발행번호
Forest roads V 06.25

2026년 산림경영지도원

자격전형 학습모듈

산림토목-임도 (기본서)



산림조합

본 자료는 산림경영지도원 임용전형 필기시험을 준비하시는 응시생의 학습편의를 제공하기 위하여 관련 지침, 법령, 대학교재, 산림청 기술서 등 산림경영지도원 업무수행에 필요한 사항을 발췌하여 정리하였습니다.

본 자료는 기본서로 산림경영지도원이 반드시 알아야 할 필수 지식이며, 본 자료 외에서도 시험문제가 출제될 수 있으니 p108 '참고자료 목록'과 전공서적 등을 활용하여 학습하시기 바라며, 다른 자료와 상충되는 내용이 발생하는 경우 본 자료를 기준으로 필기시험 평가가 진행될 예정이니 참고하시기 바랍니다. 감사합니다.

목 차

Ⅰ. 절차 및 규정 ····· 5
1. 용어해설 ····· 5
2. 임도사업 수행절차 및 규정 ····· 8

Ⅱ. 임도망 편성 ····· 11
1. 임도의 종류 ····· 11
2. 임도망 배치를 피해야 할 지점의 추출 ····· 11
3. 임도망 배치 합의 형성 ····· 20

Ⅲ. 임도 계획과 설계 ····· 22
1. 임도의 계획 ····· 22
2. 기본설계 ····· 23
3. 실시설계 ····· 29

Ⅳ. 토공사 ····· 42
1. 땅깎기(절토) ····· 42
2. 암깎기 ····· 44
3. 잔토처리 ····· 46
4. 흙쌓기(성토) ····· 46
5. 구조물토공 ····· 49

Ⅴ. 비탈면 보호 및 안정공사 ····· 52
1. 비탈면 녹화공사 ····· 52
2. 돌쌓기 ····· 70
3. 흙막이 ····· 73
4. 골막이 ····· 75
5. 구조물공 시공요령 ····· 76

Ⅵ. 배수공사 ····· 79
1. 암거(속도랑) ····· 79
2. 측구(옆도랑) ····· 82
3. 개거(겉도랑) ····· 84
4. 기타 배수로 ····· 85

Ⅶ. 생태복원공사 ····· 87
1. 생태복원의 일반 ····· 87
2. 생태연못 ····· 87
3. 수로 탈출시설 ····· 89
4. 어류 고려 시설 ····· 89
5. 수생동물 고려 시설 ····· 90
6. 야생동물 은폐/엄폐 시설물 ····· 91
7. 임도의 경관시공 ····· 91

Ⅷ. 노면보호공사 ····· 94
1. 쇄석포설 ····· 94
2. 콘크리트포장 ····· 97

개 정 일 람 표

번호	개정일자	변경내용	발행번호
01	2021.06.30.	· 배향곡선·반향곡선 용어 정리	V 03.21
02	2022.03.30.	· 사진 및 오타 수정	V 04.22
03	2023.05.19.	· 배향곡선·반향곡선 용어 정리	V 05.23
04	2025.07.30.	· 임도 용어 정리 · 배수계획 용어 정리	V 06.25
05			
06			
07			
08			
09			
10			
11			
12			
13			
14			
15			

Ⅰ. 절차 및 규정

1. 용어해설

1-1. 임도의 구분과 종류

1-1-1. 구분

가. 국유임도 : 국가가 설치하고 관리하는 임도

나. 공유임도 : 지방자치단체가 설치하고 관리하는 임도

다. 사유임도 : 산림소유자 또는 산림을 경영하는 자(국유림에 분수림을 설정한 자를 포함한다)가 자기 부담으로 설치하는 임도

1-1-2. 종류

가. 간선임도 : 산림의 경영관리 및 보호상 중추적인 역할을 하는 임도로서 도로와 도로를 연결하는 임도

나. 작업임도 : 일정구역의 산림사업 시행을 위하여 간선임도·지선임도 또는 도로에서 연결하여 설치하는 임도

다. 산불진화임도 : 산불예방·진화 및 산림재해에 신속한 대응을 위해 설치하는 임도

1-2. 임도의 계획, 설계, 계약

가. 임도망 : 산림의 합리적인 경영 및 관리를 위하여 임도부터 작업로까지(때에 따라서는 임도만으로) 계통적으로 각각의 임도가 연계되어 배치된 그물과 같은 형태의 산림 내 도로망을 말함. 산림노망, 임내노망, 임내도로망, 산림도로망 등으로 불리기도 함

나. 산림관리기반시설(임도)의 타당성평가 : 임도설치 예정노선을 대상으로 '산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률 시행규칙' 별표 1에 따라 평가하는 것을 말함

다. 예정노선 : 당해년도 임도노선으로 확정되기 전의 계획노선

라. 실시설계 : '산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률 시행규칙' 별표 2 '산림관리기반시설의 설계 및 시설기준'에 따라 임도 설계도·서를 작성하는 것을 말함

마. 수치지도 : 지표면·지하·수중 및 공간의 위치와 지형·지물 및 지명 등의 각종 지형공간정보를 전산시스템을 이용하여 일정한 축척에 따라 디지털 형태로 표현한 지도

바. 토 공 : 절토·성토(유용토석 운반을 포함)·암절취·옆도랑 터파기·소단설치·노면다짐·사면다짐·노면고르기·벌목(벌개제근을 포함)·사토운반·사면피복·토공규준틀 등 토석의 처리에 관련되는 공종을 말하며, '토공사'라고도 함

사. 토공사비 : 토공(사토운반·사면피복의 공종은 제외함)에 소요되는 비용

아. 구조개량 : 기 설치된 임도 중 피해발생·경관저해가 우려되는 구간에 필요한 공종을 보강하여 임도의 노선 및 시설의 구조를 개선하는 것

자. 시공감리 : 감리자가 발주청과 감리용역계약을 체결하여 관계규정과 설계내용에 따라 임도 시공감리업무를 수행하는 것

차. 발주자 : 공사를 도급계약하는 주문자 또는 직영공사를 행하는 자

카. 설계자 : '산림관리기반시설의 설계 및 시설기준' 에 따라 임도 설계도 · 서를 작성한 자

타. 총괄책임자 : 공사를 총괄 책임지고 관리하는 자

파. 현장대리인 : 공사 현장의 제반 사항을 책임지고 관리하는 기술자

하. 감리자 : 발주청과 시공감리 용역계약을 체결한 자

거. 감리원 : 감리자가 감리업무를 수행하기 위하여 공사현장에 배치한 자

너. 임도의 부속물 : 임도구조의 보전과 안전하고 원활한 임도 통행의 확보, 그 밖에 임도의 관리에 필요한 시설 또는 공작물로서 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 것

- ○ 임도의 원표, 이정표, 거리표주, 경계표주
- ○ 임도 표지판, 가드레일, 반사경 등 통행안전 시설
- ○ 임도에 연접하는 간이주차장 또는 다목적 공간
- ○ 집재장 및 작업공간
- ○ 토사유출 · 낙석방지 등 재해를 방지하기 위한 시설
- ○ 임도 이용자를 위한 간이휴게시설, 간이운동시설 등 편의시설
- ○ 기타 테마임도 · 레포츠임도의 기능향상과 이용편의를 위하여 임도관리기관이 설치한 시설
- ○ 임도관리원 : 임도의 상시 유지 · 관리를 위하여 임도 보수 · 관리업무에 종사하는 자

1-3. 임도의 구조

가. 도로선형 : 도로의 중심선이 입체적으로 그리는 노선의 형상으로 평면선형, 종단선형, 횡단선형으로 구분됨

- ○ 평면선형 : 하늘에서 바라본 도로노선의 형상
- ○ 종단선형 : 임도의 진행방향을 따라 변하는 형상
- ○ 횡단선형 : 임도의 횡단면을 보여주는 형상

나. 곡 선 : 임도노선의 평면선형에서 직선부와 직선부 사이의 굴곡부에 설치되는 차도 곡선부분

- ○ 단곡선 : 곡선반지름이 동일한, 즉 1개의 원호로 이루어진 곡률이 일정한 곡선으로 설치가 용이하여 일반적으로 임도에서 가장 많이 사용됨
- ○ 복심곡선 : 곡선반지름이 다른 두 단곡선이 같은 방향으로 연속되는 곡선
- ○ 반향곡선 : 반지름이 작은 원호의 직전이나 직후에 반대 방향의 곡선이 이어진 형태의 곡선으로 S-커브라고도 하며, 종단기울기를 완화 시키기 위한 목적으로 사용함
- ○ 배향곡선 : 상반되는 방향의 곡선을 연속시킨 곡선으로 서로 반대방향으로 맞물려 굽어 있는 2개의 곡선이며 헤어핀 커브라고도 함

○ 완화곡선 : 도로의 직선부로 부터 곡선부로 이어지는 곳에 곡선부의 외쪽물매와 나비 넓힘이 원활하게 이어지도록 하기 위하여 완화구간에 설치되는 곡선

다. 곡선반지름 : 노선 곡선부의 굴곡 정도로 곡선부 중심선의 반지름으로 나타내며, 곡선반지름은 차량의 안전한 주행을 위하여 가급적 큰 것이 좋음. 곡반경, 곡선반경 등으로 부르기도 함

라. 노 폭 : 도로의 너비

마. 노 면 : 차도와 길어깨로 구성된 노체의 최상층면

○ 흙쌓기부 : 원지반부터 노상면까지 흙을 쌓아 올린 부분

○ 땅깎기부 : 원지반부터 노상면까지 원지반의 흙을 굴착한 부분

○ 노 체 : 흙쌓기부에서 포장 및 노상 이외의 부분을 말하고 노상 및 포장층을 지지하는 역할을 함

○ 노 상 : 포장층 아래 두께 약 100㎝의 거의 균일한 토층을 말하며, 포장층에 전달되는 교통하중을 지지하거나 보조기층에 대한 균등한 지지력을 확보하는 역할을 함

○ 포장층 : 노면으로부터 노상 면까지의 부분을 말하며, 교통하중을 지지하고 하중을 분산시키는 역할을 하는 부분

바. 길어깨 : 차도의 구조부를 보호하기 위해 차도의 양쪽에 접속하여 설치하는 부분으로 노견, 갓길 등으로 불리기도 함

사. 흙깎기비탈면 : 임도의 노체를 조성하기 위해 산지비탈면을 깍아서 형성된 사면으로 절토사면, 절취사면, 절취법면, 땅깍기비탈면 등으로 불리기도 함

아. 흙쌓기비탈면 : 임도의 노체를 조성하기 위해 비탈면 또는 경사 지반에 토사 등을 쌓아 형성된 사면으로 성토사면, 성토법면 등으로 불리기도 함

자. 소 단 : 비탈면 길이가 길거나 붕괴의 위험이 있는 비탈면의 안정성을 증진하고 비탈면을 따라 흘러내리는 유수로 인해 발생하는 침식의 진행을 방지하기 위해 설치하는 일정 규격의 작은 계단

차. 종단기울기 : 임도의 진행 방향으로 노면 중심선의 수평면에 대한 기울기를 말하며, 종단물매, 종단경사, 종단구배 등으로 불리기도 함

카. 횡단기울기 : 임도의 횡단면에서 노면 중심선의 좌우 방향 또는 한쪽 방향으로의 기울기를 말하며, 횡단물매, 횡단경사, 횡단구배 등으로 불리기도 함

타. 겉도랑 : 임도노면을 따라 종단방향으로 흐르는 물을 일반적으로 옆도랑(측구) 쪽으로 신속히 배수하기 위하여 노면을 비스듬하게 횡단하여 설치하는 배수시설을 말하며, 개거로 불리기도 함

파. 속도랑 : 임도 노면이나 옆도랑 또는 땅깍기 비탈면의 유수를 흙쌓기비탈면(성토사면) 아래로 배수하기 위하여 임도 노면의 아래를 횡단하여 설치하는 배수시설을 말하며, 암거, 컬버트 등으로 불리기도 함

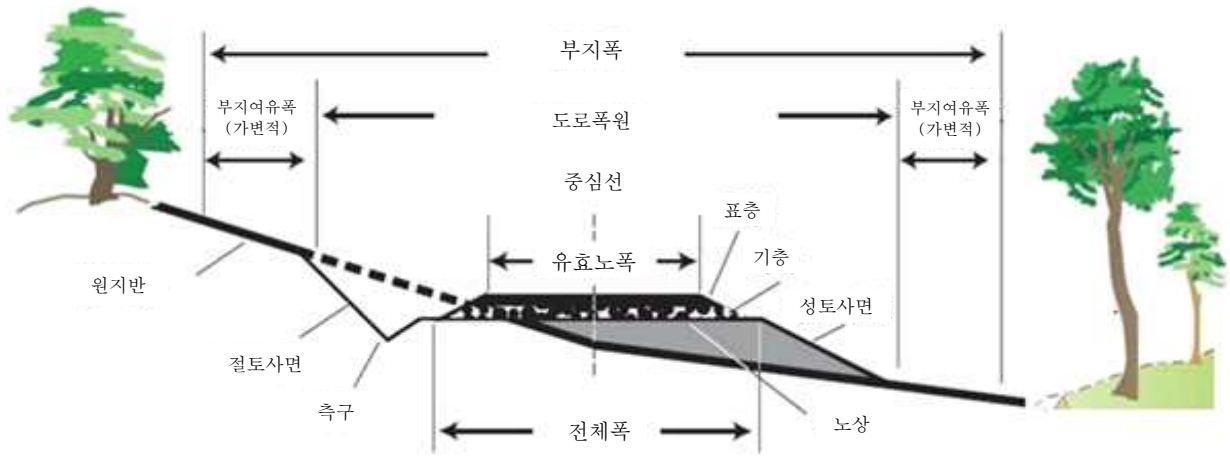
하. 옆도랑 : 임도노면의 배수를 위하여 노면의 가장자리 또는 노면과 사면의 경계에 설치하는

도랑으로 단면의 형상에 따라 L형과 U형으로 구분되며, 측구로 불리기도 함

거. 도수로 : 임도 횡단 배수시설의 유출구 가장자리에서 원지반까지 설치하는 도랑(수로)으로 유수에 의한 사면의 침식을 방지하기 위해 설치하는 배수시설

너. 물넘이포장 : 임도 노선이 소계류를 통과하는 지역에서 적정한 배수 단면을 확보하기 위하여 홍수시 유수가 노면을 횡단하여 유하할 수 있도록 노면 콘크리트를 호형으로 포장한 노면 배수시설

더. 세월시설 : 임도 노면 아래에 관거를 함께 설치한 배수시설로 평상시에는 유량이 적지만 강우시에 유량이 급격하게 증가하는 지역에 설치하여 유수를 배출하고, 유입구와 유출구에서 침식의 위험이 있는 경우에는 침식방지시설을 설치해야 함



임도의 횡단구조

2. 임도사업 수행절차 및 규정

2-1. 임도설치 근거

가. 「산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률」 제9조 “산림관리기반시설의 설치 등”에 따라 산림의 생산기반 확립과 공익적 기능을 증진하고 산불진화 · 진화시설 등 산림 기능을 유지하고 보호하기 위한 시설

2-2. 전국임도기본계획

가. 「산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률」 시행규칙 제5조 “산림관리기반시설의 범위 및 기준 등”에서 산림청장은 전국임도기본계획을 10년 단위로 수립하여야 한다.

나. 임도기본계획에는 임도의 효율적 설치·관리를 위하여 임도에 관한 기본목표와 추진방향, 임도의 설치 및 관리현황, 임도의 이용 활성화에 관한 사항, 임도의 설치 및 관리에 소요되는 재원의 조달에 관한 사항, 임도의 효율적 설치·관리를 위하여 산림청장이 필요하다고 인정하는 사항이 포함되어야 한다.

2-3. 임도 설치계획

가. 「산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률」 시행규칙 제5조 “산림관리기반시설의 범위 및

기준 등”에서 임도 설치계획을 특별시장·광역시장·특별자치시장·도지사·특별자치도지사 또는 지방산림청장은 5년 단위로 수립하여야 한다.

나. 「임도설치 및 관리 등에 관한 규정」 제5조, 제6조에 따라 “시장·군수·자치구의 구청장(이하 “시장·군수“라 함) 또는 지방산림청국유림관리소장(이하 “국유림관리소장“이라 함)”은 5년 단위로 연도별 임도설치계획을 작성하여 시·도지사 또는 지방산림청장에게 제출하여야 한다.

2-4. 타당성 평가

가. 「산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률」 시행규칙 제4조 “산림관리기반시설의 타당성 평가 등”에 따라 임도 타당성평가를 실시한다.

나. 「임도설치 및 관리 등에 관한 규정」 제7조 “임도의 타당성 평가”를 실시한다.

2-5. 실시설계 및 심사

가. 「임도설치 및 관리 등에 관한 규정」 제12조 “실시설계”에 따라 임도의 실시설계를 하여야 한다.

나. 임도의 실시설계는 시행규칙 별표2의 “산림관리기반시설의 설계 및 시설기준”에 적합하게 설계하여야 한다.

다. 「임도설치 및 관리 등에 관한 규정」 제12조의 2 “설계심사”에 의거 설계심사를 하여야 한다.

2-6. 주민설명회

가. 「임도설치 및 관리 등에 관한 규정」 제14조 “주민설명회”에 의거 임도의 설계 “안”이 결정되면 노선 및 주변의 영향 등에 대한 설계내용을 설명하고 주민의 의견 청취 및 반영을 하여야 한다.

2-7. 시공발주 및 감리

가. 「임도설치 및 관리 등에 관한 규정」 제15조 “시공감리”에 의거 안전하고 견고한 임도의 시공을 위하여 시공감리를 하여야 한다.

나. 「임도설치 및 관리 등에 관한 규정」 제20조 “사업실행”에 의거 임도공사를 하여야 한다.

2-8. 준공검사

가. 「임도설치 및 관리 등에 관한 규정」 제22조 “검사”에 의거 임도의 준공검사를 하여야 한다.

2-9. 유지관리 및 보수

가. 「임도설치 및 관리 등에 관한 규정」 제25조 “임도의 유지관리”에 의거 임도의 준공검

사를 하여야 한다.

나. 「임도설치 및 관리 등에 관한 규정」 제26조 “임도의 보수·관리”에 의거 임도 노선별로 점검하고 보수하여야 한다.

2-10. 추진체계

1-10-1. 사업추진 주체

가. 총괄 : 산림청

나. 실행 : 지방자치단체 / 지방산림청

2-10-2. 사업추진체계

	① 임도 기본계획 수립 (10년 단위)	- 작성자 : 산림청장 - 내 용 : 임도시설 목표, 정책방향 임도신설, 유지·관리 등
	▼	
	② 간선임도 설치계획 수립 (5년 단위)	- 계획의 근거 : 임도사업 기본계획 - 계획작성 : 시장·군수, 국유림관리소장 - 계획수립 : 시장·도지사, 지방산림청장
	▼	
	③ 노선선정(지선·작업임도) **※ 간선임도는 설치 5개년 계획에 반영된 노선에 한함**	- 선정기준 : 임도설치 및 관리 등에 관한 규정 제4조 - 선 정 자 : 사업실행주체(자치단체, 지방청)
	▼	
	④ 타당성평가	- 평가주체 : 시·도(지방산림청) - 평가기준 : 필요성, 적합성, 환경성
	▼	
(전년 8월말)	⑤ 사업계획 수립	- 수립 : 시·군·구(국유림관리소) - 노선확정 : 시·도(지방산림청)
	▼	
(전년 11월말)	⑥ 사업계획 확정(통보)	- 산림청 ⇒ 시·도(지방산림청)
	▼	
(설계 전)	⑦ 산주동의(사유림)	- 시행주체 : 시장·군수·구청장, 국유림관리소장
	▼	
(설치 전년도)	⑧ 기본조사	- 시행주체 : 시장·군수·구청장, 국유림관리소장
	▼	
(연 중)	⑨ 설계 ⇒ 시공(감리) ⇒ 준공	- 시행주체 : 시·도/지방산림청 시장·군수/국유림관리소 - 설계·준공 : 차상급기관 참가
	▼	
(익년 5월말) (12월말까지)	⑩ 평가	- 중앙평가 : 산림청 ⇒ 시·도, 지방청 - 지방평가 : 시·도, 지방청 ⇒ 시·군, 국유림관리소

제Ⅱ편 임도망 편성

1. 임도의 종류

우리나라의 임도는 간선임도, 작업임도, 산불진화임도로 구분되어 있고, 이러한 임내도로들이 연계되어 배치된 상태를 총칭하여 산림노망(Forest road network, 山林路網)이라고 한다. 산림노망은 지속적으로 장기간 사용하는 것을 전제로 정비되며, 산림관리기반시설의 설계 및 시설기준(이하 임도시설규정)에 따라 그 구조 · 규격이 정의되어 있다. 우리나라에서는 임도의 종류에 따라 아래와 같이 구분하고 정의하고 있다.

우리나라 임도의 종류 및 정의

구 분	내 용
간선임도	• 산림의 경영관리 및 보호상 중추적인 역할을 하는 임도로 도로와 도로를 연결하는 임도 • 원칙적으로 불특정 다수의 사람이 이용하는 영구적 공공시설, 산림정비와 목재생산을 추진하는 간선이 되는 도로
작업임도	• 일정구역의 산림사업 실행을 위하여 도로 또는 간선임도와 연결하여 저규격으로 시설하며, 산림작업을 위해 특정사람이 지속적으로 이용하는 도로 • 주로 임업 기계나 2.5t 정도의 소형 트럭 등의 주행이 가능한 도로
산불 진화임도	• 산불예방·진화 및 산림재해에 신속한 대응을 위해 설치하는 임도로 간선임도 및 도로와 연결하는 도로 • 노폭은 산불진화 차량 등의 교행이 가능하도록 노폭을 3.5m 이상으로 설치

산림경영에 있어 도로의 기능이 타 산업과 구별되는 특징은 산림과 시장 등을 연결하여 사람이나 물건 등을 운송하기 위한 기능(이 기능을 도달기능이라 하며, 이 성격이 강한 도로를 도달임도라 함)에 머물지 않고 벌채, 육림 등 산림시업을 실행하기 위한 동맥으로서의 기능(이 기능을 시업기능이라 하며, 이 성격이 강한 임도를 시업임도라 함)을 갖고 있는 것이다.

산림이라는 광대한 공간을 생산대상으로 하는 임업에서, 산림공간의 제약을 극복하는 것은 숙명적 과제이지만, 도로라는 선(線)을 효과적으로 활용함으로서 산림공간을 거리적, 시간적으로 축소시키며, 또한 임도를 통하여 기계류를 반입 · 설치하는 것도 가능하여, 도로 그 자체를 생산의 장으로도 이용가능한 것이다. 산림지대의 도로가 이 시업기능을 강하게 갖기 때문에 임내도로망이 산림경영의 기반이라 하는 큰 이유이다.

2. 임도망 배치를 피해야 할 지점의 추출

2-1. 피해야 할 지점

2-1-1. 노선계획은 어느 위치에 노선을 통과시킬 것인가가 매우 중요한데, 이를 위해 실제 노선의 통과가 어렵거나 산지재해의 발생 위험이 높은 장소를 미리 파악하는 것이 중요하다. 피해야 할 장소로 사전에 고려해야 할 사항으로는

① 지형적, ② 지질 · 토질적, ③ 사회적 조건 등이 있다.

피해야 할 위치

구 분	장 소	내 용	판 정
지 형	급경사	40도 이상의 경사 연속	△
	암반지역	암반이 연속하여 나타난 곳	△
	0차곡	0차곡두부	△
	붕괴지역	붕괴지 내	△
	산사태지역	산사태지역 내(특히 말단부)	×
	애추퇴적지	애추지 상단·끝	△
	단층지형	표고차가 큰 안장부	△
	깊은 계곡	종침식·계안침식부	○
	습지	연약지	△
지 질	화강풍화지대	화강암질풍화토(마사토)	△
	사문암(蛇紋岩)지대	취약지	△
사회적 조건	인가	하부에 인가·철도 등	△
	특수수리지(特殊水利地)	하부에 상수원·양어장 등	△
×: 회피지역 △: 충분한 검토 필요 ○: 공종·공법에 따라 통과 가능			

가. 피해야 할 지형

사면 붕괴와 토석류 등 자연재해 현상은 지형의 형성에 작용하는 침식 또는 퇴적 작용의 일부라고 볼 수 있다. 따라서 발생할 수 있는 재해와 지형과는 상호관련이 있으며, 지형을 분류하여 향후 발생할 수 있는 재해의 유형을 어느 정도 예상할 수 있다. 이러한 판단은 노선배치를 합리적이고 효율적으로 수행하기 위한 준비로서, 재해이력 조사결과와 함께 종합적으로 위험지역을 판단하여야 한다.

○ 급경사지

- 사면경사 40° 이상의 연속된 급경사에서는 임도의 노체 구축을 위한 절·성토의 시공이 곤란하고, 장대사면의 보호 및 유지관리가 어렵기 때문에 지선임도나 작업임도를 배치하지 않는 것이 좋다. 임도 노선을 무리하게 통과시켜야 할 경우에는 지질·토질을 판단하여 적절한 구조물 또는 사면보호공 등을 통하여 노체를 구축해야 한다.



급경사지 구간의 임도노체 개설 사례

○ 암석지

- 암반이 연속한 구간은 작업임도의 배치를 피해야 한다. 암반 굴착은 암반의 질에 따라 다르지만, 대형 브레이커나 폭약 등을 이용해야 굴착이 가능하기 때문에 암반이 연속하는 경우에는 배치가 곤란하다. 지선임도는 암반 굴착 후 적치가 가능하기 때문에 짧

은 구간이라면 개설이 가능하나, 산사태 위험이 있는 암반의 경우는 붕괴위험이 있고, 시설 후 유지관리가 어렵다.


암반이 연속된 구간에서 임도노체 개설 사례

○ 0차곡

- 뚜렷한 유로가 없는 곡두의 집수지형을 0차곡이라고 하며, 0차곡은 우수의 배수, 사면에 집적된 토사를 배출시키는 곳이다. 0차곡에서부터 배수되는 지표수는 곡차수의 1차 → 2차 → 3차의 순으로 높은 차수의 계곡방향으로 집수된다. 0차곡은 토층을 통해 수직방향으로 빗물을 배수하고, 고차로 갈수록 수평으로 배수된다.
- 0차곡에서의 토사유출은 강우와 지표수에 의해 표층 붕괴와 표면 침식이 발생하고, 일반적으로 0차곡에서 발생하기 쉬운 것으로 알려져 있다. 0차곡은 토사의 집적과 침식이 항상 반복적으로 일어나고, 깊이가 증가하게 되어 능선부로 이어지게 된다. 따라서 0차곡의 곡두를 임도가 통과하는 것은 위험하며, 집중호우 등으로 노체가 파손되는 경우가 많기 때문에 구조물 등을 적극적으로 시설하는 임도 이외는 0차곡의 곡두를 통과하는 것은 피해야 한다.

○ 괴지

- 붕괴지 내를 통과하는 임도는 시공 시 위험하고, 시공 후에도 노체의 보호와 유지관리가 어렵다. 따라서 안정구조물이 충분히 설치되지 않은 간선임도와 작업임도는 배치를 하지 않는 것이 바람직하다. 임도의 경우는 붕괴지역의 지질・붕괴정도・보호・대책공 등을 충분히 검토하여 통과하는 경우가 있지만, 가능한 회피하는 것이 기본이다.

○ 산사태지역

- 산사태 지역은 임도망의 종류를 불문하고, 노망배치를 피해야 한다. 특히 지형이 완만하고, 산사태 발생지의 각부(脚部)와 돌출된 블록의 끝부분을 통과하면 산사태활동이 재개될 수 있다. 잠재적인 산사태의 발생위험이 있는 지역은 지형을 잘 판독하여 이러한 지역은 임도의 통과를 제한하는 것이 좋다. 이러한 지역의 임도는 노체의 보호뿐만 아니라, 산사태가 발생할 경우 마을과 농경지까지 2차 피해가 확대될 수 있기 때문이다.



○ 애추퇴적지(崖錐堆積地)

- 사면의 하부와 요지형의 끝부분에는 붕적토의 퇴적지가 존재한다.

- 붕적토의 특징은 다음과 같다.
  - 중력의 작용으로 이동이 붕락되어 퇴적된 것
  - 급경사면 하부에 완경사를 형성하여 퇴적된 곳
  - 표층에서 하층까지 크고 작은 자갈을 다량 함유하는 경우가 많음
  - 통기투수(通気透水)가 양호한 임지가 많고, 수분 및 양분의 공급이 양호
  - 특히 급경사를 이루고 반원추형(半円錐状)으로 퇴적된 것으로 애추(崖錐)라고 함




임도 성토부 산사태 발생 및 복구 사례

○ 붕적토지대

- 붕적토지대에는 통기성, 투수성이 좋고, 수분과 양분의 공급도 많기 때문에 양질의 목재 생산이 가능한 곳이다. 따라서 임도망을 배치하는 경우도 많지만, 이와 같은 지역에 노선이 통과하면 노체가 불안정한 상태라고 할 수 있다.
- 퇴적지역은 자연상태에서도 강우 등에 의해 포화되어 토양강도의 저하 및 간극수압의 발생 등을 야기시키고 이로 인해 불안정하게 되어 붕괴가 발생하기 쉽다.
- 또한 크고 작은 파쇄자갈이 다량 함유되어 있기 때문에 비교적 노체를 구축하는 것이 용이하지만, 절토부는 자갈입자를 고정시키는 접착성분을 포함한 토양이 적기 때문에 절취면이 불안정하다. 특히, 애추부는 낙석과 붕락이 자주 발생하고, 절토높이가 높아지면 원호형의 사면붕괴가 발생하기 쉽다. 두껍게 퇴적되는 애추지형이 연속하는 경우, 시공시에 위험하고, 노체보호와 유지관리가 어렵다. 따라서 지선임도와 작업임도는 가능한 배치를 피하고, 부득이 통과해야 하는 경우 절토높이를 3m 이하로 제한하고, 가능한 절취경사는 45° 이하로 완만하게 하며, 절토하단부에는 흙막이공 등 안정구조물을 설치하도록 한다.




퇴적토석이 발생한 임도사면

○ 깊은 계곡

- 계류의 종침식 및 계안침식이 발달한 깊은 계곡(그림 2-11(좌))은 계류횡단(도하)이 곤란

하고, 상류에서 토사유출이 심하게 일어나며, 때로는 토석류가 발생할 수 있다(그림 2-11 (우)). 이 구간에서 임도 노선이 지날 때에는 상류의 황폐상황(불안정 토사 등)을 조사하여 홍수 대응책을 마련하고, 적절한 구조물을 시설하여 안정된 노체를 구축하고 안전한 계류횡단 방법이 필요하다.



종침식이 발생한 계류(좌)와 계안침식 및 토석류가 발생한 계류(우)

○ 습지

- 선반모양의 계곡부 붕지형(棚地形) 완경사면 및 평탄지는 우수가 집수 및 정체되기 쉽기 때문에 습지가 형성된다. 산지, 구릉지, 테라스 등의 계곡에 계류・하천에 의해 형성된 평탄지를 계곡저지대라고 하며, 이러한 곳에는 산림이 존재하는 경우가 많고, 완경사면이기 때문에 노선의 통과가 용이하다.
- 그러나 이러한 지역의 토양은 점토성분이 많고, 수분이 토양 내에 정체되어 습지가 나타난다. 따라서 이러한 지역이 연속적으로 출연하는 곳에서는 노체가 연약화 될 수 있고, 산지재해의 위험성도 높기 때문에 노선배치는 가급적 피하는 것이 좋다.



사면하부 퇴적부의 습지(좌)와 산림계곡부 습지(우)

나. 화강암질풍화토(마사토) 지대

○ 풍화가 심한 화강암질풍화토는 표면수에 의한 침식에 특히 약하고, 소붕괴와 토사유출이 발생하기 쉬운 특징을 지니고 있다. 임도공사와 일반토목공사에서 내식성이 약한 토사의 사면은 녹화공 등을 적용하여 침식을 방지하고 사면의 안정을 도모하지만, 지선임도나 작업임도의 경우에는 가급적 절토높이를 제한(3m 이내)하는 것이 바람직하다. 급경사의 화강암 지대에서는 사면보호 계획이 없다면, 노선배치를 최대한 피해야 한다.



화강암지대에서 성토사면 붕괴(좌)와 절토사면의 침식(우)

다. 사회적 조건

○ 가옥 주변 사면

- 지선임도나 작업임도에 특별한 토사유출 방지 및 낙석 대책을 실시하지 않을 경우에는 마을주변의 급경사지 및 철도와 국도 등 생활도로의 상부사면에 노선의 배치는 피해야 한다. 이러한 가옥 및 생활도로 시설지 상부에 불가피하게 노선을 배치하는 경우 사방시설을 함께 검토해야 한다.

○ 상수원 등 특수지역

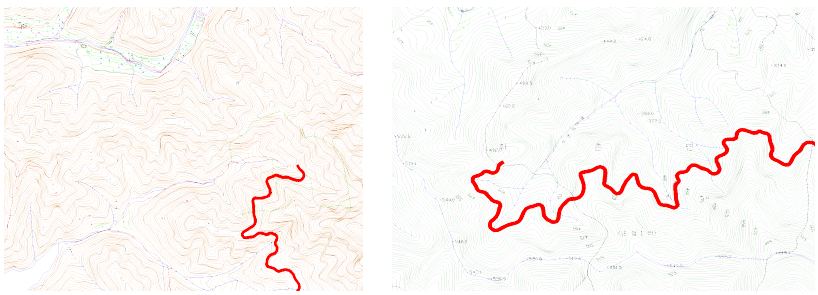
- 노선계획지역 내에 상수원이 있는 경우, 또는 노선을 도하시키려고 하는 계류(유역) 바로 아래에 상수원과 양어장 등이 위치하는 경우에는 노선의 배치를 피해야 한다. 부득이 산림을 정비하는 경우 관계기관과 사전협의 등을 해야 하지만, 토사유출방지대책 등이 마련되지 않으면 시공 시 토사유출이 발생하기 때문에 사전에 충분한 대책을 강구해야 한다.

2-2. 지형도 등의 정보 자료

2-2-1. 피해야 할 위험한 곳 등의 정보를 기존 자료를 활용하여 최대한 숙지하고, 지형도와 지질도, 항공사진 등의 자료를 준비해야 한다.

가. 지형도

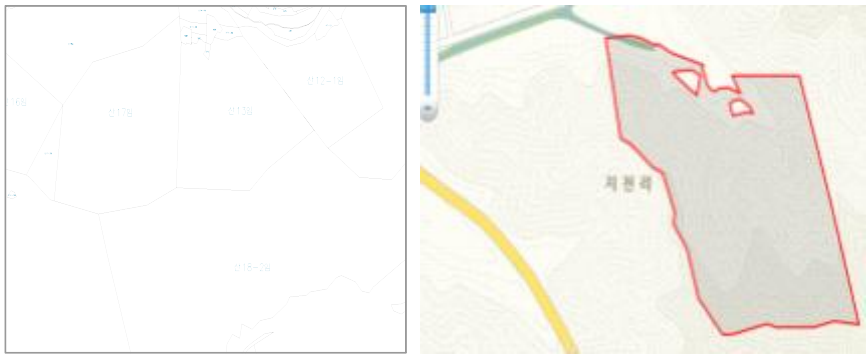
○ 지형 및 지표에 분포하는 사물 등을 적용하여 정교하게 그려낸 지도로서 우리나라는 1 : 5,000 ~ 1 : 25,000 축적의 지형도를 발행하고 있다. 최근에는 속성정보를 디지털(digital) 형태로 변환한 수치지형도를 많이 이용하는데, 이와 같은 지도는 국토지리정보원(www.ngii.go.kr)이나 국가공간정보유통시스템을 통해 온라인(on-line) 또는 오프라인(off-line)으로 취득이 가능하다.



수치지형도

나. 지적도

○ 지적도는 토지와 임야를 포함한 모든 땅의 경계를 구분하고 표시해놓은 지도로서 그 중 임야도는 임야대장에 등록된 임야의 도면을 말한다. 발급 및 열람은 소재지 관할 관청이나 인터넷 민원24(www.minwon24.kr), 또는 온나라지도를 통해 사전신청 후 열람 및 발급이 가능하다.



지적도

다. 항공사진

○ 항공사진은 항공기에서 촬영된 정사영상을 말하는데, 주로 지도제작을 위해 촬영한다. 2010년 이후에는 디지털형태로 촬영하여 제작하고 있는데, 일반적으로 1 : 20,000의 축적을 기준으로 제작한다. 국토지리정보원(www.ngii.go.kr)을 통해 항공사진 교부신청 시 보안지역을 제외하고 자료를 열람 · 제공받을 수 있다.



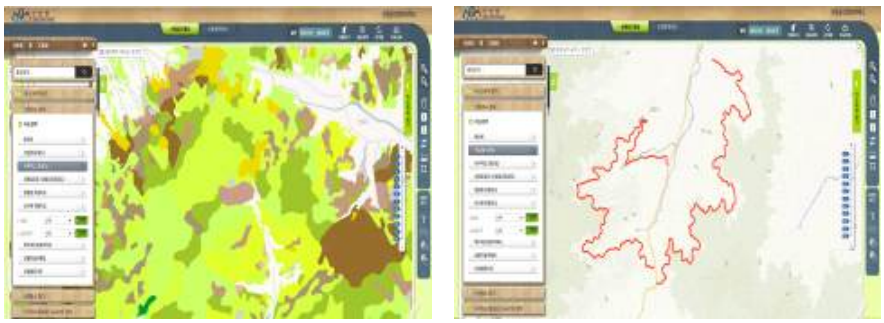
항공사진

라. 지질도

○ 지질도는 지표에 드러난 각종 암석과 구조, 화석 등 지질정보의 분포를 나타낸 지도로서 한국지질자원연구원에서 국책사업으로 제작 · 발행하는 일종의 주제도에 해당한다. 1 : 50,000 ~ 1 : 250,000의 축적의 지질도와 수치지질도를 제공하고 있으며, 한국지질자원연구원(www.kigam.re.kr)을 통해 구입 및 열람이 가능하다.

마. 기타 정보 자료

○ 임상도는 우리나라의 산림이 어떻게 분포하고 있는지를 알려주는 대표적인 산림지도로 임종, 임상, 수종, 경급, 영급 등의 속성정보를 포함하고 있다. 그 밖에도 국토의 토양형을 구획단위로 조사 분석한 정보를 수치화하여 나타낸 산림입지토양도와 전국에 분포하는 임도를 대상으로 제작한 임도망도 등의 산림주제도가 제작되어 있다.



산림청에서 제공하는 임상도(좌), 임도망도(우)

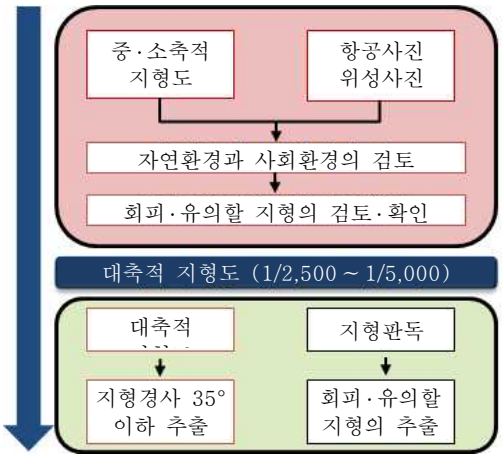
2-3. 지형판독

2-3-1. 전술한 기존 자료에서 정보를 최대한 판독하여 노망배치와 현지답사에 활용한다. 지형판독의 주요 단계는 그림 2-18과 같고. 전반적인 지형 정보의 수집 · 파악부터 시작한다.

2-3-2. 소 · 중 축척도면과 항공사진 등으로부터 자연 및 사회환경(주택지 · 도로 · 하천 등)을 파악한다. 또한 회피 · 유의할 지형의 기준을 정하고, 최종 노선의 검토는 1 : 2,500 ~ 1 : 5,000 정도의 대축척 지형도를 사용한다. 이처럼 포괄적인 정보에 대한 상세한 정보 수집은 그림 2-18과 같이 단계적으로 수행한다.

가. 지형도 상에서 개황 파악

○ 대상지역 전체와 주변을 파악하려면 1 : 25,000 ~ 1 : 50,000 정도의 소 · 중축척의 지형도를 사용한다. 대규모 산사태나 파쇄대, 수계의 상황 등 자연조건 외에 마을이나 인가, 도로, 임도 등 관련된 사회조건 등의 지형 및 정보를 파악한다.



지형 판독의 절차

○ 지형 판독

- 축척 1 : 25,000 지형도상에서 붕괴지역, 산사태지역, 암반 및 요지(凹地) 그리고 습지 등을 지형도 상에서 기호를 참고하여 판독한다.
- 지형의 판독은 도상에 능선(凸형선 · 분수로)과 계곡선(凹형선 · 합수로), 안부 등을 표시하고 능선을 연결하여 집수구역이나 경사면의 방향을 파악한다.
- 계곡선을 연결한 수계망도는 암석과 지질 구조, 유의할 지형을 찾는 데 도움이 되며, 또한 안부를 표시함으로써 사면부와 능선 · 계곡의 배열 등을 파악할 수 있다.

- 또한, 경사가 바뀌는 지점을 연결한 경사변환선도 잘 살펴야 한다. 특히 주의해야 할 곳은 능선에서 계곡을 향해 경사가 급해지는 점 또는 선은 0차 곡두부와 붕괴지, 그리고 산사태 발생지 상단의 경우는 향후 붕괴 발생 가능성이 높다. 반대로 경사가 완만해지는 점 또는 선은 산사태 말단이나 애추퇴적지의 상단인 경우이므로 주요한 경사변환점은 유의해야 할 지형 파악에 도움이 된다.

○ 사회적 조건의 판독

- 마을이나 가옥, 공도나 임도 등은 보전 대상이며. 이들과 노선배치 대상 산림과의 관계를 파악한다. 특히 보전대상과의 위치 관계(거리)가 중요하다.

나. 항공사진 · 위성 영상 이용

○ 불리한 개소의 판독

- 공중사진이나 위성사진에서는 기존의 붕괴지나 표층의 암석 등과 지형, 수계, 선상의 모양 등의 특이한 지형을 볼 수 있다.



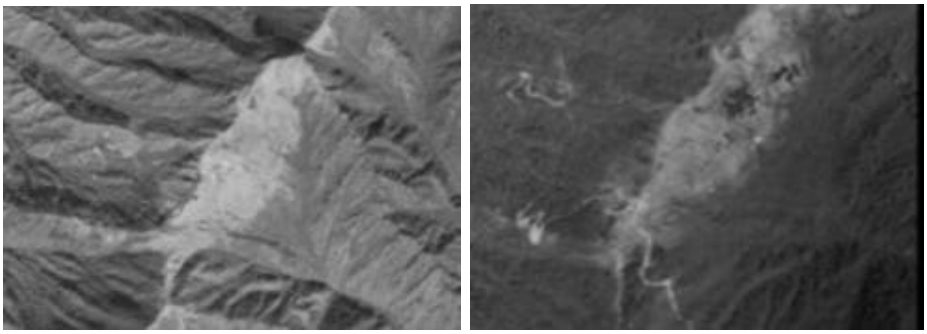
붕괴 전 붕괴 후

항공사진에 의한 붕괴 전 · 후 판독 예

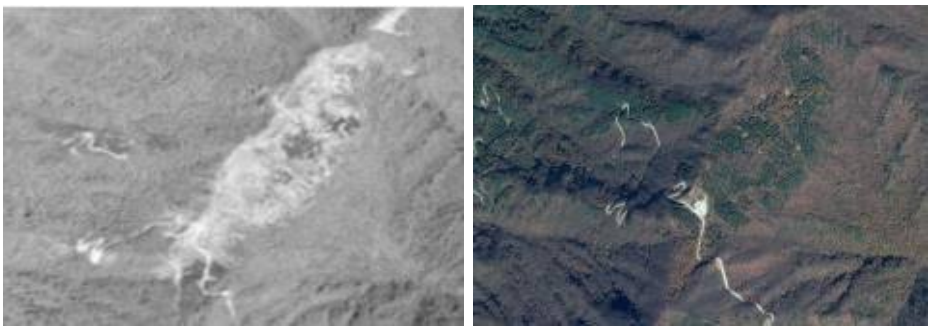
- 구체적으로는 안부, 경사변환점 등의 배열을 알 수 있다. 또한 침식 · 붕괴가 직선상으로 나타나 있는 것을 사진에서 볼 수 있다. 이들은 단층 및 파쇄 범위 같은 지질 구조상의 취약지역을 판정하게 된다. 이들이 집중된 지역은 붕괴나 산사태 등의 발생하기 쉬운 곳이므로 많은 주의가 필요하다.

○ 과거 정보의 판독

- 현재 수목으로 피복되어 있는 경우라도 항공사진을 연차별로 비교하면 현재 산림이 붕괴지나 나지였는지를 파악할 수 있다. 그림 2-20은 지리산 정령치의 항공사진으로 1970년 당시는 능선부를 중심으로 나지가 발생하여 분포하고 있었지만, 44년 후 2014년에는 숲으로 복구되어 있는 것을 알 수 있다. 또한 1981년 이후에는 도로가 개설되어 있는 것을 알 수 있음. 뿐만 아니라, 도로의 선형도 관찰할 수 있으며, 도로변에 휴게소가 시설되어 있는 것을 알 수 있다. 이처럼 과거의 항공사진을 통해 대상지의 정보를 판독할 수 있으며, 현재 산림에 있어서 과거에 붕괴가 발생했거나, 나지였던 지역은 현장답사를 통해 반드시 확인할 필요가 있다.



1970년 1981년



1985년 2014년

항공사진에 의한 산림의 연대별 비교

다. 축척 1:5,000 지형도를 이용한 정보정리 · 세부 상황 파악

○ 구체적인 노선적지 추출은 1:5,000 이상의 대축척의 도면을 이용한다. 소중 축척의 지형도와 항공사진에서 파악한 유의할 지형 등의 정보를 1:5,000 지형도를 바탕으로 재정리하면서 상세한 지형변화를 판독한다. 1:25,000 등의 도면에서 표현되지 않은 급한 절벽과 급사면, 흙의 퇴적 상황, 요철(凹凸)지, 노출암 등을 파악한다. 그러나 이 도면에서는 1:25,000 지형도보다 등고선 정밀도가 낮은 경우도 있으므로 주의가 필요하다.

3. 임도망 배치 합의 형성

임도망 배치와 관련된 사안들은 지역주민 및 산주를 대상으로 사업에 대한 설명을 실시하고 이해관계자의 합의가 필요하다. 임도사업 담당자는 개략선형과 현지 측설이 완료된 시점에서 지역주민 또는 산주에게 노선 배치와 통과 지점에 대한 설명할 의무가 있다. 이때, 임도망의 노선배치도와 현지 측설이 완료된 설계도 · 서를 지참하여 구체적으로 설명하고, 산주가 현지 입회를 희망하는 경우, 노선의 통과개소와 그 노선의 점유면적, 예정된 작업시스템 등을 상세히 설명하도록 한다.

이렇게 다양한 이해관계자의 합의를 형성함으로써 임도망의 정비와 고성능 임업기계 등을 조합한 저비용 · 고효율 작업시스템의 구축이 가능하다. 지역에 적합한 작업시스템을 통해 시업에 직결된 효율적인 임도망을 개설하는 것은 숲가꾸기를 비롯한 임업활동의 작업비용을 감소시킬 수 있다. 그러나 부실한 임내도로는 산림을 황폐화시키고 지출 비용을 증가시키는 원인이 될 수 있기 때문에 주의를 기울여야 한다.

- 간단하고 저비용으로 시설한 작업임도의 개설은 지속적인 산림경영의 밑거름이 되어 전체 작업비용의 절감을 통해 ‘저비용 임업’을 실현할 수 있다.
- 고성능 임업기계는 생산성이 높은 반면 장비구입 비용이 높기 때문에 고성능 임업기계 등의 임내작업 장비를 효율적으로 사용하기 위해서는 임내도로망을 ‘저비용’으로 개설하는 것이 유리하다.

이러한 내용을 바탕으로 산주에게 산림경영과 임도망 배치의 효과를 이해시키고, 오해로 인하여 임도 개설 후 문제가 발생하지 않도록 상시 소통하여 합의를 형성하는 것이 필요하다. 배치계획 단계에서 만일 산주의 동의를 얻을 수 없을 때에는 노선배치를 재검토하거나, 임도망을 최소화할 수 있는 작업시스템을 검토해야 한다.

산주의 이해와 지역의 합의 형성이 이루어지고, 임업이 산업으로 인지되도록 이해시켜야 한다. 향후 효율적인 임업을 위해서는 적극적인 임도망 정비가 필요하지만, 지역과의 합의가 없다면 지역산업으로서의 임업이 활성화되기를 기대하기는 어렵다. 따라서 시업단지 주변 지역(마을과 유역)과 해당 지자체에 부담을 주지 않는 임도망 정비가 필요하다.

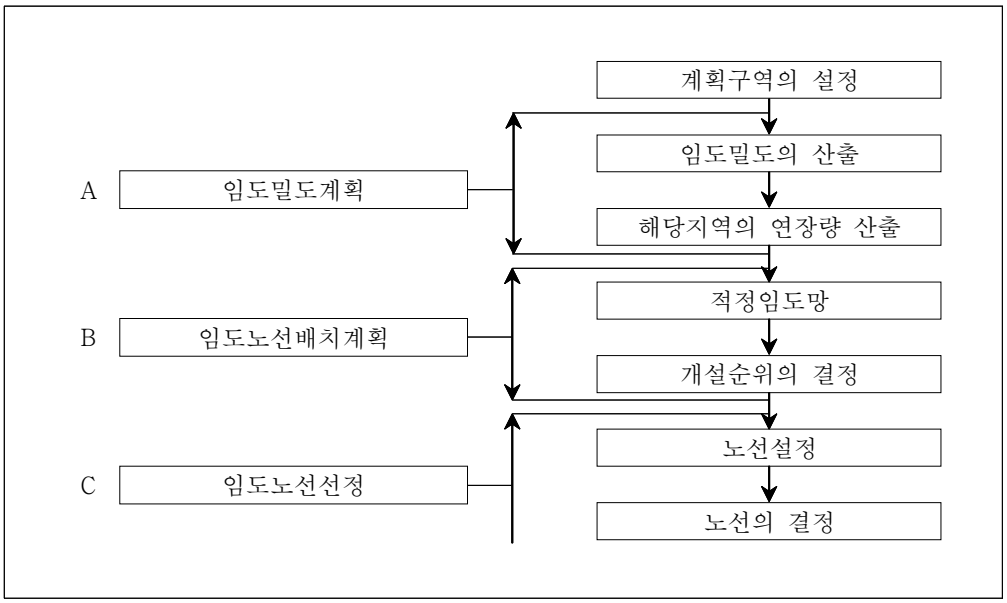
따라서 임도가 지역의 풍부한 자연을 파괴하지 않도록 도로를 조성하는 것이 중요하며, 임도만을 조성하는 것이 목적이 아니라, ‘필요최소한의 영구적인 임도망을 배치하는 것은 지역산업의 일익의 담당하는 기반시설’이라는 이해와 공감을 얻을 수 있도록 지역의 합의를 형성하는 것이 필요하다.

제Ⅲ편 임도 계획과 설계

1. 임도의 계획

1-1. 임도의 계획 단계

1-1-1. 임도의 계획 단계는 크게 3개의 과정으로 구분할 수 있다. 즉, 임도밀도 계획, 임도노선 배치계획, 그리고 임도노선의 선정 등이 있다.



임도계획의 단계

가. A : 임도밀도 계획과정에서는 전체 계획 중에서 각 이용구역을 결정하여 목적별 적정임도밀도를 산정하고 그 구역 내에 개설할 임도연장을 산출하는 단계이다.

나. B : 임도노선 배치계획은 A의 단계에서 결정된 임도연장을 목표로 하여 기설임도를 포함한 신설노선의 배치를 결정하는 과정이고, 이 경우도 A와 같이 임업의 시업 및 지형인자 등을 감안하여 노선을 배치하는 단계이다.

다. C : 임도노선 선정은 어떤 일정한 계획구역 내의 특정 노선을 대상으로 시점과 종점을 결정하고 개설비 등을 중심으로 구체적이고 합리적인 노선배치를 검토하여 최종적인 노선을 결정하는 단계이다.

1-2. 임도기본계획

1-2-1. 임도기본계획에는 다음과 같은 사항이 포함되어야 함

가. 임도에 관한 기본목표와 추진방향

나. 임도의 설치 및 관리현황

다. 임도의 이용 활성화에 관한 사항

라. 임도의 설치 및 관리에 소요되는 재원의 조달에 관한 사항

마. 임도의 효율적 설치 · 관리를 위하여 산림청장이 필요하다고 인정하는 사항

1-3. 임도설치계획

가. 「산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률」 시행규칙 제5조 “산림관리기반시설의 범위 및 기준 등”에서 임도설치계획을 특별시장·광역시장·특별자치시장·도지사·특별자치도지사 또는 지방산림청장은 5년 단위로 수립하여야 한다.

1-4. 임도의 타당성평가

가. “임도의 타당성평가”라 함은 임도설치 예정노선을 대상으로 시행규칙 별표1에 따라 평가하는 것을 말한다.

나. 임도의 타당성평가는 시행규칙 제5조 제2항 1호의 각목에 해당하는 노선을 대상으로 규칙 제4조의 규정에 의하여 실시하여야 한다.

다. 시 · 도지사 또는 지방산림청장은 산림청 훈령 제1426호 제7조의 규정에 의한 임도의 타당성평가를 위하여 다음에 해당하는 자를 평가위원으로 위촉하여야 한다.

- 대학에서 임학, 산림토목학, 수자원개발, 토질 또는 그 기초분야에 대한 강의를 하고 있는 자 또는 박사학위를 받은 자
- 산림공학기술자 특급 또는 1급 자격증을 소지하고 있는 자
- 산림과 관련된 환경단체에서 활동하고 있는 자
- 임도설치 대상지 선정의 투명성 제고를 위하여 지역 주민 의견을 대변할 수 있는 주민대표

라. 제2항의 규정에 의한 평가위원은 각 분야별로 1명이상을 위촉하여야 하며 위촉기간은 2년 이내로 한다. 다만, 제2항 4호의 지역 주민대표는 지역별로 1명이상을 일시적으로 위촉하여 의견을 제시하도록 한다.

2. 기본설계

2-1. 개념

가. 산림의 경영 · 관리 · 보호와 지역 간 연결, 이용활성화 및 산림기능 다양화를 위해 선정된 임도노선을 측량한 후 최상의 임도기능 유지와 피해방지 · 경관유지가 가능하도록 모든 공종과 공종별 위치 · 물량을 산출해 임도를 설치하려는 해의 전년도에 실시설계를 하기 전에 실시하는 것이다.

2-2. 법적근거

가. 「산림기술 진흥 및 관리에 관한 법률」 시행규칙 제11조(산림사업의 설계)에 따른 설계는 기본설계와 실시설계로 구분하여 시행하고, 산림청장 또는 시장 · 군수 · 구청장이 벌채를 수반하지 아니하는 경우 또는 산림사업의 신속한 추진이 필요한 경우 등 해당산림사업의 성질상 기본설계와 실시설계를 구분하여 작성할 필요가 없다고 인정하는 경우에는 기본설계를 하지 아니하고 기본설계의 내용을 포함하여 실시설계를 할 수 있다.

나. 기본설계에는 다음 사항이 포함되어야 함

- 사업대상지의 위치와 사업면적
- 해당산림과 관련한 산주 요구사항

- 해당산림의 기능구분
- 실시설계의 방침
- 그 밖에 산림사업계약으로 정하는 사항

다. 제2항에 따른 기본설계는 산림기본계획 · 지역산림계획 및 산림경영계획과 상충되지 아니하도록 하여야 하며, 제3항에 따른 실시설계는 기본설계의 내용을 반영하여야 한다.

2-3. 기본설계 범위

2-3-1. 대상지 분석

가. 일반현황

○ 자연환경

- 귀중한 동식물의 서식지 및 그 주변
- 경관상 배려가 필요한 지역
- 절벽, 편상지, 단층, 파쇄대 및 단구
- 산사태 지형 및 적지
- 낙석 위험 지역 및 붕괴 지역, 눈사태 발생지
- 유수에 근접하는 개소
- 연약 지반 및 용수 지대

○ 입지여건

- 산림 시업에 있어서 임도망 등과의 계획적인 연계를 도모하고, 적정한 임도망 배치를 실시한다.
- 산림사업 대상지가 집단적으로 존재하거니 임도개설 후 사업이 예정되어 있는 예정지를 연계하도록 한다.
- 산림시업지, 농산촌 마을, 임산물 유통시장 등과의 원활한 연락을 도모한다.
- 기설임도망 등의 활용을 도모한다.
- 철도, 국도 등과의 교차는 가능한 회피한다.

나. 임황 · 지황 · 산사태 위험도 분석(GIS분석)

○ 지황분석 : 경사, 방향, 수계 등

○ 임황분석 : 임상, 영급, 경급 등

○ 산사태 위험도 분석

다. 자연환경 및 입지여건 조사

○ 동식물을 대상으로 조사는 문헌 및 탐문조사를 통해 식물상, 식생분포, 희귀종, 희귀 군락 등을 파악하고, 사업 대상지역 및 그 주변에 특별히 보호를 요하는 군락과 생물종이 분포하는 경우는 그 학술적 가치와 임도 개설에 따른 영향을 검토한다. 특히, 대상지에 서식하고 있는 종의 보호 및 보전방안이 필요한 경우에는 이에 대한 보전방안을 수립하고, 필요에 따라 전문가 등의 의견을 참고하여 상세한 조사를 실시한다.

○ 경관의 조사는 문헌이나 자료에 따라 사업 대상 지역 및 그 주변의 주요 명승지의 경관의 개요, 주요 조망점에서 조망을 파악한다. 다만, 특수한 경관 (문화재 등)이 분포하는 경우는 그 학술적 가치와 사업 실시의 영향, 보전이 필요한 경우의 대책 등에 대해 조사, 예측하며, 필요에 따라서 전문가 등의 의견을 참고하여 자세한 조사를 실시한다.

- 산림휴양 조사는 문헌이나 자료에 따라 사업 대상지역 및 그 주변의 불특정 다수의 사람이 이용가능한 산림휴양지의 개요와 분포를 파악한다. 주요 조사항목은 산림휴양지의 위치, 이용 현황 및 사업 실시에 의한 영향 등이 있다.
- 산지보전 조사의 범위는 계획 노선의 이용 구역을 대상으로 하고, 산지보전에 있어서 유의할 사항과 개소를 명백히 하여, 그 대책을 세워야 한다.
- 산지보전 조사의 내용은, 지형, 지질, 기상, 식물, 황폐지, 토지이용구분, 수계 이용 등을 조사하고, 붕괴지, 토석류 개소, 산사태지, 노출 암반지, 급경사지, 단층, 지질이 불안정한 개소 등의 위치 및 범위를 밝히고, 산지보전에 관련하는 사항을 추출한다. 또한, 붕괴지역 및 계류황폐지 등의 분포와 지형, 지질, 식생 등과의 관계를 조사하여 상관관계가 인정되는 경우는 관련이 깊은 인자를 구하여, 유의도의 경중에 따라 등급분류를 실시한다.
- 이와 함께 임도이용구역 내의 도로를 대상으로 항공사진, 지형도, 도로망도 등 기존 자료에 의하여 조사하여, 계획노선의 지역교통망 중에서의 위치 및 임내도로망의 일환으로서의 기능을 명백히 한다.

2-3-2. 예비조사 및 예정 노선 선정

가. 예비조사

○ 임도망 계획, 타당성평가 자료의 분석, 사업대상지 확인, 지적 확인 및 항공사진 확인, 답사 계획 수립 등을 조사한다.

나. 예정 노선 선정

○ 가능한 많은 비교 노선을 선정하여 임도계획의 기본방침, 개략설계의 의한 개설비용, 시공성의 난이도 등을 검토하여 예비노선을 선정한다.

○ 또한 예비조사 및 임·지황 분석을 통한 최적의 노선을 확정한다.

2-3-3. 현장 답사 및 계획노선도 작성

가. 시점(BP)점과 종점(EP)점을 선정하고 주요 통과지점의 주변에 농경지·암석지·습지·분묘 등을 확인한다.

나. positive point(집재장소, 경작지, 안장부)와 negative point(늪, 암석지, 홍수범람지역, 부정한 지형 등)를 결정하여 주민 의견을 수렴한다.

다. 구조물의 위치·형식·재료 및 수량을 결정하고 계획노선도를 작성한다.

라. 간선임도는 작업임도에 비하여 구조물의 위치·형식·재료 및 수량 결정을 신중하게 한다.

마. 대안노선(2개 이상의 노선)을 계획하고 발주자와 협의하여 최종적으로 경제적인 노선을 최종 임도노선으로 계획한다.

2-3-4. 토공 및 배수계획 수립

가. 유역면적, 유출계수, 강우강도, 산정에서 도달거리, 표고차, 조도계수 등을 이용하여 배수계획을 수립한다.

나. 노면 포장 계획 및 구조물, 배수관, 구조물 재료를 검토한다.

다. 표준단면도를 작성하고 토공량을 산출한다.

라. 간선임도는 작업임도에 비하여 토공량 산출 및 배수계획 수립에 신중을 기한다.

2-3-5. 내업 및 도면작업

가. 도면작업 : 위치도, 계획평면도, 종·횡단도, 용지도 작성

나. 내업작업 : 수량산출(토량 및 구조물, 재료)

2-3-6. 개략사업비 산출

가. 표준 토공량 산출 및 구조물의 표준단비를 적용한다.

2-4. 기본설계 방법

2-4-1. 설계의 사전조사

가. 내업

○ 임도의 노선선정을 위하여 우선 타당성평가 자료인 임도예정지 노선이 표시된 1/25,000의 지형도를 기초자료로 활용하며, 지형지물이 상세하게 표기된 1/5,000 지형도를 토대로 도상 측설한다.

○ 지형도에서 적정 종단기울기로 최대한 예정노선에 근접하도록 도상에 복수의 예정노선을 계획하고, 계획된 예정노선을 1/5,000 지형도상에서 각 노선별로 주요통과 지점과 100~200m 간격으로 각 지점의 좌표값을 추출하여 GPS에 입력하여 현장답사 시 활용한다.

○ 현지답사, 예비조사 결과를 토대로 임도 기본 노선도 · 배수계획도 및 부지편입조서를 작성하고, 토공량 및 사업비를 산출한다.

나. 외업

○ 현지답사

- 우선 임도의 시작점(B.P.)을 확인하여 공사 차량과 목재운송을 위한 차량 진입여부를 확인하고, 노출 암반의 여부와 토질, 계류의 형상 및 편입부지에 관한 개략적인 면적을 확인한다.
- 민원의 소지가 예상되는 묘지와 임도의 상관관계, 계곡부의 관 매설 지점, 사면안정을 위한 흙막이의 설치 여부, 예정지 내의 임상조사, 기 개설된 임도 노선 등을 조사한다.



임도진입로, 마을수계 확인

○ 예비조사

- 수치지형도를 활용하여 노선의 예정지 일대를 답사하면서 종단기울기와 평면선형의 최소 곡선반지름, 산지 횡단경사각 등을 간략하게 조사한다.
- 경사계(clinometer), 방위계(compass), 줄자, 폴(pole), GPS 등을 사용하여 조사한다.

2-4-2. 노선의 계획

가. 노선배치의 원칙

○ 임산물의 반출과 임업의 복합경영 및 산림의 관리가 용이해야 한다.

○ 지역산업의 진흥과 주민복지 향상에 도움이 되고 마을간 연결 교통로가 되어야 한다.

○ 차량의 주행 측면에서 안전이 최대한 확보되도록 한다.

○ 평면선형, 종단선형, 횡단선형이 조화를 이루도록 한다.

○ 계절과 기상조건에 따른 안전하고 원활한 통행이 되도록 해야 한다.

○ 절취・벌목 등을 최소화하여 토사유출과 수자원 함량 등 자연환경 및 경관적 측면에서 영향을 최소화한다.

○ 산사태 붕괴지, 단층, 암석지 등 과다한 산림훼손이 우려되는 곳은 피한다.

○ 최대한 기존 도로를 이용하고 신규 노선과 연결되도록 한다.

나. 노선배치 요령

○ 지형조사

- 현황조사에 앞서 지형도(1 / 5,000) 대상지 기본 분석 자료, 기타 수집한 자료 등을 참고로 도상에서 노선을 계획한다.
- 선정한 노선(안)을 토대로 현장 답사하여 산지경사, 묘지, 농로, 농경지 등 현황을 조사한다.
- 주요 조사항목은 노선연장, 종단기울기, 선형 및 자연환경, 배수시설, 지장물 등이 있다.
- 대상지 입구에는 노란색 마킹테이프로 표시하고, 각 측점의 표시는 빨간색의 천으로 표시한다.
- 종・횡단 측량은 도면 및 GPS를 이용하여 표고를 측정하며, 특히 절・성토고가 크게 예상되는 곳이나 방향별로 선형 분리가 예상되는 구간 등에 대해서는 충분한 폭이 확보되는지 조사한다.

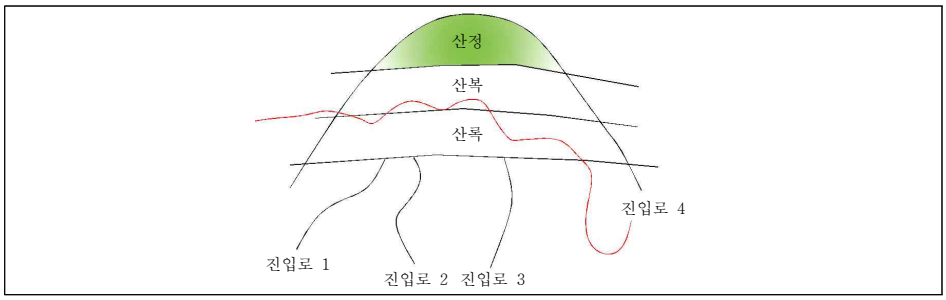
○ 주민의견(산주) 수렴

- 산주 동의 및 주민의견 수렴 절차가 필요하다.
- 산림 경영에 도움이 되며, 주민 간 통행로 사용이 가능한 노선의 계획
- 임도 개설에 따른 산사태 등의 재해로 인하여 인명과 재산에 대한 피해가 발생하지 않도록 안전성이 확보되는 노선의 계획
- 사유림의 경우, 산주 동의서는 준공도 · 서와 같이 영구문서로 보관

다. 노선구상(도)의 작성

○ 진입할 수 있는 여러 지점을 현장 답사하여, 최적의 대안노선을 결정한다.

- 산림의 훼손을 최소화하고, 임업적 가치 및 노선의 효용성을 고려한 노선을 구상한다.



노선구상도의 예

2-5. 주요공사계획 설계

2-5-1. 토공계획

가. 과다 절취로 인한 사토 처리비용 최소화를 가장 우선적으로 고려하여 계획한다.

나. 산지횡단경사가 급한 곳은 절취하여 노체를 형성하고 사토는 작업장 및 대피소 설치장소로 이동한다.

다. 순성토 지역은 흙막이시설과 병행하여 성토 다짐을 실시한다.

2-5-2. 구조물의 계획

가. 조치목록

○ 배수계획

- 임도의 피해방지를 위하여 가장 중요한 시설물로 신속한 노면의 배수 및 횡단배수 구조물의 배수처리가 적절하도록 계획한다.

○ 노면포장계획

- 부득이하게 종단경사가 급한 곳에 노체의 토질, 유수 등을 감안하여 계획한다.

○ 기타계획

- 구조물용 재료, 노면포장용 재료의 공급계획을 수립한다.
- 생태·환경적 사항을 검토하여 반영한다.

나. 조치내용

○ 배수계획

- 교량·암거의 통수단면은 다음의 어느 하나의 방법으로 계산된 최대홍수 유출량의 2.0배 이상으로 설계·설치한다.

  → 최근 100년 빈도 확률강우량과 홍수도달시간을 이용하여 합리식으로 계산

  → 최근 5년간 극한호우에 의한 강우강도를 이용하여 합리식으로 계산

- 산림지역의 특수성을 감안하여 옆도랑의 유하수를 배수하기 위한 배수관 크기를 결정하며 필요시 BOX암거 및 물넘이포장, 교량의 설치를 검토한다.
- 절·성토사면 및 노선 종·횡단을 고려하여 배수관의 유입·유출부 구조물을 결정한다.

○ 노면포장계획

- 종단기울기 8% 이상일 때에는 콘크리트 포장시공을 원칙으로 하며, 연속적인 구간 및 일부 구간은 띄우도록 계획하고, 노면 유하수 처리를 위하여 포장 끝 지점 2m 전에 개거를 설치하는 것을 검토한다.
- 포장 폭의 3.0m, 두께 0.2m를 기준으로 곡선부에는 확폭을 적용한다.
- 콘크리트 포장 구간 이외에는 혼합석 부설 다짐 후 0.10m 내외가 되도록 계획하여 차량운행 및 유지관리에 유리하도록 계획한다.

○ 기타계획

- 구조물용 재료, 노면 포장용 재료의 공급계획을 수립하기 위하여 해당 지역에 위치하고 있는 하상골재, 석산골재 및 레미콘 등의 구입가능 유무, 운반조건 및 경제성 등을 고려하여 구입한다.
- 차량통행에 의한 활하중이 제한되는 곳, 흙막이, 기슭막이는 콘크리트 구조물로 계획하고, 활하중의 영향이 없는 곳은 구입에 의한 깬잡석이나 대용자재를 구입하여 설계한다.
- 구간내 습지, 유하수의 집수가 가능하고 동·식물 이동이 잦은 곳은 생태연못, 파충류 서식처 조성 등을 계획하여 친환경적이고 생태적인 부분을 고려하여 설계한다.

2-5-3. 사면녹화식재 계획

가. 임도 노체 개설에 따른 절·성토사면의 훼손을 최단시간 내에 피복시켜 토사유출을 방지하고 재해를 예방한다.

나. 조기에 사면을 안정시키기 위한 전제 조건으로 토사 안정각을 유지하고, 불가피하게 안정각의 유지가 곤란할 경우에는 기슭막이 등의 구조물을 사면의 하부에 설치한다.

다. 주요 조망점(마을, 도로, 주차장 등)으로부터 가시권에 있는 절·성토사면은 적극적으로 녹화계획을 수립하고 때에 따라서는 큰 묘목을 군식하여 차폐하는 방법도 강구하여야 한다.

3. 실시설계

3-1. 개념

가. 「산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률」 시행규칙 제5조에 의하여 「산림관리기반시설의 설계 및 시설기준」에 따라 임도 설계 도·서를 작성하는 것임

나. 기본설계에서 제시한 임도노선의 배치의 적정성을 검토하여 노선을 시공 또는 재배치하기 위하여 세부적으로 조사 · 측량하고 공사물량 및 공사비를 산출하며, 경제적이고 친환경적인 임도시공을 위해 작성한 임도 설계도 · 서를 말한다.

3-2. 실시설계의 절차

3-2-1. 실시설계의 발주

가. 임도설계비는 설계 결과 산출된 총사업비의 규모에 따라 정부의 "예산편성기준" 중 건설부문의 설계비 요율을 적용한다.

나. 위의 규정에서 설계비 요율은 설계의 난이도, 비교설계의 유무, 도면 · 자료작성의 복잡성, 제출 자료의 수량, 기타 현지여건을 참작하여 조정할 수 있으며, 엔지니어링사업대가의 기준(관계 중앙행정기관장의 고시)에 의한 추가업무비용을 예산의 범위 안에서 지급할 수 있다.

다. 관할구역 내 임도 설계용역의 전부 또는 일부를 일괄하여 발주하는 경우에는 발주사업비 전액을 대상으로 임도 설계비를 산정하여야 한다.

3-2-2. 실시설계의 방법

가. 임도의 실시설계는 임도를 설치하고자 하는 해의 전년도에 실시하는 것을 원칙으로 한다. 다만, 산림소유자의 동의가 지연되거나 기타 부득이한 경우에는 사업실행 당해년도에 실시설계를 할 수 있다.

나. 임도설계는 「산림관리기반시설의 설계 및 시설기준」 중 임도의 설계 및 시설기준에 의하되, 재해방지 및 경관유지를 위하여 다음의 사항을 감안하여 설계한다.

○ 노선의 종단기울기와 곡선반지름은 시설기준을 초과하지 않도록 특히 주의하여야 한다.

○ 계류를 횡단하는 구간에는 가능한 배수구가 막힐 우려가 없는 물넘이포장(세월교) 또는 교량 등으로 시공할 수 있도록 설계한다.

○ 배수관 유출부에는 원지반에 연결되는 물받이를 설치하여 유수가 분산되도록 설계한다.

○ 임도설치로 인하여 발생하는 나무뿌리 · 가지 등은 임지비배효과 및 상토면 토사유실 방지를 위하여 설계에 반영한다.

○ 임도노선은 과도한 산림훼손 방지 및 경관유지를 위하여 가급적 산복부 이하로 통과하도록 설계하고, 다만, 도로 및 기존임도간의 연결 등 불가피한 경우는 제외한다.

○ 임도 상부에 토석 · 유목이 흘러내려와 배수구 · 암거 등이 막힐 우려가 있는 지역은 골막이·소형사방댐 등의 사방구조물이 시공되도록 설계한다.

- 임도지장목(폐뿌리 포함)은 흙막이, 동 · 식물의 서식처 조성사업 등에 적극 이용한다.

3-2-3. 실시설계의 심사 및 납품

가. 발주청은 건당 공사비 규모가 2억원 이상인 임도사업(신설·구조개량·노폭확장·보수)의 실시설계를 검사하기 전에 다음과 같이 설계심사를 한다.

○ 시·군 또는 국유림관리소에서 발주하는 경우에는 발주청의 차상급 기관(시·도 또는 지방산림청을 말함)에 요청하여 심사하고, 대학교수 또는 1급 산림공학기술자 이상의 전문가를 참여시켜 설계심사를 하여야 한다.

○ 시·도(산림환경연구소 등 시 · 도의 산하기관을 포함함) 또는 지방산림청에서 발주하는 경우에는 발주청에서 심사하고, 대학교수 또는 1급 산림공학기술자 이상의 전문가를 참여시켜 설계심사를 하여야 한다.

나. 위의 규정에 의한 설계심사는 설계도 · 서에 의한 서면심사와 현장조사로 구분하여 시행한다.

다. 설계심사는 적용기준, 품의 산정, 노선의 적정성, 토공계획 등을 중점으로 실시하고, 현장조사는 생략할 수 있다.

라. 발주청은 설계심사가 완료된 후에는 설계심사 결과보고서를 작성 · 비치하여야 한다.

마. 설계서 납품은 설계도서 · 구조물의 위치가 포함된 수치지도와 그 밖의 계약담당관이 요구하는 각종 자료 및 성과품으로 한다.

바. 수치지도의 기준과 방법은 건설교통부 「수치지도 작성 작업규칙」을 준용하되 다음 각 호를 기준으로 1/5,000의 수치지형도 위에 제작(DXF 또는 Shape 파일) 한다.

○ 임도 노선은 임도 중앙선과 노면의 폭 및 절 · 성토면의 상단부와 하단부가 나타나도록 제작한다.

○ 구조물의 위치 · 종류 · 크기 등의 정보를 수치지도상에 문자 또는 숫자로 표시한다.

○ 수치지도는 임도노선, 절 · 성토면, 구조물의 위치, 문자 및 숫자의 정보는 각각 분리해서 제작한다.

○ 최종 납품하는 수치지도는 설계서의 정보, 시공 · 감리와 임도노선 등에 대한 정보가 표시된 메타데이터를 포함한다.

사. 임도를 시공하는 과정에서 설계변경이 이루어진 경우에는 수치지도에 변경된 부분을 반영하여야 한다.

3-3. 실시설계조사

3-3-1. 현장답사

가. 예비조사 결과를 토대로 현장에서 기술적 검토를 한다.

나. 현장답사를 통해 임도설치 예정지역의 지형 및 기타사항을 파악한다.



답사 전 예정노선 현지 확인 및 BP점 · EP점 선정 및 확인



주요 통과지 확인 및 표시

3-3-2. 예측

가. 간단한 기구로 측량하여 예측결과도를 작성한다.

나. 지형전반을 파악하여 기술적 · 경제적 효율이 높은 노선을 선정한다.



현지조사 모습

3-3-3. 실측

가. 예측결과를 토대로 설계서를 작성하기 위한 현지조사를 실시한다.

나. 여러 가지 여건에 따른 측량 방법은 후술한다.

3-3-4. 설계도 · 서 작성

가. 설계도 · 서는 「산림관리기반시설의 설계 및 시설기준」에 적합하게 작성한다.

○ 평면도 : 중심선 측량을 통해 취득한 측선을 바탕으로 노선의 평면선형, 주변의 지형, 지물, 지역 등의 위치 관계를 명시한다.

○ 종단도면: 평면선형의 측점과 종단 측량의 지반 높이를 기준으로 시공기면 선정조건 등을 충분히 감안하고 시공기면을 바탕으로 현지에 가장 적합한 종단물매를 설정하여 종단선형을 명시한다.

※ 시공기면 : 노반의 높이를 나타내는 기준면

○ 횡단면도 : 평면선형상의 측점을 기준으로 횡단측량의 성과에 따라 횡단 지반선을 표시하고, 종단면도 등에 나타난 절토고, 성토고 및 토질 조사에 의한 토질 구분에서 소정의 구조를 갖는 횡단선형 등을 명시한다.

○ 구조물도 : 법면 보호공, 배수 시설, 옹벽, 교량, 기초공, 터널, 기타 시설 등을 설계하는 경우에 작성하지만, 평면도, 횡단면도, 표준도, 기타 구조물도 등에서 구조물의 대부분이 표시되는 경우는 각각의 도면을 이용하여 부족한 구조를 보완하여 구조물도에 갈음할 수 있다.

3-4. 재해에 강한 설계방안

3-4-1. 재해에 강한 임도설계의 개념

가. 재해에 강한 임도설계에 대한 개념

○ 임도의 재해방지 정책방향 인지

○ 기후변화에 의한 기록적인 집중호우에 대응

○ 목재생산, 작업장 확보의 중요성

○ 임도재해 피해유형 분석과 대책

○ 임도취약지역 지정과 연계

3-4-2. 노선선정 기술의 확보

가. 사전조사

○ 노선선정을 위한 사전조사

- 1/5,000 수치지형도 활용
- 상위 계획인 임도망 및 경영계획의 숙지
- 임도 타당성평가 자료의 검토 및 분석
- 임도 개설자(산주, 경영자)의 목적 반영 및 이해
- 대안노선의 확보(이용측면, 시공측면, 경제성측면)
- 노선선정 인자 조사 및 분석
- 노선의 장단점 분석
- GIS 분석자료의 활용
- 경사, 사면향, 수계발달, 진입로, 배치위치 등을 현장답사 후 노선 확정

나. 현장답사

○ 노선선정을 위한 현장답사 시 다음 사항에 중점을 두어 조사를 하여야 함

- 실제 임상의 조사(노선배치)
- 진입로 확보
- BP, EP의 확정 및 좌표 취득
- 상하류의 수계상황 조사
- 실측 시 필요한 장비 확정
- 이해 당사자의 면담
- 사전 조사도면의 수정

다. 실측

○ 강우를 가상한 시뮬레이션한다.

○ 표토의 상태 좌 · 우 붕괴여부 조사한다.

○실측시 유의 사항

- 기준점의 설치

- B.P지점의 배수처리
- 배수관 규격 및 횡단경사에 따른 조견표
- 계획기울기를 계산한 측량조사
- 보조측점을 둔 계곡부의 조사

3-4-3. 상세 현장조사 기술

가. 농로 및 진입로의 측량

○ 농로의 진입로는 일반적으로 노폭이 부족하며, 절토량이 많다.

○ 사토운반 장소선정 및 보호 조치사항을 조사한다.

○ 계곡부에는 통수단면적의 영향이 없도록 기슭막이를 설치할 수 있다.

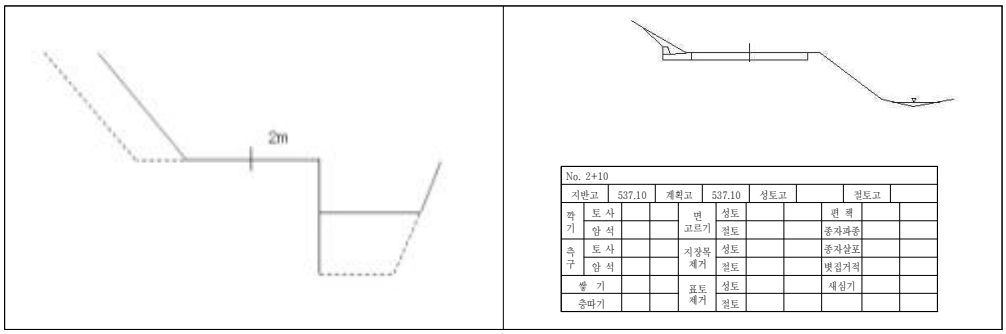
○ 가급적 계획고를 원지반에 맞추어 성토부를 최소화 한다.

○ 종단기울기를 3% 이상으로 조정하여 노체의 유수 배수를 원활하게 한다.

○ 절토부는 흙막이 시설을 설치하여 절토부 붕괴를 최소화한다.

○ B.P지점에는 반드시 노면, 옆도랑 유수를 처리하는 횡단 배수관을 설치한다.

○ 지반고와 계획고가 같은 것이 가장 이상적인 방안이다.



진입로의 이상적인 계획고와 사례 단면

나. 계곡부의 측량

○ 사전조사시 수계유역조사에 의한 유역도를 지참한다.

○ 곡선반지름이 확보되도록 진입과 진출의 중심점 선정에 유의한다.

○ 진입, 진출의 지반고를 높여 측점을 선정하고 가급적 절토되도록 계획고를 결정한다.

○ 계곡부는 양쪽에서 절토된 토량이 노선 상에 성토되도록 계획고를 결정한다.

○ 계곡부의 최종 계획선을 확정하는 절차가 필요하다.

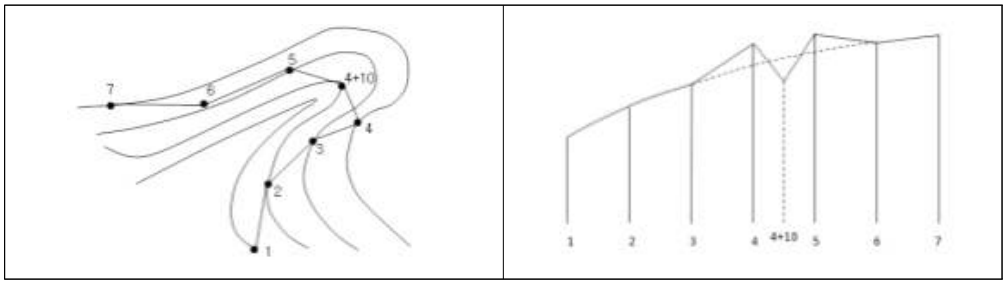
○ 관매설의 기울기 및 관보호공의 모양, 재료 길이 등을 결정한다.

○ 관보호공은 반드시 계획(유입, 유출)하고, 유입 · 유출구 모양은 현지여건을 감안하여 결정한다.

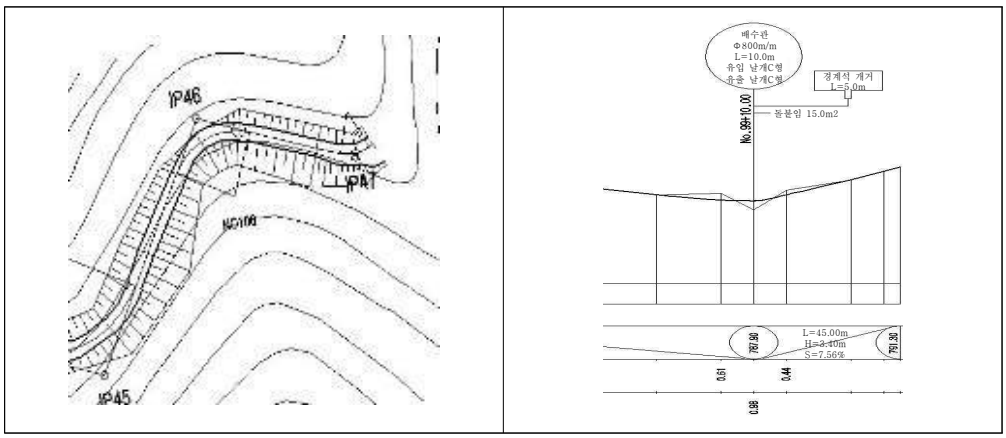
○ 임도사업비로만 계곡부 안정이 어려울 경우, 사방사업과 연계한 계획수립을 위한 개략조사를 실시한다.

○ 상류에는 산각을 고정하거나 토석류를 저지할 수 있는 골막이, 누구막이 공종을 반영한다.

○ 하류에는 유출구 관보호공의 안정을 위한 흙막이, 골막이, 바닥막이, 기슭막이, 낮은 바닥막이, 수제 등을 계획한다.



계곡부 순기울기 측량 표준선형, 표준 종단도



계곡부 종단 변형 실제측량 평면도, 종단도

다. 경사가 급한 지역의 측량

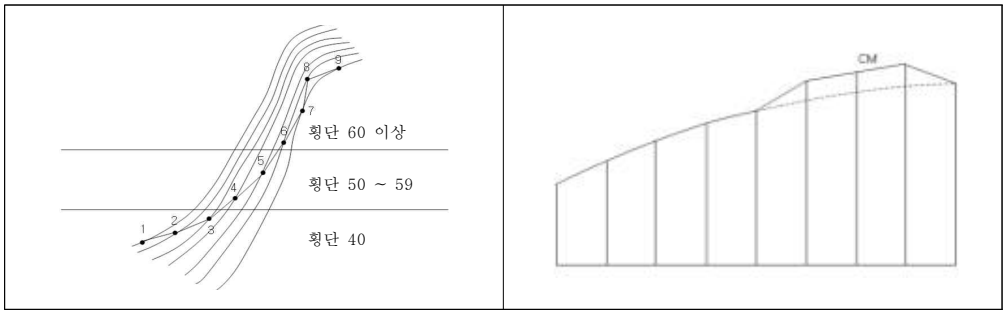
○ 횡단경사 60% 이상인 대상지는 잔토가 발생하므로 사토 처리계획을 수립한다.

○ 급경사지 대상지는 사전 답사조사를 통한 성토가 가능하고 사토를 처리할 지점을 선정한다.

○ 급경사지가 100m 이상이면 전량 사토처리하는 방안으로 계획하여 급경사지 진입, 진출부에 대단위 사토장을 개설하고, 피해가 발생하지 않도록 안정계획을 수립한다.

○ 한 측점 상향 측량 후 계획 종단기울기로 측량하고 급경사지가 끝나면 처음 상향 측량한 종단기울기만큼 하향 측량하여 급경사지가 절토가 되도록 한다.

○ 급경사지의 횡단기울기에 따른 절토 높이는 측량 전에 숙지하여 70% 일 때 1m, 80% 일 때 1.5m 등 현지에 적합하게 조견표를 지참하여 조사한다.



급경사지 측량 평면 및 종단도

라. 능선부 측량

○ 능선부 측량은 능선의 가장 낮은 지점을 절취하여 통과한다.

○ 산지의 횡단경사가 완만한 지점으로 통과한다.

○ 곡선반지름을 우선하여 통과하고 종단을 고려하여 절취한다.

○ 측량순서는 그림 3-13의 ①~⑦순으로 측량하고 진입과 진출 측점은 곡선설치를 감안하여 조사한다.

○ 능선부 작업장, 대피소, 차돌림 곳을 설치시 그림 3-14의 ④측점의 좌측에 확폭을 설치하여 양 옆도랑이 나오지 않게 한다.

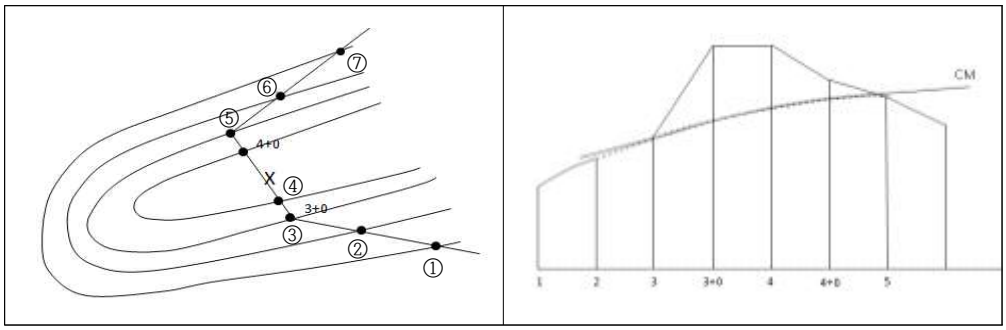
○ 능선부에는 종단기울기가 4% 이내로 하여 차량 운행시 안정성을 확보한다.

○ 능선부는 성토하지 않고 절토를 원칙으로 한다.

○ 임도 하부의 조망점에서 임도 조망시 경관성을 위해서는 양 옆도랑을 설치하여 잔벽을 둔다.

○ 능선부 절토량을 감안하여 진입, 진출지점의 완만한 횡단경사지를 찾아 절토된 토량을 이동토록 계획한다.

○ 절토부 사면의 길이가 길어지면 반드시 사면종수로 및 단끊기 등을 계획하고 사면하부에는 흙막이 공사를 한다.



능선부 측량 평면 및 종단도

마. 배수관 매설 측량

○ 배수관의 매설 높이의 결정시 관매설 유입구 날개벽 터파기 깊이를 감안한다.

○ 최대한 날개벽 구체 터파기 깊이를 적게하여 유입구의 훼손을 적게 한다.

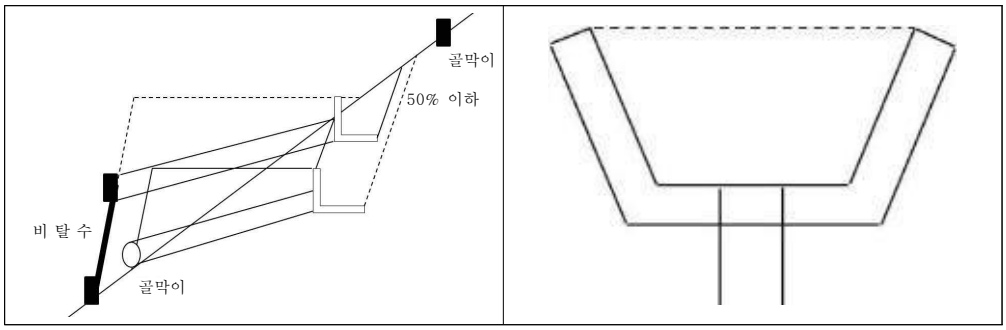
○ 배수관의 매설각도는 하류 피해를 좌우하므로 하류, 상류의 여건을 감안하여 각도를 결정한다.

○ 유입구 날개벽 및 유출구 관보호공 구체는 반드시 계획한다.

○ 유입구 상류의 상세조사를 통하여 계곡에는 안정공작물을 반드시 계획한다.

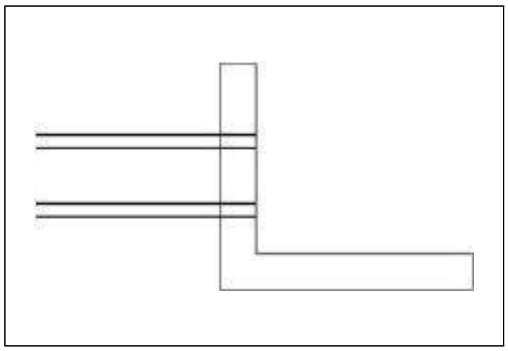
○ 유출구의 안정을 위한 하류 횡공작물(흙막이, 골막이, 바닥막이)을 계획한다.

○ 매설경사가 급하고 계곡부가 깊으면 성토 후 관을 매설하고, 유출부에는 수로를 성토사면 위로 콘크리트 및 돌을 이용하여 비탈수로(도수로)를 설치한다.



일반적 계곡부 관보호공

○ 부득이 관매설을 위한 터파기 깊이가 깊어질 경우 유입구 흙막이 및 옆도랑 흙막이를 설치한다.
○ 유입구는 콘크리트 및 돌 찰쌓기 등을 실시하여 수밀화한다.
○ 유출부는 현지 자재 등을 적극 이용하여 관보호공을 설치한다.
○ 유입구의 관보호공은 현지 여건을 감안하여 설치 모양을 선택한다.
○ 일반적인 계곡부의 유입구 모양은 V자형을 설치하여 옆도랑 및 계곡부 유수를 받도록 한다.
○ 계곡부가 없는 옆도랑 물을 받을 때 L자형을 설치한다.
○ 유출부 쪽 계곡부를 만나면 유수 흐름을 방해하지 않도록 I자형을 설치한다.
○ 상향, 하향의 변곡점엔 좌우 옆도랑 물을 받을 수 있도록 집수정을 설치한다.
○ 하류 관보호공 시설은 삭제하고 흙막이만 시설 시는 신중한 검토가 필요하다.
○ 유출은 흙막이 시설 시 감쇄공을 설치한다.
○ 유출 관보호공은 부득이한 경우를 제외하고 계획한다.
○ 유출 관보호공 생략시 높은 토압 및 되메우기 불량에 따른 관 파손이 우려된다.



유출구 주계곡 유수 흐름의 방해가 되지 않는 용도로 사용

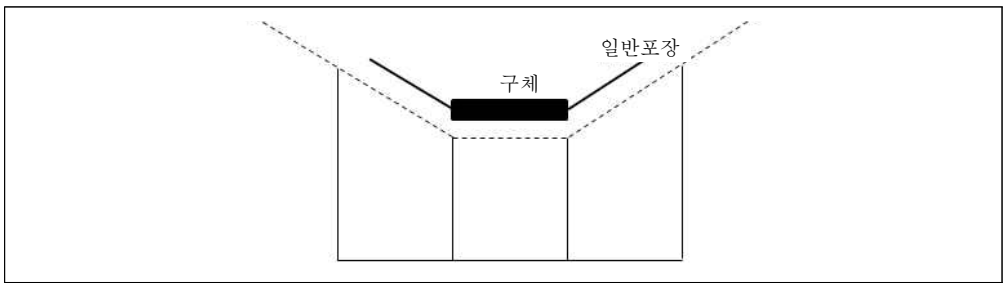
바. 물넘이포장, 세월교, 박스암거 매설 측량

○ 물넘이포장
- 물넘이포장은 그림과 같은 지반의 조건이 될 때 계획한다.
- 구체의 설치높이는 계곡부 경사를 감안하여 유입구의 터파기 훼손을 최소화한다.
- 계곡부의 통수단면적을 고려하여 좌 · 우 포장을 충분히 설치한다.
- 물넘이 구체는 홍수흔적법 및 지형을 감안하여 구체 길이를 결정한다.

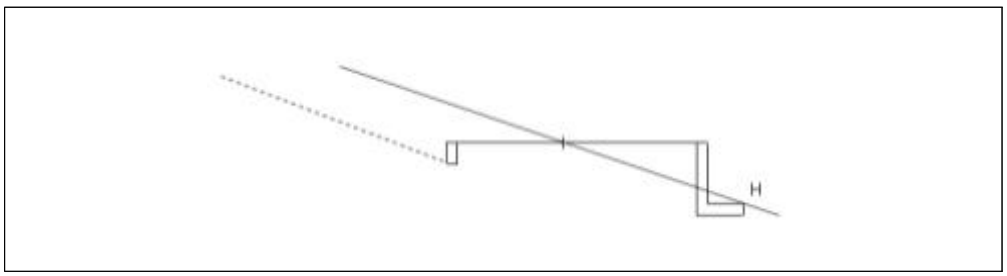
※ 홍수흔적법 : 최대홍수유량을 산정할 때, 계류의 홍수위 흔적을 검토하여 유량을 추정하는 방법으로 합리식의 보조적인 방법으로 이용한다.

- 차량통행에 지장이 없도록 완만하게 설치(앞 뒤바퀴 축간거리 이상)한다.
- 물넘이포장 계획단면은 종단곡선의 계획선과 일치되도록 적용한다.
- 겨울철 이동이 용이토록 보조 배수시설을 설치한다.
- 설치구간에는 종단기울기가 3~5% 이내로 설치하여 집중 호우시 노체훼손을 방지하도록 하고, 설치 계곡부 횡단경사는 30% 이내로 설치하고 이상일 때는 암거 배수관을 매설한다.

- 종단경사에 따라 H값을 조정하되 물받이(L)의 길이는 H값의 2배 이상, 두께는 최소 30 ㎝ 이상으로 적용하여 유출 토석에 대한 피해를 예방하도록 계획한다.



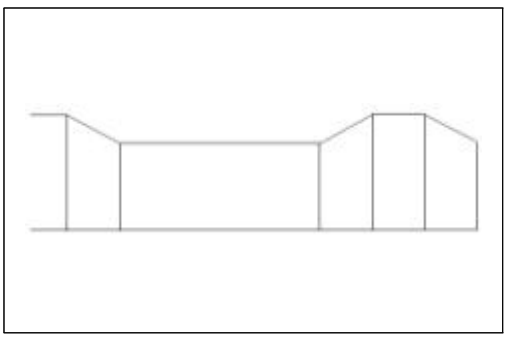
물넘이포장 단면 조사



물넘이포장 설치 횡단도

○ 세월교

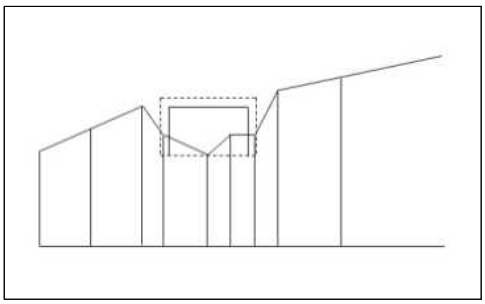
- 세월교는 임도 진입을 위한 하천 및 3차수 이상 계곡에서 설치하고 산간에서의 설치는 신중을 요한다.
- 계곡부 상시 유수를 감안하여 구체에 원형 배수관 설치를 검토한다.
- 계곡부 종단기울기가 3~5% 이내일 때 설치한다.
- 통수단면적을 감안하여 관을 매설하고 유목 및 토사에 의한 막힘에 대비하여 진입 및 진출부에 뚝을 설치한다.



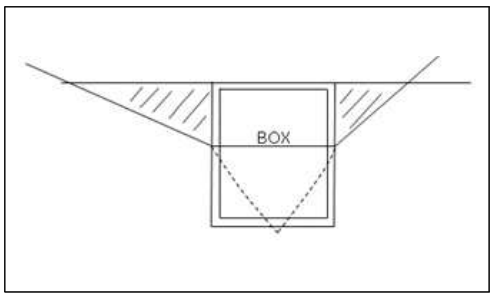
세월교 설치 종단도

○ BOX암거

- BOX암거의 설치는 가급적 수리계산에 의하여 배수관 Ø1,500㎜ 이상 적용유역에 설치하도록 한다.
- 협곡으로 계획기울기 조정이 어려운 장소, 자재의 수급이 용이하고 계곡부의 횡단경사가 40% 이내의 완만한 계곡부에 설치한다.
- 구체의 설치각도는 수평설치를 원칙으로 하고, 날개벽은 현지여건을 감안하여 각도 및 재료 등을 선택하여 설치한다.
- BOX암거 위 성토 및 하부 지반의 터파기를 최소화하여 상류의 피해를 최소화하도록 한다.



BOX암거 설치 종단도



BOX암거 설치 단면도

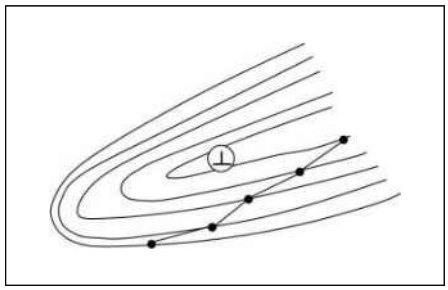
사. 분묘 및 계곡초입부 측량

○ 분묘 뒤를 지나지 말고 부득이 통과시는 성토, 절토 흙막이를 계획한다.

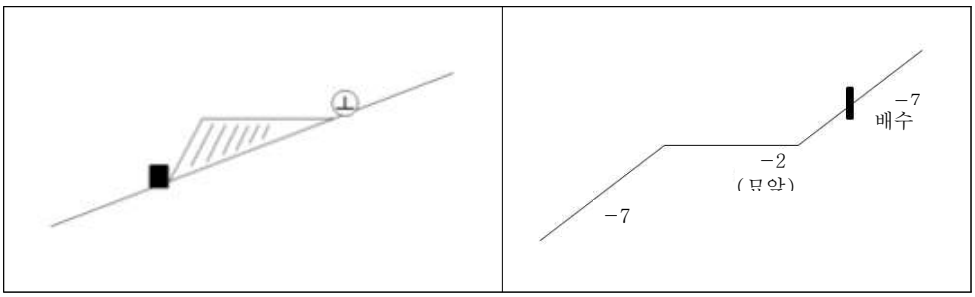
○ 분묘 앞의 절토를 최소화하고 영선 또는 성토로 통과하도록 한다.

○ 분묘 앞은 옆도랑의 유수를 최소화하도록 계획한다.

○ 분묘 통과시 진입과 진출부에서 종단기울기를 완화하여 통과한다.



분묘 통과 측량 평면



분묘 주변의 횡단 계획 및 구조물 배치도

○ 임도노선 초입부는 최대한 계곡부와 이격되도록 한다.

○ 계곡부에 성토부가 발생하지 않도록 계획고를 낮추고 사토처리를 한다.

○ 개거를 통한 노체보호에 주력한다.

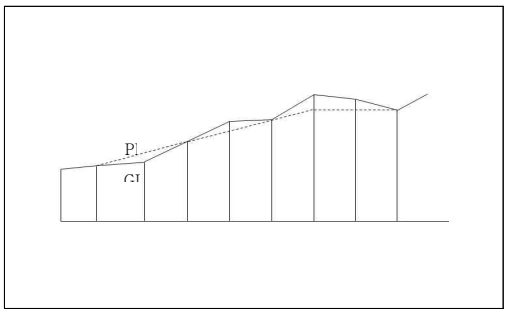
아. 기존 작업로, 농로, 보도의 측량

○ 기존 작업로와 농로는 배수계획이 체계적이지 못하여 재해에 취약하다.

○ 기존 노선을 과감히 버리고 노선을 계획하여야 함

○ 배수를 감안하여 수평기울기 구간을 없앰

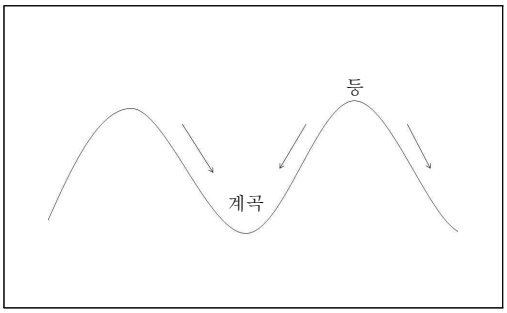
○ 기존 계곡부에는 반드시 배수공작물을 설치함



기존 작업도로의 지반과 계획고

○ 야장작성 방법

- 현장자재, 입목 현황의 기록
- 중심선에서의 좌 · 우 측점설치 금지
- 작업상세도의 작성
- 4%이상의 기울기 계획
- 헤어핀 곡선은 산지 횡단경사 40% 이하인 지역에 설치하고, 진입과 출구는 종단기울기를 10% 이내로 계획산지의 횡단경사가 급한 지역에는 노폭 최소화
- 산지경사가 60% 이상 지역에는 상, 하 완만지역을 찾아 중심선 계획(하 : 흙막이, 상 : 절토)
- 배수되는 물은 당초 수계로 흘려보내도록 계획
- 주요 수목(대경목, 가치있는 수목)의 보존 시는 횡단에 표시하고 보호공(돌쌓기) 설치
- 노선 계획 시 계곡부는 낮추고 산등부분은 올려 계획



노선의 계곡부와 산등부분 계획

3-5. 표준시방서의 작성

3-5-1. 일반시방서

가. 설계시 일반적인 공법에 대해서는 관계 규정과 국토해양부에서 제정한 시방서에 따라 설계하므로 건설공사표준시방서, 도로공사일반표준시방서, 콘크리트표준시방서, 도로표준시방서 및 기타 해당 시방서의 주요 조항을 발췌하여 표준시방서를 부록(p.372)에 제시하였다.

3-5-2. 특별시방서

가. 당해공사에 한하여 적용되는 특수공법, 현장관리, 품질관리기준 등에 관한 시방규정을 목적으로 작성하는 것으로 일반표준시방서의 적용조항이 없거나 미흡할 때 설계자의 설계 의도대로 공사업무관리, 시공관리, 품질관리가 될 수 있도록 하는 것으로 일반시방서에 우선하며 다음과 같은 사항들에 대하여 규정한다.

○ 제출서류

○ 현장요원 및 인부의 관리

○ 안전관리

○ 공사용 가설물

○ 공사용지 및 지장물의 처리

○ 지급자재 및 대여품의 관리

- 발주청으로부터 지급자재 및 대여품이 있을 경우에는 지급 또는 대여조건, 품명, 수량, 규격, 특성, 인도장소 및 시기 등을 표시

○ 자재의 검수

- 공사용 자재 중 중요 자재에 대하여는 감독원의 검사를 받아 사용해야 되므로 재료의

품명, 재료의 규격 및 검사방법 등을 기술

○ 시공검사

- 시공과정에서 감독원의 검사를 받는 공종 및 시기, 검사기준 등에 대하여 기준

○ 규격치의 관리

- 일반적인 시공조건에 대한 규격치나 품질관리기준은 일반시방서 등에 정하여져 있으나 현장여건에 따라 일반시방서에 준하기 어려울 경우에는 별도의 규격치나 기준을 정하여 기술

○ 공사현장 관리

- 안전관리, 재해예방, 위험물관리, 교통처리, 발생품의 정리 등 현장시공 과정에서 수시 발생하는 제반 사항, 관리상의 문제 등에 관하여 기술
- 골재원, 석산, 토취장, 사토장 등의 위치, 사용재료의 종류, 사용조건 및 뒷정리 등에 관하여 기술

○ 시방기준이나 품질관리기준의 적용을 제외하는 경우

- 특수한 시공조건으로 인한 경우나 사용수량이 소량이기 때문에 시방서의 적용이나 관리기준의 적용이 어려울 때에는 이에 대한 관리기준을 기술

○ 설계변경조건

- 설계당시 조사 불가능한 부분 및 추정 설계된 사항의 실제 시공결과에 맞춘 변경
- 골재원, 토취장 등의 변경
- 관급자재의 변경
- 배합설계의 변경
- 천재지변이나 이상기후에 따른 변경
- 발주자의 사정에 의하여 물량의 증감이나 고시가의 변경
- 기타 발주자가 필요가 있을 경우 등

○ 중기 및 동원인원 산출

- 공정계획표에 맞추어 공정물량과 일작업량을 기준으로 직종별, 월별동원인원 및 기종별, 규격별, 기간별 소요수치를 산출
- 공정표는 공사물량 및 작업가능 일수 등을 고려하여 작성하고, 일반적으로 막대그래프에 의한 방법이나 PERT/CPM법 등에 의하여 작성
- 계절별 작업가능 일수를 추정
- 기종별 일표준작업량 작성

Ⅳ. 토공사

1. 땅깎기(절토)

1-1. 시공일반

가. 부적합한 재료의 제거 및 처리를 포함한 소정의 공사한계 내에서 시방서 또는 설계도·서에서 표시된 선형구배 및 높이로 절토면 및 성토면을 마무리하여야 한다.

나. 시공자는 땅깎기에 있어서 비탈면이 붕괴되지 않도록 모든 필요한 조치를 취하여 작업을 시행하여야 한다. 만약 붕괴가 발생되었을 때는 시공자의 부담으로 붕괴된 흙을 제거하고, 필요한 경우에는 적합한 재료로 되메운 뒤, 당초 지반과 같은 밀도가 되도록 다져서 원상태로 복구하여야 한다.

다. 공사시행 중에는 항상 시공면, 노반, 절토 및 성토 비탈면의 표면배수를 적절한 방법으로 처리하여야 한다.

라. 땅깎기 시 성토에 부적합한 재료가 섞여있을 경우에는 이를 혼합되지 않도록 분리한다.

마. 시공자는 과다하게 땅깎기 하였을 경우, 여굴된 곳을 승인된 재료로 되메우고 이를 충분히 다져야 한다.

바. 우기 중에는 점토질 구간의 땅깎기를 시행해서는 안 되며, 강우로 인하여 시공기면의 유실을 피하기 위하여 시공기면보다 20㎝ 높은 선 이하의 부분에는 땅깎기를 실시하지 않도록 주의한다.

사. 땅깎기는 설계도에 의거하여 말끔히 시공하여야 하며, 땅깎기한 표면은 현장감독관의 지시 또는 설계도서에 명시된 마무리면을 초과해서는 안되며, 낙석의 위험을 방지하기 위하여 절취 비탈면의 이완된 전석 암괴는 모두 제거한다.

아. 땅깎기 시공 오차의 범위는 다음과 같다.

- ○ 토사 절취 비탈면 : ±10㎝
- ○ 연암 절취 비탈면 : ±20㎝
- ○ 보통암, 경암 절취 비탈면 : ±30㎝



1자 굴진(좌 : 0.2백호우) 및 굴진 후 전경

1-2. 측구(옆도랑) 터파기

가. 측구는 설계도서에 표시된 위치와 규격에 일치하도록 굴착하여야 하며, 단면 내에 나무 뿌리나 암의 돌출이 없어야 한다.

나. 측구는 노면과 비탈사면의 유수를 집중시킬 수 있도록 설치해야 한다.

다. 시공자는 준공검사 시까지 모든 측구의 기능이 완전히 발휘되도록 유지·관리할 책임이 있다.

라. 측구 터파기는 노체가 완성된 후 실시한다.



측구 터파기(암석)

1-3. 토취장

가. 토취장의 위치, 제거하여야 할 표토의 두께, 땅깎기에 적합한 재료 층의 두께, 사용할 재료의 종류 및 성토 현장까지의 평균운반거리 등이 기재된 사용승인 신청서를 공사감독에게 제출하여 승인을 얻은 후 시행하여야 한다.

나. 공자는 승인된 토취장이라도 지정된 범위를 벗어나서 땅깎기 하여서는 안 되며, 원지반의 종·횡단 측량을 실시하고 그 성과를 현장감독관에게 제출하여 검측을 받은 후에 땅깎기를 하여야 한다.

다. 토취장은 배수가 원활히 이루어지도록 배수시설을 하여야 하며, 주변지형과 조화를 이룰 수 있도록 균일한 단면과 기울기로 땅깎기를 하여야 한다. 땅깎기 작업이 완료되면 시공자는 정확한 수량 측량이 가능하도록 바닥과 비탈면을 다듬고 정리하여야 한다.

라. 시공자는 토사를 채취하기 전에 필요시 관계법령 또는 규정에 따라 소정의 절차를 밟아 처리하여야 하며, 토취장의 사용이 완료되면 토취장과 공사 중 점유했던 주변 시설까지도 깨끗이 정리하여야 한다.

마. 비탈면에서 깎기 높이가 높을 때에는 초기에 경사면을 계단식으로 평활하게 고른 후 시행하여야 한다.



기초 선형 굴진, 소형기계　　대절토면 소단 시공　　가도 개설 완료

가도개설 및 절취

2. 암깎기

2-1. 시공일반

가. 임도공사의 암깎기는 공법에 따라 파쇄원이 소음, 진동, 비석 등의 환경공해 및 민원발생의 원인이 되므로 환경공해를 저감시킬 수 있는 공법을 적용하고 시공 시 현장감독관의 승인을 받아 조정하여 시행할 수 있다.

나. 비탈면 또는 비탈어깨 부근의 느슨한 암과 나무뿌리, 뜬 흙덩어리 등을 완전히 제거하여야 한다.

다. 발파에 필요한 화약류의 종류, 사용량, 사용기간, 사용횟수, 발파방법, 방음, 주변여건 등에 대한 사전계획서를 제출토록 하고 현지와 타당여부를 검토한다.

라. 발파 후에 발생한 버럭(파쇄암)은 성토작업에 사용하는 등 가급적 이용하도록 하고 성토구역 도로 하단에 버려 산림훼손이 되지 않도록 지도한다.

마. 특히 비산에 의한 잔존 입목의 피해를 방지할 수 있는 조치를 취한다.

바. 천공 및 발파작업은 일정한 자격자가 시공하고 있는지 수시 확인하고 화약 및 뇌관의 보관상태도 수시 확인한다.

사. 발파 후 경사암반에 움직이는 돌은 모두 제거하여 안전관리에 유의한다.



암절취

2-2. 브레이커공법

가. 브레이커 파쇄공법은 시공범위와 장비의 규격, 사양 등 설계도·서에 따른다.

나. 브레이커에 의한 파쇄작업 시 발생하는 진동과 소음이 국내 관련 법규상 규제기준을 만족시킬 수 있도록 조치하여야 한다.

다. 브레이커 파쇄에 의해 암편이 비산되거나, 파쇄된 암석이 낙하하여 차량의 통행에 위험이 있으므로 안전보호시설 등을 설치한 후 파쇄작업을 실시한다.



암절취(양방향)



암절취(브레이커)

2-3. 발파

가. 발파작업은 발파책임자의 지휘 하에 시행하여야 함 발파책임자는 작업원의 대피 및 안전을 확인한 후에 발파하고, 필요시 방호대책을 강구하여야 한다.

나. 발파 후는 적당한 시간이 경과한 후 발파장소에 접근하여야 한다.

다. 불발된 잔류폭약의 유무는 필히 점검하여 필요한 조치를 강구하여야 한다.

라. 매 발파 시에는 발파진동속도에 대한 계측 및 기록이 가능한 측정계기를 설치하여야 한다.

마. 발파장소가 주거지 밀집지역이거나, 기존 구조물, 공공시설물, 도로 등과의 거리가 가까울 경우 비산에 대한 방호는 물론 기존 구조물 등에 대한 사전조사를 하여 방호조치를 수립하고 발파작업을 시행하여야 한다.

바. 발파로 인하여 인근의 기존 시설물 또는 주민들에게 진동 및 소음으로 인한 피해와 이로 인한 민원발생이 예상되는 경우에는 적절한 진동소음 감소공법을 검토하여 발주청의 승인을 얻은 후 시험발파를 통해 설계변경한다.

사. 발파기의 최대전류는 발파 뇌관수에 충분토록 하고 사전 점검을 하여야 한다.

아. 용수발생 구간의 발파에는 화약류에 대한 방수조치를 하고 누전으로 인해 불발이 되지 않도록 주의하여 시공하여야 한다.

자. 강우, 낙뢰의 위험이 있는 경우에는 전기 뇌관에 의한 작업을 중지하고 이미 설치된 장약은 즉시 발파하고 나머지 화약류는 관할 경찰관청의 보고 및 지시에 따라 화약취급소에 안전하게 입고시켜야 한다.




발파용 모래막이(좌), 화약저장고(우)




천공(우 : 암석)




발파 전

3. 잔토처리

3-1. 시공일반

가. 흙깎기 작업에서 발생한 재료 중 흙쌓기에 부적합하거나 유용하고 남은 재료는 설계도서에 따라 잔토 처리하여야 한다.

나. 지정된 잔토처리장의 위치를 변경코자 할 때에는 사토운반 시작 전에 발주청의 승인을 받아야 한다.

다. 잔토처리 작업 중이나 사토작업 완료 후에도 항상 작업장 내의 배수가 원활하게 이루어질 수 있도록 잘 정리하여야 한다.

라. 잔토처리작업이 완료된 구간의 비탈면은 잘 다듬고 적절한 보호공을 설치한다.

마. 잔토처리장의 토사 유출, 붕괴 등으로 인하여 주변산림이나 생활 및 주거시설에 피해가 발생하였을 경우 시공자의 부담으로 원상 복구하여야 한다.

3-2. 사토장

가. 토량이 많은 곳은 사토장에 사토처리 후, 굴진작업(일괄 굴진 후 일괄 시공하여 사후 사토처리는 지양)을 한다.

나. 운반사토가 많이 예정되는 곳은 대피소와 연계하여 처리한다.

다. 평면도 및 횡단도면 상 표시점에 운반처리한다.

라. 대규모 사토장은 계곡부로 활용하되 재해가 발생하지 않도록 사방공법을 적극적으로 도입한다.



사토운반(상차 중, 좌), 사토운반(하차 중, 우)

4. 흙쌓기(성토)

4-1. 시공일반

가. 흙쌓기 재료는 모두 땅깎기 및 승인된 토취장에서 공급하여야 한다.

나. 흙쌓기 구간에 대한 규준틀, 벌개제근, 표토제거, 구조물 및 지장물 철거 등이 완전히 이루어진 후에 흙쌓기 작업을 하여야 한다.

다. 경사지의 층따기에 있어 그 경사가 1:4보다 급한 경사를 가진 지반 위에 성토를 하는 경우에는 원지반 표면에 설계도·서와 현장감독관이 지시하는 층따기를 설치하여 성토와 원지반과의 밀착과 사면의 안정을 도모해야 한다.

라. 성토 재료로서 암석 등을 사용할 때 현장감독관의 승인을 받아야 하며, 이때 사용할 수 있는 돌의 크기는 직경 60㎝ 이하로 파쇄하여 사용하고 암석사이에 빈틈이 생기지 않도록 잔돌 부스러기 등의 재료로 채워서 안정을 도모한다.

마. 동결된 흙은 사용을 금지한다.

바. 종단방향의 성토와 절토의 접속부에는 원칙적으로 성토부 하부 노상저면의 깊이까지 지반을 굴착하고 깊이를 일정한 경사로 서서히 감소하여 절토부 노상에 접속시켜야 한다.

사. 쌓기 표면의 마무리

아. 쌓기 표면의 마무리는 높이의 허용 오차가 시공기면에 대하여 ±3~5㎝이내가 되도록 마무리하여야 하며, 쌓기 표면의 횡단 배수 기울기는 설계도에 지시된 값이 되게 하여야 하고, 표면에 전석 등이 노출되어 있는 경우에는 제거하고 가능한 균등하게 지지 조건을 갖도록 하여야 한다.

자. 흙쌓기의 유지

○ 시공자는 모든 흙쌓기 한 부분의 유지관리 및 안전에 대한 책임을 져야하며, 만약 부실한 곳은 시공자의 부담으로 이를 보완하여 안전성을 확보하여야 한다.

4-2. 층따기

가. 산지의 횡단기울기가 1:4보다 급한 기울기를 가진 지반 위에 흙쌓기를 하는 경우에는 원지반 표면에 층따기를 실시하여 흙쌓기부와 원지반의 밀착을 도모하고 지반의 변형과 활동을 방지하여야 한다.

나. 비탈면 위에 흙쌓기를 하는 경우에는 물이 흙쌓기부와 기초지반 사이를 침투하여 활동을 일으키는 것을 방지하기 위하여 배수층 또는 배수구를 설치한다.

다. 기초지반에 용수가 있는 경우 또는 시공 중 용수는 없으나 우기 시 용수발생이 예상되는 부위에는 원지반과 접한 흙쌓기 부분에 배수층을 설치하여야 한다.

라. 층따기는 설계도서에 명시되어 있는 높이와 폭으로 하고 현지 지형에 맞게 현장감독관과 협의하여 조정할 수 있다.

4-3. 성토시공 중의 배수

가. 시공 중 각 층의 표면은 경사 또는 횡단경사를 두어 물이 표면에 정체됨이 없이 유하할 수 있도록 배수 처리를 하여야 한다.

나. 성토 각 층에는 4% 이상의 횡단경사를 두고 작업종료 시 또는 작업을 중단하는 경우에는 표면을 평탄하게 마무리하고 다짐을 실시하여 배수가 잘 되도록 조치한다.

4-4. 흙운반

가. 흙운반이라 함은 땅깎기 한 흙을 그 원위치에서 설계도서에 정하여진 최종 위치로 이동시킴을 말한다.

나. 승인된 토공 계획에 일치되도록 시행하여야 하며, 현장감독관이 필요하다고 인정하는 경우에는 변경을 지시할 수 있으며 시공자는 이에 따라야 한다.

4-5. 다짐

가. 성토의 다짐에 있어서 특히 성토 전체가 균일한 다짐이 되도록 하여야 한다.

나. 성토의 노견부는 충분히 다져지도록 주의하여 시공하여야 한다.

다. 구조물의 인접한 곳에 쌓을 때에는 구조물에 손상을 주지 않고, 편압을 주지 않도록 충분히 다져 가며 쌓아야 한다.

라. 깎기 한 지반면이 연약하거나 너무 깊이 깎은 후 성토 시에는 다짐한다.

마. 경사지에서는 층따기를 실시하여 쌓기 한 흙이 원지반과 이완되지 않도록 한다.

바. 흙쌓기의 토사 중에 입목, 지조, 나무뿌리 등이 묻히지 않도록 한다.

사. 쌓기 한 면의 기울기가 설계기준에 적합하게 하고 수시 다짐을 한다.

아. 구조물에 충격 또는 손상을 줄 우려가 있는 높은 곳에서 토석을 투하하지 않도록 한다.

자. 성토사면이 길어질 때에는 비탈면 보호공이나 단설치 등의 조치를 한다.



법면 다짐기와 성토 법면 다짐

4-6. 비탈면 정지

4-6-1. 비탈면 지반 정리

가. 사면의 불안정한 요철부분(凹凸)으로 요철이 많아 불규칙한 경우가 많고 급한 비탈을 이루고 있어서 이와 같은 기복이 심한 비탈면을 일정한 경사도로 유지하도록 땅깎기를 하고, 깊은 곳을 되메우는 공사를 실시한다.

- ○ 산복 비탈면의 경사는 설계도서에 따라 시공해야 하며, 최대 경사가 횡단면도에 표시된 경사에서 ±2° 범위내로 시공하여야 한다.
- ○ 비탈면 정지공사는 산꼭대기부터 시작하여 산 아래로 진행한다.
- ○ 속도랑 공사를 할 경우는 비탈다듬기 공사를 하기 전에 시공한다.
- ○ 비탈면 정지작업 시 소단은 지정된 소단 폭보다 가능한 넓혀 시공한다.

4-6-2. 면고르기

가. 지반정리 시 기계화 시공된 절·성토 비탈면을 장비와 인력으로 면고르기 작업을 하여 기계화 시공 시 나타난 작은 요철부분을 일정하게 고르고, 객토 후 지피식생이 안전하게 피복되도록 공사를 실시한다.

- ○ 인력 면고르기 작업을 상단부 부터 시작하여 하단부 방향으로 진행한다.
- ○ 면고르기 작업으로 발생된 폐석 및 비교적 큰 돌덩이(최대 6㎝)와 간혹 이물질(지장목)이 나타났을 경우, 이를 제거하여 지피식생의 생육에 장애가 되지 않도록 한다.

4-7. 성토부 흙막이

4-7-1. 성토부 흙막이는 다음의 순서에 따라 시공한다.

가. 기존 지반에 층따기 실시 및 토공기계 작업공간 확보4-7-구조물 기초 시공 및 되메우기

나. 구조물 벽체, 뒷채움(소형다짐기계 사용) 시공 및 노체 부분시공(층다짐)

다. 노체 공사 완료


사토장 성토 전 층따기


성토사면 다짐


흙운반

층따기, 흙운반, 성토사면 다짐


유용토 운반


비탈면 다짐


층따기 다짐 후 노체 성토

유용토 운반, 노체, 비탈면 다짐

5. 구조물 토공

5-1. 시공일반

가. 구조물 기초터파기 작업은 설계도·서에서 지시한 폭과 기울기, 깊이에 적합하도록 터파기하고, 교량 및 옹벽기초, 배수암거 등 주요 구조물의 기초터파기가 현장감독관의 검측 없이 초과된 경우에는 기초 바닥 계획고까지 콘크리트로 되메우기를 하거나, 구조 검토 후 기초 근입 깊이를 조정하여 시공하여야 한다.

나. 다만, 측구, 집수정 등 지반 지지력에 크게 영향을 미치지 않는 구조물의 터파기인 경우에는 양질의 사질토로 기초 바닥 계획고까지 되메운 후 다짐을 하여 지지력을 확인한 후 시공한다.

다. 기초터파기가 완료되면 시공자는 현장감독관에게 그 결과를 통보하고, 터파기의 깊이, 기초 지반의 지층 특성, 기초터파기면의 정리 상태 등에 대하여 현장감독관의 검측을 받은 후에 기초공사를 실시한다.

5-2. 기초터파기 작업계획

가. 구조물 기초터파기의 완성면이 토사 또는 풍화암인 경우 시공자는 굴착바닥지반면의 교란이 최소화 되도록 하여야 하며, 굴착 후 현장감독관의 검측을 받은 즉시 버림 콘크리트를 타설하도록 사전준비 및 계획을 수립하여야 한다.

나. 시공자는 임도 흙깎기작업과 흙쌓기작업 및 배수공작업이 상호 유기적으로 진행되도록 계획을 세워야 한다.

다. 토공작업이 배수공작업 보다 앞질러 진행되어 축조된 노체가 수로의 흐름을 가로막는 제방구실을 하게 될 때에는 현장감독관은 시공자에게 배수를 위한 적절한 조치를 취하도록 지시할 수 있다.

라. 시공자는 구조물의 시공 중 터파기 토석이나 기타 어떠한 형태의 유실이나 피해도 시공자의 부담으로 복구하여야 한다.

5-3. 암반 기초터파기

가. 시공자는 설계도서에서 지정한 면까지 터파기하여야 하며 암반이나 단단한 기초재료의 느슨한 부분을 모두 제거하여야 한다.

나. 터파기한 표면이 1:4 이상의 비탈면일 경우에는 계단, 톱니형상 또는 요철처리 등의 방법으로 시공하여야 한다.

다. 기초터파기 작업 중 발파작업을 시행할 경우에는 주변 및 기초지반을 교란시키지 않는 방법으로 시공하여야 한다.

5-4. 토사 기초터파기

가. 토사기초 지반의 토질이 설계도서와 상이하거나 연약한 지반이 분포할 경우에는 기초형식의 적합성을 확인하여 현장감독관의 승인을 받아야 한다.

나. 토사기초 지반에서는 터파기 후 지하수와 주변 유입수를 차단하거나 또는 타부위로 유도배수하여 지반의 이완, 변형 및 연약화가 되지 않도록 조치하여야 한다.

5-5. 되메우기

가. 구조물 시공 완료 후에는 구조물을 제외한 기초터파기 부분을 원지반 표면까지 되메우고 펴 고르기를 하여 다짐하는 작업을 한다. 다만, 되메우기 부위가 도로에 위치하여 교통하중의 영향이 미치는 경우에는 뒤채움과 동등한 수준으로 다짐 시공하여야 한다.

나. 시공자는 구조물의 인접부위에 되메우기를 한 후 다짐이 필요한 경우에는 구조물에 손상이 되지 않도록 장비 및 시공방법을 결정하고 구조물 주위를 다짐하여야 한다.

5-6. 뒤채움

가. 시공자는 구조물의 시공 완료 후 구조물의 기초 저면부터 노상 저면까지의 뒤채움 작업을 하여야 한다.

나. 뒤채움은 소형 다짐장비를 사용하여 다짐하여야 한다.

다. 뒤채움과 접하는 흙쌓기 또는 흙깎기의 비탈면은 톱날형 또는 계단식 층따기를 하여야 하며, 느슨한 부분은 시공 전에 제거하여야 한다.

라. 배수암거 및 라멘 교량의 뒤채움은 양측을 동시에 뒤채움 하여야 한다, 다만, 현장 여건상 부득이한 경우에는 현장감독관의 승인을 받아야 한다.

마. 콘크리트가 충분히 양생되지 않은 상태에서 부득이 뒤채움을 실시하는 경우에는 진동이나 충격에 의한 구조물 균열 또는 손상이 발생하지 않도록 콘크리트 설계기준강도의 80% 이상이 확보된 후 또는 14일 이상 양생 후 현장감독관의 승인을 받고 뒤채움작업을 실시하여야 한다. 또한 한쪽 부위가 반대쪽보다 높게 뒤채움하는 콘크리트 구조물의 경우나, 석축 구조물을 뒤채움하는 경우에도 동일하게 적용한다.

바. 구조물보다 흙쌓기를 선 시공하는 곳은 대형장비의 작업이 가능하도록 구조물 부위 전후 10m 이상 구간의 흙쌓기를 유보하고 뒤채움 시공 시 병행 흙쌓기를 실시한다.

사. 구조물 뒤채움부는 타 공종보다 조기에 시공함으로써 작업용 차량통행 및 자연다짐을 유도하여 잔류침하를 최소화할 수 있도록 작업계획을 수립하여야 한다.

아. 계곡부 수로 암거의 기초 또는 뒤채움 부위의 전석은 제거하고, 승인된 뒤채움 재료로 치환 후 다짐을 시행하여 복류수에 의한 토립자의 유실을 예방하여야 한다. 또한, 유입수에 대한 배수대책을 강구하여야 한다.


석축 기초터파기


석축 막자갈 뒷채움


뒤채움돌 현자 채집

구조물 터파기, 뒷채움 등





옹벽터파기(좌) 및 되메우기(우)

Ⅴ. 비탈면 보호 및 안정공사

1. 비탈면 녹화공사

1-1. 시공일반

1-1-1. 비탈면 녹화공사는 원칙적으로 안정한 기울기로 시공한 비탈면에 실시하며, 녹화공사로 인하여 비탈면 안정성이 저해되지 않아야 한다.

1-1-2. 비탈면 녹화공법은 설계도서에 의한 토질 및 토양·지역·기상·비탈면 기울기와 높이, 재료의 품질, 종자 등을 비탈면 녹화공법의 기준에 맞게 정하고, 현장감독관의 승인을 득한 후 공사 시행이 되도록 하여야 한다.

1-1-3. 비탈면 표면에서 온도나 습도 변화가 최소가 되도록 한다.

1-1-4. 비탈면 녹화목표 설정

가. 초류종자의 도입으로 근계의 긴박력을 이용하여 비탈면의 침식과 세굴을 방지하고 비탈면의 안정과 보호를 도모하여 지속 가능한 산림생태계를 이루도록 한다.

나. 주변생태계와 조화되어 자연적 천이가 용이하게 이루어지도록 유도한다.

다. 주변의 토지이용과 산림구조, 비탈면의 토질, 기울기, 주향 등을 고려하여 초목류를 도입한다.

※ 주향 : 지층의 구조면과 수평면이 이루는 방향

1-1-5. 녹화계획의 수립

가. 비탈면은 표면침식이 쉽게 일어나므로 표토를 고정할 수 있는 비탈덮기와 근계의 토양 긴박력이 우수하고 자연천이가 쉽게 유도될 수 있는 외떡잎 초류종자를 우선적으로 조성하여 식생정착의 기본이 되는 표토고정을 이루도록 하여야 한다.

나. 비탈면녹화는 사면의 피복과 초본류를 중심으로 계획하고 수목류는 특별한 목적이 없는 한 자연 식생침입에 의하여 주변 산림생태계와 조화를 이루도록 계획을 수립한다.

1-1-6. 비탈면의 생육기반안정

가. 비탈면의 토질, 토양, 기울기 등이 녹화의 목표가 달성될 수 있도록 도입식물종의 생육기반을 안정시키거나 개량하여야 한다.

나. 표면유수 또는 용수에 의하여 비탈면이 세굴되거나 붕괴될 우려가 있는 곳은 적절한 배수공을 도입하여 배수가 용이하도록 계획하여야 한다.

1-1-7. 초류종자 품질

가. 채종년도 : 최소 2년 이내에 채취된 종자, 또는 전년도 채취된 국내산 종자를 원칙으로 한다.

나. 발 아 율 : 65% 이상(50%까지 가능하나, 발아율에 따라 파종량을 늘려 사용할 수 있다)

다. 순 량 율 : 95% 이상

라. 색　　채 : 종자 고유의 색깔 및 광택을 지녀야 한다.

마. 종자검사 : 종자를 현장감독관이 무작위로 추출하여 공인 연구기관(예 : 산림과학원, 산림환경연구소 등)에 종자 감정을 의뢰 후 검사 요구기준에 합격한 것이어야 한다.

1-1-8. 자재의 보관

가. 종자, 비료 등은 건조하고 서늘한 곳에 보관하여야 하며, 비탈면 보조자재와 보호철물류 및 기타 식생자재는 통풍이 잘되고 비나 눈을 피할 수 있는 곳에 자재별로 구분하여 보관하여야 한다. 특히 종자의 경우는 유통과정에서 습기에 의한 변질이 일어나 발아율이 떨어지는 경우가 있으므로 품질관리에 철저를 기하여야 한다.

1-1-9. 도입식물의 선정

가. 도입식물의 선정은 식물의 생육특성과 비탈면 녹화의 목표, 토질과 기울기 등 입지 조건을 고려하여 결정하고, 척박지에 잘 자라며 발아가 빠르고 뿌리 발달이 좋은 것으로 종자의 대량 구매가 용이하여야 한다.

나. 공법별 적용식물은 녹화복원 목표에 적합하여야 하며, 되도록 외래종자를 피하고 재래종자 또는 토착화가 진행된 외래종자를 사용하고, 부득이한 경우에는 외래종자와 재래종자를 적정비율로 혼합하되 서로 경합하거나 피압되지 않는 종자배합으로 한다.

다. 초본류의 도입시에 특별한 목적이 없는 경우에는 외떡잎 초본류의 종자를 도입하여야 하며, 식물군락을 파종으로 조성하고자 하는 경우 외래종자와 재래 목·초본 종자의 파종량은 복원녹화지역과 복원목표에 따라 달리 정하되, 시공자가 제출한 종자 배합계획서에 따라 조정하도록 한다.

1-1-10. 시공적기 및 부적기

가. 일평균 기온이 10～25℃ 일 때 가급적 사면녹화공사를 실시한다.

나. 25℃ 이상일 때에는 고온과 건조로 인한 피해를 예방할 수 있는 대책을 마련하여 시공한다.

다. 10℃ 이하에서는 동상에 의한 건조의 위험과 붕락 등을 일으키기 쉬우므로 동절기의 시공은 피하여야 한다.

라. 떼붙이기 공사의 시공시기는 동절기(12～2월)를 제외하고 연중 가능하며, 3～4월 및 10～11월이 적기이다. 씨앗파종은 봄철(3～5월)이 적기이나 6～9월까지는 가능하다.

1-2. 생육기반 조성

1-2-1. 비탈다듬기

가. 개요

○ 비탈다듬기는 불규칙한 사면 또는 사면의 불안정한 토석층을 완화하여 안정된 비탈면을 조성할 목적으로 시공하는데 기울기가 심한 비탈면을 일정한 기울기로 유지하도록

땅깎기를 하며 깊은 곳은 메우는 공사를 말한다. 일반적으로 비탈다듬기 기울기는 안정기울기를 한계점으로 하는 것이 안전하다.

나. 시공장소

○ 기복이 심한 산복비탈 또는 땅깎기·흙쌓기비탈면(절·성토사면), 암반절개사면

다. 시공요령

○ 사면기울기는 대상지의 종 단면도에 의하여 결정하되 지질, 기울기, 주변의 지형과 공법 등에 따라 조화되도록 결정한다.

○ 사면기울기가 급한 지역은 선떼붙이기 및 산비탈 돌쌓기 등으로 조정한다.

○ 비탈다듬기는 산꼭대기부터 시작하여 산아래로 진행하며 부토가 많은 지역은 속도랑공사 및 땅속흙막이 공사를 시공 후 비탈다듬기를 하는 것이 효과적이다.

○ 비탈다듬기 공사 후에는, 뜬 흙이 비탈에 안착할 때까지 일정기간은 비바람에 노출되어야 하며, 그 후에 다른 공종을 시공한다.

○ 비탈다듬기 공사에 의해서 잡목이나 그루터기가 매몰되는 경우에는 비탈다듬기 공사 전에 이것을 미리 정리하여 매몰되지 않도록 시공한다.

○ 기계에 의한 비탈다듬기 공사는 토사의 절취량이 많고, 지형적으로도 기계에 의한 시공이 가능한 경우에 채용한다.



비탈다듬기 전경

1-2-2. 단끊기

가. 개요

○ 비탈다듬기 공사를 실시한 사면에 수평단을 끊고 초본 및 목본류를 파식하여 훼손된 나지에 식생을 조성하려는 기초공사이다.

○ 산복사면 길이를 줄이고 수평면이 유지되게 함으로서 사면에 유하되는 토사를 저지하고 유수를 분산시켜 침식을 방지하는 동시에 식생조성에 필요한 기반조성을 위한 것으로 선떼붙이기나 조공, 흙막이 및 파종공 등과 병행하여 실시하는 공종을 말한다.

나. 시공장소

○ 비탈다듬기 공사가 끝난 비탈사면을 대상으로 실시한다.

다. 시공요령

○ 단끊기는 상부로부터 하부로 향하여 시공하며 단상에는 될 수 있는 한 원래의 표토를 존치하도록 한다.

○ 단끊기는 수평으로 실시하며 단폭(계단나비)은 일반적으로 50~70㎝으로 하지만 비탈면의 기울기가 급할 때에는 계단폭을 좁게 하여 상하 계단간의 비탈면 기울기를 완만하게 한다.

○ 단끊기에 의하여 생산되는 토사의 처리는 시공경비와 관계되므로 절취토사의 이동은 최소화 한다.



단끊기 시공 전(좌), 시공 중(중, 우) 사례

1-2-3. 비탈면 배수공사

가. 개요

○ 비탈면의 유수에 의한 사면침식을 방지하지 위하여 실시하는 배수시설 설치공사이다.

나. 시공장소

○ 표면수 또는 용수에 의하여 비탈면이 세굴되어 유출되거나 붕괴의 우려가 있는 곳을 대상으로 실시한다.

다. 시공요령

○ 비탈면어깨배수구, 소단배수구, 종배수구, 비탈면배수구, 암거 유공관 등의 배수시설을 설계도서에 따라 설치한다.

○ 소단부는 암반비탈면이라도 생육기반재가 침식되지 않도록 횡단기울기를 두거나 배수구를 설치하여 어떤 경우에라도 소단에 물이 고이지 않도록 한다.

○ 습한 상태의 비탈면은 생육기반이 항상 흡수 포화되어 식물생육이 곤란하므로 종·횡단 배수구 등을 설치하여 집수 처리한다.



비탈면 배수 전경



절토면 떼수로 준비터파기(좌) 및 떼수로공(우)

1-3. 씨뿌리기(줄파종)

1-3-1. 개요

가. 초본류와 목본류의 종자를 산복비탈면과 계단상에 직접 파종하는 방법으로 씨뿌리는 방법에 따라서 줄(씨)뿌리기, 흩어(씨)뿌리기, 점(씨)뿌리기 공법이 있다.

나. 사면피복용 초목류의 구비조건은 건조에 강하며 척박 임지에 내구력이 강하고 생장이 왕성하며 맹아력이 강하고 한해(寒害), 병충해, 한해(旱害), 온도의 변화 등 위해에 저항력이 강하여야 하고, 국산초목류를 원칙으로 사용한다.

다. 목본류 : 리기다소나무, 해송, 낙엽송, 산오리나무, 사방오리나무(남부지방), 물갬나무, 상수리나무, 굴참나무, 졸참나무, 갈참나무, 떡갈나무, 버드나무, 아까시나무, 싸리 등

라. 초본류 : 새, 개솔새, 솔새, 안고초, 김의털, 산거울, 비수리, 매듭풀, 차풀, 대사초 등

마. 새류

○ 초기생육은 느리나 다년초로 뿌리가 많고 강해 토양침식방지에 효과가 크며, 건조한 토양에 우수하다.

바. 비수리

○ 척박지 사질토에 적합하며, 뿌리가 땅 깊이 들어가 토양을 안정시키므로 토심이 깊은 곳에서 생육이 양호하고 발아와 초기생육이 빠르고 토양을 비옥하게 만든다.

사. 안고초

○ 건조하고 척박한 토양에 잘 적응하며, 경사지 급속녹화에 이용가능하다.

아. 톨 페스큐(Tall Fescue)

○ 강한 내서성과 내한성, 내건성, 내음성을 가지며, 척박한 토양에 이용가능하다.

자. 위핑 러브그라스(Weeping Lovegrass)

○ 발아가 빠르고 생육이 강하며, 내서성 · 내한성 강하여 암반이 많은 절개지나 마사토의 침식방지용으로 이용가능하고, 저습지에서는 생육이 불량한 편이다.

차. 페레니얼 라이그라스(Perennial Ryegrass)

○ 발아와 초기생육이 빠르고 답압에 강하며, 내한성은 비교적 강한 편이나 내서성이 약해 주로 다른 한지형잔디와 혼합해 토양침식이 우려되는 법면에 시공한다.

카. 왕김의털 : 크리핑 레드 페스큐(Creeping Red Fescue)

○ 내한성 · 토양적응성 양호하며, 건조하고 음지인 곳에서 생육이 양호하다.

타. 산조아재비 : 티모시(Timothy)

○ 내한성이 강하고 내서성이 약하여 토양침식방지용으로 냉해와 습해가 예상되는 지역의 녹화에 이용가능하다.

1-3-2. 시공장소

가. 붕괴비탈이나 절·성토비탈, 훼손지비탈 중에서 비교적 기울기가 완만하고 토양조건이 좋은 곳이나 계단상에 시공한다. 강우에 의하여 종자의 유실이 적고 발아조건이 좋은 곳을 대상으로 실시한다.

1-3-3. 시공요령

가. 비탈면에 직고 30~50㎝ 마다 10㎝ 정도의 파종구(깊이 2~3㎝)를 조성하고 그 구덩이에 시비와 객토를 하고 그 위에 파종하거나 비옥한 토양과 비료, 종자 등을 혼합하여 종비토(種肥土)를 만든 후 1,000m당 330 l 씩 넣어준다.

나. 지효성 비료보다는 속효성 비료인 요소, 황산, 중과린산 석회 등이 좋다.

다. 파종후 잘 밟아주고 다시 약간의 흙으로 덮어 준다.

라. 남쪽사면에서는 기존에 파종하였던 오리새, 능수참새그령 등의 외래종 외에 싸리, 비수리, 족제비싸리, 자귀나무 등의 콩과식물과 산거울, 맑은대쑥, 마타리, 참억새 등의 다년초와 소나무가 적합하다.

마. 북쪽사면의 경우, 시공초기에 파종한 호밀풀, 오리새, 능수참새그령 외에 싸리, 비수리, 족제비싸리 등의 콩과식물과 산거울, 왕고들빼기, 마타리, 이고들빼기, 제비꽃, 맑은대쑥 등의 다년초 및 사위질빵, 산초나무, 붉나무, 산딸기, 진달래, 병꽃나무 등의 관목류와 소나무가 적합하다.

바. 절토사면

○ 절토사면에서 목본류는 산딸기, 붉나무, 싸리, 호랑버들, 물오리나무, 소나무가 활착율이 우수하고, 산딸기(열매)와 붉나무(단풍)는 경관적 가치가 높으며, 초본류는 고들빼기, 큰기름새, 큰까치수영이 모든 절토사면에서 활착이 양호하다.

사. 계절별 식생

○ 봄에는 세잎양지꽃, 고깔제비꽃, 여름에는 큰까치수영, 닭의장풀, 돌콩, 미꾸리낚시, 달맞이꽃, 가을에는 넓은잎외잎쑥, 물봉선이 개화하면서 활착이 용이하다.

아. 종비토(種肥土) 만들기

○ 산지 비탈면의 파종에 사용하는 흙은 전답에서 채취하면 무용잡초와 협잡물이 혼합되어 있으므로 산록부에 퇴적된 부식토(腐植土)나 밀린 흙을 채취하여 체로 처서 제조하고, 종비토는 ha당 3,000 l (ha당 씨뿌리기 9,000m 기준)를 기준으로 비료와 종자 등을 혼합 파종한다(표 7-1).

비료와 종자의 혼합비율

구 분	ha당 소요량	3m당	비고
부식토	3,000L	1L	30섬(가마니)
비 료	263kg	88g	요소 : 36kg, 인산 : 227.7kg
종 자	18kg	6g	외떡잎 초류종자
초목회	360kg	120g	18섬(가마니)



씨뿌리기 전경



성토면 줄파종(좌) 및 절토면 줄파종(좌)

1-4. 초류종자 살포(Seed spray)

1-4-1. 개요

가. 참싸리, 비수리, 안고초, 억새 등 국산초목류 위주로 살포하되 부득이한 경우 외산과 국산 초본류와 목본류 종자를 혼합하여 임도 비탈면에 살포한다.

1-4-2. 시공장소

가. 임도의 절·성토 사면를 대상으로 실시한다.

1-4-3. 시공요령

가. 피복 양생제는 식물성 섬유질로서 침식 양생제와 한다. 토양을 결집시켜 유실을 방지하는 피막을 형성하여 종자의 피복, 보습, 보비 및 보온하며, 식물 생육 후 유기질 비료로 이용되는 재료를 사용한다.

나. 침식방지 안정제는 화이버(fiber)를 토양과 결집시켜 피복을 형성하는 접착제를 사용한다.

다. 착색제는 염기성 색소로 균일한 살포를 도모하고 햇볕을 흡수하여 기온을 높이고 살균 효과가 있어야 한다.

라. 사용 비료는 발아 시 초기 생육을 왕성하게 하기 위한 무기질 비료와 착근이 완료되어 완전한 토양 결집을 이룰 때까지 서서히 흡수되는 무기질 비료를 사용한다.

마. 법면의 요철부 및 우수에 의한 유로를 평탄하게 고른다.

바. 교반기에 물, 종자, 화이바 순으로 투입하여 10분 이상 교반하고, 물은 식물의 생육에 유해한 기름, 염, 알카리 등에 오염되지 않고 불순물이 없는 신선한 자연수를 사용하여야 한다.

사. 사용 장비는 살포하는 동안 균일한 농도를 유지할 수 있는 믹싱 엔진을 갖추고 고압분사를 위한 허용 압력을 얻을 수 있어야 한다.

아. 종자는 지형에 따라 상·하, 좌·우로 고르게 살포할 수 있는 숙련공이 시행하여야 한다.

자. 혼합된 재료는 즉시 살포하고, 5시간 경과 시 종자는 추가 혼합하여야 한다.



초류종자살포 전경

차. 파종 후 1개월 이내에 발아되지 않거나 전면에 고르게 발아되지 않은 경우에는 현장감독관이 정하는 기간 내에 동일 종자로 재파종하여야 한다.

카. 보호 및 관리

○ 종자 발아 후 일정 기간 동안은 완전하게 종자 유묘가 원활히 생육할 수 있도록 보호하며 강우로 표토가 유실되었을 때에는 노출된 뿌리를 보호하고 생장 촉진을 위해 복토를 하고 적당히 답압하여야 한다.

1-5. 새심기

1-5-1. 개요

가. 새심기에 쓰이는 새류는 새, 솔새, 개솔새, 억새, 기름새 등이며, 선주의 본수는 일반적으로 3~5본을 한주로 심는다. 주로 봄철에 마른주는 자르고 근계부분만 이식하거나 생장기에는 지상부와 지하근계를 모두 이식한다.

1-5-2. 시공장소

가. 수로공 주변과 마사토 지역에 주로 시공한다. 즉, 땅의 힘이 없고 토사가 안정되지 않는 곳에 토사(부토지)의 흘러내림을 방지하는 지역에 적용한다.

1-5-3. 시공요령

가. 새심기는 점심기(1㎡당 10주), 줄심기(1m당 10주), 흩어심기가 있으며, 시공지 조건에 따라 적당한 공법을 적용한다.

나. 비탈면에 소정의 간격으로 심고 그 위에 양질의 흙을 덮어 잘 다져야 한다.

다. 충분한 시비로서 활착 및 생육을 도모한다.



새심기

1-6. 선떼공(선떼붙이기)

1-6-1. 개요

가. 비탈다듬기에서 생산된 부토를 고정하고 식생을 조성하기 위한 파식상을 설치하는데 필요한 기본 공작물로서 산복비탈면에 계단을 끊고 계단전면에 떼를 쌓거나 붙인 후 그 뒤쪽에 흙으로 채우고 수초(樹草)를 파식한다.

나. 이 공법은 수평계단에 의해서 지표유하수를 분산하여 침식방지와 수토보전을 도모하기 위하여 계획 시공하는 비탈녹화공종으로 떼 붙이기의 사용매수에 따라 1～9급으로 구분하며, 기초에 돌을 쌓아 보강하는 공법을 밑돌선떼붙이기라 한다.

1-6-2. 시공장소

가. 기울기가 비교적 급하고 지질이 단단한 비탈면을 대상으로 실시한다.

1-6-3. 시공요령

가. 직고 1~2m 간격으로 단(계단)을 끊는데 계단폭은 50~70㎝, 발디딤은 10~20㎝, 천단폭(마루나비)은 40㎝를 기준으로 하며 떼붙이기 기울기는 1:0.2~0.3으로 한다. 단끊기는 등고선 방향으로 실시하고 산 상부에서 시작하여 하부로 내려오면서 한계단씩 차례로 끊어 내린다.

나. 부토가 깊은 지역은 산비탈돌쌓기를 실시한 후 선떼붙이기를 시공한다.

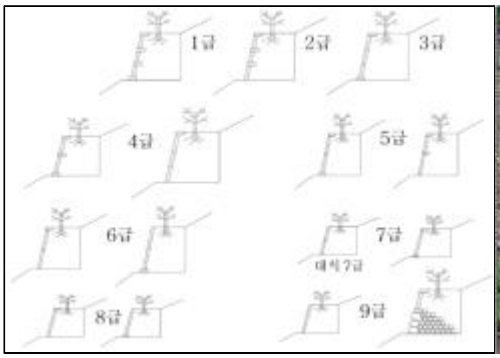
다. 급경사 지역에서 선떼의 밑부분의 붕괴를 방지하고 작업 시 인부들이 밟고서서 작업할 수 있으며, 선떼의 밑부분과 밑떼의 활착을 조장하기 위하여 바닥떼 앞면부분에 발디딤을 설치한다. 발디딤은 가급적 견지반에 설치한다.

라. 선떼붙이기 시공 시 기술적으로 가장 중요한 일은 떼를 붙이는 일로 선떼, 갓떼, 받침떼 등과 잘 밀착되어야 하며 마루는 항상 수평을 유지하고 토사의 침하율을 감안하여 5㎝ 정도 흙을 돋우어 주는 것이 좋다.

마. 선떼붙이기의 높이는 경비와 입지조건에 따라 달리하게 되는데 저급(9급에 가까운 것)으로 하는 것이 효과적이나 일반적으로 황폐임지 산복공사에 6~7급(높이 20～40㎝)을 많이

시공하고 있다.

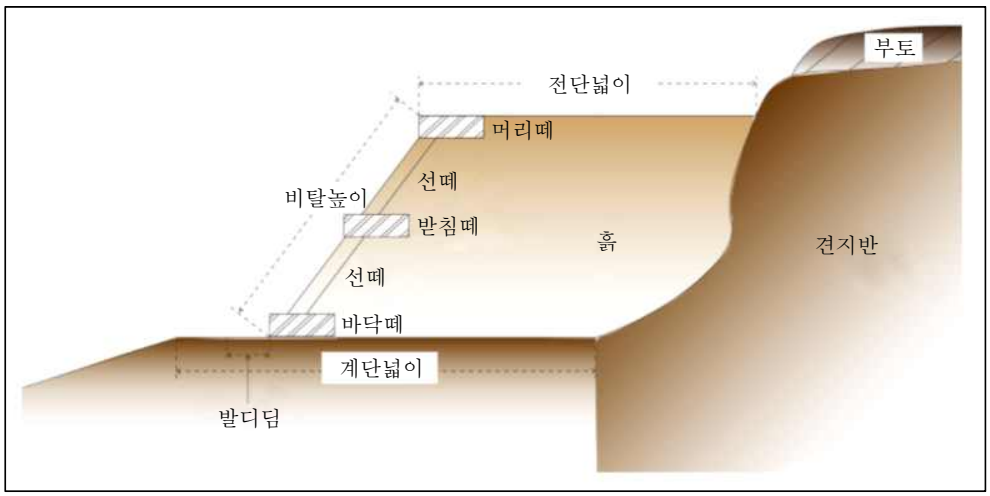
바. 표토이동과 강수차단을 목적으로 할 때에는 5급 이상으로 하며 사방지 식재 및 파종을 목적으로 할 경우 6급 이하로 하며, 떼는 산풀이 섞인 산떼가 활착이 양호하다.



선떼붙이기의 급수 구분



7급선떼붙이기 전경



선떼붙이기 개념도



절토면 선떼붙이기

1-7. 줄떼심기

1-7-1. 개요

가. 비탈면을 일정한 기울기로 유지하며 보호, 녹화하기 위하여 사면에 20~30㎝ 간격으로 반떼를 수평으로 식재하는 공법으로 줄떼다지기, 줄떼붙이기, 줄떼심기 등으로 구분한다.

1-7-2. 시공장소

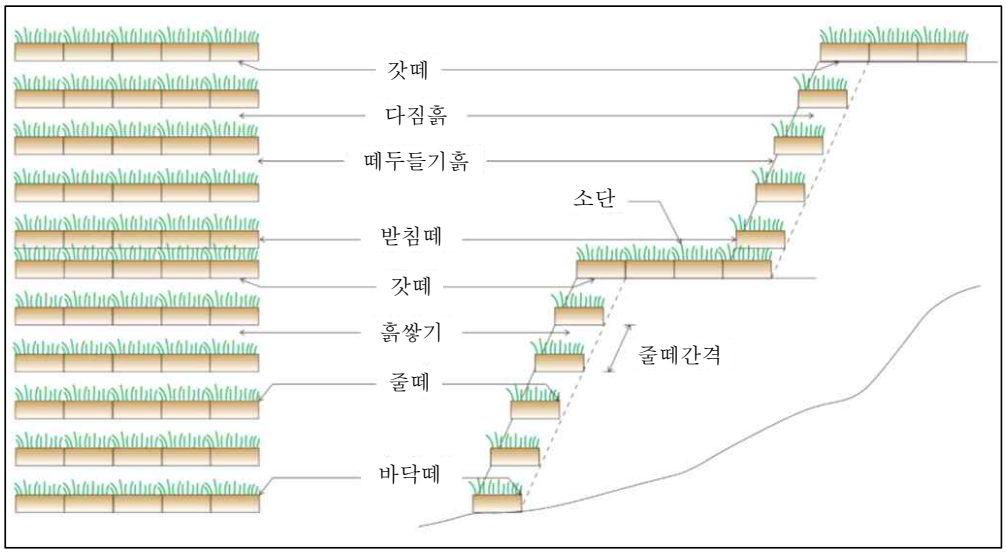
가. 계단간의 사거리가 길고 기울기가 급하여 부토의 유실이 예상되는 흙쌓기비탈사면(줄떼다지기), 땅깎기비탈면(줄떼붙이기) 또는 평탄지(줄떼심기) 등을 대상으로 실시한다.

1-7-3. 시공요령

가. 줄떼다지기는 흙쌓기 비탈면을 보호, 녹화하기 위하여 폭 10~15㎝의 수평골을 파고 가급적 흙이 떨어지지 않는 반떼나 새포기 또는 잡초포기 등을 한줄로 놓고 흙덮기 한 후 달구판으로 잘 다진다. 비탈면 기울기는 대개 1 : 1~1.5로 하며 한 층의 높이가 20~30㎝ 될 때마다 처음과 같은 작업을 반복한다.

나. 줄떼붙이기는 주로 땅깎기비탈에 흙이 떨어지지 않은 반떼를 수평방향으로 줄로 붙여서 활착, 녹화하는 식생공법으로 줄떼는 상부에서 하부로 향하여 내려가면서 시공한 후 떼꽂이로 고정한다. 땅깎기비탈에서는 일반적으로 평떼붙이기 공사를 하므로 줄떼붙이기 공사를 채용할 경우가 많지 않고 줄떼의 줄간격은 20~30㎝로 한다.

다. 줄떼심기는 주로 평탄지에 줄간격 20~30㎝정도로 줄띄기를 하고 줄을 따라 골을 판 후 줄떼를 놓고 흙덮기를 한 후 고루 밟아준다.



줄떼심기 개념도



줄떼심기 시공 사례

라. 띠떼심기

○ 줄떼심기와 유사공종인 띠떼심기는 주로 경질토 땅깎기 비탈에서 수평으로 가늘고 긴 골을 파고 골 속에 흙이 떨어지지 않은 반떼, 띠떼를 끼워넣고 심는 땅깎기비탈 전용의 녹화공종으로서 비교적 많이 사용되지 않는다. 절개지의 비탈기울기가 1:0.7 이상의 급한 경질토 비탈녹화에 효과적이며 채석적지 잔벽녹화공사로도 활용된다.

1-8. 평떼심기

1-8-1. 개요

가. 전면적에 걸쳐 흙이 털어지지 않은 평떼(張芝, 全芝, 흙떼)를 붙이거나 심어서 비탈을 일시에 녹화하는 비탈녹화공종이다.

1-8-2. 시공장소

가. 기울기로 45° 이하의 비교적 토양이 좋은 산지사면을 대상으로 실시한다.

1-8-3. 시공요령

가. 떼붙이기에 앞서 표면을 다시 다듬어야 하고 석력 및 초목 등의 유해물을 완전히 제거한 후 떼붙이기 공사를 하여야 한다.

나. 지표면을 잘 정리한 후 가급적 모래나 양호한 흙을 깔고 평떼를 일정한 비탈을 유지하도록 붙여야 하며, 붙인 후에도 다시 모래나 흙으로 떼붙임면을 얇게 덮어 주고, 달구판으로 고루 두들겨 준다. 그리고 평떼는 길이 20㎝ 이상의 떼꽂이로 고정하여 미끄러져 내리지 않고 활착이 잘 이루어지도록 해야 한다.

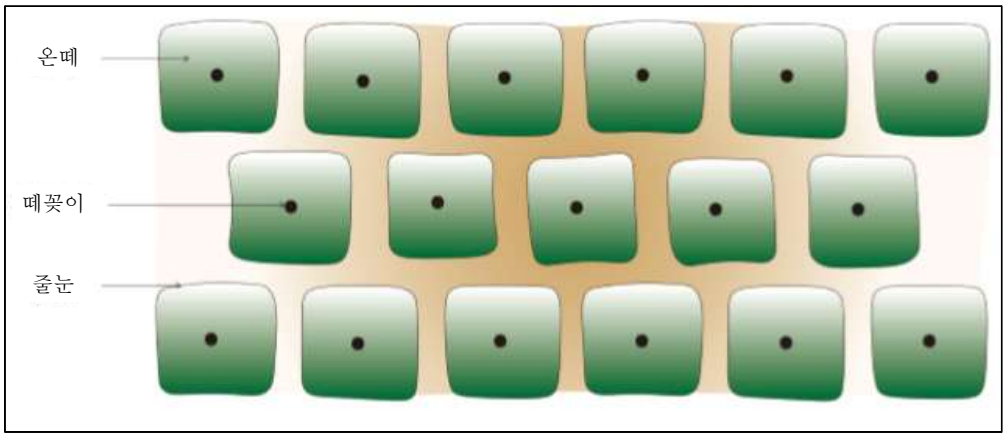
다. 평떼붙이기는 주로 땅깎기비탈면에서 적용되지만, 흙쌓기비탈면에 평떼붙이기 공사를 할 때에는 떼를 붙이기 전에 흙다지기를 견고하게 해야 한다.

라. 평떼심기는 주로 평탄지에 평떼를 심어 사면을 녹화하는 것으로 평떼는 최소한 종횡 15㎝ 이상, 가급적 종횡 30㎝ 이상의 규격 떼를 사용해야 한다.

마. 평떼심기공사를 할 땅을 잘 고르고, 자갈이나 초목류 등을 제거한 후에 모래나 좋은 흙을 10㎝ 정도 두께로 깔고 다시 고르기 작업을 한 후에 수평면이 되도록 심은 후, 잘 밟아 다지고 뗏밥을 주고 필요 시 시비와 관수를 한다.



평떼심기 시공 사례



평떼심기 개념도

1-9. 비탈덮기(Slope mulching works)

1-9-1. 개요

가. 계단 사이와 급기울기 사면을 피복하여 강수에 의한 표토의 유출방지 및 식생을 조성하여 녹화하고자 시공하는데 재료에 따라서 짚, 거적, 섶, 망, 합성재덮기가 있다.

1-9-2. 시공장소

가. 강수, 동상(凍上)과 서릿발 등에 의하여 사면 침식이 우려되는 급기울기 절·성토사면 또는 기층이 노출된 급기울기면으로 종자유실이 우려되는 사면

1-9-3. 시공요령

가. 짚덮기(Straw mulching works)

- ○ 짚덮기공사는 산지비탈이 비교적 완만한 강우량이 적은 건조지대, 토양이 경송한 지대 등지에서 산지비탈의 수분증산, 파종한 종자의 유실 등을 방지하기 위하여 연약한 비탈, 부토사(浮土砂)비탈, 혹은 계단간 비탈을 볏짚으로 덮어 놓는 공사이다.
- ○ 산복비탈에 폭 50㎝, 깊이 2~3㎝의 고랑을 파고, m당 짚 0.4㎏을 깔아덮고, 끝에 15㎝ 정도로 묻고 새끼와 대꽂이로 눌러둔다.
- ○ 비탈 조공 및 선떼붙이기공사와 병용하는 경우에는 볏짚의 선단을 계단의 끝에 넣어 묻고, 줄기부분을 비탈을 따라서 내려야 하며, 하부는 새끼나 다른 끈으로 고정해야 한다.
- ○ 계단을 끊지 않고 시공하는 경우에는 절·성토사면이나 붕괴비탈에 따라서 종방향으로 볏짚을 펴서 깔고 그 양끝 및 중앙부를 새끼로 고정한다.
- ○ 볏짚을 까는 두께는 시공목적에 따라서 다르지만, 적어도 붕괴비탈 흙이 보이지 않을 정도의 두께로 덮어야 한다.
- ○ 바람이 강하고 암반이 노출된 지대는 피하고 상주가 발생되는 한냉지대에 주로 시공한다.
- ○ 지름 10~15㎝의 짚다발을 묶어 산복을 망상으로 피복하는 비탈짚망덮기공법도 있다. 짚망의 조립은 1변이 1.0~1.5m의 4각형으로 하고 0.5m 마다 결속한 접합점은 나무 말뚝으로 고정하고 망눈 안에는 묘목을 심는다.

○ 볏집거적에 씨앗과 비료를 접착시킨 특수 식생지를 부착시킨 론생볏집과 같은 기성제품으로 대상사면에 덮어서 녹화를 촉진시키는 방법의 경우, 별도의 초류종자 살포를 시행하지 않아도 된다.

○ 장점으로는 볏집거적 시공 시 보다 공정이 단순하고, 초기발아율이 높으며, 국산자재이므로 수급이 쉽고 부식이 빨라 유기질 비료효과를 조기에 볼 수 있다.

○ 단점으로는 면고르기를 확실하게 하여 재료가 지표면에 완전히 밀착되도록 하고 강풍이 예상되는 지역에는 부적합하며, 규격이 작아서 소운반이 많아 시공비가 많이 소요되고 집중호우 시 세굴에 대한 저항력이 작다.

나. 거적덮기(Straw-mat mulching works)

○ 보통은 비탈에 종자를 흩어 씨뿌리기 또는 줄 씨뿌리기를 하고 그 위에 거적을 덮지만, 때로는 비탈 정지공사 후 특별히 생산된 거적을 토층에 밀착되도록 깔아 붙이고, 거적 위에 종·비·토 혼합물을 흩어뿌린다.

○ 거적덮기공법에는 비탈면의 계단을 따라서 수평으로 덮는 경우와 산복 비탈의 상부로부터 하부로 향하여 종방향으로 덮어 내려오는 경우가 있으나, 계단에 다른 공종을 계획하는 경우에는 볏짚을 가로방향으로 사용하는 것이 보통이다.

○ 거적 3장마다 고정말뚝을 박고 새끼줄로 고정하지만, 바람에 주의하여 시공해야 한다.

○ 거적의 크기는 보통 너비 1.0m 정도이며, 길이는 하나씩 짤 때에는 약 1.8m 정도이지만, 기계로 짤 때에는 두루마리로 길게 짜므로 시공지에 맞도록 잘라서 사용한다.



볏짚 거적덮기 시공(좌) 및 피복(우)

○ 거적을 덮은 후 묘목을 심을 때에는 심을 자리에 거적의 짚을 양쪽으로 벌리고 지표를 노출시키는데, 이때 거적의 가로 새끼줄이 끊어지지 않도록 하며 묘목을 심은 다음에는 다시 거적날을 오므려둔다.

다. 섶덮기(Fascine mulching works)

○ 섶덮기는 동상 및 서릿발이 발생하기 쉬운 한냉지대에서는 가장 효과적인 방법으로 누구(rill) 침식을 방지하기 위하여 섶을 좌우로 엇갈리도록 가로방향으로 놓고 상·하에 고정

말뚝을 1m 간격으로 박고 철사로 고정시키며, 고정말뚝은 길이 0.5m 정도로 한다.

○ 섶을 덮기 전에 미리 씨뿌리기 공사를 하는 것이 효과적이다.

라. 코아네트(Coir net)덮기

○ 사면의 요철부 및 우수에 의한 유로 형성부를 평탄하게 고른 후 시공한다.

○ 초류종자살포 장비는 살포시 균일한 농도를 유지할 수 있도록 믹싱 엔진을 갖춘 고압 분사용을 사용한다.

○ 혼합 종자 파종 : 종자혼합 및 투입자재를 설계물량에 맞추어 적절하게 물탱크에 혼합 후 종자살포기로 네트설치 전에 1차 살포를 하고 네트를 설치 한 후에 2차 살포를 한다.

○ 네트 시공 : 코아네트(coir net) 또는 쥬트네트(jute net)를 사면길이에 맞게 절단하고 펼친 후 좌·우 10㎝씩 겹쳐서 시공한다. 네트 시공은 상부에서 하향으로 시공하여야 하며 고정팩을 단단히 고정시켜야 한다. 현장 여건이 불량하여 고정핀 시공이 어려울 경우 결속선을 이용하여 고정시킨다.

○ 상단부 네트는 약 10㎝ 정도 흙에 묻히도록 한다.



비탈덮기 시공 사례

1-10. 식생녹화토뿜어붙이기(녹생토뿜어붙이기)

1-10-1. 개요

가. 일정한 품질로 제조된 생육기반재에 종자를 섞어 조기에 경관적인 녹화와 생태적 복원 및 보전을 도모하도록 시공한다.

1-10-2. 시공장소

가. 식물의 자연생육이 곤란한 비탈면, 주요 조망점에서 노출된 비탈면을 대상으로 실시한다.

1-10-3. 시공요령

가. 공기압에 의한 뿜어붙이기를 할 때에는 시공비탈면과 노즐간격을 약 1m 정도 유지하되 수직이 되도록 시공하고, 비탈면 상부에서 하부로 진행하며 균열 및 요철에 의한 내부공극이 발생되지 않도록 유의하여 시공한다.

나. 비탈면이 특히 건조되어 있거나 이물질이 붙어있을 때에는 살수를 먼저 시행한 후 시공한다.

다. 토질압에 의한 뿜어붙이기를 할 때에는 설계서에 의해 시공 전 재료배합관리실험을 반드

시 실시한다.

라. 암반비탈면을 시공할 때에는 전면피복녹화를 지양하고 균열과 요철에 따른 자연스런 부분녹화를 시행하여 주변식생과 조화를 이룰 수 있도록 한다.

마. 암의 균열간격이 크고 강암 일수록 시공두께를 두껍게 조절한다.

바. 암의 돌출부 및 수직, 역구배비탈면은 녹화시공을 지양하고 움푹 파인 곳을 집중적으로 시공한다.

사. 시공 후 검사는 500㎡당 1개소 이상의 측정구를 설치하여 조사하며, 측정이 곤란할 경우에는 시공투입량으로 대신할 수 있다.

아. 생육판정은 피복율과 성립본수로 하되 피복율은 기울기도 및 종자배합에 따라 조정해야 하며, 55˚이상은 60% 이상, 45~55˚는 80% 이상, 45˚미만은 100%로 하고, 목본류를 배합할 때에는 각 기준에 70%를 적용한다. 또한, 성립본수는 초본류만 배합할 때에는 300본/㎡ 이상으로 하며, 목본류를 배합할 때에는 초본류와 목본류의 합계가 200본/㎡ 이상으로 하고, 생육판정시기는 시공 후 90일후를 기준으로 하되 10월 이후에 시공할 때에는 익년 6~7월 초순으로 한다.



녹생토뿜어붙이기 시공 사례

1-11. 조공(줄공)

1-11-1. 개요

가. 황폐사면(각종 붕괴지, 절·성토사면)에 나무와 풀을 파식하기 위하여 산복비탈면에 수평으로 계단을 끊고 앞면에는 떼, 새포기, 잡석 등으로 낮게 쌓아 계단을 보호하며 뒷면에는 흙을 채워서 파식상을 조성한 후 파식하는 산복녹화공법이다.

나. 사용재료에 따라서 떼, 돌, 새, 싸리, 통나무, 섶과 그밖에 식생반, 식생마대, 식생대, 식생구멍 및 식생매트 덮기와 같은 인공녹화자재를 이용한 조공법이 있다.

다. 계단 간 수직높이는 1.0~1.2m, 계단 나비는 50~60㎝의 계단을 수평으로 설치한다.

1-11-2. 시공장소

가. 비교적 완기울기지의 녹화대상지를 대상으로 실시한다.

1-11-3. 시공요령

가. 떼조공(반떼붙이기)

○ 현장채집 떼를 사용하는 경우와 구입떼를 이용하는 경우가 있다. 떼 조공은 반떼(가로 40㎝, 세로 12㎝, 두께 5㎝이상)를 붙이고 후면에 묘목을 식재한다.

○ 충분히 다지기 및 천단에 침하를 감안하여 5㎝ 정도 흙 돋운다.

○ 떼 조공 시공 시 흙떼를 눌러 고정하기 위한 떼꽂이는 맹아력이 큰 버드나무류 또는 싸리 등을 사용한다.

나. 돌조공(줄돌쌓기)

○ 산복면에 용수가 있는 곳에 시공하며, 돌쌓기는 기울기 1:0.2~0.3, 계단의 나비는 50㎝, 돌쌓기 높이는 50㎝정도로 시공하고, 돌 공작물 상하에 반드시 새, 솔새, 개솔새 등을 심어 서릿발 또는 빗물 등에 의한 침식을 방지한다. 산비탈 돌쌓기 공사보다 소규모이며, 완기울기 안정녹화에 이용된다. 보통 막돌을 이용하며 돌쌓기 요령에 준하여 시공한다.



돌조공 시공사례

다. 새조공

○ 새포기의 채취가 용이한 기울기 30° 이하의 완기울기지에 계단을 설치한 후 계단 위에 새류 포기를 나란히 놓은 후 흙으로 덮어준다.

○ 채취할 경우에는 밀생된 계간부의 초지나 침식우려가 없는 초지에서 채취한다. 새류 줄기의 길이는 30㎝ 정도의 것을 사용한다.

○ 계단 간 사면에는 반드시 파종공법이나, 피복공법으로 처리하며 사면을 보호해야 한다. 새조공은 단독으로 계획할 때에 계단높이는 1.0~1.2m, 계단을 설치하지 않을 때에는 0.5m 정도의 간격을 표준으로 한다.



새조공 시공사례

○ 충분한 시비를 통해 활착을 촉진시킨다.

라. 통나무조공

○ 말구지름 10㎝ 정도의 말뚝을 0.7~1.0m 간격으로 박으며 그 내측에 통나무를 일렬로 포개 쌓은 후 그 뒤에 흙을 채우고 식생을 조성한다.

마. 섶조공(비탈섶조공)

○ 섶 채취가 용이하고 조공 뒷면의 되메우기 흙이 좋은 곳에 시공하는데 섶의 길이를 40㎝ 정도로 자른 후 지름 10㎝ 정도의 다발로 묶어서 계단위에 일열로 부설하고 그 위에 흙을 덮고 다진 후 그 위에 다시 1-2단을 포개어 쌓는다. 흙덮기 부분에는 새나 잡초 등을 이식한다.

바. 식생마대 조공

○ 식생마대(길이 60㎝, 나비 40㎝)의 표면에 종자와 비료가 부착되어 있는 기성제품을 사용

하며, 마대에 양질의 흙을 채워서 사면에 일정한 간격으로 파 놓은 수평단에 펴는 공법이다.

1-12. 편책

1-12-1. 개요

가. 절・성토 사면의 표토유실을 방지하고 식생 도입에 도움을 주기 위하여 통나무 편책을 시설한다.

1-12-2. 시공장소

가. 사면에 부토가 많거나 사면기울기가 급한 곳을 대상으로 실시한다.

1-12-3. 시공요령

가. 편책은 썩기 쉬운 재료를 사용하는 경우가 많으므로 뒷면에 되메우기 흙을 고정하여 식재 및 초류 종자를 파종하여야 한다.

나. 말뚝을 박는 각도는 일반적으로 수직방향으로 하지만, 기울기가 급한 비탈에서는 말뚝아래의 흙의 두께가 충분히 지지할 수 없는 경우에는 비탈의 수직방향과 직각방향과의 2등분선의 방향으로 박는다.

다. 편책의 가로목은 가급적 비탈면에 노출되지 않도록 비탈면에 밀착하여 사면을 보호하도록 한다.

라. 편책에 사용되는 통나무는 가급적 현장 채집자재를 사용한다.

마. 통나무 목책의 말뚝박기는 9할박기를 기준으로 하고, 통나무는 박피를 하지 않은 상태로 다듬어서 시공하고 마무리 후 말목의 머리를 잘라 정리한다.



편책 시공 사례



편책 바자얽기 시공 사례

1-13. 나무심기

1-13-1. 개요

가. 사면에 직접 수목을 식재하여 식생을 조성하는 식생공종이다.

1-13-2. 시공장소

가. 주요 조망점에서 노출된 사면의 소단, 대피소 또는 사토장을 대상으로 한다.

1-13-3. 시공요령

가. 식재시기는 남부지방에서는 2월 하순에서 3월 하순 중부지방에서는 3월 중순에서 4월 상순에 실시한다.

나. 식재수종은 비옥도가 높은 임지에서는 해당지방의 조림수종을 적용하고, 비옥도가 낮은 황폐복구지에는 일반적으로 리기다소나무, 오리나무, 아까시나무 등을 식재한다.

다. 나무심는 구덩이는 대체로 깊이와 지름을 20㎝ 이상으로 파고 객토한 후 일반조림 요령으로 식재한다.

라. 선떼공 계단식재 시 식재거리는 소나무류는 1.0~1.5m, 오리나무류는 1.5~2.0m로 식재한다.

마. 시비는 식새지의 입지상태 및 식재수종 등에 따라서 그 종류 또는 시비량을 결정해야 하며, 비료의 종류는 원칙적으로 지효성의 것을 선택한다.

바. 보식은 연속 2본 이상 고사한 경우 이외에는 하지 않으며 시공 후 2~3년간 추비를 주고 사후관리를 철저히 한다.

2. 돌쌓기

2-1. 개요

가. 흙이나 물에 의한 붕괴나 침식 등을 방지하기 위해 석재를 이용하여 쌓는 공정

나. 석재는 그 용도에 적합한 강도와 내구성을 지닌 양질의 것이어야 하며, 풍화하여 변색이나 변질한 광물 등을 포함하고 있어서는 안 된다.

다. 큰돌쌓기의 큰돌(또는 파쇄암) 규격은 40～60㎝, 60～80㎝, 80～100㎝을 표준으로 하며, 재질은 충분한 내구성 및 강도를 가진 것으로서 균열, 흠집, 얇은 석편 및 풍화로 인하여 변색되거나 변질되지 않은 양질의 석재로 보통암 이상의 강도를 가진 것이어야 한다.

라. 견치돌의 모양과 치수는 도면에 지정된 뒷길이(공장)를 지녀야 한다. 앞면의 형상은 구형(矩形)으로 평면 또는 완만한 철면(凸面)을 이루어야 하며, 뒷면은 앞면의 1/16 이상의 단면적을 갖고 1/10 이상의 접촉부를 지닌 것이어야 한다.

마. 깬돌은 견치돌과 같은 뒷길이의 것으로 하여야 하고 뒷면에 대한 제한이 없다.

바. 호박돌 및 야면석의 형상과 치수는 도면에 지정된 것으로서 편평하거나 쌓기용 재료로 부적당한 형상의 석재를 사용하지 않는다.

사. 뒤채움돌은 내구성이 풍부하고 강도가 큰 천연의 조약돌이나 부순돌로서 최대직경 15㎝ 이하의 크고 작은 돌들이 적당하게 혼합된 것이어야 한다.

아. 모르타르(mortar)는 시멘트와 잔골재의 부피 비를 1:3으로 배합한 것으로 하며, 별도지시가 없는 한 잔골재의 최대 치수는 2㎜, 석재공간을 메우는데 사용하는 것은 5㎜로 한다. 물을 넣어서 비비기를 하고 45분 이상 경과한 모르타르는 사용하지 않는다.

자. 석축에 사용되는 채움 콘크리트의 재료 및 시공은 콘크리트 공의 해당 규정에 따른다.

2-2. 시공장소

가. 절・성토 사면의 안정이 필요한 곳을 대상으로 실시한다.

나. 배수구조물의 유입 및 유출부, 사방구조물이 요구되는 계류를 대상으로 실시한다.

2-3. 시공요령

2-3-1. 시공일반

가. 돌쌓기를 할 때는 쌓기 할 전면 및 뒤채움 면에 규준틀을 설치하고 현장감독관의 검사를 받아야 한다.

나. 사용할 모든 석재는 작업 전에 가급적 물로 씻는 등 석재를 깨끗이 하고, 가능한 다량의 돌을 준비하여 현장에 적합한 석재를 사용할 수 있게 해야 한다.

다. 규준틀에 줄을 수평으로 띄우고 미리 시공한 기초 위에 거의 같은 높이를 유지하면서 쌓아야 한다.

라. 큰돌부터 먼저 놓아가면서 차례로 쌓는다. 돌을 쌓을 때 튀어나오거나 들어가지 않도록 면을 맞추고 양옆의 면과도 접촉부가 맞도록 한다. 뒤채움은 잔자갈로 빈틈을 채워야 한다.

마. 시공목적에 알맞는 좋은 석재를 선택하며 특히 귀(모서리)돌이나 갓(머리)돌은 규격에 맞는 좋은 것으로 한다.

바. 쌓기의 세로 줄눈이 일직선이 되는 통줄눈(through joint)을 피하고 파선줄눈(break joint)이 되도록 쌓는다. 줄눈의 두께는 9~12㎜로 하고 모르터를 충분히 채우도록 한다.

사. 뒤채움 콘크리트의 배합은 설계도서의 규정한 것과 같아야 한다.

아. 기온이 빙점이하로 내려갈 때와 수중에서는 돌쌓기 작업을 할 수 없다.

자. 견칫돌 및 깬돌 쌓기는 골쌓기를 원칙으로 하고 메쌓기의 경우 접촉부의 틈은 10㎜ 이내로 하며 해머(hammer) 등을 써서 접촉시키고 조약돌로 괴어서 뒤채움을 하고 그 틈사이에는 채움용 자갈로 채워야 한다.

차. 야면석 쌓기, 호박돌 쌓기 및 막돌쌓기는 모두 마구리 쌓기를 해야 한다.

2-3-2. 메쌓기

가. 메쌓기로 쌓을 때는 쌓는 돌의 접촉면 마찰을 크게 하여 외력에 대해 충분히 견디도록 접촉전면, 끝고임돌, 배고임돌 등을 주의하여 쌓아야 하며, 먼저 배고임돌을 고여 큰돌을 고정시켜 그 공간을 잔돌로 채우고 넓고 큰돌을 골라 끝고임돌로 하고 다시 그 공간을 잔돌로 채워야 한다.

나. 메쌓기의 전면 줄눈은 어긋나도록 쌓아야 한다.



돌쌓기(메쌓기) 시공 사례

2-3-3. 찰쌓기

가. 찰쌓기는 쌓는 돌을 배고임돌로 고여 고정시키고 각 수평층의 돌쌓기를 맞출 때마다 뒤채움을 하고 지시된 콘크리트를 빈틈없이 메워주어야 한다.

나. 뒤채움돌은 콘크리트를 채우기 전에 물을 뿌려 적셔야 한다.

다. 콘크리트를 채운 다음 6시간 이상 경과한 후 그 위에 콘크리트를 채울 때에는 윗면 모르타르를 얇게 깔고 콘크리트를 채워야 한다.

라. 콘크리트가 굳기 전에 너무 높이 쌓으면 무너질 가능성이 있으므로 현장감독관의 별도 지시가 없는 한 하루에 1.2m 이상 쌓아서는 안 된다.

마. 배수공은 별도의 지시가 없는 한 2㎡에 1개 비율로 설치하여야 한다.

바. 찰쌓기 전면의 줄눈은 용적비 1:1의 시멘트 모르타르로 마무리하여야 하며 돌의 전면에는 모르타르가 묻지 않도록 해야 한다.

사. 찰쌓기 시공이 끝나면 즉시 가마니 등으로 덮고 살수 등의 방법으로 10시간 이상 양생하여야 한다.



돌쌓기(찰쌓기) 시공 사례

2-3-4. 돌붙임

가. 돌붙이기를 할 때는 비탈면을 지시된 구배대로 다듬고 소정의 두께로 자갈 또는 조약돌을 깔아 골라야 한다.

나. 접촉부는 표면에 심한 요철이 없도록 빈틈없이 붙인 다음 이동하지 않도록 접촉부 뒷면 끝에서 뒷길이(공장) 끝까지 충분히 조약돌 및 채움용 자갈로 채워야 한다.



큰돌붙임 시공 사례

2-3-5. 뒤채움 및 되메우기

가. 뒤채움 시공에 있어서 되메우기 재료와 뒤채움 재료가 혼합되지 않도록 하여야 한다. 뒤채움 작업 중에는 기계의 주행 또는 편심하중에 의하여 구조물에 손상을 주지 않도록 주의하여야 한다.

나. 석축 뒤의 되메우기는 돌쌓기에 맞추어 뒤채움 한 후 층별로 되메우기를 하여야 하며 높은 돌쌓기에서는 한꺼번에 되메우기를 해서는 안 된다.

2-3-6. 큰돌(또는 파쇄암)쌓기

가. 큰돌쌓기를 위한 비탈면 절취는 큰돌과 비탈면 사이에 공극이 생기지 않도록 쌓기구배를 감안하여 정확한 구배로 절취해야 하며, 큰돌과 큰돌사이 또는 큰돌과 비탈면 사이의 공극은 쌓기와 병행하여 층별로 잡석을 이용하여 충분히 다져서 큰돌의 자중에 의한 침하나 우수에 의한 세굴을 방지해야 한다.

나. 기초가 되는 밑돌은 저면이 넓고 비교적 큰 규격의 돌을 쌓아 안정도를 높이도록 해야 하고, 큰돌쌓기의 1일 시공높이는 1.5m 이하로 한다.

다. 아랫단과 윗단을 서로 엇갈리게 쌓아야 하며 인접돌과 서로 맞물림이 되도록 쌓아야 한다.

라. 큰돌쌓기의 전면구배는 1:0.3 이상을 유지하여 전도되는 일이 없도록 하여야 한다.

마. 큰돌쌓기는 석축 찰쌓기와 메쌓기에 준하여 시공한다.



돌쌓기(장비조합)



돌쌓기(강관유입부)

3. 흙막이

3-1. 개요

○ 흙이 무너지거나 흘러내림을 막는 공작물로서 사면기울기의 완화, 표면 유하수의 분산 및 수로공사의 기초 등을 목적으로 구축하는 공작물이다.

3-2. 시공장소

가. 비탈면이 붕괴위험성이 있거나 비탈다듬기 및 단끊기로 생기는 토사가 유치되는 곳을 대상으로 실시한다.

3-3. 시공요령

가. 비탈다듬기와 흙막이 공작물에 대한 시공비의 합계가 최소가 되도록 흙막이의 배치와 구조를 결정한다.

나. 비탈다듬기 시공 시 매토 부분에도 흙막이를 설치하여 비탈면의 안정을 도모하고 흙막이 하부에 땅밀림이 일어나지 않도록 본바닥에 기초를 두고 축설해야 한다.

다. 흙막이 공작물의 방향은 원칙적으로 산비탈에 대해서 직각이 되도록 한다.

라. 불투수성의 흙막이 공사는 뒷면에 유수가 정체되지 않도록 직경 5~10㎝ 정도의 물빼기 구멍을 2㎡당 1개소 정도 설치한다.

마. 콘크리트 흙막이는 토층이 이동할 위험성이 있고 토압이 커서 다른 흙막이 공작물로서는 안정을 기대할 수 없는 경우에 시공하며, 높이는 산복기초로서는 4.0m 이하, 산비탈면에서는 2.0m 내외가 적당하고, 천단두께는 배면의 토압이 큰 경우에는 30㎝ 이상, 앞면기울기는 1 : 0.3, 뒷면기울기는 수직으로 하거나 토압에 대응하여 결정한다.

바. 뒤채움돌은 시공의 난이, 배수효과들을 고려하여 아래쪽, 위쪽 모두 30㎝ 이상으로 한다. 또한, 표면적 2~3㎡ 당 1개소씩 물빼기 구멍(지름 3㎝)을 설치하며, 10~15m 마다 신축줄눈을 설치하고, 견고하지 않은 지반에 시공하는 경우에는 반드시 말뚝기초 등으로 보강해야 한다.

사. 돌흙막이는 찰쌓기와 메쌓기가 있으며 석재를 사용하는 경우와 콘크리트 블록을 사용하는 경우가 있다.

- ○ 찰쌓기 시공이 끝나면 즉시 가마니 등으로 덮고 살수 등의 방법으로 10시간 이상 양생하여야 한다. 돌흙막이 높이는 원칙적으로 찰쌓기는 3.0m 이하, 메쌓기는 2.0m 이하로 하며 기울기는 1 : 0.3으로 한다.
- ○ 블록쌓기흙막이는 벽면의 안정을 위하여 중량이 무거운 것이 좋으며, 일반적으로 ㎡당 300~400㎏의 것이 널리 사용되고, 벽면의 뒷길이는 대체로 30㎝ 이상이어야 한다.
- ○ 뒤채움자갈은 콘크리트벽 흙막이 공작물에 준하지만 허리 채움자갈 등은 돌쌓기와 블록 등을 안정시키기 위하여 돌의 뒷꼬리면까지 완전히 채워야하며 일반적인 사용량은 깬돌이나 잡석 등의 경우 뒷길이의 1/2, 야면석의 경우 1/3을 돌쌓기의 표면적에 곱하여 산출한다.

아. 돌망태흙막이로 사용되는 돌망태의 종류는 둥근돌망태, 이불형돌망태 등이 있고, 속채움돌은 지름이 15~30㎝의 잡석이나 호박돌이 좋으며, 높이는 2m 정도로 한다.

자. 흙포대흙막이는 종이, 황마 등으로 만든 자루에 토사를 담아서 비탈면에 쌓는 공법으로 일시적인 흙막이공사와 유입수의 방지공사 등에 사용된다.

차. 통나무쌓기흙막이는 기초바닥파기를 하며, 그 위에 필요에 따라서 1.0m 정도의 기초말뚝을 1.0m 간격으로 설치하고, 이것에 붙여서 횡목을 놓아 그 위에 길이 0.7~1.0m의 공목(控木)을 0.5~1.0m 간격으로 설치한다.

카. 설치한 공목을 횡목에 고정시킨 다음 그 사이에 토사와 자갈 등으로 채우고 다지기를 한다. 공목에 의하여 만들어지는 공극 부근에는 새심기나 잡초심기 등으로 토사의 유출을 방지하고 매토의 고정을 조속히 이루도록 해야 한다.




흙막이 전경




성토면 옹벽흙막이 시공 중(좌) 및 시공완료(우)

4. 골막이

4-1. 개요

가. 황폐소계류를 가로질러 반수면 만을 축조하며 계류비탈을 완화시켜 유속을 줄이므로 산기슭을 고정하고 토사유출 및 사면붕괴를 방지하기 위한 공작물이다.

※ 반수면 : 계곡에 설치한 공작물에서 물이 닿지 않는 면

4-2. 시공장소

가. 계상의 침식이 진행되는 곳을 대상으로 한다

나. 본류와 지류의 합류점 직하부를 대상으로 한다.

다. 임도노선의 상부에 우수 유입의 피해가 예상되는 계간을 대상으로 한다.

4-3. 시공요령

가. 바닥파기는 견지반까지 충분히 하여야 한다.

나. 계류의 만곡부를 가능한 한 피하고 직선부에 설치한다.

다. 축설방향은 유심선에 직각이 되도록 한다.

라. 계상비탈이 급한 곳에서는 계통적으로 축설한다.

마. 골막이 마루부위는 유출량에 따라서 방수로를 설치하되 방수로를 설치하지 않는 곳에는 중앙부를 낮게 반달꼴로 만든다.

바. 쌓기 비탈은 대체적으로 1:0.3으로 하고 견고를 요하는 개소는 큰돌 또는 콘크리트로 시공

한다.

사. 물받이는 유출량에 따라서 재료와 구조를 결정한다.

아. 석재 또는 떼가 귀한 대신 편책재료가 풍부하고, 토층이 깊고 암반노출이 없는 곳에서는 산복공사 산얽기 요령에 의하여 바자골막이를 설치한다.



골막이 시공사례

5. 구조물공 시공요령

5-1. 터파기

가. 터파기는 구조물의 축조에 지장이 없도록 소정의 깊이와 폭으로 굴착하고 바닥을 고른 다음 감독관이 검사한다.

나. 터파기 시공에는 시공방법, 장비계획 등 작업계획을 세워 감독관이 승인한다.

다. 터파기는 지반의 토질 및 지하수의 상태 또는 터파기 주변의 변화 상태를 관찰하고, 주위의 원지반을 이완시키지 않도록 한다.

라. 터파기 지점 가까이에 붕괴, 파손의 위험이 있는 구조물 또는 지하매설물 등이 있을 경우에는 시공에 특히 주의하고 이들에게 부정적인 영향을 미치지 않도록 조치하여야 한다.

마. 터파기는 지반의 단단한 정도나 지형에 따라 흙막이공 및 물막이공을 해야 할 때에는 토압 또는 수압에 견디도록 튼튼하게 조립 설치하여야 한다.

바. 터파기의 시공기면은 터파기로 인하여 원지반이 흐트러져서는 안되며 소정의 기초 바닥면 보다 깊게 파지 않도록 하여야 한다.

사. 암반 폭발에 폭약을 사용할 경우, 필요 이상으로 단면에 영향을 주지 않도록 주의한다.

아. 터파기 완료 후에는 즉시 감리 및 감독관이 검사한다.

자. 터파기 시공에 지장을 주는 지하수나 고인 물은 양수기 및 배수구를 설치하여 적당한 방법으로 배수하도록 하며 터파기 바닥이 물 등에 씻겨 나가지 않도록 조치하여야 한다.

차. 되메우기 할 구조물 뒷면의 지반이 비탈진 경우에는 층따기를 하도록 한다.

카. 터파기 바닥이 토사로 거칠어졌을 경우에는 잡석 등을 깔고, 래머 등으로 충분히 다진다.

타. 터파기한 흙의 처리

- 터파기한 흙 중 되메우기에 사용할 수 있는 흙은 별도로 저장하고, 사용하지 못할 잔토는 즉시 터파기 장소 밖으로 운반 · 처리한다.
- 되메우기 재료나 버릴 흙을 공사장에 일시 쌓아둘 경우에는 이들의 무게가 흙막이공이나

본 구조물에 피해를 주지 않도록 둔다.

○ 되메우기 재료의 저장장소는 배수가 잘 되도록 하여 함수비 증가는 방지하며, 이물질이 섞이지 않도록 하여야 한다.

○ 약액이 주입된 잔토는 지하수나 공공수역을 오염시키지 않도록 주의하여 처리하여야 한다.

5-2. 되메우기

가. 되메우기 재료는 사질토 또는 터파기한 흙 중 양질토를 사용하도록 한다.

나. 중요한 곳의 되메우기는 최적함수비에 가까운 흙을 한 층의 두께가 20㎝ 이내가 되도록 편 뒤 충분히 다져야 한다. 모래를 사용할 경우에는 물다짐을 충분히 하고 필요 시 더쌓기를 하도록 한다.

다. 되메우기는 지하구조물에 손상을 주지 않도록 한다.

라. 되메우기는 동결지반에 시공해서는 안되며 동결된 재료도 사용해서는 안 된다.

마. 암반을 파고 기초공사를 시공할 때에는 터파기 된 곳은 콘크리트 되메우기를 시행하여 암반이 밀착되도록 한다.



되메우기 및 포장정리(좌), 되메우기(우)

5-3. 구조물 기초

가. 기초지반 : 구조물의 기초는 양질의 지지층이 되어야 하며, 어느 부분에서나 균등한 지지력을 갖도록 시공하여야 한다.

나. 기초 : 조약돌(막자갈) 및 모래기초는 기초바닥면에 고루 깔고, 소정의 높이로 고른 다음 램머 등으로 충분히 다져야 한다.

다. 바닥면의 마무리

○ 기초 바닥면은 원지반을 흐트리지 않도록 기면까지 인력으로 마무리 한다.

○ 바닥면에 용수 등의 우려가 있는 경우에는 적절한 배수처리 한다.

○ 바닥면이 암반인 경우에는 돌부스러기 등을 제거하고 깨끗이 씻어야 하며, 필요 시 모르타르를 균등하게 깔아서 표면을 평탄하게 마무리 한다.

○ 바닥면이 사질토이고 물막이가 충분한 경우에는 바닥면을 램머 등으로 충분히 다져서 기면으로 마무리 한다.



견치블럭 기초 거푸집 설치 및 레미콘 타설(좌), L형 콘크리트(돌) 수로 기초 레미콘 타설(우)



돌흙막이 기초 확인(좌), L형 콘크리트 수로 기초 레미콘 타설(우)



옹벽 철근 가공조립(좌), 옹벽 콘크리트 타설(우)

Ⅵ. 배수공사

1. 암거(속도랑)

1-1. 관매설

가. 횡단배수로는 가급적 자연유선을 존중하여 60～100m 간격으로 계통적으로 설치한다(새로운 유수로를 설치 시 하류 피해 원인이 될 수 있음).

나. 배수구의 통수단면은 100년 빈도 확률강우량과 홍수도달시간을 이용한 합리식으로 계산된 최대홍수유량의 1.2배 이상으로 설치하되, 경사가 급한 계곡은 유속 등을 감안하여 충분한 규격으로 반영한다.

다. 절토면 쪽을 기슭 끝에서 수직으로 터파기하여 훼손을 최소화한다.

라. 터파기 바닥은 소정의 경사가 되게 하고 지반이 연약한 경우는 소정의 재료로 치환하거나 잡석 깔기, 버림 콘크리트 타설 등 현장여건에 맞는 공법으로 침하에 대비하고, 바닥은 잘 다져 관 부설 후 부등침하가 생기지 않도록 한다.

※ 부등침하 : 기초지반 침하로 구조물의 여러 부분에서 불균등하게 침하하는 현상

마. 터파기한 바닥면은 관을 충분히 지지할 수 있도록 단단하여야 하고, 기초지반이 연약한 경우에는 막자갈 또는 현장감독관이 승인한 재료로 치환하여야 하며, 지반면 위의 암반 등이 돌출해 있는 경우에는 브레이커 등을 이용하여 소정의 경사로 다듬어야 한다.

바. 관의 규격(지름)은 1,000㎜이상으로 하고 현지여건 상 필요한 경우에는 배수구의 지름을 800㎜이상으로 설치할 수 있다.

사. 바닥기초는 파형강관 사용 시 양질의 토사를 충분히 투입하여 다짐작업을 실시한 뒤 설치한다.



커플링밴드 결합



횡배수관 현장반입



횡배수관 매설

아. 콘크리트흄관 사용 시 충분히 다짐 후 기초콘크리트와 관보호 및 이음 고정을 위한 관의 양쪽 외측벽을 콘크리트(15～20㎝ 두께)로 고정하고 설치한다.

자. 관과 관을 연결할 때에는 연결관을 한쪽관에 완전히 나사식으로 돌려 끼운 후 한쪽을 밀착시키고 연결관을 반대방향으로 돌려 완전히 연결되도록 한다.

차. 관 연결 후 관저기초는 관직경의 1/4까지 부드러운 흙을 사용하고 그 위에 관측기초는 관직경의 3/4 + 30㎝까지 물이 배지 않도록 부드러운 흙을 인력으로 층층이 고르면서 다져준다.

카. 배수관 길이는 유출구 성토사면 끝 지반선상에 설치되도록 충분하게 반영한다. (유출부 처리

가 적어짐, 성토면의 기울기 완화, 대피소 역할, 사토장 역할)




배수관 뜨게 매설된 전경(좌), 배수관을 지반선상에 매설하고 관보호공으로 보강(우)

타. 급경사지의 반향곡선부(reversed curve) 또는 곡선부 지점에는 상단에 배수관 매설로 유수량을 분산한다.

파. 유량이 많고 계곡이 좁으면 박스암거가 타당하며, 배수관 2련 이상 필요 시 가능한 물넘이포장으로 검토한다.

하. 상부계류로 부터 돌, 유목이 유출될 위험성이 많은 곳은 차단할 수 있는 구조물을 설치(사방댐의 경우 슬리트 댐 역할) 한다.

거. 종단경사가 급하여 위험성이 있는 집수정 노견부는 안전사고 예방을 위하여 난간 및 경계석을 설치한다.

너. 집수정 노견 상단에 개거를 설치하여 유수를 분산한다.




집수정 난간쪽 안전난간 설치(좌), 배수관 유입구 과다 터파기로 훼손(우)

1-2. 유입구

가. 유입·유출구는 배수관 전·후의 지형조건에 맞추어 자연스러운 수류의 유도가 가능한 구조와 적절한 세굴방지공을 설치하여야 한다.

나. 계통적 옆도랑 집수정은 특별한 경우 외에는 옆도랑 비탈과 부합되는 동물이동형을 원칙으로 하고 경우에 따라 □형(기본형)을 시공한다. 다만, 절토면 쪽이 암반일 경우에는 생략할 수 있다.

다. 상류 계곡이 불안정한 지역은 골막이 등을 설치하고 현지와 부합되는 역사다리꼴 등의 유입구를 시공한다.

라. 유입 옆도랑 쪽에는 옆도랑 크기와 동일한 방수로를 설치한다.

마. 면벽의 높이는 임도노면 높이와 일치하여야 하고 절토면 쪽을 기슭 끝에서 수직으로 터파기를 하여 가급적 훼손을 최소화 한다.



유입구 관보호공 기초 후

바. 계곡부 유입구 위치에 야면석 및 큰돌을 쌓을 경우 특수지역을 제외하고는 동물이동이 가능한 계단식으로 축설한다.




역사다리꼴로 유입구를 넓게 시공(좌), 유입구 불안정한 계곡에 골막이 설치(우)

1-3. 유출구

○ 횡배수관 설치지점의 성토길이가 짧고 완만한 지점은 날개벽을 보완하고, 성토 길이가 길고 급하며 노체안정이 필요한 곳은 옹벽 및 돌흙막이를 보강하거나 날개벽 양안을 보완하고 성토 높이에 따라 날개벽의 규모를 조정한다.

○ 재료는 경제성과 견고성 등을 고려하여 콘크리트, 돌, 돌망태 등으로 시공한다.




유출구관보호공(콘트리트, 좌), 유출구관보호공(돌, 우)

○ 유출구는 가급적 유수가 분산될 수 있는 공법을 적용하되, 지형에 따라 원 지반에 연결되는 물받이를 설치(수로는 제형을 원칙)한다.

○ 유출구의 물받이 등 관보호공은 지반선, 성토비탈 등을 고려하여 적정 시공하도록 한다(공작물의 설치는 지반선 보다 낮게 원지반에 설치).

○ 돌망태는 잡석을 구하기 쉬운 곳에 시공하는 것이 경제적이며 이불형으로 설계하되, 현지 지형에 맞도록 설치한다.

○ 유출구가 급경사지일 경우 골막이 등을 설치하여 구배를 조정한 뒤 수로 등을 설치한다.




유출구 물받이를 돌망태로 보강(좌), 급경사지 유출구를 골막이로 기울기 조정(우)




배수관 설치 적합(지반선과 부합, 좌), 배수관 설치위치 부적합(우)

2. 측구(옆도랑)

2-1. 개요

가. 노면 또는 절토사면 등에 내린 우수의 배수를 위해 노면의 종단을 따라 설치

2-2. 시공위치

가. 일반형 : 경사가 완만하며 정상노폭인 곳

나. L형 : 노폭이 좁고 유량이 적은 곳(비포장지 설치가 원칙)

※ 횡단경사가 급하여 절·성토면을 최소화할 필요가 있고 불가피하게 노폭을 좁게 할 수 밖에 없을 때

다. U형 : 절토면 토압이 적고 상류유량이 많은 곳, 빨리 배수시켜야 하는 곳

라. J형 : 토압이 많고 절취면 불안정, 연약지반인 곳, 빨리 배수시켜야 하는 곳

2-3. 시공요령

가. 옆도랑 설치 시, 옆도랑 절토면은 기슭막이, 옹벽, L형 수로의 시공지 외에는 전구간 옆도랑 줄떼공을 시공하여 식생기반 조성과 횡침식을 방지한다.



측구 떼수로(좌), U형 및 J형 콘크리트수로(우)



콘크리트 L형수로(경비가 많이 들고 설치가 어려움, 좌) / 깬잡석 대체 시공한 L형수로(경제적이고 설치 용이, 우)

나. 종단경사가 8% 이상이고 난간포장 및 L형 수로 등을 설치할 수 없는 옆도랑은 콘크리트, 돌, 벤치플륨관 등의 수로를 설치하나, 현장여건 상 수로 등을 설치하기 어려운 장소는 계통적으로 돌 및 떼붙임, 옆도랑 깊이가 깊게 형성된 기존 임도(구조개량 대상지)의 옆도랑은 옆도랑 보호공, 돌 및 떼흙막이 등의 시공을 검토(흙막이는 옆도랑 깊이에 따라 비탈길이 0.2m～0.5m 정도의 높이로 설치하여 구배 조정)한다.

다. 무근 또는 철근 콘크리트 L자형 측구는 통과차량의 하중에 의하여 파손되기 쉬우므로 측구의 기초를 견고히 할 필요가 있다.

라. 떼붙임은 길어깨 쪽의 직선구간은 가급적 피하고, 곡선구간 옆도랑 비탈면에 시공한다.

마. 반향곡선부(reversed curve)의 옆도랑 및 절·성토면은 흙막이, L형, J형, U형 수로, 난간 등으로 완벽하게 시공하고 상류 옆도랑은 측면으로 수로를 설치하여 유수를 분산토록 유도한다.

바. 일반적으로 측구의 종단기울기가 급하면 침식과 세굴이 발생되고, 너무 완만하면 토사가 퇴적되어 측구의 기능이 약화된다.

사. L형 측구 기초부는 본선의 다짐과 동일한 다짐을 실시하여 시공 후 침하에 의한 균열이나 파괴가 일어나지 않도록 하여야 한다.

아. 설계도서에 명시된 설치위치, 경사 등을 확인한 후에 시공을 하여야 한다.

자. 집수면적에 대한 유량을 확인하여 도수로의 위치를 정하고, 특히 편경사 구간은 물이 차량 주행 방향으로 흐르지 않도록 하여야 한다.

차. 인력시공 시 거푸집의 치수, 이음 및 견고한 상태 등을 확인하고 특히 도로의 곡선부는 도로의 선형에 맞게 시공하여야 한다.

카. 콘크리트 타설 시 수분의 손실을 막기 위하여 기포 바닥에 표면이 마르지 않을 정도의 살수를 하거나 비닐을 깔아야 한다.

타. 분리막에 의한 비닐깔기는 30㎝ 이상 겹치게 하고, 움직이지 않게 고정시켜야 한다.
파. 기초부와 벽체부의 팽창줄눈 위치는 일치하도록 하여야 한다.
하. L형 측구에 집수된 빗물은 도수로를 통하여 흐르도록 하여야 한다.
거. 기초바닥을 평활하게 하여 설계도서와 동일한 경사로 낮은 쪽에서부터 시공하여야 한다.
너. 설계도서에 명시된 선형으로 시공하여야 한다.
더. 집수정 설치 시 배수관의 유입구와 유출구 및 연결접속부 등을 설계도서에 표시된 계획고에 맞추어 정확한 경사가 유지되도록 하여야 한다.
러. 집수받이 설치 시 설치위치, 구조, 치수가 적정하며, 측구 및 관로와의 연결접속부 등이 설계도서에 적합한지 여부를 확인하여 설치하여야 한다.




Hair-pin지역 수로 미시공 피해우려지(좌), 토사침식이 우려되는 곳은 돌붙임 등으로 보강(우)

3. 개거(겉도랑)

3-1. 개요

○ 노면을 따라 흐르는 유수를 차단하여 옆도랑 또는 집수정 등으로 유도하는 배수시설이다.

3-2. 시공위치

○ 노면의 종단기울기가 급한 곳을 대상으로 실시한다.
○ 포장구간의 시 · 종점 부근을 대상으로 실시한다.
○ 급커브의 시작점을 대상으로 실시한다.
○ 구조물 등의 보호를 위하여 노면 유하거리를 차단할 필요가 있는 지점을 대상으로 실시한다.

3-3. 시공요령

○ 노면 유수의 방향과 유수배제의 방향을 고려하여 일정한 배수기울기를 두어 설치한다.
○ 배수방향을 성토면 방향으로 설치할 경우에는 반드시 성토면에 수로를 원지반에 도달하도록 하되 원지반에서는 유수가 분산되도록 시공하여야 한다.
○ 사용재료는 주로 흙이나 돌, 콘크리트, 목재를 사용하며, 노면과 이질적인 재료를 사용할 경우 노면 위로 노출될 우려가 있으므로 주의를 요한다.
○ 통과 차량 등의 하중에 의해 파손되지 않는 재질과 구조를 가진다.
○ 노면을 따라 흐르는 물이 옆도랑 등으로 배수될 수 있도록 횡단기울기를 적용한다.
○ 가급적 목질재료의 사용은 지양하여야 한다.

○ 차량 통과 빈도가 적은 곳은 토사개거의 시공도 가능하다.



다양한 겉도랑 전경

4. 기타 배수로

4-1. 산마루 측구

○ 비탈면으로부터 표면수가 유입되는 것을 차단하기 위하여 땅깎기부의 비탈면 정상 끝단에서 일정하게 벗어난 지점에 산마루 측구를 설치하며, 현장조사 결과에 따라 지형 상 필요한 곳에 설치하여야 한다.

○ 표면수는 비탈면을 따라 설치한 산마루 측구를 통하여 배수되도록 한다.

○ 측구 완성 후 되메우기는 표면수의 침투로 인하여 산마루 측구가 침하하지 않도록 다짐을 철저히 하여야 한다.



산마루측구 전경

4-2. 산비탈 수로

○ 산비탈 수로내기는 빗물에 의한 비탈면 침식을 방지하고 시공공작물이 파괴되지 않도록 일정한 장소에 유수를 모아 배수시키는 공작물이다.

○ 사용재료에 따라 떼, 돌, 콘크리트, 블록판, 벤치플륨관, 반원관, 파식수로내기 등으로 구분하고 수로의 모양은 반달꼴(弧形), U자형, 사다리꼴(梯形)이 있다.

○ 시공요령

가. 수로단면은 집수구역면적에 따라 크기를 달리해야 하지만 돌흙막이나 콘크리트흙막이와 같은 수평대(水平帶·帶工)공작물에 의하여 구분되어지는 구간에서는 같은 크기의 단면을 사용한다.

나. 수로의 기울기는 가급적 상부에서 하부에 이르기까지 일정하게 계획하며 최소한 흙막이와 흙막이 사이 같은 수평대공작물의 구간에서는 일정한 기울기로 시공해야 한다.

다. 수로는 될 수 있는 한 직선적으로 축설해야 한다. 부득이 방향을 변경할 경우에는 반드시 외측을 높게 하여 물이 넘치는 것을 방지해야 하며 흙막이와 수평대공작물에 의하여 낙차를 이루어 수세를 약화시킨 다음 방향을 변경하여야 한다.

라. 비탈면의 기울기를 바꾸거나 수로의 받침공작물로서의 수평대공작물을 축설하는 장소에서는 낙차가 생기므로 그 하부에 물받이(수로받이, 水路受口)를 설치한다. 물받이 크기는 낙차의 유효높이와 수로기울기 등을 고려하여 결정하고 유하수가 직접 붕괴면에 비산되지 않는 규모로 해야 한다.



산비탈수로 전경

4-3. 도수로

○ 성토사면에 설치된 유출구의 유수가 산지의 원지반에 도달하지 않을 경우, 성토사면의 유출구로부터 사면의 하단부에 이르는 수로를 설치할 수 있다.

○ 도수로 재료를 다양하게 선택할 수 있으나, 고무나 플라스틱이 주재료인 것은 기온변화에 따른 변형이 있을 수 있다.

○ 도수로 하단부의 끝부분은 침식되지 않도록 방비해야 한다.



도수로 전경

Ⅶ. 생태복원공사

1. 생태복원의 일반

○ 임도는 계곡, 산복, 산정을 포함하는 넓은 유역을 통과하는 산길로서 다양한 생태계의 영향을 줄 수 있어, 특히 지질, 지형, 수목 등의 특성을 사전 감안하여 노선을 선정한다.

○ 동식물의 서식처에 영향이 큰 물길의 교란 여부, 사면의 붕괴 등을 감안하여 계획한다.

○ 계곡부의 식생은 표토를 채취, 저장, 이식하는 방법을 설계에 반영하여 기슭막이, 흙막이 등의 천단 위 등지에 활용한다.

○ 달래, 철쭉, 함박꽃 등의 산복, 산정의 관목, 아관목은 굴취하여 이식하는 방법을 선택한다.

○ 큰 고목, 형상이 좋은 돌은 그대로 유지하고 부득이 한 경우에는 보호망을 설치하여 임도의 친환경적 계획을 세운다.

○ 작은 돌들은 모아 탑쌓기, 담쌓기 등에 활용하여 경관유지 및 소동물과 파충류의 서식처로 활용한다.

○ 암의 절취시 발파를 최소화하고, 습지, 휘귀식물군락지, 유용활엽수군락지 등은 노선을 우회하는 방안을 적극적으로 검토한다.

○ 콘크리트 구조물을 최소화하고 포장시 노체 중간부에 잔디를 식재하여 양서류의 이동통로로 이용한다.

○ 계곡부의 구조물 시공시 주변 좌우의 나무의 벌목을 최소화하여 해캄의 번식을 억제하고 흙탕물 방지를 위한 골막이 설치 등을 계획한다.

2. 생태연못

○ 소계곡과 암거의 유입구가 만나는 곳의 적지에 계획하고, 재료는 현장재료를 이용하며, 가급적 콘크리트 사용을 최소화한다.

○ 그늘이 많이 유지되는 곳으로 상류에는 토석류 방지 골막이 등을 설치한다.

○ 바닥에는 모래, 또는 돌을 붙여 양호한 수질을 유지한다.

○ 식물과 관목류를 이용하여 피복식재하여 건조 및 온도 상승을 완화시키도록 한다.

○ 항상 물이 있는 습지의 경우 생물의 번식조건을 성립시킬 수 있어야 한다.

양서파충류 서식을 위한 생태연못

구 분	조성시 고려사항	비고
대상지와 연못의 크기	• 햇볕이 잘 드는 곳으로 물이 너무 차갑지 않아야 올챙이의 성장에 적합하며, 연못주변의 수목에 의해 그늘이 생기지 않도록 함 • 연못의 크기는 크면 클수록 좋지만, 100㎡ 정도 이상이면 적당하다. 가까운 곳에 다른 연못이나 개울이 있는 것이 좋음	
연못의 모양과 수심	• 연못의 모양은 변화가 있는 불규칙적인 형태가 좋음 • 연못의 수심은 다양하게 조성해 주어야 하며, 연못 바닥에서 개구리가 동면하므로, 연못바닥이 얼지 않을 정도의 깊이가 확보함 • 특히, 산란기(봄철)에는 개구리가 수심 10cm 정도 되는 곳에 산란을 하기 대문에 해당수심의 서식처를 넓게 확보함	20cm에서 75cm정도가 적당
공급 수원	• 지하에서 용수가 솟아 나오는 장소가 연못조성의 적지이며, 수원은 우수나 강물을 이용함 • 동절기에는 연못에 두꺼운 얼음이 얼어 바닥으로 산소공급이 장기간 차단되어, 동면중인 개구리가 죽을 수 있으므로 유지관리가 필요함	얼음에 구멍 뚫어주기 등
호안 처리	• 연못주변의 숲이나 초지와 연결되는 지역은 사람들이 접근하지 못하도록 식재와 호안 처리에 유의하여야 함(올챙이 때는 연못에서 생활하고, 성체가 되어서는 호안이나 초지나 삼림에서 서식하는 양서류들의 이동통로로 이용되기 때문에 사람의 간섭을 피 할 수 있도록 해주어야 하며, 호안경사도 완경사로 조성) • 사람이 접근할 수 있는 호안의 겨우, 통나무나 돌을 이용하여 무너지지 않도록 함	
식재 계획	• 올챙이를 위한 적당한 차폐의 제공도 필요함 • 대상지 인근지역에서 자생하는 식물들을 도입하는 것이 바람직하며, 양서류의 먹이가 되는 곤충들을 유인하기 위하여 색이 화려한 자생초화류 등을 도입하는 것도 필요함 • 광엽성 식생들은 도룡뇽 등의 서식처로 적합함 • 포트를 이용한 식재는 관리상 편리하며, 개수면을 일정하게 유지하는데 용이함 • 자생종 위주로 식재하고, 수생식물이 너무 무성하지 않게 관리(전체 수면 면적의 10~20%가 적당) • 연못주변에 교목을 식재하여 연못에 햇볕이 드는 것을 차단하거나, 연못 바닥에 낙엽이 쌓이도록 해서는 안됨	
주변 환경	• 양서류의 이동거리는 대략 150m정도로, 반경 내에 다른 연못이나 개울이 존재하는 것이 좋음 • 올챙이 시기는 연못에서 서식하고, 성체가 되어서는 초지나 삼림에서 서식하는 종도 있으므로 주변에 초지와 삼림이 존재하는 것이 좋음	

※ 출처 : 환경부. 2001. 도심에서 자연을 불러오기 위한 생태연못조성 길라잡이



다양한 생태연못 전경

3. 수로 탈출시설

○ 콘크리트 측구나 집수정을 변형시켜 양서 · 파충류나 소동물의 탈출을 도와주는 역할을 수행한다.

○ 도로의 양단에 설치된 측구에는 도마뱀 등의 지상 배회성 소형 동물이 추락한 뒤 탈출하지 못한 채로 죽는 경우가 없도록 설치한다.

○ 추락한 경우라도 자력으로 탈출할 수 있는 구조를 가진 측구를 설치하거나, 또는 덩굴을 드리우는 등의 대책을 세워야 한다.

○ 측구는 5° 이하의 경사로 소동물이 자력으로 기어오르기 쉽도록 배려한다.




수로 탈출시설(계속)



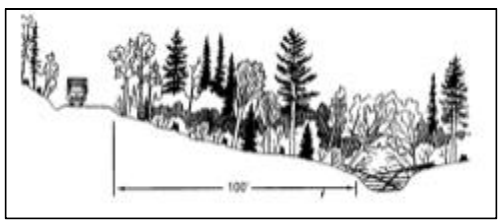

수로 탈출시설

4. 어류 고려 시설

○ 임도의 노선선정 시 부득이한 경우를 제외하고 수계관리지역 밖에 노선을 선정한다.

○ 수자원보호구역의 반경 100m 이내에 임도설치는 억지한다.

○ 강우시 임도를 통과한 유거수가 직접 수계로 유입되지 않고 완충수림대(buffer strip)로 흐르게 유도한다.



수자원보호구역 반경 100m 이내 임도설치 금지

○ 지켜야 할 어류가 있는 경우에 암거는 어류의 특성에 맞는 형태의 암거를 택해서 설치한다.




어류를 고려한 시설

5. 수생동물 고려 시설

- 교량 아래 외에 박스컬버트나 배수용 횡단관로, 오버브릿지 등의 횡단구조물이 동물의 이동에 자주 사용됨. 따라서 동물 이동경로 확보를 위한 동물이동통로를 설계에 반영하여야 한다.
- 인접한 사면은 주변 수림과의 거리를 짧게 하여 동물이 불안감 없이 이용할 수 있도록 유도식재하고 노면은 흙으로 덮어야 한다.
- 박스컬버트의 설치장소가 양서류와 파충류 같은 소형동물의 이동통로가 될 가능성이 있는 경우에는 출입구가 되는 가지도랑을 갖춘 U자형 도랑과 포착용 측구를 설치하여야 한다.
- 양서류를 위한 도랑과 pipe는 하천, 늪, 논 등 주요한 서식지를 연결하는 형태로 설치하여야 한다.
- 소택지와 골짜기 지형을 이동통로로 사용하기 때문에 이런 곳은 가능한 한 교량구조를 선택하여야 한다.
- 배수시설을 동물이동 통로로 활용시 배수 근본 목적을 훼손하지 않도록 설계한다.
- 야생동물이 이용한다고 판단되는 길을 연결하는 형으로 설계한다.
- 인접한 사면은 주변 녹지와의 거리를 짧게 하여 동물이 불안감 없이 이용할 수 있도록 유도식재하고 노면은 흙으로 한다.
- 우제류는 번쩍임을 싫어함으로 횡단구에 덮개를 설치한다.
- 소형동물은 함께 설치된 측구를 잘 이용하므로 측구의 설치가 바람직하다.
- 측구의 이용과 소동물의 측구 탈출을 위해 비탈길을 설치한다.
- 측구에 통과시 발이 젖지 않도록 측구 바닥에 소형 계단을 설치한다.
- 배수시설을 동물이동통로로 활용시 배수의 근본 목적을 훼손하지 않도록 설계한다.
- 작은 소택지에 이동통로를 설치하면 효과적으로 중소형 동물이 이용한다.
- 배수와 겸용인 경우 pipe 속에 선반 형태를 설치하여 젖지 않도록 배려한다.
- pipe 출입구의 집수통에 동물이 이용하기 쉽도록 계단상의 선반과 slope을 설치하는 등의 검토가 필요하다.
- 크기는 중형포유류를 고려하여 직경이 최소 1m 이상은 필요하다.

6. 야생동물용 은폐 / 엄폐 시설물

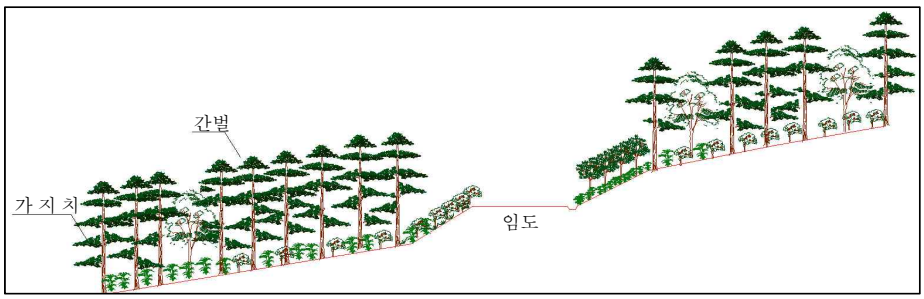


야생동물용 은폐 / 엄폐 시설물

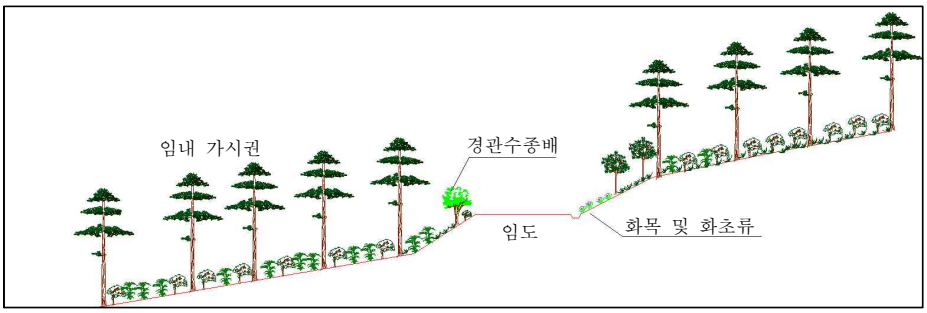
- 그늘이 유지되는 곳을 대상으로 설치한다.
- 박스 암거와 같이 야생동물의 이동이 예상되는 곳을 대상으로 설치한다.
- 오픈된 곳에 은폐 / 엄폐할 자연물이 없는 곳을 대상으로 설치한다.
- 임도공사시 발생된 지장목을 횡목과 종목으로 최소한 1㎥ 이상 되게 쌓는다.

7. 임도의 경관시공

- 산림경관은 인지특성에 따라 임연경관, 임내경관, 임외경관으로 구분될 수 있는데, 임도 경관관리는 임내경관관리로 임분밀도를 낮게 조성하여 임내 조망점을 확보해야 한다.
- 인공림의 경우 수간배열의 규칙성을 높이고 복층림으로 유도하며, 임내 가시권 확보(간벌, 가지치기)한다.

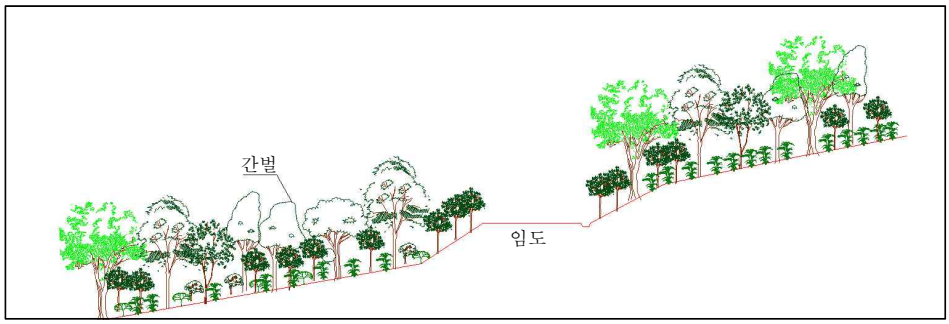


인공림 경관조성 전

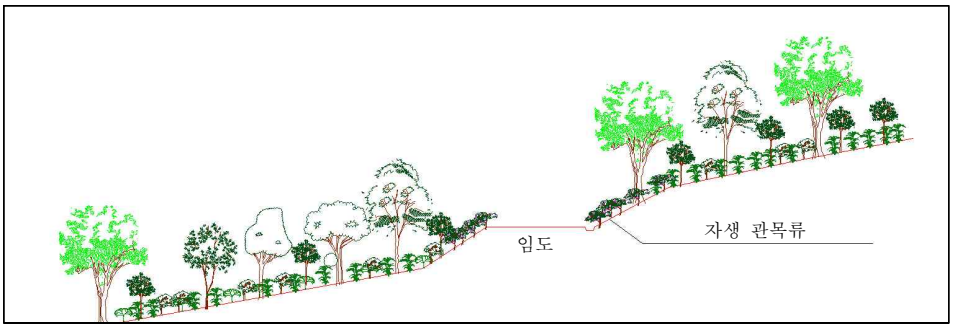


인공림 경관조성 후

- 천연림의 경우는 임내 가시권을 확보하고 다양한 요소를 강화시켜주는 혼효림, 복층림으로 적극 유도한다.



천연림 경관조성 전



천연림 경관조성 후

○ 유형별 경관관리



내리막 선형에서 시야가 확보되어 있고 양안에 교목이 울창한 경관



곡선부에서 시야가 트인 경관



초본류로 피복된 노면경관



먼 산이 조망되는 가시권이 넓은 경관

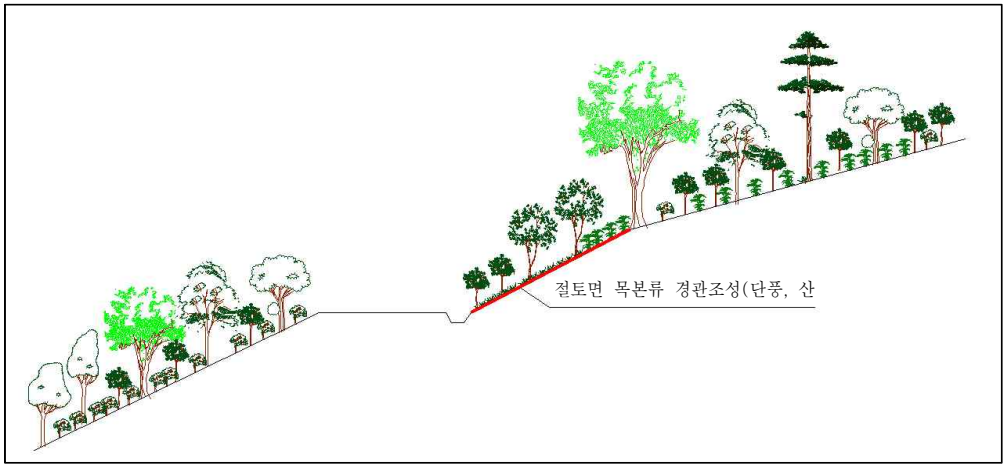
유형별 경관관리 예시

○ 노면포장은 콘크리트 등의 인공적 포장보다는 자갈깔기 등 노면식생에 의한 식생포장 유도한다.

○ 임도 양안의 가시권 확보를 위한 잡관목 제거 및 절성토면의 재해 예방을 위한 강도간벌의 숲가꾸기 시행한다.

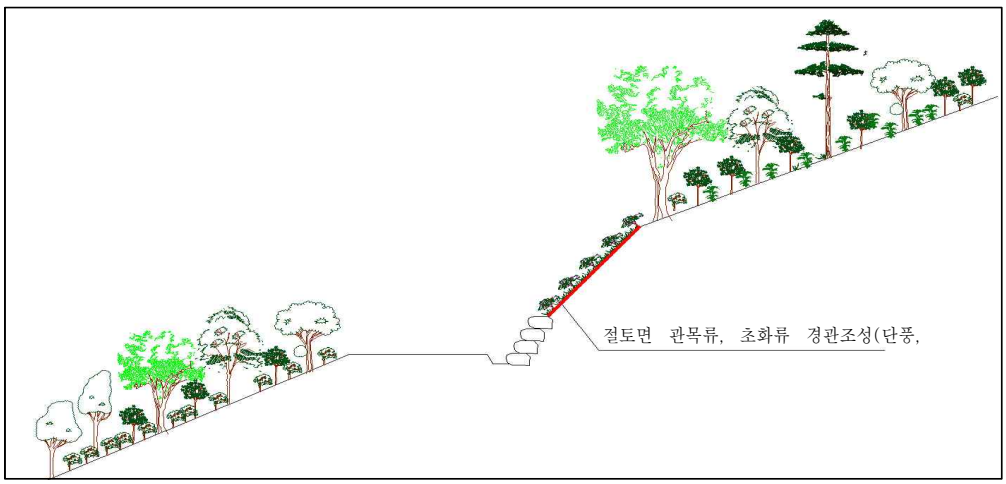
○ 절토면 피복은 절토사면의 기울기 등 현지 여건을 감안하여 절토사면 하단부에 사방시설 유 · 무에 따른 식생 피복 공법 방안이다.

○ 절토사면이 완만하고 비교적 긴사면은 목본류로 피복된 절토사면 경관 조성을 시행한다.



절토사면 목본 피복 경관 조성

○ 절토사면이 급하고 하단부에 사방시설을 설치한 절토사면은 관목류와 초류로 경관 조성을 한다.



절토사면 관목류, 초화류 경관조성

○ 동선은 조망권을 확보하되 주변에 경관수종을 배치하고 경관시업을 실행한다.

○ 임도는 목재생산, 숲가꾸기 등 산림경영 뿐만 아니라 휴양활동에 최적 기능이 발휘되도록 시설해야 하기 때문에 노선배치, 식생피복, 구조물 설치 등에 있어서 임도 성토부의 식생이 조망권에 미치는 영향, 이용자의 대상, 시간, 계절 등을 다각적으로 고려하여 경관적으로 시설하여야 한다.

Ⅷ. 노면보호공사

1. 쇄석포설

1-1. 개요

○ 임도 노면의 토사구간 중 강우시 배수처리가 원활하지 않아 차량통행의 지장을 주는 구간에 쇄석(사리)을 포설하는 공사이다.




임도 쇄석포설 전경

1-2. 재료

1-2-1. 재료의 품질기준

가. 쇄석포설 재료는 견고하고, 내구성이 있는 부순돌, 자갈, 모래, 슬래그 등 기타 현장감독관이 승인한 재료 또는 이들의 혼합물로 점토, 실트, 유기불순물, 기타 유해물을 함유되지 않아야 하며 표 10-1의 품질기준에 맞는 것이어야 한다.

나. 재료의 외형은 비교적 균일한 형상을 가지고 있어야 하며, 골재원 선정 및 변경은 현장감독관의 사전 승인을 받아야 한다.

보조기층 재료의 품질기준

구 분	시 험 방 법	기 준
액 성 한 계 (%)	KS F 2303	25 이하
소 성 지 수 (%)	KS F 2303	6 이하
마 모 감 량 (%)	KS F 2508	50 이하
수 정 CBR (%)	KS F 2320	30 이상
모 래 당 량	KS F 2340	25 이상

1-2-2. 재료의 표준입도

가. 쇄석포설 재료의 입도는 원칙적으로 다음 표의 범위 내에 있어야 한다. 계약상대자는 현장감독관의 승인을 받아 다음 표의 입도 중에서 선택하여 사용한다.

보조기층재의 입도기준

입도 번호	통 과 중 량 백 분 률 (%)							
	75㎜	50㎜	40㎜	20㎜	5㎜	2㎜	425㎛	75㎛
SB-1	100	-	70~100	50~90	30~65	20~55	5~25	2~10
SB-2	-	100	80~100	55~100	30~70	20~55	5~30	2~10

1-2-3. 재료의 채취 및 생산

가. 쇄석포설 재료는 석산의 벌개제근, 표토제거를 하고 발파한 후 파쇄하여 체가름, 골재 혼합 등의 처리를 하여 시방서 규정에 맞는 재료를 생산하여야 한다.

나. 하천골재를 보조기층 재료로 사용할 경우에는 함수비 과다를 고려하여 골재를 집적하여 일정 기간이 지난 후 운반하여 사용하여야 한다.

다. 시방규정에 맞는 쇄석포설 재료를 얻기 위하여 재료의 채취방법, 체가름, 혼합 등의 처리 방법을 변경 또는 수정할 필요가 있을 경우 수급자는 현장감독관의 승인을 받아 필요한 조치를 취하여야 한다.

1-2-4. 재료의 저장

가. 재료의 저장장소는 우선 평탄하게 고르고 깨끗이 청소하여 이물질이 혼입되지 않도록 하여야 하며, 과다하게 함수되지 않도록 특히 저장장소의 배수에 주의하여야 한다.

나. 골재원이나 재료의 성질이 다를 경우에는 종류별로 나누어 저장하고 서로 혼합되지 않도록 한다.

1-3. 시공요령

1-3-1. 준비공

가. 노상면의 완성면 검측 후에 포설하여야 한다.

나. 쇄석포설은 완료된 완성면 위에 포설하여야 한다.

다. 노면에 점토 등 기타 불순물이 있거나 동결상태에 있을 때는 포설해서는 안 됨

라. 쇄석포설 전 10㎝의 터파기를 하고 면고르기, 다짐을 한다

마. 노상면이 부적합할 경우에는 면고르기, 재다짐 또는 필요한 경우 치환 등을 실시하여 공사시방서에 맞는 노상면을 준비하여야 한다.

1-3-2. 재료의 혼합

가. 쇄석포설의 재료는 규정입도 및 시방에 맞도록 혼합한 후 감독원의 확인을 받아 현장에 반입하여야 한다.

나. 혼합된 재료는 입도가 균질하여야 하며 적정한 함수비를 가지고 있어 재료의 저장 운반 및 포설 중 재료분리가 일어나지 않도록 하여야 한다.

다. 재료를 현장에서 혼합할 경우에는 혼합방법 등을 현장감독관에게 제출하여 승인을 득한 후 반입하여야 한다.

1-3-3. 포설 및 다짐

가. 쇄석포설 재료의 운반, 포설 및 다짐 시에는 적절한 함수비를 유지하여야 한다.

나. 포설에 사용하는 장비는 재료분리를 일으키지 않는 장비이어야 한다. 다만, 포설장비가 들어갈 수 없는 협소한 지역에서는 현장감독관의 승인을 받아 인력 또는 특수장비를 사용하여 포설할 수 있다.

다. 포설은 다짐 후 1층 두께가 20㎝를 넘지 않도록 재료를 균일하게 포설하여야 한다.



시공 전



터파기



쇄석 혼합



쇄석 운반

노면 쇄석 부설 시공 사례(계속)



전압작업(진동롤러)



정지작업(모터그레이더)



쇄석부설 후 다짐



시공 후

노면 쇄석 부설 시공 사례

1-3-4. 유지관리

가. 노면의 평활성 유지(횡단물매 3~5%)하도록 한다.

나. 바퀴자국의 되메우기를 실시한다.

다. 손실재료의 보충을 실시한다.

2. 콘크리트포장

2-1. 개요

2-1-1. 임도 노면에 종단기울기가 급하거나 노면을 보호해야 할 구간에 시멘트 콘크리트를 이용하여 포장하는 공사이다.



임도 콘크리트 포장 전경

2-2. 재료

2-2-1. 시멘트

가. 보통 포틀랜드 시멘트, 중용열 포틀랜드 시멘트, 조강 포틀랜드 시멘트, 저열 포틀랜드 시멘트, 내황산염 포틀랜드 시멘트는 KS L 5201, 고로슬래그 시멘트는 KS L 5210, 플라이 애쉬 시멘트는 KS L 5211, 포틀랜드 포졸란 시멘트는 KS L 5401에 적합한 것을 사용한다.

나. 상기 가. 이외의 시멘트는 그 품질을 확인하고, 그 사용 방법을 충분히 검토하여야 한다.

2-2-2. 물

가. 물은 기름, 산, 유기불순물, 혼탁물 등 콘크리트나 강재의 품질에 부정적 영향을 미치는 물질이 유해량 이상 함유되지 않도록 한다.

나. 물은 KS F 4009 부속서2의 기준에 적합한 것을 표준으로 한다.

다. 물은 콘크리트의 응결경화, 강도의 발현, 체적변화, 워커빌리티(workability) 등의 품질에 나쁜 영향을 미치거나 강재를 녹슬게 하는 물질을 허용함유량 이상 포함하지 않아야 한다.

라. 해수는 강재를 부식시킬 우려가 있으므로 철근 콘크리트, 프리스트레스트 콘크리트, 강콘크리트 합성구조 및 철근이 배치된 무근 콘크리트에서는 혼합수로서 사용할 수 없다.

2-2-3. 잔골재

가. 일반사항

- 잔골재나 잔골재용 원석의 강도는 단단하고 강한 것이어야 한다.
- 잔골재는 유해량 이상의 염분을 포함하지 않아야 하고, 진흙이나 유기 불순물 등의 유해물이 유해량 허용한도 이내여야 한다.
- 잔골재로 콘크리트용 잔골재는 KS F 2526, 부순 골재는 KS F 2527, 순환 잔골재는 KS F 2573, 고로 슬래그 잔골재는 KS F 2544 표준에 적합한 것을 사용한다. 단, 혼합하여 사용하는 경우에는 KS F 2526의 품질 규정에 적합하여야 한다.

나. 물리적 품질

○ 잔골재의 절대건조밀도는 0.0025g/㎣ 이상의 값을 표준으로 한다.

○ 잔골재의 흡수율은 3.0% 이하의 값을 표준으로 한다. 단, 고로 슬래그 잔골재의 흡수율은 3.5% 이하의 값을 표준으로 한다.

다. 입도

○ 잔골재는 대소의 알갱이가 알맞게 혼합되어 있는 것으로서, 그 입도는 다음의 범위를 표준으로 한다. 체가름 시험은 KS F 2502에 따른다.

잔골재의 표준입도

체의 호칭치(㎜)	체를 통과한 것의 중량 백분율(%)	
	천연 잔골재	부순 모래
10	100	100
5	95 ~ 100	90 ~ 100
2.5	80 ~ 100	80 ~ 100
1.2	50 ~ 85	50 ~ 90
0.6	25 ~ 60	25 ~ 65
0.3	10 ~ 30	10 ~ 35
0.15	2 ~ 10	2 ~ 15

○ 표의 입도 범위 내의 잔골재를 사용하여야 하며, 입도가 이 범위를 벗어난 잔골재를 쓰는 경우에는 두 종류 이상의 잔골재를 혼합하여 입도를 조정해서 사용하여야 한다. 혼합 잔골재의 경우 천연골재의 입도규정에 준한다. 또한, 표에 표시된 연속된 두 개의 체 사이를 통과하는 양의 백분율이 45%를 넘지 않아야 한다.

○ 잔골재의 조립률이 콘크리트 배합을 정할 때 가정한 잔골재의 조립률에 비하여 ±0.20 이상의 변화를 나타내었을 때는 배합을 변경하여야 한다. 공기연행 콘크리트를 사용할 경우에는 입도변화의 허용값을 앞의 값보다 작게 규정하는 것이 좋다.

2-2-4. 굵은골재

가. 일반사항

○ 굵은골재나 굵은 골재용 원석의 강도는 단단하고 강한 것이어야 한다.

○ 굵은골재는 유해량 이상의 염분을 포함하지 않아야 하고, 진흙이나 유기불순물 등의 유해물의 유해량 허용 한도 이내여야 한다.

○ 콘크리트용 굵은골재는 KS F 2526, 부순 굵은골재는 KS F 2527, 고로 슬래그 굵은골재는 KS F 2544, 순환 굵은골재는 KS F 2573의 규정에 적합한 굵은골재를 사용하여야 한다. 다만, 혼합하여 사용하는 경우에는 KS F 2526의 품질 규정에 적합하여야 한다.

나. 물리적 품질

○ 굵은골재로서 사용할 자갈의 절대건조밀도는 0.0025g/㎣ 이상의 값을 표준으로 한다.

○ 다만, 고로 슬래그 굵은골재의 경우 A급, B급은 각각 0.0022g/㎣ 및 0.0024g/㎣ 이상을

표준으로 한다. 순환 굵은골재의 경우는 0.0025g/㎣ 이상의 값을 표준으로 한다.

○ 순환 굵은골재의 흡수율도 3.0%이하로 한다. 다만, 고로 슬래그 굵은골재의 경우 A급 및 B급은 각각 4.0% 및 6.0%를 상한값으로 한다.

다. 입도

○ 굵은골재는 대소의 알갱이가 알맞게 혼합되어 있는 것으로, 그 입도는 다음 표(굵은골재의 표준입도)의 범위를 표준으로 한다. 골재의 체가름 시험은 KS F 2502에 따름

굵은골재의 표준입도

골재 번호	체의호칭치수(㎜) / 체의크기(㎜)	각 체를 통과하는 무게 백분율 (%)												
		100	90	75	65	50	40	25	20	13	10	5	2.5	1.2
1	90~40	100							0-5					
2	65~40		90-100	100	25-60 90-100	35-70	0-15		0-5					
3	50~25				100	90-100	0-15			0-5				
357	50~5				100	95-100	35-70	0-15 30-7		10-30		0-5		
4	40~20					100		20-55	0-15		0-5			
467	40~5					100	90-100		35-70		10-30	0-5		
57	25~5						95-100	95-10		25-60		0-10	0-5	
67	20~5						100	0	90-10		20-55	0-10	0-5	
7	13~5						100	100	100	90-10	40-70	0-15	0-5	
8	10~2.5									100	85-10	0-30	0-10	0-5

2-2-5. 혼화재료

가. 혼화재료는 품질이 확인된 것을 사용하여야 한다. 혼화재료 중에서 사용실적이 적거나 KS 등에도 품질규격이 정해져 있지 않은 것은 기존의 사용 사례에서 효과를 조사하는 등의 시험을 통해 그 품질을 충분히 확인한 후 사용하여야 한다.

나. 혼화재료는 용도에 따라 적당히 사용할 경우 양질의 콘크리트를 얻을 수 있으므로 사용을 적극 검토하여야 한다.

2-3. 저장

2-3-1. 시멘트

가. 포대시멘트가 저장 중에 지면으로부터 습기를 받지 않도록 하기 위해서는 창고의 마룻바닥과 지면 사이에 어느 정도의 거리가 필요하며, 현장에서의 목조창고를 표준으로 할 때, 그 거리를 0.3m로 하면 효과적이다.

나. 포대시멘트를 쌓아서 저장하면 그 질량으로 인해 하부의 시멘트가 고결할 염려가 있으므로 시멘트를 쌓아올리는 높이는 13포대 이하로 하는 것이 바람직하다. 저장기간이 길어질 우려가 있는 경우에는 7포 이상 쌓아 올리지 않는 것이 좋다.

다. 저장 중에 약간이라도 굳은 시멘트는 공사에 사용하지 않아야 한다. 3개월 이상 장기간 저장한 시멘트는 사용하기에 앞서 재시험을 실시하여 그 품질을 확인한다.

2-3-2. 골재

가. 잔골재 및 굵은골재에 있어 종류와 입도가 다른 골재는 각각 구분하여 별도 저장한다. 특히, 원석의 종류나 제조 방법이 다른 부순 모래는 분리하여 저장한다.

나. 골재의 받아들이기, 저장 및 취급에 있어서는 먼지, 잡물 등이 혼입되지 않도록, 또한 굵은골재의 경우에는 골재 알이 부서지지 않도록 설비를 정비하고 취급에 주의한다.

다. 골재의 저장설비에는 적당한 배수시설을 설치하고, 그 용량을 적절히 하여 표면수가 균일한 골재를 사용할 수 있도록, 또한 받아들인 골재를 시험한 후에 사용할 수 있도록 한다.

라. 겨울에 동결되어 있는 골재나 빙설이 혼입되어 있는 골재를 그대로 사용하지 않도록 적절한 방지대책을 수립하여 골재를 저장한다.

마. 여름철에는 살수를 하는 등 고온 상승 방지를 위한 적절한 시설을 하여 저장한다.

2-3-3. 현장콘크리트

가. 품질기준

○ 콘크리트 28일 최소 압축강도가 중요하므로 구조물은 210kg/㎠, 보통 구조물 180kg/㎠, 버림 콘크리트 150kg/㎠로 시공되어야 한다. 현장 콘크리트를 치려면 최소한 치기 작업 15일 전에 현장감독관에게 배합 설계서를 제출하여 승인을 얻어야 한다. 슬럼프 값은 7.5～10㎝이어야 하고 12㎝를 초과할 수 없다.

○ 통상 사용될 시멘트량은 소요 설계강도 산정에 필요한 최소량이 될 것이나 중요 구조물 콘크리트는 210kg/㎠이하로 할 수 없다.

나. 콘크리트 배합

○ 콘크리트 배합은 소요 강도, 내구성 및 작업에 맞는 워커빌리티(Workability)를 가지는 범위 내에서 단위수량이 될 수 있는 한 작게 되도록 한다.

○ 중량 배합

- 별도로 규정하지 않는 한 시멘트 콘크리트 배합은 중량배합에 의한다.

○ 용적배합

- 설계서에 규정되어 있거나 또는 현장감독관의 별도 승인을 받아 콘크리트용 골재를 용적으로 계량할 경우에는 중량과 용적과의 관계를 기준으로 하여야 한다.

○ 배합설계

- 시공자는 현장감독관과 협의하여 콘크리트 배합설계시 최소한 1주일 이전에 모든 준비를 완료하여야 하며 현장감독관 입회하에 실시하고 측정하여야 한다.
- 본 공사에 사용되는 중요 구조물에 대하여는 필요시 콘크리트 배합 설계를 시공 중에 실시하고 그 결과에 의거 시공되어야 한다.

○ 현장배합

- 계약자는 콘크리트 공사를 착수하기 전에 승인된 배합설계를 최종적으로 현장 실정에 맞도록 계량 및 현장 시험배합을 하여야 한다.

다. 비비기

○ 계량 장치

- 각 재료의 계량방법 및 계량장치에 대해서는 미리 현장감독관의 승인을 받아야 한다.
- 각 재료의 계량장치는 공사개시 전 및 공사중 정기적으로 점검하여 조정하여야 한다.

○ 재료의 계량

- 재료를 계량하기 전에 지정된 각 소요 강도에 대해 현장배합 설계를 실시하여 현장감독관의 승인을 받아야 하며, 승인된 현장배합에 따라 계량해야 한다.
- 각 재료의 1회분 비비기량의 계량은 중량으로 시행하는 것을 원칙으로 하나, 현장감독관의 승인을 받아 다른 방법으로 계량할 수 있다.
- 시멘트의 경우 포대시멘트는 별도 계량이 필요 없으며 모든 재료의 1회분 계량 오차는 다음 값 이하여야 한다.

재료의 명칭	허용오차(%)
물	1
시멘트	2
골재	3

○ 비비기

- 콘크리트 재료는 반죽된 콘크리트가 균등질이 될 때까지 충분히 비벼야 한다.
- 재료를 믹서에 넣을 때는 전 재료를 동시에 균등하게 투입하는 것을 원칙으로 하며, 비비는 시간은 시험에 의하여 정하는 것을 원칙으로 하되 일반적으로 믹서 안에 재료를 투입한 후 가경식 믹서일 경우는 1분 30초이상, 강제식 믹서일 경우에는 1분 이상을 표준으로 한다.
- 비비기는 소정시간의 세배 이상 계속해서는 안 되며 믹스된 콘크리트를 전부 꺼낸 후가 아니면 믹서 안에 다른 재료를 넣어서는 안 된다.
- 비벼놓아 굳기 시작한 콘크리트를 되비벼서 사용해서는 안 된다.
- 중요하지 않은 공사에 한해서 손으로 비비는 것을 승인할 수 있다.
- 손으로 비비는 경우 수밀성을 지닌 비비기 판에서 비벼야 한다. 이 경우에 비비기는 비빈 콘크리트의 색깔이 일정하고 균등질이 될 때까지 계속하여야 한다.

2-3-4. 레디믹스트 콘크리트

가. 콘크리트 배합 기준

구 분	단 위	중요 구조물	보통 구조물	버림 콘크리트
재령 28일 압축강도	kg/㎠	210	180	150
굵은 골재 최대 치수	㎜	25	25	40
최 대 슬 럼 프	㎝	8~12	8	12

나. 받아들이기

○ 콘크리트 치기에 앞서 납품일시, 콘크리트의 종류, 수량, 배출 장소, 생산 속도 등을 생산자와 충분히 협의하여 콘크리트 치기 중에 콘크리트 치기가 중단되는 일이 없도록 한다.

○ 콘크리트를 배출하는 작업은 재료분리가 일어나지 않도록 해야 한다.

2-4. 시공요령

2-4-1. 일반사항

가. 콘크리트 구조물의 시공은 시공계획에 따르는 것을 원칙으로 한다.

나. 현장에서는 콘크리트 구조물의 시공에 관하여 충분한 지식이 있는 기술자를 배치해야 한다.

2-4-2. 콘크리트의 시공 성능

가. 워커빌리티

○ 굳지 않은 콘크리트의 워커빌리티는 운반, 타설, 다지기, 마무리 등의 작업에 적합한 것이어야 한다.

○ 워커빌리티의 검사는 구조물의 구조 조건이나 시공 조건 등을 고려하여 적절한 시험에 의해 실시하여야 한다.

○ 일반적인 경우, 워커빌리티는 굵은 골재의 최대 치수와 슬럼프를 사용하여 설정해도 좋다.

나. 펌퍼빌리티

○ 굳지 않은 콘크리트의 펌퍼빌리티는 펌프 압송작업에 적합한 것이어야 한다.

○ 일반적인 경우, 펌퍼빌리티는 수평관 1m당 관내의 압력손실로 정하여도 좋다. 일반적으로 수평관 1m당 관내 압력손실에 수평환산거리를 곱한 값이 콘크리트 펌프의 최대 이론 토출압력의 80% 이하가 되도록 한다.

2-4-3. 운반

가. 공사를 시작하기 전에 콘크리트의 운반은 콘크리트의 종류, 품질 및 시공 조건에 따라 적합한 방법에 의하여 분리, 누출 및 품질의 변화가 가능한 적게 되도록 충분한 계획을 세워놓아야 한다.

나. 콘크리트는 신속하게 운반하여 즉시 타설하고, 충분히 다져야 한다. 비비기로부터 타설이 끝날 때까지의 시간은 원칙적으로 외기온도가 25℃ 이상일 때는 1.5시간, 25℃ 미만일 때에는 2시간을 넘어서는 안 된다. 다만, 양질의 지연제 등을 사용하여 응결을 지연시키는 등의 특별한 조치를 강구한 경우에는 콘크리트의 품질 변동이 없는 범위 내에서 책임기술자의 승인을 받아 이 시간제한을 변경할 수 있다.

2-4-4. 타설 및 다지기

가. 준비

○ 콘크리트 타설 전에 철근, 거푸집 및 그 밖의 것이 설계에서 정해진 대로 배치되어 있는가, 운반 및 타설 설비 등이 시공계획서와 일치하는가를 확인하여야 한다.

○ 콘크리트 타설 전에 운반장치, 타설 설비 및 거푸집 안을 청소하여 콘크리트 속에 잡물이 혼입되는 것을 방지하여야 한다.

○ 콘크리트가 닿았을 때 흡수할 우려가 있는 곳은 미리 습하게 해두어야 하며, 이때 물이 고이지 않도록 주의하여야 한다. 콘크리트를 직접 지면에 치는 경우에는 미리 깔기 콘크리트를 깔아두는 것이 좋다.

○ 터파기 안의 물은 타설 전에 제거하여야 한다. 또 터파기 안에 흘러 들어온 물에 이미 타설한 콘크리트가 씻기지 않도록 적당한 조치를 취하여야 한다.

나. 타설

○ 콘크리트의 타설은 원칙적으로 시공계획서에 따라야 한다.

○ 콘크리트의 타설 작업을 할 때에는 철근 및 매설물의 배치나 거푸집의 변형 및 손상되지 않도록 주의하여야 한다.

○ 타설한 콘크리트를 거푸집 안에서 횡방향으로 이동시켜서는 안 된다.

○ 타설 도중에 심한 재료 분리가 생겼을 때에는 재료 분리를 방지할 방법을 강구하여야 한다.

○ 한 구획 내의 콘크리트는 타설이 완료될 때까지 연속해서 타설하여야 한다.

○ 콘크리트는 그 표면이 한 구획 내에서는 거의 수평이 되도록 타설하는 것을 원칙으로 한다.

○ 콘크리트 타설의 1층 높이는 다짐능력을 고려하여 이를 결정하여야 한다.

○ 콘크리트를 2층 이상으로 나누어 타설할 경우, 상층의 콘크리트 타설은 원칙적으로 하층의 콘크리트가 굳기 시작하기 전에 해야 하며, 상층과 하층이 일체가 되도록 시공한다. 또한, 콜트조인트가 발생하지 않도록 하나의 시공구획의 면적, 콘크리트의 공급능력, 이어치기 허용시간 간격 등을 정하여야 한다. 이어치기 허용시간 간격은 다음 표를 표준으로 한다.

허용 이어치기 시간간격의 표준

외기기온	허용 이어치기 시간간격
25°C 초과	2.0시간
25°C 이하	2.5시간

※ 허용 이어치기 시간간격은 하층 콘크리트 비비기 시작에서부터 하층 콘크리트 타설 완료 후, 정지 시간을 포함하여 상층 콘크리트가타설되기까지의 시간

○ 거푸집의 높이가 높을 경우, 재료 분리를 막고 상부의 철근 또는 거푸집에 콘크리트가 부착하여 경화하는 것을 방지하기 위해 거푸집에 투입구를 설치하거나 연직슈트 또는 펌프배관의 배출구를 타설면 가까운 곳까지 내려서 콘크리트를 타설하여야 한다. 이 경

우 슈트, 펌프배관, 버킷, 호퍼 등의 배출구와 타설면까지의 높이는 1.5m 이하를 원칙으로 한다.

○ 콘크리트 타설 도중 표면에 떠올라 고인 블리딩수가 있을 경우에는 적당한 방법으로 이 물을 제거한 후가 아니면 그 위에 콘크리트를 쳐서는 안 되며, 고인 물을 제거하기 위하여 콘크리트 표면에 홈을 만들어 흐르게 해서는 안 된다.

○ 벽 또는 기둥과 같이 높이가 높은 콘크리트를 연속해서 타설할 경우에는 타설 및 다질 때 재료 분리가 될 수 있는 한 적게 되도록 콘크리트의 반죽질기 및 타설속도를 조정하여야 한다.

다. 다지기

○ 콘크리트 다지기에는 내부진동기의 사용을 원칙으로 하나, 얇은 벽 등 내부진동기의 사용이 곤란한 장소에서는 거푸집 진동기를 사용해도 된다.

○ 콘크리트는 타설 직후 바로 충분히 다져서 콘크리트가 철근 및 매설물 등의 주위와 거푸집의 구석구석까지 잘 채워져 밀실한 콘크리트가 되도록 하여야 한다.

○ 거푸집판에 접하는 콘크리트는 되도록 평탄한 표면이 얻어지도록 타설하고 다져야 한다.

○ 내부진동기의 사용 방법은 다음과 같이 한다.

- 진동다지기를 할 때에는 내부진동기를 하층의 콘크리트 속으로 0.1m 정도 삽입한다.
- 내부진동기는 연직으로 찔러 넣으며, 그 간격은 진동이 유효하다고 인정되는 범위의 지름 이하로서 일정한 간격으로 한다. 삽입간격은 일반적으로 0.5m 이하로 하는 것이 좋다.
- 1개소당 진동시간은 다짐할 때 시멘트 페이스트가 표면 상부로 약간 부상하기까지 한다.
- 내부진동기는 콘크리트로부터 천천히 빼내어 구멍이 남지 않도록 한다.
- 내부진동기는 콘크리트를 횡방향으로 이동시킬 목적으로 사용하지 않아야 한다.
- 진동기의 형식, 크기 및 대수는 1회에 다짐하는 콘크리트의 전 용적을 충분히 다지는데 적합하도록 부재 단면의 두께 및 면적, 1시간당 최대 타설량, 굵은골재 최대 치수, 배합, 특히 잔골재율, 콘크리트의 슬럼프 등을 고려하여 선정한다.

○ 거푸집 진동기는 거푸집의 적절한 위치에 단단히 설치하여야 한다.

○ 재진동을 할 경우에는 콘크리트에 나쁜 영향이 생기지 않도록 초결이 일어나기 전에 실시하여야 한다.

라. 침하균열에 대한 조치

○ 콘크리트가 굳기 전에 침하균열이 발생한 경우에는 즉시 다짐이나 재진동을 실시하여 균열을 제거하여야 한다.

※ 침하균열 : 콘크리트 타설 후, 상단 철근 등의 상부를 따라 콘크리트 표면에 발생하는 균열

마. 콘크리트 표면의 마감처리

○ 타설 및 다짐 후에 콘크리트의 표면은 요구되는 정밀도와 물매에 따라 평활한 표면마감을 하여야 한다.

○ 블리딩, 들뜬 골재, 콘크리트의 부분침하 등의 결함은 콘크리트 응결 전에 수정 처리를 완료하여야 한다.

○ 기둥, 벽 등의 수평이음부의 표면은 소정의 물매와 거친 면으로 마감한다.

○ 콘크리트 면에 마감재를 설치하는 경우에는 콘크리트의 내구성을 해치지 않도록 하여야 한다.

2-4-5. 양생

가. 일반사항

○ 콘크리트는 타설한 후 소요기간까지 경화에 필요한 온도, 습도조건을 유지하며, 유해한 작용의 영향을 받지 않도록 충분히 양생하여야 한다.

○ 구체적인 방법이나 필요한 일수는 구조물의 종류, 시공 조건, 입지 조건, 환경 조건 등 각각의 상황에 따라 정하여야 한다.

나. 습윤양생

○ 콘크리트는 타설한 후 경화가 될 때까지 양생기간 동안 직사광선이나 바람에 의해 수분이 증발하지 않도록 보호하여야 한다.

○ 콘크리트는 타설한 후 습윤 상태로 노출면이 마르지 않도록 하여야 하며, 수분의 증발에 따라 살수를 하여 습윤 상태로 유지하여야 한다.

○ 습윤 상태로 보호하는 기간은 다음 표와 같다.

습윤양생 기간의 표준

일평균 기온	보통포틀랜드 시멘트	고로 슬래그 시멘트 플라이 애쉬 시멘트 B종	조강 포틀랜드 시멘트
15°C이상	5일	7일	3일
10°C이상	7일	9일	4일
5°C이상	9일	12일	5일

○ 거푸집판이 건조될 우려가 있는 경우에는 살수를 하여야 한다.

○ 막양생을 할 경우에는 충분한 양의 막양생제를 적절한 시기에 균일하게 살포하여야 한다. 막양생으로 수밀한 막을 만들기 위해서는 충분한 양의 막양생제를 적절한 시기에 살포할 필요가 있으므로 사용 전에 살포량, 시공 방법 등에 관해서 시험을 통하여 충분히 검토하여야 한다.

2-4-6. 이음

가. 일반사항

○ 시공이음은 될 수 있는 대로 전단력이 작은 위치에 설치하고, 부재의 압축력이 작용하는 방향과 직각이 되도록 하는 것이 원칙이다.

○ 부득이 전단이 큰 위치에 시공이음을 설치할 경우에는 시공이음에 장부 또는 홈을 두거나 적절한 강재를 배치하여 보강하여야 한다.

○ 이음부의 시공에 있어서는 설계에 정해져 있는 이음의 위치와 구조는 지켜져야 한다. 설계에 정해져 있지 않은 이음을 설치할 경우에는 구조물의 강도, 내구성, 수밀성 및 외관을 해치지 않도록 시공계획서에 정해진 위치, 방향 및 시공 방법을 준수한다.

○ 수밀을 요하는 콘크리트에 있어서는 소요의 수밀성이 얻어지도록 적절한 간격으로 시공이음부를 두어야 한다.

나. 수평시공이음

○ 수평시공이음이 거푸집에 접하는 선은 될 수 있는 대로 수평한 직선이 되도록 한다.

○ 콘크리트를 이어 칠 경우에는 구 콘크리트 표면의 레이턴스, 품질이 나쁜 콘크리트, 접합되지 않은 골재 알 등을 완전히 제거하고 충분히 흡수시켜야 한다.

○ 새 콘크리트를 타설하기 전에 거푸집을 바로 잡아야 하며, 새 콘크리트를 타설할 때 구 콘크리트와 밀착되게 다짐을 잘 하여야 한다.

○ 시공이음부가 될 콘크리트 면은 경화가 시작되면 되도록 빨리 쇠솔이나 잔골재 분사 등으로 면을 거칠게 하며 충분히 습윤 상태로 양생하여야 한다.

○ 역방향 타설 콘크리트의 시공 시에서는 콘크리트의 침하를 고려하여 시공이음이 일체되도록 콘크리트의 재료, 배합 및 시공 방법을 선정하여야 한다.

다. 연직시공이음

○ 연직시공이음의 시공에 있어서는 시공이음면의 거푸집을 견고하게 지지하고 이음부분의 콘크리트는 진동기를 이용하여 충분히 다져야 한다.

○ 구 콘크리트의 시공이음 면은 쇠솔이나 쪼아내기 등에 의하여 거칠게 하고, 수분을 충분히 흡수시킨 후에 시멘트 페이스트, 모르타르 또는 습윤면용 에폭시수지 등을 바른 후 새 콘크리트를 타설하여 이어나가야 한다.

○ 새 콘크리트를 타설할 때는 신・구 콘크리트가 충분히 밀착되도록 잘 다져야 한다. 또한, 새 콘크리트를 타설한 후 적당한 시기에 재진동 다지기를 하는 것이 좋다.

○ 시공이음면의 거푸집 철거는 콘크리트가 굳은 후 되도록 빠른 시기에 한다. 다만, 거푸집의 제거시기를 너무 빨리하면 콘크리트에 유해한 영향을 주기 때문에 주의하여야 한다.

○ 일반적으로 연직시공이음부의 거푸집 제거시기는 콘크리트를 타설하고 난 후, 여름에는 4～6시간 정도, 겨울에는 10～15시간 정도로 한다.

라. 신축이음

○ 신축이음은 양쪽의 구조물 혹은 부재가 구속되지 않는 구조이어야 한다.

○ 신축이음에는 필요에 따라 이음재, 지수판 등을 배치하여야 한다.

○ 신축이음의 단차를 피할 필요가 있는 경우에는 장부나 홈을 두거나 전단 연결재를 사용하는 것이 좋다.

마. 균열유발이음

○ 균열의 제어를 목적으로 균열유발이음을 설치할 경우 구조물의 강도 및 기능을 해치지 않도록 그 구조 및 위치를 정하여야 한다.

2-4-7. 표면 마무리

가. 일반사항

○ 노출 콘크리트에서 균일한 노출면을 얻기 위해서는 동일공장 제품의 시멘트, 동일한 종류 및 입도를 갖는 골재, 동일한 배합의 콘크리트, 동일한 콘크리트 타설 방법을 사용하여야 한다.

○ 미리 정해진 구획의 콘크리트 타설은 연속해서 일괄작업으로 끝마쳐야 한다.

○ 시공이음이 미리 정해져 있지 않을 경우에는 직선상의 이음이 얻어지도록 시공하여야 한다.

나. 거푸집판에 접하지 않은 면의 마무리

○ 다지기를 끝내고 거의 소정의 높이와 형상으로 된 콘크리트의 윗면은 스며 올라온 물이 없어진 후 또는 물을 처리한 후가 아니면 마무리해서는 안 된다. 마무리에는 나무흙손이나 적절한 마무리기계를 사용하여야 하고, 마무리 작업은 과도하게 되지 않도록 한다.

○ 마무리 작업 후 콘크리트가 굳기 시작할 때까지의 사이에 일어나는 균열은 다짐 또는 재마무리에 의해서 제거하여야 한다. 필요에 따라 재진동을 해도 좋다.

○ 매끄럽고 치밀한 표면이 필요할 때는 가능한 작업범위에서 최대한 늦은 시기에 쇠손으로 강하게 힘을 주어 콘크리트 윗면을 마무리하여야 한다.

다. 거푸집판에 접하는 면의 마무리

○ 노출면이 되는 콘크리트는 평활한 모르타르의 표면이 얻어지도록 치고 다져야 하며, 최종 마무리된 면은 설계 허용오차의 범위를 벗어나지 않아야 한다.

○ 콘크리트 표면에 혹이나 줄이 생긴 경우에는 이를 매끈하게 따내야 하고, 허니컴과 홈이 생긴 경우에는 그 부근의 불완전한 부분을 쪼아내고 물로 적신 후 적당한 배합의 콘크리트 또는 모르타르로 땜질을 하여 매끈하게 마무리하여야 한다.

○ 거푸집을 떼어낸 후 온도응력, 건조수축 등에 의하여 표면에 발생한 균열은 필요에 따라 적절히 보수하여야 한다.




콘크리트 포장 중




용접철망 설치　　콘크리트 포장 양생

콘크리트 포장

참고자료

1. 임도기술교본 <산림청 전자책>
2. 전공서적