는 지역임을 알려 속도를 줄이거나 주의하도록 함 ○ 동물 모습과 제한속도를 함께 표시하면 효과가 더 좋음
활용성	○ 야생동물이 많은 선진국의 경우는 일반화되어 있음 ○ 우리 나라에서도 일부 지방도로에서 설치하기 시작함

IV. 어도, 어족보호시설(산란장 등)

4.1 일반사항

[1] 어도, 어족보호시설을 설치하기 위해서는 어류의 분포현황과 특히 회유성 어류의 조사가 이루어져야 하며 조사된 어류종의 서식조건에 맞는 시설의 설치를 검토하여햐 한다.

(1) 직강화된 하도나 하천을 가로지르는 구조물에 의한 인위적으로 파괴되는 생태계를 복원하기 위해 설치

(2) 선정한 대표 어종의 특성과 종류에 따라 적정한 어도형태 선정

[2] 어도는 대상하천의 소하성(遡河性)어류의 원활한 소상을 고려하는 등 생태계 보전을 위하여 실시한다.

[3] 어도는 형태나 목적, 조작형태에 따라 풀(pool)타입, 수로형, 조작형으로 분류되며, 대상어종에 따라 선택한다.

4.2 기초데이터의 수집 및 파악

[1] 어도설치대상 구조물

구조물 데이타에 관해서는 적어도 아래 사항을 파악해 둘 필요가 있다.

(1) 직입지조건 (위치. 주변지형, 그 외) : 어도의 설치장소와 규모 결정에 필요

(2) 구조 및 제원 (에이프런과 호상공(護床工)을 포함, 형식, 폭원, 그 외)

(3) 취수조건 (취수위치, 취수량, 취수시기, 조작규정등)

[2] 어류데이타

어류에 관한 데이터로서는 적어도 아래 사항을 파악해 둘 필요가 있다.

(1) 대상어종

(2) 소상(遡上)시기, 소상목적, 소상량 소상

(3) 몸길이(体長)과 몸높이(体高)

(4) 유영(遊泳)특성 (유영어(遊泳魚)와 저생어(底生魚)의 구별, 수표면 부근에의 부상(浮上)가능성, 흡반(吸盤) 등에 의한 특수기능의 유무 등)

제1정리 : 물고기는 항시 흐름에 평행하게 유지하려한다. 그 결과 소상중과 강하의 특수한 조건에서는 물고기는 몸길이에 상당하는 길이 밖에 흐름을 인식할 수 없다.

제2정리 : 물고기는 습격, 도피, 급류소상 등의 비상시 이외는 보통근을 사용하려하지않고, 어쩔 수 없이 사용하는 경우에도 가능한한 단시간에 마치려고 행동한다(피곤을 모르는 혈합근 만을 사용하여 헤엄치는 속도의 최대치를 「순항속도」라 부르며, 보통근을 최대로 사용하여 순간적으로 내는 속도를 「돌진속도」라 부른다.

제3정리 : 물고기가 헤엄칠 때 일반적으로 꼬리의 움직이는 폭은 몸길이의 1/2을 넘지않는다.

저생어의 경우는 혈합근이 거의 없거나 또는 완전히 없는 경우도 있으므로 위의 3정리는 적용할 수 없다. 저생어에게 중요한 것은 흡반을 갖고있거나, 어쩔 수 없는 상황에서는 부상하는 일도 있는가 등의 특성이다.

(5) 그 외 (수온, 탁도, 수심 등의 선호 혹은 기피특성 및 소상 촉진방안 등)

[3] 수리데이타

하천의 유황 등의 수리데이타에서는 특히 아래 사항이 중요하다.

(1) 소상기의 하천유량

(2) 증수시 및 평시의 하천유황 (상·하류 수위, 유송토사량, 유목등 부유물질량, 뱃길과 순환류의 형성상황등)

[4] 기타

기타 아래 사항에 대해서도 파악해 둘 필요가 있다.

(1) 운영의 가능성

(2) 유지관리의 가능성

(3) 사회적 배경 등

(4) 강하어

4.3 설계조건의 설정

[1] 대상 하천유량의 범위설정

어도설계에서 대상이 되는 하천유량의 범위는 아래 사항등을 고려하여 결정한다.

(1) 소상기의 취수조건과 하천유량

(2) 소상의 긴급성

(3) 소상 촉진방안

(4) 그 외

[2] 하류측 수위조건(어도입구의 수위 및 변동범위)의 설정

어도입구의 수위(하류하천수위) 및 그 변동범위는 설계대상 가용유량의 범위가 설정되면 하류하도에서의 수리계산 등으로부터 저절로 유도되지만 필요에 맞게 아래 사항을 고려하여 설정한다.

(1) 간만에 따른 조위변동의 영향

(2) 장래의 하상 저하 또는 퇴사의 영향

(3) 호상공 등의 영향

(4) 그 외의 영향

[3] 상류측 수위조건(어도출구의 수위와 변동폭)의 설정

어도출구의 수위는 설계취수위(상류측 담수위)를 기준하여 설정한다. 단, 가동언 등에 있어서는 증수시에 언(堰)이 전개되기 직전의 수위까지 설계대상으로 상정해야한다.

[4] 어도유량의 설정

어도유량(유도수를 포함)은 아래 사항 등을 고려하여 설정한다.

(1) 어류 데이타

(2) 설계대상 하천유량

[5] 대상 어류의 소상능력 한계치의 설정

대상 어류에 대한 조사결과 및 아래 사항 등을 고려하여 소상능력의 한계치를 설정한다.

(1) 체장(몸길이), 체고(몸높이) : 몸길이는 그 물고기의 유영력을 추정하는 유력한 정보일 뿐만 아니라 유영에 필요한 최소폭을 규정한다. 또 체고는 유영에 필요한

최소수심을 규정한다. 일반적으로 아래와 같은 기준을 얻을 수 있다.

가. 최대유영력 (=돌진속도) : 일반적으로 몸길이에 비례하고 유선형 물고기는 몸길이(㎝)를 BL로 표시하면 10BL㎝/s 정도. 하지만 예외도 많아 예를 들어 은어의 돌진속도는 12~18BL㎝/s 정도이고 일반적인 기준 보다도 꽤 크다. 또 BL이 현저하게 큰 경우와 작은 경우는 이러한 기준보다 크게 되므로 주의를 요한다.

나. 유영(遊泳)에 필요한 최소폭 : BL의 1/2 정도

다. 유영(遊泳)에 필요한 최소수량(最小水深) : 체고의 2배 정도

(2) 대상어의 순항속도 이하의 유속이라면 도중의 휴식이 가능하므로 다음과 같이 한다

가. 소상 도중의 휴식장소에서의 유속의 최대치 : 대상어의 巡航速度 (유선형 물고기에서는 2~4BL㎝/s 정도, 은어는 4~7BL㎝/s 정도)

나. 휴식장소로서 최소한 필요 넓이 : 길이 (2~4BL) x 폭 (BL/2) 정도, 회전하면서 휴식을 고려한다면 길이 (3BL) x 폭 (3BL) 정도

(3) 유영특성 : 유영어와 저생어의 구별, 수표면 부근에의 부상 가능성, 흡반 등에 의한 특수기능의 유무등의 데이타에 기초하여 다음을 판단한다.

가. 위의 모든 능력이 수표면 부근에서도 발휘되는가

나. 흡반등에 의한 특수기능에 의해 어떠한 능력이 부가되는가

[6] 입지조건 및 경제적 조건의 확인

(1) 주로 어도설계 대상구조물의 입지조건과 경제적 조건을 고려하여 아래사항을 확인한다.

가. 어도설치가 가능한 장소의 한계

나. 어도규모의 한계

(2) 사방댐 등의 경우 증수 시에 어도의 안전 확보가 가능한 공간 규모를 의미하며 기 설치된 발전용 댐의 경우에는 본체에 구멍을 뚫을 수 있는 위치 등도 중요한 제약조건이다.

4.4 어도의 위치 선정

[1] 어도의 위치

어도 설치 위치 선정에서는 주로 아래 사항을 고려하여 선정한다.

(1) 하천관리시설 등 구조령

(2) 소상경로

(3) 집어장소

(4) 주변지형 등의 입지조건

[2] 입구, 입구풀 및 유도설비

(1) 집어가 쉬운 장소의 대부분에 입구를 설치하거나 또는 어도 입구 이외의 장소에는 집어되지 않도록 할 방안이 필요하다.

(2) 필수조건

가. 대부분의 집어장소에 어도 입구를 설치

나. 어도입구 이외의 집어장소는 대부분 집어 불가능하게

다. 어도입구 이외의 집어장소 대부분에서 어도입구까지 유도

(3) 유도설비 : 어도입구를 집어장소로 설치할 수 없는 경우와 어도입구 이외에 집어가 상정된 경우에는 어도입구로 유도설비를 설치하고, 유도불가능한 집어장소에는 집어

되지 않도록하는 방안이 필요하다.

가. 유도하기 위한 단차를 둔다.

나. 호상공 등으로 유도로를 설치한다.

다. 유도수

라. 야간의 불빛에 의한 집어 등을 고려한다.

[3] 출구의 위치선정

어도 출구 위치를 선정하기 위해서는 다음을 고려한다.

(1) 취수구에의 미입・흡인

(2) 토사 등의 퇴적에 의한 폐쇄 여부

(3) 보(堰)에서의 월류・방류에의 미입・흡인

4.5 형식의 선정과 개략 설계

[1] 형식선정의 표준

어도 형식 선정에서는 앞의 설계조건과 다음의 제 조건에 가장 적합한 것을 각 어도형식의 특징을 충분히 이해하고 선정할 필요가 있다.

(1) 대상인 하천유량과 수위의 범위

가. 수위 변동폭이 매우 큰 경우 : 오퍼레이션식

나. 수위 변동폭이 매우 작은 경우 : 전면월류형 계단식

다. 상하류의 수위가 동일하게 변화 : 버티칼슬로트식

라. 상하류의 수위가 서로 다르게 변화 : 잠공식

마. 밑으로 빠져나가고 월류시(越流時)까지 고려하여 설계한 아이스하버型 어도와 노르웨이型 어도는 어도 높이만큼의 수위변화에 대처할 수 있다.

바. 데닐式은 주로 어도높이 만큼의 수위변화에 대응할 수 있다.

사. 대상 하천유량과 수위의 범위에 증수시를 추가할 수 있는 것은 호박돌붙임 사곡면식(斜曲面式) 어도와 하이브리드式 어도이다.

(2) 어도유량

형식별 유량을 개략적으로 산출하기 위한 단위폭유량은 다음과 같다.

가. 완전 월류시의 유량

월류수심(m)	한계수심(m)	한계속도(m/s)	단위폭유량(㎥/s/m)
0.100	0.067	0.808	0.054
0.150	0.100	0.990	0.099
0.200	0.133	1.143	0.152
0.250	0.167	1.278	0.213
0.300	0.200	1.400	0.280

나. 완전세로 30㎝인 잠공의 단위폭유량 (縮流係數 C=0.8인 경우)

낙차 △h(m)	잠공유속(m/s)	단위폭유량(㎥/s/m)
0.050	0.990	0.238
0.100	1.400	0.336
0.150	1.715	0.412
0.200	1.980	0.475
0.250	2.214	0.531
0.300	2.425	0.582

다. 완전슬로트 폭 30㎝인 버티칼슬로트의 단위수심당 유량 (縮流係數 C=0.8인 경우)

낙차 △h(m)	슬로프유속(m/s)	단위수심당 유량(㎥/s/m)
0.050	0.990	0.238
0.100	1.400	0.336
0.150	1.715	0.412
0.200	1.980	0.475
0.250	2.214	0.531
0.300	2.425	0.582

라. 완전표준데닐의 유속과 유량

①유효폭 b=20㎝(유효수심 d=1.5b의 경우)				②유효폭 b=35㎝(유효수심 d=1.5b의 경우)			
경 사		대표유속 (m/s)	유 량 (㎥/s)	경 사		대표유속 (m/s)	유 량 (㎥/s)
1/3	0.333	0.151	0.068	1/3	0.333	1.523	0.277
1/4	0.250	0.997	0.059	1/4	0.250	1.319	0.240
1/5	0.200	0.892	0.053	1/5	0.200	1.179	0.215
1/6	0.167	0.814	0.048	1/6	0.167	1.077	0.196
1/8	0.125	0.705	0.042	1/8	0.125	0.932	0.170
1/10	0.100	0.630	0.037	1/10	0.100	0.834	0.152

(3) 어도유형

대상어류 소상능력의 한계치에 따른 어도의 유형은 다음과 같이 적용할 수 있다.

<표 2.19.17> 어도의 유형

구 분	유 형	특 징
소형(小型)의 유영어(遊泳魚)	아이스하버형 계단식	월류부의 유속분포
	버티칼슬로트식	월류부의 유속분포
	데닐식	대표유속을 적게
	호박돌붙임 사곡면식	저낙차(低落差)
	오퍼레이션타입	집어(集魚)가 가능한 경우
대형어(大形魚) (규모의 문제)		유속, 유량, 수심 등이 너무 작으면 처음부터 어도에 들어가기 어렵게 된다
		소형어에게는 진입 곤란한 상황이라도 진입한다
수(水)표면에 부상하기를 좋아하지 않는 저생어	계단식 어도	잠공(潛孔)의 세로 길이를 충분히 잡고 풀간 낙차를 어느 정도 작게
	버티칼슬로트식	푹간 낙차를 어느정도 작게
	표준 데닐형	저부유속(底部流速)을 어느 정도 작게. 스티프패스형에서는 대처가 어렵고 배통과형 데닐식은 저생어(底生魚)의 소상(遡上)에 적합
	호박돌붙임 사곡면식	저생어(底生魚)의 소상에 적합
	오퍼레이션타입	집어(集魚)가 가능하다면 대처
바다게 등		로프를 이용한 보조경로를 부가

(4) 입지조건 및 경제적 조건

가. 입지조건상 급경사이거나 폭을 좁게할 수 밖에 없는 경우 소형의 표준 데닐식 및 스티프패스 어도, 아이스하버형, 노르웨이형, 오퍼레이션타입

나. 총낙차가 2m를 넘는 경우에는 스트림타입에서는 도중에 휴게풀이 필요하게 되어

풀타입이 유리하다.

다. 일반적으로 가장 적은 비용으로 설치가능한 것은 데닐식(표준형과 스티프패스등)이다.

[2] 개략 설계순서

(1) 어도본체의 설계

가. 구조자체는 개략설계도 좋지만 수리계산은 정확히 하고 수면형을 기입하여 각종 수리조건에 대해 소상경로, 소상어에 관한 조건을 만족하는가를 체크한다.

나. 입대형어와 소형어 모두가 설계대상인 경우에는 別個로 설계하는 편이 좋고, 이 경우에는 쌍방이 어도를 선별할 수 있는 연구(입구풀 등)가 필요하다.

(2) 부대설비의 설계

가. 바다게와 저생어에 대한 보조어도

나. 관찰 및 계수설비

다. 유지관리설비(도로를 포함)

라. 어도입구에의 유도설비

(3) 대안설계 : 대안을 반드시 준비한다.

가. 비교검토 : 모든 설계조건에 대해 그 만족도를 체크하면서 대안과 비교 검토한다.

나. 설계도, 설계계산서 및 설명도

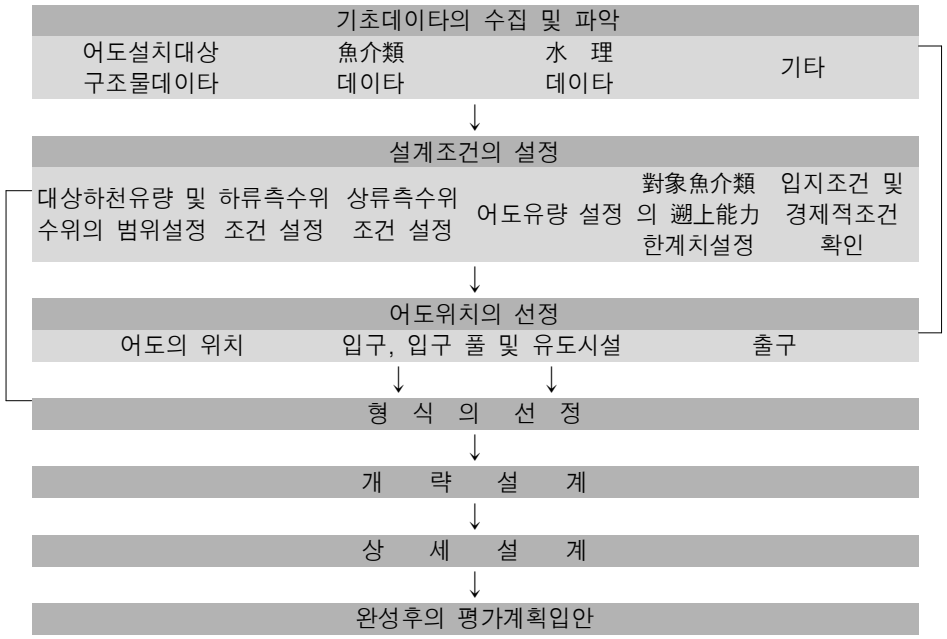
① 위치와 형식을 선정한 후에 개략설계를 하지만, 그 고찰과정을 알 수 있게 한다.

② 즉 어떠한 이유에서 이러한 설계가 되었는지의 개념을 명확하게 알 수 있도록 한다.

4.6 설계의 절차

[1] 어도의 설치를 위해 윗 지침에서 제시한 자료의 수집 및 파악, 설계조건의 설정, 어도위치의 선정, 형식의 선정, 개략설계 등의 내용을 도표로 작성하면 아래와 순으로 제시할 수 있다.

<표 2.19.18> 어도의 설계순서



4.7 어도의 유형

수리구조의 차이에 따라 아래와 같이 분류한다.

<표 2.19.19> 어도의 유형

대분류	중분류	소분류	세분류
풀 타입 (pool and weir fishway)	階段(fish ladder)式	全面越流型	
		部分越流型	아이스하버(ice harbor)型
			노르웨이型
	버티칼슬로트 (vertical slot)型		
	潛孔(orifice)式		
스트림 타입 (stream fishway, 수로형 어로)	데닐(denil)式	표준 데닐式	
		알라스카 스티프패스 (steep pass)型	
		배 通過型	
	호박돌붙임 斜曲面式		
	導流壁式		
	人工河道式		
오퍼레이션 타입 (operation type)	리프트式 / 엘리베이타式		
	閘門(로크게이트)式	閘門(lock gate)式	
		볼란드(boland)式	
	브레드레스(breathless) 펌프(fish pump)식		
기타	칼버트(culvert)式		
	混合式(併用式)		
	하이브리드(hybrid)式		

[1] 풀 타입(pool and weir fishway)

(1) 특징

풀이 계단상으로 연결된 형태로서 어도. 각 풀을 나누는 벽을 격벽이라 하며 각 풀마다 소상어가 수시로 휴식할 수 있다. 간벽에 따라 다음과 같이 세분한다.

가. 계단(Fish ladder)식 : 격벽을 월류하는 흐름에 의해 각 풀이 연결된 형태

- 전면월류형
- 부분월류형 : 아이스하버(Ice Harbor)형, 노르웨이형

나. 버티칼슬로트(Vertical slot)型 : 격벽에 설치된 연직의 틈새(버티칼슬로트)를 통한 흐름에 의해 각 풀이 연결된 형태

다. 잠공(Orifice)식 : 격벽에 설치된 잠공을 통한 흐름에 의해 각 풀이 연결된 형태

(2) 설계상의 유의점

가. 각 풀마다의 수리조건이 동일하게 되는 것이 원칙이다. 풀의 수리학적 역할은 최대유속단면(最大流速單面) 통과후의 흐름을 감세(減勢)하여 다음 유니트의 수리조건을 동일 상태로 돌리는 것이다.

나. 통과경로내의 최대유속단면(단면평균치가 최대가 되는 단면)의 유속은 대상어의

돌진속도 이하이어야 한다.

다. 통과경로내의 최소수심은 몸높이의 2배 이상 혹은 全高의 1.2배 이상 필요하다.

라. 통과경로내의 최소폭은 몸길이의 1/2이상이며 경우에 따라서는 몸길이 정도가 필요하다.

마. 각 풀내에는 언제나 휴식장소가 확보되어야 한다. 단 풀내에 소상어가 장기간 체류하는 것은 바람직하지 않다.

- 휴식장소 내에서의 유속은 대상어의 순항속도 이하일 것
- 휴식장소 내에서의 유속변동(혼란)은 소상을 재촉하는 자극도 되므로 어느 정도 허용할 수 있지만 순항속도를 초과하는 유속이 짧은 간격으로 발생하는 사태는 피하는 편이 좋다.
- 휴식장소 내에서의 순환류는 유속이 순항속도에 가깝고 반지름이 긴 원형의 순환일수록 장기체류의 원인이 되기 쉬우므로, 일부가 예각으로 전류하는 약한 흐름의 편이 좋다.

바. 한 마리의 소상어가 필요로 하는 휴식장소의 최소규모는 거의 상류를 향한채 정지한 휴식상태를 상정한다면, 길이 : 몸길이의 2~4배, 폭 : 몸길이의 1/2, 깊이 : 몸높이의 2배 (전고의 1.2배) 정도로 생각된다. 하지만 어느 정도 회전 가능하다고 상정한다면 길이 및 폭이 몸길이의 수배가 필요하다.

[2] 스트림 타입(stream fishway, 수로형 어로)

(1) 특징

수로내의 흐름에 큰 유속분포를 주어 소상가능한 경로를 제공한다.

가. 데닐(Denil)식 : 수로내에 적당한 저류판을 설치하여 유속분포 유도. 자체의 휴식장소가 없으므로 장거리 어도에는 도중에 휴식장소를 설치한다. 저류판의 형태와 배치의 차이에 따라 다음과 같이 구분한다.

- 표준 데닐식
- 알라스카 스티프패스(steep pass)형
- 배 통과형

나. 호박돌붙임 사곡면식 : 경사가 횡단방향으로 변화하는 경비탈면(이것은 일반적으로 곡면이 된다) 위를 물이 흐르는 형태로 흐름의 가속을 억제하여 수심을 깊게 하고, 또 휴식장소를 제공하기 위해 호박돌을 유선상으로 심은 것

다. 도류벽식 : 흐름에 따른 경사를 완만하게 하기 위해 수로내에 도류벽을 설치

라. 인공하도식 : 인공적으로 완만한 흐름의 하도(河道)를 설치

(2) 설계상의 유의점

가. 수로내 흐름에 발생하는 유속분포에서 대상어의 소상경로를 상정할 필요가 있다. (소상경로 추정의 문제)

나. 상정된 소상경로에서 유속은 대상어의 돌진속도를 넘어서는 안된다 (소상경로의 유속)

다. 소상경로의 폭은 대상어 몸길이의 1/2이상, 깊이는 몸높이의 2배 이상, 각각 확보되는 것이 바람직하다 (소상경로 단면규모의 문제)

라. 어도내의 소상경로와 상·하류(특히 하류)의 흐름이 소상경로로서 부드럽게 접속되어야 한다 (소상경로의 연속성)

마. 어도내의 소상경로가 길어지는 경우에는 도중에 휴식장소를 설치할 필요가 있다 (휴식장소의 문제)

[3] 오퍼레이션 타입(Operation type)

(1) 특징

인위적 조작(operation)을 필요로 한다. 다음과 같이 세분한다.

가. 리프트식/ 엘리베이타식

나. 갑문(閘門, Lock gate)식

- 갑문(閘門, Lock gate)식
- 볼란드(Boland)식

다. 브레드레스(Breathless) 펌프(Fish pump)식

(2) 설계상의 유의점

어도로서 기능하기 위해서는 반드시 어떠한 인위적 조작(operation)을 필요로 하는 형태

가. 오퍼레이션 방법을 충분히 음미할 필요가 있다.

- 집어방법(集魚方法)에 따라 대상어종을 한정할 수 없다.
- 잘 준비된 운영방안을 마련하면, 상・하류의 수위변동에 관계없이 조작가능하다.
- 어도를 위한 유량(유도수도 포함)은 반드시 늘 필요한 것은 아니다.
- 增水時에 유수를 저해하지 않는 구조물로 할 수 있다.

나. 설치장소, 집어방법, 집어장소, 유량의 이용방법, 상류 담수지에의 방류방법 등을 충분히 검토할 필요가 있다.

다. 대상어의 손상을 방지할 방안도 필요하다.

[4] 기타

(1) 특징 및 유형

가. 칼버트(Culvert)식 : 도로등과 개천의 입체교차부에 사용된 칼바트 내에 적당한 저류판, 차단벽 혹은 도류벽(導流壁)등을 설치하여 수리학적으로는 위의 풀 타입 혹은 수로식과 동일한 고안을 한 것

나. 혼합식(병용식) : 앞의 유형을 조합하여 하나의 어도로 한 것

다. 하이브리드(Hybrid)식 : 유량 혹은 수위에 의해 수리학적 기능이 변화하는 것

(2) 설계상의 유의점

가. 복합식

- 풀타입 어도는 차벽(隔壁)위에 ①월류부(越流部) ②버티칼슬로트 ③잠공(潛孔)을 설치하여, 계단식, 버티칼슬로트식, 혹은 잠공식(潛孔式)이 서로 풀을 공유한 형의 어도(버티칼슬로트 부착 아이스하버型 어도)로 할 수 있다.
- 버티칼슬로트의 底部에 소형의 데닐식 어도를 끼워 넣을 수 있다 (데닐 부착 버티칼슬로트식 어도).
- 계단식의 월류벽을 斜曲面으로 한다 (사곡면식 계단식 어도)

나. 하이브리드식 : 유량 혹은 수위에 따라 수리학적 특성이 근본적으로 변화하고, 풀타입과 스트림타입이 복합 혹은 융합된 것으로 간주할 수 있으며, 예를 들어 아

래 사항을 고려할 수 있다.

- 대형의 완경사 데닐식 어도
- 저류판 형의 격벽을 갖는 계단식 어도

4.8 미입(迷入)대책 및 강하어대책

[1] 일반

(1) 강하어대책의 기본은 우선 안전한 강하경로(바이패스)를 마련하고 취수구(取水口) 등에의 진입을 방지하고(迷入防止), 강하어를 바이패스까지 유도하는 것이다.

(2) 회유성립조건과 강하어대책의 기본 : 회유어가 회유를 마치기 위해서는 다음의 3조건을 대부분 만족하는 것이 필요하다 (塚本勝巳 1994).

가. 조건1 : 회유를 마칠 수 있는 유영력(체력 또는 지구력을 포함)을 가질 것

나. 조건2 : 회유를 가능케 하기 위한 바른 방향인식이 가능할 것

다. 조건3 : 회유를 지속할 動因이 유지되어 계속될 것

[2] 미입방지책(迷入防止策)

(1) 물고기가 본래의 회유경로를 벗어나 다른 흐름에 들어가 버리는 것을 미입(迷入)이라 정의하지만, 미입이 문제가 되는 것은 주로 아래의 세 경우이다.

가. 케이스A : 호소(湖沼)등에서 양식된 물고기가 증수시 유입하천에 소상 또는 여수로에서 유하하는 경우

나. 케이스B : 소상어가 발전소의 방수로에 진입하는 경우

다. 케이스C : 강하어가 언(堰)과 댐의 취수구에 진입하는 경우

제 20 장 자연형하천 및 수변복원 설계

I. 개요

1.1 적용범위

[1] 댐하류 하천, 도심지 하천의 정비 등에 적용하도록 한다.

[2] 치수 등 다른 목적으로 인하여 훼손된 수변의 복원시 적용하도록 한다.

II. 유형별 설계

2.1 자연형 하천

2.1.1 일반사항

설계대상은 하도, 하상경사, 하천단면 및 하안 등이다. 하천의 환경친화적 설계시 우선적으로 고려해야 할 사항은 상류에서 하류까지의 생태적 연속성, 물리적 특성, 하안의 재료선택 및 주변환경과의 연계이다.

[1] 하천의 복개된 구간은 가능한 제거하여 생태계 파괴를 방지한다.

[2] 하천의 조도계수는 인위적으로 바꾸지 않는 것을 원칙으로 한다.

[3] 어류의 이동을 위해 하천을 가로막는 시설물은 가능한 피하고 부득이 한 경우 어도를 설치한다.

2.1.2 조성목표

[1] 기본이념 : 종다양성이 풍부하고 생태적으로 건전한 하천환경을 만든다.

[2] 목 표

(1) 생태계의 다양성 창출

(2) 다이나믹한 하천의 속성 구현

(3) 물과 녹음의 네트워크 구현

(4) 호감가는 경관연출 및 적절한 이용체제

2.1.3 전 략

[1] 생태계의 다양성 창출

(1) 다양한 식생대 창출

(2) 물고기가 살 수 있는 하천, 곤충이 서식할 수 있는 하천, 조류가 찾아오는 하천

[2] 다이나믹한 하천의 속성 구현

(1) 자연하천의 사행 특성 활용

(2) 유속 및 수변, 수심의 다양화

[3] 물과 녹음의 네트워크 형성

(1) 동물 이동통로 확보

(2) 수계와 수림의 연계

[4] 호감가는 경관연출 및 적절한 이용체계

(1) 적절한 접근과 이용규제로 최적 이용 유도

(2) 하천 경관 풍토에 적합한 식생 조성

(3) 주변과 어울리는 소박한 풍경

(4) 생태적 수용력 고려

2.1.4 수변복원 설계시 고려사항

[1] 수변주위 하곡의 형태, 연결성 등 거시적인 차원에서 구조적인 특성의 복원

[2] 수변구조와 기능에 중요한 토양특성의 복원

[3] 수변기능의 중요 요소인 식생군락의 복원

[4] 하도의 구조와 기능의 복원

[5] 강턱의 안정책

[6] 수생 서식처 구조와 기능의 복원

[7] 주요 토지이용 시나리오

2.2 하도

2.2.1 개요

[1] 가능한 범위내에서 본래 자연에 가깝게 설계하도록하며, 하천부지나 주변환경을 고려하여 당초 원래 하도를 복원하도록 한다.

[2] 옛 지천의 물줄기는 메꾸지 말고 현재의 하천과 연결시킬 수 있도록 하며, 옛 지천을 정적인 하천구간으로 설정한다. 만약 옛 지천의 수질이 현재의 하천보다 더 좋은 경우 연결을 피하는 것이 좋다.

[3] 옛 지천과 현재의 하천 사이를 연결시켰을 때 옛 지천 중 부분적으로 하상깊이를 깊게 하여 어류나 파충류가 월동할 수 있도록 한다.

[4] 하천길이는 줄이지 않도록 하며 만약 하천정비로 인해 하천길이가 줄어들었을 경우 이를 복원시키도록 한다.

[5] 하천의 물리적 생태적 기능을 증진시키기 위해 돌같은 것을 놓아 유속의 변화를 꾀할 수 있다.

[6] 보존가치가 있는 비오톱이나 해당지역 특유 수목류는 변경되지 않도록 하도를 만든다.

2.2.2 안정하도 복원을 위한 설계절차

[1] 대상 하도유역과 수문특성의 분석

[2] 대상 하도구간에서 수변복원에 이용할 수 있는 구역과 계곡의 길이, 경사 등의 기초적 검토

[3] 새로운 하도의 하상재료 분포에 대한 개략적 설정

[4] 수문, 수리분석을 통한 설계유량이나 그 범위 등의 설정

[5] 안정된 하도의 평면형 예측

[6] 구체적인 하도 기하 설계

2.2.3 하도의 기하 설계 과정

[1] 하천의 하폭, 수심, 유량과의 관계를 규명한다.

[2] 하도 기하의 결정은 레짐이론, 수리기하 경험공식, 해석적 방법, 하천모형 등을 이용하며, 정량적인 설계가 필요한 하도 기하는 아래와 같다.

(1) 만곡기하와 선형

(2) 만곡도, 하도길이, 경사

(3) 설계 유량시 하폭과 수심

(4) 자갈 하천의 경우 여울의 간격

(5) 하도의 안정성 검토

[3] 하도의 가하제원이 기본적으로 결정되면 실제 하도 형태는 위치에 따라 위에서 결정된 평균치를 기준으로 조금씩 변하게 된다.

(1) 하도 선형은 자연스럽게 구부러지고 하도 단면은 좌우가 비대칭이 되게 한다.

(2) 자연하천 여울의 종방향 간격은 하도폭의 3~10배 정도, 만곡 길이의 반 정도로 알려져 있다.

(3) 하도의 안정성은 하상에 대해 수리적으로 강턱에 대해 수리적 토질적으로 검토한다.

(4) 하도 전반에 대해서는 허용 유속, 허용 소류력 등에 대해 검토한다.

[4] 하도의 선형과 기하 특성이 모두 결정되면 하도내의 수생서식처를 개량하는 다양한 방법(자연형 하천공법)을 검토할 수 있다.

(1) 거석군집, 거석위치와 보, 어도, 통나무/잡목/바위피난처, 통나무 하안 어소, 거석 수제, 거석/통나무 낙차공 등이 있다.

2.2.4 하천단면

자연에 가까운 하천단면은 웅덩이꼴이며 다양한 크기로 한다. 또한 하안의 경사도 완만하게 조성하여 동식물의 서식공간을 보다 더 넓게하여주도록 한다. 하천단면의 설계에서는 기존의 홍수위의 유량계산에서 특히 평균수위 때의 유량을 계산함을 원칙으로 한다.

[1] 하천단면의 크기는 물, 침전물, 얼음 등을 충분히 통과시킬 수 있어야 한다.

[2] 하천단면의 크기는 최저수위에서도 충분한 물의 깊이가 (최저 20cm) 보장되어서 생태계에 악영향을 미치지 않도록 한다. 반면 홍수 때에는 범람이 되지 않도록 한다.

[3] 유입될 수 있는 지하수를 고려한다.

[4] 만곡부 밖의 하천부분에 지나치게 깊은 여울이 발생하지 않도록 하며, 안쪽 부분에 너무 많은 퇴적물이 쌓이지 않게 한다.

[5] 하천단면의 설계는 그 지역의 지형에 맞게 그리고 하상의 구상재료와 호안의 재료가 서로 조화되게 하며 그 지역에서 손쉽게 구할 수 있는 것을 택한다.

[6] 경관적으로는 주변의 자연환경과 잘 조화될 수 있도록 하는데 동식물의 서식처를 가능한

한 많이 제공할 수 있도록 한다.

[7] 하천단면의 설계시는 유지관리비가 경제적일 수 있는 방안을 모색한다.

[8] 하천단면의 유량계산

(1) 하안에 식물재료를 활용하는 것을 고려하여 하안 경사도 등을 설정 후 홍수위 및 평균수위를 계산 또는 측정해야 한다.

(2) 식재 후 유속변경에 대한 사항을 고려하여 계산하도록 한다.

[9] 하상경사

(1) 하상경사를 인위적으로 변경하게 되면 하상침식이 초래되므로, 가능한 변경하지 않고 하천의 종류와 지역에 따라 안정적인 평형 하상경사를 취하도록 한다.

(2) 하천의 유속 조절 및 흐름의 변화를 위하여 돌 등을 활용할 수 있다.

2.2.5 하천하안

[1] 자연하안에 인공을 가해서 개선시키는 것이나, 그 하안이 원래 지니고 있던 자연적 특성을 최대한 살리도록 한다.

[2] 친수하안, 생태계보전하안, 경관보전하안, 기타 환경하안 등을 조성한다.

[3] 섶나무가지법, 버드나무가지법, 갈대군락하안, 다공질공법 등 하안부 보호를 위한 공법을 도입한다.

[4] 하안경사는 자연적인 상태를 충분히 고려하도록 하고, 경사가 1:0.5에서 1:0을 부득이 취할 경우 살아있는 식물을 이용하여 안전하게 한다. 환경친화 설계에서는 경사도를 곡류의 밖에는 1:1에서 1:2까지 곡류의 안쪽에는 1:2에서 1:5 정도로 한다.

[5]하안은 침식의 피해가 없는 범위에서 보호하지 않는 것이 가장 이상적이나 하안을 보호해 주어야 할 경우 동식물의 서식을 돕고 경관을 해치지 않도록 재료를 선택해야 한다.

[6] 하안의 재료는 재료의 생명력에 따라 무생물체 재료와 생물재료로 나뉠 수 있으며, 아래와 같은 조건을 만족할 수 있어야 한다.

(1) 빗물, 홍수기 유속 등 수리학적 안정성

(2) 수질에 미치는 환경공학적 안정성

(3) 생태적 연결성

(4) 시공성 및 경제성

[7] 토목용 소재를 부득이하게 사용하는 경우 그 사용구간을 가능한 지속적이지 않게 한다.

[8] 물속이나 하안에 형성되어 있는 소규모 비오톱은 보존 또는 복원한다.

[9] 하안의 보호를 위해 우선적으로 살아있는 식물을 소재로 조성하도록 하며, 수목의 성장과 하안수림대 조성을 위하여 하안부지를 확보하도록 한다.

[10] 주변지역에서 쉽게 구할 수 있는 소재를 활용하여 조성하도록 한다.

[11] 하안에 필터를 사용할 경우 자연섬유로 통기성이 좋은 것을 선택한다.

[12] 산책로 등은 제한적으로 설치하되 홍수기 침수를 대비하여 내구성이 좋은 포장방식을 선택하도록 한다.

[13] 식생은 주변 생태계와 조화되도록 식물의 종류를 선택하도록 한다.

[14] 하천하안의 가장자리에 위치하는 제방은 아래와 같이 조성한다.

(1) 치수의 기능성을 고려하여 그 형태와 크기를 결정하고 경사는 적어도 1:3은 되어야 한다.

(2) 비오톱의 다양화를 도모하고 두더지와 같은 동물의 피해나 특히 토양표피의 침식을 방지하기 위해서 야생초지를 조성한다.

(3) 제방의 밑부분은 작은 수형의 교목을 심고, 제방의 윗부분은 관목을 심을 수 도 있는데 이때에 제방의 재료는 식물의 뿌리에 견딜 수 있는 것을 선택하도록 한다.

(4) 식재 할 경우 울타리식은 피하고 그룹을 짓도록 한다.

2.2.6 여울과 못

자연형 하천은 사행에 의해 여울과 못이 조성된다. 이러한 공간은 어류의 서식 및 도피공간으로 활용되고 하천의 자정능력을 제고하는 기능을 하게되므로 수로의 자연굴곡부 등에 이러한 여울과 못을 조성하여 생태적인 기능성을 높이도록 한다.

[1] 하도의 흐름 및 특성을 파악하여 여울 및 못(웅덩이)의 적절한 형태를 결정한다.

[2] 수로의 자연굴곡 형태를 유지하면서 굴곡부에 여울과 못이 형성되도록 한다.

[3] 동식물 서식처로서의 역할을 위하여 하안 식생대 조성 등에 대하여 고려하여야 한다.

[4] 자연석 등을 이용하여 어류 서식처 및 활동공간을 조성하여 준다.

[5] 물의 흐름은 자연유하에 의한 것이 이상적이며, 필요시 하천수 및 지하수 등을 활용하도록 한다.

[6] 물이 고여있는 경우 수심은 10~60cm 내외로 하도록 하며 순환여과장치 등을 활용하여 수질보전에 대하여 고려하도록 한다.

2.2.7 보 및 낙차공

[1] 보 및 낙차공 설치시, 하천 주변을 포함한 하천 경관이나 하천생태계의 서식환경 및 어류의 이동을 배려하여 시설을 배치하고, 이에 적절한 구조와 재질을 선택한다.

[2] 보 및 낙차공은 하천 상하류의 연속성을 단절하여 어류의 이동을 제한하게 되므로, 신중히 검토하여 도입하도록 하며 어류의 서식환경과 이동성을 확보할 수 있는 구조로 설치하도록 한다.

[3] 하천의 횡단경사를 완화하여 흐름을 제어하고, 하상세굴을 방지하며 필요시 취수를 위해 보 및 낙차공을 설치한다.

[4] 생물 보호 및 이동을 고려한 구조물의 형태에 대하여 제 19장 생태통로편을 참조토록하며, 전문가 자문을 통한 시설반영을 적극 검토한다.

2.3 실개천 및 생태수로

실개천은 발원지가 있는 도시내의 소규모 자연하천과는 달리 강우시의 배수로 기능을 함과 동시에 다양한 수공간과 녹공간을 유기적으로 연결하는 기능을 가진다. 수로르 따라 물이 흘러가는 동안 다양한 수경효과를 연출하여 친수공간으로 꾸밀 수 있으며, 이 과정에서 수질 자연정화를 도모하는 방안을 적극적으로 고려할 필요가 있다.

[1] 우수의 지하침투와 홍수유출량의 조절효과(홍수지연효과)가 극대화 될 수 있도록 곡선형 수로를 조성한다.

[2] 실개천을 통해 흐르는 우수의 수질정화를 위해 단락에 의한 폭기를 촉진하거나 적합한

식생을 식재한다.

[3] 다양한 단면폭에는 수로를 만들고 단면을 자연상태에 가깝도록 완만하게 조성한다.

[4] 주변의 오염원으로부터 격리될 수 있게 실개천 주위에 필요에 따라서는 완충녹지대를 설치한다.

2.4 하천식생(녹지)공간

2.4.1 하천식생의 기능

[1] 하천변 식생대는 유량, 유속의 감소를 통한 홍수조절 기능과 제방 침식방지와 토양 유기물 손실방지 및 수질개선 등의 생태적 기능을 갖는다.

[2] 제방보호 : 제방상단과 비탈면에 조성된 식생은 제방의 안정성을 강화한다.

[3] 하안보호 : 저수로 하안 등에 서식하는 수목은 홍수시 유속을 경감시키며, 뿌리는 하안을 보호한다.

[4] 하천경관 : 수목은 하도를 자연적으로 분할하고 분할된 공간의 존재를 명확히 한다.

[5] 녹음 및 친수공간 : 물과 녹음이 있는 자연공간을 조성한다.

[6] 생태계보전 : 먹이연쇄의 제1차 생산자 구실을 하며, 조류나 소생물의 휴식과 먹이 획득의 장소를 제공한다.

[7] 물정화 : 오염원차단대로서 오염물질을 거르는 여과기 구실을 한다.

[8] 대기정화 : 광합성 작용에 의한 대기정화 효과가 있다.

[9] 종다양성 유지 및 서식처 제공 : 많은 어종의 산란장소를 제공하며 각종 무척추 동물과 수서곤충들에게 서식처를 제공함으로써 종다양성 유지에 중요한 구실을 한다.

2.4.2 하천식생 조성의 유의사항

하천식생은 수위변동 및 지하수위의 수직적 변동에 따라 수생식물구역, 갈대제방구역, 수림구역으로 구분할 수 있다.

[1] 수생식물구역(zone of aquatic plants)

(1) 갈수위 이하로서 항상 물에 잠겨있는 구역이다. 완만한 유수와 충분한 관량을 필요로 한다.

(2) 수생식물군집은 하상침식을 막아주며 물의 흐름을 억제하기도 한다.

(3) 지나친 번성으로 수류에 장애가 되는 경우에는 제거하는 것도 고려해야 한다.

(4) 수생식물이 유속에 미치는 영향에 대하여 평가 후 식재 범위 및 수량을 결정하도록 한다.

[2] 갈대제방구역-가장자리대(reed-bank zone)

(1) 대체로 평균수위이하 갈수위 이상 구역의 수심 0.3m 이하인 구간에서 잘 나타난다.

(2) 기층부 토양은 clay-silt에서 fine sand soil로 이루어진다.

(3) 갈대제방은 토양을 견고하게 부착시키고 물에 잠김 줄기가 물의 흐름을 저하하고 파랑에너지를 흡수하여 하안을 보호한다.

(4) 일반적으로 유속 1.0m/sec 이하인 곳에서 유용하며, 경사가 1:3일 경우 1m폭의 식생대가 형성된다고 알려져 있다.

[3] 수림구역-계절적 범람지역, 주기적 범람지역(wood-land zone)

(1) 평균수위보다 높은 구역으로서 계절적 범람지역인 홍수위까지는 주로 관목류가 우점하고, 주기적 범람지역인 홍수위 이상은 교목류가 분포한다.

(2) 계절적 범람지역은 갯버들과 같은 속성관목 및 오리나무, 버드나무류가 주로 출현한다.

(3) 이들은 주기적인 침수에도 내성을 지니며 맹아력이 왕성하고 잘려나간 줄기부분에서 발근이 가능하므로 식생하안 조성에 매우 유용하다.

(4) 초본류는 여름의 수위보다 높은 지반면에 식재 가능하며 홍수시 높은 유속이 예상되는 구간에는 토양지지섬유로 보완된 초본류 식재가 가능하다.

(5) 주기적 범람지역은 물에 의한 유실의 우려가 적은 지역이므로 수목을 이용한 제방보호의 필요성은 떨어진다.

2.4.3 식생정화대(VFS)

[1] 유역에서 하천 및 댐저수지로 유입되는 비점오염원을 제어하고 생물서식공간을 제공하기 위한 전략의 하나이다.

[2] 유역에 인위적을 조성하는 습지와 아울러 일정 폭의 식생대를 조성함으로써 오염원의 유입을 통제하고 표면유출을 따라 발생하는 침식을 억제하며, 홍수기 급류의 흐름과 저수지 내 유입을 완화할 수 있다.

2.5 기타

2.5.1 하천 동물 서식처 조성

[1] 조성원칙

(1) 어류, 식물, 조류, 기타 하천생물의 생활상을 파악하여 하천 생물의 서식처 및 생존장소를 제공한다.

(2) 어류 : 먹이, 은신처, 물 등 서식환경 조성

(3) 식생 : 생육에 적합한 유수, 기층토양, 광선, 영양물질 공급이 될 수 있는 환경조성

(4) 조류서식환경 조성

(5) 기타 하천생물 서식환경 조성

[2] 어류

(1) 하천은 어류와 식물 등 많은 생물의 서식환경으로 작용한다.

(2) 각 생물의 생활상을 파악한 후 서식처 및 생존 장소를 제공한다.

(3) 하천의 기본적인 어류 서식처를 제공하기 위한 수단으로 다공질 호안, 수중어소, 기타수제를 활용한 서식처 조성을 한다.

(4) 어류가 살기 위한 강은 사행이고, 여울과 못이 있으며, 강변에는 풀이나 수목이 생육하고 있어 적당한 그늘을 만들고 잇는 곳이 어류의 먹이, 산란, 휴식장소가 된다.

(5) 하류에 서식하는 잉어, 붕어 등의 산란에는 수초가 사는 맑은 물이 필요하다. 일반적으로는 샛강의 작은 천이나 사수역이 주로 어류의 산란장으로 이용되므로 주 하천과 샛강이 만나고 사수역을 갖는 하천이 산란에 유리하다

(6) 갈대는 홍수시 침수되며, 어류의 피난장소가 된다.

[3] 조류

(1) 하천 조류는 하천 주변에서 서식하면서 하천의 모래밭을 번식, 먹이의 획득 및 휴식 등을 이용하는 조류를 말하며, 생육환경에 따라 수조, 수변조, 육조로 구분된다.

(2) 먹이 획득 장소로서 하천 수변, 서식처로서 주변 수림, 보금자리를 만들 수 있는 공간 등이 있다.

(3) 물총새와 같이 부리로 깊은 둥지구멍을 파는 종류는 흙웅덩이나 콘크리트로 덮이지 않은 하천 제방이 필요하다.

(4) 갈대나 수풀에 둥지를 마련하는 조류는 사람의 접근이 떨어지도록 넓은 공간을 확보하도록 한다.

(5) 조류의 먹이가 되는 수초가 자랄 수 있는 사수역이 필요하며 버드나무나 갈대밭은 번식공간으로 이용될 수 있도록 한다.

[4] 기타 하천생물

(1) 수중동물 : 수중에서 생활하는 곤충류와 수저 또는 저층부에서 생활하는 편형동물, 환형동물, 갑각류, 절지동물 등

(2) 수변동물 : 거미류, 양서류, 곤충류, 포유류 등이 있음.

(3) 하천 저서동물은 어류나 기타 동물의 먹이가 되므로, 여울이나 못 등 저서동물에 적합한 서식환경을 조성하여 주도록 한다.

2.5.2 인공시설물

자연적인 하천은 상류에서 하류까지 생태적, 물리적으로 획일화되지 않은, 다양한 형태를 가지고 있으나, 정비된 하천은 경관 및 생태적으로 다양성이 상실되기 쉽다. 따라서 인공적인 시설물은 가급적 지양하도록 하며, 기능적으로 불가피한 경우 인공시설물을 도입하여 효과를 증대할 수 있도록 한다.