

발간등록번호

11-1613000-100054-01

도로비탈면 녹화공사의 설계 및 시공 지침



2025. 02



국토교통부

Ministry of Land, Infrastructure and Transport

지침 개정에 따른 경과 조치

이 지침은 발간 시점부터 적용하며, 이미 시행 중인 설계 용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하면 적용할 수 있습니다.

머 리 말

지구온난화로 인한 기후변화 문제가 심각해지면서 세계적으로 환경에 대한 관심이 증대되고 우리나라도 급속한 경제성장과 더불어 환경에 대한 국민의 관심이 증대하고 있으며, 이에 따라 자연과 인간에 좋은 친환경 도로건설정책을 지속적으로 추진하고 있습니다.

도로비탈면은 기후변화로 인한 극한 강우와 폭염, 장기간의 건조로 인한 피해로부터 안전하여야 하며, 생태계 복원, 생물종 다양성 확보 등 환경적 요구에 부합되고, 발전하고 있는 최신 녹화공법들의 현장 적용이 용이해야 합니다. 하지만 기후나 토질, 지역 실정에 적합한 녹화공법 선정기준이 모호하고, 외래초종 위주로 녹화함으로써 주변경관과 조화되지 못하는 문제점이 있어 2009년 「도로비탈면 녹화공사의 설계 및 시공지침」을 제정하게 되었습니다.

해당 지침은 2009년부터 16년간 친환경적인 도로건설과 생태복원에 지대한 역할을 맡았으나, 현재 지속적인 기술개발과 일부 현실과 맞지 않는 지점이 있어 개정에 대한 필요성이 대두되었고, 이번 2025년에 「도로비탈면 녹화공사의 설계 및 시공지침」을 개정하게 되었습니다.

개정된 지침은 기존 「도로비탈면 녹화공사의 설계 및 시공지침」에서 기후변화에 대응할 수 있는 도로비탈면 녹화공법 선정과정과 평가 체계를 일부 수정하여 심화되는 극한 기후변화에 대응하면서 자연친화적이고 자생적이며 아름다운 비탈면 복원이 이루어질 수 있도록 하였습니다.

또한 생태적으로 양호한 비탈면을 조성하는 환경친화적인 도로건설 지침으로 활용되어 녹화식물에 의한 자연생태계 교란 위험을 줄이면서 주변과 조화되는 식생경관을 조성하여 운전자에게 편안한 주행을 유도하고, 탄소저감과 환경친화적인 도로건설의 정착 및 기후변화 대응에 기여할 것으로 기대됩니다.

이번 지침 개정 작업을 통해 도로비탈면 녹화공사를 한 단계 더 발전시키고자 많은 노력을 하였으며, 향후에도 개선이 필요한 부분에 대해서는 지속적으로 보완해 나갈 계획이니 건설기술자 여러분의 많은 관심과 참여를 부탁드립니다.

끝으로, 개정 작업에 참여하신 한국도로협회, 한국건설기술연구원의 연구진들과 자문위원, 국토교통부 관계공무원의 노고에 마음깊이 감사드립니다.

2025년 2월

국토교통부 도로국장 이 우 제

목 차

제 1 장 총 칙	1
1.1 목 적	1
1.2 적용범위	2
1.3 비탈면 녹화공사 업무 흐름도	4
1.4 용어의 정의	5
제 2장 도로비탈면 녹화공사의 설계	19
2.1 설계 순서	19
2.2 복원목표	20
2.3 녹화지역의 구분	21
2.4 생태자연도 등급별 비탈면 복원목표 적용	23
2.5 녹화설계 일반사항	26
2.6 비탈면 녹화공법 선정	28
2.7 종자배합설계	31
2.8 도면 작성 및 수량산출	37
2.9 시험시공 및 모니터링 비용 산정	40
제 3 장 도로비탈면 녹화공사의 시험시공	41
3.1 일반사항	41
3.2 재료	42
3.3 시험시공 절차	45
3.4 시험시공 단계별 업무분장	46
3.5 시험시공계획 수립 및 방법	47
3.6 시험시공결과 평가	49
제 4 장 도로비탈면 녹화공사의 시공	56
4.1 시공계획	56

4.2 재료	56
4.3 시공	57
4.4 녹화식생의 평가	58

제 5 장 도로 비탈면 녹화공사의 유지관리 59

5.1 일반사항	59
5.2 유지관리	60

참고자료

부록1 도로비탈면 파종 녹화용 주요 재료	64
부록2 비탈면녹화용 식물도감	77

표 목 차

<표 1.1> 생태자연도 등급별 구분 기준	7
<표 2.1> 생태자연도 평가등급별 비탈면 복원목표	22
<표 2.2> 녹화지역과 생태자연도별 비탈면 복원목표	23
<표 2.3> 자연경관복원형 적용지역 녹화공법 종자배합비율 조건표	31
<표 2.4> 기타 적용지역 녹화공법 종자배합비율 조건표	32
<표 2.5> 자연경관복원형 적용지역의 얇은 식생기반재뿌어붙이기 (두께 5cm 이하)의 종자배합량 조건표 예시	35
<표 2.6> 자연경관복원형 적용지역의 두꺼운 식생기반재뿌어붙이기 (두께 5cm 이상)의 종자배합량 조건표 예시	36
<표 2.7> 기타 적용지역의 일반적인 도로비탈면 적용 종자뿌어붙이기(seed spray) 및 얇은 식생기반재 뿌어붙이기(두께 5cm 이하)의 종자배합량 조건표 예시	37
<표 2.8> 기타 적용지역의 두꺼운 식생기반재뿌어붙이기 (두께 5cm 이상)의 종자배합량 조건표 예시	36
<표 2.9> 식생기반재뿌어붙이기 종자과종량 조건표	37
<표 3.1> 비탈면녹화용 식생기반재의 화학적 특성 평가항목과 기준	43
<표 3.2> 중금속 등 기타 오염물질에 대한 식생기반재의 적용 기준	43
<표 3.3> 비탈면녹화용 식물종자의 발아율, 순량률 기준	44
<표 3.4> 능형망, 앵커핀 및 착지핀의 기준	44
<표 3.5> 시험시공의 절차	45
<표 3.6> 시험시공 단계별 업무 분장	46
<표 3.7> 녹화공법 평가 일정	49
<표 3.8> 녹화공법 평가표	52
<표 3.9> 비탈면 복원목표별 식생생육관정 기준표	53
<표 3.10> 녹화공법 품질 및 경제성 평가기준과 방법	54
<표 3.11> 시험시공 결과보고서 수록내용	55

그림 목차

<그림 1.1> 비탈면 녹화공사 업무 흐름도	3
<그림 1.2> 도로비탈면의 구조와 명칭	6
<그림 2.1> 녹화지역 구분과 생태자연도 등급분류도	21
<그림 2.2> 일반적인 깎기지역 비탈면녹화 모형도(예시)	24
<그림 2.3> 일반적인 쌓기지역 비탈면녹화 모형도(예시)	24
<그림 2.4> 비탈면 녹화공법 선정절차	28
<그림 2.5> 평면도상 쌓기 전개도	38
<그림 2.6> 쌓기 횡단면도	38
<그림 2.7> 평면도상 깎기 전개도	39
<그림 2.8> 깎기 횡단면도	39

제 1 장 총 칙

1.1 목 적

본 지침은 각종 도로건설공사 등으로 발생된 비탈면의 자연경관과 생태계를 복원하고, 도로 이용자들에게 안정감과 쾌적함을 제공하며, 주변 생태환경에 적합한 환경친화적인 비탈면 녹화공법 설계 및 시공에 관한 사항을 정함을 목적으로 한다.

[해 설]

우리나라의 비탈면 녹화공사는 아직까지 우리 실정에 적합한 설계 및 시공에 관한 기준이 없어 조기녹화에만 급급하고 외래초종(양잔디류) 위주로 시공하고 있다. 훼손된 비탈면의 생태환경에 대한 분석 없이 무분별하게 녹화공법을 적용함으로써 녹화식물이 대부분 2~3년 이내에 고사되어 비탈면이 재 황폐화되는 등의 문제점이 나타나고 있다.

비탈면 녹화용 외래초종(양잔디류)은 주변 생태계로 확산될 가능성이 있고, 너무 우점하면 주변식생의 자연 침입을 방해하며, 우리나라 기후에 맞지 않으면 수 년 내에 자연 도태되는 특성이 있으므로 사용에 주의가 필요하다.

앞으로 자연환경을 고려한 복원목표에 적합한 녹화공법의 설계와 시공을 유도하기 위해 일차적으로 토질분석에 의한 비탈면 안정 검토가 이루어진 상태에서 비탈면의 토질(암질)과 지역 기후와 생태적 여건 등을 종합적으로 고려하고, 주변에서 생육하고 있는 자생종(재래종) 등을 적극 활용이 필요한 실정이다. 외래초종(양잔디류) 위주의 녹화방법에서 과감히 탈피하기 위해 국내 실정에 맞는 「도로비탈면 녹화공사의 설계 및 시공 지침」을 마련하게 되었다.

본 지침은 도로건설공사로 인해 훼손된 비탈면의 안정성을 확보하고, 주변 자연환경을 고려하며, 미관과 경관을 향상시키고, 지속적으로 안정

된 식생을 조성하며, 이산화탄소 저감에 유리한 식생구조를 갖도록 하는데 목적을 둔다. 이를 위해 주변 자연환경과 토질에 적합한 녹화공법 및 식물과 식생기반재 선정에 관한 비탈면 녹화설계 방법을 제시하며, 시공 전 검증절차(시험시공)를 거치도록 함으로써 부실시공을 방지하여 비탈면 자연생태복원 및 녹화공사의 품질향상을 유도하는데 기여토록 한다.

아울러 본 지침은 생태적으로 양호한 비탈면을 조성하는 지침으로 활용되어 녹화식물에 의한 자연생태계 교란 위험을 줄이면서 주변과 조화되는 식생경관을 조성하여 운전자에게 편안한 주행을 유도하고 환경친화적인 도로건설의 정착 및 발전에 기여할 것으로 기대된다.

1.2 적용범위

본 지침은 도로건설공사로 인해 발생하여 구조적으로 안정된 비탈면 중 녹화에 의한 표면보호와 경관복원이 필요한 비탈면의 자연생태복원 및 녹화사업에 적용한다. 적용대상은 고속국도, 일반국도, 국도대체우회도로, 국가지원지방도로 한다.

[해 설]

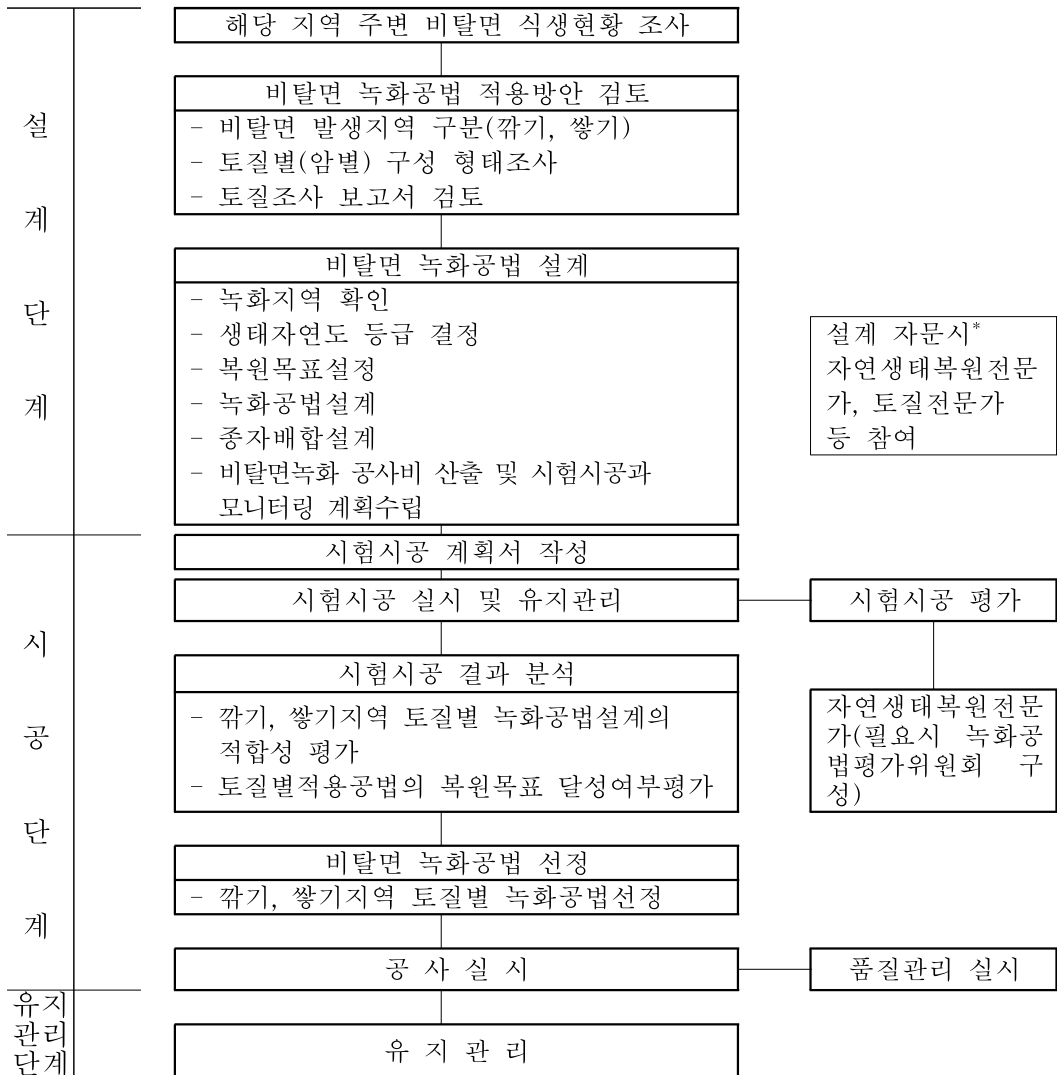
- (1) 본 지침은 안정 해석에 의해 비탈면 안정공사를 완료한 구간에 대하여 녹화공사를 시행하기 위하여 정한 일반적인 기준이다. 별도관리지역¹⁾은 자연생태복원전문가의 자문을 통해 비탈면의 자연경관복원에 적합한 녹화공법들을 다르게 적용할 수 있다.
- (2) 긴급복구 공사, 도로유지보수사업은 본 지침을 적용하지 않을 수 있다.
- (3) 비탈면 녹화공사가 소규모인 경우 발주자는 전문가²⁾와 협의하여 지침의 적용 여부를 결정한다.

^{주1)} 별도관리지역은 국토핵심생태녹지축지역과 다른 법률의 규정에 의하여 보전되는 지역중 역사적·문화적·경관적 가치가 있는 지역이거나 도시의 녹지보전 등을 위하여 특별히 관리하고 있는 지역을 말한다.

^{주2)} 전문가는 자연생태복원전문가와 토질분야 전문가를 말한다.

- (4) 비탈면 구간이 불안정한 비탈면에 대하여, 토질분야 전문가의 자문을 거쳐, 식생에 의한 녹화공법의 적용이 필요한 경우에는 본 지침을 적용할 수 있다.

1.3 도로비탈면 녹화공사 업무 흐름도



<그림 1.1> 비탈면 녹화공사 업무 흐름도

* 설계자문에서 녹화지역과 생태자연도 등급, 복원목표, 녹화공법, 종자배합설계 및 공사비 등 비탈면 녹화 설계내용의 적정성을 검토한다.

1.4 용어의 정의

본 지침에서 사용되는 비탈면 녹화와 관련된 설계단계, 시공단계, 유지관리단계별 주요 용어들에 대한 정의는 다음과 같다.

1.4.1 비탈면녹화의 설계단계 관련용어

(1) 관목

줄기와 수관(樹冠)의 구별이 명백하지 못하고 대체로 키가 낮은 나무(4m 이하 나무)를 말한다.

(2) 개척양수

선구성 식물로서 비교적 다량의 햇빛을 요구하는 수종을 말한다.

(3) 견질토사

견고한 모래, 진흙이나 점토로서 팽이나 곡팽이를 사용할 정도의 토질(체중을 이용하여 2~3회 동작을 요할 정도)을 말한다.

(4) 교목

한 개의 주간(主幹)을 가지고 있고 키가 큰 나무를 말한다.

(5) 극성상 산림

천이단계에서 최고로 높은 단계의 산림을 말한다.

(6) 기초식재용

자연환경의 구성에 기초가 되는 식물을 말한다.

(7) 난지형초종

여름철이 생육 적온기인 초종을 말하며, 한국잔디, 버뮤다그래스, 위핑 러브그래스(Weeping lovegrass) 등이 있다. 위핑러브그래스(Weeping lovegrass)는 척박지에서 생육이 왕성하지만 종자의 크기가 작고 가볍기 때문에 주변으로 확산하기 용이하여 주변 생태계에 미치는 영향이 클 수 있다.

(8) 내음성수종

식물이 교목 등의 아래 그늘에서 생육을 잘하는 식물 종류를 말한다. 지피류, 관목류, 소교목류에서 많으며, 낮은 광량에서 잘 자라는 식물을 총칭한다.

(9) 국토환경성평가지도

국토의 환경정보를 종합·과학적으로 평가하여 보전·개발 계획 수립 등에 활용할 수 있도록 제공하는 환경정보 지표이다.

(10) 리핑암

불도저에 장착된 리퍼(Ripper)에 의한 굴착이 가능한 암질을 말한다.

(11) 밀원식물(蜜源植物)

벌이 꿀을 빨아 오는 원천이 되는 식물(아까시나무, 자운영 등)을 말한다.

(12) 발파암

불도저에 장착된 리퍼(Ripper)에 의한 굴착이 불가능하고, 굴착 또는 절취에는 화약을 사용해야 하는 암질을 말한다.

(13) 비탈면 경사도(°)

비탈 상부(비탈 어깨)에서 비탈하부(비탈 끝)까지의 기울어진 정도를 말하며, 경사계(Clinometer)로 측정한다.

(14) 비탈면 방위(°)

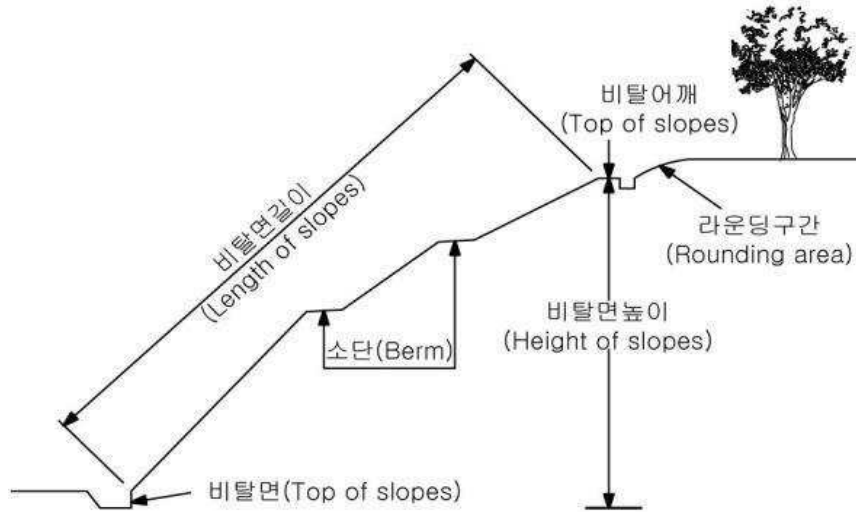
비탈면의 동서남북의 향을 말하며, 방위계(Compass)를 이용하여 측정한다.

(15) 비탈면 길이(length of slopes; m)

비탈면 경사방향으로 잰 비탈면의 길이를 말한다. 단, 배수로 부분은 제외한다.

(16) 비탈면 높이(Height of slopes; m)

비탈 상부(비탈 어깨)에서 비탈하부(비탈 끝)까지의 수직고를 말한다.



<그림 1.2> 도로비탈면의 구조와 명칭

(17) 생태자연도

생태자연도는 산, 하천, 습지, 호소, 농지, 도시, 해양 등에 대해 자연환경 전체를 생태적 가치, 자연성, 경관 가치 등에 따라 등급화하여 작성한 지도이다(자연환경보전법 제23조 근거). 각종 개발계획의 수립·시행에 활용할 수 있도록 전국의 자연환경을 멸종위기 또는 보호 야생동·식물의 분포 상황, 경관 등 생태적 특성에 따라 등급을 표시하는 지표이다(자연환경보전법 제34조 근거). 지역에 따라서 1등급, 2등급, 3등급, 별도관리 지역으로 구분한다.

<표 1.1> 생태자연도 등급별 구분 기준

생태자연도 등급	내 용
1등급 지역	① 멸종위기 야생동·식물 또는 보호야생동·식물의 주된 서식지, 도래지 및 주요 이동통로가 되는 지역 ② 생태계가 특히 우수하거나 경관이 특히 수려한 지역 ③ 생물의 지리적 분포한계에 위치하는 생태계지역 또는 주요 식생의 유형을 대표하는 지역 ④ 생물다양성이 풍부한 지역 ⑤ 자연원시림 또는 이에 가까운 산림 및 고산 초원 ⑥ 자연생태 또는 이에 가까운 하천·호소·강하구·갯벌 및 해양
2등급 지역	1등급에 준하는 지역으로서 장차 보전의 가치가 있는 지역 또는 1등급 전역의 외부지역
3등급 지역	1등급·2등급전역 및 별도 관리지역으로 분류된 지역외의 지역으로서 개발 또는 이용의 대상이 되는 지역
별도관리지역	백두대간보호지역 등 다른 법률의 규정에 의하여 보전되는 지역 중 역사적·문화적·경관적 가치가 있는 지역이거나 도시의 녹지보전 등을 위하여 관리하고 있는 지역 (자연보호림, 자연공원, 천연기념물보호구역, 조수보호구역 등)

(18) 선구식물(先區植物)

맨땅에 침입해서 정착하여 천이를 시작하는 식물을 말한다.

(19) 식생기반재뽑어붙이기

1) 두꺼운 식생기반재뽑어붙이기

암반비탈면에 고압뽑어붙이기기를 이용하여 식생기반재를(5cm 이상) 두텁게 뽑어붙이기하는 공법을 말한다. 압력으로 분사함으로써 가파른 비탈면에 두텁게 식생기반재를 뽑어붙이기 할 수 있다.

2) 얇은 식생기반재뽑어붙이기

비탈면녹화를 위해 얇은층의 식생기반재(5cm 미만)와 함께 종자, 비료 등을 주로 습식으로 뽑어붙이기하는 공법을 말한다. 작업효율이 우수하여 대면적 시공에 유리하지만 식생기반재의 물성에 따라 녹화식물의 생육경향이 다르게 나올 수 있다.

3) 2층뿔어붙이기

식생기반층을 우선 조성하고, 그 위에 종자층을 분리하여 시공하는 공사방법을 말한다. 종자층의 두께가 파종량 결정의 기준이 되며 종자 구득비용이 많이 소요되는 녹화식물을 파종할 때 종자소요량을 줄일 수 있는 것이 장점이다.

(20) 솟크리트

압축공기를 사용하여 모르타르를 깎기 비탈면 표면부에 피복시켜 불연 속면에 대한 접착을 유도하고 구속압을 일정하게 유지시켜 깎기 비탈면의 안정성을 확보하는 공법을 말한다.

(21) 수밀기

벌이 꿀을 따는 시기를 말한다.

(22) 수목식재공법

수목식재공법은 묘목식재, 차폐식재, 소단상객토식수공법, 새집 공법 등을 말한다. 비탈면에서는 식재목의 뿌리생육이 느리게 진행되므로 뿌리가 활착되어 고정되기까지 철저한 관리가 요망된다. 일반적으로 비탈면에 파종으로 성립시킨 수목은 인공적으로 식재한 나무보다 땅속으로 뿌리가 깊게 신장하는 경향을 보여 비탈면의 안정에 도움을 줄 수 있다.

(23) 수종 및 초종

비탈면에서 자라는 나무(수종)와 초본의 종류(초종)를 말한다.

(24) 아교목

아교목은 교목과 관목의 중간 식물로 교목보다 작지만 모양은 교목과 같다. 교목과 관목의 중간 크기의 나무를 말한다.

(25) 암종류

- 1) 화성암 : 화산에서 분출된 용암이 굳어져서 암석이 된 것을 말하며, 화산암(분출암)과 관입암으로 구분되어 진다.
 - 2) 퇴적암 : 지표에 노출된 암석이 끊임없는 풍화와 침식작용으로 원암으로부터 분리된 물질로 유수, 바람, 조류 및 빙하 등에 의해 운반되어 쌓인 물질들이 다짐, 침전, 교결작용 등으로 굳어져서 암석이 된 것을 말하며, 쇄설성 퇴적암, 비쇄설성 퇴적암으로 구분된다
 - 3) 변성암 : 지각 내 존재하는 암석이 열과 압력 및 화학적 변성작용을 일으켜 광물들이나 조직이 재배열되어 생성된 것을 말하며, 파쇄암, 접촉변성암, 광역변성암으로 구분된다
- ※ 산성배수 발생암석 : 다량의 황철석을 함유하고 있으며, 황철석의 산화에 의하여 발생되는 산성배수가 암석의 중화능력을 초과하는 암석을 지칭한다. 녹화하기 위해서는 식생생육 기반층 조성을 위한 특별한 설계를 고려해야 한다.

(26) 암반상태조사

비탈면을 구성하고 있는 암반의 종류와 암반의 불연속면 특성을 조사한다. 아울러 토사와 암반의 혼합비에 대해서도 조사한다.

(27) 양수(陽樹)

빛을 잘 받아야 생육하는 나무를 말한다(소나무, 자작나무 등).

(28) 음수(陰樹)

약한 빛에서도 잘 생육하는 나무를 말한다(너도밤나무, 주목 등).

(29) 외래도입초종(양잔디류)

비탈면 녹화공사에 지금까지 많이 이용해오던 식물들로 생육적온이 15~24°C인 한지형초종(cool-season grass)과 생육적온이 25~35°C인 난지형초종(warm-season grass)으로 구분된다.

(30) 자연생태복원전문가

자연생태복원전문가는 아래에서 정하는 기술자격이나 학위취득 후 소

정의 경력을 갖춘 자 또는 아래 자로 구성되어 있는 자연생태복원전문기관을 말한다.

- 1) 조경학, 임학, 원예학, 생물학 등 관련분야에서 박사학위 취득 후 비탈면녹화 계획, 설계 및 시공 관련 분야 3년 이상 종사한 경력이 있는 자.
 - 2) 조경학, 임학, 원예학, 생물학 등에서 관련분야로 석사학위 취득 후 비탈면녹화 계획, 설계 및 시공 관련된 분야 5년 이상 종사한 경력이 있는 자.
 - 3) 비탈면녹화 계획, 설계 및 시공 경험이 3년 이상인 자연환경관리기술사 및 조경기술사
 - 4) 자연생태복원기사 또는 조경기사 자격이 있으면서 비탈면녹화 계획, 설계 및 시공 등 관련된 분야 10년 이상 종사한 자.
 - 5) 자연생태복원산업기사 또는 조경산업기사 자격이 있으면서 비탈면녹화 계획, 설계 및 시공 등 관련된 분야 13년 이상 종사한 자.
- (31) 자생종(국내)
- 국내에서 오랜 세월에 걸쳐 다른 품종과 교배되지 않고 자생하여온 식물을 말한다. 자생종을 국내에서 채취하였을 경우 자생종(국내)로 표기한다.
- (32) 자생종(국외)
- 국내에서 오랜 세월에 걸쳐 다른 품종과 교배되지 않고 자생하여온 식물이지만 생육범위가 넓어 국외에서 채취한 경우를 말한다. 국외에서 채취한 자생종은 자생종(국외)으로 표기한다. 우리나라와 위도가 유사한 중국지역에서 채취한 식물 중 자생종(국외)으로 표기될 수 있는 종자들이 다수 있다.
- (33) 자생종(재래목본)
- 재래목본은 어느 지방에서 오랜 세월에 걸쳐 다른 품종과 교배되지 않고 자생하거나 길러 오던 목본(나무)을 말한다.

(34) 자생종(재래초본)

어느 지방에서 오랜 세월에 걸쳐 다른 품종과 교배되지 않고 자생하거나 길러 오던 초종(풀)을 말한다.

(35) 지피식물(地被植物)

지피식물은 땅에 밀착하여 자라고 바람이나 비에 의한 피해를 방지해주는 식물로써 지표면의 피복과 미화를 목적으로 집단 식재하는 일년초, 숙근초 등을 말한다. 한국잔디와 한지형 초종, 야생화류를 포함하며, 기린초, 산국, 별노랑이, 송악, 쑥부쟁이, 양지꽃, 금계국 등이 있다.

(36) 주변 임상

조사대상 비탈면 주변 산림의 식생구성 상태를 말한다. 주변 임상은 비탈면의 종 공급원으로써 복원잠재력과 연관이 높다.

(37) 중성양수

양수에 속하는 나무이지만 음수와 양수의 중간을 띤 나무를 말한다.

(38) 초본류식재

초본류식재는 잔디식재, 새심기, 야생화 포트묘 식재 등을 말한다. 초기에 식재효과를 기대할 수 있으나 유지관리가 어렵다.

(39) 터프트입(Turf type)

도입식물 중에서 주로 한지형초종(Tall fescue)의 거칠고 왜성의 잎을 가진 식물을 말한다.

(40) 토사

보통 상태의 실트 및 점토, 모래질 흙 및 이들의 혼합물로서 삽이나 팽이를 사용할 정도의 토질(삽 작업을 위하여 상체를 약간 구부릴 정도)을 말한다.

(41) 파종공법

파종공법에는 고압뿔어붙이기기로 파종하는 방법과 인력으로 파종하는 점파공법, 조파공법, 산파공법 등이 있다. 요즈음에는 기계에 의한 고압뿔어붙이기 파종공법이 주를 이룬다.

(42) 한지형초종

지상부의 생육적온이 서늘한 환경인 15~24°C의 온도조건에서 잘 자라는 초종으로 온대북부지역, 아한대 및 한대기후대지역에서 잘 자라며, 우리나라에서는 봄과 가을이 생육적기이다. (톨페스큐(Tall fescue), 페레니얼라이그라스(Perennial ryegrass), 켄터키블루그라스(Kentucky bluegrass) 등)

(43) 녹화지역의 구분

1) 국토핵심생태녹지축지역

우리나라의 백두대간 보호에 관한 법률에 의한 보호지역을 말한다.

2) 해안생태계지역

우리나라는 3면이 바다로 둘러싸여 있으므로 행정구역도를 통해 해안과 인접한 지역을 추출하였다. 해안선으로부터 내륙지역으로 4km의 거리 내부에 있는 지역과 해안풍의 영향을 받는 지역은 해안생태계의 독특한 특성이 나타나는 곳이므로, 이 범위안의 지역을 해안생태계지역으로 설정하였다(4km 이내 지역에서는 해송(곰솔) 분포 등 해안식생의 영향범위가 나타나는 지역임).

3) 내륙생태계지역

우리나라 국토에서 국토핵심생태녹지축지역과 해안생태계지역을 제외한 지역이 내륙생태계지역에 해당된다.

(44) 연속장섬유공법

연속장섬유를 식생기반재에 혼입시켜, 이를 암반표면에 뿔어붙이기를 진행하는 공법으로 비탈면 표면의 유실과 붕괴를 방지함은 물론 식물을 비옥하게 할 수 있는 녹화기반을 조성하는 공법

(45) 다기능성섬유질뿔어붙이기공법

다기능성의 섬유질과 함께, 친환경접착제, 부속토 등 다양한 기능의 제품을 혼합시켜 토사비탈면에 뿔어붙이기하는 공법으로 비탈면 표면의 유실, 붕괴를 방지하고, 식물 성장에 원활한 기반을 마련하는 공법

(46) 소단상객토식수공법

소단에 다른 흙을 채우고 나무를 심는 공법

1.4.2 비탈면녹화의 시공단계 관련용어

- (1) 공사감독자
건설기술진흥법 제49조의 규정에 의하여 발주청이 선임한 공사감독자를 말한다.
- (2) 개체수
방형구(1m × 1m)내에 출현하는 수종 및 초종의 하나하나의 독립적인 식물의 숫자를 말한다.
- (3) 경운(耕耘)
논밭을 갈고 김을 매는 것을 말하는데, 산림에서는 종자를 파종하고자 땅을 갈고 잘게 부수어 주는 것을 말한다.
- (4) 고착성
식물이 암반이나 비탈면에 붙어 있는 성질을 말한다.
- (5) 근계층(根系層)
뿌리가 갈라져서 땅속에 분포해 있는 상태를 하나의 계로서 취급할 때 이를 근계라 하며 근계로 이루어진 층을 말한다.
- (6) 근층(根層)
뿌리층을 말한다.
- (7) 내척성
식물이 척박지에서 견디는 성질을 말한다.
- (8) 노천매장
종자를 채종한 뒤에 땅속에다 저장하는 방법을 말한다. 종자의 저장과 결실종자의 휴면타파 등을 위해 배수가 잘 되는 곳에 구덩이를 파고 축축한 모래와 함께 종자를 넣어 보관하는 방법으로 단풍나무, 벚나무, 주목, 목련 등은 채종해서 과육을 벗겨낸 뒤 양파망 같은 곳에 넣어 땅속에 묻어 두는 것을 말한다.

(9) 멀칭재

건설현장에서 발생하는 잔가지, 뿌리 등의 식물발생재를 적절한 크기로 파쇄하여 식재수종 주변이나 비탈면의 토양을 피복하는 것을 말한다.

(10) 박피

종자의 껍질을 까는 것을 말한다.

(11) 발아실험

종자에서 식물의 싹이 나는 것을 조사하는 실험을 말한다. 발아상내에서의 발아율 결과와 포장 발아율은 다를 수 있으며, 파종량 계산에서는 발아상 발아율의 결과를 적용한다.

(12) 발아율(發芽率)

식물의 싹이 트는 비율을 말한다.

(13) 발생기대본수

종자를 묘포 및 비탈면 등에 파종하여 초기에 발아하는 단위면적당 식물개체수를 말한다. 발생기대본수는 파종량과 파종식물의 발아율, 1g당 종자립수, 종자의 순도에 영향을 받는다.

(14) 방형구법(quadrat method)

정방형의 모양을 기본으로 하여 작은 방형구를 이용한 식생조사방법으로써 방형구의 크기는 각 군락의 최소면적, 가장 적당한 넓이에서 취하는 것이 일반적이다. 또한 개체수가 많은 경우 하나의 방형구내에서 격자틀을 이용하여 반복 조사하는 경우도 있다. 시험 시공지 녹화품질 평가에서는 1m × 1m의 조사방형구가 활용되며, 1년이 경과된 후에는 조사방형구의 면적을 2m × 2m 이상의 크기로 확대하여야 한다.

(15) 벨트트랜섹트법(belt transect)

방형구법의 변형된 형태로서 기준선을 따라 일정한 폭을 지닌 띠 형태의 식생조사구를 설정하고, 그것을 일정한 간격으로 조사하는 것으로써 방형구를 일정한 방향으로 연속되게 이어 놓은 것이다. 이 방법은 입지조건이 계속적으로 변화하는 것에 따른 식생변화를 조사하는데 적합하다.

(16) 분얼수

토양속의 줄기의 인접부의 마디에서 새로운 포기 또는 줄기가 나오는 수를 말한다. 톨페스큐(tall fescue)는 일정 생육기간이 지나면 분얼수가 급격하게 증가하면서 초폭이 넓어지는 경향을 보인다.

(17) 뿌리묻기

근삽(根插)이라고도 하며, 나무뿌리를 이용하여 땅에 묻어 싹이 트게 하고 생육시키는 것을 말한다.

(18) 소형방형구(小形方形區)

방형구는 식물군락의 표본을 추출할 때 사용하는 틀을 말하며 쿼드러트라고도 한다. 방형구는 반드시 정사각형은 아니며 직사각형, 원형 등도 쓰인다. 방형구의 크기는 일반적으로 군락을 대표하는 종류와 그것을 포함하는 넓이 곡선에서 얻어진 최소 넓이로 정해진다. (소형방형구 예시 : 1m × 1m, 2m × 2m)

(19) 수고 및 초장

방형구내에 출현하는 수목 및 초종의 지면으로부터의 높이를 말한다.

(20) 수피

나무껍질을 말한다.

(21) 순량율(純量率)

협잡물 등을 제거한 순정종자 중량의 전체중량에 대한 백분율을 말한다.

(22) 식생피복율

피복율이라고도 하며, 방형구내에 출현하는 수종 및 초종의 점유비율(%)을 말하며, 녹화공사가 시공된 비탈면의 전체적인 식생피복율은 평균적인 생육을 보이는 3개소 이상의 방형구 측정치 결과를 평균하여 산정한다.

(23) 양료

질소, 인산, 칼륨처럼 식물의 생장에 영양분이 되는 것을 말한다.

(24) 식물발생재

건설공사현장에서 벌목 등으로 인해 발생하는 발생목(벌채목)으로써 현재 재활용이 어려워 폐기물로 반출되는 뿌리, 가지, 줄기 등을 포함한다.

(25) 토양경도(土壤硬度)(mm, kg/cm²)

토양의 치밀도 또는 견밀도라고도 하며, 토양경도계(山中式 토양경도계가 많이 사용된다)를 이용하여 비탈면 상부, 중부, 하부를 각 10회씩 측정하여 평균하고 사용편의상 토양경도지수를 mm단위로 나타낸다. 토양이 경화되면 뿌리의 신장이 저해되거나 물의 이동이 되지 않아 식물의 생육이 불량하게 된다. 토양경도(치밀도)는 보통 24mm 이하일 때 식물의 뿌리 생장이 활발하다.

(26) 토양산도(土壤酸度)

토양에 2.5배량의 증류수를 가했을 때 침출액의 pH치를 토양의 산도를 나타낸다.

(27) 토양습도(土壤濕度)

토양 중에 수분이 얼마나 포함되어 있는지를 %로 환산한 값을 말한다.

(28) 파이버(fiber)

나무 및 초종을 잘게 썰은 섬유를 말한다.

(29) 포트재배

화분보다 작은 재배용기에 종자를 이용하여 발아시켜 재배하는 것을 말한다.

(30) 풀베기

하예(下刈)작업이라고도 하며, 여름철에 수목하부의 풀을 베는 것을 말한다.

(31) CTD

Condenser Trip Device의 약자로 전기전도도를 이용하여 바닷물의 염분농도를 측정하는 기기이다.

1.4.3 비탈면녹화의 관리단계 관련용어

(1) 부숙톱밥비료

나무의 톱밥이 잘 썩어서 된 비료를 말한다.

(2) 부엽토(腐葉土)

나뭇잎을 썩힌 배양토(토양)를 말한다.

(3) 생태계 교란종

기존에 없던 외래종들이 들어와 기존에 있던 생태계의 질서를 파괴하여 생태계 자체에 교란을 일으키는 종을 말한다. 공사한 녹화 도로비탈면에서 칩과 환산덩굴이 발아한 식생의 생육을 심각하게 저해하는 경우 이들을 생태계 교란종으로 간주할 수 있으며 제거를 원칙으로 한다.

(4) 식생사회

생태계 내에서 식물로 구성된 자연을 말한다.

(5) 외래종 침입

비탈면 녹화에 따른 지표 교란이나 외래종이 혼입된 자재의 사용 및 비탈면 유지관리 등에 의하여 외래종의 정착과 확산이 촉진되는 것을 말한다.

(6) 위해종

환경부에서 정하는 다른 동·식물에 위해성이 우려되는 생태계 교란 위험이 높은 종(돼지풀, 단풍잎돼지풀, 서양등골나물, 털물참새피, 물참새피, 도깨비가지, 애기수영, 가시박, 서양금혼초, 미국쑥부쟁이, 양미역취, 환삼덩굴, 칩 등)을 말하며, 비탈면 녹화공사에 사용을 금지한다.

(7) 하중갱신

나무에서 종자가 자연적으로 떨어져 싹이 트고 자라는 것을 말한다.

제 2 장 도로비탈면 녹화공사의 설계

2.1 설계 순서

비탈면 녹화공법 선정시 녹화지역을 우선 확인하고, 깎기 비탈면과 쌓기 비탈면, 토질(암질) 특성, 비탈면의 경사도, 주변 환경(생태자연도), 지역 여건, 식생기반재의 적정 두께 등을 종합적으로 고려하여 최적 녹화공법, 종자배합 등을 설계한다.

[해 설]

- (1) 비탈면 녹화공법 선정 시 먼저 녹화대상지역이 녹화지역의 구분 중 어느 지역에 해당하는지를 확인하고 복원목표를 정한다.
- (2) 깎기 비탈면과 쌓기 비탈면으로 구분하고, 비탈면의 토질조건과 식생기반조건에 대한 분석결과를 바탕으로 비탈면 녹화공법 선정절차에 따라 비탈면 복원목표, 비탈면의 경사도, 토질(암질)조건, 주변 환경, 지역여건 등을 종합적으로 고려하여 최적의 녹화공법을 적용한다.
- (3) 녹화공법을 선정할 때에는 현장을 방문하여 설계 조건을 확인한다.
- (4) 선정된 녹화공법에 적용할 종자배합을 설계한다.
- (5) 평면도를 이용하여 전개도를 작성하고 녹화공법별 수량을 산출한다.
- (6) 녹화공법별 설계단가, 설계내역서를 작성한다.

2.2 복원목표

비탈면의 복원목표는 녹화지역과 생태자연도 등급에 따라 초본위주형, 초본·관목혼합형, 목본군락형, 자연경관복원형으로 구분한다. 생태자연도 1등급지역과 별도관리지역은 자연경관과 생태계 복원 가치가 높은 지역이므로 자연경관복원형으로 복원하고, 해안지역에서는 해안생태계의 특성에 적합한 식물을 고려하며, 내륙 지역에서는 경관적인 측면을 고려하여 생태자연도 등급에 따라 비탈면의 형상과 토질을 고려하여 복원목표를 정한다.

[해설]

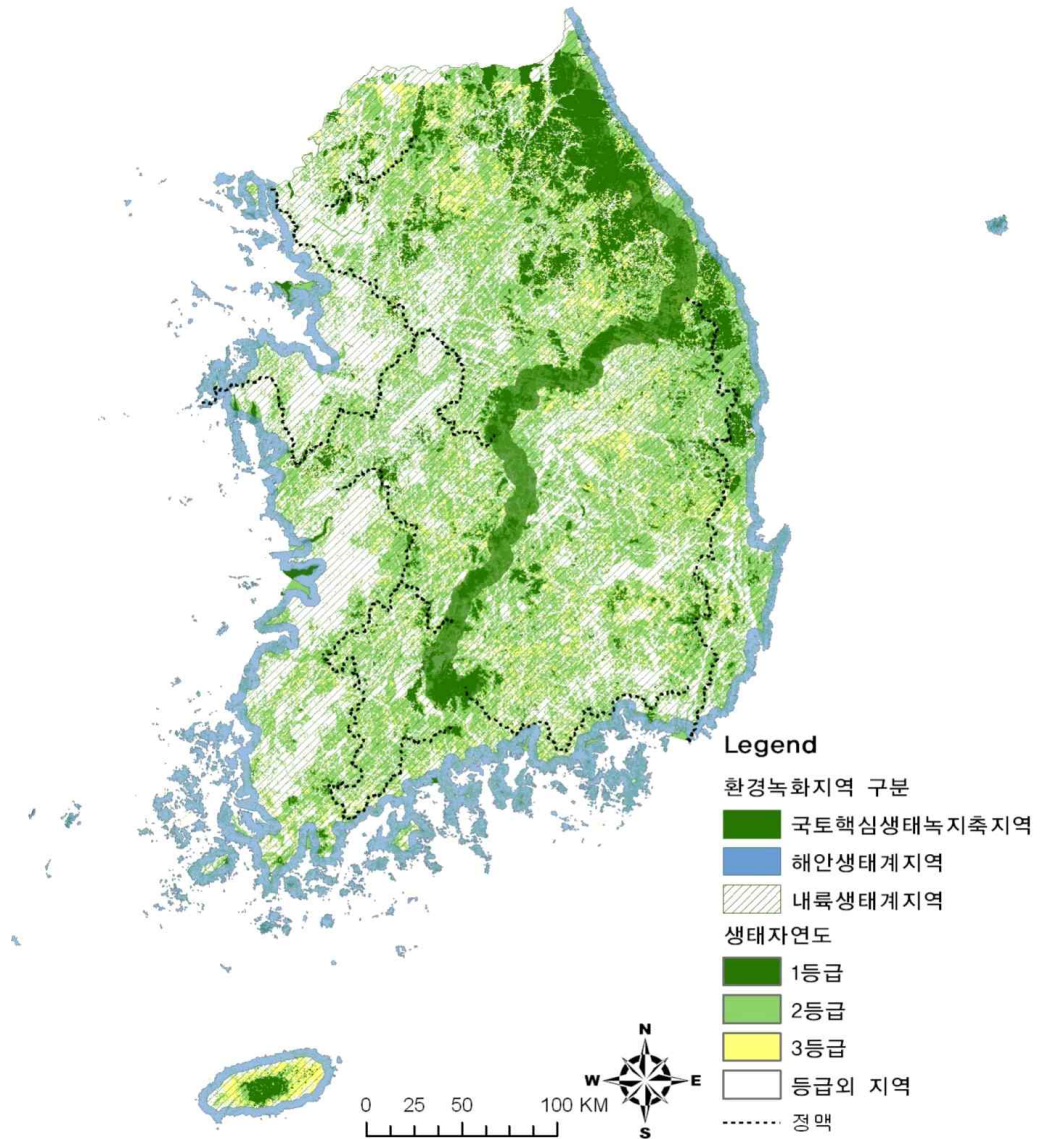
- (1) 도로 주변 생태계와 유사한 모습으로 복원하는 것이 경관적으로나 생태적으로 바람직하고, 목본이 혼재되는 식생구조가 이산화탄소 저감에도 효과적이다.
- (2) 복원목표는 초본위주형, 초본·관목혼합형, 목본군락형, 자연경관복원형으로 구분하며, 녹화지역 분류 기준에 의해 국토핵심녹지축지역과 해안생태계지역, 내륙생태계지역으로 구분하고 생태자연도 등급을 고려하여 복원목표를 다르게 적용한다. 내륙생태계지역에서는 생태자연도 1등급지역은 자연경관복원형으로, 생태자연도 2등급, 3등급 지역은 전문가의 자문을 받아 「표 2.2 녹화지역과 생태자연도별 비탈면 복원목표」를 참조하여 복원목표를 설정한다.
- (3) 목본이 혼재된 식생구조가 경관적으로 양호하고 생태적으로 건전함으로 목본식재가 가능한 토사비탈면 등에는 시거장애, 지반안정 등을 고려하여 목본을 혼입하도록 복원목표를 설정한다.

2.3 녹화지역의 구분

녹화지역의 구분은 기후환경, 지역환경, 산림환경, 토질조건 등을 고려하여 태백산맥을 중심으로 한 국토핵심생태녹지축지역, 해안일대와 도서지역을 포함한 해안생태계지역, 내륙생태계지역으로 구분한다.

[해 설]

- (1) 녹화지역의 구분은 기후환경, 지역환경, 산림환경 등을 고려하여 「그림 2.1 녹화지역 구분과 생태자연도 등급분류도」에 따라 3개의 지역으로 구분한다. 녹화지역 구분 제1지역은 태백산맥을 중심으로 한 국토핵심생태녹지축지역, 제2지역은 해안일대 도서지역을 포함한 해안생태계지역, 제3지역은 내륙생태계지역으로 한다.
- (2) 해당구간 외 지역은 가장 근접된 지역을 적용하며, 중복구간은 상위기준을 적용한다.
- (3) 녹화지역의 구분에서 나타난 「표 2.1 생태자연도 평가등급별 비탈면 복원목표」, 「표 2.2 녹화지역과 생태자연도별 비탈면 복원목표」에 의거 초본위주형, 초본·관목혼합형, 목본군락형, 자연경관복원형의 복원목표를 적용한다.



<그림 2.1> 녹화지역 구분과 생태자연도 등급분류도²⁾

주²⁾ 「그림 2.1 녹화지역 구분과 생태자연도 등급분류도」는 생태자연도를 근거로 작성하였으며, 지역의 정확한 구분은 환경공간정보서비스[EGIS]를 참조한다.

2.4 생태자연도 등급별 비탈면 복원목표 적용

비탈면 복원목표는 생태자연도의 등급과 주변 생태계의 특성을 고려하여 적용한다.

[해 설]

- (1) 도로건설로 인해 발생한 자연지형 훼손지역은, 녹화지역구분과 생태자연도 등급을 고려하여, 기후변화에 대응하면서 비탈면의 침식방지와 안정, 생물다양성보존, 이산화탄소저감, 도로경관의 향상 등의 기능을 담당할 수 있도록 녹화한다.
- (2) 비탈면 복원목표는 자연경관복원형과 일반복원형으로 구분하고, 이를 각각 초본위주형, 초본·관목혼합형, 목본군락형으로 분류하여 적용한다.
- (3) 우리나라 국토는 생태자연도 1등급, 2등급, 3등급, 별도관리지역 및 등급외 지역으로 구분되는데, 생태자연도 등급에 따라 비탈면 복원목표를 다르게 적용한다. 생태자연도 1등급지역과 별도관리지역에서는 지역고유초종을 사용하는 등 생물종다양성 보존과 자연경관의 조기회복에 기여토록 하기 위해 자연경관복원형의 목표를 설정한다.

<표 2.1> 생태자연도 평가등급별 비탈면 복원목표

생태자연도 등급	복원목표	
	일반복원형	자연경관복원형
1		○
2	○	
3	○	

※ 별도관리지역은 생태자연도 1등급으로 본다.

※ 생태자연도 등급이 설정되지 않은 기타 등급 외 지역은 생태자연도 3등급의 기준을 적용한다.

※ 복원목표별로 시험시공을 통해 품질이 우수한 녹화공법을 선정하고, 특히, 자연경관복원형은 현지에 적합한 식물 위주로 설계한다 「표 2.3, 2.4 참조」.

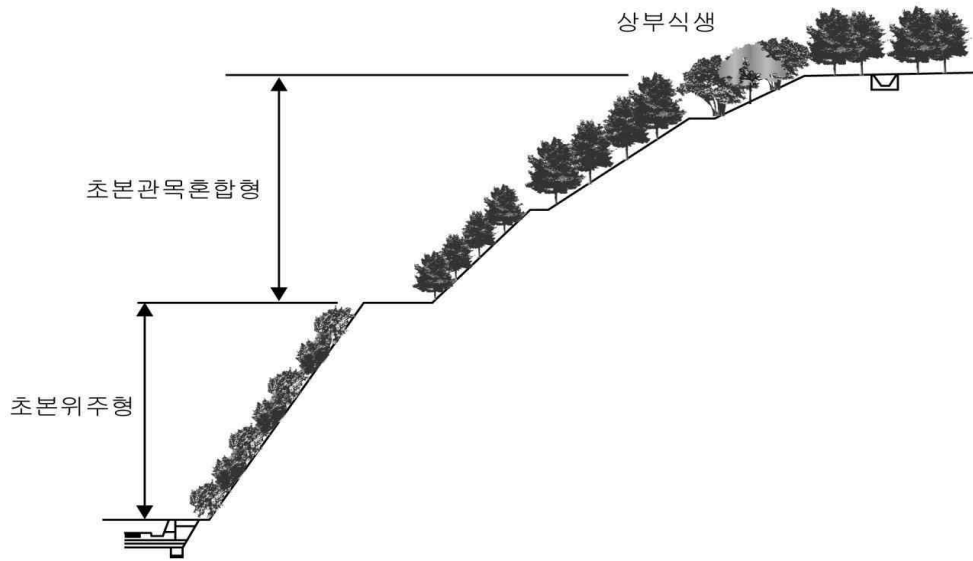
<표 2.2> 녹화지역과 생태자연도별 비탈면 복원목표

녹화지역구분 \ 복원목표	생태자연도 등급별 복원목표					
	1등급	2등급			3등급	
	자연경관 복원형	일반복원형			일반복원형	
		목본 군락형	초본 관목 혼합형	초본 위주형	초본 관목 혼합형	초본 위주형
국토핵심생태녹지축지역	○	○	○	○	○	○
해안생태계지역	○	○	○	○	○	○
내륙생태계지역	○	○	○	○	○	○

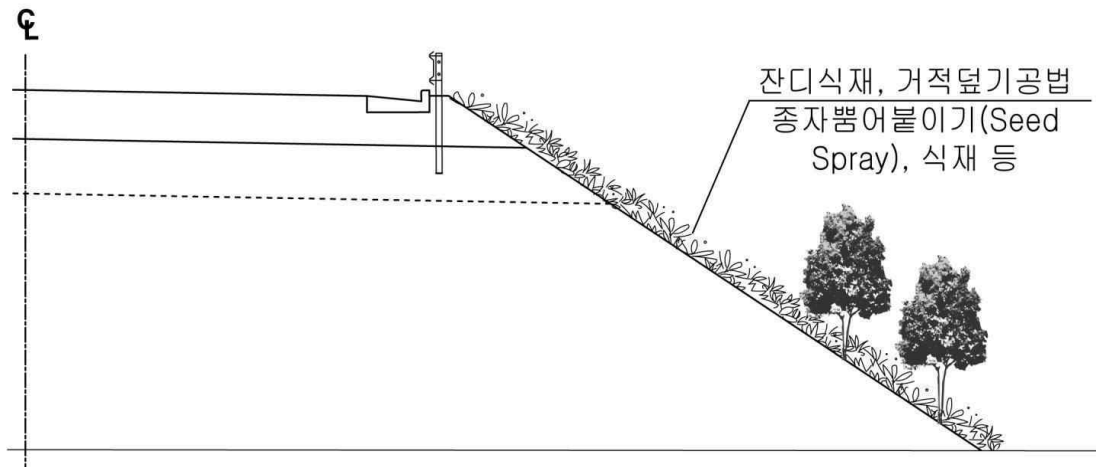
※ 별도관리지역은 생태자연도 1등급으로 본다.

※ 해안생태계지역은 해안생태계의 식물상을 반영한 식물배합을 하되 주변 자연경관과 조화되는 경관녹화에 주력한다.

- (4) 생태자연도 1등급지역 및 별도관리지역은 비탈면 토질(암질) 및 경사도를 고려하고 자연경관복원형으로 한다.
- (5) 복원목표는 비탈면 구분, 비탈면 경사, 토질(암질), 토심(土深), 주변의 경관 식생, 조류 이동 등 현지여건을 종합적으로 조사하여 초본위주형, 초본·관목 혼합형, 목본군락형으로 구분한다.
- (6) 기후변화에 대한 대응과 이산화탄소 저감효과가 우수한 목본의 확대 적용이 바람직하다. 따라서, 현지 여건을 조사하고 전문가의 자문을 받아 지반 안정성, 시거(視距) 등에 지장이 없는 구간에서는 목본을 확대 적용한다.



<그림 2.2> 일반적인 깎기지역 비탈면녹화 모형도(예시)



<그림 2.3> 일반적인 쌓기지역 비탈면녹화 모형도(예시)

2.5 녹화설계 일반사항

비탈면 녹화설계는 기후변화에 대응하고, 환경친화적이면서 비탈면의 안정성 유지, 토양유실방지, 경관복원, 자연식생천이 유도, 이산화탄소 저감에 유리한 식생구조를 조성하기 위해 자연환경, 토양환경, 지질 및 토질(암질)특성, 식생기반재 기준 등을 종합적으로 고려하여 진행한다. 또한 설계시 기본적으로 지역 환경에 대한 선행조사, 분석, 평가 등의 절차를 거쳐 녹화지역구분과 생태자연도의 등급에 따라 설정된 비탈면 복원목표를 효과적으로 달성할 수 있도록 녹화공법을 설계한다.

녹화공법이 선정된 다음에는 복원목표 달성을 위한 종자배합을 설계하고, 시험시공계획 및 모니터링계획, 유지관리계획을 수립하여 세부수량을 산출한다.

[해 설]

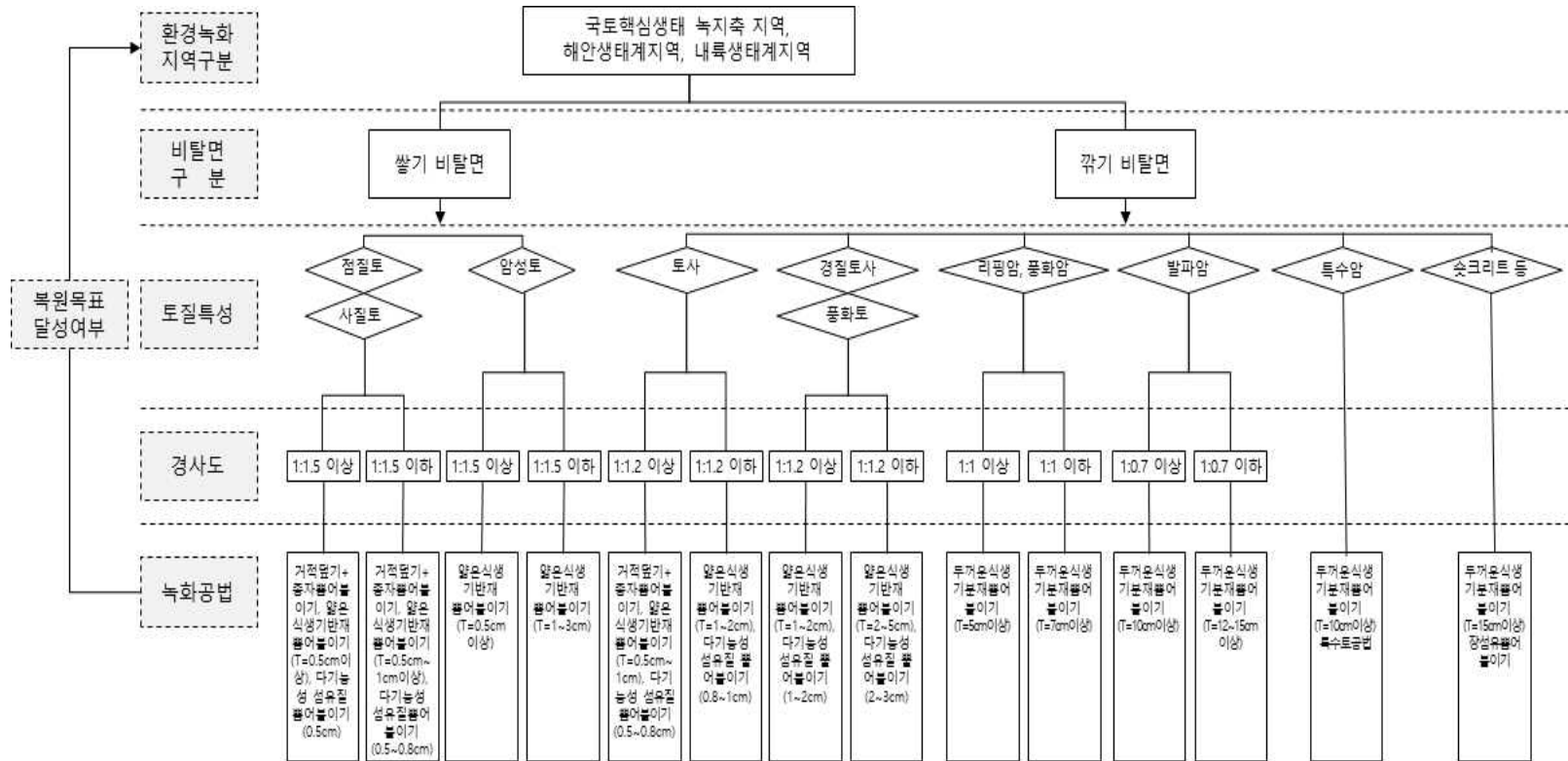
- (1) 도로비탈면 녹화설계는 「그림 2.4 비탈면 녹화공법 선정절차」를 참고하여 적합한 녹화공법을 선정한다. 선정절차에서 제시한 공법은 일반적인 것으로써 설계 시에는 지역 특성에 부합되는 다양한 녹화공법을 검토하여 적합한 공법으로 설계해야 한다. 다만, 쌓기 비탈면은 「그림 2.4 비탈면 녹화공법 선정절차」에 제시한 일반적인 공법을 설계에 적용한다.
- (2) 도로설계 과정에서, 비탈면 녹화공법은 현지조사를 통해 복원목표와 녹화공법, 종자배합 설계표, 시험시공 및 모니터링계획, 유지관리계획을 제시한다.
- (3) 비탈면에 용수가 발생되는 지역은 배수시설을 함께 설계한다. 비탈면 배수로 설계는 비탈면에 유출수를 최소화하고 집수한 물은 배수로로 통해 배출하도록 해야 한다. 비탈면 배수로에는 산마루측구, 소단배수구, 중배수구, 맹암거, 수평배수공 등이 있다.

- (4) 절리·풍화가 없고 붕락의 위험이 없는 양호한 암반비탈면은 녹화공법을 적용하지 않고 원형 그대로 보전하거나 덩굴식물식재를 적용한다. 다만, 암질이 양호한 지역이더라도 자연경관복원형의 복원목표지역과 도심지 미관이 요구되는 지역에서는 비탈면 녹화공법을 적용한다.
- (5) 붕락의 위험이 없는 양호한 암반비탈면에 덩굴식물을 식재할 수 있다. 단, 덩굴식물 뿌리로 인해 암반의 균열 우려가 염려되는 곳과 자연경관복원의 복원목표 적용지역에서는 등나무 등의 덩굴식물 식재를 금한다.
- (6) 암썩기 구간은 비탈면 녹화공법 시공 전에 현황도(face map)를 작성하고 비탈면 유지관리에 활용하도록 준공 후 이를 관리주체에 이관·보존한다.

2.6 비탈면 녹화공법 선정

2.6.1 비탈면 녹화공법 선정절차

비탈면 녹화공법은 <그림 2.4>와 같은 선정절차에 따라 선정한다. 단, 아래에 제시한 공법은 토질과 경사도에 따른 일반적인 녹화공법의 예시이며, 전문가의 의견을 수렴하고 다양한 녹화공법을 검토하여 현지 여건에 맞는 녹화공법을 선정하여야 한다.



<그림 2.4> 비탈면 녹화공법 선정절차

- ※1. 상기공법은 토질특성과 경사도에 따라 대표 녹화공법을 예시로 제시한 것이며, 식생매트, 식생네트, 자생종 포트묘식재+식생기반재 뿌어붙이기, 표층토 활용공법, 식물발생재활용공법, 친환경소재활용공법, 배수판+장섬유뿌어붙이기, 이암 토질에 대한 특수토공법, 조경수 식재공법 등을 설계할 수 있다.
- ※2. 1 : 1.5는 높이가 1일 때 수평거리가 1.5인 비탈면이며 1:1.5 이상은 수평거리가 1.5이상을 말한다.

2.6.2 특수한 암질의 녹화공법 선정

산성배수를 유발하는 암이나 점토광물을 함유하여 swelling, slaking 현상을 유발하고 급속히 풍화가 진행되어 비탈면이 불안정하게 될 가능성이 있는 이암(세일) 등 특수한 암질인 경우는 유사사례를 조사, 분석하고 전문가의 자문을 받아 적절한 녹화공법을 선정해야 한다.

[해 설]

- (1) 이암(swelling, slaking 현상을 유발하는 특수한 암질) 등의 특수비탈면은 자연적으로 식물이 생육하기 어려우므로 전문가의 자문을 받아 녹화공법을 선정한다.
- (2) 이암 등의 특수비탈면은 강우에 의한 침식 및 세굴의 우려가 높으므로 전문가의 자문을 받아 비탈면 안정을 도모한 후 녹화를 해야 한다.
- (3) 산성배수를 유발하는 암은 코팅, 중화 처리에 의하여 산성배수를 저감시켜야 식물의 생육이 가능하므로 전문가의 자문을 받아 복토, 식생기반재뿌어붙이기 등 녹화공법을 선정해야 한다.

2.7 종자배합설계

2.7.1 일반 사항

녹화공법별 종자 배합은 도로 주변환경을 고려하고, 녹화지역, 복원 목표, 비탈면 토질(암질) 및 경사도에 따라 적합하게 설계한다.

[해 설]

- (1) 녹화지역별 종자배합설계는 초본위주형, 초본·관목혼합형, 목본군락형, 자연경관복원형 등의 복원목표에 부합되도록 한다.
- (2) 목본군락형, 자연경관복원형의 복원목표 달성을 위해 생태복원녹화공법들의 특성에 맞게 주변에서 채취한 표토활용, 종자파종 및 자생종의 묘목식재, 이식 등의 방법을 검토하고, 식생기반재뿔어붙이기와 병용하는 방안과 자연천이를 촉진 및 유도하는 방안 등을 강구할 수 있다.
- (3) 선정된 비탈면녹화공법에 적용할 종자배합은 「표2.3 자연경관복원형 적용지역 녹화공법 종자배합비율 조건표」, 「표 2.4 기타 적용지역 녹화공법 종자배합비율 조건표」에 따라 설계한다. 다만, 자연경관복원형은 복원목표를 달성하기 위해 불가피한 경우에는 녹화공법의 특성에 맞추어 종자배합설계를 다르게 적용할 수 있다.
- (4) 종자배합 설계에 대한 구체적인 내용은 종자배합량 조건표에서 제시하고 있는 목본 및 초본, 야생화류, 외래초종(양잔디류)의 종자배합비율을 참조한다. 또한, 기후변화에 대응하고 생물다양성의 회복을 고려하여 종자배합은 목본 및 초본, 야생화류, 외래초종(양잔디류)가 고르게 포함되도록 하고, 사용하는 식물종자의 종수는 국토핵심생태녹화촉진지역, 해안생태계지역은 20종 이상, 내륙생태계지역은 15종 이상 파종한다.

<표 2.3> 자연경관복원형 적용지역 녹화공법 종자배합비율 조건표

복원목표	식생구분	종자배합비율(%)
초본 위주형	관목류	20~40 ¹⁾
	초본, 야생화류	40~80
	외래초종(양잔디류)	0~10
	합 계	100 ²⁾
초본·관목 혼합형	관목류	30~50
	초본, 야생화류	45~70
	외래초종(양잔디류)	0~5
	합 계	100 ²⁾
목본 군락형	교목류, 아교목류, 관목류	40~70
	초본, 야생화류	30~70
	외래초종(양잔디류)	0
	합 계	100 ²⁾

주1) 숫자는 중량배합비율을 의미한다.

주2) 종자배합 시 외래초종의 중량배합비율을 우선 정한 다음 초본, 야생화류, 관목류 등 전체 종자배합량의 합이 100이 되도록 정한다.

- ※1. 복원목표가 자연경관복원형인 경우 녹화식물은 그늘사초, 큰기름새, 대사초, 참억새, 새, 솔새, 개솔새, 쭉쭉류(맑은대쭉, 쭉, 넓은잎외잎쭉, 뽕쭉), 양지꽃, 노루오줌, 구절초, 참취, 큰까치수영, 뚝갈 등의 초본류와 생강나무, 진달래, 철쭉, 개웃나무, 붉나무, 국수나무, 산초나무, 쥐똥나무, 개암나무, 호랑버들, 병꽃나무, 짙레나무, 산딸기, 복분자딸기, 노린재나무, 호랑버들, 소나무 등의 목본류가 비탈면 녹화용 자생종(재래초본, 재래목본)으로 사용될 수 있으며, 이들 외에도 부록에서 제시된 식물들을 추가로 사용할 수 있다.
- ※2. 녹화용 식물은 현지에 서식하는 식물을 주로 활용하고, 중국산인 경우 산지를 확인하여 우리나라 기후 및 풍토와 유사한 지역인지를 확인한다.
- ※3. 목본군락형의 경우 교목류와 아교목류는 비탈면 상부의 토심이 깊고 경사도가 완만하고 비탈면 안정에 영향이 없으며 시거에 지장이 없는 구간에 적용이 가능하며, 성장 후 키가 낮은 식물을 우선 적용할 수 있다.

<표 2.4> 기타 적용지역 녹화공법 종자배합비율 조건표

복원목표	식생구분	종자배합비율(%)
초본 위주형	관목류	10~40 ¹⁾
	초본, 야생화류	40~80
	외래초종(양잔디류)	10~20
	합 계	100 ²⁾
초본 관목 혼합형	관목류, 아교목류	30~50
	초본, 야생화류	40~70
	외래초종(양잔디류)	5~15
	합 계	100 ²⁾
목본 군락형	교목류, 아교목류, 관목류	35~60
	초본, 야생화류	35~65
	외래초종(양잔디류)	3~10
	합 계	100 ²⁾

주1) 숫자는 중량배합비율을 의미한다.

주2) 종자배합 시 외래초종의 중량배합비율을 우선 정한 다음 초본, 야생화류, 관목류 등 전체 종자배합량의 합이 100이 되도록 정한다.

- ※1. 해안생태계지역에서는 해안에 적합한 종자배합을 하고, 외래도입초종이 10%를 상회하지 않도록 한다.
- ※2. 난지형초종인 weeping lovegrass 사용을 최대한 억제한다.
- ※3. 싸리와 낭아초는 20% 이하의 비율로 배합하여 지나치게 우점하지 않도록 한다.
- ※4. 목본군락형의 경우 교목류와 아교목류는 비탈면 상부의 토심이 깊고 경사도가 완만하고 비탈면 안정에 영향이 없으며 시거에 지장이 없는 구간에 적용이 가능하며, 성장 후 키가 낮은 식물을 우선 적용할 수 있다.
- ※5. 기타 적용지역이란 자연경관복원형의 복원목표가 적용되지 않는 지역을 말한다.

2.7.2 종자배합설계 시 고려사항

종자의 배합비율은 계절, 토질(암질), 기후특성 등을 고려하여 정하며, 혼합한 후 종자가 골고루 살포되도록 하고, 주위 경관과 조화할 수 있도록 식물종을 배합하여 적용한다.

[해설]

- (1) 재래종과 외래초종(양잔디류)의 배합 시에는 재래종의 비율을 높게 하고 외래초종(양잔디류)에 의하여 피압 당하지 않도록 하여야 하며, 외래초종(양잔디류)을 사용할 경우에는 초장이 짧은 종을 사용한다.
- (2) 종자배합 시 한 종류의 발생기대본수는 총 발생기대본수의 40% 이상이 되지 않도록 한다.
- (3) 자연공원, 자연생태·경관보전지역, 문화재 보호구역, IC구간, 터널입출구 등 경관을 특별히 고려할 필요가 있는 지역에서는 환경영향평가서를 참고하여 지역 고유의 자생종 종자를 혼합한다.
- (4) 시거장애방지 및 효율적인 유지관리를 위해 쌓기 비탈면 최상단 및 깎기 비탈면 최하단에 키가 큰 수목종자(싸리류, 낭아초 등)의 사용은 피한다.
- (5) 주변 식물군락의 유형에 따라 초본·관목혼합형 및 목본군락형 녹화지역에 내음성이 강한 수종을 1종 이상 선정하여 파종할 수 있다.
- (6) 종자배합설계시 비탈면의 방향과 고도, 주변생태계의 특성을 종합적으로 고려하여 종자배합설계를 다르게 적용할 수 있다. 특히, 비탈면의 방향과 해발고도 등을 고려할 때 수분의 고갈이나 온도, 제설, 일조량 등으로 식물의 원만한 생육이 어렵다고 판단되는 경우, 전문가 자문을 받아 종자배합을 다르게 적용할 수 있다.
- (7) 해안생태계지역·내륙생태계지역의 일반적인 도로 비탈면에 적용하는 종자 뿔어붙이기(seed spray), 얇은 식생기반재 뿔어붙이기 및 두꺼운

식생기반재 뽑어붙이기에서의 종자배합은 「표 2.5, 2.6, 2.7, 2.8」의 예시를 참조하고, 종자 파종량은 「표 2.9 식생기반재뽑어붙이기 종자파종량 조건표」의 기준을 따른다. 자연경관복원형에서는 「표 2.3 자연경관복원형 적용지역 녹화공법 종자배합량 조건표」를 따르며, 지역의 자생종 및 고유종을 적극 활용하고, 생물종 다양성과 자연경관복원에 기여할 수 있도록 생태복원공법들을 적용하고, 녹화공법의 특성에 부합되도록 전문가의 자문을 통해 녹화식물을 배합 설계한다.

<표 2.5> 자연경관복원형 적용지역의 얇은 식생기반재뿔어붙이기
(두께 5cm 이하)의 종자배합량 조건표 예시

단위 : (g/m²)

복 원 목 표	종 자 배 합		종 자 량 (종자배합비율)
초본위주형	관목	병꽃나무 등 관목류	9.0
	초본, 야생화	억새 등 새류	15.0
		일반재래초본류(도입야생화류 포함) 썩류, 야생화, 지역고유종	3.0
	외래초종 (양잔디류)	Tall fescue Kentucky bluegrass Perennial ryegrass Creeping red fescue 등	3.0
	합 계		30 (30 :60 :10)
초본·관목 혼합형	관목류 아교목류	병꽃나무, 낭아초, 개쉬땅나무 등 반관목, 관목류, 아교목류	10.5
	초본, 야생화	새류, 비수리, 썩류 등 초종	10.0
		구절초, 산국, 썩부쟁이 등 지역고유 야생화류	8.0
	외래초종 (양잔디류)	Kentucky bluegrass 등	1.5
	합 계		30 (35 : 60 : 5)
목본군락형	관목류 아교목류	소나무, 참나무류, 호랑버들, 산초나무, 병꽃나무, 개쉬땅나무 등 관목류, 아교목류, 교목류	12.0
	초본, 야생화	새류, 비수리, 썩류, 까치수염 등 초종	10.0
		구절초, 산국, 감국, 썩부쟁이, 양지꽃, 산마늘, 마타리, 뚝갈 등의 지역 고유 야생화류	8.0
	외래초종 (양잔디류)	Kentucky bluegrass 등	0
	합 계		30 (40 : 60 : 0)

※ 자연경관복원을 위해 새류, 썩류, 억새류, 도라지, 구절초, 썩부쟁이 등의 재래초본과 소나무, 산초나무, 병꽃나무 등의 재래목본 등을 혼합하여 파종할 수 있다. 필요한 경우 재래목본의 묘목식재와 지역고유종을 근주이식한 다음 식생기반재뿔어붙이기 공법을 병행하는 방법, 혹은 지역의 표토를 재활용 하는 방법 등을 고려할 수 있다.

※ 생태적으로 중요한 지역이므로 외래초본(양잔디류)이 우점하지 않도록 한다.

<표 2.6> 자연경관복원형 적용지역의 두꺼운 식생기반재뿔어붙이기
(두께 5cm 이상)의 종자배합량 조건표 예시

단위 : (g/m²)

복 원 목 표	종 자 배 합		종 자 량 (종자배합비율)
초본위주형	관목	병꽃나무 등 관목류	21.0
	초본, 야생화	억새 등 새류	23.0
		일반초본류(도입야생화류 포함)	19.0
	외래초종 (양잔디류)	Tall fescue Kentucky bluegrass Perennial ryegrass Creeping red fescue 등	7.0
	합 계		70 (30 :60 :10)
초본·관목 혼합형	관목류 아교목류	병꽃나무, 낭아초, 개쉬땅나무 등 반관목, 관목류, 아교목류	24.5
	초본, 야생화	새류, 비수리, 썩류 등 초종	23.0
		구절초, 산국, 썩부쟁이 등 지역 고유 야생화류	19.0
	외래초종 (양잔디류)	Kentucky bluegrass 등	3.5
	합 계		70 (35 : 60 : 5)
목본군락형	관목류 아교목류	소나무, 참나무류, 호랑버들, 산초나무, 병꽃나무, 개쉬땅나무 등 관목류, 아교목류, 교목류	28.0
	초본, 야생화	새류, 비수리, 썩류, 까치수염 등 초종	23.0
		구절초, 산국, 감국, 썩부쟁이, 양지꽃, 산마늘, 마타리, 독갈 등의 지역 고유 야생화류	19.0
	외래초종 (양잔디류)	Kentucky bluegrass 등	0
	합 계		70 (40 : 60 : 0)

※ 자연경관의 조기 복원을 위해 새류, 썩류, 억새류, 도라지, 구절초, 썩부쟁이 등의 재래초본과 소나무, 산초나무, 병꽃나무 등의 재래목본 등을 혼합하여 파종할 수 있다. 필요한 경우 재래목본의 묘목식재와 지역고유종을 근주이식한 다음 식생기반재뿔어붙이기 공법을 병행하는 방법, 혹은 지역의 표토를 재활용 하는 방법 등을 고려할 수 있다.

※ 생태적으로 중요한 지역이므로 외래초본(양잔디류)이 우점하지 않도록 한다.

<표 2.7> 기타 적용지역의 일반적인 도로비탈면 적용 종자뿌어붙이기(seed spray)
 및 얇은 식생기반재 뿌어붙이기(두께 5cm 이하)의
 종자배합량 조건표 예시

단위 : (g/m²)

복 원 목 표	종 자 배 합		종 자 량 (종자배합비율)
초본 위주형	관목류	병꽃나무 등 관목류	5.0
	초본,야생화	억새 등 새류 일반초본류(야생화류 포함)	14.0
		썩류 및 기타	1.0
	외래초종 (양잔디류)	Tall fescue Kentucky bluegrass Perennial ryegrass Creeping red fescue 등	5.0
	합 계		25 (20 : 60 : 20)
초본·관목 혼합형	관목류, 아교목류	병꽃나무 등 관목류 참싸리 등 아교목류	7.5
	초본,야생화	억새 등 새류 비수리 등 일반초본류(야생화류 포함)	14.0
		썩류 및 기타	1.0
	외래초종 (양잔디류)	Tall fescue Kentucky bluegrass Perennial ryegrass Creeping red fescue 등	2.5
	합 계		25 (30 : 60 : 10)
목본 군락형	관목류, 아교목류, 교목류	자귀나무, 소나무(곰솔) 등 교목류, 아교목류 병꽃나무 등 관목류	10.0
	초본,야생화	억새 등 새류 일반초본류(야생화류 포함)	12.5
		썩류 및 기타	1.0
	외래초종 (양잔디류)	Tall fescue Kentucky bluegrass Perennial ryegrass Creeping red fescue 등	1.3
	합 계		25 (40 : 50 : 10)

※ 경관적으로 중요한 지역에서는 금계국, 패랭이꽃, 끈끈이대나물, 붓꽃류(붓), 수레국화, 도라지(여름), 구절초, 산국, 벌노랑이, 쑥부쟁이류, 벌개미취 등(가을)을 혼합 파종할 수 있다.

<표 2.8> 기타 적용지역의 두꺼운 식생기반재뽑어붙이기
(두께 5cm 이상)의 종자배합량 조건표 예시

단위 : (g/m²)

복 원 목 표	종 자 배 합		종 자 량 (종자배합비율)
초본위주형	관목	병꽃나무 등 관목류	12.0
	초본, 야생화	억새 등 새류 일반초본류(도입야생화류 포함)	30.0
		썩류, 야생화, 지역고유종	6.0
	외래초종 (양잔디류)	Tall fescue Kentucky bluegrass Perennial ryegrass Creeping red fescue 등	12.0
	합 계		60 (20 : 60 : 20)
초본·관목 혼합형	관목류 아교목류	병꽃나무 등 관목류 참싸리 등 아교목류	18.0
	초본, 야생화	억새 등 새류 일반초본류(도입야생화류 포함)	30.0
		썩류, 야생화, 지역고유종	6.0
	외래초종 (양잔디류)	Tall fescue Kentucky bluegrass Perennial ryegrass Creeping red fescue 등	6.0
	합 계		60 (30 : 60 : 10)
목본군락형	관목류 아교목류 교목류	자귀나무, 소나무(곰솔) 등 교목류, 아교목류 병꽃나무 등 관목류	24.0
	초본, 야생화	억새 등 새류 일반초본류(도입야생화류 포함)	26.0
		썩류, 야생화, 지역고유종	4.0
	외래초종 (양잔디류)	Tall fescue Kentucky bluegrass Perennial ryegrass Creeping red fescue 등	6.0
	합 계		60 (40 : 50 : 10)

※ 경관적으로 중요한 지역에서는 금계국, 패랭이꽃, 끈끈이대나물, 붓꽃류(봄), 수레국화, 도라지(여름), 구절초, 산국, 벌노랑이, 썩부쟁이류, 벌개미취 등(가을)을 혼합하여 파종할 수 있다.

※ 생태적으로 중요한 지역에서는 외래초종(양잔디류) 보다는 자생종(제레초본, 목본류)을 우선으로 배합한다.

<표 2.9> 식생기반재뿔어붙이기 종자과중량 조건표

종자층의 두께 \ 지 역 구 분	국토핵심생태녹지축지역	해안생태계지역, 내륙생태계지역
1~2cm ¹⁾	20g/m ² 이상 ²⁾	20g/m ² 이상
3~4cm	30g/m ² 이상	25g/m ² 이상
5~7cm	70g/m ² 이상	60g/m ² 이상
7cm이상	100g/m ² 이상	90g/m ² 이상

주1) 식생기반재 두께는 종자취부층과 식생기반층을 합한 것을 말한다. 단, 2층뿔어붙이기(식생기반층을 우선 조성하고, 그 위에 종자층을 분리하여 시공하는 공법)인 경우 종자뿔어붙이기층의 두께에 맞게 과중량을 정한다.

주2) 종자과중량은 위의 조건표를 따르되 「표 3.9 비탈면 복원목표별 식생 생육판정 기준표」를 만족시킬 수 있도록 발아율이 우수한 녹화식물 종자를 사용하고, 특정종이 전체를 우점하지 않도록 종자배합설계를 적용하여야 한다.

2.8 도면작성 및 수량산출

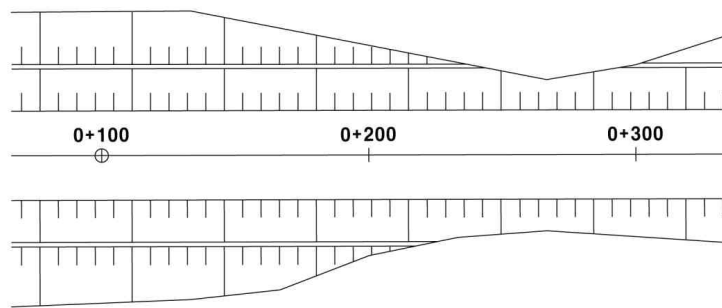
도면 및 전개도 작성은 쌓기 및 깎기로 구분하여 작성하고, 구간별 토질(암질)의 종류별로 구분하여 비탈면 면적으로 수량을 산출한다.

[해설]

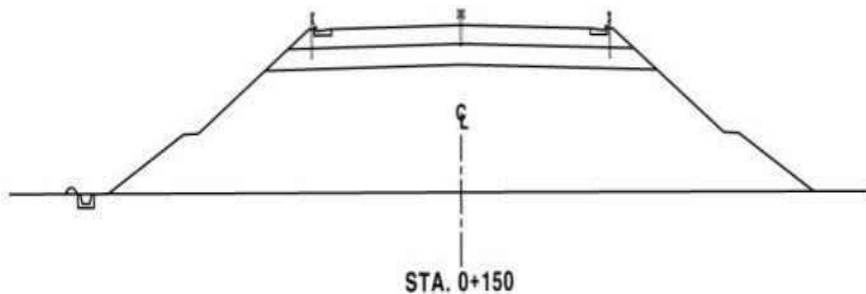
- (1) 깎기 비탈면 현황도와 종평면도를 이용하여 전개도를 작성한다.
- (2) 작성한 전개도에 토질별 및 공법별로 적용 가능한 구간에 측점별 경계선을 그린다.
- (3) 구간별, 공법별 수량은 각각 비탈면 길이로 면적을 산출한다.

(4) 비탈면 녹화공법은 쌓기 비탈면과 깎기 비탈면으로 구분하여 아래와 같이 수량을 산출한다.

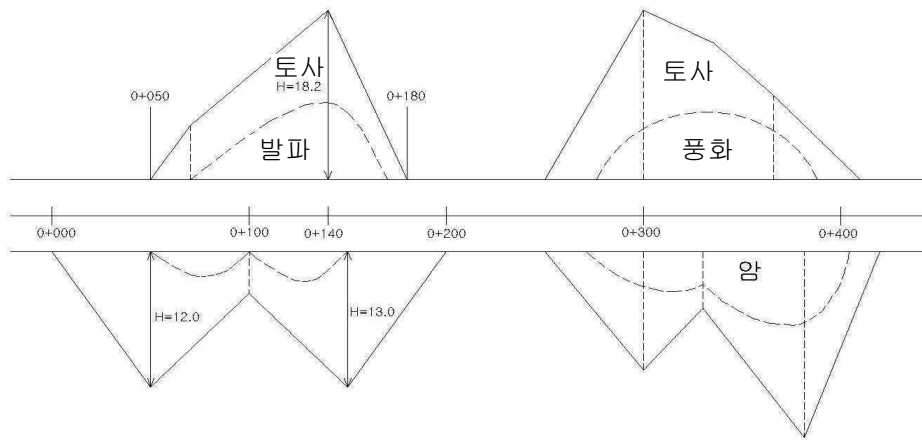
- 1) 깎기 비탈면은 토질별로 구분하여 L형측구 상단 소단부터 산마루측구를 지나서 비탈면 라운딩구간을 포함하여 비탈면 사거리로 면적을 산출한다.
- 2) 쌓기 비탈면은 쌓기부 길어깨에서 흙쌓기 비탈면 끝단까지 구하고, 라운딩 구간을 포함하여 비탈면 사거리로 면적을 산출한다.
- 3) 깎기부 및 쌓기부 콘크리트 소단구간과 도수로구간의 수량을 산출면적에서 제외한다.



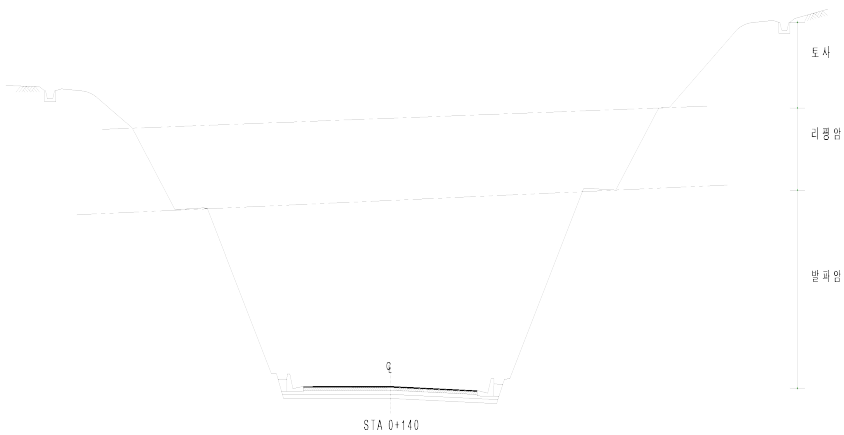
<그림 2.5> 평면도상 쌓기 전개도



<그림 2.6> 쌓기 횡단면도



<그림 2.7> 평면도상 깎기 전개도



<그림 2.8> 깎기 횡단면도

2.9 시험시공 및 모니터링 비용 산정

2.9.1 일반사항

설계 시 시험시공과 모니터링 비용은 설계서에 반영하여야 한다.

[해설]

- (1) 비탈면 녹화공법 선정을 위한 시험시공과 모니터링에 소요되는 비용은 일식단가(PS 단가)로 설계서에 반영한다.

제 3 장 도로비탈면 녹화공사의 시험 시공

3.1 일반사항

시공자는 설계도서를 검토하고, 설계된 비탈면 녹화공법이 복원 목표에 부합될 수 있는지를 검토한다. 시험시공 및 모니터링 계획을 수립하고, 유지관리계획을 마련한다.

[해설]

- (1) 비탈면 녹화공법의 적용을 위해 토질별로 복원목표에 부합되는 녹화공법을 정하기 전에 시험시공을 통하여 녹화품질 및 시공성을 정량적, 경제적으로 분석함으로써, 해당 비탈면의 자연환경여건에 부합하고 지속성이 있는 최적 녹화공법을 선정하기 위하여 시험시공을 실시한다.
- (2) 시공자는 설계에 반영한 녹화식물과 종자배합비율, 종자 사용량 등으로 시험시공을 실시한다. 다만, 설계 내용과 상이하게 시험시공을 시행할 필요가 있다고 판단될 경우에는 사전에 해당 전문가의 자문, 발주자와 협의를 해야 한다.
- (3) 시공자는 현장에서 시험시공에 적합하다고 판단되는 대표적인 위치를 시험시공의 대상으로 선정하고, 깎기 및 쌓기 구간의 토질 및 암질별로 3개 공법을 선정한다.
- (4) 시험시공은 현장별로 1회 이상 시행하는 것을 원칙으로 하되, 인근 현장과의 거리가 10km 내외이고 현장여건이 유사하여 인근 현장의 시험시공 결과를 활용할 수 있는 경우에 발주자는 시험시공 횟수를 생략하거나 조정하여 시행하게 할 수 있다.
- (5) 이암(세일) 등 점토광물을 함유하여 swelling, slaking 현상을 유발하는 특수한 암질인 경우, 급속히 풍화가 진행되어 비탈면이 불안정하게 될 가능성이 있으므로, 유사사례 등을 통한 녹화공법을 면밀히 검토 후 설계 반영하여 조기에 녹화를 실시하도록 한다.

- (6) 일반적인 녹화가 어려운 토질일 경우에는 전문가의 자문을 거친 후, 시험시공을 통해 적절한 공법을 선정한다.

3.2 재료

종자, 식생기반재 등 녹화 재료에 대해서는 소요 품질을 반드시 검사하여 양호한 재료만을 사용하여야 하며, 현장에서 시험이 어려운 경우에는 공인시험기관에 의뢰하여 품질을 검사하여야 한다.

[해설]

- (1) 녹화공법의 시험시공에 적용되는 재료와 그 구성 물질은 유기물재료와 무기물재료로 구분하며, 최종 녹화용 재료와 식생기반재는 친환경적 제품을 사용하도록 한다.
- (2) 도로건설현장에서 발생할 수 있는 식물발생재는 최대한 녹화용 식생기반재와 멀칭재로 활용하도록 한다.
- (3) 이암(세일), 산성배수를 유발하는 암 등 특수 지질 현장에서 사용하는 녹화재료 또는 식생기반재는 토질특성과 토양(암)을 분석하고 관계 전문가의 자문을 거쳐 현장에 적합한 것을 선정한다.
- (4) 「표 3.2. 중금속 등 기타 오염물질의 녹화기반재의 적용기준」은 토양환경보전법에서 규정하는 지역에 따라 국토핵심생태녹지축지역, 자연공원 등 별도관리지역과 생태자연도 1등급, 생태자연도 2등급은 가지역을 적용하고, 기타 지역은 나지역의 기준을 적용한다.
- (5) 시험시공에 사용한 식생기반재는 공사감독자의 입회하에 시료를 채취하여 공인시험기관에 의뢰하여 성분을 분석한 후 제품의 성분분석 결과서를 감독자에게 제출한다. 분석결과 「표 3.1 비탈면녹화용 식생기반재의 화학적 특성 평가항목과 기준」에 부합되지 않는 경우나 중금속 등 기타 오염물질에 의한 오염이 의심되는 경우에는 「표 3.2 중금속 등 기타 오염물질의 녹화기반재의 적용기준」을 적용한다.

속 등 기타 오염물질에 대한 식생기반재의 적용 기준」에 의거한 추가 조사를 실시한다.

- (6) 식물종자는 「표 3.3 비탈면 녹화용 식물종자의 발아율, 순량률 기준」에 부합되어야 한다.
- (7) 능형망은 철망 구조로 되어 있으며, 표면이 PVC로 코딩이 된 것과 아연도금으로 마감 처리한 것을 사용할 수 있다. 급경사지에서는 설치된 능형망의 고정을 위하여 앵커핀과 착지핀이 적용되는데 시공두께나 경사도 등에 따라 「표 3.4 능형망, 앵커핀 및 착지핀의 기준」을 적용하도록 한다.

〈표 3.1〉 비탈면녹화용 식생기반재의 화학적 특성 평가항목과 기준

평가항목		평가기준
항 목	단 위	
토양산도	—	6.0~8.0
전기전도도 (EC)	dS/m	1.0 미만
염기치환용량 (CEC)	Cmol/kg	6 이상
전질소량(T-N)	%	0.06 이상
염분농도	%	0.5 미만
유기물함량	%	3.0 이상

〈표 3.2〉 중금속 등 기타 오염물질에 대한 식생기반재의 적용 기준

물 질	별도관리지역, 가지역(mg/kg)	나지역(mg/kg)
카드뮴	1.5 이하	12 이하
구리	50 이하	200 이하
비소	6 이하	20 이하
수은	4 이하	16 이하
납	100 이하	400 이하
6가 크롬	4 이하	12 이하
아연	300 이하	800 이하
니켈	40 이하	160 이하

※1. 별도관리지역 : 상수원보호구역, 습지, 백두대간보호지역 등

※2. 나지역 : 지적법에 의한 지목이 공장용지, 도로, 철도용지 및 잡종지인 지역

〈표 3.3〉 비탈면녹화용 식물종자의 발아율, 순량률 기준

구분	발아율(%)	순량률(%)
목본	20	50
초본	30	60
재래잔디	60	90
도입잔디	80	90

〈표 3.4〉 능형망, 앵커핀 및 착지핀의 기준

구분		설치수량(m ² 당)			비고
		두께 T=10~50mm	두께 T=70~100mm	두께 T=100mm	
앵커핀 (φ16mm, L=300mm)	리핑암	—	0.23 개	0.46 개	매입깊이 : 200mm
	발파암		0.23 개	0.46 개	매입깊이 : 200mm
착지핀 (φ16mm, L=200mm)	리핑암	—	0.5 개	0.5 개	매입깊이 : 100mm
	발파암		0.5 개	0.5 개	매입깊이 : 100mm
부착망 (PVC 코팅, #10×58×58)		—	1.3 m ²	1.3 m ²	
철선(PVC 코팅, #8)		—	1.3 m	1.7 m	

3.3 시험시공 절차

시험시공 절차는 <표 3.5>과 같다.

<표 3.5> 시험시공의 절차

항 목	내 용
1. 시험시공 계획	- 시공목적, 시공대상지, 환경조건, 복원목표 등 검토
2. 공법의 선정	- 공사감독자는 자연생태복원전문가 등의 자문을 통해 복원 목표에 부합되는 공법 선정
3. 시험시공 및 유지관리 실시	- 시험시공계획서 작성 및 분석 - 시공 재료(뿌어붙이기용 재료, 종자) 시공전후 분석 - 시공 장비 및 시공방법 협의 - 계획서 및 시방서에 준한 시공 실시 - 유지관리 실시
4. 시험시공 결과 분석	- 자연생태복원전문가에 의한 주기적인 평가 - 생육판정 기준표에 의한 분석 실시
5. 최적공법 선정	- 녹화공법 평가표에 의한 현장여건에 부합하는 최적 공법 선정

3.4 시험시공 단계별 업무 분장

시험시공 단계별 업무 분장은 <표 3.6>과 같다.

<표 3.6> 시험시공 단계별 업무 분장

단 계 별	발주자	시공자	공사 감독자	자연생태복원 전문가	비 고
공사비 반영 (시험시공비용)	○				<설계단계> • 시험시공 및 유지관리 <시공단계>
시험시공계획 승인 요청 (시공자→공사감독자→발주자)		○	△		• 시험시공참여업체 현황 ¹⁾ 첨부 • 자연생태복원전문가 현황 첨부 • 시험시공 계획서 첨부 • 기술지원기술인 ²⁾ , 책임건설사업관리기술인 의견서 첨부
시험시공계획 승인 (발주자,공사감독자→시공자)	○		△		
시험시공 감리, 감독	△		○		
시험시공 후 모니터링 및 평가		△	△	○	• 자연생태복원전문가 ³⁾ 가 모니터링, 녹화공법 평가 시행
시험시공결과 보고서 작성 제출(자연생태복원전문가→ 시공자)		△		○	
시험시공결과 승인요청(시공자→공사감독자 →발주자)		○	△	△	• 시험시공결과 보고서 첨부 • 기술지원기술인, 책임건설사업관리기술인 의견서 첨부
시험시공결과 승인 (발주자→공사감독자, 시공자)	○		△		• 발주자는 필요시 녹화공법 평가위원회를 구성하여 평가 를 실시하여 승인한다. • 평가점수가 75점 이상인 공법을 승인 통보

* ○ 전담자, △ 보조자

주1) 시험시공업체 제출 서류

- 업체조서(책임기술자경력, 사업수행실적, 계측장비 등 보유현황)
- 시험과중 수행계획서
- 공인인증기관 등의 증명서

주2) 시험시공과 관련한 기술지원기술인은 토질 및 기초기술사 또는 자연생태복원전문가를 말한다.

주3) 자연생태복원전문가 제출 서류

- 자격증 또는 학위증, 경력증명서(업체일 경우에는 책임기술자 자격 및 경력, 사업수행실적, 계측장비 등 보유현황)

3.5 시험시공계획 수립 및 방법

3.5.1 시험시공 계획

1. 시공자는 현장의 특성을 고려하여 비탈면녹화에 대한 시험시공 계획을 작성하고, 책임감리원 및 비상주 감리원의 검토의견을 첨부하여 발주자에게 제출하여 승인을 받아 시험시공을 한다.
2. 시험시공은 설계에 반영된 공법으로 시행함을 원칙으로 한다. 단, 비탈면 깎기 및 쌓기 공사를 시행한 결과가 설계시 예상한 현장 여건과 상이하여 다른 공법 적용이 필요하거나 설계에 반영한 녹화공법 보다 품질이 양호하며 경제적인 녹화공법이 있는 경우에는 시험시공 대상으로 추가로 선정할 수 있다.

[해설]

(1) 시험시공 계획은 다음 항목을 고려하여 수립하도록 한다.

- 1) 지반조사 항목은 시공자의 토질(암질)조사보고서를 토대로 전문가의 자문을 거쳐 녹화공법 적합여부를 검토한다.
- 2) 주변식생 환경조사 항목은 환경영향평가자료와 현지조사 결과를 참조하여 적용한다.
- 3) 기후환경 조사항목은 대상지역의 가까운 거리의 기상관측소 자료를 이용하되 최근 10년간의 강우량, 온도, 습도 등을 평균 산출하여 이용한다.
- 4) 시공시기와 기후조건을 고려하여 시험시공지의 유지관리계획을 수립하여 제출한다.

(2) 시험시공에 적용하는 공법은 시험시공 3~4개월 전에 공사감독자와 토질 및 기초 기술사, 자연생태복원전문가 등이 참여하여 현장의 지반 등 자연환경의 특성을 조사 분석하여 현장에 적합한 공법을 선정한다. 단, 설계에 반영된 녹화공법을 우선 적용하되, 토질별로 3개 이상의 공법을 적용한다.

3.5.2 시험시공 및 모니터링

1. 시험시공의 면적은 공법 당 100~200m² 범위 내에서 시공한다.
2. 뽕어붙이기 두께는 녹화공법에 따라 암질, 토질상태, 자연환경, 식생기반재 기준 등을 고려하여 조정할 수 있다.

[해설]

- (1) 시험시공은 반드시 공사감독자의 입회하에 공사시방서에 따라 실시한다. 파종시기는 가급적 3~4월이 바람직하다.
- (2) 시험시공의 면적은 공법 당 100~200m² 범위 내에서 시공하되 녹화지역 구분과 비탈면의 지질, 암질, 토질상태, 자연환경에 따른 식생기반재 기준 등을 고려하여 녹화공법에 맞게 뽕어붙이기 두께를 결정한다.
- (3) 시공자는 시험시공 전에 종자 발아실험 결과와 식생기반재의 유해성 여부 및 기타 성분분석을 시행한 후 적합한 재료를 사용하여야 한다.
- (4) 시공자는 시험시공 진행 시 공사감독자에게 종자발아실험 성적서와 공인된 시험기관 등에 분석의뢰한 식생기반재의 토양분석 결과와 함께, 능형망, 앵커핀, 착지핀의 규격이 기재된 구매내역서를 제출해야 한다. 공사감독자는 필요하다고 판단되는 경우 추가 시험 성적서를 요구할 수 있다.
- (5) 식생기반재는 토양을 채취하여 분석하여 식생기반재 기준에 1개 항목 이상 적합지 않을 때는 시험시공 대상에서 제외시킨다.
- (6) 시험시공 후 식생조사는 임의로 정한 방형구(1m×1m) 3개소 이상에서 조사하고, 조사 위치에 대한 근거를, 조사시기별로 모니터링 보고서에 자세하게 사진으로 제시한다. 고정조사구는 훼손의 우려가 있으므로 가급적 피한다.
- (7) 시험시공 후에는 자연 상태에서 관리하여 평가하며, 시공업체간 과다 경쟁으로 타 업체의 시험시공구간의 품질훼손(제조제살포 및 식생제거

등)을 시킬 경우에는 평가에서 제외한다. 단 발아에서 식물생육이 활착할 때 까지는 시험시공 참여업체와 협의하여 기간을 정한 후 공사감독자 입회하에 시비, 관수 등 유지관리를 할 수 있다.

(8) 시험시공 후 예상치 못한 기상 악화 등으로 인해 시험시공지가 훼손되어 시험시공결과에 대한 평가를 할 수 없게 된 경우에는 발주자 및 시험시공 참여업체와 협의하여 재시공을 할 수 있다.

(9) 비탈면 녹화공법의 시험시공 모니터링은 자연생태복원전문가가 시행한다. 시공자는 회사에 자연생태복원전문가가 없는 경우에는 외부 전문가(기관)에 의뢰하여 시행할 수 있다. 또한, 공사감독자가 필요할 경우 생태복원전문 감리원을 투입하여 감리할 수 있다.

3.6 시험시공결과 평가

3.6.1 시험시공결과 평가

시험시공을 실시한 후 자연생태복원전문가와 감독자는 합동으로 아래의 [해설]과 같이 시험시공결과를 평가한다.

[해설]

(1) 녹화공법 평가 일정은 <표 3.7>와 같으며 공사의 긴급성 등을 감안해서 평가목적을 달성 할 수 있는 범위 내에서 평가기간을 단축할 수 있다.

〈표 3.7〉 녹화공법 평가 일정

파종시기	3~5월 파종	6~8월 파종	9~11월 파종
평가지기	-여름 전과 여름 후에 1차 및 2차 평가 -11월 전에 최종평가	-여름 후 9월경 1차 평가 -여름 후 10~11월 2차 평가 -이듬해 5~6월 최종평가	-10~11월 중 1차 평가 -이듬해 5~6월 2차 평가 -이듬해 9월 최종평가

- (2) 공사감독자와 생태복원전문가는 <표 3.8>에 따라 항목별로 주기적 조사, 계절별 조사, 평가 일정에 맞추어 평가를 실시한다.
- (3) 식생생육은 <표 3.9>에 따라 판정한다.
- (4) 식생기반재뽑어붙이기의 식생기반재 두께는 측정용 기구를 이용하여 최소 10회 이상 측정하여 산술 평균한 값으로 사용한다.
- (5) 시험시공 후 식생기반재 샘플을 채취하여 식생기반재의 토양산도, 전기전도도, 염기치환용량, 전질소량, 염분농도, 유기물함량 등 토양 이 화학성 및 중금속 함량분석 등을 공인된 시험기관에 의뢰하여 분석하여야 한다.
- (6) 초본위주형, 초본·관목혼합형은 피복율 80%이상은 상, 60~79%는 중, 60%미만은 하로 평가한다. 목본군락형, 자연경관복원형은 피복율 70%이상은 상, 50~69%는 중, 50%미만은 하로 평가한다.
- (7) 식생 생육조사는 식생조사구(방형구)내에서 목본 및 초본의 출현종, 각 식물별 생육 개체수, 식생 생육량, 우점종, 식생피복율, 병충해유무(하고현상 포함) 등을 조사 분석한다. 식생 생육조사구는 평균적인 생육을 보이는 곳에 임의로 선정하고 흔적을 남기지 않으며, 조사 시 설치한 방형구는 사진촬영하고, 전경사진에 위치를 표시하여 보고서에 수록하여야 한다.
- (8) 식생기반재의 토양경도, 토양산도, 토양습도 등을 측정하고, 식생기반재의 탈락 및 붕괴 유무와 병충해 피해를 관찰한다.
- (9) 식생피복율 조사시 한지형초종 등 외래초종(양잔디류)의 점유율이 높으면 감점하며, 생태계 교란종 및 위해종에 의한 피해가 심하면 상대 비교하여 감점한다.
- (10) 조사시 설치한 방형구는 사진촬영하고, 시험시공지 전경사진에 그 위치를 표시하여 모니터링 보고서에 수록한다. 조사가 끝난 다음에는 방형구 설치 흔적을 제거한다.

- (11) 식생피복율은 발파암 구간 중 단단한 암(절리, 풍화상태가 미약한 암)인 경우 도로 노면상 최하단부에 덩굴식물식재공법으로 면적을 산출하고, 그 외 지역에서는 녹화공법으로 면적을 산출하여 구한다.
- (12) 각종 재료 등에 대하여는 필요하다고 판단되는 경우 현장에서 직접 채취한 후 공인된 시험기관에 의뢰하여 본 지침에 부합하는지의 여부를 검토한 후 시험시공결과보고서에 수록한다.
- (13) 파종용 식물종자의 검정에 대하여는 공인된 시험기관 등에서 수행한 파종할 종자의 순량율, 발아율 등의 시험 결과를 시험시공 결과보고서에 수록한다.

<표 3.8> 녹화공법 평가표

구분	평가	항 목			배점 (%)	배 점 기 준				
재료	정량적	토양 및 종자 품질			—	합격기준 미달시 불합격 처리				
품 질	정 량 적	식 물 생 육	식생 피복율 (전체)	초본위주형 초본 · 관목혼합형	15	80% 이상 (15)	60~79% (10)	60%미만 (5)		
				목본군락형 자연경관 복원형		70%이상 (15)	50~69% (10)	50%미만 (5)		
			식생피복율 (한지형초본 등 외래도입초종)			(0~-5)	피복율에서 외래도입초본의 점유율			
							30%미만 (0)	30~59% (-3)	60%이상 (-5)	
			식생생육량 (한지형초종 제외)			10	양호(10)	보통(7)	불량(3)	
			병충해			5	양호(5)	보통(3)	불량(1)	
		출 현 종 수	목본성립본수			10	식생생육판정기준표 복원목표의 달성도			
							80% 이상 (10)	60~79% (7)	60% 미만 (3)	
			초본 및 목본의 출현종수			15	80% 이상 (15)	60~79% (10)	60% 미만 (5)	
			생태계교란 및 위해종 침입			(0~-5)	하(0)	중(-3)	상(-5)	
		식생기반재 물리적 특성			10	양호(10)	보통(7)	불량(3)		
		탈락 및 붕괴지점			5	양호(5)	보통(3)	불량(1)		
	정성적	녹화 지속성 및 식생침입 가능성			5	양호(5)	보통(3)	불량(1)		
		주변 환경과의 유사도			(0~-5)	양호(0)	보통(-3)	불량(-5)		
소 계					75%					
경 제 성	정량적	시공단가			25	130% 미만 (25)	130~ 160% (20)	161~ 190% (15)	191~ 220% (10)	220% 초과 (5)
	소 계				25%					
합 계					100%					

<표 3.9> 비탈면 복원목표별 식생생육판정 기준표

평 가 복원목표		목본 성립본수	출현종수	
			초본	목본
초본 위주형	합격 ¹⁾	2본/㎡ 이상	5종/㎡ 이상	2종/㎡ 이상
	판정보류	피복율이 50~70%이면서 1㎡당 10본 발아가 있으면서 생육이 늦은 경우 1~2개월 동안 상태를 지켜보고 재평가한다.		
	불합격	피복율이 50%이하 이면서 식생기반이 유실되어 식물의 성립이 기대되지 않을 경우 재시공한다.		
초본 관목 혼합형	합격	3본/㎡ 이상	4종/㎡ 이상	3종/㎡ 이상
	판정보류	피복율이 50~70%이면서 1㎡당 관목의 발아가 늦을 경우 2~3개월 동안 상태를 지켜보고 재평가한다.		
	불합격	피복율이 50%이하 이면서 식생기반이 유실되어 식물의 성립이 기대되지 않을 경우 재시공한다.		
목본 군락형	합격	5본/㎡ 이상	3종/㎡ 이상	4종/㎡ 이상
	판정보류	피복율이 70~80%이고 교목이 1~2본/㎡인 경우 익년 봄까지 상태를 봄. 드문드문 발아가 보이지만, 비탈면 전체가 나지로 보일 경우 2~3개월 동안 상태를 지켜본 후 판정한다(부적기 시공의 경우).		
	불합격	식생기반이 유실되어 식물의 성립이 기대되지 않을 경우 재시공 함 초본 피복율이 80~90%이면서 목본이 피압 당하고 있을 경우 예초 후 대책강구		
자연경관 복원형	합격	7본/㎡	5종/㎡ 이상	5종/㎡ 이상
	판정보류	피복율이 70~80%이고 교목이 3~4본/㎡인 경우 익년 봄까지 상태를 봄. 드문드문 발아가 보이지만, 비탈면 전체가 나지로 보일 경우 2~3개월 상태를 지켜본 후 판정한다(부적기 시공의 경우).		
	불합격	식생기반이 유실되어 식물의 성립이 기대되지 않을 경우 재시공함 피복율이 80%이상이면서 목본이 피압 당하고 있을 경우 예초 후 대책 강구		

주1) 합격은 모든 항목을 만족하여야 하며, 한 개의 항목이라도 미달할 경우 보류로 본다.

<표 3.10> 녹화공법 품질 및 경제성 평가기준과 방법

구분	평가	항 목		평가 기준	평가기준 및 방법 ¹⁾	평가빈도
재료	정량적	재료품질		절대 평가	식생기반재 샘플을 1~2kg채취하여 토양의 이화학을 분석 후 기준항목 합격여부 판단함.	1회
품질	정량적	식물생육	식생피복율 (전체)	절대 평가	시공후 공법별 식생피복율을 1×1m방형구를 설치하여 3회 반복 조사 후 평균함.	주기 조사
			식생피복율 (한지형초종)	절대 평가	격자틀(20×20cm) 또는 1×1m방형구를 설치하여 한지형잔디(외래종)만의 피복율을 3회 반복 조사하여 평균함. 피복율에서 외래도입초종만의 점유율을 평가함.	계절별 1회
			식생생육량 (한지형초종제외)	상대 평가	한지형 초종을 제외한 식생을 채취하여 생물중량(생체중)을 전자저울 등을 이용하여 실측함.	계절별 1회
			병충해	상대 평가	생육판정시기까지 계절별로 병충해, 여름철 하고현상 등을 조사함.	계절별 1회
		출현종수	목본성립본수	절대 평가	1m×1m방형구를 설치하고 목본의 성립본수를 10회 조사하여 본수/m ² 로 평균하여 <표 3.9>의 합격 목표치에 따른 달성도를 측정. 목본의 수고가 1~6m인 경우에는 방형구를 2m×2m로 확대함.	계절별 1회
			초본 및 목본의 출현종수	절대 평가	1m×1m방형구를 설치하여 초본 및 목본의 출현종수를 조사하여 종수/m ² 로 환산 평균하여 <표 3.9>의 합격 목표치에 따른 달성도를 측정함. 이때 초본 및 목본 출현종수 비율을 각각 평가한 후 이를 평균으로 환산함. 목본의 수고가 1~6m인 경우에는 방형구를 2m×2m로 확대함.	계절별 1회
			위해종 침입 및 시험지의 교란정도	상대 평가	위해종인 돼지풀, 단풍잎돼지풀 등과 교란종인 환삼덩굴, 칩 등에 의한 교란정도를 측정함.	수시 평가
			식생기반재 물리적 특성	절대 평가	식생기반재의 토양경도는 양호(11~23mm), 보통(23~27mm), 불량(11mm미만, 27mm초과)분류하고 토양습도는 양호(0.5~5%), 보통(5~8%), 불량(0.5%미만, 8%초과)으로 분류한다.(간이측정기기를 이용 현장 측정 가능)	1회 이상 조사
			탈락 및 붕괴지점	상대 평가	시험시공면적당 탈락 및 붕괴 지점 수를 조사함.	계절별 1회
		정성적	녹화 지속성 및 식생침입 가능성	상대 평가	3~5년 정도 지난 기존 시공지에서의 녹화 지속성 및 천이여부 평가함	1회 이상
주변 환경과의 유사도	상대 평가		주변 환경과의 생태적 경관 조화성을 평가함	수시 평가		
경제성	정량적	시공단가		상대 평가	시험시공 참여업체의 최저가를 기준으로 상대 평가한다.	최종 평가시

<표 3.11> 시험시공 결과보고서 수록내용

항 목	내 용	비 고
1. 개 요	<ul style="list-style-type: none"> - 시험시공의 목적 - 시험시공 위치도 및 주변 현황 분석 - 시험시공 비탈면의 환경특성 	녹화지역구분 복원목표설정
2. 시험시공 재료 및 방법	<ul style="list-style-type: none"> - 시공재료 - 사용종자 - 시공장비 - 시공방식 - 측정방식 	
3. 시험시공지 조사	<ul style="list-style-type: none"> - 발아상태 - 식물생육상태 - 기반재의 안정성 - 재료 특성 분석 - 기반재의 지속성 	식물생육 (3가지 평가지표) 출현종수(3가지 평가지표) 식생기반재 물리화학적 특성 탈락 및 붕괴지점 주변환경과의 유사도
4. 시험시공 결과 분석 및 평가	<ul style="list-style-type: none"> - 생육특성(품질) - 경제성 - 향후 예측 	녹화공법평가표 첨부
5. 기 타	<ul style="list-style-type: none"> - 산업재산권(특허, 신기술·특허공법) - 시공실적 - 시험성과물 	공법 특성 분석

3.6.2 시험시공 결과 승인

- (1) 발주자는 품질 및 경제성을 합쳐서 녹화평가점수가 75점 이상인 녹화공법에 대하여 선정하고, 품질 및 경제성이 적합하면서 복원목표를 효과적으로 달성할 수 있는 공법은 모두 승인한다.
- (2) 발주자는 필요한 경우에는 녹화공법 평가위원회를 구성하여 녹화공법 평가를 실시할 수 있으며, 평가위원회는 자연생태복원전문가, 종자 및 식물전문가, 비상주감리원, 관계공무원 등으로 구성한다.
- (3) 비탈면의 지반표층이 유실되거나, 자연재해(산사태, 집중호우 등)로 피해가 발생할 경우 조기녹화를 실시할 수 있다. 조기녹화는 녹화공법 평가위원회를 구성하여 조기녹화공법을 선정한다.

※ 고속국도의 경우 자체규정에 의해 평가위원회를 구성한다.

제 4 장 도로비탈면 녹화공사의 시공

4.1 시공 계획 수립

비탈면녹화에 대한 시공 계획은 시험시공을 통해 선정된 녹화공법을 반영하여 비탈면 복원목표를 충분히 달성할 수 있도록 수립한다.

[해설]

- (1) 시공을 하기 전에 설계도서 검토, 현장조건 확인, 선정된 녹화공법의 적용범위에 대해 검토한다.
- (2) 설계도서 검토시 관련 도면, 수량, 녹화공법적용 입면도, 복원목표적용 가능성을 확인한다.
- (3) 현장조건에 대한 확인시 지형과 지질, 주변생태계의 특성, 녹화지역 구분, 생태자연도 등급 등을 확인하고, 시공과 관련한 지하수, 배수 특성, 녹화재료의 운송 및 저장 등을 검토한다.
- (4) 주변 상황에 관한 검토시 지역 자연환경에 미치는 영향, 지역 사회에 미치는 영향, 사회적 요청, 부산물 등을 검토한다.

4.2 재 료

녹화공법의 종자, 식생기반재 등 녹화재료는 품질기준 및 환경기준에 맞는 제품을 사용한다.

[해설]

- (1) 녹화공법의 식생기반재료는 품질기준 및 환경기준에 맞는 제품을 사용하되 시공전후에 공사감독자 입회하에 시료를 채취하여 공인된 시험기관에 의뢰하여 성분을 분석한 후, 제품의 성분분석 결과서를 공사감독자에게 제출한다. 감독자는 시험시공 당시 종자와 배합비가 일치하는지 확인한다.

- (2) 섬유제품 등의 멀칭재(식물발생재 포함)는 유기재료를 사용하는 것을 원칙으로 하고 종자의 발아 및 생육에 장애가 없는 제품이어야 한다.
- (3) 능형망, 앵커핀 및 착지핀은 「표 3.4. 능형망, 앵커핀 및 착지핀의 기준」에 맞게 시공해야 하며, 공사감독자는 이 자료를 보관하여야 한다.
- (4) 시공자는 비탈면 녹화에 사용할 종자에 대하여 총 1회 이상 감독원 입회하에 샘플을 채취하여 공인된 시험기관에 발아율 및 순량률 시험을 의뢰하여 조사한 시험성적서를 공사감독자에게 제출하여야 한다. 시공자는 시공 후 종자의 발아 및 생육상태를 조사하여 그 결과를 공사감독자에게 제출한다.
- (6) 비탈면 시공후의 추적 식생조사는 초기조사(시공 후 1, 2개월), 중장기조사로 나누어 수행하고, 최소 2가지 이상의 식물환경이 조성되지 않고 <표 3.8>에 의거하여 피복율이 50% 이하이면서 식생기반이 유실되어 식물의 성립이 어려울 경우에는 재시공 등의 조치를 취한다.

4.3 시공

비탈면 식생녹화는 시공시기와 기상조건에 영향을 받으므로 시공시기를 충분하게 검토하여 공사가 순조롭게 달성될 수 있도록 하여야 하며, 시험 시공한 결과와 본 시공의 결과가 상이하지 않도록 시행한다.

[해설]

- (1) 시공계획으로 공사의 순서와 녹화공법 적용계획, 공정계획, 주요 노무계획, 장비 및 재료반입계획, 운송계획 등을 정한다.
- (2) 관리계획으로는 현장관리 조직표, 안전관리계획, 품질관리계획, 환경보전계획, 건설부산물재활용계획, 폐기물관리계획 등을 수립한다.
- (3) 비탈면 녹화공사는 공사시방서에 따라 시행한다.

4.4 녹화식생의 평가

1. 녹화식생 구성에 대하여는 판정시기와 판정기준을 참고하여 평가하고, 시공후의 녹화공법, 시공시기, 도입식물, 시공후의 기상, 식생기반재의 지속성 등을 적절하게 고려하여 평가한다.
2. 시공자는 시공완료 후에는 시험시공결과와 일치여부를 평가하고, 그 결과를 기성검사 또는 준공검사 시 제출한다.

[해설]

- (1) 녹화공법 적용시 종자의 발아율을 고려하여 파종량을 할증하고, 복원 목표를 달성할 수 있도록 시공해야 하며, 시공완료 후에는 시기별로 녹화식물 생육의 건전성을 평가한다.
- (2) 혼파 한 식물의 상호 경쟁에 의한 피압이 복원목표달성에 부합여부를 관찰하고, 필요한 경우 적절한 유지관리계획을 수립한다.
- (3) 식생기반재의 침식, 이탈, 녹화식물의 쇠퇴 등을 주기적으로 평가한다.
- (4) 시공자는 시험시공결과 일치여부는 <표 3.8>의 녹화공법 평가표의 품질항목에 대하여 평가를 실시하여 시험시공결과와 일치 여부를 확인하고 기성검사 및 준공검사이시 검사자에게 제출한다. 시공자는 시험시공과 일치하지 않을 때에는 재시공 등 적절한 관리방안을 모색한다.
- (5) 공사감독자는 시험시공결과와 일치하지 않을 때에는 재시공 등 필요한 조치를 취한다.

제 5 장 도로비탈면 녹화공사의 유지관리

5.1 일반사항

비탈면의 녹화는 주변에서의 식물천이를 유도하여 자연 상태의 환경을 조성하는 것으로써 관리는 점검, 유지관리 등의 과정이 적절하게 수행되어야 한다.

[해설]

- (1) 비탈면의 녹화는 주변에서의 식물천이를 통한 안정적인 식물환경의 조성을 기본목표로 추구한다.
- (2) 비탈면 녹화공법의 유지관리는 적절한 시기에 수행되어야 하며, 점검, 유지관리 등 일련의 작업과정이 적절하게 진행되어야 한다.
- (3) 비탈면녹화 시공지가 생태계 교란중에 의해 녹화식물이 피압되고 고사되는 피해를 입지 않도록 유지관리를 시행한다. 녹화품질이 저해되거나 식생기반재가 이탈되는 등의 경우에는 적절한 조치를 취한다.
- (4) 비탈면 녹화공사는 복원목표가 달성하도록 비탈면의 환경특성, 지역, 기후특성 등을 고려하여 멀칭, 관수, 시비, 생태계 위해종(쇠, 덩굴류 등) 제거 등의 유지관리 작업을 준공할 때까지 시행해야 한다.

5.2 유지관리

5.2.1 점 검

시공자는 비탈면에 시공된 안정공법, 식생기반, 식생 등이 지속적으로 유지되고 복원목표에 부합되도록 유지관리계획을 수립하여 주기적으로 점검을 시행한다.

[해설]

- (1) 비탈면 녹화공사는 시공 후에도 준공할 때까지 지속적인 점검을 수행해야 한다.
- (2) 점검목표는 식물군락을 양호하게 유지하는데 있으며 식생, 식생기반, 비탈면 안정공법 등이 적절하게 유지되는지 점검을 실시하고, 그 결과를 적절하게 유지관리에 반영해야 한다.
- (3) 비탈면 녹화공사는 평상시 일상점검, 이상시 이상점검, 정기점검 등을 시행한다.
 - 1) 일상점검 시 다음 항목을 점검한다.
 - ① 비탈면 아래로의 낙석 혹은 토사유출 흔적
 - ② 식생기반재 균열 후 이탈한 현상
 - ③ 성토부 상단의 균열, 침하
 - ④ 식생기반 유실 흔적
 - ⑤ 식생 쇠퇴, 고사, 변색, 이상 번성
 - ⑥ 측구, 소단배수구, 종배수구에 토사, 낙엽, 마른 나뭇가지의 퇴적 및 배수구의 이상
 - ⑦ 구조물과 비탈면 녹화공의 경계부 이상
 - ⑧ 비탈면 주변의 변화 상태, 특히 비탈면 상부의 나무 쓰러짐
 - 2) 이상점검 시 1)항을 유의하고, 다음 사항을 중점 점검한다.
 - ① 비탈면 주변을 포함한 지표수, 용수 위치, 그 양과 탁도

- ② 식생기반의 미끄러져 내림, 유실 발생위치, 규모, 상태 및 확대 예측범위
- ③ 해충상황과 병충해 예측범위
- ④ 해수에 의한 염해상황
- ⑤ 예상외의 식물 이상 변성이나 동물에 의한 피해상황
- ⑥ 이상기상에 의한 식생기반 박리, 비산 등의 변화 상태나 식생 쇠퇴 상황
- ⑦ 붕괴장소에 대해서는 그 규모와 확대 유무, 하방으로 영향을 파악

3) 정기점검은 분기 또는 일정시기별로 시행하며, 정기점검에는 일반적으로 비탈면 녹화식생의 평가와 식물의 추적조사를 하고, 식생의 상태를 파악하여 복원목표에 부합되도록 진행되는지 확인한다. 식생 생육에 대한 추적조사기간은 복원목표에 따라 차이가 있는데, 주 구성종이 파종식물 중에서 우점 할 때까지 조사하는 것이 원칙이며, 주변에서 자연 천이가 진행되어 비탈면과 주변 자연 상태가 변화가 없을 때까지 점검한다.

5.2.2 유지관리 방법

비탈면 녹화의 유지관리방법은 도입식물의 식생 천이가 정상적으로 진행되는지 여부를 확인하고, 미래에 녹화 목표를 달성할 수 있도록 관리한다.

[해설]

- (1) 비탈면 녹화공사의 유지관리는 도입식물의 식생 천이가 정상적으로 진행될 때까지 식물도입방법 등을 고려하여 적절하게 시행한다.
- (2) 유지관리계획은 미래에 성립되는 식물군락이 정상적으로 복원목표에 달성되도록 한다.

(3) 유지관리는 식물군락의 특성을 이해하고, 녹화목표를 달성하도록 관수, 시비, 추파 등 적절한 노력을 말한다.

1) 시공 후 초기 유지관리

시공 후 초기 단계 유지관리는 도입식물의 확실한 정착에 유의한다. 식물형성이 원활함이 기본이 되므로 식물구성에도 주의하면서 녹화 목표의 주체가 되는 주 구성종이 확실히 정착할 수 있도록 한다.

2) 전면 피복후의 유지관리

자연피복 후에는 생태계 교란중에 의한 피해가 발생하지 않도록 유의한다. 녹화목표의 달성에 대한 판단은 주 구성종으로 도입된 식물이 군락 우점종인 경우이나 그에 가까운 상태로 되었을 경우를 기준으로 한다.

3) 식생기반의 유지관리

식생기반의 기능이 저하한 경우는, 다음의 ①~⑤에 표시된 대책에 따라 목표군락이 성립되도록 적절한 조치를 할 필요가 있다

- ① 뽑어붙이기에 의해 조성된 식생기반이나 식생자루 등이 강우, 동해, 용수에 의해 손상 또는 유실된 경우에는 그 부분을 보수한다.
- ② 철망이 뜨는 경우에는 앵커핀으로 철망을 고정한다. 단, 시공 후 시간의 경과에 따라, 식물이 충분히 생육되어 전면적으로 비탈면을 피복되고 뿌리가 고정되어 앵커핀의 필요성이 없어진 경우에는 그럴 필요는 없다
- ③ 비탈면에 균열, 함몰, 탈락, 붕괴 같은 이상이 보일 경우에는 그 원인 조사를 하여, 급속히 침식방지 대책이나 붕괴방지 대책을 시행한다.
- ④ 콘크리트틀 구조물에서 균열, 함몰 같은 이상 변형이 보일 경우에는, 그 원인 조사를 하여 조속히 콘크리트 틀의 부분 보수나 붕괴방지 대책을 시행한다.
- ⑤ 비탈면 종배수구 및 소단배수구에 퇴적된 토사나 낙엽, 마른 나뭇가지가 보일 경우에는, 흘러넘친 물에 의해 비탈면 침식을 유발할 우려

가 있으므로, 배수구 청소를 하여 제거한다. 배수구를 덮을 듯이 무성해진 초본과 관목류도 배수기능을 저하시킬 우려가 있으므로, 청소시 깎기하여 두는 것이 바람직하다. 또한, 벌목한 초본과 목본식물이나 제거된 토사는 배수구로 유입되지 않도록 충분히 주의한다.

부록 1

도로비탈면 파종 녹화용 주요 재료

1. 녹화용 식물의 일반적 특징

○ 비탈면에서 녹화식생들은 비탈면 안정과 침식조절 및 경관미의 복원이라는 측면에서 매우 중요한 역할을 한다. 그러나 일반적으로 비탈면의 토양은 척박하기 때문에 녹화용 식생은 무엇보다도 척박지에서 견디는 수종이어야 하고, 조기녹화를 이룰 수 있어야만 한다.

- ① 초장이 너무 길지 않으며, 지표면을 빠르게 피복하면서 다년생이어야 한다.
- ② 종자의 대량 구입이 용이하고, 가격이 적당하여야 한다.
- ③ 종자과중적기의 폭이 넓어야 하고, 종자의 발아력이 우수하여야 한다.
- ④ 생육이 왕성하면서 근이 깊게 도달되고 토양과의 고착성이 좋아야 한다.
- ⑤ 열악한 토양에 견디는 힘이 강해야 한다.

(내건성, 내한성, 내산성, 내염성, 내침식성, 내척성 등).

- ⑥ 기초식재용(사료용), 비료용, 장기녹화용등 사용특성이 명확하여야 한다.
- ⑦ 가급적 향토종이어서 주변경관과의 조화를 쉽게 이룰 수 있어야 한다.

(1) 초분류

1) 비탈면녹화공사에 주로 이용되는 식물들은 외래초종(양잔디류)과 재래초종, 재래목본, 야생화류 등이다. 이들 중 외래초종(양잔디류)은 생육적온이 15~25℃인 한지형초종(cool-season turfgrass)과 생육적온이 25~35℃인 난지형초종(warm-season turfgrass)으로 구분된다. 한지형초종들은 외래초종(양잔디류)이 대부분인데 우리나라의 기후에 대한 적응성이 대체로 떨어져서 여러 가지 문제를 나타내고 있다.

2) 외래초종(양잔디류) 중에서 비탈면 녹화에 가장 많이 사용되는 것은 톨페스큐(tall fescue)이다. 톨페스큐(tall fescue)는 우리나라의 환경에서 양호한 생육을 하는 내구성과 내 건조성이 강한 잔디로서 비교적 피복율은 낮은 편이지만 어느 종류의 토양에서도 잘 견디며, 특히 내열성과 내 건조성이 한지형초종 중에서 가장 강하다. 그러나 엽 폭이 너무 넓어서(5~10mm) 거친 느낌을 주어 경관미가 떨어진다는 단점이 있으나 여러 종류의 개선된 품종이 현재 개발되어 유통되고

있다.

- 3) 톨페스큐(tall fescue) 보다 초기생육속도가 빠른 페레니얼라이그라스(perennial ryegrass)도 비탈면 녹화공사에 많이 사용된다. 그러나 여름철에 하고(夏枯) 현상이 심하여 황변하고, 과종당년에 상당수가 도태되는 경우가 많아서 의도적으로 1차식생용으로 이용되고 있다. 켄터기블루그라스(kentucky bluegrass)는 초기조성속도가 양잔디류 중에서는 느린 편이기 때문에 비탈면녹화에는 잘 사용되지 못하고 있으나 일단 조성이 되면 비탈면 안정에 가장 효과적이다.
- 4) 크리핑레드페스큐(creeping redfescue)는 세엽이어서 부드러운 질감을 나타내며, 조성 초기에는 위핑러브그라스와 유사하게 보인다. 초기 조성속도도 어느 정도 빠르며, 초장이 길면서 많은 분얼을 하는 톨페스큐와 페레니얼라이그라스와 비교해 볼 때 시각적인 면에서 덜 거부감을 주고 있다. 현재 북사면에서는 주 녹화용 초종으로 이용되고 있는데 이 초종만 단파하면 역시 보기에 좋지 않다.
- 5) 난지형초종인 위핑러브그라스(weeping lovegrass)는 여름철에 왕성한 생육을 하고, 이 초종을 많이 과종하면 겨울철에 은빛 색을 띄면서 드문드문 늘어진 모습을 보여 강한 거부감을 주고 있다. 이러한 현상은 초겨울부터 이듬해 4월말 까지 지속되므로 이 초종의 과다 사용은 문제가 되고 있다.

<표 1>비탈면녹화용 주요 초종

구 분	분 류	종 류
한지형 잔디	페스큐(Fescue)	▷ 광엽페스큐 - turf type tall fescue (개량종)
		▷ 세엽 페스큐 - creeping redfescue
	라이그라스(Ryegrass)	▷ perennial ryegrass
	블루그라스(Bluegrass)	▷ kentucky bluegrass
		▷ annual bluegrass
난지형 잔디	오차드그라스(Orchard grass)	▷ orchard grass
	한국잔디류(Zoysiagrass)	▷ <i>zoysia japonica</i> (들잔디)
		▷ <i>zoysia matrella</i> (금잔디, 고려지)
		▷ <i>zoysia tenuifolia</i> (비로드잔디)
	버뮤다그라스(Bermudagrass)	▷ common bermudagrass (커먼버뮤다그라스)
		▷ bermudagrass hybrid (개량버뮤다그라스)

- 6) 이상의 초종들을 종합해 볼 때 퍼레니얼라이그라스(perennial ryegrass) 계통의 식물들은 파종 후 1주일 이내에 95%이상의 피복율을 보이는 초기조성속도가 빠른 장점이 있으나, 여름철 이후에는 세력이 급격히 약화되면서 일부가 도태되는 성질이 있으므로 그 도태된 자리를 초기 조성 속도가 느린 우리나라 자생초종과 목본식물이 채울 수 있도록 배합설계에 이용이 가능하다.

<표 2>비탈면녹화용 재래초종 및 야생화류의 사용상 특성

식물 분류	특 성	녹화 공사시 사용상 특성
쑥	1. 다년초, 비옥토에서 잘 자람 2. 지하경으로 번식하여 군집을 형성	1. 제초의 문제가 없는 곳에 사용가능함 2. 외래도입종과 동일한 피복속도를 가짐 3. 경관조성 필요성이 약한 곳이 적지임 4. 파종시기의 영향을 많이 받음
새 (안고초)	1. 척박토양에서 생육가능 2. 암이 많은 토양에서 자생적으로 생육하는 최초 초종임 3. 외관이 조금 거침 4. 새류로써 역새, 참억새, 갈대, 솔새, 기름새 외에 수크령, 띠 등이 있으며 종자구입이 가능한 종을 구입하여 파종하면 주위경관과 조화되어 보기 좋은 비탈면 경관을 연출함.	1. 우리나라 토질과 기후에 가장 적응된 초종으로 장기적인 경사지 토양보전의 기본 초종임 2. 발아가 늦고 초기생육이 느리므로 양잔디류와 혼파하여 사용. 3. 양잔디와의 비율조정에 따라 고사할 수도 있으므로 양의 조정이 필요함 4. 종자의 발아율이 대체로 낮고 채종이 어려워 종자 획득이 곤란함 5. 파종시기의 영향을 많이 받음
비수리	1. 관목형 초본(두과) 2. 참싸리보다 키가 낮고 발아력이 좋음	1. 참싸리 대용 또는 일부 대체가능한 초종임 2. 발아가 빠름 3. 쑥과의 경쟁에서 이길 수 있는 초종임
달맞이	1. 제방이나 길가, 빈터에서 자생함 2. 산야지에서도 생육이 가능	1. 발아율이 양호 2. 건조에도 강하여 노출된 절개지에서 양호한 생육을 함 3. 외래초종과 혼용시 초기조성속도가 느려 피압 될 우려가 높음
관상식물 (참나리, 원추리 등)	1. 내건성이 우수함 2. 꽃이 피기 때문에 관상적 가치가 높음	1. 종자파종이 가능함 2. 종자발아전처리를 필요로 함 3. 인공종자를 만들 수 있음 4. 단조로운 비탈면에 강한 시각적 효과를 연출시킴
야생화류	1. 꽃과 열매 2. 다양한 색채연출 효과 3. 기생초, 감국, 쑥부쟁이, 금계국, 끈끈이대나물, 수레국화, 벌노랑이, 벌개미취, 말타리, 도라지, 루드베키아, 구절초, 코스모스 등 국내 자생 및 도입야생화류는 비탈면의 경관효과를 연출하는데 효과적임	1. 국내산은 수급이 어려움. 중국산은 산지에 따라 국내산과 동일하게 취급 2. 외래종은 번식이 잘됨으로 파종량은 생태적인 면에서 절제가 요구됨 3. 자생종을 중심으로 하고, 외래종은 과다파종하지 않도록 조절이 필요함

- 7) 우리나라 향토 초본류는 이차식생의 조성 및 경관미의 조속한 회복을 위해 사용되고 있는데 대체로 발아율이 높고 내건조성이 강한 것으로는 쑥과 새(안고초), 비수리, 달맞이꽃을 들 수 있다. 이들 중에서 뿌리의 생육이 왕성하여 뿌리전단력이 높은 초본은 쑥과 비수리이고, 새는 암석비탈면에 많이 자생하는 토착미가 있고, 경관미가 좋은 자생초종이다. 특히 새는 싸리와 더불어 늦가을부터 이듬해 5월까지 비탈면의 주변경관과의 조화에 매우 효과적으로 긍정적인 면이 있다. 그러나 파종시기의 제약을 많이 받는 단점이 있다.
- 8) 비수리는 참싸리의 대용식물로 활용 가능하고 쑥과의 경쟁에서는 긴 초장으로 인해 유리하고 새(안고초) 보다 파종시기의 범위가 넓은 것이 특징이다. 달맞이는 일찍 녹색을 유지하며 꽃이 피는 선구식물로써 종자파종이 수월한 장점이 있으나 파종시기의 제약을 많이 받으며 가을철에 망초류 처럼 긴 대가 올라옴으로써 보기 싫어질 우려가 있다. 목본류와 혼파하면 이런 문제점이 극복될 수 있다.
- 9) 이 외에도 야생화의 사용을 긍정적으로 검토해볼 필요가 있다. 현재는 수입종이 대부분이나 이를 국내산으로 대체할 연구가 필요하며, 참나리와 원추리 등은 종자파종이 가능한 식물로써 앞으로 연구해볼 가치가 높다.

(2) 목본류

- 1) 자연적으로나 인위적으로 삼림이 파괴된 후에 자연적인 식생천이에 의해 안정된 극성상 산림으로 복구되는데 수천년이 걸린다. 일반적인 황무지의 식생천이 과정은 일년생초본류→이년생초본류→다년생초본류→관목류→개척양수→중성양수→극성상음수로 나타난다.
- 2) 비탈면에 목본류를 도입하는 것은 비탈면 안정, 영구적 자연조경미의 제공, 주위 산림생태계의 보호개념이다. 초본류와 목본류의 뿌리가 서로 엉겨 붙어서 토양을 안정시키며, 암반 절취면에서 자라는 수목류는 “운전자에게 저 비탈면은 안전한 상태이다”라는 심리적 안정감

을 주며, 생태계로 복구하는데 걸리는 시간을 최대한 줄이는 효과가 있다.

- 3) 특히 각종 병충해의 천적생물의 먹이를 제공하는 밀원식물의 식재는 우리나라에서 중요하다. 우리나라 밀원식물의 개화기를 볼 때 봄철에서 초여름 까지는 여러 가지 화목류와 과수목, 아카시나무, 감나무, 밤나무, 오동나무, 싸리류로서 비교적 밀원식물이 풍부하지만, 7, 8 월 장마기간은 밀원이 부족한 수밀기이고, 9, 10 월경은 싸리류와 몇몇 야생식물들이 밀원을 공급한다. 7, 8 월에 개화하는 수종으로는 피나무, 쉬나무, 층층나무, 두릅나무, 산초나무, 초피나무 등이 있다.
- 4) 따라서, 조경적 가치가 있으며, 기존 황폐지의 절개면에 자라고 있는 수목류 중에서 선발하여 종 다양성을 갖춘 식물배합으로 시공하여야만 한다. 단일수종으로 비탈면을 녹화시키면 그 종의 천적, 즉 병충해나 다른 잡초의 침입이 용이할 것으로 예상된다. 종 다양성이 낮은 생태계에서는 병충해 또는 그 잡초의 다른 천적이 없는 경우가 많기 때문이다.

<표 3> 비탈면 녹화공사에 사용 가능한 주요 목본류의 종류와 특성

식물분류	식 물 특 성	녹화공사시 사용상 특성
개웃나무	1. 낙엽활엽교목 2. 가을단풍이 아름다움	1. 산야에서 자라는 수종으로 불나무와 유사 2. 가을중자 채취후 종피의 납성분을 제거하고 노천매장후에 파종함 3. 토양이 좋아야 함
담쟁이	1. 종자파종, 줄기파종 2. 접토함량이 낮은 척박한 토양에서 생장률이 낮음	1. 다른 수종과 지상부 생육공간에 대하여 최소의 생육경쟁을 함 2. 파종당년에 길이 1.5m 너비 80cm까지 자람
두릅나무	1. 척박한 양지에서 생육 2. 근생아가 많이 나옴 3. 근화서의 흰꽃, 자주색열매	1. 종자번식은 가능하나 발아율이 낮다. 근삽, 분주에 의하여 증식이 용이하다. 2. 뿌리생장속도가 빠르며, 암반 절취면에서의 활착력이 높다.
리기다소나무, 오리나무, 조팝나무	척박지에서 생육이 비교적 강한 목본류	특수지역에 사용가능하나 종자확득이 곤란하고 고가이어서 실용화단계는 아니다.
병꽃나무	1. 낙엽 활엽 관목 2. 환경 녹화면에서의 특징은 개나리와 비슷함	1. 도시조경에 이용할 수 있음. 2. 종자가 작고 채취하기가 어려우므로 주의해야함. 3. 비탈녹화용이나 각종 훼손지 녹화용 목본으로 이용가치가 높음
산초나무	1. 낙엽관목, 내한성이 강함 2. 여름철 흰꽃, 검은 열매 3. 열매는 야생조류의 먹이	1. 건조한 암석지에서 잘 견디는 내건성수종 2. 1월에 노천매장후 봄에 파종
소나무	1. 자연암반절개지에서 출현하는 빈도가 가장 높음 2. 조경적 가치는 월등 3. 초기생장이 느림	1. 천연하중경신이 잘 일어남 2. 소나무순림지역이 아니면 인위적인 파종을 요구함(출현시기를 5-20년 단축시킴) 3. 기건저장한 종자 1개월 노천 매장후 파종
쉬나무	1. 종실유로 심어진 수종 2. 바닷가 절벽에서 잘 자람 3. 여름밀원식물, 생태계 보호수종임	1. 녹색 꽃과 가을철 붉은색 열매송이 2. 건조한 입지에서는 내건성이 아주 강하지는 못하여 고사하지만 죽은 묘목 뿌리의 결속력을 이용하여 토양을 안정시킬 수 있음
쪽동백나무	1. 식생천이 후기의 극성상수종 2. 내음성 수종 3. 잎이 넓고 수피가 매끈	1. 사방시공지 식생천이 단계에서 참나무 다음임 2. 내건성이 비교적 강한 직근성 수종 3. 습기가 많고 토심이 깊은 입지에 적합
참나무류	1. 직근성, 내음성, 내건성 2. 식생천이 단계중 천연적으로 나타나는 수종임	1. 토심이 깊은 곳에서 자라나 암반틈새에서는 관목형으로 자람 2. 직근성 뿌리를 암반틈새로 박으면 내건성이 매우 강함 3. 종자파종, 상당히 좋은 비옥토양이어야 함
층층나무	1. 낙엽교목 2. 내한성은 강하나 내건성이 약.	1. 내음성수종으로 습윤한 토양을 선호 2. 초기생장이 빠르고 가는 뿌리가 많다. 3. 북동편 사면의 토심이 깊은 곳이 유리
참싸리	1. 두과의 관목류임 2. 뿌리가 길게 뻗어 토양보전 능력이 높음 3. 키가 1m정도 자람	1. 척박지에서 생육이 가능하고 암이 많은 지역에서도 생육이 가능 2. 초본과 혼용하여 자연상태의 경관으로 조기에 회복시키는데 이용됨
쪽제비싸리	1. 두과의 관목류임 2. 참싸리와 유사하나 수분이 많은 곳에서 생육이 왕성함	1. 밀원식물이고 향기가 남 2. 발아율이 낮으므로 파피 등의 종자처리를 하여 발아력을 높여야 함

2 식생기반재(토양) 분석의 기초이론

(1) 식생기반재의 물리성

1) 토성

토양은 세토, 자갈, 뿌리 등이 있는 고체와 이 사이의 물과 공기로 구성되며 이것을 토양의 3상(相)이라 한다. 고상은 표토체적의 40%를 차지하며, 형태와 크기가 다른 무기물 또는 유기물의 혼합체이다. 고상 중에서 광물입자의 직경분포에 따른 토양의 분류를 토성이라 하는데 토양학에서는 입경 2mm이상의 입자를 자갈, 2mm이하의 세토로 구분한다. 세토는 다시 구성광물의 입경에 의하여 모래(粗砂, 細砂), 미사, 점토로 나뉜다.

2) 토양의 밀도

자연 상태의 토양의 밀도는 일정 용적의 건조토양의 무게를 부피로 나눈 값으로서 무기질 입자 및 부식 외에 토양수분의 무게를 합한다.

3) 토양공극

토양에서 고체입자를 제외한 부분으로서 공기와 물이 채워져 있는 곳을 공극(孔隙 : pore volume)이라 한다. 공기와 물의 구성비는 항상 변하여 건조토양 내에서는 공기가 대부분이고 습한 토양에서는 물이 많다. 거친 입자의 토양은 공극이 크나 점토가 많은 토양보다 총 공극량이 적는데, 점토는 모래보다 공극량이 많아 가밀도가 낮으므로 단위부피당 무게도 가볍기 때문이다.

4) 토양공기

표토의 약 50%가 토양공극으로서 일정하므로 토양공기는 토양수에 의하여 좌우된다. 통기성이 좋은 토양이란 토양 내 빈 곳이 많다는 뜻이 아니라 gas의 출입이 자유롭다는 것이다. 토양공기는 호기성 미생물에게 산소원으로써 가장 중요하며, 특히 뿌리의 호흡에도 큰 역할을 한다. 토양공기의 구성은 통기성이 좋은 토양이라도 항상 변화

는데 산소는 식물의 뿌리와 토양미생물에 이용되고 CO_2 는 토양유기물의 분해와 뿌리호흡으로 증가한다.

5) 토양온도

토양온도는 위도와 고도가 높을수록 감소하며 대기온도와는 달리 급격히 증가 또는 감소하지 않는다. 또한 광선을 받는 경사각이 수직에 가까울수록 단위면적당 수열량이 증가한다. 토양온도는 방위에 따라 달라져 남서향이 북동사면보다 높다.

6) 식생기반재의 경도

토양의 경도(hardness)란 외력에 대한 토양의 저항력을 말하며, 이것은 토립사이의 응집력과 입자간의 마찰력에 의하여 생기는 것으로서 입경조성 · 공극량 · 용적비 · 토양수분 등이 종합되어 나타나는 현상이다. 이것은 토층의 투수성 · 식물뿌리의 신장 및 생육에 영향을 주는 중요한 성질의 하나이다.

경도는 토양의 퇴적양식, 임목의 생육조건에 양부를 판정하는 역할과 생물의 생육환경을 판단하는 지표가 될 수 있다. 녹화토양의 경우 뽑아붙이기한 식생기반재가 적절한 토양경도를 나타내어야 재래 목본 및 초본 종자가 발아하고 생육하고 주변식생의 자연 침입에 의한 생태복원이 가능해진다.

(2) 식생기반재의 화학성

식생기반재의 화학성은 일반적으로 물리정보다 식물생장에 미치는 영향은 작으나 최근 들어 주요 관심이 되고 있다. 토양의 화학성은 식물생장과 유기적 관계가 있는 물리, 생물적 토양조건을 동시에 고려해야 한다. 축고 습한 유기질 토양에서 임목생장이 빈약한 이유는 토양 내 양료 부족 때문이 아니라 양료 순환이 느려서 이용도가 낮고 뿌리의 발달이 제한되어 있기 때문이며 또한 풍화가 심한 토양이나 사토, 알칼리성 토양에서 식물생장이 느린 것은 화학적 요인 때문이다.

1) 산도(pH)

토양의 pH는 계절에 따라 약간 변하여 겨울이 높고 여름이 낮으나 그 차는 1.0미만이다. 산림토양의 pH는 보통 4.0~6.0으로 산성이다. 토양산도는 미생물 활동과 양료 이용에 간접적으로 관여한다. 붕소, 구리, 망간, 철과 같은 미량원소는 pH가 낮을 때 이용도가 높으며, pH가 급격히 높아지면 이용도가 감소한다.

2) 전기전도도

전기전도도(dS/m ; deci Siemens)는 단면적 1cm^2 인 전극이 1cm 떨어져 있을 때 전극간의 전기저항의 역수를 말한다.

전기는 이온의 이동에 의해서 통하게 되는데 보통 +에서 -로 흐른다. 토양중의 용액에 전기가 흐르면 물은 H와 OH로 분리되며, 소금의 경우 Na와 Cl로 분리가 된다. 이와 같이 토양 내부에서 물이 분해되고 염기가 분해되어 식물의 영양분으로 흡수가 되게 한다.

3) 염기치환용량

염기치환용량(CEC ; cation exchange capacity)은 양이온치환용량이라고도 하며, 일정량의 토양이 보유하고 있는 치환성 이온의 총량을 당량으로 표시한 것이다. 즉 토양 100g 속에 있는 음전하의 수와 같으며 mg당량(mille equivalent ; me)으로 표시한다. 1mg당량은 원자량을 원자가로 나눈 값이다. Ca, Mg, K, Na를 말하며, 이것은 토양 내에서 흡수되어 식물의 양분역할을 해 준다.

4) 전질소량

전질소량(T-N)은 토양내의 질소는 낙엽의 분해와 축적이 계속되면서 평형상태에 이르며, 기후환경의 영향을 받는다. 질소는 단백질원으로 엽록소를 만들기 때문에 질소가 공급되면 식물생장이 촉진되고 녹색이 짙어진다.

5) 염분농도

염분의 측정은 초기에 채수병에 바닷물을 담아와서 실험실에서 분석하는 Knudsen 적정법에 의한 염소이온농도 측정 방법으로 구하였으

나, 최근에는 바닷물 속에 녹아 있는 이온 양에 비례하는 전기전도도의 성질을 이용한 CTD를 활용하여 현장에서 직접 수심에 따른 염분도를 관측할 수 있게 되었다. 토양의 염분농도가 높으면 식물의 물 이동통로를 막아 식물이 고사할 수 있다.

부록 2

비탈면녹화용 식물도감

목 차

초본

구절초	81
도라지	82
끈끈이대나물	83
달맞이꽃	84
비수리	85
벌노랑이	86
산국	87
샤스타데이지	88
수레국화	89
쭈크	90
쭈크부쟁이	91
새(안고초)	92
자주개자리(알파파)	93
참억새	94
춘차국(기생초)	95
큰금계국	96

목본

낭아초	97
병꽃나무	98
붉나무(오배자나무)	99
싸리	100
소나무(적송)	101
쉬땅나무(개쉬땅나무)	102
자귀나무	103
죽제비싸리	104
참싸리	105

외래초종(양잔디류)



켄터키블루그라스(왕포아풀, kentucky bluegrass)	106
크리핑레드페스큐(왕김의털, creeping red fescue)	107
톨페스큐(큰김의털, tall fescue)	108
퍼레니얼라이그라스(호밀풀, perennial ryegrass)	109

구절초		학명	<i>Chrysanthemum zawadskii</i> var. <i>latilobum</i> Kitamura		
		과명	국화과		
<div></div>					
자생지		한국 · 일본 · 중국 · 시베리아의 산기 슭 풀밭	성상분류	쌍떡잎식물 초롱꽃목 국화과의 여러해살이풀	
생육적 특징	화 색	홍색, 흰색	개화기간	7~9월	
	지상부	여러해살이풀로서 전체에 털이 있거나 없으며 줄기는 곧게 나 고, 단일하거나 가지가 갈라진다. 뿌리잎과 밑동잎은 2회 깃털 모양으로 깊게 갈라진다.			
내 성		내염성이 약하다.			
종자의 특성 및 모양		11월에 열매가 성숙되며, 수과는 긴 타원형이고 길이 2mm 정도 로서 5개의 줄이 있다. 립수(g당) : 1,900립			
사용경험 기 록		국화과의 대표적 한국 야생화로 뿌리가 깊고 생명력이 강해 비탈 면 녹화, 도로화단 등에 적합하며 관상용, 약용으로 쓰인다.			
일반적 특징		높이가 50cm 내외에 달하는 다년초로서 지하경이 옆으로 길게 번지면서 번식하고 잎이 난형 또는 넓은 난형으로 절저 또는 심장저에 가까우며 뒷부분의 것은 예저로도 되고 가장자리가 1 회 우상으로 갈라진다. 측열편은 흔히 4개로서 장타원형이며 둔두이고 가장자리가 다소 갈라지거나 톱니가 있다. 두화는 보 다 크며 지름이 8cm에 달한다. 높은 지대의 능선에서 군락을 형성하여 자라지만 들에서도 흔히 자라고 꽃은 보통 백색이지 만 붉은빛이 도는 것도 있다.			

도라지		학명	Platycodon grandiflorum A. DC.	
		과명	초롱꽃과	
<div></div>				
자생지		한국 · 일본 · 중국	성상분류	쌍떡잎식물 초롱꽃목 초롱꽃과의 여러해살이풀
생육적 특 징	화 색	하늘색, 백색	개화기간	7~8월
	지상부	다년생풀로 높이 1m 정도. 전체에 털이 없고 뿌리는 비대하며 줄기는 1개 나거나 모여 나며 곧게 선다. 잎은 어긋나거나 돌려나며, 거의 잎자루가 없고 긴 알 모양 또는 타원 모양이다.		
내 성		내한성 내건성이 강하며 생육적온은 20~28℃ 범위로 개화는 1~5℃에 3주간 포기 저온처리가 필요하다.		
종자의 특성 및 모양		삭과는 달걀을 거꾸로 세운 모양이고 위 끝은 5갈래로 벌어진 다. 립수(g당) : 1700립		
사용경험 기 록		주로 식용이며, 꽃은 절화용으로 이용된다.		
일반적 특징		다년초로 높이 40~100cm이고 뿌리가 굵으며 원줄기를 자르면 흰 유액이 나온다. 잎은 윤생, 대생 또는 호생하고 장란형 또는 넓은 피침형이며 끝이 뾰족하고 밑부분이 넓은 예저 또는 원저이다. 표면은 녹색, 뒷면은 회청색이고 가장자리에 예리한 톱니가 있다. 꽃은 7~8월에 피고 하늘색 또는 백색이며 원줄기 끝에 1개 또는 여러 개가 위를 향해 달린다. 꽃받침은 5개로 갈라지고 꽃받침잎은 3각상 피침형이며 꽃부리는 끝이 퍼진 종모양이고 끝이 5개로 갈라진다. 삭과는 도란형이고 꽃받침잎이 달려 있으며 포간으로 갈라진다.		

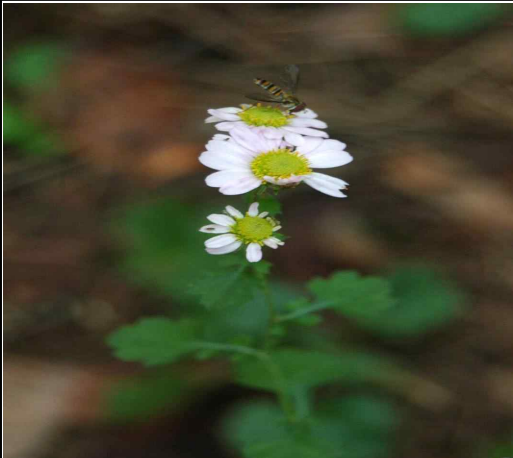

끈끈이대나물		학명	Silene armeria Linne		
		과명	석죽과		
<div></div>					
자생지		유럽 원산	성상분류	쌍떡잎식물 중심자목 석죽과의 한해살이풀 또는 두해살이풀	
생육적 특 징	화 색	붉은색	개화기간	6~8월	
	지상부	1년초 또는 월년초이고. 키는 50cm. 전체가 분을 뒤집어쓴 것 같이 흰빛이 나고 털이 없으며 줄기 윗부분의 마디 밑에서 점 액을 분비한다.			
내 성		내건성 및 내염성이 강하다.			
종자의 특성 및 모양		열매는 삭과, 긴 타원형, 자루가 있으며 6개로 갈라짐.			
사용경험 기 록		관상용으로 심고 있으며, 바닷가 건조한 곳에서 잘 자란다.			
일반적 특징		유럽 원산으로 정원과 해변에 나는 1년초 또는 월년초. 키 50cm. 전체가 분을 뒤집어쓴 것같이 흰 빛이 나고 털이 없으며 줄기 윗부분의 마디 밑에서 점액을 분비. 잎은 대생, 난형, 넓은 피침형, 길이 3~4.5cm 끝이 뾰족하고 잎자루는 없음. 꽃은 줄기 끝이나 가지 끝에 모여서 달리고 홍색 또는 흰색 화관의 지름 1cm. 꽃받침은 곤봉 모양, 길이 15mm, 끝이 5갈래, 가장자리가 흰색이고 막질. 꽃잎은 5장, 수평으로 퍼지고 부수체가 있으며 끝이 갈라짐. 화관통 안쪽에 작은 비늘 조각이 있고 수술 10개, 암술대 3개이다.			

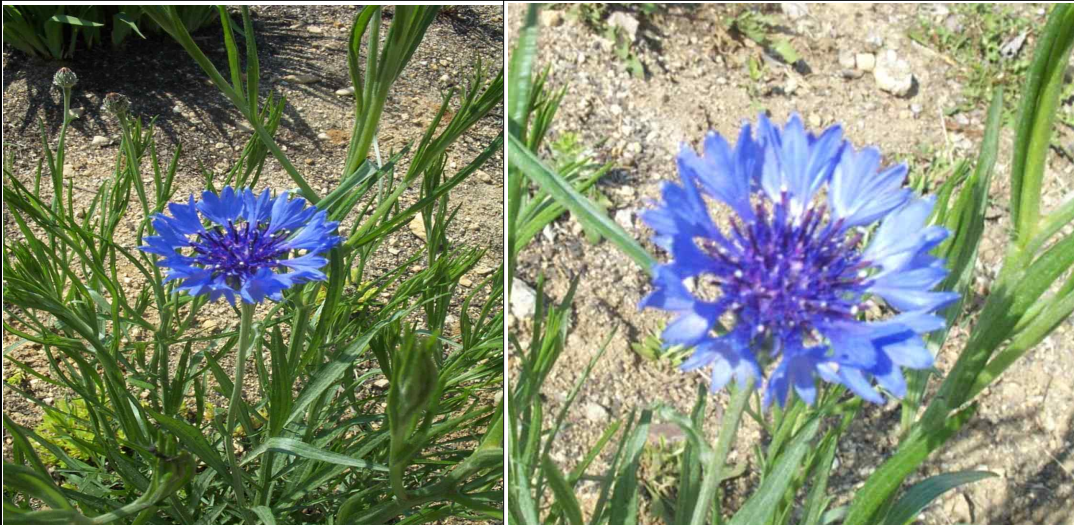
달맞이꽃		학명	Oenothera stricta Ledeb.	
		과명	바늘꽃과	
				
자생지		칠레 원산으로 전국 각지에 분포	성상분류	쌍떡잎식물 도금양목 바늘꽃과의 두해살이풀
생육적 특 징	화 색	노란색	개화기간	7~8월
	지상부	다년초로 키가 50~90cm이고, 굵고 곧은 뿌리에서 여러 개의 대가 나와 곧게 자란다.		
내 성		생명력이 우수하고 생육이 빠르다		
종자의 특성 및 모양		열매는 삭과로 긴 타원모양이고 길이가 2.5cm이며 4개로 갈라 지면서 종자가 나온다. 종자는 여러 개의 모서리각이 있으며 젖 으면 점액이 생긴다, 립수(g당) : 2,100립		
사용경험 기 록		생명력이 좋고 생육이 빨라 토사유출 방지를 위한 비탈면 녹화 용으로 적합하며 또는 한방에서 뿌리를 월견초(月見草)라는 약재 로 쓰는데 감기로 열이 높고 인후염이 있을 때 물에 넣고 달여 서 복용하고 종자를 월견자(月見子)라고 하여 고지혈증에 사용한 다.		
일반적 특징		남아메리카 칠레 원산으로, 국내 각처에 나는 다년초. 키 50~90cm. 굵고 곧은 뿌리에서 여러 개의 대가 나와 곧게 자람. 잎은 호생, 선상 피침형, 끝이 뾰족하고, 가장자리에 얇은 톱니 가 있으며, 근생엽은 로제트형. 꽃은 노란색, 잎겨드랑이에 1송 이씩 붙고, 저녁때 피었다가 아침에는 조금 붉은 빛을 띠며 시 들. 꽃받침은 4장, 2장씩 합쳐져 있고, 꽃이 피면 뒤로 젖혀짐. 꽃잎은 4장. 끝이 갈라짐. 수술은 8개, 암술머리는 4갈래, 자방 은 원추형, 털이 있다. 북미산으로 키는 약 1.5m이고, 잎이 타원상 피침형인 것을 큰 달맞이꽃이라 한다.		



비수리		학명	Lespedeza cuneata G. Don		
		과명	콩과		
					
자생지		한국 · 일본 · 타이완 · 인도 및 오스트레일리아		성상분류	쌍떡잎식물 장미목 콩과의 반관목
생육적 특 징	화 색	백색		개화기간	8~9월
	지상부	줄기는 곧게 서며 가지가 많다. 앞은 어긋나고 작은 잎이 3장씩 나온 겹잎이며 뒷면에 털이 있다.			
내 성		척박한 토양도 가리지 않는다.			
종자의 특성 및 모양		열매는 넓은 타원형 또는 원형으로 표면에 털이 있고 10월에 암갈색으로 익는다. 립수(g당) : 700개			
사용경험 기 록		싸리와 함께 사방녹화용으로 널리 쓰인다.			
일반적 특징		산기슭 이하에 자라는 초본성으로 높이가 1m에 달하고 가늘며 짧은 가지는 능선과 더불어 털이 있다. 앞은 호생하고 소엽은 3개이고 좁은 도피침형으로 절두 또는 요두이며 예저이고 길이 1~2cm로서 표면에 털이 없으며 뒷면에 잔털이 있고 잎자루는 길이 5~15mm이다. 꽃은 8~9월에 피며 백색이고 잎겨드랑이에 모여 달리고 기판 중앙부에 자주색 줄이 있다. 꽃받침잎은 좁은 피침형이며 거의 밑부분까지 갈라지고 각 열편은 1맥과 명주실 같은 털이 있다. 열매는 난형이며 짙은 갈색으로 익고 잔털이 있으며 종자는 신장형에 가깝고 황록색 바탕에 적색 반점이 있다.			

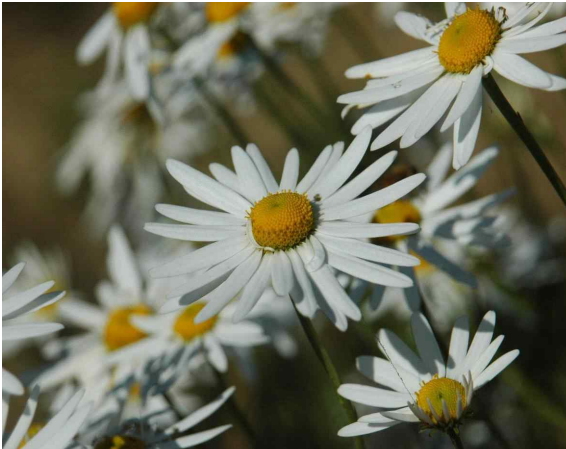

별노랑이		학명	Lotus corniculatus var. japonicus Regel	
		과명	콩과	
				
자생지		한국 · 일본 · 중국 · 타이완 · 히말라 야산맥	성상분류	쌍떡잎식물 장미목 콩과의 여러해살이풀
생육적 특 징	화 색	노란색	개화기간	6~8월
	지상부	다년초이고, 키가 30cm이고 전체에 털이 없으며, 밑부분에서 가지가 많이 갈라져 옆으로 눕거나 비스듬히 섬,		
내 성		지피력이 뛰어나고 생명력이 강하며 내염성이 강하다.		
종자의 특성 및 모양		협과는 길이 3cm이며 곧고 두 조각으로 갈라져서 많은 흑색종 자가 나온다.		
사용경험 기 록		건조한 척박지에서 성장이 빠르고 뿌리가 깊어 토사유실방지 효과가 크며 콩과식물의 특성상 토양개량 효과가 뛰어나고, 지피력이 뛰어나고 생명력이 강하며 내염성이 강해 간척지 녹 화에 최적이며 대표적인 비탈면 녹화용 식물이다. 립수(g당) : 800립		
일반적 특징		우리 나라 중부 이남 들의 풀밭이나 밭둑에 나는 다년초, 키 30cm, 전체에 털이 없고, 밑부분에서 가지가 많이 갈라져 옆 으로 눕거나 비스듬히 섬, 잎은 호생, 작은 잎은 5장, 밑의 2 장은 원줄기에 밀접하여 턱잎처럼 보이고, 도란형, 길이 7~15mm, 끝이 둔하게 뾰족하고, 가장자리는 밋밋하며, 턱잎 은 작거나 없음. 꽃은 노란색, 연한 주황색, 길이 6~7mm, 잎 겨드랑이에서 나온 긴 화축 끝에 1~4송이씩 산형화서로 달리 고, 나비 모양, 열매는 협과, 길이 3cm, 선형, 씨는 검은색이 다.		

산국		학명	Chrysanthemum boreale Makino	
		과명	국화과	
				
자생지		한국 · 일본 · 중국 만주	성상분류	쌍떡잎식물 초롱꽃목 국화과의 여러해살이풀
생육적 특 징	화 색	노란색	개화기간	9~10월
	지상부	높이 60~90cm. 전체에 짧은 털이 있고 줄기는 곧게 서며 윗 부분에서 분지한다. 잎은 어긋나고 넓은 달걀꼴이며 길이 5~7 cm, 나비 4~6cm로서 깃꼴로 갈라지고, 갈라진 조각은 크기가 거의 비슷하며 긴 타원형이고 가장자리에 예리한 톱니가 있다.		
내 성		건조와 추위에 강하며, 적당히 관수 관리한다.		
종자의 특성 및 모양		립수(g당) : 9000개, 여원열매(수과)는 길이가 1mm이다.		
사용경험 기 록		관상용, 공업용으로 쓰이고, 한방에서 전초와 꽃을 강심, 명 안, 거담제, 빈혈, 현기증, 습비 등에 약재로 쓴다.		
일반적 특징		다년초로서 높이 1~1.5m이고 가지가 많이 갈라지며 흰털이 많다. 잎은 호생하고 밑부분의 것은 꽃이 필 때 쓰러지며 중앙 부의 것은 장타원상 난형이고 밑부분이 다소 심장저이거나 절 저이며 깃처럼 갈라지고 열편은 크기가 거의 비슷하며 장타원 형이고 둔두이며 가장자리에 예리한 결각상의 톱니가 있다. 측 열편은 2쌍으로 열편 사이가 넓으며 표면에 털이 약간 있고 뒷 면에 중간에서 붙는 털이 있다. 꽃은 9~10월에 피며 가지 끝 과 원줄기 끝에 산형 비슷하게 달리고 총포는 길이 4mm, 지 름 8mm이며 포편은 3~4줄로 배열되고 외편은 선형 또는 장 타원형으로서 겉에 털이 있다. 내편은 장타원형이고 가장자리 가 얇다. 설상 꽃부리는 길이 5~7mm로 황색이며 통상 꽃부리 는 끝이 5개로 갈라진다.		

샤스타데이지		학명	Chrysanthemum × burbankii Makino	
		과명	국화과	
				
자생지		미국	성상분류	쌍떡잎식물 초롱꽃목 국화과의 여러해살이풀
생육적 특 징	화 색	흰색	개화기간	5~7월
	지상부	샤스타국화라고도 한다. 줄기는 밑에서 갈라져서 곧게 자라고 높이가 60~90cm이며 털이 없다.		
내 성		내한성 강하다.		
종자의 특성 및 모양		종자는 수과이다.		
사용경험 기 록		내한성이 매우 강하며, 배수가 양호하고 유기질이 풍부한 토 양이면 적응성이 넓어 관리가 어려운 도로변, 정원, 골프장 등 에 이용된다.		
일반적 특징		얇은 어긋나고 넓은 바소꼴이며 가장자리에 둔한 톱니가 있 다. 꽃은 5~7월에 피고 두상화(頭狀花:꽃대 끝에 꽃자루가 없 는 작은 꽃이 많이 모여 피어 머리 모양을 이룬 꽃)가 가지 끝과 줄기에 1개씩 달린다. 두상화는 지름이 8cm이고 가장자 리에 흰색의 설상화가 있으며 가운데에 노란 색의 관상화가 있다. 설상화는 보통 한 줄로 달리지만 여러 줄로 달리는 것 도 있다. 추위에 강하고, 벌이 잘 들고 배수가 잘 되는 곳이면 토양을 가리지 않고 잘 자란다. 번식은 종자를 심거나 포기나 누기로 한다. 종자를 9월에 심어 모종을 가꾸고 10월에 옮겨 심으면 다음해에 꽃이 피고 포기를 나눌 수 있다. 겨울에 꽃 이 피는 종류는 봄에 포기를 나누고, 여름에 꽃이 피는 종류 는 가을에 포기를 나눈다.		



수레국화		학명	<i>Centaurea cyanus</i> L.	
		과명	국화과	
				
자생지		유럽 동부와 남부	성상분류	쌍떡잎식물 초롱꽃목 국화과의 한해살이풀 또는 두해살이풀
생육적 특 징	화 색	청색, 백색, 자홍색, 홍색	개화기간	6~10월
	지상부	높이 30~90cm이고 가지가 다소 갈라지며 흰 솜털로 덮여 있다. 잎은 어긋나고 밑부분의 것은 거꾸로 세운 듯한 바소꼴이며 깃처럼 깊게 갈라지지만 윗부분의 것은 줄 모양이며 가장자리가 밋밋하다.		
내 성		최저생육온도는 10℃이며 15~25℃에서 잘 생육한다.		
종자의 특성 및 모양		수과이고, 립수(g당) : 200립		
사용경험 기 록		절화와 화단용으로 가꾸어지며 발아가 좋고 성장이 대단히 빨라 비탈면 녹화에 이용이 적합하다.		
일반적 특징		꽃은 여름에서 가을까지 피지만 온실에서 가꾼 것은 봄에도 핀다. 두화(頭花)는 가지와 원줄기 끝에 1개씩 달리고 많은 품종이 있으며 색깔이 다양하다. 꽃 전체의 형태는 방사형으로 배열되어 있고 모두 관상화이지만 가장자리의 것은 크기 때문에 설상화같이 보인다. 총포조각은 4줄로 배열하며 날카롭고 긴 타원형 또는 타원형 줄 모양으로 가장자리는 파란색을 띤다.		


쭉		학명	Artemisia princeps var. orientalis Hara		
		과명	국화과		
<div></div>					
자생지		한국 · 일본 · 중국	성상분류	쌍떡잎식물 초롱꽃목 국화과의 여러해살이풀	
생육적 특 징	화 색	연한 자주빛	개화기간	7~9월	
	지상부	잎은 어긋나며 잔 톱니가 있고 뒷면에 회백색의 부드러운 털이 백백이 나 있다. 가을에는 줄기 윗부분의 작은 가지에 황백색의 작은 두화(頭花)가 아래로 향해 많이 핀다.			
내 성		추위에 견디는 힘이 대단히 강하여 겨울 재배시 약간의 시설로 도 온도가 영하로 내려가지 않는 한 잘 자란다.			
종자의 특성 및 모양		10월에 열매가 성숙되며, 수과는 길이 1.5mm, 지름 0.5mm로 서 털이 없다. 립수(g당) : 3,500립			
사용경험 기 록		발아가 좋고 생육이 빨라 지피력이 뛰어나 급속녹화에 좋다. 척박한 토양에서도 생명력이 좋다.			
일반적 특징		높이가 60~120cm에 달하는 다년초로서 원줄기에 세로줄이 있 으며 전체가 거미줄 같은 털로 덮여 있고 근경이 옆으로 번으 면서 군데군데 싹이 나와 군생한다. 뿌리에서 돋은 잎과 밑부분 의 잎은 후에 쓰러지며 줄기에 달린 잎은 헛턱잎이 있고 타원형 이다. 열편은 2~4쌍으로서 장타원상 피침형이고 둔두 또는 예 두이며 뒷면에 흰 털이 밀생하고 가장자리가 밋밋하거나 결각 상이며 위로 올라갈수록 잎이 작아지고 마침내 3개로 갈라진 다. 꽃은 7~9월에 피며 꽃자루가 거의 없고 원줄기 끝의 원추 화서에 한쪽으로 치우쳐서 달린다. 총포는 장타원상 종형이며 거미줄 같은 털로 부분적으로 덮여 있다. 수과는 털이 없다.			

쭉부쟁이		학명	Aster yomena Makino	
		과명	국화과	
<div></div>				
자생지		한국 · 일본 · 중국 · 시베리아	성상분류	쌍떡잎식물 초롱꽃목 국화과의 여러해살이풀
생육적 특 징	화 색	연한 보라색	개화기간	7~10월
	지상부	뿌리줄기는 길게 땅 속으로 뻗는다. 줄기의 높이는 40~150cm이며 윗부분에서 가지가 갈라진다.		
내 성		건조와 추위에 강하다.		
종자의 특성 및 모양		열매는 수과로서 달걀 모양이고 털이 나며 10~11월에 익는다. 관모는 길이 약 0.5mm로서 붉은색이다. 번식은 종자나 포기나누기로 한다. 립수(g당) : 1,700립		
사용경험 기 록		생명력이 강하고 지피효과가 뛰어나며 관목류 및 기타 초본류와의 혼용에 적합하다. 화기가 길며 꽃이 크고 화려해 관상가치가 대단히 높아 도로변, 공원, 정원, 수변녹화, 골프장 등에 이용된다. 대면적 조경에 적합하다. 어린 잎은 나물로 무쳐먹고 지상부는 진해, 거담, 천식에 유효하다.		
일반적 특징		잎은 어긋나고 잎몸은 길이 8~10cm, 폭 2.5cm 정도로서 가장 자리에 굵은 톱니가 있고 잔털이 있다. 두상화는 지름 3~3.5cm로서 긴 자루가 있으며, 7~10월에 줄기나 가지 끝에 산방꽃차례를 이루어 핀다. 총포조각은 3줄로 배열한다. 혀꽃은 길이 약 1.8cm이며 자주색이고, 중앙부의 통꽃은 황색이고 꽃부리는 5개로 갈라져 뒤로 심하게 젖혀지며, 암술대와 꽃밥이 길게 뻗어 나있다.		

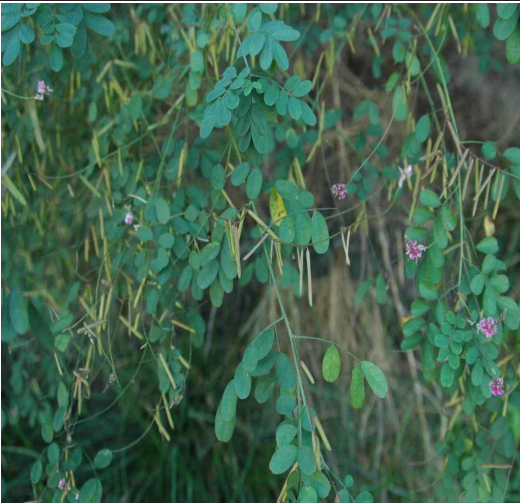
새(안고초)		학명	Arundinella hirta Tanaka	
		과명	벼과	
				
자생지		한국·일본·중국·우수리강(江) 유역 등	성상분류	외떡잎식물 벼목 벼과의 여러해살이풀
생육적 특 징	화 색	녹색, 자주색	개화기간	8~9월
	지상부	뿌리줄기는 비늘 조각이 덮이고 길게 옆으로 뻗으며 번식한다. 줄기는 곧게 서고 여러 개가 뭉쳐나며 높이가 30~120cm이다. 잎의 길이가 15~40cm, 폭이 5~15mm이고 털이 있다. 잎집은 마디 사이의 길이보다 길고 위를 향한 털이 있으며, 잎혀는 짧고 긴 털이 있다.		
내 성		토양 결집력 우수, 생육이 우수.		
종자의 특성 및 모양		영과로 10월에 열매가 성숙한다. 립수(g당) : 2,300립		
사용경험 기 록		지하경이 뻗으면서 번식하고 뿌리가 매우 깊어 토양 결집력이 우수하며, 척박지에서도 생육이 우수한 녹화용 초종으로 최근 환경친화적인 건설공사에 대한 요구가 높아지면서 자생초종인 안고초의 역할이 더욱 커지는 대표적인 사방공사, 비탈면 녹화용 초종이다.		
일반적 특징		다년생초본이며, 지하경이 뻗으면서 번식한다. 잎과 줄기 사이에는 털이 있고 깔끄럽다. 꽃줄기는 높이 30~120cm로서 곧추서고 잎의 길이 15~40cm로서 퍼진 털이 다소 있다. 잎혀는 0.5mm 정도로서 긴 털이 줄로 돌으며 잎집은 마디사이보다 길고 때로는 털이 있다. 꽃은 8~9월에 피며 화수는 길이 8~30cm로 원추형이고 가지는 길이가 불규칙하며 겨드랑이에 흔히 털이 있고 깔끄럽다. 소수는 흔히 2개씩 달리며 대가 있고 녹색, 자주색 또는 흰 다갈색이다. 포영은 길이가 다르며 첫째 포영은 길이 3~5mm로서 3맥이 있지만 1~2쌍의 잔맥이 있는 것도 있고 둘째 포영은 가장 길며 5~7맥이 있고 2개의 꽃이 들어 있으며 안쪽 것은 수꽃이다. 호영은 5맥이 있고 내영은 2개의 능선이 있으며 밑부분에 흰털이 있다.		

자주개자리 (알팔파)		학명	Medicago sativa L.	
		과명	콩과	
				
자생지		지중해연안	성상분류	쌍떡잎식물 장미목 콩과의 여러해살이풀
생육적 특 징	화 색	자주색	개화기간	7~8월
	지상부	원줄기는 곧게 30~90cm까지 자라서 가지가 갈라진다. 잎은 어긋나고 작은 잎이 3장씩 나온 잎이다. 작은 잎은 긴 타원형 또는 바소꼴이고 끝이 뭉툭하거나 움푹하게 들어가 있으며 가장자리에 톱니가 있다.		
내 성		염기성에 강함		
종자의 특성 및 모양		10월에 열매가 성숙되며 꼬투리는 나선상으로 2~3회 말리고 털이 있으며 여러 개의 종자가 들어 있다. 종자는 신장 모양이다. 립수(g당) : 500립		
사용경험 기 록		뿌리가 깊고 염기성 토양이나 건조한 사질토양에서의 생육이 좋아 목초로 이용되며, 비탈면 공사 및 인공 토양 공사 등에 이용되나 우점하므로 사용량은 소량이어야 한다.		
일반적 특징		다년초로서 목초로 재배하고 있으며 높이 30~90cm이고 곧추 자라며 털이 거의 없거나 속이 비어 있다. 잎은 호생하며 소엽은 3개이고 장타원형 또는 도피침형이며 끝이 절두 또는 요두이고 주맥의 끝이 뾰족하며 밑부분이 예저이고 윗 가장자리에 잔 톱니가 있으며 턱잎은 피침형이고 가장자리가 밋밋하다. 총상화서는 액생하며 꽃자루가 있고 꽃은 7~8월에 피며 길이 7~8mm로서 연한 자주색이고 포는 침형이다. 꼬투리는 나선상으로 2~3회 말리며 털이 있고 여러 개의 종자가 들어있다.		

참역새		학명	<i>Miscanthus sinensis</i> Anderss.	
		과명	벼과	
<div></div>				
자생지		한국 · 일본 · 중국	성상분류	외떡잎식물 벼목 벼과의 여러해살이풀
생육적 특 징	화 색	흑자색	개화기간	9월
	지상부	굵은 뿌리줄기가 옆으로 퍼지며 높이 1~2m이다. 잎은 모여 나고 일부분이 원줄기를 완전히 감싼다. 또한 나비 1~2cm로 줄모양이며 표면은 녹색이고 가장자리에 딱딱한 잔 톱니가 있어 날카롭다. 잎의 주맥은 흰색으로 뚜렷하고 털이 있는 것도 있다.		
내 성		추위와 건조에 강하나, 내습성이 약하다.		
종자의 특성 및 모양		작은 이삭은 각 마디에 자루가 있는 것과 없는 것이 1쌍씩 달리고 길이 7~12mm의 털이 다발로 나 있다.		
사용경험 기 록		근경이 굵으며 옆으로 뻗고, 뿌리가 깊어서 토양침식 방지효과가 매우 뛰어난 초본으로 건조지 척박지에서의 생육이 양호하고 화서가 아름다워 최근 환경 친화적인 건설공사 요구에 따라 사용빈도가 높아지고 있는 우리정서에 알맞고 친근한 느낌을 주는 사방공사용의 대표적인 초종이다. 원예용으로도 사용되며 최근 들어 골프장 건설에 있어서 파종 및 식재가 검토되고 시공되어지고 있는 초종이다.		
일반적 특징		다년초로 높이 1~2m이고 근경은 굵으며 옆으로 번는다. 잎은 일부분이 원줄기를 완전히 둘러싸고 선형이며 가장자리의 잔 톱니가 딱딱하고 표면은 녹색이며 주맥은 백색이고 털이 있는 것도 있다. 꽃은 9월에 피며 화수는 길이 20~30cm이고 종축은 꽃차례 분지 길이의 1/2 이하이다. 소수는 자주색으로 대가 있는 것과 없는 것이 1마디에 1쌍씩 달리고 길이는 5~7mm이며 다발털은 길이 7~12mm이다. 포영은 약간 딱딱하고 끝이 뾰족하며 가장자리와 끝이 얇고 내영은 끝이 2개로 갈라지며 길이 8~15mm의 까락이 돈다.		



춘차국(기생초)		학명	Coreopsis tinctoria Nutt.		
		과명	국화과		
					
자생지		북아메리카 원산	성상분류	쌍떡잎식물 초롱꽃목 국화과의 한해살이풀 또는 두해살이풀	
생육적 특 징	화 색	노란색과 적색	개화기간	7~10월	
	지상부	관상용으로 재배하나 흔히 야생하여 철도변이나 도시 주변의 냇가, 빈터에 무리를 이루기도 한다. 줄기는 가늘고 높이 60~120cm, 윗부분에서 여러 갈래로 가지가 갈라지며 털이 없다.			
내 성		햇별이 잘 들고 배수가 잘되는 곳이 적당하다.			
종자의 특성 및 모양		10월에 열매가 성숙되며, 종자는 긴 타원형으로서 안으로 굽고 날개가 없으며 종자는 검정색이다. 립수(g당) : 1,600립			
사용경험 기 록		토양적응력과 번식력이 뛰어나 비탈면 녹화에 다른 식물과 혼합해서 사용하며, 도로변 등에도 이용된다.			
일반적 특징		북아메리카 원산의 1년초. 잎은 마주나고 잎자루가 있다. 잎몸은 2회 깃모양으로 갈라지며 선모양이다. 줄기나 가지 끝에 지름 3~4cm의 머리 모양꽃이 1개씩 달리며, 6~7월에 위를 향해 핀다. 총포는 길이 6~7mm, 총포조각은 위는 황색, 아래는 적자색, 통상 8개가 1줄로 배열한다. 대롱꽃은 자갈색이다. 열매는 가는 긴 타원형, 갯털이 없다. 많은 원예 품종이 있다.			



큰금계국		학명	Coreopsis lanceolata L.	
		과명	국화과	
<div></div>				
자생지		북아메리카	성상분류	쌍떡잎식물 초롱꽃목 국화과의 여러해살이풀
생육적 특 징	화 색	황색	개화기간	6~8월
	지상부	줄기의 높이가 30~100cm에 이르는 다년초. 관상용으로 재배하였으나, 일탈하여 야생화한 것이 많아 때로는 철도가, 강변, 산기슭 등에 대군락을 이루는 것을 볼 수 있다.		
내 성		내한성과 내건성이 강하다.		
종자의 특성 및 모양		9월에 열매가 성숙되며, 꼬투리는 가장자리가 두껍고 계란형이다. 립수(g당) : 250개		
사용경험 기 록		개화기간이 길고 뿌리가 깊어 척박한 토양에서도 생육이 가능해 도로공사, 사방공사 등에 적합하다.		
일반적 특징		앞은 마주나나 뿌리에서 나는 잎은 뭉쳐나며, 잎몸은 피침형 또는 선모양이나 때로는 3~5개의 작은 잎으로 갈라지는 것도 있다. 양면에 거친 털이 있어 곱고럽다. 줄기 밑부분의 잎은 잎자루가 있으나, 대부분은 잎몸 밑부분이 좁아지면서 줄기로 흐른다. 꽃은 5~6월에 핀다. 줄기끝에 지름 5~7cm의 진황색의 머리모양 꽃차례가 1개씩 달린다. 8~10개의 진한 녹색의 총포조각이 1렬로 배열한다. 허꽃은 통상 8개, 꽃부리 끝이 4~5개로 일정하지 않게 갈라진다. 대롱꽃, 허꽃 모두 밑부분에 길이 5~8mm의 가늘고 긴 비늘조각이 있다. 수과는 편평하고 흑색, 가장자리는 반투명한 막질의 날개로 싸이고, 윗부분에 갓털이 변한 2개의 가시가 있다. 금계국은 큰금계국에 비해 전체적으로 작고 잎이 난형, 대롱꽃이 자갈색이므로 식별하기 쉽다.		



낭아초		학명	Indigofera pseudotinctoria MATSUMURA	
		과명	콩과	
<div></div>				
자생지		한국(경남 · 경북 · 전북) · 일본 · 중국	성상분류	쌍떡잎식물 이판화군 장미목 콩과의 낙엽활엽 반관목
생육적 특 징	화 색	연한 분홍색	개화기간	7~8월
	지상부	가지를 많이 쳐서 옆으로 자라며, 작은 가지에는 복모(伏毛)가 있고 가늘다. 높이는 2m 정도이다. 잎은 어긋나고 홀수1회 깃꼴 겹잎이다. 작은 잎은 5~11개이고 거꾸로 선 달걀 모양의 타원형·타원형 또는 긴 타원형이며, 길이 6~25mm, 나비 5~10mm이고 잎자루는 1~3cm이다.		
내 성		내염성 강하고, 건조 척박지에서도 잘 자란다.		
종자의 특성 및 모양		열매는 삭과(殼果)로 3cm 정도 되는 원기둥 모양이다.		
사용경험 기 록		꽃은 화초로 심을 수 있고 뿌리는 약제로 쓴다.		
일반적 특징		경상도 및 전북의 해안지대와 제주도에 자라는 낙엽 반관목으로 길이가 2m에 달하며 가지가 많이 갈라져서 옆으로 자라고 잔가지는 누운 털이 있으며 가늘다. 잎은 호생하고 홀수 1회 우상복엽이며 소엽은 5~11개이고 타원상 도란형, 타원형 또는 장타원형이며 길이 6~25mm로 둔두 원저이지만 끝에 작은 돌기가 있고 양면에 누운 털이 있으며 잎자루는 길이 1~3cm이다. 총상화서는 액생하고 길이 4~12cm로서 많은 꽃이 달리며 꽃은 7~8월에 피고 연한 홍색이며 꽃받침은 5개로 갈라지고 기판은 장타원상 도란형이다. 열매는 원주형이고 길이 3cm 정도로 잔털이 있거나 없다. 9월에 익고 5~6개의 종자가 들어있다.		



병꽃 나무		학명	Weigela subsessilis L.H. Bailey		
		과명	인동과		
<div></div>					
자생지		한국	성상분류	쌍떡잎식물 합판화군 꼭두서니목 인동과의 낙엽관목	
생육적 특 징	화 색	황록색→적색	개화기간	4~5월	
	지상부	주로 산지 숲 속에서 자란다. 높이 2~3m이다. 줄기는 연한 잿빛이지만 얼룩무늬가 있다.			
내 성		이식이 쉽고 공해에 강하며, 척박한 곳에서 잘 자란다.			
종자의 특성 및 모양		열매는 삭과(殼果)로 잔털이 있고 길이 1~1.5cm로서 9월에 성숙하여 2개로 갈라지고 종자에 날개가 있다. 붉은 병꽃나무는 씨에 날개가 없으나, 병꽃나무 씨는 날개가 있다.			
사용경험 기 록		관상용(정원수)으로 주변부 식재나 악센트 식재에 좋다.			
일반적 특징		전국 각 처의 산기슭이나 중턱 이하에서 자라는 한국 특산의 낙엽 관목. 많은 가지가 갈라진다. 붉은 병꽃나무에 비해 잎몸이 작고 양면에 털이 있으며, 나상 타원형 또는 넓은 난형, 길이 2~7cm, 폭 2~5cm, 잎자루는 거의 없다. 꽃은 황록색이나 점차 자홍색으로 변하며, 꽃받침은 끝까지 갈라진다. 붉은 병꽃나무는 씨에 날개가 없으나, 병꽃나무 씨는 날개가 있다.			

붉나무(오배자나무)		학명	Rhus chinensis Miller	
		과명	뽕나무과	
				
자생지		한국 · 일본 · 중국 · 인도	성상분류	쌍떡잎식물 무환자나무 목 뽕나무과의 낙엽관목
생육적 특 징	화 색	황백색	개화기간	7~9월
	지상부	낙엽 소교목으로 높이가 7m에 달하고 굵은 가지가 드문드문 나 오며 소지는 황색이고 털이 없다.		
내 성		내한성, 내건성		
종자의 특성 및 모양		10월에 열매가 성숙되며, 종자는 원형이고 색깔은 황색이며, 황 갈색의 잔털로 덮혀 있고, 익으면 신맛과 짠맛이 나고 잎에 달 리는 벌레집을 오배자라 하고 약용에 쓰인다.		
사용경험 기 록		뿌리가 깊고 생육이 좋아 내한성, 내건성 등 척박한 비탈면녹화 에 이용되며, 단풍이 아름다워 공원 조성용으로도 이용된다.		
일반적 특징		국내 각처의 산기슭 및 산골짜기에 나는 낙엽 소교목. 키는 6~8m 앞은 호생, 깃꼴겹잎, 길이 40cm, 엽축에 날개가 있다. 작은 잎은 7~13장, 난형, 난상 긴 타원형, 끝이 뾰족하며, 길이 5~12cm, 양면에 털이 있고, 가장자리에 거친 톱니. 꽃은 암수 딴그루, 황백색, 줄기 끝에 원추화서, 화서의 길이는 15~30cm, 털이 밀생, 5수성. 암꽃은 퇴화된 수술 5개, 암술대는 3개, 자 방은 1실이다.		



싸리		학명	Lespedeza bicolor Turcz	
		과명	콩과	
				
자생지		한국 · 일본 · 중국	성상분류	쌍떡잎식물 장미목 콩과의 낙엽관목
생육적 특 징	화 색	홍자색	개화기간	7~8월
	지상부	높이 2 m 내외이고 가지가 많이 갈라진다. 잎은 어긋나고 삼출엽(三出葉)이다. 작은 잎은 난형 또는 도란형이고 표면은 짙은 녹색이며 뒷면에 눈털이 있고 가장자리가 밋밋하다.		
내 성		맹아력이 강하다.		
종자의 특성 및 모양		종자는 신장형 비슷하고 갈색 바탕에 짙은 색깔의 반점이 있다.		
사용경험 기 록		잎은 사료, 줄기에서 벗긴 껍질은 섬유자원으로 이용되기도 한다. 새로 자란 줄기는 농촌에서 여러 가지 세공을 하는데 활용하고 싸리비도 만든다.		
일반적 특징		낙엽 관목으로 잔가지는 능선이 있고 짙은 갈색이며 털이 있거나 점차 없어지고 목재는 연한 녹색이며 골속은 희다. 잎은 삼출엽이며 넓은 난형 또는 도란형이고 끝이 둥글거나 파지며 뾰족하고 짧은 돌기가 있고 표면은 짙은 녹색이며 뒷면에 누운 털이 있다. 총엽병은 길이 2.5~5cm로 털이 없거나 약간 있고 소엽병은 길이 5mm정도이다. 총상화서는 잎겨드랑이 또는 가지 끝에 달리며 가지 끝에 원추화서를 형성하기도 하고 꽃은 7~8월에 피며 홍자색이다. 꽃받침통은 명주실 같은 털이 있으며 얇게 4개로 갈라지고 뒤의 것이 다시 2개로 갈라진다. 꼬투리는 넓은 타원형이며 끝이 부리처럼 길고 누운 털이 약간 있다.		


소나무(적송)		학명	Pinus densiflora S. et Z.		
		과명	소나무과		
					
자생지		한국 · 중국북동부, 우수리 · 일본	성상분류	겉씨식물 구과목 소나무과의 상록침엽 교목	
생육적 특 징	화 색	노란색	개화기간	5~6월	
	지상부	상록 교목으로 높이 30m, 지름 1.5m, 수피는 붉고 박편처럼 떨어진다.			
내 성		내한성이 강하다.			
종자의 특성 및 모양		꽃이 핀 다음해 9월에 성숙되며, 솔방울은 난형이고 길이 4.5cm, 지름 3cm로 황갈색이며, 종자는 타원형이고 흑갈색이며, 날개는 연한 갈색 바탕에 대개 흑갈색 줄이 있다. 립수(g당) : 30립			
사용경험 기 록		내한성이 강하고 나무모양이 아름다워 관상수로 많이 쓰인다.			
일반적 특징		상록 교목으로 높이 30m, 지름 1.5m, 수피는 붉고 박편처럼 떨어진다. 침엽은 2개씩 나오고 길이 6~12cm, 너비 1mm이며 엽초는 2년에 걸쳐 떨어진다. 수꽃 화서는 타원형으로 길이 1cm이며 20~30개가 새가지에 달리고, 암꽃 화서는 난형으로 길이 6mm이며 6월에 개화한다. 구과는 난상 원추형으로 길이 3~5.5cm, 너비 2.5~4.5cm이고 암갈색이며 실편은 70~100개이다.			



쉬땅나무(개쉬땅나무)		학명	Sorbaria sorbifolia var. stellipila Max.		
		과명	장미과		
<div></div> <div></div>					
자생지		한국과 동아시아 북동부의 산기슭, 계곡이나 습지에서 자생	성상분류	쌍떡잎식물 장미목 장미과의 낙엽활엽 관목	
생육적 특 징	화 색	흰색	개화기간	6~7월	
	지상부	높이가 2m에 달하는 낙엽관목으로서 많은 줄기가 한군데에서 총생한다.			
내 성		내공해성이 강하다.			
종자의 특성 및 모양		열매는 5개의 골돌이고 길이 약 5mm이며 털이 밀생한다. 립수(g당) : 5,000립			
사용경험 기 록		정원용 관상수. 산울타리용으로 사용한다.			
일반적 특징		중부 이북의 산골짜기의 습한 곳에 나는 낙엽 관목. 잎은 호생, 깃꼴겹잎, 작은 잎은 13~25장, 피침형, 끝이 뾰족하며 가장자리에 겹톱니가 있고, 뒷면에 별 모양의 털이 있음. 꽃은 흰색, 지름 5~6mm, 가지 끝에 붙는 겹총상화서, 5수성. 꽃잎은 5장, 수술은 화관보다 짧고, 암술은 5개이다.			

자귀나무		학명	Albizzia julibrissin Duraz.						
		과명	콩과						
									
자생지			한국(황해도 이남) · 일본 · 이란 · 남 아시아		성상분류		쌍떡잎식물 장미목 콩과의 낙엽소교목		
생육적 특 징	화 색		윗부분은 붉고 밑은 흰색		개화기간		6~7월		
	지상부		정원수로 심기도 한다. 수피는 회갈색이고 매끄러우며 가지는 털 이 없고 넓게 옆으로 퍼진다.						
내 성			토심이 깊고 건조한 곳에서도 잘 자라며 공해에는 약하나 맹아력 이 크다.						
종자의 특성 및 모양			열매는 10cm 가량, 협과.						
사용경험 기 록			척박한 토양에서 잘 자라기 때문에 도로변이나 토사유실방지용 에 적합한 식물이다. 내한성이 비교적 약하기 때문에 간혹 동해 를 받는 경우가 있으나, 꽃과 잎, 수형이 아름다워 관상수로 가 로수, 공원, 정원등에 적합하며 비탈면 녹화에도 사용이 적합한 가치가 뛰어난 목본이다.						
일반적 특징			한라산과 황해도, 대관령 이남 산지의 별이 잘 드는 기슭이나 중턱에서 자라는 높이 6~8m에 이르는 낙엽 소교목이나 흔히 3~4m이다. 정원수로 심기도 한다. 잎은 자루와 함께 길이 20~30cm인 2회 깎수우상복엽이고 우편은 7~12쌍이고 길이 5~15mm, 폭2.5~4mm이며, 가장자리가 밋밋하고 뒷면에 잔털이 있으며 분백색이다. 가지 끝에 10~20개의 꽃이 두상화서를 이 루어 총상으로 달린다. 화관은 길이 7~9mm이며 끝이 5개로 갈 라지고 잔털이 있다. 수술은 20~30개이고 수술대는 담홍색이 며 길이 3~4cm로서 길게 화관 밖으로 뻗어있다. 꼬투리는 납 작하고 길이 10~13cm이며 10~15개의 갈색종자가 있다.						



족제비싸리		학명	Amorpha fruticosa L.	
		과명	콩과	
				
자생지		북아메리카	성상분류	쌍떡잎식물 장미목 콩과의 낙엽관목
생육적 특 징	화 색	자주빛이 도는 하늘색	개화기간	5~6월
	지상부	높이 3m 내외이다. 나무가지에 털이 있으나 점점 없어진다. 잎은 어긋나고 1회 깃꼴겹잎이다. 작은 잎은 11~25개씩이고 달걀 모양 또는 타원형이며 가장자리가 밋밋하다.		
내 성		내공해성이 강하다.		
종자의 특성 및 모양		9월에 열매가 성숙되고, 꼬투리는 약간 굽으며 대개 1개의 종자가 들어 있으며, 종자는 콩팥모양이다. 립수(g당) : 85립		
사용경험 기 록		척박지에서도 생육이 좋고 공해에 강하기 때문에 토양안정을 위한 피복용, 전국의 사방지나 황폐지의 복구목적으로 식재한다.		
일반적 특징		낙엽관목으로 높이가 3m에 달하고 잔가지에 털이 있으나 점차 없어진다. 잎은 호생하며 홀수 1회 우상복엽이고 소엽은 11~25개씩이며 난형 또는 타원형이고 끝이 둥글지만 주맥 끝은 뾰족하며 밑부분이 원저이고 길이 1.5~3cm로서 뒷면에 잔털이 없거나 약간 있다. 수산화서는 가지 끝에 달리며 꽃이 배게 달리고 5~6월에 피며 자주빛이 도는 하늘색이고 향기가 강하다. 꽃받침에 선점이 많으며 꽃받침잎은 뾰족하고 털이 없거나 있으며 기판은 6mm로 난상 원형이고 익판과 용골판이 없다. 열매는 약간 굽으며 9월에 익고 대개 1개의 종자가 들어있다.		

참싸리		학명	Lespedeza cytobotrya Miq.		
		과명	콩과		
					
자생지		한국 · 일본 · 중국	성상분류	쌍떡잎식물 이판화군 장미목 콩과의 낙엽 관목	
생육적 특 징	화 색	홍자색	개화기간	7~8월	
	지상부	높이 2m 정도. 많은 가지가 갈라지는데, 작은 가지에는 능선과 털이 있으며 늙은 가지는 밑으로 처진다. 잎은 어긋나기하며 3개의 작은 잎으로 구성된 삼출엽이고, 작은 잎은 원형 또는 도란형으로 끝이 오목 파이고 가장자리가 밋밋하다.			
내 성		맹아력이 매우 좋고 발아력이 뛰어나다.			
종자의 특성 및 모양		열매는 협과(莢果)로서 길이 8mm 정도의 달걀꼴이며, 털이 있고 1개의 종자가 들어 있다. 립수(g당) : 150개			
사용경험 기 록		토양적응력이 좋고 생육이 뛰어나기 때문에 비수리와 함께 비탈면 녹화 및 사방공사용으로 가장 많이 쓰이고 기타 야생화 종자 및 잔디 종자와 혼파해도 좋다.			
일반적 특징		낙엽 관목으로 높이가 2m에 달하고 가지가 많이 갈라져서 원형으로 되며 노목의 가지는 밑으로 처지고 잔가지에 능선과 더불어 털이 있다. 잎은 삼출엽이며 원형, 타원형 또는 도란형이고 끝이 대개 요두이지만 원두도 있으며 밑부분이 원저이고 표면에 털이 있으나 점차 없어지며 뒷면은 회록색으로 잔털이 있고 잎자루는 짧으며 털이 있다. 꽃차례는 총상이지만 짧기 때문에 둥글게 보이고 꽃대축에 털이 밀생하며 꽃은 7~8월에 피고 홍자색이다. 꽃받침은 중열되고 털이 있으며 점첨두이고 기판은 원두 또는 요두이며 열매는 10월에 익는다. 꼬투리는 난형이고 털이 있다.			

캔터키블루그래스 Kentucky blue grass (왕포아풀)		학명	Poa pratensis L.	
		과명	벼과	
				
자생지		한국 · 중국 · 시베리아 · 중앙아시아 · 히말라야 · 카프카스	성상분류	외떡잎식물 벼목 벼과의 여러해살이풀
생육적 특 징	화 색	연한 녹색	개화기간	6~7월
	지상부	4~6월 초에 곧은 줄기를 내고, 초장은 60~90cm 정도로 초장이 짧은 편이다. 잎은 부드럽고 진한 녹색의 하반초로서 45°각도로 퍼지며, 끝이 뱃머리 모양으로 되어 있고 엽설은 짧고 끝이 뾰족하다.		
내 성		내한성과 지속성이 우수하고 고온과 가뭄에는 약하다.		
종자의 특성 및 모양		종자량은 많고 종자 기부에는 거미줄 같은 털이 있다. 립수(g당) : 3,000립, 순도 : 95%, 발아율 : 80%		
사용경험 기 록		절개지, 사방공사, 골프장, 잔디밭 등에도 많이 이용한다.		
일반적 특징		높이가 30~80cm에 달하는 다년초로 총생하고 근경이 옆으로 뻗으면서 퍼진다. 잎은 편평하거나 다소 오그라들며 녹색이고 길이 7~20cm이며 털이 없으며 잎혀는 절두로서 길이 1~2mm이다. 꽃은 6~7월에 피고 원추화서는 길이 8~15cm로서 좁은 난형이며 곧추서고 가지가 2~5개씩 반운생하며 작은 돌기가 있고 소수는 난형이며 3~5개의 꽃이 들어 있다. 포영은 끝이 뾰족하고 첫째 것은 길이 1.5~2mm로서 피침형이며 1맥이 있고 둘째 것은 넓은 피침형으로서 길이 2~2.5mm이며 3맥이 있다. 호영은 길이 3mm 정도로서 끝이 뾰족하고 주맥이 뚜렷하며 능각과 측맥 밑부분에 누운 털이 있고 밑부분에 솜털이 있다. 내영은 길이 3mm 정도로서 능각부에 작은 돌기가 있다.		

크리핑 레드페스큐 Creeping red fescue (왕김의털)		학명	Festuca rubra L.	
		과명	벼과	
<div></div>				
자생지		울릉도, 백두산 부근	성상분류	외떡잎식물 벼목 벼과의 여러해살이풀
생육적 특 징	화 색	연한 녹색	개화기간	4~5월
	지상부	다년초로 높이가 30~60cm이며 근경이 짧고 총생한다. 새싹에서 나오는 잎의 길이 10~20cm이고, 지름은 1~2mm정도이다.		
내 성		내서성, 내음성이 강하다.		
종자의 특성 및 모양		영과로서, 립수(g당) : 700립, 순도 : 95%, 발아율 : 85%		
사용경험 기 록		단파용으로는 잘 쓰이지 않으며 일반종은 주로 톨페스큐와 페레니얼라이그라스 등과 혼합하여 주로 도로공사 등 경사지 도로변 등 척박지의 녹화에 주로 쓰인다.		
일반적 특징		꽃은 8~9월에 피고, 원추화서는 길이 5~12cm이고 가지는 적으며, 위로 향하며 소순은 장타원이며 길이 5~10mm이며 3~4개의 소화가 들어있다. 잔디길이가 길고, 뿌리가 깊게 내리며, 어떠한 조건에서도 적응력이 강하다. 잎이 가늘고 수평으로 성장하며 섬세한 잔디밭 조성이 가능하다.		

톨페스큐 Tall fescue (큰김 의털)		학명	Festuca arundinacea Schreb.		
		과명	벼과		
<div></div>					
자생지		유럽	성상분류	외떡잎식물 벼목 벼과의 여러해살이풀	
생육적 특 징	화 색	녹색, 보라색	개화기간	6~8월	
	지상부	다년초로 높이 40~180cm까지 자라며, 잎은 길이 10~60cm, 폭은 3~10mm로 털이 없다. 엽초에 털이 있고 엽설은 1~2mm 이다.			
내 성		내한성과 내건성이 강하다.			
종자의 특성 및 모양		영과로서, 립수(g당) : 500립, 순도 : 95%, 발아율 : 85%			
사용경험 기 록		비탈면 녹화에 널리 이용한다.			
일반적 특징		줄기는 뭉쳐나며 높이 40~180cm로 곧게 자란다. 잎은 길이 10~80cm로 털이 없다. 엽초는 기부까지 길게 갈라지며 둥글고 피침형의 엽이가 줄기를 감으며 성긴 털이 줄지어 난다. 6~8월 에 꽃이 피며 원추화서는 곧게 서거나 조금 기울어졌다. 한 마 디에 2개의 가지가 있으며 하나는 길고 하나는 짧다. 소수는 1~1.5cm, 5~9개의 소화로 이루어지며 녹색 또는 보라색이다. 제 1포영은 길이 3.5~6mm로 1맥, 제 2포영은 5~7mm로 3맥 이 있다. 호영은 5맥이며 중앙맥 끝에 길이 1~3mm의 까락이 있거나 드물게는 없다. 내영은 호영과 같은 길이이며 끝쪽 능선 에 털이 줄지어 나서 거칠다.			

페레니얼라이그라스 Perennial ryegrass (호밀풀)		학명	Lolium perenne L.		
		과명	벼과		
<div></div>					
자생지		유럽	성상분류	외떡잎식물 벼목 벼과의 2년초 또는 다년초	
생육적 특 징	화 색	담녹색	개화기간	6~9월	
	지상부	무더기로 나와서 30~60 cm 자라고 전체에 털이 없다.			
내 성		발아속도와 잔디조성률이 빠르며, 내한성은 비교적 강한 편이나 내서성이 약하며, 내답압성이 강하다. 초기 발아세와 생육속도가 빨라 조기녹화에 유리하나 내습성이 떨어져 장마철에 매우 약한 단점이 있다.			
종자의 특성 및 모양		영과로서, 립수(g당) : 500립, 순도 : 98%, 발아율 : 80%			
사용경험 기 록		토양침식이 우려되는 사방공사 경사지 등의 녹화에 이용되며, 골프장, 경기장 등의 덧뿌리기용으로 이용된다			
일반적 특징		잎은 나비 2~6 mm이고 어릴 때는 접힌다. 꽃은 5월에 피고 꽃이삭은 길이 13~25 cm로서 작은 이삭이 어긋나게 달린다. 작은 이삭은 길이 15~18 mm이고, 10~16개의 꽃이 들어 있으며 밑에 달린 포영(苞穎)은 가시처럼 길게 자란다. 첫째 포영은 끝에 달린 작은 이삭 이외는 없으며 둘째 포영은 길이 9.5 mm로 5맥이 있다. 호영에 5맥이 있고 수술은 3개이며 씨방에 털이 있다.			

연구 참여진

국토교통부

이 우 제(전 이용욱)	국토교통부	도로국장
오 수 영(전 양희관)	국토교통부	도로건설과장
신 중 욱(전 김갑중)	국토교통부	담당사무관
송 진 우(전 김로타)	국토교통부	담 당

연구진

김 남 춘	단국대학교 교수	연구책임자
이 태 욱	평화엔지니어링 부사장	
김 은 범	단국대학교 초빙교수	
이 용 수	한국건설기술연구원 선임연구위원	
김 우 석	한국건설기술연구원 연구위원	
박 병 석	한국건설기술연구원 수석연구원	
윤 재 용	한국도로협회 연구위원	
이 호 정	한국도로협회 차장	

자문위원(가나다순)

강 태 복	(주)국지건설 사장
김 준 수	수원국토관리사무소 과장
김 준 석	청운대학교 교수
손 원 표	길문화연구원 대표
이 종 열	예원개발 대표이사
전 기 성	한국도로공사 도로교통연구원 수석연구원
전 우 정	원주지방국토관리청 도로계획과장
조 남 철	대화종묘 대표이사
최 준 성	인덕대학교 교수

도로비탈면 녹화공사의 설계 및 시공지침

- 행정간행물 등록번호 /
- 발행일 / 2025. 02.
- 발행처 / 국토교통부