# 〈 목 차 〉


**제 1 장 총 론 ····· 1**

1.1 목적 ····· 3
1.2 적용범위 ····· 4

**제 2 장 개 요 ····· 5**

2.1 정의 ····· 7
2.2 분류 ····· 8
2.2.1 구성물질 ····· 9
2.2.2 형태 ····· 13
2.3 구성 ····· 15
2.4 지질 ····· 23
2.4.1 화성암 ····· 25
2.4.2 퇴적암 ····· 28
2.4.3 변성암 ····· 35
2.4.4 풍화등급 ····· 40

**제 3 장 붕괴유형 및 요인 ····· 43**

3.1 개요 ····· 45
3.2 붕괴유형 분류 ····· 46
3.2.1 Hoek & Bray의 암비탈면 파괴유형 분류 ····· 46
3.2.2 'Varnes(1978)의 분류법'&'일본지반공학회 분류법' ····· 48
3.3 붕괴사례 ····· 49
3.3.1 낙석 ····· 49
3.3.2 쐐기파괴 ····· 53
3.3.3 평면파괴 ····· 55
3.3.4 전도파괴 ····· 57
3.3.5 하부암이탈 ····· 59
3.3.6 활동파괴 ····· 59
3.3.7 얕은파괴 ····· 61
3.3.8 붕괴사례 ····· 62

3.4 붕괴부 명칭 ····· 83
3.5 붕괴요인 ····· 84
3.5.1 수리적인 요인 ····· 84
3.5.2 지질적인 요인 ····· 86
3.5.3 인위적인 요인 ····· 93
3.6 붕괴인지 ····· 93
3.6.1 붕괴가능성이 높은 도로비탈면 선정요령 ····· 96
3.6.2 붕괴징후 ····· 97
3.7 붕괴이력 ····· 102
3.7.1 깎기부 손상 ····· 102
3.7.2 비탈면시설의 손상 ····· 103

**제 4 장 안전점검 ····· 105**

4.1 개요 ····· 107
4.2 일상점검 ····· 108
4.3 정기점검 ····· 110
4.3.1 해빙기점검 ····· 111
4.3.2 춘계점검 ····· 112
4.3.3 우기대비점검 ····· 113
4.3.4 추계점검 ····· 114
4.3.5 쌓기비탈면 정기점검 항목 ····· 115
4.4 정밀점검 ····· 119
4.5 긴급점검 ····· 122
4.6 정밀안전진단 ····· 122

**제 5 장 대책공법 ····· 125**

5.1 개요 ····· 127
5.2 종류 ····· 129
5.3 특성 ····· 135
5.4 성공 및 실패사례 ····· 187

**제 6 장 도로비탈면유지관리시스템 ····· 221**

6.1 개요 ····· 223
6.2 주요업무 ····· 226
6.3 세부 현황 ····· 228
6.3.1 기초조사 ····· 228
6.3.2 정밀조사 및 안정성해석 ····· 232
6.3.3 대책공법의 선정 ····· 235
6.3.4 투자우선순위의 산정 ····· 236
6.3.5 상시계측시스템의 운영 ····· 236
6.3.6 2종 시설물 정밀점검 ····· 237
6.3.7 도로비탈면 실시설계 검토 ····· 239
6.3.8 정비현황 보고 ····· 239
6.3.9 내비게이션을 이용한 깎기비탈면 현장관리시스템(SLOPE-NAVI.) ····· 240

**제 7 장 낙석·산사태 발생시 업무처리 ····· 241**

**참고문헌 ····· 341**

**부 록**

【부록 1】주요용어
【부록 2】관련서식
【부록 3】일반국도변 암종색인
【부록 4】위치정보
【부록 5】SLOPE-NAVI. 사용방법

# 〈 표 〉


<표 2.1> 비탈면 경사 및 경사도와의 관계 ····· 18
<표 2.2> 쌓기비탈면 표준경사범위(건설공사비탈면설계기준, 2009) ····· 22
<표 2.3> 대표적인 화성암의 구분 ····· 26
<표 2.4> 대표적인 퇴적암의 구분 ····· 29
<표 2.5> 대표적인 변성암의 구분 ····· 36
<표 2.6> 암반의 풍화정도 ····· 40

<표 3.1> Varnes(1978)의 흙깎기비탈면 붕괴 유형 분류 ····· 48
<표 3.2> 일본토질공학회 흙비탈면 파괴 심도에 따른 파괴 유형 분류 ····· 48
<표 3.3> 활동면 위치에 따른 활동파괴의 분류 ····· 60
<표 3.4> 활동면 형상에 따른 활동파괴의 분류 ····· 60

<표 4.1> 일상점검 항목 및 내용 ····· 108
<표 4.2> 해빙기점검 항목 및 내용 ····· 111
<표 4.3> 우기대비점검 항목 및 내용 ····· 113
<표 4.4> 도로포장 균열밀집도 ····· 117
<표 4.5> 쌓기비탈면의 토사 종류 기재법 ····· 118
<표 4.6> 쌓기재료의 강도 ····· 118
<표 4.7> 정밀점검 항목 및 내용 ····· 120
<표 4.8> 긴급점검 내용 ····· 122
<표 4.9> 2종 시설물의 일반적인 정밀안전진단 항목 및 방법 ····· 124

<표 5.1> 도로비탈면 구성 재료별 적용 가능한 대책공법 ····· 128
<표 5.2> 목적별 도로비탈면 대책공법 분류 ····· 129
<표 5.3> 활동하중 경감공법 종류 및 특성 ····· 130
<표 5.4> 활동억제공법 종류 및 특성 ····· 131
<표 5.5> 낙석제어공법 종류 및 특성 ····· 132
<표 5.6> 표면보호공법 종류 및 특성 ····· 132
<표 5.7> 수리제어공법 종류 및 특성 ····· 133
<표 5.8> 기타 공법 종류 및 특성 ····· 134

<표 6.1> 연구기관별 국도관리사무소(지방자치단체) 관리 현황 ····· 225
<표 6.2> 전국 국도변 깎기비탈면 개소수 ····· 229
<표 6.3> 깎기비탈면 기초조사 속성자료 ····· 230
<표 6.4> 깎기비탈면 기초조사 사진자료 ····· 231
<표 6.5> 정밀조사 항목 ····· 233
<표 6.6> 투자우선순위를 위한 위험도 및 피해도 항목 ····· 236
<표 6.7> 2종 시설물 깎기비탈면의 상태평가 기준 ····· 238
<표 6.8> 2종 시설물 정밀점검 실시주기 ····· 238

# 〈 그림 〉


<그림 2.1> 비탈면의 분류 ····· 7
<그림 2.2> 깎기비탈면 구분 방법 ····· 8
<그림 2.3> 암깎기비탈면 ····· 9
<그림 2.4> 흙깎기비탈면 내 표층붕괴 ····· 10
<그림 2.5> 흙깎기비탈면 내 원호파괴 ····· 10
<그림 2.6> 혼합깎기비탈면 (구성물질 상하 분포) ····· 11
<그림 2.7> 혼합깎기비탈면 (구성물질 좌우 분포) ····· 11
<그림 2.8> 쌓기비탈면 시공 시 붕괴 ····· 12
<그림 2.9> 쌓기비탈면 배수시설 주변 붕괴 ····· 12
<그림 2.10> 도로선형 요소 ····· 13
<그림 2.11> 횡단면 형태 ····· 13
<그림 2.12> 상부자연비탈면 형태 ····· 14
<그림 2.13> 지형적 형태 ····· 14
<그림 2.14> 도로비탈면 구성도 ····· 15
<그림 2.15> 인장균열 ····· 16
<그림 2.16> 봉분 ····· 16
<그림 2.17> 깎기 대책공법 적용 전후 비탈면 최대높이 변화 ····· 16
<그림 2.18> 깎기비탈면 ····· 17
<그림 2.19> 깎기부 부위별 명칭 ····· 19
<그림 2.20> 소단배수구 ····· 20
<그림 2.21> 이격부 구성 ····· 21
<그림 2.22> 우리나라 지질도 ····· 24
<그림 2.23> 화산암의 불규칙한 절리 양상 ····· 25
<그림 2.24> 풍화단계별 화강암 양상. ····· 27
<그림 2.25> 층상절리 ····· 27
<그림 2.26> 화강풍화토 비탈면 붕괴 ····· 27
<그림 2.27> 퇴적암 지대 층리 구조 ····· 28
<그림 2.28> 층리 방향 붕괴 ····· 28
<그림 2.29> 신선한 상태 이암 ····· 30
<그림 2.30> 풍화된 상태 이암 ····· 30
<그림 2.31> 셰일 ····· 31

<그림 2.33> 역암 ····· 32
<그림 2.34> 붕괴 우려 석회암 지대 ····· 33
<그림 2.35> 석회암 내 단층 ····· 33
<그림 2.36> 탄층 지반 붕괴 사례 ····· 34
<그림 2.37> 화강편마암 ····· 37
<그림 2.38> 호상편마암 ····· 37
<그림 2.39> 안구상편마암 ····· 37
<그림 2.40> 반상변정질편마암 ····· 37
<그림 2.41> 도로방향의 편리 발달 ····· 38
<그림 2.42> 편암비탈면 붕괴 ····· 38
<그림 2.43> 도로방향의 박리 발달 ····· 38
<그림 2.44> 판상절리 ····· 39
<그림 2.45> 혼펠스 ····· 39

<그림 3.1> 암비탈면 파괴유형 ····· 47
<그림 3.2> 낙석위험블록 ····· 49
<그림 3.3> 퇴적암의 차별풍화에 의한 낙석 ····· 50
<그림 3.4> 핵석지반에 의한 낙석 ····· 51
<그림 3.5> 상부자연비탈면에 존재하는 낙석위험블록 ····· 52
<그림 3.6> 쐐기파괴 모식도 ····· 53
<그림 3.7> 퇴적암에서의 쐐기파괴 ····· 54
<그림 3.8> 변성암에서의 쐐기파괴 ····· 54
<그림 3.9> 평면파괴 모식도 ····· 55
<그림 3.10> 퇴적암에서의 평면파괴 ····· 56
<그림 3.11> 변성암에서의 평면파괴 ····· 56
<그림 3.12> 화강암에서의 평면파괴 ····· 57
<그림 3.13> 전도파괴 ····· 58
<그림 3.14> 전도파괴 종류 ····· 58
<그림 3.15> 하부암이탈 ····· 59
<그림 3.16> 활동파괴 ····· 60
<그림 3.17> 우수에 의한 얕은 침식 ····· 61

<그림 3.18> 우수에 의한 표층유실 ····· 61
<그림 3.19> 각 부위별 붕괴부 명칭 ····· 83
<그림 3.20> 상부자연비탈면내 인위적 요인 ····· 85
<그림 3.21> 지형적요인 (계곡부) ····· 86
<그림 3.22> 지질적인 요인 ····· 87
<그림 3.23> 단층 및 전단대 ····· 88
<그림 3.24> 단층에 의한 붕괴 ····· 88
<그림 3.25> 단층점토층에 의한 지하수위 상승 ····· 89
<그림 3.26> 습곡 ····· 90
<그림 3.27> 암맥 ····· 90
<그림 3.28> 절리 및 엽리/편리 ····· 91
<그림 3.29> 층리 ····· 91
<그림 3.30> 유색광물에 의한 약대 ····· 92
<그림 3.31> 비탈면위치별 붕괴징후 ····· 96
<그림 3.32> 상부자연비탈면 내 인장균열 ····· 98
<그림 3.33> 비탈면 내 인장균열 ····· 98
<그림 3.34> 단차 ····· 99
<그림 3.35> 배부름 1 ····· 99
<그림 3.36> 배부름 2 ····· 99
<그림 3.37> 도로 융기 ····· 100
<그림 3.38> 비탈면시설물 변형 ····· 100
<그림 3.39> 보호, 보강시설의 변형 ····· 101
<그림 3.40> 붕괴비탈면의 급격한 지하수 용출 ····· 101
<그림 3.41> 지형 및 주변 불연속면에 의한 추정 ····· 102
<그림 3.42> 암색 및 주변 붕괴산물을 통한 추정 ····· 103
<그림 3.43> 비탈면시설 손상에 의한 추정 ····· 103

<그림 4.1> 점검업무흐름도 ····· 107
<그림 4.2> 정기점검 업무흐름도 ····· 110
<그림 4.3> 쌓기비탈면의 구분 ····· 115
<그림 4.4> 쌓기비탈면의 붕괴 형태 ····· 116

<그림 4.5> 쌓기형상 ····· 117
<그림 4.6> 정밀점검 업무흐름도 ····· 119
<그림 4.7> 정밀안전진단 업무흐름도 ····· 123

<그림 6.1> CSMS 기여 효과 ····· 224
<그림 6.2> CSMS 주요 업무 ····· 226
<그림 6.3> CSMS 연간 업무 흐름도 ····· 227
<그림 6.4> 전문가 기초조사 자료 ····· 231
<그림 6.5> 암비탈면 불연속면 평가 ····· 234
<그림 6.6> 암비탈면 불연속면 평가 ····· 234
<그림 6.7> 평면파괴 한계평형해석 ····· 234
<그림 6.8> 흙비탈면 한계평형해석 ····· 234
<그림 6.9> 대책공법 결정 흐름도 ····· 235
<그림 6.10> 상시계측시스템의 운영 ····· 237
<그림 6.11> SLOPE-NAVI. 사용화면 ····· 240

# 제 1 장

# 총 론

## 1.1 목적

국가 경제의 필수요건 중 하나는 잘 갖추어진 사회기반시설이라 할 수 있으며, 그 중 도로시설은 그 핵심이라 할 수 있다. 도로시설은 건설뿐만 아니라 유지관리에도 만전을 기하여 도로이용자들이 재해로부터 피해를 입지 않도록 하는 것이 중요하다.

전 국토의 70% 이상이 산지인 우리나라의 현실에 비추어 볼 때 과거 양적 성장위주의 도로건설은 오늘날 도로 이용자들에게 최적의 환경을 제공하지 못할 뿐 아니라 여러 가지 한계성을 가지고 있다. 최근 기상이변 등 환경 변화에 발맞추어 도로이용자의 안전 및 편의성을 위한 도로시설의 유지관리가 어느 때보다 중요하게 인식되고 있으며, 적절한 유지관리를 통하여 시설물의 상태가 최적으로 유지될 때 도로분야의 국가 경쟁력은 향상될 수 있다.

국토해양부는 일반국도변 비탈면을 효율적으로 관리하기 위하여 1997년 12월부터 "도로비탈면 유지관리시스템(Cut Slope Management System, 이하 CSMS)"을 운영하고 있다. CSMS는 붕괴 발생 후 대책방안을 마련하는 소극적인 유지관리 체계에게 탈피하여, 사전예방차원의 적극적이고 효율성을 갖춘 선진국형 재해예방 관리 시스템을 갖추는 것을 목표로 하고 있다.  도로비탈면의 유지관리 업무는 비탈면의 손상 및 붕괴 발생 가능성에 대하여 사전에 확인하고 위험요소를 파악하여, 손상된 부분을 보수·보강하는 것으로서 도로이용자의 안전과 편의를 도모하기 위해 시행하는 것이다.

2003년 12월에 도로비탈면의 유지관리를 위한 『도로절토사면 유지관리지침』을 발행하였으나, 용어 정의, 붕괴특성, 지질학적, 지반공학적, 수리학적 특성 등의 내용이 주로 학술적으로 기술되어 일선의 실무자가 업무를 수행하는 데 어려움을 토로하였다.

이번에 새롭게 만든『도로비탈면 유지관리 실무매뉴얼』에서는 공용 중인 도로비탈면과 관련된 제반시설을 안전하고 효율적으로 유지관리하는데 기본적으로 알아야 할 사항을 위주로 하여 기술하였고, 이를 위해서 과거의 지침에서 다루어지지 않았거나 설명이 미흡하였던 부분은 보완하여 실무자가 쉽게 이해할 수 있도록 만들었다. 특히, 비탈면의 유지관리에서 기본적으로 알아야 할 비탈면의 조사방법, 붕괴유형과 원인, 붕괴인지방법 뿐만 아니라 CSMS와 관련된 업무내용을 중점적으로

보완하여 일선 실무자의 업무에 도움이 되도록 하였다. 또한 실무적이고 필수적인 내용을 그림 및 사진을 중심으로 구성하고, 쉽고 자세하게 기술하여 비전문가도 이해할 수 있도록 하였다.

## 1.2 적용범위

본 매뉴얼은 현재 일반국도의 도로비탈면을 대상으로 비탈면의 정의 및 구성, 붕괴와 관련된 사항들, 유지관리를 위한 조사 및 점검방법, 대책공법, 낙석·산사태 발생시 행동요령 등 비탈면의 유지관리에 필요한 일반적이고 기본적인 사항을 규정한다.

# 제 2 장

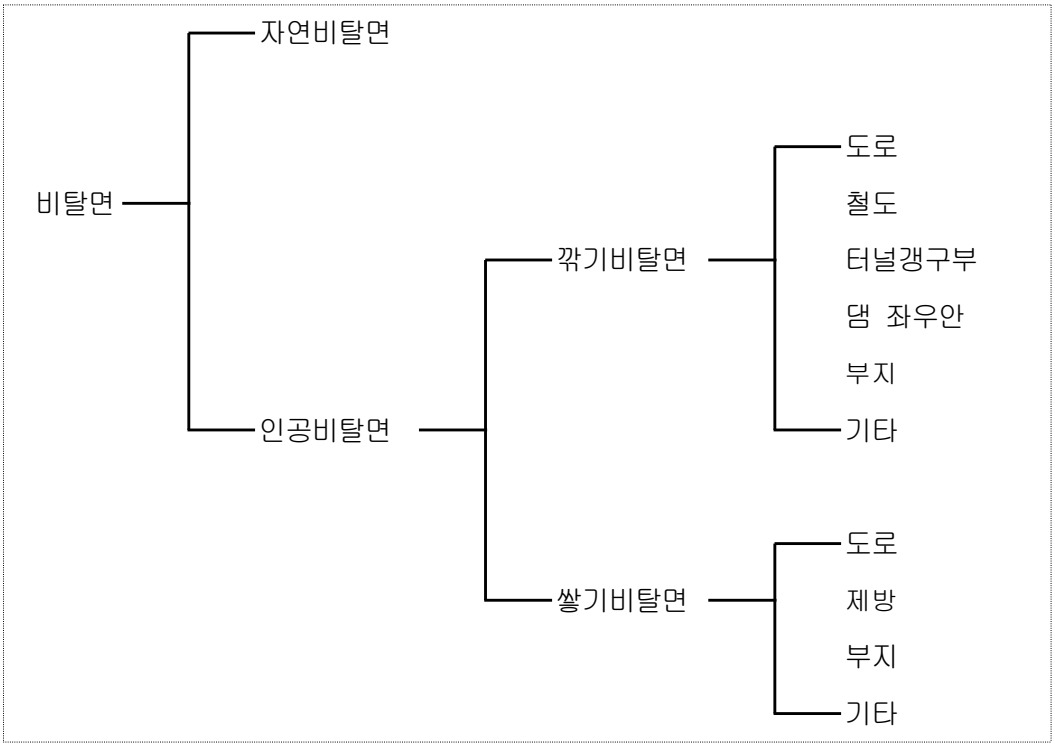
# 개 요

## 2.1 정의

**도로비탈면은 도로를 건설하기 위해 자연 지반을 깎거나 쌓아 만든 인공비탈면을 말한다.**

인공비탈면은 구조물을 위한 부지확보와 건설시 필요한 재료의 확보 등을 위한 목적으로 조성되며, 조성 방법에 따라서 깎기비탈면과 쌓기비탈면으로 구분한다.

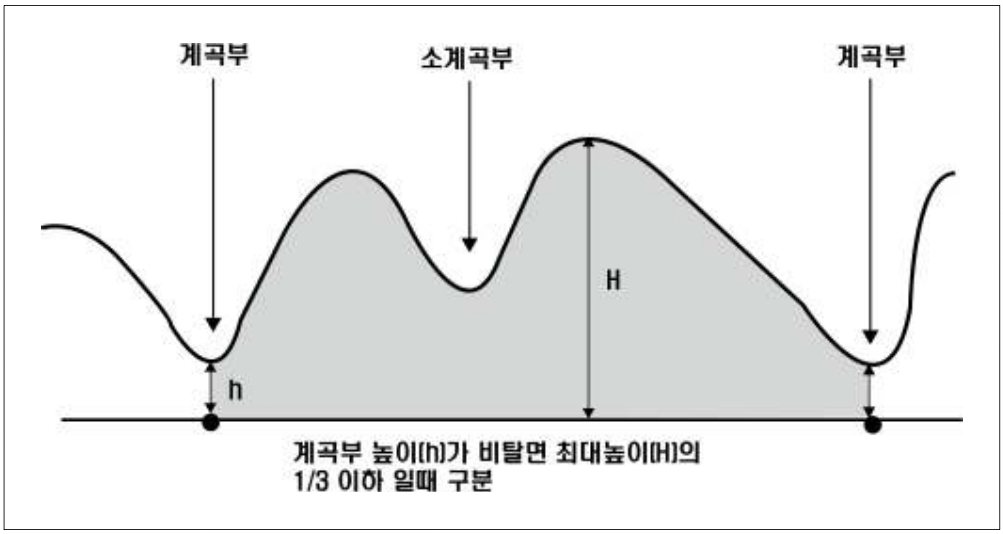
깎기비탈면은 원지반을 깎아서 부지를 조성할 때 형성되는 비탈면을 말하며, 암반과 토사의 경계부, 원지반 내부의 불안정한 특징을 찾는 것이 매우 중요하다. 쌓기비탈면은 기존 지반위에 흙이나 암을 쌓아서 만든 경사진 지반을 말하며, 쌓기 재료와 다짐 정도의 선정이 매우 중요하다.




<그림 2.1> 비탈면의 분류

## 2.2 분류

하나의 깎기비탈면은 큰 계곡부를 중심으로 구분하고, 계곡부의 높이가 비탈면 최대 높이의 1/3 이하인 지점을 기준으로 한다.




<그림 2.2> 깎기비탈면 구분 방법

※ 비탈면 높이 50m 이상, 연장 200m 이상 규모의 깎기비탈면은 2종 시설물로 분류하여 관리한다.

『시설물의안전관리에관한특별법』

### 2.2.1 구성물질

**도로비탈면은 조성방법에 따라 깎기비탈면과 쌓기비탈면으로 구분하며, 구성물질 차이에 따라 암깎기비탈면, 흙깎기비탈면, 혼합깎기비탈면으로 분류한다.**

깎기비탈면은 오랜 기간 지각운동, 풍화 등으로 만들어진 자연비탈면을 대상으로 조성되기 때문에 명확히 분류하기에는 한계가 있으나, 구성물질에 따라 다음과 같이 분류한다.

① 암깎기비탈면

- 구성물질 : 70%이상이 암으로 이루어진 비탈면
- 특성 : 불연속면 방향성과 이완 등에 의한 불안정성이 우세하게 작용
- 파괴유형 : 쐐기파괴, 평면파괴, 전도파괴, 원호파괴 등



<그림 2.3> 암깎기비탈면

② 흙깎기비탈면

- 구성물질 : 70%이상이 흙으로 이루어진 비탈면

- 특성 : 풍화와 수리에 의한 불안정성이 우세하게 작용

- 파괴유형 : 원호파괴, 표층붕괴, 표층유실, 세굴 등



<그림 2.4> 흙깎기비탈면 내 표층붕괴



<그림 2.5> 흙깎기비탈면 내 원호파괴

③ 혼합깎기비탈면

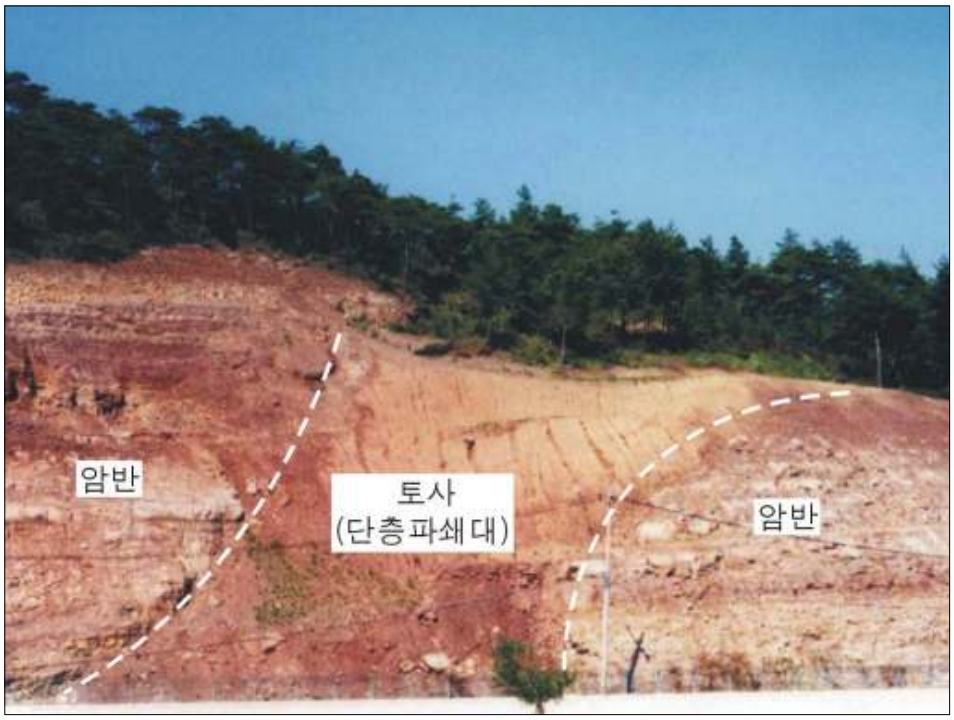
- 구성물질 : 암과 흙이 상하 또는 좌우로 분포하는 비탈면

- 특성 : 강우시 지하수의 흐름이 경계부의 안정성 저하

- 좌우 분포 : 토층 내 단층대, 차별풍화대 등을 중심으로 안정성 저하




<그림 2.6> 혼합깎기비탈면 (구성물질 상하 분포)




<그림 2.7> 혼합깎기비탈면 (구성물질 좌우 분포)

④ 쌓기비탈면

- 구성물질 : 암과 흙으로 층을 이루어 시공하므로 명확히 분류할 수 없으나, 시공시 다짐이 양호한 재료를 선택

- 시공시 다짐상태 등 관리감독 철저

- 강우시 상부 도로에서 발생한 지표수 유입 차단이 중요



<그림 2.8> 쌓기비탈면 시공 시 붕괴



<그림 2.9> 쌓기비탈면 배수시설 주변 붕괴

### 2.2.2 형태

**도로비탈면의 형태는 도로선형요소, 횡단면 형태, 상부자연비탈면 형태 등의 항목에 따라 분류된다.**

① 도로선형 요소

- 정의 : 도로비탈면이 조성되어 있는 도로 형태

- 목적 : 도로이용자의 전방 시야 확보 용이성

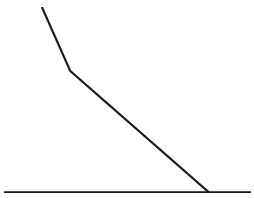
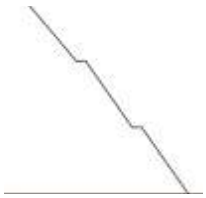
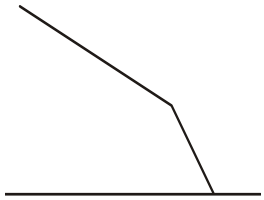
| 오목형 | 직선형 | 볼록형 | 복합형 |
|---|---|---|---|
|  |  |  |  |

<그림 2.10> 도로선형 요소

② 횡단면 형태

- 정의 : 비탈면의 측면 형태

- 목적 : 비탈면의 거칠기 및 붕괴 형태 파악

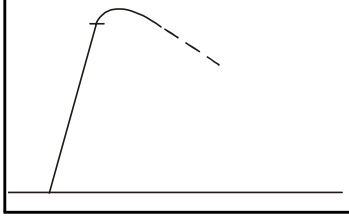
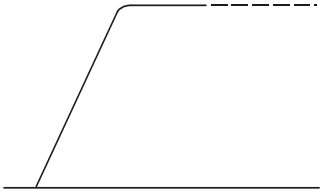
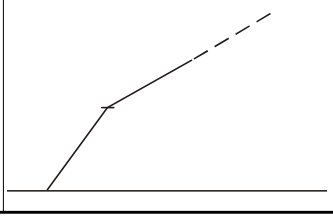
| 오목형 | 직선형 | 볼록형 | 돌출형 |
|---|---|---|---|
|  |  |  |  |

<그림 2.11> 횡단면 형태

③ 상부자연비탈면 형태

- 정의 : 상부자연비탈면의 측면 형태

- 목적 : 강우시 지표수의 비탈면 유입 정도 및 추가 깎기시 최대 높이 추정

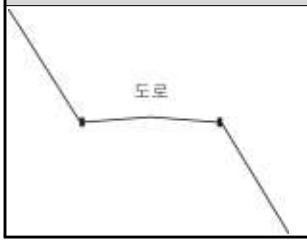
| 하강형 | 평탄형 | 상승형 |
|---|---|---|
|  |  |  |

<그림 2.12> 상부자연비탈면 형태

④ 지형적 형태

- 정의 : 도로비탈면 맞은편 지반 형태

- 목적 : 대책공법 시공 시 부지확보 및 부가차선 필요성 판단

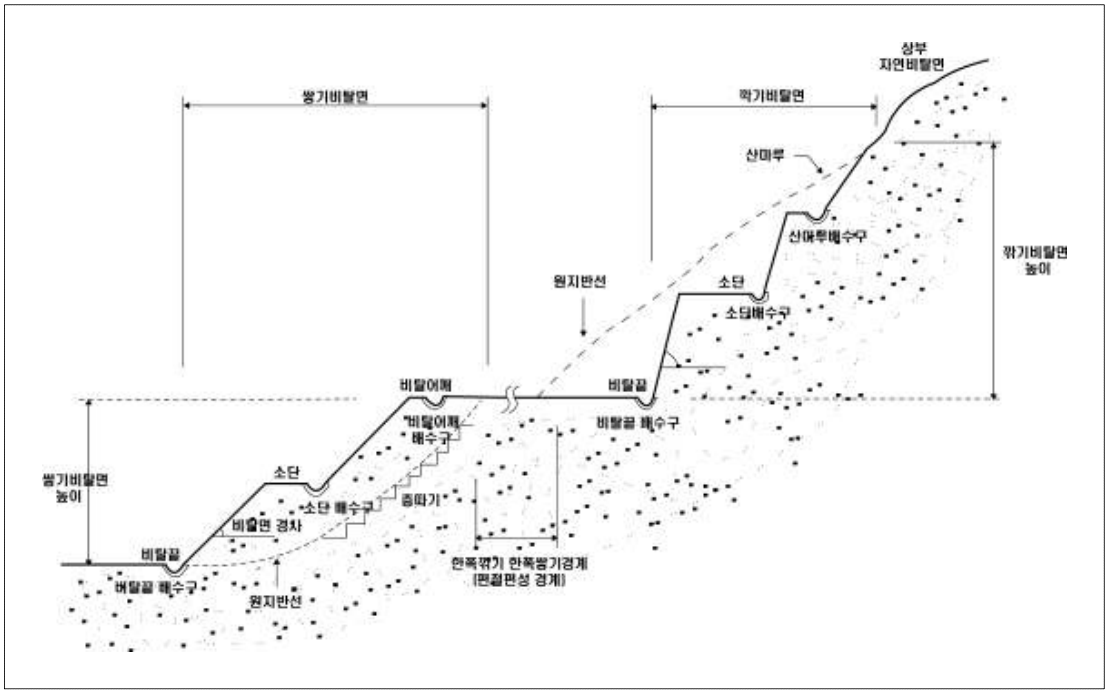
| 하강형 | 상승형 | 평탄형 |
|---|---|---|
|  |  |  |

<그림 2.13> 지형적 형태

## 2.3 구성

**도로비탈면은 상부자연비탈면, 깎기비탈면, 쌓기비탈면, 소단, 비탈면시설, 이격부 등으로 구성된다.**

도로비탈면의 구성도는 다음 <그림 2.14>와 같이 정의된다.




<그림 2.14> 도로비탈면 구성도

### 2.3.1 상부자연비탈면

**상부자연비탈면은 자연비탈면과 깎기비탈면의 경계를 중심으로 상부의 자연지반을 말한다.**

상부자연비탈면이 깎기비탈면 안정에 영향을 미치는 요소는 다음과 같다.

① 계곡부, 집수지형 : 강우의 비탈면 유입량에 따른 안정성 저하

② 인장균열, 침하 : 붕괴 사전 인지 요소

③ 봉분, 송전탑, 논경지 등 : 인공구조물로 대책공법 적용 제한적

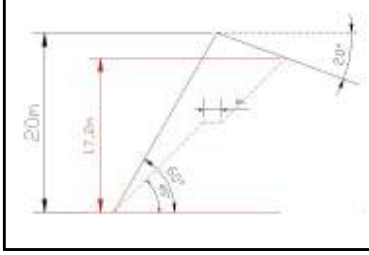
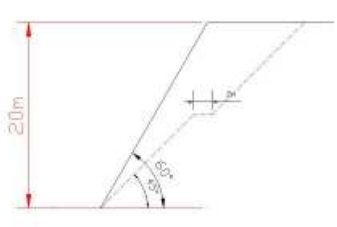
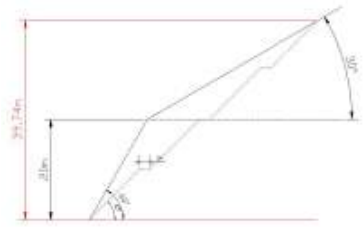


<그림 2.15> 인장균열



<그림 2.16> 봉분

상부자연비탈면 형태에 따라 깎기의 대책공법 적용시 비탈면 최대높이가 달라진다. 특히, 30°이상의 상부자연비탈면 경사는 깎기 후 비탈면 최대높이가 급격히 증가하게 되므로 유지관리 측면에서 깎기 대책공법 적용에 주의가 요구된다.

| 하강형 | 평탄형 | 상승형 (경사 : 30°) |
|---|---|---|
|  |  |  |

<그림 2.17> 깎기 대책공법 적용 전후 비탈면 최대높이 변화

### 2.3.2 깎기비탈면

**깎기부는 원지반을 깎아서 부지를 조성할 때 형성되는 경사진 면을 말한다.**

깎기비탈면 규모는 다음과 같이 정의된다.

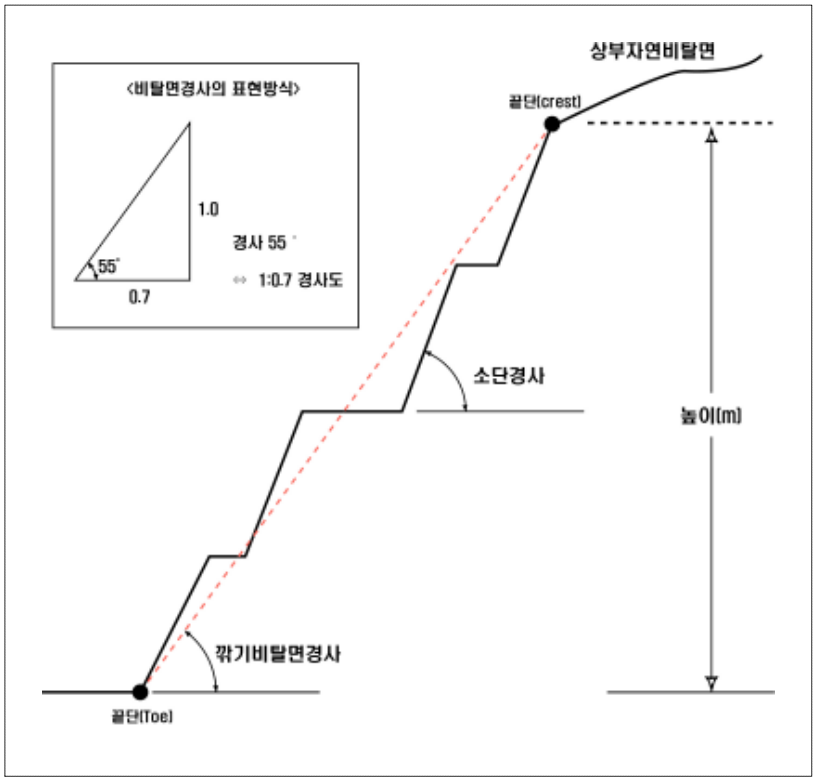
① 연장 : 시종점간의 선형 길이

② 높이 : 상하 비탈면 끝단의 수직높이

③ 경사 : “비탈면경사”와 “소단경사”로 구분됨

- 비탈면경사 : 깎기부의 비탈면 아래 끝단과 윗 끝단을 연결한 가상선과 수평면이 이루는 각도.

- 소단경사 : 소단이 존재하는 비탈면에서 소단 상단부 경사면과 수평면이 이루는 각도




<그림 2.18> 깎기비탈면

<표 2.1> 비탈면 경사 및 경사도와의 관계

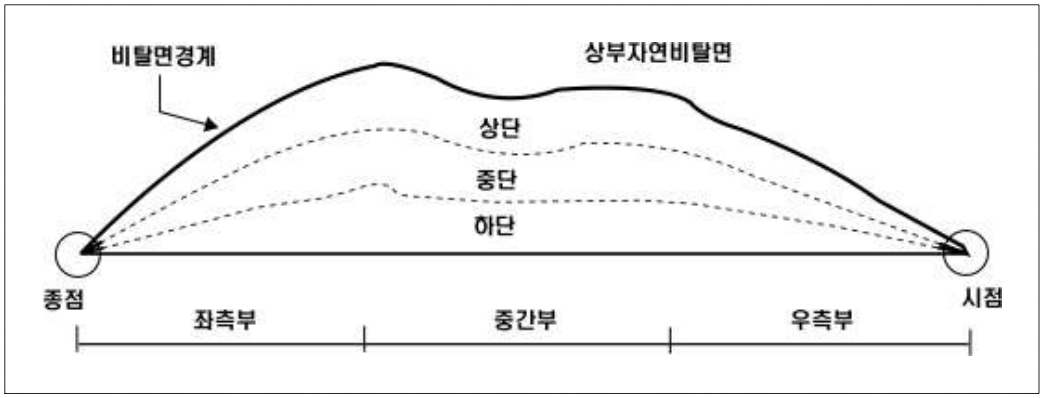
| 경사 | 경사도 | 경사 | 경사도 | 경사 | 경사도 | 경사 | 경사도 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 01˚ | 57.3 | 26˚ | 2.05 | 51˚ | 0.81 | 76˚ | 0.25 |
| 02˚ | 28.6 | 27˚ | 1.96 | 52˚ | 0.78 | 77˚ | 0.23 |
| 03˚ | 19.1 | 28˚ | 1.88 | 53˚ | 0.75 | 78˚ | 0.21 |
| 04˚ | 14.3 | 29˚ | 1.80 | 54˚ | 0.73 | 79˚ | 0.19 |
| 05˚ | 11.4 | 30˚ | 1.73 | 55˚ | 0.70 | 80˚ | 0.18 |
| 06˚ | 9.51 | 31˚ | 1.66 | 56˚ | 0.67 | 81˚ | 0.16 |
| 07˚ | 8.14 | 32˚ | 1.60 | 57˚ | 0.65 | 82˚ | 0.14 |
| 08˚ | 7.12 | 33˚ | 1.54 | 58˚ | 0.62 | 83˚ | 0.12 |
| 09˚ | 6.31 | 34˚ | 1.48 | 59˚ | 0.60 | 84˚ | 0.11 |
| 10˚ | 5.67 | 35˚ | 1.43 | 60˚ | 0.58 | 85˚ | 0.09 |
| 11˚ | 5.14 | 36˚ | 1.38 | 61˚ | 0.55 | 86˚ | 0.07 |
| 12˚ | 4.70 | 37˚ | 1.33 | 62˚ | 0.53 | 87˚ | 0.05 |
| 13˚ | 4.33 | 38˚ | 1.28 | 63˚ | 0.51 | 88˚ | 0.03 |
| 14˚ | 4.01 | 39˚ | 1.23 | 64˚ | 0.49 | 89˚ | 0.02 |
| 15˚ | 3.73 | 40˚ | 1.19 | 65˚ | 0.47 | | |
| 16˚ | 3.49 | 41˚ | 1.15 | 66˚ | 0.45 | | |
| 17˚ | 3.27 | 42˚ | 1.11 | 67˚ | 0.42 | | |
| 18˚ | 3.08 | 43˚ | 1.07 | 68˚ | 0.40 | | |
| 19˚ | 2.90 | 44˚ | 1.04 | 69˚ | 0.38 | | |
| 20˚ | 2.75 | 45˚ | 1.00 | 70˚ | 0.36 | | |
| 21˚ | 2.61 | 46˚ | 0.97 | 71˚ | 0.34 | | |
| 22˚ | 2.48 | 47˚ | 0.93 | 72˚ | 0.32 | | |
| 23˚ | 2.36 | 48˚ | 0.90 | 73˚ | 0.31 | | |
| 24˚ | 2.25 | 49˚ | 0.87 | 74˚ | 0.29 | | |
| 25˚ | 2.14 | 50˚ | 0.84 | 75˚ | 0.27 | | |

깎기비탈면의 부위별 명칭은 다음과 같이 분류한다.

① 시·종점 : 우측부 끝점(시점)과 좌측부 끝점(종점)

② 좌측부, 중간부, 우측부 : 종단방향에 따라 분류

③ 상단, 중단, 하단 : 상하 위치에 따라 분류




<그림 2.19> 깎기부 부위별 명칭

### 2.3.3 소단

**소단은 비탈면의 안정을 위하여 중간에 좁은 폭으로 조성되는 수평공간을 말한다.**

소단의 목적은 다음과 같다.

① 비탈면 중간에 시공하여 완충지대로서의 안정성 확보

② 비탈면을 따라 흐르는 지표수의 유속 저감

③ 유지관리에 있어서 점검로의 역할

지표수의 유입과 풍화 등으로 소단의 훼손이 우려될 경우 소단배수구 시공을 고려해야 한다.



<그림 2.20> 소단배수구

### 2.3.4 비탈면시설

**비탈면시설은 비탈면 안정성 확보 및 유지관리의 편의를 도모하기 위해 비탈면과 주변에 설치되는 각종 구조물 및 시설물을 말한다.**

비탈면시설의 목적에 따른 분류는 다음과 같다.

① 활동억제시설 : 구조물을 이용한 비탈면의 안전율을 증가시키는 시설

② 낙석제어시설 : 낙석이나 유실물의 도로유입을 차단하는 시설

③ 표면보호시설 : 비탈면의 유실 등을 억제하는 시설

④ 수리제어시설 : 지표수 및 지하수에 의한 안정성 저하를 억제하는 시설

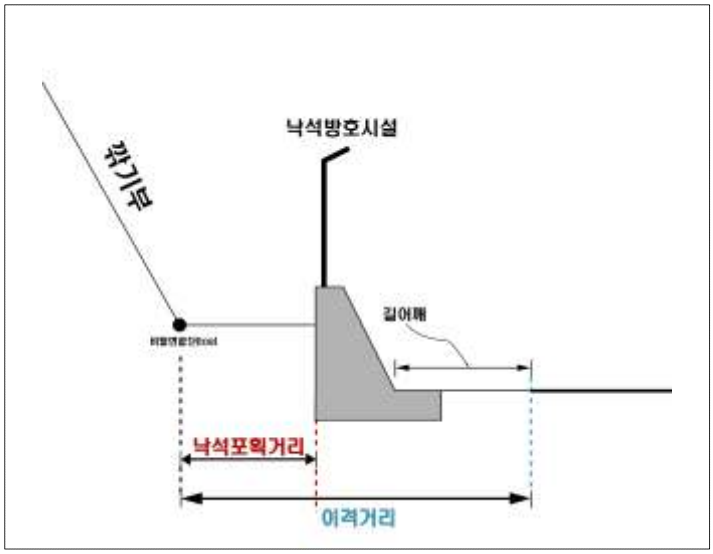
⑤ 비탈면점검시설 : 관리자가 비탈면에 근접할 수 있는 시설

### 2.3.5 이격부

**이격부는 붕괴산물이 도로이용자에게 영향을 미치는 부분이다.**

① 낙석포획거리 : 낙석 등 붕괴산물을 포획할 수 있는 거리

② 이격거리 : 낙석 등 붕괴산물이 도로이용자에게 직접적인 영향을 미치는 거리




<그림 2.21> 이격부 구성

### 2.3.6 쌓기비탈면

**쌓기비탈면은 기존 지반 위에 흙이나 암버력을 쌓아서 부지를 형성할 때 쌓기 경계부에 만들어지는 경사진 지반을 말한다.**

쌓기비탈면은 인위적으로 조성하는 비탈면으로 지반조건, 쌓기재료, 다짐방법 및 비탈면높이 등을 종합적으로 고려하여 경사를 결정하며, 『건설공사비탈면설계기준(국토해양부, 2009)』의 표준경사를 적용할 수 있다.

<표 2.2> 쌓기비탈면 표준경사범위(건설공사비탈면설계기준, 2009)

| 원 지 반 의 토 질 | 비탈면높이 (m) | 비탈면 상하부에 고정시설물이 없는 경우 (도로, 철도 등) | 비탈면 상하부에 고정시설물이 있는 경우 (주택, 건물 등) |
|---|---|---|---|
| 입도분포가 좋은 양질의 모래, 모래자갈암괴, 암버력 | 0~5 | 1:1.5 | 1:1.5 |
| | 5~10 | 1:1.8 | 1:1.8~2.0 |
| | 10 m 초과 | 별도검토 | 별도검토 |
| 입도분포가 나쁜 모래, 점토질 사질토, 점성토 | 0~5 | 1:1.8 | 1:1.8 |
| | 5~10 | 1:1.8~2.0 | 1:2.0 |
| | 10 m 초과 | 별도검토 | 별도검토 |

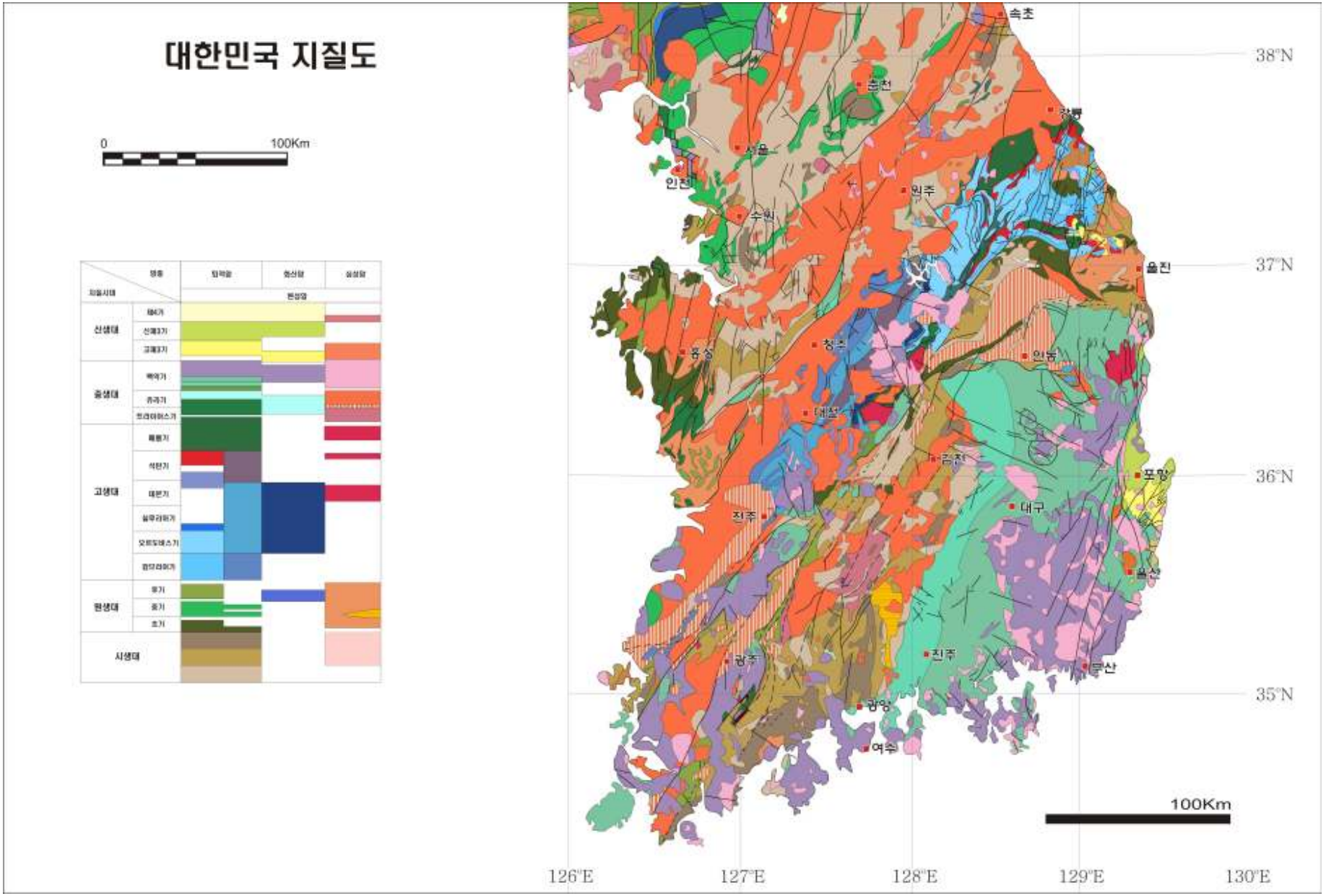
* 1) 상기표는 기초지반의 지지력이 충분한 경우에 적용함.
  2) 비탈면높이는 비탈어깨에서 비탈끝까지 수직높이임.

## 2.4 지질

**도로비탈면을 구성하고 있는 암종과 풍화도 등 지질은 비탈면 안정에 영향을 미치는 중요한 요소이다.**

깎기비탈면을 조성할 때 노출되는 암종과 풍화도는 비탈면 유지관리를 위해 지속적으로 주의 깊은 관찰이 요구되는 요소이다. 또한, 쌓기비탈면을 조성할 때 사용되는 재료인 암과 흙은 고유한 특성을 고려해서 선택해야 한다.

우리나라 지질에 대한 분포는 지질도를 통해 확인할 수 있으며, 행정구역과 일반국도 노선별 암종 분포 리스트는 “부록 3”에 수록되어 있다.




<그림 2.22> 우리나라 지질도

### 2.4.1 화성암

**화성암은 마그마가 지표로 나오거나, 지각 내에서 냉각·응고된 암석을 말한다.**

화성암은 암석화된 지점을 기준으로 화산암과 심성암으로 구분할 수 있다.

① 화산암

- 정의 : 마그마가 지표 또는 지하 얕은 곳에서 응고된 암석
- 조직 : 세립질[1)]
- 종류 : 현무암, 안산암, 유문암 등
- 특징 : 불규칙한 절리 발달이 특징으로 낙석, 소규모 붕괴 가능

② 심성암

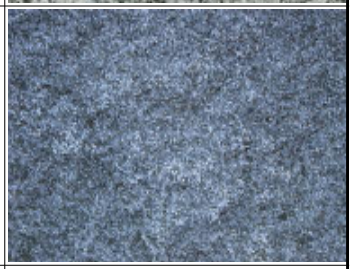
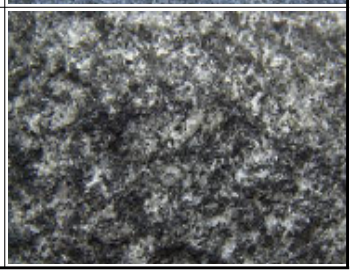
- 정의 : 마그마가 지하 심부에서 응고된 암석
- 조직 : 조립질[2)]
- 종류 : 화강암, 섬록암, 반려암 등



<그림 2.23> 화산암의 불규칙한 절리 양상

1) 세립질 : 마그마가 지표에 노출되면서 급격히 응고되어 암석의 결정이 작은 조직.
2) 조립질 : 마그마가 지각 내 천천히 응고되어 암석의 결정이 커진 조직.

<표 2.3> 대표적인 화성암의 구분

| 화성암 | | | |
|---|---|---|---|
| **분류** | **암석명** | **야외특징 및 구분방법** | **암석사진** |
| 화산암 | 현무암 | 암색 : 흑색, 회색<br>주요광물 : 감람석, 휘석, 사장석<br>특징 : 구멍이 많으며, 표면이 거침 |  |
| | 안산암 | 암색 : 흑색<br>주요광물 : 사장석, 휘석, 각섬석 |  |
| | 유문암 | 암색 : 흰색<br>주요광물 : 석영, 알칼리장석, 사장석<br>특징 : 일부 물결무늬 관찰 |  |
| 심성암 | 화강암 | 암색 : 유백색, 담홍색, 담회색<br>주요광물 : 장석, 석영, 운모<br>특징 : 층상절리 발달 |  |
| | 섬록암 | 암색 : 회색, 회녹색<br>주요광물 : 사장석, 각섬석, 휘석 |  |
| | 반려암 | 암색 : 녹색, 어두운색<br>주요광물 : 사장석, 휘석<br>특징 : 반짝거림 |  |

화성암에서 대표적인 암인 화강암의 특징은 다음과 같다.

① 풍화단계 : 괴상(초기) ⇒ 규칙적인 절리암반(중간) ⇒ 핵석, 풍화토(최종)

② 층상절리(sheeting joint)[3]에 의한 평면파괴 위험성 내포

③ 층상절리의 경사각이 40°이상인 경우 미끄럼 방지를 위한 대책공법 필요

④ 화강풍화토[4]는 흘러내림이나 붕괴 가능성을 고려한 대책공법 필요




<그림 2.24> 풍화단계별 화강암 양상



<그림 2.25> 층상절리



<그림 2.26> 화강풍화토 비탈면 붕괴

3) 층상절리(sheeting joint) : 압력이 제거되어 생기는 절리로 지표면에 평행하게 발달함.
4) 화강풍화토 : 빠른 물리적·화학적 풍화에 의해 생성된 것으로, "마사토"로도 불림.

### 2.4.2 퇴적암

**퇴적암은 물과 바람 등으로 운반된 광물이 지표의 낮은 압력과 낮은 온도 상태에서 퇴적작용을 거쳐 만들어진 암석을 말한다.**

퇴적암은 생성원인에 따라 쇄설성 퇴적암과 비쇄설성 퇴적암으로 구분할 수 있다.

① 쇄설성 퇴적암

- 정의 : 운반작용에 의해 만들어진 퇴적암

- 종류 : 셰일, 사암 역암 등

② 비쇄설성 퇴적암

- 정의 : 생물학적, 화학적 침전으로 만들어진 퇴적암

- 종류 : 석회암, 탄층, 석고 등

층리는 암석이 만들어질 때 구성입자들의 퇴적순서에 따라 층을 이루며 쌓이는 것을 말하며, 퇴적암을 구별할 수 있는 가장 큰 특징이다. 층리의 경사가 깎기비탈면의 경사보다 작고 암반의 내부마찰각보다 크면, 대규모 붕괴 가능성이 높다. 경사가 20°이하로 매우 완만한 층리면에서도 강우시 충전물질의 강도 감소로 붕괴가 발생하는 경우도 있다. 따라서 비탈면과 유사한 방향의 층리가 관찰되는 깎기비탈면은 유지관리에 주의가 요구된다.



<그림 2.27> 퇴적암 지대 층리 구조



<그림 2.28> 층리 방향 붕괴

<표 2.4> 대표적인 퇴적암의 구분

| 퇴적암 | | | |
|---|---|---|---|
| **분류** | **암석명** | **야외특징 및 구분방법** | **암석사진** |
| 쇄설성 퇴적암 | 셰일 | 퇴적물 : 점토<br>특징 : 쪼개짐 관찰 |  |
| | 이암 | 퇴적물 : 실트, 점토<br>촉감 : 부드러움<br>특징 : 무르고 잘 부서짐 |  |
| | 사암 | 퇴적물 : 모래<br>촉감 : 절리면이 비교적 까칠함<br>특징 : 층리발달 미약<br>세립질화강암과 조직 유사 |  |
| | 역암 | 퇴적물 : 자갈(역)<br>촉감 : 거칠지만 자갈(역)은 부드러움<br>특징 : 층리발달 미약 |  |
| 비쇄설성 퇴적암 | 석회암 | 암색 : 회색 우세<br>흰색~흑색 다양함<br>구성 : 탄산칼슘<br>특징 : 층리 조밀 발달 |  |
| | 탄층 | 암색 : 흑색<br>구성 : 석탄<br>특징 : 물에 취약 |  |

① 이암

- 풍화양상 : 표면이 알갱이로 잘게 부서지는 슬래킹(slaking)이 특징

- 특성 : 풍화가 진행되면서 물을 흡수하면 암이 팽창되면서 시멘트밀크처럼 흐르는 등 공학적으로 매우 취약함

- 주요 분포지역 : 경상북도 포항, 경주, 경상남도 울산 등지



<그림 2.29> 신선한 상태 이암



<그림 2.30> 풍화된 상태 이암

② 셰일

- 특성

: 풍화에 대한 저항성이 약하고, 쪼개짐이 우수하여 공학적으로 취약

: 다른 암과 교호될 경우 셰일 노출부분이 차별풍화로 먼저 약화되며 셰일 상부의 지지력 상실로 낙석 발생원인 제공

: 층리면의 방향에 따라 대규모 평면파괴 발생 가능성 있음

- 주요 분포지역 : 경상남(북)도 일대, 옥천대 지역



<그림 2.31> 셰일

③ 사암

- 특성

: 근접 관찰시 특별한 암조직은 없으며, 반투명 모래(석영) 알갱이로 구성되어 있어 햇빛에 광택을 발산

: 신선한 암은 암반강도가 강함

- 주요 분포지역 : 경상남(북)도, 전라북도, 강원도 일대



<그림 2.32> 사암

④ 역암

- 특성 : 자갈(역)과 바탕 암과의 차별풍화 현상으로 낙석 발생 가능성 있음

- 화산각력암과 구별 : 자갈(역)이 둥글게 마모



<그림 2.33> 역암

⑤ 석회암

- 특성

: 화학적 풍화에 취약하여 낙석이 쉽게 발생

: 단층과 습곡이 관찰되기도 함

: 대규모 붕괴로 인한 테일러스[5]가 형성되는 경우가 있음

: 용식작용[6]에 의한 공동(空洞, cave)이 존재하기도 하므로, 비탈면 조성시 주의해야 함

: 석회암이 풍화된 토사지반은 강도가 매우 약하여 붕괴 가능성이 높음

- 주요 분포지역 : 충청북도 제천, 단양, 강원도 영월, 삼척, 정선, 태백 등지



<그림 2.34> 붕괴 우려 석회암 지대



<그림 2.35> 석회암 내 단층

5) 테일러스 : 가파른 낭떠리지 밑이나 경사진 산허리에 고깔 모양으로 쌓인 돌 부스러기.
6) 용식작용 : 암석이 물에 의해 화학적으로 용해되는 작용.

⑥ 탄층

- 특징

: 우리나라에서는 사암이나 셰일 사이에서 교호로 분포하고 있음

: 수십cm ~ 수m 폭으로 노출 (우리나라 평균 : 1m 내외)

: 지하수와 접촉하게 되면 탄층의 강도가 감소되어 붕괴 가능성이 높아짐

- 주요 분포지역 : 강원도 태백, 충청북도 단양, 보은, 전라남도 화순 등지



<그림 2.36> 탄층 지반 붕괴 사례

### 2.4.3 변성암

**변성암은 기존 암석이 생성 당시와 다른 온도, 압력, 화학적 조건에서 새로운 광물조직으로 변한 암석을 말한다.**

변성암에서 엽리 유·무에 따라 크게 엽리상 변성암, 비엽리상 변성암으로 구분할 수 있다.

① 엽리상 변성암

- 정의 : 엽리가 관찰되는 변성암

- 종류 : 편마암, 편암, 천매암 등

② 비엽리상 변성암

- 정의 : 엽리가 관찰되지 않는 변성암

- 종류 : 규암, 혼펠스 등

변성암에서 관찰되는 엽리와 퇴적암에서 관찰되는 층리의 차이점은 다음과 같다.

**※ 엽리**

- 정의 : 압력을 받는 방향에 수직으로 생긴 판상의 가로줄 무늬

- 설명 : 두 종 이상의 광물들이 교대로 늘어선 변성암의 조직

**※ 층리**

- 정의 : 퇴적물이 층상으로 쌓여 만들어진 평행한 구조

- 설명 : 퇴적물이 쌓이게 되면 무게에 의해 암석화가 진행되며, 퇴적층 사이에서 화석이 관찰되기도 함

<표 2.5> 대표적인 변성암의 구분

| 변성암 | | | |
|---|---|---|---|
| **분류** | **암석명** | **야외특징 및 구분방법** | **암석사진** |
| 엽리상 변성암 | 편마암 | 특징 : 광물조직은 화강암과 유사<br>밝은 띠와 어두운 띠가 반복 |  |
| | 편암 | 특징 : 편마암과 엽리 형태 유사<br>조직의 육안관찰이 어려움 |  |
| | 천매암 | 특징 : 쪼개짐이 우세함 |  |
| 비엽리상 변성암 | 규암 | 특징 : 암석강도가 매우 강함<br>석영입자가 치밀, 견고함 |  |
| | 혼펠스 | 특징 : 모자이크 형태로 입자 배열 |  |

① 편마암

- 특징 : 입도가 큰 두 종류 이상의 광물들이 층을 이루고 있음

- 화강편마암 : 화강암과 혼돈되기 쉬우며, 엽리가 관찰됨

- 호상편마암 : 밝은 띠와 어두운 띠가 층을 이루며 나타남

  풍화가 진행되면 어두운 띠가 상대적으로 약대가 됨

- 안구상편마암 : 눈알 모양의 문양이 관찰됨

- 반상변정질편마암 : 어두운 바탕에 정방형의 밝은색 광물이 관찰



<그림 2.37> 화강편마암



<그림 2.38> 호상편마암



<그림 2.39> 안구상편마암



<그림 2.40> 반상변정질편마암

② 편암

- 특징

: 편마암보다 작은 광물 결정들로 구성되며, 편리[7] 존재

: 편리는 쪼개짐이 우세하므로 방향성에 따라 대규모 붕괴 가능성 있음



<그림 2.41> 도로방향의 편리 발달



<그림 2.42> 편암비탈면 붕괴

③ 천매암

- 얇은 박편으로 쪼개지는 이암의 변성암

- 특징 : 서로 다른 얇은 층이 평행하게 발달하는 박리 존재



<그림 2.43> 도로방향의 박리 발달

7) 편리 : 변성작용에 의해 생긴 면구조로, 면을 따라 암석이 쉽게 벗겨짐. 판상광물이 편리를 따라 배열되는 것이 특징임.

④ 규암

- 사암이 변성작용을 받아서 생성된 암석

- 특징 : 대부분 석영으로 구성되어 매우 단단함.



<그림 2.44> 판상절리

⑤ 혼펠스

- 입자 크기가 작고, 엽리가 없는 접촉변성암

- 유래 : 부서지는 면이 마치 모난 뿔과 유사하다고 지어진 암석

- 특징 : 균일하고 세립인 입자들이 방향성 없이 모자이크 상태로 노출



<그림 2.45> 혼펠스

### 2.4.4 풍화등급

풍화등급은 지반의 개략적인 공학적 특성을 표현해주며 비탈면 거동을 지배하는 주요 요소이다. 그러나 암반의 풍화등급은 조사자의 주관에 따라 등급판정에 차이가 날 수 있으므로 주의가 요구된다.

<표 2.6> 암반의 풍화정도(계속)

<table>
<tr><th>풍화등급</th><th>기호</th><th>지반분류</th><th>특 징</th></tr>
<tr><td>신선<br>fresh</td><td>F.</td><td>암반</td><td>- 광물입자들이 광택을 냄<br>- 절리가 이물질에 의해 착색되어 있지 않음<br>- 지질햄머로 타격하면 쇳소리가 남<br>- 슈미트햄머 반발값 : 59~62</td></tr>
<tr><td colspan="3">원 경</td><td>근 경</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td><td></td></tr>
<tr><td>약간풍화<br>slightly weathered</td><td>S.W.</td><td>암반</td><td>- 암석이 전체적으로 신선한 편이나 절리를 따라 착색되었거나 변색된 흔적이 있음<br>- 암석을 깨뜨리면 깨끗한 파괴면을 볼 수 있고 지질햄머로 타격하면 쇳소리가 남<br>- 슈미트햄머 반발값 : 51~56</td></tr>
<tr><td colspan="3">원 경</td><td>근 경</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td><td></td></tr>
</table>

<표 2.6> 암반의 풍화정도(계속)

<table>
<tr><th>풍화등급</th><th>기호</th><th>지반분류</th><th>특 징</th></tr>
<tr><td>보통풍화<br>moderately weathered</td><td>M.W.</td><td>암반</td><td>- 암석의 일부분이 변색되고 풍화흔적이 있음<br>- 장석질의 색이 변색되어 있음<br>- 지질햄머로 타격하면 무딘 소리가 남<br>- 슈미트햄머 반발값 : 37~48</td></tr>
<tr><td colspan="3">원 경</td><td>근 경</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td><td></td></tr>
<tr><td>심한풍화<br>highly weathered</td><td>H.W.</td><td>암반</td><td>- 구성광물들이 변색되거나 착색되어 있음<br>- 암구조가 뚜렷하며 강도에 있어 매우 약하나, 강도가 강한 암편이 약간 남아 있음<br>- 대부분의 장석질이 고령토화 됨<br>- 슈미트햄머 반발값 : 12~21</td></tr>
<tr><td colspan="3">원 경</td><td>근 경</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td><td></td></tr>
</table>

<표 2.6> 암반의 풍화정도

<table>
<tr><th>풍화등급</th><th>기호</th><th>지반분류</th><th>특 징</th></tr>
<tr><td>완전풍화<br>completely weathered</td><td>C.W.</td><td>토사</td><td>- 암석이 흙으로 변해 있음<br>- 암구조가 아직 남아 있으며 암편이 산재 되어 있음<br>- 슈미트햄머시험 불가</td></tr>
<tr><td colspan="3">원 경</td><td>근 경</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td><td></td></tr>
<tr><td>풍화잔류토<br>residual soil</td><td>R.S.</td><td>토사</td><td>- 암석이 흙으로 변해 있음<br>- 암구조를 가지고 있지 않음<br>- 슈미트햄머시험 불가</td></tr>
<tr><td colspan="3">원 경</td><td>근 경</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td><td></td></tr>
</table>

# 제 3 장

# 붕괴유형 및 요인

## 3.1 개요

**자연비탈면에서 토사나 암석이 무너져 내리는 현상을 “산사태”라고 하며, 인공비탈면에서 토사나 암석이 무너져 내리는 현상은 “도로비탈면 붕괴”라고 표현한다.**

자연비탈면에서 발생하는 변형과 건설공사를 통해 형성된 도로비탈면에서 발생하는 변형을 총칭하여 낙석이나 산사태라는 말들이 주로 사용되어 왔다. 본 매뉴얼에서는 자연비탈면에서 토사나 암석이 대규모로 무너져 내리는 현상을 “산사태”로, 인공비탈면에서 토사나 암석이 대규모로 무너져 내리는 현상을 “도로비탈면 붕괴”로 구분하고 이에 대하여 다음과 같이 정의하였다.

“산사태”는 구성지반의 특성과 비탈면의 기하형상, 외부수리조건 등의 복합적인 요인으로 산악지형의 자연비탈면에서 주로 발생되며, “도로비탈면 붕괴”는 비탈면의 깎기부 및 쌓기부에서 발생하거나 깎기비탈면과 근접한 상부자연비탈면에서 복합적으로 발생하여 그 피해가 깎기비탈면 및 그 하부에 위치한 도로 등의 시설물에 직접적으로 영향을 미치는 현상으로 정의한다.

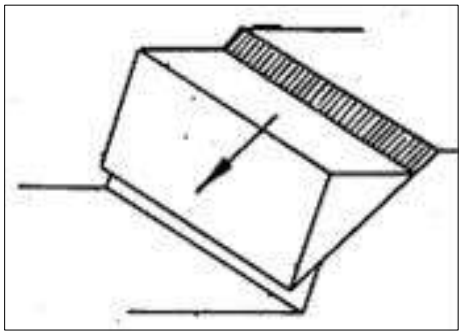
## 3.2 붕괴유형의 분류

**비탈면의 붕괴 형태는 암비탈면의 경우 평면파괴, 쐐기파괴, 전도파괴 등으로, 흙비탈면의 경우 원호파괴, 표층유실, 세굴 등으로 분류되며, 혼합비탈면의 경우 이들의 복합적인 붕괴 형태를 갖는다.**

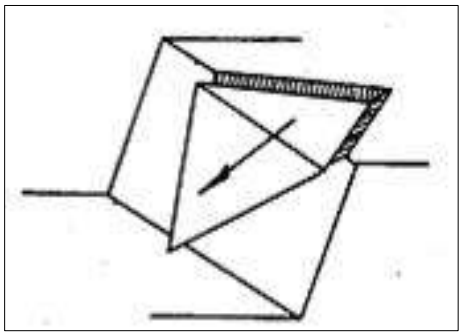
유지관리 측면에서 비탈면의 붕괴 발생현황을 객관적으로 파악하는 것은 매우 중요한 일이다. 현재 가장 널리 사용되고 있는 붕괴형태의 분류 방법은 'Hoek & Bray(1981)의 암비탈면 파괴유형 분류법'으로 암비탈면을 대상으로 4가지의 파괴유형을 제시하고 있다. 그 외 널리 사용되고 이는 분류법으로는 'Varnes(1978)의 분류법', '일본토질공학회(1989)의 분류법' 등이 있으며, 주로 흙비탈면의 붕괴 형태를 규정하는 참고자료로 활용되고 있다.

### 3.2.1 Hoek & Bray의 암비탈면 파괴유형 분류

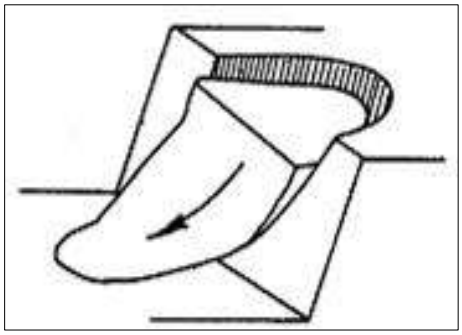
Hoek & Bray(1981)는 암비탈면의 파괴 활동면의 형상에 따라 평면파괴(planar failure), 쐐기파괴(wedge failure), 원호파괴(circular failure) 및 전도파괴(toppling failure)의 4가지 파괴 유형을 제시하였다. Hoek & Bray(1981)의 분류는 암비탈면의 파괴유형을 분류하는 데 가장 널리 사용하는 방식이다. 이 중에서 평면파괴, 쐐기파괴 및 원호파괴는 연장성이 뚜렷한 하나 또는 두 개의 불연속면을 따라 미끄러짐이 발생하는 것으로, 불연속면의 길이와 간격, 그리고 상호간의 교차 형태에 따라 복잡한 활동면을 갖기도 한다.



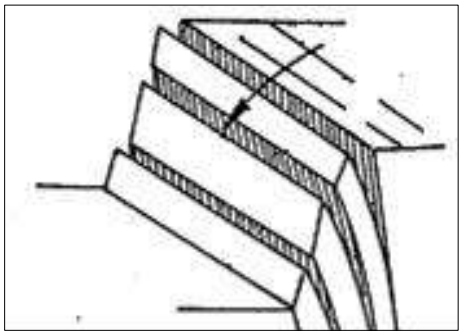

<평면파괴>




<쐐기파괴>




<원호파괴>




<전도파괴>

<그림 3.1> 암비탈면 파괴유형

### 3.2.2 'Varnes(1978)의 분류법' & '일본토질공학회 분류법'

Varnes(1978)는 흙비탈면이 이동하는 형태, 속도 등 동역학적 메커니즘에 따라 비탈면 붕괴를 구분하고 지반공학적 관점에서 비탈면 붕괴 활동을 낙하, 전도, 활동, 퍼짐 및 유동 등으로 분류하였으며, 이러한 활동 형태가 2개 이상 겹치는 것을 복합 활동으로 구분하였다.

<표 3.1> Varnes(1978)의 흙깎기비탈면 붕괴 유형 분류

| 운동형태 | | 물질의 형태 | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 기반암 | | 공학적 토사 | |
| | | | | 조립질 | 세립질 |
| 낙 하 | | 낙반 | | 낙석 | 토사 낙하 |
| 전 도 | | 암반 붕락 | | 토석 전도 | 토사 전도 |
| 활 동 | 회전 활동 | 소규모 | 암반 붕락<br>암반 | 토석 붕락<br>토석 | 토사 붕락<br>토사 |
| | 병진 활동 | 대규모 | 블록 활동<br>암반 활동 | 블록 활동<br>토석 활동 | 블록 활동<br>토사 활동 |
| 퍼 짐 | | 암반 퍼짐 | | 토석 퍼짐 | 토사 퍼짐 |
| 유 동 | | 암반 흐름<br>(깊은 포행) | | 토석 흐름 | 토사 흐름<br>(토사 포행) |
| 복 합 | | 두 가지 이상의 붕괴 원리 조합 | | | |

비교적 얕은 심도를 가지는 흙비탈면 파괴를 일본토질공학회(1989)에서는 파괴의 심도를 기준으로 유형을 구분하였다. 얕은 비탈면의 붕괴는 심도 및 원인에 따라서 침식(erosion), 표면붕락(surface fall), 얕은 활동(shallow slide), 중간 깊이 활동(medium depth slide) 및 깊은 활동(deep slide)으로 분류된다.

<표 3.2> 일본토질공학회 흙비탈면 파괴 심도에 따른 파괴 유형 분류

| 파괴 유형 | 특 징 |
|---|---|
| 침식<br>(erosion) | 유수에 의한 비탈면 표면의 침식 |
| 표면 붕락<br>(surface fall) | 식생의 뿌리를 포함한 표면 붕락 |
| 얕은 활동<br>(shallow slide) | 1 m 정도의 두께를 가지는 표면 활동 파괴 |
| 중간 깊이 활동<br>(medium depth slide) | 1 m 이상의 두께를 가지는 중간 깊이의 활동파괴 |
| 깊은 활동<br>(deep slide) | 비탈면 배후의 지반으로부터 발생하는 깊은 활동파괴 |

## 3.3 붕괴사례

**우리나라의 대표적인 비탈면 붕괴사례는 낙석과 평면파괴, 쐐기파괴 등의 암비탈면 붕괴, 표층유실 및 세굴 등과 같은 흙비탈면 붕괴로 나타난다.**

### 3.3.1 낙석

낙석은 암반 내 불연속면(절리, 편리, 층리 등의 갈라진 틈)이 이완되어 암편이 모암(母巖)으로부터 분리되어 낙하하는 현상으로 규모면에서 암편을 셀 수 있을 정도의 소량인 것을 의미한다. 일반적으로 낙석의 규모가 커지면 암비탈면의 붕괴와 구별하기 어려우며, 암반과 낙석 사이에는 전단변형이 거의 없는 것이 특징이다.

낙석의 발생현황을 기록할 때에는 낙석의 평균크기, 최대크기를 기록하는 것이 중요하며, 낙석의 양도 함께 기록하여야 한다. 낙석이 발생되는 비탈면은 낙석방지망을 이용하여 낙석을 하부로 유도하거나 낙석방지옹벽이나 낙석방지울타리 등을 이용하여 발생낙석이 도로에 침입하지 않도록 하여야 한다.

#### 가. 시공불량 및 발파균열에 의한 낙석

도로개설시 깎기부의 법면처리 미흡 등으로 인한 시공불량이나 과발파로 인하여 깎기부에 남아 있던 이완암이 낙석으로 발생되는 경우이며, 가장 흔한 낙석 발생의 형태이다.



<시공불량으로 인한 이완암>



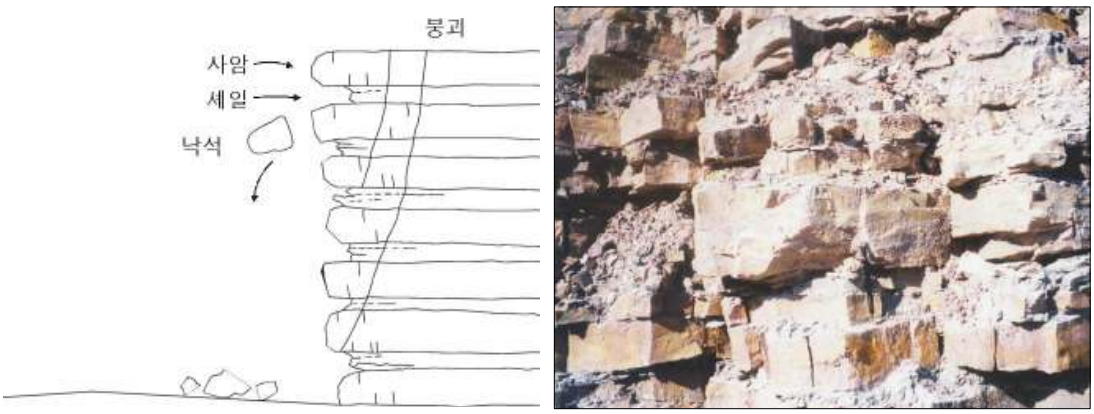
<과발파흔적>

<그림 3.2> 낙석위험블록

**나. 퇴적암의 차별풍화에 의한 낙석**

사암과 셰일층이 교호하는 지반으로 구성된 비탈면에서는 셰일층의 낮은 풍화 저항력으로 차별풍화 현상이 발생된다. 차별풍화로 셰일층의 강도가 저하되고 침식되어 사암층의 하부지지력을 상실시키고 이에 따라 낙석이나 암반붕괴가 발생된다.

이러한 비탈면 활동파괴에 대한 안정성 위해서 경사를 완화하여 안정적인 경사도를 확보하는 것이 중요하고, 향후 차별풍화로 인한 깎기부의 법면 불량 상태를 방지하기 위하여 면정리와 비탈면 녹화, 콘크리트 뿜어붙이기, 낙석방지망 등을 시공하여 추가적인 풍화나 침식을 방지함으로서 낙석이 더 이상 발생되지 않도록 관리하는 것이 중요하다.



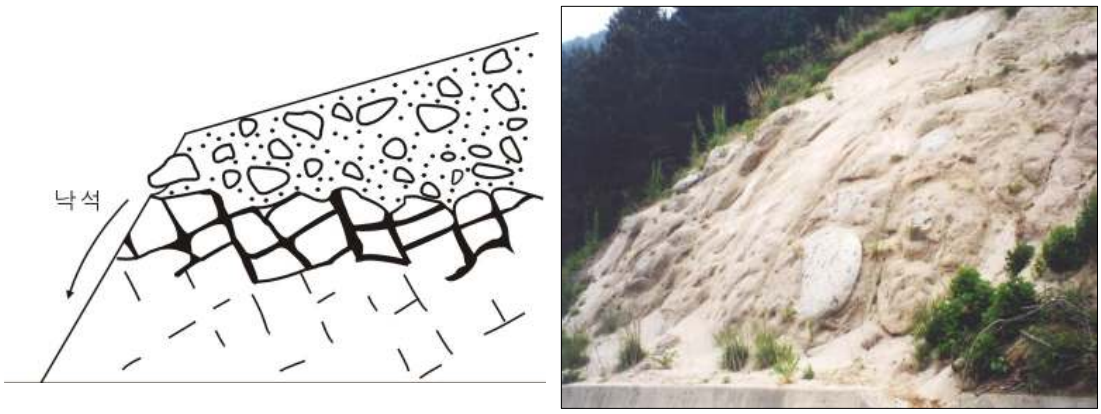

<낙석 모식도> <셰일과 사암 교호층>

<그림 3.3> 퇴적암의 차별풍화에 의한 낙석

### 다. 붕적층이나 화강암, 변성암에서의 핵석지반에 의한 낙석

붕적층[8]과 핵석지반[9]의 공통점은 토사와 암이 혼재되어 분포되어 있다는 점은 공통점이지만, 붕적층은 구성 물질이 이동한 것이며, 핵석지반은 구성물질의 이동이 없다는 것에 차이점이 있다. 이러한 지반들은 토사 내의 암이 지표수나 지하수의 토사 세굴 작용에 의해 하부지지력이 상실되면서 낙석을 일으키는 위험성을 내포하고 있다.

이러한 지반의 안정적인 관리를 위해서는 암괴의 노출정도나 전체적인 핵석의 규모를 조사하여 판단하되, 대규모 핵석은 노출 부위를 무리하게 제거하지 말고 기대기식옹벽 등을 활용하여 하부를 보강하거나 특수망 등을 이용하여 원지반과 봉합하는 방안을 검토하여야 한다. 또한, 비탈면 내 지표수 유입으로 표층이 유실되어 지지력이 상실되지 않도록 산마루배수구나 소단배수구 등의 배수시설을 설치하는 것이 좋다.




<낙석 모식도> <핵석지반>

<그림 3.4> 핵석지반에 의한 낙석

8) 붕적층 : 지형·지질적인 요인에 의해 바위나 암편이 중력 이동하여 토사와 혼합되어 있는 지반.
9) 핵석지반 : 신선했던 암반의 풍화진행으로 구성요소의 이동 없이 일부는 완전풍화되어 토사화되고 일부는 바위형태로 남아 혼재되어 있는 지반.

### 라. 상부자연비탈면의 뜬돌

상부자연비탈면에 분포하는 낙석위험블럭이 지표수의 세굴작용으로 지지력이 상실되면 비탈면 하부로 급격히 낙하하여 피해를 주는 경우가 있다. 상부자연비탈면에 있는 낙석위험블럭은 식생피복 등으로 사전에 알기가 어려우므로 조사자는 각별히 주의해야 된다.

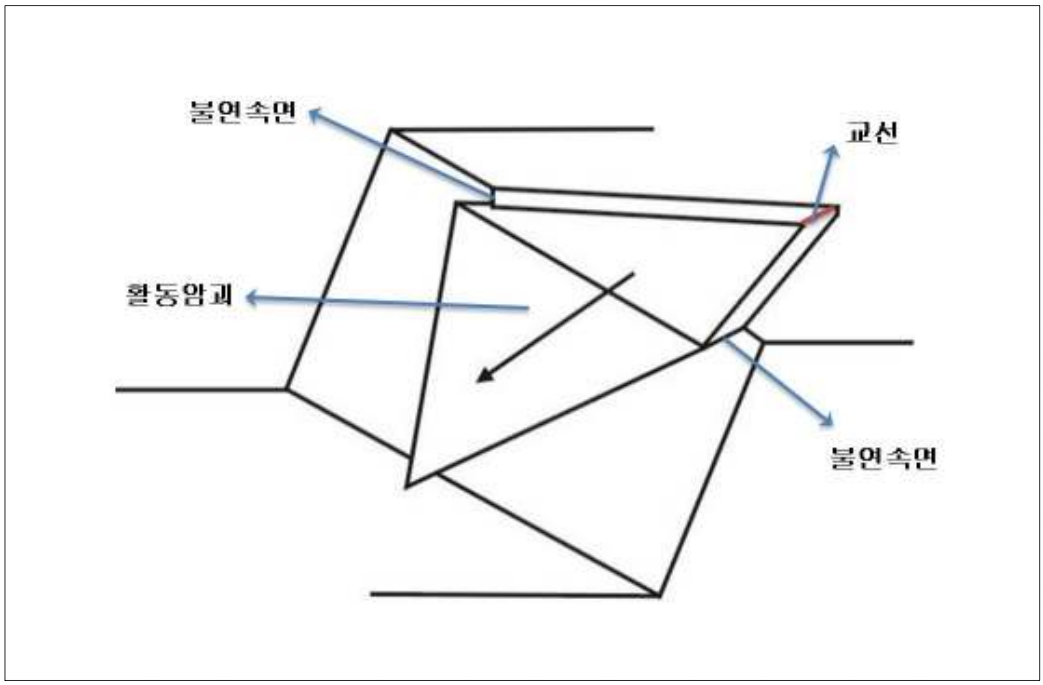
상부자연비탈면에 존재하는 토석은 식생으로 쉽게 제거하기 힘든 것이 사실이다. 따라서, 포켓식 낙석방지망을 비탈면 경계에 설치하여 낙석 발생시 방지망 내로 포획되게 하거나 비탈면 경계부를 따라 울타리를 설치하여 낙석이 도로에 유입되는 것을 미리 막는 방안 등을 통해 유지관리를 수행하는 것이 중요하다.



<그림 3.5> 상부자연비탈면에 존재하는 낙석위험블록

### 3.3.2 쐐기파괴

쐐기파괴는 두 불연속면으로 이루어진 블록이 비탈면 경사방향을 따라 미끄러지는 파괴 형태를 말한다. 이러한 파괴는 두 불연속면이 비탈면을 비스듬히 가로질러 존재하고 두 불연속면의 교선이 비탈면 방향과 일치할 때 일어나는 파괴 형상이며, 이들 불연속면 위에 놓여 있는 쐐기형 암반이 아래로 미끄러지는 형태로 붕괴되게 된다.




<그림 3.6> 쐐기파괴 모식도

### 가. 퇴적암에서의 쐐기파괴

경상도 지방의 일부 퇴적암은 층리[10]면과 이에 거의 수직인 두 방향의 절리가 발달하기도 한다. 층리면이 비탈면 배면으로 기울어지면 두 방향의 수직절리는 쐐기파괴를 일으킨다. 또한, 층리면이 급한 경우에는 층리면과 한 방향의 수직절리의 조합으로 쐐기파괴가 발생될 수 있다.



<그림 3.7> 퇴적암에서의 쐐기파괴

### 나. 변성암에서의 쐐기파괴

변성암에 발달된 엽리[11]면과 한방향의 절리가 조합될 경우 또는 두 방향의 절리가 있으면 쐐기파괴가 발생된다.



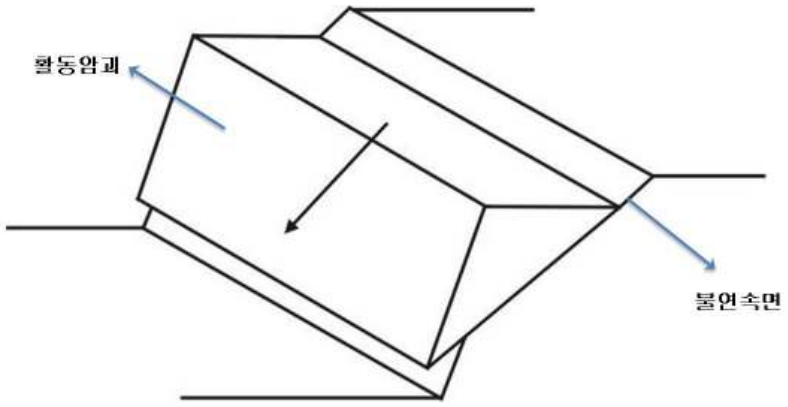
<그림 3.8> 변성암에서의 쐐기파괴

10) 층리 : 퇴적암 생성당시 물질의 퇴적순서에 따라 이루어진 층구조.
11) 엽리 : 변성암에서 광물들이 일정방향으로 배열되거나 재결정되어져 특정한 방향성을 갖는 구조

### 3.3.3 평면파괴

비탈면 방향과 같은 방향의 불연속면을 따라 미끄러짐이 발생되는 파괴를 평면파괴라 한다. 중력의 작용으로 암괴가 평면파괴를 일으키는 경우 단일면 상의 암괴는 취약면의 경사방향을 따라 이동하게 된다.

비탈면 전문가들은 평면파괴를 쐐기파괴의 특수한 경우로 다루기도 한다. 평면파괴는 주로 퇴적암이나 변성암과 같이 질서 정연한 지질구조를 가지는 암반에서 발견되며, 화강암과 같은 암석에서도 층상절리가 발달하는 경우 평면파괴가 유발되기도 한다. 평면파괴는 <그림 3.9>와 같이 단순화시켜 표현할 수 있다.




<그림 3.9> 평면파괴 모식도

### 가. 퇴적암에서의 평면파괴

퇴적암의 층리면은 연장성이 매우 우수하므로 층리면의 경사가 비탈면방향에 불리하게 분포하는 경우 넓은 영역에 걸쳐 대규모의 평면파괴를 일으킨다. <그림 3.10>의 오른쪽 사진은 평면파괴 발생 후, 층리면을 따라 "깎기"를 수행하여 비탈면을 안정시킨 사례이다.



<석회암의 평면파괴>



<경상계퇴적층의 평면파괴>

<그림 3.10> 퇴적암에서의 평면파괴

### 나. 변성암에서의 평면파괴

변성암은 엽리를 비롯하여 여러 가지의 면구조를 암석 내 포함하고 있으며, 이들이 규칙적으로 발달하는 경우 암반의 거동을 지배하는 불연속면으로 작용할 수 있다. 주로 규암, 편암, 편마암, 천매암, 점판암 등에서 발생하며 야외에서 이들 암석이 관찰될 경우 불연속면과 비탈면 방향과의 상관성에 의한 불안정성을 고려하여 대책을 강구해야 한다.



<천매암의 평면파괴>



<편암의 평면파괴>

<그림 3.11> 변성암에서의 평면파괴

**다. 화강암에서의 평면파괴**

화강암에서 나타나는 층상절리는 도로 방향으로 기울어져 나타나는 경우가 많으므로 평면파괴의 가능성이 크다. <그림 3.12>은 경상남도 가지산 일대 국도 24호선 화강암 분포지에서 나타나는 평면파괴의 사례이며, 깎기부에 나타나는 층상절리를 따라 지속적으로 낙석이 발생되고 있는 형태를 가진다.



<그림 3.12> 화강암에서의 평면파괴

## 3.3.4 전도파괴

전도파괴(toppling failure)는 암주나 암석 블록들이 고정된 어떤 기준점에 대해 회전하면서 파괴되는 양상을 말한다. 전도파괴의 종류에는 굴곡 전도파괴(flexural toppling), 블록 전도파괴(block toppling), 복합 전도파괴(block-flexure toppling) 등이 있다.

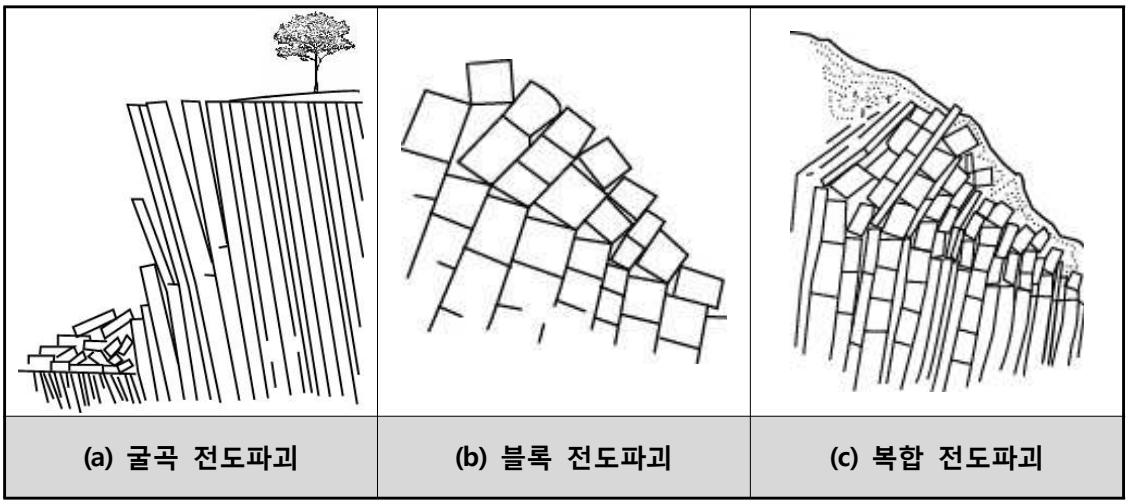
굴곡 전도파괴는 급경사의 불연속면으로 분리되어 있는 연속적인 암주들이 전방으로 구부러지면서 굴곡되어 붕괴되는 것을 말한다. 굴곡 전도파괴는 비탈면 하단의 미끄러짐, 침식 또는 세굴 등으로 시작되며, 암반 내에 깊고 넓은 인장균열을 형성하면서 후방의 암반 내부로 전파된다. 비탈면의 하부는 방향성과 규칙성이 없는 암괴들로 덮이게 된다.

블록 전도파괴는 경암의 각 암주들이 간격이 넓고 블록형태로 분리되었을 때 발생한다. 비탈면 하단을 형성하는 짧은 암주들은 배후에 있는 긴 암주들이 전복하면서 생기는 하중 때문에 앞으로 밀리게 되며 비탈면 하단의 이러한 미끄러짐은 더 많은 전도파괴가 비탈면 상부로 전파되게 한다.

복합 전도파괴는 수많은 교차 절리로 분리된 긴 암주들을 따라서 일어나는 반연속적인 굴곡으로 특징지어진다. 연속적인 암주들의 굴곡 파괴로 굴곡 전도파괴가 발생하는 반면, 복합 전도파괴는 암주의 교차 절리에 축적되는 변위가 원인이 된다. 이러한 형태의 전도파괴에는 작은 이동들이 수없이 많이 발생하기 때문에 굴곡 전도파괴보다는 인장균열이 적게 존재하며, 블록 전도파괴보다는 가장자리와 면의 접촉 및 공극이 적다.



<그림 3.13> 전도파괴




<그림 3.14> 전도파괴 종류

### 3.3.5 하부암이탈

하부암이탈은 비탈면의 끝단(toe)이 세굴이나 침식, 낙석 발생으로 빠져 있는 현상을 말하며, 지지력 상실로 상부 지반의 연쇄적인 탈락을 발생시킬 수 있다. 이러한 하부암이탈은 퇴적암 지역에서 빈번히 관찰되며, 공사 중 무리한 인공 굴착에 나타나기도 한다.

하부암이탈이 발생된 비탈면은 계단식옹벽이나 버트리스와 같은 기대기옹벽 등을 적용하여 비탈면 끝단 하부를 채워 추가적인 붕괴에 대비하도록 하는 것이 좋다.



<그림 3.15> 하부암이탈

### 3.3.6 활동파괴

연속체적 거동에 따른 붕괴양상을 활동파괴라고 하며, 흙비탈면에서 발생하는 원호파괴를 포함한다. 활동파괴는 전형적인 활동면 형상을 가지는 블록파괴(쐐기, 평면, 전도파괴)와 다르게 다양한 활동면의 형상을 가지는 붕괴를 총칭한다.

활동면의 위치에 따라 비탈면내형, 비탈면경계형, 선단형, 저부형으로 구분하며, 활동면 형상에 따라 원호형, 직선형, 복합형으로 나눈다.



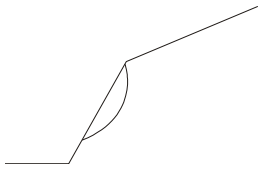
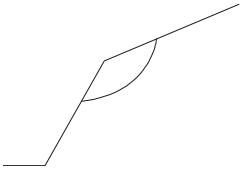
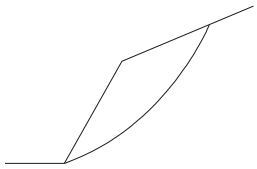
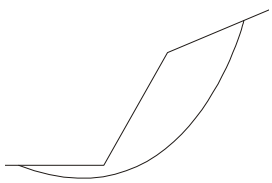
<흙비탈면 활동파괴>



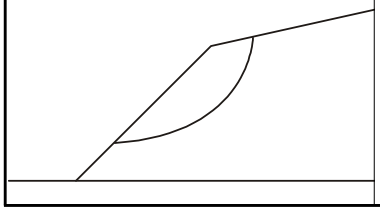
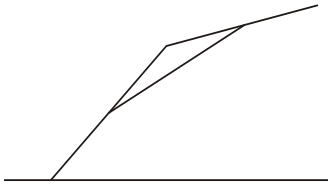
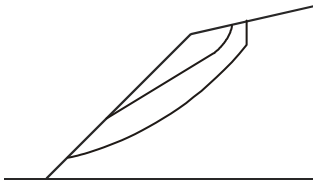
<혼합비탈면 활동파괴>

<그림 3.16> 활동파괴

<표 3.3> 활동면 위치에 따른 활동파괴의 분류

| 비탈면내형 | 비탈면경계형 | 선단형 | 저부형 |
|---|---|---|---|
|  |  |  |  |

<표 3.4> 활동면 형상에 따른 활동파괴의 분류

| 원호형 | 직선형 | 복합형 |
|---|---|---|
|  |  |  |

### 3.3.7 얕은파괴

#### 가. 침식

침식작용은 보통 용식[12]과 세굴로 나뉘는데 비탈면 표면에서 관찰되는 것은 주로 세굴이다. 우수가 편평한 비탈면을 이동하면서 발생되는 소규모의 침식을 우류침식이라 하며, 집중적인 대규모 세굴이 발생되면 이를 우열(gully)이라 한다.



<우류침식> <우열>

<그림 3.17> 우수에 의한 얕은 침식

#### 나. 표층유실

표층유실은 자연적인 풍화나 우수에 의해 지반이 넓게 벗겨지는 작용을 말한다.



<풍화에 의한 표층유실> <우수에 의한 표층유실>

<그림 3.18> 우수에 의한 표층유실

12) 용식 : 물이 암석을 화학적으로 용해하는 작용, 석회암 지형에서 주로 발생.

### 3.3.8 붕괴사례

상기 열거된 각 붕괴유형에 대한 예로 실제 일반국도변에서 발생한 도로비탈면 붕괴사례를 유형별로 정리하였다. 붕괴사례는 총 10개소를 선정하다.

① 대규모 비탈면 붕괴사례 2개소

② 암비탈면 붕괴사례 2개소

③ 흙비탈면 붕괴사례 1개소

④ 혼합비탈면 붕괴사례 3개소

⑤ 산사태 붕괴사례 2개소 등

상기 현장 각각의 사례에 대하여 비탈면 규모, 전경사진, 현황도와 함께 붕괴개요 및 붕괴원인을 요약하여 제시하고, 비탈면 세부사진도 함께 나타냈다. 또한 비탈면의 잠재적인 위험요인의 제시와 더불어 안정성 해석 수행 결과를 요약하였으며, 제시된 대책공법안과 선정 사유를 명기하였다.

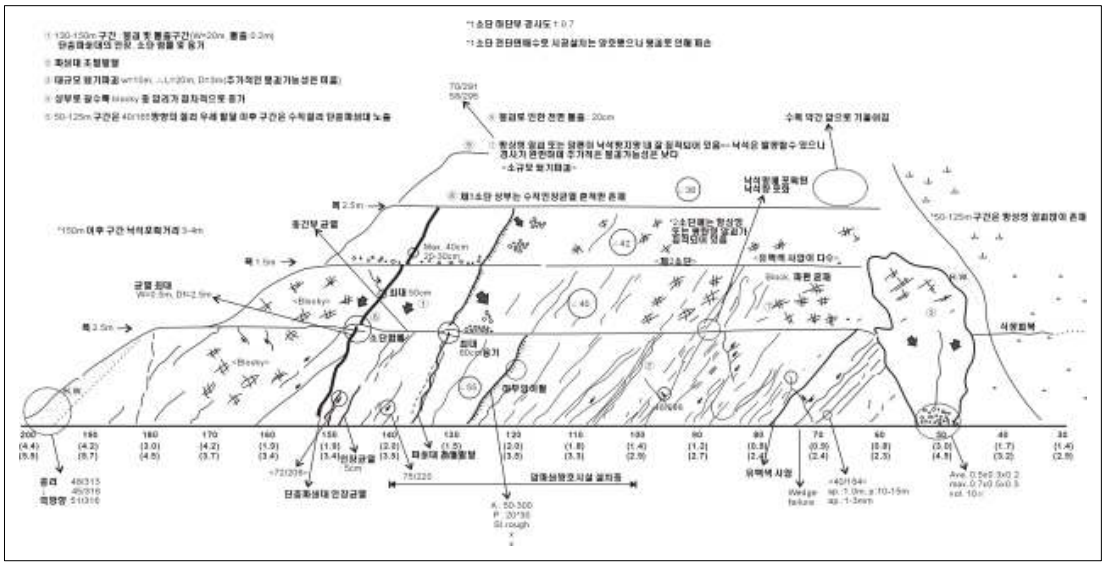
| 붕괴유형 1 : 대규모 도로비탈면 붕괴 사례 1 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **연장** | 200m | **최대 높이** | 60m | **비탈면 경사** | 50° | **상부자연 비탈면 경사** | -12° |

**비탈면 전경**



| **소단수** | 6소단 | **평균 이격거리** | 1.5m | **구성암석** | 응회암 | **풍화등급** | 약간풍화 ~심한풍화 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **시공현황** | 낙석방지울타리, 낙석방지망, L형측구 | | | | | | |

**비탈면 현황도**



**붕괴 개요**

▶ 쐐기파괴 : 45~60m 구간
▶ 단층파쇄대 확장으로 인한 인장균열 이완 및 압축 : 120~150m 구간
▶ 제1소단 전단면 배수로 함몰
▶ 붕괴부 중심 전방 20cm 돌출

**붕괴 발생 원인**

▶ 불연속면 방향 쐐기파괴 유발 가능 발달 방향
▶ 단층 내 충진된 두께 3~10cm 단층점토 우기시 팽윤 현상
▶ 단층파쇄대에 의한 블록슬라이딩과 지표수의 유입에 따른 간극수압 상승

## 비탈면 세부사진



단층파쇄대



인장균열 확장(1)



인장균열 확장(2)



인장균열 확장(3)



압축붕괴



소단배수구 붕괴



전단면배수로 함몰



쐐기파괴

## 비탈면 위험 잠재 요인

▶ 붕괴 구간 이외에도 단층파쇄대 존재 : 추가 붕괴 확장 가능성 잠재

▶ 풍화도가 높은 상부자연 비탈면으로 유수 유입시 지반 약화 우려됨

## 안정성 해석

### 안정성 해석 수행 개요

▶ RMR : 61점, III(Fair)등급

▶ SMR : 52점, III(Fair)등급

▶ SMR 평가 결과

- 건전도 : 부분적으로 안정한 상태
- 소규모 평면 및 쐐기파괴 가능성

▶ 안정성 해석 수행 지반강도 정수

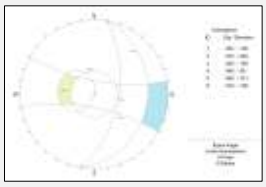
- 점착력 : 1t/㎡
- 내부마찰각 : 35°

▶ 사용프로그램

- DIPS(불연속면 안정성 평가)
- RocPlane(평면파괴 한계평형해석)



쐐기파괴 불안정



평면파괴 불안정



안전율 : 0.94(≤1.2)

## 대책공법안

▶ 붕괴부 그라우팅+소단배수구

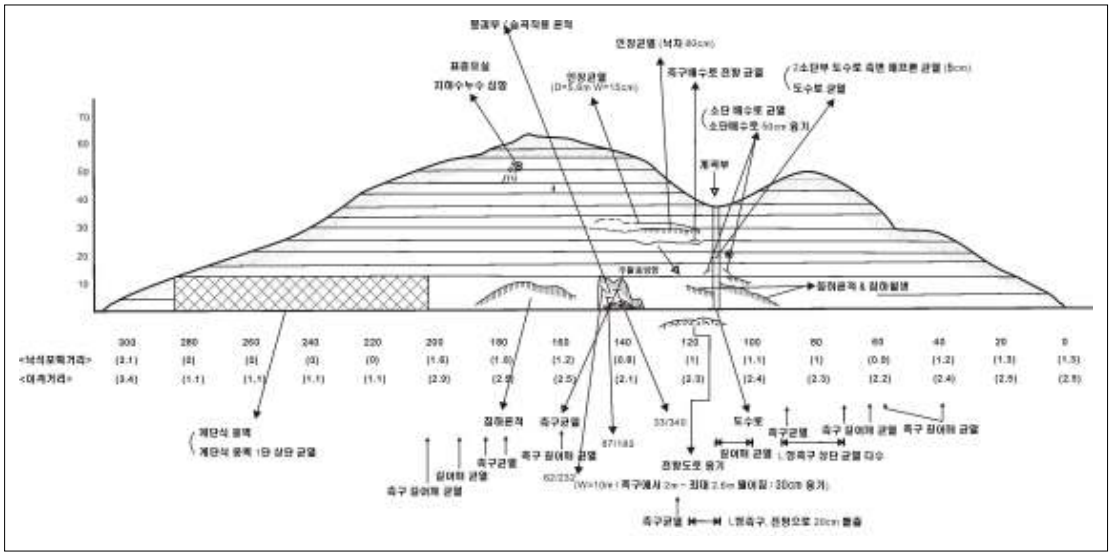
- 추가 인장균열 발달 방지
- 소단부 안정성 확보

▶ 계단식화단옹벽+앵커

- 붕괴위험구간 중심 적용

▶ 수평배수공

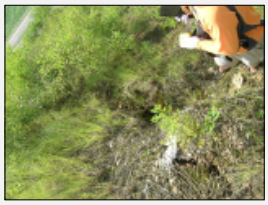
- 인장균열부 유수침투시 배수효과

| 붕괴유형 2 : 대규모 도로비탈면 붕괴 사례 2 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **연장** | 308m | **최대 높이** | 63m | **비탈면 경사** | 42° | **상부자연 비탈면 경사** | 12° |
| **비탈면 전경** | | | | | | | |
|  | | | | | | | |
| **소단수** | 12소단 | **평균 이격거리** | 2.2m | **구성암석** | 편마암 | **풍화등급** | 보통풍화 ~심한풍화 |
| **시공현황** | 비탈면녹화, 계단식옹벽, L형측구, 소단배수구, 종배수구 | | | | | | |
| **비탈면 현황도** | | | | | | | |
|  | | | | | | | |
| **붕괴 개요** | | | | | | | |
| ▶ 평면파괴 : 90~150m 구간<br>▶ 도로 방향을 향하는 불연속면(엽리)의 발달 우세<br>▶ 흙깎기 비탈면 32m 높이에서부터 장기적인 활동 야기<br>▶ 도로부 융기 발생 : 조사시점 현재(2007.8) 도로면에서 30cm 정도 융기 발생 | | | | | | | |
| **붕괴 발생 원인** | | | | | | | |
| ▶ 평면파괴 유발 가능한 도로 방향을 향하는 불연속면(엽리) 발달<br>▶ 장기 활동부의 중심에 계곡부 위치<br>▶ 계곡부 일대로 강우 등에 의한 지표수 흐름이 집중되어 암반 활동력 증대 | | | | | | | |

## 비탈면 세부사진



도로 융기부



인장균열 발생(1)



인장균열 발생(2)



인장균열 발생(3)



소단배수구 훼손



종배수구 훼손



비탈면 하부 붕괴(1)



비탈면 하부 붕괴(2)

## 비탈면 위험 잠재 요인

▶ 비탈면 붕괴부는 장기 거동 중이므로 도로 융기 확대 가능성 존재
▶ 지속적인 강우 유입시 지반 활동력 증대 예상

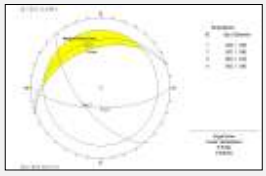
## 안정성 해석

### 안정성 해석 수행 개요

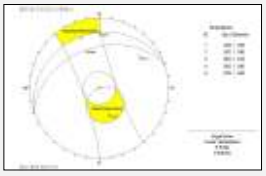
▶ RMR : 29.8점, IV(Poor)등급
▶ SMR : 0점, V(Very Poor)등급
▶ SMR 평가 결과
- 건전도 : 완전히 불안정한 상태
- 대규모 평면파괴 가능

▶ 안정성 해석 수행 지반강도 정수
- 점착력 : 15.2t/㎡
- 내부마찰각 : 19°

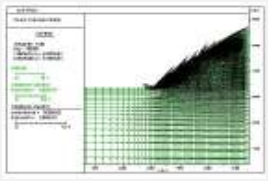
▶ 사용프로그램
- DIPS(불연속면 안정성 평가)
- FLAC(수치해석에 의한 변위 분석)



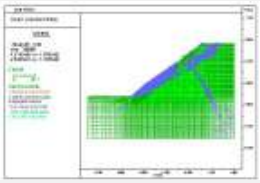
쐐기파괴 불안정



평면파괴 불안정



변위 벡터 분석



소성영역 분석

## 대책공법안

▶ 계단식화단옹벽
- 붕괴부 하부 지지력 확보

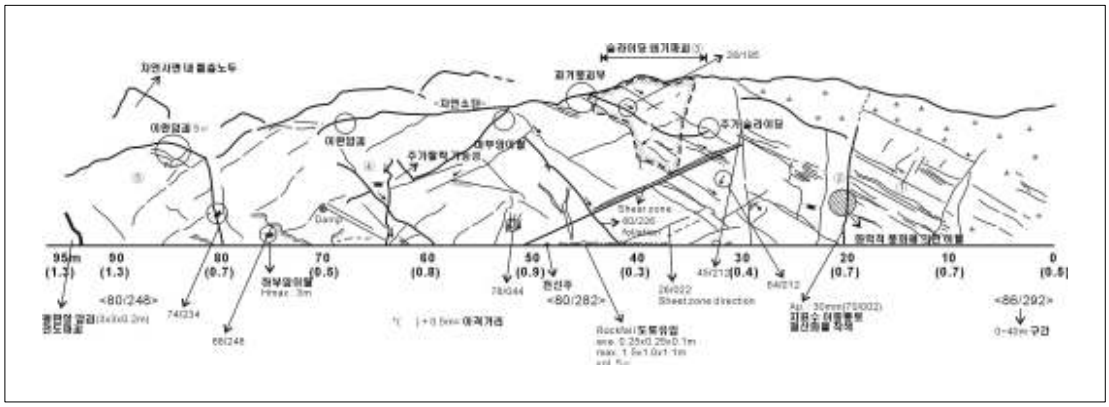
▶ 록앵커
- 붕괴부 지반 보강

▶ 수평배수공
- 지하수위 조절로 수압 영향 배제

▶ 종배수구 및 소단배수구
- 지표수 및 우수의 비탈면 침투 방지

▶ 몰탈
- 인장균열 내 우수의 침투 방지
- 인장균열 확장 방지

▶ 상시계측시스템 및 CCTV
- 비탈면 장기 거동 파악

| 붕괴유형 3 : 암비탈면 붕괴 사례 1 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 연장 | 95m | 최대 높이 | 26m | 비탈면 경사 | 85° | 상부자연 비탈면 경사 | 45° → -30° |
| 비탈면 전경 | | | | | | | |
|  | | | | | | | |
| 소단수 | 무 | 평균 이격거리 | 0.3m | 구성암석 | 편암 | 풍화등급 | 약간풍화 ~보통풍화 |
| 시공현황 | 낙석방지망 | | | | | | |
| 비탈면 현황도 | | | | | | | |
|  | | | | | | | |
| 붕괴 개요 | | | | | | | |
| ▶ 쐐기파괴 : 37~43m 구간 중상단부<br>▶ 붕괴 발생부 낙석방지망 완전 파손 - 붕괴량 약 30ton<br>▶ 1.5m×1.0m×1.0m의 대형 낙석 발생 - 도로까지 유입되어 포장 손상 심함<br>▶ 붕괴부 주변으로 이완암 다수 분포 | | | | | | | |
| 붕괴 발생 원인 | | | | | | | |
| ▶ 시간 경과에 따라 편리의 화학적 풍화로 이완 진행 중<br>▶ 쐐기파괴 발생 불연속면 발달<br>▶ 국지적 집중호우에 의한 불연속면 간극수압 증대 | | | | | | | |

## 비탈면 세부사진



측면



붕괴



붕괴발생부



협소한 이격거리



편리면 발달상태



전단대 발달 상태



유수이동통로



대형낙석

## 비탈면 위험 잠재 요인

▶ 붕괴 구간 이외에도 편리면 발달 및 전단대 발달 : 미끄러짐에 취약
▶ 협소한 이격거리 : 소규모 낙석일지라도 직접 도로로 유입 및 피해 발생
▶ 수직 방향 단층파쇄대 발달 : 유수 이동 통로

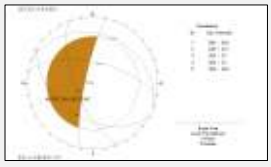
## 안정성 해석

### 안정성 해석 수행 개요

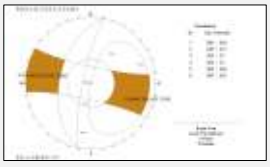
▶ RMR : 50점, III(Fair)등급
▶ SMR : 39점, IV(poor)등급
▶ SMR 평가 결과
- 건전도 : 불안정 상태
- 평면 또는 대규모 쐐기파괴 가능성

▶ 안정성 해석 수행 지반강도 정수
- 내부마찰각 : 35°

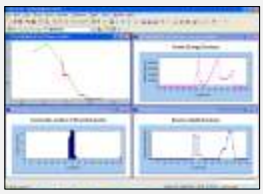
▶ 사용프로그램
- DIPS(불연속면 안정성 평가)
- RocFall(낙석 시뮬레이션)



쐐기파괴 불안정



평면파괴 불안정



최대낙석에너지
: 800kJ

## 대책공법안

▶ 피암터널
- 800kJ 이상 제어가능 낙석방지시설
- 피암터널 상단부 완충재 설치

▶ 록앵커
- 피암터널 벽체부 배면 지반 보강

▶ 수평배수공
- 수직방향 단층파쇄대 배수효과 도모



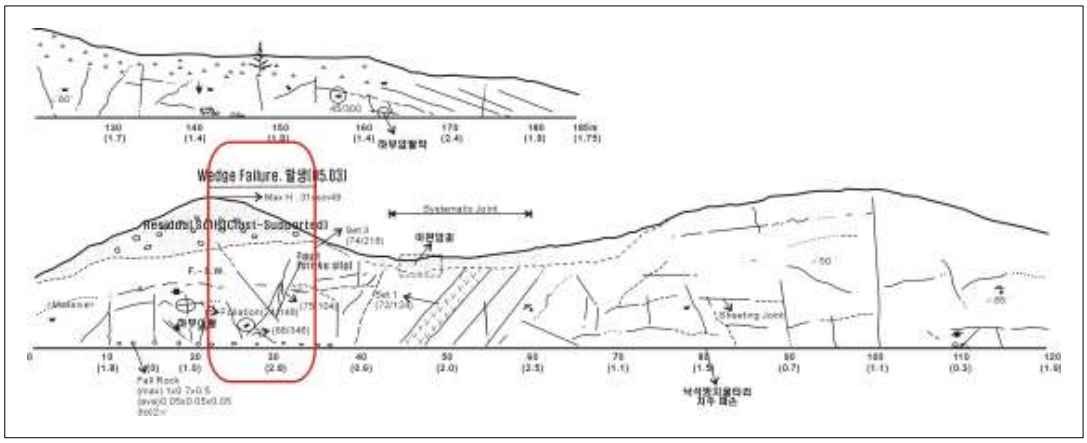
| 붕괴유형 4 : 암비탈면 붕괴사례 2 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 연장 | 185m | 최대 높이 | 25m | 비탈면 경사 | 65° | 상부자연 비탈면 경사 | 20° |

**비탈면 전경**



| 소단수 | 무 | 평균 이격거리 | 1.5m | 구성암석 | 화강암 | 풍화등급 | 약간풍화 ~보통풍화 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 시공현황 | 낙석방지울타리, L형측구 | | | | | | |

**비탈면 현황도**




**붕괴 개요**

▶ 2005년 3월 해빙기 점검 기간 중 붕괴 발생
▶ 쐐기파괴 : 25~35m 구간(붕괴부 폭 10m, 붕괴부 길이 10m, 붕괴심도 1m)
▶ 낙석방지울타리 및 L형측구 완파

**붕괴 발생 원인**

▶ 동절기·해빙기 기간 중 불연속면 내 유수의 동결융해 작용으로 불연속면 확장
▶ 쐐기파괴 유발 불연속면 조성
▶ 단층점토의 팽윤 현상

## 비탈면 세부사진



붕괴발생 1



붕괴발생 2



붕괴 발생전



붕괴 발생후



측면



L형측구 파손



이격거리 상태



발생낙석 산물

## 비탈면 위험 잠재 요인

▶ 붕괴 구간에 국한된 쐐기파괴 유발 불연속면 발달
▶ 붕괴 구간 이외에는 암반강도가 매우 강하며, 문제 유발 불연속면 발달 미약
▶ 붕괴 구간 중심으로 대책공법 적용 결정

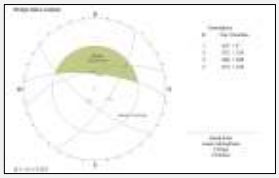
## 안정성 해석

### 안정성 해석 수행 개요

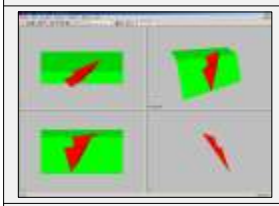
▶ RMR : 69점, II(good)등급
▶ SMR : 55점, III(Fair)등급
▶ SMR 평가 결과
- 건전도 : 부분적으로 안정한 상태
- 소규모 평면 및 쐐기파괴 가능성

▶ 안정성 해석 수행 지반강도 정수
- 점착력 : 1.0t/㎡
- 내부마찰각 : 39°

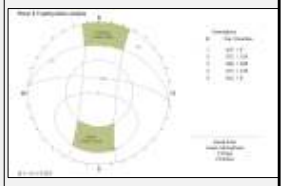
▶ 사용프로그램
- DIPS(불연속면 안정성 평가)
- Swedge(쐐기파괴 한계평형해석)
- RocPlane(평면파괴 한계평형해석)



쐐기파괴 불안정



안전율 : 0.87(≤1.2)



평면파괴 불안정



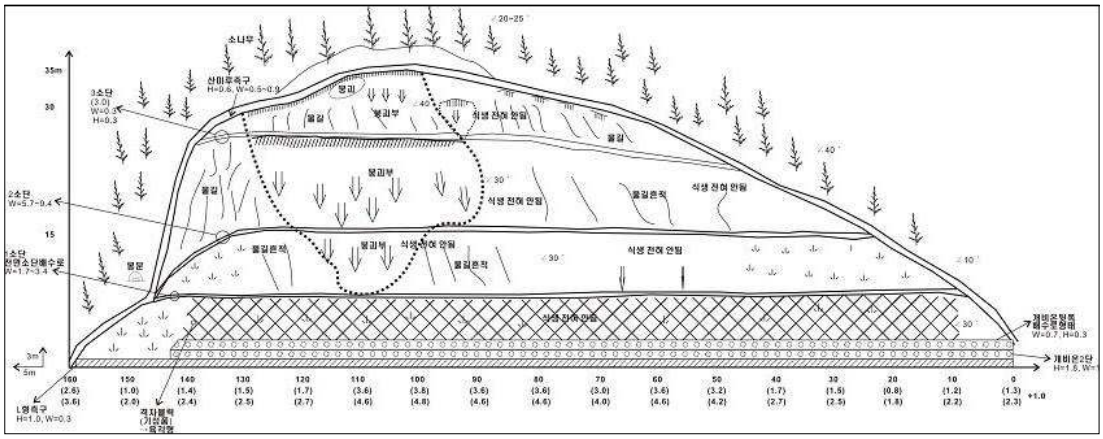
안전율 : 1.16(≤1.2)

## 대책공법안

▶ 계단식옹벽+지지앵커
- 붕괴구간 중심 하단부 지지력 확보
- 계단식옹벽 전도 방지

▶ 낙석방지망
- 계단식옹벽 상단부 지반 낙석 제어



| 붕괴유형 5 : 흙비탈면 붕괴사례 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 연장 | 160m | 최대 높이 | 30m | 비탈면 경사 | 30° | 상부자연 비탈면 경사 | 20° |
| 비탈면 전경 | | | | | | | |
|  | | | | | | | |
| 소단수 | 3소단 | 평균 이격거리 | 2.0m | 구성암석 | 편마암 | 풍화등급 | 완전풍화 ~풍화잔류토 |
| 시공현황 | L형측구, 돌망태옹벽, 격자블록 | | | | | | |
| 비탈면 현황도 | | | | | | | |
|  | | | | | | | |

## 붕괴 개요

▶ 원호파괴 발생
▶ 붕괴부 상단부 5~6매 인장균열 노출
▶ 퇴행성 유동 파괴의 전형적 형태

## 붕괴 발생 원인

▶ 붕괴에 취약한 붕적층으로 구성
▶ 붕괴부 중심 수직 방향 인장균열 내로 지표수 유입에 따라 지반 거동
▶ 게릴라성 집중강우의 직접적 영향으로 붕괴 발생

## 비탈면 세부사진



측면



원호파괴 (1)



원호파괴 (2)



원호파괴 (3)



원호파괴 (4)



인장균열



흙 지반 건조



풍화 이전 모암

## 비탈면 위험 잠재 요인

▶ 배수로 설치 불량에 따른 절토사면 저부 침식 가능성 잠재

▶ 산마루배수구 설치 상태 불량으로 측구 지반 상단으로 떠 있어 유수 유입 용이

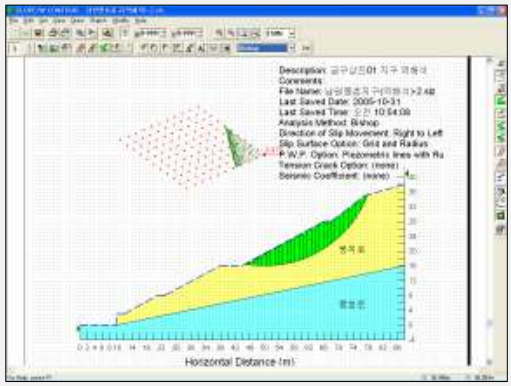
▶ 3m 이상 깊이의 붕적층으로 구성

## 안정성 해석

### 안정성 해석 수행 개요

▶ 안정성 해석 수행 지반강도 정수

- 역해석법을 이용한 강도 정수 산출
- 점착력 : 2.0t/㎡
- 내부마찰각 : 25°




안전율 : 1.0 (≤1.2)

## 대책공법안

▶ 계단식옹벽+지지앵커

- 붕괴구간 중심 하단부 지지력 확보
- 앵커 시공을 통한 지반강도 확보

▶ 네일+격자블록

- 미붕괴구간 보강 및 일체식 거동

▶ 수평배수공

- 지하수 배수 효과 도모

▶ 산마루배수구 및 소단배수구

- 지표수 배수 효과 도모

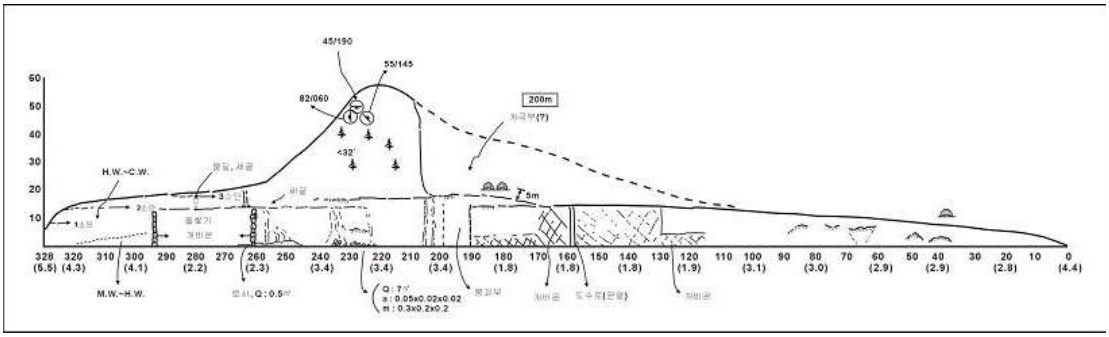


| 붕괴유형 6 : 혼합비탈면 붕괴사례 1 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 연장 | 328m | 최대 높이 | 58m | 비탈면 경사 | 48° | 상부자연 비탈면 경사 | 0° |
| 비탈면 전경 | | | | | | | |



| 소단수 | 9소단 | 평균 이격거리 | 2.5 m | 구성암석 | 편마암 편암 화강암 | 풍화등급 | 심한풍화 ~완전풍화 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 시공현황 | 낙석방지울타리, 돌망태옹벽, L형측구, 종배수구, 산마루배수구 | | | | | | |

**비탈면 현황도**



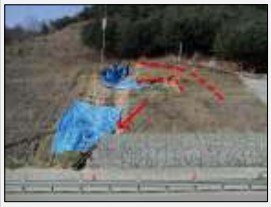

**붕괴 개요**

▶ 표층붕괴 : 190~200m 구간
▶ 표층붕괴부 상부 봉분 주위 균열 및 침하 심화
▶ 표층유실 : 205~260m 구간
▶ 비탈면 전반에 걸쳐 파쇄대 발달 및 점토 가우지 분포

**붕괴 발생 원인**

▶ 비탈면에 관찰되는 불연속면 방향은 쐐기파괴 유발 가능 방향
▶ 표층붕괴는 풍화와 지표수, 지하수 등 수리의 영향이 복합적 작용이 원인
▶ 표층유실은 지표수의 흐름의 영향으로 발생
▶ 파쇄대 및 점토 가우지 발달로 원활한 배수가 이루어지지 않아 암반 강도 저하

## 비탈면 세부사진



표층붕괴부



표층붕괴 상부



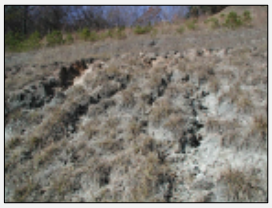
붕분 침하



붕분 주변 인장균열



표층유실



표층유실부 내 유로



소단 내 배수 불량



비탈면 배수 불량

## 비탈면 위험 잠재 요인

▶ 표층붕괴부 주변 인장균열 및 침하 진행으로 붕괴부 확장 가능성 존재
▶ 강우시 표층유실 구간의 지속적인 추가 유실 가능성 존재
▶ 파쇄대와 단층 가우지의 영향으로 배수가 매우 불량하여 불안정성 증대

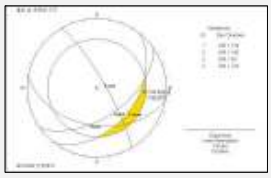
## 안정성 해석

### 안정성 해석 수행 개요

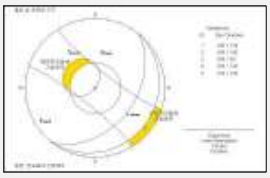
▶ RMR : 35점, IV(Poor)등급
▶ SMR : 35점, IV(Poor)등급
▶ SMR 평가 결과
- 건전도 : 불안정한 상태
- 평면 및 대규모 쐐기파괴 가능성

▶ 안정성 해석 수행 지반강도 정수
- 점착력 : 18t/㎡
- 내부마찰각 : 22°

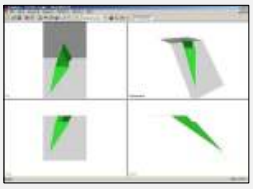
▶ 사용프로그램
- DIPS(불연속면 안정성 평가)
- Swedge(쐐기파괴 한계평형해석)



쐐기파괴 불안정



평면, 전도파괴 안정



안전율 : 0.89(≤1.2)

## 대책공법안

▶ 계단식옹벽+지지앵커
- 법면 지지력 강화 및 침하 방지

▶ 격자블록+지지앵커
- 법면 침하 방지

▶ 수평배수공
- 파쇄대에 유입되는 수리 배수

▶ 종배수구
- 원활한 수리 배수



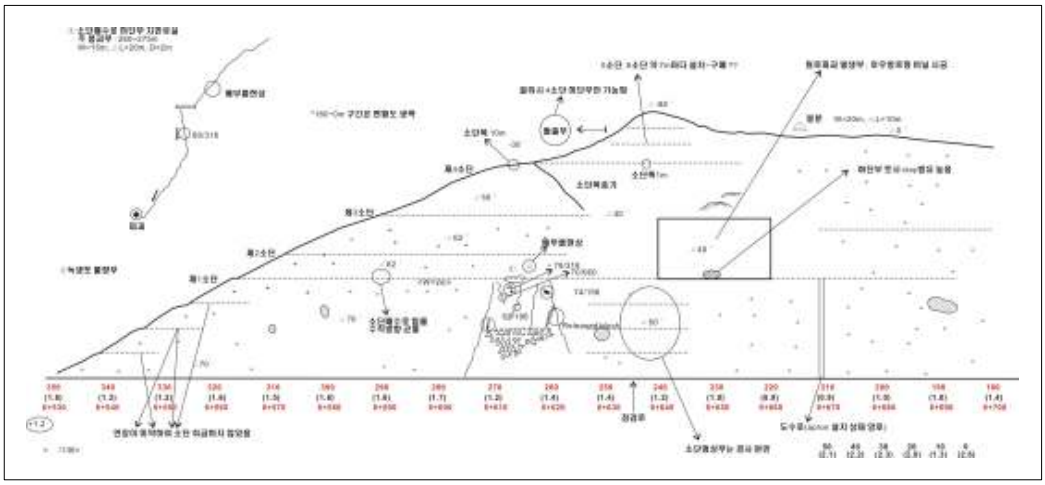
| 붕괴유형 7 : 혼합비탈면 붕괴사례 2 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 연장 | 380m | 최대 높이 | 50m | 비탈면 경사 | 55° | 상부자연 비탈면 경사 | -15° |

**비탈면 전경**



| 소단수 | 6소단 | 평균 이격거리 | 1.0m | 구성암석 | 편암 | 풍화등급 | 약간풍화 ~심한풍화 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 시공현황 | 낙석방지울타리, L형측구, 비탈면녹화, 종배수구 | | | | | | |

**비탈면 현황도**



**붕괴 개요**

▶ 2007년 7월 붕괴(쐐기파괴) 발생(발생량 : 200㎥)
▶ 쐐기파괴 : 260~270 m구간(붕괴부 폭 20m, 붕괴부 길이 20m, 붕괴 심도 2m)
▶ 낙석방지울타리 완파 및 암파쇄방호시설 긴급 설치
▶ 과거 원호파괴 발생 이력

**붕괴 발생 원인**

▶ 게릴라성 집중호우 발생에 의한 편리면 내 충진된 점토의 급격한 팽윤
▶ 쐐기파괴 유발 불연속면 발달

## 비탈면 세부사진



측면



붕괴부 상단부



붕괴부 최상단부



편리면 발달상태



울타리 파손



단층파쇄대



원호파괴 발생부



원호파괴 상단부

## 비탈면 위험 잠재 요인

▶ 붕괴 유발 불연속면 단층파쇄대에 해당
▶ 제1소단 상단부 비탈면 점토 함량이 높은 토사로 구성
▶ 비탈면녹화 적용 이전 자료 분석 결과, 단층파쇄대가 도처에 분포

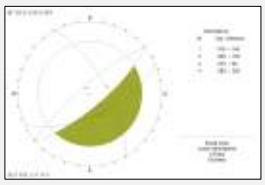
## 안정성 해석

### 안정성 해석 수행 개요

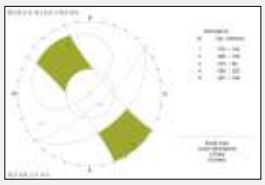
▶ RMR : 46점, III(Fair)등급
▶ SMR : 11점, V(very poor)등급
▶ SMR 평가 결과
- 건전도 : 매우 불안정
- 대규모 평면파괴 및 원호파괴 가능성

▶ 안정성 해석 수행 지반강도 정수
- 내부마찰각 : 28°

▶ 사용프로그램
- DIPS(불연속면 안정성 평가)



쐐기파괴 불안정



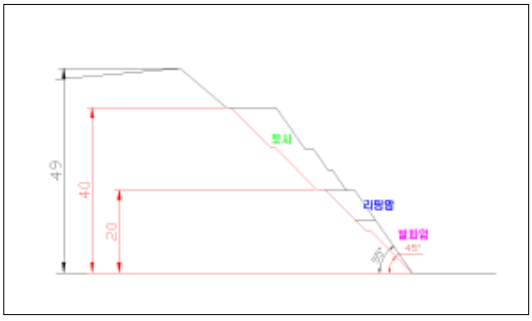
평면파괴 불안정

## 대책공법안

▶ 깎기
- 붕괴 구간 중심 1:1.0 깎기 실시

▶ 비탈면녹화
- 비탈면 세굴 및 침식 방지

▶ 상시계측시스템
- 비탈면녹화 적용 구간 사면거동 감시

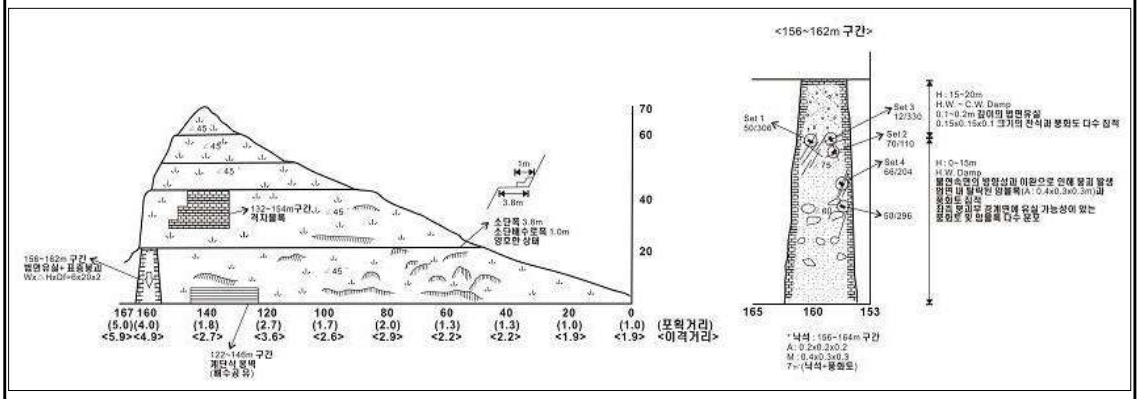


| 붕괴유형 8 : 혼합비탈면 붕괴사례 3 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **연장** | 167m | **최대 높이** | 35m | **비탈면 경사** | 45° | **상부자연 비탈면 경사** | 5° |
| **비탈면 전경** | | | | | | | |



| **소단수** | 4소단 | **평균 이격거리** | 2.0m | **구성암석** | 응회암 | **풍화등급** | 보통풍화 ~완전풍화 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **시공현황** | L형측구, 계단식옹벽, 격자블록, 비탈면녹화 | | | | | | |

**비탈면 현황도**




**붕괴 개요**

▶ 표층붕괴 발생 : 붕괴부 폭 6m, 붕괴부 길이 20m, 붕괴 최대심도 2m
▶ 붕괴로 인한 비탈면녹화 및 소단배수구 훼손
▶ 붕괴부 추가 확장 가능성 높음

**붕괴 발생 원인**

▶ 불연속면 발달 방향 불리함
▶ 이완암괴 및 풍화토가 다수 잔재

## 비탈면 세부사진



원경



표층붕괴



붕괴부 상단부



붕괴부 지반상태



붕괴부 우측부



비탈면녹화 상태



소단배수구 유실



응회암

## 비탈면 위험 잠재 요인

▶ 붕괴부 추가 확장 가능성 높음
▶ 비탈면녹화의 뚜렷한 유실로 비탈면 지속적 침식 및 세굴 우려
▶ 붕괴부 하단부 지반 불안정성 높음

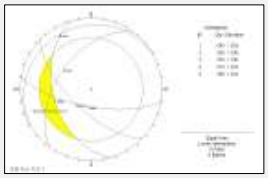
## 안정성 해석

### 안정성 해석 수행 개요

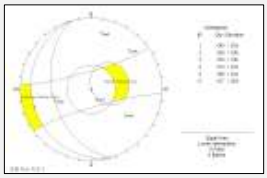
▶ RMR : 47점, III(Fair)등급
▶ SMR : 46점, III(Fair)등급
▶ SMR 평가 결과
- 건전도 : 대체로 양호
- 소규모 쐐기 및 평면파괴 가능성

▶ 안정성 해석 수행 지반강도 정수
- 내부마찰각 : 28°

▶ 사용프로그램
- DIPS(불연속면 안정성 평가)



쐐기파괴 불안정



평면파괴 안정

## 대책공법안

▶ 계단식옹벽
- 붕괴 구간 중심 시공높이 약 20m

▶ 지지앵커
- 계단식옹벽 지지용

▶ 상시계측시스템
- 지반 거동 지속 관찰



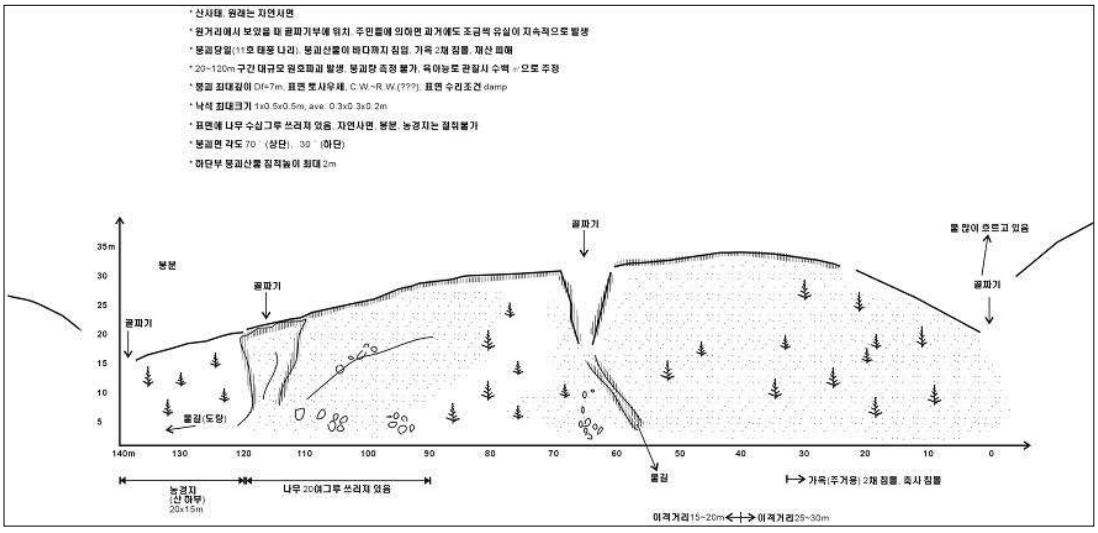
| 붕괴유형 9 : 산사태 발생 붕괴사례 1 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 연장 | 140m | 최대 높이 | 34m | 비탈면 경사 | 40° | 상부자연 비탈면 경사 | 0° |

**비탈면 전경**



| 소단수 | 0소단 | 평균 이격거리 | 20m 이상 | 구성암석 | 편마암 | 풍화등급 | 심한풍화 ~풍화잔류토 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 시공현황 | 비탈면녹화 | | | | | | |

**비탈면 현황도**




**붕괴 개요**

▶ 산세가 골짜기부에 해당되는 자연 비탈면
▶ 2007년 제11호 태풍 “나리”의 영향으로 원호파괴 발생
▶ 원호파괴 : 20~120m 구간
▶ 보호시설이 없어 붕괴 발생 후 붕괴산물들이 맞은편 해안까지 유입
▶ 피해상황 : 이격거리 내 가옥 2채, 논경지 피해

**붕괴 발생 원인**

▶ 지형상 강우 시 수리가 집중 발생
▶ 원호파괴 원인 : 풍화와 태풍 내습에 의한 집중 강우 등이 복합적으로 작용
▶ 원호파괴 구간 내 2개소의 계곡부가 존재

## 비탈면 세부사진



원경



원호파괴



계곡부 (1)



계곡부 (2)



원호파괴 하부 측면



원호파괴 상부



가옥 피해



농경지 피해

## 비탈면 위험 잠재 요인

▶ 강우시 지속적인 유실 발생 가능성 존재

▶ 이격거리가 20m 이상으로 충분히 확보되어 있으나 낙석방지시설 없음

## 안정성 해석

### 안정성 해석 수행 개요

▶ 역해석

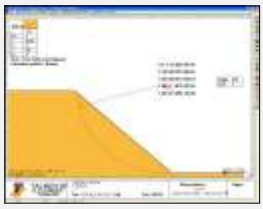
- 건기시 안전율 : 1.8
- 우기시 안전율 : 1.0

▶ 안정성 해석 수행 지반강도 정수

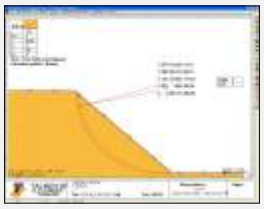
- 단위중량 : 1.9t/㎥
- 점착력 : 5.28t/㎡
- 내부마찰각 : 32°

▶ 사용프로그램

- TALREN97(한계평형해석)



건기시 : 1.8(≥1.5)



우기시 : 1.0(≤1.2)

## 대책공법안

▶ 면정리+수목제거

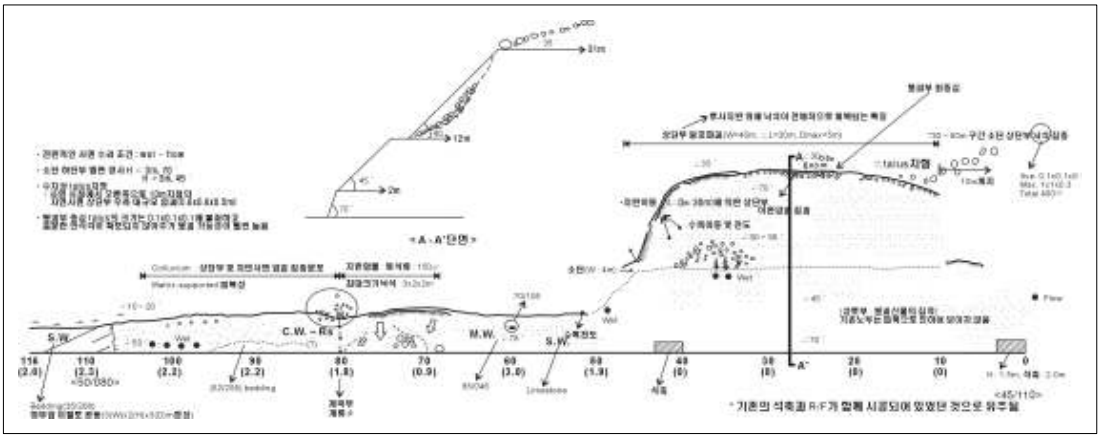
- 붕괴산물 제거

▶ 비탈면녹화

- 비탈면 침식 방지 및 친환경 도모

▶ 낙석방지옹벽

- 추가 유실토의 도로 유입 방지

| 붕괴유형 10 : 산사태 발생 붕괴사례 2 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 연장 | 116m | 최대 높이 | 31m | 비탈면 경사 | 40° | 상부자연 비탈면 경사 | 35° |
| 비탈면 전경 | | | | | | | |
|  | | | | | | | |
| 소단수 | 무 | 평균 이격거리 | 0.5m | 구성암석 | 석회암 | 풍화등급 | 완전풍화 ~심한풍화 |
| 시공현황 | 낙석방지울타리, 석축 | | | | | | |
| 비탈면 현황도 | | | | | | | |
|  | | | | | | | |

## 붕괴 개요

▶ 2004년 9월 19일 새벽 1:30 경 대규모 원호파괴 발생
▶ 발생 토석류 : 2,000㎥
▶ 토석류 도로 완전 피복 및 하천까지 침투
▶ 낙석방지울타리 및 석축 완파

## 붕괴 발생 원인

▶ 게릴라성 집중호우 발생에 의한 지반 강도의 급격한 약화
▶ 붕괴에 취약한 붕적층 및 테일러스로 구성

## 비탈면 세부사진



원경



붕괴 발생 측면



붕적층



지반함몰부



계곡부 계류



붕괴부 소단 현성



테일러스(1)



테일러스(2)

## 비탈면 위험 잠재 요인

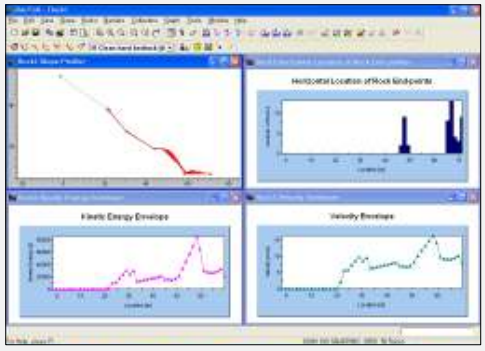
▶ 붕괴에 취약한 붕적층 및 테일러스가 비탈면 전체에 걸쳐 노출됨
▶ 붕괴부와 자연 비탈면의 경계부에 다수의 뜬돌 분포
▶ 계곡부를 따라 지속적인 유수 유출

## 안정성 해석

### 안정성 해석 수행 개요

▶ 해석 수행 주요 파라메타
- 사용 낙석 : 1.0m×0.5m×0.5m
- 암석 단위중량 : 2.64t/㎥
- 낙석최초발생지점 : 비탈면 최상단부

▶ 사용프로그램
- RocFall(낙석 에너지 검토)



낙석에너지 : 90 kJ

## 대책공법안

▶ 하단부 면정리 및 중력식옹벽
- 원지반 확보 및 하단부 지지력 확보

▶ 록앵커+격자블록
- 록앵커와 함께 일체식으로 거동 조치
- 상단부 지반 강도 확보

▶ 소단배수구
- 배수시설 확보

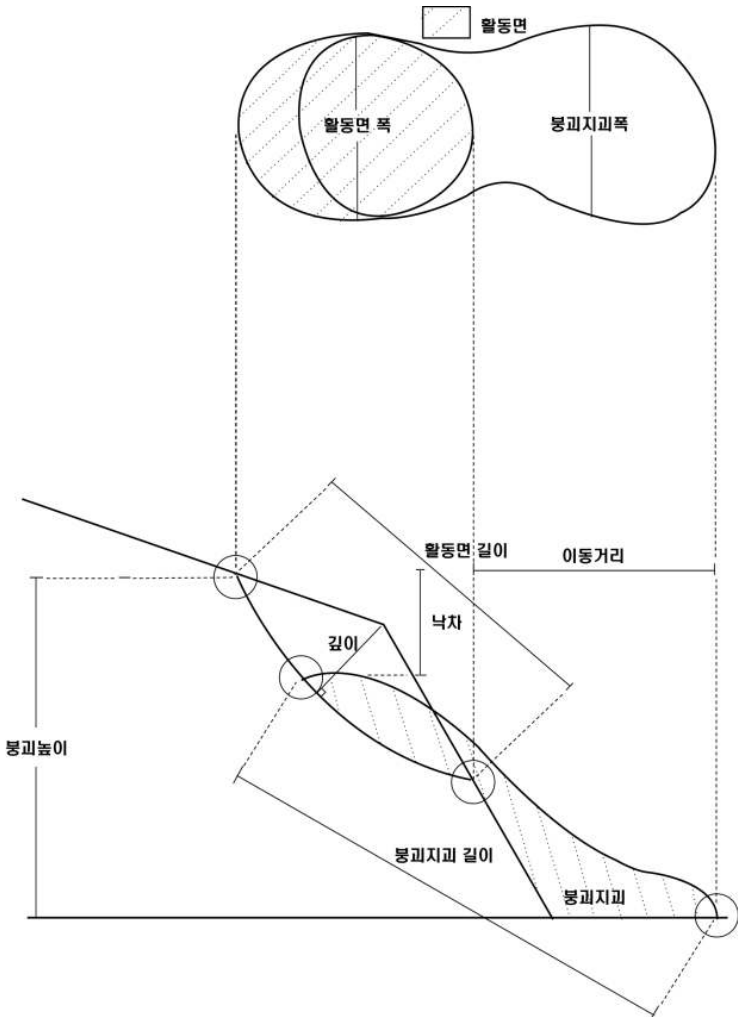
▶ 수평배수공 및 종배수구
- 지하수 누수 지점 및 계곡부 배수 조치



## 3.4 붕괴부 명칭

**붕괴부는 붕괴활동면과 붕괴지괴로 구분한다.**

비탈면의 붕괴부는 크게 붕괴활동면과 붕괴지괴[13]로 구분하며 각 부위별 세부명칭은 <그림 3.19>와 같다. 붕괴에 의한 피해정도 추정 및 복구 토공량 산정을 위한 개략적인 붕괴규모는 활동면의 폭 × 길이 × 깊이 × 형상계수(원호:3/4, 사각형:1, 삼각형:1/2)를 곱하여 산출한다.




<그림 3.19> 각 부위별 붕괴부 명칭

13) 붕괴지괴 : 붕괴시 활동면을 따라 이동한 지반이 비탈면 및 비탈면 전방에 적재되어있는 상태. 붕괴산물.

## 3.5 붕괴요인

**붕괴가 발생한 비탈면의 붕괴요인 인지가 비탈면의 대책공법을 결정하는 중요한 기준이 된다.**

깎기비탈면에서 붕괴가 발생되면 붕괴의 발생 요인을 파악하는 것이 매우 중요하다. 정확한 붕괴 발생 요인의 규명은 대책공법의 수립에 가장 큰 기준이 되며, 붕괴가 되지 않은 부분에 대해서도 추가 붕괴 가능성을 검토하는데 중요한 역할을 하게 된다.

일반적으로 깎기비탈면 붕괴요인은 수리적인 요인, 지질적인 요인, 인위적인 요인으로 구분하며, 깎기비탈면 및 비탈면시설의 안정성을 저해하는 각각의 붕괴요인에 대해서는 적절한 유지관리 대책을 수립하여야 한다.

수리적인 요인은 지표수나 지하수와 같은 유수에 의해 비탈면이 약해지는 것으로 집중호우기나 국지적인 강우에 따른 영향, 지형적으로 계곡부에 인접하여 지표수의 흐름에 민감한 지형 등을 예로 들 수 있다.

지질적인 요인은 지반 자체가 가지는 불연속면의 특성이 열악하거나, 파쇄대가 존재하거나, 상대적으로 취약한 암질이 포함되는 경우를 말한다.

인위적인 요인은 잘못된 설계, 시공상의 부실, 유지관리상의 부실을 말한다.

### 3.5.1 수리적인 요인

도로비탈면 붕괴의 수리적인 요인은 크게 기후적 요인, 인위적 요인, 지형적 요인으로 구분하며, 이러한 수리적 요인은 단기적으로 비탈면 활동력 증가와 지반저항력의 감소를 유발하고, 장기적으로 열화 및 비탈면 시설의 노후화를 가속시키므로 이에 대한 유지관리 대책의 수립이 필수적이다.

**가. 기후적 요인 : 집중강우, 동결융해**

집중강우는 간극수압[14]의 증가, 활동력의 증가 및 지반강도의 저하 등을 유발하여 비탈면의 주요파괴요인이 되므로 신속한 배수 및 침투방지를 위한 대책

14) 간극수압 : 흙의 간극 속에 존재하는 물의 압력.

을 수립·시행하여야 한다.

기후적으로 동결융해를 장기간 반복하는 산간지방이나 고지대, 고개 정상부에 위치한 비탈면은 표층지반의 동상에 의한 들뜸으로 비탈면 녹화의 박락이나 표층유실이 발생한다. 이러한 경우 표면보호공이나, 동결깊이를 고려하여 양질재료로 치환하는 방안을 검토한다.

**나. 인위적 요인 : 전답, 과수원 등**

도로비탈면 상부에 위치하는 전답은 강우시 지표수의 침투를 용이하게 하는 특징이 있다. 침투된 지하수는 활동력을 증가시키고, 깎기부 방향으로의 유선을 형성하는 등 비탈면의 안정성을 저하시키므로 이에 대한 대책을 수립·시행해야 한다.

따라서, 가급적 상부자연비탈면에 전답 등이 위치하지 않도록 하여야 한다. 부득이하게 전답이 있는 경우에는 전답의 농경과 관련된 배수시설이 적절하게 관리되도록 조치하는 것이 중요하다.



<전답>



<설치 배수구 불량>

<그림 3.20> 상부자연비탈면내 인위적 요인

**다. 지형적 요인 : 계곡부**

계곡부는 지표·지하수의 지속적인 공급으로 지반강도를 약화시키고, 계절변화에 따른 동결융해로 지반열화를 가속시켜 비탈면의 안정성을 저하시키므로 이에 대한 대책을 수립·시행하여야 한다.

계곡부에는 주로 현장타설 방식으로 배수구를 설치하고 비탈면내 종배수구와

연결하여 집수되는 지표수를 제어하며 계곡부 지하로 흐르는 지하수의 유량이 많으면 지하배수구나 수평배수공, 집수시설을 설치하여 배수효율을 증가시키는 방안을 검토하여야 한다.



<계곡부 원경> <계곡부 근경>

<그림 3.21> 지형적요인 (계곡부)

### 3.5.2 지질적인 요인

지질적인 요인은 지반 내에 있는 독특한 불연속면이 취약 상태로 있는 것을 의미한다. 지질적인 붕괴 요인으로 작용하는 지질구조는 단층, 습곡[15], 암맥[16], 엽리, 층리, 편리[17] 등이 있으며, 이러한 지질구조는 주변 암반과 구성이 다르거나 특정 부분을 중심으로 균열이 집중적으로 발달하는 경향이 있으므로 비탈면 붕괴에 매우 민감하다.

단층은 비탈면에서 가장 많이 관찰되는 지질적인 취약 요소로서 미끄러짐에 취약한 점토광물을 다량으로 포함하거나, 물리적, 화학적 풍화의 영향으로 쉽게 토사화되기 때문에 단층을 포함하는 비탈면은 유지관리에 신중을 기하여야 한다.

15) 습곡 : 수평으로 퇴적된 지층이 횡압력을 받아 물결처럼 굴곡된 단면으로 배사와 향사로 구분됨.
16) 암맥 : 기존암석의 틈을 따라 판상으로 관입된 화성암체.
17) 편리 : 변성암의 조직에서 면 모양의 발달한 평행구조.



<단층>



<습곡(향사)>

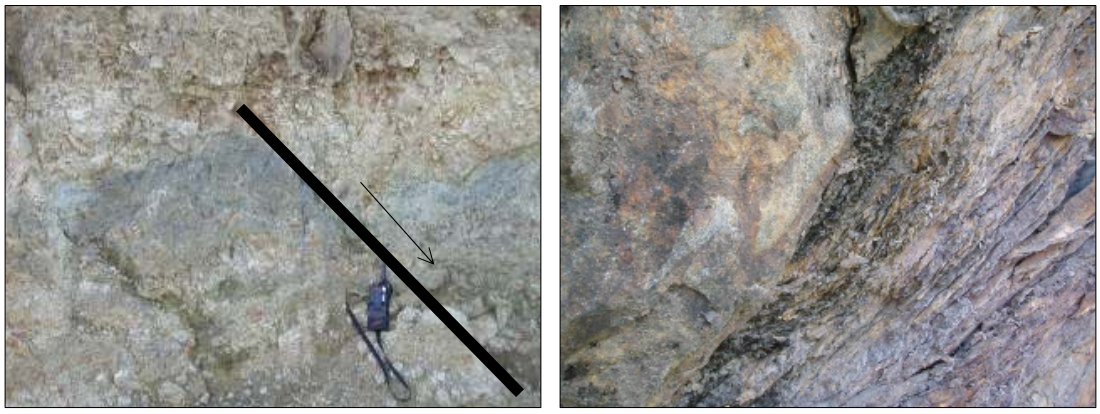
<그림 3.22> 지질적인 요인

### 가. 단층/전단대

암반 내 형성된 틈을 경계로 그 양측의 지괴[18]가 상대적으로 변위가 발생하여 어긋난 것을 단층이라고 한다. 단층과 유사한 전단대는 전단응력의 영향으로 암석이 부스러지면서 형성된 작은 틈들이 나란하게 배열되어 있는 부분을 말한다. 일반적으로 비탈면에서 단층은 강한 암괴가 갈라져서 이동하는 것으로 구분가능하며, 전단대는 상대적으로 연약한 지반이 응력을 받아 변형을 받은 것이므로 일련의 불연속면이 휘어있는 듯한 형태로 노출된다.

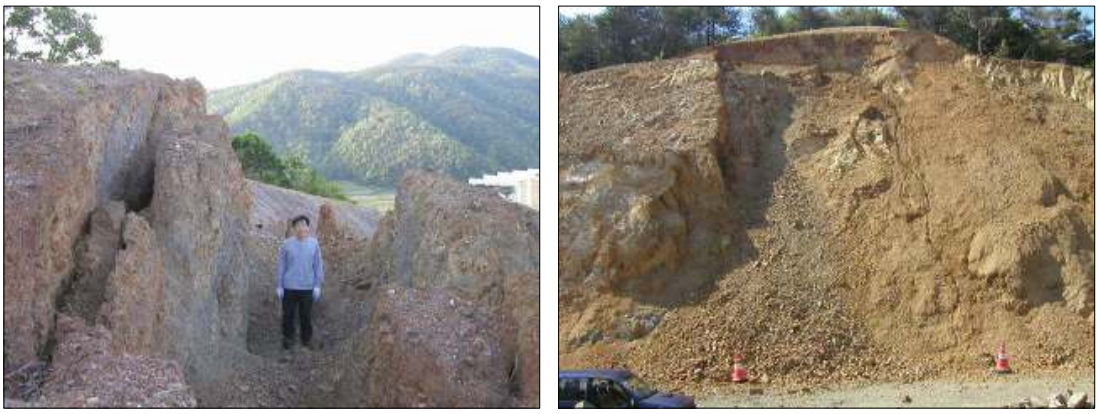
단층을 식별하는 방법은 지질구조가 갑작스럽게 변화하는 경우와 지층이 휘어지거나 반복 또는 사라지는 경우 등으로 구분할 수 있다. 비탈면에서는 단층조선, 단층점토, 단층각력암, 압쇄암[19]의 여부 등으로 단층 판별이 가능하다. 단층은 과거 이 부근의 지반이 심한 변형작용을 받아 지반이 교란, 파쇄 되었음을 의미한다. 균열을 따라 발생된 면을 단층면이라 하고, 강한 압력에 의한 변질광물 때문에 생기는 거울과 같은 매끄러운 면을 단층경면(slickenside)이라 한다. 또한 단층면에 나타나는 긁힌 자국을 단층조선(striation)이라 한다. 단층은 일반적으로 규칙절리를 수반하는 것이 특징이므로 같은 방향의 절리가 조밀하게 반복되는 경우에는 이를 단층으로 추정할 수 있다.

18) 지괴 : 단층으로 둘러쌓인 지각 덩어리.
19) 압쇄암 : 단층운동의 압쇄작용으로 원암이 파쇄되어 작은 입자의 집합체로 된 암석.



<단층> <전단대>

<그림 3.23> 단층 및 전단대



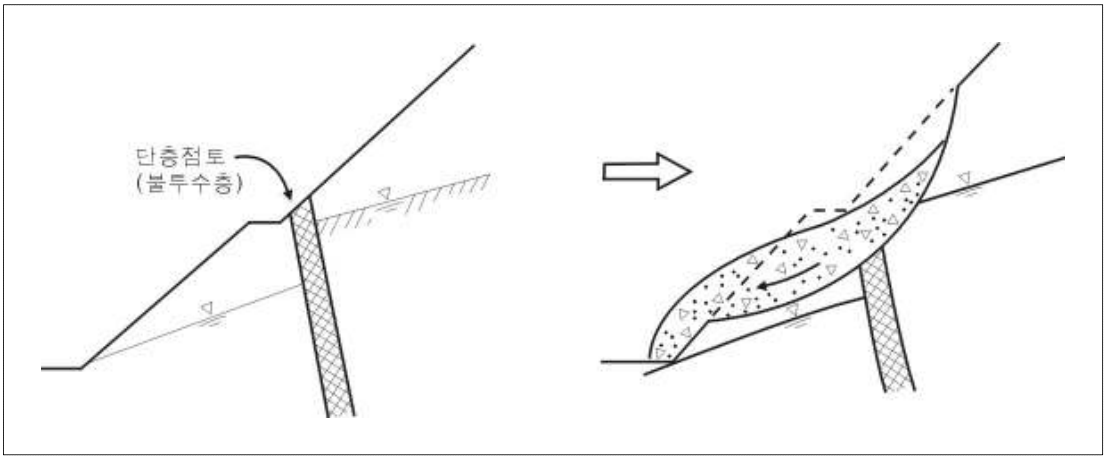
<그림 3.24> 단층에 의한 붕괴

단층면과 파쇄대는 지하수의 이동경로로서 풍화가 급속히 진행되며, 지반이 열화되어 비탈면의 불안정요인으로 작용한다. 이처럼 비탈면의 불안정성을 가늠하는데 현장조사시 단층의 여부는 중요한 요소가 된다.

단층면 양쪽의 암석은 부서져서 단층각력이나 미끈미끈한 단층점토를 만들기도 한다. 특히, 단층점토(또는 단층가우지)는 물이 침투되었을 때 쉽게 팽창하는 성질이 있으며, 주변 지반과 비교하여 강도가 약하므로 단층 방향이 비탈면에 불리하게 발달하면 붕괴면으로 작용할 가능성이 높으므로 특별한 주의가 필요하다.

현장조사에서 단순히 대규모의 균열이 발견되었다고 하여 모두 단층인 것은 아니다. 따라서 앞에서 열거한 경면, 조선, 각력이나 점토, 상대적인 변위, 특정 절리패턴, 지형양상 등의 단서를 종합·판단하여 단층여부를 결정하여야 한다.

또한, 단층점토층의 방향이 <그림 3.25>와 같이 분포하고 불투수막을 형성할 때 지하수위를 상승시켜 붕괴될 수 있으므로 주의해야 한다.




<그림 3.25> 단층점토층에 의한 지하수위 상승

**나. 습곡**

수평으로 퇴적된 지층이 횡압력을 받으면 물결처럼 굴곡된 단면을 보여주는 데 이러한 구조를 습곡이라고 한다. 습곡이 위로 향하여 구부러진 것을 배사(anticline, 지층이 반대 방향으로 기울어졌다는 뜻), 이와 반대인 것을 향사(syncline, 지층이 마주보는 방향으로 기울어졌다는 뜻)라고 한다.

실제로 비탈면에서 습곡을 구분하기는 쉽지 않다. 대부분의 습곡은 대규모 지각 변형의 영향으로 만들어지기 때문에 비탈면에 발달하는 층리의 변화를 자세히 관찰하여야만 습곡임을 인지할 수 있다.

비탈면에서는 때때로 소규모의 습곡 구조를 관찰할 수 있는 데, 이를 소습곡 또는 파랑습곡(crenulation)이라고 한다. 소습곡은 대규모 습곡 지대의 일부일 가능성이 높으며, 비탈면 안정성의 측면에서 불리한 단층 등이 수반되어 나타나는 경우가 많기 때문에 주의하여야 한다.

습곡의 배사와 향사가 있는 구간은 균열이 집중적으로 발달하기도 한다. 따라서 비탈면에서는 배사와 향사가 나타나는 부분이 약대에 해당되므로 습곡 지대에 있는 비탈면은 배사와 향사의 노출부분을 찾아 대책공법을 적용하는 것이 필요하다.



<습곡 내 발생 균열>



<파랑습곡>

<그림 3.26> 습곡

**다. 암맥**

비탈면에서 기존암에 층리나 엽리 등의 불연속면을 따라 다른 종류의 반심성암[20]체가 용융 상태로 뚫고 들어 온 것을 암맥이라 한다. 차별풍화과정을 거쳐 먼저 열화될 경우 암맥이 최초 붕괴면으로 작용한다. 또한 암의 특성상 완전풍화 되었을 때 입도분포가 다양하지 못하여 입자간의 맞물림 효과를 기대하기 힘든 만큼, 낮은 강도정수를 가지는 특징이 있으므로 주의하여야 한다.



<염기성암맥>



<중성암맥>

<그림 3.27> 암맥

20) 반심성암 : 화산암과 심성암 사이의 중간 심도에 관입, 고화된 화성암으로 보통 암상, 암맥 등 소규모 관입암체를 말함

**라. 엽리/편리**

변성암에서 광물들이 여러 가지 지질 환경에 따라 일정방향으로 배열되거나 재결정되어 특정한 방향성을 가질 때 이를 엽리, 편리라 한다. 엽리나 편리의 방향이 비탈면 방향과 동일하게 발달할 경우, 슬라이딩이 발생될 확률이 높다. 유수가 엽리면으로 침투하게 되면, 흑색이 집중된 부분(이를 "우흑대"라고 함)을 따라 침투하게 되며 점토광물로 변질되어 붕괴에 취약한 요인으로 작용하기도 한다.



<엽리/편리>



<엽리면>

<그림 3.28> 절리 및 엽리/편리

**바. 층리**

지층의 단면에서 볼 수 있는 특징으로서 퇴적물이 층상으로 쌓여 만들어진 평행한 구조를 층리라고 한다. 층리면 내 약한 강도를 가지는 충진물질이 분포하고 비탈면 방향과 불리하게 작용되면 대규모의 평면파괴가 발생하므로 주의해야 한다.



<층리>



<사암과 이암의 경계면>

<그림 3.29> 층리

**사. 유색광물에 의한 약대형성**

풍화에 약한 철과 마그네슘을 많이 포함할수록 유색광물의 함량이 높고 차별풍화 현상과 암석강도를 저하시키는 요인으로 작용한다. 이러한 유색광물이 포함된 층이 비탈면 방향과 유사하게 나타나면 붕괴면이 될 수 있다. 또한 흑연이나 탄층 등이 협재하는 경우에도 유의해야 하며 이러한 유색광물이 집중적으로 띠 형태로 노출되면 전문가의 소견을 구해 안정성을 검토하는 것이 좋다. 흙비탈면에서도 녹색, 흑색, 적색, 주황색 등 원색에 가까운 흙이 나타나면 일반적으로 붕괴에 취약하므로 주의가 요구된다.



<암비탈면내 유색광물>



<흙비탈면내 유색광물>

<그림 3.30> 유색광물에 의한 약대

**아. 취약한 암**

공학적으로 취약한 암에는 이암, 석회암, 편암, 셰일, 천매암 등이 있다. 이들로 구성된 비탈면은 기본적인 암반강도가 낮으므로 설계나 유지관리상의 공종 선택시 신중하여야 하며, 암반내의 불연속면이 비탈면방향과 불리하게 작용하면 위험성이 증대되므로 세심한 주의가 요망된다.

### 3.5.3 인위적인 요인

#### 가. 설계 및 시공상의 요인

불충분한 지반조사로 현지 지반강도에 대한 부적절한 단면설계경사의 적용, 비탈면 위치의 지형, 지질 및 수리조건을 고려하지 못한 설계 등은 붕괴요인으로 작용한다.

또한 1960, 1970년대의 급속한 경제발전에 따른 도로건설 과정에서 산악지형에 위치한 도로를 단기간 내에 건설할 목적으로 무리한 화약발파를 실시하여 발파균열에 의한 낙석과 대규모 붕괴위험성을 가진 비탈면이 다수 분포한다.

#### 나. 유지관리상의 요인

비탈면은 다른 토목구조물과 달리 그 변화를 감지하기 힘들며 방치할 경우 붕괴되어 피해가 발생될 가능성이 높기 때문에 정기적인 점검과 적절한 보수·보강 등의 유지관리를 실시하여야 한다.

## 3.6 붕괴인지

**붕괴가 발생되기 전의 비탈면에서 여러 가지 징후로 비탈면의 붕괴 가능성을 예측할 수 있다.**

붕괴징후는 붕괴 전 또는 진행 중에 외형적으로 나타나는 전조현상으로 붕괴 위치나 규모를 예측하고 예방하는 중요한 단서가 된다. 국내 비탈면 중 구성 비율이 높은 암비탈면은 급작스런 변형거동특성을 보이며, 특별한 붕괴징후를 관찰하기 어렵다. 그러나, 비탈면 중 대규모 붕괴는 점진적인 변형거동특성을 보이는 혼합비탈면이나 흙비탈면, 또는 절리빈도가 심한 파쇄암비탈면에서 발생하며, 여러 붕괴징후를 동반하므로 주의 깊게 관찰하면 붕괴를 사전에 예방하는데 도움이 된다. 일반적으로 비탈면의 붕괴징후를 판단할 수 있는 기준은 다음과 같다.

- 비탈면에서 갑자기 많은 양의 물이 샘솟을 때
- 평소 잘 나오던 샘물이나 지하수가 외부 영향 없이 갑자기 멈출 때
- 갑자기 경사지 일부가 금이 가거나 내려앉을 때
- 바람이 불지 않는데도 나무가 흔들리거나 내려앉을 때
- 주위에서 폭발 등의 작업이 없는데 우웅하는 산울림이나 땅울림이 들릴 때
- 건조하거나 습하지 않던 지역에 물이 솟아나거나 포화되는 경우
- 땅, 포장도로, 인도에 새로운 균열이 생기거나 비정상적으로 부풀어 오른 경우
- 콘크리트 바닥이나 기초가 기울거나 균열이 가는 경우
- 전신주나 나무, 옹벽이나 울타리 등이 기울어지는 경우
- 비가 계속 내리거나 그친 경우에도 불구하고 계곡물이 급격히 준 경우

비가 오거나 비가 그친 후 깎기비탈면이나 옹벽 및 석축에서 붕괴 징후를 판단할 수 있는 기준은 다음과 같다.

**【암비탈면】**

- 지속적으로 배출수가 발생하거나 작은 암반이 빈번하게 탈락하는 경우
- 낙석방지망 및 낙석방지울타리 뒷부분에 낙석이 적채되어 있는 경우
- 암반 부분에 균열이 발생하여 균열 간격이 지속적으로 벌어지는 경우

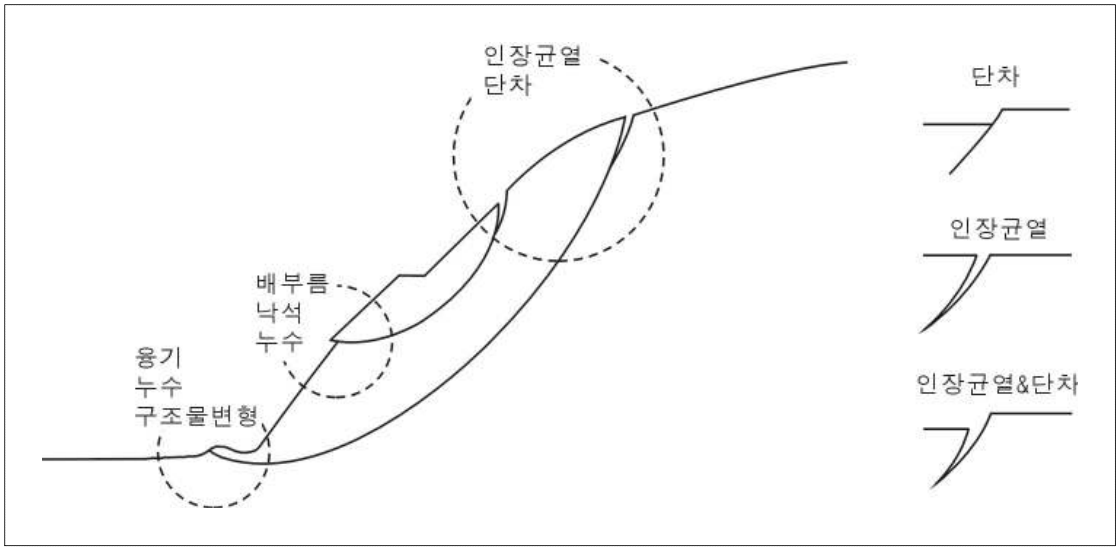
**【흙비탈면】**

- 흙비탈면 주변에 시공되어 있는 배수구가 막혀 있는 경우
- 지속적인 토사 유실이 발생되거나 증가되는 경우
- 비탈면 하단부에 토사가 적채되거나 도로부에 새로운 균열이 발생한 경우
- 강우 발생시 비탈면 내부에 물골이 발생하여 심하게 토사유실이 발생한 경우

**【옹벽 및 석축】**

- 통상 비가 오더라도 혼탁해진 적이 없는 배수구에 용수가 갑자기 혼탁해지거나 용수량이 급격하게 변화하는 경우
- 옹벽이나 석축 배면의 토압이 증가하거나 기초지반이 변형되어 평소에 보이지 않던 균열이 발생한 경우
- 평소 작은 균열이 커지면서 단차가 발생하는 경우

깎기비탈면의 붕괴징후로는 인장균열, 단차, 배부름, 융기, 급격한 누수, 낙석, 구조물 변형 등이 있으며 이들이 관찰되는 부위는 다음 <그림 3.31>과 같다.




<그림 3.31> 비탈면위치별 붕괴징후

## 3.6.1 붕괴가능성이 높은 도로비탈면 선정요령

### 가. 붕괴이력이 있는 도로비탈면

과거 붕괴이력이 있는 도로비탈면 중 전형적인 파괴형태를 보이는 곳은 지질적인 요인으로 발생되는 경우가 많다. 따라서 현장에 같은 지질조건이 반복되면 붕괴의 재발가능성이 매우 높으므로 평상시 세심한 주의가 요망된다.

### 나. 지형적인 취약부에 위치하는 도로비탈면

집중강우시 계곡지형을 이루는 곳에 위치하는 도로비탈면은 붕괴에 취약하다. 계곡부는 단층을 기원으로 하는 경우가 많으므로 절벽에 의한 테일러스나 붕적층이 분포하는 경우가 많다. 따라서 풍화토층이 깊게 분포하고 약한 지반상태를 가지므로 주의해야 한다.

### 다. 도로비탈면 주변관찰

도로비탈면 지반자체의 변형이나 변위를 감지하기는 힘들다. 그러나, 도로비탈면 주변에 분포하는 도로(융기, 균열)나 옹벽(균열, 변위), 전신주(기울어짐), 비탈면시설(변상) 등을 주의 깊게 관찰하면 도로비탈면의 활동여부를 판단하는데 도움이 된다.

#### 라. 어두운 색의 암

암이 어두운 색을 띄면 풍화에 대한 저항성이나 강도가 약할 가능성이 높다. 또한 녹색계열을 띄면 열수변질작용[21]을 받은 복잡한 지질 상태로 지반강도가 저하되었을 가능성이 높다. 따라서, 어두운 색이나 녹색계열의 암이 관찰되는 현장은 주의해야 한다.

#### 마. 주위암과 다른 층의 분포

점토층(단층점토), 파쇄대, 관입암, 다른 암의 협재(탄질셰일, 토상흑연 등)와 같이 기반암과 다른 상태의 암이 함께 있으면 약대로 작용하여 붕괴될 수 있으므로 주의해야 한다.

#### 바. 평소 축축한 지반

평상시 지하수의 이동이 빈번한 지역은 집중강우시 붕괴될 가능성이 높다. 지하수의 존재 여부는 비탈면의 젖은 상태, 녹화 상태, 지반의 동상이나 고드름, 호습성 식물(대나무, 버드나무, 삼나무, 무화과나무, 이끼류)의 자생여부 등을 관찰하여 판단한다.

### 3.6.2 붕괴징후

#### 가. 인장균열

붕괴활동면이 발생된 비탈면이 연성적으로 거동할 때 인장균열이 관찰된다. 인장균열은 일반적으로 상부자연비탈면에서 관찰되고 붕괴부 이동방향에 수직으로 발달하는 것이 특징이며, 비탈면내에서도 인장균열이 나타나기도 한다.

또한 인장균열은 붕괴 원인의 단서를 제공하므로 균열이 발생한 부위는 상세한 조사를 실시해야 한다. 즉, 단층이나 습곡의 존재 여부, 암종이나 풍화 지반의 분포, 엽리나 기타 불연속면의 분포, 차별풍화 여부 등을 조사해야 하며, 균열의 규모, 위치나 깊이 방향 등의 조사 자료를 토대로 개략적인 붕괴규모나 양상을 예측한다.

---

21) 열수변질작용 : 기존의 광물 또는 암석이 마그마의 열수와 반응하여 변질되는 작용.



<그림 3.32> 상부자연비탈면 내 인장균열



<그림 3.33> 비탈면 내 인장균열

**나. 단차/배부름/융기/낙석**

깎기부나 상부자연비탈면에서 활동면 상단의 균열부에 나타나는 지반의 고저차를 단차라 한다.

깎기부에서 활동면 하단의 변형으로 지반이 전방으로 밀리는 현상을 배부름이라 하며, 비탈면 선단부위나 도로에서 발견되는 활동면 하단의 변형으로 부풀은 현상을 융기라 한다.

지속적인 지반변위나 변형으로 낙석형 전도나 낙석이 특정부위에서 계속 발생되는 경우는 붕괴의 전조현상으로 의심할 수 있으며, 필요시 임시조치와 관련전문가의 자문을 통해 대책을 검토할 수 있다.



<그림 3.34> 단차



<그림 3.35> 배부름 1



<그림 3.36> 배부름 2



<그림 3.37> 도로 융기

**다. 비탈면시설물 변형**

일반적으로 자연지반은 큰 변형이나 변위가 발생하기 전까지 인지하기 어렵다. 인공구조물의 경우 시공 당시의 모양이나 위치가 변형되면 비탈면의 움직임에 대한 인지가 가능하다. 따라서, 옹벽, 배수구, 점검로 등 비탈면 시설과 비탈면 내에 위치한 전신주 등을 관찰하여 붕괴 징후를 예측할 수 있다.

비탈면에 시공한 콘크리트 뿜어붙이기나 비탈면녹화, 계단식(화단)옹벽, 돌망태옹벽, 철재 점검로가 설치되어 있는 경우 이들의 변상이나 변형이 비탈면의 거동을 개략적으로 지시하는 간이계측기 역할을 하므로 점검시 주의 깊은 관찰이 요망된다.



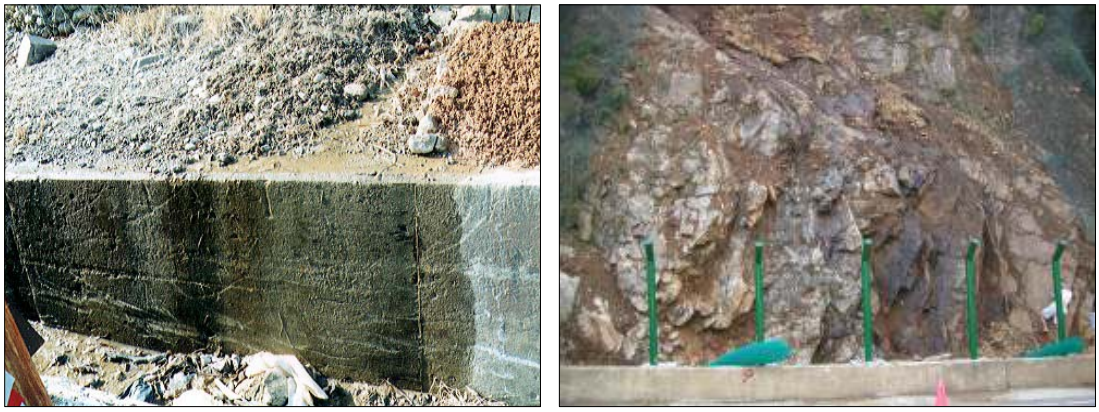
<그림 3.38> 비탈면시설물 변형



<그림 3.39> 보호, 보강시설의 변형

**라. 급격한 지하수 용출**

평상시 깎기비탈면의 지하수 유출지점이나 유출량, 시간에 따른 유출 변동량을 점검하여 붕괴징후를 인지할 수 있다. 즉, 급격한 유출량의 변화나 용출수의 탁도가 증가하면 전문가의 검토를 통하여 대책을 수립해야 한다..



<그림 3.40> 붕괴비탈면의 급격한 지하수 용출

## 3.7 붕괴이력

**붕괴이력의 정확한 기록은 비탈면을 과학적이고 체계적으로 관리하는데 필수적인 기초항목이다.**

일반적으로 지반조건, 붕괴이력, 보강시설 적용상태 등의 종합적인 분석을 통하여 붕괴가능성을 예측한다. 따라서, 효율적인 유지관리업무를 위하여 건설당시의 지반조건, 공용중의 붕괴 및 보수·보강 이력의 현황도 작성 등을 정리·보관하여야 한다.

### 3.7.1 깎기부 손상

비탈면의 단면 경사나 형상이 위치에 따라 급격하게 변하는 곳은 과거 붕괴부위일 가능성이 있다. 특히, 시간이 많이 지나고 식생으로 피복되어 있거나 주위의 소규모 추가 붕괴로 면상태가 완만해지면 발견하기 어려우므로 세심한 관찰이 필요하다. 일단, 활동면으로 의심되면 현장의 붕괴유형과 주위에서 관찰되는 불연속면과의 상관성을 고려하여 지형적인 굴곡인지 혹은 실제 활동면 인지를 확인하여야 한다.



<붕괴부 지형변화>



<붕괴부 주변 불연속면 분포>

<그림 3.41> 지형 및 주변 불연속면에 의한 추정

암탈락이나 붕괴발생 후 시간이 많이 지나지 않은 부위의 활동면은 주위 암색과 확연하게 차이가 나므로 붕괴이력을 확인할 수 있다. 소규모 붕괴는 낙석이 하부에서 관찰될 수 있고 대규모 붕괴는 발생된 붕괴 암괴를 비탈면 주변 또는 하천변이나 계곡부 등에 임시 야적하여 놓을 수 있어 비탈면 붕괴 이력을 유추할 수 있다.




<붕괴부 암색 상이> <비탈면 주위 낙석더미>

<그림 3.42> 암색 및 주변 붕괴산물을 통한 추정

### 3.7.2 비탈면시설의 손상

붕괴지괴의 제거시 도로나 배수구에 남은 굴삭기 버켓의 긁힘자국, 암파쇄방호시설 천공홀 흔적, 가드레일의 붕괴물 침투흔적 등 붕괴발생당시 충격으로 발생된 비탈면시설 파손이나 보수흔적으로 붕괴이력을 짐작할 수 있다.




<도로포장 긁힘자국> <가드레일 토사 붕괴물 침입 흔적>

<그림 3.43> 비탈면시설 손상에 의한 추정

# 제 4 장

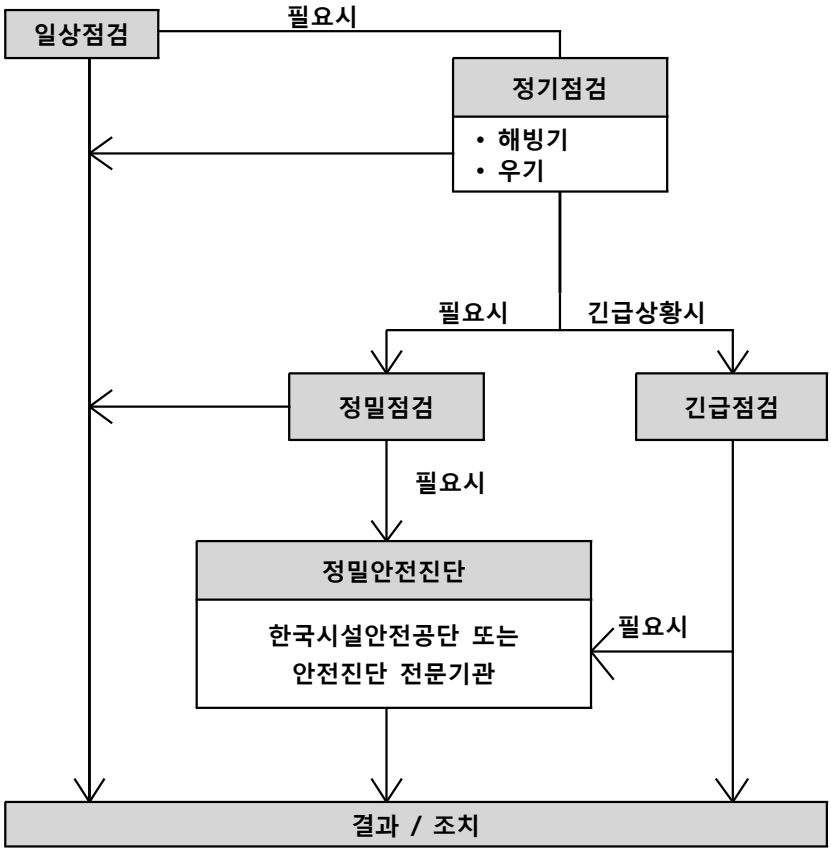
# 안 전 점 검

## 4.1 개요

도로비탈면의 안정성이나 붕괴여부, 붕괴시기, 붕괴규모, 피해정도 등을 예측하기는 매우 어렵다. 따라서, 상기의 불안정 요소를 보완하고, 비탈면 붕괴를 예방하여 피해를 최소화하기 위하여 정기적인 안전점검을 실시하여야 한다. 비탈면 안전점검을 효율적으로 수행하기 위해서는 사전계획과 준비가 필요하며, 이를 위해 다음 사항을 고려해야 한다.

- 점검 종류, 대상, 항목, 방법
- 점검장비, 시간, 소요인원
- 관련 지구의 설계, 시공, 점검, 보수 자료
- 점검시의 기상상태
- 교통량 및 주변환경

다음 <그림 4.1>은 일반적인 점검절차를 나타낸 점검업무 흐름도이다.




<그림 4.1> 점검업무흐름도

## 4.2 일상점검

일상점검은 유지관리주체가 차량 혹은 도보 등으로 일상적인 순찰시 실시하는 육안점검으로 비탈면의 위험요인이나 시설의 손상 및 결함을 조기에 발견하고 적절한 대처방안이나 보다 자세한 상위의 점검실시 여부를 판단하기 위하여 수행하는 것이다. 점검시의 주안점은 비탈면 붕괴징후 인지와 주요 비탈면시설의 사용요건 만족여부이며, 주요점검요소로는 낙석, 지하수 용출, 붕괴징후, 비탈면시설 상태 등이 있다. 일상점검시 문제가 발생된 현장은 “부록 2”에 수록된 점검양식에 따라 기록하고 보고자료로 활용한다. <표 4.1>은 일상점검시 점검항목과 점검내용이며, 다음 페이지 표는 일상점검표를 기입한 예이다.

<표 4.1> 일상점검 항목 및 내용

| 분류 | 점검항목 | 점검내용 | 점검장비 |
|---|---|---|---|
| 붕괴 | • 낙석 | - 위치, 규모, 즉각적인 제거 여부 | - 카메라<br>- 필기도구<br>- 지도 |
| | • 인장균열<br>• 배부름<br>• 침하 | - 위치, 규모, 발생시기 | |
| 비탈면 상태 | • 지하수 용출 | - 누수량, 탁도 | |
| | • 이완암 | - 위치, 규모, 낙석발생시 피해도 | |
| 비탈면시설 | • 배수시설<br>• 낙석방호시설<br>• 보강시설<br>• 표면보호시설 | - 노후, 변상, 파손여부<br>- 기능상실 여부 | |

# 깎기비탈면 일상점검표 기입 예

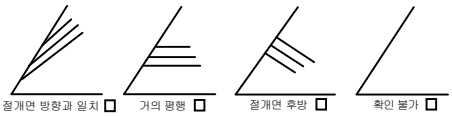
■ 일반현황

| 관리청/국도 | oo 청/ oo 국도 | 조사일시 | 2003 년 o 월 oo 일 |
|---|---|---|---|
| 행정구역 | ( oo )시/군 ( oo )읍/면 ( oo )리 | 관리코드 | IS14U14956 |
| 거 리 표 | ( oo )호선 ( oo )방향 ( oo )km ( ooo )m ( 상 )행 | | 미설치 ( ) |

■ 붕괴

| 붕괴 징후 | □인장균열 □배부름 □침하<br>☑지하수용출 □비탈면시설변형 | 붕괴이력 | ☑낙석 □쐐기 □평면 □전도<br>□표층유실 □세굴 □활동파괴 |
|---|---|---|---|
| | 위치:중간부 하단<br>규모:<br>기타:지속적인 누수발생 | | 위치: 좌측부 상단<br>규모: 폭(2), 심도(2m)<br>기타: 2년전 집중강우시 발생 |

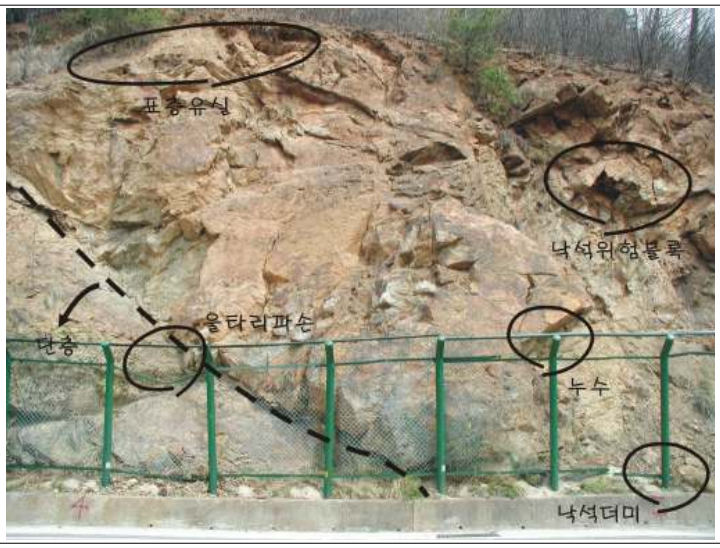
■ 깎기비탈면 상태

| 이완암 | ☑유 □무 | 계 곡 부 | ( 0 ) 개소 | 풍화도 | □신선:미세한 균열조차 없으며 석재로 사용가능할 정도<br>□약간풍화:약간의 균열, 약간의 절리, 약간의 착색<br>☑보통풍화:균열, 절리 발달, 해머타격시 무거운소리<br>□심한풍화:여러번 발로 밟으면 깨짐<br>□완전풍화:암덩어리가 손으로 부서짐<br>□풍화잔류토:구성입자가 분리되어 약간 이동됨 |
|---|---|---|---|---|---|
| 암석의 결 |  | | □전체<br>☑위험 부위 | | |

■ 필요공법 및 점검자의견

| 필요공법 | □현상태유지 □기존시설 교체·보수<br>☑깎기공법 □보강시설 □낙석방호시설 □표면보호시설 □배수시설 |
|---|---|
| 조 사 자 소 견 | 지속적인 낙석발생과 누수로 하부의 낙석방지울타리가 심하게 파손된 상태로 항구적인 대책이 요망됨. |

■ 현황사진



## 4.3 정기점검

정기점검은 비탈면의 위험요인과 비탈면시설의 손상 및 결함을 조기에 발견하고 기능적 상태를 판단하여 현재의 사용요건을 계속 만족시키고 있는지 확인하기 위하여 실시하는 육안검사 수준의 점검이며, 정기점검 업무흐름도는 <그림 4.2>과 같다. 정기점검으로는 해빙기점검, 춘계점검, 우기점검, 추계점검이 있으며, 깎기비탈면과 쌓기비탈면은 점검항목에 있어 다소 차이가 있으므로 깎기비탈면 정기점검표와 쌓기비탈면 정기점검표를 구분하여 "부록 2"에 제시하였다.




<그림 4.2> 정기점검 업무흐름도

### 4.3.1 해빙기점검

해빙기 점검대상 비탈면은 일상점검시 이상징후(낙석, 다량의 누수, 붕괴, 인장균열, 단차, 배부름 등)가 발견된 비탈면을 중심으로 선정한다. 간략한 육안조사를 통하여 비탈면상태, 붕괴이력, 비탈면시설 상태 등을 점검하며, 해빙기점검 시기는 보통 3월에 이루어진다.

해빙기점검시에는 평상시 지하수 용출이 관찰되었거나 결빙되었던 곳에서 해빙에 따른 낙석 발생 여부와 중·소규모의 붕괴가능성 여부에 주안점을 둔다. 점검결과에 따라 경미한 사안은 관리주체가 자체적으로 대책을 수립·시행하고 중대한 사안에 대해서는 CSMS 연구기관에 정밀조사를 의뢰하여야 한다.

해빙기점검시 조사자는 “부록 2”에 제시된 해빙기 점검표를 이용하여 누락된 부분이 없도록 기입항목을 정확히 조사한다.

<표 4.2>는 해빙기점검 항목에 따른 내용을 요약한 것이다.

<표 4.2> 해빙기점검 항목 및 내용

| 분류 | 점검항목 | 점검내용 | 점검장비 |
|---|---|---|---|
| **중점점검** | • 결빙된곳<br>• 지속적인 낙석발생장소<br>• 지하수 용출 | - 해빙시 낙석이나 붕괴위험여부<br>- 지하수 용출량, 위치 | - 카메라<br>- 필기도구<br>- 지도<br>- 줄자 |
| **붕괴** | • 인장균열<br>• 배부름 | - 위치, 규모, 방향, 진행속도 | |
| | • 이완암괴 | - 위치, 규모, 낙석발생시 피해도 | |
| | • 도로균열 | - 위치, 규모, 침하정도 | |
| | • 이력 | - 유형, 위치, 규모, 발생시기 | |
| **깎기비탈면 상태** | • 불연속면 | - 미끄러움 정도, 빈도, 방향 | |
| | • 풍화도 | - 풍화도 vs 단면경사에 따른 안정성 | |
| | • 집수지형 | - 계곡부 유무 | |
| **쌓기비탈면 상태** | • 쌓기재료 | - 쌓기 종류 | |
| | • 쌓기재료강도 | - 쌓기 재료 강도 | |
| | • 도로포장균열 | - 밀집도, 발생위치, 폭 | |
| **비탈면시설** | • 배수시설<br>• 낙석방호시설<br>• 보강시설<br>• 표면보호시설 | - 노후, 변상, 파손여부<br>- 기능상실 여부 | |

### 4.3.2 춘계점검

춘계점검은 겨울철 동안 잦은 강설에 따른 제설작업 등으로 더러워지거나 기능이 저하된 각종 도로시설물을 적기에 보수·정비하여 안전하고 쾌적한 도로 환경을 제공하는 것을 목적으로 한다.

춘계점검은 『도로법』 제37조, 『도로의 유지·보수 등에 관한 규칙』에 근거하여 실시하며, 4월~5월에 수행하게 된다. 춘계점검 중점 정비사항은 낙석·산사태 위험 여부를 확인하는 것으로, 도로비탈면의 춘계점검 기본 방향은 해빙기점검 결과에 따라 시급한 곳과 「도로이용불편신고센타」에 접수된 민원·불편사항을 우선적으로 정비하는 것이다.

춘계점검에서는 비탈면 상단 원지반 균열, 뜬돌 발생, 용수 발생 등에 관한 점검을 실시하며, 낙석 등의 발생 징후가 있을 경우 교통통제 등 안전조치를 실시하여야 한다. 또한 동결·융해로 인하여 흘러내린 토사를 제거하고 세굴 부위를 보수한다. 뜬돌 및 풍화토 제거를 수행하고 우수 유도 등 필요한 곳에는 산마루측구 및 지하수 배수시설을 설치하고, 파손되거나 늘어난 낙석방지망, 낙석방지울타리 및 옹벽 등의 보수를 통하여 위험지구를 정비하며, 예고 및 안내표지 등의 설치를 통하여 도로이용자에게 정보를 제공한다.

도로비탈면 관련 춘계점검의 점검 및 평가결과는 해당 지방국토관리청장의 책임하에 이루어지게 되며, 점검 및 평가기간은 정비완료단계 또는 정비 완료 후 실시하게 된다.

### 4.3.3 우기대비점검

우기 전 관내 취약지구에 대해 집중강우시 취약부(계곡부, 혼합비탈면, 흙비탈면)와 배수시설의 배수기능 등에 대해 주안점을 두고 “부록 2”에 수록된 점검표에 따라 정기점검을 시행해야 하며 점검수준은 해빙기점검에 준한다. <표 4.3>은 우기대비점검 항목이다.

<표 4.3> 우기대비점검 항목 및 내용

| 분류 | 점검항목 | 점검내용 | 점검장비 |
|---|---|---|---|
| 중점점검 | • 비탈면 누수 | - 비탈면 내 특정 부위의 습윤, 지하수 용출 | - 카메라<br>- 필기도구<br>- 지도<br>- 줄자 |
| | • 계곡부 | - 계곡부에서 종배수구, 집수시설로 이어지는 연결 부위와 관거의 통수기능 | |
| | • 공사중인 현장<br>• 수해취약지구 | - 수방자재 비축현황<br>- 토사유실 및 붕괴 여부 | |
| | • 배수시설<br>- 산마루배수구<br>- 소단측구<br>- 종배수구<br>- 수평배수공<br>- 수발공 등 | - 배수공의 막힘<br>- 이물질의 퇴적이나 적치로 배수기능 상실<br>- 시설물의 연결부위 파손, 변형<br>- 통수단면 부족으로 월류 여부<br>- 배수시설 기능상실로 세굴, 침식, 붕괴여부 | |
| 붕괴 | • 인장균열<br>• 배부름 | - 위치, 규모, 방향, 진행속도 | |
| | • 이완암괴 | - 위치, 규모, 낙석발생시 피해도 | |
| | • 이력 | - 유형, 위치, 규모, 발생시기 | |
| 깎기비탈면 상태 | • 불연속면 | - 미끄러움 정도, 빈도, 방향 | |
| | • 풍화도 | - 풍화도 vs 단면경사에 따른 안정성 | |
| | • 집수지형 | - 계곡부 유무 | |
| 쌓기비탈면 상태 | • 쌓기재료 | - 쌓기 종류 | |
| | • 쌓기재료강도 | - 쌓기 재료 강도 | |
| | • 도로포장균열 | - 밀집도, 발생위치, 폭 | |
| 비탈면시설 | • 낙석방호시설<br>• 보강시설<br>• 표면보호시설 | - 노후, 변상, 파손여부<br>- 기능상실 여부 | |

### 4.3.4 추계점검

추계점검은 도로이용자들에게 안전하고 쾌적한 도로환경을 제공하기 위하여 여름철 호우 등으로 인한 파손 및 기능이 저하된 시설물을 정비하고, 다가오는 겨울철 강설에 대비하여 제설 자재 및 장비를 점검함으로써 원활한 교통 소통을 도모하는 등 설해 대책에 만전을 기하고자 시행하는 것이다.

추계점검은 『도로법』 제37조, 『도로의 유지·보수 등에 관한 규칙』에 근거하여 실시하며, 도로정비 및 점검 기간은 10월에 해당된다. 도로비탈면 분야의 추계 중점정비사항은 낙석·산사태 위험지구에 대한 정비 및 산마루측구에 대한 정비를 말한다.

추계점검에서는 비탈면 상단 원지반 균열, 뜬돌 발생, 용수 발생 등에 관한 점검을 실시하며, 낙석, 산사태 등의 발생 징후가 있을 경우 사전대비책을 강구하여야 한다. 또한 강우로 흘러내린 토사, 뜬돌, 풍화토를 제거하고, 세굴 부위를 보수한다. 우수유도 등 필요한 곳에는 산마루배수구 및 지하수 유도 시설을 설치하고, 파손되거나 늘어난 낙석방지망, 낙석방지울타리 및 옹벽 등의 보수를 수행한다. 강우 등으로 유실·세굴된 쌓기비탈면에 대해서도 정비를 수행하여야 하며, 위험예고 및 안내표지 등의 설치를 통하여 도로이용자에게 정보를 제공한다.

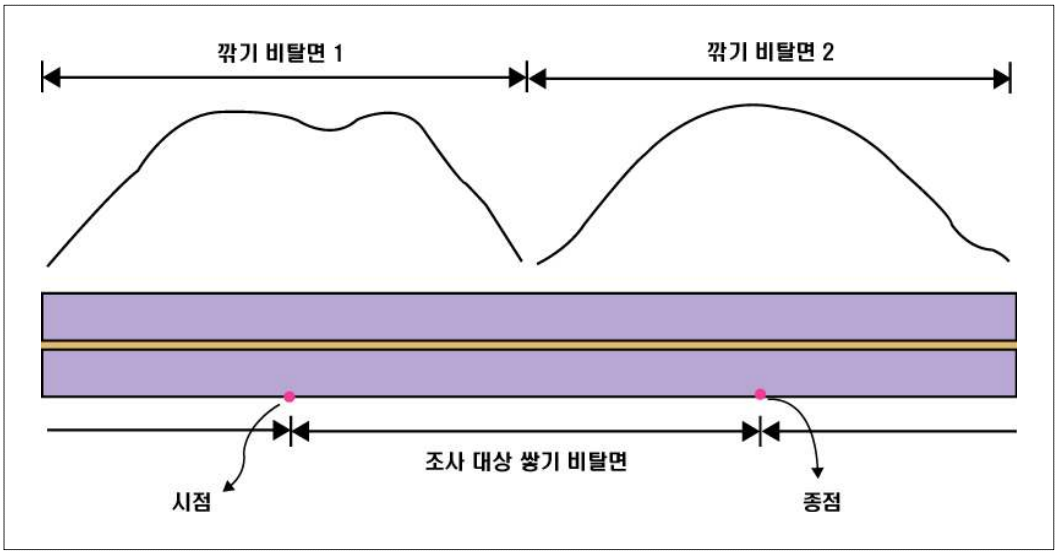
추계점검을 통하여 공사가 진행될 경우 관리자는 공사관리에 만전을 기하여야 한다. 도로확장, 도로점용 등 각종 다른 공사와의 중복 여부를 면밀히 검토하여 시행하며 이중투자가 발생되지 않도록 주의하여야 하며, 지체·시각 장애인 등 교통약자 등을 위한 규정 이행을 준수하도록 하여야 한다. 배수로, 종배수로 및 측구 등을 설치할 경우, 뒤채움 및 다짐을 철저히 하는 등 배수에 지장이 없도록 공사관리를 철저히 하며, 공사 중인 구간에서는 안내간판 설치, 안전원 배치 등 안전관리를 철저히 한다.

### 4.3.5 쌓기비탈면 정기점검 항목

본 매뉴얼에서는 도로비탈면의 깎기비탈면을 주로 다루고 있다. 따라서 쌓기비탈면에 대한 일상점검이나 정기점검을 수행할 때, 쌓기비탈면의 점검항목 기재에 어려움이 발생할 수 있다고 판단되므로 이에 대하여 주요 항목에 대한 추가적인 설명을 하고자 한다.

#### 가. 쌓기비탈면 구분

일반적으로 깎기비탈면은 큰 계곡부를 중심으로 비탈면을 나누게 된다. 그러나 쌓기비탈면에서는 깎기비탈면의 구분 기준을 적용해서는 안 된다. 왜냐하면, 쌓기비탈면의 붕괴 발생부가 대부분 대형 계곡부를 중심으로 이루어지는 경우가 많기 때문이다. 깎기비탈면은 쌓기비탈면과는 달리 계곡과 계곡으로 뚜렷이 구분이 가능하지만, 쌓기비탈면은 그렇지 않다. 깎기비탈면내 계곡부가 쌓기비탈면에 직접적인 영향을 끼치게 되므로 깎기비탈면과 동일한 분류 기준을 사용하는 것은 실제로 맞지 않다. 따라서, <그림 4.3>에서 제시하는 바와 같이 쌓기비탈면은 깎기부의 계곡부를 포함해서 구간을 선정하여 조사하는 것이 바람직하다. 쌓기비탈면의 조사연장은 쌓기비탈면의 위해요소가 발견되는 구간을 포함하여, 좌우로 50m 정도가 가장 적당하다고 판단된다. 이렇게 구간을 제한적으로 설정함으로써 보다 집중적인 조사가 가능하다.




<그림 4.3> 쌓기비탈면의 구분

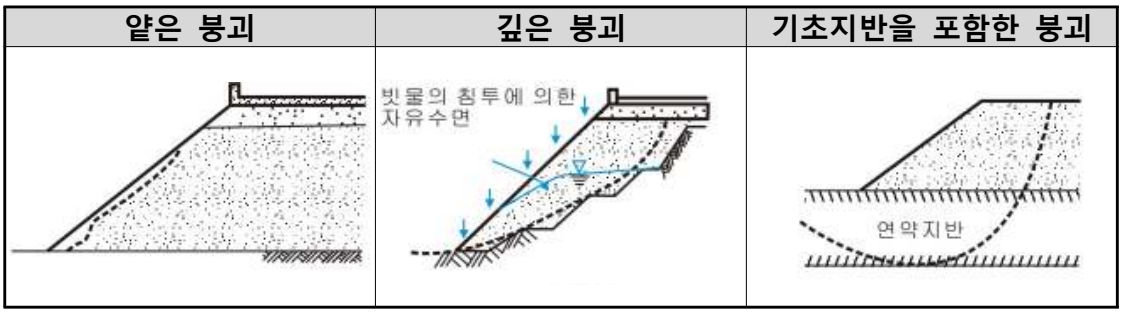
#### 나. 붕괴이력

쌓기비탈면의 붕괴 형태는 규모에 따라 구분되며, <그림 4.4>와 같이 “얕은 붕괴”, “깊은 붕괴”, “기초지반을 포함한 붕괴”로 크게 구분된다.

얕은 붕괴는 쌓기부의 구성재료가 침식을 받기 쉬운 흙으로 구성되어 있는 지반에 빗물이나 노면수와 같은 표면수가 비탈면 표면을 따라 흘러내림으로서 토사가 유실되는 형태를 말하며, 붕괴심도는 1m 이내이다.

깊은 붕괴는 쌓기부에 강우의 영향 뿐만 아니라 지반으로부터의 지하수의 영향도 함께 존재하여 원지반과 쌓기재료사이에서 활동면이 형성되어 붕괴되는 형태를 말한다. 깊은 붕괴가 발생된 비탈면의 원지반은 풍화암 이상의 비교적 견고한 암반인 경우가 많다.

기초지반을 포함한 붕괴는 원지반이 쉽게 활동하는 토층으로 이루어져 있어 지표수나 지하수의 영향으로 원지반을 포함하여 쌓기부가 함께 활동하는 붕괴를 말한다. 기초지반을 포함한 붕괴는 이미 산사태가 발생했던 불안정한 지반에 쌓기를 실시한 비탈면에서 관찰된다.




<그림 4.4> 쌓기비탈면의 붕괴 형태

### 다. 도로포장균열

쌓기비탈면은 쌓기비탈면을 이루고 있는 지반이 쌓기재료로만 구성되어 있는 상황인지, 원지반과 쌓기재료가 혼재되어 있는 한쪽깎기·한쪽쌓기 경계를 가지고 있는지가 안정성을 판단하는 데 중요한 기준이 되지만 이를 파악하기는 쉽지 않다. 쌓기비탈면의 지하 상태를 추론하는 하나의 인자로서 도로포장부에서 발견되는 균열을 면밀히 관찰하는 것이 도로 하부체의 특성을 파악하는 데 있어 중요하다.

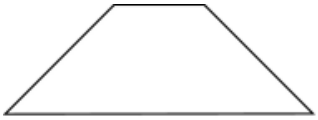
정기점검시 발견되는 도로포장균열에 대하여 균열발생위치는 깎기비탈면쪽, 중앙선, 쌓기비탈면쪽을 구분하여 표시한다. 도로포장 균열밀집도는 <표 4.4>의 기준을 참고하여 기재한다.

<표 4.4> 도로포장 균열밀집도

| 구 분 | 기 준 |
|---|---|
| **없음** | 도로포장 내 균열이 없는 경우 |
| **느슨** | 동일 방향의 균열이 50 cm 이상 간격으로 나타나는 경우 |
| **보통** | 동일 방향의 균열이 10~50 cm 간격으로 나타나는 경우 |
| **밀집** | 동일 방향의 균열이 10 cm 이하의 간격으로 나타나는 경우 |

### 라. 쌓기형상

쌓기형상은 상단부 길이(도로부 길이)와 하단부 길이(쌓기부 하단부 길이)를 상대적으로 기재하고 그 형상을 표현한 것이다. 쌓기비탈면의 형상은 아래로 갈수록 쌓기부의 면적이 넓어지는 분산형과 쌓기부의 면적이 좁아지는 집중형이 있고, 도로부의 길이와 쌓기부의 길이가 동일한 평행형이 있다.

| 분산형 | 집중형 | 평행형 |
|---|---|---|
|  |  |  |

<그림 4.5> 쌓기형상

### 마. 수목의 기울어짐

쌓기비탈면은 붕괴가 발생되지 않은 경우에는 움직임을 예측하기가 쉽지 않다. 쌓기비탈면의 거동은 매우 미세하게 점진적으로 이루어질 수 있으며, 이러한 지반 움직임을 "포행(creep)"이라고 한다. 포행은 수목의 기울어짐을 통하여 간접적으로 추정이 가능하므로 점검시 이를 확인하여 유/무를 기재하여야 한다.

### 바. 쌓기재료 및 강도

쌓기재료는 덤핑암괴, 현지 풍화토와 인공적으로 쌓기를 실시한 토사로 구분한다. 덤핑암괴는 주변에서 굴착된 암괴를 쌓기부에 버려 놓은 것을 말하며, 현지풍화토는 원지반이 풍화를 받은 형태를 말한다. 인공 쌓기 토사 재료의 종류와 쌓기재료의 강도는 <표 4.5>와 <표 4.6>과 같다.

<표 4.5> 쌓기비탈면의 토사 종류 기재법

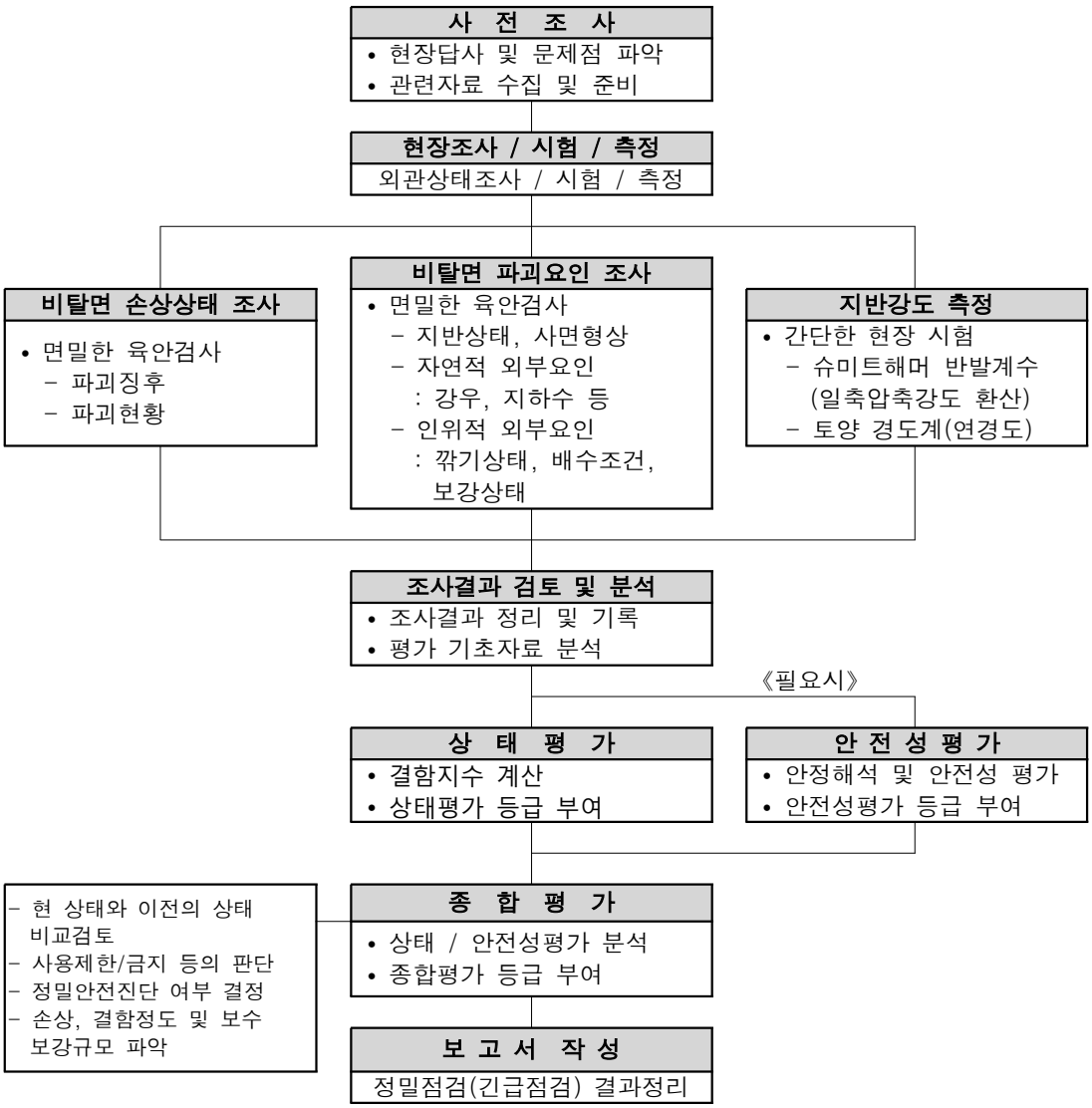
| 분 류 | 비 고 |
|---|---|
| **덤핑암괴** | 주변에서 굴착된 암괴들을 쌓기부에 버려놓은 형태 |
| **풍 화 토** | 풍화암이 풍화된 상태 |
| **사질 섞인 일반적인 토사** | SW, SP, SM, SC |
| **자갈 또는 암괴 섞인 토사** | GM, GC |
| **실트가 많이 섞인 토사** | ML, MH |
| **점토가 많이 섞인 토사** | CL, CH |

<표 4.6> 쌓기재료의 강도

| 흙의 강도 | N치 | Ø ( °) | 현 장 관 찰 |
|---|---|---|---|
| **매우 견고 (very dense)** | > 50 | > 41 | 발파 또는 중장비에 의해서만 자국을 낼 수 있음. |
| **조밀 또는 견고 (dense)** | 30~50 | 36~41 | 손의 힘으로 삽을 이용하여 자국을 낼 수 있음. |
| **중간 (medium)** | 10~30 | 30~36 | 힘을 주어서 삽질을 할 수 있음. |
| **느슨 또는 연약 (loose)** | 4~10 | 28.5~30 | 쉽게 삽질을 할 수 있음. |
| **매우 느슨 (very loose)** | 0~4 | < 28.5 | 엄지손가락 또는 주먹으로 쉽게 자국을 낼 수 있음. |

## 4.4 정밀점검

정밀점검은 정기점검보다 정밀한 육안검사와 측정기구를 통해 비탈면의 불연속면, 암종, 상부자연비탈면 등의 비탈면 상태와 붕괴이력, 비탈면시설 현황 등을 정확히 조사하는 것으로 한국시설안전공단 또는 안전진단전문기관이 실시하며, 안정해석을 통해 안정성 여부를 판단하고 필요시 대책공법을 수립·시행한다.




<그림 4.6> 정밀점검 업무흐름도

정밀점검에서 정기점검에 비교하여 추가되는 주요점검 요소로는 비탈면 분류, 불연속면 유형 및 특성, 암종, 지반강도, 비탈면시설, 상부자연비탈면, 주변지형지질 등이 있다.

<표 4.7> 정밀점검 항목 및 내용

| 분류 | 점검항목 | 점검내용 | 점검장비 |
|---|---|---|---|
| 붕괴 | • 인장균열<br>• 배부름 | - 원인, 위치, 규모, 방향,진행속도 | - 카메라<br>- 필기도구<br>- 줄자<br>- 레이저거리측정기<br>- GPS 위치측정기<br>- 클리노콤파스<br>- 슈미트해머<br>- 지질용 해머<br>- 프로파일게이지<br>- tilt-meter<br>- 휴대용전단시험기 |
| | • 이완암괴 | - 위치, 규모, 낙석발생시 피해도 | |
| | • 이력 | - 유형, 위치, 규모, 발생시기<br>- 추가붕괴가능성 | |
| 비탈면상태 | • 비탈면분류 | - 토층심도 | |
| | • 불연속면<br>-단층<br>-엽리<br>-절리<br>-층리<br>-균열<br>-기타 | - 방향(방위/경사각)<br>- 분포빈도<br>- 충진물(두께, 연경도)<br>- 거칠음<br>- 연장<br>- 틈새간격 | |
| | • 풍화도 | - 풍화등급(범위, 우세등급)<br>- 풍화도 vs 단면경사에 따른 안정성<br>- 차별풍화 | |
| | • 강도 | - 일축압축강도<br>- 슈미트해머시험 | |
| | • 암종 | - 광물구성, 풍화특성 | |
| | • 누수 | - 위치, 용출량 변동추이<br>- 지하수위 분포여부<br>- 수맥 분포여부 | |
| | • 집수지형 | - 계곡부 유무 | |
| | • 상부자연비탈면 | - 균열<br>- 낙석위험블럭<br>- 지표수배수기능<br>- 구조물(봉분, 참호, 송신탑 등) | |
| | • 주변지형지질 | - 수계 및 산계<br>- 주변지형 및 지질조건 | |
| 비탈면시설 | • 배수시설<br>• 낙석방호시설<br>• 보강시설<br>• 표면보호시설<br>• 도로, 옹벽 | - 노후, 변상, 파손여부<br>- 기능상실 여부<br>- 변상·파손 원인 | |

정밀점검 보고서는 다음과 같은 내용을 수록한다.

**1. 서두** : 정밀점검 내용을 쉽게 알 수 있도록 다음의 서류를 붙인다.

- ○ 제출문
- ○ 참여기술자 명단
- ○ 시설물의 위치도
- ○ 시설물 전경사진
- ○ 정밀점검 실시결과 요약문
- ○ 보고서 목차

**2. 개요** : 정밀점검의 범위와 과업내용 등 정밀점검 계획 및 실시와 관련된 주요사항을 기술한다.

- ○ 점검의 목적
- ○ 시설물의 개요 및 이력사항
- ○ 점검의 범위 및 과업내용
- ○ 사용장비 및 기기
- ○ 점검 수행일정

**3. 종합결론 및 건의** :

- ○ 보고서의 결과표에는 외관조사 및 상태평가 등을 종합적으로 검토·분석한 결과를 기록, 점검대상 시설물 전체의 상태평가등급을 기록한다. 점검결과 중대한 결함이 있으면 필요한 후속조치 사항을 기록해야 한다.
- ○ 정밀점검 결과의 종합결론
- ○ 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한 필요성 여부
- ○ 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항
- ○ 기타 필요한 사항

## 4.5 긴급점검

긴급점검은 관리주체가 필요하다고 판단하는 경우나 관계 행정기관의 장이 필요하다고 판단하여 관리주체에 긴급점검의 요청이 있을 때 실시하는 점검이다. 긴급점검은 주로 집중강우, 해빙기, 태풍으로 자연재해나 갑작스런 붕괴, 시공 중 예측하지 못한 요인이 발생되었을 경우 또는 현장여건상 시공성에 문제가 발생하여 공사가 중단된 경우 등이 해당된다. 이 두 가지 경우에 대한 각각의 점검내용은 다음 <표 4.8>과 같다.

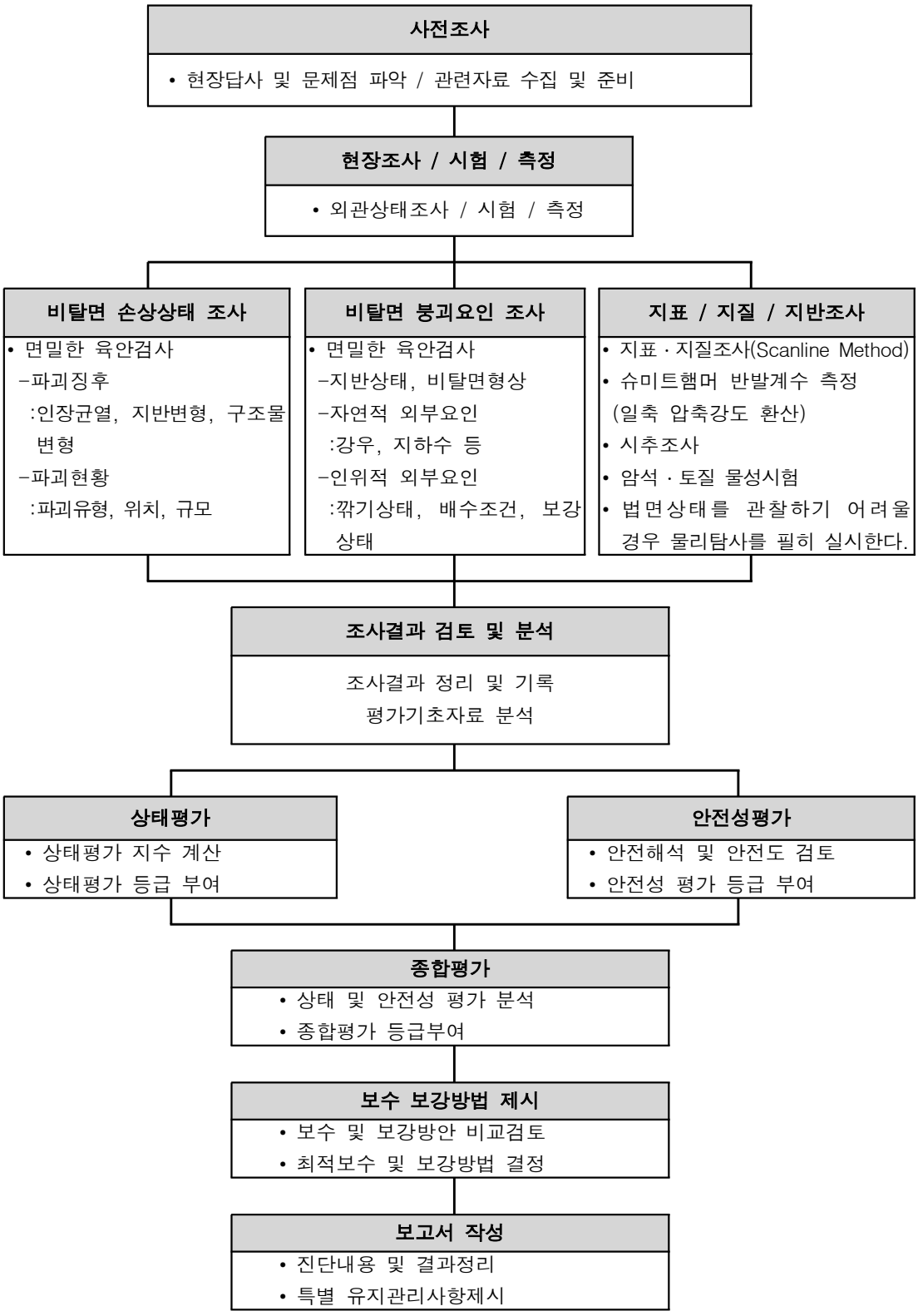
긴급점검의 점검범위와 수준은 정밀점검과 동일하며 사태의 긴급성에 따라 전문가의 검토의견을 통해 응급조치를 할 수 있다. 점검자는 교통통제 및 응급대책이 필요하면 즉시, 관리주체에 보고해야 하며 관리주체는 필요한 조치를 취해야 한다. 필요한 경우 정밀안전진단을 시행하여, 정밀안전진단 결과에 따라 대책을 수립·시행한다.

<표 4.8> 긴급점검 내용

| 자연재해·갑작스런 붕괴에 의한 긴급점검 | 예측불가능요인·시공성문제에 의한 긴급점검 |
|---|---|
| - 붕괴나 손상의 유형·규모·원인<br>- 피해도, 추가붕괴 가능성<br>- 우회도로여부 및 교통통제<br>- 보수·보강의 긴급성<br>- 응급대책<br>- 추가적인 정밀안전진단 시행 여부 | - 원인요소 조사 및 파악<br>- 공종변경·추가대책<br>- 시공성·현장적용성 판단<br>- 보수·보강의 긴급성<br>- 응급대책<br>- 추가적인 정밀안전진단 시행 여부 |

## 4.6 정밀안전진단

정밀안전진단은 정밀한 육안조사와 시험·측정장비 및 기기를 사용하여 비탈면시설의 물리적·기능적 결함을 발견하고 그에 대한 신속하고 적절한 조치를 하기 위하여 구조적 안전성 및 결함의 원인 등을 검토·분석·평가하고, 보수·보강방법을 제시하는 행위이다. <그림 4.7>은 일반적인 비탈면 정밀안전진단의 업무흐름과 진단항목 및 방법이다.




<그림 4.7> 정밀안전진단 업무흐름도

<표 4.9> 2종 시설물의 일반적인 정밀안전진단 항목 및 방법

| 점검부위 | 진 단 항 목 |
|---|---|
| 비탈면 손상 상태 조사 | ㅇ **파괴징후 조사**<br>- 인장균열 : 유/무, 폭, 길이, 깊이, 균열의 진행성여부<br>- 지반변형 : 유/무, 변형범위, 변형방향, 최대 변위량<br>- 구조물변형 : 유/무, 구조물 유형/규모, 변형범위, 변형방향, 최대 변위량<br>ㅇ **파괴현황 조사**<br>- 파괴 유형<br>- 파괴부 위치<br>- 파괴 발생규모 : 폭, 길이, 깊이, 높이 |
| 비탈면 파괴 요인 조사 | ㅇ **지반상태**<br>- 토질 및 지반조건, 토층 두께<br>- 대표적인 절리의 특성: 방향, 길이, 틈새, 거칠기, 충전물, 풍화도<br>ㅇ **비탈면형상**<br>- 비탈면 경사, 집수지형<br>ㅇ **자연적 외부요인**<br>- 강우량 (시간당 강우량, 1일 강우량, 누적강우량)<br>- 지하수위<br>ㅇ **인위적 외부요인**<br>- 표면보호공 상태<br>- 깎기 상태<br>- 비탈면 보강공 상태<br>- 배수조건 |
| 지표·지질·지반조사 및 시험 | ㅇ **토질 및 암석 물성시험**<br>- 일축압축강도, 점착력, 내부마찰각, 점하중시험, 절리면 직접전단시험, 단위중량, 탄성계수, 포아송비, 투수시험, 압밀시험, 토사전단강도시험, 토질 분류(함수비, 애터버그 한계, 비중, 입도시험) 등<br>ㅇ **지표, 지질조사**<br>- 지질구조대(단층, 습곡, 파쇄대) 조사<br>- 선조사기법(Scanline Method)을 이용한 절리특성 자료획득<br>ㅇ **물리탐사** (비탈면의 상태를 관찰하기 어려운 경우 실시)<br>- 전기비저항 탐사, 탄성파 탐사, 지오레이더 탐사 중 1개 실시<br>ㅇ **시추조사** (파괴징후 관찰시, 또는 식생이나 기존 공법으로 인해 법면의 상태를 관찰하기 어려운 경우 실시)<br>- 시추코아 채취<br>- 지하수위 측정<br>- 시추공내 절리방향성 분석 |

# 제 5 장

# 대 책 공 법

## 5.1 개요

**붕괴 가능성이 있는 도로비탈면은 보강공법을 통하여 안정성을 확보하고, 소규모 낙석이나 표면침식이 발생하는 도로비탈면은 보호공법을 적용하여 지반의 약화를 방지하여야 한다.**

도로비탈면의 안정화를 위한 대책공법은 정밀조사, 안정성 해석평가에 따른 붕괴 가능성, 붕괴 규모 등에 따라 선정된다. 대책공법 고려시 예상 피해 정도, 시공성, 경제성 등 모든 상황을 고려하여 최종적으로 가장 적합한 대책공법을 선정하여야 한다.

비탈면 대책공법은 크게 보호공법과 보강공법으로 구분된다. 보호공법은 비탈면이 현재 허용안전율을 확보하고 있으나 향후 강우나 풍화 진행 등으로 안전율이 감소되는 것을 방지하기 위한 것이다. 대표적인 비탈면 보호공법으로는 낙석방지망, 낙석방지울타리, 낙석방지옹벽, 비탈면 녹화, 배수시설 등이 있다. 보강공법은 도로비탈면 활동에 대한 저항력을 증가시키거나 도로비탈면의 활동력을 감소시켜 허용안전율을 확보하기 위한 공법을 총칭한다. 대표적인 보강공법으로는 깎기, 앵커, 기대기옹벽 등이 있다.

도로비탈면은 구성 재료에 따라 암깎기비탈면, 흙깎기비탈면, 혼합깎기비탈면, 쌓기비탈면로 분류되며 구성 재료의 특징에 따라 대책공법 선정에 있어 차이가 있다. 암깎기비탈면은 불연속면의 특성과 구성 암반의 이완 정도 등이 대책공법 선정에 중요하게 고려되어야 할 사항이다. 흙깎기비탈면은 수리조건과 비탈면 표면의 풍화·침식 가능성에 대한 고려가 충분히 이루어져야 한다. 혼합깎기비탈면은 구성암반의 풍화진행 정도에 따라 붕괴 양상이 차이가 있기 때문에 이에 대한 고려가 필요하다. 쌓기비탈면은 쌓기 재료의 특성에 따른 공법적용이 고려되어야 한다. 도로비탈면 구성 재료의 특성에 따라 적용 가능한 대책공법은 <표 5.1>과 같다.

<표 5.1> 도로비탈면 구성 재료별 적용 가능한 대책공법

| 대책공법 | | 깎기비탈면 | | | 쌓기비탈면 |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 암반 | 흙 | 혼합 | |
| 활동하중경감공법 | 깎기/상부깎기/수평깎기 | ◎ | ◎ | ◎ | △ |
| | 면정리 | ◎ | ◎ | ◎ | △ |
| | 이완암제거 | ◎ | | ◎ | |
| 활동억제공법 | 앵커 | ◎ | ◎ | △ | ◎ |
| | 지지앵커 | △ | △ | △ | △ |
| | 록볼트 | ◎ | | △ | |
| | 네일 | | ◎ | △ | ◎ |
| | 억지말뚝 | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ |
| | 버트리스 | ◎ | | ◎ | |
| | 기대기옹벽 | ◎ | △ | ◎ | △ |
| | 계단식(화단)옹벽 | ◎ | △ | ◎ | △ |
| | 와이어로프걸기공 | ◎ | | △ | |
| | 콘크리트 옹벽 | | ◎ | ◎ | ◎ |
| 낙석제어공법 | 낙석방지망 | ◎ | | △ | |
| | 낙석방지울타리 | ◎ | | △ | |
| | 낙석방지옹벽 | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ |
| | 돌망태옹벽 | △ | ◎ | ◎ | ◎ |
| 표면보호공법 | 비탈면 녹화 | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ |
| | 격자블록 | | ◎ | ◎ | ◎ |
| | 돌(블록)쌓기 옹벽 | | ◎ | △ | ◎ |
| | 콘크리트 뿜어붙이기 | ◎ | △ | ◎ | |
| 수리제어공법 | 산마루배수구 | ◎ | ◎ | ◎ | |
| | 수평배수공 | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ |
| | 소단배수구 | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ |
| | 종배수구 | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ |
| | L,U,J형측구 | ◎ | ◎ | ◎ | |
| | 지하배수구 | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ |
| | 비탈끝배수구 | △ | △ | △ | ◎ |
| | 집수시설 | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ |
| | 경계석 | | | | ◎ |
| | 횡배수시설 | ◎ | ◎ | ◎ | |
| 기타공법 | 피암터널 | ◎ | | △ | |
| | 도로확폭 | ◎ | ◎ | ◎ | |
| | 그라우팅 | ◎ | △ | △ | △ |
| | 모르타르 | ◎ | △ | △ | △ |
| | 암파쇄방호시설 | ◎ | ◎ | ◎ | |
| | 사방댐 | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ |
| | 상시계측시스템 | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ |
| | 쌓기 | | | | ◎ |
| | 월류방지턱 | △ | △ | △ | |

※ 비고) 적용 가능 : ◎, 경우에 따라 적용 가능 : △

## 5.2 종류

본 절에서는 국내에서 일반적으로 활용되고 있는 도로비탈면 대책공법을 목적별로 분류하여 공법의 특징을 간략하게 기술하였다.

<표 5.2> 목적별 도로비탈면 대책공법 분류

| 목적 | 대책공법 |
|---|---|
| **활동하중경감** | 깎기 / 상부깎기 / 수평깎기 / 면정리 / 이완암제거 |
| **활동억제** | 앵커 / 지지앵커 / 록볼트 / 네일 / 억지말뚝 / 버트리스<br>기대기옹벽 / 와이어로프걸기공 / 콘크리트 옹벽/ (부착식)돌망태옹벽 |
| **낙석제어** | 낙석방지망 / 낙석방지울타리 / 낙석방지옹벽 / 돌망태옹벽 |
| **표면보호** | 비탈면 녹화 / 격자블록 / 돌(블록)쌓기 옹벽 / 콘크리트 뿜어붙이기 |
| **수리제어** | 산마루배수구 / 수평배수공 / 소단배수구 / 종배수구 / L, U, J형측구<br>지하배수구 / 비탈끝배수구 / 집수시설 / 경계석 / 횡배수시설 |
| **기타** | 피암터널 / 도로확폭 / 그라우팅 / 모르타르 / 암파쇄방호시설<br>사방댐 / 상시계측시스템 / 쌓기 / 월류방지턱 |

<표 5.3> 활동하중 경감공법 종류 및 특성

| 대책공법 종류 | 개 요 |
|---|---|
| **깎기** | 활동하려는 토사나 암블록을 제거하기 위해 비탈면 경사를 조절하여 활동하중을 경감시켜 안정성을 확보하는 공법 |
| **상부깎기** | 비탈면 상부에 암블록 이완, 연약대 형성 등의 위험부가 집중된 경우, 위험 구간에 부분적으로 경사를 조절하여 비탈면의 안정성을 확보하는 공법<br>※ 장비의 이동을 위해 최소 3 m의 소단폭 확보 필요 |
| **수평깎기** | 비탈면 내 위험 요인이 존재하여 깎기가 필요한 상황에서 이미 저경사로 깎기되어 있거나, 주변 여건상 경사를 조정할 수 없을 때 기존의 경사도를 유지하며 깎기를 수행하는 공법 |
| **면정리** | 비탈면 표면에 소규모의 뜬돌이 존재하여 낙석으로 발생될 우려가 있는 경우와 보강공법 적용 전 공법 적용 구역의 정비가 필요한 경우에 수행하는 공법<br>※ 도로비탈면 상단부의 라운딩 처리 포함 |
| **이완암제거** | 부분적으로 이완암블록이 존재하여 낙석 발생 가능성이 높은 경우에 수행하는 공법<br>※ 기존 뜬돌제거 포함 |

<표 5.4> 활동억제공법 종류 및 특성

| 대책공법 종류 | | 개 요 |
|---|---|---|
| **앵커** | | 그라우트 주입과 지반에 삽입된 강재의 인장으로 앵커체를 지반에 정착시켜 앵커체 두부에 작용한 하중을 정착지반에 전달하는 공법<br><br>기대기옹벽 설치시 비탈면의 경사가 급하여 콘크리트 구조물의 전도 방지를 위해 적용하는 지지앵커를 포함<br><br>※ 두꺼운 붕적층 또는 풍화잔류토 지역에 사용하고자 할 경우 수압판 설치 필요 |
| **록볼트** | | 지반 내 볼트를 삽입한 후 정착시켜 소규모의 활동 가능 암블록을 원지반에 고정시키는 공법 |
| **네일** | | 보강재를 프리스트레싱 없이 좁은 간격으로 토사 및 풍화암층에 넣어 전체적인 전단강도를 증대시켜 지반을 보강하는 공법 |
| **억지말뚝** | | 비탈면의 활동하중을 말뚝의 수평저항으로 부동지반에 전달시키는 공법 |
| **기대기옹벽** | **합벽식옹벽** | 자립하지 않고 원지반에 기대서 자중으로 토압에 저항하는 공법으로 앵커 등과 결합하여 도로비탈면 보강 효과를 높이는 공법 |
| | **버트리스** | 비탈면 하부의 지지력이 상실된 공간을 콘크리트 등으로 채워 지지력을 확보하는 공법 |
| | **계단식옹벽** | 비탈면이 어느 정도의 이격을 확보하고 있을 경우 계단형벽체를 비탈면에 밀착되게 시공하여 토압에 저항하는 공법으로 앵커 등과 결합하여 도로비탈면 보강 효과를 높일 수 있음. 최근에는 각 계단부에 식생이 자랄 수 있는 환경(화단)을 인공적으로 조성하여 콘크리트 구조물과 자연과의 조화를 추구하기도 하며 합벽식옹벽에 비해 높은 높이까지 시공이 가능함 |
| **와이어로프걸기공** | | 도로비탈면 내 대규모 이완암이 존재할 경우 와이어로프를 이용하여 이완 암블록을 원지반에 묶어주는 공법 |
| **콘크리트 옹벽** | | 토압에 저항하여 깎기와 쌓기에 의해 형성된 도로비탈면을 지지하는 콘크리트 구조물 |

<표 5.5> 낙석제어공법 종류 및 특성

| 대책공법 종류 | 개 요 |
|---|---|
| **낙석방지망** | 예상치 못한 낙석 또는 소규모 낙석 발생 가능성 등이 있는 도로비탈면을 철제망으로 덮어 낙석의 도로유입을 차단하는 공법 |
| **낙석방지울타리** | 소규모 낙석의 도로 유입 차단을 위해 낙석의 튀는 높이가 낙석방지울타리 높이보다 작을 것으로 예상되는 비탈면 하단에 설치하는 공법 |
| **낙석방지옹벽** | 붕괴가 예상되는 지역에 유실 토사, 낙석의 도로 유입을 방지하는 공법<br>※ 뒷채움을 하지 않고 포획공간을 확보하는 것이 좋음 |
| **돌망태옹벽** | 강재의 망태에 돌을 채워 넣음으로써 도로비탈면 표층부의 침식을 방지하고 압성토의 역할을 하는 공법으로 배수능력이 뛰어남<br>※ 부착식돌망태옹벽은 "활동억제공법"에 해당됨 |

<표 5.6> 표면보호공법 종류 및 특성

| 대책공법 종류 | 개 요 |
|---|---|
| **비탈면 녹화** | 비탈면에 식생을 피복하여 우수에 의한 침식 방지를 목적으로 하는 공법 |
| **격자블록** | 비탈면을 격자 모양의 블록으로 덮어 토층의 풍화, 침식작용을 차단시켜 비탈면의 안정성을 확보하는 공법 |
| **돌(블록)쌓기 옹벽** | 과거 석축, 축대 등의 용어로 사용했으며, 흙막이용이나 비탈면 표면보호를 위해 많이 사용된 옹벽으로 최근에는 자연석을 구하기 어려워 콘크리트 블록을 이용하여 많이 사용됨. 자중에 의해 토압에 저항하는 형식의 옹벽 |
| **콘크리트 뿜어붙이기** | 압축공기를 사용하여 모르타르를 도로비탈면 표면부에 뿜어 붙여 불연속면에 대한 접착을 유도하고 구속압을 일정하게 유지시켜 비탈면의 안정성을 확보하는 공법 |

<표 5.7> 수리제어공법 종류 및 특성

| 대책공법 종류 | 개 요 |
|---|---|
| **산마루배수구** | 상부자연비탈면으로부터 도로비탈면 내로 유입되는 지표수의 흐름을 비탈면 외곽으로 유도하기 위해 설치하는 공법 |
| **수평배수공** | 지하수 용수가 빈번한 지점에서 강제적으로 도로비탈면 내부에 유로를 형성하여 상시 지하수위의 증가를 억제시킬 필요가 있을 때 설치하는 공법 |
| **소단배수구** | 소단부 침식 방지 및 지표수의 원활한 배수를 위해 배수구를 설치하고 소단 전면에 라이닝 처리를 하는 공법 |
| **종배수구** | 비탈면 내부나 계곡부에 집수지형이 형성되어 지속적인 유수에 의한 풍화·침식이 예상될 때 이를 방지하고 원활한 배수를 위해 설치하는 공법 |
| **L, U, J형측구** | 비탈면으로부터 배출되는 지하수 및 지표수와 도로상에 흐르는 용수를 집수정 등으로 유도하는 공법으로 최근에는 측구의 높이를 1.0~1.5m 로 시공하여 낙석에 저항할 수 있는 효율을 높임 |
| **지하배수구** | 비탈면을 통해 흘러 노면 속으로 유입되는 물은 하단부에 맹암거를 시공하여 배수를 유도하며 측구 되메우기시에는 암거 혹은 배수관을 통해 배수를 유도하는 구조물 |
| **비탈끝배수구** | 쌓기비탈면에 설치하여 비탈면에서 흘러내리는 물이 인근지역으로 흐르지 않도록 하는 공법으로 깎기비탈면에는 별도로 설치하지 않지만 비탈면 용수가 많거나 콘크리트 뿜어붙이기를 시공한 비탈면과 소단배수시설이 없는 대규모 비탈면에 검토될 수 있음 |
| **집수시설** | 계곡부나 집수 지형을 따라 내려온 유수를 모아 하류로 내려보내는 시설 |
| **경계석** | 도로 유수의 쌓기비탈면 내 유입을 방지하기 위해 도로 측면에 설치하는 공법 |
| **횡배수시설** | 도로비탈면에서 내려온 유수를 도로 건너편의 하천이나 계곡으로 유도하기 위해 도로 하부에 설치하는 배수시설 |

<표 5.8> 기타 공법 종류 및 특성

| 대책공법 종류 | 개 요 |
|---|---|
| **피암터널** | 도로 인근에 여유 폭이 없고, 낙석 발생의 가능성이 높은 급경사 도로비탈면 가운데 높이가 상당하거나 보강공법의 적용이 용이하지 못한 경우에 적용하는 공법 |
| **도로확폭** | 도로와 비탈면과의 이격거리가 확보되지 않아 낙석 발생 위험이 있고 도로 측면으로 여유지가 있어 도로를 이동함으로써 충분한 이격거리를 확보하여 낙석 발생 위험성을 감소시킬 수 있을 경우에 적용하는 공법 |
| **그라우팅** | 비탈면 상부에 인장균열이 발생되었거나 암반 내 균열이 발생되어 강우시 유수의 통로로 이용되어 암반 활동을 유발시킬 가능성이 높을 때 균열부를 채워줌으로써 암반 결합과 유수의 유입을 차단하는 공법 |
| **모르타르** | 지반이나 암반에 발생한 공동의 채움이나 돌망태옹벽 등에 주입하여 고결화시키는 등 다용도로 활용이 가능한 공법 |
| **암파쇄방호시설** | 암파쇄 및 깎기 등으로 발생된 암괴, 토석의 도로유입을 방지하여 교통안전을 확보하고, 시공 장비의 작업공간 확보를 위해 뒤채움 토석이나 시공시 발생되는 토압에 저항하는 구조물 |
| **사방시설** | 계곡부에서 토석류 이동에 따른 피해를 방지하기 위해 흙, 돌, 콘크리트 등을 이용하여 방호댐과 같은 시설을 적용하는 공법 |
| **상시계측시스템** | 도로비탈면에 대규모 변위 및 활동 등의 징후가 관찰될 때 계측관리를 통한 사전재해방지를 목적으로 설치하는 시스템 |
| **쌓기** | 지반위에 흙을 돋우어 쌓는 공법 |
| **월류방지턱** | 계단식(화단)옹벽이나 소단배수구 등에 설치하는 공법으로 포획공간을 확보하여 상부로부터의 낙석, 토사 유실 등에 대비하는 공법 |

## 5.3 특성

본 절에서는 도로비탈면 대책공법의 개요 및 특징, 설계·시공 시 유의점, 적용사례, 실패사례 등을 소개하고자 한다. 대책공법에 대한 설명 순서는 활동하중경감을 위한 공법, 활동억제를 위한 공법, 낙석제어를 위한 공법, 표면보호를 위한 공법, 수리제어를 위한 공법, 기타 공법 순으로 기술하였다.

### (1) 깎기 (관련공법 : 상부깎기, 수평깎기)

<table>
<tr><td>개요 및 특성</td><td>◇ 개요<br><br>- 활동하려는 토사나 암블록을 제거하기 위해 도로비탈면 경사를 조절하여 활동하중을 낮추어 안정성을 확보하는 공법<br><br>◇ 특성<br><br>- 경사를 낮추어 위험요인을 제거하는 안정공법<br><br>- 도로비탈면의 구성 물질에 상관없이 적용가능<br><br>- 대규모 보강공법이 필요할 경우 유리한 공법<br><br>- 도로 곡선부에 위치한 도로비탈면의 경우 깎기를 통한 도로선형 개선 효과</td></tr>
<tr><td>적용 사례</td><td><br><깎기 시공 모습><br><br><깎기 적용 1></td></tr>
</table>

| | |
|---|---|
| **설계 및 시공 유의점** | ◇ 깎기를 통한 경사완화 후에도 추가적인 붕괴가 있을 수 있으므로 깎기 시공 중에도 도로비탈면의 취약점을 명확히 조사하여 안정성을 재검토하고 필요시 앵커공과 같은 다른 보강공법과 병행하여 시공<br>◇ 상부자연비탈면의 경사가 높은 경우에는 깎기 물량이 증가하여 경제성, 시공성이 떨어지므로 다른 보강공법을 고려하는 것이 유리<br>◇ 깎기 공법 설계시 도로비탈면의 안정성을 확보하고 장기적인 유지관리가 최소화되어야 하며 형성된 새로운 도로비탈면은 주변경관과 어울리도록 시공<br>◇ 깎기 시공후 노출 지반은 시간 경과에 따라 풍화, 강우침투 등으로 점차 불안정해지므로 최초 설계시 장기적인 안정성과 지속적인 유지관리를 감안하여 설계<br>◇ 깎기 시공시 낙석 등 유실물 도로부 유입 방지를 위한 하단부 암파쇄방호시설 설치 |

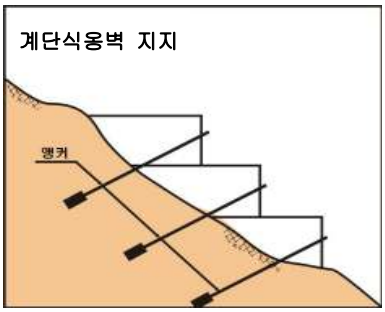
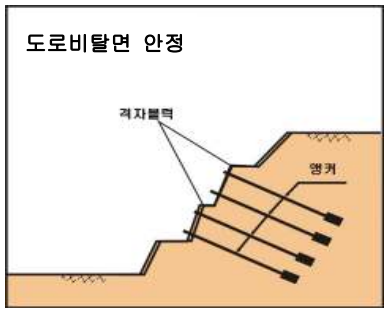
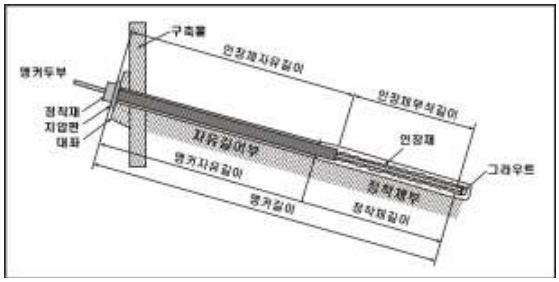
## (2) 면정리

| | |
|---|---|
| **개요 및 특성** | ◇ 개요<br>- 도로비탈면 표면에 소규모의 뜬돌이 존재하여 낙석이 발생될 우려가 있는 경우와 보강공법 적용전 공법 적용 구역의 정비가 필요한 경우에 적용되는 공법<br>◇ 특성<br>- 이완암 및 뜬돌이 분포하고 있는 도로비탈면에 적용<br>- 비탈면 녹화, 보강공법 적용 전 완전한 밀착을 위해 적용 |
| **적용 사례** | <br><면정리 추천 현장><br> <br><면정리 시공 후 모습 > <면정리 후 보호공 적용> |
| **설계 및 시공 유의점** | ◇ 면정리 후 도로비탈면 보호를 위한 보호공법 적용 필요<br>◇ 면정리 시공 중 낙석, 유실물 등의 도로부 유입 방지를 위한 안전시설물 설치 필요<br>◇ 하단부 면정리는 기존 도로비탈면 경사를 고려하여 적용 |

### (3) 이완암제거

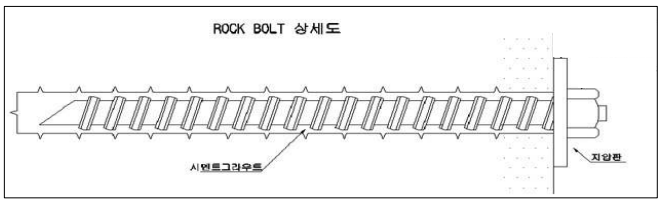
| | |
|---|---|
| **개요 및 특성** | ◇ 개요<br>- 부분적으로 이완암블록이 존재하여 낙석 발생 가능성이 높은 경우에 적용되는 공법<br>◇ 특성<br>- 대규모의 깎기를 시행하지 않고 부분적으로 시공 가능<br>- 위험요인을 직접적으로 제거하여 도로비탈면 안정성 확보 |
| **적용 사례** | <br><이완암제거 추천 현장 1><br><br><이완암제거 추천 현장 2><br><br><이완암제거 작업 모습 > |
| **설계 및 시공 유의점** | ◇ 과도한 제거로 인해 비탈면의 안정성이 낮아질 수 있으므로 사전에 철저한 계획수립 및 감독 필요<br>◇ 하단부 이완암제거는 지지력이 상실되어 붕괴로 발전할 가능성 있음 |

## (4) 앵커 (관련공법 : 지지앵커)

| | |
|---|---|
| **개요 및 특성** | ◇ 개요<br>- 앵커체를 지반에 정착 및 인장시켜 활동면상의 전단강도를 증가시켜 지지력을 확보하는 공법<br>- 암깎기비탈면의 경우 록앵커(rock anchor), 흙깎기비탈면의 경우 어스앵커(earth anchor) 구별 적용<br>◇ 특성<br>- 도로비탈면 경사가 급한 경우에도 시공 가능<br>- 시공 위치를 다소 자유롭게 선택할 수 있고 구간별 시공 가능<br>- 대심도 붕괴 예상 지역에 적용<br>- 기대기옹벽(합벽시옹벽, 버트리스, 계단식옹벽)의 적용 후 구조물의 전도방지를 위해 시공<br><br><br><br><앵커 개요도 > |

<table>
<tr><td>적용 사례</td><td><br><어스앵커 적용><br><br><록앵커 적용 1 ><br><br><록앵커 적용 2><br><br><계단식(화단)옹벽 시공 후 앵커 적용></td></tr>
<tr><td>설계 및 시공 유의점</td><td>◇ 앵커의 간격과 길이는 고정되는 도로비탈면의 전체적인 안정성을 고려하여 결정하고, 적절하게 분산 배치하여 지반에 고른 저항력이 발휘되도록 시공<br><br>◇ 앵커를 설치하는 지반 내에 구조물, 말뚝 또는 지중시설이 있으면 시설물 위치를 고려하여 앵커 배치<br><br>◇ 앵커 자유장은 4.5m이상을 확보 하며 파괴면 보다 1m이상 깊게 설정<br><br>◇ 앵커 정착부는 지표면까지 최소 5m이상 지반의 피복 두께를 확보하여야 함<br><br>◇ 도로비탈면의 지반이 연약하면 콘크리트 뿜어붙이기 등을 타설한 후에 앵커를 시공<br><br>◇ 유기질 점토나 실트 등 강도가 매우 적은 지반 설치 불가</td></tr>
</table>

## (5) 록볼트

<table>
<tr>
<td>개요 및 특성</td>
<td>◇ 개요<br><br>- 지반 내 볼트를 삽입한 후 정착시켜 소규모의 활동 가능 암블록을 원지반에 고정시키는 공법<br><br>◇ 특성<br><br>- 원지반 자체의 강도를 이용하여 원지반을 지지<br><br>- 암반비탈면의 진행성파괴에 보강효과가 큼<br><br>- 소규모 암괴 또는 쐐기 구간에 적용 가능<br><br>

<br><록볼트 상세도></td>
</tr>
<tr>
<td>적용 사례</td>
<td><br><록볼트 시공 중 모습 1><br><br><br><록볼트 시공 중 모습 2><br><br><br><록볼트 시공 후 인발시험><br><br><br><록볼트 적용></td>
</tr>
</table>

| | |
|---|---|
| **설계 및 시공 유의점** | ◇ 록볼트는 소규모 보강이 필요한 부분에 주로 적용되며, 규모에 따라 보강되는 부분의 안정성이 확보되도록 랜덤볼트 또는 패턴볼트 형식으로 적용<br>◇ 록볼트는 현장용접이나 이음재를 이용하여 연결되는 부분이 최소가 되도록 적용<br>◇ 불연속면의 간격이 좁은 도로비탈면에는 사용 불가<br>◇ 록볼트 정착방법, 정착재료는 시공시 지반조건, 사용목적, 시공성 등을 고려하여 선정<br>◇ 지하수 발생 구간에서는 정착 기능이 미흡하므로, 용수 발생 구간 선정 제외 |

### (6) 네일

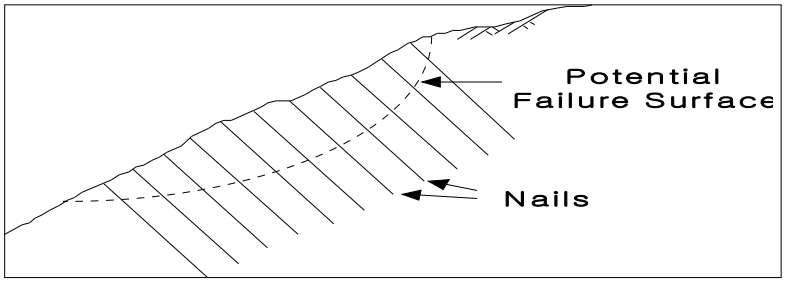
**개요 및 특성**

◇ 개요

- 네일을 프리스트레싱[22] 없이 좁은 간격으로 토사 및 풍화암층에 넣어 전체적인 전단강도를 증대시켜 지반을 보강하는 공법

◇ 특성

- 급경사 도로비탈면에 적용 가능 보강 공법
- 천부 붕괴 예상 도로비탈면에 적용




<네일 개요도>

**적용 사례**



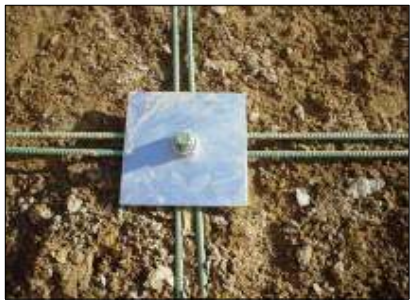
<네일 시공 중 모습>



<네일 시공>



<네일 적용>



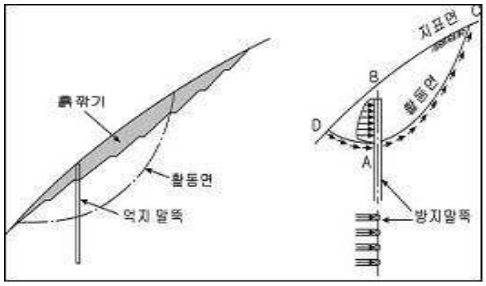
<네일 시공 후 모습 >

22) 프리스트레싱 : 부재에 미리 어떤 힘을 가하여 사용 중에 생기게 되는 하중에 의한 응력을 상쇄시키는 기술

| | |
|---|---|
| **설계 및 시공 유의점** | ◇ 네일의 간격과 길이는 고정되는 도로비탈면의 전체적인 안정성을 고려하여 결정하며, 적절하게 분산 배치하여 지반에 고른 저항력이 발휘되도록 시공<br><br>◇ 다음과 같은 지반조건에서는 가급적 네일 공법 적용하지 말 것 (만약 적용시 각각의 적용 제한 조건에 대한 보완방안을 고려한 후에 적용)<br>① 1~2m의 연직굴착에서 자립되지 않는 지반조건<br>: 순수한 모래, 자갈<br>② 함수비가 높고 굴착면에서 용수가 발생하는 지반<br>: 수평배수공, 벽체 배면의 토목섬유 연직배수재, 배수구멍을 설치<br>③ 연약한 점성토 지반<br>: 그라우트와의 주면마찰저항력 부족 및 크립 발생<br>④ 예민비가 큰 지반이나 팽창성 지반조건<br><br>◇ 네일의 설치길이는 제한이 없지만 현장 용접이나 이음재를 이용하여 연결되는 부분이 최소가 되도록 시공<br><br>◇ 네일의 설치간격이 너무 넓으면 안 되며, 시공성을 고려하여 설치각도를 결정<br><br>◇ 네일링에는 전면벽체를 함께 설치하여 하나의 구조물로 거동되도록 하는 것을 추천함<br><br>◇ 계절적인 지하수, 지표수의 침투, 상부 배수시설의 누수가 발생되더라도 원활한 배수가 이루어지도록 배수시설 설치 |

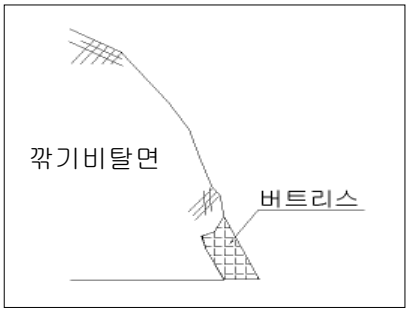
| | |
|---|---|
| **시공불량**<br><br>**사 례** | <br><네일 붕괴 1><br><br><네일 붕괴 2><br><br><네일 케이블 파손><br><br><네일 두부 파손> |

### (7) 억지말뚝

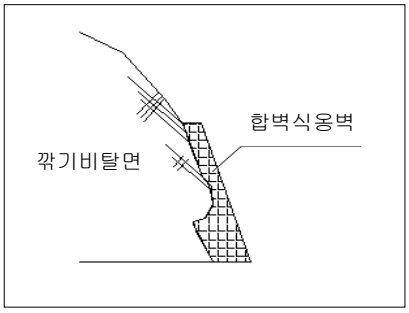
<table>
<tr><td>개요 및 특성</td><td>◇ 개요<br>- 도로비탈면의 활동하중을 말뚝의 수평저항으로 부동지반에 전달시키는 공법<br><br>◇ 특성<br>- 대규모 붕괴 발생 도로비탈면이나, 신설 구간 중 대규모 붕괴 가능성이 높은 도로비탈면에 적용<br><br>- 다른 공법과 비교 지중 깊은 곳에 까지 발생하는 활동력에 저항할 수 있는 공법<br><br>

<억지말뚝 개요도></td></tr>
<tr><td>적용 사례</td><td>
<억지말뚝 시공 중 모습><br>
<억지말뚝 시공 후 소단처리></td></tr>
<tr><td>설계 및 시공 유의점</td><td>◇ 장비의 대형화가 요구되므로 시공성, 경제성 고려<br>◇ 안전해석 시 상부토체에 대한 안정성 별도 고려<br>◇ 천공후 강관 삽입시 내부 슬러지 완전 제거</td></tr>
</table>

### (8) 기대기옹벽 1 (관련공법 : 버트리스(buttress))

<table>
<tr><td>개요 및 특성</td><td>◇ 개요<br><br>- 도로비탈면 하부의 지지력이 상실된 공간을 콘크리트 등으로 채워 지지력을 확보하는 공법<br><br>◇ 특성<br><br>- 도로비탈면 하부 지지력이 상실된 공간에 콘크리트 뒤채움<br><br>- 과거 도로비탈면 하부 발파에 의한 이완암 부분 보강<br><br>- 안정된 상부자연비탈면을 가진 경우 도로비탈면 하부를 대상으로 소규모 대책 공법으로 효율성 극대화 추구<br><br><br><br><버트리스 개요도></td></tr>
<tr><td>적용 사례</td><td><br><버트리스 적용 1><br><br><br><버트리스 적용 2></td></tr>
<tr><td>설계 및 시공 유의점</td><td>◇ 시공시 기존 도로비탈면과 현장타설 콘크리트와의 일체성 구조를 가지도록 뒤채움 철저<br><br>◇ 현장타설 콘크리트 공법 채택</td></tr>
</table>

## (9) 기대기옹벽 2 (관련공법 : 합벽식옹벽)

<table>
<tr>
<td>개요 및 특성</td>
<td>◇ 개요<br><br>- 자립하지 않고 원지반에 기대서 자중으로 토압에 저항하는 공법으로 앵커 등과 결합하여 도로비탈면 보강 효과를 높이는 공법<br><br>◇ 특성<br><br>- 소규모 이완 암괴 분포 구간에 콘크리트 벽체를 설치하여 이완암 고정 및 풍화 차단<br><br>- 도로비탈면에 기댄 형상으로 자중에 의해 도로비탈면의 하부 지지력를 확보<br><br>- 앵커와 병행 시공시 높은 안정성을 가짐<br><br>- 구간별 소규모 시공으로 대책 공비 절감<br><br>

<br><합벽식옹벽 개요도></td>
</tr>
<tr>
<td>적용 사례</td>
<td><br><합벽식옹벽 적용 1><br><br><br><합벽식옹벽 적용 2></td>
</tr>
</table>

| | |
|---|---|
| **설계 및 시공 유의점** | ◇ 시공 전 도로비탈면 내 뜬돌, 이물질 등 콘크리트와 도로비탈면의 부착을 저해하는 요소 제거<br>◇ 설계시 다음의 경우에 주의 필요<br>- 벽체에 신축이음을 설치하여 시공에 의한 균열 발생 방지<br>- 기초부를 철저히 시공하여 벽체의 부등 침하 방지<br>- 옹벽 배면을 도로비탈면에 밀착시켜 점진적 붕괴 예방<br>◇ 옹벽 배면에 발달하는 지하수 제거 방안 수립<br>(수발공, 수평배수공 등) |

## (10) 기대기옹벽 3 (관련공법 : 계단식(화단)옹벽)

| | |
|---|---|
| **개요 및 특성** | ◇ 개요<br><br>- 도로비탈면 활동 예상 구간, 파쇄대 구간, 함몰 공간 등에 계단형식의 콘크리트 벽체를 설치하여 지지력을 증대하고 안정성을 확보하는 공법<br><br>◇ 특성<br><br>- 도로비탈면 하부 세굴 및 지지력이 상실된 구간에 적용하여 효율성을 극대화<br><br>- 계단 부분 화단 조성(친환경적 공법) |
| **적용 사례** | <br><공법 추천 현장 1><br>(하부 이탈)<br><br><br><공법 추천 현장 2><br>(붕괴부 지지력 상실)<br><br><br><계단식화단옹벽><br><br><br><계단식옹벽 1> |

| | |
|---|---|
| **설계 및 시공 유의점** | ◇ 급경사일 경우 앵커 등을 함께 설치하여 지반 보강 효과 및 옹벽 전도 방지<br>◇ 이격거리가 협소하여 다른 구조물 설치가 어려울 경우 상부에 월류방지턱를 설치하여 낙석 피해 예방<br>◇ 원지반 상태에서 계단식옹벽 뒤채움 철저<br>◇ 친환경적 요소를 감안하여 계단에 화단 설치<br>◇ 배수공을 확보하여 수압의 영향을 최소화<br>◇ 옹벽 자체의 균열이나 변형, 파괴가 발생하지 않도록 시공 |

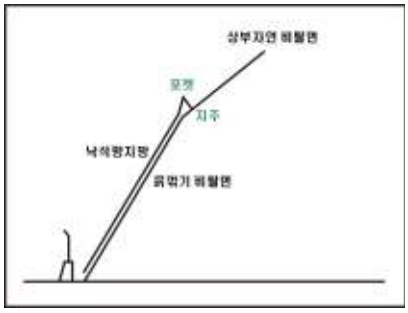
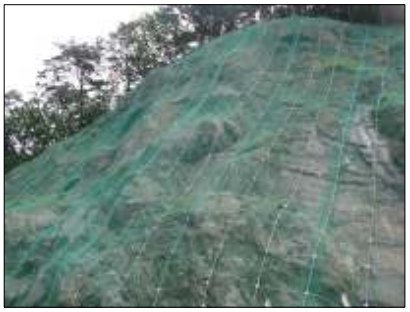
## (11) 와이어로프걸기공

| | |
|---|---|
| **개요 및 특성** | ◇ 개요<br>- 도로비탈면 내 대규모 이완암이 존재할 경우 와이어로프를 이용하여 이완암블록을 원지반에 묶어주는 공법<br>◇ 특성<br>- 도로비탈면 상부 돌출된 암괴나 단독암괴 시공에 유리<br>- 영구적인 사용 불가<br>- 불안정한 암괴 전체를 안정시킬 수 없음 |
| **적용 사례** | <br><와이어로프걸기공 적용> |
| **설계 및 시공 유의점** | ◇ 영구적인 공법이 아니므로 다른 공법 적용이 불가할 경우 사용<br>◇ 암반의 크기, 위치, 방향을 고려하여 시공<br>◇ 와이어로프의 규격 등 사용 자재에 대한 검수 철저 |

## (12) 콘크리트 옹벽

| | |
|---|---|
| **개요 및 특성** | ◇ 개요<br>- 토압에 저항하여 깎기와 쌓기에 의해 형성된 도로비탈면을 지지하는 콘크리트 구조물<br>◇ 특성<br>- 여러 형태의 옹벽이 존재하며, 도로비탈면 환경에 맞는 옹벽 선택이 다양<br>- 시공이 간편하고 보편화된 공법<br>- 옹벽 높이가 높을 경우 친환경적이지 못한 단점 존재 |
| **적용 사례** |  <br><콘크리트 옹벽 기초 작업> <콘크리트 옹벽 적용> |
| **설계 및 시공 유의점** | ◇ 콘크리트 타설시 계절적 영향을 많이 받으므로 동절기 시공시 이에 대한 대비 및 관리 철저<br>◇ 옹벽 자체의 균열이나 변형 발생하지 않도록 시공<br>◇ 기초를 완전히 다진 후 시공 |

## (13) 낙석방지망

<table>
<tr><td>개요 및 특성</td><td>◇ 개요<br><br>- 이완암블록이나 뜬돌의 낙석발생시 도로유입을 차단하고 이격거리 내로 유도하는 공법<br><br>◇ 특성<br><br>- 이완암 및 뜬돌 등의 낙석 발생시 도로 유입 차단<br><br>- 하단부에는 발생된 낙석 및 유실물을 포획할 수 있도록 낙석방지울타리, 측구, 낙석방지옹벽 등을 병행하여 시공<br><br><br><br><낙석방지망 개요도></td></tr>
<tr><td>적용 사례</td><td><br><비포켓식 낙석방지망><br><br><br><포켓식 낙석방지망></td></tr>
<tr><td>설계 및 시공 유의점</td><td>◇ 비포켓식 낙석방지망 시공시 도로비탈면과 밀착될 수 있도록 와이어와 와이어의 이음새에 고정핀 설치<br><br>◇ 상부자연비탈면에 뜬돌 등이 분포할 경우 포켓식 낙석방지망을 설치하여 낙석의 도로 유입 차단</td></tr>
</table>

## (14) 낙석방지울타리

| | |
|---|---|
| **개요 및 특성** | ◇ 개요<br>- 소규모 낙석의 도로 유입 차단을 위해 낙석의 튀는 높이가 낙석방지울타리 높이보다 작을 것으로 예상되는 도로비탈면 하단에 설치하는 공법<br>◇ 특성<br>- 시공성, 경제성이 유리함<br>- 소규모 낙석방지에 효과적임<br>- 도로비탈면의 높이가 높을 경우 낙석 포획 한계<br>(포획 효과를 높이기 위해 낙석방지옹벽, 측구 상단에 적용) |
| **적용 사례** | <br><낙석방지울타리 적용 1><br><br><낙석방지울타리 적용 2> |
| **설계 및 시공 유의점** | ◇ 와이어의 인장이 확보될수 있도록 시공<br>◇ 낙석 등 유실물 적채로 인한 기능 저하 방지를 위해 주기적인 관리 필요 |

## (15) 낙석방지옹벽

| | |
|---|---|
| **개요 및 특성** | ◇ 개요<br>- 토사나 암반 붕괴가 예상되는 지역에 유실 토사나 낙석의 도로 유입을 방지하는 공법<br>◇ 특성<br>- 시공성이 유리함<br>- 측구 및 낙석방지울타리 보다 흡수능력이 높음<br>- 타공법과 병행하여 사용시 효과 극대 |
| **적용 사례** |  <br><낙석방지옹벽 적용 1> <낙석방지옹벽 적용 2> |
| **설계 및 시공 유의점** | ◇ 포획공간을 위해 뒤채움을 하지 말것<br>◇ 작용토압이 큰 구간에서는 부적합<br>◇ 시공시 배수공 적용 |

## (16) 돌망태옹벽

| | |
|---|---|
| **개요 및 특성** | ◇ 개요<br>- 강재의 망태에 돌을 채워 넣음으로써 도로비탈면 표층부의 침식을 방지하고 압성토의 역할을 하는 공법<br>◇ 특성<br>- 배수기능이 뛰어나 수압이 작용하는 비탈면에 적용<br>- 토사, 혼합, 쌓기 비탈면에 주로 사용 |
| **적용 사례** |  <br><돌망태옹벽 적용 1> <돌망태옹벽 적용 2> |
| **설계 및 시공 유의점** | ◇ 부식방지를 위한 처리 필요<br>- 철망의 일부가 부식 또는 시공 중 손상 등의 이유로 부분적인 파손이 발생하더라도 원래의 형상을 유지하고 옹벽의 기능을 수행할 수 있는 종류<br>◇ 채움재는 돌망태옹벽 자체의 중량을 견딜 수 있고 장기적인 내구성을 가진 재료를 사용해야 하며, 채움재의 크기는 망눈의 최대치수보다 큰 것을 사용하며, 100~150 mm의 망눈을 권장함. 250 mm 이상은 가급적 사용하지 않을 것<br>◇ 사용재료는 자연골재, 부순암석(퇴적암 중 사암, 셰일 계열의 암석은 제외), 부순 콘크리트 등을 사용할 것을 권장함 |

## (17) 비탈면녹화

| | |
|---|---|
| **개요 및 특성** | ◇ 개요<br>- 강우에 의한 도로비탈면 침식 예방 공법<br>◇ 특성<br>- 깎기나 면정리 등의 시공 후 표층 보호를 위해 시공<br>- 친환경적 공법 |
| **적용 사례** | <br><비탈면 녹화 추천 현장 1><br>(표층침식 : 풍화암층)<br><br><비탈면 녹화 추천 현장 2><br>(표층침식 : 토층)<br><br><비탈면 녹화 적용 1><br><br><비탈면 녹화 적용 2><br><br><비탈면 녹화 적용 3> |

| | |
|---|---|
| **설계 및 시공 유의점** | ◇ 도로비탈면 구성 재료, 경사도, 주변 환경 등을 고려하여 식생종류, 피복 두께 등 결정<br>- 급경사 도로비탈면 : 객토 두께를 두껍게 하며, 잔디 등 식재<br>- 완경사 도로비탈면 : 객토 두께를 얇게 하며, 초목류 식재<br>◇ 비탈면 녹화공법은 객토의 부착성, 온도 유지, 습도 공급 등에 민감하므로 주의하여 설계·시공<br>◇ 객토는 균열이 발생하면 온도 유지, 습도 공급에 한계성을 가지므로 시공에 유의<br>◇ 식생 피복 완료시까지 지속적인 수분 및 양분 공급 등 유지관리 필요<br>◇ 설치 현장의 주변 식생을 고려하여 식생 종류 선택 |
| **시공불량 사 례** | <br><코이어넷 유실><br><br><객토 균열 발생><br><br><떼심기 유실><br><br><네트 지반 부착 미흡> |

## (18) 격자블록

| | |
|---|---|
| **개요 및 특성** | ◇ 개요<br>- 격자형태의 블록을 도로비탈면에 고정시켜 강우에 의한 침식예방 공법<br>◇ 특성<br>- 격자블록 안쪽에는 녹생토, 돌붙임공을 통해 친환경적인 도로비탈면 조성 |
| **적용 사례** |  <br><격자블록 적용 1> <격자블록 적용 2> |
| **설계 및 시공 유의점** | ◇ 지하수 발생 비탈면의 경우 배수에 만전을 기함<br>◇ 돌채움시 바닥에 필터층을 설계, 시공하는 것이 유리<br>◇ 도로비탈면과 일체형을 이루기 위해 고정핀 설치 유의<br>◇ 도로비탈면이 요철형인 경우 형상에 따라 시공<br>◇ 예상 붕괴 심도가 깊은 도로비탈면의 경우 적용 한계성<br>- 격자블록 구조물은 도로비탈면 표층유실 및 세굴을 방지하고 자체적으로 파괴가 발생되지 않도록 하여야 함<br>◇ 일반적으로 격자블록 공법을 적용하는 조건은<br>- 강우시 표면수에 의해 침식되기 쉬운 지반조건<br>- 규모가 큰 쌓기비탈면의 하부<br>- 안정화된 도로비탈면에 부분적으로 용수가 있는 경우<br>- 식생 도입이 곤란한 토질조건의 도로비탈면 |

## (19) 돌(블록)쌓기 옹벽

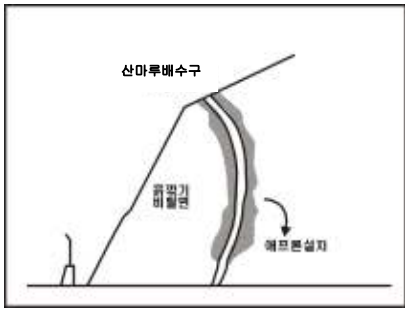
| | |
|---|---|
| **개요 및 특성** | ◇ 개요<br>- 과거 석축, 축대 등의 용어로 흙막이용이나 표면보호를 위해 많이 사용된 옹벽으로 최근에는 자연석을 구하기 어려워 콘크리트 블록을 이용하여 많이 사용됨. 자중에 의해 토압에 저항하는 형식의 옹벽<br>◇ 특성<br>- 토사와 풍화암으로 이루어진 도로비탈면의 침식 방지와 붕괴부 처리 |
| **적용 사례** |  <br><돌쌓기옹벽 적용 1> <돌쌓기옹벽 적용 2> |
| **설계 및 시공 유의점** | ◇ 노후화로 인해 사용 암석이 빠지는 경우 빈번함<br>◇ 비탈면의 경사가 급한 경우 모르타르 등을 병행하여 시공 |

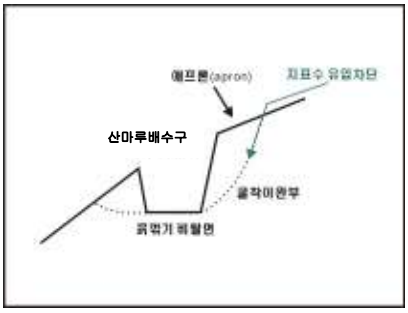
## (20) 콘크리트 뿜어붙이기 (숏크리트)

| | |
|---|---|
| **개요 및 특성** | ◇ 개요<br><br>- 시멘트, 모래, 물이 혼합된 모르타르를 현장타설 하여 도로비탈면 표층부에 피복하는 공법<br><br>◇ 특성<br><br>- 도로비탈면과 공기와의 접촉을 차단시켜 풍화 속도 지연 및 작은 구속압으로 안정성 확보<br><br>- 불연속면에 대한 접착 현상 및 구속압을 일정하게 유지하여 도로비탈면 안정성을 확보 |
| **적용 사례** | <br><콘크리트 뿜어붙이기 적용 1><br><br><콘크리트 뿜어붙이기 적용 2><br><br><와이어매쉬 설치> |

<table>
<tr><td>설계 및 시공<br>유의점</td><td>◇ 콘크리트 뿜어붙이기는 도로비탈면의 풍화 억제와 암반의 이탈을 막기 위해 적용하며, 일반적으로 적용하는 조건은 다음과 같음<br><br>- 도로비탈면의 경사 및 지반조건에 관계없이 적용 가능<br>- 용수가 없고 암반균열이 적은 곳에 적합<br>- 넓은 면적에 암반의 탈락 및 소규모 붕락이 예상되는 곳<br>- 급경사의 도로비탈면에 요철이 심하고 바위가 돌출된 곳<br>- 급경사의 도로비탈면에 단층파쇄대의 풍화진행으로 움푹 패인 구간<br><br>◇ 콘크리트 뿜어붙이기 공법은 기본적으로 배수처리를 필요로 하며, 용수가 많은 지반은 지하수 배수시설과 병행하여 적용<br><br>◇ 콘크리트 뿜어붙이기는 도로비탈면 대규모 붕괴를 방지하는 목적으로는 적절치 않으며 보강공법과 같이 적용</td></tr>
<tr><td>시공불량<br>사 례</td><td><br><콘크리트 뿜어붙이기 균열><br><br><와이어매쉬 미설치 시공><br><br><콘크리트 뿜어붙이기 균열 및 백태현상><br><br><콘크리트 뿜어붙이기 적용구간 붕괴></td></tr>
</table>

## (21) 산마루배수구

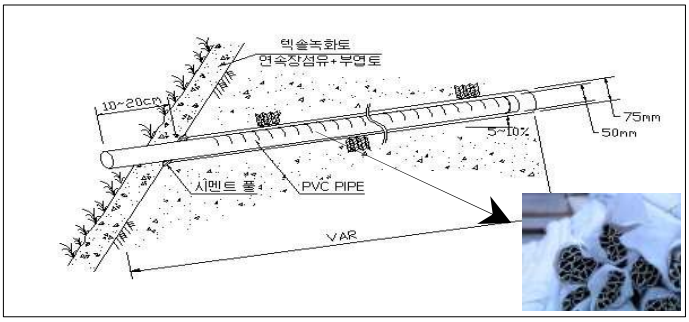
<table>
<tr><td>개요 및 특성</td><td>◇ 개요<br><br>- 도로비탈면 경계부를 따라 배수로를 설치하여 지표수의 유입을 차단하는 공법<br><br>◇ 특성<br><br>- 유입되는 지표수에 도로비탈면 침식 등의 예방을 위하여 좌, 우측부로 유도 배수<br><br>



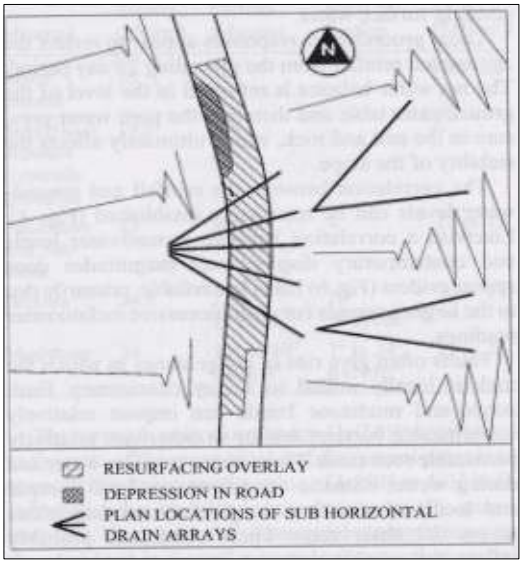
<br><산마루배수구 개요도> <애프론 설치 단면></td></tr>
<tr><td>적용 사례</td><td>

<br><산마루배수구 시공 모습> <산마루배수구 적용></td></tr>
<tr><td>설계 및 시공 유의점</td><td>◇ 측구 시공시 굴착 이완부에 에이프론(apron) 설치<br><br>◇ 산마루배수구 시공시 지표수가 측구 하부로 유입되지 않도록 세심한 시공 관리<br><br>◇ 도로비탈면과 측구 경계부가 일체성을 유지하여 지표수가 측구로 유도되도록 설계·시공</td></tr>
</table>

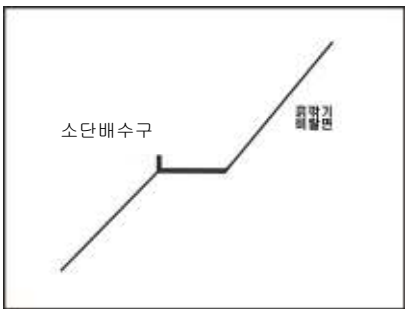
## (22) 수평배수공

<table>
<tr>
<td>개요 및 특성</td>
<td>◇ 개요<br><br>- 도로비탈면 내부로 유입되는 지하수를 신속히 배수시켜 안정화를 추구하는 공법<br><br>◇ 특성<br><br>- 지하수가 빈번한 지점에서 도로비탈면 내부로 강제적인 배수로를 형성하여 상시 지하수위의 증가 억제<br><br>

<br><수평배수공 개요도></td>
</tr>
<tr>
<td>적용 사례</td>
<td><br><수평배수공 설치사례><br><br><수평배수공 공내 다발관><br><br><br><수평배수공 유도 성공 1><br><br><수평배수공 유도 성공 2></td>
</tr>
</table>

| | |
|---|---|
| **설계 및 시공 유의점** | ◇ 집수면적, 경사도, 지하수 누수지점 등을 고려한 배수공 설치<br>◇ 지하수 누수 흔적 지점에 집중적으로 배수공 설치<br>◇ 일방향 타설 방식보다는 지형 형상을 고려한 방사형 타설이 효과적<br><br><br><지형 고려 수평배수공 배열 - 영국> |
| **시공불량 사 례** | <br><수평배수공 일정 간격 설치> |

## (23) 소단배수구

<table>
<tr><td>개요 및 특성</td><td>◇ 개요<br><br>- 도로비탈면 소단에 유입되는 지표수의 원활한 배수를 위한 공법<br><br>◇ 특성<br><br>- 유입되는 지표수에 의해 도로비탈면이 침식되지 않도록 좌, 우측부로 유도 배수<br><br><br><br><소단배수구 개요도 1><br><br><br><br><소단배수구 개요도 2></td></tr>
<tr><td>적용 사례</td><td><br><소단배수구 적용(양호)><br><br><br><소단배수구 시공(불량)></td></tr>
<tr><td>설계 및 시공 유의점</td><td>◇ 소단배수구 경계부 유실 방지를 위해 전단면 배수 형태로 시공<br><br>◇ 비탈면 접합부를 비탈면과 일체화시켜 지표수를 배수로로 유도<br><br>◇ 지표와 밀착하지 못한 경우 지표 틈새로 지표수 유입 가능성이 있으므로 지표와 밀착하여 시공</td></tr>
</table>

## (24) 종배수구

| | |
|---|---|
| **개요 및 특성** | ◇ 개요<br>- 도로비탈면 내부나 계곡부에 집수지형이 형성되어 지속적인 유수에 의한 풍화 · 침식이 예상될 때 이를 방지하고 원활한 배수를 위해 설치하는 공법<br>◇ 특성<br>- 독립적으로 적용 가능하지만 소단배수구, 산마루배수구 등의 수리제어공법들과 병행하여 적용<br>- 연장이 길고 경사가 높은 도로비탈면에 시공하여 원활한 배수 유도 가능 |
| **적용 사례** | <br><종배수구 적용 1><br><br><종배수구 적용 2> |
| **설계 및 시공 유의점** | ◇ 종배수구 하단부 원활한 배수 유도를 위한 배수시설물 필요<br>◇ 연장이 긴 도로비탈면의 경우 다수의 종배수구 적용 가능 |

## (25) L, U, J형 측구

| | |
|---|---|
| **개요 및 특성** | ◇ 개요<br>- 도로비탈면으로부터 배출되는 지하수 및 지표수와 도로상에 흐르는 용수를 집수정 등으로 유도하는 공법<br>◇ 특성<br>- 측구의 높이를 1.0~1.5m 로 시공하여 낙석에 저항할 수 있는 효율을 높임<br>- 연장이 길고 경사가 높은 도로비탈면에 시공하여 원활한 배수 유도 가능 |
| **적용 사례** | <br><L형측구 적용><br><br><U형측구 적용><br><br><J형측구 적용> |
| **설계 및 시공 유의점** | ◇ 원활한 배수 유도를 위한 집수정 등의 배수시설물 필요 |

## (26) 지하배수구

| | |
|---|---|
| **개요 및 특성** | ◇ 개요<br>- 도로비탈면을 통해 흘러 노면 속으로 유입되는 물은 하단부에 맹암거를 시공하여 배수를 유도하며, 측구 되메우기시에는 암거 혹은 배수관을 통해 배수를 유도하는 구조물<br>◇ 특성<br>- 원활한 배수 유도를 위한 기본 공법 |
| **적용 사례** | <br><지하배수구 적용<br>(되메우기전)> |
| **설계 및 시공 유의점** | ◇ 암거는 토압 및 상재하중 등을 고려하여 선정 |

## (27) 비탈끝배수구

| | |
|---|---|
| **개요 및 특성** | ◇ 개요<br>- 쌓기비탈면에 설치하여 비탈면에서 흘러내리는 물이 인근지역으로 흐르지 않도록 하는 공법<br>◇ 특성<br>- 쌓기비탈면에 주로 적용되며, 용수가 많거나 콘크리트 뿜어붙이기를 시공하였거나 소단배수시설이 없는 대규모 깎기비탈면에 검토될 수 있음 |
| **적용 사례** | <br><비탈끝배수구 적용(쌓기비탈면)><br><br><비탈끝배수구 적용> |
| **설계 및 시공 유의점** | ◇ 원활한 배수 유도를 위해 배수 종점부 마무리 시공 철저 |

## (28) 집수시설

| | |
|---|---|
| **개요 및 특성** | ◇ 개요<br>- 계곡부나 집수 지형을 따라 내려온 유수를 모아 하류로 내려 보내는 시설<br>◇ 특성<br>- 소단배수구, 종배수구, 산마루배수구를 통해 유입된 유수를 모아서 배수 |
| **적용 사례** | <br><집수시설 적용 1><br><br><집수시설 적용 2> |
| **설계 및 시공 유의점** | ◇ 원활한 배수 유도를 위해 연결부 시공 철저<br>◇ 원활한 배수를 위한 정기적인 청소 필요 |

## (29) 경계석

| | |
|---|---|
| **개요 및 특성** | ◇ 개요<br>- 도로 유수의 쌓기비탈면 내 유입을 방지하기 위해 도로 측면에 설치하는 공법<br>◇ 특성<br>- 도로포장시 함께 시공되기도 하나, 쌓기비탈면 방향으로 도로부에서 발생한 유수의 유입량이 많을 경우 시공 |
| **적용 사례** |  <br><경계석 시공 중> <경계석 적용 > |
| **설계 및 시공 유의점** | ◇ 내리막차선등 지표수 발생이 많은 지역에서는 경계석 높이를 상향 설치<br>◇ 경계석 연결부 시공 불량으로 인한 유수 도로비탈면 내로 침투 |
| **시공불량 사 례** |  <br><경계석 이음부 틈새 발생> <도로경계석 미설치로 인한 쌓기비탈면 세굴> |

## (30) 횡배수시설

| | |
|---|---|
| **개요 및 특성** | ◇ 개요<br>- 도로비탈면에서 내려온 유수를 도로 건너편의 하천이나 계곡으로 유도하기 위해 도로 하부에 설치하는 배수시설<br>◇ 특성<br>- 도로비탈면으로 집수되는 유수량이 많을 때 적용<br>- 도로비탈면 맞은 편이 하천지역이나, 계곡부 일 때 적용 유리 |
| **적용 사례** | <br><횡배수시설 적용 > |
| **설계 및 시공 유의점** | ◇ 집수구간에 유실물 등의 이물질로 인해 막힘 현상이 빈번히 발생하므로 정기적인 청소 및 점검이 필요 |

## (31) 피암터널

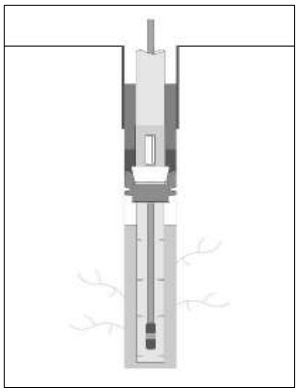
| | |
|---|---|
| **개요 및 특성** | ◇ 개요<br><br>- 강재나 철근 콘크리트 등으로 도로에 터널을 설치하여 낙석이 터널 위로 구르게 하여 하천으로 유도되도록 하여 낙석 발생 피해를 예방하는 공법<br><br>◇ 특성<br><br>- 도로 인근에 여유 폭이 없고, 낙석 발생의 가능성이 있는 급경사(1:0.3 이상) 도로비탈면에 주로 적용<br><br>- 높이 30m 이상으로 높거나 낙석의 규모가 커 비탈면 보호 및 보강공법의 적용이 용이하지 못한 경우 주로 적용<br><br><br><br><피암터널 개요도> |
| **적용 사례** | <br><피암터널 적용 1><br><br><br><피암터널 적용 2> |

<table>
<tr><td>설계 및 시공<br>유의점</td><td>◇ 피암터널 상부는 일정한 경사(20~30°)를 주어 낙석 등 붕괴 유실물들이 터널 상부를 타고 도로 밖으로 흘러내릴 수 있도록 하며, 낙석의 충격을 완화하기 위한 완충재(자갈, 폐타이어, EPS 등) 설계<br><br>◇ 낙석에너지와 피암터널 구성요소(피암터널 지붕, 완충재층, 지붕 하부지지 기초 등)의 에너지 흡수 가능량을 고려하여 낙석의 충격에 버틸 수 있도록 설계<br><br>◇ 피암터널 지붕을 암반에 정착시키는 앵커는 구조물 하중과 낙석 충격에 따른 하중 모두에 저항할 수 있도록 안정적인 정착이 요구되며, 피암터널 지붕과 기둥의 두께는 낙석 에너지 흡수와 완충재의 효율성 등을 고려하여 결정<br><br>◇ 피암터널 지붕 지지를 위한 기둥은 신선한 암반까지 삽입하여 최소한의 침하에 견디도록 설계</td></tr>
<tr><td>시공불량<br>사 례</td><td><br><피암터널 상단 경사층 미설치 (불량)><br><br><br><피암터널 날개벽 파손 (불량)></td></tr>
</table>

## (32) 도로확폭

| | |
|---|---|
| **개요 및 특성** | ◇ 개요<br>- 이격거리가 확보되지 않아 낙석 발생 위험이 있고 도로부 측면으로 여유지가 있어 도로를 이동함으로써 이격거리를 확보하여 낙석 발생에 따른 위험성을 감소시킬 수 있을 경우에 적용하는 공법<br>◇ 특성<br>- 도로비탈면에 대규모의 공법을 적용시 암파쇄방호시설 등의 안전시설물로 안정성을 확보하지 못할 경우 적용 |
| **적용 사례** | <br><도로확폭 적용> |
| **설계 및 시공 유의점** | ◇ 시공전 연약지반, 침하 등의 지반상태를 조사 후 적용<br>◇ 왕복차선을 확보하지 못할 경우 원활한 차량 소통을 위한 대책이 필요 |

## (33) 그라우팅

| | |
|---|---|
| **개요 및 특성** | ◇ 개요<br>- 도로비탈면 상부에 인장균열이 발생되었거나 암반 내 균열이 발생되어 강우시 유수의 통로로 이용되어 암반 활동을 유발시킬 가능성이 높을 때 균열부를 채워줌으로써 암반 결합과 유수의 유입을 차단하는 공법<br>◇ 특성<br>- 소규모 암반 균열부에 적용 유리<br>- 기대기옹벽 등의 구조물에도 사용 가능<br><br><그라우팅 개요도> |
| **적용 사례** | <br><그라우팅 적용> |
| **설계 및 시공 유의점** | ◇ 이미 발생된 활동면의 깊이가 깊고, 풍화진행 상태가 높은 도로비탈면의 경우 사용 제한 |

## (34) 모르타르

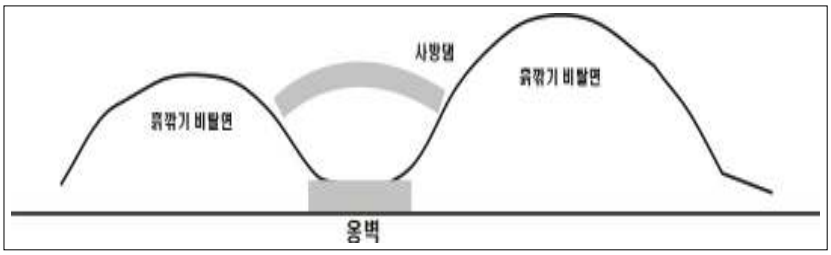
| | |
|---|---|
| **개요 및 특성** | ◇ 개요<br>- 지반이나 암반에 발생한 공동의 채움이나 돌망태옹벽 등에 주입하여 고결화[23]시키는 등 다용도로 활용이 가능한 공법<br>◇ 특성<br>- 시공성이 우수하고 다른 공법에 비해 경제적<br>- 지하수 등의 용수 발생 구간에서는 적용 한계 |
| **적용 사례** | <br><모르타르 적용> |
| **설계 및 시공 유의점** | ◇ 지반상태, 주변환경을 고려하여 배합비를 결정 |

1) 고결화 : 딱딱하고 쉽게 째질수 있는 토양입자가 산화물에 의해 굳어져 습한 상태에서도 쉽게 부서지지 않음

## (35) 암파쇄방호시설

| | |
|---|---|
| **개요 및 특성** | ◇ 개요<br>- 암파쇄 및 깎기 등에 의해 발생된 암괴, 토석의 도로유입을 방지하여 교통안전을 확보하고, 시공 장비의 작업공간 확보를 위해 뒤채움 토석이나 시공시 발생되는 토압에 저항하는 구조물<br>◇ 특성<br>- 도로비탈면 공법적용 중 교통안전 확보 우수<br>- 시공비가 높고, 이격거리 협소 구간에 공법을 적용할 경우 원활한 차량소통이 불가 |
| **적용 사례** | <br><암파쇄방호시설 적용><br><br><암파쇄방호시설 적용(측면)> |
| **설계 및 시공 유의점** | ◇ 암파쇄방호시설물 적용 연장 및 높이는 붕괴부, 공법적용 범위를 고려하여 결정(『암파쇄방호시설 설치지침』참조)<br>◇ 이격거리 협소 구간에 적용할 경우 교통안전을 위해 안내 시설물을 설치<br>◇ 야간의 경우에 보행자, 운전자가 시설물을 확인할 수 있도록 안전시설물 설치<br>◇ 암파쇄방호시설 설치 높이는 『암파쇄방호시설 설치지침』에 따라 결정 |

## (36) 사방시설

<table>
<tr>
<td>개요 및 특성</td>
<td>◇ 개요<br><br>- 계곡부의 토석류 이동에 따른 피해를 방지하기 위해 계류를 횡단하여 설치하는 소규모 시설로 흙, 돌, 콘크리트 등을 이용하여 만들어지는 공법<br><br>◇ 특성<br><br>- 집중강우 및 태풍으로 계곡부의 토석류 이동에 따른 피해가 증가되므로 계곡부나 깊은 골짜기로 상부에서 발생한 유수가 집수되는 구간에 설치<br><br>

<사방시설(댐) 개요도></td>
</tr>
<tr>
<td>적용 사례</td>
<td><br><사방시설 추천 현장 1><br><br><br><사방시설 추천 현장 2><br><br><br><강재틀 사방시설><br><br><br><콘크리트 사방시설></td>
</tr>
</table>

<table>
<tr><td>적용 사례</td><td><br><br><br><br><계단형 사방시설> <개비온식 사방시설><br><복합형 사방시설 1> <복합형 사방시설 2></td></tr>
<tr><td>설계 및 시공 유의점</td><td>◇ 부유물질이 사방시설을 막아 물이 정체되지 않도록 할 것<br>(정체되어 일시에 댐이 터질 경우 대규모 재해 발생 가능<br>◇ 계곡이 깊고, 경사가 급하면 사방시설을 순차적으로 여러 단을 설치하는 방안 고려</td></tr>
</table>

## (37) 상시계측시스템

| | |
|---|---|
| **개요 및 특성** | ◇ 개요<br>- 도로비탈면에 대규모 변위 및 활동 등의 징후가 관찰될 때 계측관리를 통한 사전재해방지를 목적으로 설치<br>◇ 특성<br>- 실시간 계측을 통한 도로비탈면의 거동 변위 파악<br>- 강우량계, CCTV를 함께 설치하여 효과적인 도로비탈면 관리 가능<br>- 변위양상 활동방향을 분석하여 효과적인 대책공법 적용 가능 |
| **적용 사례** | <br><계측센서><br><br><강우량계><br><br><CCTV> |
| **설계 및 시공 유의점** | ◇ 최초 센서 설치시 위험단면을 선정하여 적용<br>◇ CCTV 설치시 인터넷 설치 가능 지역 타당성 검토 요구<br>◇ 낙뢰 발생에 의한 파손 방지를 위해 접지 실시 |

## (38) 쌓기

| | |
|---|---|
| **개요 및 특성** | ◇ 개요<br>- 지반위에 흙을 돋우어 쌓아 지지력을 확보해 주는 공법<br>◇ 특성<br>- 일반적으로 도로건설, 연약지반 처리시 기초공법으로 사용되나, 도로비탈면에서는 표층유실 발생구간이나 붕괴 가능성이 있는 쌓기비탈면에 적용<br>- 독립적으로 적용하기도 하지만, 돌쌓기, 옹벽 등과 함께 병행하여 사용됨 |
| **적용 사례** | <br><쌓기 적용 1><br><br><쌓기 적용 2> |
| **설계 및 시공 유의점** | ◇ 많은 물량이 소요될 경우 다른 보강공법 적용 고려<br>◇ 쌓기 후 배수시설 적용 필요 |

## (39) 월류방지턱

| | |
|---|---|
| **개요 및 특성** | ◇ 개요<br>- 계단식(화단)옹벽이나 소단배수구 등에 설치하는 공법으로 포획 공간을 확보하여 상부로부터의 낙석, 토사 유실 등에 대비하는 공법<br>◇ 특성<br>- 1m 높이의 월류방지턱 시공을 통해 상부자연비탈면에서 발생하는 낙석 및 유실물 포획 가능 |
| **적용 사례** |  <br><월류방지턱 적용 1> <월류방지턱 적용 2> |
| **설계 및 시공 유의점** | ◇ 월류방지턱 시공시 상부 뒤채움 없이 시공<br>◇ 월류방지턱 적용만으로 포획이 어려울 경우 낙석방지울타리와 병행하여 시공 |

## 5.4 성공 및 실패사례

대책공법이 적용된 도로비탈면 중 적절한 대책공법 적용으로 항구적인 안정성을 확보한 성공적인 사례와 그 반대의 경우를 예로 들어 향후 대책공법 적용에 있어 실무자들이 업무에 참고할 수 있도록 몇가지 사례를 소개하고자 한다.

### 5.4.1 성공사례

(1) 도심지 위험비탈면 관리 성공 사례

(2) 파쇄대 포함 위험비탈면 관리 성공 사례

(3) 산사태 발생 위험비탈면 관리 성공 사례

(4) 지형 조건 불리 위험비탈면 관리 성공 사례

(5) 피암터널 최초 적용 위험비탈면 사례

(6) 피암터널 적용 위험비탈면 관리 성공 사례

(7) 상시계측시스템 활용 위험비탈면 관리 성공 사례 1

(8) 상시계측시스템 활용 위험비탈면 관리 성공 사례 2

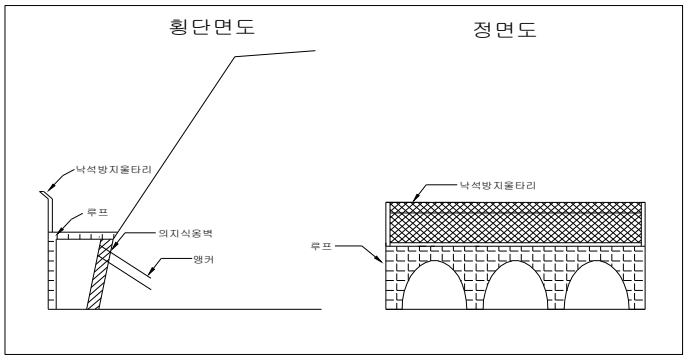
(9) 상시계측시스템 활용 위험비탈면 관리 성공 사례 3

(10) 불연속면 방향 불리 위험비탈면 관리 성공 사례

(11) 하부암탈락 연속 노출 위험비탈면 관리 성공 사례

### (1) 도심지 위험비탈면 관리 성공 사례

<table>
<tr>
<td>현 황</td>
<td>
◇ 일 교통량 약 45,000대<br>
◇ 평균 이격거리 0.2m로 매우 협소하며 보호시설 없음<br>
◇ 도로비탈면 전면 인도 설치(맞은편 APT 단지 위치하며 횡단보도 설치)<br>
◇ 도로비탈면 내 이완 암블록이 다수 분포하며 일부는 낙석으로 발생하여, 인도에 유입되어 있는 상태로서 행인들에게 위협적임<br>
◇ 일부 구간 하부암 이탈 발생하여 지지력이 상실되었으며 상부로 확장 가능성 인지<br>
◇ 상부자연비탈면 경사가 약 60˚의 급경사로 흙깎기의 적용이 어려운 상태임<br>
<br>
<협소한 이격거리 및 인도><br>
<br>
<인도로 유입된 낙석><br>
<br>
<이완암블록 분포><br>
<br>
<하부암 이탈>
</td>
</tr>
</table>

<table>
<tr><td>대 책</td><td>◇ 도심지 내 위치하여 일교통량 및 인도를 통행하는 행인의 이동이 많으며 보호시설이 시공되어 있지 않아 위협적인 요소로 작용<br><br>◇ 정밀조사 및 안정성 해석 결과 층리면에 의한 파괴가 인지되고 이완암블록의 탈락 가능성이 높은 위험한 상태임<br><br>◇ 대책공법(안)<br><br>- 하부에 기대기옹벽과 앵커를 시공하여 지지력 확보<br><br>- 발생 낙석이 도로와 인도에 유입되지 않도록 인도와 기대기옹벽 사이에 루프를 시공하고 상부에 낙석방지울타리를 시공<br><br>

<대책공법 모식도></td></tr>
<tr><td>성 과</td><td>◇ 도심지 내 도로비탈면이 위치하고 있으므로 차량과 행인의 안전한 통행뿐만 아니라 도로비탈면의 안정성 확보 등을 동시에 만족할 수 있는 공법 적용<br><br><br><대책공법 적용></td></tr>
</table>

## (2) 파쇄대 포함 위험비탈면 관리 성공 사례

| | |
|---|---|
| 현 황 | ◇ 연장 : 200m<br><br>◇ 높이 : 70m<br><br>◇ 도로비탈면을 가로지르는 방향의 단층 발달<br><br>- 파괴 활동면으로 작용<br><br><br><br><전경 및 파괴양상><br><br><br><br><붕괴구간 현황도><br><br>◇ 붕괴발생 현황<br><br>- 도로비탈면 중심부 약 20m 붕괴<br><br>- 좌측붕괴부 : 인장균열, 우측붕괴부 : 압축붕괴<br><br>- 붕괴부 20cm 정도 전면 돌출<br><br>- 붕괴로 인한 소단부 함몰 |

| | |
|---|---|
| 현 황 |  <br><인장균열부> <소단배수구 균열 및 함몰><br>◇ 붕괴 발생 원인<br>- 단층파쇄대 중심 대규모 블록 이완 및 압축<br>- 도로비탈면 내 지표수 침투로 인한 단층파쇄대 간극수압 상승 및 전단강도 감소 |
| 대 책 | ◇ 붕괴부 형상은 대규모 암블록이 좌측에서 인장, 우측에서 압축을 받은 것으로 우측부에서 붕괴 지지력 역할 수행<br>◇ 도로비탈면을 가로지르는 방향으로 활동면 형성<br>◇ 지표수 및 지하수 유입을 차단시 추가 대규모 붕괴 발생 가능성 낮음<br>◇ 붕괴 발견일은 2007년 4월 26일이지만, 실제 붕괴는 훨씬 이전에 발생하였을 것으로 판단되므로 지표수 유입을 차단시키면 급격한 추가 붕괴 가능성은 낮은 것으로 판단<br>◇ 응급조치안(지표수, 지하수 차단 및 붕괴부 지반강도 증대 방안)<br>- 붕괴 인장균열부 : 그라우팅<br>- 제2소단 ~ 제4소단 소단부 : 소단배수구<br>◇ 항구대책안<br>- 현장여건상 추가 흙깎기 및 흙깎기 후 붕괴부 보강 필요 등 막대한 공사비가 요구됨<br>- 붕괴부 중심 계단식(화단)옹벽 및 앵커 적용 |

| | |
|---|---|
| 성 과 | ◇ 정밀조사결과 붕괴양상이 비탈면을 가로지르는 방향의 단층파쇄대에 의한 붕괴<br>- 대규모 붕괴 가능성 낮음<br>- 지표수의 차단으로 도로비탈면 안정성 확보 가능<br>- 도로 폐쇄 없이 대책강구에 따른 민원소지 해소 및 도로이용자 편의 제공<br>◇ 깎기를 통한 도로비탈면 안정성 확보시<br>- 붕괴양상을 고려하지 않은 보강안(막대한 예산 소요)<br>※ 현재의 깎기비탈면 파괴원인 및 양상을 파악 후 이에 대한 적절한 보강안 제시로 과다한 예산낭비 방지 및 도로비탈면의 안정성 확보 가능 |

### (3) 산사태 발생 위험비탈면 관리 성공 사례

| | |
|---|---|
| 현 황 | ◇ 2002년 제 15호 태풍 '루사'에 의해 높이 약 40m 가량의 표층붕괴 및 40m 구간에 상부자연비탈면 내 함몰대 발생으로 정밀조사 실시<br>◇ 2003년 4월 제거된 토압에 의해 상부자연비탈면에서 인장균열이 발생하여 추가 정밀조사 실시<br> <br><높이 40m 가량의 표층붕괴부> <상부자연비탈면 내 함몰대><br>【2002년 정밀조사 당시】<br> <br><인장균열 발생 1> <인장균열 발생 2><br>【2003년 정밀조사 당시】 |

<table>
<tr><td>대 책</td><td>◇ 2002년 정밀조사<br>- 표층붕괴부 : 하부 지지를 위한 계단식옹벽 시공<br>계단식옹벽 상단 종배수구 및 돌쌓기 시공<br>- 함몰대<br>1차 안 : 상부 면정리, 네일, 산마루배수구<br>2차 안 : 상부 면정리, 앵커(수압판 포함), 산마루배수구<br>◇ 2003년 정밀조사<br>- 인장균열부<br>원인 : 도로비탈면 정비 중 제거된 토압에 의해 발생<br>대책 : 인장균열 내 수목 기울어짐 등이 발생하지 않아 추가적인 진행 가능성은 낮고 이격거리가 충분하므로 돌망태옹벽 시공</td></tr>
<tr><td>성 과</td><td>◇ 상부자연비탈면을 포함한 대규모 표층붕괴부의 안정성 확보와 지표수의 원활한 배수를 위해 대책을 강구하여 추가 붕괴 가능성 최소화<br>◇ 인장균열의 발생 원인을 규명하여 최소한의 공법을 제시함으로써 예산 절감<br><br><표층붕괴부 정비></td></tr>
</table>

### (4) 지형 조건 불리 위험비탈면 관리 성공 사례

<table>
<tr>
<td>현 황</td>
<td>
◇ 도로비탈면 현황<br><br>
- 연장 : 260m, 높이 : 35m, 이격거리 : 0 ~ 0.5m<br><br>
- 도로비탈면 경사 : 78°, 상부자연비탈면 경사 : 38 ~ 54°<br><br>
◇ 도로비탈면 특징<br><br>
- 이격거리가 거의 없는 급경사 도로비탈면<br><br>
- 전구간에 쐐기파괴 이력<br><br>
- 보호·보강공법 적용이 용이하지 않은 현장 여건<br><br>
- 도로와의 이격거리가 없고 낙석방지시설이 없거나 파손된 상태로 낙석 발생시 도로의 안정성 미확보<br><br>
- 낙석 가능한 이완암블록, 전도 가능한 암블록, 하부 암탈락으로 인한 지지력 상실<br><br>
<br>
<전경><br><br>
<br>
<하부 이격거리 협소><br><br>
<br>
<낙석방지시설 파손>
</td>
</tr>
</table>

| | |
|---|---|
| 대 책 | ◇ 대책공법 적용시 현장여건 고려 (2002년 5월)<br>- 보호·보강공법 적용을 위한 도로비탈면 하부 이격거리 협소<br>- 도로와 인접한 일부 구간에 낙석방지시설이 없어 소규모 낙석 발생시 도로로 유입 가능<br>- 도로비탈면 경사 및 상부자연비탈면의 경사가 급하여 보강공법을 적용하기 위한 장비 및 인력 등의 접근이 제한적<br>- 지형적 현장조건 불리<br>- 지속적인 쐐기파괴 및 암탈락으로 인한 낙석 발생에 대하여 도로의 안정성 미확보<br>◇ 정밀조사 후 대책안 (2002년 5월)<br>- 도로확장<br>- L형옹벽, 낙석방지울타리 등<br>: 도로비탈면 및 상부자연비탈면으로부터의 낙석 발생에 대한 도로의 안정성 확보 |
| 성 과 | ◇ 도로비탈면 하부 충분한 이격거리 확보 및 일부 구간 보강공 적용<br>- 장비 및 인력 접근이 비교적 용이한 대규모 쐐기파괴 구간에 대한 보강으로 안전성 확보<br>- 보호·보강공 미적용 구간에 대한 도로비탈면 하부 충분한 이격거리 확보를 통하여 낙석 발생시 도로로의 유입 차단 및 하부 적치가능<br>- 도로 이용자의 시각적 불안감 상쇄 및 선형 개량 효과<br>◇ 도로비탈면의 불안정 요인 파악 및 현장 여건을 감안한 적절한 대책안 제시로 효율적이고 경제적인 도로(이용자)의 안정성 확보 가능 |

### (5) 피암터널 최초 적용 위험비탈면 사례

| | |
|---|---|
| 현 황 | ◇ 1998년 3월 CSMS를 통해 정밀조사 실시<br>- 연장 : 80m, 높이 : 최고 23m<br>- 뚜렷한 파괴 양상은 나타나지 않으나 발파에 의한 암괴 이완 진행 암반블록이 돌출되어 고정 필요<br>- 대책 : 버트리스, 앵커, 낙석방지울타리(미반영)<br>◇ 1999년 CSMS 대책안이 반영되지 않고, 깎기로 실시설계가 결정되어 상부자연비탈면에서 깎기 공사 진행<br>◇ 1999년 5월 31일 약 500톤의 붕괴 발생<br>- 붕괴원인 : 깎기에 의한 상부자연비탈면 지지력 상실 및 잠재된 파쇄대에 의해 붕괴 발생<br>- 붕괴후 상황 : 인장균열 발생, 수직고 40~50m 에서 지반팽창 현상(bulging) 발생, 붕괴부 높이 70 m 확대<br><br><1999년 5월 붕괴> |

| | |
|---|---|
| 대 책 | ◇ 인근에는 내린천 계곡이 위치하며 여름철 관광 휴양지로 관광객이 집중되는 지역임<br><br>◇ 과중한 토사량과 급경사 도로비탈면의 형성으로 깎기에 의한 안정화가 불가능한 상태임<br><br>◇ 붕괴 직후 여름 관광철이 도래하므로 관광객 및 인근 주민의 편의를 위해 항구대책이 이루어질 때까지 예상되는 피해 방지를 위한 응급대책 제안<br><br>- 상단부 인장균열부 그라우팅<br><br>- 이완암블록의 도로 유입 방지를 위한 기능형 낙석방지망<br><br>◇ 항구대책<br><br>- 피암터널<br><br><br><국내 최초 도로 피암터널 설치> |
| 성 과 | ◇ 국내 최초로 도로부에 피암터널을 설치함으로써 안전한 도로 운행을 확보하였으며 이를 토대로 도로비탈면 안정화를 위한 대책공법 적용이 어려웠던 대규모 도로비탈면 주변 도로의 원활한 운행이 가능케 되었음<br><br>◇ 붕괴 직후 도로비탈면 안정화 대책 기간 동안 임시 폐쇄가 불가피했던 도로의 운행을 가능케 함으로써 관광객 및 인근 주민에게 편의를 제공하여 대국민 신뢰도 회복의 계기 마련 |

## (6) 피암터널 적용 위험비탈면 관리 성공 사례

| | |
|---|---|
| 현 황 | ◇ 도로비탈면 현황<br>- 연장 : 160m, 높이 : 70m<br>- 깎기부 경사 : 70°, 상부자연비탈면 경사 : 45°<br>◇ 빈번한 낙석발생<br>- 도로비탈면 및 상부자연비탈면에서의 빈번한 낙석 발생으로 인하여 차량 파손 사고 발생 이력<br>- 하부 이격거리 협소, 낙석방지시설 노후 또는 미약<br>- 대책공법 적용이 용이하지 않은 현장 여건<br><br><비탈면 전경><br> <br><계곡부 토석류발생> <이완암블록 분포> |

| | |
|---|---|
| 대 책 | ◇ 대책공법 적용시 현장여건 고려 (2003년 4월)<br>- 보호·보강공법 적용을 위한 공간 미확보<br>- 장비 및 인력의 접근 불가<br>- 지형적 현장조건 불리<br>- 상부자연비탈면상 낙석 발생에 대한 도로 안정성 미확보<br>◇ 정밀조사 후 대책안 (2003년 4월)<br>- 피암터널<br>: 도로비탈면 및 상부자연비탈면으로 부터의 낙석 발생에 대한 도로의 안정성 확보 |
| 성 과 | ◇ 대책안 시공 전 낙석 발생으로 인한 차량 파손사고 발생<br>- 재산피해 보상비용 소요<br>- 항구적인 대책미비로 반복적 사고 발생 위험성 상존<br>◇ 도로비탈면의 불안정요인 파악 및 현장 여건을 감안한 적절한 대책안 제시로 효율적이고 경제적인 도로(이용자)의 안정성 확보 가능<br><br><피암터널 공법 적용> |

### (7) 상시계측시스템 활용 위험비탈면 관리 성공 사례 1

| | |
|---|---|
| 현 황 | ◇ 2001년 단층대를 따라 대규모 붕괴 발생 및 인장균열 (깊이 3m, 폭 2.5m) 발생<br>◇ 정밀조사 후 두 가지 대책안 대립<br>- 제1안) 인장균열부 그라우팅, 중력식 옹벽, 록앵커 등의 대책안 마련(예산 약 2억 5천만원 소요)<br>- 제2안) 깎기 공법 적용(예산 약 25억원 예상)<br>◇ 인장균열부 그라우팅, 계단식옹벽 등의 대책안 시공 (예산 약 2억 5천만원 소요)<br>◇ 2003년 계측기 설치(예산 약 5천만원 소요)에 의해 지반변위 관찰<br>◇ 상시계측시스템에 의해 추가 변위 발생 확인<br>◇ 추가 대책으로 도로비탈면 하부 계단식옹벽 설치 대책안 마련 (예산 약 2억원 소요)<br><br><비탈면 전경><br><br><발생 인장균열 상태> |

| | |
|---|---|
| 대 책 | ◇ 깎기공법 적용시 인장균열부를 포함한 경사 완화가 이루어진다는 장점이 있으나 약 25억원의 예산 소요와 흙깎기 단면 결정 등의 어려움이 예상<br>◇ 인장균열부 그라우팅과 중력식옹벽, 계단식옹벽 등의 공법 적용시 약 7억원 정도의 예산 소요로 효율적인 지반강도 증가가 예상되지만 시공 품질 관리가 어려운 단점이 있음<br>◇ 그라우팅 공법 등의 효율성을 확인하기 위해 상시계측시스템을 적용<br>◇ 대책공법<br>- 인장균열부 그라우팅<br>- 중력식옹벽(H=3m)<br>- 록앵커<br>- 계단식옹벽(지지앵커 및 수평배수공 포함)<br>- 상시계측시스템<br><br><대책공법 적용 후 전경> |
| 성 과 | ◇ 국내의 경우, 도로비탈면에 대규모 인장균열이 발생되면 깎기 공법을 선호하는 것이 일반적이었으나 인장균열부 그라우팅, 하부지지력 확보를 위한 계단식옹벽의 설치, 상시계측시스템 등을 적용함으로써 깎기를 적용하였을 때보다 약 17억 5천만원 정도의 국가 예산을 절감하는 효과 발생<br>◇ 2003년 이후 지속적인 상시계측시스템이 운용되고 있으며 현재까지 안정화 상태를 유지하고 있음 |

## (8) 상시계측시스템 활용 위험비탈면 관리 성공 사례 2

| | |
|---|---|
| 현 황 | ◇ 2002년 8월말 태풍 '루사' 집중호우로 인해 상단부 붕괴(1차 붕괴)<br><br><1차 붕괴 후 전경><br><br><상부 토사 붕괴><br><br><종배수구 파손><br>◇ 상시계측시스템에 의한 2차 붕괴 감지<br>◇ 2004년 6월 태풍 '디엔무' 집중호우로 인해 상단부 붕괴 발생(2차 붕괴)<br><br><2차 붕괴 후 전경> |

| | |
|---|---|
| 대 책 | <1차 붕괴 후 정밀조사(2002년 9월)><br>◇ 비탈면 녹화에 따른 조사 한계성을 이유로 응급복구차원의 표층붕괴 발생 구간을 중심으로 격자블록 형태의 심줄박기 시공<br>- 토압의 자중에 의한 도로비탈면 안정성 확보<br>- 지표수의 도로비탈면 내 유수 침투 방지<br>◇ 파손된 종배수구의 재시공<br>- 상부자연비탈면에서 발생되는 지표수의 원활한 처리<br><1차 붕괴 후 상시계측기 설치><br>◇ 비탈면 녹화로 인해 피복 정밀조사 한계성 계측기 시공으로 추가 변위를 미리 파악하여 적절한 대책 강구<br><상시계측시스템에 의한 2차 붕괴 감지 후 정밀조사><br>◇ 계측결과에 따라 2차 붕괴 감지 → 암파쇄방호시설 설치<br>◇ 붕괴가 발생된 상단부 구간 깎기 적용<br>◇ 소단배수구 및 산마루배수구, 종배수구 재시공을 통한 지표수의 원활한 처리<br>◇ 붕괴로 인해 파손된 계측기 미붕괴부 이동, 거동 감시 |
| 성 과 | ◇ 1차 붕괴 응급조치 후 상시계측기 설치 운용<br>- 전체 도로비탈면 변위 관리<br>◇ 2차 붕괴 이전 암파쇄방호시설 시공하여 추가 붕괴 대비<br>- 도로비탈면 상부 지반변위 지속적 발생<br>- 붕괴 직전 운행 중인 차량 안전서행 유도, 붕괴에 의한 인명 및 재산을 보호 |

### (9) 상시계측시스템 활용 위험비탈면 관리 성공 사례 3

| | |
|---|---|
| 현 황 | ◇ 2002년 태풍 '루사'에 의해 비탈면 붕괴 및 도로유실<br>◇ 2003년 수해복구 공사 시행, 계측기 설치 및 유지관리<br>◇ 2004년 10월 8일 73mm 변위량 발생으로 산마루배수구 설치 및 계측시스템 보강<br>◇ 2006년 7월 16일 집중강우시 변위량 발생 및 경고음 작동<br>(계단식옹벽 균열 발생 및 200mm 돌출, 하부 도로부에 종방향 균열 발생)<br>◇ 일부 전문가들은 대형 붕괴가 우려된다며 도로폐쇄를 강력히 요구<br><br><비탈면 전경><br><br><200 mm 계단식옹벽 돌출><br><br><도로 종방향 균열 발생> |

| | |
|---|---|
| 대 책 | ◇ 정밀조사에 의한 붕괴양상 분석, 상시계측자료 분석 등에 의거하여 계단식옹벽의 변위발생 원인은 비탈면 전체의 토압에 의한 밀림현상이라기보다 우수유입 및 유출로 인한 세굴현상으로 지반의 부분적 침하에 의해 발생된 것으로 판단됨<br><br>◇ 추후 집중강우에 의해 계단식옹벽 및 도로비탈면이 슬라이딩되어 도로와 통행차량에 피해를 미칠 가능성은 낮을 것으로 판단됨<br><br>◇ 응급대책<br><br>- 산마루배수구 확장 및 그라우팅 시공<br><br>- 계단식옹벽 및 도로 포장 부위 균열 부분에 공극 채움<br><br>- 집중 강우시와 홍수위시 수위가 강하할 때 임시도로교통 차단<br><br>◇ 항구대책<br><br>- 상시계측시스템에 의한 지속적인 지반 변위 관찰 및 정보제공 등 사후관리<br><br>- 계단식옹벽, 도로부와 도로하단부에 위치한 도로비탈면의 지반침하 원인 규명과 항구대책 방안 강구 |
| 성 과 | ◇ 운행 중인 도로를 폐쇄하지 않아 주민 및 관광객 등의 불편 해소<br><br>◇ 2006년 7월 16일 이후 본 지역을 중심으로 집중강우가 발생(도심지 침수 등 대규모 피해 발생)되었으나 위험비탈면 위치 도로에는 영향이 없었음<br><br>◇ 도로 폐쇄 불가 결정이 옳았음 |

## (10) 불연속면 방향 불리 위험비탈면 관리 성공 사례

| | |
|---|---|
| 현 황 | ◇ 2000년 여름 풍수해에 의한 붕괴 발생<br><br><비탈면 전경><br>◇ 좌측 도로비탈면<br>- 운모로 피복된 편리 발달로 인해 우기시 편리면의 팽윤작용의 결과로 추가 붕괴 가능성 높음<br><br><상부 돌출부><br><br><편리발달> |

<table>
<tr><td>현 황</td><td>◇ 우측 도로비탈면<br><br>- 도로비탈면 방향과 동일한 편리발달로 붕괴 가능성 큼<br><br><br><비탈면 방향과 동일한<br>편리발달 1><br><br><br><비탈면 방향과 동일한<br>편리발달 2></td></tr>
<tr><td>대 책</td><td><계곡부를 기준으로 좌측 도로비탈면><br><br>◇ 도로비탈면 방향과 동일 발달 편리에 의한 붕괴 발생 가능성 높음<br><br>- 편리 경사보다 낮은 구배인 1:1.3으로 깎기를 실시하여 안정성 확보<br><br>- 상단부 토층의 유실방지를 위한 면정리 시공<br><br>- 하단부 지지력 확보를 위한 버트리스(1.5m 높이) + 지지앵커 시공<br><br><계곡부를 기준으로 우측 도로비탈면><br><br>◇ 도로비탈면 방향과 동일 발달 편리에 의한 붕괴 발생 가능성 높음<br><br>- 1:1.0 구배로 깎기<br><br>- 상단부 토층의 유실방지를 위한 면정리 시공<br><br>- 하단부 지지력 확보를 위한 버트리스(3.0m 높이) + 지지앵커 시공</td></tr>
</table>

| | |
|---|---|
| 성 과 | ◇ 대상 도로비탈면은 수도권 지역에 위치하여 교통량이 매우 많아, 붕괴시 파급효과가 매우 클 것으로 판단되었으므로 항구적인 안정성 확보 공법 적용이 요구되는 상황이었음<br><br>◇ 정밀조사 결과 도로비탈면에 발달한 불연속면인 편리의 방향성이 붕괴 가능성이 있는 도로비탈면 방향으로 조사되어 위험인자를 제거하기 위한 깎기 공법 적용이 이루어짐<br><br>※ 상부자연비탈면 경사가 급경사로 조성되어 깎기 시공시 도로비탈면의 높이가 높아지고, 공사비가 증가되지만 현장여건상 안정성 확보가 최우선임을 감안하여 깎기 시공이 이루어졌으며 현재 안정성이 확보된 상태임 |

## (11) 하부암탈락 연속 노출 위험비탈면 관리 성공 사례

| | |
|---|---|
| 현 황 | ◇ 편도 2차선 내 위치<br>◇ 도로폭 약 8m 내외로 다소 협소함<br>◇ 하부 암탈락 발생으로 암반의 지지력 상실 및 이완 암블록의 분포 등으로 안정성 확보가 시급한 상태임<br>◇ 동일 양상의 비탈면이 연속적으로 나타남 |



<위험비탈면 연속 노출>



<A지구>



<B지구>



<C지구>



<D지구>



<E지구>

| | |
|---|---|
| 대 책 | ◇ 도로폭 협소하고, 맞은편에는 남한강이 위치하고 있어 붕괴 발생시 도로 이용자에게 직접적인 영향을 미칠 가능성이 매우 높음<br><br>◇ 정밀조사 및 안정성 해석결과 하부 암탈락에 대한 지지력 확보 및 이완암블록의 낙석에 대한 안정성 확보가 요구되는 상황임<br><br>◇ 대책공법(안)<br><br>- 지지력이 상실된 구간에 대해서는 이격거리의 정도와 시공성에 따라서 계단식옹벽, 기대기옹벽, 버트리스 시공<br><br>- 이완암블록의 탈락에 대비하여 낙석에너지를 감소시켜 낙석이 도로에 직접 영향을 미치지 않도록 낙석방지망, 낙석방지울타리, L형측구 시공 |
| 성 과 | ◇ 불안정성(하부암이탈 현상)이 두드러지는 구간에 대해 안정성을 확보함으로서 도로 이용자의 편익을 도모함<br><br><br><A지구 정비완료><br><br><br><B지구 정비완료><br><br><br><C지구 정비완료><br><br><br><D지구 정비완료> |

### 5.4.2 실패사례

(1) 종배수구 시공 실패 사례

(2) 소단배수구 시공 실패 사례

(3) 도로비탈면 하부 굴착에 의한 붕괴 사례

(4) 비탈면 녹화 시공 실패 사례

(5) 계단식옹벽 시공 실패 사례

(6) 네일 시공 실패 사례

(7) 피암터널 시공 실패 사례

(8) 배수시설 관리 실패 사례

## (1) 도수로 시공 실패 사례

<table>
<tr><td>현 황</td><td>◇ 2005년 CSMS에 의한 정밀조사 실시<br><br>- 연장 : 150m, 높이 : 15m<br><br>- 상부자연비탈면에서부터 지표수 유입으로 표층유실 및 세굴 발생<br><br>- 유실된 풍화토가 도로로 유입되고 있는 상태임<br><br><br><비탈면 전경></td></tr>
<tr><td>실 패<br><br>사 례</td><td>◇ 종배수구 실패사례<br><br>- 기성품의 종배수구가 시공되어 있으나, 종배수구 시공 옆 지점에서 유수의 유입이 발생되고 있으며, 상부에서 지속적으로 유입되는 유수가 주변 구간에 유실 및 세굴 등을 유발시켜 종배수구 하부 유실로 이어져 종배수구가 떠 있는 상태임<br><br><br><종배수구 훼손><br><br><br><원활한 배수 불가></td></tr>
</table>

## (2) 소단배수구 시공 실패 사례

<table>
<tr><td>현 황</td><td>◇ 연장 : 150m, 높이 : 40m<br><br>◇ 2004년 12월 준공된 신설도로 구간에 위치, 2007년 3월 집중강우로 인해 토석류가 도로로 유입되는 붕괴 발생<br><br><br><비탈면 전경></td></tr>
<tr><td>실 패<br><br>사 례</td><td>◇ 소단배수구 실패사례<br><br>- 제3소단부에 소단배수구가 시공되어 있으나 도로비탈면 하부까지 시공되어 있지 않고 단락된 상태임<br><br>- 상기 공정으로 인하여 지표수 배제공이 아닌 집수공으로 도로비탈면 붕괴의 주요 요인으로 작용하였음<br><br><br><소단배수구 단락><br><br><br><비탈면과 부착 불량></td></tr>
</table>

### (3) 도로비탈면 하부 굴착에 의한 취약 사례

<table>
<tr><td>현 황</td><td>◇ 연장 : 177m, 높이 : 20m<br><br>◇ 풍화토와 풍화암의 지속적인 탈락 예상<br><br>◇기시공된 J형측구와 낙석방지울타리로는 도로비탈면 붕괴 특성을 충분히 반영하지 못할 것으로 판단되어 전구간 높이 2m의 낙석방지옹벽 설치 제안<br><br>◇ 상부로부터 풍화암 탈락 예상구간 낙석방지울타리 추가 설치 제안<br><br>◇ 대책 : 낙석방지옹벽, 낙석방지울타리<br><br><br><비탈면 전경></td></tr>
<tr><td>실 패<br><br>사 례</td><td>◇ 도로비탈면 하부 굴착에 따른 불안정 요인 발생 사례<br><br>- 도로비탈면 전방 배수흄관 매설을 위해 터파기를 시행하여 하부를 5~7m, 경사 68~80°의 급경사로 굴착함으로 불안정성 가중<br><br>- 도로비탈면 하부를 구조물 설치 등의 이유로 굴착하는 경우 하부지지력 상실을 초래하여 대규모 지반 활동을 야기할 가능성이 높음<br><br><br><배수관 설치 굴착 진행><br><br><br><비탈면 하부 굴착 상태></td></tr>
</table>

### (4) 비탈면 녹화 시공 실패 사례

<table>
<tr><td>현 황</td><td>◇ 연장 : 160m, 높이 : 24m<br><br>◇ 도로비탈면의 친환경성과 표면보호를 위해 비탈면 녹화 시공<br><br><br><비탈면 전경></td></tr>
<tr><td>실 패<br><br>사 례</td><td>◇ 비탈면 녹화 실패사례<br><br>- 대규모 단층활동에 의해 지반에 단층점토가 충진되어 있는 상황으로 비탈면 녹화 적용시 식생이 잘 자라지 못할 것으로 판단하여 흙마대를 비탈면의 표면에 덮고 그 위에 비탈면 녹화를 시공<br><br>- 시공 후 점토질에 의해 흙마대가 전체적으로 하단부로 유실되면서 식생도 함께 유실<br><br><br><비탈면 녹화 시공 상태><br><br><br><비탈면 하단부 유실></td></tr>
</table>

## (5) 계단식옹벽 시공 실패 사례

<table>
<tr><td>현 황</td><td>◇ 연장 : 42m, 높이 : 11m<br><br>◇ 도로비탈면 중간부에 지지력을 확보하기 위해 계단식옹벽을 시공한 상태임<br><br><br><비탈면 전경></td></tr>
<tr><td>실 패<br><br>사 례</td><td>◇ 계단식옹벽 실패사례<br><br>- 도로비탈면 중간부에 계단식옹벽을 시공하면서 계단식옹벽 기초부의 지지력을 확보하지 않은 상태로써 풍화와 수리의 영향으로 인해 지속적으로 계단식옹벽 기초부 비탈면 유실이 발생함으로써 계단식옹벽의 침하 유발<br><br><br><계단식옹벽 시공 상태><br><br><br><하부 비탈면 유실></td></tr>
</table>

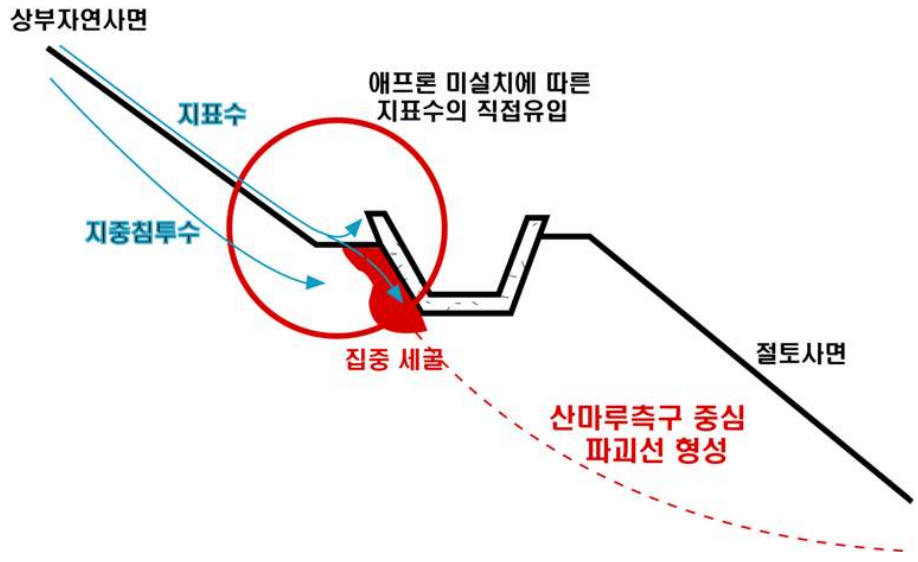
### (6) 네일 시공 실패 사례

<table>
<tr><td>현 황</td><td>◇ 연장 : 130m, 높이 : 49m<br><br>◇ 기반암과 심도 최대 5m까지 관찰되는 토층의 경계부에서 지하수의 흐름 및 전단강도 저하에 따른 슬라이딩과 표층붕괴가 발생<br><br>◇ 붕괴로 인해 비탈 녹화, 마이크로파일, 네일, 소단배수구 훼손<br><br><br><비탈면 전경></td></tr>
<tr><td>실 패<br><br>사 례</td><td>◇ 네일 실패 사례<br><br>- 도로비탈면이 토층으로 이루어진 경우 네일 시공과 동시에 숏크리트 또는 격자블록 등을 시공하여 네일과 일체 구조를 형성해야 함<br><br>- 숏크리트 또는 격자블록 등 전면벽체를 함께 시공하지 않아 토층의 세굴에 의한 대규모 붕괴 발생<br><br><br><네일 단일 시공><br><br><br><네일 훼손></td></tr>
</table>

### (7) 피암터널 시공 실패 사례

<table>
<tr><td>현 황</td><td>◇ 연장 : 242m, 높이 : 44m<br><br>◇ 쐐기파괴 및 평면파괴 등 붕괴 발생 및 추가적인 대규모 붕괴 인지<br><br>◇ 도로비탈면 높이가 높고 경사가 급하여 깎기를 통한 경사도완화 및 보강공사가 요구되는 상황이었으나 상부자연비탈면 경사가 매우 급하여, 경제성 및 시공성이 떨어질 것으로 판단<br><br>◇ 대책 : 피암터널<br><br><br><비탈면 전경></td></tr>
<tr><td>실 패<br><br>사 례</td><td>◇ 피암터널 실패 사례<br><br>- 피암터널 상부에 경사쌓기층을 적용하지 않아 붕괴산물이 피암터널에 직접적인 타격을 가함으로서 슬래브 처짐과 휨균열 및 기둥 상·하부에 균열이 발생되었던 사례임<br><br><br><경사쌓기층 미시공><br><br><br><기둥 하부 균열></td></tr>
</table>

### (8) 배수시설 설치 불량 사례

<table>
<tr><td>시설 관리<br>불량 사례</td><td>◇ 배수시설 설치 및 관리 불량 사례<br>- 기성품 사용시 접합부의 연결 불량<br>- 산마루측구 등 배수시설 설치시 애프론 미확보로 측구시설과 지반 사이로 직접 유수가 침투하는 경우<br>- 상부로부터 유입된 유실물이 배수구 내를 채우고 있는 경우<br>- 소단배수구의 미설치로 시간경과에 따른 소단의 상실<br>- 월류방지턱 미설치로 붕괴산물의 하단부 이동<br>- 잘못된 물길의 설정으로 횡배수구 설치 위치 불량 등</td></tr>
<tr><td>모식도</td><td>◇ 애프론 미설치에 따른 산마루측구 붕괴 모식도<br>
</td></tr>
</table>

| | |
|---|---|
| 불 량<br><br>사 례 | <br><기성품 적용 붕괴 사례><br><br><기성품 시공 불량><br><br><배수시설 미설치 소단 망실><br><br><붕괴산물 배수구 침투 불량><br><br><기성품 배수로 접합부 불량><br><br><횡배수구 위치 적용 불량> |

# 제 6 장

# 도로비탈면유지관리시스템 (CSMS)

## 6.1 개요

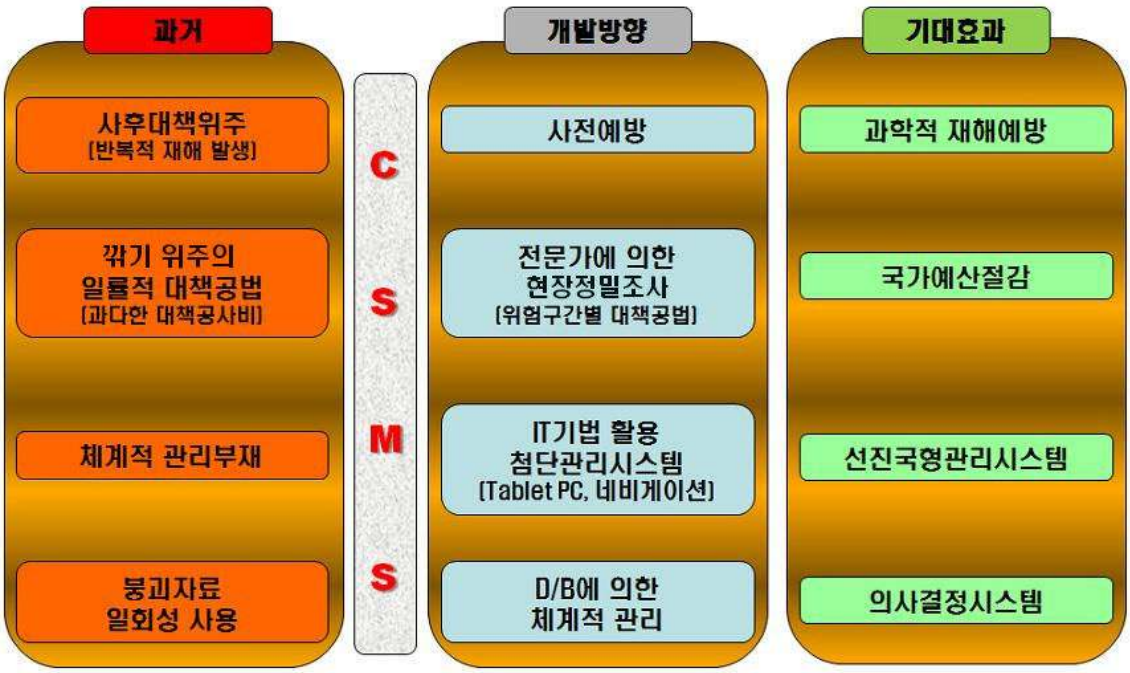
**일반국도 도로비탈면을 과학적이고 체계적으로 관리하기 위하여 “도로비탈면유지관리시스템(Cut Slope Management System)”을 운용하고 있다.**

과거에는 도로 개설시 필연적으로 발생하는 도로비탈면에 크게 관심이 없었고, 도로 개통에만 치중한 건설공사가 진행되어 왔다. 1997년 12월 이전에는 국도변에 있는 비탈면에서 붕괴가 발생되면, 사후 대책 위주의 정비가 수행되어졌다. 이러한 사후 대책공법의 적용은 전문가의 충분한 검토 없이 적용되는 경우가 많아 예상치 못한 국가예산의 사용이 불가피하였다. 이를 극복하기 위하여 도로비탈면 관리에 체계적이고 중장기적인 대책수립이 요구되었고 적극적인 방재대책을 통한 국가 경쟁력 강화를 위하여 국민의 인적·물적 피해를 최소화하기 위한 시스템 도입이 요구되었다.

국토해양부는 1997년 12월 도로비탈면의 붕괴사고를 예방하고 피해를 최소화하기 위하여 선진국형 첨단비탈면관리시스템을 도입하였고, 이를 “도로절토사면 유지관리시스템(Cut Slope Management System, CSMS)"이라고 명명하였으나, 쌓기비탈면에 대한 관리도 포함되면서 2011년부터는 “도로비탈면유지관리시스템" 으로 명칭이 변경되었다.

CSMS의 도입을 통하여 과거 사후대책위주의 공법 적용, 깎기 위주의 일률적 대책공법 적용, 체계적 관리의 부족함, 붕괴자료의 일회성 사용 등과 같은 관리의 문제점들이 크게 개선되었으며, 비탈면 관리기관의 유지관리 인력부족과 잦은 인사 이동에 따른 업무의 효율적인 관리의 어려움 등의 문제점을 보완하고 있다.

본 장에서는 CSMS의 전반적인 흐름을 설명하고 주요 업무를 간략하게 소개하여 국도관리사무소와 지방자치단체의 일선 담당자의 이해를 도울 수 있도록 하고자 한다.




<그림 6.1> CSMS 기여 효과

현재, 한국건설기술연구원과 한국시설안전공단(이하 “연구기관”)은 국토해양부에 소속된 국도관리사무소와 지방자치단체(이하 “관리기관”)에서 국토해양부로부터 위임받아 관리 중인 일반국도의 모든 도로비탈면에 대하여 위탁 관리를 수행하고 있다. 현재 한국건설기술연구원과 한국시설안전공단에서 관리 중인 국도관리사무소 및 지방자치단체를 권역별로 살펴보면 <표 6.1>과 같다.

<표 6.1> 연구기관별 국도관리사무소(지방자치단체) 관리 현황

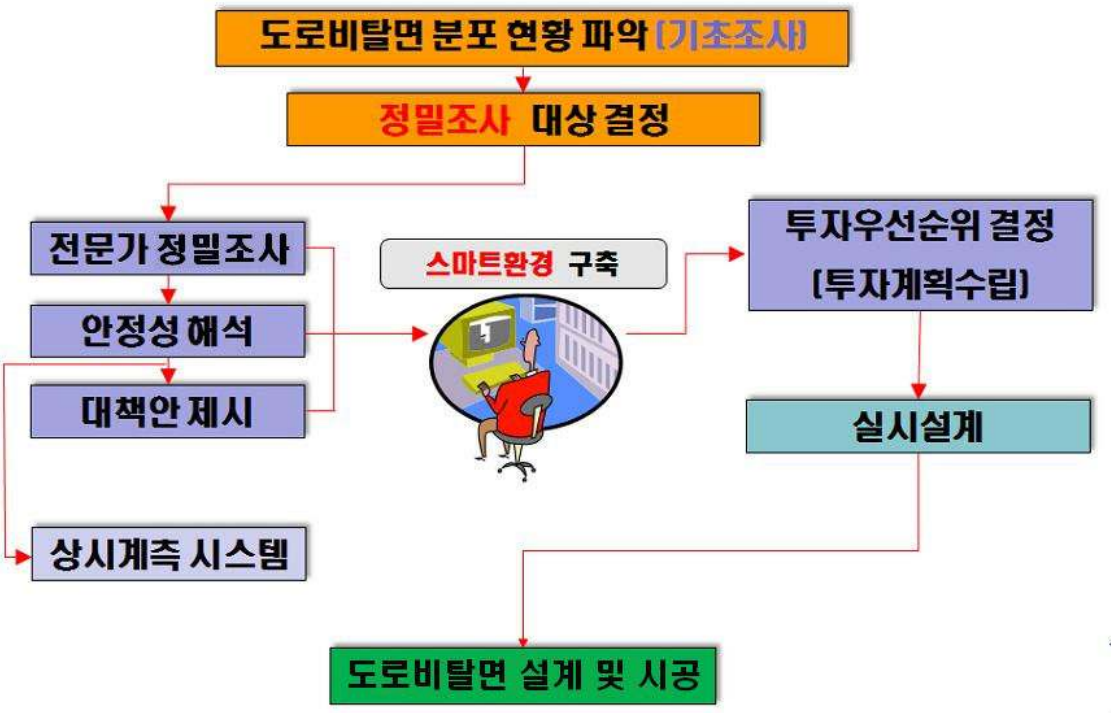
| 구분 | 한국건설기술연구원 | 한국시설안전공단 |
|---|---|---|
| 서울지방국토관리청 | - | **수원국도관리사무소**<br>**의정부국도관리사무소**<br>(경기도도로관리사업소) |
| 원주지방국토관리청 | **홍천국도관리사무소**<br>(강원도도로관리사업소 원주본소)<br>**정선국도관리사무소**<br>(강원도도로관리사업소 북부지소)<br>(강원도도로관리사업소 태백지소) | **강릉국도관리사무소**<br>(강원도도로관리사업소 강릉지소) |
| 대전지방국토관리청 | **논산국도관리사무소**<br>**충주국도관리사무소**<br>**보은국도관리사무소**<br>**예산국도관리사무소**<br>(충청남도도로관리사업소)<br>(충청북도도로관리사업소) | - |
| 익산지방국토관리청 | **광주국도관리사무소**<br>**전주국도관리사무소**<br>**남원국도관리사무소**<br>**순천국도관리사무소**<br>(전라남도도로관리사업소)<br>(전라북도도로관리사업소) | - |
| 부산지방국토관리청 | - | **대구국도관리사무소**<br>**진주국도관리사무소**<br>**포항국도관리사무소**<br>**영주국도관리사무소**<br>**진영국도관리사무소**<br>(경상북도종합건설사업소)<br>(경상남도도로관리사업소) |

**※ 상기 관리 현황은 변경될 수 있음.**

## 6.2 주요업무

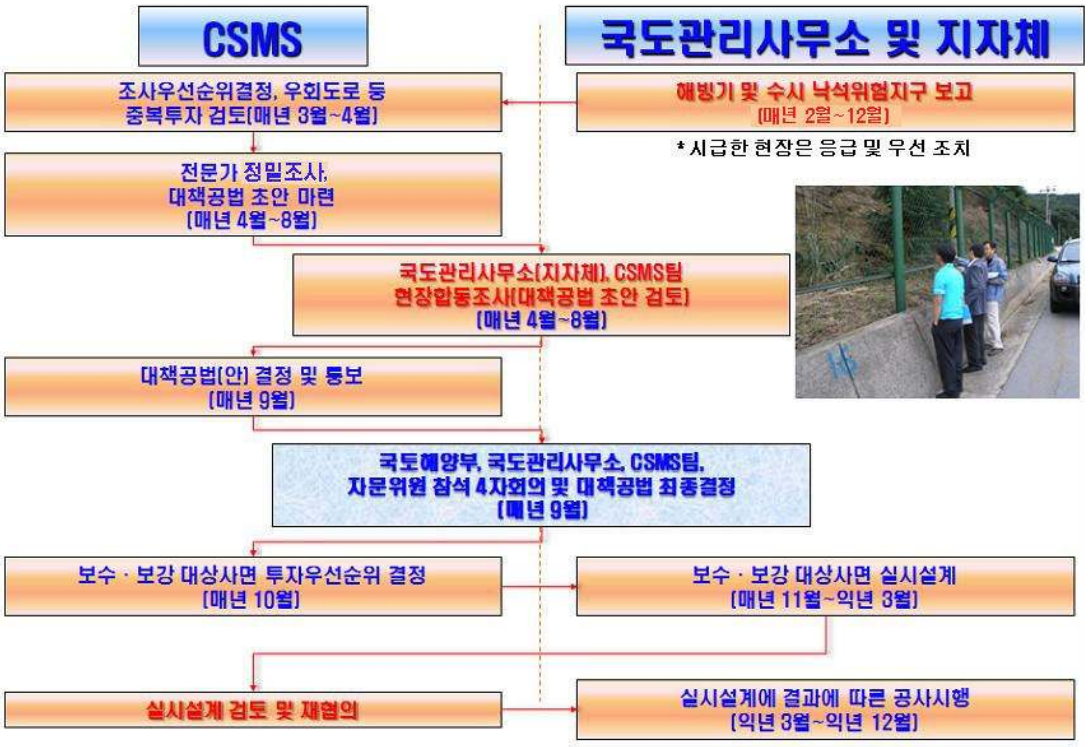
**CSMS의 업무는 기초조사, 전문가 정밀조사, 대책안 제시, 투자우선순위, 도로비탈면의 안정화 업무 등으로 크게 분류된다.**

도로비탈면의 체계적인 관리를 위해서는 도로비탈면의 모든 정보를 가지고 있어야 한다. 연구기관에서는 전국 국도변에 있는 모든 깎기비탈면에 대한 기초조사를 완료하고, 이를 바탕으로 위험성이 높은 깎기비탈면은 전문가 정밀조사를 수행한다. 조사된 깎기비탈면은 지반 특성을 고려한 안정성 해석결과 등을 바탕으로 도로비탈면의 안정화와 추가적인 낙석발생 등에 대비한 대책공법을 제시하고, 위험도와 피해도를 고려한 투자우선순위를 산정하여 그 결과에 따라 순차적으로 정비를 실시하고 있다.




<그림 6.2> CSMS 주요 업무

상기와 같은 과정은 1년 단위의 계획으로 진행되며, 그 일정은 <그림 6.3>과 같다. <그림 6.3>에서 좌측 상단의 CSMS는 연구기관을 총칭하는 용어이며, 우측 상단의 국도관리사무소 및 지자체는 일반국도변 도로비탈면을 관리하는 관리기관에 해당된다.




<그림 6.3> CSMS 연간 업무 흐름도

해빙기에는 지반의 동결융해로 도로비탈면을 구성하는 지반이 취약해진다. 이 기간 중에는 관리기관에서 관할 지역의 도로비탈면 중 낙석이나 토사유실이 발생되었거나 균열이 확장되는 등 붕괴 조짐이 있다고 판단되는 깎기비탈면에 대한 조사(해빙기 점검)를 수행하고 이를 상위 기관인 지방국토관리청에 보고하게 된다. 지방국토관리청에서 취합된 “해빙기 위험비탈면”자료는 국토해양부 도로운영과에 보고되며, 연구기관에서 정밀조사 시행 여부를 검증하게 되고, 이 과정에서 과거에 이미 조사한 이력과 신설공사 또는 우회도로공사 등과의 관련 여부 등을 검토하여 최종 정밀조사 여부를 결정하게 된다.

도로비탈면은 해빙기가 아닌 집중 호우기나 일상기간에 국지적인 강우나 공사 중 발생되는 인공적인 영향 등으로 붕괴가 발생될 수 있다. 붕괴가 발생되거나 위험성이 높아 추가 붕괴가 우려된다면 관리기관은 대상 도로비탈면의 정밀조사를 연구기관에 즉각 요청하여야 한다.

매년 4월~8월 중에는 선정된 위험도로비탈면에 대한 정밀조사를 연구기관에서 실시하여 비탈면의 전반적인 특성 파악이 가능하도록 현황도(face map)를 작성하고, 주요한 지반 특성을 기록하게 된다. 최종적으로 연구기관은 비탈면을 안정화시키기 위한 보수·보강공법의 초안을 마련하고, 관리기관과의 합동조사를 통하여 최종적인 대책공법의 초안을 준비한다.

매년 9월에는 국토해양부(도로운영과), 관리기관, 연구기관 등이 모여 “대책공법 결정회의”를 개최하여 최종적인 대책공법을 결정하고 개략적인 공사비를 산출한다.

대책공법 결정회의가 마무리되면, 연구기관은 정비되지 않은 위험도로비탈면들과 당해연도에 새롭게 조사된 도로비탈면들을 취합하여 “투자우선순위”를 산정하며, “투자우선순위”는 도로비탈면의 위험도와 피해도를 감안한 점수를 바탕으로 순위가 결정되며 국토해양부에서는 국가의 예산 추이를 감안하여 정비가 가능한 일정 순위의 도로비탈면에 대하여 관리기관에 실시설계를 지시한다. 실시설계는 매년 11월에서 익년 2월 기간을 중심으로 시행되며, 실시설계 내용에 대해서는 연구기관의 검증을 통하여 대책공법이 올바르게 적용되었는지에 대한 피드백(feed back)을 실시하게 된다.

## 6.3 세부 현황

### 6.3.1 기초조사

기초조사란, 전국 국도변에 있는 모든 깎기비탈면의 자료를 취득하고, 기초적인 속성자료를 파악하여 데이터베이스화하여 깎기비탈면의 체계적이고 과학적인 관리를 위한 기초정보를 취득하는 전수조사를 말한다. 기초조사 자료는 위험깎기비탈면을 파악할 수 있고, 조사우선순위를 결정하는 주요자료가 된다. 또한, 2종시설물을 파악하거나 상시계측시스템 설치결정 등 CSMS의 각종 업무를 위한 가장 중요한 자료로 활용되고 있다.

원래 기초조사는 2001년 하반기에 관리기관이 수행한 바 있으나, 이 후 국도 신설공사, 위험도로개량 등 도로여건의 변화로 깎기비탈면 개소수가 급격히 증가하였고 실제 현장과 기초조사 내용 및 자료상에 많은 차이가 발견되어 2006년부터는 연구기관에서 기초조사를 시작하였다. 예전에는 기초조사를 현황조사라고 표현하였으나, 2010년부터는 “기초조사”라고 업무의 명칭을 변경하였다.

현재 기초조사는 2010년도에 완료되어 전국의 깎기비탈면 개소수는 28,707개소로 확인되었으며, 지방국토관리청에서 시행하는 신설도로공사가 완료되어 국도관리사무소로 이관되는 도로는 연구기관에서 기초조사를 수행하며 매년 내용을 갱신하게 되므로 개소수가 변경될 수 있다.

<표 6.2> 전국 국도변 깎기비탈면 개소수

| 관리기관 | | 개소수 |
|---|---|---|
| | | 28,707 |
| 서울청 | 계 | 2,113 |
| | 수원국도 | 691 |
| | 의정부국도 | 1,422 |
| 원주청 | 계 | 6,623 |
| | 홍천국도 | 2,558 |
| | 강릉국도 | 2,372 |
| | 정선국도 | 1,693 |
| 대전청 | 계 | 3,763 |
| | 논산국도 | 1,017 |
| | 충주국도 | 1,332 |
| | 보은국도 | 780 |
| | 예산국도 | 634 |
| 익산청 | 계 | 7,017 |
| | 광주국도 | 2,026 |
| | 전주국도 | 900 |
| | 남원국도 | 1,667 |
| | 순천국도 | 2,424 |
| 부산청 | 계 | 9,191 |
| | 대구국도 | 1,613 |
| | 진주국도 | 3,147 |
| | 포항국도 | 1,776 |
| | 영주국도 | 1,828 |
| | 진영국도 | 827 |

**※ 비탈면 관리 개소수는 도로 상황 변화(신설도로 개설 등)에 따라 변경 가능**

기초조사의 조사항목은 크게 속성자료와 사진자료로 구분된다. 속성자료는 깎기비탈면의 위치 정보, 특성, 조사자 소견 등으로 구성되며, 사진자료에는 전경, 측면, 세부사진 등의 자료가 포함되어 있다.

※ 깎기비탈면의 위치정보 확인방법은 『부록 4』를 참고

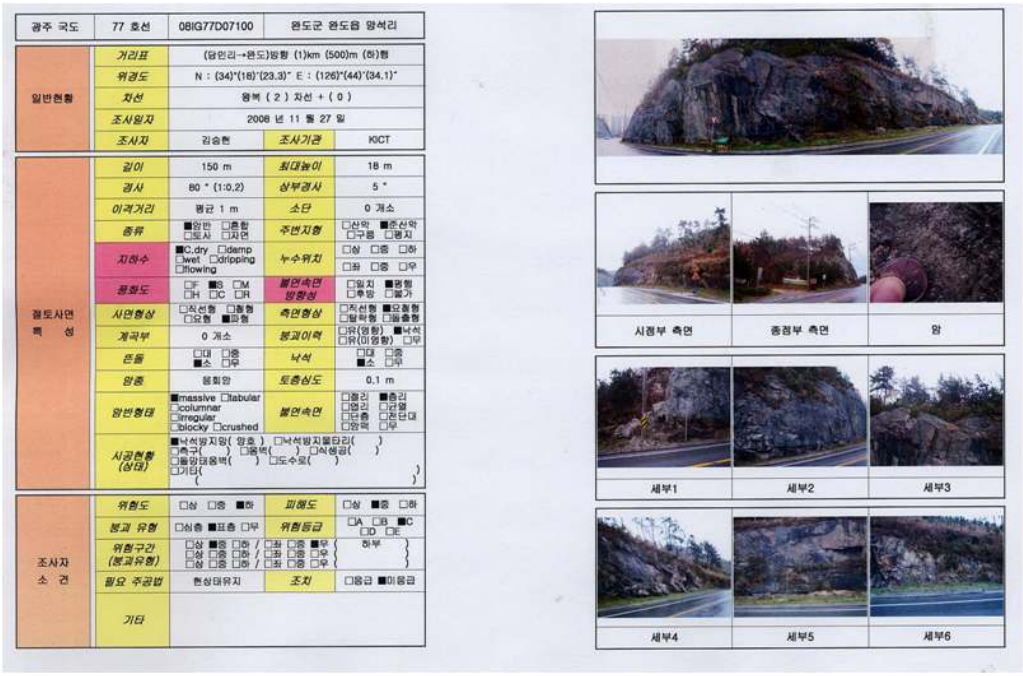
<표 6.3> 깎기비탈면 기초조사 속성자료

| 부 분 | 세부 조사 항목 | |
|---|---|---|
| **깎기비탈면 관리 및 위치정보** | ○ 관리국도사무소 | ○ 국도호선 |
| | ○ 고유코드 | ○ 주소(행정구역) |
| **일반현황** | ○ 거리표 | ○ 위경도 |
| | ○ 차선 | ○ 조사일자 |
| | ○ CSMS 기조사 여부 | ○ 조사자 |
| | ○ 조사기관 | |
| **깎기비탈면 특성** | ○ 길이 | ○ 최대높이 |
| | ○ 경사 | ○ 상부자연비탈면 경사 |
| | ○ 평균 이격거리 | ○ 소단 유무 및 개소수 |
| | ○ 깎기비탈면 종류 | ○ 주변지형 |
| | ○ 지하수 누수양상 | ○ 지하수 누수위치 |
| | ○ 풍화도 | ○ 불연속면 방향성 |
| | ○ 깎기비탈면 형상 | ○ 측면형상 |
| | ○ 계곡부 유무 및 개소수 | ○ 붕괴이력 |
| | ○ 이완암 유무 및 규모 | ○ 낙석 유무 및 규모 |
| | ○ 암종 | ○ 토층심도 |
| | ○ 암반형태 | ○ 불연속면 유무 및 종류 |
| | ○ 시공기초 및 상태 | |
| **조사자 소견** | ○ 계측 추천 여부 | ○ 2종 시설물 가능 여부 |
| | ○ 조사자 위험도 | ○ 조사자 피해도 |
| | ○ 붕괴유형 | ○ 위험등급 |
| | ○ 위험구간 및 붕괴유형 | ○ 필요 주공법 |
| | ○ 조치 | ○ 기타 |

<표 6.4> 깎기비탈면 기초조사 사진자료

| 종 류 | 설 명 |
|---|---|
| **전경사진** | ○ 비탈면의 특징을 가장 잘 확인할 수 있는 지점을 중심으로 파노라마 형식으로 촬영된 사진 |
| **측면사진** | ○ 비탈면의 시점부 및 종점부 부근에서 깎기비탈면의 경사와 상부 자연비탈면 경사, 측면형상 등을 확인할 수 있는 지점에서 촬영된 사진<br>○ 시점부 측면과 종점부 측면 등 2 종류 |
| **구성암사진** | ○ 비탈면을 구성하는 암반을 확인할 수 있는 근접 촬영 사진 |
| **세부사진** | ○ 비탈면의 특징을 확인할 수 있도록 구간별, 지점별로 세분하여 세부적으로 촬영된 사진<br>○ 총 6 종류 |

연구기관은 기초조사에 대한 보고서와 전산자료를 작성하여 담당 관리기관에 발송하며, 관리기관에서는 상기 자료를 통하여 기초조사 자료를 열람할 수 있다. 기초조사의 내용은 다음 <그림 6.4>와 같이 구성된다. 기초조사 자료는 연구기관에서 데이터베이스화하여 구축하고 있으며, 『깎기비탈면 내비게이션(SLOPE-NAVI.)』에도 수록되어 있으므로 관리기관에서 쉽게 자료를 활용할 수 있도록 하였다.




<그림 6.4> 전문가 기초조사 자료

### 6.3.2 정밀조사 및 안정성해석

정밀조사는 연구기관에서 위험깎기비탈면을 정밀하고 상세하게 조사하는 것으로 불연속면 특성, 풍화도, 암반강도, 누수 현황, 배수시설 상태 등 도로비탈면 붕괴관련 인자에 대한 정밀한 자료를 취득하여 안정성 해석을 위한 기본 자료 및 대책공법 수립 등에 활용된다.

정밀조사 대상은 해빙기 정기점검에 보고된 위험비탈면을 포함하여 관리기관에서 요청한 붕괴발생, 수해발생 도로비탈면 등이 해당된다. 붕괴 발생 및 수해로 피해가 발생된 도로비탈면은 관리기관에서 연구기관에 조사를 요청하면 즉시 연구기관에서 정밀조사를 수행한다.

관리기관에서 정밀조사를 요청할 때의 유의사항은 다음과 같다.

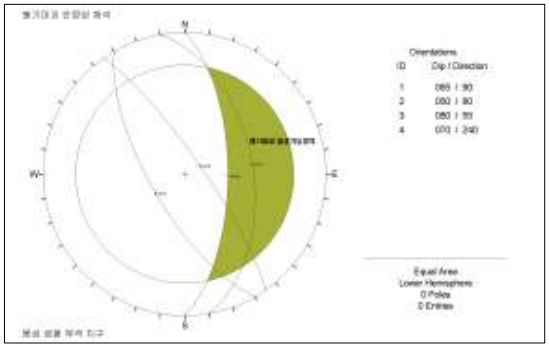
1. 해빙기 점검표 작성시 비탈면 코드와 거리표를 정확하게 기재하고, 전경사진과 측면사진을 반드시 첨부하도록 한다.
2. 기조사 현장은 제외한다.
   (추가붕괴가 발생되어 공법변경 등의 요청이 필요한 현장은 요청 가능)
3. 소규모 단순 보수나 국도관리사무소·지자체 검토 및 자체정비가 가능한 도로비탈면은 제외한다.
4. 붕괴가 발생되거나 붕괴 가능성이 높다고 판단하여 정밀조사를 요청하는 비탈면에 대해서는 점검표를 작성하여 보고한다.
5. 해빙기에 요청한 현장을 향후 중복하여 요청하지 말아야 한다.
6. 현장조사시 봉분 등 인접한 사유지의 협의가 필요하거나, 민원발생소지가 있는 경우 점검 내용에 기재한다.

<표 6.5> 정밀조사 항목

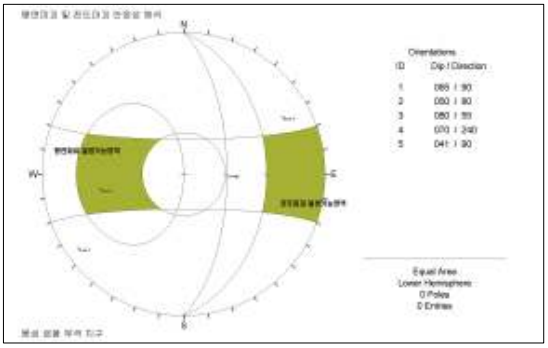
| 항 목 | 내 용 |
|---|---|
| **일반현황** | a. 위치 및 작성자 :<br>- 행정소재지, 작성자, 조사일, 날씨, 기초조사 고유코드, 위경도, 거리표<br>b. 도로 :<br>- 노선, 방향, 차선 수, 도로폭, 이격거리, 낙석포획거리 |
| **도로비탈면 및 상부 자연비탈면** | a. 주변지형 특성 : ex) 산악, 준산악, 구릉, 평지 등<br>b. 도로비탈면 특성 :<br>- 구성 재료, 연장, 높이, 경사 및 경사방향, 토층심도, 종·횡단 형상, 도로선형, 소단수, 도로비탈면 내 식생, 이완암 규모 및 분포, 인공구조물<br>c. 상부자연비탈면 특성 :<br>- 경사, 인장균열, 포행흔적, 수목의 기울어짐, 인공구조물, 식생양상 |
| **지 질** | a. 암종<br>b. 풍화정도<br>c. 주요 불연속면의 종류 및 경사/경사방향<br>d. 암반형태<br>e. 암색 및 풍화암색<br>f. 강도 : 슈미트해머시험<br>g. 토층심도 |
| **불연속면 특성** | a. 불연속면의 종류 및 분포양상<br>b. 기하학적 특성 :<br>- 방향, 연장, 간격, 틈, 충전물, 거칠기 등 |
| **수리특성** | a. 도로비탈면의 누수 상태<br>- 누수 정도, 누수 위치, 도로비탈면 내 계곡부 유무, 지하수 배수능력, 지표수 배수능력, 지표수에 의한 표층침식 정도<br>b. 집수 지형 존재 여부 |
| **시공현황** | a. 시공된 공법의 종류<br>b. 시공 위치<br>c. 상태 : 노후, 파손 여부 |
| **붕괴이력** | a. 붕괴 유형<br>b. 붕괴 위치<br>c. 붕괴 규모<br>d. 낙석 |
| **대책공법** | 보수 및 보강 필요공법 등 |

안정성 해석은 적절한 지반강도를 산정하는 것이 중요하다. 암비탈면은 국제암반공학회(ISRM) 기준에 따라 암반의 특성을 평가하고, 강도정수인 점착력과 내부마찰각을 도출하여 사용하고, 흙비탈면은 현장 토질 특성을 파악하여 문헌값, 실내시험, 역해석 등을 통하여 지반강도를 산정하고 있다.

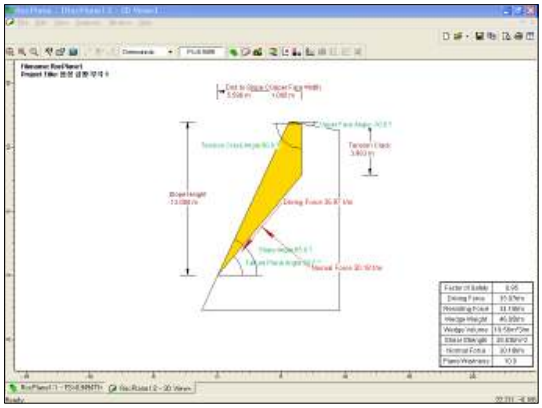
암비탈면은 불연속면의 발달방향을 고려하여 스테레오네트투영망을 이용한 파괴 여부 가능성을 검증하고, 만약 쐐기파괴나 평면파괴 발생이 예상되면 한계평형해석을 통해 안전율을 검토하게 된다. 흙비탈면에서는 지반물성 및 지층분포를 고려한 대표단면을 결정하고 한계평형해석을 통하여 파괴 가능성을 검토한다. 정밀조사 결과와 안정성해석 결과는 대책공법을 결정하는 근거 자료로 활용된다.



<그림 6.5> 암비탈면 불연속면 평가 (쐐기파괴)



<그림 6.6> 암비탈면 불연속면 평가 (평면파괴 및 전도파괴)



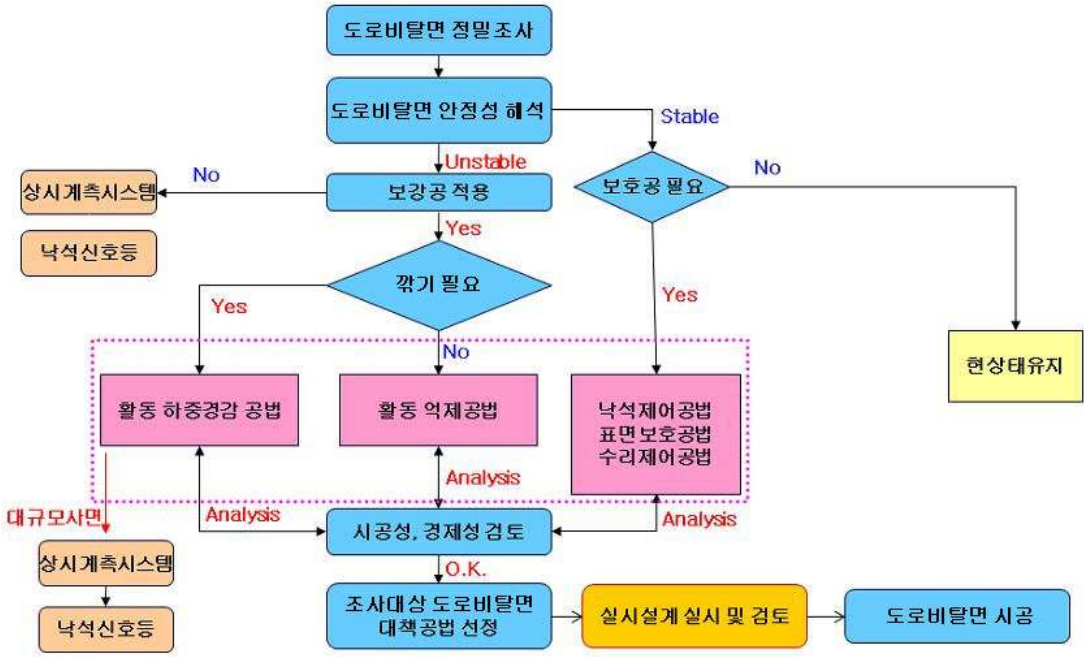
<그림 6.7> 평면파괴 한계평형해석



<그림 6.8> 흙비탈면 한계평형해석

### 6.3.3 대책공법의 선정

안전율 확보가 충분치 못하고, 추가 붕괴 가능성이 있다고 판단되면 깎기, 앵커, 계단식(화단)옹벽 등을 이용한 보강공법을 적용하고, 안전율 확보가 충분하고, 추가 붕괴 가능성이 미미하지만 시간 경과시 표면부의 침식이나 소규모 낙석의 발생 가능성이 있다고 판단되면 비탈면 녹화, 낙석방지망 등의 보호공법을 적용하게 된다.




<그림 6.9> 대책공법 결정 흐름도

연구기관에서는 도로비탈면 현장특성을 최대한 반영하여, 안정성, 효율성, 시공성, 경제성 등을 고려한 대책공법을 제시하고, 관리기관과의 협의를 거쳐 대책공법을 최종적으로 결정한다. 중요한  도로비탈면은 “대책공법회의”를 통하여 연구기관 및 관리기관의 의견이 충분히 반영될 수 있도록 하고 있다.

결정된 대책공법은 연구기관 및 관리기관의 검토와 협의를 통하여 결정한 것으로 가능한 이에 따라 시공하여야 하고, 부득이 변경이 필요한 경우에는 국토해양부(본부) 및 연구기관에 적정성에 대한 검토와 검증 후에 승인을 받아 시공하여야 한다.

### 6.3.4 투자우선순위의 산정

정밀조사한 도로비탈면에는 투자우선순위 산정을 위하여 위험도 점수와 피해도 점수가 부여된다. 이 두 점수의 합산으로 도로비탈면에 대한 최종 점수가 결정되며, 예산의 효율적인 활용을 위해 점수가 높은 비탈면부터 순차적인 정비가 이루어지는 것이 원칙이다.

투자우선순위 산정시에는 당해연도에 새롭게 조사된 현장들과 과거 정비되지 않은 현장들을 모두 포함하여 순위가 결정된다.

<표 6.6> 투자우선순위를 위한 위험도 및 피해도 항목

| 구분 | 항목 및 세부인자 | |
|---|---|---|
| 위험도 (120 점) | 규모 | 높이, 경사, 길이 |
| | 붕괴원인 | 토층심도, 지하수, 계곡부, 상부 자연비탈면경사, 붕괴이력, 절리 외 불연속면, 토질 |
| | 안정성해석 | RMR, 안정성 해석, 위험구간비 |
| | 붕괴위험도 | 깎기비탈면 보호공, 선정공법 중요도, 주관적 위험도 |
| 피해도 (80 점) | 예상피해도 | 교통량, 평균차량위험도, 차선, 이격거리, 주관적 피해도 |

### 6.3.5 상시계측시스템의 운영

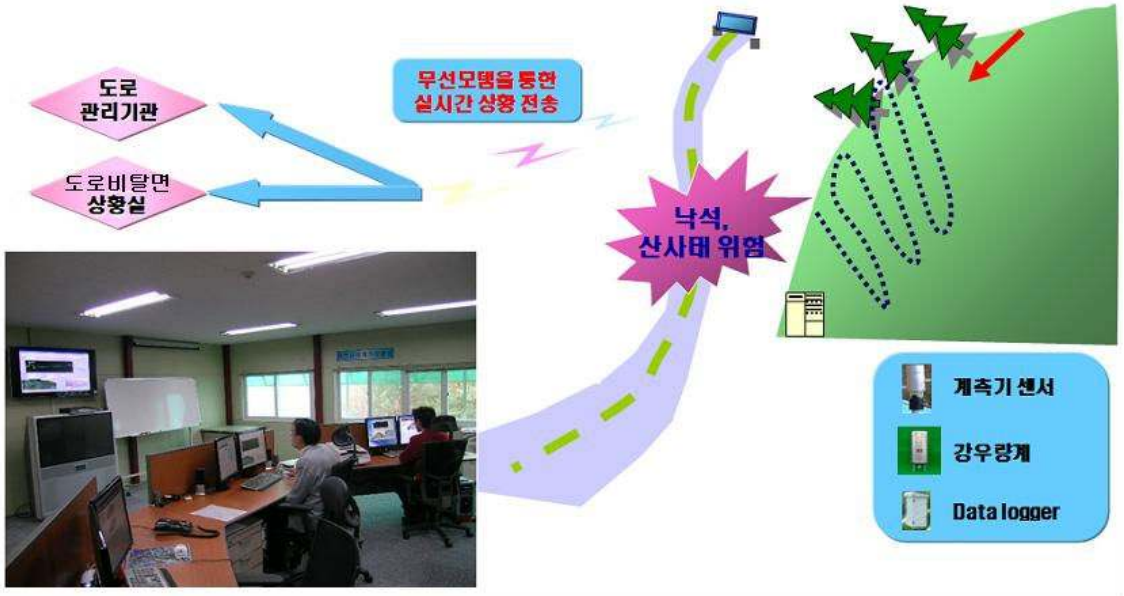
위험깎기비탈면으로 분류가 되더라도 대책공법을 바로 적용하기 어려운 경우가 발생한다. 이러한 경우에는 깎기비탈면에 계측기를 설치하여 지반의 변위를 측정하고, 위험징후를 사전에 감지하여 도로통행 차단 등 필요한 조치를 하여 사고를 예방할 수 있도록 “상시계측시스템”을 운영하고 있다.

일반적으로 상시계측시스템의 설치장소는 다음과 같은 기준을 참조하여 결정할 수 있다.

1. 상부자연비탈면 경사가 급하고 높이가 40m 이상인 대규모 깎기비탈면
2. 대책공법 적용에 한계성을 가지며 우회도로 개설이 불가능한 깎기비탈면
3. 국립공원, 문화재 보호구역 등으로 지정되어 토목공사가 어려운 깎기비탈면
4. 지형 및 지반 특성상 특별히 필요하다고 판단되는 깎기비탈면 등

상시계측시스템의 운영은 연구기관과 관리기관의 협조가 매우 중요하다. 호우주의보 이상이 발령되면 관리기관과 연구기관은 비상근무에 들어간다. 연구기관은 상시계측시스템을 통하여 전송되는 변위 자료의 추이를 관찰하고 이상 변위가 발생하면 전화와 문자메시지 등을 통하여 관리기관에 통보된다.

연구기관과 관리기관은 CCTV 를 활용하여 실제 변위 여부를 확인하여야 한다. 또한, 관리기관은 위험발생 도로비탈면에 대한 현장 통제를 통하여 국민들에게 피해가 가지 않도록 노력을 하여야 하고, 붕괴나 지반 변위 등 특이사항이 발생하면 연구기관 및 관계기관에 즉각적으로 알려 피해가 발생하지 않도록 조치하는 것이 중요하다.




<그림 6.10> 상시계측시스템의 운영

### 6.3.6 2종 시설물 정밀점검

2000년 이후 신설되는 일반국도는 직선화되며 차선폭 역시 광폭으로 건설되고 있다. 이에 따라, 대규모 깎기비탈면의 개수가 증가하고, 연장 200m이상, 높이 50m이상의 깎기비탈면은『시설물의안전관리에관한특별법』에 따라 2종 시설물로 분류되어 있다.

대규모 깎기비탈면은 대부분 차량통행이 많고 고속으로 주행하는 구간에 많아서 소규모 붕괴에도 차량에 미칠 수 있는 피해가 심각하므로 보다 세심히 관리하여야

한다. 2003년부터 2종 시설물의 관리를 『시설물의안전관리에관한특별법』에 따라 수행하도록 하고 있으며, 「안전검검 및 정밀안전진단 세부지침」(국토해양부고시 제2008-833호(2008.12.31))에 따라 관리하면 된다.

<표 6.7> 2종 시설물 깎기비탈면의 상태평가 기준

| 평가기준 | 결함 지수 (F) | 상 태 |
|---|---|---|
| **A** | **0≤F<0.15** | 문제점이 없는 최상의 상태 |
| **B** | **0.15≤F<0.30** | 경미한 손상, 결함이 발생하였으나<br>기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여<br>일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 상태 |
| **C** | **0.30≤F<0.55** | 보통의 손상, 결함이 발생하였으나<br>안전성에 지장은 없으며, 내구성, 기능성 저하 방지를<br>위한 보수가 필요하거나 간단한 보강이 필요한 상태 |
| **D** | **0.55≤F<0.75** | 손상, 결함이 진전되고, 파괴 잠재성이 존재하여<br>긴급한 보수·보강이 필요하며 사용 제한 여부를<br>결정하여야 하는 상태 |
| **E** | **0.75≤F** | 심각한 손상, 결함 및 파괴 잠재성에 의하여<br>시설물의 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고<br>보강 또는 개축을 하여야 하는 상태 |

**※ 인장균열, 지반변형, 구조물변형 등이 진행성으로 확인되는 경우 상태평가 결과를 하향하고 정밀안전진단을 실시하여 정기적으로 관찰한다.**

**※ 보호/보강공법이 적용됨에 따라 비탈면의 안전성이 크게 향상되었다고 판단되었을 경우 상태평가 결과를 상향할 수 있다.**

<표 6.8> 2종 시설물 정밀점검 실시주기

| 안전등급 | 정밀점검 |
|---|---|
| **A 등급** | 3년에 1회 이상 |
| **B·C 등급** | 2년에 1회 이상 |
| **D·E 등급** | 1년에 1회 이상 |

**※『시설물의안전관리에관한특별법』제 6조 제 1항에 근거함**

### 6.3.7 도로비탈면 실시설계 검토

실시설계 검토를 시행하는 목적은 최초 결정된 CSMS 대책안이 현장에서 올바로 적용되는지에 대한 확인하는 데 있다. 즉, CSMS 대책안과 설계안이 일치하고 있는지를 검토하고, CSMS 대책안의 현장 적용성 여부를 판단하여 효율적인 시공이 이루어질 수 있도록 하는 데 목적이 있다. 도로비탈면 안정화 시공의 효율적 관리와 예산상 발생될 수 있는 문제점을 최소화하기 위하여 2008 CSMS 과업부터 “낙석산사태 실시설계” 검토를 시행하고 있다. 검토 후에는 현장 여건을 고려하지 못한 설계, 상이한 설계 내용에 대한 검토내용을 통보하고 있다. 검토대상은사업비의 증·감이 20% 이상이거나 CSMS 운영 중 선정하였던 보수·보강공법이 실시설계 과정 중에 변경된 현장들을 대상으로 한다.

실시설계 검토내용에서는 현지 정밀측량 자료에 근거한 물량 및 공사비의 산출 여부와 설계도면 내용이 CSMS에서 제시하였던 대책공법과 일치여부, 제시한 구간과 일치여부 등을 주로 확인한다.

### 6.3.8 정비현황 보고

정비대상 비탈면에 대하여 대책공법을 적용하여 보수・보강이 완료되면 적용 결과를 “정비현황”에 기록하여 연구기관에 통보하여야 한다. “정비현황”을 기록하는 표는 『부록 2』에 있다.

“정비현황”에 기록하는 내용은 일반현황, 설계-준공 개요, 시공 후 비탈면 제원, 시공 현황 등이 기록되며, 준공도면과 준공사진, 평면도, 표준횡단면도, 전경사진, 세부사진 등의 그림파일을 포함한다.

정비현황은 정비가 완료된 이후 1개월 이내에 연구기관에 통보하여야 하고, 정비현황 자료는 CSMS의 자료관리 데이터베이스와 HMS(도로관리통합관리시스템)에 구축되게 된다.

### 6.3.9 내비게이션을 이용한 깎기비탈면 현장관리시스템(SLOPE-NAVI.)

깎기비탈면의 과학적이고 체계적인 관리를 위해서는 깎기비탈면의 위치, 현황자료, 붕괴이력, 조치사항 등을 현장에서 즉시 파악하는 것이 중요하지만 이러한 정보를 현장에서 확인하기란 매우 어렵다. 이에, IT기법을 이용하여 GIS 기술과 내비게이션 시스템을 접목한 "내비게이션을 이용한 깎기비탈면의 현장관리시스템"을 개발하게 되었으며, 이를 『SLOPE-NAVI.』라고 명명하였다.

본 시스템은 기존의 차량용 내비게이션에 일반국도변에 분포하는 깎기비탈면의 정보를 추가한 것이라 할 수 있다. 『SLOPE-NAVI.』를 활용하면, 해당 깎기비탈면의 기초 정보를 알 수 있고, 원하는 깎기비탈면 위치로의 신속한 길안내가 가능하다. 『SLOPE-NAVI.』의 주요 사용화면은 <그림 6.11>과 같다. 이에 대한 부가적인 설명이나 사용방법은 『부록 5』를 참고하면 된다.




<그림 6.11> SLOPE-NAVI. 사용화면

# 제 7 장

# 낙석산사태 발생시 업무처리

□ 본 장은『도로풍수해대비핸드북』(첨단도로환경과, '11. 4.)을 게재한 것으로 낙석·산사태 발생시 해당사항과 현장여건 등에 따라 활용하기 바랍니다.

※ 보고 및 연락체계 등 운영과 관련하여

- 수해로 인한 재해발생시에는 첨단도로환경과(장)으로 하고,
- 기타 평시에는 도로운영과(장)으로 한다.

# 「도로풍수해 대비」 핸드북

2011. 04.

국 토 해 양 부
첨단도로환경과

# 〈 안 내 문 〉

도로풍수해 대비 핸드북은 5월에서 10월까지 여름철을 중심으로 태풍 및 집중호우로 인하여 해마다 도로피해가 발생하고 있어 이에 대한 대책과 도로이용자의 불편을 최소화하기 위하여 국도를 유지관리하고 있는 국토해양부 및 도로관리청의 관계자가 도로풍수해 대비업무에 활용토록 정리한 것입니다.

특히, 도로유지관계자는 아래사항을 숙지하여 도로풍수해대비 업무수행에 만전을 기하여 주시기 바랍니다.

· 풍수해 상황별 근무·보고요령

· 풍수해 대비 요령

· 풍수해 복구업무 절차

· 도로풍수해 피해유형 및 원인, 대책

· 비상연락체계 및 우회도로 지정 현황

· 도로 풍수해 대비 훈련 등

# - 목 차 -

Ⅰ. 목적
Ⅱ. 법적근거
Ⅲ. 도로풍수해 상황별 근무·보고요령
Ⅳ. 도로풍수해 대비 요령
Ⅴ. 도로풍수해 복구업무 절차
Ⅵ. 도로풍수해 피해유형 및 원인, 대책

<붙임>
1. 비상연락체계
1) 상황별 유관기관 연락처
2) 풍수해 상황 유관기관 보고처
3) 국토해양부(도로정책관실) 연락처
4) 지방국토관리청 연락처
5) 한국도로공사 연락처
6) 민자고속도로사업자 연락처
7) 지방청 및 국도관리사무소별 유관기관 비상연락망

2. 수해취약구간 우회도로 지정현황
3. 도로 풍수해 대비 훈련
4. 풍수해 상황보고 관련 서식

## Ⅰ. 목 적

○ 태풍·호우 등으로 인한 수해대비 위기관리능력 제고

○ 수해에 따른 교통두절 등 긴급 상황 발생 시 대응체제 구축

## Ⅱ. 법적근거

재난 및 안전관리기본법 제20조3항 및 동법시행령 제24조1항,

자연재해대책법 제3조 2항

## Ⅲ. 도로풍수해 상황별 근무·보고요령

### □ 단계별 근무상황

| 단 계 | 상 황 | 본부 근무인원 | 지방청 근무인원 |
|---|---|---|---|
| 준비체제 | 기상특보(호우,태풍주의보) 발령시 | - 전체 2명<br>·첨단도로환경과 2인 | 5명이내 |
| 경계체제 | 경보(호우, 태풍)가 발령되어 피해발생 우려시 | - 전체 3명<br>·첨단도로환경과 3명 | 전직원의 1/3 |
| 비상체제 | 전국적인 태풍발생 또는 막심한 호우, 태풍피해 발생 예상시 | - 전체 4명<br>·첨단도로환경과 2명<br>·간선도로과 1명<br>·도로운영과 1명 | 전직원의 1/2 |

《기타 사항》

- 중앙재해대책본부 근무가 필요할 경우, 근무자는 첨단도로환경과를 제외한 도로운영과, 광역도시도로과, 간선도로과, 도로정책과 순으로 순차적으로 각 1인씩 파견 근무

- 국도관리사무소는 별도 비상근무조를 편성, 본부에 보고

## □ 근무요령

○ 근무시간 : 09:00 ~ 익일 09:00(24시간)

○ 보고일시 : 정기보고 및 수시보고(하천운영과 총괄)

- 정기보고 : 07, 11, 17, 22시(1일 4회)

※ 지방청 및 국도관리사무소는 06, 10, 16, 21시

- 수시보고 : 수해피해 발생시마다 즉시 유선보고 후 서면 보고

- 상황근무자 책임자는 매일 오전 08시경 도로수해 복구 및 지원현황을 도로정책관에게 취합 보고

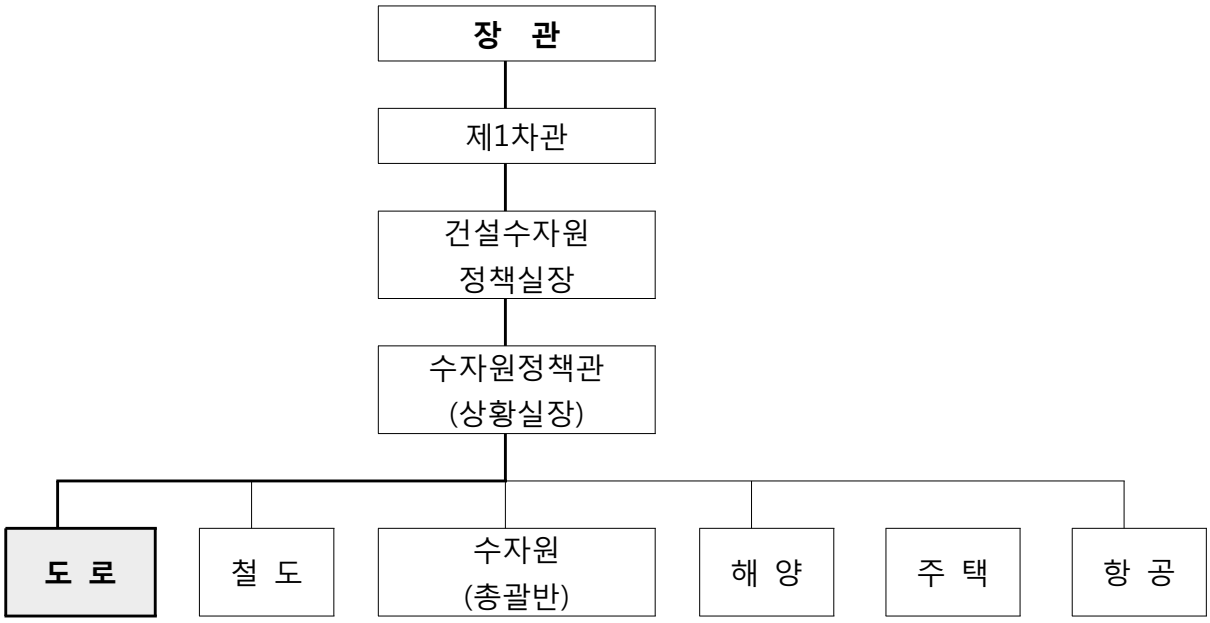
- 인명·재산피해가 큰 중요사항은 유관기관에 통보

| | |
|---|---|
| · 중앙재난안전대책본부(상황실) | : T. 2100-5500, F. 2100-5590 |
| · 국무총리실(재난지원과) | : T. 2100-2129, F. 2100-2110 |
| · 행정안전부(재난위기종합상황실) | : T. 2100-3119, F. 2100-4094 |
| · 경찰청(경비과) | : T. 3150-2856, F. 3150-3756 |

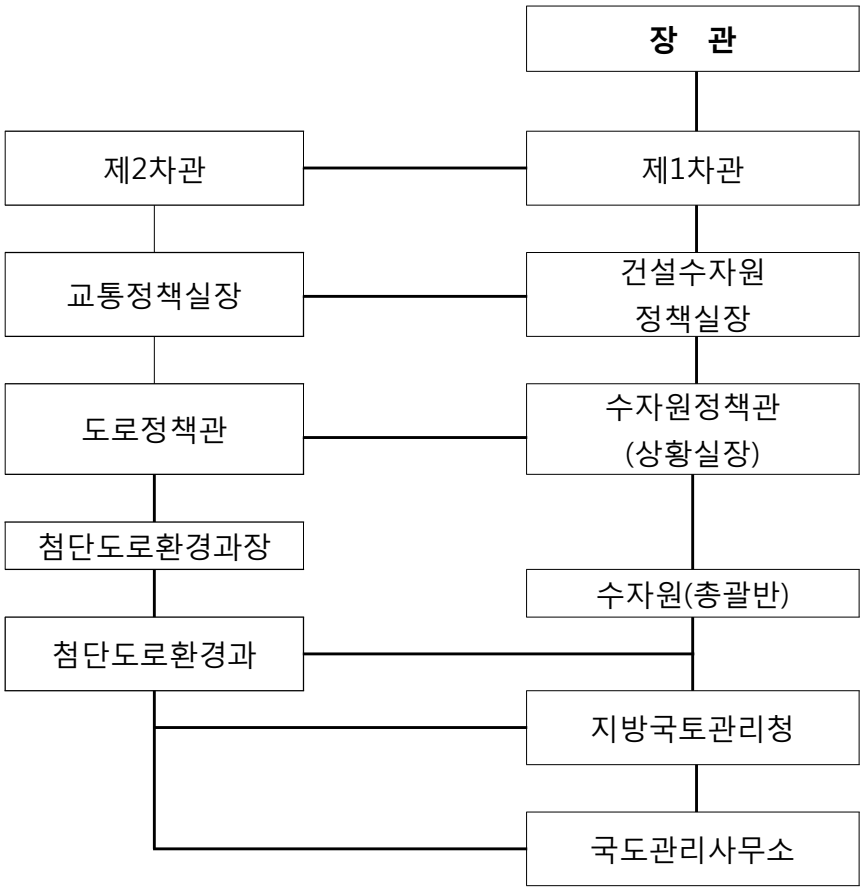
- 교통두절, 인명사고 등 중요사항은 상황근무 책임자 주관으로 각 언론사에 홍보자료 배포

- 상황반은 당직실과 수해상황 공유 조치

## □ 상황보고 체계도(총괄)




## □ 상황보고 체계도(도로부문)



## □ 상황보고 요령

| 피해 규모 | 피해상황 | 피해유형 | 보고체계 | 보고방법 | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 주간 | 야간 및 공휴일 |
| 대 | 전면통제<br>인명피해 | 고속도로 전면통제, 일반국도 전면통제, 중상 이상, (1일이상 소요) | 장관<br>·<br>차관 | ①서면보고<br>②SMS & 전화 (※부재시) | ①SMS & 전화<br>②FAX |
| 중 | 부분통제<br>인명피해 | 고속도로 부분통제, 일반국도 부분통제, 경상이상, (당일 완료) | 교통정책실장<br>도로정책관 | ①서면보고<br>②SMS & 전화 (※부재시) | ①SMS & 전화<br>② FAX |
| 소 | 경미한 피해 | 낙석, 토사퇴적 경상이상, 기타 (2~3시간이내 완료) | 첨단도로환경과장 | ①서면보고<br>②SMS & 전화 (※부재시) | ①SMS & 전화 |

**※ 서면보고 및 SMS, FAX 양식 (붙임 #4 참조)**

## □ 연락처

| 구 분 | 사무실 | 핸드폰 | FAX |
|---|---|---|---|
| 장 관 | 02-2110-8001 | | 02-504-9004 |
| 차 관 | 02-2110-8003 | | 02-504-9004 |
| 교통정책실장 | 02-2110-8008 | | 02-504-9140 |
| 도로정책관 | 02-2110-8710 | | 02-504-3259 |
| 첨단도로환경과장 | 02-2110-8741 | | 02-504-3259 |

# Ⅳ. 도로풍수해 대비 요령

## □ 기상용어

○ 호우주의보 : 12시간 강우량이 80mm이상 예상될 때

○ 호우경보 : 12시간 강우량이 150mm이상 예상될 때

○ 폭풍주의보 : 평균최대 풍속이 14m/s이상 또는 최대순간 풍속이 20m/s이상 예상될 때

○ 폭풍경보 : 평균최대 풍속이 21m/s이상 또는 최대순간 풍속이 26m/s이상 예상될 때

○ 태풍주의보 : 태풍의 영향으로 최대 풍속이 14미터 이상인 폭풍 또는 호우·해일 등이 발행하여 재해가 예상될 때

○ 태풍경보 : 태풍의 영향으로 최대 풍속이 21미터 이상인 폭풍 또는 호우·해일 등이 발행하여 중대한 재해가 예상될 때

○ 홍수주의보 : 경계홍수위(계획홍수량 50%)를 초과할 것으로 예상 되는 경우

○ 홍수경보 : 위험홍수위(계획홍수량 70%)를 초과할 것으로 예상되는 경우

## □ 풍수해대비 임무

○ 수해발생전

- 기상특보 변화에 맞춰 단계별 비상근무 실시
- 강우량 파악 분석 등 강우상황 관리
- 수방자재·장비점검 등 기동력 확보
- 수해취약지구 예찰강화
- 비상연락망 정비 등 유관기관 협조체제 강화

○ 수해발생시

- 도로부문 피해현황 파악 및 보고

- 교통두절에 따른 우회도로 지정 등 소통대책 수립

- 인근 비 수해지역의 인원, 자재, 장비 지원체계 확립

- 피해시설에 대한 응급조치 대응 및 지원업무 강화

- 시·도재해대책본부 등 유관기관 협조 지원체제 강화

## □ 유관기관 협조체제

○ 지역 재해지휘단장은 재해응급조치를 위하여 인력, 물자, 장비의 상호 지원체제 구축

○ 유관기관 협조 지원체제 강화

- 기상정보의 신속한 파악 (기상대 및 측후소)

- 구난 및 응급복구지원 (소방서, 경찰서, 군부대)

- 구호 및 의료활동 지원 (적십자사, 의사협회 등)

○ 각 기관별로 관할 방재유관기관, 민간사회단체를 총동원한 통합방재체제 구축

- 지역 자주방재의식의 고취 → 피동적인 협조에서 능동적인 참여 유도

- 예방 및 복구활동 지원

· 재해예방, 예찰, 응급조치, 복구활동 지원

· 건설자재, 장비지원

- 구조 및 구호활동 지원

· 인명구조활동 지원 / 구호물품 지원 및 구호활동 전개

- 홍보 및 대피활동 지원

· 사태전파 및 대피유도활동 지원, 대피장소 제공 등

## □ 풍수해 취약시설 점검관리

1) 방재시설 점검 관리

○ 점검시기

- 재해사전 대비기간 : 3월부터 5월까지 1회 이상
- 재해기간중 : 6월부터 10월까지 수시점검
- 기 타 : 11월에서 2월 중 1회 이상 점검

○ 주요 점검사항

- 교량, 터널, 암거, 배수관, 측구, 옹벽, 석축 등 구조물 기초
- 낙석 및 산사태 우려지구(관찰대상지점)
- 토취장, 공사장 등 대규모 절개지 및 식생물 미정착으로 유실우려가 있는 절·성토부 비탈면
- 공사용 가도, 가교, 가시설
- 토사유출로 인한 매몰우려가 있는 배수관
- 고속도로, 국도, 지방도, 철도 등의 횡단육교
- 인근지역 하천공사시설 및 집중호우시 수위상승으로 인한 유실 우려 지역
- 도로 노면수 배수처리 불량지역
- 공사중인 절·성토부 임시배수로
- 재해발생시 우회도로 이용가능 여부에 대한 확인

○ 점검결과 조치

- 점검결과 위험요인이 있거나 긴급 정비가 필요한 시설물은 우기전까지 보수·보강 등 정비완료

- 우기전 정비가 어려운 시설물에 대하여는 비닐피복, 마대쌓기, 가배수로 설치, 주민대피계획 수립 등 재해응급대책을 강구한 후 특별관리

* 시설물관리 책임자는 재해사전대비 기간과 재해기간 중에는 수시 또는 정기적으로 현지 점검 실시

2) 대규모 건설공사장 점검·관리

○ 점검대상

- 50억원 이상 대규모 건설공사장으로서 자연재해로 인하여 피해 발생이 우려되는 공사장

- 규모가 그 이하인 공사장도 피해발생이 우려되는 경우 대규모 건설공사장에 준하여 관리

○ 점검방법

- 관리카드작성 : 사업장별 시설현황, 관리책임자 연락처, 재해 발생시 조치사항, 점검일지 기록

- 관리책임자 : 감리원 및 시공사직원으로 복수지정

○ 점검주기

- 일상점검 : 재해사전대비 및 재해기간 중에는 감리원, 시공회사 합동으로 수시로 점검실시

- 집중점검 : 재해사전대비 기간 월1회 이상 집중점검

○ 사전조치 사항

- 건설기술관리법 제26조의2 규정에 따른 건설공사 안전관리계획 수립 및 점검실시

- 호우에 대비한 배수처리 기능(유수지, 가배수로 설치 등) 확보

- 하류지역 토사유출 방지를 위한 충분한 침사지 설치

- 절개지의 비탈면에 토사유출 방지시설 설치

- 피해우려 예상지역 주민에 대한 대피계획 수립 및 대피계획에 포함된 주민에게는 대피장소를 사전에 통보

- 기타 수방자재 및 장비 사전확보 조치

## □ 재해응급조치 및 방재물자 비축

1) 응급조치

○ 재해대책업무 담당기관은 풍수해가 발생한 때 지체없이 관련법령

또는 방재계획이 정하는 바에 따라 수방 및 구난 기타 수해를 예방하거나 경감하기 위한 필요한 응급조치 실시

○ 지방자치단체 또는 다른 방재 책임기관이 실시하는 응급조치가 원활히 수행될 수 있도록 협조

2) 방재 물자 비축

○ 재해대책업무 담당기관 또는 소속기관과 공사현장에서는 수해에 대비하여 우기전까지 지역실정 및 수해발생 빈도 등을 감안한 적정량의 자재를 비축

- 마대, 천막지, 모래, 보조기층재 등

○ 비축자재가 양호한 상태를 유지하도록 필요한 조치강구

○ 재해대책업무 담당기관 또는 소속기관의 장비 및 풍수해시 동원 할 수 있는 각 공사현장의 보유장비를 사전에 지정하여 풍수해 발생시 신속하게 동원될 수 있도록 조치

## □ 풍수해 대비 보완공사 추진철저

○ 비탈면 보완공사는 타 사업에 우선하여 6월내 조기준공

○ 공사기간중 현장 안전관리 철저

## □ 집중호우 대비 도로시설물 관리철저

○ 통수단면 확보 등 배수시설 수시 확인

◦ 도로 안전시설물 점검 강화

◦ 노면 물고임 피해예방 도로포장 요철 및 파손부위 집중점검

## □ 풍수해관찰대상 지점 관리

◦ 풍수해 관찰대상 지점

- 기발생 풍수해지역으로 근본적인 조치가 되지 않은 지역

- 대절토, 고성토구간

- 사면처리불량 및 법면풍화로 낙석 및 산사태가 우려되는 지역 등

◦ 점검주기

| 구 분 | 책 임 자 | 점검빈도 | 비 고 |
|---|---|---|---|
| 집중점검 | 지방청장 | 반기1회 | 재해대책 기간중 |
| 일상점검 | 국도관리사무소장 | 수 시 | 수 시 |

# Ⅴ. 도로풍수해 복구 업무절차

## □ 업무처리절차

**재 난 발 생**
**(국 도)**

· 우회도로지정, 주민대피 등 사전조치
· 응급복구 재해상황보고

⬇

**시·도**
**재난안전대책본부**

· 도로 및 교량 피해상황보고, 복구계획 등 (해당 국도 관리사무소)
· 국가안전관리 정보시스템(NDMS)전산보고

⬇

**중앙재난안전**
**대책본부**

· 재난대장 작성(해당 국도관리사무소)
· 피해전경 사진, 위치도, 피해 및 복구 표준단면도 작성

⬇

※ 중앙조사반 현지조사
[국고지원대상은 피해액이 1천만원이상 복구비는 2천만원이상]
· 피해 조사 및 복구계획 심의
· 계획 확정 및 예산조치 통보

**기획재정부**

· 재원조치계획수립
· 국무회의 심의 및 대통령재가

⬇

**국토해양부**

· 피해복구계획통보(하천운영과→첨단도로환경과)
· 피해복구계획 통보(첨단도로환경과→지방청)

⬇

· 피해복구계획 확정통보(하천운영과→첨단도로환경과)
· 예산배정

**지 방 청**

· 실시설계
· 공사착공

## □ 수해대책 업무 세부 흐름도

○ 피해발생(국도관리사무소) → 시·도 재난안전대책본부에 피해상황보고 →
중앙재난안전대책본부에 재난대장 작성 제출 → 중앙조사반 현지조사 →
기획예산처에서 재원조치계획 수립

○ 피해복구계획 통보(하천운영과→첨단도로환경과)

○ 피해복구계획 통보(첨단도로환경과→지방청)

○ 피해복구계획 확정 통보(하천운영과→첨단도로환경과)

○ 피해복구비 재원조치계획통보(기재부→국토부 재정담당관)
→ 국토부 도로 세부 복구비 내역(국고지원, 자체복구)

○ 재원확보방안 결재(첨단도로환경과) → 예비비 지원여부 및 기정예산 전용 등

○ 수해복구 재원 조치계획(안) 결재(첨단도로환경과)

○ 수해복구비 재원조치계획에 따른 예산 이용 요청
(첨단도로환경과 → 재정담당관)

○ 수해복구비 예산내시 요청 (첨단도로환경과 → 재정담당관)

## □ 참고사항

○「풍수해[태풍.호우] 재난 위기대응 실무매뉴얼('08.09)

# Ⅵ. 도로풍수해 피해유형 및 원인, 대책

## 1. 피해유형 분류 및 원인분석

### □ 절토비탈면 낙석

- **피해유형** : 암반 및 풍화암으로 구성된 절토법면 표면암괴의 유실
- **주변상황** : 일반적으로 암사면의 깊이가 얕은 표면에 붙어 있는 암괴가 떨어지는 유형으로 큰 암괴가 떨어질 경우 낙석방책을 손상시킴
- **붕괴원인** : 풍화 및 동결융해 작용에 의해 절리틈새가 벌어지고 이로 식생이 이루어지고 강우 시 절리틈새에 수압 등이 작용하여 표면에 붙어 있는 암괴가 붕락.

| | |
|---|---|
|  |  |
| 비탈면에서 발생하는 일반적인 현상으로 암석면이 풍화되거나 절리면 사이에 수분이 침투되어 암석이 부분적으로 탈락하는 현상 | 깍기비탈면상에서 낙석이 발생하였으나, 설치된 낙석방호시설에 의해 도로에 큰 피해는 발생하지 않음. |

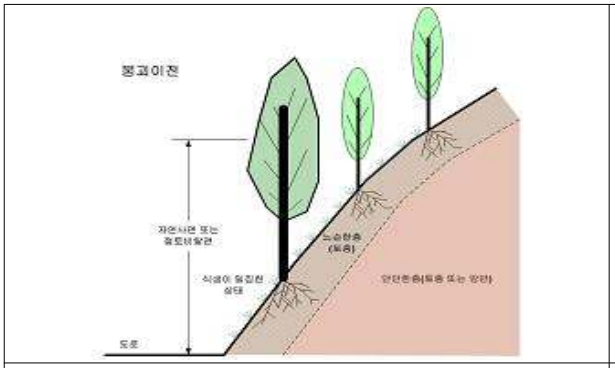
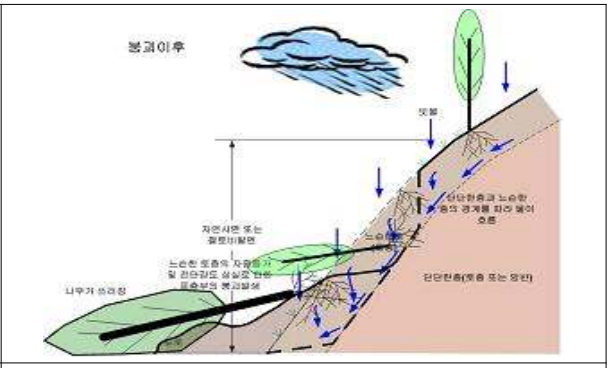
<낙석에 의한 피해사례>

## □ 절토비탈면 표면유실

ㅇ **피해유형** : 절토부 무한사면파괴(표층 유실)

ㅇ **주변상황** : 지반구성은 CW 정도의 풍화토층 또는 붕적층으로 붕괴규모는 일반적으로 깊이가 50cm ~ 1m 이내의 천층 깊이에서 발생되며 피해규모가 작음.

ㅇ **붕괴원인** : 붕괴되기 이전에 표면부는 식생이 되어 있으나, 초기의 단단한 토층이 동결융해 작용에 의해 일정한 깊이만큼 느슨한 지반조건을 형성하게 되며 강우시 느슨한 지반과 단단한 지반의 경계면을 따라 빗물이 흐르고 이로 인한 지반의 전단강도의 상실로 인해 붕괴가 발생되는 유형임.

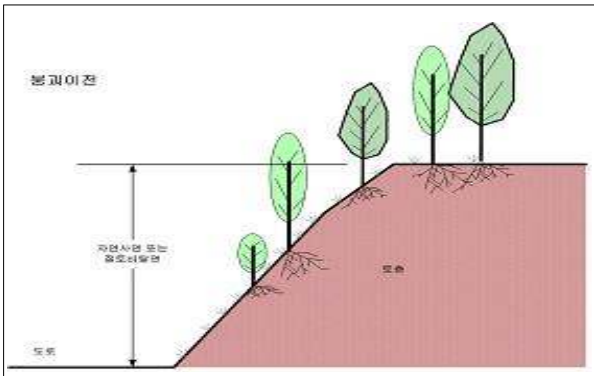
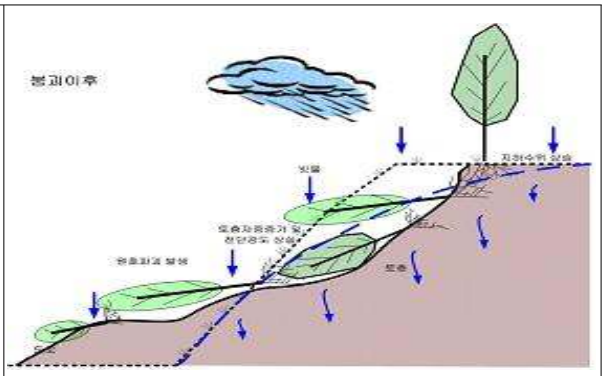
<table>
<tr><td>
</td><td>
</td></tr>
<tr><td>붕괴이전 개요도</td><td>표층이 탈리되는 붕괴 개요도</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">표면 토층이 유실되어 도로가 차단된 사례</td></tr>
</table>

## □ 절토비탈면 원호파괴

ㅇ **피해유형** : 절토부 원호파괴 발생

ㅇ **주변상황** : CW 정도의 토사층으로 피해 규모는 10m~15m 정도의 규모를 보이고 활동깊이는 1~4m 정도의 규모를 보이고 있음

ㅇ **붕괴원인** : 자연사면 또는 절토비탈면이 굴착조기에는 비교적 단단한 토층으로 노출되나 장기적으로 동결 융해 작용 및 풍화로 인해 풍화심도가 깊어지게 되어 초기에 안정성이 확보된 구간에서 강우로 인한 자중의 증가 및 전단강도의 상실로 인해 붕괴가 발생되는 유형임.

<table>
<tr><td>
</td><td>
</td></tr>
<tr><td>붕괴이전 개요도</td><td>원호파괴 붕괴발생 개요도</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">원호파괴 유형의 붕괴사례</td></tr>
</table>

## □ 절개지 배수시설용량 부족

ㅇ **피해유형** : 절개지 배수시설 용량 부족으로 도로유실

ㅇ **주변상황**

- 사고지점으로부터 20~30m 전방의 도로좌측에 집수정을 설치하고 도로를 횡단하여 배수관(∅ 800㎜ )이 설치되어 있음.

- 도로횡단 배수구조물의 퇴적 등으로 인해 기능을 상실하고 이에 따른 월류수가 도로를 횡단 도로하부 비탈면 세굴 및 도로유실 발생

ㅇ **붕괴원인**

- 계곡부에서 발생한 토석류로 심한 토사유출 발생

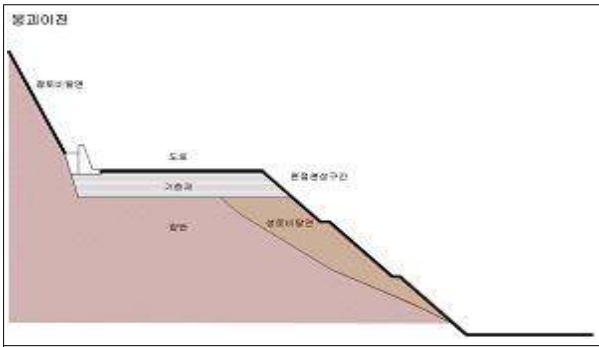
- 유출된 토사가 집수정에 퇴적되어 집수정 매몰 및 배수기능 상실

- 기존 도로부로 유수 범람하고, 계획고가 가장 낮은 지점으로 유하하여 도로하부 비탈면을 세굴하여, 도로유실 발생

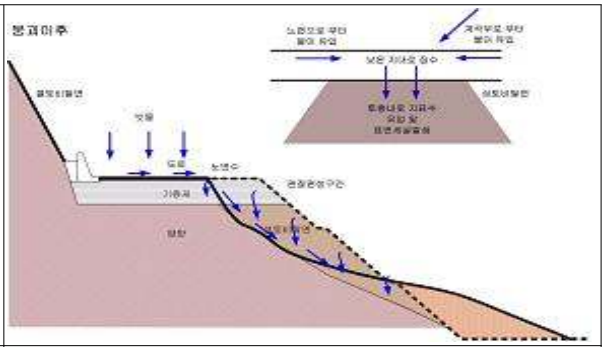
| | |
|---|---|
|  |  |
| 계곡의 토석류에 의한 집수정 매몰 | 배수관 퇴적 상태 |
|  |  |
| 토석류 유하에 의한 도로 비탈면 세굴 | 비탈면 세굴에 의한 도로유실 |

## □ 성토비탈면 편절편성구간 유실

- **피해유형** : 포장층 및 성토부 유실
- **주변상황** : 인접부에 비탈면이 붕괴된 토사나 토석류가 발생되어 유로를 차단시키는 지역과 도로의 구조상 집수가 잘 되는 지역에서 붕괴발생 빈도가 높음
- **붕괴원인** : 암반위에 성토를 실시한 편절편성구간에서 집중 강우시 계곡부 및 노면수가 성토비탈면으로 유입되어 암반면 위로 지하수가 흘려 토사가 세굴 및 유실되고 상부 토층이 유실되면서 붕괴가 발생되는 유형



암반면 위에 성토된 구간(편절편성)



성토비탈면 유실 개요도





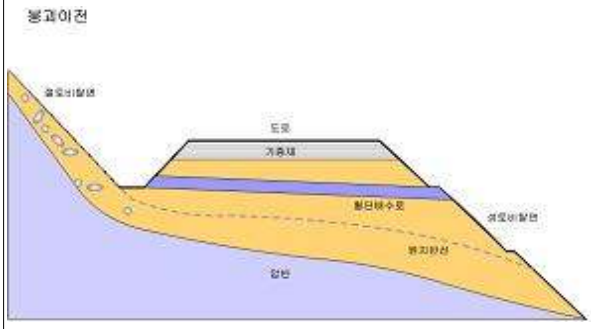
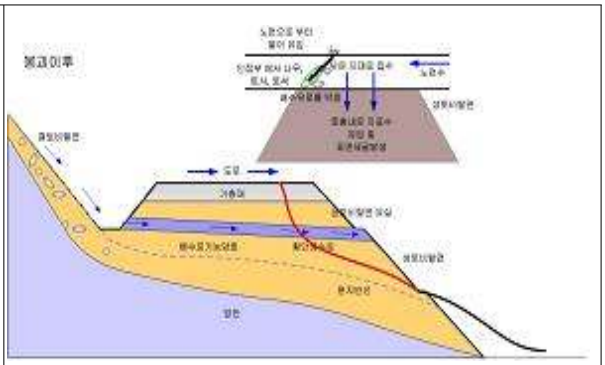
편절편성 구간의 성토비탈면 유실 사례

## □ 성토구간 유실

ㅇ **피해유형** : 포장층 및 성토부 유실

ㅇ **주변상황** : 도로의 기하구조상 집수가 발생되는 구간으로 인근 비탈면 유실부에서 쓸려 내려온 토사가 성토비탈면 상부 도로에 집적되고 노면수가 성토비탈면쪽으로 유입

ㅇ **붕괴원인** : 비탈면 암반면 위에 성토된 구간에서 인접부 또는 이동된 나무, 토사등으로 인해 도로노면에 유입되는 노면수를 차단하여 성토비탈면으로 흘려 성토비탈면을 유실

<table>
<tr><td>
</td><td>
</td></tr>
<tr><td>붕괴이전 개요도</td><td>성토비탈면을 유실시키는 개요도</td></tr>
<tr><td></td><td>
</td></tr>
<tr><td colspan="2">성토비탈면 유실 및 노면수의 도로유입으로 인한 피해사례</td></tr>
</table>

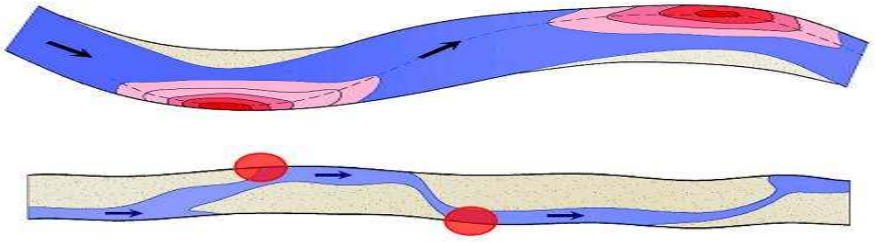
## □ 하천 인접구간 성토부 유실

ㅇ **피해유형** : 하천 수충부에서의 도로유실

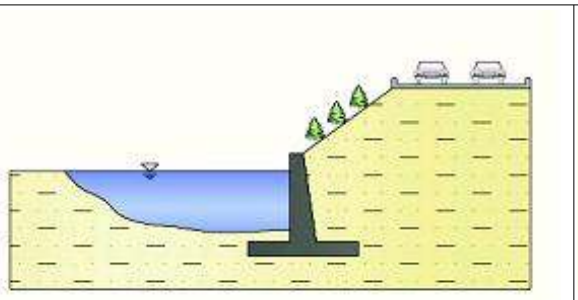
ㅇ **주변상황** : 하천의 형태, 하상의 지장물의 위치에 따른 수충부에서는 유속 및 유심이 깊어져 피해 위험 증가

ㅇ **붕괴원인**

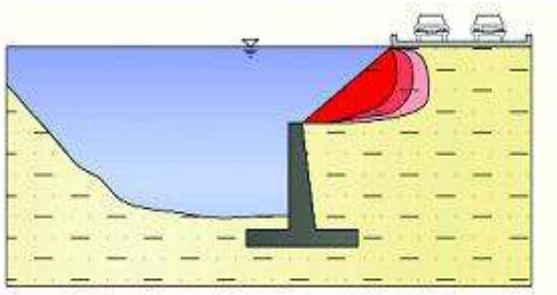
- 사행 하천과 인접한 도로의 수충부에서의 침식에 의한 도로유실



- 수충부에 옹벽 등의 보호시설은 설치되어 있었으나, 집중호우로 견디지 못하고 유실됨.



상시 유수의 흐름



홍수시 유수의 흐름





하천 수충부에서의 도로유실 사례

## □ 하천 인접구간 유송잡물에 의한 피해

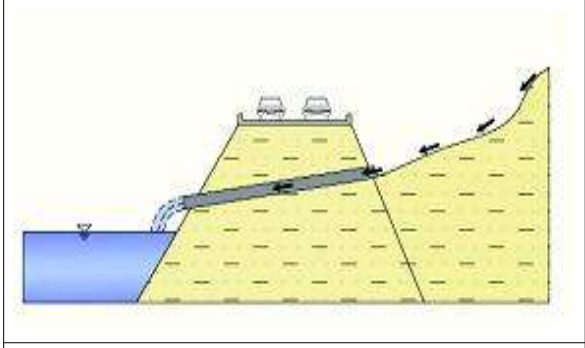
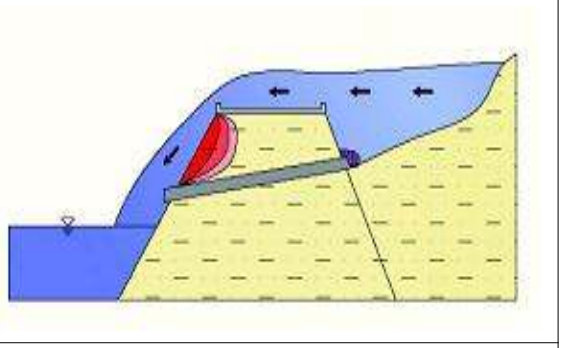
ㅇ **피해유형** : 성토부 및 포장층 유실

ㅇ **주변상황** : 도로 양측으로 계곡부와 사면이 있는 전형적인 산악지 도로에서 주로 발생

ㅇ **붕괴원인** :

- 대규모 홍수시 유송잡물(식물, 토사)에 의해 배수관이 일시에 막힘에 따라 유수가 노면으로 침출되고 수압이 발생하여 도로유실

- 우측 계곡부에서 쏟아진 나무와 토석류에 의해 배수기능상실로 도로 유실

<table>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>상시 정상 배수</td><td>유송잡물에 의한 배수 장애</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">유송잡물에 의한 배수관기능상실로 인한 피해</td></tr>
</table>

## □ 교량형하공간 부족으로 인한 피해

ㅇ **피해유형** : 교량 전·후 구간 인근도로 성토 및 포장층 유실

ㅇ **주변상황** : 수위상승으로 인해 유송잡물이 교각 및 교량난간부에 적체되어 국도상으로 월류가 발생하였고, 이로인해 석축시공구간이 세굴 및 도로 유실

ㅇ **붕괴원인** :

- 차량의 원활한 진입을 위해 교량양측의 진입부에 하폭을 줄여 진입부를 설치하였고, 교량의 지간 역시 좁아서 통수단면이 축소되어 수위상승 및 유속증가를 야기되었으며 형하고 역시 낮아 수위상승으로 인해 유송 잡물이 교각 및 교량난간부에 적체되어 국도상으로 월류가 발생하였고, 이로 인해 석축시공 구간이 세굴되어 도로 유실.



교량부근 도로유실 상황 전경



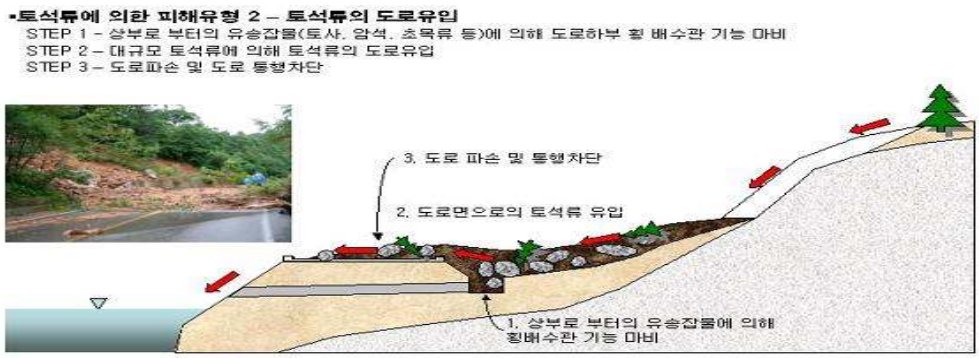

교량 진입부로 인해 축소된 통수단면

## □ 토석류의 도로유입에 의한 피해

ㅇ **피해유형** : 토석류 도로유입으로 도로파손 및 통행차단

ㅇ **주변상황** : 계곡부를 형성하여 주고 암반면 위에 큰 암괴를 가진 붕적층이 존재하며, 계곡부에는 수목이 밀집되어 있음.

ㅇ **붕괴원인** : 상부로 부터의 유송잡물(토사, 암석, 초목류 등)에의해 도로하부 횡배수관 기능 마비시켜 대규모 토석류에 의해 토석류의 도로유입




토석류 도로유입 피해유형 개념도



토석류 유입으로 인한 도로차단 사례

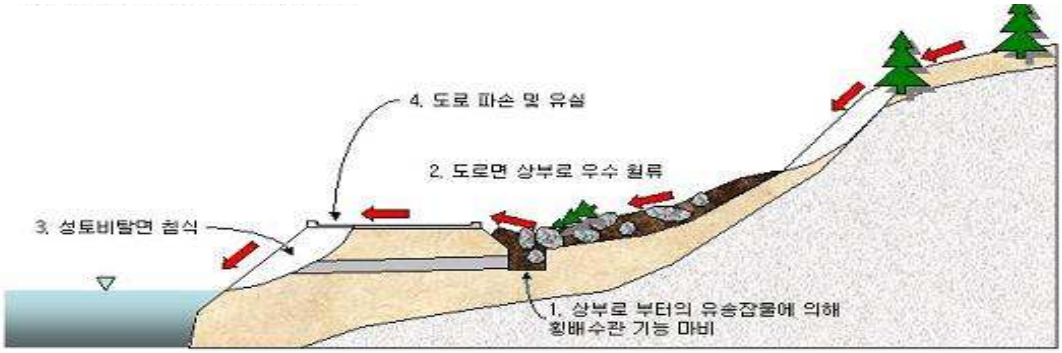
## □ 배수로 매몰에 의한 도로파손 및 침하

ㅇ **피해유형** : 도로파손 및 침하

- 강우로 인해 상부로 부터의 유송잡물(토사, 암석, 초목류 등)에 의해 도로하부 횡배수관 기능 마비되고 집중된 강우가 도로 상부로 월류하면서 비탈면 반대편의 도로 성토부 침식시켜 도로 파손 및 일부 유실 초래하여 줌.

ㅇ **주변상황** : 계곡부를 형성하여 주고 암반면 위에 큰 암괴를 가진 붕적층이 존재하며 계곡부에는 수목이 밀집되어 있음.

ㅇ **붕괴원인** : 계곡부에서 쏟아진 나무과 토석류에 의해 배수기능 상실로 도로 유실




토석류에 의한 도로배수 피해유형 개념도



유송잡물에 의한 배수로 매몰



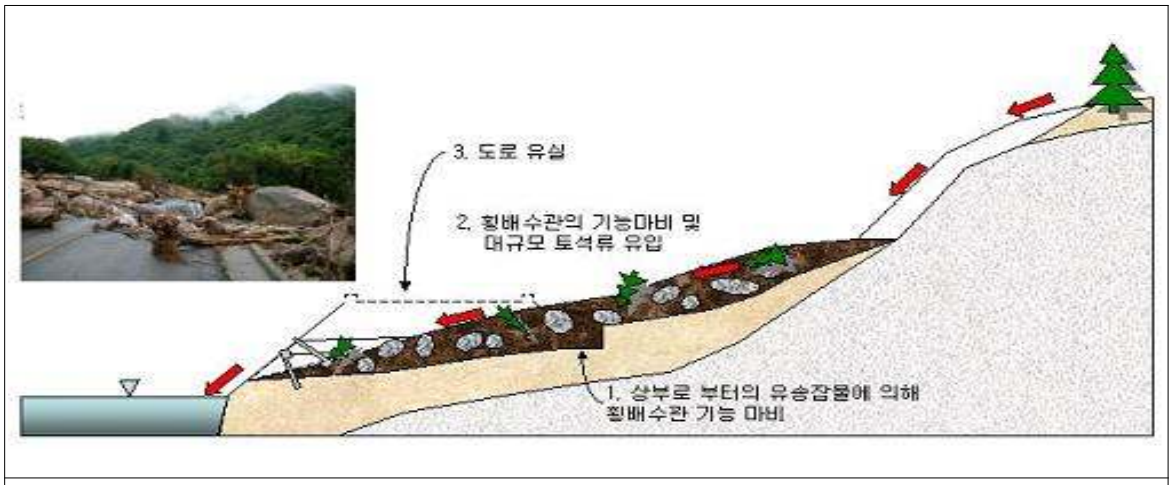
포장파손 및 유실사례

## □ 도로 전면유실 피해 사례

ㅇ **피해유형** : 도로완전 유실

ㅇ **주변상황** : 상부로 부터의 유송잡물(토사, 암석, 초목류 등)에 의해 도로하부 횡배수관 기능을 마비시켜 대규모 토석류에 의해 토석류의 도로유입

ㅇ **붕괴원인** : 계곡부에서 쏟아진 나무과 토석류에 의해 배수기능을 상실시키고 도로를 완전 유실시킴.




토석류에 의한 도로배수 피해유형 개념도



토석류에 의한 도로 유실의 피해사례

## □ 도로 포장면 전면파손 사례

ㅇ **피해유형** : 도로 포장면 전면 파손

ㅇ **주변상황** : 도로 측면을 따라 흐르는 물이 아스팔트 포장과 콘크리트 포장의 균열부로 유입되면서 하부의 쇄석층을 세굴시키고 최종적으로 도로면을 유실시켜 도로하부에 암반면을 노출시킴

ㅇ **단계별 피해상황**

<table>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>1. 콘크리트와 아스팔트 포장의 경계부로 물 유입</td><td>2. 포장부의 들림이 가속</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>3. 포장체 하부의 쇄석층이 세굴되면서 포장체의 침하 및 균열이 발생</td><td>4. 포장체의 침하가 심해짐</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>5. 포장체의 침하가 가속됨</td><td>6. 포장체 하부의 암반면이 노출</td></tr>
</table>

## □ 교량 상판 밀림 사례

ㅇ **피해유형** : 하천변에 설치된 교량의 상판부가 유속에 의해 밀려 있음.

ㅇ **주변상황** : 하천유역이 비교적 넓은 상태이나 유속 및 많은 유량, 유상잡물에 의해 교량의 상판이 밀림.

ㅇ **피해상황**





교량 상판이 유수에 의해 밀림

## 2. 피해유형별 대책방안

### □ 낙석 및 표면유실 유형에 대한 대책방안

**ㅇ 면정리 + 표면보호공**

- 활동면 규모가 작으므로 면정리를 실시한 후에 전면부에 PVC 코팅망과 앵커핀 (L=50cm ~ 1m 정도)을 설치한 후에 식생기반재 취부공을 적용하여 표면처리.

**ㅇ 보강공 적용(네일링+표면보호공법)**

- Nailing은 붕괴의 위험성이 큰 자연사면이나 굴착에 의한 인공사면의 안정성을 향상시키는 공법으로 보강재(주로 보강철근, 네일)를 이용하여 지반의 전단 및 인장강도를 증가시킴으로써 사면의 안정성을 확보

### □ 원호파괴에 대한 대책방안

**ㅇ 식생 보강토 옹벽**

- 토사구간의 기 조성된 절토사면이 내 외적인 요인으로 붕괴가 발생된 경우, 이를 보수보강하기 위한 대책공법으로, 슬라이드폼과 그린시트 및 토목섬유보강재를 이용하여 보강토체의 성토축조와 생육기반층을 일괄 시공하여 보수보강 영역의 안정성을 확보하고 녹화가 동시에 이루어지도록 하는 친환경적인 공법

**ㅇ 격자틀 식생 보강토옹벽**

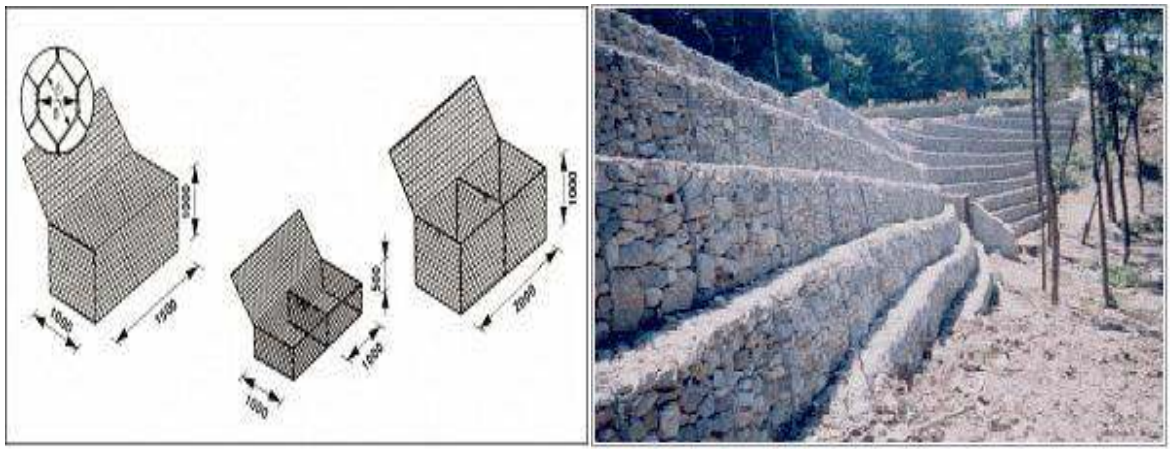
- 식생보강토 옹벽과 같으나 전면에 강재 격자틀을 이용하여 설치하여 주는 공법.



<격자틀 식생 보강토 옹벽 적용 예>

### ㅇ 게비온 옹벽

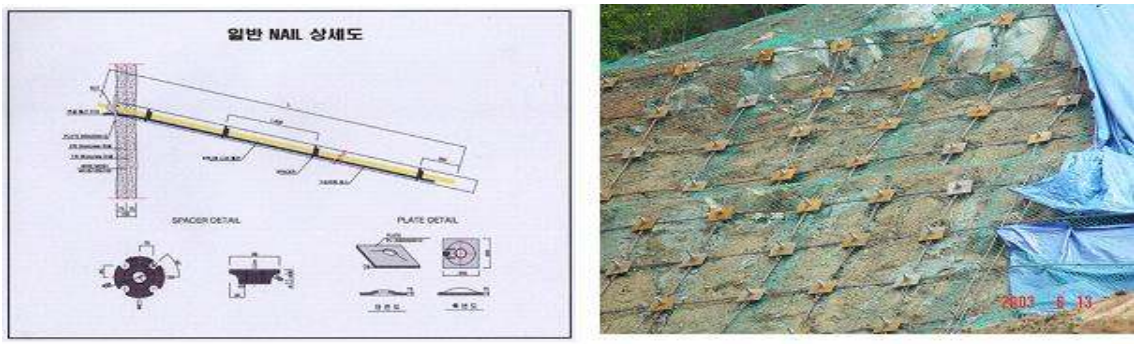
- 철망에 자갈 또는 암석을 넣어 중량을 주어 중력식 옹벽개념으로 토압에 저항할 수 있는 옹벽을 설치하여 주는 개념으로 옹벽배면에 되매우기를 실시하여 사면경사를 완화하여 주고 압성토를 실시하여 주는 효과를 주는 공법



<게비온 옹벽 개요도 및 시공사례>

### ㅇ 네일링+표면보호공법

- Nailing은 붕괴의 위험성이 큰 자연사면이나 굴착에 의한 인공사면의 안정성을 향상시키는 공법으로 보강재(주로 보강철근, 네일)를 이용하여 지반의 전단 및 인장강도를 증가시킴으로써 사면의 안정성을 확보하는 공법.




<네일공법의 상세도 및 시공사례>

## □ 성토부 피해유형에 대한 대책방안

### ㅇ 성토부 유실(노면수에 의한 유실)

- 노면수 처리를 위한 배수시설 설치 및 보완
- 항구적으로 유실된 성토비탈면 보수 및 보강공이 필요

### ㅇ 수충부 구간의 파손

- 산지부의 강우 특성 및 지역특성에 적합한 홍수량 산정방법 개선 필요
- 국립공원지역이라도 홍수 대비시설을 우선적으로 설치할 수 있도록 인허가, 협의 등의 주체 및 제도 개선 필요
- 하천의 퇴적된 암괴 및 토사에 대한 준설작업

### ㅇ 일부파손

- 기초를 암반위에 콘크리트옹벽 설치하여 주고 필요시 기초부에 슬라이딩 또는 전도를 방지하기 위한 전단키를 설치

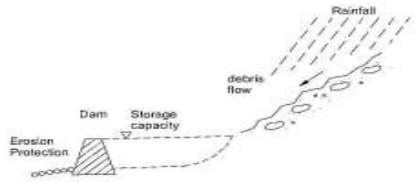
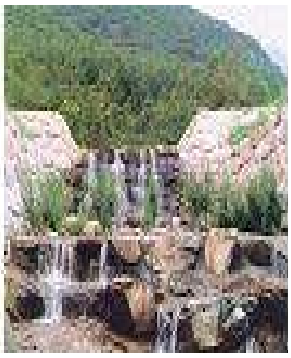
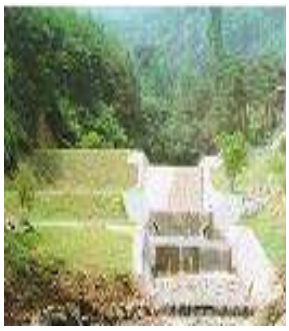
ㅇ **전면유실**

- 도로구조를 고려하여 도로가 유실된 구간에 대한 교량부처리

- 콘크리트 옹벽 구조물(암반층에 기초설치)을 설치하고 원상복구하여 주며 필요시 보강 실시

## □ 토석류 피해 대책방안

ㅇ **사방댐(Erosion control dam)**

| 개 요 | 사 진 | |
|---|---|---|
| <br>상류유역의 산지가 불안정하여 호우시마다 풍화토층의 침식붕괴와 산사태 등의 발생으로 토사, 석력이 유하퇴적(流下堆積)함으로써 하류의 전, 답, 가옥, 타 산업시설 등에 피해가 있거나 예상되는 곳에 설치되며 계곡 폭이 넓고 경사가 완만하여 저사(貯砂)효과가 큰 장소에 주로 설치되는 중구조의 구조물<br><br>상류유역의 산지가 불안정하여 호우시마다 풍화토층의 침식붕괴와 산사태 등의 발생으로 토사, 석력이 유하퇴적함으로써 하류의 전, 답, 가옥 등에 피해가 있거나 예상되는 곳에 설치되며 계곡 폭이 넓고 경사가 완만하여 저사효과가 큰 장소에 주로 설치 |  |  |
| |  |  |

ㅇ **Check dam(골막이)**



ㅇ **수질정화댐(Water Turbidity Control Dam)**

| 개 요 | 사 진 |
|---|---|
| 사방댐 시공대상지 중에서 산지 또는 계류가 황폐되어 호우시 오탁도(汚濁度)가 높은 물이 흐를 우려가 있거나 상류의 광산, 휴양시설 또는 마을 등으로부터 오폐수(汚廢水)가 유입되는 하천에 설치하는 구조물 | <br>스크린댐(Screen Dam) |

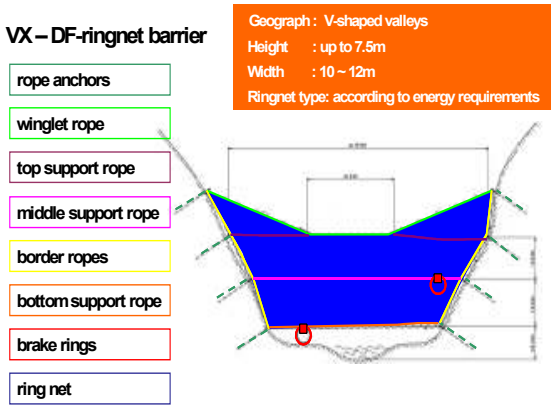
ㅇ **유연성 원리를 이용한 링네트공법**

- 충격에너지를 큰 변형성에 의해 흡수하는 유연성 방호책으로 전 시스템이 복합적으로 작용하여 3,000kJ에 이르는 높은 에너지 흡수가 가능

- 시공기간이 짧고, 사면내에서 눈에 잘 띄지 않는 친환경적 공법

- 온도변화, 기상조건, 부식 등에 대해 강한 내구성을 지닌 자재 사용

- 토석류 발생시 충격에 의한 파손시 부분교체 및 토석류 제거 등의 유지보수가 용이함.




링네트 공법 개념도



설치 사례

### ㅇ 배수로에 대한 기능개선

- 도로 유실된 구간 : 라멘교 처리나 배수단면(흄관→Box 구조물 등)을 크게 설치

- 유송잡물을 막는 방법인 사방댐 또는 스크린댐 등을 설치

- 유송잡물이 모두 통과할 수 있도록 충분히 큰 배수시설을 설치

- 유송잡물의 수량과 2차 피해(토석류의 발생가능성)와 복구의 용이성 등을 판단하여 위치별로 예방법 강구

## 붙임 1 : 비상연락체계

### 1) 상황별 유관기관 연락처

| 상황별 | 기 관 명 | 전 화 번 호 | 비 고 |
|---|---|---|---|
| 위급환자 발생 | 관할 소방서 | 119 | |
| | 소방방재청 종합상황실 | 02-2100-4119 | |
| 교통정보 | 교통정보안내<br>고속·일반국도,철도,항공<br>고속국도, 일반국도 | 1333<br>1588-2505 | ARS |
| 기상정보 | 기상청 | 131 | ARS |
| 교통정보 제보/안내 | 교통방송(TBS) | 080-800-9595 | FM 95.1MHz |
| 풍수해작업 관련기관 제보/안내 | 중앙재난안전대책본부<br>(종합상황실) | 02-2100-5500 | 소방 방재청 |
| | 국토해양부<br>(교통정보종합센터) | 02-2110-8300 | 일반국도 |
| | 국토해양부<br>(도로이용불편신고센터) | 080-0482-000 | " |
| | 한국도로공사(상황실) | 031-710-7251 ~ 5 | 고속국도 |
| 기 타 | 재난구조부대(24시간)<br>소규모 재난 | 080-960-6119 | 국방부 |
| | 주간 : 재난관리지원과 | 02-748-5771 ~ 7 | |
| | 야간 : 합참 합동지휘 통제실 | 02-748-0301 ~ 4 | |
| | 경찰청<br>교통안전과(교통통제) | 02-313-0672,<br>0692 | |

## 2) 유관기관 보고처(풍수해 상황보고 및 통보)

| 구 분 | | 전화번호 (02) | FAX번호 (02) |
|---|---|---|---|
| 총리실 재난지원과 | | 2100-2129 | 2100-2110 |
| 중앙재난안전대책본부 상황실 | | 2100-5550 | 2100-5590 |
| 행정안전부 재난위기종합상황실 | | 2100-3119 | 2100-4094 |
| 문화관광체육부 홍보지원총괄과 | | 3704-9062,8 | 3704-9069 |
| 경찰청 경비과 | | 3150-2856 | 3150-3756 |
| 방송국 | KBS 사회팀 | 781-4198 | 781-4444 |
| | MBC 사회부 | 780-1746 | 780-0805 |
| | SBS 사회부 | 2113-4175 | 2113-4169 |
| | YTN 사회부 | 398-8585 | 398-8349 |
| | 교통방송 라디오국 | 311-5550 | 311-5656 |
| 연합뉴스산업부(국토해양업무) | | 398-3114 | 398-3244 |

### 3) 국토해양부(도로정책관)

ㅇ **도로정책관**

- 전화번호 : 02-2110-8710

ㅇ **첨단도로환경과(도로풍수해대책반)**

- 전화번호 : (02)2110-8746, 6466
- FAX : (02)504-3259

ㅇ **본부 풍수해대책종합상황실**

- 전화번호 : (02)503-7401 ~ 3

  (02)2110-8200, 8300
- FAX : (02)504-9113, (02)504-9119

ㅇ **본부 당직실**

- 전화번호 : (02)503-7400, (02)2110-8100
- FAX : (02)504-3258

## 4) 지방국토관리청

| 기 관 명 | 전 화 번 호 | | |
|---|---|---|---|
| | 일 반 | 행정, 전용 | FAX |
| **서울지방국토관리청** | **(02)2125-2500** | | |
| · 도 로 시 설 국 장 | 2125-2600 | 전 (81)600 | |
| · 도 로 계 획 과 | 2125-2610 | 전 (81)602 | 2125-2616 |
| · 도 로 공 사 과 | 2125-2630 | 전 (81)630 | 2125-2646 |
| · 하 천 국 장 | 2125-2700 | 전 (81)700 | |
| · 하 천 계 획 과 | 2125-2702 | 전 (81)702 | 2125-2711 |
| · 하 천 공 사 과 | 2125-2720 | 전 (81)720 | 2125-2727 |
| **원주지방국토관리청** | **(033)749-8300** | | |
| · 도 로 시 설 국 장 | 749-8250 | 전 (82)250 | |
| · 도 로 계 획 과 | 749-8260 | 전 (82)260 | 742-9507 |
| · 도 로 공 사 과 | 749-8270 | 전 (82)270 | 746-6785 |
| · 하 천 국 장 | 749-8310 | 전 (82)310 | |
| · 하 천 계 획 과 | 749-8280 | 전 (82)280 | 744-8473 |
| · 하 천 공 사 과 | 749-8290 | 전 (82)290 | 744-8473 |
| **대전지방국토관리청** | **(042)670-3214** | | |
| · 도 로 시 설 국 장 | 670-3500 | 전 (83)500 | |
| · 도 로 계 획 과 | 670-3510 | 전 (83)510 | 670-3484 |
| · 도 로 공 사 과 | 670-3550 | 전 (83)550 | 670-3485 |
| · 하 천 국 장 | 670-3300 | 전 (83)300 | |
| · 하 천 계 획 과 | 670-3310 | 전 (83)310 | 670-3487 |
| · 하 천 공 사 과 | 670-3320 | 전 (83)320 | 670-3487 |

| 기 관 명 | 전 화 번 호 | | |
|---|---|---|---|
| | 일 반 | 행정, 전용 | FAX |
| **익산지방국토관리청** | **(063)850-9114** | | |
| · 도 로 시 설 국 장 | 850-9210 | 전 (84)210 | |
| · 도 로 계 획 과 | 850-9220 | 전 (84)220 | 850-9483 |
| · 도 로 공 사 과 | 850-8250 | 전 (84)250 | 850-9457 |
| · 하 천 국 장 | 850-9310 | 전 (84)310 | |
| · 하 천 계 획 과 | 850-9320 | 전 (84)320 | 850-9458 |
| · 하 천 공 사 과 | 850-9330 | 전 (84)331 | 850-9459 |
| **부산지방국토관리청** | **(051)660-1234** | | |
| · 도 로 시 설 국 장 | 660-1100 | 전 (85)100 | |
| · 도 로 계 획 과 | 660-1101 | 전 (85)101 | 660-1160 |
| · 도 로 공 사 1 과 | 660-1120 | 전 (85)120 | 660-1161 |
| · 도 로 공 사 2 과 | 660-1140 | 전 (85)140 | 660-1162 |
| · 하 천 국 장 | 660-1200 | 전 (85)200 | |
| · 하 천 계 획 과 | 660-1201 | 전 (85)201 | 660-1221 |
| · 하 천 공 사 과 | 660-1210 | 전 (85)210 | 660-1222 |

## 5) 한국도로공사

**본 사**

o 도로처 방재총괄팀(재난대책)
TEL) 02-2230-4063 FAX) 02-2230-4503

o 고속도로 풍수해대책반(상황실)
TEL) 031-710-7251~3 FAX) 031-710-7254

**[6개 지역본부 - 51개지사(도로관리소)]**

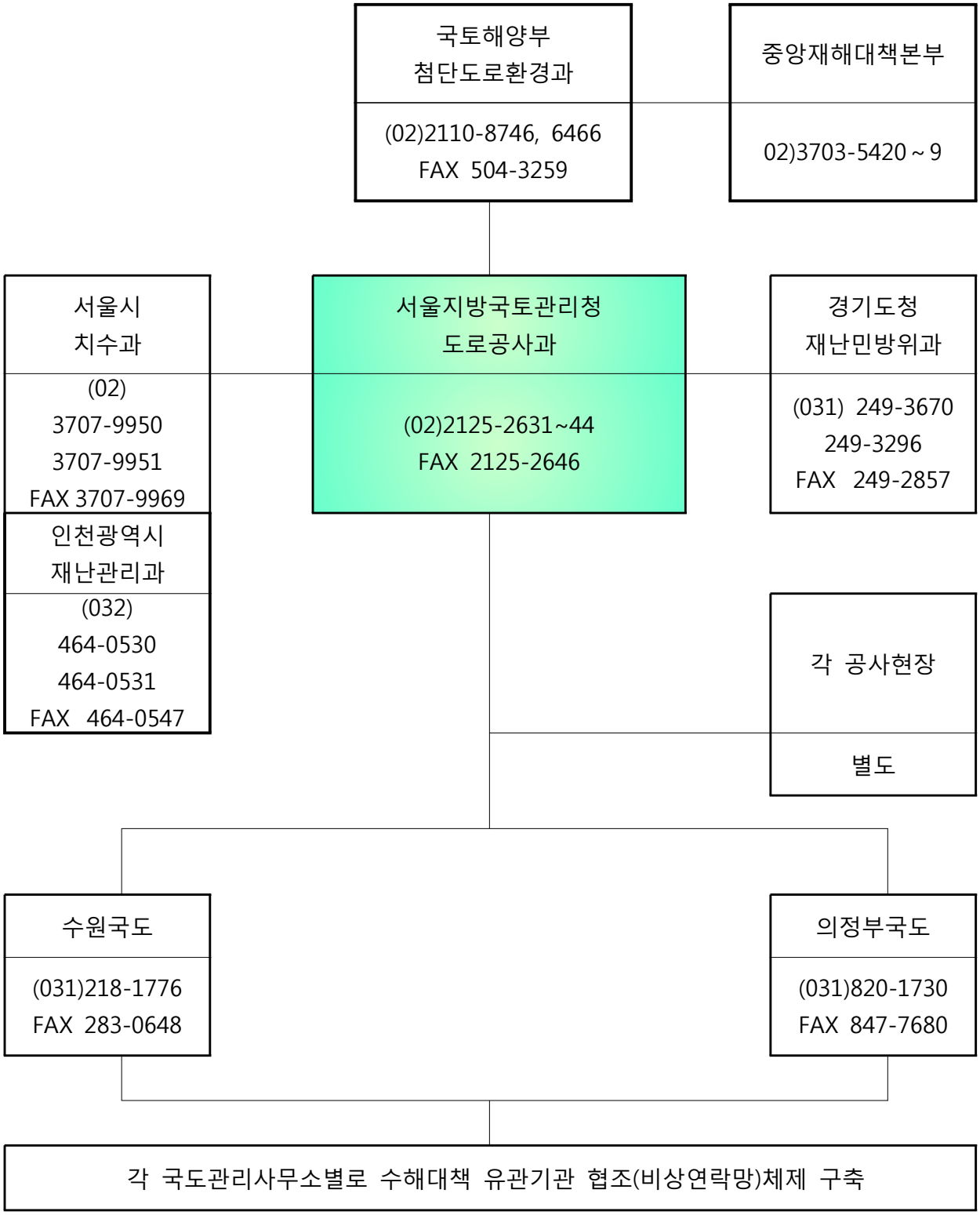
| | 경기지역본부 | 강원지역본부 | 충청지역본부 | 호남지역본부 | 경북지역본부 | 경남지역본부 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| TEL)<br>FAX) | 02)2225-8261~2<br>02)2225-8449 | 033)730-9261~2<br>033)730-9409 | 042)630-7261~2<br>042)630-7269 | 062)570-7261~3<br>062)570-7269 | 053)320-9261~2<br>053)320-9369 | 055)250-7261<br>055)250-7207 |
| | (8개 산하기관) | (7개 산하기관) | (12개 산하기관) | (8개 산하기관) | (8개 산하기관) | (7개 산하기관) |
| TEL)<br>FAX) | 인천지사<br>032)540-0331~2<br>032)540-0307 | 원주지사<br>033)730-9331~2<br>033)730-9318 | 천안지사<br>041)590-0331~2<br>041)590-0307 | 전주지사<br>063)540-6332<br>063)540-6308 | 구미지사<br>054)460-1331~2<br>054)460-1309 | 울산지사<br>052)255-3208<br>052)255-3308 |
| TEL)<br>FAX) | 시흥지사<br>031)412-4331~2<br>031)412-4308 | 대관령지사<br>033)330-9331~2<br>033)330-9308 | 대전지사<br>042)630-7261~2<br>042)630-7307 | 광주지사<br>062)609-7332<br>062)609-7318 | 대구지사<br>053)850-9331~2<br>053)850-9340 | 양산지사<br>055)370-6208<br>055)370-6308 |
| TEL)<br>FAX) | 군포지사<br>031)400-1331~2<br>031)400-1308 | 홍천지사<br>033)430-7331~2<br>033)430-7308 | 논산지사<br>041)740-9208<br>041)740-9307 | 순천지사<br>061)750-8332<br>061)750-8308 | 군위지사<br>054)380-9331~2<br>054)380-9309 | 창녕지사<br>055)532-9208<br>055)532-9308 |
| TEL)<br>FAX) | 화성지사<br>031)350-4331~2<br>031)350-3308 | 충주지사<br>043)840-6331~2<br>043)840-6308 | 진천지사<br>043)531-3331~2<br>043)531-3307 | 부안지사<br>063)580-5332<br>063)580-5308 | 영주지사<br>054)630-9331~2<br>054)630-9309 | 창원지사<br>055)250-7208<br>055)250-7308 |
| TEL)<br>FAX) | 수원지사<br>031)289-2331~2<br>031)289-2308 | 춘천지사<br>033)269-1331~2<br>033)269-1309 | 영동지사<br>043)740-7331~2<br>043)740-7308 | 함평지사<br>061)320-6332<br>061)320-6307 | 상주지사<br>054)530-8331~2<br>054)380-8308 | 진주지사<br>055)760-7208<br>055)760-7309 |
| TEL)<br>FAX) | 경안지사<br>031)760-9331~2<br>031)760-9308 | 강릉도로관리소<br>033)640-1331~2<br>033)640-1308 | 무주지사<br>063)320-9331~2<br>063)320-9307 | 담양지사<br>062)570-7332<br>062)570-7318 | 영천지사<br>054)330-8331~2<br>054)330-8309 | 산청지사<br>055)970-4208<br>055)970-4308 |
| TEL)<br>FAX) | 동서울지사<br>02)2225-8331~2<br>02)2225-8308 | 제천도로관리소<br>043)651-5051<br>043)651-5892 | 당진지사<br>041)350-7331~2<br>041)350-7309 | 남원도로관리소<br>063)620-4334<br>063)620-4308 | 고령도로관리소<br>054)950-9331~2<br>054)950-9309 | 고성도로관리소<br>055)670-3208<br>055)670-3309 |
| TEL)<br>FAX) | 이천지사<br>031)644-8331~2<br>031)644-8308 | | 보령지사<br>041)930-4331~2<br>041)930-4309 | 진안도로관리소<br>063)430-1332<br>063)430-1309 | 성주도로관리소<br>054)930-9331~2<br>054)930-9309 | |
| TEL)<br>FAX) | | | 보은지사<br>043)540-5331~2<br>043)540-5309 | 구례지사<br>061)780-6332<br>061)780-6308 | | |
| TEL)<br>FAX) | | | 공주지사<br>041)840-3331~2<br>041)840-3308 | | | |
| TEL)<br>FAX) | | | 부여지사<br>041)830-5331~2<br>041)830-5308 | | | |
| TEL)<br>FAX) | | | 서해대교관리소<br>041)350-0325<br>041)350-0308 | | | |

## 6) 민자고속도로사업자

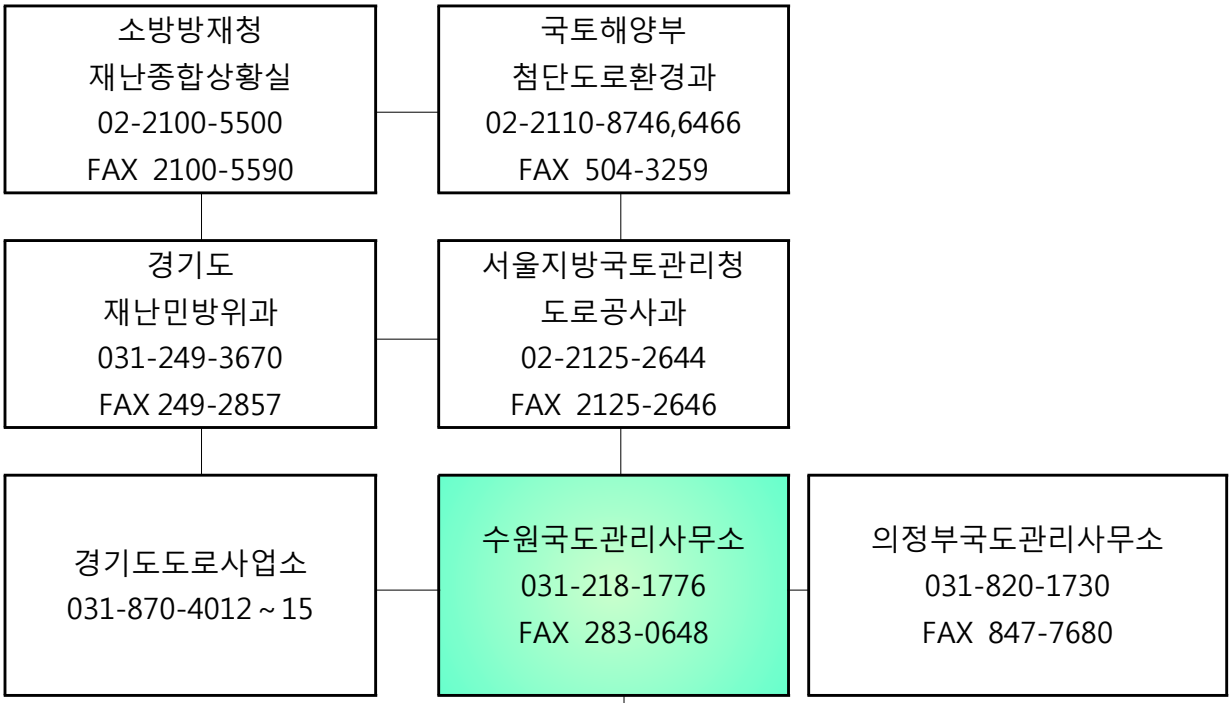
| 구 분 | | 전화번호 | FAX번호 |
|---|---|---|---|
| 신공항 하이웨이(주) | 교통센타 | 032) 560-6100, 6120 | 032) 560-6149 |
| | 도로운영팀 | 032) 560-6075 ~ 6 | 032) 560-6088 |
| 천안논산 고속도로(주) | 교통센타 | 041) 850-6800 | 041) 850-6839 |
| | 도로지원팀 | 041) 850-6785 ~ 9 | 041) 850-6899 |
| 서울고속 도로(주) | 교통센타 | 031) 894-3071 ~ 2 | 031) 894-3132 |
| | 시설관리팀 | 031) 894-3110 | 031) 894-3130 |
| 신대구부산 고속도로(주) | 교통센타 | 055) 350-2600 | 055) 350-2689 |
| | 도로관리팀 | 055) 350-2654 ~ 7 | 055) 350-2659 |
| 부산울산 고속도로(주) | 교통센타 | 052) 255-3378 | 055) 255-3308 |
| | 경영관리실 | 052) 255-3376 | 055) 255-3399 |
| 서울춘천 고속도로(주) | 교통센타 | 033) 269-1140 | 033) 269-1308 |
| | 도로운영팀 | 033) 269-1144 | 033) 269-1181 |
| 경수(용인서울) 고속도로(주) | 교통센타 | 070) 7435-9111 | 031) 548-2206 |
| | 시설관리팀 | 070) 7435-9015 | 031) 548-2205 |
| 경기(서수원평택) 고속도로(주) | 교통센타 | 031) 289-2305 | 031) 548-2205 |
| | 시설팀 | 031) 352-9306 | 031) 352-9326 |
| 인천대교(주) | 교통센타 | 032) 745-8100 | 032) 745-8039 |
| | 도로운영팀 | 032) 745-8065 | 032) 745-8069 |

## 7) 지방청 및 국도관리소별 관계기관 비상연락망도

### <서울지방국토관리청>



## <수원국도>



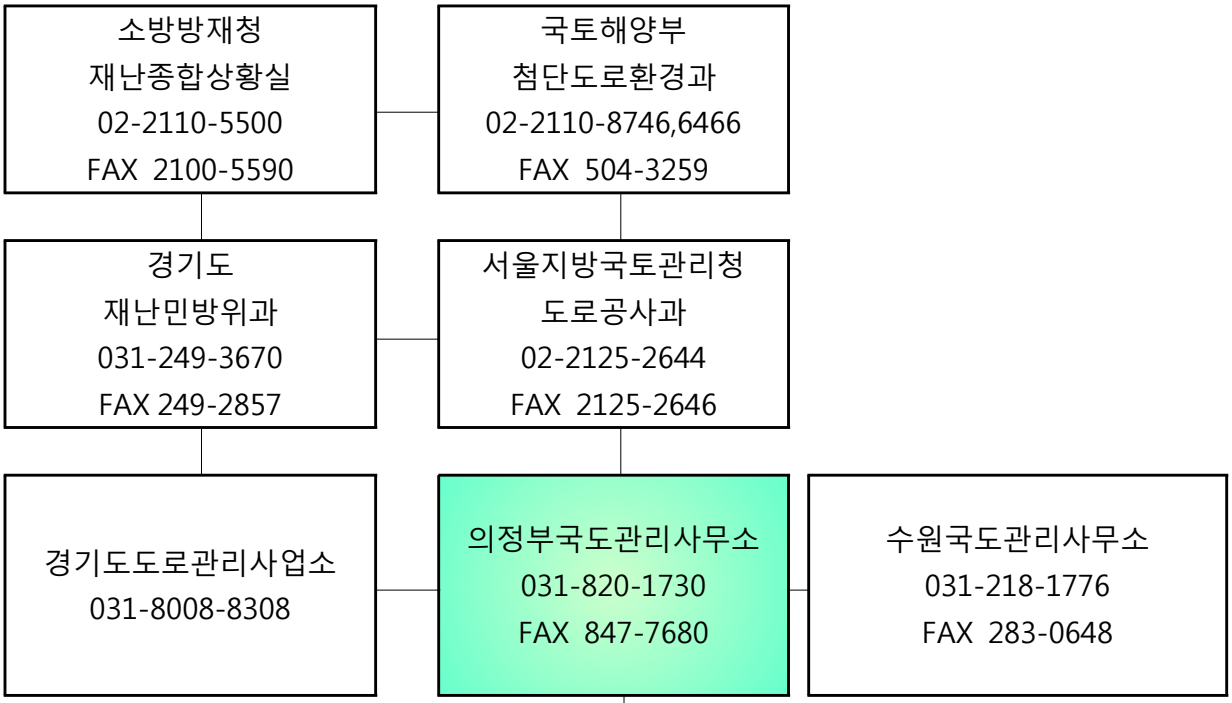

| 지역 | 시·군청 | 경찰서 (교통계) |
|---|---|---|
| 용인 | 031-324-2363 | 260-0352 |
| 화성 | 031-369-2458 | 371-8352 |
| 평택 | 031-659-4244 | 655-0263 |
| 안성 | 031-678-3025 | 672-5000 |
| 광주 | 031-760-2944 | 790-7352 |
| 이천 | 031-645-3451 | 645-0352 |
| 여주 | 031-887-2541 | 887-0352 |
| 강화 | 032-930-3498 | 933-4999 |
| 김포 | 031-980-2424 | 983-5000 |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

| | |
|---|---|
| 송산 검문소 | 642-3891 |
| 장호원 검문소 | 641-3891 |
| 평택 대교 | 691-9623 |
| 한강 홍수 통제소 | 02-592 -7700 |
| 강화 출장소 | 031-982 -2352 |
| | |

| |
|---|
| K·B·S<br>219-8000 |
| M·B·C<br>233-8585 |
| 교통방송<br>217-2080 |
| 경기경찰청<br>교통과<br>888-2651 |
| 강남병원<br>3000-115~7 |

| 도로공사 |
|---|
| 수원지사<br>289-2305 |
| 기 상 청<br>292-0365 |
| 경기도건설관리본부<br>290-6341 |
| 경기도청<br>도로과<br>031-249-2860<br>교통과<br>031-249-3311 |

## <의정부국도>



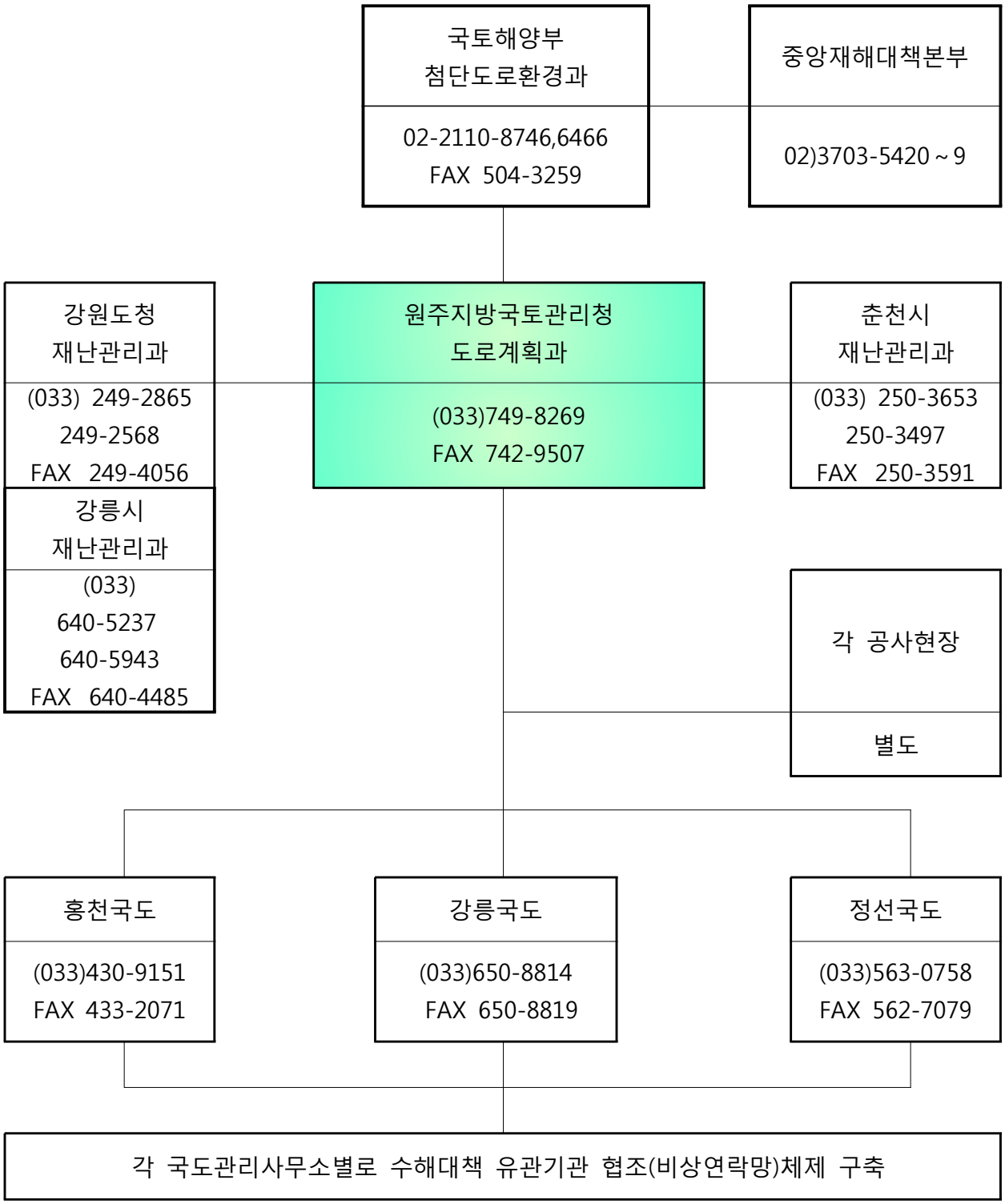

| 지역 | 시·군청 | 경찰서 (교통계) |
|---|---|---|
| 파주 | 031-940-4119 | 956-5329 |
| 남양주 | 031-590-8173 | 563-5201 |
| 포천 | 031-538-2119 | 531-5336 |
| 양주 | 031-820-2119 | 869-9352 |
| 연천 | 031-839-2119 | 834-0588 |
| 가평 | 031-580-4949 | 581-5252 |
| 구리 | 031-940-4119 | 560-9252 |
| 동두천 | 031-860-2166 | 869-0252 |
| 고양 | 031-961-3577 | 978-1093 |
| 구리 | 031-940-4119 | 560-9255 |
| 동두천 | 031-860-2162 | 869-9352 |

| | |
|---|---|
| 도곡 검문소 | 061-281-9947 |
| 고양 | 031-8075-2119 |

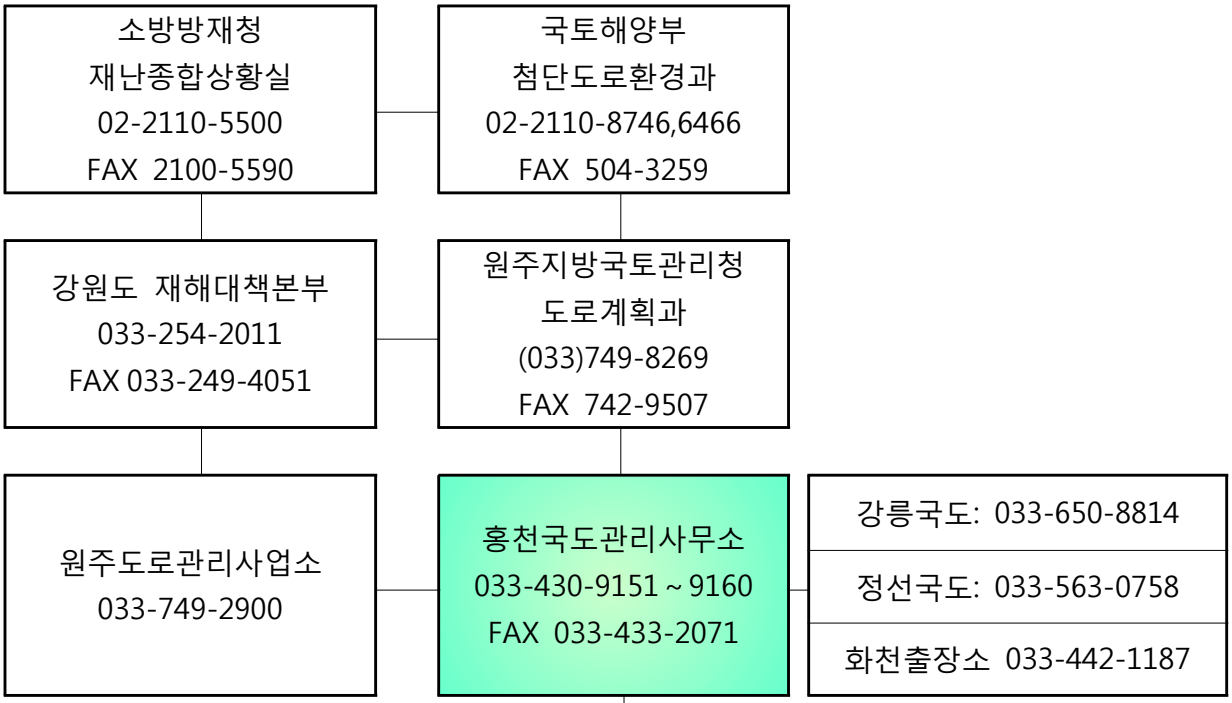
| |
|---|
| K·B·S<br>교통방송<br>02-311-5114 |
| 한강 홍수 통제소<br>양평 |
| 강남병원<br>970-1339 |

| |
|---|
| 도로공사 경기본부<br>02-2225-8261 |
| 02-590-9999 |
| 경기도건설관리본부<br>290-6341 |

## <원주지방국토관리청>


국토해양부
첨단도로환경과
02-2110-8746,6466
FAX 504-3259
중앙재해대책본부
02)3703-5420 ~ 9
강원도청
재난관리과
(033) 249-2865
249-2568
FAX 249-4056
원주지방국토관리청
도로계획과
(033)749-8269
FAX 742-9507
춘천시
재난관리과
(033) 250-3653
250-3497
FAX 250-3591
강릉시
재난관리과
(033)
640-5237
640-5943
FAX 640-4485
각 공사현장
별도
홍천국도
(033)430-9151
FAX 433-2071
강릉국도
(033)650-8814
FAX 650-8819
정선국도
(033)563-0758
FAX 562-7079
각 국도관리사무소별로 수해대책 유관기관 협조(비상연락망)체제 구축

## <홍천국도>



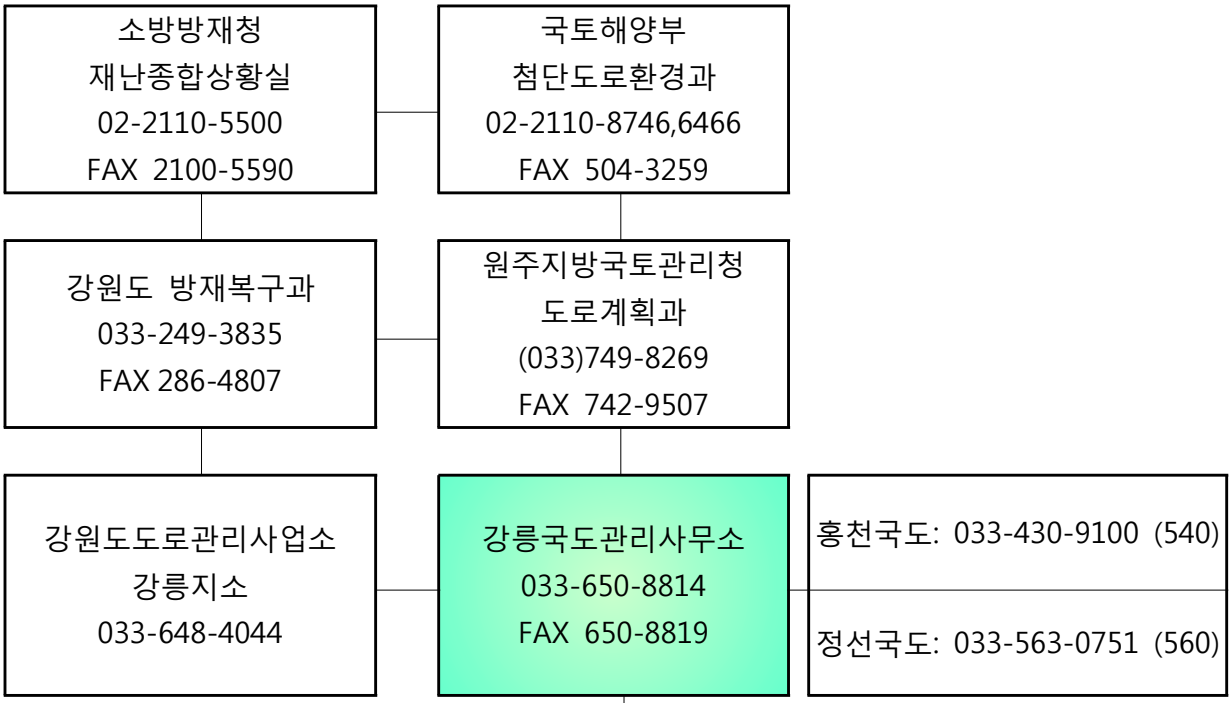

| 지역 | 군 청 | 경찰서 (교통계) |
|---|---|---|
| 원주 | 033-742-2111 | 732-0112 |
| 홍천 | 033-432-7801 | 433-5000 |
| 춘천 | 033-250-3114 | 241-0112 |
| 양구 | 033-481-2191 | 482-0112 |
| 인제 | 033-461-2122 | 461-0112 |
| 횡성 | 033-340-2114 | 343-9659 |
| 철원 | 033-450-5151 | 452-3312 |
| 화천 | 033-442-1211 | 442-1112 |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

| | |
|---|---|
| 안보 검문소 | 263-2552 |
| 문막 검문소 | 732-2721 |
| 수인 터널 | 482-7183 |

| |
|---|
| K·B·S 760-7000 |
| M·B·C 259-1215 |
| 교통방송 749-0114 |
| 강원경찰청 경비교통과 244-4972 |
| 홍천아산병원 430-5151 |

| 도로공사 |
|---|
| 홍천지사 430-7400 |
| 춘천기상대251-0365 |
| 강원도청 건설과 033-249-3441 |
| 강원도청 재난관리과 033-249-3660 |

## <강릉국도>



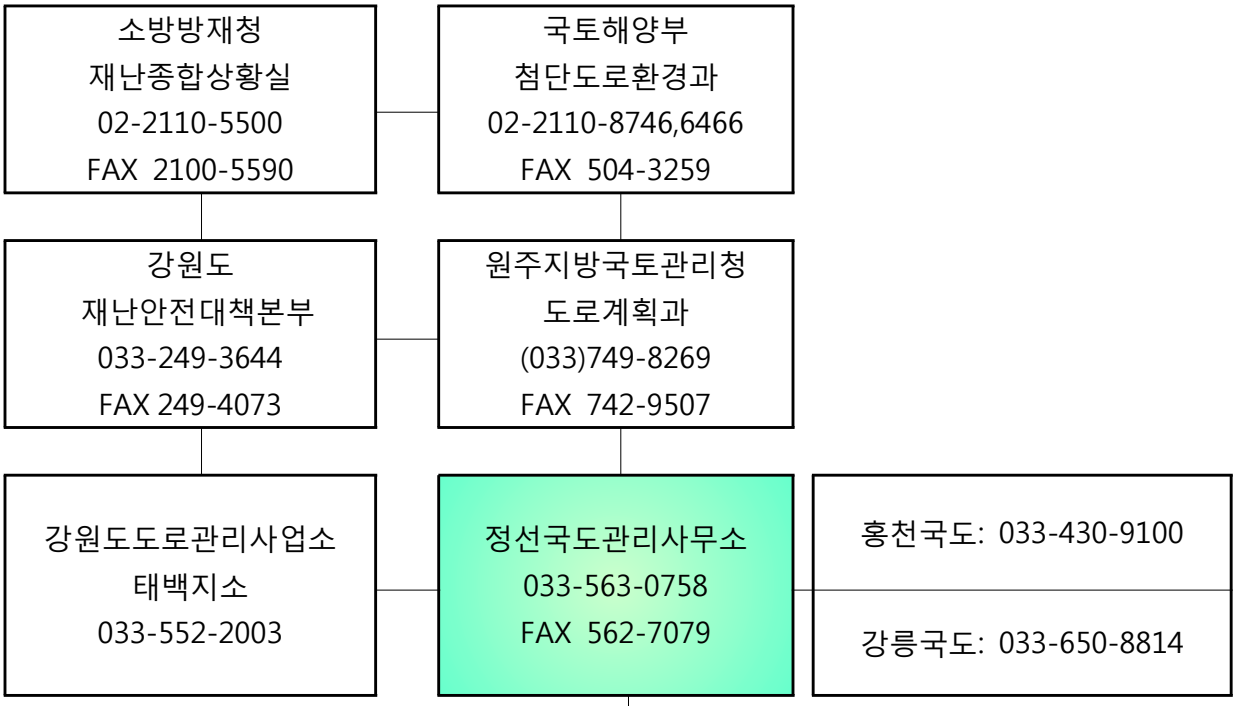

| 지역 | 시 군 청 | 경찰서 (교통계) |
|---|---|---|
| 강릉 | 033-640-4114 | 653-5000 |
| 동해 | 033-533-3011 | 532-5000 |
| 속초 | 033-633-3171 | 631-7067 |
| 삼척 | 033-573-2011 | 573-0010 |
| 홍천 | 033-432-7801 | 433-5000 |
| 평창 | 033-332-2000 | 332-5000 |
| 인제 | 033-461-2122 | 461-1190 |
| 양양 | 033-670-2114 | 573-2112 |
| 고성 | 033-680-3114 | 681-3330 |

| | |
|---|---|
| 현북 검문소 | 033-672-5583 |
| 양양 출장소 | 033-672-6430 |
| | |
| | |
| | |
| | |

| |
|---|
| K·B·S 640-7100 |
| M·B·C 650-2114 |
| G·T·B 647-8882 |
| 강원일보 651-4881 |
| 강원 도민일보 652-7000 |

| 도로공사 |
|---|
| 강원본부 730-9400 |
| 대관령지사 335-7228 |
| 동해기상대 535-0365 |
| 속초기상대 632-0365 |
| 대관령 기상대 335-0365 |

## <정선국도>




| 지역 | 군 청 | 경찰서 (교통계) |
|---|---|---|
| 삼척 | 033-572-2011 | 573-0010 |
| 정선 | 033-562-3911 | 562-5113 |
| 영월 | 033-374-2101 | 373-5010 |
| 평창 | 033-332-3002 | 332-5000 |

| | |
|---|---|
| 미로 검문소 | 033-573-3156 |
| 각한터널 관리소 | 033-375-7371 |
| 두문동 터널 관리소 | 033-591-8301 |

KBS(태백) 670-7100

MBC(삼척) 360-2000

영서방송 033-747-6700

강원지방경찰청 경비교통과 033-244-4972

영월의료원 033-374-0337

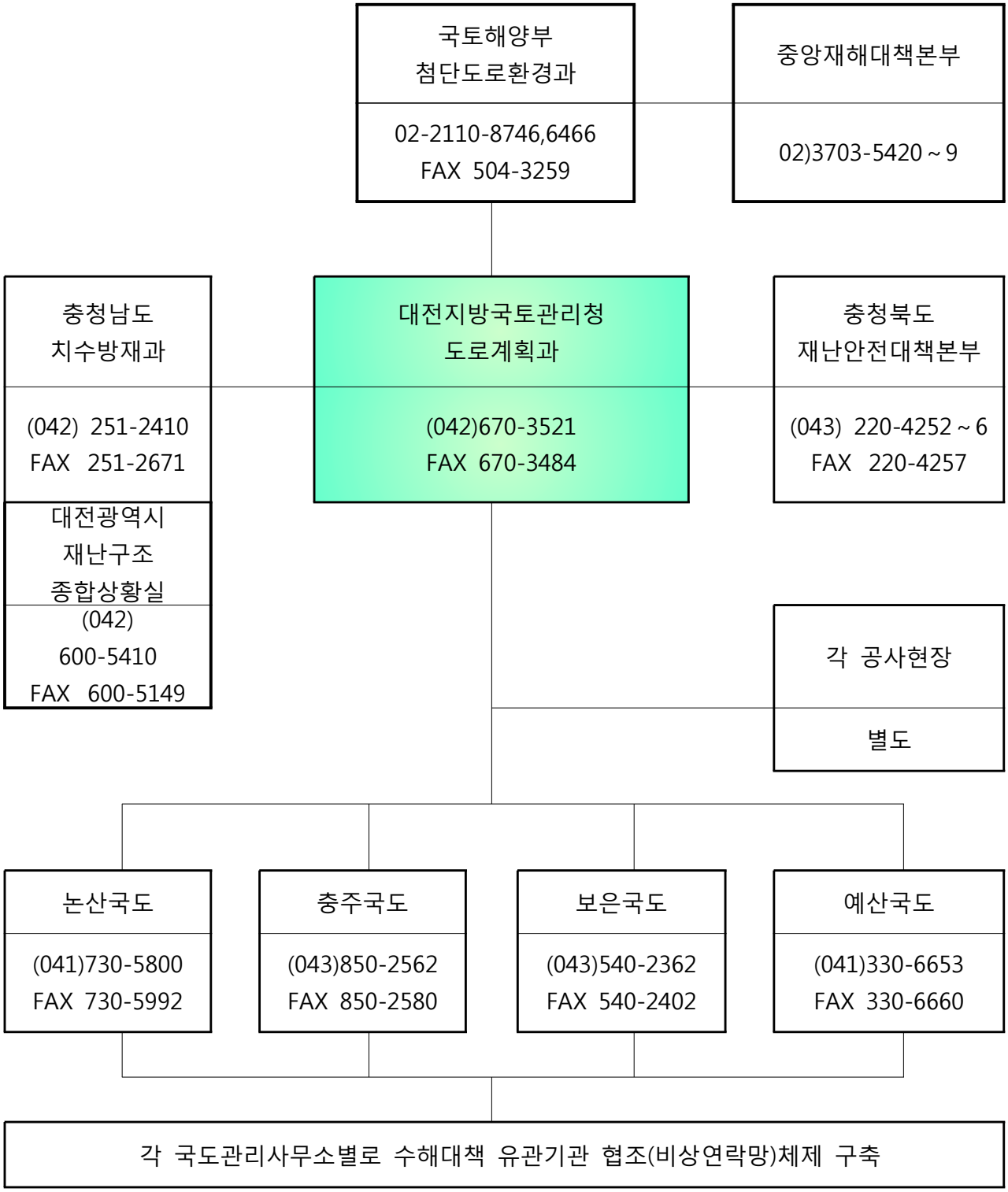
도로공사 대관령지사 033-335-7228

강원기상청 033-643-0365

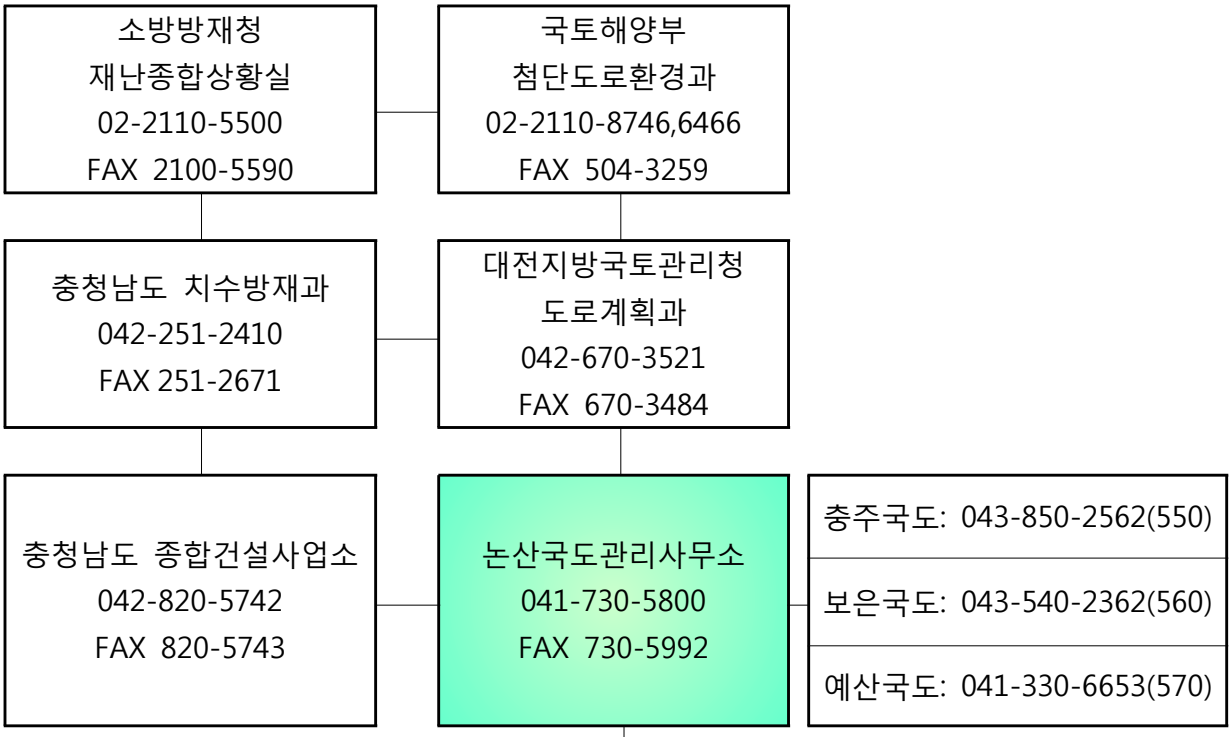
강원도 도로관리사업소 033-743-2663

강원도청 도로교통과 033-249-3625

## <대전지방국토관리청>


국토해양부
첨단도로환경과
02-2110-8746,6466
FAX 504-3259
중앙재해대책본부
02)3703-5420 ~ 9
충청남도
치수방재과
(042) 251-2410
FAX 251-2671
대전지방국토관리청
도로계획과
(042)670-3521
FAX 670-3484
충청북도
재난안전대책본부
(043) 220-4252 ~ 6
FAX 220-4257
대전광역시
재난구조
종합상황실
(042)
600-5410
FAX 600-5149
각 공사현장
별도
논산국도
(041)730-5800
FAX 730-5992
충주국도
(043)850-2562
FAX 850-2580
보은국도
(043)540-2362
FAX 540-2402
예산국도
(041)330-6653
FAX 330-6660
각 국도관리사무소별로 수해대책 유관기관 협조(비상연락망)체제 구축

## <논산국도>



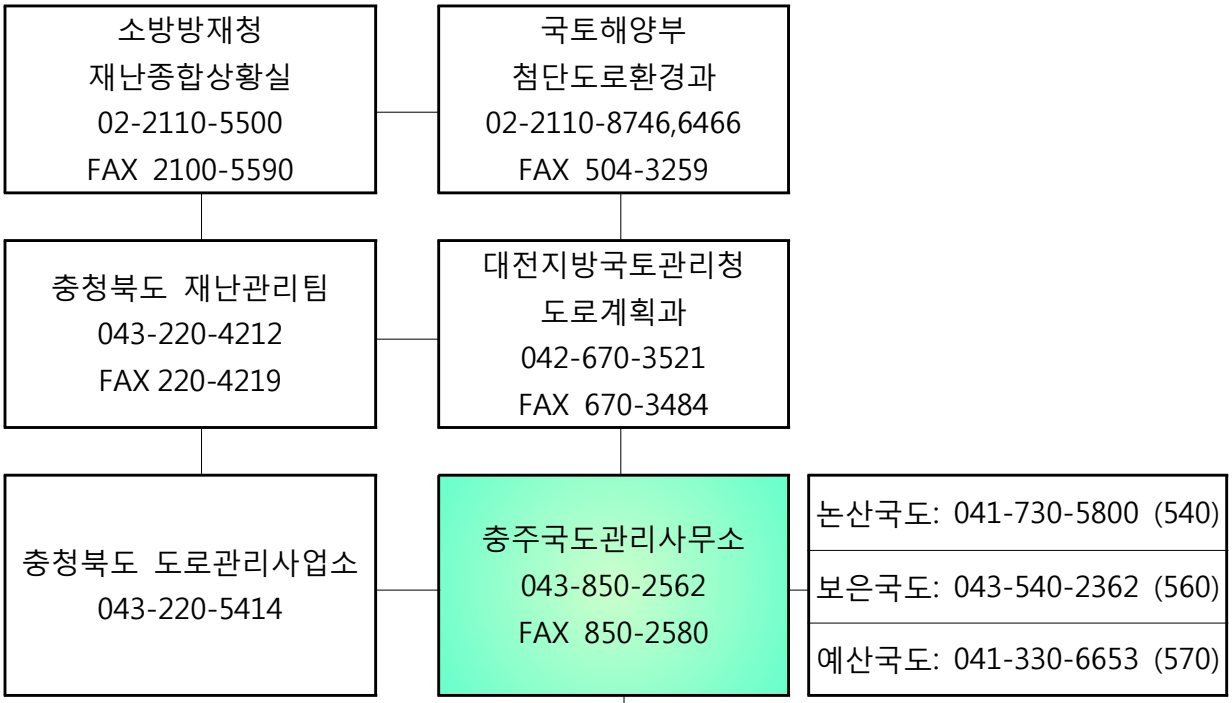

| 지역 | 시(군) 청 | 경찰서 (상황실) |
|---|---|---|
| 대전 | 042-600-2222 | 둔산경찰서 (상황실) 476-0112 |
| 논산 | 041-730-3264 | 733-0112 |
| 공주 | 041-840-2824 | 854-0112 |
| 계룡 | 042-840-2662 | 논산경찰서 |
| 부여 | 041-830-2421 | 836-1112 |
| 연기 | 041-861-2941 | 865-0112 |
| 청양 | 041-940-2498 | 943-0112 |
| 금산 | 041-750-2861 | 751-0112 |
| 서천 | 041-950-4491 | 956-0112 |

| | |
|---|---|
| 정안 검문소 | 041-854-7374 |
| 마달 터널 | 041-752-4997 |
| 계룡 1,2 터널 | 042-825-0631 |
| 금강 홍수 통제소 | 041-853-1072 |

| |
|---|
| 대전KBS (042)470-7433 |
| 대전MBC (042)222-3002 |
| TJB (042)281-1273 |
| 충남경찰청 경비교통과 (042)253-1133 |
| 백제병원 733-0007 |

| |
|---|
| 도로공사 충청지역본부 (042)630-7114 |
| 대전지방 기상청 (042)863-0365 |
| 대전건설 관리본부 042-600-5700 |
| 충남도청 도로교통과 042-220-3620 |

## <충주국도>



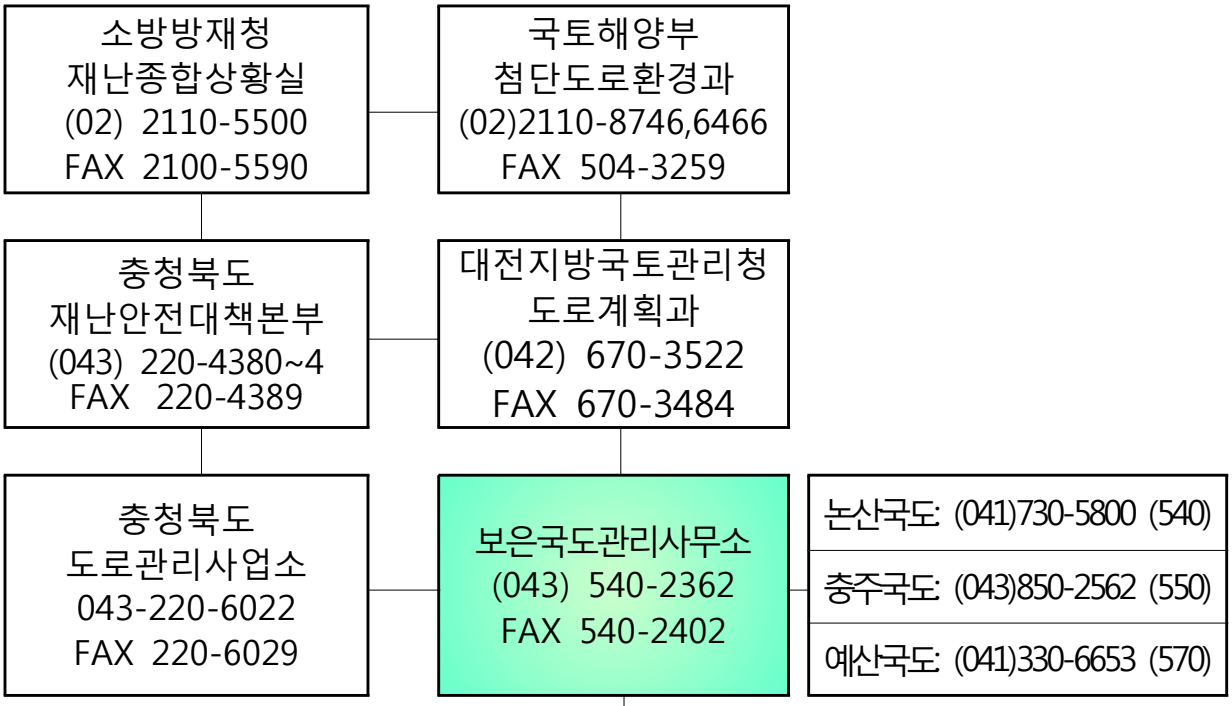

| 지역 | 시·군 청 | 경찰서 (교통계) |
|---|---|---|
| 충주 | 043-855-9717 ~ 9 | 842-5123 |
| 제천 | 043-641-5640 ~ 9 | 642-5000 |
| 음성 | 043-871-3491 ~ 2 | 872-8201 |
| 괴산 | 043-830-3758 | 833-3500 |
| 증평 | 043-835-3941 ~ 3 | 833-3500 |
| 단양 | 043-420-3497 | 421-5000 |

| | |
|---|---|
| 제천과적검문소 | 043-647-1823 |
| 동량이동과적검문소 | 043-853-8445 |
| 박달재터널관리사무소 | 043-652-3047 |
| 다릿재터널관리사무소 | 043-652-3771 |
| 소조령터널관리사무소 | 043-833-2599 |
| 한강홍수통제소 | 02-596-4053 |
| 충주댐관리사무소 | 043-840-1211 |

| |
|---|
| KBS충주<br>043-843-3413 |
| MBC충주<br>043-843-2344 |
| 교통방송<br>02-970-1339 |
| 충북경찰청 교통과<br>043-240-2153 |
| 청주기상대<br>043-263-0365 |

| |
|---|
| 도로공사 진천지사<br>043-532-1270 |
| 대전지방기상청<br>042-862-0366 |
| 충청북도 도로관리사업소 충주지소<br>043-220-5441 |
| 충북도청 건설재난과<br>043-220-4210 |

**<보은국도>**



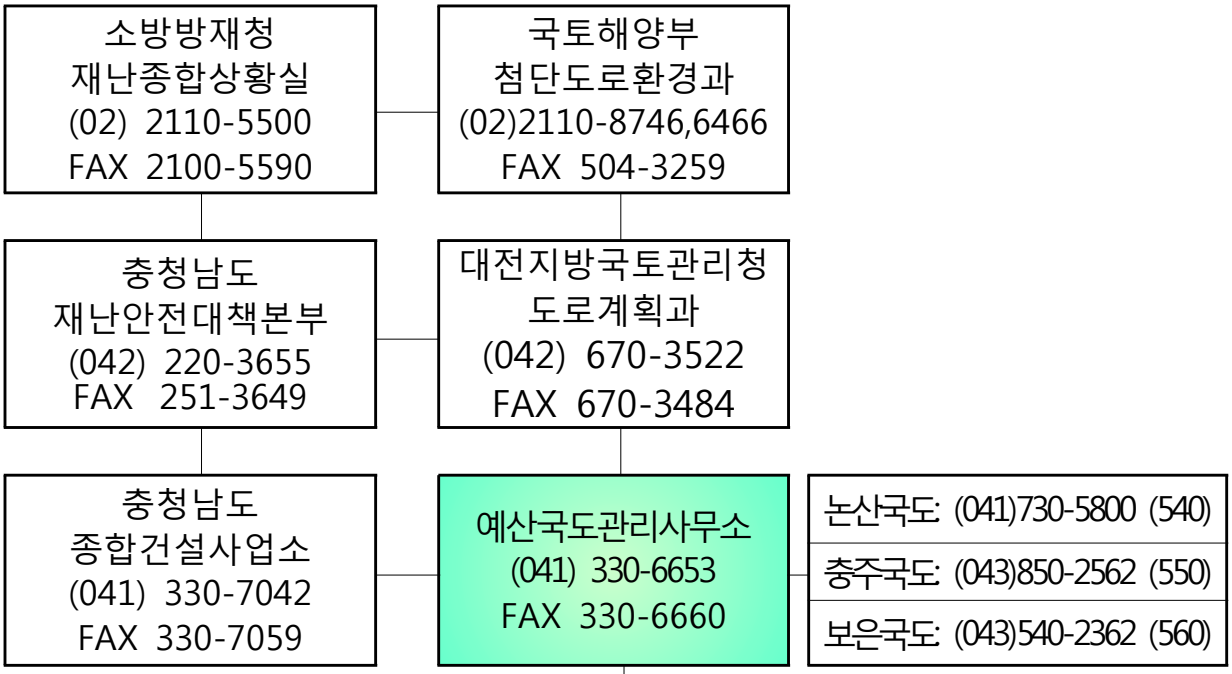

| 지역 | 시·군 청 | 경찰서 (교통계) |
|---|---|---|
| 청주 | 043-220-2972 | 266-7330 |
| | | 251-1317 |
| 영동 | 043-740-3903 | 742-5000 |
| 옥천 | 043-730-3103 | 732-5000 |
| 진천 | 043-539-3691 | 532-5000 |
| 보은 | 043-540-3471 | 540-1352 |
| 괴산 | 043-830-3480 | 830-1352 |
| 증평 | 043-835-3821 | 836-2112 |

| | |
|---|---|
| 심천 검문소 | 043-742 -7554 |
| 북이 검문소 | 043-214 -2842 |
| 진천 터널관리 사무소 | 043-536 -7007 |
| 봉계 터널관리 사무소 | 043-542- 3352 |
| 속리 터널관리 사무소 | 043-544- 8201 |
| 도로공사 진천지사 | 043-532 -1270 |
| 도로공사 영동지사 | 043-740 -7208~9 |
| 도로공사 보은지사 | 043-540 -5312 |

| |
|---|
| 청주KBS 043-260 -7432 |
| 청주MBC 043-229 -7000 |
| CJB 043-279 -3706 |
| 충북경찰청 경비계 043-240 -2356 |
| 대청댐 042-930 -7211 |

| |
|---|
| 도로공사 충청지역 042-630 -7114 |
| 청주기상대 043-265 -7504 |
| 추풍령기상대 043-742 -2619 |
| 충북도청 도로과 043-220 -4100 |
| 도로관리 사업소 옥천지소 043-220 -6092 |

**<예산국도>**



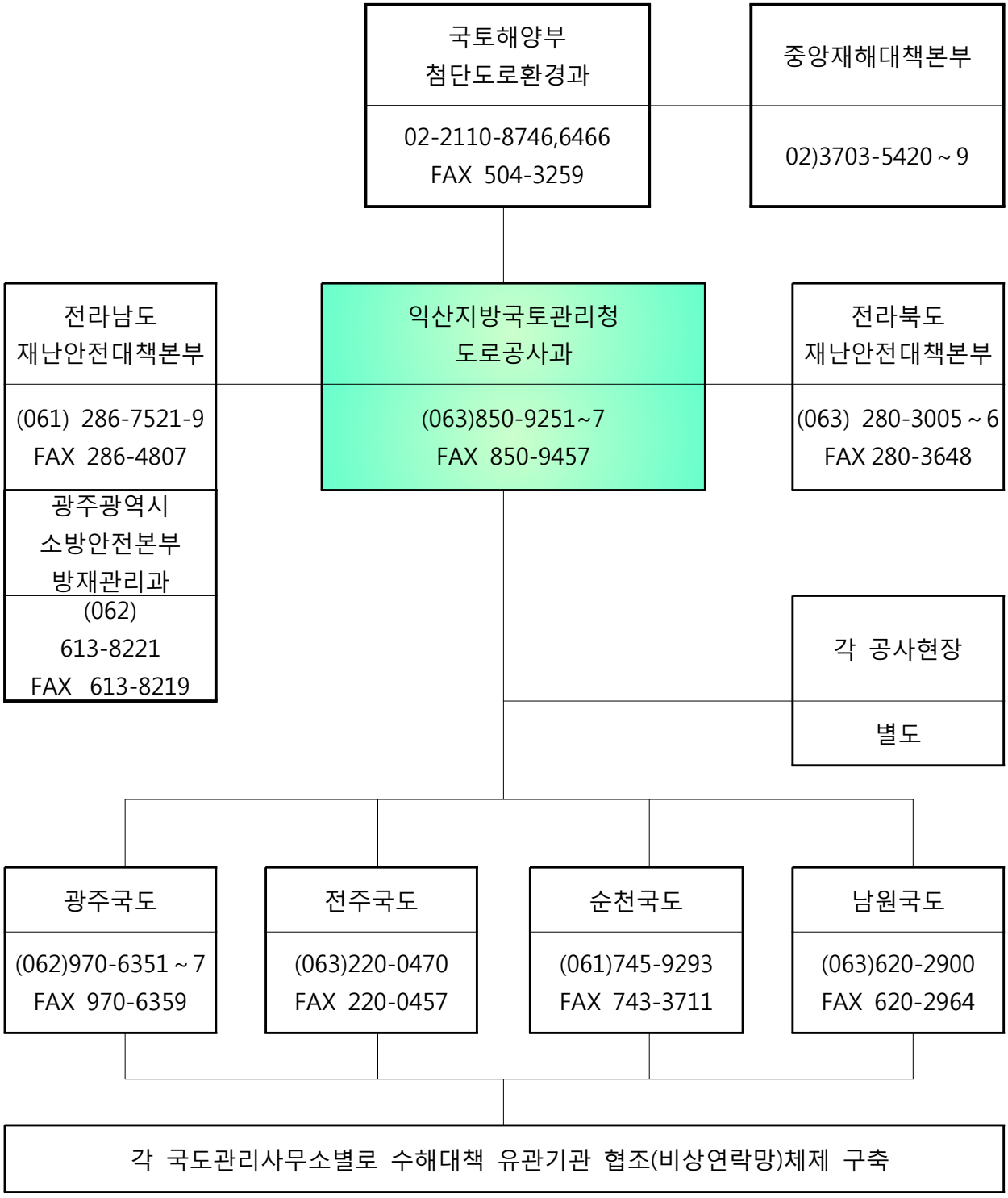

| 지역 | 시(군)청 | 경찰서 (교통계) |
|---|---|---|
| 천안 | 041-551-2011 | (서북경찰서) 536-1352 |
| | | (동남경찰서) 590-2351 |
| 아산 | 041-540-2114 | 538-9352 |
| 서산 | 041-660-2114 | 689-9252 |
| 보령 | 041-930-3114 | 939-0352 |
| 당진 | 041-350-3114 | 353-5000 |
| 예산 | 041-339-7114 | 335-0101 |
| 홍성 | 041-630-1114 | 632-5000 |
| 태안 | 041-670-2114 | - |

| | |
|---|---|
| 공세리 검문소 | 041-533 7188 |
| 성환 검문소 | 041-582 -0890 |
| 인주 검문소 | 041-533 -1101 |
| 서천 출장소 | 041-952 -8322 |

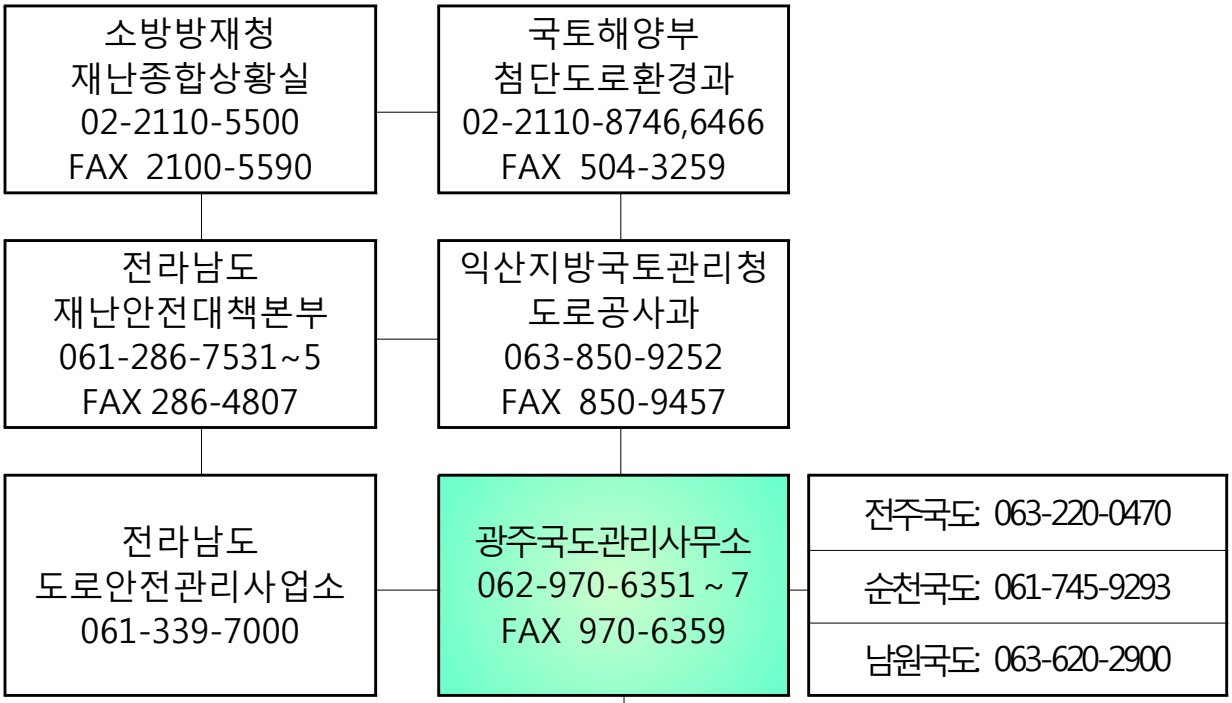
| |
|---|
| 대전KBS 042-470 -7433 |
| 대전MBC 042-330 -3030 |
| 대전교통방송 042-600 -1114 |
| 순천향대병원 041-574 -3710 |
| 홍성의료원 041-630 -6119 |

| |
|---|
| 도로공사 충청지역 042-630 -7114 |
| 천안기상대 041-576 -0365 |
| 충청남도 소방안전본부 042-220 -3711 |
| 충남지방 경찰청 042-251 -1404 |

## <익산지방국토관리청>


국토해양부
첨단도로환경과
02-2110-8746,6466
FAX 504-3259
중앙재해대책본부
02)3703-5420 ~ 9
전라남도
재난안전대책본부
(061) 286-7521-9
FAX 286-4807
익산지방국토관리청
도로공사과
(063)850-9251~7
FAX 850-9457
전라북도
재난안전대책본부
(063) 280-3005 ~ 6
FAX 280-3648
광주광역시
소방안전본부
방재관리과
(062)
613-8221
FAX 613-8219
각 공사현장
별도
광주국도
(062)970-6351 ~ 7
FAX 970-6359
전주국도
(063)220-0470
FAX 220-0457
순천국도
(061)745-9293
FAX 743-3711
남원국도
(063)620-2900
FAX 620-2964
각 국도관리사무소별로 수해대책 유관기관 협조(비상연락망)체제 구축

**<광주국도>**




| 지역 | 군 청 | 경찰서(교통계) |
|---|---|---|
| 나주 | 061-330-8406 | 339-0252 |
| 담양 | 061-380-3360~4 | 382-0182 |
| 장성 | 061-390-7778 | 393-0182 |
| 강진 | 061-430-3360 | 432-0182 |
| 해남 | 061-530-5454 | 530-1352 |
| 완도 | 061-550-5770 | 554-5500 |
| 진도 | 061-540-3481 | 542-2151 |
| 화순 | 061-379-3801 | 372-2688 |
| 영광 | 061-350-5487 | 351-1018 |
| 함평 | 061-320-3481 | 322-3193 |
| 무안 | 061-450-5497 | 452-7171 |
| 신안 | 061-240-8478 | 270-0352 |
| 영암 | 061-470-2264 | 471-9072 |

| | |
|---|---|
| 무안검문소 | 061-281-9947 |
| 영암검문소 | 061-464-9906 |
| 진도대교관리사무소 | 061-533-7957 |
| 영산강홍수통제소 | 062-600-8313 |
| 해남출장소 | 061-536-6436 |

| |
|---|
| K·B·S<br>062) 610-7424 |
| M·B·C<br>062) 360-2315 |
| 교통방송<br>062) 970-1114 |
| 전남경찰청<br>교통과(062) 607-2652 |
| 첨단병원<br>062) 601-8119 |

| 도로공사 |
|---|
| 호남지역본부<br>062-570-7114 |
| 기 상 청<br>062-720-0336 |
| 광주건설관리본부<br>062-613-2319 |
| 전남도청<br>도로교통과<br>061-286-7410 |

## <남원국도>

| 광주국도관리사무소 |
| --- |
| 전화 : 062) 970-6351~7<br>FAX : 062-970-6359 |

| 전주국도관리사무소 |
| --- |
| 전화 : 063) 220-0470<br>FAX : 063-220-0457 |

| 순천국도관리사무소 |
| --- |
| 전화 : 061) 745-9293<br>FAX : 061-743-3711 |

| 논산국도관리사무소 |
| --- |
| 전화 : 041) 730-5862 |

| 보은국도관리사무소 |
| --- |
| 전화 : 043) 540-2362 |

| 전주 KBS 방송국 |
| --- |
| 전화 : 063) 270-7100 |

| 전주 MBC 방송국 |
| --- |
| 전화 : 063) 220-8000 |

| 관 할 기 상 대 | |
| --- | --- |
| 전주기상대 | 063) 284-0131 |
| 남원기상대 | 063) 625-4687 |
| 순창관측소 | 063) 653-5321 |

| 남원국도관리사무소 |
| --- |
| 전화 : 063) 620-2900<br>FAX : 063-620-2964<br>무주출장소(324-0176) |

### 경찰서 및 소방서

| 장 수 경 찰 서<br>063) 353-3112 |
| --- |
| 장수 119 안전센터<br>063) 351 - 9119 |

| 임 실 경 찰 서<br>063) 644 - 5500 |
| --- |
| 임실 119 안전센터<br>063) 642 - 2119 |

| 순 창 경 찰 서<br>063) 650 - 8246 |
| --- |
| 순창 119 안전구조센터<br>063) 653 - 7119 |

| 남 원 경 찰 서<br>063) 633 - 5001 |
| --- |
| 남 원 소 방 서<br>063) 625 - 0119 |

| 무 주 경 찰 서<br>063) 322 - 3184 |
| --- |
| 무주 119 안전센터<br>063) 322 - 2121 |

| 진 안 경 찰 서<br>063) 433 - 1471 |
| --- |
| 진안 119 안전센터<br>063) 433 - 0119 |

| 무진장 소방서<br>063-353-6119 |
| --- |

| 전 라 북 도 청 | |
| --- | --- |
| 치수방재과 | 063) 280 - 3005~6 |
| 도로공항과 | 063) 280 - 4395 |
| 도로관리사업소 | 063) 290 - 6709 |

| 남 원 시 청 |
| --- |
| 063) 620-6114, 팩스633-0444 |

| 순 창 군 청 |
| --- |
| 063) 653-2101,팩스 650-1430 |

| 임 실 군 청 |
| --- |
| 063) 640-2114 팩스 640-2179 |

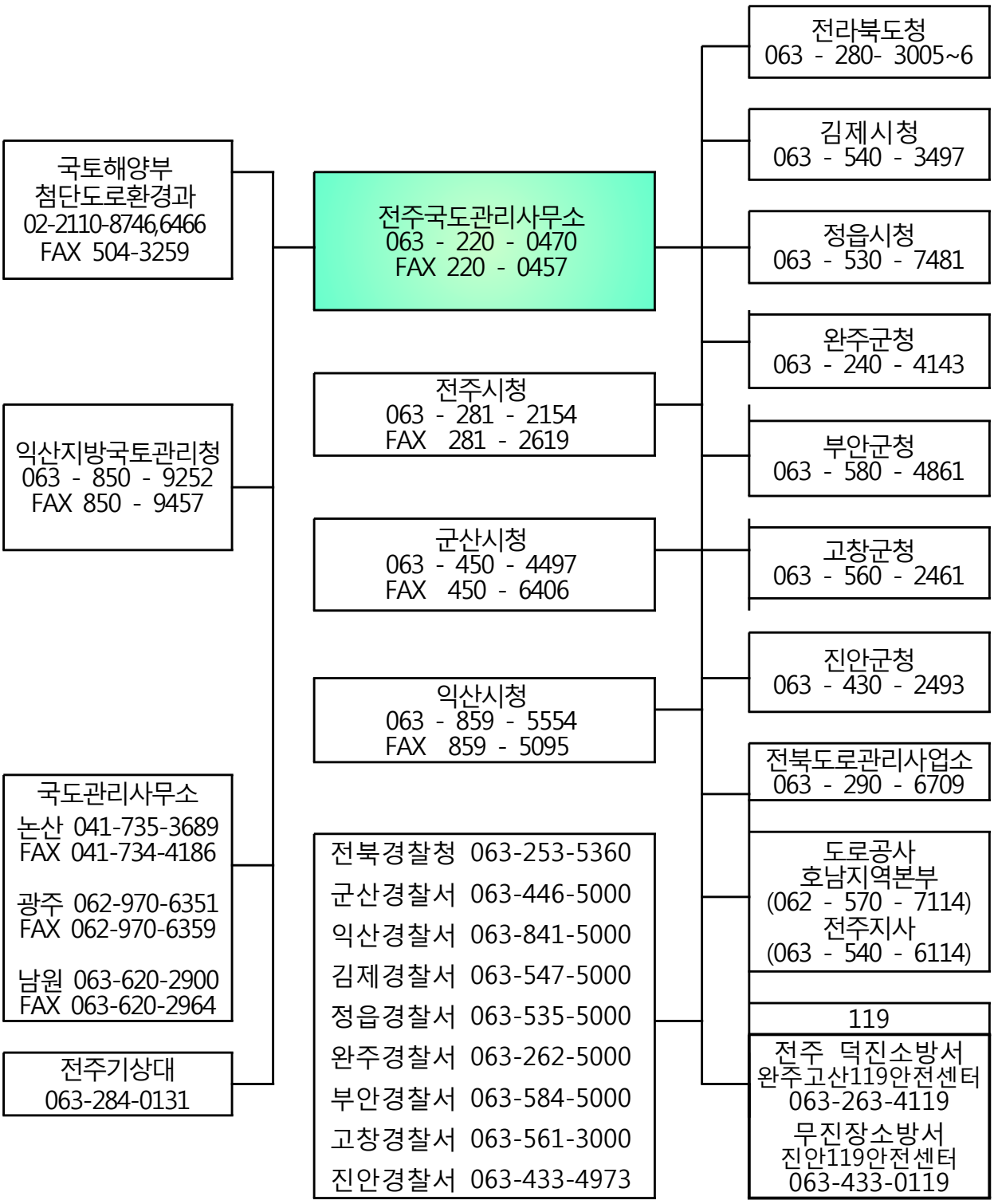
| 장 수 군 청 |
| --- |
| 063) 350-2141, 팩스 351-2327 |

| 무 주 군 청 |
| --- |
| 063) 320-2114, 팩스 320-2115 |

| 진 안 군 청 |
| --- |
| 063) 430 - 2114, 팩스 430-2726 |

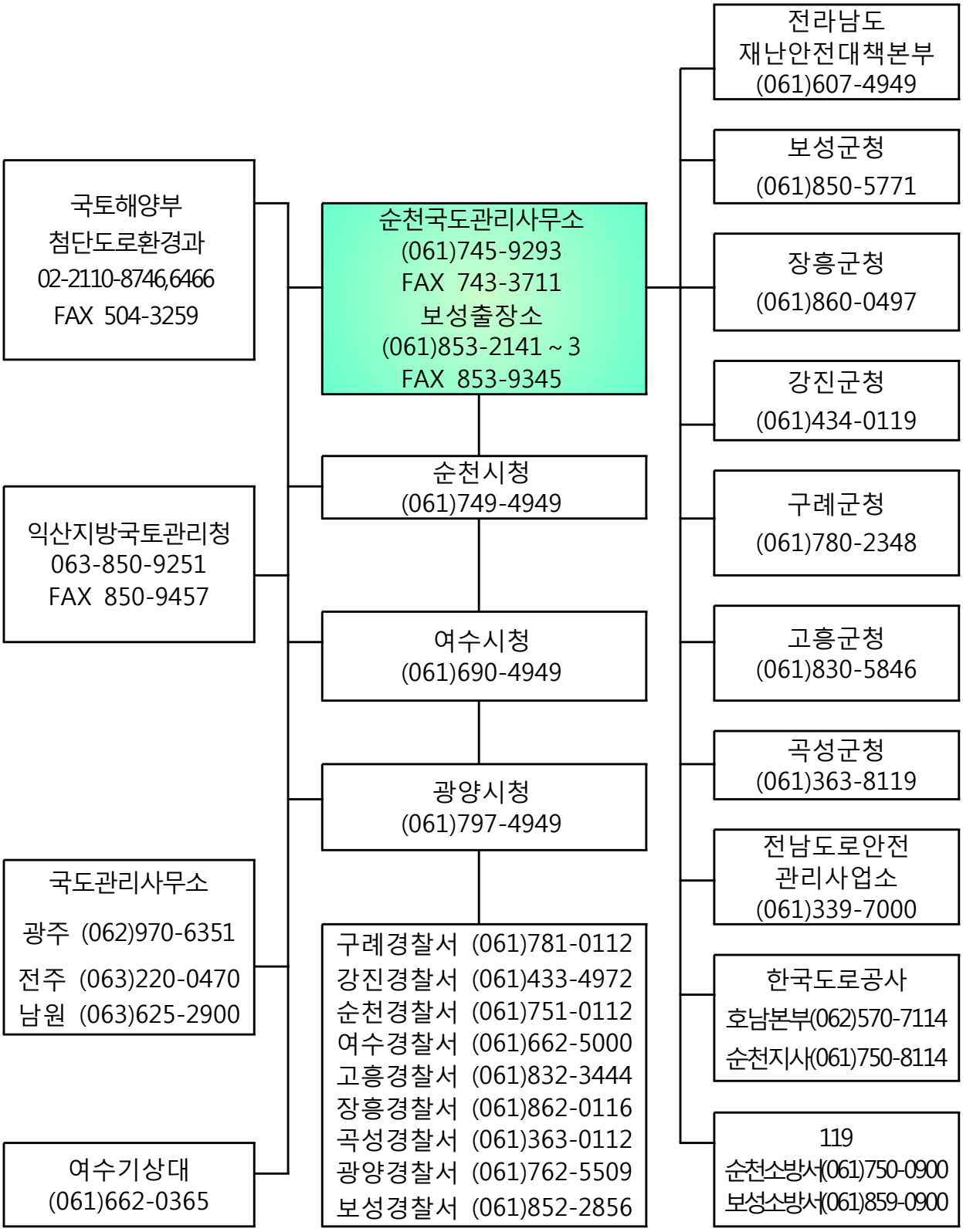
| 7733부대 제3대대 |
| --- |
| 063-633-8113 |

## <전주국도>

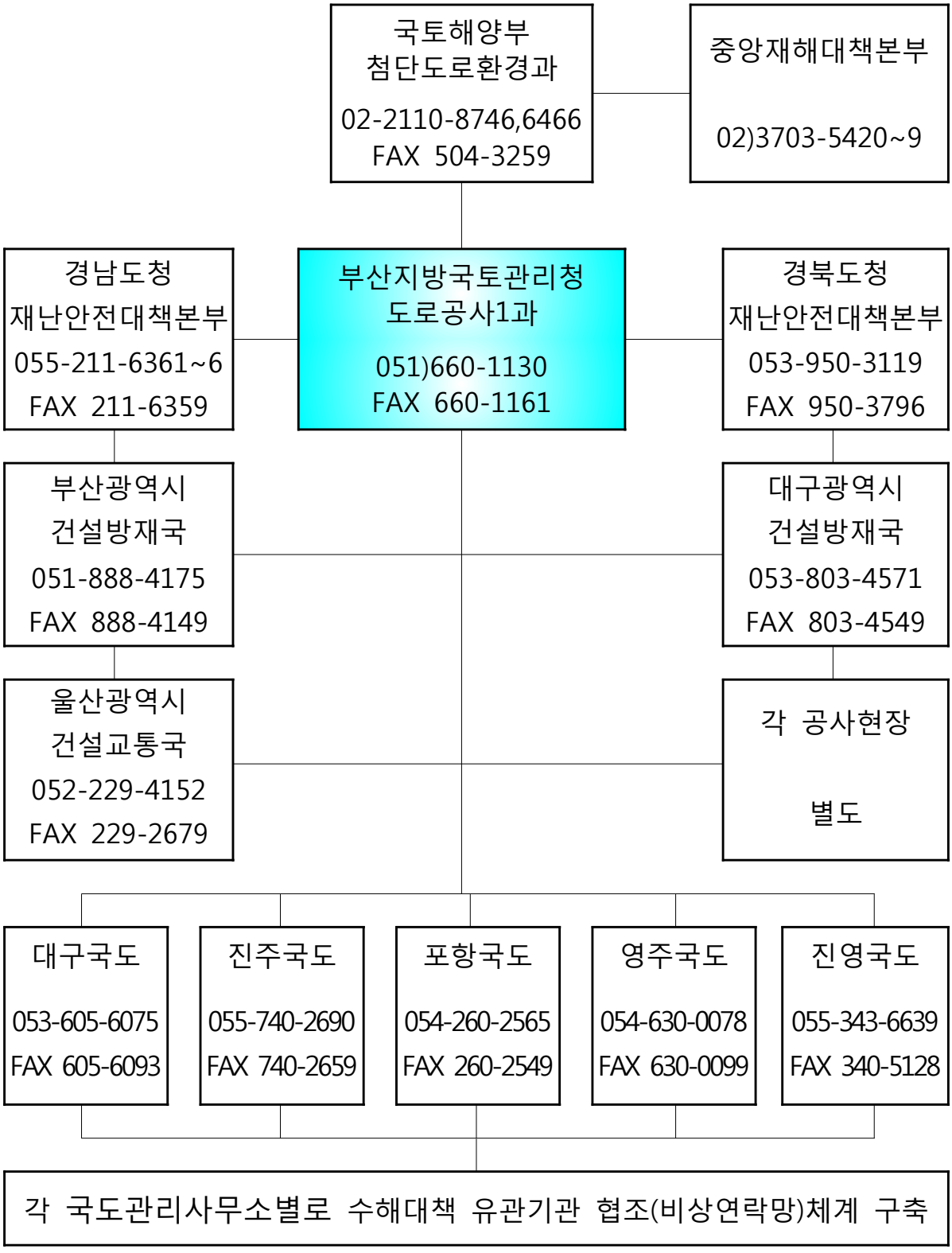



· KBS전주방송국(063-270-7114), 전주MBC방송국(063-220-8013),
JTV전주방송국(063-250-5281), YTN방송국(063-251-0303)

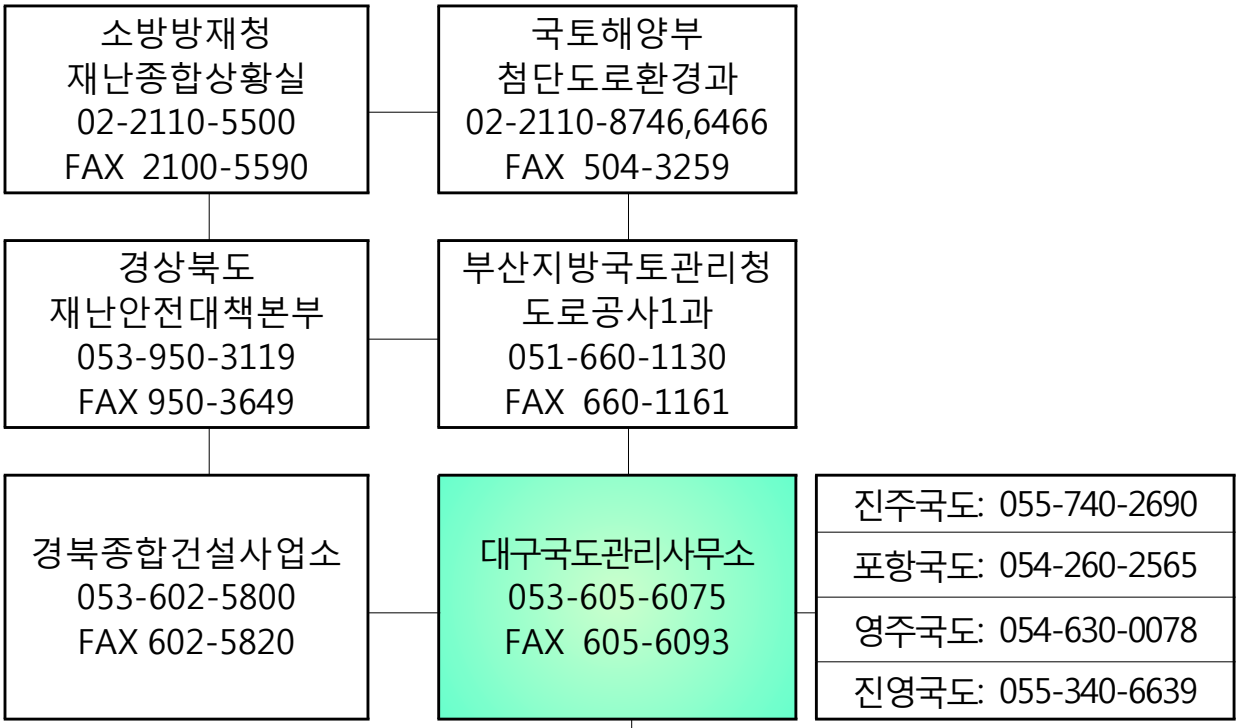
## <순천국도>


국토해양부
첨단도로환경과
02-2110-8746,6466
FAX 504-3259
익산지방국토관리청
063-850-9251
FAX 850-9457
국도관리사무소
광주 (062)970-6351
전주 (063)220-0470
남원 (063)625-2900
여수기상대
(061)662-0365
순천국도관리사무소
(061)745-9293
FAX 743-3711
보성출장소
(061)853-2141~3
FAX 853-9345
순천시청
(061)749-4949
여수시청
(061)690-4949
광양시청
(061)797-4949
구례경찰서 (061)781-0112
강진경찰서 (061)433-4972
순천경찰서 (061)751-0112
여수경찰서 (061)662-5000
고흥경찰서 (061)832-3444
장흥경찰서 (061)862-0116
곡성경찰서 (061)363-0112
광양경찰서 (061)762-5509
보성경찰서 (061)852-2856
전라남도
재난안전대책본부
(061)607-4949
보성군청
(061)850-5771
장흥군청
(061)860-0497
강진군청
(061)434-0119
구례군청
(061)780-2348
고흥군청
(061)830-5846
곡성군청
(061)363-8119
전남도로안전
관리사업소
(061)339-7000
한국도로공사
호남본부(062)570-7114
순천지사(061)750-8114
119
순천소방서(061)750-0900
보성소방서(061)859-0900

## <부산지방국토관리청>


국토해양부
첨단도로환경과
02-2110-8746,6466
FAX 504-3259
중앙재해대책본부
02)3703-5420~9
경남도청
재난안전대책본부
055-211-6361~6
FAX 211-6359
부산지방국토관리청
도로공사1과
051)660-1130
FAX 660-1161
경북도청
재난안전대책본부
053-950-3119
FAX 950-3796
부산광역시
건설방재국
051-888-4175
FAX 888-4149
대구광역시
건설방재국
053-803-4571
FAX 803-4549
울산광역시
건설교통국
052-229-4152
FAX 229-2679
각 공사현장
별도
대구국도
053-605-6075
FAX 605-6093
진주국도
055-740-2690
FAX 740-2659
포항국도
054-260-2565
FAX 260-2549
영주국도
054-630-0078
FAX 630-0099
진영국도
055-343-6639
FAX 340-5128
각 국도관리사무소별로 수해대책 유관기관 협조(비상연락망)체계 구축

**<대구국도>**



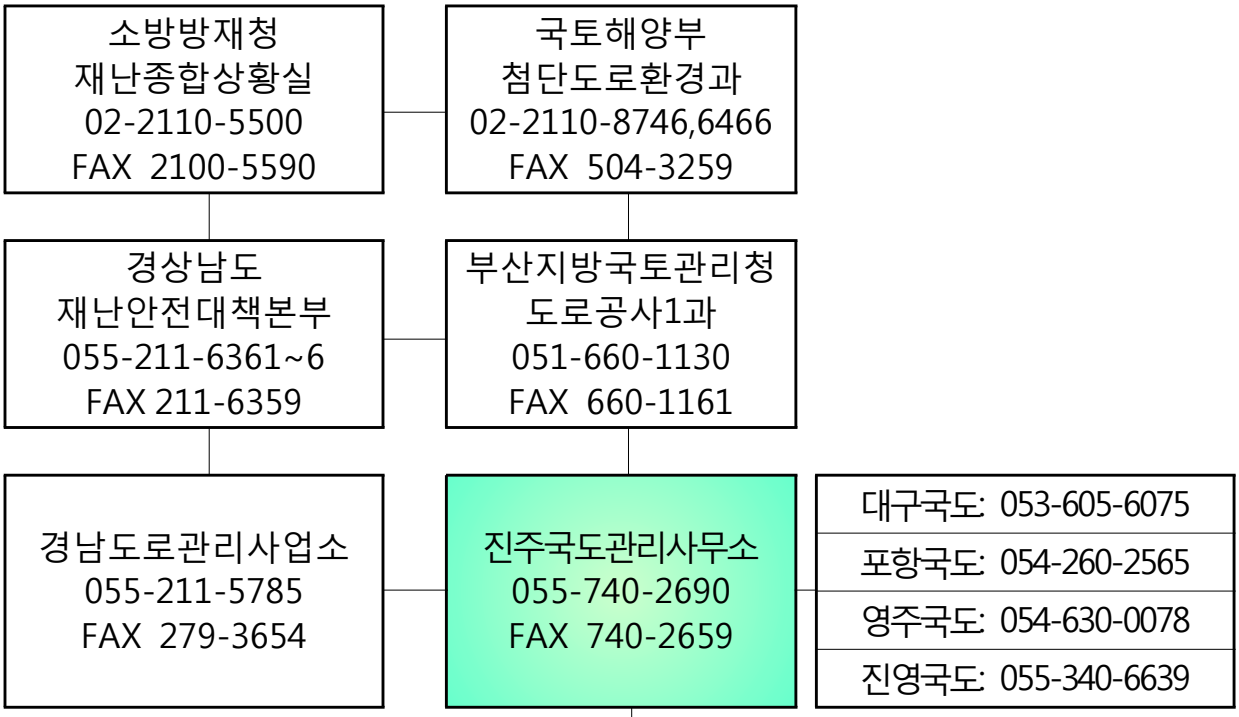

| 지역 | 군(시) 청 | 경찰서 (교통계) |
|---|---|---|
| 달성 | 053-668-2000 | 614-0182 |
| 김천 | 054-420-6332 | 434-5000 |
| 경산 | 053-811-2231 | 770-0356 |
| 상주 | 054-533-2001 | 532-5000 |
| 구미 | 054-450-6114 | 450-3332 |
| 의성 | 054-830-6114 | 834-5123 |
| 청도 | 054-372-1705 | 372-0182 |
| 칠곡 | 054-973-3321 | 973-2176 |
| 군위 | 054-383-2181 | 380-0356 |
| 성주 | 054-933-0021 | 933-5000 |
| 고령 | 054-950-6312 | 956-0112 |
| 신안 | 061-243-2171~5 | 270-0352 |
| 영암 | 061-473-2191~5 | 471-4572 |

| | |
|---|---|
| 가산 검문소 | 054-971 -9722 |
| 약목 검문소 | 054-974 -8734 |
| 다사 검문소 | 053-581 -5948 |
| 성산 검문소 | 054-956 -5424 |
| 낙동강 홍수 통제소 | 051-205 -6341 |

| |
|---|
| K·B·S 757-7422 |
| M·B·C 744-5002 |
| 교통방송 606-0114 |
| 경북경찰청 교통과 429-2151 |
| 경북대병원 422-1141 |

| |
|---|
| 도로공사 경북지사 320-9400 |
| 기 상 청 952-0365 |
| 경북도청 도로교통과 950-3621 |

**<진주국도>**



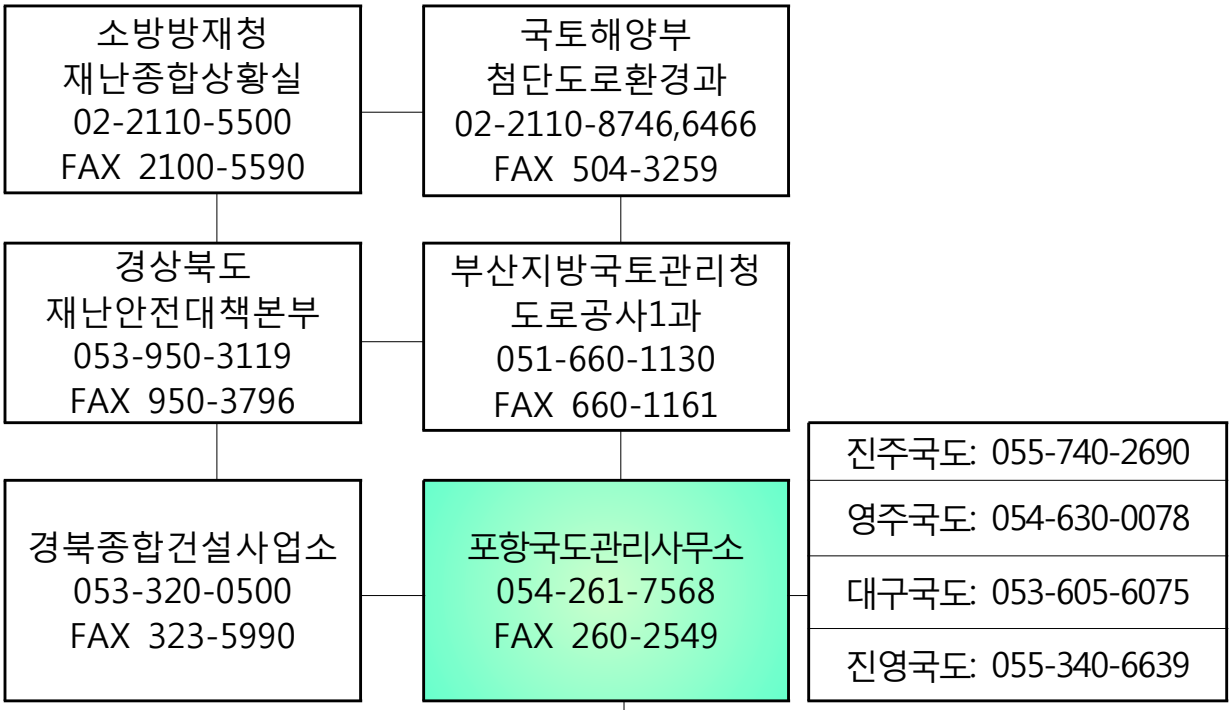

| 지역 | 시, 군 | 경찰서 (교통계) |
|---|---|---|
| 진주 | 055-749-5406~7 | 741-1215 |
| 통영 | 055-650-4543~5 | 646-0418 |
| 사천 | 055-830-8683 | 835-4982 |
| 거제 | 055-639-3730~2 | 688-4982 |
| 의령 | 055-570-2497 | 572-4972 |
| 함안 | 055-580-2763~5 | 582-1503 |
| 창녕 | 055-530-2636~8 | 533-7228 |
| 남해 | 055-860-2423~4 | 862-7799 |
| 하동 | 055-880-2253~4 | 884-4972 |
| 산청 | 055-970-7022~3 | 973-3684 |
| 함양 | 055-960-6722~3 | 963-8848 |
| 거창 | 055-940-3384 | 942-7319 |
| 합천 | 055-930-3892~3 | 931-6556 |
| 고령 | 054-950-6337 | 954-0293 |

| | |
|---|---|
| 거창 출장소 | 055-941-0670 |
| 남해 대교 검문소 | 055-863-5018 |
| 거제 대교 검문소 | 055-635-8331 |
| 낙동강 홍수 통제소 | 051-205-6341 |
| 진주 소방서 | 055-760-9200 |
| 남강댐 관리 사무소 | 055-750-1240~1 |

| |
|---|
| 진주 MBC 055-740-2121 |
| 진주 KBS 055-740-7141 |
| 경남일보 055-751-1044 |
| 경남경찰청 경비교통과 284-3434 |
| 도 소방분부 211-6119 |

| 도로공사 |
|---|
| 경남지부 250-7299 |
| 진주기상대 752-0365 |
| 경상남도 도로과 211-4523 |
| 경상북도 도로과 053-950-3620 |

**<포항국도>**



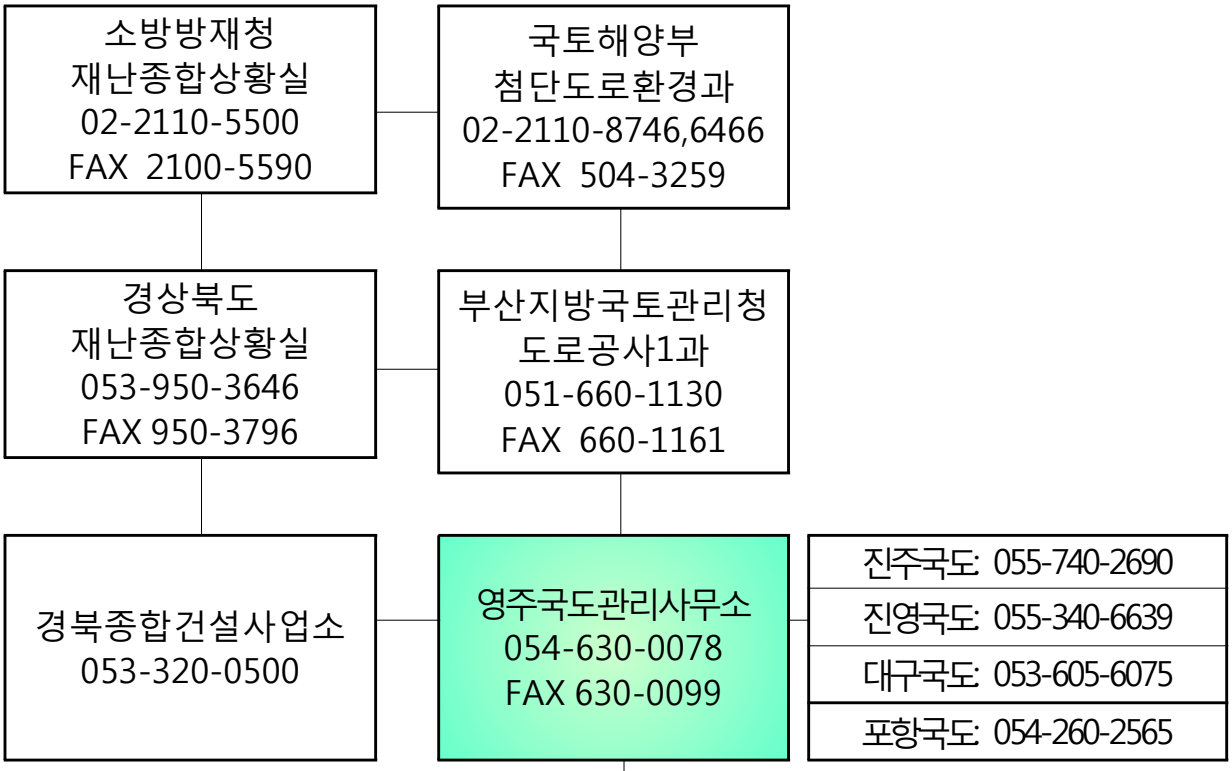

| 지역 | 군 청 | 경찰서 (교통계) |
|---|---|---|
| 포항 북부 | 054-240-0114 | 242-8800 |
| 포항 남부 | 054-277-0114 | 242-8800 |
| 경주 | 054-748-9001 | 742-5000 |
| 영덕 | 054-734-2121 | 734-3816 |
| 청송 | 054-873-2291 | 872-7000 |
| 영천 | 054-333-1701 | 334-5000 |
| 경산 | 053-811-2231 | 814-0112 |
| 울진 | 054-782-1501 | 782-4981 |

| | |
|---|---|
| 울진 출장소 | 054-781-5734 |
| 송라 검문소 | 054-241-5976 |
| 연일 검문소 | 054-285-1437 |
| 강동 검문소 | 054-762-8741 |
| 안강 검문소 | 054-762-0472 |

| |
|---|
| K·B·S 280-7100 |
| M·B·C 289-0114 |
| 교통방송 053-626-9114 |
| 경북경찰청 교통과 053-954-0112 |
| 성모병원 272-0151 |

| |
|---|
| 도로공사 경북지사 320-9283 |
| 기 상 청 241-0365 |
| 경북도청 도로철도과 053-950-3621 |

**<영주국도>**



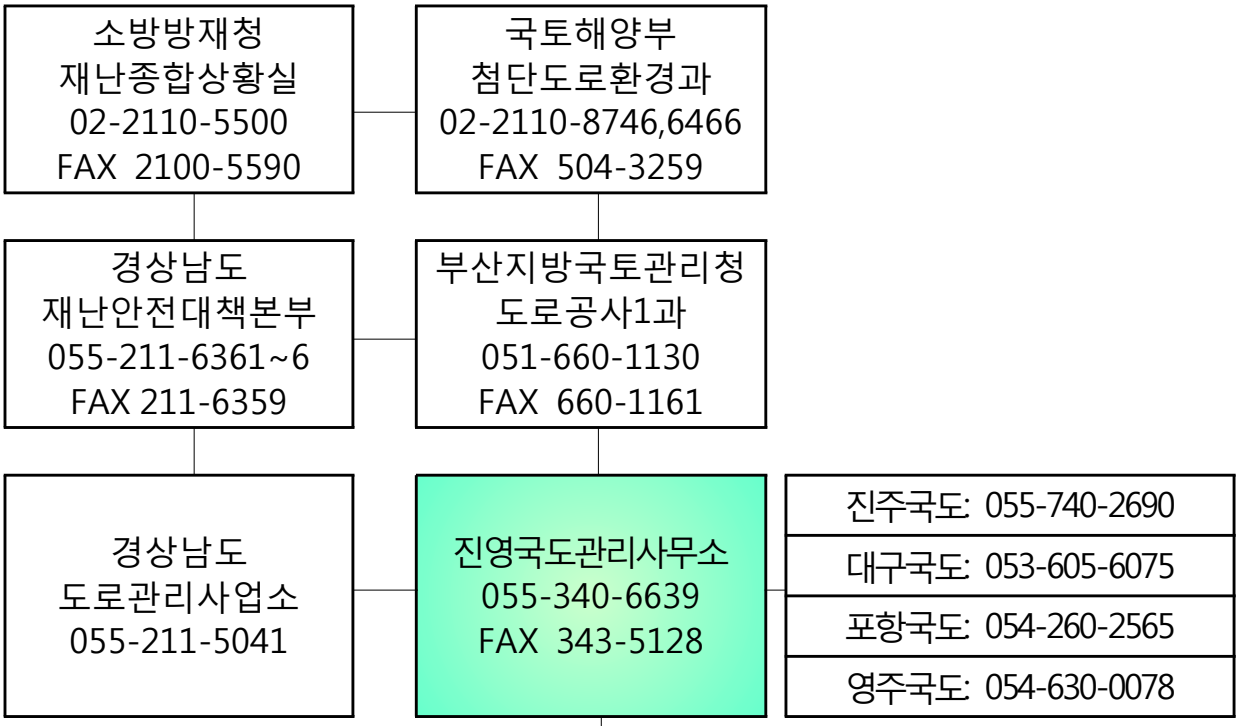

| 지역 | 시 ·군 | 경찰서 (교통계) |
|---|---|---|
| 영주 | 054-639-6332 | 632-2002 |
| 안동 | 054-840-6152 | 856-7232 |
| 문경 | 054-550-6152 | 553-4972 |
| 봉화 | 054-679-6541 | 673-7500 |
| 영양 | 054-683-4599 | 683-2724 |
| 예천 | 054-650-6551 | 654-5055 |
| 상주 | 064-530-6733 | 534-4972 |
| 의성 | 054-830-6150 | 833-5000 |
| 청송 | 054-870-6332 | 872-5000 |

| | |
|---|---|
| 문경 검문소 | 054-571 -2159 |
| 대현 검문소 | 054-672 -4117 |
| 노루재 관리 사무소 | 054-674 -1081 |
| 낙동강 홍수 통제소 | 051-205 -6341 |

| |
|---|
| K·B·S 850-7100 |
| M·B·C 851-7114 |
| 교통방송 053 606-0114 |
| 경북경찰청 교통과 053 958-0336 |
| 성누가병원 054 639-9119 |

| |
|---|
| 도로공사 경북지사 053-320 -9400 ~ 4 |
| 기 상 청 638-0365 |
| 경북도청 건설도시 방재국 053- 950-3930 |

**<진영국도>**




| 지역 | 시·군 | 경찰서 (교통계) |
|---|---|---|
| 밀양 | 055-359-5244 | 354-2771 |
| 마산 | 055-220-4150 | 247-7034 |
| 창원 | 055-212-3541 | 265-8331 |
| 김해 | 055-330-3781 | 322-6647 |
| 양산 | 055-392-2761 | 385-3900 |
| 함안 | 055-580-2311 | 582-4972 |
| 창녕 | 055-530-2445 | 532-1116 |
| 청도 | 054-370-6335 | 371-4975 |
| 기장 | 051-709-5691 | 782-8892 |
| 울주 | 052-229-7731 | 257-8206 |

| | |
|---|---|
| 온양 검문소 | 052-238 -1827 |
| 대산 검문소 | 055-291 -4284 |
| 낙동강 홍수 통제소 | 051-205 -6341 |
| 가지산 터널 관리 사무소 | 052-254 -7936 |
| 김해 터널 관리 사무소 | 055-338 -2694 |

| |
|---|
| 부산KBS 051)620-7450 |
| 울산MBC 052)290-1100 |
| TBN교통방송 080)450-8000 |
| 경남경찰청 경비교통과 055)284-3434 |
| 언양병원 052)262-5220 |

| |
|---|
| 도로공사 창원지사 055- 250-7312 |
| 마산기상대 055- 243-0365 |
| 부산광역시 건설본부 051- 888-6001 |
| 경남도청 도로교통과 055- 211-4518 |

**＜제주특별자치도＞**

| 유 관 기 관 | | | |
|---|---|---|---|
| 공 통 | | 유 형 별 | |
| ○ 제주방어사령부 | 797-4330 | ○ 화 재 : 제주특별자치도 소방본부 | 710-2119 |
| ○ 제주지방경찰청 | 798-3156 | | |
| ○ 제주특별자치도교육청 | 710-0311 | ○ 항공기 : 제주항공관리사무소 | 746-0174 |
| ○ 도 119재난상황실 | 710-2119 | 한국공항공사제주지역본부 | 797-2441 |
| ○ 제주해양경찰서 | 751-0112 | ○ 선 박 : 도 해양자원과 | 710-3221 |
| ○ 제주항공관리사무소 | 746-0174 | ○ 항 만 : 도 항만개발과 | 710-6351 |
| ○ 한국항공공사제주지역본부 | 797-2441 | ○ 유도선 : 제주해양경찰서 | 723-1007 |
| ○ 공항종합상황실 | 797-2391~5 | ○ 자동차 : 제주지방경찰청 | 798-3600 |
| ○ 한국전력공사제주지사 | 주:740-3351 | 도 교통정책과 | 710-2411 |
| | 야:740-3203 | ○ 한국전기안전공사제주지역본부 | 740-3830 |
| ○ 대한적십자사제주도지사 | 758-3501~3 | ○ 한국가스안전공사제주지역본부 | 748-0019 |
| ○ 한국가스안전공사제주지역본부 | 748-0019 | ○ KT 제주본부 | 주:(국번없이)100 |
| ○ 한국전기안전공사제주지역본부 | 740-3830 | | 야:758-8009 |
| | | ○ 정전 : 한국전력공사제주지사 | (국번없이)123 |

↑ ↑

| 상 황 접 수 | → | 긴급재난구조대 | → | 항공기재난구조대 |
|---|---|---|---|---|
| ○ 도 119재난상황실<br>710-2119, 3119<br>도 당직실<br>○ (야간)746-2525 | | ○ 119구조대 : 119<br>○ 제주방어사령부 :<br>797-4330<br>○ 제주경찰서 : 753-0112<br>○ 서귀포경찰서 : 743-0112 | | ○ 제주지방경찰청<br>경비교통계 : 798-3156<br>항 공 대 : 711-2064<br>○ 제주해양경찰서: 751-0112 |

↓ ↓

| 지역재난안전대책본부 |
|---|
| 재난의 경중 유형에 따라 규모결정 설치 |

| 중앙재난안전대책본부 |
|---|
| 일반 : (02)2100-4949<br>행정 : 111- 4949 |

## 붙임 2 : 수해취약구간 우회도로 지정현황

<일반국도 : 서울청>

| 구 분 | 취 약 구 간 | 연장 (km) | 우 회 도 로 | 지정 사유 |
|---|---|---|---|---|
| 계 | 10개소 | 80.0 | | |
| 수 원 국 도 | 국도3호선<br>이천 신둔 수광(넉고개) | 2.0 | 서이천IC→곤지암IC<br>(L=12.2km) | 낙석 위험 |
| | 국도38호선<br>안성 삼죽 진촌(녹박재고개) | 1.0 | 진촌삼거리(구국도38)→<br>두현리(L=4.2km) | 〃 |
| | 국도43호선<br>광주 중부 광지원(은고개) | 3.5 | 하남IC(L=11.5km) | 〃 |
| | 국도38호선<br>안성 삼죽 진촌 | 1.0 | 진촌삼거리→두현리<br>(L=4.2km) | 침수 위험 |
| | 국도48호선<br>김포 월곳 포내 | 1.0 | 마송사거리→초지대교<br>→강화읍(L=22.3km) | 낙석 및 침수 위험 |
| 의정부 국 도 | 국도3호선<br>연천 신서 대광(차탄천) | 5 | 용담→신탄리(L=5.7km) | 침수 위험 |
| | 국도6호선<br>양평 양서 양수~<br>양평 양근(양근교) | 12.7 | 양수IC→서종→정배리→신복리<br>→양근리(L=32.4km) | 〃 |
| | 국도 37호선<br>양평 양평 옥천~<br>가평 설악 중미산<br>여주군계~양평 개군 | 11.9<br><br>2.9 | 양평→양서→서종→청평→설악<br>(L=45.5km)<br>대신→송촌리→계전리→향리→<br>하자포리(L=8.9km) | 〃 |
| | 국도45호선<br>남양주 진중 조암~<br>남양주 화도 구암 | 15 | 구암→청평→서종→양수→진중<br>(L=17.4km) | 〃 |
| | 국도46호선<br>남양주 화도 구암~<br>가평 가평 개곡 | 24 | 구암→남양주→사능→퇴계원→<br>진접→내촌<br>일동→이동→백운산→사내면→<br>사북면→춘천→가평(L=31.5km) | 〃 |

**<일반국도 : 원주청>**

| 구 분 | 취 약 구 간 | 연장 (km) | 우 회 도 로 | 지정 사유 |
|---|---|---|---|---|
| **계** | **15개소** | **116.3** | | |
| 원주청 | 국도6호선<br>강릉 연곡 삼산~방내 | 24.0 | 강릉 연곡 연곡~평창 진부 | 낙석 |
| | 국도7호선<br>고성 현내 죽정 | 5.0 | 고성 거진 화포~고성 현내 대진 | 낙석 |
| | 국도7호선<br>원당리(원당천교) | 4.8 | 고성 거진 화포~고성 현내 대진 | 교량 붕괴 |
| | 국도7호선<br>강릉 연곡 동덕(연곡교) | 5.0 | 강릉 연곡 동덕~강릉 연곡 연곡 | 교량 붕괴 |
| | 국도47호선<br>철원 서면 자등(절토교) | 4.8 | 철원 서면 자등~포천 영북 이동 | 교량 붕괴 |
| 홍천 국도 | 국도31호선<br>인제 기린 북 | 11.0 | 인제 기린 현 ~ 북 | 침수 |
| | 국도42호선<br>횡성 안흥 안흥 | 13.0 | 횡성 우천 새말~횡성 안흥 안흥 | 낙석 |
| | 국도46호선<br>춘천 신북 유포(배후령) | 6.5 | 춘천 신북 천전~화천 간동 오음 | 낙석 |
| 강릉 국도 | 국도6호선<br>강릉 연곡 삼산(진고개) | 10.0 | 영동고속도로-국도7호선<br>평창 진부 상진부~강릉 사천 판교 | 낙석 |
| | 국도35호선<br>강릉 왕산 목계(삽당령) | 7.5 | 지방도410호선-지방도415호선<br>강릉 왕산 고단~강릉 왕산 오봉 | 낙석 |
| | 국도46호선<br>고성 간성 진부(진부령) | 17.0 | 국지도56호선-국도7호선<br>인제 북 용대~고성 간성 대대 | 낙석 |
| 정선 국도 | 국도31호선<br>평창 대화 광천 | 0.7 | 평창 대화 하안미~평창 대화 장평 | 낙석 |
| | 국도31호선<br>영월 중동 녹전 | 0.5 | 영월 상동 어평~정선 사북 고한 | 낙석 |
| | 국도31호선<br>평창 평창 약수~하리 | 5.0 | 평창 평창 상방림~평창 대화 하안미 | 낙석 |
| | 국도42호선<br>정선 북평 나전(나전교) | 1.5 | 정선 북평 남평~정선 북평 나전 | 낙석 |

**<일반국도 : 대전청>**

| 구 분 | 취 약 구 간 | 연장 (km) | 우 회 도 로 | 지정 사유 |
|---|---|---|---|---|
| **계** | **6개소** | **7.5** | | |
| 논산 국도 | 국도23호선<br>공주시 정안면 인풍리 ~<br>천안시 광덕면 원덕리 | 1.0 | 인풍교→차령고개→차령교<br>(구국도23호선, L=4km) | 낙석 위험 |
| 충주 국도 | 국도5호선<br>제천시 봉양읍 학산리 | 0.2 | 신림→중앙고속도로→제천<br>(L=15.6km) | 침수 위험 |
| | 국도5호선<br>제천시 단양읍 상시리 | 0.2 | 단양→중앙고속도로→봉양<br>(L=20.3km) | 〃 |
| 예산 국도 | 국도21호선(남포고개)<br>보령시 남포면 사현리 ~<br>보령시 웅천읍 두룡리 | 1.8 | 서해안고속도로<br>무창포I.C→대천I.C (L=16.8km) | 낙석 위험 |
| | 국도34호선(엽돈고개)<br>천안시 입장면 도림리 | 2.5 | 국지도23호(성거)→국도21호선<br>(목천)→국도34(진천)(L=52km) | 〃 |
| | 국도39호선(각흘고개)<br>아산시 송악면 거산리 | 2.0 | 지방도616호(대술)→국도32호선<br>(신양)→국도39호(유구)(L=35km) | 〃 |

**<일반국도 : 익산청>**

| 구 분 | 취 약 구 간 | 연장 (km) | 우 회 도 로 | 지정 사유 |
|---|---|---|---|---|
| **계** | **8개소** | **85.9** | | |
| 전주 국도 | 국도17호선<br>완주군 운주면 구제리 | 40.6 | 봉동-대전<br>(고속25,35,251,300호선<br>L=70km) | 낙석 위험 |
| | 국도17호선<br>완주군 운주면 산북리 | 28.9 | 봉동-대전<br>(고속25,35,251,300호선<br>L=70km) | 〃 |
| | 국도26호선<br>완주군 소양면 신원리 | 11.0 | 화심-모래재-부귀<br>(구국도26호선 L=11km) | 〃 |
| 광주 국도 | 국도29호선<br>담양군 용면 추성리 | 0.1 | 두장삼거리→도림삼거리<br>(농어촌도로101,102호 L=3.0km) | 〃 |
| 남원 국도 | 국도30호선<br>무주군 설천면 기곡리 | 3.2 | 지방도727호→국지도49호<br>→국도37호(L=31.9km) | 〃 |
| | 국도30호선<br>무주군 설천면 장덕리 ~<br>무주군 무풍면 현내리 | 1.7 | 국도37호선→지방도1089호<br>(L=48.2km) | 〃 |
| 순천 국도 | 국도15호선<br>순천시 송광면 덕치리 | 0.3 | 곡천삼거리→추동삼거리→지방도<br>895→율어삼거리→용암삼거리<br>(L=41.4km) | 〃 |
| | 국도2호선<br>장흥군 장동면 배산리 | 0.2 | 배산교차로→장동사거리→<br>대야사거리(L=6km) | 〃 |

**<일반국도 : 부산청>**

| 구 분 | 취 약 구 간 | 연장 (km) | 우 회 도 로 | 지정 사유 |
|---|---|---|---|---|
| **계** | **10개소** | **121.6** | | |
| 대구 국도 | 국도58호선<br>청도군 매전면 사천리 | 25 | 상동면→청도읍→매전면<br>(국도20,25호)<br>(L=40km) | 낙석 |
| 진주 국도 | 국도19호선<br>남해군 고현면 오곡리 | 0.2 | 지방도1024호→농어촌도로<br>→지방도1024호<br>(L=12.5km) | 도로 침수 |
| | 국도20호선<br>산청군 신안면 중촌리 | 0.2 | 군도25→국도3호선<br>(L=8.0km) | 〃 |
| 포항 국도 | 국도14호선<br>경주시 양북면 홍계리 | 0.2 | 지방도929 → 국도31호선<br>→ 국도4호선<br>(L=36.6㎞) | 낙석 위험 |
| 영주 국도 | 국도35호선<br>청송군 현서면 덕계리 ~<br>안동시 길안면 천지리 | 21.0 | 지방도912호→지방도79<br>→지방도914(L=42.0km) | 교량 침수 |
| | 국도35호선<br>안동시 도산면 서부리 ~<br>봉화군 명호면 도천리 | 25.0 | 지방도935호→군도3호<br>→지방도916호(L=35.8km) | 〃 |
| | 국도36호선<br>봉화군 봉성면 외삼리 ~<br>봉화군 법전면 소천리 | 23.0 | 지방도918호→국도35호<br>(L=28.6km) | 〃 |
| 진영 국도 | 국도20호선<br>창녕군 창녕읍 직교리 ~<br>창녕군 성산면 방리 | 6.0 | 창녕→성산→방리<br>(국도20,5호선,<br>지방도1034호선)<br>(L=17km) | 낙석 위험 |
| | 국도24호선<br>창녕군 창녕읍 직교리 ~<br>밀양시 산외면 남기리 | 6.0 | 창녕-성산-청도-밀양<br>(국도5,24,20,25호선)<br>(L=53km) | 〃 |
| | 국도24호선<br>밀양시 산외면 남기리 ~<br>울주군 상북면 덕현리 | 15.0 | 밀양-상동-운문-상북<br>(국도25,58,20,국지도69호선)<br>(L=65km) | 〃 |

**<고속국도 : 한국도로공사>**

| 노선명 | 취약구간 | | | 우회도로 | 지정 사유 |
|---|---|---|---|---|---|
| | 구간 | 방향 | 연장(km) | | |
| **소계** | **20개소** | | **7.65** | | |
| 경부선 | 146.06~ 146.68 | 부산 | 0.62 | 북대구IC→광역시도31호→국도4호 →왜관IC | 낙석 우려 |
| | 146.68~ 147.07 | 부산 | 0.39 | 북대구IC→광역시도31호→국도4호 →왜관IC | 〃 |
| | 149.68~ 150.12 | 부산 | 0.44 | 북대구IC→광역시도31호→국도4호 →왜관IC | 〃 |
| | 218.7~ 218.9 | 부산 | 0.2 | 추풍령IC→국도4번→황간IC | 용수 발생 |
| | 222~ 222.3 | 부산 | 0.3 | 추풍령IC→국도4번→황간IC | 낙석 우려 |
| | 224.1~ 224.2 | 부산 | 0.1 | 추풍령IC→국도4번→황간IC | 〃 |
| | 273.7~ 273.9 | 서울 | 0.2 | 대전IC→국도17호→신탄진IC | 〃 |
| | 328.7~ 238.9 | 서울 | 0.2 | 청주IC→지방도596→지방도696 →국도21호→목천IC | 〃 |
| 중부선 | 131.9~ 132.0 | 통영 | 0.1 | 장수IC→국도19,30호→ 국도26호→서상IC | 세굴 발생 |
| | 145~147 | 하남 | 2 | 덕유산IC→국도19,30호→ 장수IC | 산사태 지점 |
| | 194.9~ 195.3 | 하남 | 0.4 | 추부IC→국도37호→ 지방도68호→금산IC | 낙석 우려 |
| | 213.2~ 213.4 | 하남 | 0.2 | 대전IC→시도→국도4호→ 판암IC | 〃 |
| | 250~ 250.1 | 통영 | 0.1 | 서청주IC→시가지도로→ 국도36호→청주IC | 〃 |
| | 79.2~ 79.4 | 하남 | 0.2 | 단성IC→국도20호→ 국도3호→산청IC | 〃 |
| | 25.8~ 26.2 | 통영 | 0.4 | 연화산IC→지방도1009호→국도33호 →국도14호→고성IC | 〃 |
| | 58.0~ 58.4 | 통영 | 0.4 | 단성IC→국도20호→ 국도3호→서진주IC | 〃 |
| | 92.2~ 92.7 | 통영 | 0.5 | 생초IC→국도3호→ 지방도59호→산청IC | 〃 |
| | 53.9~ 54.2 | 통영 | 0.2 | 서진주IC→국도3호선→진주IC →진주JCT | 〃 |
| | 60.5~ 60.6 | 통영 | 0.1 | 단성IC→국도20호→ 국도3호→서진주IC | 〃 |
| | 92.2~ 92.7 | 통영 | 0.6 | 생초IC→국도3호→ 지방도59호→산청IC | 〃 |

| 노선명 | 취약구간 | | | 우회도로 | 지정 사유 |
|---|---|---|---|---|---|
| | 구간 | 방향 | 연장(km) | | |
| **소계** | **13개소** | | **3.27** | | |
| 서해안선 | 298.9~ 299.3 | 목포 | 0.4 | 발안IC→국도82호→국도39호 →국도39호→국도38호→ 국도82호→서평택IC | 낙석 우려 |
| | 19.4~ 19.8 | 목포 | 0.4. | 일로IC→지815호→ 국도1호 →무안IC | 〃 |
| | 164.8~ 164.9 | 서울 | 0.1 | 서천IC→국도4호분기점→ 국도21호→춘장대IC | 〃 |
| | 191.9~ 192.1 | 서울 | 0.2 | 무창포IC→지방도606호→ 국도21호→국도36호→대천IC | 〃 |
| | 220.25~ 220.40 | 서울 | 0.15 | 홍성IC→국도29호→국도21호 →지방도96호→광천IC | 〃 |
| 중앙선 | 269.5~ 270.0 | 부산 | 0.05 | 남제천IC→지방도82호→ 국도5호→북단양IC | 〃 |
| | 120.3~ 120.58 | 부산 | 0.28 | 칠곡IC→국도5호→다부IC | 녹생토 부분탈리 |
| | 126.07~ 126.3 | 부산 | 0.23 | 칠곡IC→국도5호→다부IC | 공사후 관찰 |
| | 132.13~ 132.44 | 부산 | 0.31 | 다부IC→국도5호→가산IC | 〃 |
| | 135.94~ 136.15 | 춘천 | 0.21 | 가산IC→국도5호→군위IC | 절리,풍화 |
| | 156.09 ~156.3 | 부산 | 0.21 | 군위IC→국도5호→의성IC | 〃 |
| | 178.1~ 178.69 | 춘천 | 0.59 | 의성IC→국도5호→남안동IC | 풍화 |
| | 242.9~ 243.04 | 춘천 | 0.14 | 풍기IC→지방도931호→ 국도5호→단양IC | 부분용수 |

| 노선명 | 취약구간 | | | 우회도로 | 지정 사유 |
|---|---|---|---|---|---|
| | 구간 | 방향 | 연장(km) | | |
| **소계** | **14개소** | | **3.8** | | |
| 영동선 | 16.7~ 17.1 | 인천 | 0.3 | 군포IC→국도42호선→순환로→ 버대길→안산IC | 낙석우려 |
| | 20.3~ 20.6 | 강릉 | 0.4 | 안산IC→버대길→순환로→국도 42호선→군포IC | 〃 |
| | 59.5~ 59.8 | 인천 | 0.44 | 용인IC→국도45호→ 국도42호→양지IC | 〃 |
| | 49.8~ 50.1 | 강릉 | 0.36 | 마성IC→국도45호→ 용인IC | 〃 |
| | 218.24~ 218.54 | 인천 | 0.12 | 강릉IC→국도35호→ 지방도456호→횡계IC | 〃 |
| | 172.22~ 172.26 | 강릉 | 0.06 | 둔내IC→구영동선→ 지방도408호→면온IC | 〃 |
| 동해선 | 13.05~ 13.22 | 동해 | 0.17 | 옥계IC→국도7호→ 망상IC | 〃 |
| 청원 상주선 | 45.3~ 45.5 | 청원 | 0.2 | 속리산IC→국도25호→ 화서IC | 〃 |
| | 54.3~ 54.5 | 상주 | 0.2 | 화서IC→국도25호→ 국도3호선→남상주IC | 〃 |
| | 58.4~ 58.6 | 상주 | 0.2 | 화서IC→국도25호→ 국도3호선→남상주IC | 〃 |
| 중부 내륙선 | 182.3~ 183.22 | 마산 | 0.92 | 문경새재IC→국도3호→국도34 호→연풍IC | 공사후 관찰 |
| 88선 | 130.92~ 131.05 | 대구 | 0.13 | 해인사IC→지방도1084→ 국도24호→거창IC | 낙석 우려 |
| 호남지선 | 24.9~ 25.1 | 회덕 | 0.2 | 계룡IC→지방도641호→ 국도1호→지방도68→논산IC | 〃 |
| | 40.9~ 41.0 | 회덕 | 0.1 | 서대전IC→국도4호→ 지방도641호→계룡IC | 〃 |

| 노선명 | 취약구간 | | | 우회도로 | 지정 사유 |
|---|---|---|---|---|---|
| | 구간 | 방향 | 연장(km) | | |
| **소계** | **12개소** | | **4.3** | | |
| 호남선 | 111.9~ 112.1 | 순천 | 0.2 | 내장산IC→지방도708호→국도1호 →지방도15호→백양사IC | 확장공 사구간 |
| | 114.7~ 115.1 | 순천 | 0.3 | 내장산IC→지방도708호→국도1호 →지방도15호→백양사IC | 상습 침수 |
| | 92.2~ 92.5 | 천안 | 0.3 | 광산IC→국도1호→장성IC | 낙석 우려 |
| | 93.5~ 93.8 | 순천 | 0.3 | 장성IC→국도1호→광산IC | 〃 |
| | 103.4~ 103.5 | 천안 | 0.2 | 장성IC→국도1호→지방도898호→ 백양사IC | 〃 |
| | 103.4~ 103.5 | 순천 | 0.2 | 백양사IC→지방도898호→ 국도1호→장성IC | 〃 |
| | 2.8~ 3.37 | 순천 | 0.5 | 승주IC→국도22호→ 국도17호→서순천IC | 〃 |
| | 15.3~ 15.5 | 순천 | 0.2 | 송광사IC→국도22호→승주IC | 〃 |
| | 31.8~ 32.6 | 논산 | 0.7 | 석곡IC→국도27호→곡성IC | 〃 |
| | 34.6~ 34.9 | 논산 | 0.3 | 석곡IC→국도27호→곡성IC | 〃 |
| | 35.7~ 36.2 | 논산 | 0.5 | 석곡IC→국도27호→곡성IC | 〃 |
| | 54.1~ 54.7 | 순천 | 0.6 | 창평IC→지방도60호→ 국도15호→옥과IC | 〃 |

**붙임 3** : 도로풍수해 대비 훈련

국도ㅇㅇ호선 ㅇㅇ군 ㅇㅇ리~ㅇㅇ리지내

# 수해발생대처 가상 시나리오

2011. ㅇㅇ.

ㅇㅇ국도관리사무소

# 국도 ㅇㅇ호선(ㅇㅇ군 ㅇㅇ면지내) 도로유실(호우)

| 구 분 | 내 용 | 비고 |
|---|---|---|
| 재해상황 | - 국도ㅇㅇ호선(ㅇㅇ군 ㅇㅇ면지내) 집중호우로 인한 도로유실로 국도양방향 교통차단 차량·인명피해 발생 | |
| 위 치 | - 국도ㅇㅇ호선<br>ㅇㅇ도 ㅇㅇ군 ㅇㅇ면 ㅇ리~ㅇ리 | |
| 강우시간 | H+00:00~H+18:00 (18시간) | |
| 강 우 량 | ㅇㅇㅇmm | |
| 피해내용 | - 도로피해 : 국도ㅇ호선 ㅇㅇ도 ㅇㅇ군 ㅇㅇ면 ㅇ리~ㅇ리 ㅇㅇm로 유실<br>- 차량피해 : ㅇ대 전파<br>- 인명피해 : 사망 ㅇ명 | |
| 교통제한 | - 교통통제<br>· 양방향 : H+15:00~H+24:00 (9시간) | |
| 차량고립 | - 우회도로 군도ㅇ호선(L=ㅇkm)로 우회시켜 고립차량 없음 | |
| 정상소통 시각 | - H+24:00 | |

## 1. 목 적

○ 집중호우로 인한 도로유실이 발생될 경우, 신속한 차량통제와 우회소통으로 최단 시간 내에 교통두절 상태를 해소하고, 수해복구 작업의 신속한 시행으로 국민 불편을 최소화하는 등 대응체계 확립

## 2. 훈련개요

○ 훈련위치 : 국도○○호선 ○○도 ○○군 ○○면 ○리~○리

○ 훈련상황 설정

- 강우량 : ○○mm

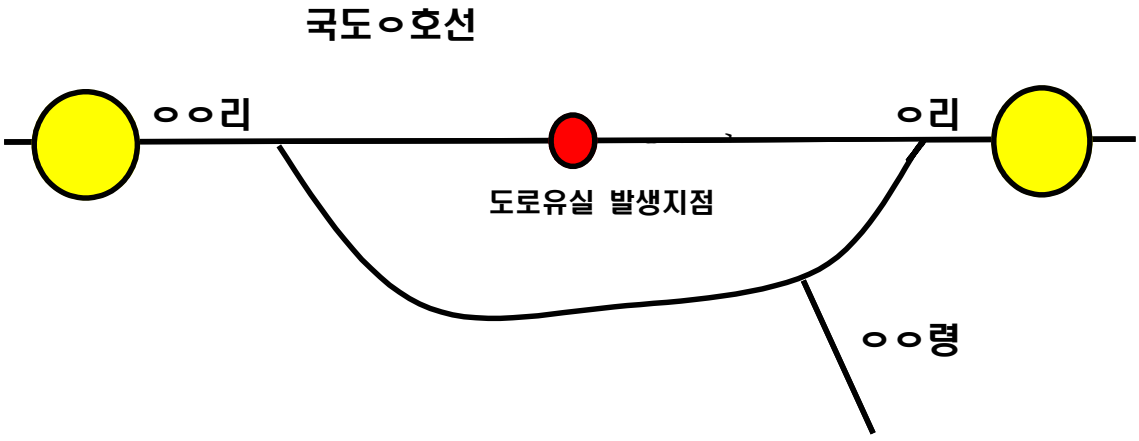
- 피해내용

· 도로피해 : ○○m 도로유실

· 인명 및 차량 피해 : 사망 ○명, 차량 ○대 전파

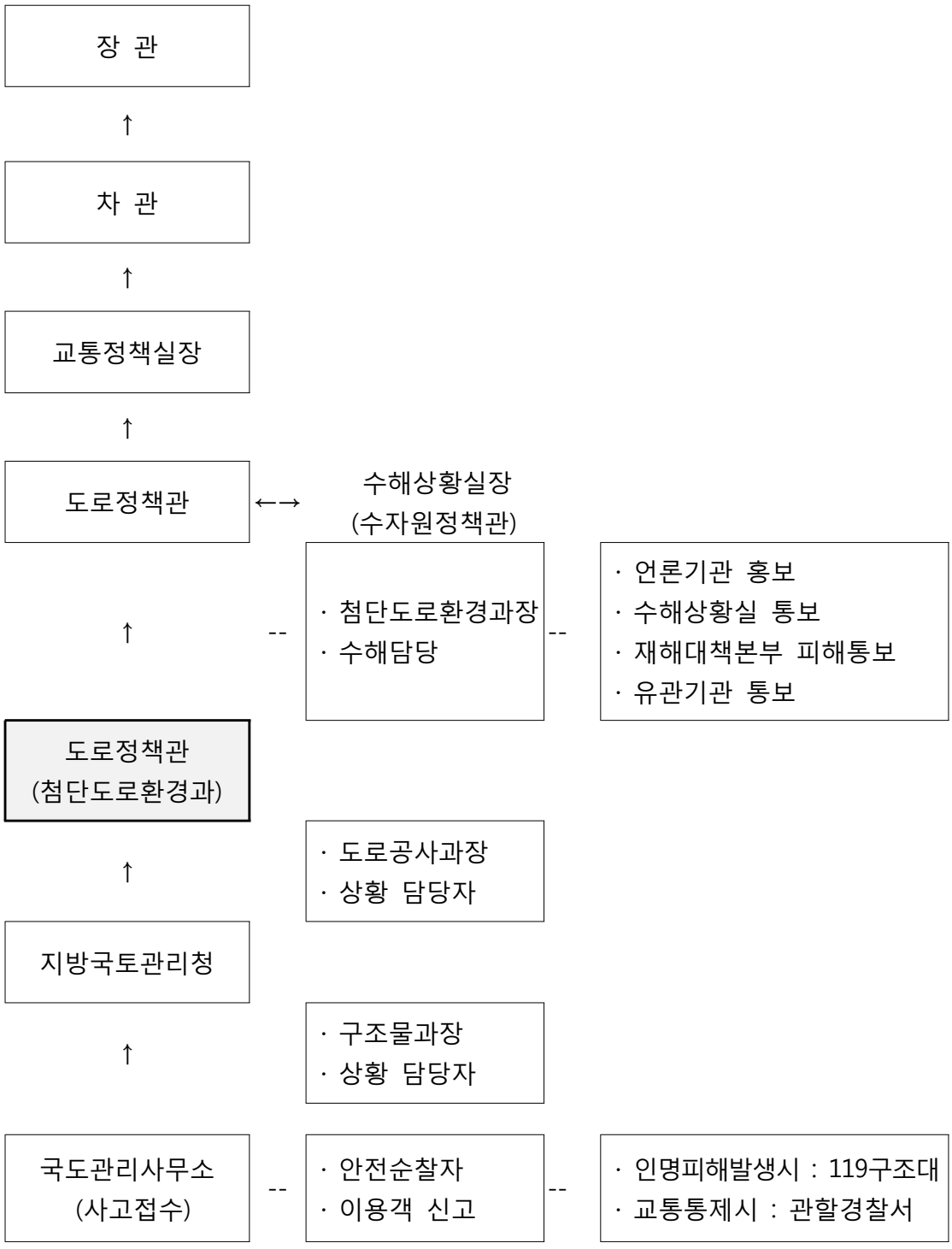
- 차량고립 : 우회도로 군도○호선(L=○m)로 우회시켜 고립 차량 없음

## 3. 훈련구간 노선도



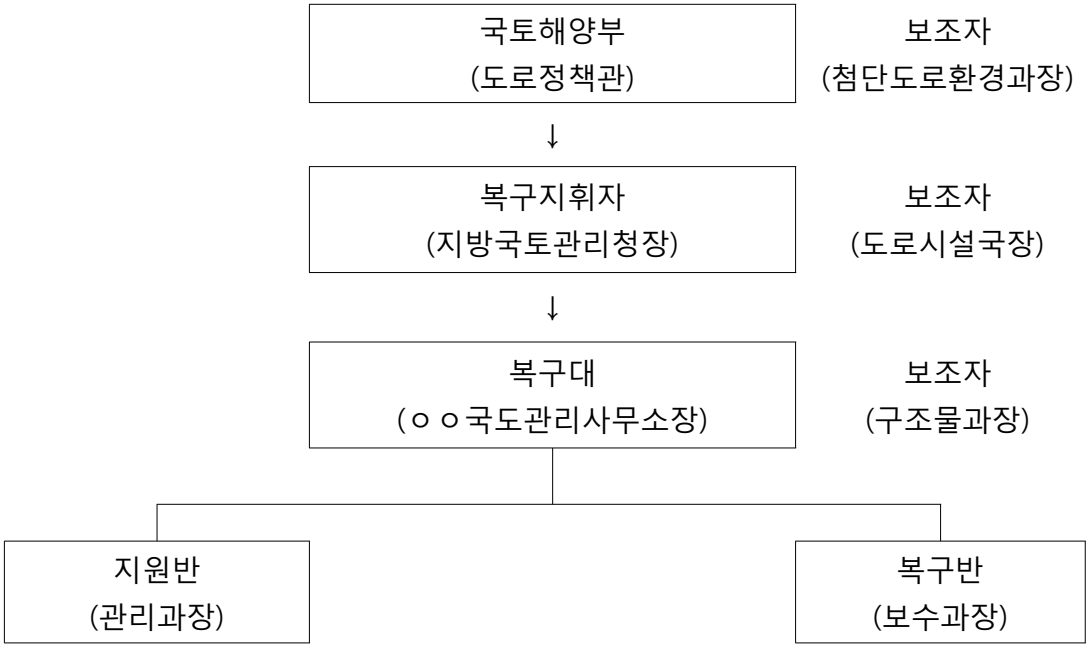
# 4. 수해피해발생시 업무 흐름도

## ㅇ 보고체계

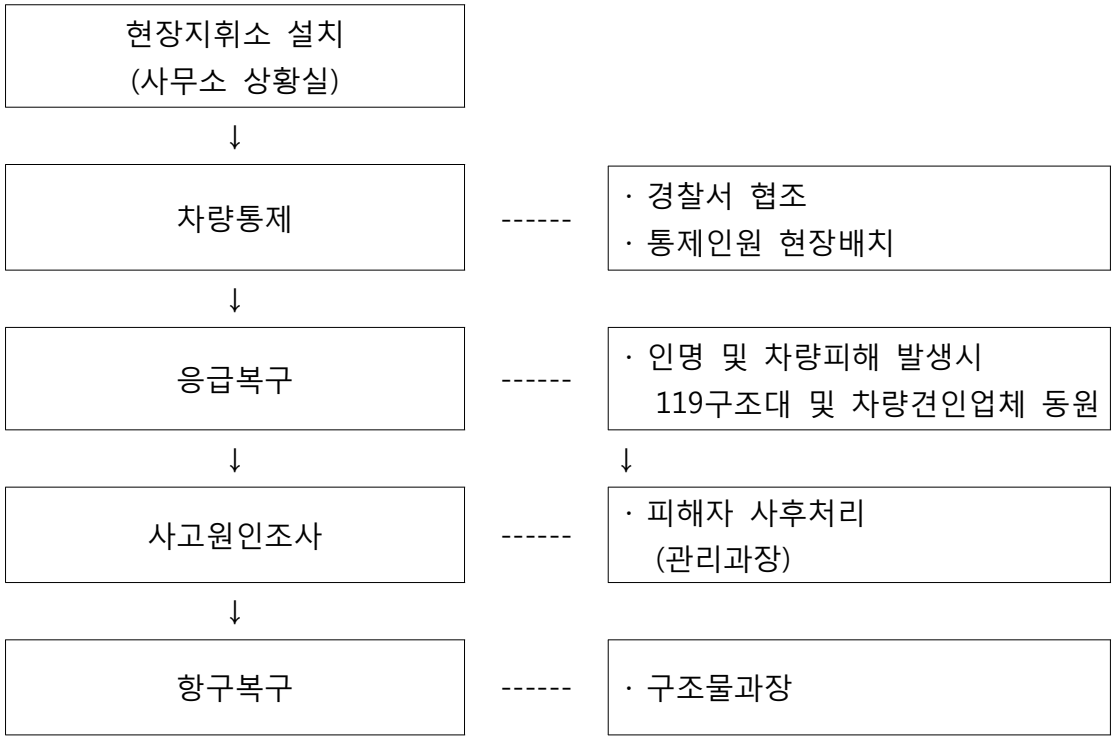


## ㅇ 복구 및 수습체계도

### 《복구체계도》

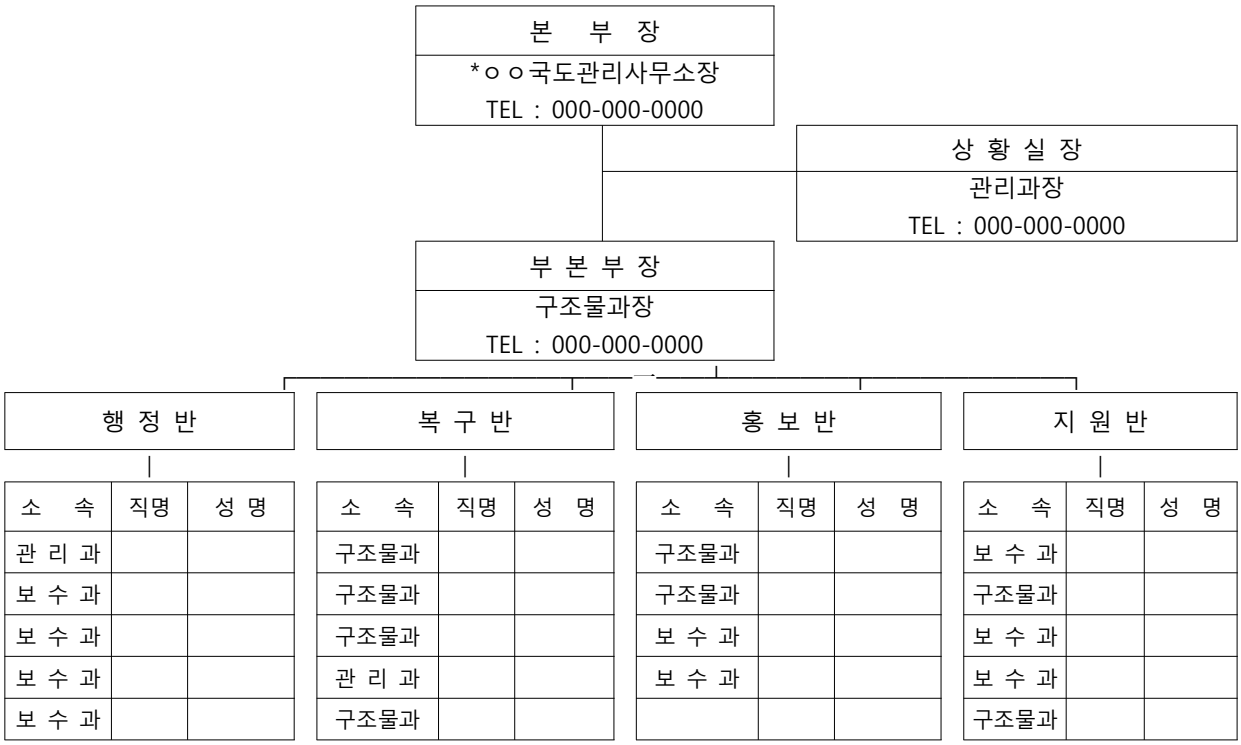



### 《수습체계도》



# 5. 수해발생 비상근무조 편성현황

## 《국도관리사무소 비상근무조》




| 소 속 | 직명 | 성 명 |
|---|---|---|
| 관 리 과 | | |
| 보 수 과 | | |
| 보 수 과 | | |
| 보 수 과 | | |
| 보 수 과 | | |

| 소 속 | 직명 | 성 명 |
|---|---|---|
| 구조물과 | | |
| 구조물과 | | |
| 구조물과 | | |
| 관 리 과 | | |
| 구조물과 | | |

| 소 속 | 직명 | 성 명 |
|---|---|---|
| 구조물과 | | |
| 구조물과 | | |
| 보 수 과 | | |
| 보 수 과 | | |
| | | |

| 소 속 | 직명 | 성 명 |
|---|---|---|
| 보 수 과 | | |
| 구조물과 | | |
| 보 수 과 | | |
| 보 수 과 | | |
| 구조물과 | | |

| 반 별 | 책임자 | 임 무 |
|---|---|---|
| 본 부 장 | ㅇㅇ국도관리<br>사무소장 | · 재해대책 및 긴급구조·복구작업 총괄 |
| 부본부장 | 구조물과장 | · 본부장을 보좌하고 부재시 업무대행 |
| 상황실장 | 관리과장 | · 각반의 업무와 운영사항 |
| 행정반 | 관리과장 | · 사고대비 조직 편성 및 운영관리<br>· 비상연락체계확립 및 정비<br>· 대책요원 파견요청 및 재정상 조치<br>· 인명 및 재산피해 관련 조사 및 사후처리 |
| 복구반 | 구조물과장 | · 긴급구조업무 지휘<br>· 피해, 복구 상황파악 및 전파<br>· 재해복구 작업시행과 피해조사<br>· 구간별 작업원 편성 및 지도<br>· 교통차단에 따른 우회도로 설치 및 철거<br>· 재해현장 출입통제선 설치 |
| 홍보반 | 교통안전계장 | · 유관기관 협조사항 긴밀 협조<br>· 언론 홍보 및 지역주민에 대한 홍보 |
| 지원반 | 장비계장 | · 긴급복구용 장비 및 자재 지원<br>· 복구인원 지원<br>· 기타 긴급복구업무에 필요한 사항 |

## 6. 시간대별 가상훈련 시나리오

| 시간 | 상황내용 | 훈련내용 | |
|---|---|---|---|
| | | 본 부 | 지방청(국도관리사무소) |
| H-3:00 | ㅇ ㅇㅇ도 ㅇㅇ지방 호우경보 예비특보 발표<br>- 예상강우: 300~350mm | ㅇ 수해예방대책 강화지시(본부→지방청)<br>- 기관장 정위치 근무<br>- 도로취약개소 순찰·점검강화<br>- 수해 주요장비 정비·점검<br>- 인근지역 자재·장비 인원동원 연락망 구축<br><br>ㅇ 본부 비상근무조 편성·운용<br>- 준비체제로 운용 (근무자 : ㅇㅇㅇ) | ㅇ 비상대기근무 실시<br>- 본청 : 과장외 3명 ( 상황, 직원 2명)<br>- ㅇㅇ국도관리사무소<br>· 직원 : 구조물과장외 ㅇ (상황, 직원 ㅇ )<br>· 작업반 : ㅇ 전원근무<br>- 동원장비 : 굴삭기ㅇ대 , 덤프 ㅇ대, 페이로더 ㅇ대 , 유니목 ㅇ대<br>- 수해자재 확보 현황<br>· 공가마 : 00장<br>· 모 래 : ㅇㅇ㎥<br>· 파형강관 : ㅇEA<br>- 인근지역 자제·장비인원 동원연락망 구축확인 |
| H+3:00 | ㅇ 영서지방에 집중호우보 발효<br>- 춘천, 홍천, 원주, 횡성, 인제 양구, 화천,철원<br>: 예상강우량 ㅇㅇmm | ㅇ 도로취약개소 순찰점검 강화 지시(본부→지방청)<br>ㅇ 상황보고청취 (지방청→본부)<br>ㅇ 본부 비상근무조 변경·편성<br>- 준비체제→경계체제 근무자 : ㅇㅇㅇ, ㅇㅇㅇ, ㅇㅇㅇ | ㅇ 노선 배수시설 및 도로순찰 정비<br>- 장 소 : 관내<br>- 장 비 : 더블캡 3대<br>- 운전원 : ㅇ명(ㅇㅇㅇ, ㅇㅇㅇ, ㅇㅇㅇ)<br>- 작업원 : ㅇ (ㅇㅇㅇ)<br><br>ㅇ 전 노선 현지 도로보수원 담당구역 노선순찰 및 배수로정비 실시 |

| 시간 | 상황내용 | 훈련내용 | |
|---|---|---|---|
| | | 본 부 | 지방청(국도관리사무소) |
| H+<br>9:00 | ㅇ ㅇㅇ도 ㅇㅇ지방에 호우경보 발효<br>- ㅇㅇ, ㅇㅇ, ㅇㅇ, ㅇㅇ, ㅇㅇ, ㅇㅇ, ㅇㅇ,ㅇㅇ,ㅇㅇ<br>- 예상강우량 : 000 ~ 000mm예상 | ㅇ 상황보고수보<br>(지방청→본부)<br>- 상황정리하여 도로정책관에게 보고<br>ㅇ 본부 비상근무조 변경·편성<br>- 경계체제→비상체제<br>근무자 : ㅇㅇ, | ㅇ 현지 도로보수원(ㅇㅇㅇ) 긴급출동<br>- 도로이용자 제보<br>- 안전관리 시행<br>·안내간판 2개설치<br>- 낙석 제거<br>·인근 도로보수원(ㅇㅇㅇ, ㅇㅇㅇ) 합동작업으로 제거<br>·작업원 : 3명(ㅇㅇㅇ, ㅇ) |
| H+<br>14:00 | ㅇ ㅇㅇ도 ㅇㅇ지방 집중호우<br>- 강우량 : 000mm | ㅇ 14:10 정기상황 수보<br>- ㅇㅇ도 ㅇㅇ지방 집중호우<br>강우량 000mm<br>ㅇ 14:20 정기상황보고<br>(도로정책관) | ㅇ 정기상황 보고<br>- ㅇㅇ도 ㅇㅇ지방 집중호우 강우량 : 000mm<br>- 도로 취약지구 등 순찰 정비 계속시행 |
| H+<br>15:00<br><br>**교통차단** | **<상황발생>**<br>*"국도ㅇ호선 ㅇㅇ군 ㅇㅇ면 ㅇ리~ㅇ리 도로유실"*<br>**- 양방향 전면차단 -** | | ㅇ 수해발생에 따른 교통전면차단 접보<br>- 이용고객 → 사무소 상황실<br>· 구조물과장(ㅇㅇㅇ) 소장에게 상황보고<br>· 구조물과장(ㅇㅇㅇ) ㅇㅇ청 공사과장에게 상황통보<br>· 소장 ㅇㅇ청장에게 상황보고<br>ㅇ 수해발생 보고 및 통보<br>- 사무소 상황근무자<br>→ 구조물과장<br>→ 119구급대<br>→ 차량견인업체<br>→ ㅇㅇ경찰서<br>→ 언론기관 |

| 시간 | 상황내용 | 훈련내용 | |
|---|---|---|---|
| | | 본 부 | 지방청(국도관리사무소) |
| H+<br>15:10<br><br>**교통차단** | ㅇ 국도00호선ㅇㅇ군ㅇㅇ면ㅇ리~ㅇ리2차선구간 도로유실로 양방향 교통 전면차단<br>ㅇ 전면차단 고객제보 계속<br>(이용객→사무소 상황실)<br>- 도로유실 : 000m<br>- 인명 및 차량 : 0대 실종 | ㅇ 00 : 00분 지방청으로부터 수해 피해 발생 상황 수보<br>ㅇ 00 : 00분 도로유실피해 상황보고<br><br>(첨단도로환경과장→도로정책관)<br>- 도로유실 000m<br>- 인명,차량 : 0대 실종<br>ㅇ 도로정책관→지방청장에게 구두지시<br>- 도로 양방향 전면 차단조치<br>- 실종자 신속히 구조조치<br>- ㅇㅇ경찰서 협조하에 차량통제 인원 현장 배치<br>- 우회도로지정 안내 | ㅇ 산사태복구 인원 및 장비 긴급 출동 조치<br>- 현지도로보수원(ㅇㅇㅇ) 긴급 출동<br>- 인근 ㅇㅇ지구 법면정비공사 현장 장비 및 인원 긴급투입 요청(공사감독 ㅇㅇㅇ 현장소장에게 긴급지원요청)<br>ㅇ 교통상황 홍보<br>- 각 방송매체(인터넷, 라디오, TV등)와 신문사에 교통차단 홍보<br>- ㅇㅇ군청의 협조아래 인근주민 홍보<br>ㅇ 수해발생구간 현장 안전관리<br>- (ㅇㅇㅇ, ㅇㅇㅇ / ㅇㅇㅇ)<br>- ㅇㅇ파출소 경찰 ㅇㅇㅇ 차량안전관리 |
| H+<br>15:20<br><br>**교통차단** | ㅇ 국도00호선 ㅇㅇ군 ㅇㅇ면 ㅇ리~ㅇㅇ구간 도로유실로 양방향 교통 전면차단<br>- 피해규모 : 도로유실 000m<br>·사상자 발생 | ㅇ 00 : 00분 도로유실피해 상황 보고(장관님)<br>ㅇ 00 : 00분 KBS, YTN, 교통 방송 등 언론기관에 교통차단 홍보, 수해상황실, 재해 대책본부 및 유관기관 통보<br>ㅇ 장관→지방청장에게 지시<br>- 사상자 조기 구출<br>- 최대한 조속히 응급 복구지시 등 | ㅇ 수해피해지역 차량통제<br>- 현장복구작업 총괄 (구조물과장-ㅇㅇㅇ)<br>- 차량 우회 조치 (구조물과-ㅇㅇㅇ)<br>- 복구인원, 장비, 자재 지원계획 수립 (구조물과-ㅇㅇㅇ)<br>ㅇ 수해발생보고 (사무소→ㅇㅇ청) |

| 시간 | 상황내용 | 훈련내용 | |
|---|---|---|---|
| | | 본 부 | 지방청(국도관리사무소) |
| H+ 15:30<br>**교 통 차 단** | ㅇ 국도ㅇ호선 ㅇㅇ군 ㅇㅇ면 ㅇ리~ㅇ리2차선구간 도로유실로 양방향 교통 전면차단<br>- 피해규모 : 도로유실 ㅇㅇm·사망, ㅇ ·차량 ㅇ 전파 | ㅇ 00:00 사상자 생사 여부보고 (지방청→본부)<br>- 사망ㅇ명 (남자ㅇ인, 여자ㅇ인)<br>- 차량 ㅇ대전파<br>ㅇ 00:00 도로정책관에게 사상자 확인 보고<br>ㅇ 00:00 사상자확인 보고 (도로정책관→장관)<br>ㅇ 00:00 도로정책관→ 청장에게 지시 | ㅇ ㅇㅇ소방서 119구조대원(ㅇㅇ 현장 도착<br>ㅇ ㅇㅇ군 소속 포크레인 현장도착<br>- 사망자 시신 인양 ㅇㅇ지원으로 후송조치(00:00)<br>·사망 : ㅇ인(남자ㅇ인, 여자ㅇ인)<br>- 사망자 ㅇㅇ경찰서에 신원조회 의뢰(관리과장)<br>- 차량 ㅇ대 전파 |
| H+ 18:00<br>**교 통 통 제** | ㅇ 국도ㅇ호선 ㅇㅇ군 ㅇㅇ면 ㅇ리~ㅇ리2차선구간 도로유실로 양방향 교통 전면차단<br>ㅇ 전면차단 고객제보 계속 (이용객→본부상황실)<br>ㅇ ㅇㅇ지방 호우경보 및 호우주의보 해제<br>- 강우량 : ㅇㅇmm | ㅇ 00:00 도로유실복구 투입상황 수보<br>ㅇ 00:00도로유실 복구 투입현황 보고(도로 기획관)<br>ㅇ 00:00도로유실 복구 투입현황보고(도로정 책관→장관)<br>ㅇ 00:00 도로정책관 ㅇㅇ청장에게 지시<br>- 최대한 조속히 응급복구 지시 | ㅇ 수해 복구팀 현장 도착<br>- 투입장비<br>·페이로더 0대<br>·굴삭기 0대<br>·덤프 0대<br>·기타 0대<br>- 투입인원<br>·운전원 ㅇㅇㅇ 외 0명)<br>·작업원 ㅇㅇㅇ 외 00명)<br>ㅇ ㅇㅇ지구 법면정비공사 장비 투입<br>- 굴삭기 0대<br>- 덤프 0대<br>- 골재(성토용재료) : 00,000㎥<br>ㅇ 수해구간 주변 진출입로 교통통제 (ㅇㅇ경찰서)<br>- 교통 통제구간<br>·ㅇㅇ군 ㅇㅇ리, ㅇ리 : 군도ㅇ선으로 우회<br>ㅇ 교통상황 홍보 [계속]<br>- 각 방송매체(인터넷, 라디오, TV등)와 신문사에 교통차단 홍보 |

| 시간 | 상황내용 | 훈련내용 | |
|---|---|---|---|
| | | 본 부 | 지방청(국도관리사무소) |
| H+ 20:30 **교통통제** | ㅇ 국도ㅇ ㅇㅇ군 ㅇㅇ면 ㅇ리 ~ ㅇㅇ2차선구간 도로유실로 양방향 교통 전면차단 | ㅇ 수해피해 진척사항 보고(도로정책관)<br>- 복구예상 시간 등<br>ㅇ 수해피해 진척상황 보고 (도로정책관→장관)<br>- 복구예상 시간 등 | ㅇ 수해 복구작업 [계속]<br>ㅇ 산사태구간 주변 진출입로 교통통제(ㅇㅇ경찰서)<br>- 교통 통제구간<br>·ㅇㅇ군 ㅇㅇ리, ㅇ리 : 군도ㅇ선으로 우회 |
| H+ 22:00 **교통통제** | ㅇ 국도ㅇ호선 ㅇㅇ군 ㅇㅇ면 ㅇ리 ~ ㅇ리 2차선구간 도로유실로 양방향 교통 전면차단<br><br>ㅇ ㅇㅇ지역 비그치고 맑음<br>- 최종강우량 : ㅇㅇmm | ㅇ 00:00 수해피해 진척상황 수보<br>- 복구공정 : 85%<br>- 복구예정시간(00:00) ·차량통제구간 해제<br>ㅇ 00:00 수해복구 진척상황 보고(도로정책관)<br>- 복구예정시간 및 차량통제 해제<br>ㅇ 도로정책관 지시<br>- 복구예정시간을 언론기관 홍보, 수해 상황실, 재해 대책본부 통보<br>ㅇ 00:00장관님께 복구예정시간 보고 | ㅇ 수해 복구작업 [계속]<br>ㅇ 수해구간 주변 진출입로 교통통제(ㅇㅇ경찰서)<br>- 교통 통제구간<br>·ㅇㅇ군 ㅇㅇ리, ㅇ리 : 군도ㅇ선으로 우회 |
| H+ 24:00 **정상소통** | ㅇ 국도ㅇ호선 ㅇㅇ군 ㅇㅇ면 ㅇ리 ~ ㅇ리2차선구간 도로유실로 양방향 교통 전면차단<br><br>**<상황종료>** | ㅇ 00:00 유선상으로 복구완료 수보<br>ㅇ 00:00 복구완료 구두보고(도로정책관)<br>ㅇ 00:00 복구완료 보고 (도로정책관→장관)<br>- 복구완료 및 교통통제 해제 등을 언론기관 홍보, 수해 상황실, 재해 대책본부 및 유관 기관 통보 | ㅇ 도로유실 복구공사 완료 및 차량통제구간 해제<br>ㅇ 양방향 차량 정상소통 |

# 강우상황보고

('11. 0. 0, 00:00, 00지방국토관리청)

## □ 기상특보

○ '11. 0. 0, 00:00 ○○도북부 ○○지방에 호우경보 발효

## □ 강우상황( '11. 0. 0, 00:00 ~ ' 11. 0. 0, 00:00)

| 춘천 | 홍천 | 원주 | 횡성 | 인제 | 양구 | 화천 | 철원 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ |

## □ 기상전망

○ ○○도 ○○북부지방에 걸쳐 있는 장마전선의 영향으로 동지역에 집중 호우가 예상됨

## □ 피해상황

○ 국도 ○호선 ○○읍 ○리지내 절토비탈면 토사유실

- 토사량 : ○㎥
- 피해내용 : 없음
- 조치내용 : 도로순찰자가 발견하여 즉시 복구조치

# 국도 ㅇㅇ호선 호우피해보고

('11. 0. 0(0) 00:00, 00국도소장)

**2011. 0. 0(0) 00시경 289mm의** 집중호우로 **국도 ㅇ호선**(ㅇㅇ도 ㅇㅇ군 ㅇㅇ면지내) **도로가 유실**되는 등 **호우피해**가 있어, 이를 보고 드립니다.

## 1 피해현황

ㅇ '11. 0. 0(0) 00:00경 ㅇㅇ도 ㅇㅇ군 ㅇㅇ면지내(국도 ㅇ호선) 하천 범람으로 인한 도로가 유실되었으며, 현재 양방향 교통이 전면 차단

- 본 구간은 일교통량이 0,000대 수준으로 교통량은 많지 않은 구간임

ㅇ 인명 및 차량피해 : 인원 0명 사망(남0인, 여0인),
승용차 0대 파손

## 2 조치내용

ㅇ '11. 0. 0(水) 00:00경 복구작업에 착수하였고, 관할경찰서와 협조하여 교통신호수 배치 및 시종점부 안내간판 설치

- 안내간판(0개소) 설치 및 교통신호수(0명) 배치 등 기조치

ㅇ 사상자는 ㅇㅇ소방서 119구조대 협조를 받아 ㅇㅇ병원 영안실 안치하고, 유가족에 통보 조치

ㅇ 원활한 교통소통을 위해, 금일 00시까지 복구완료 계획

- 장비 00대(페이로더 0대, 굴삭기0대, 덤프00대) 및 인력 00명 투입중

# 언론홍보 요청

수신 : 한국KBS방송사장, MBC 방송사장, SBS사장, YTN방송사장,
TBN교통방송

**제목 : "수해로 인한 교통전면통제" 계도방송 협조문**

□ 평소 재해 대책 업무에 협조해주신 귀 방송국에 감사 드립니다.

□ 금일 08시를 기하여 ○○북부 ○○지방 호우경보가 발표되어 ○○지역에 집중호우로 인한 국도○호선 ○○군 ○리~○리지내 도로가 유실되어 ○전~○○ 구간의 교통이 전면 차단되어 TV, 라디오에 자막 및 스파트방송 협조를 요청하오니 아래 방송문안을 참고하시어 도로이용자의 안전운전에 만전을 기하도록 지속적인 계도방송을 실시하여 주시기 바랍니다.

- 아 래 -

○ '11. 0. 0, 00:00를 기하여 ○○북부지방에 호우경보가 발표된 가운데 ○○지역에 집중호우로 국도○호선 ○○군 ○리~○리지내 도로가 유실 되어 '11. 0. 0, 00:00 현재, 양방향 교통이 전면 차단되었습니다.

○ 현재 신속한 교통소통을 위하여 복구작업중에 있으며 이 지역을 운행하시는 차량은 군도○호선을 이용하여 우회조치토록 하여 주시기 바랍니다. 끝.

**0 0 지방국토관리청장 ○ ○ ○**

# 국도 ㅇ호선 도로피해 완료보고

('11. 0. 0(0) 00:00, 00 국도소장)

| 2011. 0. 0(0) 00시경 집중호우로 유실된 **국도 ㅇ호선**(ㅇㅇ도 ㅇㅇ군 ㅇㅇ면지내) **도로가 복구 완료되어 정상소통** 되었기에, 이를 보고 드립니다. |
|---|

## 1 피해현황

○ '11. 0. 0(0) 00:00경 ㅇㅇ도 ㅇㅇ군 ㅇㅇ면지내(국도 ㅇ호선) 하천범람으로 인한 도로가 유실되어 양방향 교통이 전면 차단

○ 인명 및 차량피해 : 인원 0명 사망(남0인, 여0인), 승용차 0대 파손

## 2 조치내용

○ '11. 0. 0(0) 00:00경부터 복구작업에 착수하여, 00:00경 복구 완료

- 장비 00대(페이로더 0대, 굴삭기0대, 담프00대) 및 인력 00명투입, 골재(성토용재료) 00,000㎥

○ 금일 00:00부터 양방향 교통통제를 해제하여 현재 정상 소통 중

※ 사망자 0명은 유가족에게 시신 인도조치

# 언론홍보 요청

수신 : 한국KBS방송사장, MBC 방송사장, SBS사장, YTN방송사장, TBN교통방송

**제목 : "수해로 인한 교통전면통제 해제" 계도방송 협조문**

□ 평소 재해대책 업무에 협조해주신 귀 방송국에 감사드립니다.

□ ○○북부 ○○지방의 집중호우로 인한 국도○호선 ○○군 ○리~○리지내 도로유실로 인해, 교통두절된 도로가 '00. 0. 0(0) 00:00에 복구가 완료되어 ○○~○○ 구간의 교통통제가 해제되었음을 알려드리오니, TV, 라디오에 자막 및 스파트 방송하여 주시기 바랍니다. 끝.

**0 0 지방국토관리청장 ○ ○ ○**

**붙임 4** : 풍수해 상황보고 관련 서식

## 1. SMS 보고 예시(6하원칙)

| |
|---|
| ○○일 ○○시 국도 ○호선 ○○군(시) ○○면 ○○리지내 절취법면 토사유실로 2차로중 1차로가 부분통제되어 ○○일 ○○ 시까지 복구완료예정입니다. – 첨단도로환경과 – |

○ Nate-messenger를 이용하여 간부님들께 보고

## 2. FAX 보고 양식

**FAX 송신 COVER**

| | | |
|---|---|---|
| **제 목** | | |
| **수 신 처 (TO)** | **FAX번호** | |
| | **소 속** | |
| | **성 명** | |
| **발 신 처 (FROM)** | **FAX번호** | |
| | **소 속** | |
| | **성 명** | |
| **발 신 일** | **년 월 일** | |
| **페이지수** | **총 매 (표지포함)** | |
| **참고사항** | | |

## 3. 서면보고 양식

# 제 목

('11. ○. ○(토) 14:00, 첨단도로환경과장)

| 2011. 0. 0( ) 00시00분경 집중호우로 국도00호선 전북 장수군 장계면 **명덕리(육십령)지내 도로유실(30m)로 2차로 교통이 전면 통제**되었음을 보고 드림 |
|---|

## □ 피해현황

○ **'11. 0. 0(토) 00:00분경** 집중호우로 국도26호선 전북 장수군 장계면 명덕리**(육십령)지내 성토법면이 유실(30m)**되어 2차로 교통 **전면 통제**

- 피해내용 : 차량1대 일부파손, 인명피해(경상1명)
- 교통상황 : 2차로 전면 통제

※ 피해원인 : 계곡부 횡배수관(ø800mm)에 집중된 강우로 성토부 도로유실

## □ 조치내용

○ '11. 0.0( ) 00:00분경 **관할 경찰서와 협조하여 차량 우회**조치중이며, 보유장비 및 인력을 즉시 투입하여 응급복구작업 시행**(금일 00시경 응급복구완료예정)**

- 투입장비 : 굴삭기 2대, 덤프 7대
- 투입인력 : 남원국도소장 등 41명 투입

※ 관할장수경찰서와 협조하여 **대전-통영간 고속도로로 우회조치**

· 우회도로 : 남장수IC ~ 서상IC(13km)

## 4. 재해상황 보고서 양식

# 재해상황보고서

| 즉보 제 호 |
|---|

**수 신** : 국토해양부장관(중앙재해대책본부장), ○○지방국토관리청장
(○○시도재해대책본부장) **접수일시** :

**시행일시** : **발 신** : (인)

**제 목** : 인명피해, 인명구조, 교통두절, 기타( )

**1. 일 시** :

**2. 장 소** : 시도 시군구 읍면동 리 번지

**3. 상황개요** :

**4. 피해상황**

○ 인명피해 : 명(사망 실종 부상 )

※ 사망실종자 인적사항

○ 재산피해 :

○ 기 타 :

**5. 응급조치사항**

○ 조치사항 :

○ 동원사항 :

·인 력 : 명 (군 경 소방 공무원 기타 )

·장 비 : 대 ( )

**6. 지원 및 협조사항**

## 5. 피해상황 보고서 양식

# 피 해 상 황 보 고 서

(2011. . . : 현재)

| 위 치 | 피해현황 | | 응급조치내용 | | 비 고 |
|---|---|---|---|---|---|
| | 일 시 | 내 용 | 일 시 | 내 용 | |
| | | | | | |

## 6. 비상근무현황 보고 양식

# 비상근무현황 보고

(2011. . . : 현재)

수신 : 국토해양부장관 도로정책관(팩스:02-504-3259)
발신 : ○○국도관리사무소장

**1. 부 서 명** : ○○국도관리사무소

**2. 일 시** : 2011. . . : ~ 2011. . . :

**3. 비상근무인원** :

**4. 기상현황**

○ 기상특보 :

○ 관내주요지점 강우량

| ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |

**5. 관내피해현황**

| 위치 | 피해현황 | | 응급조치내용 | | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|
| | 일시 | 내 용 | 일시 | 내 용 | |
| | | | | | |

## 7. 비상근무 일지 양식

# 비상근무 일지

('11. . .)

□ 기 관 명 : ○○국도관리사무소

□ 비상근무원 :

□ 기상 및 특보현황 :

□ 지역별 강우량 ('11. . . : 현재)

(단위 : ㎜)

| 시간별 | ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ |
|---|---|---|---|---|---|
| 09:00 | | | | | |
| 12:00 | | | | | |
| 15:00 | | | | | |
| 18:00 | | | | | |
| 21:00 | | | | | |
| 24:00 | | | | | |
| 03:00 | | | | | |
| 07:00 | | | | | |

□ 수해발생 등 특기사항

# 참 고 문 헌

건설교통부(2003), 도로절토사면 유지관리지침, *한국시설안전공단*, 116p.

건설교통부(2004), 암파쇄 방호시설 설치지침, *한국시설안전공단*, 161p.

건설교통부(2006), 건설공사 비탈면 유지관리 지침, *한국시설안전공단*, 201p.

국토해양부(2008), 도로관리 실무자를 위한 흙깎기 비탈면 유지관리 핸드북, *한국건설기술연구원*, 337p.

국토해양부(2009), 건설공사비탈면 설계기준, *한국시설안전공단*, 442p.

국토해양부(2010), 2010년도 도로절토사면유지관리시스템 운영, *한국건설기술연구원, 한국시설안전공단*, 454p.

국토해양부(2011), 도로풍수해대비 핸드북, 106p.

서효원 역(1994), 사면공의 시공노하우, *탐구문화사*, 227p.

신희순, 선우춘, 이두화(2000), 토목기술자를 위한 지질조사 및 암반 분류. *구미서관*, 492p.

이기복(2000), 낙석의 내충격 설계, *도서출판 과학기술*, 385p.

이인모(2000), 토질역학의 원리, *새론*, 566p.

일본도로공단(1986), 道路土工 のり面工·斜面安定工 指針, *사단법인 일본도로협회*, 434p.

일본토질공학회(1989), 사면안정해석입문, *일본토질공학회*, 189p.

전성기(1998), 사면안정화 설계실무편람, *도로출판 과학기술*, 278p.

한국시설안전공단(2005), 시설물별 태풍을 대비한 사전 및 사후 점검요령, 249p.

한국시설안전공단(2010), 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침, 913p.

한국지반공학회(1997), 사면안정, *구미서관*, 332p.

한국지반공학회(2008), 도로절토사면 유지관리시스템 평가 및 개선방안 수립, *한국건설기술연구원*, 160p.

한국지반공학회(2008), 구조물 기초설계기준, 118p.

한국콘크리트학회(2007), 콘크리트구조설계기준, 327p.

Duncan, J.M. & Wright, S.G. 조성하 역(2007), 흙의 전단강도와 사면안정, 이엔지북, 480p.

Abramson, L.W., Lee, T., Sharma, S. & Boyce, G.M.(2002), Slope Stability and Stablization Methods, *John Wiliy & Sons, Inc.*, 712p.

Atkinson, B.K.(1987), Fracture Mechanics of Rock, *Academic Press*, 534p.

Bieniawski, Z. T.(1986), Engineering Rock Mass Classifications, *John Wiley & Sons Inc.*, 251p.

Cornforth, D.H.(2005), Landslides in Practice ; Investigation, Analysis, and Remedial/Preventive Options in Soils, *John Wiliy & Sons, Inc.*, 596p.

Davis, H.G, Reynolds, S.J.(1996), Structural Geology of Rocks and Regions, *John Wiliy & Sons, Inc.*, 776p.

GCO(1984), Geotechnical Manual for Slopes, Geotechnical Control Office, Engineering Development, Hong Kong, 301p.

Hillier, R.P., Nettleton, I.M., Collins, A.(2005), A case history of slope movement, monitoring and investigation, *Landslides and Avalanches:ICFL 2005 Norway*, 149-155.

Hoek, E. and Bray, J. W.(1981), Rock Slope Engineering, *Spon Press.*, 368p.

Kliche, C. A.(1999), Rock Slope Stability, *Society for Mining, Metallurgy, and Exploration Inc.*, 253p.

Priest, S. D.(1993), Discontinuity Analysis for Rock Engineering, *Chapman & Hall.*, 475p.

Romana. R. M.(1993), A Geomechanical Classification for Slopes: Slope Mass Rating, Comprehensive rock engineering, *ed. Hudson, Pergamon, press, chpt.*, 23, 575-600.

Zhang, L.(2005), Engineering Properties of Rocks, *Elsevier*, 290p.

Varnes, D.J.(1978), Slope movement types and processes, Landslides: Analysis and Control, *National Academy of Sciences, Washington, D.C., Special Report,* 176p.

# 부 록 1

# 주 요 용 어

- **2종 시설물** "시설물의 안전관리에 관한 특별법"에 의해 결정되며, 비탈면의 경우 높이 50m 이상, 연장 200m 이상 규모의 깎기비탈면에 해당.

- **L, U, J형측구** 도로비탈면으로부터 배출되는 지하수 및 지표수와 도로상에 흐르는 용수를 집수시설 등으로 유도하는 공법으로 최근에는 높이를 1.0~1.5m 로 시공하여 낙석에 저항할 수 있는 효율을 높임.

- **간극수압** 사력·모래·점토 등의 입자간 간극을 채우고 있는 지하수를 간극수라고 함. 흙의 간극 속에 존재하는 물의 압력. 정수압, 과잉간극수압을 총칭하여 말함.

- **강도정수** 지반의 강도를 공학적으로 표현하기 위한 값이며, 파괴기준에 따라 강도정수에 대한 정의가 달라짐. 지반공학에서 강도정수는 일반적으로 Mohr-Coulomb의 파괴기준을 적용하며, 점착력(cohesion)과 내부마찰각(internal friction angle)으로 표현됨.

- **개수로** 수리학적으로 유체가 대기에 접해 있는 자유수면을 가지고 흐르는 수로. 뚜껑이 없는 수로를 개거라고 하며 뚜껑이 있는 것은 암거라고 함.

- **거푸집** 콘크리트를 성형하기 위하여 쓰이는 일시적 구조물.

- **격자블록** 도로비탈면을 격자모양의 블록으로 덮어 중력에 의한 토층의 이동방지와 풍화침식작용을 차단시켜 도로비탈면의 안정성을 확보하는 공법. 록볼트 및 네일타입의 강봉을 함께 사용.

- **경계석** 도로 우수의 쌓기비탈면내 유입을 방지하기 위해 도로 측면에 설치하는 턱.

- **경사** ① 비탈면의 기울기. 보통 수직 길이에 대한 수평길이의 비, % 또는 각도로 표시함. ② 층리면, 단층면, 절리면과 같은 지질구조면의 기울기 각으로 수평면으로부터 구조의 주향과 수직을 이루는 각.

- **경사완화** 비탈면의 단면경사를 완만하게 만드는 깎기.

- **경암** 암석을 강도에 따라 극경암, 경암, 보통암, 연암 등으로 상대적으로 구분할 때 두번째로 강한 암석을 말하며, 이러한 분류는 주로 굴착과 토공의 난이도를 나타내기 위하여 사용. 탄성파 속도측정 및 정성적인 지질햄머 타격시 소리나 깨어지는 상태 등의 기준에 의해 분류.

- **계곡부** 골짜기라 불리는 좁고 길게 움푹 들어간 지형.

- **계단식옹벽** 기대기옹벽의 한 유형으로 도로비탈면이 어느 정도의 이격을 확보하고 있을 경우, 계단형으로 옹벽을 제작하여 하부지지력 상실 공간의 채움과 도로비탈면 표면에 대한 보호기능을 수행.
※ 앵커 등과 결합하여 사용 가능.

- **계단식화단옹벽** 기존 계단식옹벽에 친환경적인 요소를 접목하기 위하여 옹벽의 각 계단 평탄부에 식생이 자랄 수 있는 환경을 인공적으로 조성하여 콘크리트 구조물과 자연과의 조화를 추구하기 위한 공법.
※ 앵커 등과 결합하여 사용 가능.

- **골재** 모르타르 또는 콘크리트의 뼈대가 되는 재료로, 주로 모래와 자갈을 사용하는데, 낱알의 지름에 따라 5mm 이상인 조골재(粗骨材), 5mm 이하의 세골재(細骨材)로 나눔.

- **굴착** 지반을 파는 작업으로 지반의 강도에 따라 발파굴착, 기계굴착 및 인력굴착으로 구분하여 적용함.

- **균열** 인장을 받는 부재의 재료적 결함 또는 과도한 하중 등으로 인하여 원래 연결되어 있던 재료가 분리되어 발생하는 작은 틈. 균열 주위에는 큰 응력 집중이 발생함.

- **그라우팅** 도로비탈면 상부에 인장균열이 발생되었거나, 암반내 균열이 발생되어 강우시 유수가 유입되고 암반 활동을 유발시킬 가능성이 높을 때 균열부를 그라우트재(시멘트와 물, 또는 혼화재료, 모래 등을 반죽한 것)로 채워줌으로써 암반 결합과 유수의 유입을 차단하는 공법.

- **기능형낙석방지망** 와이어로프의 간격을 조절하거나, 강화된 철망재 또는 보강재를 사용하여 일반 낙석방지망의 기능을 강화한 공법.

- **기대기옹벽** 자립하지 않고 원지반에 기대 자중에 의해 토압에 저항하는 공법으로 깎기비탈면 하부 지지력 상실 공간의 채움과 깎기비탈면 표면에 대한 보호기능을 수행.
  기대기옹벽 내 합벽식옹벽, 버트리스, 계단식(화단)옹벽이 있음.

- **기반암** 미고결층과 풍화층의 아래쪽에 존재하는 고결된 지층과 암체. 지질학에서는 부정합을 수반하는 피복층 아래의 지층을 기반이라 함.

- **긴급점검** 관리주체가 필요하다고 판단하는 경우나 관계 형정기관의 장이 필요하다고 판단하여 관리주체에 긴급점검의 요청이 있을 때 실시하는 점검.

- **길어깨** 도로의 주요구조부를 보호하거나 차도의 효용을 유지하기 위하여 차도, 보도, 자전거도 또는 자전거보행자도에 접속하여 설치되는 띠 모양의 도로의 부분. 갓길, 노견이라고도 함.

- **깎기**
  (절취) 활동하려는 토사나 암블록을 제거하기 위해 경사를 조절함으로써 활동하중을 경감시켜 도로비탈면의 안정성을 확보하는 공법.

- **깎기부** 자연비탈면을 깎기하였을 때 새로이 드러난 경사진 지반.

- **깎기비탈면** 도로나 부지확보를 위해 자연비탈면을 인위적으로 깎기하여 발생된 인공비탈면의 한 유형.

- **낙석** 암반내 불연속면의 이완으로 암편이 모암으로부터 분리되어 낙하하는 현상. 절벽, 급경비탈면, 지하갱도 등에서 여러가지의 크기로 느슨해진 암괴가 자유낙하한 것.

- **낙석방지망** 예상치 못한 낙석 또는 소규모 낙석 발생 가능성 등이 있는 도로비탈면을 철제망으로 덮어 낙석의 도로유입을 차단하는 공법.

- **낙석방지옹벽** 붕괴지괴의 충격완화와 도로유입 방지를 위해 설치하는 구조물. 토사나 암반붕괴가 예상되는 지역에 유실토사나 낙석의 도로유입을 방지하는 공법으로 뒤채움을 하지 않음.

- **낙석방지울타리** 낙석방호시설의 일종으로 깎기비탈면이나 쌓기비탈면 부근에 설치하여 낙석의 도로유입 등을 방지하기 위한 방호책.

- **낙석방지울타리옹벽** 낙석방지옹벽과 낙석방지울타리를 일체형으로 시공. 낙석방지옹벽을 기초로 상단에 낙석방지울타리를 설치.

- **낙석포획거리** 붕괴산물을 포획할 수 있는 거리, 비탈면 끝에서 측구 등의 낙석방호시설까지의 거리.

- **내부마찰각** 전단저항각과 동일한 의미. Coulomb의 파괴기준에서는 흙의 전단강도의 마찰성분을 전단파괴면상의 수직응력 σ를 이용하여 σtanφ로 나타내는 데 이 때의 φ를 내부마찰각이라 함.

- **네일** 보강재를 프리스트레싱없이 좁은 간격으로 토사 및 풍화암층에 삽입하여 전체적인 전단강도를 증대시킴으로써 지반을 보강하는 공법.

- **노두** 지반의 암석이나 지층의 일부가 지표에 노출되어 있는 부분. 지질조사의 중요한 조사대상의 하나임.

- **노면배수** 비가 내리거나 눈이 녹아 도로면에 들어오는 물을 유도, 배제하는 것을 말함.

- **노상** 포장층을 지지하고 있는 지반으로서 포장층 바로 아래에 접하는 두께 1m 정도의 범위를 말함.

- **노상배수** 도로구조에 있어 지하수위를 낮추어 노상 또는 보조기층 및 기층과 표층에 이르기까지 양호한 상태를 유지하기 위한 지하배수.

- **노상시설** 도로의 부속물로서 보도, 자전거도, 중앙분리대, 길어깨, 환경시설대 등에 설치되는 도로부대 시설.

- **누수** 지하수에서 바닥 또는 위에 형성된 반투수층을 통하여 대수층으로부터 물이 흐르는 현상. 또는 댐이나 비탈면, 옹벽으로부터 물이 새는 것.

- **단층** 지각변동에 의하여 지층이 어긋나는 현상. 규모는 수 cm에서 수천 m에 달하는 것까지 다양하며, 이동방향에 따라 세분화됨. 대체로 파쇄대를 수반하여 비탈면에서 용수가 나오기도 함.

- **대책공법** 도로비탈면의 유지관리상의 보수보강방안으로 적용되는 공종으로 깎기공법, 보강공법, 낙석방호공법, 표면보호공법, 배수공법 등으로 구성됨.

- **도로비탈면** 도로건설공사시 깎기 또는 쌓기를 통해 인공적으로 생성된 비탈면.

- **도로확폭** 도로와 비탈면과의 이격거리가 확보되지 않아 낙석 위험이 상존하고, 도로 측면으로 여유지가 있어 도로폭을 확장함으로써 충분한 이격거리를 확보하여 낙석 발생에 따른 위험성을 상쇄할 수 있을 경우에 적용하는 공법.

- **독립기초** 기둥, 동바리 등의 밑에 단독으로 설치한 기초.

- **돌(블록)쌓기옹벽** 토사 및 풍화암으로 이루어진 도로비탈면의 침식 방지와 붕괴부 처리 등을 목적으로 사용하는 공법.
예) 돌쌓기, 돌붙임 등

- **돌망태옹벽** 강재의 망태에 돌을 채워 넣음으로써 도로비탈면 표층부의 침식방지를 꾀하고 압쌓기의 역할을 하는 공법으로 배수능력이 뛰어남.

- **동결방지층** 도로포장의 설계 두께가 그 지방의 동결깊이보다 엷어 포장체가 동결에 의해 회손될 우려가 있을 때 노상 위에 적당한 입도의 재료를 설치함으로써 전체 포장두께가 동결깊이보다 두껍게 하여 동결을 방지하는 층. 동상방지층이라고도 함.

- **뒷채움** 구조물이나 옹벽 등의 뒷면에 자갈 등을 잘 다지고 투수성이 좋은 재료를 채우는 것. 뒤채움 재료는 옹벽이나 돌쌓기에는 뒷면의 배수를 잘해 주고 수압을 경감할 뿐 아니라 특히 돌쌓기에는 전체의 안전성을 증대시키는 역할을 함.

- **뜬돌** 자연적·인위적요인에 의해 낙석될 위험성을 내포하고 있는 깎기부와 상부자연비탈면내의 암괴.

- **뜬돌제거** 도로비탈면 표면에 소규모의 뜬돌이 산재하여 낙석 발생 가능성이 높은 경우에 위험요소를 제거하여 안정성을 확보하는 공법.

- **라운딩** 도로비탈면 경계부의 단면을 원호모양으로 완만하게 만드는 깎기. 도로비탈면 상단 표토층의 유실이 발생하여 상부자연비탈면 내 수목의 전도가 발생될 우려가 있거나, 지속적인 상부 표층붕괴로 이어질 경우에 적용되는 공법.

- **록볼트** 지반 내 볼트를 삽입한 후 정착시킴으로써 소규모의 활동 가능 암블록을 원지반에 고정시키는 공법.

- **록앵커** 그라우트 주입과 지반에 삽입된 강재의 인장에 의해 앵커체를 지반에 정착시켜 앵커체 두부에 작용한 하중을 정착지반에 전달하는 것으로 대규모 암반블록에 적용.

- **맹암거** 흙 속에 일정간격으로 구멍을 뚫어놓아 배수시키는 형태로, 장시간에 걸친 배수를 원할때는 그 속에 유공관을 매설하기도 함. 비탈면을 통해 흘러 노면속으로 유입되는 물은 하단부에 맹암거를 시공하여 배수를 유도하며, 측구 되메우기시에는 암거 혹은 배수관을 통해 배수를 유도하는 구조물.

- **면정리** 경사완화가 아닌 불량한 면상태나 뜬돌제거 목적으로 실시하는 깎기. 도로비탈면 표면에 소규모의 뜬돌이 산재하여 낙석으로 발생될 우려가 있는 경우와 보강공법의 적용에 선행하여 공법 적용구역을 정비할 필요가 있을 경우에 적용되는 공법.

- **모르타르** 지반이나 암반에 발생한 공동의 채움이나, 돌망태옹벽등에 주입하여 고결화시키는 등 다용도로 활용이 가능한 공법.

- **물리적풍화** 암석이 건조, 습윤, 동결, 융해, 등의 반복에 의하여 열화되는 것을 말함. 기계적풍화라고도 하며 지표부근에서 깊은 곳으로 진행함.

- **물리탐사** 물리적 수단에 의하여 지질이나 암체의 종류, 성상 및 구조를 조사하는 방법임. 탐사방법에 따라 탄성파탐사, 전기탐사, 중력탐사, 자기탐사, 방사능탐사 등이 있으며 조사위치에 따라 지표탐사, 공중탐사, 해상탐사, 갱내탐사, 공내탐사로 구분됨.

- **박락** 층 사이에 박리가 생겨서 파괴되는 것.

- **박리** 콘크리트 표면이 철근부식 등에 의하여 균열 발생된 후 파손되는 것.

- **배수** 지표수나 지하수를 자연적 또는 인공적으로 빼주는 행위. 지형에 따라 자연적으로 이루어지는 자연배수와 시설물을 통해 인위적으로 이루어지는 시설배수로 분류.
예) 배수공, 배수구 등

- **배수공** 옹벽, 석축 등에서 배후의 지반에서 발생되는 물을 빼기 위하여 옹벽의 표면까지 설치하는 작은 구멍.

- **배수구** 지하수 및 지표수의 흐름 경로에 인공구조물을 설치하여 법면내 유입을 방지하고 원활한 배수를 유도하기 위한 비탈면 시설
예)종배수구, 산마루배수구, 소단배수구 등

- **버력** 비탈면이나 터널 굴착현장에서 깎기, 갱도 굴진, 채광, 선광 등의 과정에서 선별되어 나오는 무가치한 암석덩어리, 암석조각, 슬라임 등의 총칭으로 폐석이라고도 함.

- **버트리스** 기대기옹벽의 한 유형으로 도로비탈면 하단부의 지지력 상실공간을 콘크리트 등으로 채움으로써 하부지지력을 확보하는 공법.

- **벌개제근** 토공의 굴착 또는 쌓기의 시공에 앞서 깎기부, 토취부, 쌓기부에서 풀이나 나무뿌리를 제거하는 표상깍기 및 이들의 처리를 말함.

- **보강** 도로비탈면과 그 시설을 보수하는데 있어서 원래 기능 이상으로 기능향상을 꾀하거나, 적극적으로 기능향상을 목적으로 행하는 작업.

- **보강재** 보강시 외력에 의한 부재의 변형 및 손상을 방지하기 위해 설치하는 보조적인 부재.

- **보강토공법** 쌓기제방이나 벽체의 배면 또는 쌓기비탈면에 금속이나 합성섬유, 천 등의 보강재를 부설 또는 삽입하므로써 흙과 보강재가 일체가 되어 전단에 저항하도록 조성하는 공법임. 토압의 저감, 비탈면안정, 지지력 증대, 변형이나 침하억제에 사용됨.

- **보수** 일상적인 손실 즉 유지로는 감당치 못할 정도로 크게 변상된 도로비탈면과 그 시설을 수리를 통해 기능 또는 내구성을 설계시의 목적대로 회복시키기 위한 작업.

- **복구** 재해 등의 요인으로 변형되어 본래의 기능을 상실한 도로비탈면과 그 시설을 복원하여 본래의 기능을 충분히 발휘할 수 있도록 보수하는 작업.

- **불연속면** 암반에 발달되어 있는 여러가지 형태나 크기의 약면. 암반이 연속체가 아닌 불연속체로 거동하도록 만드는 역할을 하며, 균열, 절리, 단층, 층리, 엽리, 편리, 파쇄대 등의 연약면에 대한 총칭.

- **붕적층** 지형·지질적인 요인에 의해 바위나 암편이 중력 이동하여 토사와 혼합되어 있는 지반

- **블록파괴** 암반비탈면에서 불연속면에 의한 특정 파괴형상을 가지는 붕괴양상으로 쐐기파괴, 평면파괴, 전도파괴로 구성

- **비탈끝배수구** 비탈면에서 흘러내리는 물이 인근지역으로 흐르지 않도록 비탈 끝에 배수구를 설치하는 공법.

- **비탈면 녹화** (식생공) 도로비탈면에 식생을 피복하여 우수에 의한 침식 방지을 목적으로 하는 공법.

- **비탈면경계** 깎기부와 상부자연비탈면과의 경계 부위.

- **비탈면관리자** 비탈면을 현장에서 관리하는 주체. 일반국도 비탈면의 경우 국도관리사무소 또는 지방자치단체가 비탈면관리자에 해당됨.

- **비탈면선단파괴** 비탈면의 하단을 통과하는 활동면을 따라 파괴되는 비탈면파괴. 사질토의 급경사 비탈면에서 발생하는 경우가 많음.

- **비탈면시설** 도로비탈면의 안정성을 확보하거나 유지관리를 위해 설치된 각종 구조물로서 낙석방호시설, 보강시설, 표면보호시설, 배수시설 등으로 구성

- **사방시설** 계곡부에서 토석류 이동에 의한 피해를 방지하기 위해 흙, 돌, 콘크리트 등을 이용하여 방호시설을 구성하는 공법.

- **산마루배수구** 상부자연비탈면으로부터 도로비탈면 내로 유입되는 지표수의 흐름을 도로비탈면 외곽으로 유도하기 위해 설치하는 공법.

- **산사태** 구성물질 특성 및 외부수리조건 등의 복합적인 요인에 의해 산악지형의 자연비탈면에서 주로 발생되며, 암이나 토사가 급속히 이동되는 현상

- **상부깎기** (상부절취) 비탈면의 중상단 이상의 구간에 대해서 실시하는 깎기. 도로비탈면 상부로 암블록 이완, 연약대 형성 등의 취약부가 집중된 경우, 도로비탈면 상부 위험 구간에 국한하여 경사를 조절함으로써 도로비탈면의 안정성을 확보하는 공법.

- **상부자연비탈면** 깎기부의 상단방향에 위치한 원래의 자연비탈면.

- **상시계측시스템** 비탈면에 대규모 변위 및 활동 등의 징후가 관찰될 때 계측관리를 통한 사전재해방지를 목적으로 설치.

- **세굴** 풍화정도가 심한 암반비탈면의 상부나 토사비탈면에서 지표수에 의해 물길이 형성되면서 침식되는 현상.

- **소단** 비탈면 안정 및 유지관리를 위하여 높이에 따라 좁은 폭으로 조성되는 수평공간.

- **소단경사** 소단이 존재하는 비탈면에서 소단 상단부 경사면과 수평면이 이루는 각도.

- **소단배수구** 소단부 침식 방지 및 지표수의 원활한 배수를 위해 소단 전면에 배수구를 설치하는 공법.

- **수목제거** 비탈면 및 상부자연비탈면내 존재하는 수목이 붕괴 및 지지력 상실로 인해 전도위험이 존재하는 경우 위험 수목을 제거하여 안정성을 확보하는 공법.

- **수평깎기** 도로비탈면내 위험요인이 존재하여 깎기가 필요한 상황에서 이미 저경사로 깎기되어 있거나 주변 여건상 경사를 조정할 수 없을 때 기존의 경사를 유지하며 깎기를 수행하는 공법.

- **수평배수공** 지하수 용수가 빈번한 지점에서 강제적으로 도로비탈면 내부에 유로를 형성함으로써 상시 지하수위의 증가를 억제시킬 필요가 있을 때 설치하는 공법.

- **습곡** 수평으로 퇴적된 지층이 횡압력을 받아 물결처럼 굴곡된 단면으로배사와 향사로 구분됨.

- **쌓기** 흙을 쌓아 올리는 것으로 부지조성, 제방쌓기 등을 위해 다른 지역의 흙을 운반하여 원지반위에 쌓는 것. 도로비탈면의 경우 쌓기비탈면 생성시 사용.

- **쌓기비탈면** 기존 지반위에 흙이나 암을 쌓아서 형성된 비탈면.

- **쐐기파괴** 두 방향의 불연속면에 의해 이루어진 쐐기모양의 활동면을 따라 붕괴되는 현상

- **안전율** ① 구조물의 극한 저항 강도의 설계 하중에 대한 비. ② 지반전단파괴를 일으키려는 힘, 응력 또는 모멘트에 대한 저항력, 전단강도 또는 저항모멘트의 비.

- **암거** 도로, 철도 또는 제방 밑에 물의 배수 또는 사람이나 소규모 차량의 횡단을 위하여 설치되는 비교적 짧은 거리의 유개수로 또는 통로.

- **암맥** 기준암석의 틈을 따라 판상으로 관입된 화성암체.

- **암파쇄방호시설** 암파쇄 및 깎기 등에 의해 발생된 암괴, 토석의 도로유입을 방지하여 도로이용자의 교통안전을 확보하고, 시공장비의 작업공간 확보를 위한 뒷채움 토석이나 시공시 발생되는 토압에 저항하는 구조물.

- **앵커** 그라우트 주입과 지반에 삽입된 강재의 인장으로 앵커체를 지반에 정착시켜 앵커체 두부에 작용한 하중을 정착지반에 전달하는 공법, 적용지반에 따라 어스앵커, 록앵커 등으로 구분하며 옹벽 및 버트리스에 구조물의 전도방지를 위해 시공하는 경우 지지앵커라 함.

- **어스앵커** 두꺼운 붕적층 또는 풍화잔류토 지역에서 원호파괴 활동이 우려되거나 지층간 경계가 뚜렷하여 활동이 우려되는 지역에 사용.

- **억지말뚝** 비탈면 활동토괴를 관통하여 부동지반까지 설치함으로써 활동하중을 말뚝의 수평저항으로 저항하는 공법

- **에이프런** 배수구 주변에 설치되는 날개 형태의 콘크리트 피복을 말하며, 지반과 배수구 경계를 통해 지표수의 유입을 차단하기 위한 시설.

- **연암** 풍화암과 경암 중간의 공학적 성질을 보이며, 고유의 열화특성으로 인해 정확한 물성 평가시에는 강도와 변형특성 이외에도 함수상태나 불연속면의 조건들을 충분히 고려하여 종합적으로 평가할 필요가 있음.

- **열화** 자연력 및 인위적인 작용을 받은 도로비탈면과 그 시설이 시간이 경과함에 따라 물리적·화학적으로 변질·변형 되어가는 현상.

- **엽리** 주로 변성암에서 구성입자들의 배열이 판상인 구조 또는 조직.

- **와이어로프걸기공** 도로비탈면 내 대규모 이완암이 존재할 경우, 와이어로프를 이용하여 이완 암블록을 원지반에 묶어주는 공법.

- **원호파괴** 최소 안전율을 보이는 지점을 따라 원호형태로 발생하는 붕괴형태, 주로 흙비탈면이나 풍화대 및 불연속면 발달빈도가 높은 파쇄대에서 발생.

- **월류방지턱** 계단식(화단)옹벽이나 소단배수구 등에 설치하는 공법으로 포획 공간을 확보하여 상부로부터의 낙석, 토사 유실 등에 대비하는 공법.

- **유지관리** 도로비탈면과 그 시설의 기능을 보존하고 이용자의 편익과 안전을 도모하기 위하여 일상적으로 또는 정기적으로 기능상태를 조사하고 손상부에 대한 조치를 취하는 일련의 행위

- **응력** 단위 면적에 작용하는 힘으로 표시되는 물리량.

- **이격거리** 붕괴산물이 도로이용자에게 직접적인 영향을 미치는 거리. 비탈면 끝에서 길어깨까지의 거리.

- **이격부** 비탈면 끝에서 도로어깨까지의 공간, 포획거리와 이격거리로 구성.

- **이완암제거** 과발파나, 붕괴 등으로 인해 비탈면내 국부적으로 이완 암블록이 존재하여 낙석발생 가능성이 높은 경우에 위험 이완암을 제거하여 안정성을 확보하는 적용되는 공법.

- **인공비탈면** 구조물을 위한 부지확보와 건설시 필요한 재료의 확보 등의 목적으로 조성되는 비탈면, 깎기비탈면과 쌓기비탈면으로 구분.

- **인장균열** 지반내 인장응력이 발생하여 이로 인해 발생된 균열.

- **일상점검** 유지관리주체가 차량 혹은 도보 등으로 일상적인 순찰시 실시하는 육안점검.

- **자연비탈면** 인위적인 건설공사 없이 자연적으로 생성된 원지반 비탈면.

- **재해복구** 풍수해, 설해, 지진 및 화재 등에 의하여 산사태, 둑 유실 및 붕괴, 교량의 거더, 교각, 교대의 유실 및 침하 등을 인원, 재료 및 장비를 동원하여 복구하는 것을 말함.

- **저부파괴** 토사비탈면 중에서 단순 유한비탈면의 활동면은 일반적으로 원호에 가까운 곡면으로 가정하며 점쌓기 비탈면경사가 완만하고 암반 또는 견고한 지층이 비교적 깊은 곳에 있으면 원호활동 파괴면이 깊게 형성되는데 이를 저부파괴라 함. 보통 연약점토층 위에 쌓기할 경우에 발생함.

- **전단대** 전단응력의 영향으로 암석이 부스러지면서 형성된 작은 틈들이 나란하게 배열되어있는 구조.

- **전도파괴** 암반비탈면에서 암블록이 특정 지점을 중심으로 회전하면서 발생되는 붕괴현상.

- **절리** 암반이 응력 변화나 변형을 받으면서 발생되어지는 균열.

- **점착력** 흙이 다른 물체에 부착되는 힘. 지반의 수분장력에 의 해 발생.

- **정기점검** 유지관리주체가 비탈면의 위험요인과 비탈면시설의 손상 및 결함을 조기에 발견하고 기능적 상태를 판단하는 점검. 해빙기점검 및 우기대비점검 등으로 분류.

- **정밀안전진단** 도로비탈면과 그 시설의 물리적·기능적 결함을 발견하고 그에 대한 신속하고 적절한 조치를 취하기 위해 구조적 안전성 및 결함의 원인 등을 조사·측정·평가하여 보수·보강 등의 방법을 제시하는 행위
  ※ "시설물안전관리에관한특별법"에 따라 관리

- **정밀점검** 정기점검보다 정밀한 육안검사와 측정기구를 통해 비탈면의 불연속면, 암종, 상부자연비탈면 등의 비탈면 상태와 붕괴이력, 비탈면시설 현황 등을 정확히 조사하는 점검.
  ※ "시설물안전관리에관한특별법"에 따라 관리

- **종배수구** 도로비탈면 내부나 계곡부 등 집수지형이 형성되어 지속적인 풍화·침식이 예상될 때 이를 방지하고 원활한 배수를 위해 설치하는 공법.

- **지하배수구** 도로비탈면을 통해 흘러 노면 속으로 유입되는 물은 하단부에 맹암거를 시공하여 배수를 유도하며, 측구 되메우기시에는 암거 혹은 배수관을 통해 배수를 유도하는 구조물.

- **집수시설** 계곡부나 집수 지형을 따라 내려온 유수를 모아 하류로 내려보내는 시설.

- **차별풍화** 지하수, 단층, 절리, 변질작용 등의 원인에 의해 주위와 풍화정도가 상이하게 진행된 현상.

- **최상부** 도로비탈면 깎기부의 최대 수직고를 이루는 지점

- **층리** 퇴적암에서 입자의 모양과 크기에 따라 만들어지는 층 모양의 배열.

- **콘크리트 뿜어붙이기** (숏크리트) 압축공기를 사용하여 모르타르를 도로비탈면 표면부에 피복시켜 불연속면에 대한 접착을 유도하고 구속압을 일정하게 유지시켜 도로비탈면의 안정성을 확보하는 공법.

- **콘크리트 옹벽** 토압에 저항하여 깎기와 쌓기에 의해 형성된 도로비탈면을 지지하는 콘크리트 구조물.

- **테일러스** 동결융해 등의 기계적인 풍화작용이나 기타 지질학적인 요인 등에 의해 암석부스러기가 비탈면에 쌓여 이루어진 돌밭형태의 지반

- **토석** 도로비탈면 붕괴시 생성되는 토사와 암이 혼재된 붕괴더미.

- **파쇄대** 단층에 따르는 폭 수 cm~수십 m의 암석이 파쇄된 대상부 또는 암석의 파쇄·압쇄된 폭 수백~수천m의 대상부를 말함. 전자의 소규모 파쇄대는 댐 등 구조물기초의 지지력, 힘 전달, 또는 깎기의 안정 등에 문제가 발생됨. 후자의 대규모 파쇄대는 산사태, 유송토사, 깎기, 쌓기의 안정성 등에 문제가 발생되며 파쇄대의 크기가 일정하지 않고 파쇄대 내의 각 부에서 상이한 특성을 나타냄.

- **팽창성지반** 공기 또는 물과 접촉하여 화학반응을 하든가 팽창현상 등에 잘 부상(浮上)되는 지반을 말함. 팽창성지반은 물을 흡수하여 결정되는 광물, 산화되기 쉬운 광물 그리고 팽창성을 갖는 점토광물을 함유하는 경우가 많음. 일반적으로 팽창성을 나타내는 암종으로는 혈암, 이암, 온천여토, 장석, 운모, 휘석 등을 함유한 풍화암, 사문암으로서 그 팽창성의 크기와 방향은 다양함.

- **평면파괴** 비탈면 방향쪽으로 기울어진 한 개의 면을 따라 일어나는 파괴. 암반비탈면에서 주로 관찰됨.

- **포켓식낙석방지망** 상부자연비탈면에 이완암괴 및 뜬돌이 존재할 경우 낙석을 철망에 충돌시켜 낙석에너지를 감쇄하는 공법. 보통 낙석방지망과 병행하나 이미 설치되어 있는 경우 지주식울타리 형태로 독립시공도 가능함.

- **포행** 지표 부근의 흙, 표토, 응고하지 않은 퇴적물 등이 몹시 느리게 비탈면을 미끄러져 내려오는 운동.

- **표층유실** 비탈면 구성 지반의 풍화 진행이나 지표수에 의해 비탈면이 넓게 벗겨지는 현상.

- **풍화** 지표 부근의 암석이나 토양이 물리적, 화학적 및 생물학적 작용에 의해 변질되는 과정을 총칭하는 말.

- **피암터널** 산사태나 낙석으로부터 도로를 보호하기 위하여 설치된 터널 형태의 구조물. 일반적으로 도로 인근에 여유 폭이 없고, 낙석 발생의 가능성이 높은 급경사 도로비탈면 가운데 높이가 30 m 이상으로 높거나, 보강공법의 적용이 용이하지 못한 경우에 적용하는 공법으로 박스형태의 구조물이 많음.

- **핵석지반** 신선했던 암반의 풍화진행으로 구성요소의 이동 없이 일부는 완전풍화되어 토사화되고 일부는 바위형태로 남아 혼재되어 있는 지반.

- **활동파괴** 암반비탈면과 토사비탈면에서 다양한 활동면 형상으로 연속체적 거동을 보이면서 발생되는 붕괴.

- **횡배수시설** 도로비탈면에서 내려온 요수를 도로 건너편의 하천이나 계곡으로 유도하기 위해 도로 하부에 설치하는 배수시설.

# 부 록 2

# 관 련 서 식

【별표 1】

# 깎기비탈면 일상점검표

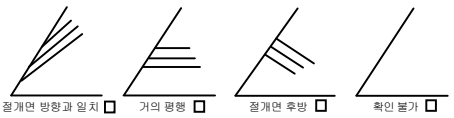
■ 일반현황

| 관리청/국도 | 청/ 국도 | 조사일시 | 년 월 일 |
|---|---|---|---|
| 행정구역 | ( )시/군 ( )읍/면 ( )리 | 관리코드 | |
| 거 리 표 | ( )호선 ( )방향 ( )km ( )m ( )행 | 미설치 ( ) | |

■ 붕괴

| 붕괴 징후 | □인장균열 □배부름 □침하<br>□지하수용출 □비탈면시설변형 | 붕괴이력 | □낙석 □쐐기 □평면 □전도<br>□활동파괴 □표층유실 □세굴 |
|---|---|---|---|
| | 위치:<br>규모:<br>기타: | | 위치:<br>규모:<br>기타: |

■ 깎기비탈면 상태

| 뜬돌 | □유 □무 | 계 곡 부 | ( ) 개소 | 풍화도 | □신선:미세한 균열조차 없으며 석재로 사용가능할 정도<br>□약간풍화:약간의 균열, 약간의 절리, 약간의 착색<br>□보통풍화:균열, 절리발달, 해머타격시 무거운 소리<br>□심한풍화:여러번 발로 밝으면 깨짐<br>□완전풍화:암덩어리가 손으로 부서짐<br>□풍화잔류토:구성입자가 분리되어 약간 이동됨 |
|---|---|---|---|---|---|
| 암석의 결 |  | | □전체<br>□위험 부위 | | |

■ 필요공법 및 조사자의견

| 필요공법 | □현상태유지 □기존시설 교체·보수<br>□깎기 □보강시설 □낙석방호시설 □표면보호시설 □배수시설 |
|---|---|
| 조 사 자 소 견 | |

■ 현황사진

| |
|---|
| |

【별표 2】

# 쌓기비탈면 일상점검표

■ 일반현황

| 관리청/국도 | 청/ 국도 | 조사일시 | 년 월 일 |
|---|---|---|---|
| 행정구역 | ( )시/군 ( )읍/면 ( )리 | 관리코드 | |
| 거 리 표 | ( )호선 ( )방향 ( )km ( )m ( )행 | 미설치 ( ) | |

■ 붕괴

| 붕괴 징후 | □인장균열 □배부름 □도로균열<br>□지하수용출 □비탈면시설변형 | 붕괴이력 | □얕은붕괴 □깊은붕괴<br>□기초지반포함붕괴 |
|---|---|---|---|
| | 위치:<br>규모:<br>기타: | | 위치:<br>규모:<br>기타: |

■ 쌓기비탈면 상태

| 도로균열 | □유 □무 | 계 곡 부 | ( ) 개소 | 쌓기재료 | □덤핑암괴<br>□풍화토<br>□사질 섞인 일반토사<br>□자갈 또는 암괴 섞인 토사<br>□실트가 많은 토사<br>□점토가 많은 토사 |
|---|---|---|---|---|---|
| 수목의 기울어짐 | □유 □무 | | | | |
| 배수시설 | □양호 □불량 | | | | |

■ 필요공법 및 조사자의견

| 필요공법 | □현상태유지 □기존시설 교체·보수<br>□쌓기 □보강시설 □낙석방호시설 □표면보호시설 □배수시설 |
|---|---|
| 조 사 자 소 견 | |

■ 현황사진

| |
|---|
| |

【별표 3】

# 깎기비탈면 해빙기 점검표

■ 일반현황

| 관리청/국도 | 청/ 국도 | 조사일시 | 년 월 일 |
|---|---|---|---|
| 행정구역 | ( )시/군 ( )읍/면 ( )리 | 관리코드 | |
| 거 리 표 | ( )호선 ( )방향 ( )km ( )m ( )행 | 미설치 ( ) | |
| 연장 | | 최대높이 | | 경사 | | 이격폭 | |

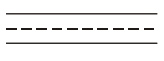
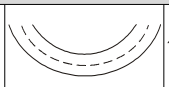
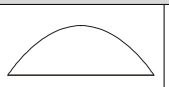
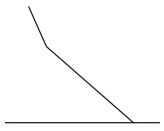
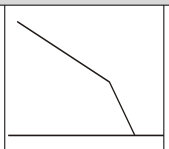
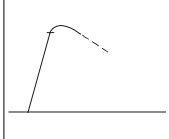
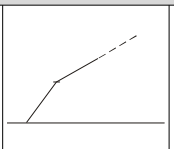
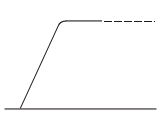
■ 중점점검

| 결빙 | □유 □무 | 해빙에 의한 붕괴 가능성 | □유 □무 |
|---|---|---|---|

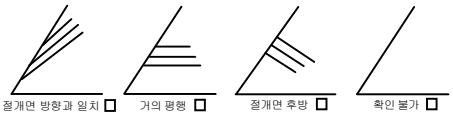
■ 붕괴

| 붕괴 징후 | □인장균열 □배부름 □침하<br>□지하수용출 □비탈면시설변형 | 붕괴이력 | □낙석 □쐐기 □평면 □전도<br>□활동파괴 □표층유실 □세굴 |
|---|---|---|---|
| | 위치:<br>규모:<br>기타: | | 위치:<br>규모:<br>기타: |

■ 깎기비탈면 상태

| 도로선형 | | | | 종단형 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
|  |  |  |  |  |  |  |
| □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ |
| 횡단면선형 | | | | 상부 자연비탈면 | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ |

| 상부 자연비탈면경사 | ( )° | 뜬돌 | □유 □무 | 계 곡 부 | ( ) 개소 |
|---|---|---|---|---|---|

| 주변 지형 | □산악 □준산악 □구릉지 □평지 | 풍화도 | □신선:미세한 균열조차 없으며 석재로 사용가능할 정도<br>□약간풍화:약간의 균열, 약간의 절리, 약간의 착색<br>□보통풍화:균열, 절리발달, 해머타격시 무거운 소리<br>□심한풍화:여러번 발로 밝으면 깨짐<br>□완전풍화:암덩어리가 손으로 부서짐<br>□풍화잔류토:구성입자가 분리되어 약간 이동됨 |
|---|---|---|---|
| 암석의 결 |  □전체 □위험 부위 | | |

■ 필요공법 및 점검자의견

| 시공현황 (중복가능) | □낙석방지망 □낙석방지울타리 □L형측구 □옹벽 □산마루측구<br>□기타 : |
|---|---|
| 필요공법 | □현상태유지 □기존시설 교체·보수<br>□깎기공법 □보강시설 □낙석방호시설 □표면보호시설 □배수시설 |
| 조 사 자 소 견 | |

【별표 4】

# 쌓기비탈면 해빙기 점검표

■ 일반현황

| 관리청/국도 | 청/ 국도 | 조사일시 | 년 월 일 | |
|---|---|---|---|---|
| 행정구역 | ( )시/군 ( )읍/면 ( )리 | | 관리코드 | |
| 거 리 표 | ( )호선 ( )방향 ( )km ( )m ( )행 | | 미설치 ( ) | |
| 연장 | | 최대높이 | 경사 | 도로폭 |

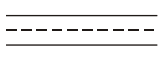
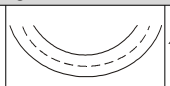
■ 중점점검

| 결빙 | □유 □무 | 해빙에 의한 붕괴 가능성 | □유 □무 |
|---|---|---|---|

■ 붕괴

| 붕괴 징후 | □인장균열 □배부름 □도로균열<br>□지하수용출 □비탈면시설변형 | 붕괴이력 | □얕은붕괴 □깊은붕괴<br>□기초지반포함붕괴 |
|---|---|---|---|
| | 위치:<br>규모:<br>기타: | | 위치:<br>규모:<br>기타: |

■ 쌓기비탈면 상태

| 도로형상 | | | | 쌓기형상 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
|  |  |  |  |  |  |  |
| □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ |

| 도로포장균열 | | 수목의 기울어짐 |
|---|---|---|
| 위치 | □없음 □유(깎기부) □유(중앙선)□유(쌓기부) | □무 □유 |
| 밀집도 | □느슨 □보통 □밀집 | |
| 배수시설 | □양호 □불량 | 계 곡 부 ( ) 개소 |

| 쌓기재료 | □덤핑암괴<br>□풍화토<br>□사질 섞인 일반토사<br>□자갈 또는 암괴 섞인 토사<br>□실트가 많은 토사<br>□점토가 많은 토사 | 쌓기재료강도 | □매우견고<br>□조밀또는견고<br>□중간<br>□느슨또는연약<br>□매우느슨 |
|---|---|---|---|

■ 필요공법 및 점검자의견

| 시공현황 (중복가능) | □비탈면녹화공 □옹벽 □경계석 □돌망태옹벽 □배수시설<br>□기타 : |
|---|---|
| 필요공법 | □현상태유지 □기존시설 교체·보수<br>□쌓기공법 □보강시설 □낙석방호시설 □표면보호시설 □배수시설 |
| 조 사 자 소 견 | |

【별표 5】

# 깎기비탈면 우기대비 점검표

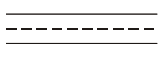
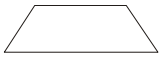
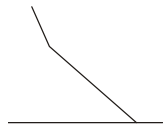
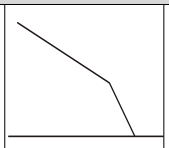
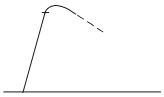
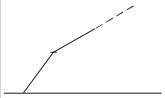
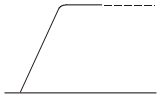
■ 일반현황

| 관리청/국도 | 청/ 국도 | 조사일시 | 년 월 일 |
|---|---|---|---|
| 행정구역 | ( )시/군 ( )읍/면 ( )리 | 관리코드 | |
| 거 리 표 | ( )호선 ( )방향 ( )km ( )m ( )행 | 미설치 ( ) | |
| 연장 | 최대높이 | 경사 | 이격폭 |

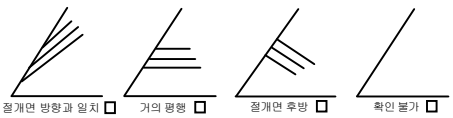
■ 중점점검/붕괴

| | | | |
|---|---|---|---|
| □산마루측구 : | □수발공 : | 붕괴 징후 | □인장균열 □배부름 □침하<br>□지하수용출 □비탈면시설변형 |
| □소단측구 : | □집수시설 : | | 위치:<br>규모:<br>기타: |
| □도수로 : | □맹암거 : | | |
| □수평배수공 : | □기타 : | 붕괴 이력 | □낙석 □쐐기 □평면 □전도<br>□활동파괴 □표층유실 □세굴 |
| 기입 사항 | a : 퇴적물에 의한 배수시설의 막힘<br>b : 배수시설 및 연결부위 파손, 변형<br>c: : 통수단면 부족에 의한 월류 여부<br>d : 배수시설 기능상실에 의한 유실, 세굴, 붕괴 | | 위치:<br>규모:<br>기타: |

■ 깎기비탈면 상태

| 도로선형 | | | | 종단형 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
|  |  |  |  |  |  |  |
| □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ |
| 횡단면선형 | | | | 상부 자연비탈면 | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ |

| 상부 자연비탈면경사 | ( )° | 뜬돌 | □유 □무 | 계 곡 부 | ( ) 개소 |
|---|---|---|---|---|---|

| 암석의 결 |  □전체 □위험 부위 | 풍화도 | □신선:미세한 균열조차 없으며 석재로 사용가능할 정도<br>□약간풍화:약간의 균열, 약간의 절리, 약간의 착색<br>□보통풍화:균열, 절리발달, 해머타격시 무거운 소리<br>□심한풍화:여러번 발로 밟으면 깨짐<br>□완전풍화:암덩어리가 손으로 부서짐<br>□풍화잔류토:구성입자가 분리되어 약간 이동됨 |
|---|---|---|---|

■ 필요공법 및 점검자의견

| 시공현황 (중복가능) | □낙석방지망 □낙석방지울타리 □L형측구 □옹벽 □산마루측구<br>□기타 : |
|---|---|
| 필요공법 | □현상태유지 □기존시설 교체·보수<br>□깎기공법 □보강시설 □낙석방호시설 □표면보호시설 □배수시설 |
| 조 사 자 소 견 | |

【별표 6】

# 쌓기비탈면 우기대비 점검표

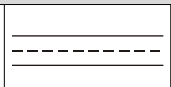
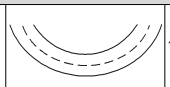
■ 일반현황

| 관리청/국도 | 청/ 국도 | 조사일시 | 년 월 일 |
|---|---|---|---|
| 행정구역 | ( )시/군 ( )읍/면 ( )리 | 관리코드 | |
| 거 리 표 | ( )호선 ( )방향 ( )km ( )m ( )행 | 미설치 ( ) | |
| 연장 | | 최대높이 | | 경사 | | 도로폭 | |

■ 중점점검/붕괴

| □비탈끝측구 : | □수발공 : | 붕괴 징후 | □인장균열 □배부름 □도로균열 □지하수용출 □비탈면시설변형 |
|---|---|---|---|
| □소단측구 : | □집수시설 : | | 위치:<br>규모:<br>기타: |
| □도수로 : | □맹암거 : | | |
| □수평배수공 : | □기타 : | 붕괴 이력 | □얕은붕괴 □깊은붕괴 □기초지반포함붕괴 |
| 기입 사항 | a : 퇴적물에 의한 배수시설의 막힘<br>b : 배수시설 및 연결부위 파손, 변형<br>c: : 통수단면 부족에 의한 월류 여부<br>d : 배수시설 기능상실에 의한 유실, 세굴, 붕괴 | | 위치:<br>규모:<br>기타: |

■ 쌓기비탈면 상태

| 도로형상 | | | | 쌓기형상 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
|  |  |  |  |  |  |  |
| □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ |

| 도로포장균열 | | 수목의 기울어짐 |
|---|---|---|
| 위치 | □없음 □유(깎기부) □유(중앙선)□유(쌓기부) | □무 □유 |
| 밀집도 | □느슨 □보통 □밀집 | |
| 배수시설 | □양호 □불량 | 계 곡 부 ( ) 개소 |

| 쌓기 재료 | □덤핑암괴<br>□풍화토<br>□사질 섞인 일반토사<br>□자갈 또는 암괴 섞인 토사<br>□실트가 많은 토사<br>□점토가 많은 토사 | 쌓기 재료 강도 | □매우견고<br>□조밀또는견고<br>□중간<br>□느슨또는연약<br>□매우느슨 |
|---|---|---|---|

■ 필요공법 및 점검자의견

| 시공현황 (중복가능) | □낙석방지망 □낙석방지울타리 □L형측구 □옹벽 □산마루측구<br>□기타 : |
|---|---|
| 필요공법 | □현상태유지 □기존시설 교체·보수<br>□깎기공법 □보강시설 □낙석방호시설 □표면보호시설 □배수시설 |
| 조 사 자 소 견 | |

【별표 7】

# 붕괴이력 기록

| 시기 | 위치 | 유형 | 규모 | 원인 | 조치사항 | 비 고 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |

【별표 8】

# 보 수·보 강 조 치 기 록

단위 : 백만원

| 기 간 | 위치 | 보수·보강항목 | 내 용 | 공사비 | 시공자 | 비 고 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |

【별표 9】

# 00 발생보고(20Point, 신명조, 중앙정열)

< 2003. 00, 00 (수) > (14Point, 신명조, 중앙정열)

| 내용 : 발생 및 조치현황 요약<br>(16Point, 신명조, 줄간격 160, 여백 왼쪽·오른쪽2) |
|---|

## □ 00 발생 현황

○ 일　　시 :
○ 위　　치 :
○ 낙 석 량 :
○ 피해현황 :
※ 일일교통량 :

## □ 조치내용

○ 인명·차량 등 물적피해에 대한 조치
○ 통행제한 여부 및 우회도로 지정내용
○ 낙석 제거개시 및 완료 예정시기
○ 인원 및 장비투입 현황
○ 기타 유관기관 협조사항 등

## □ 향후 조치계획

## ※ 특기사항

○ 언론취재 및 보도예정시기 등

※ 1. □ : 16Point, 신명조·진하게, 왼쪽 1칸 부터 시작, 줄간격 180
2. ○ : 15Point, 신명조, 왼쪽 5칸 부터 시작, 줄간격 160
3. 용지여백 : 기본

【별표 10】

# 비탈면 정비현황

■ 일반현황

| | | | |
|---|---|---|---|
| 관리기관 | | 도로호선 | |
| 행정구역 | (　　)시/군 (　　)읍/면 (　　)리 | | |
| CSMS 명 | 안성 삼죽 진촌 | 사업명 | |

■ 설계~준공 개요

| | | | |
|---|---|---|---|
| 실시설계사 | | 설계책임자명 | |
| 시공사 | | 현장소장명 | |
| 공사기간 | (　　)년 (　)월 (　)일 ~ (　　)년 (　)월 (　)일 | | |
| 준공일 | (　　)년 (　)월 (　)일 | 준공담당자명 | |

■ 시공후 절토사면 제원

| | | | |
|---|---|---|---|
| 연　　장 | (　　) m | 최대높이 | (　　) m |
| 경사/구배 | (　　)°, ( 1 :　　) | | |

■ 시공 현황

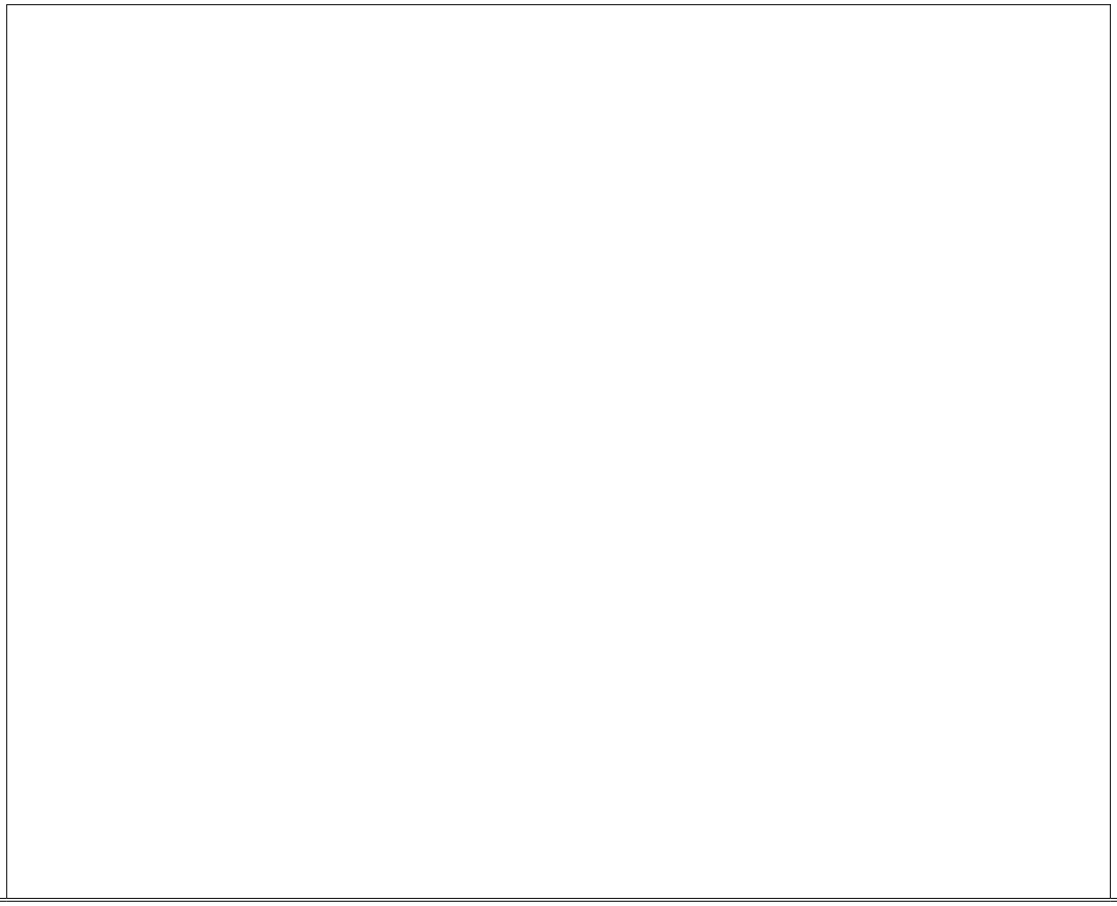
| | 적용공법 | 구　　간 | 물　　량 |
|---|---|---|---|
| 시공현황 | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| 총공사비 | (　　) 백만원 | | |

# 준 공 도 면

평 면 도

표준횡단면도

# 전경사진



# 부 록 3

# 일반국도변 암종색인

| NO. | 관리기관 | 노선번호 | 시/군 | 읍/면 | 암석명 | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 수원 | 3 | 광주군 | 광주읍 | 화강편마암 | |
| 2 | 수원 | 3 | 이천시 | 신둔면 | 흑운모편마암 | |
| 3 | 수원 | 3 | 이천시 | 사음동 | 화강암 | |
| 3 | 수원 | 3 | 이천시 | 사음동 | 화강암 | |
| 3 | 수원 | 37 | 여주군 | 대신면 | 화강암 | |
| 4 | 수원 | 37 | 여주군 | 여주읍 | 화강암 | |
| 5 | 수원 | 38 | 안성시 | 보개면<br>공도읍<br>보개읍<br>일죽면<br>죽산읍 | 화강암 | |
| 6 | 수원 | 38 | 안성시 | 삼죽면<br>공도읍<br>보개읍<br>일죽면<br>죽산읍 | 화강암 | |
| 7 | 수원 | 38 | 평택시 | 오성면 | 편마암 | |
| 8 | 수원 | 39 | 평택시 | 안중면 | 변성퇴적암 | |
| 9 | 수원 | 39 | 화성군 | 비봉면<br>양감면<br>팔탄면<br>향남면 | 화강암 | |
| 10 | 수원 | 39 | 화성군 | 비봉면<br>양감면<br>팔탄면<br>향남면 | 편암 | |
| 11 | 수원 | 42 | 여주군 | 강천면 | 화강암 | |
| 12 | 수원 | 43 | 광주군 | 광주읍<br>명안동<br>송정동<br>장기동 | 편마암 | |
| 13 | 수원 | 43 | 광주군 | 오포면<br>명안동<br>송정동<br>장기동 | 편마암 | |
| 14 | 수원 | 43 | 광주군 | 중부면<br>명안동<br>송정동<br>장기동 | 편마암 | |
| 15 | 수원 | 43 | 용인시 | 수지면 | 편마암 | |
| 16 | 수원 | 45 | 광주군 | 남종면<br>중부면<br>퇴촌면 | 편마암 | |
| 17 | 수원 | 45 | 안성시 | 원곡면<br>공도읍<br>보개읍<br>일죽면<br>죽산읍 | 편마암 | |

| NO. | 관리기관 | 노선번호 | 시/군 | 읍/면 | 암석명 | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 18 | 수원 | 45 | 안성시 | 원곡면<br>공도읍<br>보개읍<br>일죽면<br>죽산읍 | 편마암 | |
| 19 | 수원 | 48 | 강화군 | 강화읍<br>양사면<br>월곶면 | 사암 | |
| 20 | 수원 | 48 | 강화군 | 강화읍<br>양사면<br>월곶면 | 셰일 | |
| 21 | 수원 | 48 | 강화군 | 강화읍<br>양사면<br>월곶면 | 역암 | |
| 22 | 수원 | 48 | 강화군 | 하전면<br>양사면<br>월곶면 | 화강암 | |
| 23 | 수원 | 48 | 김포시 | 월곶면 | 사암 | |
| 24 | 수원 | 48 | 김포시 | 월곶면 | 셰일 | |
| 25 | 수원 | 48 | 김포시 | 월곶면 | 역암 | |
| 26 | 수원 | 48 | 김포시 | 통정면 | 화강암 | |
| 27 | 의정부 | 6 | 양평군 | 양서면<br>단월면<br>양평읍<br>옥천면<br>용문면 | 편마암 | |
| 28 | 의정부 | 6 | 양평군 | 청운면<br>단월면<br>양평읍<br>옥천면<br>용문면 | 편암 | |
| 29 | 의정부 | 6 | 양평군 | 청운면 | 편마암 | |
| 30 | 의정부 | 36 | 가평군 | 상면 | 편마암 | |
| 31 | 의정부 | 36 | 가평군 | 상면 | 운모편암 | |
| 32 | 의정부 | 37 | 가평군 | 설악면<br>하면 | 편마암 | |
| 33 | 의정부 | 37 | 가평군 | 설악면<br>하면 | 규암 | |
| 34 | 의정부 | 43 | 포천군 | 영중면 | 화강암 | |
| 35 | 의정부 | 45 | 남양주시 | 화도읍 | 편마암 | |
| 36 | 의정부 | 46 | 가평군 | 가평읍 | 편마암 | |
| 37 | 의정부 | 46 | 가평군 | 상면 | 편마암 | |

| NO. | 관리기관 | 노선번호 | 시/군 | 읍/면 | 암석명 | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 38 | 의정부 | 46 | 가평군 | 외서면 | 편마암 | |
| 39 | 의정부 | 46 | 가평군 | 외서면 | 운모편암 | |
| 40 | 의정부 | 46 | 가평군 | 외서면 | 규암 | |
| 41 | 의정부 | 46 | 남양주시 | 화도읍 | 편마암 | |
| 42 | 의정부 | 46 | 남양주시 | 화도읍 | 운모편암 | |
| 43 | 의정부 | 46 | 남양주시 | 화도읍 | 규암 | |
| 44 | 의정부 | 47 | 포천군 | 이동읍 | 화강암 | |
| 45 | 홍천 | 5 | 원주시 | 소초면<br>신림면 | 화강암 | |
| 46 | 홍천 | 5 | 원주시 | 판부면<br>신림면 | 편암 | |
| 47 | 홍천 | 5 | 철원군 | 근남면 | 편마암 | |
| 48 | 홍천 | 5 | 철원군 | 근남면 | 각섬석편암 | |
| 49 | 홍천 | 5 | 춘천시 | 동산면<br>사북면<br>서면 | 호상편마암 | |
| 50 | 홍천 | 5 | 춘천시 | 신북면<br>사북면<br>서면 | 화강암 | |
| 51 | 홍천 | 5 | 화천군 | 상서면<br>하남면<br>화천면 | 흑운모호상<br>편마암 | |
| 52 | 홍천 | 6 | 횡성군 | 둔내면<br>공근면<br>서원면<br>횡성읍 | 흑운모<br>화강암 | |
| 53 | 홍천 | 6 | 횡성군 | 안흥면<br>공근면<br>서원면<br>횡성읍 | 흑운모호상<br>편마암 | |
| 54 | 홍천 | 6 | 횡성군 | 우천면<br>공근면<br>서원면<br>횡성읍 | 흑운모화강암 | |
| 55 | 홍천 | 31 | 양구군 | 양구읍<br>남면<br>동면 | 화강암 | |
| 56 | 홍천 | 31 | 인제군 | 상남면 | 반상결정질<br>편마암 | |
| 57 | 홍천 | 31 | 인제군 | 상남면 | 석영반암 | |
| 58 | 홍천 | 31 | 인제군 | 기린면 | 흑운모화강암 | |
| 59 | 홍천 | 31 | 인제군 | 기린면 | 흑운모호상<br>편마암 | |
| 60 | 홍천 | 31 | 인제군 | 상남면 | 안구상편마암 | |

| NO. | 관리기관 | 노선번호 | 시/군 | 읍/면 | 암석명 | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 61 | 홍천 | 31 | 인제군 | 인제읍 | 흑운모호상<br>편마암 | |
| 62 | 홍천 | 31 | 인제군 | 인제읍 | 엽리상화강암 | |
| 63 | 홍천 | 31 | 인제군 | 인제읍 | 흑운모화강암 | |
| 64 | 홍천 | 42 | 원주시 | 소초면<br>태장동<br>호저읍 | 화강암 | |
| 65 | 홍천 | 42 | 횡성군 | 안흥면<br>우천면 | 흑운모화강암 | |
| 66 | 홍천 | 42 | 횡성군 | 안흥면<br>우천면 | 흑운모호상<br>편마암 | |
| 67 | 홍천 | 44 | 홍천군 | 두촌면<br>홍천읍<br>남면 | 화강암질<br>편마암 | |
| 68 | 홍천 | 44 | 홍천군 | 두촌면<br>홍천읍<br>남면 | 흑운모편암 | |
| 69 | 홍천 | 44 | 홍천군 | 화촌면<br>홍천읍<br>남면 | 흑운모호상<br>편마암 | |
| 70 | 홍천 | 46 | 양구군 | 양구읍<br>남면 | 천매암 | |
| 71 | 홍천 | 46 | 양구군 | 양구읍<br>남면 | 화강암질편마암 | |
| 72 | 홍천 | 46 | 양구군 | 양구읍<br>남면 | 호상편마암 | |
| 73 | 홍천 | 46 | 양구군 | 양구읍<br>남면 | 흑운모화강암 | |
| 74 | 홍천 | 46 | 인제군 | 남면 | 편마암 | |
| 75 | 홍천 | 46 | 인제군 | 상남면 | 편마암 | |
| 76 | 홍천 | 46 | 인제군 | 인제읍 | 편마암 | |
| 77 | 홍천 | 46 | 춘천시 | 북산면 | 화강암질편마암 | |
| 78 | 홍천 | 46 | 춘천시 | 북산면 | 화강암 | |
| 79 | 홍천 | 46 | 춘천시 | 북산면 | 흑운모편암 | |
| 80 | 홍천 | 46 | 춘천시 | 서면 | 규암 | |
| 81 | 홍천 | 46 | 춘천시 | 신동면 | 화강암 | |
| 82 | 홍천 | 46 | 춘천시 | 신북읍 | 호상편마암 | |
| 83 | 홍천 | 46 | 춘천시 | 북산면 | 호상편마암 | |
| 84 | 홍천 | 46 | 화천군 | 간동면 | 화강암 | |
| 85 | 홍천 | 56 | 춘천시 | 동면 | 호상편마암 | |
| 86 | 홍천 | 56 | 춘천시 | 사북면 | 화강암 | |

| NO. | 관리기관 | 노선번호 | 시/군 | 읍/면 | 암석명 | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 87 | 홍천 | 56 | 홍천군 | 내면<br>서석면 | 화강암 | |
| 88 | 홍천 | 56 | 홍천군 | 화촌면<br>서석면 | 화강암 | |
| 89 | 홍천 | 56 | 화천군 | 사내면 | 화강암 | |
| 90 | 홍천 | 56 | 화천군 | 상서면 | 화강암 | |
| 91 | 강릉 | 6 | 강릉시 | 연곡면 | 편마암 | |
| 92 | 강릉 | 6 | 평창군 | 도암면<br>진부면<br>봉평면 | 화강암 | |
| 93 | 강릉 | 6 | 평창군 | 봉평면<br>진부면<br>도암면 | 화강섬록암 | |
| 94 | 강릉 | 7 | 강릉시 | 강동면<br>주문진<br>사천면<br>옥계면 | 사암 | |
| 95 | 강릉 | 7 | 강릉시 | 강동면<br>주문진<br>사천면<br>옥계면 | 탄질셰일 | |
| 96 | 강릉 | 35 | 강릉시 | 서산면<br>왕산면 | 사암 | |
| 97 | 강릉 | 35 | 강릉시 | 성산면<br>왕산면 | 편암 | |
| 98 | 강릉 | 42 | 강릉시 | 옥계면 | 편마암 | |
| 99 | 강릉 | 42 | 강릉시 | 옥계면 | 편암 | |
| 100 | 강릉 | 44 | 양양군 | 서면 | 흑운모화강암 | |
| 101 | 강릉 | 44 | 양양군 | 서면 | 화강암 | |
| 102 | 강릉 | 46 | 고성군 | 간성읍 | 화강암 | |
| 103 | 강릉 | 46 | 인제군 | 북면 | 화강편마암 | |
| 104 | 강릉 | 56 | 양양군 | 서면 | 흑운모화강암 | |
| 105 | 강릉 | 56 | 양양군 | 서면 | 편마암 | |
| 106 | 강릉 | 31 | 홍천군 | 내면 | 화강암질편마암 | |
| 107 | 강릉 | 56 | 홍천군 | 내면 | 흑운모호상<br>편마암 | |
| 108 | 강릉 | 56 | 홍천군 | 내면 | 흑운모화강암 | |
| 109 | 정선 | 31 | 영월군 | 북면 | 석회암 | |
| 110 | 정선 | 31 | 영월군 | 북면 | 셰일 | |
| 111 | 정선 | 31 | 영월군 | 상동읍 | 편마암 | |

| NO. | 관리기관 | 노선번호 | 시/군 | 읍/면 | 암석명 | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 112 | 정선 | 31 | 영월군 | 상동읍 | 변성사암 | |
| 113 | 정선 | 31 | 영월군 | 상동읍 | 천매암 | |
| 114 | 정선 | 31 | 영월군 | 영월읍 | 변성사암 | |
| 115 | 정선 | 31 | 영월군 | 영월읍 | 탄질셰일 | |
| 116 | 정선 | 31 | 영월군 | 영월읍 | 백운암 | |
| 117 | 정선 | 31 | 영월군 | 중동면 | 규암 | |
| 118 | 정선 | 31 | 영월군 | 중동면 | 편암 | |
| 119 | 정선 | 31 | 영월군 | 중동면 | 석회암 | |
| 120 | 정선 | 31 | 정선군 | 정선읍 | 석회암 | |
| 121 | 정선 | 31 | 평창군 | 대화면<br>도돈면<br>마지면<br>방림면<br>약수면<br>유동면<br>주진면<br>천변면<br>하리면 | 각섬석흑운모<br>화강섬록암 | |
| 122 | 정선 | 31 | 평창군 | 평창읍<br>도돈면<br>마지면<br>방림면<br>약수면<br>유동면<br>주진면<br>천변면<br>하리면 | 석회암 | |
| 123 | 정선 | 31 | 평창군 | 평창읍<br>도돈면<br>마지면<br>방림면<br>약수면<br>유동면<br>주진면<br>천변면<br>하리면 | 화강암 | |
| 124 | 정선 | 35 | 삼척시 | 하장면 | 화강암 | |
| 125 | 정선 | 35 | 삼척시 | 하장면 | 사암 | |
| 126 | 정선 | 35 | 삼척시 | 하장면 | 규암 | |
| 127 | 정선 | 35 | 정선군 | 임계면 | 화강암 | |
| 128 | 정선 | 35 | 정선군 | 임계면 | 편암 | |
| 129 | 정선 | 35 | 삼척시 | 하장면 | 규암 | |
| 130 | 정선 | 38 | 삼척시 | 도계읍 | 석회암 | |

| NO. | 관리기관 | 노선번호 | 시/군 | 읍/면 | 암석명 | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 131 | 정선 | 38 | 삼척시 | 미로면 | 석회암 | |
| 132 | 정선 | 38 | 삼척시 | 미로면 | 셰일 | |
| 133 | 정선 | 38 | 삼척시 | 신기면 | 석회암 | |
| 134 | 정선 | 38 | 영월군 | 영월읍 | 변성사암 | |
| 135 | 정선 | 38 | 영월군 | 영월읍 | 셰일 | |
| 136 | 정선 | 42 | 정선군 | 북면 | 화강암 | |
| 137 | 정선 | 42 | 정선군 | 북평면 | 석회암 | |
| 138 | 정선 | 42 | 정선군 | 북평면 | 천매암 | |
| 139 | 정선 | 42 | 정선군 | 임계면 | 엽리상화강암 | |
| 140 | 정선 | 42 | 정선군 | 임계면 | 화강암 | |
| 141 | 정선 | 42 | 정선군 | 임계면 | 규암 | |
| 142 | 정선 | 42 | 정선군 | 임계면 | 석회암 | |
| 143 | 정선 | 42 | 정선군 | 정선읍 | 석회암 | |
| 144 | 정선 | 42 | 평창군 | 미탄면<br>평창면 | 석회암 | |
| 145 | 정선 | 42 | 평창군 | 방림면<br>평창면 | 화강암 | |
| 146 | 논산 | 1 | 공주시 | 반포면 | 화강암 | |
| 147 | 논산 | 1 | 논산시 | 두마면<br>연무면<br>은진면 | 화강암 | |
| 148 | 논산 | 1 | 논산시 | 부적면<br>연무면<br>은진면 | 반상화강섬록암 | |
| 149 | 논산 | 1 | 논산시 | 연산면<br>연무면<br>은진면 | 반상화강섬록암 | |
| 150 | 논산 | 1 | 논산시 | 연산면<br>연무면<br>은진면 | 화강암 | |
| 151 | 논산 | 17 | 금산군 | 추부면<br>복수면<br>진산면 | 천매암 | |
| 152 | 논산 | 17 | 금산군 | 추부면<br>복수면<br>진산면 | 규암 | |
| 153 | 논산 | 23 | 공주시 | 계룡면<br>광덕면<br>의당면<br>장기면<br>정안면 | 화강암질편마암 | |

| NO. | 관리기관 | 노선번호 | 시/군 | 읍/면 | 암석명 | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 174 | 충주 | 5 | 단양군 | 매포면 | 석회암 | |
| 175 | 충주 | 5 | 단양군 | 단양읍 | 석회암 | |
| 176 | 충주 | 19 | 괴산군 | 문광면<br>감물면<br>괴산읍<br>장연면<br>청안면 | 사질천매암 | |
| 177 | 충주 | 19 | 괴산군 | 문광면<br>감물면<br>괴산읍<br>장연면<br>청안면 | 석회암 | |
| 178 | 충주 | 19 | 중원군 | 소태면 | 화강암 | |
| 179 | 충주 | 36 | 단양군 | 단성면 | 석회암 | |
| 180 | 충주 | 36 | 단양군 | 단성면 | 규암 | |
| 181 | 충주 | 36 | 제천시 | 수산면<br>덕산면 | 석회암 | |
| 182 | 충주 | 36 | 제천시 | 수산면<br>덕산면 | 화강암 | |
| 183 | 충주 | 36 | 제천시 | 수산면<br>덕산면 | 천매암 | |
| 184 | 충주 | 36 | 제천시 | 수산면<br>덕산면 | 규암 | |
| 185 | 충주 | 36 | 제천시 | 한수면 | 화강암 | |
| 186 | 충주 | 36 | 충주시 | 살미면 | 함력천매암 | |
| 187 | 충주 | 36 | 충주시 | 살미면 | 편암 | |
| 188 | 충주 | 36 | 충주시 | 살미면 | 규암 | |
| 189 | 충주 | 37 | 괴산군 | 청천면<br>괴산읍<br>소수면 | 천매암 | |
| 190 | 충주 | 37 | 괴산군 | 청천면<br>괴산읍<br>소수면 | 화강암 | |
| 191 | 보은 | 4 | 영동군 | 심천면<br>추풍령면<br>황간면 | 화강암 | |
| 192 | 보은 | 4 | 영동군 | 영동읍<br>추풍령면<br>황간면 | 사암 | |
| 193 | 보은 | 4 | 영동군 | 추풍령<br>추풍령면<br>황간면 | 편마암 | |
| 194 | 보은 | 17 | 진천군 | 문백면<br>광혜원면<br>진천읍 | 편마암 | |

| NO. | 관리기관 | 노선번호 | 시/군 | 읍/면 | 암석명 | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 195 | 보은 | 17 | 청원군 | 남이면<br>부용면<br>오창면<br>현도면 | 흑운모화강암 | |
| 196 | 보은 | 19 | 보은군 | 내북면 | 규암 | |
| 197 | 보은 | 19 | 보은군 | 내북면 | 셰일 | |
| 198 | 보은 | 19 | 영동군 | 양강면<br>용산면<br>청성명<br>학산면 | 셰일 | |
| 199 | 보은 | 19 | 영동군 | 영동면<br>용산면<br>청성명<br>학산면 | 사암 | |
| 200 | 보은 | 19 | 옥천군 | 군북면<br>청산면<br>청성면 | 천매암 | |
| 201 | 보은 | 25 | 보은군 | 수한면<br>마로면<br>보은읍 | 사암 | |
| 202 | 보은 | 25 | 보은군 | 수한면<br>마로면<br>보은읍 | 셰일 | |
| 203 | 보은 | 25 | 보은군 | 수한면<br>마로면<br>보은읍 | 천매암 | |
| 204 | 보은 | 25 | 보은군 | 회북면<br>마로면<br>보은읍 | 천매암 | |
| 205 | 보은 | 25 | 보은군 | 회북면<br>마로면<br>보은읍 | 사암 | |
| 206 | 보은 | 25 | 보은군 | 회북면<br>마로면<br>보은읍 | 셰일 | |
| 207 | 보은 | 25 | 보은군 | 회북면<br>마로면<br>보은읍 | 셰일 | |
| 208 | 보은 | 25 | 청원군 | 가덕면<br>남일면 | 이암 | |
| 209 | 보은 | 25 | 청원군 | 가덕면<br>남일면 | 규암 | |
| 210 | 보은 | 25 | 청원군 | 가덕면<br>남일면 | 석회암 | |
| 211 | 보은 | 34 | 진천군 | 백곡면<br>진천읍 | 편마암 | |

| NO. | 관리기관 | 노선번호 | 시/군 | 읍/면 | 암석명 | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 212 | 보은 | 34 | 진천군 | 초평면<br>진천읍 | 역질사암 | |
| 213 | 보은 | 34 | 진천군 | 초평면<br>진천읍 | 셰일 | |
| 214 | 보은 | 37 | 보은군 | 내속리면 | 화강암 | |
| 215 | 보은 | 37 | 보은군 | 산외면 | 화강반암 | |
| 216 | 보은 | 37 | 보은군 | 수한면 | 화강암 | |
| 217 | 보은 | 37 | 옥천군 | 군서면<br>군북면<br>옥천읍 | 화강암 | |
| 218 | 보은 | 37 | 옥천군 | 안내면<br>군북면<br>옥천읍 | 편암 | |
| 219 | 보은 | 37 | 옥천군 | 안내면<br>군북면<br>옥천읍 | 천매암 | |
| 220 | 보은 | 37 | 옥천군 | 안내면 | 화강암 | |
| 221 | 예산 | 1 | 천안시 | 목천면<br>성환읍 | 흑운모호상<br>편마암 | |
| 222 | 예산 | 1 | 천안시 | 목천면<br>성환읍 | 화강암 | |
| 223 | 예산 | 21 | 서천군 | 남포면<br>마서면 | 화강편마암 | |
| 224 | 예산 | 21 | 서천군 | 비인면<br>마서면 | 사암 | |
| 225 | 예산 | 21 | 서천군 | 비인면<br>마서면 | 셰일 | |
| 226 | 예산 | 21 | 서천군 | 비인면<br>마서면 | 편마암 | |
| 227 | 예산 | 21 | 서천군 | 종천면<br>마서면 | 화강암 | |
| 228 | 예산 | 21 | 예산군 | 응봉면 | 호상편마암 | |
| 229 | 예산 | 29 | 서산군 | 대산면<br>성연면 | 규암 | |
| 230 | 예산 | 29 | 서산군 | 대산면<br>성연면 | 석회암 | |
| 231 | 예산 | 32 | 예산군 | 대술면 | 변성흑운모<br>화강암 | |
| 232 | 예산 | 32 | 예산군 | 신양면 | 편마암 | |
| 233 | 예산 | 32 | 예산군 | 예산읍 | 편마암 | |

| NO. | 관리기관 | 노선번호 | 시/군 | 읍/면 | 암석명 | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 234 | 예산 | 38 | 서산군 | 대산면 | 규암 | |
| 235 | 예산 | 39 | 아산시 | 송악면<br>염치면<br>영인면 | 호상편마암 | |
| 236 | 예산 | 45 | 아산시 | 도고면 | 녹니석편암 | |
| 237 | 예산 | 45 | 아산시 | 도고면 | 규암 | |
| 238 | 광주 | 1 | 무안군 | 청계면<br>삼향면 | 유문암질응회암 | |
| 239 | 광주 | 1 | 나주시 | 월정면<br>남평면<br>나주면<br>다시면 | 안산암질응회암 | |
| 240 | 광주 | 1 | 장성군 | 남면<br>장성면 | 편마암 | |
| 241 | 광주 | 1 | 장성군 | 북이면<br>장성면 | 유문암질응회암 | |
| 242 | 광주 | 1 | 장성군 | 북이면<br>장성면 | 유문암 | |
| 243 | 광주 | 1 | 장성군 | 북하면<br>장성면 | 사암/셰일 | |
| 244 | 광주 | 1 | 장성군 | 북하면 | 사암/셰일 | |
| 245 | 광주 | 1 | 장성군 | 북하면<br>장성면 | 응회암 | |
| 246 | 광주 | 13 | 해남군 | 북평면<br>계곡면<br>옥천면<br>현산면 | 응회암 | |
| 247 | 광주 | 15 | 담양군 | 무정면<br>고서면 | 화강암질편마암 | |
| 248 | 광주 | 15 | 담양군 | 용면<br>고서면 | 응회암 | |
| 249 | 광주 | 15 | 장성군 | 북하면 | 사암/셰일 | |
| 250 | 광주 | 15 | 장성군 | 북하면 | 응회암 | |
| 251 | 광주 | 15 | 화순군 | 동면<br>남면 | 셰일 | |
| 252 | 광주 | 15 | 화순군 | 동면<br>남면 | 응회암 | |
| 253 | 광주 | 15 | 화순군 | 동북면<br>남면 | 천매암 | |
| 254 | 광주 | 15 | 화순군 | 북면<br>남면 | 안산암질응회암 | |

| NO. | 관리기관 | 노선번호 | 시/군 | 읍/면 | 암석명 | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 255 | 광주 | 15 | 화순군 | 북면<br>남면 | 편암 | |
| 256 | 광주 | 18 | 진도군 | 고군면<br>고조면<br>군내면<br>의신면<br>임회면<br>진도면 | 안산암질응회암 | |
| 257 | 광주 | 18 | 해남군 | 황산면<br>황산면 | 응회암 | |
| 258 | 광주 | 22 | 화순군 | 동면<br>동부면<br>화순면 | 셰일 | |
| 259 | 광주 | 22 | 화순군 | 동면<br>동부면<br>화순면 | 응회암 | |
| 260 | 광주 | 22 | 화순군 | 동북면<br>동부면<br>화순면 | 화강암질편마암 | |
| 261 | 광주 | 23 | 나주시 | 왕곡면<br>새지면 | 화강암 | |
| 262 | 광주 | 23 | 영암군 | 금정면 | 화산암류/<br>편마암 | |
| 263 | 광주 | 29 | 담양군 | 용면<br>고서면 | 응회암 | |
| 264 | 광주 | 29 | 화순군 | 이양면 | 안산암질응회암 | |
| 265 | 전주 | 17 | 완주군 | 경천면<br>고산면<br>상관면 | 사질천매암 | |
| 266 | 전주 | 17 | 완주군 | 운주면<br>고산면<br>상관면 | 슬레이트 | |
| 267 | 전주 | 17 | 완주군 | 운주면<br>고산면<br>상관면 | 석회암 | |
| 268 | 전주 | 17 | 완주군 | 운주면<br>고산면<br>상관면 | 화강반암 | |
| 269 | 전주 | 17 | 완주군 | 운주면<br>고산면<br>상관면 | 천매암 | |
| 270 | 전주 | 26 | 완주군 | 소양면 | 역암 | |
| 271 | 전주 | 26 | 완주군 | 소양면 | 엽리상화강암 | |
| 272 | 전주 | 26 | 완주군 | 소양면 | 사암 | |

| NO. | 관리기관 | 노선번호 | 시/군 | 읍/면 | 암석명 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 273 | 전주 | 26 | 완주군 | 소양면 | 실트스톤 | |
| 274 | 전주 | 26 | 완주군 | 부귀면 | 흑운모화강암 | |
| 275 | 전주 | 26 | 완주군 | 부귀면 | 역암 | |
| 276 | 전주 | 26 | 완주군 | 부귀면 | 사암 | |
| 277 | 전주 | 26 | 완주군 | 부귀면 | 안산암질응회암 | |
| 278 | 전주 | 26 | 진안군 | 진안읍<br>부귀면 | 엽리상화강암 | |
| 279 | 전주 | 27 | 완주군 | 구이면<br>삼계면 | 안산암 | |
| 280 | 전주 | 27 | 정읍시 | 산내면 | 안산암 | |
| 281 | 전주 | 27 | 정읍시 | 산내면 | 응회암 | |
| 282 | 전주 | 30 | 부안군 | 변산면<br>진서면<br>하서면 | 유문암 | |
| 283 | 전주 | 30 | 정읍시 | 산내면<br>신태인면<br>옹동면 | 응회암 | |
| 284 | 전주 | 30 | 정읍시 | 칠보면<br>신태인면<br>옹동면 | 편상각섬석<br>흑운모화강암 | |
| 285 | 남원 | 13 | 장수군 | 천천면 | 흑운모편마암 | |
| 286 | 남원 | 19 | 구례군 | 산동면 | 화강암 | |
| 287 | 남원 | 19 | 구례군 | 산동면 | 편마암 | |
| 288 | 남원 | 19 | 남원시 | 주천면<br>산동면<br>이백면<br>주천면 | 화강암 | |
| 289 | 남원 | 19 | 무주군 | 안성면<br>무주읍<br>안성면 | 우백질<br>화강편마암 | |
| 290 | 남원 | 19 | 무주군 | 적산면<br>무주읍<br>안성면 | 화강암질편마암 | |
| 291 | 남원 | 19 | 무주군 | 적산면<br>무주읍<br>안성면 | 석회암 | |
| 292 | 남원 | 19 | 무주군 | 적산면<br>무주읍<br>안성면 | 편암 | |
| 293 | 남원 | 19 | 장수군 | 번암면<br>계남면<br>계북면<br>장수읍 | 화강암 | |

| NO. | 관리기관 | 노선번호 | 시/군 | 읍/면 | 암석명 | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 294 | 남원 | 19 | 장수군 | 번암면<br>계남면<br>계북면<br>장수읍 | 흑운모호상<br>편마암 | |
| 295 | 남원 | 19 | 장수군 | 장계면<br>계남면<br>계북면<br>장수읍 | 화강암 | |
| 296 | 남원 | 24 | 남원시 | 대강면<br>대산면<br>운봉읍<br>이백면<br>인월면 | 엽리상화강암 | |
| 297 | 남원 | 24 | 남원시 | 이백면<br>대산면<br>운봉읍<br>이백면<br>인월면 | 화강암 | |
| 298 | 남원 | 24 | 남원시 | 주생면<br>대산면<br>운봉읍<br>이백면<br>인월면 | 화강암 | |
| 299 | 남원 | 24 | 순창군 | 적성면 | 규암 | |
| 300 | 남원 | 26 | 장수군 | 장계면 | 화강암 | |
| 301 | 남원 | 26 | 장수군 | 장계면 | 흑운모편마암 | |
| 302 | 남원 | 26 | 장수군 | 천천면 | 화강암 | |
| 303 | 남원 | 26 | 진안군 | 진안읍 | 화강편마암 | |
| 304 | 남원 | 27 | 순창군 | 풍산면 | 천매암 | |
| 305 | 남원 | 27 | 임실군 | 강진면 | 안산암질응회암 | |
| 306 | 남원 | 27 | 임실군 | 운암면 | 응회암 | |
| 307 | 남원 | 27 | 임실군 | 운암면 | 유문암 | |
| 308 | 남원 | 29 | 순창군 | 복흥면 | 사암 | |
| 309 | 남원 | 29 | 순창군 | 복흥면 | 셰일 | |
| 310 | 남원 | 29 | 순창군 | 쌍치면 | 응회암 | |
| 311 | 남원 | 29 | 순창군 | 쌍치면 | 유문암 | |
| 312 | 남원 | 30 | 무주군 | 무주읍 | 안산암 | |
| 313 | 남원 | 30 | 무주군 | 무주읍 | 편마암 | |
| 314 | 남원 | 30 | 무주군 | 무주읍 | 천매암 | |
| 315 | 남원 | 30 | 무주군 | 무주읍 | 화강암 | |
| 316 | 남원 | 30 | 무주군 | 무풍면 | 화강암 | |

| NO. | 관리기관 | 노선번호 | 시/군 | 읍/면 | 암석명 | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 317 | 남원 | 30 | 무주군 | 무풍면 | 편암 | |
| 318 | 남원 | 30 | 무주군 | 부남면 | 화강암 | |
| 319 | 남원 | 30 | 무주군 | 부남면 | 화강암질편마암 | |
| 320 | 남원 | 30 | 무주군 | 설천면 | 편암 | |
| 321 | 남원 | 30 | 무주군 | 설천면 | 편마암 | |
| 322 | 남원 | 30 | 임실군 | 강진면 | 안산암질응회암 | |
| 323 | 남원 | 30 | 임실군 | 덕치면 | 안산암질응회암 | |
| 324 | 남원 | 30 | 임실군 | 성수면 | 응회암 | |
| 325 | 남원 | 30 | 임실군 | 성수면 | 운모편암 | |
| 326 | 남원 | 30 | 임실군 | 임실면 | 엽리상화강암 | |
| 327 | 남원 | 30 | 임실군 | 임실면 | 운모편암 | |
| 328 | 남원 | 30 | 진안군 | 마령면 | 역암 | |
| 329 | 남원 | 30 | 진안군 | 백운면 | 역암 | |
| 330 | 남원 | 30 | 진안군 | 백운면 | 셰일 | |
| 331 | 남원 | 30 | 진안군 | 상전면 | 화강암질편마암 | |
| 332 | 남원 | 30 | 진안군 | 진안읍 | 운모편암 | |
| 333 | 남원 | 37 | 무주군 | 무주읍 | 화강암질편마암 | |
| 334 | 남원 | 37 | 무주군 | 무풍면 | 화강암 | |
| 335 | 남원 | 37 | 무주군 | 부남면 | 화강암 | |
| 336 | 남원 | 37 | 무주군 | 부남면 | 화강암질편마암 | |
| 337 | 남원 | 37 | 무주군 | 부남면 | 편암 | |
| 338 | 남원 | 37 | 무주군 | 설천면 | 석영안산암 | |
| 339 | 남원 | 37 | 무주군 | 설천면 | 화강암 | |
| 340 | 남원 | 37 | 무주군 | 설천면 | 화강암질편마암 | |
| 341 | 순천 | 2 | 광양시 | 진월면<br>광양읍<br>다압면<br>진상면 | 반상변정질<br>편마암 | |
| 342 | 순천 | 2 | 벌교 | 별량면 | 반상변정질<br>편마암 | |
| 343 | 순천 | 2 | 보성군 | 득량면<br>미량면<br>보성읍<br>조성면 | 반상변정질<br>편마암 | |
| 344 | 순천 | 2 | 보성군 | 벌교읍<br>미량면<br>보성읍<br>조성면 | 화강암질편마암 | |

| NO. | 관리기관 | 노선번호 | 시/군 | 읍/면 | 암석명 | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 345 | 순천 | 2 | 장흥군 | 장동면<br>부산면<br>장동면 | 암쇄암 | |
| 346 | 순천 | 15 | 고흥군 | 동일면<br>고흥읍<br>과역면<br>포두면 | 응회암 | |
| 347 | 순천 | 15 | 고흥군 | 포두면<br>고흥읍<br>과역면<br>포두면 | 화산각력함 | |
| 348 | 순천 | 15 | 보성군 | 문덕면<br>벌교읍 | 화강암질편마암 | |
| 349 | 순천 | 15 | 순천시 | 송광면 | 화강암질편마암 | |
| 350 | 순천 | 15 | 순천시 | 외서면 | 화강암 | |
| 351 | 순천 | 15 | 순천시 | 외서면 | 화강암질편마암 | |
| 352 | 순천 | 17 | 곡성군 | 오곡면<br>고달면<br>죽곡면 | 화강암질편마암 | |
| 353 | 순천 | 17 | 구례군 | 토지면<br>구례읍<br>문척면<br>줄곡읍 | 화강암질편마암 | |
| 354 | 순천 | 17 | 순천시 | 서면<br>월등면<br>해룡면 | 화강암질편마암 | |
| 355 | 순천 | 17 | 순천시 | 황전면<br>월등면<br>해룡면 | 편마암 | |
| 356 | 순천 | 17 | 여수시 | 돌산면<br>둔덕동<br>봉산동<br>율촌면<br>화정면 | 유문암 | |
| 357 | 순천 | 17 | 여수시 | 소라면<br>둔덕동<br>봉산동<br>율촌면<br>화정면 | 안산암 | |
| 358 | 순천 | 18 | 곡성군 | 죽곡면<br>목사동 | 화강암질편마암 | |
| 359 | 순천 | 18 | 곡성군 | 죽곡면<br>목사동 | 호상편마암 | |
| 360 | 순천 | 18 | 곡성군 | 죽곡면 | 화강편마암 | |

| NO. | 관리기관 | 노선번호 | 시/군 | 읍/면 | 암석명 | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 361 | 순천 | 18 | 보성군 | 문덕면<br>복내면<br>회천면 | 화강암질편마암 | |
| 362 | 순천 | 18 | 보성군 | 미력면<br>복내면<br>회천면 | 반상변정질<br>편마암 | |
| 363 | 순천 | 18 | 순천시 | 송광면<br>주암면 | 화강암질편마암 | |
| 364 | 순천 | 18 | 장흥군 | 안양면 | 편마암 | |
| 365 | 순천 | 19 | 구례군 | 마산면<br>용방면 | 호상편마암 | |
| 366 | 순천 | 19 | 구례군 | 산동면<br>용방면 | 호상편마암 | |
| 367 | 순천 | 19 | 구례군 | 토지면<br>용방면 | 화강암질편마암 | |
| 368 | 순천 | 22 | 순천시 | 주암면<br>승주면 | 화강암질편마암 | |
| 369 | 순천 | 23 | 강진군 | 마량면<br>군동면<br>대구면 | 안산암질응회암 | |
| 370 | 순천 | 23 | 강진군 | 마량면<br>군동면<br>대구면 | 안산반암 | |
| 371 | 순천 | 23 | 강진군 | 마량면<br>군동면<br>대구면 | 유문암 | |
| 372 | 순천 | 23 | 강진군 | 칠량면<br>군동면<br>대구면 | 응회암 | |
| 373 | 순천 | 23 | 강진군 | 칠량면 | 안산반암 | |
| 374 | 순천 | 27 | 곡성군 | 석곡면<br>겸면<br>옥과면<br>상기면 | 화강암질편마암 | |
| 375 | 순천 | 29 | 곡성군 | 오산면 | 화강암 | |
| 376 | 대구 | 3 | 김천시 | 대덕면<br>이모면 | 화강암 | |
| 377 | 대구 | 3 | 김천시 | 대덕면<br>이모면 | 화강암 | |
| 378 | 대구 | 3 | 김천시 | 구성면<br>이모면 | 화강암 | |
| 379 | 대구 | 3 | 김천시 | 지례면<br>이모면 | 화강암 | |
| 380 | 대구 | 5 | 달성군 | 논공면 | 셰일 | |

| NO. | 관리기관 | 노선번호 | 시/군 | 읍/면 | 암석명 | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 381 | 대구 | 5 | 달성군 | 현풍면 | 셰일 | |
| 382 | 대구 | 5 | 달성군 | 현풍면 | 사암 | |
| 383 | 대구 | 5 | 달성군 | 현풍면 | 안산암 | |
| 384 | 대구 | 5 | 달성군 | 현풍면 | 혼펠스 | |
| 385 | 대구 | 20 | 청도군 | 매전면<br>금천면 | 흑운모화강암 | |
| 386 | 대구 | 20 | 청도군 | 매전면<br>금천면 | 화강섬록암 | |
| 387 | 대구 | 20 | 청도군 | 매전면<br>금천면 | 유문암 | |
| 388 | 대구 | 20 | 청도군 | 운문면<br>금천면 | 응회암 | |
| 389 | 대구 | 20 | 청도군 | 운문면<br>금천면 | 안산반암 | |
| 390 | 대구 | 20 | 청도군 | 운문면<br>금천면 | 혼펠스 | |
| 391 | 대구 | 20 | 청도군 | 청도읍<br>금천면 | 응회암 | |
| 392 | 대구 | 25 | 경산시 | 남천면 | 셰일 | |
| 393 | 대구 | 25 | 경산시 | 남천면 | 사암 | |
| 394 | 대구 | 25 | 경산시 | 남천면 | 실트스톤 | |
| 395 | 대구 | 25 | 경산시 | 남천면 | 화산각력암 | |
| 396 | 대구 | 25 | 상주시 | 내서면<br>남장동<br>증암동 | 화강암질편마암 | |
| 397 | 대구 | 25 | 상주시 | 화서면<br>남장동<br>증암동 | 화강반암 | |
| 398 | 대구 | 25 | 상주시 | 화서면<br>남장동<br>증암동 | 석영반암 | |
| 399 | 대구 | 25 | 상주시 | 화서면<br>남장동<br>증암동 | 역암 | |
| 400 | 대구 | 25 | 청도군 | 화양면 | 혼펠스 | |
| 401 | 대구 | 25 | 청도군 | 화양면 | 안산암질응회암 | |
| 402 | 대구 | 26 | 고령군 | 개진면<br>성산면<br>쌍림면 | 사암 | |
| 403 | 대구 | 26 | 고령군 | 개진면<br>성산면<br>쌍림면 | 셰일 | |

| NO. | 관리기관 | 노선번호 | 시/군 | 읍/면 | 암석명 | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 404 | 대구 | 26 | 고령군 | 고령면<br>성산면<br>쌍림면 | 사암 | |
| 405 | 대구 | 26 | 고령군 | 고령면 | 셰일 | |
| 406 | 대구 | 28 | 군위군 | 고로면<br>우보면 | 셰일 | |
| 407 | 대구 | 28 | 군위군 | 의흥면<br>우보면 | 셰일 | |
| 408 | 대구 | 28 | 군위군 | 의흥면<br>우보면 | 사암 | |
| 409 | 대구 | 28 | 의성군 | 다인면<br>금성면<br>안계면 | 섬록암 | |
| 410 | 대구 | 28 | 의성군 | 비안면<br>금성면<br>안계면 | 조립질사암 | |
| 411 | 대구 | 28 | 의성군 | 비안면<br>금성면<br>안계면 | 역질사암 | |
| 412 | 대구 | 28 | 의성군 | 비안면<br>금성면<br>안계면 | 셰일 | |
| 413 | 대구 | 30 | 김천시 | 대덕면 | 화강암 | |
| 414 | 대구 | 30 | 김천시 | 대덕면 | 화강암질편마암 | |
| 415 | 대구 | 30 | 김천시 | 대덕면 | 흑운모<br>화강섬록암 | |
| 416 | 대구 | 30 | 김천시 | 증산면 | 화강암 | |
| 417 | 대구 | 30 | 김천시 | 증산면 | 화강암질편마암 | |
| 418 | 대구 | 30 | 성주군 | 금수면<br>선남면<br>성주읍 | 화강암 | |
| 419 | 대구 | 30 | 성주군 | 금수면<br>선남면<br>성주읍 | 흑운모<br>화강편마암 | |
| 420 | 대구 | 30 | 성주군 | 벽진면<br>선남면<br>성주읍 | 화강암 | |
| 421 | 대구 | 33 | 고령군 | 운수면 | 사암 | |
| 422 | 대구 | 33 | 성주군 | 가천면<br>월향면 | 화강암 | |
| 423 | 대구 | 33 | 성주군 | 수륜면<br>월향면 | 화강암 | |
| 424 | 대구 | 37 | 상주시 | 화북면 | 화강반암 | |

| NO. | 관리기관 | 노선번호 | 시/군 | 읍/면 | 암석명 | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 425 | 대구 | 59 | 성주군 | 가천면<br>수륜면 | 편마암 | |
| 426 | 대구 | 67 | 칠곡군 | 석적면 | 화강섬록암 | |
| 427 | 대구 | 67 | 칠곡군 | 칠곡면 | 화강암질편마암 | |
| 428 | 진주 | 3 | 산청군 | 생초면 | 회장암 | |
| 429 | 진주 | 3 | 함양군 | 수동면 | 화강암질편마암 | |
| 430 | 진주 | 14 | 거제시 | 남부면<br>동부면<br>일운면 | 혼펠스 | |
| 431 | 진주 | 14 | 거제시 | 남부면 | 섬록암 | |
| 432 | 진주 | 14 | 통영시 | 도산면 | 사암 | |
| 433 | 진주 | 14 | 통영시 | 도산면 | 셰일 | |
| 434 | 진주 | 14 | 통영시 | 도산면 | 안산암질응회암 | |
| 435 | 진주 | 20 | 산청군 | 단성면 | 편마암 | |
| 436 | 진주 | 20 | 산청군 | 생비량면 | 사암 | |
| 437 | 진주 | 20 | 산청군 | 시천면 | 화강암질편마암 | |
| 438 | 진주 | 20 | 산청군 | 신안면 | 셰일 | |
| 439 | 진주 | 20 | 산청군 | 신안면 | 사암 | |
| 440 | 진주 | 20 | 의령군 | 대의면<br>부림면<br>용덕면<br>유곡면 | 셰일 | |
| 441 | 진주 | 20 | 의령군 | 대의면<br>부림면<br>용덕면<br>유곡면 | 사암 | |
| 442 | 진주 | 20 | 의령군 | 정곡면<br>부림면<br>용덕면<br>유곡면 | 셰일 | |
| 443 | 진주 | 20 | 의령군 | 정곡면<br>부림면<br>용덕면<br>유곡면 | 사암 | |
| 444 | 진주 | 24 | 거창군 | 남하면 | 편마암 | |
| 445 | 진주 | 24 | 함양군 | 함양읍 | 편상화강암 | |
| 446 | 진주 | 24 | 합천군 | 율곡면<br>대양면<br>묘산면<br>봉산면<br>합천면<br>적중면<br>초계면 | 셰일 | |

| NO. | 관리기관 | 노선번호 | 시/군 | 읍/면 | 암석명 | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 447 | 진주 | 24 | 합천군 | 율곡면<br>대양면<br>묘산면<br>봉산면<br>합천면<br>적중면<br>초계면 | 사암 | |
| 448 | 진주 | 24 | 합천군 | 청덕면<br>대양면<br>묘산면<br>봉산면<br>합천면<br>적중면<br>초계면 | 셰일 | |
| 449 | 진주 | 24 | 합천군 | 청덕면<br>대양면<br>묘산면<br>봉산면<br>합천면<br>적중면<br>초계면 | 사암 | |
| 450 | 진주 | 26 | 함양군 | 서상면 | 화강암 | |
| 451 | 진주 | 26 | 함양군 | 서하면 | 반상화강암 | |
| 452 | 진주 | 26 | 합천군 | 봉산면<br>묘산면<br>야로면 | 메타텍시스<br>편마암 | |
| 453 | 진주 | 33 | 고령군 | 쌍림면 | 사암 | |
| 454 | 진주 | 33 | 고령군 | 쌍림면 | 셰일 | |
| 455 | 진주 | 33 | 사천군 | 정동면 | 사암 | |
| 456 | 진주 | 33 | 사천군 | 정동면 | 셰일 | |
| 457 | 진주 | 33 | 의령군 | 대의면 | 셰일 | |
| 458 | 진주 | 33 | 의령군 | 대의면 | 사암 | |
| 459 | 진주 | 33 | 합천군 | 대양면 | 셰일 | |
| 460 | 진주 | 33 | 합천군 | 대양면 | 사암 | |
| 461 | 진주 | 33 | 합천군 | 쌍백면 | 셰일 | |
| 462 | 진주 | 33 | 합천군 | 쌍백면 | 사암 | |
| 463 | 진주 | 37 | 거창군 | 고제면<br>마리면<br>위천면 | 화강암질<br>편마암 | |
| 464 | 진주 | 37 | 거창군 | 고제면 | 엽리상화강암 | |
| 465 | 포항 | 4 | 경주시 | 양북면 | 유문암 | |
| 466 | 포항 | 7 | 영덕군 | 영덕읍<br>남정면 | 3기퇴적암 | |

| NO. | 관리기관 | 노선번호 | 시/군 | 읍/면 | 암석명 | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 467 | 포항 | 7 | 영덕군 | 영덕읍<br>남정면 | 3기퇴적암 | |
| 468 | 포항 | 7 | 울진군 | 죽변읍 | 편마암 | |
| 469 | 포항 | 7 | 포항시 | 청하면<br>송라며<br>흥해읍 | 석영조면암 | |
| 470 | 포항 | 14 | 경주시 | 양북면<br>양남면<br>외동읍 | 응회암 | |
| 471 | 포항 | 14 | 경주시 | 양북면<br>양남면<br>외동읍 | 화강암 | |
| 472 | 포항 | 14 | 포항시 | 오천면 | 안산암질응회암 | |
| 473 | 포항 | 20 | 경주시 | 건천읍 | 안산암질각력암 | |
| 474 | 포항 | 20 | 경주시 | 산내면 | 안산암질각력암 | |
| 475 | 포항 | 28 | 영덕군 | 신녕면 | 사암 | |
| 476 | 포항 | 28 | 영덕군 | 신녕면 | 셰일 | |
| 477 | 포항 | 28 | 포항시 | 흥해면<br>연일읍 | 3기퇴적암 | |
| 478 | 포항 | 28 | 포항시 | 흥해면<br>연일읍 | 이암 | |
| 479 | 포항 | 31 | 경주시 | 양남면<br>감포읍<br>강동면<br>양북면 | 응회암 | |
| 480 | 포항 | 31 | 청송군 | 청송읍<br>부남면<br>현동면 | 흑운모화강암 | |
| 481 | 포항 | 31 | 청송군 | 파천면<br>부남면<br>현동면 | 화강암 | |
| 482 | 포항 | 31 | 포항시 | 남연일<br>구룡포읍<br>기계면<br>동해읍<br>흥해읍 | 이암 | |
| 483 | 포항 | 31 | 포항시 | 남연일<br>구룡포읍<br>기계면<br>동해읍<br>흥해읍 | 역암 | |

| NO. | 관리기관 | 노선번호 | 시/군 | 읍/면 | 암석명 | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 484 | 포항 | 31 | 포항시 | 장기면<br>구룡포읍<br>기계면<br>동해읍<br>흥해읍 | 응회암 | |
| 485 | 포항 | 31 | 포항시 | 장기면<br>구룡포읍<br>기계면<br>동해읍<br>흥해읍 | 사암 | |
| 486 | 포항 | 31 | 포항시 | 장기면<br>구룡포읍<br>기계면<br>동해읍<br>흥해읍 | 역암 | |
| 487 | 포항 | 31 | 포항시 | 죽장면<br>구룡포읍<br>기계면<br>동해읍<br>흥해읍 | 안산암질응회암 | |
| 488 | 포항 | 31 | 포항시 | 죽장면<br>구룡포읍<br>기계면<br>동해읍<br>흥해읍 | 안산암질각력암 | |
| 489 | 포항 | 34 | 영덕군 | 영덕읍 | 화강암 | |
| 490 | 포항 | 34 | 영덕군 | 지품면 | 화강암 | |
| 491 | 포항 | 34 | 영덕군 | 지품면 | 탄질셰일 | |
| 492 | 포항 | 34 | 영덕군 | 지품면 | 사암 | |
| 493 | 포항 | 36 | 울진군 | 근남면 | 화강암질편마암 | |
| 494 | 포항 | 36 | 울진군 | 서면 | 편마암 | |
| 495 | 포항 | 36 | 울진군 | 울진읍 | 화강암 | |
| 496 | 포항 | 36 | 울진군 | 울진읍 | 화강암질편마암 | |
| 497 | 영주 | 5 | 영주시 | 풍기면<br>문수면<br>평은면 | 편마암 | |
| 498 | 영주 | 31 | 봉화군 | 명호면<br>법전면<br>석포면 | 사암 | |
| 499 | 영주 | 31 | 봉화군 | 석포면<br>법전면<br>석포면 | 화강암 | |
| 500 | 영주 | 31 | 봉화군 | 소천면 | 화강암 | |
| 501 | 영주 | 31 | 봉화군 | 재산면 | 화강암 | |

| NO. | 관리기관 | 노선번호 | 시/군 | 읍/면 | 암석명 | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 502 | 영주 | 31 | 봉화군 | 재산면<br>법전면<br>석포면 | 안구상편마암 | |
| 503 | 영주 | 31 | 봉화군 | 재산면<br>법전면<br>석포면 | 흑운모호상<br>편마암 | |
| 504 | 영주 | 31 | 영양군 | 영양읍 | 이암 | |
| 505 | 영주 | 31 | 영양군 | 영양읍 | 셰일 | |
| 506 | 영주 | 31 | 영양군 | 영양읍 | 사암 | |
| 507 | 영주 | 31 | 영양군 | 일월면 | 사암 | |
| 508 | 영주 | 31 | 영양군 | 일월면 | 실트스톤 | |
| 509 | 영주 | 31 | 영양군 | 일월면 | 셰일 | |
| 510 | 영주 | 31 | 영양군 | 일월면 | 호상편마암 | |
| 511 | 영주 | 31 | 영양군 | 입암면 | 사암 | |
| 512 | 영주 | 31 | 영양군 | 입암면 | 이암 | |
| 513 | 영주 | 34 | 안동시 | 임동면<br>임하면<br>풍산읍 | 사암 | |
| 514 | 영주 | 34 | 안동시 | 임동면<br>임하면<br>풍산읍 | 셰일 | |
| 515 | 영주 | 34 | 안동시 | 임동면<br>임하면<br>풍산읍 | 우백질화강암 | |
| 516 | 영주 | 34 | 영양군 | 영양읍 | 사암 | |
| 517 | 영주 | 34 | 영양군 | 영양읍 | 실트스톤 | |
| 518 | 영주 | 34 | 영양군 | 영양읍 | 셰일 | |
| 519 | 영주 | 34 | 영양군 | 영양읍 | 사암 | |
| 520 | 영주 | 34 | 영양군 | 영양읍 | 실트스톤 | |
| 521 | 영주 | 34 | 청송군 | 진보면 | 실트스톤 | |
| 522 | 영주 | 34 | 청송군 | 진보면 | 셰일 | |
| 523 | 영주 | 35 | 봉화군 | 명호면<br>법전면 | 사암 | |
| 530 | 진영 | 14 | 기장군 | 기장읍<br>장안읍<br>일광면 | 안산암 | |
| 531 | 진영 | 14 | 기장군 | 철마면<br>장안읍<br>일광면 | 안산암 | |

| NO. | 관리기관 | 노선번호 | 시/군 | 읍/면 | 암석명 | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 532 | 진영 | 20 | 창녕군 | 고암면<br>성산면 | 응회암 | |
| 533 | 진영 | 20 | 창녕군 | 고암면 | 사암 | |
| 534 | 진영 | 24 | 밀양시 | 부북면 | 안산암질응회암 | |
| 535 | 진영 | 24 | 밀양시 | 부북면 | 안산암 | |
| 536 | 진영 | 24 | 밀양시 | 산내면 | 흑운모화강암 | |
| 537 | 진영 | 24 | 밀양시 | 청도면 | 안산암질응회암 | |
| 538 | 진영 | 24 | 울주군 | 상북면 | 화강섬록암 | |
| 539 | 진영 | 24 | 창녕군 | 고암면 | 혼펠스 | |
| 540 | 진영 | 24 | 창녕군 | 고암면 | 안산암 | |

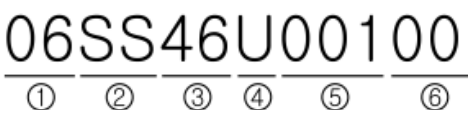
# 부 록 4

# 위 치 정 보

# 1. 고유코드

고유코드는 깎기비탈면마다 코드를 부여하여 관리에 용이하도록 고안된 것으로, 기초조사가 완료된 깎기비탈면에만 적용하고 있다.

고유코드 작성 예제는 다음과 같다.




① 깎기비탈면 기초조사 수행년도 마지막 두 자리

② 관리기관 이니셜(국도관리사무소)

③ 일반국도 노선번호

④ 상행선(U) / 하행선(D)

⑤ 노선 시점에서 종점까지 비탈면 시점부가 위치하는 순서의 숫자 세 자리

⑥ 향후 추가 비탈면에 대한 숫자 두 자리

따라서, 상기 고유코드는 “2006년도 조사분 서울청 수원국도 46번 노선 상행 1번 비탈면”을 의미한다.

관리기관 이니셜은 두 자리로 부여되며, 의미는 다음과 같다.

1) 첫째 자리 : 지방국토관리청 첫 번째 알파벳

- 서울청(S), 원주청(W), 대전청(D), 익산청(I), 부산청(B)

2) 둘째 자리 : 국도관리사무소 첫 번째 알파벳

**<관리기관 이니셜(국도관리사무소)>**

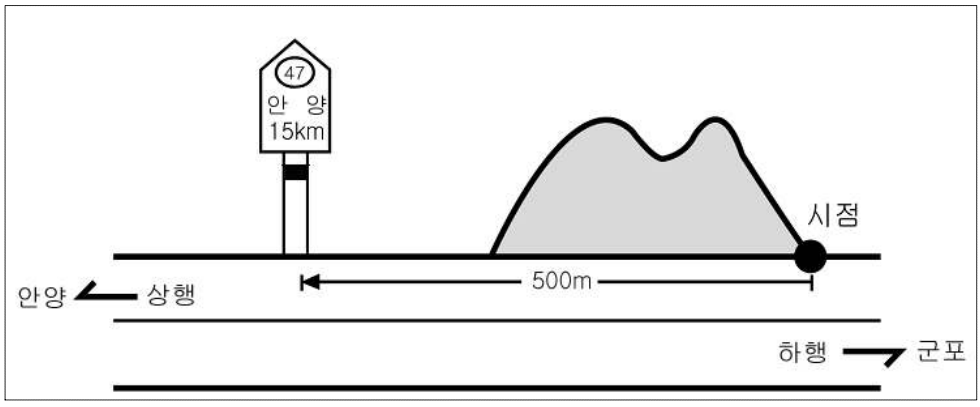
| 국도관리사무소 | 고유 이니셜 | 국도관리사무소 | 고유 이니셜 |
|---|---|---|---|
| 수원국도 | SS | 광주국도 | IG |
| 의정부국도 | SE | 전주국도 | IJ |
| 홍천국도 | WH | 남원국도 | IN |
| 강릉국도 | WK | 순천국도 | IS |
| 정선국도 | WJ | 대구국도 | BD |
| 논산국도 | DN | 진주국도 | BC |
| 충주국도 | DC | 포항국도 | BP |
| 보은국도 | DB | 영주국도 | BY |
| 예산국도 | DY | 진영국도 | BJ |

## 2. 거리표

일반국도에는 매 1km 마다 임의의 지점에 대한 위치정보를 확인할 수 있는 거리표가 설치되어 있다.




거리표를 이용한 도로비탈면 위치정보는 시점에서 첫 번째로 만나는 거리표까지 거리를 기준이며, 방향, 거리, 상/하행 등의 항목을 입력한다.




① 방향 : (맞은편 거리표 방향 → 주행방향 거리표 방향)

② 거리 : (거리표에 기재)km (시점에서 거리표까지 거리)m

③ 상/하행 : 거리표에 표시

상기 도로비탈면 위치정보는 “(군포→안양)방향 (15)km (500)m (상)행”이다.

## 3. 위경도좌표

도로비탈면 정밀조사의 시·종점과 깎기비탈면 기초조사의 시점부 위경도 좌표는 GPS 기기를 이용하고 있으며, 도(°) 분(′) 초(″)로 표시한다.

① 위도

- 정의 : 적도를 0°로 하고 북극점을 북위 90°, 남극점을 남위 90°로 하며, 각각 북위(N)와 남위(S)를 90°로 나누어 표시

- 우리나라 범위 : 북위(N) 33° 06′ ~ 43° 01′

② 경도

- 정의 : 런던의 그리니치천문대를 지나는 본초자오선을 중심으로 동서로 나누어 각각 동경(E) 180°, 서경(W) 180°로 나누어 표시

- 우리나라 범위 : 동경(E) 124° 04′ ~ 131° 05′




상기 도로비탈면 위치정보는 “북위 34° 28′ 58.8″, 동경 126° 32′ 44.9″″이다.

# 부 록 5

# SLOPE-NAVI. 사용방법

## (1) 화면 설명




<아이콘 색상분류>

Slope-Navi 지도에 나타나는 깎기비탈면 아이콘은 기본적인 Slope-Navi 메뉴들과 함께 나타난다. 깎기비탈면의 아이콘은 도로의 상하행과 깎기비탈면의 위치에 맞게 배치되어 있다. 깎기비탈면 아이콘은 주의 표시를 나타내는 삼각형의 형태로 되어 있고 대상의 높낮이와 위험구간 설정에 따라 아이콘의 색이 다르게 표시되도록 하였다.

<높낮이 및 위험구간 설정에 따른 아이콘 변화>

| 아이콘 | 설 명 |
|---|---|
|  | 20m 미만 |
|  | 20m 이상 ~ 40m 미만 |
|  | 40m 이상 |
|  | 위험구간 |

## (2) 아이콘 표시 설정




<아이콘 표시 설정>

지도에 나타나는 깎기비탈면 아이콘 하단의 부가정보 표시를 고유코드, 노선번호, 현장보고서 개수, 표시안함으로 설정할 수 있다.

## (3) 깎기비탈면 정보조회




<깎기비탈면 내용보기>

각각의 깎기비탈면 아이콘은 위치 장소의 기초정보를 가지고 있으며, 주행 중 화면의 아이콘을 클릭하면 선택한 깎기비탈면의 내용을 조회 할 수 있다. 기본정보로 관리청/국도, 도로호선/구간, 행정구역, 거리표, 위경도, 조사일자, 조사기관을 확인할 수 있으며, 화면 하단의 깎기비탈면 특성, 조사자소견, 사진조회를 이용하여 상세정보를 확인할 수 있다.

## (4) 깎기비탈면 관리 화면




<깎기비탈면 관리>

지도상의 깎기비탈면 아이콘을 일일이 찾아서 조회하려면 많은 번거로움이 발생할 수 있다. 그래서, 깎기비탈면을 직접 검색하여 조회 할 수 있는 기능을 만들었다.

☞ [Quick 버튼 누름 → Quick 메뉴가 나타남 → Quick 메뉴 중 깎기비탈면 버튼 누름 → 깎기비탈면 관리 화면으로 이동]




<깎기비탈면 관리화면>

깎기비탈면 관리에서는 깎기비탈면들의 리스트 중 원하는 현장을 검색하고 정보를 조회 할 수 있다. 위의 그림으로 표현된 각 부분의 기능은 다음과 같다.

<깎기비탈면 관리 각 부분 기능>

| | |
|---|---|
| **깎기비탈면 리스트** | 조회된 깎기비탈면들의 목록 / 선택된 깎기비탈면은 노란색으로 표시 |
| **바로안내** | 선택된 깎기비탈면을 목적지로 설정하여 경로안내 |
| **지도이동** | 선택된 깎기비탈면의 위치로 지도이동 |
| **깎기비탈면 정보** | 선택된 깎기비탈면의 정보조회 |
| **부가설정** | 지도에 표시할 부가정보 항목 설정 |
| **검색종류** | 검색 종류 설정 |

## (5) 지도 이동




<지도이동>

깎기비탈면의 위치를 지도로 이동하는 방법은 다음과 같다.

☞ [깎기비탈면 리스트의 스크롤을 위아래로 이동, 원하는 사면을 찾아 선택 (선택된 비탈면은 노란색으로 표시됨)] → [지도버튼 누름] → [선택한 깎기비탈면의 위치 지도 열람]

지도이동 화면에서는 왼쪽의 ⊕ ⊖ 버튼을 이용하여 지도를 확대/축소 할 수 있고 화면 오른쪽으로 깎기비탈면의 고유코드, 소재지 등이 표시된다. 또한, 경유지 또는 목적지로 경로를 설정할 수 있다.

## (6) 깎기비탈면 정보 세부내용 보기




<깎기비탈면 정보 세부 내용보기>

깎기비탈면 정보 조회를 클릭하면, 깎기비탈면의 정보별 세부 내용을 확인할 수 있다.

<깎기비탈면 정보 조회 세부 내용>

| | |
|---|---|
| **안 내** | 해당 깎기비탈면으로 경로안내 |
| **깎기비탈면특성** | 해장 깎기비탈면의 특성열람 |
| **조 사 자 소 견** | 해당 깎기비탈면의 조사자 소견 열람 |
| **사 진 조 회** | 해당 깎기비탈면의 사진열람 / 좌우 화살표를 이용하여 사진이동 |
| **메 모 하 기** | 해당 깎기비탈면에 대한 메모 입력 |

## (7) 위험구간 안내




<위험구간 설정>

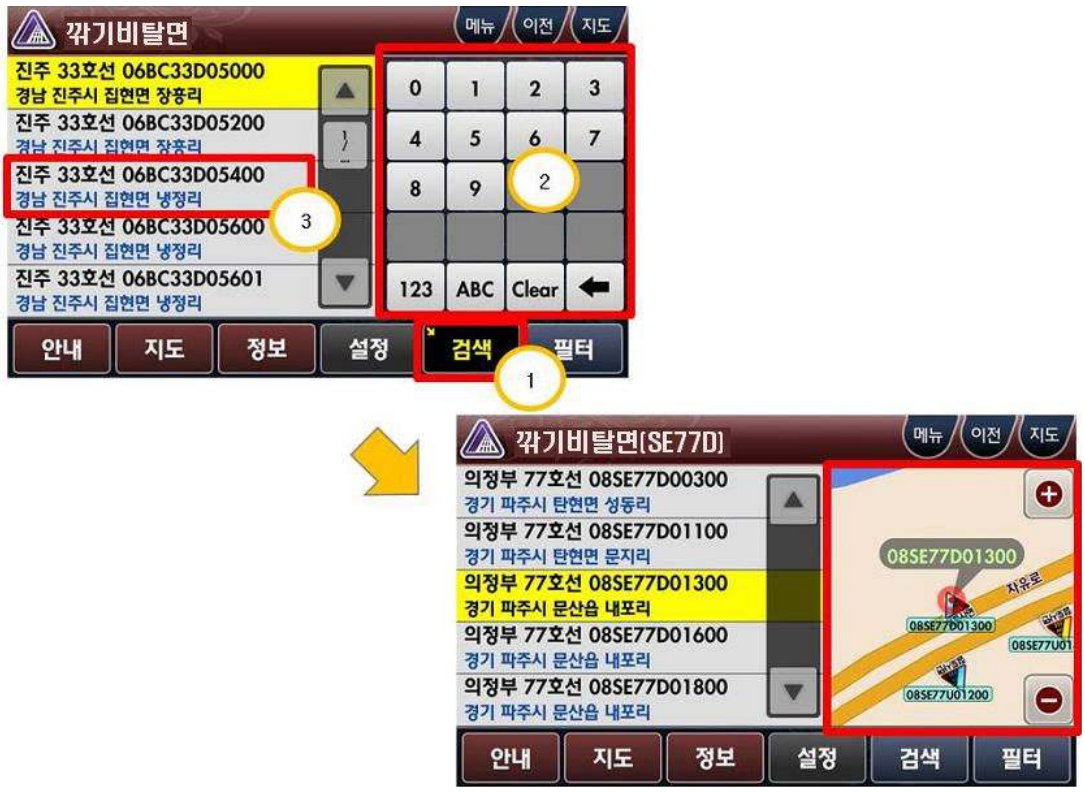
깎기비탈면 내용조회 화면하단의 '위험구간으로 지정' 항목을 체크하면 지도에 나타나는 깎기비탈면 아이콘이 붉은색으로 변하고 주행 중이나 지도 검색시 위험구간을 육안으로 쉽게 파악 할 수 있다. 반대로, 위험구간 지정을 취소하려면 체크를 해제하면 된다. 주행 중 위험구간의 안내멘트는 500m 앞에서 나온다.

## (8) 깎기비탈면 검색

특정한 깎기비탈면을 찾을시 필터검색과 고유코드검색방법이 있다. 그림 5.9는 깎기비탈면 관리화면에서 『원주청 → 강릉 → 56호선 →07WK56D00200』 깎기비탈면을 찾는 방법을 순서대로 표시한 것이다. 만약 7호선 등과 같이 한 자리일 경우에는 반드시 앞에 "0"을 표시해 주어야 한다(예. 7호선 검색을 원할 때 ; 07로 검색). 아래 그림은 깎기비탈면 관리 화면에서 'SE77D' 로 검색을 하여 '의정부 77호선 08SE77D01300' 깎기비탈면을 선택한 화면이다. 화면 우측에는 깎기비탈면의 위치가 표시되고 중간어를 입력하여 검색 할 수 있다.




<필터검색의 예제>


깎기비탈면
메뉴
이전
지도
진주 33호선 06BC33D05000
경남 진주시 집현면 장흥리
진주 33호선 06BC33D05200
경남 진주시 집현면 장흥리
진주 33호선 06BC33D05400
경남 진주시 집현면 냉정리
진주 33호선 06BC33D05600
경남 진주시 집현면 냉정리
진주 33호선 06BC33D05601
경남 진주시 집현면 냉정리
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
123
ABC
Clear
안내
지도
정보
설정
검색
필터
1
2
3
깎기비탈면(SE77D)
의정부 77호선 08SE77D00300
경기 파주시 탄현면 성동리
의정부 77호선 08SE77D01100
경기 파주시 탄현면 문지리
의정부 77호선 08SE77D01300
경기 파주시 문산읍 내포리
의정부 77호선 08SE77D01600
경기 파주시 문산읍 내포리
의정부 77호선 08SE77D01800
경기 파주시 문산읍 내포리
08SE77D01300
08SE77U01200

<고유코드검색>

## (9) 홈페이지 이용방법

SLOPE-NAVI.에서는 자료의 갱신 및 도로상황의 변화를 반영하여 다운로드를 통하여 내비게이션 내용을 업데이트할 수 있다. 이를 위하여 홈페이지를 운영하고 있으며, 홈페이지 주소는 http://slope-navi.co.kr이다.




<SLOPE-NAVI. 홈페이지 메인화면>

최초 SLOPE-NAVI.를 사용하기 위해서는 회원가입을 하고 회원 가입시에는 관리자에게 회원가입 알림 메일이 발송된다. 최초 가입시에는 “승인대기”상태가 되며, 관리자가 메뉴의 접속을 허락하면 “사용자”로 변경되어 권한에 따라 내용을 확인할 수 있다.

<회원등급별 메뉴사용 권한>

| 메뉴 \ 권한 | | 관리자 | 사용자 | 회원가입 (승인대기) |
|---|---|---|---|---|
| 공지사항 | | ⓇⓌⓊⒺⒹ | ⓇⒹ | Ⓡ |
| 현장조사정보 | | ⓇⓌⓊⒺⒹ | Ⓡ | - |
| Slope-Navi | 사용법 | Ⓡ | Ⓡ | - |
| | 업그레이드 | ⓇⓌⓊⒺⒹ | ⓇⒹ | - |
| | 위경도 정보 입력 | ⓇⓌⓊⒺⒹ | ⓇⓌⓊⒺ | - |
| 커뮤니티 | 사용자 모임방 | ⓇⓌⓊⒺⒹ | ⓇⓌⓊⒺⒹ | ⓇⓌⓊⒺⒹ |
| 사용자관리 | | ⓇⓌⓊⒺⒹ | - | - |
| 공지메일 발송 | | Ⓦ | - | - |
| ⓇⓌⓊⒺⒹ | | | | |

Ⓡ읽기, Ⓦ쓰기, Ⓤ수정, Ⓔ삭제, Ⓓ다운로드

홈페이지를 통하여 일반적인 공지사항을 확인할 수 있으며 사용자에 따라 깎기비탈면 정밀조사 보고서의 검색이 가능하다. 내비게이션 내용의 변화로 업그레이드가 필요하면 공지사항 또는 CSMS팀의 공지에 따라 이를 알려 준다.

다음은 홈페이지를 통하여 SLOPE-NAVI.를 업그레이드 하는 방법에 관련된 창이다. 업그레이드를 하는 순서는 다음과 같다.

① [Slope-Navi] - [업그레이드] 메뉴에서 깎기비탈면 네비게이션 데이터 목록을 확인

② 목록 중 다운 받을 파일을 선택

③ “이 파일을 열거나 저장하시겠습니까?”라는 창이 활성화됨

④ 파일을 다운 받고, 압축파일을 풀면, [navi] 라는 폴더가 생성됨

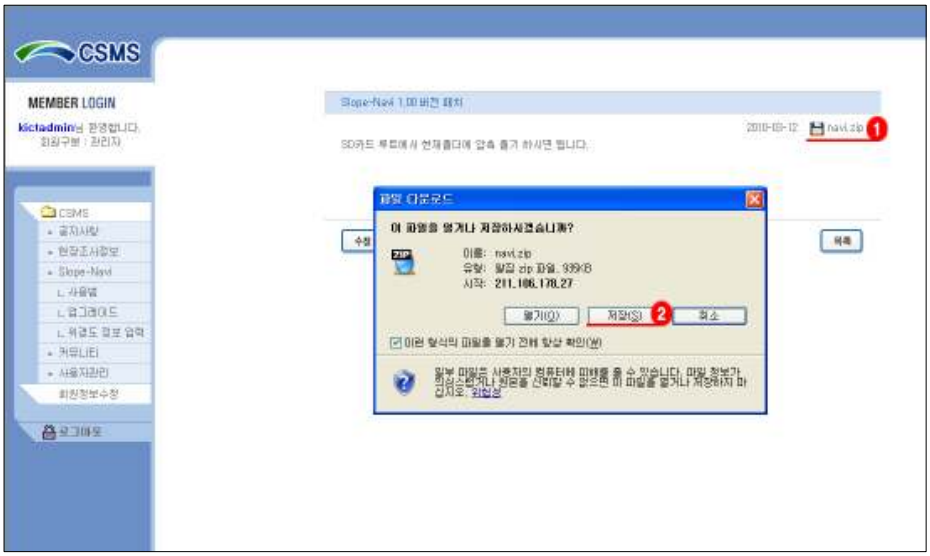
⑤ 생성된 [navi] 폴더를 내비게이션에 부착되어 있는 SD카드를 리더기 (Slope-Navi 제품에 포함되어 있음)에 꽂고 컴퓨터의 USB 포트에 연결

⑥ SD 카드가 정상적으로 연결이 되면 위의 [navi] 폴더를 SD 카드에 있는 [navi] 폴더에 그대로 복사(overwrite)하면, 업그레이드 완료

⑦ 내비게이션에 다시 부착하면 갱신된 자료의 사용 가능




<SLOPE-NAVI. 업그레이드 1>




<SLOPE-NAVI. 업그레이드 2>

## 참 여 진

**⊙ 국토해양부 교통정책실**

도로정책관 김 형 렬 (02)2110-8710
도로운영과장 전 만 경 (02)2110-8733
사무관 박 영 은 (02)2110-6459
주무관 홍 석 표 (02)2110-6460

**⊙ 연구진 / 한국건설기술연구원**

연구책임자 / 구 호 본 (031)910-0217
연구원 / 김 승 현 (031)910-0524, 이 종 현 (031)910-0227
바우티스타 (031)910-0087, 이 정 엽 (031)910-0526
최 지 용 (031)910-0101, 김 홍 균 (031)910-0531
배 상 우 (031)910-0455

**⊙ 자문위원**

김 성 구 이사 (GS건설)
김 인 호 이사 (다산컨설턴트)
김 영 묵 교수 (한밭대학교)
문 상 조 이사 (유신코퍼레이션)
설 승 환 부장 (한국도로공사)
심 수 일 소장 (강원도 도로관리사업소)
이 승 호 교수 (상지대학교)
이 정 형 과장 (홍천국도관리사무소)

# 도로비탈면 유지관리 실무매뉴얼

2011년 월 일 인쇄
2011년 월 일 발행

발 행 : 대한민국 국토해양부 도로정책관
인 쇄 :

**(비매품)**