

KSSA | 협회지 4호

2024년 12월

04

급경사지 急傾斜地

KOREA SLOPE SAFETY ASSOCIATION

측사
방재안전학회장

기술기사

회사 동정

협회 소개

협회 소식

부록



특수
법인 한국급경사지안전협회
KOREA SLOPE SAFETY ASSOCIATION

급경사지 急傾斜地

04

사진 _ '23.07.15. 경상북도 예천군 감천면 벌방리

급경사지 협회지 4호

Vol4.

2024년 12월 | 제 4호

발 행 인 전상률

발 행 처 (특)한국급경사지안전협회

세종특별자치시 나성북1로 22, 디펠리제 1002

Tel : 044-868-5680

Fax : 044-868-5681

발 행 일 2024년 12월 31일

인 쇄 처 디자인화랑

| 교육학술위원회 검토 |

위 원 장 서정일 공주대학교 교수

부위원장 권형근 한국농수산대학교 교수

CONTENTS

04 축사

04 방재안전학회장 / 최상현

08 기술기사

08 산지 특성을 고려한 태양광 발전시설의 안전점검 방법 개발 / 김범준

16 토석류 규모 산정을 위한 침식을 제안 / 최영남

26 중력장 기반의 지질환경정보 통합 모형구축과 비탈면 위험도 해석
/ 이규환, 김성욱, 박덕근, 장현익

36 산불피해지의 급경사지 특성 / 배우석, 이홍열

42 세대3지구 급경사지 붕괴사례 / 장만준, 이청하

60 회사 동정

60 아주엔지니어링

66 한국산불방지기술협회

70 협회 소개

70 협회 설립 근거

71 비전

72 연혁

73 주요업무

82 협회 소식

82 협회 뉴스보도 기사

87 이사회 및 총회

89 협회 행사

91 회원 등록 현황

92 부록

92 급경사지 재해예방에 관한 법률

축/사

안녕하세요? 한국방재학회 회장을 맡고 있는 최상현입니다.

급경사지 붕괴를 방지하고 안전점검 등을 통한 체계적인 관리를 위해 급경사지 재해예방에 관한 법률이 제정된 지 벌써 20년에 가까이 흘렀으나, 아직도 우리 주변에 붕괴사고가 드물지 않게 발생하고 있습니다. 특히 기후변화로 인한 폭우 빈도가 증가함에 따라 급경사지 관리의 중요성은 더욱 높아지고 있어 한국급경사지안전협회가 같은 전문기관의 역할이 더욱 필요할 때입니다.

기후변화는 이제 뉴노멀이라는 표현이 사용될 정도로 일상화되고 있습니다. 기후변화로 인하여 발생하고 있는 사막화, 해수면 상승, 기상 이변 등이 이제는 이상기후 현상이 아닌 매년 우리가 겪어야 하는 일상으로 받아들이고 우리의 생명과 재산이 보호될 수 있도록 제도를 개선하고 안전성을 확보할 수 있는 시스템을 빠르게 구축해야 할 때입니다. 특히 산지가 많아 불가피하게 다수의 급경사지와 동거해야 하는 우리나라의 경우 안전하게 급경사지를 관리할 수 있는 시스템을 유지하는 것이 더욱 중요합니다.

올해도 예외 없이 기록적인 폭우로 다수의 급경사지 붕괴사고가 발생했고, 아마도 이러한 폭우는 내년 그리고 그 이후에 더욱 자주, 더욱 강하게 발생할 것입니다. 지금까지의 복구 중심의 대응으로는 인명과 재산 피해 규모가 더욱 늘어날 수밖에 없는 상황입니다. 우리가 과연 얼마나 기후변화를 체감하고 시급하게 다가올 재난에 대응할 준비를 하고 있는지 같이 되돌아봐야 할 때라고 생각합니다. 이러한 차원에서 보다 안전한 사회를 만들기 위한 제도와 시스템 보안을 위하여 한국급경사지안전협회가 같은 역량있는 전문기관의 보다 적극적인 동참을 부탁드립니다.

올해도 벌써 저물어 가고 있습니다. 내년에도 보다 안전한 우리 사회를 만들기 위한 노력을 같이 할 것을 약속드리며, 마지막으로 한국급경사지안전협회와 회원님들의 발전을 기원합니다. 감사합니다.



방재안전학회장 **최상현**



기술 기사

산지 특성을 고려한 태양광 발전시설의 안전점검 방법 개발

김 범 준 강릉원주대학교 스마트인프라연구소, 연구교수

윤 찬 영 강릉원주대학교 건설환경공학과, 교수

토석류 규모 산정을 위한 침식률 제안

최 영 남 충남연구원 기후변화대응연구센터 책임연구원

중력장 기반의 지질환경정보 통합 모형구축과 비탈면 위험도 해석

이 규 환 건양대학교 재난안전소방학과 교수

김 성 옥 (주)지아이 대표이사

박 덕 근 국립재난안전연구원 연구관

장 현 익 한국도로공사 연구위원

산불피해지의 급경사지 특성

배 우 석 한국교통대학교 교수

이 흥 열 (주)한국지반조성 대표

세대3지구 급경사지 붕괴사례

장 만 준 정선군청 건설과장

이 청 하 정선군청 재해예방팀장

급경사지 急傾斜地

산지 특성을 고려한 태양광 발전시설의 안전점검 방법 개발

김 범 준¹⁾ 윤찬영²⁾

¹⁾강릉원주대학교 스마트인프라연구소, 연구교수

²⁾강릉원주대학교 건설환경공학과, 교수

1. 서론

최근 신재생에너지에 대한 국가적 관심 높아지면서 태양광 발전시설의 설치가 증가하고 있다. 국내 산지에 설치된 태양광 발전시설은 2020년 기준으로 총 12,527 개소이며, 이 중 약 7.4%인 922 개소가 산사태 위험 1, 2등급 지역에 위치하고 있다. 특히, 강원지역에 설치된 태양광 발전시설은 산지가 약 90%에 달하는 강원지역의 특성상 많은 숫자가 산지에 건설되고 있으며, 이로 인한 사면재해의 위험성 역시 증가하고 있다. 태양광 시설의 피해현황을 살펴보면, 주로 전기적 설비의 구조적 결함 및 노후화 등으로 인한 것으로 나타나고 있으나, 장마나 폭우로 태양광 발전시설

주변 지반에서 발생하는 소규모 사면파괴가 대규모 사면붕괴를 유발하거나 토석류로 전이되어 인근 지역에 큰 인명 및 재산 피해를 가져올 수 있으므로 매우 중요하다. 그림 1과 같이, 태양광 발전시설이 설치된 지역에서는 주로 얇은 사면파괴가 발생하는 것으로 확인되고 있다. 이러한 얇은 사면파괴는 태양광 발전시설 주변 지반의 안정성과 주변 지역의 위험성에 큰 영향을 미칠 수 있다. 하지만, 국내·외적으로 태양광 발전시설 지역의 사면붕괴 위험성에 대한 안전점검 방법과 정량화된 재해위험평가 방법 등이 마련되어 있지 않아, 사면붕괴 위험성을 사전에 점검하고, 예방할 수 있는 현장 안전점검 방안의 마련이 시급한 실정이다.



그림 1. 태양광 발전시설 주변 사면파괴(강원특별자치도 횡성군)

International Energy Agency (IEA))들을 보여주고 있다. 마찬가지로 국외 태양광 발전시설 관련 지침 및 보고서들에서도 국내와 유사하게 태양광 발전시설 설비를 점검하는데 중점을 두고 있다. 유일하게 일본의 태양광 발전시스템의 설계·시공 가이드 라인(그림 3, 일본 신에너지·산업기술종합개발회, 2021)에서만 지표류에 의한 침식, 지반 변형·붕괴, 용수의 유·무 또는 기조 및 가대의 손상·변형, 느슨함 등 태양광 발전시설의 주변 지역의 붕괴위험과 관련된 다양한 점검항목들이 제시되어 있었다. 결과적으로 보면, 국내·외 대부분의 태양광 발전시설 관련 점검방법들에서는 지반침하, 토사유출 등과 같은 붕괴위험 관련 점검항목들은 존재하지 않고, 대부분 태양광 발전시설 설비를 점검하는데 중점을 두는 것으로 나타났다.

그림 3은 일본에서 활용되고 있는 태양광 발전시스템 유지보수 점검관련 지침(일본 전기공업회·태양광 에너지협회, 2019)을 보여주고 있으며, 그림 4는 영국 등에서 보고된 태양광 발전시스템 관련 보고서((BRE National Solar Centre (NSC) 및

[illegible]

그림 2. 태양광 발전설비 점검기록표 (산업통상자원부, 2021 (좌), 한국전기안전공사, 2018(우))

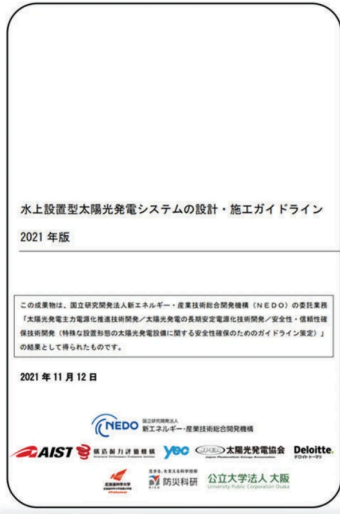


그림 3. 태양광 발전시스템 설계·시공 가이드라인
(일본 신에너지·산업기술종합개발회, 2021)

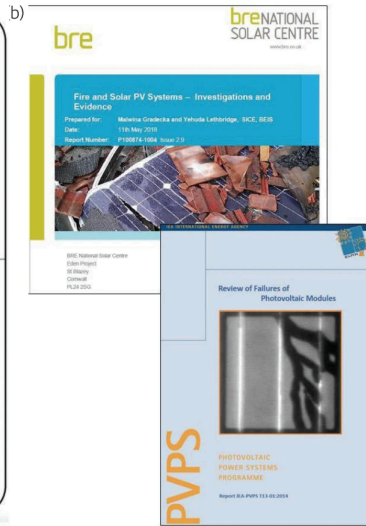


그림 4. 국외 태양광 발전설비 관련 보고서
(BRE National Solar Centre (NSC) 및 International Energy Agency (IEA))

3. 현장 안전점검 방법에 대한 델파이 설문 실시

본 연구에서는 국내 태양광 발전시설의 산지 특성을 고려한 현장 안전점검 방법을 개발하기 위해, 국내 실무 전문가 자문위원단을 구성한 후 전문가 의사결정 방법인 델파이 설문을 실시하였다. 델파이 기법은 정리된 자료나 통계 모형을 통한 분석이 어려울 때, 전문가들의 의견을 조사하여 전반적인 방향을 잡아가는 전문가 의사결정 방법으로, 수차례 설문을 반복함으로써 전문가들의 합의를 도출한다.

본 연구에서 델파이 1차 설문은 개방형 설문으로 구성하는 것이 원칙이지만, 응답자의 심리적 부담과 혼란을 야기할 수 있으므로, 1차 설문은 내부 연구진을 통해 국내·외 태양광 발전시설 관련 제도와 문헌들을 검토하여 예비 점검항목들을 우선적으로 도출하였다. 이후 도출된 예비점검항목과 이를 평가하기 위한 리커트(Likert)식 5점 척도로 구성된 폐쇄형 질문서를 전문가들에게 제공하여 2차 델파이 설문을 진행하였다.

델파이 조사에서 각 평가항목에 대한 결과는 Lawshe(1975)의 내용 타당도 비율(CVR : Content Validity Ratio)을 통해 분석하였다.



$$CVR = \frac{n_e - \frac{N}{2}}{\frac{N}{2}}$$

여기서, n_e 는 “중요하다”라고 응답한 전문가의 수(즉, 4점 및 5점에 응답한 응답자들의 빈도수)를 의미하며, N 은 전체 델파이 설문 참가 전문가 인원수를 의미한다. 설문에서 점검항목으로 필요성이 판단되는 경우, 해당 항목을 4점 또는 5점으로 제시해야 하며

전문가 의견수렴과 합의의 정도는 수렴도와 합의도를 통해 평가한다. 내용의 타당도 비율(CVR)은 전문가 패널 수가 11명이었으므로, 0.59 이상(Lawshe, 1975), 합의도는 0.75 이상, 수렴도는 0.5 이하를 합의 기준으로 설정하였다. 표 1은 내부 연구진의 1차 델파이 설문을 통해 도출된 예비 점검항목들을 보여주는 것이다.

표 1. 예비 점검항목

No.	구분		점검항목
1	태양광 구조물	구조물 기초	지중, 적재하중, 적설, 풍압, 지진 등의 외부충격에 의한 안전
2			태양광 구조물 및 지지 구조물의 파손 변형
3			태양광 구조물, 지지 구조물, 하부 기초 구조물의 결합, 변형, 파손, 정착상태
4			구조물의 재료 성능저하(부식)
5			아연도금 상태, 용접부분, 볼트체결 등 녹방지 유무
6		하부 콘크리트	하부 기초 구조물의 돌출
7			하부 기초 구조물의 균열, 파손, 이동
8			하부 기초 구조물의 부등침하
8			하부 기초 구조물과 지반과의 정착상태
9			하부 기초 구조물의 성능저하
10	구조물 주변	주변지반	지하수위 발생, 유출
11			지반의 용기, 변형, 침하
12			지반의 토사 유실 (세굴)
13			지반의 사면 경사, 높이, 형상
14			지반의 토층심도
15			사면형상 및 집수지형
16			자연비탈면 및 인공비탈면 여부
17			상부 외력 유무 (묘지, 송전탑, 주택, 철도, 도로, 임도 등)
18			지반 조건 (사질토, 점성토)
19			구조물과 배면 사이의 유격
20			표면보호 (숏크리트, 식생 상태 등)
21			배수시설 및 배수로 설치 유무 및 정비상태
22			사면안정 시설 손상(펜스, 옹벽, 낙성방지망 등)
23			별도의 추가하중 적재
24			지반의 인장균열 및 붕괴 징후
25			태양광 시설 인접지역 사면붕괴 이력
26			사면붕괴 지역과의 거리
27			발생규모 및 잠재성
28			자연재해위험 평가

4. 델파이 설문 결과

델파이 설문은 전문가들이 예비 점검항목들 중 적합한 항목을 선택하는 방식으로 진행되었고, 태양광 발전시설의 점검 수준 및 주체에 따라 필요 점검항목과 점검방법이 도출되었다. 점검수준에 따른 점검방법은 표 2와 같다. 또한, 델파이 설문 결과와 전문가 의견을 종합적으로 분석하여 수준별 점검항목을 단순화하고, 일부 점검항목에 대해서는 추가 및 삭제를 진행하여 전문가 간의 점검항목에 대한 의견 일치성을 확보하였다. 그 결과, 수준별 현장 안전점검 방법은 정기안전점검과 정밀안전점검 방법으로 결정되었고, 태양광 발전시설과 주변지역의 위험성과 그 중요도에 따라 중점관리 여부를 판단할 수 있도록 하였다. 정기안전점검은 태양광 발전시설 운영 및 안전관리자(비전문가)에 의해 진행되며, 정밀안전점검은 태양광 발전시설이 중점관리 대상인 경우 외부전문가에 의해 진행된다.

먼저, 도출된 정기안전점검 항목은 지지구조물: 태양광 지지 구조물 및 하부 기초 구조물의 결합 부위

손상, 하부 기초 콘크리트: 하부 기초 구조물 손상(돌출, 파손, 이동 등), 하부 기초 구조물 부등침하, 주변지반: 용수의 발생, 지반 변형(용기, 침하 등), 지반의 토사 유실(세굴), 배수시설 및 배수로 손상(변형, 파손 등), 지반의 인장균열, 비탈면 붕괴징후, 총 9개의 점검항목이 도출되었다. 두 번째, 정밀안전점검 항목은 지지 구조물의 변형 및 파손 등, 하부 기초 콘크리트: 하부 기초 구조물의 균열 및 파손 등, 주변지반: 용수의 발생, 지반의 사면경사, 배수시설 및 배수로 변형, 태양광 시설 인접지역의 사면붕괴 이력, 비탈면의 붕괴 징후, 자연재해위험 평가 등 총 28개의 점검항목이 도출되었다. 또한, 비록 델파이 설문을 통해 수렴도, 합의도, 내용 타당도가 합의에 이르지 못한 일부 항목들에 대해서는 현장 여건과 점검방법 수준을 고려하여 수렴도(≤ 0.5), 합의도(≥ 0.5), CVR(≥ 0.59)의 기준 범위와 근사한 일부 점검항목들을 점검표에 추가하면서 태양광 발전시설과 주변지역의 위험성과 중요도에 따라 다양한 안전점검들을 실시할 수 있도록 하였다. 표 3과 4는 전문가 델파이 설문을 통해 도출된 정기안전점검과 정밀안전점검 항목들을 보여준다.

표 2. 점검수준별 점검방법

점검수준	점검 주체	점검방법	점검시기
정기안전점검	태양광 발전시설 운영 및 안전관리자 (비전문가)	이상 유·무 확인의 육안점검	• 연 2회 이상 실시 (해빙기, 우기 포함)
정밀안전점검	외부 전문가	세심하고 면밀한 외관조사 수준의 육안점검	• 문제 징후 발견 시

표 3. 정기안전점검

No.	구분		점검항목	수렴도 (≤ 0.5)	합의도 (≥ 0.75)	CVR (≥ 0.59)	
1	태양광 구조물	지지 구조물	태양광, 지지 구조물 및 하부 기초 구조물 결합 부위 손상	1.000	0.500	0.091	×
2		하부 기초 콘크리트	하부 기초 구조물 손상	0.500	0.800	0.600	○
3			하부 기초구조물의 부등침하	0.500	0.780	0.600	○
4	구조물 주변	주변지반	용수의 발생	0.380	0.810	0.800	○
5			지반 변형 (용기, 침하 등)	0.500	0.800	1.000	○
6			지반의 토사 유실 (세굴)	0.380	0.850	0.800	○
7			배수시설 및 배수로 손상 (변형, 파손 등)	0.500	0.780	1.000	○
8			지반의 인장균열	0.000	1.000	1.000	○
9			비탈면 붕괴 징후	0.000	1.000	0.600	○

표 4. 정밀안전점검

No.	구분		점검항목	수렴도 (≤0.5)	합의도 (≥0.75)	CVR (≥0.59)	
1	태양광 구조물	지지 구조물	태양광 구조물의 변형	1.000	0.500	0.273	×
2			태양광 구조물의 파손	0.750	0.630	0.273	×
3			태양광 구조물의 부식	0.750	0.630	0.273	×
4			지지 구조물의 변형	0.500	0.750	0.600	○
5			지지 구조물의 파손	0.375	0.810	0.800	○
6			지지 구조물의 부식	0.500	0.750	0.455	×
7		하부 기초 콘크리트	하부 기초 구조물의 균열	0.500	0.750	0.600	○
8			하부 기초 구조물의 파손	0.375	0.850	0.600	○
9			하부 기초 구조물의 이동	0.500	0.780	0.800	○
10			하부 기초 구조물의 부등침하	0.500	0.750	0.800	○
11	구조물 주변	주변지반	용수의 발생	0.000	1.000	0.600	○
12			지반의 변형 (용기, 침하 등)	0.500	0.780	0.800	○
13			지반의 토사 유실 (세굴)	0.000	1.000	1.000	○
14			지반의 사면경사	0.500	0.780	0.600	○
15			표면보호 (숏크리트, 식생 상태 등)	0.000	1.000	0.600	○
16			상부유역배수시설및배수로설치유무	0.000	1.000	1.000	○
17			주변지반의배수시설및배수로설치유무	0.000	1.000	1.000	○
18			배수시설 및 배수로 변형	0.500	0.800	0.800	○
19			배수시설 및 배수로 파손	0.500	0.750	0.800	○
20			배수시설 및 배수로 정비상태	0.500	0.750	0.273	×
21			사면안정 시설 손상 (펜스, 옹벽, 낙석방지망 등)	0.500	0.750	0.636	○
22	구조물 주변	주변지반	지반의 인장균열	0.000	1.000	1.000	○
23			태양광 시설 인접지역의 사면붕괴 이력	0.500	0.750	0.800	○
24			사면붕괴 지역과의 거리	0.500	0.750	0.273	×
25			발생규모 및 잠재성	0.500	0.750	0.091	×
26			비탈면의 붕괴 징후	0.500	0.750	0.800	○
27			상·하부 사면 위험성 여부	0.000	1.000	1.000	○
28			자연재해위험평가	0.000	1.000	0.600	○

5. 산지 태양광 발전시설의 수준별 현장 점검방법 개발

앞선 전문가 델파이 설문 결과들을 토대로 태양광 발전시설의 수준별 현장 안전점검 방법을 개발하였다. 점검방법은 육안조사를 기본 원칙으로 하며, 해당 태양광 발전시설 운영 및 안전관리자(비전문가)가 안전점검을 진행할 수 있는 정기안전점검과

세부적이고 다양한 문제점 징후 발견 시, 외부전문가가 안전점검을 진행할 수 있는 정밀안전점검으로 나뉜다. 특히, 정밀안전점검에서는 태양광 발전시설 및 주변 지반에서 규모가 큰 비탈면 붕괴의 징후가 발견될 시, 자연비탈면 및 산지 재해위험도 평가를 추가로 진행하여 재해위험도를 평가할 수 있다. 표 5, 6은 개발된 정기안전점검 및 정밀안전점검표를 나타낸 것이다.

표 5. 산지 태양광 발전시설의 현장 점검방법(정기안전점검)

No.	구분		점검항목	점검방법	점검결과
1	태양광 구조물	지지 구조물	태양광, 지지 구조물 및 하부 기초 구조물 결합 부위 손상	육안조사	
2		하부 기초 콘크리트	하부 기초 구조물 손상		
3			하부 기초구조물의 부등침하		
4	구조물 주변	주변지반	용수의 발생		
5			지반 변형 (용기, 침하 등)		
6			지반의 토사 유실 (세굴)		
7			배수시설 및 배수로 손상 (변형, 파손 등)		
8			지반의 인장균열		
9			비탈면 붕괴 징후		

표 6. 산지 태양광 발전시설의 현장 점검방법(정밀안전점검)

No.	구분		점검항목	점검방법	점검결과
1	태양광 구조물	지지 구조물	태양광 구조물의 변형	육안조사	
2			태양광 구조물의 파손		
3			태양광 구조물의 부식		
4			지지 구조물의 변형		
5			지지 구조물의 파손		
6			지지 구조물의 부식		
7		하부 기초 콘크리트	하부 기초 구조물의 균열		
8			하부 기초 구조물의 파손		
9			하부 기초 구조물의 이동		
10			하부 기초 구조물의 부등침하		
11	구조물 주변	주변지반	용수의 발생		
12			지반의 변형 (용기, 침하 등)		
13			지반의 토사 유실 (세굴)		
14			지반의 사면경사		
15			표면보호 (숏크리트, 식생 상태 등)		
16			상부유역의배수시설및배수로설치유무		
17			주변지반의배수시설및배수로설치유무		
18			배수시설 및 배수로 변형		
19			배수시설 및 배수로 파손		
20			배수시설 및 배수로 정비상태		
21			사면안정 시설 손상 (펜스, 옹벽, 낙석방지망 등)		
22			지반의 인장균열		
23			태양광 시설 인접지역의 사면붕괴 이력		
24			사면붕괴 지역과의 거리		
25			발생규모 및 잠재성		
26			비탈면의 붕괴 징후		
27			상·하부 사면 위험성 여부		
28			자연재해위험평가	정밀조사	



6. 결론

국내·외 태양광 점검리스트에서는 지반침하, 토사유출 등과 같은 붕괴위험관련 점검항목들은 존재하지 않고, 대부분 태양광 발전시스템 설비 점검에 중점을 두고 있는 것으로 나타났다. 본 연구에서는 국내 태양광 발전시설 현장 점검방법을 도출하기 위해, 국내 실무 전문가 자문위원단을 구성하고 전문가 델파이 설문문을 통해 현장 점검방법을 도출하였고, 종합적 분석을 통해 태양광 발전시설의 정기안전점검 및 정밀안전점검 방법을 개발하였다. 개발된 점검방법은 태양광 발전시설의 점검 수준과 점검 주체에 따라 발전시설을 세부적으로 다양하게 점검할 수 있어, 비전문가와 외부전문가가 현장에서 태양광 발전시설을 점검하는데 적극 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

참고문헌

- 태양광 발전설비 점검 지침(한국전기안전공사, 2018).
 태양광 발전설비 점검기록표(산업통상자원부, 2021).
 태양광 발전시스템 유지보수 점검 지침(일본 전기공업회·태양광 에너지협회, 2019).
 경사지 설치형 태양광 발전시스템의 설계·시공 가이드 라인(일본 신에너지·산업기술종합개발협회, 2021).
 Fire and solar PV systems: Investigation and Evidence(영국 국립태양광 센터, 2018).
 Review of failures of photovoltaic modules(국제 에너지기구, 2014).
 Lawshe, C. H., 1975, A quantitative approach to content validity. Personnel Psychology, 28, 563-575.

토석류 규모 산정을 위한 침식률 제안

최 영 남

충남연구원 기후변화대응연구센터 책임연구원

1. 서론

기후변화로 인한 집중호우의 증가로 토석류 발생이 빈번화·대형화 되고 있다. 토석류는 흙, 암석, 유목 등이 물로 포화되어 중력에 의해 산지계류를 타고 흐르는 현상이며, 토석류의 발생원인은 크게 강우와 지진으로 구분된다(Iverson, 1997). 국내에서 발생하는 토석류는 집중호우가 주된 원인이며, 산지계류의 많은 유량이 모이게 되어 유속이 증가하고, 계상과 기슭을 세굴 및 침식시켜 하류에 위치한 인간생활권에 재산 및 인명피해를 유발한다(Kim and Jeong, 2014; Jeong et al., 2014).

토석류로 인한 피해를 효과적 대비하기 위해서는 지형, 지질 및 강우에 따라 발생하는 토석류에 대한 체계적인 정밀현장조사를 통한 D/B구축과 이를 분석하여 토석류의 발생원인, 이동경로 그리고 퇴적특성에 관한 규명이 필요하다. 또한, 사방댐과 같은 토석류 재해 제어 대책 수립 측면에서 토석류 규모 산정에 관한 연구가 필요하다. 토석류 규모 산정은 대책공법의 규모와 설치위치, 구조물 개수 등을 결정하는 가장 기본적이면서 중요한 사항이며, 토석류의 침두유량(또는 최대유량)은 기존 도로하부에 설치된 배수로의 설계용량을 초과하는지를 판별하는데

사용할 수 있고, 다른 설계변수와의 상관관계로부터 토석부피 또는 토석 흐름속도를 추정하는데 이용된다(Korea Expressway Corporation, 2007).

국내·외 연구자들에 의해 토석류 발생원인 분석 및 이동 특성에 관한 연구는 다양하게 이루어지고 있지만, 국내에서 이루어진 토석류의 규모산정에 대한 연구(Kim, 2008; Kim et al., 2008; Kim et al., 2013)는 제한적 범위에서 수행되어 보다 광범위한 연구가 요구된다.

토석류는 하류로 이동하는 동안 지반 침식 또는 연행작용을 통해 체적을 급격히 증가시켜 피해범위와 규모를 증가시킨다(Hungr et al., 2005; McCoy et al., 2012). 이러한 지반 침식 및 연행작용에 의한 토석류의 체적의 증가는 여러 연구자들의 현장조사에 의해 확인되었으며(Lee et al., 2016), 토석류의 체적을 예측하여 적절한 대비 시설을 구축하는 것이 필요하다(Revellino et al., 2004; Gartner et al., 2008; Guthrie et al., 2010).

본 연구에서는 토석류 발생 현장을 조사하여 토석류 규모를 산정하고, 토석류 규모에 영향을 주는 주요인자들을 분석하여 토석류 규모산정을 위한 침식률(yield rate)을 제안하였다.

2. 토석류 규모 산정식

토석류는 토석과 유목이 강우와 혼합하여 유체의 형태로 하류로 이동하며, 이동과정에서 하상에 침식된 토석의 유입과 혼합유체 내의 토석퇴적이 반복되므로 토석류 규모를 명확히 정의하기는 매우 어렵다.

토석류 규모에 대한 정의는 관점에 따라 다양한데, 특정 지점을 통과하는 첨두토석유출량(peak debris discharge) 또는 유역에서 토석류에 의해 유출되는 토석 체적(debris volume) 그리고 토석류에 의한 피해규모 등으로 정의된다(D'Agostino et al., 2001; Jakob, 2005). 공학적 관점에서 토석류 규모는 대책시설물을 설치하는데 필요한 값이며 일반적으로 유출되는 토석의 체적으로 정의하게 된다.

토석류 규모 즉 전체 체적(V) 산정식으로 Ikeya(1981)는 다음과 같이 제안하였다.

$$V = L \times B \times D \quad \text{식 (1)}$$

L 는 계곡의 길이, B 는 평균 폭이며, D 는 평균침식 두께로 0.5~3.2m로 제안하였다. 이후 Hungr et al.(1984)는 침식률(Y_i)을 적용한 식 (2)를 제안하였다.

$$V = V_{\text{ial}} + \sum V_{\text{point}} + \sum_{i=1}^n Y_i L_i \quad \text{식 (2)}$$

여기서, V_{ial} 는 발생부의 체적, V_{point} 는 지류나 이동 중 추가되는 유량, Y_i 와 L_i 는 침식률과 계곡의 길이이다. 침식률(Y_i , yield rate 또는 erosion per zone length, m^3/m)은 수로 길이의 단위 길이당 침식량을 말하며, 산정한 실제 규모에 토석류의 총 이동거리를 나누어 산정한다. 또한, 식 (2)는 발생부를 구분하고 본류외의 추가되는 토석류를 고려할 수 있다.

Jakob(2005)은 토석류 진행 중 퇴적된 체적을 고려하여 다음과 같은 식을 제안하였다.

$$V_t = \sum V_i + \sum V_e - \sum V_d \quad \text{식 (3)}$$

여기서, V_t 는 전체 토석류의 체적, V_i 는 발생부에서 체적, V_e 는 유하부 체적, V_d 는 퇴적된 체적이다.

토석류의 규모는 발생부에서 발생한 파괴 체적과 계곡을 따라 이동하면서 침식되는 규모를 알아야 하고, 유역의 지형 및 지질 그리고 이동 중 계곡부에 퇴적되는 토사량 등 다양한 조건을 고려하여 산정해야 하는 어려운 점이 있다.

3. 현장 조사자료를 통한 토석류 규모 산정

본 연구를 위해 현장조사 시 거리측정기, GPS, 스태프(staff), 클리노미터(clinometer) 등을 이용하였으며, 토석류가 시작한 발생부의 규모를 확인하고 침식이나 퇴적이 발생한 계곡을 따라 내려오면서 발생사면의 GPS좌표, 경사, 폭, 길이, 방위, 지형형상 등에 대한 실제 체원을 측정하였다. 측정한 결과를 Jakob(2005)의 제안식에 적용하여 토석류 규모를 산정하였으며, 침식률(yield rate)을 함께 산정하였다.

Table 1은 조사대상지 총 43개소에 대해서 전체 토석류 규모, 발생부 규모, 토석류 전체에 대한 비율, 침식거리, 침식률, 퇴적된 규모를 정리하였다.

Evans(1982)는 토석류 발생형태에 따라 사면형 토석류(hill slope debris flow)와 계곡형 토석류(channelized debris flow)로 구분하였으며, 본 현장조사결과에서도 계곡형 토석류와 사면형으로 구분하여 분석하였다. 계곡형 토석류 규모는 평균 $5,799 \text{ m}^3$, 사면형 토석류 규모는 평균 893 m^3 으로 나타났으며, 계곡형의 경우 토석류의 이동거리가 사면형보다 평균 3배 정도 길고 사면형으로

시작하더라도 인접 계곡으로 유입되면서 계곡형으로 발달하기 때문에 규모는 6.5배, 발생빈도는 2배 정도 많은 것으로 나타났다.

Table 1. Summary of site investigation

Occurrence time	Area		Type	Magnitude			Distance (m)	Yield rate (m/m)	Deposition	
				Total(m')	Initiation				m'	%
					m'	%				
2006	Inje	Deoksan-ri(1)	Channelized	11,107	221	2.0	767	14	-	-
		Deoksan-ri(2)	Channelized	2,047	55	2.7	281	7		
		Deoksan-ri(3)	Channelized	2,364	55	2.3	331	7		
		Deoksan-ri(4)	Hill slope	1,292	162	12.5	217	5		
		Deoksan-ri(5)	Channelized	6,076	270	4.4	623	9		
		Deoksan-ri(6)	Channelized	3,789	248	6.5	458	7		
		Deoksan-ri(7)	Channelized	12,388	1,299	10.5	436	23		
		Deoksan-ri(8)	Channelized	6,953	1,650	23.7	449	13		
		Deoksan-ri(9)	Channelized	14,248	221	1.6	950	15		
		Gosi-ri	Channelized	2,568	70	2.7	362	7		
		Garisari-ri(1)	Channelized	5,335	61	1.1	793	6		
		Garisari-ri(2)	Channelized	12,316	400	3.2	578	20		
2009	Jecheon	Garisari-ri(3)	Channelized	3,488	64	1.8	967	4		
		Garisari-ri(4)	Channelized	18,029	213	1.2	995	18		
		Palsong-ri(1)	Channelized	6,045	130	2.2	636	9		
		Palsong-ri(2)	Hill slope	532	156	29.3	92	4		
		Dohwa-ri(1)	Channelized	4,984	110	2.2	489	9		
		Dohwa-ri(2)	Hill slope	116	18	15.5	56	2		
2010	Yangpyeong	Geumwang-ri	Channelized	3,420	54	1.6	670	5		
	Yeoju	Dojeon-ri	Channelized	1,019	187	18.4	166	5		
2011	Chuncheon	Chugok-ri	Channelized	6,992	23	0.3	956	7		
		Cheonjeon-ri(1)	Hill slope	1,013	156	15.4	96	8		
		Cheonjeon-ri(2)	Channelized	3,352	75	2.2	146	20		
		Yupo-ri	Hill slope	1,671	540	32.3	167	8		
		Seosang-ri	Hill slope	562	72	12.8	168	3		
		Hyeonam-ri	Hill slope	1,609	647	40.2	143	9		
		Jung-ri	Hill slope	284	8	2.8	105	3		
		Jichon-ri	Hill slope	1,028	46	4.5	208	4		
		Saam-ri	Channelized	15,771	300	1.9	757	20		
2013	Chuncheon	Sanggeol-ri	Hill slope	539	120	22.3	89	5	11,230	71.2
		Sanggeol-ri	Channelized	1,000	50	5.0	165	5	363	67.3
		Yupo-ri	Hill slope	573	158	27.6	170	3	785	78.5
		Palmi-ri	Channelized	778	60	7.7	170	4	500	87.3
		Dangnim-ri	Hill slope	1,541	70	4.5	145	9	714	91.8
		Toegye-dong	Channelized	831	28	3.4	256	3	1,625	105.5
	Hongcheon	Wondong-ri(1)	Hill slope	1,121	225	20.1	153	6	825	99.2
		Wondong-ri(2)	Channelized	2,339	184	7.9	212	9	840	74.9
		Wondong-ri(3)	Hill slope	524	96	18.3	100	4	2,030	86.8
		Wondong-ri(4)	Channelized	1,633	21	1.3	395	4	398	76.0
		Yeongnae-ri	Hill slope	694	40	5.8	93	6	1,397	85.6
		Gosi-ri	Channelized	3,964	43	1.1	559	6	421	60.7
	Hoengseong	Sangdae-ri	Channelized	3,741	880	23.5	264	13	3,285	82.9
	Gapyeong	Gyeongban-ri	Channelized	1,192	18	1.5	306	4	2,706	72.3
									791	66.3

4. 토석류 규모 특성 분석

4.1 지형적 요인과 규모

현장조사를 통한 토석류 규모 산정은 침식 길이, 계곡 폭, 침식 두께로 구성되며, Marchi and D'Agostino(2004)와 Rickenmann and Koschni(2010)는 규모와 유역면적 그리고 평균경사의 상관분석을 통해 토석류 규모

산정 경험식을 제안하였다. 본 연구에서도 토석류 규모와 주요 인자의 상관관계를 분석하였다.

Fig. 1은 규모와 침식거리, Fig. 2는 규모와 유역면적 간의 상관성으로 규모와 침식거리의 상관성은 매우 높은 것을 확인하였으며, 규모와 유역면적은 침식거리에 비해서 상관성은 낮으나 20ha 유역면적까지는 비교적 높은 상관성을 확인하였다.

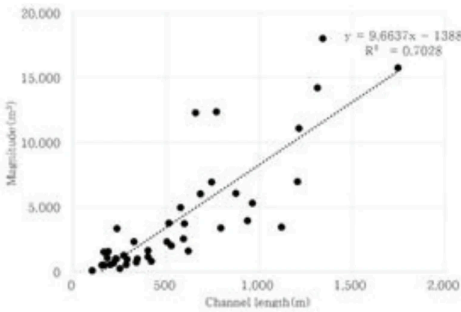


Fig 1. Correlation analysis between magnitude and channel length

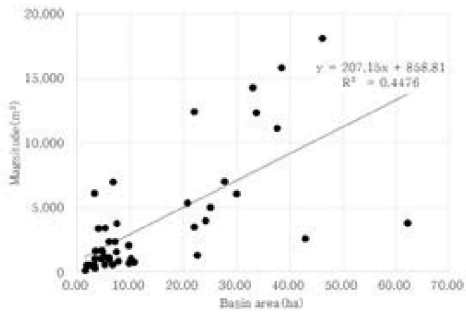


Fig 2. Correlation analysis between magnitude and basin area

Fig. 3과 4는 침식 폭과 깊이의 상관성을 나타낸 것으로, 침식 폭은 다소 높은 상관관계가 있는 것으로 나타나며, 침식 깊이는 낮은 상관성을 보였다.

침식깊이는 0.5m~2.6m의 범위에서 일정한 값을 보이고 있어 상관성이 없는 것으로 판단된다.

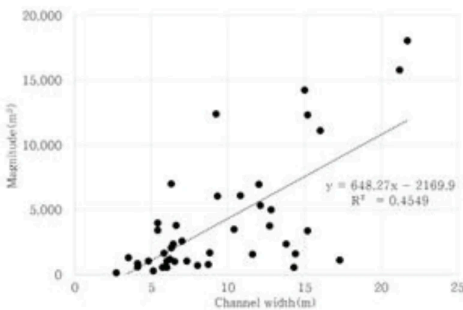


Fig 3. Correlation analysis between magnitude and channel width

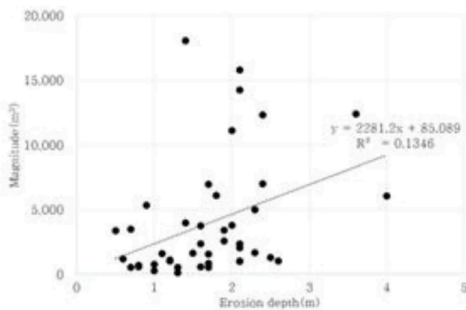


Fig 4. Correlation analysis between magnitude and erosion depth

Fig. 5는 규모와 평균경사의 상관성으로 규모와의 상관성은 낮은 것으로 나타났다. 일반적으로 경사가 급할수록 산사태 발생확률은 높지만, 반대로 경사가 급할수록 토층깊이가 얇고 암반이 노출되어 침식 및 연행되는 토석류의 양이 적기 때문에 경사가

급한 지역에서는 토석류의 규모가 크지 않은 것으로 분석되었다(Kim et al., 2000). 본 연구에서 유역평균경사는 토석류 규모의 상관성은 없는 것을 확인하였다.

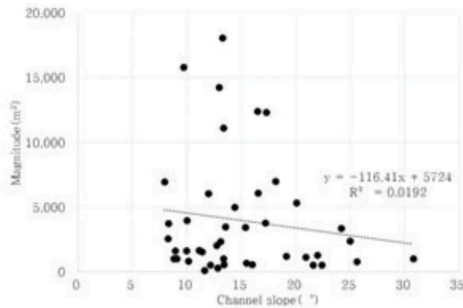


Fig 5. Correlation analysis between magnitude and channel slope

4.2 침식을 산정 및 규모 산정식 제안

토석류 규모산정식 제안을 위해 Fig. 6과 같이 지역별 토석류 발생규모를 비교한 것으로, 인제지역은 산이 높고 유역면적이 넓어 다수의 발생부가 존재하며

사면형으로 시작된 토석류가 계곡부로 유입되어 계곡형 토석류로 발달하여 타 지역보다 토석류 규모가 큰 것으로 나타났으며, 춘천지역에서도 유역이 큰 지역에서는 다수의 발생부가 존재하여 토석류 규모가 큰 것으로 나타났다.

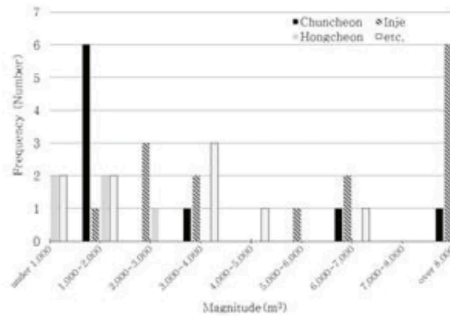


Fig 6. Frequency of occurrence magnitude for sites

Fig. 7은 침식을 산정을 위해 토석류 발생구간의 평균 폭 및 침식깊이를 나타낸 것으로, 침식 깊이는 0.5~2.6m의 범위에 분포하여 평균 1.7m이며, 침식 폭은 2.7~21.7m의 범위로 깊이에 비해서 넓은 범위로 분포하고 평균 9.5m로 나타났다. 토석류가 침식되는 깊이는 토층심도와 토석류의 소류력에 영향을 받기 때문에 깊이가 제한되고, 기반암이 노출될 경우 침식이 발생하지 않아 평균깊이는 비교적 제한된 값을 나타낸

것으로 판단된다. 반면 침식폭은 유량, 토석류의 종류, 에너지 등에 따라 소류력의 변화가 크기 때문에 침식 폭의 분포는 다양하게 나타난 것으로 판단된다. 또한, 침식 깊이는 Ikeya(1981)가 제시한 0.5~3.2m와 유사한 것으로 나타나며, 지역별 평균 침식 깊이는 인제 2.2m, 춘천 1.5m, 홍천 1.4m로 나타나 광역적 지형 및 지질특성과 특별한 경향성은 없으나 각 발생지역의 국부적 특성과 연계될 것으로 예상된다.

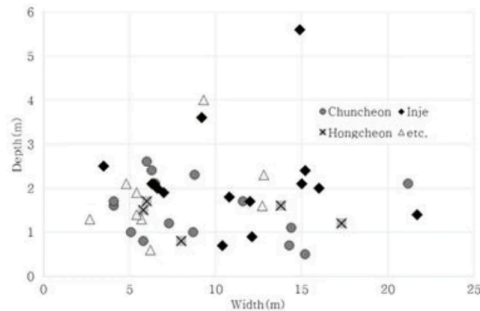


Fig 7. Distribution of erosion width and depth

Fig. 8은 Hungr et al.(1984)가 제안한 침식률을 산정하여 나타낸 것으로 계곡형과 사면형으로 구분하였다. 그 결과, 계곡형이 사면형에 비해 평균 약 2배 큰 것으로 나타났으며, 계곡형에서도 조사대상지에 따라 약 2~7배의 차이를 보였다. 침식률이 큰 지역은

계곡 폭이 작은 지역에 비해 2~7배의 차이를 보여 침식률은 계곡 폭에 의해 결정되는 것으로 판단된다. 따라서, 침식두께는 일정하지만, 계곡의 폭에서 큰 차이를 보여 토석류 규모와 침식률은 계곡의 침식 폭에 따라 결정되는 것을 알 수 있다.

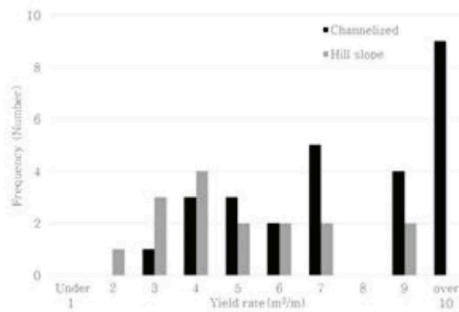


Fig 8. Frequency of yield rate

Fig. 9는 Jacob(2005)이 제안한 발생부 체적을 고려하기 위해 전체 규모에 대한 발생부 규모를 나타낸 것으로, 계곡형은 주로 5% 이하로 나타나며, 사면형은

현장조건에 따라 다양한 비율로 나타났다. 사면형 토석류는 발생부와 유하부를 명확하게 구별하기 어려운 문제점이 있어 나타난 결과로 판단된다.

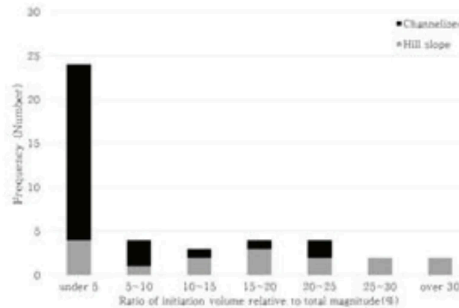


Fig 9. Ratio of volume at initiation to total volume

Hungr et al.(1984)의 침식률과 Jacob(2005)이 제안한 발생부 체적을 고려한 전체 토석량 산정방법을 바탕으로 Fig. 10에 토석류의 관측값과 계산값을 비교하였다.

Table 2처럼 계곡형은 전체규모 10,000㎥를 기준으로 10,000㎥미만의 규모에서는 8㎥/m의 침식률을

적용하고, 10,000㎥초과 규모에서는 19㎥/m를 적용하여 침식률과 유하거리를 곱해 토석류 발생량을 계산한 후, 전체 발생량의 발생부 체적 5%를 추가하여 산정하였다.

사면형은 발생부와 유하부의 구분 없이 전체길이에 침식률 5㎥/m를 곱하여 전체 토석류 체적을 산정하였다.

Table 2. 토석류 규모 산정을 위한 침식률

구분	조건	침식률(㎥/m)	발생부 체적
계곡형	10,000㎥ 초과	19	전체의 5%
	10,000㎥ 미만	8	
사면형	-	5	-

이 방법을 통해 산정된 토석류 규모와 현장조사를 통해 산정한 실제값을 Fig. 10과 같이 비교한 결과, 실제 조사한 관측값과 침식률과 발생부 체적을 고려한 계산값이 유사하게 나타났음을 알 수 있다. 따라서 침식률을 고려한

토석류 규모는 의미있는 예측방법으로 판단되며, 향후 더 많은 DB구축 및 분석하여, 지역별 침식률을 제안을 통해 토석류 규모 예측이 필요할 것으로 판단된다.

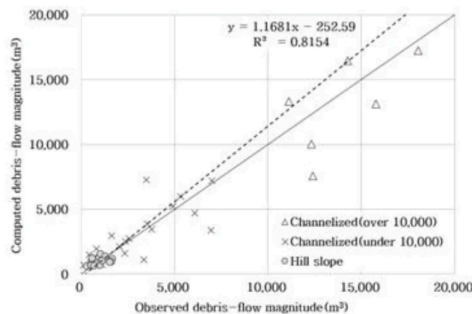


Fig 10. Observed and computed debris-flow volumes

5. 결론

토석류 피해지역 43개소에 대한 현장조사 결과를 바탕으로 토석류의 규모를 산정하고, 규모와 영향인자의 상관성을 분석을 통해 토석류 규모산정식을 제안하여 다음과 같은 결론을 도출하였다.

(1) 토석류의 규모는 발생형태에 따라 차이를 보이며, 사면형 토석류는 평균 $893 m^3$, 계곡형은 평균 $5,799 m^3$ 로 나타나 계곡형의 규모가 사면형 보다 6.5배 정도 큰 것으로 나타났다. 토석류 규모산정은 발생부의 파괴 체적, 토석류가 이동하면서 침식 및 퇴적된 체적을 통해 산정하며, 계곡형에서 발생부 체적이 전체의 약 5%를 차지하는 것으로 나타났다.

(2) 규모와 지형인자와의 상관성 분석결과 유하부의 길이 및 침식 폭은 토석류 규모와 높은 상관성이 보였지만, 평균경사와 침식 깊이는 상관성이 없는 것으로 나타났으며, 토석류 이동시 침식 깊이는 0.5~2.6m의 일정한 범위에 분포하며, 이는 Ikeya(1981)가 제안한 0.5~3.2m와 유사한 결과를 보였다.

(3) 침식률 산정결과, 계곡형은 $10,000 m^3$ 초과의 규모에서 $19 m^3/m$, $10,000 m^3$ 미만에서 $8 m^3/m$ 로 나타났으며, 사면형은 $5 m^3/m$ 로 나타났다. 이러한 결과를 바탕으로 토석류 규모를 예측한 결과 조사된 규모와 유사한 결과를 산정하였다.

References

1. D'Agostino, V. and L.Marchi. L. (2001), "Debris Flow Magnitude in the Eastern Italian Alps: Data Collection and Analysis", Physical Chemistry Earth(C), Vol.26, No.9, pp.657-663
2. Evans, S. G. (1982), "Landslides and Surficial Deposits in Urban Areas of British Columbia: A Review", Canadian Geotechnical Journal, Vol.19, No.3, pp.269-288.
3. Gartner, J. E., Cannon, S. H., Santi, P. M., and Dewolfe, V. G. (2008), "Empirical Models to Predict the Volumes of Debris Flows Generated by Recently Burned Basins in the Western U.S.", Geomorphology, Vol.96 No.3, pp.339-354.
4. Guthrie, R. H., Hockin, A., Colquhoun, L., Nagy, T., Evans, S. G., and Ayles, C. (2010), "An Examination of Controls on Debris Flow Mobility: Evidence from Coastal British Columbia", Geomorphology, Vol.114, No. 4, pp.601-613
5. Hungr, O., McDougall, S., and Bovis, M. (2005), "Entrainment of Material by Debris Flows, in Debris-Flow Hazards and Related Phenomena", Edited by M. Jakob and O. Hungr, pp.135-158, Springer, New York.
6. Hungr, O., Morgan, G. C. and Kellerhals, R. (1984), "Quantitative Analysis of Debris Torrent Hazards for Design of Remedial Measures", Canadian Geotechnical Journal, Vol.21, pp.663-677.
7. Ikeya, H. (1981), "A method of Designation for Area in Danger of Debris Flow, In Erosion and Sediment Transport in Pacific Rim Steeplands", Proc. of the Christchurch Symp., Int. Assoc. Hydrol. Sci., Publ, No. 132, pp.576-588.
8. Iverson, R. M. (1997), "The Physics of Debris Flows", Reviews of Geophysics, Vol.35, No.3, pp.245.



9. Jakob, M (2005), "A Size Classification for Debris Flow", Engineering Geology, Vol.79, pp.151-161
10. Jeong, S. S., Kim, J. H., Kim, Y. M., and Bae, D. H. (2014), "Susceptibility Assessment of Landslides under Extreme-rainfall Events Using Hydro-geotechnical Model; A Case Study of Umyeonsan(Mt.), Korea", Nat. Hazards Earth Syst. Sci. Discuss., Vol.2, pp. 5575-5601.
11. Kim, K. S., Do, J. N. and Lee, S. R. (2013), "Estimation of Debris Flow Magnitude by Flow Track Measurement", Korean Society of Civil Engineers Conference, Korean Society of Civil Engineers, pp.2709-2712.
12. Kim, K. S., Jang, H. I. and Lee, S. Don. (2008), "Analysis of Debris Flow Magnitude", Korean Society of Civil Engineers Conference, pp.3015-3018.
13. Kim, K. S., (2008), "Characteristics of Basin Topography and Rainfall Triggering Debris Flow", Korean Society of Civil Engineers Vol.28, No.5, pp.263-271
14. Kim, W. Y., Kim K. S., Chae B. G. and Cho, Y. C. (2000), "Case Study of Landslide Types in Korea", Korean Society of Engineering Geology, Vol.10, No.2, pp.18-35.
15. Kim, Y. H. and Jeong, S. S. (2014), "Analysis of Dynamically Penetrating Anchor Based on Coupled Eulerian-Lagrangian (CEL)Methods", Journal of the Korean Society of Civil Engineers, Vol.34, No.3, pp.895-906.
16. Korea Expressway Corporation, (2007), "Debris Flow Hazard Mitigation and Countermeasures in Highway", pp.12-16.
17. Lee, K W., Park, H. D. and Jeong S, S., (2016), "A Proposed Analytical Model for the Debris Flow with Erosion and Entrainment of Soil Layer", Journal of the Korean Geotechnical Society, Vol.32, No.10, pp.17-29.
18. Marchi L. and D'Agostino V. (2004), "Estimation of Debris Flow Magnitude in the Eastern Italian Alps", Earth Surface Processes and Landforms, Vol.29, No.2 pp.207-220.
19. McCoy, S. W., Kean, J. W., Coe, J. A., Tucker, G. E., Staley, D. M., and Wasklewicz, T. A. (2012), "Sediment Entrainment by Debris Flows: In-situ Measurements from the Headwaters of a Steep Catchment", Journal of Geophysical Research: Earth Surface, Vol.117, No.3, pp.1-25.
20. Revellino, P., Hungr, O., Guadagno, F. M., and Evans S. G. (2004), "Velocity and Runout Simulation of Destructive Debris Flows and Debris Avalanches in Pyroclastic Deposits, Campania Region, Italy", Environ. Geol., Vol.45, No.3, pp.295-311.
21. Rickenmann D. and Koschni A. (2010), "Sediment Loads due to Fluvial Transport and Debris Flows during the 2005 Flood Events in Switzerland", Hydrological Processes, Vol.24 pp.993-1007.

중력장 기반의 지질환경정보 통합 모형구축과 비탈면 위험도 해석

이규환¹⁾, 김성욱²⁾, 박덕근³⁾, 장현익⁴⁾

¹⁾건양대학교 재난안전소방학과 교수, ²⁾(주)지아이 대표이사

³⁾국립재난안전연구원 연구관, ⁴⁾한국도로공사 연구위원

1. 서론

대형 비탈면의 조사, 설계, 시공과정에서 지질 이상대의 영향을 인지하지 못한 붕괴가 지속해서 발생하고 있다. 시공기술이 발전했음에도 불구하고, 설계와 조사 과정에서 장기간의 풍화나 숨은 지질구조가 고려되지 않아 비탈면 붕괴가 계속해서 발생하고 있다. 특히 고속도로 구간은 대형 비탈면이 많아, 조사·설계·시공 과정에서 지질 이상대가 발견되지 않은 채 붕괴가 발생하는 경우가 많다. 대표적인 사례로는 경부선 99.8km(서울 방향), 서천공주선 51.0km(공주 방향) 비탈면 붕괴가 있다. 이들 구간에서는 설계 및 시공 중에 발견되지 않은 숨은 단층의 파쇄대와 층리 간극을 충전하는

점토에 의해 평면파괴와 전도파괴가 발생했고, 지반의 변형이 전이되면서 대규모 복합파괴가 일어난 것으로 분석되었다. 또한, 중부내륙선 237.1km(창원 방향) 비탈면은 편마암으로 이루어져 있으며, 편리구조가 지표 환경에 장기간 노출되고 풍화되어 전단력을 상실함으로써 발생한 켜기 파괴가 주요 원인으로 밝혀졌다. 청주영덕선 19.6km(청주 방향) 비탈면은 저변성 천매암의 엽리구조로 인해 측면으로의 미끄러짐을 고려하지 못하여 발생한 평면파괴였다(그림 1). 이러한 사례들은 대형 비탈면의 설계, 조사, 시공 단계에서 지질적 특성과 변화를 면밀히 분석하고, 장기적인 기후와 풍화 영향까지 충분히 반영한 안전 대책이 필요함을 시사한다.



(a) 경부선 99.8km 비탈면



(b) 중부내륙선 237.1km 비탈면



(c) 청주영덕선 19.6km 비탈면

그림 1. 고속도로 대형 비탈면 붕괴 사례

비탈면에서의 숨은 단층(concealed fault)과 풍화대에 의한 붕괴 빈도가 증가하는 추세에 비해, 설계와 시공 과정에서 이를 사전에 확인하는 것은 어려운 상황이다. 이러한 잠재적인 위험 요소에 대응하기 위해서는 새로운 조사 및 분석기술의 개발이 필요하다. 붕괴 전조 현상 등 비탈면의 위험도를 평가하려면 암반의 상태진단이 필수적이나, 대형 비탈면의 경우 식생(녹화 등)이 표면을 덮고 있어 암반의 내부 상태를 직접 관찰하기 어렵다. 따라서, 암반의 내적 상태를 진단할 수 있는 새로운 방법이 필요하다. 이와 관련하여 지구물리탐사 기법이 대안으로 활용되고 있으며, 대표적인 기법으로는

전기비저항탐사가 있다. 전기비저항탐사는 암반의 유체 함량, 공극의 연결성 등 물질의 전기적 특성을 기반으로 지질 이상대를 판별하고, 지층 구분을 위해 굴절법 탄성파탐사가 사용된다. 그러나, 지구물리탐사법은 이용되는 물리적 특성에 따라 얻을 수 있는 지반 특성이 제한적이므로, 각 탐사법은 고유의 장단점을 가지고 있다. 특히, 여러 탐사법을 적용한 결과가 상이할 경우, 정성적인 평가로 치우칠 수 있다. 이에 저자들은 다양한 탐사법과 지반정보를 통합한 중력장 해석과 순산법 수치해석을 통해 비탈면의 3차원 밀도 구조를 분석하고, 이를 기반으로 비탈면의 안정성을 평가하는 방법을 제시하고자 한다.

2. 연구방법

2.1 순산법을 이용한 지구물리탐사 자료처리

최근 비탈면의 상태진단을 위해 현장에서 획득한 지반 특성치(결과)를 이용하여 원인이 되는 지반 물질의 물리적 성질(예. 밀도, 대자율 등)을 규명하는 복합 지구물리탐사시 확대되는 추세다. 탐사자료 처리에서 이용되는 역산 결과는 동일한 지질구조를 나타내는 경우도 있지만, 결과가 다른 경우 지반의 상태진단은 조사자의 정성적 해석에 의존한다.

본 연구는 다양한 방법으로 수집된 지질환경정보를 통합 해석할 수 있는 순산법을 적용하였다(그림 2). 이 방법은 비탈면에서 획득한 시추, 물리탐사 등의 지반정보를 통합하여 지질이상대의 원인이 되는 매질의 공간적 분포모형(초기모형)을 가정한 후 순산 방식의 알고리즘을 적용하여 지층을 구성하는

매질의 효과를 계산하는 방법이다. 해석 과정은 이론식으로 계산한 초기 구축한 지반모형의 효과 값과 실제 측정된 물성과 비교하여 지반모형을 수정하며 측정값과 이론값이 만족할 정도로 근접할 때 구현된 지반모형을 지질학적으로 해석하여 상태진단에 적용하는 방법으로 퍼텐셜(중력장 및 자기장) 탐사의 해석에 이용된다(Götze et al, 1988; Choi et al., 2021). 퍼텐셜탐사의 해석에서 2차원 방식은 한 선을 중심으로 좌에서 우로 주어진 밀도와 지질구조의 이론적인 중력 및 자기장 값들을 적분 방식으로 계산하는 것으로 좌, 우측에 존재하는 밀도 구조에 대해서는 매우 효과적으로 그 중력 및 자기장의 효과 값들을 계산할 수 있으나, 앞과 뒤에 위치하는 중력 및 자기장의 효과를 고려하지 못하는 단점을 갖고 있다. 이와 같은 단점을 보완하기 위해서 제시된 방법이 3차원 계산 방식이 활용된다(그림 3).

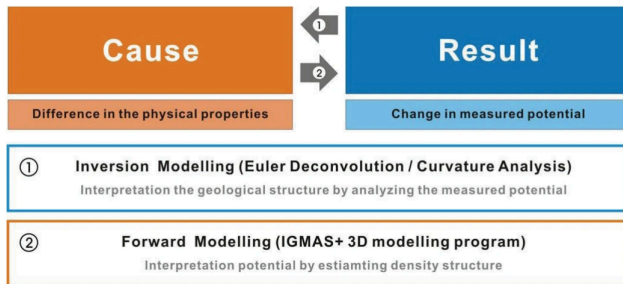


그림 2. 다른 지구물리탐사 자료처리, 역산법과 순산법

순산법 해석으로 지반모델 구축하는 경우 지반의 초기 모델이 중요하므로 지반 상태를 표현하기 위한 가능한 한 많은 자료를 통합할 수 있어야 하고 종합적으로 비교 분석되어야 한다. 연구에서

3차원적인 지질환경정보의 통합과 중력장 및 자기장 해석을 위해 IGMAS+ 프로그램을 이용하였다(Choi et al., 2021a; 2021b).

Mass Continuum

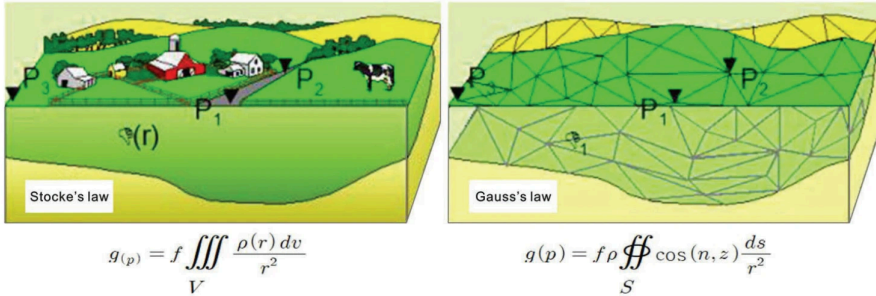


그림 3. 스톡스(좌)와 가우스(우) 법칙을 이용한 3차원 해석 개념도

2.1 순산법을 이용한 지구물리탐사 자료처리

공용 중 파괴가 발생한 4개 비탈면과 풍화대가 발달하는 1개 비탈면을 선정하여 복합 지구물리탐사와 순산법 해석을 수행하였다(그림 4). 중부내륙선 237.1km 비탈면(그림 4의 ①)은 편상편마암으로 이루어져 있고, 2018년 11월 11일 23시 45분에 인지하지 못한 단층과 깊은 풍화대에서 붕괴가 발생하였다. 중부내륙선 102.6km 비탈면(그림 4의 ②)은 반상화강암으로 구성되어 있고, 2007년과 2021년 비탈면의 유실이 발생하였다. 청주영덕선 19.6km 비탈면(그림 4의 ③)은 천매암과 점판암이

분포하며, 2019년 4월에 1차 붕괴가 발생하였고, 2019년 5월 복구공사 중 2차 붕괴가 발생하였다. 서천공주선 51.0km 비탈면(그림 4의 ④)은 백악기 공주분지의 퇴적암으로 구성되어 있고, 2009년 3월 설계·시공에서 확인하지 못한 단층파쇄대에서 붕괴가 발생하였다. 서천공주선 57.6km 비탈면(그림 4의 ⑤)은 파괴가 발생하지 않았으나, 서천공주선 51.0km 비탈면과 동일한 퇴적암(역암)으로 이루어져 있고, 장기 노출로 인한 풍화로 표층 박리와 표면 유실이 관찰되어 조사대상에 포함하였다.

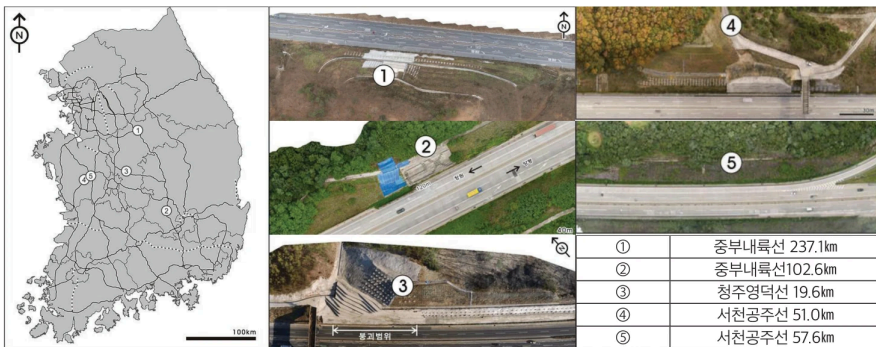


그림 4. 조사 대상 비탈면의 위치

3. 연구결과

3.1 중부내륙선 237.1km 비탈면

건기와 우기를 구분하여 수행한 전기비저항 모니터링탐사 결과, 저비저항 이상대(LRZ, low resistivity zone)는 비탈면의 서쪽에서 동쪽으로 70° 경사진 단층으로 판단된다. 특히, 우기 시의 비저항도에서 관찰되는 것으로 볼 때 단층은 지하수의 함량이 많은 기간에 침투한 수분이 지하로 이동하는 통로로 예상되며, 호우 시 피압될 가능성이 크다. 붕괴지점에 저비저항 이상대가 발달하고 있으나, 건기에는 지하로 침투한 지하수가 대부분 상부 풍화대에 수렴되어 전기비저항탐사로 단층을 확인하기 어려운 조건이며, 깊은 풍화대가 발달하는 비탈면에서 모니터링탐사의 중요성을 나타내고

있다(그림 5의 a).

중력장(부계이상)과 자기장(자기이상) 해석을 통한 지층의 밀도모형에서 붕괴지점 주변으로 썩기형의 저밀도층(LDZ, low density zone)과 깊은 풍화대가 관찰되며, 저비저항대와 같은 지점에 해당한다(그림 5의 b). 비탈면의 보강된 부분에서 부계이상과 자기이상이 감소하며 붕괴된 부분은 저밀도의 단층으로 추정된다. 저비저항이상대(LRZ)가 관찰되는 부분은 밀도모형에서 최대 0.35g/cm³ 정도로 밀도가 감소한다. 복합 지구물리탐사 해석에서 비탈면의 붕괴부는 숨은 단층(concealed fault)이 발달하며 파쇄대를 따라 지하수가 침투하는 과정에서 붕괴가 발생한 것으로 판단되며, 보강 후에도 저밀도의 지질구조가 유지되는 상태를 나타낸다.

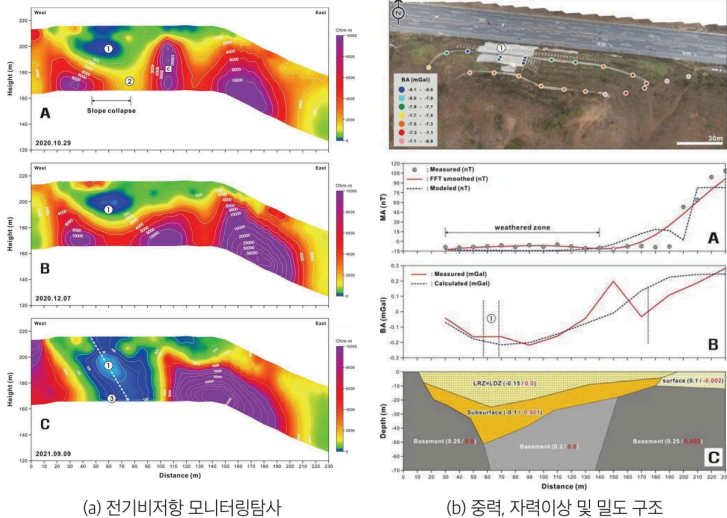


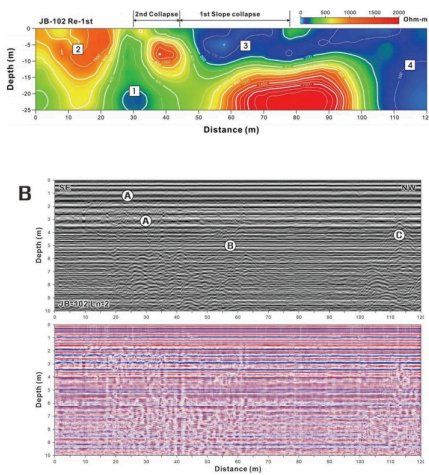
그림 5. 중부내륙선 237.1km 비탈면의 지구물리탐사 결과

3.2 중부내륙선 102.6km 비탈면

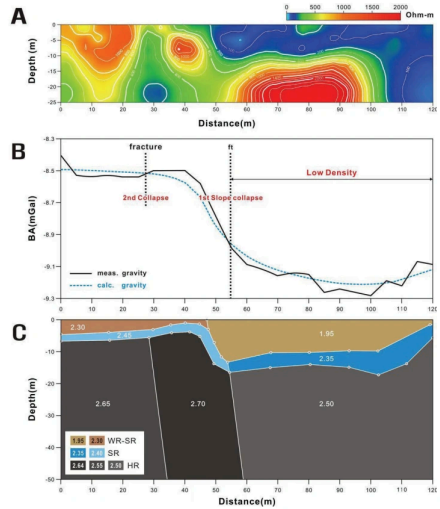
비탈면을 대상으로 실시한 GPR 탐사에서 뚜렷한 지질이상대는 관찰되지 않는 것에 반해 등비저항도에서 수직형의 소규모 파쇄대(그림 6의)와 심도가 깊은 풍화대(그림 6의)가 관찰된다. 붕괴 부분 주변으로 저비저항 이상대가 관찰되지 않는 것으로 볼 때 보강 후 지하수 유입이 효과적으로 차단되는 것으로 판단된다.

중력이상에서 비탈면의 중앙부를 경계로 좌측부는

0.8mGal 이상 중력이 감소하는 저밀도 지층(LDZ, low density zone)에 해당한다. 비탈면에서 단층은 관찰되지 않으나, 붕괴는 저밀도 지층의 경계부에서 발생하였으며, 지반보강 후에도 하부 지반은 주변과 비교하면 0.2g/cm³ 이상 밀도가 낮은 저밀도 기반암이 분포하는 것을 볼 수 있다. 또한, 보강부 우측으로 저비저항이상대(LRZ)와 저밀도층(LDZ)이 연속되므로 추가붕괴의 우려가 있는 것으로 추정된다.



(a) 전기비저항 분포 및 지층 반사단면



(b) 중력이상 및 밀도 구조

그림 6. 중부내륙선 102.6km(창원) 비탈면의 지구물리탐사 결과

3.3 청주영덕선 19.6km 비탈면

비탈면의 붕괴부를 중심으로 복합지구물리탐사(전기비저항 모니터링, 중력 및 자력탐사)를 수행하였다. 그림 7은 탐사 결과를 정리한 것으로 비탈면 중앙부의 중력은 평균(17.47mGal)보다 높고 좌측과 우측은 평균보다 낮은 중력을 보인다. 이는 중앙부에 고밀도 지층 주변으로 저밀도 지층이 분포하여 밀도 경계가 발달하는 것으로 해석된다(그림 7의 A). 그림 7의 B는 자기이상을 나타낸 것으로 비탈면을 보강한 소재에 의한 영향을 최소화하기 위해 보정하였으나, 강자성체의 영향이 지배적이다. 그림

7의 C와 D는 전기비저항 분포와 중력장을 이용하여 산출한 밀도모형으로 기반암의 최대밀도는 중앙 하부 지반에서 관찰되고, 양쪽의 기반암은 중앙부에 비해 0.5g/cm³ 이상 감소한 밀도로 상당히 풍화된 암반으로 추정된다. 또한, 지표면에서 10-20m 두께와 2.3g/cm³ 정도의 밀도를 가지는 저밀도(LDZ) 암반이 분포하고, 160m에서 관찰되는 저밀도의 기반암은 암반의 파쇄와 지하수에 의한 장기적인 풍화가 중첩된 결과로 판단되며, 저밀도의 지질이상대에서 붕괴가 발생한 것으로 판단된다.

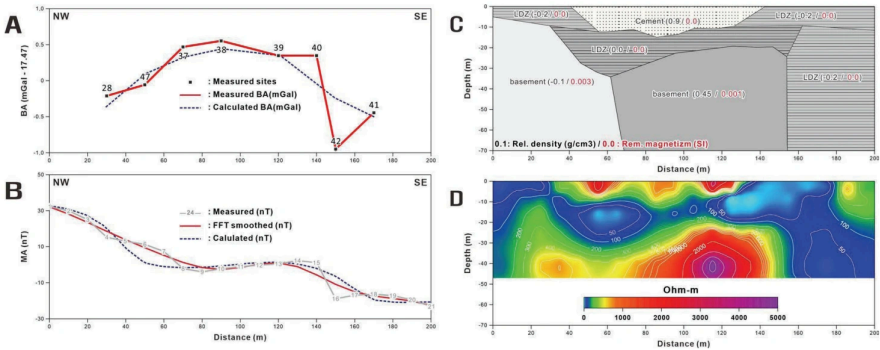


그림 7. 청주영덕선 19.6km 비탈면의 지구물리탐사 결과

3.4 서천공주선 51.0km 비탈면 / 서천공주선 57.6km 비탈면

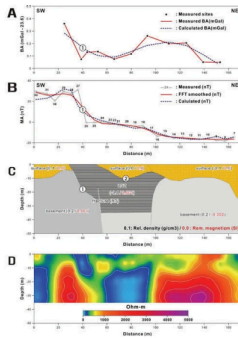
그림 8은 서천공주고속도로 비탈면(서천 기점 51.0km, 서천 기점 57.6km)을 대상으로 수행한 지구물리탐사와 순산모델링의 해석단면을 나타낸 것이다. 서천 기점 51.0km 비탈면은 붕괴 이력이 있고, 지표면의 파괴는 저밀도층(LDZ, low density zone)과 저비저항이상대(LRZ, low resistivity zone)가 공통으로 관찰되는 부분에서 발생하였다(그림 8의

a). 비탈면의 북서부는 공주분지에 수반된 단층이 발달하며 설계와 시공 과정에서 확인하지 못한 단열이 저밀도영역(LDZ)으로 나타나고, 지표에 노출된 단열의 상층부가 붕괴된 것으로 판단된다. 밀도구조는 비탈면 중앙부에서 밀도가 낮은 풍화대가 발달하며 일부는 추가적인 표층 붕괴로 이어질 가능성이 있다.

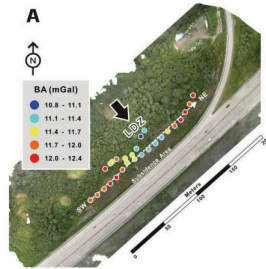
서천 기점 57.6km는 붕괴가 발생하지 않았으나 지질환경정보와 중력장 해석으로 작성한 밀도모형에서 비탈면 남서쪽의 표층 두께는 약 15m, 평균 밀도는 약

2.20g/cm³ 정도인 것에 반해 북동쪽의 표층 두께는 최대 10m 미만이며, 평균 밀도는 2.10g/cm³ 정도로 판단된다. 중앙부 표층 밀도는 연구 지역에서 가장 낮은 약 1.50g/cm³ 정도이며, 깊이는 주변보다 뚜렷하게 증가하여 최대 30m에 이른다. 또한, 중앙부에서 기반암(Fig. 4D에서 basement로 표시된 지층) 밀도도 주변에 비해서 약 0.2g/cm³ 정도 감소하며, 깊이 또한 증가하는 경향이 뚜렷하다. 중력이상도의 파선은 지하구조 모델에 의해서 계산한 부계이상이며, 모델의 계산값은

비탈면을 따라 측정한 완전부계이상(그림 8b의 실선)과 오차 범위 내에서 일치한다. 이러한 결과는 지하구조와 밀도 분포 모형의 신빙성이 있다는 것을 의미한다. 또한, 해석도에서 지표단층의 분절과 풍화대의 형태를 확인할 수 있고, 위험도가 증가하는 것으로 추정된다. 이처럼 지구물리탐사의 순산법은 다양한 지반정보를 통합해석하고 지질이상대의 위치뿐 아니라 지질 특성, 규모, 영향범위를 상세하게 확인할 수 있는 장점이 있다.



(a) 서천공주선 51.0km 비탈면



(b) 서천공주선 57.6km 비탈면

그림 8. 서천공주선 비탈면의 지구물리탐사 결과

4. 고찰 및 결론

공용 중 비탈면에서 발생하는 붕괴 중 상당수는 인지하지 못한 지질이상대가 원인이며, 반면 대형 비탈면은 대부분 표면이 식생으로 피복되어 상태진단이 어렵다. 연구를 통해 붕괴 이력이 있는 고속도로 비탈면을 대상으로 복합지구물리탐사와 중력장 기반의 밀도모형 해석을 통해 비탈면의 상태진단과 붕괴 원인을 해석하였으며, 붕괴 비탈면을 대상으로 한 지구물리탐사에서 붕괴 지점은 저비저항대(LRZ)과 저밀도(LDZ)에 해당한다. 또한, 순산법 수치해석에서 밀도 차이가 뚜렷한 숨은 단층과 풍화대 및 기반암의 경계와 심도를 확인할 수 있고 보강 후 비탈면 진단에 유의함을 보여준다.

비탈면 하부 지질이상대(단층·열수변질대·지하수 피압대)에 의한 유실사고 예방과 대응책 마련과 잠재적인 위험요소 규명을 위해 다양한 조사기법 개발 필요하다. 본 연구에 제시한 중력장을 이용한 3차원적인 해석은 비탈면의 위치별 중력가속도를 측정하고 암반의 밀도차에 의한 지질이상대를 규명할 수 있고, 표면이 보강된 비탈면 내부에서 발생하는 토사 유실, 풍화 정도를 정량화하는 방법으로 효과적이다. 특히, 순산법을 이용한 수치해석은 시추, 물리탐사, 실내시험 자료를 통합한 비탈면 해석에 활용될 수 있는 장점이 있으나, 국내의 해석 기술 보급이 중력장 측정과 부계중력 이상을 해석하는 수준에 머물러 있어 실용화를 위한 기술 보급과 현장 적용 사례가 필요하다.



참고문헌

김성욱, 이영재, 최승찬, 최은경, 장현익, 이규환,
2022, 퍼텐셜 기반의 복합 지구물리탐사를 이용한
비탈면 안전진단. 대한지질공학회 학술발표회

Choi, S.C., Kim, S.W., Choi, E.K., Lee, Y.C.,
Ha, S.M., 2021, Gravity Field Interpretation and
Underground Structure Modelling as a Method of
Setting Horizontal and Vertical Zoning of a Active
Fault Core, Economic and Environmental Geology,
54(1), 91-103(in Korean with English abstract).

Choi, S.C., Kim, S.W., Choi, E.K., Lee, Y.J., Jang,
H.I., 2021. Risk Assessment of Cut Slope by Gravity
Field Interpretation and Modelling. The Journal of
Engineering Geology, 31(4), 553-540

Götze, H.J., Lahmeyer, B., 1988, Application of
three-dimensional interactive modeling in gravity
magnetics, Geophysics, 53, 1096-1108.

산불피해지의 급경사지 특성

배우석¹⁾, 이홍열²⁾

¹⁾한국교통대학교 교수

²⁾(주)한국지반조성 대표

1. 산불피해 현황

최근 이상기후 등으로 인해 비탈면붕괴, 낙석과 산사태, 토석류, 산불 등 예상치 못한 자연재해 및 피해가 지속적으로 발생하는 추세이다. 특히 산불로 인해 생태계가 기능을 상실한 경우 표층구간의 유실 및 붕괴 나아가 산사태까지 발생하는 경우가 증가하고

식생이 복원될 때까지 장기간 산사태의 위험성이 잔존하는 것으로 보고되고 있다.

산불통계연보에서는 최근 10년간 평균 산불발생 건수 537건, 평균 피해면적 3,560ha이며, 특히, 2022년은 총 756건의 산불로 24,797ha의 피해가 발생해 평균의 8배의 면적에 피해를 발생시킨 것으로 보고되었다(산림청, 2023).

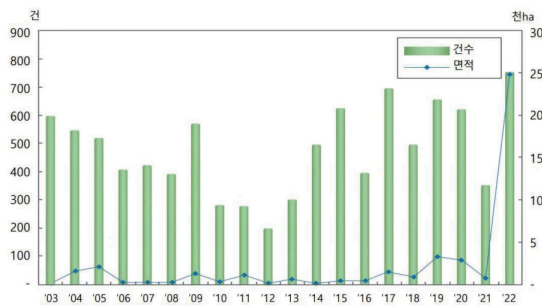


그림 1. 최근 산불건수 및 피해면적 추이(산림청, 2023)

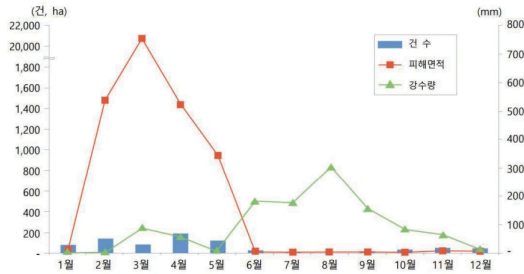


그림 2. 월별 산불과 강수량의 관계(산림청, 2023)

또한 최근 10년간 계절별 산불발생 현황을 살펴보면 봄(3~5월)철과 겨울(12~2월)철이 각각 57%와 26%로 조사되어 봄과 겨울철에 산불이 많이 발생하는 것으로 나타났다. 최근 10년간 지역별 평균 산불피해 면적은 경상북도와 강원특별자치도가 2063.85ha, 1077.25ha의 순으로 피해면적이 큰 것으로 나타났다. 월별 피해면적의 경우, 3월의 피해면적이 65%, 4월의 피해면적이 20%로 산불피해의 대다수를 차지하는 것으로 나타났다. 이와같이 산불은 강수량과 큰 상관성을 보이고 있어 강수량이 적어 건기를 보이는 2~5월에 피해면적이 큰 것으로 분석되었다.

이상에서와 같이 우리나라의 산불발생지 산사태는 산불이 건기인 2~5월 사이에 대부분 발생하며, 식생체계의 교란으로 저항력이 취약해진 상태에서 7~8월의 우기를 맞이하여 침식과 붕괴로 이어지고 있음을 예상할 수 있다.

산불이 산사태에 미치는 영향과 상관관계를 규명하기 위해 국내외에서 다양한 연구와 논의가 진행되고 있으며 연구 결과는 다음과 같다.

Moody, J.A. and Martin, D.A.,(2001)는 미국내에서 산불로 인하여 침식율(erosion rate)이 산불 이전 보다 약 200배 증가했다고 보고하고 주변의 교란되지 않은 사면에서는 산사태를 발생시키는 강우기준점이 산불지역 보다 크게 높음을 주장하였다. 전경재 등(2009)은 강원도 지역 산불 발생 이력을 고려한 산사태 발생 차이에 대한 연구에서 산불 발생지에서는 산사태 주의보 기준에 미달하는 산사태 발생이 40%인데 비하여 산불 미발생지에서는 25%로 나타나 산불 발생 이력이 있는 경우 산사태 발생이 증가한다고

발표하였다.

Shakesby, R.A.(2011)는 산불로 식생이 소실되면 지표의 토양 물성이 변화되고 지표 침식이 촉진되며, 이때 산불이 발생한 작은 계곡에서 거대한 쓸림 현상이 일어난다고 설명하며, 산불 지역은 산사태를 발생시킬 만큼의 비가 내리지 않아도 산사태가 발생할 수 있다고 주장하였다. 서준표 등(2016)은 산불·산사태 피해지 및 각각의 대조구를 선정하여 5년간 지상 LiDAR 촬영을 통해 분석한 결과, 산불피해지에서는 산불피해 3년 후부터 토사유입량이 감소하고 있으며 산불 및 산사태피해지에서 대조구보다 각각 약 4.2배, 약 1.8배 더 많은 토사가 유입되는 것으로 나타났다. 따라서 산림훼손지는 유입토사가 많아짐에 따라 토사유입으로 인한 2차 피해 방지를 위한 조기복구 등의 관리가 중요함을 주장하였다.

이기환 등(2022)은 과거 20년간 국내 산사태피해지의 산불이력을 조사하여 산불 이후 피해지역의 산사태 발생 경향을 검토하였으며, 산불피해지의 산사태 발생위험이 화재 이후 1~5년의 경과연수에서 최대로 증가하고 일반적으로 산불로부터 5년 이내 산화된 사면이 지피식물로 덮이면서 서서히 감소하게 되나 산사태 발생 위험이 산불 이후 6~10년의 경과연수에서도 여전히 상대적으로 높은 경향을 보이는 것으로 분석하였다. 이러한 결과는 피해목의 고사로 인해 사면의 전단저항력이 감소하였기 때문으로 추정되며, 결론적으로 산불피해지의 산사태 발생 위험은 피해지역 뿌리 시스템의 성장과 회복이 이루어지는 산불 이후 10~20년 이상 동안 산불 이전 또는 비피해지의 상태보다 높아지는 것으로 추정된다고 발표하였다.

2. 산불피해지 조사결과

본 고에서는 산불피해 지역 급경사지의 위험성을 파악하기 위해 2022년 ○○군 내에서 주택에

인접하여 산불이 발생한 42개소의 급경사지를 대상으로 현황을 조사하고, 재해위험에 대한 분석을 수행하였다.

산불로 인한 주택 배후 비탈면의 황폐화



산불피해지 벌목 및 표층황폐화 현황



산불피해지 벌목 후 노두와 유출 현황



산불피해지의 Gully침식 발생 현황



산불피해지의 간벌목 적치에 의한 2차피해 우려



산불피해지의 Rill침식 발생 현황



산불피해지의 표층 피복도 감소 현황



산불피해지의 수목 및 지피식물군 현황



그림 3. 산불피해지 급경사지 현황

3. 산불피해지 급경사지의 특성

조사결과를 토대로 산불피해지 급경사지의 특성에 대해 분석한 결과는 다음과 같다.

비탈면 내 침하는 유실이나 침식, 붕괴를 대변하는 인자로 31%의 급경사지에서 지반의 변형이 진행되고 있는 것으로 확인되었고, 피해지의 급경사지에서

우수로 인해 계곡부가 생성된 지역도 10%에 달하는 것으로 조사되었다.

비탈면 내의 중·횡단 배수로설치 여부에 대해 43%가 설치가 필요한 것으로 조사되었으며, 보호나 보강구조물의 파손여부에 대해서는 67%가 ‘해당없음’으로 재해를 예방하기 위해 설치된 보강 구조물의 설치 비중이 낮은 것으로 나타났다.



그림 4. 급경사지 조사 결과

산불피해지 급경사지에 대한 조사 결과, 뚜렷한 파괴징후가 발견되지는 않으나, 배수시스템의 정비를 필요로 하는 급경사지가 12개소, 돌망태나 낙석방지망, 옹벽 등의 방호시설을 필요로 하는 급경사지도 23개소에 달하고 있는 것으로 조사되었다. 또한, 탄화목을 비롯한 수목제거가 요구되는 급경사지도 14개소에 이르며, 대부분의 급경사지가 여러 가지 대책이 복합적으로 필요한 경우가 많은 것으로 분석되었다. 조속한 정비대책의 수립이 필요한 급경사지도 4개소가 확인되었다.

본 조사에서 선정된 급경사지는 98%가 보호대상 시설이 주택이며, 산불로 인해 전소되거나 임시주택이 조성되어 있는 장소인 것으로 나타났다. 산불로

인해 비탈면 자체적으로 붕괴징후가 발견되고 있지는 않았으나, 지피식물군과 수목 뿌리 등 생태계가 파괴되며 우수 등으로 인해 표층의 침식과 유실이 진행되고 국소적인 붕락이 진행되는 것으로 조사되었다. 또한, 대부분 방호시설이 미설치되고 배수시설도 대부분 적용되어 있지 않은 상태이다.

산불은 화기로 인해 수목이 고사함은 물론 표면을 피복하고 있는 지피식물군이 사라지며 노두가 황폐화되는 단계를 거치게 된다. 파괴된 식생 생태계의 복원은 장기간의 시간이 소요되며, 그동안 다양한 기후에 노출되며 표층의 침식과 유실이 발생되고 지형에 따라 유수가 집중되어 붕괴와 낙석 등 비탈면 재해의 위험성이 증가하게 된다.



따라서, 산불자체가 지층의 붕괴를 일으키지는 않으나 식생피복도의 감소와 피복지층의 황폐화 및 노두의 침식이 중장기적으로 표층부의 불안정성을 확대하여 2차적인 붕괴를 유발하며, 대부분의 피해지가 산사태에 대한 보강구조물이 설치되어 있지 않아 소규모 붕락에도 피해가 크게 발생할 수 있는 상황이다.

그러므로, 산불이 발생한 지역은 노두가 황폐화되고 뿌리의 앵커작용이나 식생에 의한 침식방지 효과를 기대할 수 없으므로 주택 등 인명피해가 예상되는 보호대상 시설물이 확인되는 경우 임시적인 방호시설물에 대한 필요여부를 조속히 판단해야 하며, 중장기적인 안정성을 확보하기 위해 보호대상시설에 대한 배수시스템을 구축하는 것이 필요하다. 무엇보다 생태계의 복원이 단기간에 이루어지지 않으므로 정기적인 관찰이 가능하도록 관리주체와 주민, 전문가 그룹이 포함된 점검시스템을 구축하는 것이 중요하므로 행정적, 공학적 대책을 수립하고자 하는 노력이 필요할 것으로 판단된다.

세대3지구 급경사지 붕괴사례

장만준¹⁾, 이청하²⁾

1)정선군청 건설과장, 2)재해예방팀장

1. 서론

지난 2023년 7월 13일 강원특별자치도 정선군 봉양리 일원에서 발생한 대규모 산사태를 촬영한 감시카메라 영상자료가 언론에 보도되면서 자연재해의 위험성에 대한 경각심을 일깨울 수 있는 중요한 계기가 되었다.

본 기술기사에서는 정선군 산사태에 의한 피해사례를 분석하여 발생원인을 밝히고 재해대응 절차 구축을 위한 자료를 제공하고자 한다.

1.1 주요현황

피해가 발생한 구간은 정선읍 봉양리에서 용탄리, 회동리를 연결하는 군도 3호선 구간으로 민둔산 능선에 위치한 급경사지와 연결되어 있다. 피해

구간의 급경사지 최대높이는 132m, 평균경사는 65~70°이며, 정선석회암을 주암종으로 하는 암반비탈면으로 단층과 습곡의 영향으로 단층주변의 파쇄대가 발달되어 있다.

피해 구간은 과거 2007년 2월 15일 대규모 산사태가 발생하여, 복구대책으로 피암터널(20m/span×4=80m)를 설치하였다. 2023년 7월 6일부터 13일사이 총 4회에 걸쳐 낙석 및 대규모 산사태가 발생하여 총 13,300여톤의 낙석이 유출되었으며, 통행차단 등의 선제적 대응을 통해 인명피해는 예방하였으나, 13,000여톤이 유출된 4차붕괴로 인해 피암터널 대부분(총연장 80m, 전파 20m, 부분손상 40m)에서 피해가 발생하였다.



(a) 붕괴발생전



(b) 3차 붕괴 발생후



(c) 응급복구후

그림 1. 시기별 전경사진

1.2 피해발생 이력

피해가 발생한 군도 3호선 구간은 고각의 암반비탈면과 연결하며, 사면에 이완된 압괴가 발달되어 낙석피해가 반복적으로 발생하는 구간이다. 2023년 7월 6일 오후

2시에 최초 낙석이 발생한 이래, 총 4회에 걸쳐 낙석 및 대규모 발생되었으며, 시간 경과에 따른 주요현황은 아래 <표 1>과 같다.

표 1. 붕괴발생 이력

구 분	발생시기	발생현황	피해현황	조치사항
1차 낙석	23. 7. 6 14:00	낙석발생(10톤이내)	-	낙석제거 및 통행 재개
2차 낙석	23. 7. 7 00:15	낙석발생(10톤이내)	-	임시통행 제한
3차 붕괴	23. 7. 7 00:15	산사태(300여톤)	낙석방지시설 일부파손	전면통제
4차 붕괴	23. 7. 13 18:27	산사태(13,000여톤)	피암터널 붕괴(20m)	전면통제 유지

			
1차 낙석	2차 낙석	3차 산사태	4차 산사태

1.3 재해대응

<표 1>에서와 같이 7월 6일 낙석이 발생함에 따라 중장비를 동원하여 낙석을 제거한 후 통행을 재개하였다. 또한 1차 낙석이 발생한 지 10시간(7일 자정) 후에 2차 낙석이 발생하여 정선군에서는 낙석제거 등의 복구와 비탈면의 추가 붕괴 위험성 확인하기 위하여 해당 구간에 대한 임시 통행을 제한하였다.

7일 오전, 드론을 활용하여 낙석이 발생한 비탈면 일원에 대한 육안으로 관찰을 실시한 결과, 평소에 비해 이완이 확대된 구간을 확인하였으며, 당시 집중호우 기간인 것을 감안할 때 붕괴 위험성이 높다고 판단하여 해당구간에 대한 전면통제를 실시하였다.

3차 피해가 발생된 이후 한국급경사지안전협회의 긴급 현장 자문을 실시한 결과, 세대1 피암터널 시점부 구간의 추가붕괴가 우려되어 시점부 외측 구간에 대한 대책 수립이 필요한 것으로 제안되었다. 또한, 육안 관찰에 의한 피암터널의 구조적 손상은 확인되지 않으나, 통행재개 여부는 구조물에 대한 정밀조사를 통해 안정성을 확인하고, 시점부 외측 구간에 대한 안전시설 조치후 재개여부를 판단하도록 권고하였다.

4차 붕괴가 발생한 이후 원인조사 및 항구복구 대책 수립을 목적으로 한국급경사지안전협회등에 정밀안전점검을 의뢰하였으며, 2024년 07월 붕괴로 발생한 낙석/유실물과 구조물 일부를 제거하고 비탈면에 숏크리트, 락볼트 및 낙석방지망을 보강하는 응급복구를 완료하였다.



(a) 붕괴유실물 제거



(b) 숏크리트 타설

그림 2. 응급복구 내용에서

2. 발생원인 분석

2.1 현장조사 결과

산사태가 발생한 지점의 지질은 주로 암회색 내지 유백색의 정선석회암이 매우 우세하게 분포되어 있고, 암석 상태는 대체적으로 신선하나 물의 유입으로 인해 변질되어 있는 부분도 관찰되었다. 그림 3-a과 같이 일부 낙석에서 함탄층(탄질셰일)도 관찰되어 산사태가 발생한 급경사지 전체 구간에 걸쳐 대규모 습곡이 발달되어 있었다. 그림 3-b처럼 붕괴가 발생한

하부 비탈면 주암종은 정선석회암이며, 비탈면 내 층리가 발달하고 대규모 습곡의 한쪽 날개로 판단되는 지점에서는 $N76^{\circ}E/43^{\circ}NW(346/43)$ 방향으로 발달된 층리면이 관찰되었고, 정선석회암 내에 $N26^{\circ}E/72^{\circ}SE(116/72)$ 방향으로 발달된 소규모의 단층들도 관찰되며, 급경사지에는 다른 방향성을 보이는 소규모 단층들도 많이 발달되었다. 또한, 그림 3-c과 같이 습곡날개 반대편 습곡날개로 추정되는 층리면은 $N40^{\circ}W/55^{\circ}SW(230/55)$ 자세로 발달되었다.

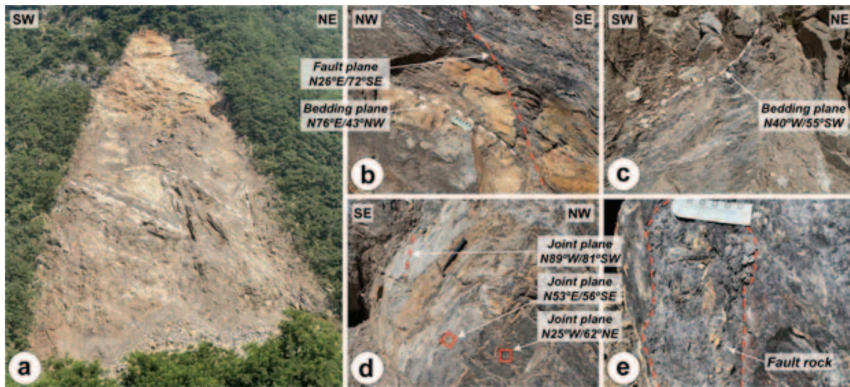


그림 3. 피해가 발생한 비탈면의 지질특성

불연속면 특성 조사는 우세한 방향의 불연속면을 육안으로 판단하여 주요 불연속면에 대해 측정하였으며, 그림 3-d와 같이 불연속면은 비탈면 경사방향/경사는 $N25^{\circ}E/65^{\circ}SE(115/65)$ 이며, 비탈면으로 단층을 포함한 4개의 불연속면 방향성이 우세한 것으로 확인되고, $N89^{\circ}W/81^{\circ}SW(181/81)$, $N40^{\circ}E/46^{\circ}SE(130/46)$ 및 $N10^{\circ}W/44^{\circ}NE(080/44)$ 자세의 3개의 절리조들이 우세하게 발달하였다.

조사대상 비탈면에 대한 원경과 붕괴 발생 전·후 영상자료를 통해 붕괴발생 구간 주변에 대규모 단층대가 위치하며, 붕괴 발생 시 하부로 유실된 낙석 더미 중 그림 3-e와 같은 단층대의 면구조가 확인되었다.

현장조사결과 비탈면에는 단층운동으로 인한 파쇄작용으로 인해 많은 단층파쇄대들이 형성되어 있고, 부분적으로 함탄층이 관찰되는 등 지질학적으로 취약한 지반특성을 지니고 있는 것으로 조사되었다.

2.2 풍화민감도 검토

암석을 풍화시키는 요인으로는 강우, 해수, 지하수 조건, 온도, 응력조건 변화, 생물적 환경, 대기와 토양의 오염 등 있으며, 이러한 요인들로 인해 암석은 공학적 특성이 저하되는 문제가 발생한다. 풍화민감도 분석은 다양한 분석을 통해 암석의 풍화상태를 분류하고 이를 바탕으로 풍화에 의한 물리/화학적 변화 민감성을 정성적으로 예측하여 풍화에 대한 시료의 안정성과 재료원으로서의 적합성을 판단하는 목적으로 수행된다.

물리학적 풍화는 광물입자들이 물리적으로 분리되는 현상으로 온도와 압력의 변화에 따라 광물의 부피가 변화하여 광물입자들 사이의 결합력이 약해지며, 대표적인 현상은 동결-융해작용으로서 암석 균열 내 포함된 물의 동결-융해와 암석 표면에서의

팽창과 수축의 반복과 암석의 조암광물들이 각각 다른 팽창률에 의해 풍화가 진행된다.(박진섭, 2021)

화학적 풍화는 광물이 용매와 반응하여 용해되거나 다른 광물로 변화하는 작용으로 가장 중요한 용매는 물이며, 암석의 구성 성분 중 K, Na, Ca, Fe 등의 성분은 산소 및 대기 중 오염성분(CO₂, NO_x, SO₂ 등)이 용해된 산성비와 반응하여 화학적으로 붕괴시킨다. 또한, 지각을 구성하는 암석은 30~70%의 정도의 장석을 포함하며 장석의 풍화는 암석 파괴를 의미하고, 장석류가 풍화하면 고령토로 변하고 철분이 섞이면 점토가 형성된다.(박진섭, 2021)

본 조사에서는 표 3과 같은 방법으로 화학적, 암석학적 풍화지수를 산정하여, 풍화민감도를 판정하였다.

표 2. 암석의 풍화지수를 산정하는 방법

풍화지수 산정 방법			사용된 방법
풍화지수에 의한 방법	화학적 풍화지수	- Weathering potential index(WPI) - Parker index(Wp) - Miura index(MI) - Silica-Alumina Ratio index(SAR) - Product index(PI) - Silica-Titania Ratio index(STR) - Chemical Index of Alteration (CIA) - Chemical weathering Index(CWI)	• 화학적 풍화지수 - SAR법 - STR법 - Wp법 - Mi법 - CIA법 - CWI법
	암석학적 풍화지수	- Micropetrographic index(IP) - Density of microcrack index(Pcr) - Microfracture index(If)	• 암석학적 풍화지수 - IP법
	감열량에 의한 방법		• 감열량에 의한 방법

1) 셰일(SH)

주성분 광물은 석영, 사장석, 백운모, 흑운모, 견운모, 철-산화물(또는 점토광물), 불투명광물이며, 견운모, 철-산화물(또는 점토광물)의 위험요인 광물이 존재하였다. XRD 분석결과 풍화취약광물인 일라이트의 함량비는 약 6.4wt% 정도의 수준으로 IP 값이 14.63으로 F(신선)의 범위에 속하였다.

화학적 풍화지수 분석결과 SAR 값이 F(신선)의 범위에 속해 신선한 암석으로 판단되며, Mi 분석 결과 및 Wp 값이 RS(풍화잔류토)의 범위에 있고, CIA 값은 HW(심한풍화)에 속하였다. 감열량 값과 CWI 값은 MW(중풍화토)의 범위에 속하는 것으로 분석되었다.

2) 탄질셰일(CO-SH)

주성분 광물은 석영, 사장석, 백운모, 흑운모, 견운모, 철-산화물(또는 점토광물), 불투명광물이며, 견운모, 철-산화물(또는 점토광물)의 위험요인 광물이 존재하였다. XRD 분석결과 풍화 취약광물인 일라이트, 흑연의 함량비는 약 15.8wt% 정도의

수준이며, IP 값은 약한 풍화(SW)로 분석되었다.

화학적 풍화지수는 SAR 값이 RS(풍화잔류토)로 풍화가 끝난 암석으로 판단되며, STR 값과 Wp 값, Mi 분석결과 풍화잔류토(RS) 범위에 속하는 것으로 나타났으며, CIA 값 및 CWI 값은 심한풍화(HW), 감열량 값은 중풍화토(MW)로 분석되었다.

3) 석회암(LS)

주성분 광물은 석영, 방해석, 철-산화물(또는 점토광물), 불투명광물이며, 방해석, 철-산화물(또는 점토광물)의 위험요인 광물이 존재하였다. XRD 분석결과 풍화 취약광물인 방해석과 자로사이트의 함량비는 약 90.1wt% 정도 수준이며, IP 값이 0.11으로 RS(풍화잔류토)의 범위에 속하였다.

화학적 풍화지수 SAR 값, STR 값, CIA 값이 F(신선)의 범위에 속해 신선한 암석으로 판단되며, Wp 값과 Mi 분석 결과에서 RS(풍화잔류토)로 분석되었으며, 감열량 값은 강풍화토(HW), CWI 값은 CW(완전풍화)의 범위로 분석되었다.

표 3. 풍화민감도 종합 등급

시료명	광물 / 화학적 분석									종합 등급
	풍화 취약광물	IP	SAR	STR	Wp	Mi	CIA	LOI	CWI	
셰일(SH)	4 (MW)	6 (F)	6 (F)	6 (F)	1 (RS)	1 (RS)	3 (HW)	4 (MW)	4 (MW)	4등급 (SS)
	평균 3.9 등급 : 중간풍화(MW)									
탄질셰일 (CO-SH)	2 (CW)	5 (SW)	1 (RS)	1 (RS)	1 (RS)	1 (RS)	3 (HW)	4 (MW)	3 (HW)	2등급 (VS)
	평균 2.3 등급 : 완전풍화(CW)									
석회암 (LS)	1 (RS)	1 (RS)	6 (F)	6 (F)	1 (RS)	1 (RS)	1 (F)	3 (HW)	2 (CW)	2등급 (VS)
	평균 2.4 등급 : 완전풍화(CW)									

2.3 비탈면 안정성 평가

피해가 발생한 비탈면에 발달된 절리 등의 불연속면을 조사하여 평사투영망(Geology map)에 투영하여 기하학적인 파괴유형과 가능성에 대한 해석을 실시한 다음, 각각의 파괴조건에 대하여 한계평형해석을 수행하였다.

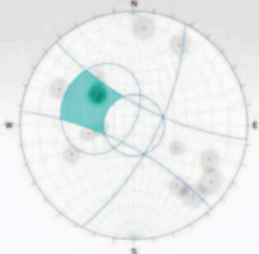
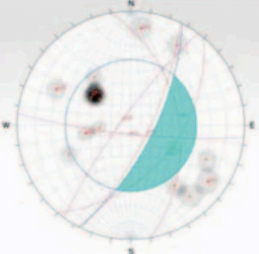
1) 평사투영해석

평사투영법은 개략적인 암반비탈면 안정성을 조사하기 위하여, 비탈면의 방향, 불연속면의 방향

분석결과를 이용한 비탈면 안정해석 방법으로(Richards et al,1987; Hoek & Bray, 1981;Goodman, 1980), 본 조사에서는 붕괴가 발생된 비탈면에 위치한 암반에 발달된 단층 및 주요 불연속면의 경사 및 방향을 조사한 결과를 이용하여 평사투영해석을 실시하고 기하학적으로 발생 가능한 파괴형태를 검토하였다.

평사투영해석 결과, 비탈면 방향 70/1170, 기본마찰각은 30°로 평면 및 쉼기파괴 가능성이 있는 것으로 검토되었다.

표 4. 평사투영해석 결과

비탈면방향(Dip Direction)		암종	기본마찰각()	
70 / 117		정선석회암	30	
구분	평면, 전도 파괴		쉼기 파괴	
평사 투영도				
검토결과	평면파괴		전도파괴	쉼기파괴
파괴가능성	○		x	○
비 고	발생 : ○, 국부발생 : △, 발생치않음 : x			

2) 한계평형해석

평사투영해석에서 평면 및 쉼기파괴, 전도파괴가 예상될 경우 정량적 분석인 한계평형해석에 의한 안정성 검토가 이루어져야 하며, 한계평형해석법은 토사/암반의 자중, 내부마찰각과 점착력으로 구성된 전단강도, 간극수압 등을 고려하여, 활동파괴면을 따라 발생하는 활동력과 저항력의 합력에 대한 활동가능성을 비탈면 안전율(safety factor)로 나타내는 방법이다.

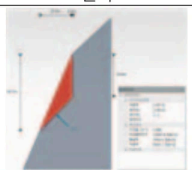
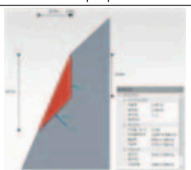
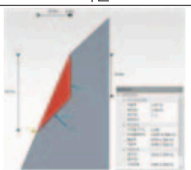
암반비탈면은 주로 불연속면을 따라 거동하게 되는데 이러한 불연속면의 전단강도는 암반의 전단강도와 달리 대상 비탈면의 불연속면 형상, 거칠기(Roughness), 충전물(Filling material), 연장성(Persistency)등에 좌우된다. 비탈면 활동파괴에 대한 안정성 검토 시 지반정수는 지표지질조사와 문헌자료 및 경험치를 참고하여 현장조건에 가장 적절하게 고려할 수 있는 지반정수를 결정하였다.

표 5. 불연속면의 지반정수 결정

구 분	단위중량(kN/m ³)	내부마찰각(°)	점착력(kN/m ²)	비 고
적 용	25	30	25	
검토 내용	문헌조사	25 ~ 30	23 ~ 42	0 ~ 242
	사 례	14.5 ~ 24.0	26.0 ~ 30.0	5.0 ~ 50.0
				정선군 관내

검토 단면에 대한 한계평형해석 결과, 평면파괴에서 켜기파괴 조건에서도 모든 조건에서 허용안전율
건기, 우기, 지진 시 모두 허용안전율이므로 검토되었으며, 이하로 검토되었다.

표 6. 한계평형해석 결과

검토단면	평면파괴		
	건기	우기	지진
	 0.682 < 1.500	 0.326 < 1.200	 0.284 < 1.100
	썩기파괴		
	건기	우기	지진
	 0.847 < 1.500	 0.705 < 1.200	 0.638 < 1.100

2.4 구조물 안정성 조사

산사태에 의해 일부 붕괴가 발생한 피암터널의 안전성을 평가하여 복구계획 수립 시 피암터널의 재사용여부를 판단하기 위하여 구조물 안전점검을 실시하였다.

1) 외관조사 결과

세대터널(피암터널)에 대한 외관조사를 실시한 결과, 전구간에 걸쳐 활동 및 침하가 발생됨에 따라 보수효과를 기대하기 어려운 상태로 구조안전에 심각한 손상이 확인되었다.

표 7. 피암터널 외관조사 결과

			
위치	STA.0+050	위치	STA.0+050
내용	피암터널내 낙석적치	내용	피암터널 상부 낙석 및 토사적치
			
위치	STA.0+050	위치	STA.0+040.25
내용	바닥부 균열 및 이격	내용	피암터널 신축이음부 이격
			
위치	0+040.25	위치	0+040.25
내용	피암터널 전도(기울기 88.4°)	내용	피암터널 기초벽체 수평변위 발생

2) 변위측정 결과

피암터널의 변위 발생량을 분석하기 위하여, 3D 스캐너를 이용하여 피암터널 내부에 대한 현황측량을

실시하였다. 피암터널 관련 준공도서를 확보하지 못하여 붕괴 발생 전 터널의 단면조건을 확인할 수 없으나, 직선구간에 위치한 피암터널 종단면도

자료를 일부 확보하였고, 시점부(군청방향)의 경우 낙석유입이 크지 않고, 피해발생 정도가 경미하여 해당 단면을 기준으로 위치별로 변위발생량을 비교분석하였다.

전체 80m구간(20m/span×4span)중 함몰이 발생한 1개 span을 제외하고 3개 span 50m 구간에 대한 변위분석 결과, 0~233.3mm의 연직변위(침하량)가 발생되었다. 또한, 수평변위는 위치에 따라 0~204.7mm가 발생되었으며, 이를 기준으로 환산된

각변위는 최대 2.92%(1/35)이 발생되어, 일반적으로 구조물의 안정성을 유지할 수 있는 허용 각변위 기준(1/150)을 초과하여 발생된 것으로 확인되었다.

변위분석 결과, 함몰피해가 발생한 1개 span을 포함하여 전체 4개 span중 3개 span이 함몰 또는 허용 기준을 초과한 변위가 발생됨에 따라 피암터널 시설물은 정상적으로 사용하기 어려운 상태인 것으로 분류되었다.

표 8. 피암터널 3D스캔을 위한 단면의 설정

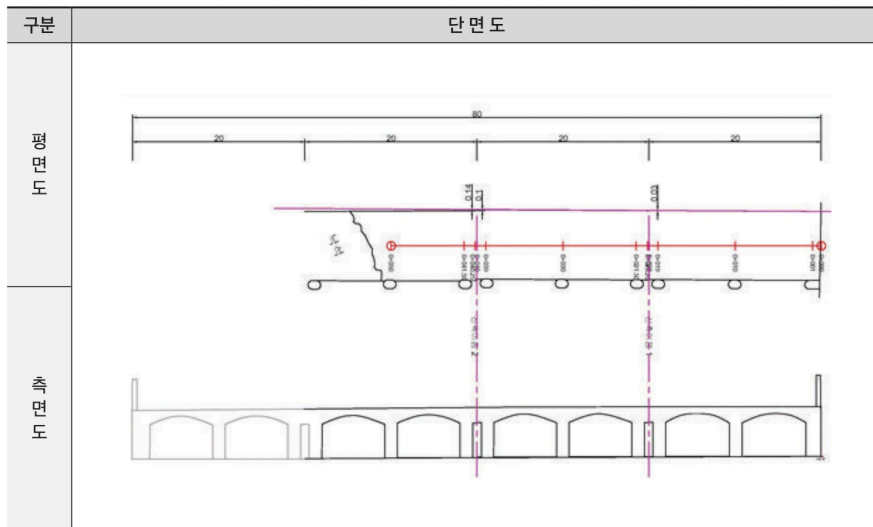


표 9. 위치별 피암터널 변위 분석결과 예시

STA.0+050		STA.0+041.50	
			
측정결과		측정결과	
연직변위	0.0~205.6mm (부등침하 205.6mm)	연직변위	0~224.4mm (부등침하 224.4mm)
수평변위	189.4~190.4mm	수평변위	170~203.7mm
수평변형률	0.0125%	수평변형률	0.42%
각 변 위	2.57%	각 변 위	2.81%
처 집 비	2.57%	처 집 비	2.81%

- 3) 구조물 현장시험 결과
- 피암터널의 콘크리트 강도시험은 2개 구간에 대하여 실시하였으며, 측정결과는 <표 10>과 같다. 급회
- 실시한 콘크리트 강도시험 결과, 22.46~23.43MPa의 강도 분포를 보이고 있으며, 측정치는 설계기준강도의 93.6~97.6%로 평가되었다.

표 10. 반발경도시험 측정 결과

측정위치 (m)	평균치 (R)	보정치 (ΔR)	보정경도 (RO)	추정압축강도(MPa)			설계기준 강도(MPa)	강도비 (%)
				일본 재료학회	일본 건축학회	평균		
41.5 (벽체)	40.05	0.00	40.05	20.70	24.22	22.46	24.0	93.6
41.5 (기둥)	41.60	0.00	41.60	21.94	24.92	23.43	24.0	97.6

세대1 피암터널의 탄산화 깊이 측정은 41.5m에서 실시하였으며, 최소 피복두께를 토대로 탄산화 깊이를 측정한 결과, 잔여피복두께 30mm 이상을 확보하여 상태등급 'a'로 평가되었다.

세대1 피암터널에서 측정된 탄산화 깊이를 근거하여

철근까지의 탄산화 도달시간을 분석한 결과, 100년 이상의 잔존 수명을 확보하고 있으므로 탄산화에 의한 콘크리트 내구성 저하 및 철근의 부식에 대한 안정적인 피복두께를 확보한 것으로 산정되었다.

표 11. 탄산화 깊이 측정결과(mm)

측정위치	탄산화깊이(mm)	피복두께(mm)	잔여피복(mm)	잔존수명 예측(년)	평가
0+41.5	1.78	80.0	78.2	32,303	a

4) 구조물 손상도 판정

피암터널 구조물에 대한 현장조사결과 붕괴 발생에 의한 충격력에 의한 구조물의 변형과 균열이 발생된 것으로 확인되었으나, 본 기술기사에서는 지반공학적인 관점에서 구조물의 피해 발생 방지와 안정성을 위한 침하와 각변위에 대한 기준을 설정하여 구조물 손상도를 판정하였다.

구조물의 허용침하기준은 안전 측으로 고려하여 최소값인 25mm로 적용하고, 허용각 변위는 구조물기초설계기준 등의 기준을 고려하여 1/150을 한계로 평가 기준을 설정하였다. 피암터널에 대한

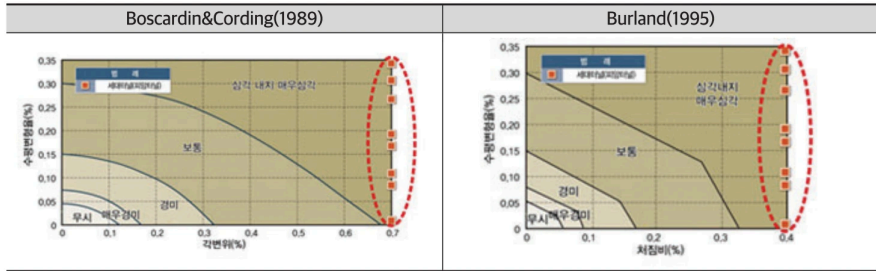
외관조사 결과와 3D스캔 성과를 통해 연직침하와 각변위에 대한 판정결과, 연직침하는 16.1~205.6mm, 각변위는 1/34.2 ~ 1/500로 0+020와 구간에서 허용기준치를 만족하지 못하는 것으로 검토되었으며, 피암터널에 대한 외관조사 결과를 Boscardin과 Cording(1989), Burland(1995) 손상도 평가방법으로 검토한 결과, 매우 심각한 수준으로 분류되었다.

피암터널에 대한 외관조사와 손상도를 평가한 결과 보수효과를 기대하기 어려운 상태로 구조안전에 심각한 손상이 확인된다.

표 12. 피암터널 손상도 판정을 위한 연직침하 및 각변위 판정결과

측정위치 (m)	연직 침하량(mm)		각변위(%)		판정
	발생침하량	허용침하량	발생 각변위	허용 각변위	
0+050	205.6	25.0	2.57(1/38.9)	0.67 (1/150)	N.G
0+041.50	224.4		2.81(1/35.6)		N.G
0+040.25	233.3		2.92(1/34.2)		N.G
0+040	177.0		2.21(1/45.2)		N.G
0+039	146.1		1.83(1/54.6)		N.G
0+030	59.4		0.74(1/135.1)		N.G
0+021.5	47.7		0.60(1/166.7)		N.G
0+020.20	49.7		0.62(1/161.3)		N.G
0+020	16.1		0.2(1/500)		O.K

표 13. 피암터널 손상도 판정결과(Boscardin과 Cording, 1989 외)



2.5 조사 및 평가결과

현장조사결과, 비탈면에는 단층파쇄대들이 형성되어 있고, 지질학적으로 취약한 지반특성을 지니고 있으며, 과거 2007년 산사태 붕괴사고가 발생한 사례처럼 집중호우에 의해 단층파쇄대를 따라 빗물이 유입되면서 단층파쇄대와 함탄층 등의 불연속면을 중심으로 진행된 전단저항력 감소로 산사태가 발생한 것으로 판단된다.

풍화민간도 분석결과 셰일(SH)은 4등급(SS) 암석으로 대기 중에 노출될 경우 물리/화학적 풍화에 약간 민감한 상태이며, 탄질셰일(CO-SH)과 석회암(LS)은 2등급(VS)으로 팽윤성 광물의 함량이 10% 이상이고, 잘게 부서지는 상태로 풍화를 완전히 받은 암석으로서 물리/화학적 풍화에 매우 민감한 상태로 분석되었다. 실제 2007년 2월에 산사태가 발생한 이래 2023년 7월에 동일 위치에서 산사태가 재발한 것으로 볼 때 노출에 의한 풍화 진행이 산사태 발생의 주원인으로 작용하였을 가능성이 매우 높다.

3. 복구방안

3.1 위험 요인

대규모 산사태가 발생한 피암터널 붕괴구간에 대한 현장조사 및 안정성 검토 결과 추가 붕괴 가능성이 높은 것으로 예측되어 안전확보를 위한 보강대책을 수립하였다.

붕괴구간에 대한 보강대책 수립을 위해 주요 위험요인을 검토한 결과, 지반특성상 탄질셰일의 풍화 진행이 빠르고, 수직절리를 중심으로 암괴 이완이 심화되어 직접적인 보강대책 적용시 풍화 억제를 최소화하고 암괴의 이완을 방지할 수 있는 대책검토가 필요하다.

또한, 지형적으로 기울기 완화(경사완화)하는 방안은 적용이 불가하고, 붕괴 발생 위치는 도로로부터 최대 137m 높이에 위치하며, 붕괴구간 중상부 암괴이완 구간에 대한 앵커 등의 직접적인 비탈면 보강공법 적용 시 일반적인 고소작업 한계를 크게 초과하고, 이완암괴의 낙석 발생 등으로 인하여 시공성 확보와 작업자의 안전관리에 많은 어려움이 예상된다.

표 14. 위험요인 및 보강대책 방향 검토

구 분		주요현황/위험요인	보강방안 및 검토방향	비 고
각 기 비 탈 면	지형 여건	- 붕괴 발생높이 과다(최대 150m) - 고각의 비탈면 경사 - 붕괴구간내 이완암괴 분포	- 낙석/붕괴발생시 도로이용자의 안전확보 - 보강방안별 시공성 확보여부 방안 검토 - 시공성 확보가 어려운 경우 피암터널 등 간접적인 방안 검토 ⇒ 낙석 등 충격완화방안 검토	
	지반 특성	- 단층 및 파쇄대발달 - 풍화에 취약한 함탄층 혼재 - 보통~심한 풍화상태		
	안정성 평가	평면, 켜기파괴 가능성		
상부 자연비탈면		- 급한 비탈면 경사(40°이상) - 이완노두 발달 및 이완진행에 의한 낙석 발생 가능성	- 낙석발생시 도로유입 차단검토	
주 요 현 황 사 진				
	이완암괴 및 함탄층 혼재		단층 및 파쇄대 발달	

3.2 대책공법 검토

정밀조사 결과, 산사태가 발생한 급경사지에 대한 직접적인 보강방안의 경우 시공성 확보와 작업자의 안전관리 등에 많은 어려움이 발생되고, 사업비 부담이 예상됨에 따라, 급경사지에 대한 직접적인 보강방안보다는 피암터널이나 우회도로 확보 등의 간접적인 복구계획을 수립하는 것이 적절한 것으로 제안되었다.

따라서, 복구계획은 급회 발생한 붕괴규모 수준의 피해가 재발되었을 때를 가정하여 붕괴하중을

안정적으로 지지할 수 있는 수준의 피암터널 구조물을 설치하는 방안과 우회도로를 확보하는 방안을 검토하였다.

검토 결과, 피해 발생구간에서 정선군청 방향의 급경사지의 암반상태를 감안할 때 재해예방 및 유지관리 측면에서 우회도로를 계획하는 방안이 효과적인 것으로 검토되어, 복구계획은 우회도로를 설치하는 것으로 계획하였으며, 소요사업비는 200억 원으로 예상된다.

4. 맺음말

대규모 산사태로 인하여 피압터널 구조물 일부 피해가 발생하였으나, 비탈면 붕괴 위험성을 사전에 판단하여 통행을 제한하고, 전문기관의 자문을 통해 신속히 대응하면서 인명피해를 예방할 수 있게 되어 지자체의 재해 대응의 우수사례로 추천된 사례이다.

기후변화로 인하여 자연재해의 발생빈도와 피해 규모가 확대되어 가고 있는 최근의 경향을 고려할 때 앞으로 재해 관련 업무를 담당하는 실무자의

입장에서는 자연재해를 예측하고 그 피해를 미리 예방하는 일은 결코 쉬운 과제가 아님은 분명하다. 그럼에도 불구하고, 자연재해로부터 국민의 재산과 생명을 지키기 위해, 우리가 가지고 있는 역량과 전문기관의 유기적인 협조를 통해 자연재해에 적극적인 대처가 필요하다.

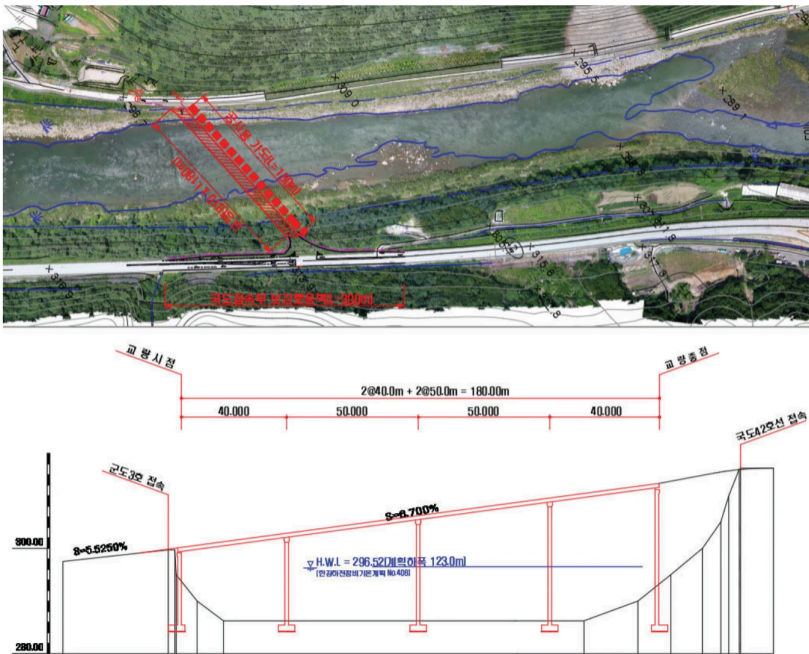


그림 4. 복구계획 개요도





회사동정 및 협회소식

회사 동정

아주엔지니어링
한국산불방지기술협회

협회 소개

협회 설립 근거 / 비전 / 연혁 / 주요업무

협회 소식

협회 뉴스보도 기사 / 이사회 및 총회 / 협회 행사 / 회원 등록 현황

부록

급경사지 재해예방에 관한 법률

급경사지 急傾斜地

변화와 혁신을 통한 최상의 품질과 기술로 사회에 공헌하는 기업
가치를 더욱 높이는 신뢰받는 동반자

(주)아주엔지니어링

대표이사 이 원 곤

(주)아주엔지니어링은 IoT(사물인터넷)와 AI(인공지능)기술을 통해 미래 토목 엔지니어링의 새로운 기준을 제시하고자 하는 혁신적인 기업입니다. 빠르게 변화하는 시대 속에서, 우리는 단순한 구조물 관리를 넘어 데이터 기반의 스마트 솔루션을 제공하여 인프라의 안전성과 효율성을 극대화하고 있습니다.

「우리의 비전 : 스마트 토목 엔지니어링」

IoT 기술을 통해 건설 현장 및 구조물의 데이터를 실시간으로 수집하고, AI 분석을 통해 구조물의 안정성 모니터링, 예방 유지보수 계획, 효율적인 자원 관리 등 다양한 맞춤형 서비스를 제공합니다. 특히 교량, 터널, 도로 등 주요 인프라에 대한 스마트 관리 시스템을 구축하여 고객에게 최적의 경제성과 지속 가능한 환경을 동시에 제공하고 있습니다.

「함께 만들어가는 더 나은 세상」

(주)아주엔지니어링은 앞으로도 IoT와 AI 기술을 적극적으로 활용하여 사람과 환경을 연결하고, 더 안전하고 스마트한 사회를 실현하기 위해 최선을 다하겠습니다. 여러분과 함께 미래를 설계하는 동반자가 되기를 희망합니다.

1. 건설 엔지니어링 분야

1-1. 계측분야 : 상시계측관리 모니터링 - 급경사지 조기경보 시스템 구축

최근 이상 기후(집중 호우 등)로 인하여 급경사지에 안전사고가 증가하고 있습니다. 이에 따른 인명과 재산의 피해를 예방하기 위하여 IoT 기술을 활용한 조기경보 시스템을 구축하였습니다.



1-2. 탐사 및 분석

1-2-1. 굴절법탄성파 탐사

개요

다이나마이트 또는 햄머 등을 이용하여 탄성파를 발생시킨 후, 지하매질을 전파해온 탄성파의 도달시간을 측정하여 지질학적 구조나 탄성파(P, S파) 속도 분포를 파악하는 탐사법

활용

지하매질의 연속적인 지층구조 파악, 굴착난이도 작성, 토공량 계산, 암반 분류 등에 활용



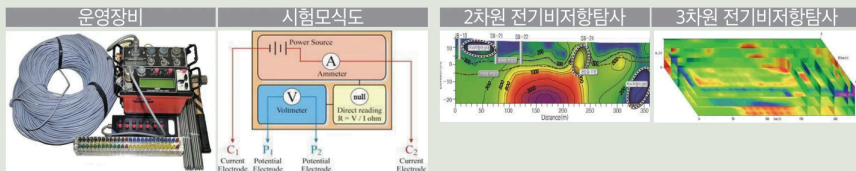
1-2-2. 전기비저항 탐사

개요

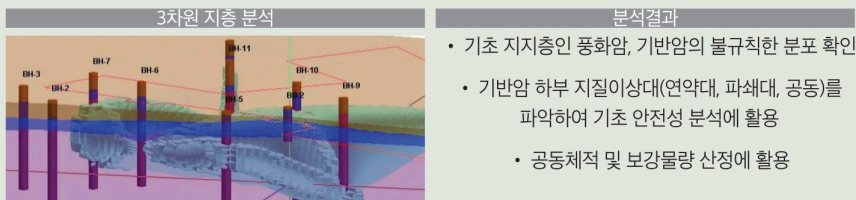
지하에 전류를 흘려 보내면 지하의 전기비저항 분포와 지형에 따라 전위가 분포하게 되며, 지표 또는 시추공 내에서 측정된 이 전위 분포로부터 지하의 전기비저항 분포를 추정하는 탐사법

활용

지표하부의 전반적인 지질구조를 규명하고, 연약대 및 파쇄대 등 지질이상대를 파악하여 활용



1-2-3. 3차원 정밀 지층분석



2. 정보통신 분야

좋은 기술과 정보가 있다고 해도, 그것을 구현하는 수집, 통신 구현이 안된다면 좋은 기술은 사장될 수 밖에 없습니다. 이에 본 회사는 직접 생산을 통해 데이터로거, 앰프, 동보장치를 개발 생산하고, 기술에 적합한 각종 센서를 생산 및 판매하고 있습니다. 모든 제품은 국토교통부와 행정안전부에 요구사항에 부합하는 제품입니다.

2-1. 로거

그림	모델명	그림	모델명
	AJDL-100		AJDL-200-01
	• 다양한 통신포트 • Modbus, MQTT 지원 • 뛰어난 시인성		• 저장장치 이중화 • 외부장치/센서 자동복구 • KMA3, KMA2, AMOS 스트링 형식 프로토콜 기본 내장

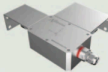
2-2. 앰프

그림	모델명	그림	모델명
	AJAP-RK-12		AJAP-P600-12 AJAP-P300-12
	• 19" 표준 Rack Type • 600W(150W*4Ch)출력 • Input Gain 조절 기능 (5.5V to 0.25V) • 채널별 Output Level Meter		• 판넬 타입 • 두 가지 모델 - 300W(150W*2Ch) - 600W(150W*4Ch)

2-3. 동보장치

그림	모델명
	AJBT-100
	• 데이터로거 기능 탑재 • 다양한 통신포트 제공 • Modbus, MQTT 지원

2-4. 센서

그림	모델명	그림	모델명
	경사계(AJSS-TM-24-01)		AJDL-200-01
	• 구조물의 굴착에 따른 주변시설의 경사각도 측정 • XY축의 각도 측정		• 급경사지의 지표면 변위계측에 한정된 길이 측정 • 교량, 사면 등 기타 구조물 변위 측정에 사용
	경사계(AJSS-TM-24-01)		3축 기울기 센서 (AJSS-ADR-24-01)
	• 경사계와 신축계의 기능을 동시에 측정하는 센서 • RS-485, Modbus-RTU 프로토콜		• RS-485, Modbus-RTU 프로토콜 • 인증시험 통과 (IP68)

3. 방사능 분야

국내 원자력 발전소의 증가 및 주변국의 방사능 사용이 증가하면서 한반도의 방사능 위험이 증가하는 추세입니다. 이에 따라 방사능에 대한 안전을 확보하고자 측정, 모니터링, 관리하는 기술을 개발하였습니다.

해양 관측용 부이 시스템



실시간 측정 데이터 송신 및 저장

- ① LTE 및 인공위성 등으로 웹서버에 전달
- ② 부이에 설치된 로거에도 자동 저장

자가발전 활용 대기 방사능 관측 시스템



- 감마 측정기 RS04 및 GSP02를 사용
- 태양광 패널 장착
- 약 30일간 작동 (통합 축전지)
- GPRS/UMTS VPN 라우터 사용

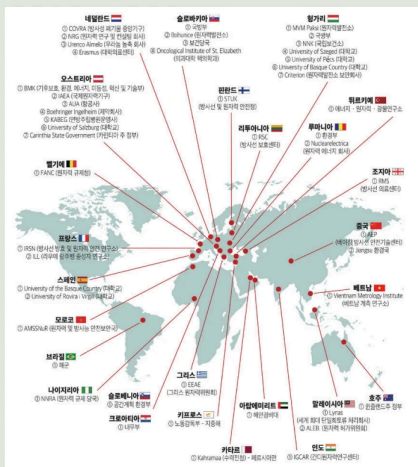
식수 방사능 측정 시스템



식품 방사능 측정 시스템



세계 각국 분야별 실적

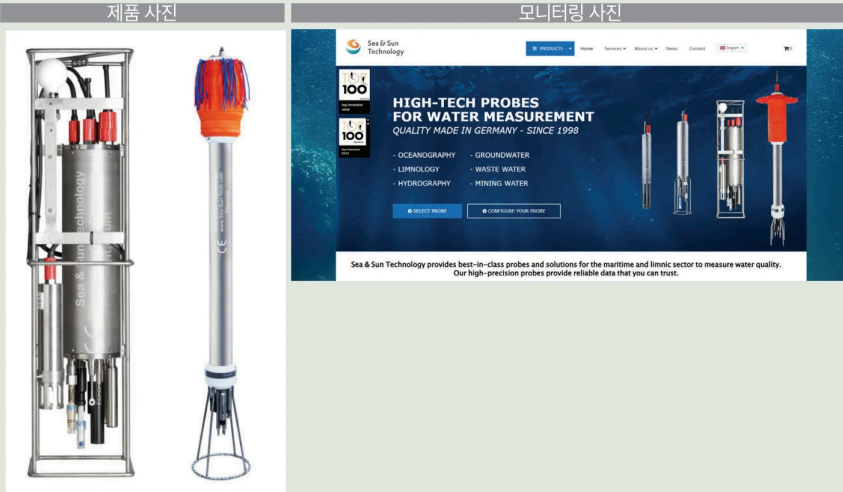


모니터링 사진



4. 수질 측정 분야

국민의 건강을 위하여 식수 및 농업용수에 대한 측정, 모니터링, 관리 부분의 기술을 개발하였습니다.



5. 기술 개발 및 연구개발(R&D)

5-1. 센서 개발 및 기술 개발 각종 특허

- ISO 9001 인증서 (품질경영시스템)
- ISO 45001 인증서 (안전보건경영시스템)
- 직접생산확인증명서, I / II - 지질연구조사서비스 / 정보시스템개발서비스, 패키지소프트웨어 개발 및 도입 서비스
- 직접생산확인증명서, III / IV - 동보장치 / 비상경보기
- 직접생산확인증명서, V / VI - 계장제어장치 / 종합계측기
- 직접생산확인증명서, VII / VIII - 소프트웨어 지원 및 유지 서비스 / 정보시스템 유지관리 서비스
- 직접생산확인증명서, IX / X - 정보인프라 구축서비스 / 빅데이터분석서비스
- 사면 녹화 시공방법 (특허번호: 제10-0959233호)
- 유지관리 대상물 모니터링 시스템 (특허번호: 제10-2253922호)
- 다측점 계속 해양 방사능 모니터링 시스템 (특허번호: 제10-2573345호)
- 다측점 수중 센싱 및 경보 시스템 (특허번호: 제10-2647289호)
- 배수갑문의 스마트관리 시스템 (특허번호: 제10-2680980호)
- 수문 해양생물 흡착방지 장치 (특허번호: 제10-2680988호)
- 건설 현장의 조기경보시스템 (특허번호: 제10-2681428호)
- 스마트 양수장 모니터링 및 관제 시스템 (특허번호: 제10-2692632호)

5-1. 센서 개발 및 기술 개발 각종 특허

국내 유력 연구원, 업체 및 대학교와 R&D를 활발히 진행 중입니다.

- 한국농어촌공사 농업용수 수질 개선 및 모니터링 시스템 개발 사업 (한국농어촌공사)
- 이동형 해수 방사능 측정 로봇 개발 (주식회사 웨코)
- 재난지역 이동식 신속대응 모니터링 시스템 (OO대학교)

5-3. 기술 이전

전도 유망한 기술 실시 독점권을 확보하였습니다.

- 지하수 방사능 온라인 감시시스템 (한국원자력연구원)

2023년 전직원 연수



주식회사 아주엔지니어링 임직원

산불방지에 관한 교육·훈련, 연구·조사,
산불방지 기술·정보에 관한 국제교류, 행정기관의 위탁업무 수행 등

한국산불방지기술협회

산불방지연구소 과장 김 남 균

한국산불방지기술협회는 산림보호법 제35조의2 규정에 의하여 산불방지에 관한 교육·훈련, 연구·조사, 기술정보의 국제교류, 행정기관이 위탁하는 업무 등 산불방지기술증진 및 정책 개발에 기여하기 위하여 2015년에 설립된 특수법인입니다. 1)산불방지 인력교육을 선도할 핵심 기관으로 육성 2) 산불방지에 관한 연구·조사, 기술·정보 교류의 중심역할의 비전을 갖고 1)산불정책의 집행을 뒷받침할수 있는 역량강화 및 지자체 등과 상생발전 2)산불방지교육 품질 향상과 연구·조사, 기술·정보 교류 확대의 미션을 갖고 있습니다.

산불위험지조사

연구조사사업 1

전국 시·군을 대상으로 산불방생 시 인명 및 재산 등의 피해가 높을 것으로 예상되는 구역을 선정하여 현장조사, 지도분석 등을 통해 산불예방을 위한 행정적·임학적·공학적 관리방안 제언. 조사 결과를 토대로 인명과 재산 피해가 높을 것으로 예상되는 지역을 사전에 파악하여 산불예방의 우선순위 지역을 결정하는데 유용한 정보로 제공.

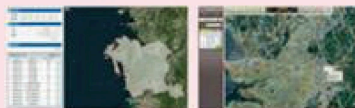
1 산불지도를 활용한 조사지 선정

- 3가지 산불 주제도를 바탕으로 산불 발생위험이 높으면서 수관하로 대형화 되어 인적·물적 피해를 야기할 수 있는 구역을 선정



2 사전조사

- 선정된 구역의 표본구를 설치하고, 이를 중심으로 발생, 확산, 진화, 피해의 4가지 항목 및 보호시설물의 분포 수와 주소에 대한 자료 구축



3 현장조사

- 선정된 구역에 대한 현장조사를 통하여 발생, 확산, 진화, 피해의 4가지 항목 및 조사된 보호시설물에 대한 정밀조사 실시



4 자료정리 및 보고서 작성

- 사전 및 현장조사 시 수집된 자료를 토대로 조사대장을 재정리하고, 산불위험에 대한 평가 기록 및 사진 자료 등을 포함하여 보고서 작성



산불위험지조사 주요내용

지역사회 산불 안전 진단 및 컨설팅

연구조사사업 2

지역사회가 산불로부터 스스로를 보호할 수 있도록 산불 위험을 진단하고 이를 완화시킬 수 있도록 토지이용계획, 위험평가, 역량강화(홍보 및 교육 등), 맞춤형 사업 제안 등 대안 마련을 위한 전문가 컨설팅 위탁·수행.



지역사회 산불 안전 진단 및 컨설팅 주요내용

정부 R&D 및 기획과제 연구 수행

연구조사사업 3

정부 및 지방자치단체, 공공기관 등에서 시행하는 산불 예방 및 대응 정책·기술 개발 수요를 뒷받침 할 수 있는 실용성 있는 연구 개발과 첨단기술을 접목한 미래지향적인 연구 수행

- 위성·드론 영상 기반의 중·소형 산불피해지 피해강도 분류 (2024)
- 지상진화자원 실태조사 및 DB 구축 (2024)
- 임도의 산불진화 효과정 조사 용역 (2023)
- 산불 대응을 위한 확산예측 및 상황도 작성 (2023)
- 산불진화 역량 강화를 위한 공중진화대의 효율적 운영방안 연구 (2023)
- 대형산불 예방·대응을 위한 최신 기술개발의 현황 및 과제 (2022)
- 산불재난특수진화대 정예화 방안에 관한 연구 (2022)



정부 R&D 및 기획과제 연구수행 주요내용

산림청장 또는 지역산불관리기관의 장은 산불원인과 산불피해 현황에 관한 조사를 실시하고 산불전문 조사반을 구성·운영(「산림보호법」 제42조)하도록 정하고 있으며, 협회는 2015년부터 현재까지 단계별로 전문인력을 양성하여 산림청 및 지방자치단체 등의 의뢰를 받아 산불피해지 조사 감식 기술 개발 및 DB 구축 연구 등을 지속적으로 수행



산불피해지 조사·감식 및 DB 구축

맺음말

한국산불방지기술협회는 '연구 조사 사업'뿐만 아니라 '산불방지 교육·훈련', '산불소화시설 점검', '국내·외 협력' 등 다양한 사업과 연구 등을 수행하고 있습니다. 산불의 위협, 나아가 산림 재난의 위협에 대한 융합연구를 통해 국민의 생명과 재산을 지키는 역할을 수행할 수 있도록 적극적으로 노력 하겠습니다.

한국급경사지안전협회

KOREA SLOPE SAFETY ASSOCIATION

협회 소개

협회 설립 근거

□ 설립근거

한국급경사지안전협회는 「급경사지 재해예방에 관한 법률」 제32조의2 제1항에 따라 급경사지에 관한 연구 및 정보교류의 활성화와 급경사지에 대한 안전관리 강화 지원을 통하여 급경사지 방재역량의 향상에 기여함을 목적으로 설립되었다.

「급경사지 재해예방에 관한 법률」 제32조의2(한국급경사지안전협회의 설립)

- ① 급경사지에 관한 연구 및 정보교류의 활성화와 급경사지에 대한 안전관리 강화를 지원하기 위하여 한국급경사지안전협회 (이하 “협회”라 한다)를 설립할 수 있다.
- ② 협회는 법인으로 한다.
- ③ 협회는 그 주된 사무소의 소재지에서 설립등기를 함으로써 성립한다.
- ④ 협회의 회원은 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 사람 또는 단체로 한다.
 1. 급경사지안전관리와 관련된 연구단체
 2. 급경사지에 관한 학식과 경험이 풍부한 사람으로서 정관으로 정하는 사람
 3. 급경사지안전관리와 관련된 용역, 물자의 생산, 공사 등을 하는 사람 또는 단체
 4. 그 밖에 정관으로 정하는 사람 또는 단체

□ 설립허가

제 2020-19 호

비영리법인 설립허가증

1. 법인 명칭: 한국급경사지안전협회

2. 소 재 지: 세종특별자치시 내성북1로 22, 1002호(내성동, 대청구룡리4차)

3. 대 표 자

○ 성 명: 전 상 통

○ 생년월일: 1961년 7월 10일

○ 주 소: 경기도 고양시 덕양구 호곡로 754, 702동 602호

4. 사업 내용

○ 급경사지 재해예방의 정책까지 그학을 위한 교육 및 홍보

○ 급경사지 재해 예방, 재해 응급처치 및 재해 복구 등에 관한 자료의 조사·수집 및 보급

○ 급경사지 재해 예방, 재해 응급처치 및 재해 복구 등에 관한 각종 건행물의 발간

○ 급경사지 분야에 기술발전을 위한 관련 산업의 육성·지원과 기술의 개발

○ 민간 주도의 급경사지 재해 관련 국제적 행사에 유치

○ 급경사지 분야 전문인력에 양성 지원 및 국제 세미나·세미나스 구축·관리

○ 급경사지 분야에 관한 정부 위탁사업의 수행

○ 그 밖에 급경사지 안전관리에 관한 사항

5. 허가 조건: <별지> 참고

「민법」 제32조 및 「행정안전법」 제32조 소관 비영리법인이 설립 및
집행에 관한 규칙」 제4조에 따라 위와 같이 법인 설립을 허가합니다.

2020년 8월 17일

행정안전부장관

행정안전부

비전

▶ 비전 급경사지 안전관리 강화로 국민의 안전 및 공공복리 증진

▶ 추진전략·중점과제



▶ 핵심가치



협회 소개

주요연혁

연도	주요내용
2024년 11월 05일	행정안전부 장관 설립허가(비영리 특수법인) 변경(허가 조건 추가)
2024년 09월 09일	2024년 경상북도 급경사지 실태조사 용역
2024년 08월 14일	「급경사지 재해예방에 관한 법률」 개정(권한 또는 업무의 위임·위탁 등)
2024년 07월 16일	(주)베이스스소프트 급경사지 안정해석 교육 및 상호협력 증진을 위한 업무협약(MOU) 체결
2024년 06월 25일	2024년 충청북도 급경사지 실태조사 연구용역
2024년 06월 17일	2024년 경상남도 급경사지 실태조사 용역
2023년 11월 30일	협회지 '급경사지' 3호 발간
2023년 10월 26일	(사)대한지질공학회 공동학술연구를 위한 업무협약(MOU) 체결(여수 히든베이호텔)
2023년 07월 21일	협회 회장 이취임식
2023년 04월 20일	제2대 회장 및 감사 선출
2023년 03월 14일	행정안전부 2023년 전국 급경사지 실태조사 연구용역 추진
2022년 10월 30일	협회지 '급경사지' 2호 발간
2022년 04월 20일	대전시설관리공단 용운국제수영장 급경사지 재해예방 및 안전관리 강화를 위한 업무협약(MOU) 체결(용운국제수영장)
2022년 03월 24일	행정안전부 2022년 전국 급경사지 실태조사 연구용역 추진
2021년 08월 30일	협회지 창간호 '급경사지' 발간
2021년 07월 02일	급경사지 계속전문인력 교육대행기관 지정
2021년 04월 17일	행정안전부 2021년 전국 급경사지 실태조사 연구용역 추진
2020년 07월 21일	법인설립 등기(대전지방법원 세종등기소)
2020년 07월 08일	행정안전부 장관 설립허가(비영리 특수법인)
2020년 06월 16일	한국급경사지안전협회 창립발기인 대회 및 창립총회(정부세종컨벤션센터)
	초대 류지협 회장 취임(설립 추진단장, 한려대학교 총장)
2020년 01월 22일	한국급경사지안전협회 설립 추진단 출범(행정안전부 주최, 설립 추진단 주관)
2019년 11월 19일	「급경사지 재해예방에 관한 법률」 개정(한국급경사지안전협회 설립근거 마련)

주요업무

우리 협회는 「급경사지 재해예방에 관한 법률」 제32조의2제5항, 같은법 시행령 제15조의2(한국급경사지안전협회의 업무)에 따라 급경사지 재난관리 업무를 지원하며, 급경사지 실태조사, 안전점검, 재해위험도 평가, 정밀조사, 계측전문인력 교육, 상시계측관리의 검수 및 시운전 등을 진행한다. 본 업무는 민간 전문가의 전문적인 지식과 경험을 바탕으로 한 신뢰성 확보가 가장 중요하며, 2020년 7월 8일 행정안전부로부터 비영리 특수법인으로 설립허가를 취득하고, 7월 21일 법인설립 등기가 완료되었다.

「급경사지 재해예방에 관한 법률」 제 32조의2(한국급경사지안전협회의 설립)

⑤ 협회의 업무는 다음 각 호와 같다.

1. 급경사지 재해 예방과 방재의식 고취를 위한 교육 및 홍보
2. 급경사지 재해 예방, 재해 응급대책 및 재해 복구 등에 관한 자료의 조사·수집 및 보급
3. 급경사지 재해 예방, 재해 응급대책 및 재해 복구 등에 관한 각종 간행물의 발간
4. 급경사지 분야의 기술발전을 위한 관련 산업의 육성·지원과 기술의 개발
5. 민간 주도의 급경사지 재해 관련 국내외 행사의 유치
6. 급경사지 분야 전문인력의 양성 지원 및 인력 데이터베이스 구축·관리
7. 급경사지 분야에 관한 정부 위탁사업의 수행
8. 그 밖에 급경사지 안전관리에 관하여 대통령령으로 정하는 사항

「급경사지 재해예방에 관한 법률」 제 33조(권한 또는 업무의 위임·위탁)

② 이 법에 따른 행정안전부장관, 특별시장·광역시장·도지사·특별자치도지사, 시장·군수·구청장 또는 관리기관의 업무 중 다음 각 호의 업무는 대통령령으로 정하는 바에 따라 협회에 위탁할 수 있다.

1. 제 5조에 따른 급경사지에 대한 안전점검
2. 제 5조의2 제1항에 따른 급경사지 실태조사
3. 제 6조 제1항 및 제2항에 따른 재해위험도평가
4. 제 13조의2에 따른 붕괴위험지역 정비사업의 기준에 관한 도서(圖書) 등의 작성·보급
5. 제 20조 제3항에 따른 데이터베이스의 구축

시행령 제 15조의2(한국급경사지안전협회의 업무)

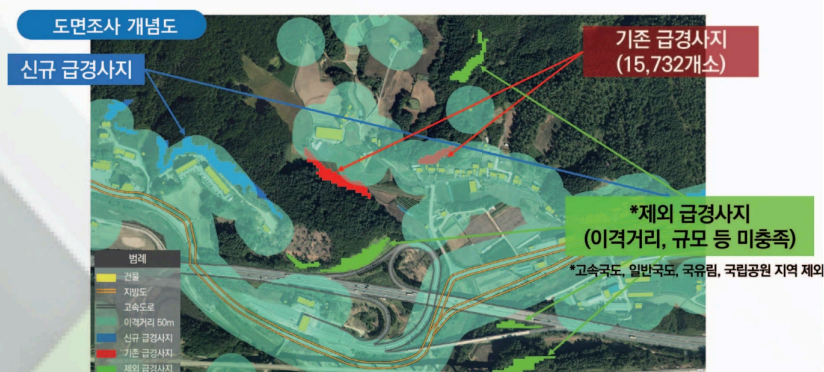
1. 급경사지의 피해 예방을 위한 기초 및 정밀조사 등 현장조사의 실시
2. 신규 급경사지의 발굴을 위한 실태조사, 안전점검 및 재해위험도평가
3. 재해 발생 시 신속한 피해 원인조사 등 현장지원
4. 급경사지 상시계측관리를 위한 계측기술의 연구 및 개발
5. 국내외 급경사지 관련 단체와의 교류 및 협력
6. 급경사지의 안전관리를 위한 정책연구 및 개발

협회 소개

1. 전국 급경사지 실태조사 연구

(1) 2021년 (2021.04.15.~2021.11.11.)

전국 급경사지 관리사각지대를 발굴하기 위해 GIS기반으로 전국 1:5,000수치지도를 수집하여 DEM 제작 및 공간자료 가공 및 재분류를 통해 급경사지 법적 기준에 해당하는 급경사지 약17.7만개소를 추출하였다. 또한 위험도 우선순위가 높은 대상지 500개소를 선별하여 현장조사를 통해 급경사지 추출 알고리즘을 보완하고 검증작업을 실시하였다.



<도면조사 개념도>

(2) 2022년 (2022.03.24.~2022.12.19.)

한국방재협회와 컨소시엄을 구성하여 석·박사급 이상의 급경사지 전문가 21명과 현장조사 전문가 64명을 모집하여, 전국단위 급경사지 5,000개소에 대해 실태조사를 실시하였다.

여기서 2021년 도면조사 결과 중 우선순위가 높은 급경사지 관리사각지대 4,121개소를 발굴하였고, 행정안전부 NDMS에 등록된 급경사지 중 지자체에서 요구하는 급경사지 879개소에 대해 재평가를 실시하여, 총5,000개소의 급경사지에 대해 성공적으로 현장조사를 수행하였다.

■ 참여인력 구성 현황

구분	기술사			기사			박사	석사	학사	합계
	기사	박사	석사	기사	박사	석사				
인원	6	6	4	12	19	16	8	1	13	85

※ 예비인력 4명 포함, 참여자는 착수 후 진행 상황에 따라 추가 보강 예정

<2022년 실태조사 참여인력 구성 현황>

KOREA SLOPE SAFETY ASSOCIATION

(3) 2023년 (2023.03.13.~2023.11.30.)

우리 협회는 '22년의 선행연구 경험과 노하우를 통해 신뢰성을 확보하여 중앙정부 및 지자체와의 긴밀한 협력관계와 인력 네트워크를 구축하였고, 협회에서 보유하고 전문인력Pool과 급경사지 BigData를 통해 급경사지 전문가와 지자체 수요조사 및 '23년 실태조사 대상지 확정 등 사전준비를 철저히 진행하여 행정안전부와 '2023년 전국 급경사지 실태조사 연구'를 수행하였다. 특히, 인위적으로 훼손된 급경사지(태양광 급경사지, 산불피해지역 등)를 우선순위로 분류하여 인위적으로 훼손된 급경사지에 대해 분석하였고, '23년 여름철 장마로 인해 인명·재산피해가 발생한 급경사지 붕괴지역의 긴급조사를 추가로 실시하여 사고원인조사를 실시하였다.



<2023년 여름철 장마로 인한 급경사지 피해지역>

(4) 2024년

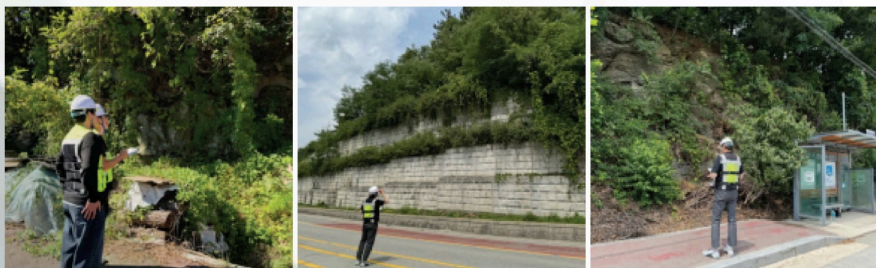
전국 급경사지 실태조사 연구용역은 '24년부터 행정안전부에서 각 시·도로 주관이 변경됨에 따라 많은 기관에서 급경사지 실태조사를 수행하게 되었다. 급경사지 조사는 조사자의 주관적인 판단에 따라 동일 급경사지에서 다양한 위험도 평가 등급이 도출될 가능성이 있으므로, 조사자에 따른 결과의 편차를 최소화하기 위해 행정안전부와 사전 협력하여 '시·도 급경사지 실태조사 추진 지침'을 작성하였다. 우리 협회는 '24년 급경사지 실태조사 조사 결과(10,000개소)의 품질관리를 위한 검수 기관으로 지정되어 급경사지 법적 정의 불충족 여부(2중시설물, 제원 미달 등) 및 약 56개로 구성된 급경사지 실태조사 조사 항목에 대한 전체 검수를 통해 조사 결과의 신뢰성을 확보하고자 하였다.

'24년 우리 협회는 충청북도, 경상남도, 경상북도, 세종특별자치시, 대구광역시, 광주광역시 등 6개 광역시·도(약 4,000개소)에 대한 급경사지 실태조사를 직접 수행하였으며, 제주도를 제외한 10개 광역시·도는 급경사지 실태조사 결과에 대한 검수 및 DB구축을 수행 중이다. 한국급경사지안전협회가 직접 실태조사를 수행하지 않는 광역시·도의 경우, 수행기관에 대한 교육(이론 및 현장교육)을 통해 실태조사 결과의 품질 향상을 도모하였고, 우리 협회에서 개발한 급경사지 실태조사 전자야장을 제공하여 원활한 현장 조사가 가능하도록 지원하였다. 특히, 급경사지 법적 불충족 여부(2중시설물, 제원 미달 등) 및 약 56개로 구성된 급경사지 실태조사 조사 항목에 대한 전체 검수를 통해 조사 결과의 신뢰성을 확보하고자 하였다.

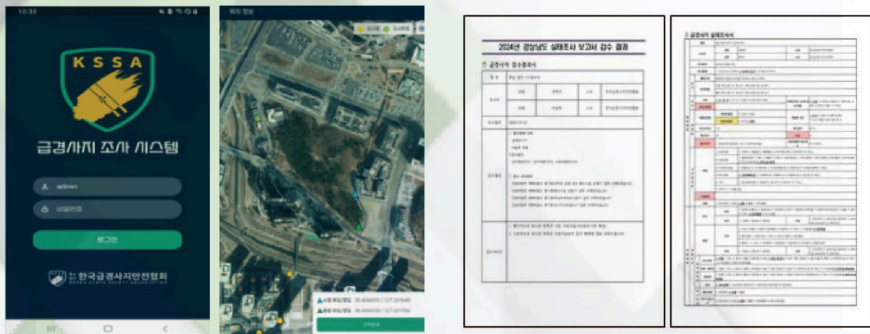
협회 소개



< 급경사지 실태조사 참여연구원 이론 교육 >



< 급경사지 실태조사 참여연구원 현장 실습 교육 >



< 급경사지 실태조사 현장조사용 전자야장 >

< 급경사지 실태조사 검수 결과 >

KOREA SLOPE SAFETY ASSOCIATION

2. 급경사지 안전점검

급경사지법 제5조(급경사지에 대한 안전점검)에 따라 소관기관은 소관 급경사지에 대하여 연 2회 이상 안전점검을 시행하고, 특별자치시장·시장·군수 또는 구청장에게 그 결과를 통보하여야 하며, 특별자치시장·시장·군수 또는 구청장은 관할 구역 안에 있는 급경사지에 대하여 연 1회 이상 안전점검을 실시하되 관리기관에서 통보 받은 결과에 근거하여 붕괴위험성이 없는 급경사지에 대하여는 안전점검을 생략할 수 있다.

다만, 관리기관이 지방자치단체인 경우 급경사지법 제5조1항에 따라 연 2회 점검을 실시하므로 제4항을 생략할 수 있다.

급경사지 안전점검은 붕괴가 발생하기 전(해빙기 및 우기대비)점검을 통해 인명 및 재산피해를 최소화함을 목적으로 실시하며, 적절한 시기에 전문가의 신뢰성 있는 안전점검이 필요하다.



<NDMS 안전점검 결과 '안전' → 붕괴발생 사례>

안전점검 시에는 행정안전부에서 매년 초 배포하는 안전점검 체크리스트를 활용하여, 육안검사와 측정 도구(클리노콤파스, 거리측정기, 워킹미터, 줄자, 드론 등)를 통해 비탈면의 불연속면, 암종, 상부자연사면 등의 사면 상태와 붕괴이력, 사면시설 현황 등을 조사한다.

① 자연비탈면										② 인공비탈면										③ 옹벽 및 축대												
점검대상		2023		2024		2025		2026		점검대상		2023		2024		2025		2026		점검대상		2023		2024		2025		2026				
구분	주요시설명	계	구	군	시	도	별	읍	면	리	구분	주요시설명	계	구	군	시	도	별	읍	면	리	구분	주요시설명	계	구	군	시	도	별	읍	면	리
점검일자	(연월일)	(연월일)	(연월일)	(연월일)	(연월일)	(연월일)	(연월일)	(연월일)	(연월일)	(연월일)	점검일자	(연월일)	(연월일)	(연월일)	(연월일)	(연월일)	(연월일)	(연월일)	(연월일)	(연월일)	점검일자	(연월일)	(연월일)	(연월일)	(연월일)	(연월일)	(연월일)	(연월일)	(연월일)	(연월일)	(연월일)	
세부 점검 사항										세부 점검 사항										세부 점검 사항												
구분	점검대상	점검일자	점검결과	점검일자	점검결과	점검일자	점검결과	점검일자	점검결과	구분	점검대상	점검일자	점검결과	점검일자	점검결과	점검일자	점검결과	점검일자	점검결과	점검일자	점검결과	구분	점검대상	점검일자	점검결과	점검일자	점검결과	점검일자	점검결과	점검일자	점검결과	
A. 육안 점검 여부										A. 육안 점검 여부										A. 육안 점검 여부												
1. 육안 점검 여부										1. 육안 점검 여부										1. 육안 점검 여부												
2. 지반 침하 여부										2. 지반 침하 여부										2. 지반 침하 여부												
3. 지반 균열 여부										3. 지반 균열 여부										3. 지반 균열 여부												
4. 지반 침하 및 균열 여부										4. 지반 침하 및 균열 여부										4. 지반 침하 및 균열 여부												
5. 지반 침하 및 균열 여부										5. 지반 침하 및 균열 여부										5. 지반 침하 및 균열 여부												
6. 지반 침하 및 균열 여부										6. 지반 침하 및 균열 여부										6. 지반 침하 및 균열 여부												
7. 지반 침하 및 균열 여부										7. 지반 침하 및 균열 여부										7. 지반 침하 및 균열 여부												
8. 지반 침하 및 균열 여부										8. 지반 침하 및 균열 여부										8. 지반 침하 및 균열 여부												
9. 지반 침하 및 균열 여부										9. 지반 침하 및 균열 여부										9. 지반 침하 및 균열 여부												
10. 지반 침하 및 균열 여부										10. 지반 침하 및 균열 여부										10. 지반 침하 및 균열 여부												
11. 지반 침하 및 균열 여부										11. 지반 침하 및 균열 여부										11. 지반 침하 및 균열 여부												
12. 지반 침하 및 균열 여부										12. 지반 침하 및 균열 여부										12. 지반 침하 및 균열 여부												
13. 지반 침하 및 균열 여부										13. 지반 침하 및 균열 여부										13. 지반 침하 및 균열 여부												
14. 지반 침하 및 균열 여부										14. 지반 침하 및 균열 여부										14. 지반 침하 및 균열 여부												
15. 지반 침하 및 균열 여부										15. 지반 침하 및 균열 여부										15. 지반 침하 및 균열 여부												
16. 지반 침하 및 균열 여부										16. 지반 침하 및 균열 여부										16. 지반 침하 및 균열 여부												
17. 지반 침하 및 균열 여부										17. 지반 침하 및 균열 여부										17. 지반 침하 및 균열 여부												
18. 지반 침하 및 균열 여부										18. 지반 침하 및 균열 여부										18. 지반 침하 및 균열 여부												
19. 지반 침하 및 균열 여부										19. 지반 침하 및 균열 여부										19. 지반 침하 및 균열 여부												
20. 지반 침하 및 균열 여부										20. 지반 침하 및 균열 여부										20. 지반 침하 및 균열 여부												
21. 지반 침하 및 균열 여부										21. 지반 침하 및 균열 여부										21. 지반 침하 및 균열 여부												
22. 지반 침하 및 균열 여부										22. 지반 침하 및 균열 여부										22. 지반 침하 및 균열 여부												
23. 지반 침하 및 균열 여부										23. 지반 침하 및 균열 여부										23. 지반 침하 및 균열 여부												
24. 지반 침하 및 균열 여부										24. 지반 침하 및 균열 여부										24. 지반 침하 및 균열 여부												
25. 지반 침하 및 균열 여부										25. 지반 침하 및 균열 여부										25. 지반 침하 및 균열 여부												
26. 지반 침하 및 균열 여부										26. 지반 침하 및 균열 여부										26. 지반 침하 및 균열 여부												
27. 지반 침하 및 균열 여부										27. 지반 침하 및 균열 여부										27. 지반 침하 및 균열 여부												
28. 지반 침하 및 균열 여부										28. 지반 침하 및 균열 여부										28. 지반 침하 및 균열 여부												
29. 지반 침하 및 균열 여부										29. 지반 침하 및 균열 여부										29. 지반 침하 및 균열 여부												
30. 지반 침하 및 균열 여부										30. 지반 침하 및 균열 여부										30. 지반 침하 및 균열 여부												
31. 지반 침하 및 균열 여부										31. 지반 침하 및 균열 여부										31. 지반 침하 및 균열 여부												
32. 지반 침하 및 균열 여부										32. 지반 침하 및 균열 여부										32. 지반 침하 및 균열 여부												
33. 지반 침하 및 균열 여부										33. 지반 침하 및 균열 여부										33. 지반 침하 및 균열 여부												
34. 지반 침하 및 균열 여부										34. 지반 침하 및 균열 여부										34. 지반 침하 및 균열 여부												
35. 지반 침하 및 균열 여부										35. 지반 침하 및 균열 여부										35. 지반 침하 및 균열 여부												
36. 지반 침하 및 균열 여부										36. 지반 침하 및 균열 여부										36. 지반 침하 및 균열 여부												
37. 지반 침하 및 균열 여부										37. 지반 침하 및 균열 여부										37. 지반 침하 및 균열 여부												
38. 지반 침하 및 균열 여부										38. 지반 침하 및 균열 여부										38. 지반 침하 및 균열 여부												
39. 지반 침하 및 균열 여부										39. 지반 침하 및 균열 여부										39. 지반 침하 및 균열 여부												
40. 지반 침하 및 균열 여부										40. 지반 침하 및 균열 여부										40. 지반 침하 및 균열 여부												
41. 지반 침하 및 균열 여부										41. 지반 침하 및 균열 여부										41. 지반 침하 및 균열 여부												
42. 지반 침하 및 균열 여부										42. 지반 침하 및 균열 여부										42. 지반 침하 및 균열 여부												
43. 지반 침하 및 균열 여부										43. 지반 침하 및 균열 여부										43. 지반 침하 및 균열 여부												
44. 지반 침하 및 균열 여부										44. 지반 침하 및 균열 여부										44. 지반 침하 및 균열 여부												
45. 지반 침하 및 균열 여부										45. 지반 침하 및 균열 여부										45. 지반 침하 및 균열 여부												
46. 지반 침하 및 균열 여부										46. 지반 침하 및 균열 여부										46. 지반 침하 및 균열 여부												
47. 지반 침하 및 균열 여부										47. 지반 침하 및 균열 여부										47. 지반 침하 및 균열 여부												
48. 지반 침하 및 균열 여부										48. 지반 침하 및 균열 여부										48. 지반 침하 및 균열 여부												
49. 지반 침하 및 균열 여부										49. 지반 침하 및 균열 여부										49. 지반 침하 및 균열 여부												
50. 지반 침하 및 균열 여부										50. 지반 침하 및 균열 여부										50. 지반 침하 및 균열 여부												
51. 지반 침하 및 균열 여부										51. 지반 침하 및 균열 여부										51. 지반 침하 및 균열 여부												
52. 지반 침하 및 균열 여부										52. 지반 침하 및 균열 여부										52. 지반 침하 및 균열 여부												
53. 지반 침하 및 균열 여부										53. 지반 침하 및 균열 여부										53. 지반 침하 및 균열 여부												
54. 지반 침하 및 균열 여부										54. 지반 침하 및 균열 여부										54. 지반 침하 및 균열 여부												
55. 지반 침하 및 균열 여부										55. 지반 침하 및 균열 여부										55. 지반 침하 및 균열 여부												
56. 지반 침하 및 균열 여부										56. 지반 침하 및 균열 여부										56. 지반 침하 및 균열 여부												
57. 지반 침하 및 균열 여부										57. 지반 침하 및 균열 여부										57. 지반 침하 및 균열 여부												
58. 지반 침하 및 균열 여부										58. 지반 침하 및 균열 여부										58. 지반 침하 및 균열 여부												
59. 지반 침하 및 균열 여부										59. 지반 침하 및 균열 여부										59. 지반 침하 및 균열 여부												
60. 지반 침하 및 균열 여부										60. 지반 침하 및 균열 여부										60. 지반 침하 및 균열 여부												
61. 지반 침하 및 균열 여부										61. 지반 침하 및 균열 여부										61. 지반 침하 및 균열 여부												
62. 지반 침하 및 균열 여부										62. 지반 침하 및 균열 여부										62. 지반 침하 및 균열 여부												
63. 지반 침하 및 균열 여부										63. 지반 침하 및 균열 여부										63. 지반 침하 및 균열 여부												
64. 지반 침하 및 균열 여부										64. 지반 침하 및 균열 여부										64. 지반 침하 및 균열 여부												
65. 지반 침하 및 균열 여부										65. 지반 침하 및 균열 여부										65. 지반 침하 및 균열 여부												
66. 지반 침하 및 균열 여부										66. 지반 침하 및 균열 여부										66. 지반 침하 및 균열 여부												
67. 지반 침하 및 균열 여부										67. 지반 침하 및 균열 여부										67. 지반 침하 및 균열 여부												
68. 지반 침하 및 균열 여부										68. 지반 침하 및 균열 여부										68. 지반 침하 및 균열 여부												
69. 지반 침하 및 균열 여부										69. 지반 침하 및 균열 여부										69. 지반 침하 및 균열 여부												
70. 지반 침하 및 균열 여부										70. 지반 침하 및 균열 여부										70. 지반 침하 및 균열 여부												
71. 지반 침하 및 균열 여부										71. 지반 침하 및 균열 여부										71. 지반 침하 및 균열 여부												
72. 지반 침하 및 균열 여부										72. 지반 침하 및 균열 여부										72. 지반 침하 및 균열 여부												
73. 지반 침하 및 균열 여부										73. 지반 침하 및 균열 여부										73. 지반 침하 및 균열 여부												
74. 지반 침하 및 균열 여부										74. 지반 침하 및 균열 여부										74. 지반 침하 및 균열 여부												
75. 지반 침하 및 균열 여부										75. 지반 침하 및 균열 여부										75. 지반 침하 및 균열 여부												
76. 지반 침하 및 균열 여부										76. 지반 침하 및 균열 여부										76. 지반 침하 및 균열 여부												
77. 지반 침하 및 균열 여부										77. 지반 침하 및 균열 여부										77. 지반 침하 및 균열 여부												
78. 지반 침하 및 균열 여부										78. 지반 침하 및 균열 여부										78. 지반 침하 및 균열 여부												
79. 지반 침하 및 균열 여부										79. 지반 침하 및 균열 여부										79. 지반 침하 및 균열 여부												
80. 지반 침하 및 균열 여부										80. 지반 침하 및 균열 여부										80. 지반 침하 및 균열 여부												
81. 지반 침하 및 균열 여부										81. 지반 침하 및 균열 여부										81. 지반 침하 및 균열 여부												
82. 지반 침하 및 균열 여부										82. 지반 침하 및 균열 여부										82. 지반 침하 및 균열 여부												
83. 지반 침하 및 균열 여부										83. 지반 침하 및 균열 여부										83. 지반 침하 및 균열 여부												
84. 지반 침하 및 균열 여부										84. 지반 침하 및 균열 여부										84. 지반 침하 및 균열 여부												
85. 지반 침하 및 균열 여부										85. 지반 침하 및 균열 여부										85. 지반 침하 및 균열 여부												
86. 지반 침하 및 균열 여부										86. 지반 침하 및 균열 여부										86. 지반 침하 및 균열 여부												
87. 지반 침하 및 균열 여부										87. 지반 침하 및 균열 여부										87. 지반 침하 및 균열 여부												
88. 지반 침하 및 균열 여부										88. 지반 침하 및 균열 여부										88. 지반 침하 및 균열 여부												
89. 지반 침하 및 균열 여부										89. 지반 침하 및 균열 여부										89. 지반 침하 및 균열 여부												
90. 지반 침하 및 균열 여부										90. 지반 침하 및 균열 여부										90. 지반 침하 및 균열 여부												
91. 지반 침하 및 균열 여부										91. 지반 침하 및 균열 여부										91. 지반 침하 및 균열 여부												
92. 지반 침하 및 균열 여부										92. 지반 침하 및 균열 여부										92. 지반 침하 및 균열 여부												
93. 지반 침하 및 균열 여부										93. 지반 침하 및 균열 여부										93. 지반 침하 및 균열 여부												
94. 지반 침하 및 균열 여부										94. 지반 침하 및 균열 여부										94. 지반 침하 및 균열 여부												
95. 지반 침하 및 균열 여부										95. 지반 침하 및 균열 여부										95. 지반 침하 및 균열 여부												
96. 지반 침하 및 균열 여부										96. 지반 침하 및 균열 여부										96. 지반 침하 및 균열 여부												
97. 지반 침하 및 균열 여부										97. 지반 침하 및 균열 여부										97. 지반 침하 및 균열 여부												
98. 지반 침하 및 균열 여부										98. 지반 침하 및 균열 여부										98. 지반 침하 및 균열 여부												
99. 지반 침하 및 균열 여부										99. 지반 침하 및 균열 여부										99. 지반 침하 및 균열 여부												
100. 지반 침하 및 균열 여부										100. 지반 침하 및 균열 여부										100. 지반 침하 및 균열 여부												
101. 지반 침하 및 균열 여부										101. 지반 침하 및 균열 여부										101. 지반 침하 및 균열 여부												
102. 지반 침하 및 균열 여부										102. 지반 침하 및 균열 여부										102. 지반 침하 및 균열 여부												
103. 지반 침하 및 균열 여부										103. 지반 침하 및 균열 여부										103. 지반 침하 및 균열 여부												
104. 지반 침하 및 균열 여부										104. 지반 침하 및 균열 여부										104. 지반 침하 및 균열 여부												
105. 지반 침하 및 균열 여부										105. 지반 침하 및 균열 여부										105. 지반 침하 및 균열 여부												
106. 지반 침하 및 균열 여부										106. 지반 침하 및 균열 여부										106. 지반 침하 및 균열 여부												
107. 지반 침하 및 균열 여부										107. 지반 침하 및 균열 여부										107. 지반 침하 및 균열 여부												
108. 지반 침하 및 균열 여부										108. 지반 침하 및 균열 여부										108. 지반 침하 및 균열 여부												
109. 지반 침하 및 균열 여부										109. 지반 침하 및 균열 여부										109. 지반 침하 및 균열 여부												
110. 지반 침하 및 균열 여부										110. 지반 침하 및 균열 여부										110. 지반 침하 및 균열 여부												
111. 지반 침하 및 균열 여부										111. 지반 침하 및 균열 여부										111. 지반 침하 및 균열 여부												
112. 지반 침하 및 균열 여부										112. 지반 침하 및 균열 여부										112. 지반 침하 및 균열 여부												
113. 지반 침하 및 균열 여부										113. 지반 침하 및 균열 여부										113. 지반 침하 및 균열 여부												
114. 지반 침하 및 균열 여부										114. 지반 침하 및 균열 여부										114. 지반 침하 및 균열 여부												
115. 지반 침하 및 균열 여부										115. 지반 침하 및 균열 여부										115. 지반 침하 및 균열 여부												
116. 지반 침하 및 균열 여부										116. 지반 침하 및 균열 여부										116. 지반 침하 및 균열 여부												
117. 지반 침하 및 균열 여부										117. 지반 침하 및 균열 여부										117. 지반 침하 및 균열 여부												
118. 지반 침하 및 균열 여부										118. 지반 침하 및 균열 여부										118. 지반 침하 및 균열 여부												
119. 지반 침하 및 균열 여부										119. 지반 침하 및 균열 여부										119. 지반 침하 및 균열 여부												
120. 지반 침하 및 균열 여부										120. 지반 침하 및 균열 여부										120. 지반 침하 및 균열 여부												
121. 지반 침하 및 균열 여부										121. 지반 침하 및 균열 여부										121. 지반 침하 및 균열 여부												
122. 지반 침하 및 균열 여부										122. 지반 침하 및 균열 여부										122. 지반 침하 및 균열 여부												
123. 지반 침하 및 균열 여부										123. 지반 침하 및 균열 여부										123. 지반 침하 및 균열 여부												
124. 지반 침하 및 균열 여부										124. 지반 침하 및 균열 여부										124. 지반 침하 및 균열 여부												
125. 지반 침하 및 균열 여부										125. 지반 침하 및 균열 여부										125. 지반 침하 및 균열 여부												
126. 지반 침하 및 균열 여부										126. 지반 침하 및 균열 여부										126. 지반 침하 및 균열 여부												
127. 지반 침하 및 균열 여부										127. 지반 침하 및 균열 여부										127. 지반 침하 및 균열 여부												
128. 지반 침하 및 균열 여부										128. 지반 침하 및 균열 여부										128. 지반 침하 및 균열 여부												
129. 지반 침하 및 균열 여부										129. 지반 침하 및 균열 여부										129. 지반 침하 및 균열 여부												
130. 지반 침하 및 균열 여부										130. 지반 침하 및 균열 여부										130. 지반 침하 및 균열 여부												
131. 지반 침하 및 균열 여부										131. 지반 침하 및 균열 여부										131. 지반 침하 및 균열 여부												
132. 지반 침하 및 균열 여부										132. 지반 침하 및 균열 여부										132. 지반 침하 및 균열 여부												
133. 지반 침하 및 균열 여부										133. 지반 침하 및 균열 여부										133. 지반 침하 및 균열 여부												
134. 지반 침하 및 균열 여부										134. 지반 침하 및 균열 여부										134. 지반 침하 및 균열 여부												
135. 지반 침하 및 균열 여부										135. 지반 침하 및 균열 여부										135. 지반 침하 및 균열 여부												
136. 지반 침하 및 균열 여부										136. 지반 침하 및 균열 여부										136. 지반 침하 및 균열 여부												
137. 지반 침하 및 균열 여부										137. 지반 침하 및 균열 여부										137. 지반 침하 및 균열 여부												
138. 지반 침하 및 균열 여부										138. 지반 침하 및 균열 여부										138. 지반 침하 및 균열 여부												
139. 지반 침하 및 균열 여부										139. 지반 침하 및 균열 여부										139. 지반 침하 및 균열 여부												
140. 지반 침하 및 균열 여부										140. 지반 침하 및 균열 여부										140. 지반 침하 및 균열 여부												
141. 지반 침하 및 균열 여부										141. 지반 침하 및 균열 여부										141. 지반 침하 및 균열 여부												
142. 지반 침하 및 균열 여부										142. 지반 침하 및 균열 여부										142. 지반 침하 및 균열 여부												
143. 지반 침하 및 균열 여부										143. 지반 침하 및 균열 여부										143. 지반 침하 및 균열 여부												
144. 지반 침하 및 균열 여부										144. 지반 침하 및 균열 여부										144. 지반 침하 및 균열 여부												
145. 지반 침하 및 균열 여부										145. 지반 침하 및 균열 여부										145. 지반 침하 및 균열 여부												
146. 지반 침하 및 균열 여부										146. 지반 침하 및 균열 여부										146. 지반 침하 및 균열 여부												
147. 지반 침하 및 균열 여부										147. 지반 침하 및 균열 여부										147. 지반 침하 및 균열 여부												
148. 지반 침하 및 균열 여부										148. 지반 침하 및 균열 여부										148. 지반 침하 및 균열 여부												
149. 지반 침하 및 균열 여부										149. 지반 침하 및 균열 여부										149. 지반 침하 및 균열 여부												
150. 지반 침하 및 균열 여부										150. 지반 침하 및 균열 여부										150. 지반 침하 및 균열 여부												
151. 지반 침하 및 균열 여부										151. 지반 침하 및 균열 여부										151. 지반 침하 및 균열 여부												
152. 지반 침하 및 균열 여부										152. 지반 침하 및 균열 여부										152. 지반 침하 및 균열 여부												
153. 지반 침하 및 균열 여부										153. 지반 침하 및 균열 여부										153. 지반 침하 및 균열 여부												
154. 지반 침하 및 균열 여부										154. 지반 침하 및 균열 여부										154. 지반 침하 및 균열 여부												
155. 지반 침하 및 균열 여부										155. 지반 침하 및 균열 여부										155. 지반 침하 및 균열 여부												
156. 지반 침하 및 균열 여부										156. 지반 침하 및 균열 여부										156. 지반 침하 및 균열 여부												
157. 지반 침하 및 균열 여부										157. 지반 침하 및 균열 여부										157. 지반 침하 및 균열 여부												
158. 지반 침하 및 균열 여부										158. 지반 침하 및 균열 여부										158. 지반 침하 및 균열 여부												
159. 지반 침하 및 균열 여부										159. 지반 침하 및 균열 여부										159. 지반 침하 및 균열 여부												
160. 지반 침하 및 균열 여부										160. 지반 침하 및 균열 여부										160. 지반 침하 및 균열 여부												
161. 지반 침하 및 균열 여부										161. 지반 침하 및 균열 여부										161. 지반 침하 및 균열 여부												
162. 지반 침하 및 균열 여부										162. 지반 침하 및 균열 여부										162. 지반 침하 및 균열 여부												
163. 지반 침하 및 균열 여부										163. 지반 침하 및 균열 여부										163. 지반 침하 및 균열 여부												
164. 지반 침하 및 균열 여부										164. 지반 침하 및 균열 여부										164. 지반 침하 및 균열 여부												
165. 지반 침하 및 균열 여부										165. 지반 침하 및 균열 여부										165. 지반 침하 및 균열 여부												
166. 지반 침하 및 균열 여부										166. 지반 침하 및 균열 여부										166. 지반 침하 및 균열 여부												
167. 지반 침하 및 균열 여부										167. 지반 침하 및 균열 여부										167. 지반 침하 및 균열 여부												
168. 지반 침하 및 균열 여부										168. 지반 침하 및 균열 여부										168. 지반 침하 및 균열 여부												
169. 지반 침하 및 균열 여부										169. 지반 침하 및 균열 여부										169. 지반 침하 및 균열 여부												
170. 지반 침하 및 균열 여부										170. 지반 침하 및 균열 여부										170. 지반 침하 및 균열 여부												
171. 지반 침하 및 균열 여부										171. 지반 침하 및 균열 여부										171. 지반 침하 및 균열 여부												
172. 지반 침하 및 균열 여부										172. 지반 침하 및 균열 여부										172. 지반 침하 및 균열 여부												
173. 지반 침하 및 균열 여부										173. 지반 침하 및 균열 여부										173. 지반 침하 및 균열 여부												
174. 지반 침하 및 균열 여부										174. 지반 침하 및 균열 여부										174. 지반 침하 및 균열 여부												
175. 지반 침하 및 균열 여부										175. 지반 침하 및 균열 여부										175. 지반 침												

협회 소개

3. 급경사지 재해위험도 평가

‘급경사지 재해위험도 평가’는 관련법에 따라 ‘붕괴위험지역’으로 지정·고시가 필요한 대상지에 대하여 담당공무원과 관계전문가가 자연비탈면(또는 산지), 인공비탈면, 옹벽 및 축대 등에 대하여 행정안전부 행정규칙 제2023-36호 「급경사지 재해위험도 평가기준」을 활용하여 전문적인 조사 및 평가 후 ‘재해위험도 등급’을 판단하는 과정으로서 지정 절차의 절대적 기준으로 활용되므로 신뢰도 높은 정확한 조사 및 판단이 필요하다.



<사당동 동작구 아파트 옹벽 급경사지>



<광주 대화아파트>

<A~C등급의 급경사지에서 피해가 발생한 사례>

그러나 「급경사지 재해위험도 평가기준」만으로 명확한 판단이 어려울 경우 관련 전문가 직접 안정성 검토 및 시뮬레이션 등 기술적인 분석을 활용한 구체적인 재해위험도 평가 결과를 추가할 수도 있다.

「급경사지 재해위험도 평가기준」은 ‘자연비탈면(또는 산지)’, ‘인공비탈면’, ‘옹벽 및 축대’로 크게 3가지로 분류되어 각각 다른 형태의 평가기준이 평가표 형태로 고시되어 있으므로 ‘재해위험도 평가’가 필요한 급경사지를 명확히 분류한 뒤 3가지 평가기준 적용표 중 적합한 평가표를 택하여 평가를 실시하여야 한다.

‘재해위험도평가’를 실시한 결과, 재해위험도 등급은 A, B, C, D, E 등급으로 구분하고 D, E등급에 대해서는 붕괴위험지역으로 지정 관리한다. 다만, C등급 중에도 붕괴 시 인명피해 우려가 있어 지속적인 점검 등이 필요한 지역은 붕괴위험지역으로 지정·관리하는 것이 바람직하다.

<재해위험도 등급별 관리방안>

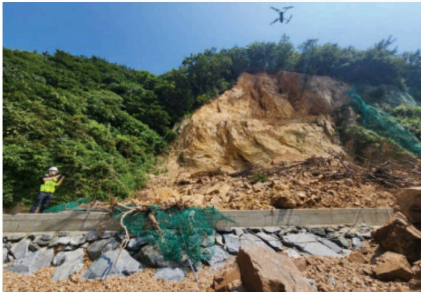
등급	재해위험도 평가점수			재해위험도	관리방안
	자연비탈면 또는 산지	인공 비탈면	옹벽 및 축대		
A	0 ~ 20	0 ~ 20	0 ~ 20	· 재해위험 매우 낮음	· 정기적 안전점검
B	21 ~ 40	21 ~ 40	21 ~ 40	· 재해위험 낮음	· 정기적 안전점검
C	41 ~ 60	41 ~ 60	41 ~ 60	· 재해위험 보통	· 정기적 안전점검 · 필요시 붕괴위험지역 지정·관리
D	61 ~ 80	61 ~ 80	61 ~ 80	· 재해위험 높음	· 정기적 안전점검 · 붕괴위험지역 지정·관리
E	81 이상	81 이상	81 이상	· 재해위험 매우 높음	· 정기적 안전점검 · 붕괴위험지역 지정·관리 · 필요시 응급조치

4. 급경사지 정밀조사

급경사지 정밀조사는 불연속면의 특성과 풍화도, 암반강도, 누수 현황, 배수시설 상태 등 비탈면 붕괴와 관련된 인자에 대하여 정밀한 자료를 취득하여 안정성 해석을 위한 기본 자료로 활용하고, 대책공법 및 예산을 수립하기 위하여 수행하는 조사이다.

정밀조사 대상지는 해빙기나 우기 안전점검 자료를 토대로 위험 급경사지를 선정하거나 붕괴가 발생하거나 결함인자(뽀 돌, 낙석이력, 옹벽 균열, 단차 등)가 관찰될 경우 선정하며, 관리기관에서 우리 협회 등 전문기관을 통해 정밀조사를 시행한다.

급경사지 정밀조사시에는 드론 촬영, 지표·지질조사, 사면안정해석 등을 통하여 대상지를 분석하고 시공가능성, 경제성, 안정성 등을 종합적으로 고려한 구조적·비구조적 대책과 이에 필요한 예산 등을 보고서에 수록한다.



<급경사지 붕괴지역 현장조사>



<급경사지 대책공법 수립(기본계획)>

협회 소개

5. 상시계측관리체계의 적정성 검수 및 시운전

급경사지 관리기관이 수행중인 급경사지 상시계측관리 체계 구축 사업의 추진과정에서 발생할 수 있는 문제점을 사전 “검수”를 통해 단계별로 개선함으로써 과업의 품질확보 및 완성도를 향상시키는데 목적이 있고, 계측기기의 설치 및 DB 연계 후 “시운전”을 통해 상시계측관리 체계의 안정화를 도모하고 계측기기의 장기적인 성능 유지관리방안을 마련함으로써 급경사지를 효과적으로 관리하고자 한다.



<전문가 현장자문을 통한 상시계측관리시스템 검수 및 시운전>

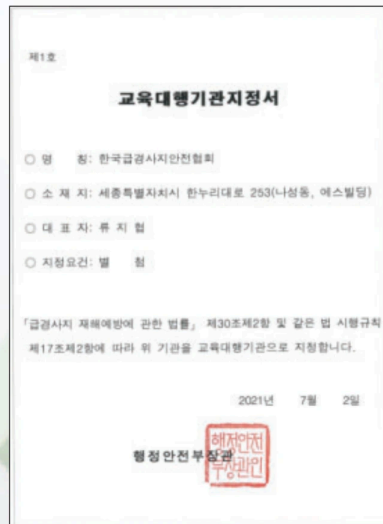
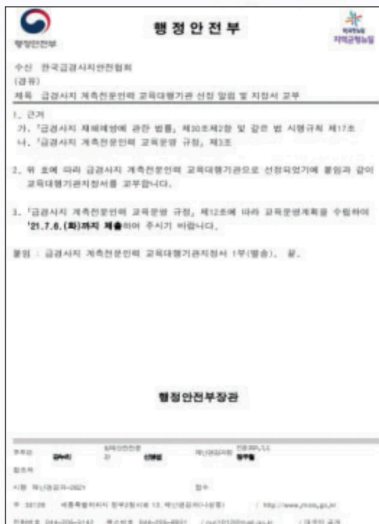
<계측기기 데이터 검수 결과 예시>

수집장치 1		경사계 변화								
		#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#11
x축(°)	최대	0.00	4.57	0.00	0.00	2.09	0.29	2.16	1.28	0.00
	최소	-1.66	0.00	0.00	-0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.62
	평균	-1.44	4.06	0.00	-0.56	1.72	0.18	1.84	1.02	-0.43
y축(°)	최대	0.00	4.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.68	1.04	0.47
	최소	-0.51	0.00	0.00	-0.23	-0.58	-0.26	0.00	0.00	0.00
	평균	-0.40	4.40	0.00	-0.10	-0.46	-0.16	0.54	0.89	0.38
수집장치 2		경사계 변화								
		#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7		
x축(°)	최대	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00		
	최소	-1.00	0.00	-1.00	0.00	-3.00	0.00	0.00		
	평균	-0.89	0.00	-0.87	0.00	-2.56	0.00	0.85		
y축(°)	최대	0.00	1.00	0.00	0.00	16.00	4.00	0.00		
	최소	-2.00	0.00	-1.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
	평균	-1.77	0.86	-0.87	0.00	13.66	3.44	0.00		
행정안전부 주민대피 관리기준 (경사계-누적변위)				단계	누적변위(°)					
				관심	±0.3°					
				주의	±0.6°					
				경계	±1.2°					
				심각	±1.7°					

6. 급경사지 계측전문인력 교육대행기관 지정 및 교육 추진

우리 협회는 2021년 7월 2일 [행정안전부 고시 제2021-44호]에 따라 계속업 및 성능검사대행업무에 종사하는 전문기술자의 실무교육대행기관으로 지정·고시되었으며, 「급경사지 계속전문인력 교육운영 규정」 제12조에 따라 급경사지 계속전문인력 교육운영계획을 수립하여 추진중이다.

「급경사지 계속전문인력 교육운영 규정」 제16조(사이버교육) 제2항에 의거 비대면 교육 방식으로 운영하여 1회당 56시간(8일)의 교육을 진행하고 있으며, 2021년 7월~ 2023년 8월까지 8회의 계속전문인력교육을 실시하여 총 295명('21년:155명, '22년:95명, '23:45명)의 수료생을 배출하였고, 2024년 제9기 교육은 2024. 10. 14.~2024. 10. 23.에 실시하여 총 38명의 수료생을 배출하였다.



<계측전문인력 교육대행기관 지정>



<계측전문인력 비대면 교육 및 현장실습 실시>

협회 소식

협회 뉴스보도 기사

김포시, 김규식 부시장 해빙기 대비 안전점검 실시(박종국, 위클리오늘, 2024-02-28 10:45)



[경기 위클리오늘=박종국 기자] 김포시 김규식 부시장이 지난 27일 해빙기 대비 안전사고를 예방하기 위해 직접 사우동 소재 급경사지와 풍무동 소재 오피스텔 건설현장을 방문해 안전관리 실태 점검을 실시했다.

이번 점검은 해빙기에 배부름 발생으로 지반 약화에 따라 대형사고로 이어질 수 있는 사항의 예방을 중점으로 추진됐으며, 김포시, 안전관리자문단, 한국급경사지안전협회 등 건설안전·토목 등의 분야로 구성된 민·관 합동점검반을 투입해 실효성을 높였다.

주요 점검내용은 ▲급경사지 붕괴, 전도, 낙석, 침하 ▲구조물의 균열, 변위, 탈락 등으로 안전점검 결과, 개선사항은 관리주체에 보수·보강이 완료될 때까지 지속적으로 관리할 계획이다.

출처 : 위클리오늘(<http://www.weeklytoday.com>)

서대문구, 산림내 안전사고 예방 위한 현장점검 실시(이대우, 시민일보, 2024.03.11. 16:54)



▲ 서대문구청 관계자들이 산림 내 급경사지에 대해 현장점검을 실시하고 있다. (사진=서대문구청 제공)

[시민일보 = 이대우 기자] 서울서대문구(구청장 이성헌)가 해빙기를 맞아 이달 31일까지 산림내 안전사고 예방을 위한 현장점검을 실시한다.

점검 대상은 결빙됐던 지표면이 녹아 지반이 약화된 산림 내 급경사지와 산지 사면 등 25곳이다.

구는 한국급경사지안전협회와 함께 전문가 합동점검반을 편성하고 점검에 나선다.

중점 점검 사항은 ▲지반 침하 여부 ▲붕괴와 낙석 대비 정비 상태 ▲배수로 및 안전 표지판 상태 등이다.

점검 후 경미한 사항은 즉시 정비한다. 또한 정밀안전진단이 필요한 경우에는 바로 예방조치를 취한 후 법령과 절차에 따라 정비사업을 추진한다.

이성헌 구청장은 “이번 해빙기 대비 안전사고 예방 현장점검과 같이 주민 생명과 재산을 보호하고 재난을 예방하는 데 최선을 다하겠다”고 말했다.

협회 소식

오대산국립공원사무소, 해빙기 안전점검 실시(조상원, 강원일보, 2024.03.28. 17:44)

| 민간 전문기관 합동 급경사지 일원 집중점검



국립공원공단 오대산국립공원사무소(소장남상열)는 봄철 해빙기를 맞아 28일 한국급경사지협회와 합동으로 오대산 급경사지 일원에 대해 안전 점검을 실시했다.

국립공원공단 오대산국립공원사무소는 봄철 해빙기를 맞아 28일 한국급경사지협회와 합동으로 오대산 급경사지 일원에 대해 안전 점검을 실시했다.

이번 안전 점검은 해빙기 기온상승으로 인한 지반 약화로 급경사지 일원에 대한 낙석위험이 증가함에 따라 탐방객이 가장 많이 이동하는 월정지구 급경사지 일원을 중심으로 낙석위험 및 인장균열 여부, 안전 시설물 등을 집중 점검했다.

이밖에 사무소는 재해위험지구, 공원 내 시설물에 대해 안전 점검을 지속적으로 실시해 해빙기 안전사고 예방에 총력을 기울일 예정이다.

박용우 오대산국립공원사무소탐방시설과장은 “봄철 산행 시 급경사지 구간 등을 지날 때는 탐방객의 각별한 주의가 필요하다”며 “해빙기 급경사지 일원에 대한 지속적인 점검을 통해 안전한 탐방환경을 조성하는데 최선을 다하겠다”고 말했다.

보은 찾은 김영한 충북도지사, 인구감소와 귀농귀촌 위해 산업·관광·상업 추진해야 (황의택, 충청매일, 2024.06.12. 17:40)



12일 보은군을 방문한 김영한 충북도지사는 속리산면 북암리 위험사면 정비현장 등 지역 현안사업 현장을 방문하고 보은군청에서 지역주민 200여 명에게 도정 운영방향을 설명하고 주민과의 대화시간을 가졌다.

[충청매일 황의택 기자] 김영한 충북도지사가 "충북의 중심에 있는 보은이 15만에서 3만명 위기에 처하면서 보은군이 인구감소방지와 귀농귀촌을 위한 특단의 정책을 추진하는 것이 향후 괄목한 성과가 있을 것으로 본다"며 "병원유치와 보은에서 청주가는 버스노선 부활, 그리고 동학성지를 위한 충북도 지원을 요구하는데 여건이 되면 적극적으로 지원하는 방안을 검토하겠다"고 밝혔다.

12일 보은군을 방문한 김 지사는 속리산면 북암리 위험사면 정비현장 등 지역 현안사업 현장을 방문하고 보은군청에서 지역주민 200여 명에게 도정 운영방향을 설명하고 주민과의 대화시간을 가졌다.

김지사는 이날 먼저 지난해 7월 수해로 인해 양방향이 모두 통제 되었다가 최근 수해복구공사가 완료되어 통행이 재개된 봉계터널을 방문해 공사추진상황 등을 보고 받은뒤 보은군 속리산면 북암리 위험사면 정비현장을 찾아 재난안전과 주민들의 위험방지를 위해 현장 점검을 실시했다.

이어 최근 공모사업 선정 된 지역활력타운 조성사업 현장을 방문해 청년들의 지방이전 정착지원을 위한 계획과 사업조성현황을 청취한 뒤 청년단체, 로컬크리에이트, 예비창업자 등 10여명과 간담회도 가졌다.

협회 소식

보은군청을 방문해 최부림 군의장을 비롯한 군의원들과 보은군의 시급한 현안 등에 대해 논의하였으며, 충북도와 보은군의 상호협력을 위해 노력할 것임을 약속하였다.

이날 보은군청 대회의실에서 열린 도정보고회에서는 김영환 지사의 도정운영방향 설명에 이은 도민 공감 토크콘서트로 200여 명의 보은군민들에게 △시외버스 운행 정상화 요구 △충북소방학교 보은군 유치 △산외면 아시리 도로확장공사 건의 등 보은의 주요 현안사업에 대한 건의와 보은군민들의 각종 애로사항을 듣는 시간을 가졌다.

도정보고회를 가진 후에는 보은군의 귀농·귀촌 정책과 관련해 보은군 귀농귀촌협의회 관계자 및 청년귀농인 등 관계자 10여 명을 만나 애로사항을 청취하고 귀농·귀촌 발전방안에 대해 논의했다.

김영환 충북지사는 "보은군 주민들께서 건의해 주신 사업에 대해 적극 검토하고 보은군의 지역 현안 사업이 차질없이 추진되도록 모든 지원을 아끼지 않겠다"고 말했다.

최재형 보은군수는 "도민과의 대화를 위해 보은군을 방문해 주신 김영환 충북지사를 3만여 군민과 함께 환영한다"며 "앞으로도 충북도와 유기적인 협력을 통해 민선 8기 보은군이 추진하고 있는 역전 사업을 통해 지방소멸의 위기를 극복하고 미래 먹거리를 발굴하는데 최선을 다하겠다"고 말했다.

출처 : 충청매일(<https://www.ccdn.co.kr>)

뉴스보도 참고문헌

작성자. 연도. "웹페이지 제목." 웹사이트명. 발행날짜. URL.

1. 박종국. 2024. "김포시, 김규식 부시장 해빙기 대비 안전점검 실시" 위클리오늘. 2024-02-28 10:45
<https://www.weeklytoday.com/news/articleView.html?idxno=611926>
2. 이대우. 2024. "서대문구, 산림내 안전사고 예방 위한 현장점검 실시" 시민일보. 2024.03.11. 16:54.
<https://www.siminilbo.co.kr/news/newsview.php?ncode=1160287517115837>
3. 조상원. 2024. "오대산국립공원사무소, 해빙이 안전점검 실시" 강원일보. 2024.03.28. 17:44
<https://www.kwnews.co.kr/page/view/2024032817410457264>
4. 황의택. 2024. "보은 찾은 김영환 충북도지사, 인구감소와 귀농귀촌 위해 산업·관광·상업 추진해야"
충청매일. 2024.06.12. 17:40
<https://www.ccdn.co.kr/news/articleView.html?idxno=980768>

협회 소식

이사회 및 총회

제15회 이사회



◆ 일시 : 2023년 12월 14일(목) 18:00 ~ 20:00

◆ 장소 : 루싱

◆ 내용 : - 안건 1. 협회 제규정 개정

- 안건 2. 신규 회원가입 승인

- 기타. 협회 발전방안 논의

2024년 정기 총회 및 제16회 이사회



◆ 일시 : 2024년 02월 26일(월) 14:00 ~ 16:00

◆ 장소 : 비앤디파트너스 서울역점



◆ 내용 : - 안건 1. 협회 정관 개정

- 안건 2-1. 협회 임원 선출규정 개정

- 안건 2-2. 협회 직제규정 개정

- 안건 3. 2023년도 사업실적 및 수지결산서 심의

- 안건 4. 2024년도 사업계획 및 수지예산서 심의

- 안건 5. 신규 회원가입 승인

협회 소식

제17회 이사회



◆ 일시 : 2024년 06월 19일(수) 17:30 ~ 21:00

◆ 장소 : 해초섬 서울스퀘어점

◆ 내용 : - 안건 1. 임원 선출규정 개정

- 안건 2. 회원관리 및 회비규정 개정

- 안건 3. 회계규정 개정

- 안건 4. 인사규정 개정

- 안건 5. 보수규정 개정

- 안건 6. 신규 회원가입 승인

협회 소식

협회 행사

2024년 유공자 표창



- ◆ 일시 : 2024년 02월 26일(월) 15:30 ~ 16:30
- ◆ 내용 : - '실태조사', '공로', '직원'으로 나누어 표창
- ◆ 장소 : 비앤디파트너스 서울역점 10호

한국급경사지안전협회-베이스소프트 상호협력증진을 위한 업무 협약(MOU) 체결



- ◆ 일시 : 2024년 07월 16일(화) 11:00
- ◆ 장소 : ㈜베이스소프트 회의실
- ◆ 내용 : 한국급경사지안전협회는 ㈜베이스소프트와 협회실무진 기술 능력 증진을 위해 급경사지 안정해석 실무교육과 상호 협력 관계 유지를 위하여 협약을 체결했다.

업무협약에 따라 양 기관은 급경사지 안정해석 실무교육, 급경사지 관련 기술 교류, 급경사지 관련 연구 사업 및 용역 사업 공동 추진과 관련하여 협약기관이 상호 필요하다고 인정하는 사항에 따라 협력하기로 했다.

이날 협약식에는 ㈜베이스소프트의 안준상 대표이사 외 직원 등이 참석하였고, 한국급경사지안전협회는 전상률 회장, 이문세 사무국장, 협회 직원 등이 참석하였다.

2023년 추계학술대회 참석



◆ 일시 : 2024년 09월 05일(목) ~ 2024년 09월 06일(금) ◆ 내용

◆ 장소 : 제주대학교 아라컨벤션홀

- 발제1 : 김영환 선임연구원(GIS를 이용한 급경사지 위험지역 추출기법 개발)
- 발제2 : 박기병(GIS를 이용한 기존 급경사지 제원 비교분석)
- 발제3 : 정민진(사면안정해석을 통한 급경사지 붕괴지역의 대책공법 수립)
- 발제4 : 객재환(토석류 수치모델을 활용한 곡성지역 토석류 피해지 유동모의)

2024년 09월 06일, 제주대학교 아라컨벤션홀에서 개최된 2024 한국방재안전학회에서 GIS를 이용한 급경사지 위험지역에 대한 과학적 추출기법 개발에 대한 소개와 기법의 정확도 검증에 대해 발표하였다.

협회 소식

회원 등록 현황

(2024. 11. 01 기준)

구 분	합계	개 인			단 체				특 별
		소계	종신	일반	소계	가급	나급	일반	소계
기존회원 (2024. 06. 18.)	324	275	100	175	39	5	23	11	10
가입 승인 대상자	27	26	5	21	1	1	0	0	0
승인 후 합계 (2024. 11. 01.)	351	301	105	196	40	6	23	11	10

◆ 회원 구분

- 회원은 개인회원과 단체회원 및 특별회원으로 구성
- 개인회원은 「급경사지 재해예방에 관한 법률」 제32조 제4항에 규정된 자로서 급경사지에 관한 학식과 경험이 풍부한 사람
- 단체회원은 법 제32조 제4항에 규정된 자로서 급경사지 안전관리와 관련된 연구단체, 용역단체, 물자의 생산 및 공사 등을 하는 단체
- 특별회원은 개인회원과 단체회원 이외의 자로서 정부, 급경사지관리기관, 공공기관 및 정부투자기관 등을 포함

급경사지 재해예방에 관한 법률 (약칭: 급경사지법)

[시행 2024. 8. 14.] [법률 제20269호, 2024. 2. 13., 일부개정]

행정안전부(재난경감과) 044-205-5157

제 1장 총칙

제 1조(목적) 이 법은 급경사지 붕괴위험지역의 지정·관리, 정비계획의 수립·시행, 응급대책 등에 관한 사항을 규정함으로써 급경사지 붕괴 등의 위험으로부터 국민의 생명과 재산을 보호하고 공공복리 증진에 이바지함을 목적으로 한다.

제 2조(정의) 이 법에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다. <개정 200 8. 12. 29., 2012. 12. 18., 2015. 1. 20., 2016. 5. 29., 2017. 3. 21., 2018. 10. 16., 2020. 6. 9.>

1. “급경사지(急傾斜地)”란 택지·도로·철도 및 공원시설 등에 부속된 자연 비탈면, 인공 비탈면(옹벽 및 축대 등을 포함한다. 이하 같다) 또는 이와 접한 산지로서 대통령령으로 정하는 것을 말한다.
2. “붕괴위험지역”이란 붕괴·낙석 등으로 국민의 생명과 재산의 피해가 우려되는 급경사지와 그 주변토지로서 제6조에 따라 지정·고시된 지역을 말한다.
3. “재해”란 「재난 및 안전관리 기본법」 제3조제1호가목의 자연재난으로 급경사지에서 발생하는 피해를 말한다.
4. “재해위험도평가”란 급경사지의 붕괴 등과 관련하여 사회적·지리적 여건, 붕괴위험요인 및 피해예상 규모, 재해발생 이력 등을 분석하기 위하여 경험과 기술을 갖춘 자가 육안 또는 기구 등으로 검사를 실시하고 정량(定量)·정성(定性)적으로 위험도를 분석·예측하는 것을 말한다.
5. “관리기관”이란 급경사지를 소유하거나 관리하는 다음 각 목의 행정기관 및 공공기관을 말한다.
 - 가. 지방자치단체
 - 나. 지방산림청
 - 다. 「한국농어촌공사 및 농지관리기금법」에 따른 한국농어촌공사
 - 라. 「한국토지주택공사법」에 따른 한국토지주택공사
 - 마. 삭제 <2012. 12. 18.>
 - 바. 「국가철도공단법」에 따른 국가철도공단
 - 사. 「도시철도법」에 따른 도시철도공사
 - 아. 「국립공원공단법」에 따른 국립공원공단
 - 자. 그 밖에 대통령령으로 정하는 행정기관 및 공공기관
6. “계측업”이란 이 법의 적용을 받는 급경사지 및 기타 대통령령으로 정하는 시설에 대한 상시계측을 업으로 하는 것을 말한다.

제 3조(적용범위) 「도로법」 제11조의 고속국도 및 같은 법 제12조의 일반국도, 「시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법」 제2조제1호의 시설물에 관하여는 이 법을 적용하지 아니한다. <개정 2008. 3. 21., 2014. 1. 14., 2017. 1. 17.>

제 4조(다른 법률과의 관계) 이 법은 급경사지의 지정·관리 및 응급대책 등에 관하여 다른 법률에 우선하여 적용한다.

제 2장 붕괴위험지역의 지정 및 관리

제 5조(급경사지에 대한 안전점검)

- ① 관리기관은 소관 급경사지에 대하여 연 2회 이상 안전점검을 실시하고, 특별자치시장·시장(『제주특별자치도 설치 및 국제자유도시 조성을 위한 특별법』 제11조제1항에 따른 행정시장을 포함한다. 이하 같다)·군수 또는 구청장(구청장은 자치구의 구청장을 말한다. 이하 같다)에게 그 결과를 통보하여야 한다. <개정 2017. 3. 21.>
- ② 관리기관은 제1항에 따른 안전점검 결과를 해당 관리기관의 인터넷 홈페이지를 통하여 공개하여야 한다. <신설 2020. 10. 20.>
- ③ 제 2항에 따라 공개하는 안전점검 결과의 범위, 공개 기간, 그 밖에 필요한 사항은 대통령령으로 정한다. <신설 2020. 10. 20.>
- ④ 특별자치시장·시장·군수 또는 구청장(이하 “시장·군수·구청장”이라 한다)은 관할 구역 안에 있는 급경사지에 대하여 연 1회 이상 안전점검을 실시하되, 제1항에 따른 결과통보를 받아 붕괴 위험성이 없다고 판단하는 급경사지에 대하여는 안전점검을 생략할 수 있다. <개정 2017. 3. 21., 2020. 10. 20.>
- ⑤ 시장·군수·구청장은 제4항에 따른 안전점검의 효율성을 높이기 위하여 필요한 경우 관계 기관 및 전문가와 합동하여 안전점검을 실시할 수 있다. <개정 2017. 3. 21., 2020. 10. 20.>
- ⑥ 시장·군수·구청장은 제4항 및 제5항에 따른 점검결과를 해당 관리기관 및 해당 토지의 소유자·점유자 또는 관리인(이하 “관계인”이라 한다)에게 통보하여 안전에 필요한 조치를 취하도록 하여야 한다. <개정 2017. 3. 21., 2020. 10. 20.>

제 5조의 2(급경사지 실태조사)

- ① 행정안전부장관 또는 특별시장·광역시장·특별자치시장·도지사·특별자치도지사(이하 “시·도지사”라 한다)는 급경사지의 현황을 파악하기 위하여 실태조사를 실시할 수 있다. 이 경우 그 결과를 시장·군수·구청장 및 관리기관에 통보하여야 한다.
 - ② 제 1항에 따른 실태조사 결과 새로이 파악된 급경사지가 있는 경우 시장·군수·구청장 및 관리기관은 특별한 사유가 없으면 이 법에 따라 해당 급경사지를 관리하여야 한다.
 - ③ 제 1항에 따른 실태조사의 범위와 방법 등에 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.
- [본조신설 2024. 2. 13.]

제 6조(붕괴위험지역의 지정 등)

- ① 관리기관은 소관 급경사지에 대하여 제5조에 따른 안전점검을 실시하여 붕괴위험지역으로 지정할 필요가 있는 때에는 재해위험도평가와 주민의견 수렴절차를 거쳐 그 지역을 관할하고 있는 시장·군수·구청장에게 붕괴위험지역의 지정을 요청하고, 그 요청을 받은 시장·군수·구청장은 특별한 사유가 없는 한 즉시 이를 지정·고시하여야 한다. 이를 변경하는 때에도 또한 같다. <개정 2015. 1. 20., 2017. 3. 21.>

급경사지 재해예방에 관한 법률 (약칭: 급경사지법)

[시행 2023. 6. 28.] [법률 제19117호, 2022. 12. 27., 타법개정]

- ② 시장·군수·구청장은 관할 구역 안에서 관리기관 외의 자가 소유하거나 관리하는 급경사지에 대하여 직접 재해위험도 평가를 하고 주민의견 수렴절차를 거쳐 붕괴위험지역으로 지정·고시할 수 있다. 이 경우 해당 시장·군수·구청장은 해당 붕괴위험지역의 관리기관이 된다.
 - ③ 제 1항의 붕괴위험지역의 지정과 관련하여 관리기관의 요청이 있는 경우에는 시장·군수·구청장이 주민의견을 수렴할 수 있다.
 - ④ 시장·군수·구청장은 제1항 또는 제2항에 따라 붕괴위험지역을 지정·고시한 때에는 그 사실을 관계인에게 알려주어야 한다. 다만, 관계인의 주소·거소가 분명하지 아니한 때에는 행정안전부령으로 정하는 바에 따라 고시로써 이를 갈음한다. <개정 2008. 2. 29., 2013. 3. 23., 2014. 11. 19., 2017. 7. 26.>
 - ⑤ 급경사지가 「자연재해대책법」 제12조에 따라 자연재해위험개선지구로 지정·고시된 경우에는 제1항 및 제2항에 따라 붕괴위험지역으로 지정·고시된 것으로 본다. <개정 2012. 10. 22.>
 - ⑥ 제 1항 및 제2항의 재해위험도평가의 방법·절차 등에 관한 사항 및 주민의견 수렴절차에 관한 사항은 대통령령으로 정하고, 그 밖에 붕괴위험지역의 지정·고시 및 변경 등에 관하여 필요한 사항은 행정안전부령으로 정한다. <개정 2008. 2. 29., 2013. 3. 23., 2014. 11. 19., 2017. 7. 26.>
 - ⑦ 시장·군수·구청장은 붕괴위험지역 정비사업 시행 등으로 재해위험이 해소된 경우에는 관계 전문가의 의견을 수렴하여 붕괴위험지역 지정을 해제하고 그 결과를 고시하여야 한다. <신설 2015. 1. 20.>
- [본조신설 2024. 2. 13.]

제 6조의 2(붕괴위험지역의 지정 권고)

- ① 행정안전부장관 또는 특별시장·광역시장·도지사·특별자치도지사는 제6조제1항 및 제2항에 따라 붕괴위험이 높은 소관 급경사지에 대하여 시장·군수·구청장이 붕괴위험지역으로 지정하지 아니하는 경우에는 시장·군수·구청장에게 해당지역을 붕괴위험지역으로 지정·고시하도록 권고할 수 있다. 이 경우 시장·군수·구청장은 특별한 사유가 없으면 이에 따라야 한다. <개정 2017. 3. 21., 2017. 7. 26.>
 - ② 시장·군수·구청장은 제6조제1항에 따라 관리기관이 붕괴위험이 높은 소관 급경사지에 대하여 붕괴위험지역의 지정을 요청하지 아니하는 경우에는 관리기관에게 해당 지역을 붕괴위험지역으로 지정 요청하도록 권고할 수 있다. 이 경우 관리기관은 특별한 사유가 없으면 이에 따라야 한다.
- [본조신설 2015. 1. 20.]

제 7조(현지조사의 실시 등)

- ① 관리기관의 장이 제 6조 제1항에 따라 붕괴위험지역의 지정요청을 하거나 시장·군수·구청장이 같은 조 제2항에 따라 붕괴위험지역으로 지정·고시하기 위하여 필요하다고 인정하는 경우에는 소속 직원과 급경사지 관련 전문가 등으로 구성된 현지조사단으로 하여금 현지조사를 실시하게 할 수 있다. <개정 2015. 1. 20.>
- ② 제 1항에 따라 현지조사를 실시하는 자는 필요한 경우 타인의 토지에 출입하거나 토지를 일시 사용할 수 있으며, 나무·흙·돌이나 그 밖의 장애물을 변경·제거할 수 있다.
- ③ 제2항에 따라 타인의 토지에 출입하거나 토지를 일시 사용하는 자 또는 장애물을 변경·제거하고자 하는 자는 행정안전부령으로 정하는 바에 따라 관계인의 동의를 받아야 한다. 다만, 관계인의 주소·거소가 분명하지

아니하여 동의를 받을 수 없을 때에는 관할 시장·군수·구청장의 허가를 받아야 한다. <개정 2008. 2. 29., 2013. 3. 23., 2014. 11. 19., 2017. 7. 26.>

- ④ 제 2항에 따라 타인의 토지에 출입하거나 토지를 일시 사용하는 자 또는 장애물을 변경, 제거하고자 하는 자는 그 권한을 나타내는 증표를 지니고 이를 관계인에게 내보여야 한다.
- ⑤ 제 2항에 따라 발생하는 손실의 보상에 대하여는 「공익사업을 위한 토지 등의 취득 및 보상에 관한 법률」에 따른다.

제 8조(급경사지의 계측관리 등)

- ① 관리기관 및 시장·군수·구청장은 급경사지 지반의 침하·활동·전도(顛倒) 및 붕괴 등으로 위치변화를 사전에 감지하기 위하여 필요하다고 판단되는 경우에는 대통령령으로 정하는 바에 따라 지속적인 계측(計測)·자료관리(이하 “상시계측관리”라 한다)를 직접하거나 제22조에 따른 계측업의 등록을 한 자에게 이를 대행하게 할 수 있다. <개정 2024. 2. 13.>
- ② 관리기관은 제1항에 따라 직접 상시계측관리를 하거나 대행하게 하는 경우에는 계측자료를 관할 시장·군수·구청장에게 실시간으로 제공하여야 한다. <개정 2017. 3. 21.>
- ③ 시장·군수·구청장은 제2항에 따라 제공받은 계측자료와 자체의 계측자료를 활용하여 긴급상황이 발생하는 때에는 신속히 해당 지역 주민을 대피시켜야 한다. <개정 2017. 3. 21.>
- ④ 누구든지 상시계측관리를 위하여 설치된 계측관리용 기구·장비 등을 훼손하여서는 아니 된다.
- ⑤ 국가는 관리기관 또는 시장·군수·구청장이 제1항에 따라 상시계측관리를 할 경우 계측기기 설치에 소요되는 비용의 일부를 지원할 수 있다. <신설 2015. 1. 20., 2024. 2. 13.>

[제목개정 2024. 2. 13.]

제 9조(주민대피 관리기준의 제정·운영)

- ① 시장·군수·구청장은 상시계측관리의 결과와 강수량·비탈면의 성상(性狀) 등을 고려하여 주민대피를 위한 관리기준을 제정·운영하여야 한다.
- ② 행정안전부장관은 관계 중앙행정기관의 장과 협의를 거쳐 제1항에 따른 관리기준의 제정·운영을 위한 지침을 작성하여 시장·군수·구청장에게 통보하고 그 이행상황에 대하여 지도·감독하여야 한다. <개정 2014. 11. 19., 2017. 7. 26.>

제 10조(붕괴위험지역에서의 행위 협의)

- ① 관계 행정기관이 붕괴위험지역에서 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 행위를 수반하는 허가·인가, 면허·승인·해제·결정·동의·협의 등(이하 “인·허가등”이라 한다)을 하고자 하는 때에는 미리 소관 관리기관과 협의를 하여야 한다. 다만, 「자연재해대책법」 제4조에 따라 재해영향평가등의 협의를 한 경우에는 그러하지 아니하다. <개정 2017. 10. 24.>
 - 1. 토석의 굴착을 수반하는 관로(管路)의 설치, 철탑의 설치, 도로·교량 등 구조물의 설치 행위
 - 2. 토석의 굴착을 수반하는 건축물을 신축하거나 증축·개축하는 행위

급경사지 재해예방에 관한 법률 (약칭: 급경사지법)

[시행 2023. 6. 28.] [법률 제19117호, 2022. 12. 27., 타법개정]

3. 옹벽·축대 및 측구(側溝) 등을 변경하는 행위
 4. 수목을 벌채하거나 잔디 등을 제거하는 행위
 5. 그 밖에 급경사지의 안정을 저해하는 행위로서 대통령령으로 정하는 사항
- ② 관계 행정기관이 제1항의 협의를 하고자 하는 때에는 대통령령으로 정하는 서류를 갖추어 협의를 요청하여야 하며, 협의를 요청받은 관리기관은 관계 행정기관에 협의결과를 통보하여야 한다.
- ③ 제 2항에 따라 협의의 결과를 통보받은 관계 행정기관은 특별한 사유가 없는 한 이를 반영하기 위하여 필요한 조치를 하여야 하며, 조치한 결과 또는 이후의 조치계획을 관리기관에 통보하여야 한다.
- ④ 제 3항에 따라 협의결과가 해당 행정계획이나 개발사업에 반영된 경우에 관계 행정기관 및 관련 사업자는 이를 성실히 이행하여야 한다.
- ⑤ 관리기관은 제4항에 따른 협의결과와 이행을 위하여 관계 행정기관 및 사업자에게 공사중지 등의 필요한 조치를 요청할 수 있다. 이 경우 관계 행정기관 및 관련 사업자는 특별한 사유가 없는 한 이에 응하여야 한다.
- ⑥ 관계 행정기관은 제1항의 협의 절차가 완료되기 전에는 인·허가등을 하여서는 아니 된다.

제 11조(위험표지의 설치)

- ① 관리기관은 붕괴위험지역에 위험을 알리는 표지를 설치하여야 한다.
- ② 제1항에 따라 붕괴위험지역에 설치하는 위험표지의 크기·기재사항 등에 관한 세부사항은 행정안전부령으로 정한다. <개정 2008. 2. 29., 2013. 3. 23., 2014. 11. 19., 2017. 7. 26.>
- ③ 누구든지 제1항 및 제2항에 따라 위험표지를 설치한 자의 허락 없이 이를 이전하거나 훼손하여서는 아니 된다.

제 3장 붕괴위험지역의 정비계획 수립·추진

제 12조(붕괴위험지역 정비 중기계획의 수립)

- ① 관리기관은 붕괴위험지역에 대하여 대통령령으로 정하는 바에 따라 매 5년 단위의 붕괴위험지역 정비 중기계획(이하 “중기계획”이라 한다)을 수립하여 시장·군수·구청장에게 통보하여야 하며, 시장·군수·구청장은 이를 특별시장·광역시장·도지사 또는 특별자치도지사를 거쳐 행정안전부장관에게 제출하여야 한다. 다만, 특별자치시장은 관리기관으로부터 통보받은 중기계획을 직접 행정안전부장관에게 제출하여야 한다. <개정 2013. 8. 6., 2015. 1. 20., 2017. 3. 21., 2017. 7. 26.>
- ② 행정안전부장관은 제1항에 따라 제출받은 중기계획에 대하여 필요하다고 인정되는 때에는 중기계획의 수정 또는 보완을 요구할 수 있고 이를 요구받은 관리기관은 특별한 사유가 없는 한 이에 응하여야 한다. <개정 2013. 8. 6., 2017. 3. 21., 2017. 7. 26.>
- ③ 시장·군수·구청장은 제1항에 따라 중기계획을 수립함에 있어서 급경사지 정비사업에 과도한 예산이 사용되거나 급경사지 정비만으로 근원적인 붕괴위험요인의 제거가 어렵다고 판단되는 경우에는 주민의견 수렴 등의 절차와 경제성 분석을 거쳐 이주대책을 수립할 수 있다.
- ④ 제 3항에 따른 이주대책의 수립에 관하여는 「공익사업을 위한 토지 등의 취득 및 보상에 관한 법률」 제78조를 준용한다.

제 13조(붕괴위험지역의 정비사업 실시계획)

- ① 관리기관은 제12조에 따라 수립된 중기계획을 기초로 대통령령으로 정하는 바에 따라 매년 정비사업 실시계획을 관계 행정기관의 장과 협의를 거쳐 수립하고 이를 고시하여야 한다. 이를 변경하는 때에도 또한 같다.
- ② 제 1항에 따라 관리기관이 정비사업 실시계획을 수립함에 있어서 붕괴위험지역에 인접한 지역으로부터 흙과 돌 등의 유출 및 산사태 등으로 붕괴위험지역에 피해가 우려되는 때에는 그 인접한 지역에 대한 피해방지 사업을 포함하여 수립할 수 있다. <개정 2019. 12. 10.>
- ③ 관리기관은 특별한 사유가 없는 한 제1항에 따라 관계 행정기관의 장과의 협의를 거친 사항을 반영하기 위하여 필요한 조치를 하여야 하며, 조치한 결과 또는 향후의 조치계획을 관계 행정기관의 장에게 통보하여야 한다.
- ④ 관리기관은 제1항에 따라 수립한 정비사업 실시계획을 관할 시장·군수·구청장에게 제출하여야 하며, 시장·군수·구청장은 특별시장·광역시장·도지사 또는 특별자치도지사를 거쳐 이를 행정안전부장관에게 제출하여야 한다. 다만, 특별자치시장은 관리기관으로부터 제출받은 정비사업 실시계획을 직접 행정안전부장관에게 제출하여야 한다. <개정 2013. 8. 6., 2017. 3. 21., 2017. 7. 26.>
- ⑤ 특별시장·광역시장·도지사·특별자치도지사 또는 시장·군수·구청장이 붕괴위험지역에 대하여 정비사업 실시계획을 수립한 경우에는 「자연재해대책법」 제70조에 따라 정비사업에 사용되는 비용의 전부 또는 일부를 국고에서 지원할 수 있다. <개정 2015. 1. 20., 2017. 3. 21.>
- ⑥ 행정안전부장관은 제1항의 정비사업 실시계획에 대한 추진실적을 확인하고 기관평가를 실시한 후 포상을 할 수 있다. <개정 2014. 11. 19., 2017. 7. 26.>

제 13조의2(붕괴위험지역 정비사업의 기준)

행정안전부장관은 붕괴위험지역 정비사업의 품질과 안전을 확보하고 관련 기술의 향상을 도모하기 위하여 붕괴위험지역 정비사업 관련 조사·계획·설계·시공 등에 필요한 기준을 정하여 고시하여야 한다.
[본조신설 2024. 2. 13.]

제 14조(다른 법률에 따른 인·허가등의 의제)

제 13조제1항에 따른 붕괴위험지역의 정비사업 실시계획을 수립함에 있어서 관리기관이 다음 각 호의 인·허가등에 관하여 관계 행정기관의 장과 미리 협의한 사항에 대하여 정비사업 실시계획을 고시한 때에 해당 인·허가등을 받은 것으로 보며, 관계 법률에 따른 인·허가등의 고시 또는 공고가 있는 것으로 본다. <개정 2008. 3. 21., 2010. 4. 15., 2014. 1. 14., 2019. 12. 10., 2022. 12. 27.>

1. 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제56조에 따른 개발행위의 허가
2. 「도로법」 제61조에 따른 도로 점용
3. 「공유수면 관리 및 매립에 관한 법률」 제8조에 따른 공유수면의 점용·사용허가 및 같은 법 제28조에 따른 공유수면의 매립면허
4. 삭제 <2010. 4. 15.>
5. 「농지법」 제34조에 따른 농지의 전용허가·협의 및 같은 법 제36조에 따른 농지의 타용도 일시사용허가 등
6. 「초지법」 제23조에 따른 초지의 전용 등

급경사지 재해예방에 관한 법률 (약칭: 급경사지법)

[시행 2023. 6. 28.] [법률 제19117호, 2022. 12. 27., 타법개정]

7. 「산지관리법」 제14조에 따른 산지전용허가, 같은 법 제25조에 따른 토석채취허가 등, 「산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률」 제36조제1항 및 제5항에 따른 입목벌채등의 허가 및 신고 등
8. 「사방사업법」 제14조에 따른 사방지안에서의 행위제한

제 4장 붕괴위험지역에서의 조치

제 15조(붕괴위험지역의 안전 확보)

- ① 제 6조 제4항에 따라 붕괴위험지역의 지정을 통보받은 다음 각 호의 관계인은 붕괴위험의 해소를 위하여 자체 안전점검을 실시하고, 응급조치 및 보수·보강 등의 필요한 조치를 취하여 급경사지의 안정성을 확보하여야 한다. <개정 2015. 8. 11.>
 1. 「공동주택관리법」 제2조제1항제10호에 따른 관리주체 등
 2. 「산업집적활성화 및 공장설립에 관한 법률」 제30조 및 같은 법 제31조에 따른 관리권자등 및 관리공단등
- ② 제 1항의 관계인은 붕괴위험지역의 안전을 위하여 유지관리에 필요한 비용을 확보하는 등 재해예방을 위하여 노력하여야 한다.

제 16조(토지등의 수용·사용)

- ① 관리기관은 제13조에 따라 붕괴위험지역의 정비사업의 시행을 위하여 필요하다고 인정하는 때에는 사업구역 안에 있는 토지·물건 또는 권리(이하 "토지등"이라 한다)를 수용 또는 사용할 수 있다.
- ② 제 13조에 따라 붕괴위험지역의 정비사업 실시계획을 고시한 때에는 「공익사업을 위한 토지 등의 취득 및 보상에 관한 법률」 제20조제1항 및 같은 법 제22조의 사업인정과 사업인정의 고시가 있는 것으로 보며, 재결신청은 같은 법 제23조제1항 및 같은 법 제28조제1항에도 불구하고 해당 붕괴위험지역의 정비사업기간 내에 이를 하여야 한다. <개정 2019. 12. 10.>
- ③ 제 1항에 따른 수용 또는 사용에 관하여는 이 법에 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 「공익사업을 위한 토지 등의 취득 및 보상에 관한 법률」을 준용한다.

제 5장 응급대책 및 응급부담

제 17조(재해예방을 위한 긴급안전조치 등)

- ① 시장·군수·구청장은 제5조에 따라 안전점검을 실시한 결과 붕괴위험이 있는 관할 구역의 급경사지에서 재해가 발생하였거나 발생할 우려가 있는 때에는 대통령령으로 정하는 바에 따라 관계인에게 관련 시설의 사용을 제한·금지하거나 보수·보강 또는 제거하는 등의 안전조치를 명령할 수 있다. 이 경우 시장·군수·구청장은 해당 급경사지 주변에 안전조치명령이 있었다는 사실을 알리는 표지를 설치하고, 지방자치단체의 공보 또는 인터넷 홈페이지 등에 그 사실을 게재하여야 한다. <개정 2017. 3. 21., 2024. 2. 13.>
- ② 제 1항의 안전조치명령을 받은 관계인이 안전조치를 이행한 때에는 행정안전부령으로 정하는 바에 따라 그 결과를 시장·군수·구청장에게 통보하여야 한다. <개정 2008. 2. 29., 2013. 3. 23., 2014. 11. 19., 2017. 7. 26.>

- ③ 시장·군수·구청장은 제1항에 따른 안전조치명령을 받은 자가 그 명령을 이행하지 아니하는 경우에는 그에 대신하여 필요한 안전조치를 취할 수 있다. 이 경우 「행정대집행법」을 준용한다.

제 18조(대피명령 등)

시장·군수·구청장은 붕괴위험지역에서 재해가 발생하거나 발생할 우려가 있는 때에 사람의 생명 또는 신체에 대한 위해를 방지하기 위하여 필요한 경우에는 해당 지역의 주민이나 위험지역에 있는 자에게 대피명령 또는 강제대피 등의 조치를 할 수 있다.

제 19조(토지 등의 시설의 일시 사용 등)

- ① 시장·군수·구청장은 관할 구역 안의 붕괴위험지역에서 재해가 발생하거나 발생할 우려가 있어 응급조치를 하여야 할 사정이 있는 때에는 해당 재해현장에 있는 자 또는 인근에 거주하는 자에 대하여 응급조치를 하도록 하거나 대통령령으로 정하는 바에 따라 다른 사람의 토지·건축물·공작물, 그 밖의 소유물을 일시 사용할 수 있으며 장애물을 변경 또는 제거할 수 있다. <개정 2019. 12. 10.>
- ② 시장·군수·구청장은 제1항에 따른 응급조치로 손실이 발생한 때에는 「공익사업을 위한 토지 등의 취득 및 보상에 관한 법률」에 따라 보상하여야 한다.
- ③ 시장·군수·구청장은 제1항에 따라 응급조치에 종사한 자에 대한 치료와 보상에 대하여는 「재난 및 안전관리 기본법」 제65조를 준용한다. <개정 2017. 3. 21.>

제 6장 재해예방을 위한 기술의 축적 및 보급 등

제 20조(급경사지에 관한 정보체제의 구축)

- ① 관계 법령에 따른 각종 인·허가등으로 급경사지를 조성한 자가 관련 사업을 준공한 때에는 준공도서를 관할 시장·군수·구청장에게 제출하여야 한다. <개정 2017. 3. 21.>
- ② 관리기관은 관리하고 있는 급경사지의 제원(諸元)·사진·지반조사서 등의 현황자료를 그 급경사지가 위치하는 관할 시장·군수·구청장에게 제출하여야 한다. <개정 2017. 3. 21.>
- ③ 시장·군수·구청장은 제 1항 및 제 2항에 따른 준공도서 및 현황자료 등과 관할 구역 안에서 시행하는 대통령령으로 정하는 규모 이상의 공사에 대한 토질조사 등의 자료를 제출받아 데이터베이스를 구축하고, 이를 필요로 하는 자에게 해당 정보를 제공하여야 한다. <개정 2017. 3. 21.>
- ④ 행정안전부장관은 제1항부터 제 3항까지의 규정에 따른 데이터베이스의 구축에 필요한 시스템을 개발·보급·운영하여야 하며, 각종 설계·시공 및 붕괴위험예측 등에 활용할 수 있는 전국단위의 지반재해위험지도를 작성하여 보급하여야 한다. <개정 2014. 11. 19., 2017. 7. 26.>
- ⑤ 제 1항 및 제 2항에 따라 시장·군수·구청장에게 제출하는 준공도서 및 급경사지 현황자료에 관하여 필요한 사항은 대통령령으로 정한다. <개정 2017. 3. 21.>

급경사지 재해예방에 관한 법률 (약칭: 급경사지법)

[시행 2023. 6. 28.] [법률 제19117호, 2022. 12. 27., 타법개정]

제 21조(데이터베이스의 표준지침)

행정안전부장관은 종합적이고 일원화된 정보제공을 위한 체제의 확립을 위하여 제20조에 따라 구축되는 데이터베이스의 통합 및 호환을 위한 표준지침을 마련하여야 하며, 급경사지의 안전관리와 재해예방에 관한 정보와 기술의 축적 및 보급을 위하여 노력하여야 한다. <개정 2014. 11. 19., 2017. 7. 26.>

제 22조(계측업의 등록)

- ① 상시계측관리를 업으로 하려는 자는 대통령령으로 정하는 기술능력 및 시설 등의 등록기준을 갖추어 행정안전부령으로 정하는 바에 따라 시·도지사에게 등록하여야 한다. 등록된 사항 중 대통령령으로 정하는 사항을 변경하려는 경우에도 또한 같다. <개정 2008. 2. 29., 2013. 3. 23., 2014. 11. 19., 2015. 1. 20., 2017. 3. 21., 2017. 7. 26., 2024. 2. 13.>
- ② 제 1항에 따라 계측업을 등록한 자(이하 "계측업자"라 한다)가 사업을 폐업하거나 휴업하려는 경우에는 행정안전부령으로 정하는 바에 따라 시·도지사에게 신고하여야 한다. <개정 2008. 2. 29., 2013. 3. 23., 2014. 11. 19., 2015. 1. 20., 2017. 7. 26.>

제 23조(계측업자의 결격사유)

다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자는 계측업의 등록을 할 수 없다. <개정 2017. 3. 21., 2021. 1. 12.>

1. 피성년후견인
2. 이 법을 위반하여 금고 이상의 실형을 선고받고 그 집행이 종료(집행이 종료되는 것으로 보는 경우를 포함한다)되거나 집행이 면제된 날부터 2년이 경과되지 아니한 자
3. 이 법을 위반하여 징역형의 집행유예를 선고받고 그 유예기간 중에 있는 자
4. 계측업의 등록이 취소(제1호에 해당하여 등록이 취소된 경우는 제외한다)된 후 2년이 경과되지 아니한 자
5. 임원 중에 제 1호부터 제 4호까지의 어느 하나에 해당하는 자가 있는 법인

제 24조(계측업자의 지위승계)

- ① 계측업자는 다른 계측업자의 사업을 양도·양수하거나 다른 계측업자인 법인을 합병하려는 경우에는 대통령령으로 정하는 바에 따라 시·도지사에게 신고하여야 한다. <개정 2015. 1. 20.>
- ② 제 1항에 따라 신고한 양수인 및 합병에 따라 설립되거나 합병 후 존속하는 법인은 양도인 및 합병 전 법인의 계측업자로서의 지위를 각각 승계한다.
- ③ 계측업자가 사망한 경우 그 상속인이 계측업자의 지위를 승계하여 계측업을 하려는 경우에는 대통령령으로 정하는 바에 따라 시·도지사에게 신고하여야 한다. <개정 2015. 1. 20.>
- ④ 시·도지사는 제1항 및 제3항에 따른 신고를 받은 날부터 14일 이내에 신고수리 여부를 신고인에게 통지하여야 한다. <신설 2018. 10. 16.>
- ⑤ 시·도지사가 제4항에서 정한 기간 내에 신고수리 여부나 민원 처리 관련 법령에 따른 처리기간의 연장을 신고인에게 통지하지 아니하면 그 기간(민원 처리 관련 법령에 따라 처리기간이 연장 또는 재연장된 경우에는 해당 처리기간을 말한다)이 끝난 날의 다음 날에 신고를 수리한 것으로 본다. <신설 2018. 10. 16.>
- ⑥ 제1항 및 제3항에 따른 신고에 관하여 제23조를 준용한다. <개정 2018. 10. 16.>

제 25조(계측업의 등록취소 등)

- ① 시·도지사는 계측업자가 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 때에는 등록을 취소하거나 3개월 이내의 기간을 정하여 그 영업의 정지를 명할 수 있다. 다만, 제1호 또는 제3호에 해당하는 때에는 그 등록을 취소하여야 한다. <개정 2015. 1. 20., 2017. 3. 21.>
 1. 거짓 또는 부정한 방법으로 제22조의 등록을 한 때
 2. 제 22조 제1항에 따른 등록기준에 미달한 때
 3. 제 23조 각 호의 어느 하나에 해당하게 된 때. 다만, 법인의 임원 중 제23조제5호에 해당하는 자가 있는 경우 3개월 이내에 그 임원을 교체 임명한 때를 제외한다.
 4. 계측업 등록증이나 명의를 다른 사람에게 대여하거나 도급 받은 계측업무를 하도급한 때
 5. 계측결과를 거짓으로 작성하거나 고의 또는 중대한 과실로 부실하게 작성한 때
 6. 등록 후 정당한 사유 없이 2년 이상营业을 개시하지 아니한 때
- ② 제 1항에 따른 위반행위별 처분기준은 그 사유와 위반정도를 감안하여 행정안전부령으로 정한다. <개정 2008. 2. 29., 2013. 3. 23., 2014. 11. 19., 2017. 7. 26.>

제 26조(계측기기의 성능검사)

- ① 계측업자가 상시계측관리를 함에 있어서는 행정안전부장관이 실시하는 성능검사(이하 "성능검사"라 한다)에 합격한 계측기기를 사용하여야 한다. <개정 2014. 11. 19., 2017. 7. 26.>
- ② 성능검사의 대상·기준 및 절차 등에 관하여 필요한 사항은 행정안전부령으로 정한다. <개정 2008. 2. 29., 2013. 3. 23., 2014. 11. 19., 2017. 7. 26.>
- ③ 행정안전부장관은 제2항에 따른 성능검사 결과가 적합한 경우에는 행정안전부령으로 정하는 바에 따라 검사필증을 교부하여야 한다. <개정 2008. 2. 29., 2013. 3. 23., 2014. 11. 19., 2017. 7. 26.>
- ④ 행정안전부장관은 제27조에 따라 등록을 한 자(이하 "성능검사대행자"라 한다)로 하여금 성능검사를 대행하게 할 수 있다. 이 경우 성능검사대행자는 제2항에 따른 성능검사 결과가 적합한 경우에는 행정안전부령으로 정하는 바에 따라 검사필증을 교부하여야 한다. <개정 2008. 2. 29., 2013. 3. 23., 2014. 11. 19., 2017. 7. 26.>

제 27조(성능검사대행자의 등록 등)

- ① 성능검사를 대행하려는 자는 대통령령으로 정하는 기술능력 및 시설 등의 등록기준을 갖추어 시·도지사에게 등록하여야 한다. 등록된 사항 중 대통령령으로 정하는 사항을 변경하려는 경우에도 또한 같다. <개정 2014. 11. 19., 2015. 1. 20., 2017. 7. 26., 2020. 2. 18.>
- ② 성능검사대행자는 성능검사를 하는 때에 검사수수료를 징수할 수 있다.
- ③ 성능검사대행자의 지위승계에 대하여는 제24조를 준용한다. 이 경우 "계측업자"를 "성능검사대행자"로 본다.

제 28조(성능검사대행자의 결격사유)

- 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자는 성능검사대행자의 등록을 할 수 없다. <개정 2017. 3. 21., 2021. 1. 12.>
1. 파견년후견인
 2. 이 법을 위반하여 금고 이상의 실형을 선고받고 그 집행이 종료(집행이 종료되는 것으로 보는 경우를 포함한다)되거나 집행이 면제된 날부터 2년이 경과되지 아니한 자

급경사지 재해예방에 관한 법률 (약칭: 급경사지법)

[시행 2023. 6. 28.] [법률 제19117호, 2022. 12. 27., 타법개정]

3. 이 법을 위반하여 징역형의 집행유예를 선고받고 그 유예기간 중에 있는 자
4. 성능검사대행자의 등록이 취소(제1호에 해당하여 등록이 취소된 경우는 제외한다)된 후 2년이 경과되지 아니한 자
5. 임원 중에 제1호부터 제4호까지의 어느 하나에 해당하는 자가 있는 법인

제 29조(성능검사대행자의 등록취소 등)

- ① 시·도지사는 성능검사대행자가 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 등록을 취소하거나 3개월 이내의 기간을 정하여 그 업무의 정지를 명할 수 있다. 다만, 제1호 또는 제3호에 해당하는 경우에는 그 등록을 취소하여야 한다. <개정 2014. 11. 19., 2015. 1. 20., 2017. 3. 21., 2017. 7. 26., 2020. 2. 18.>
 1. 거짓 또는 부정한 방법으로 제27조에 따른 등록을 한 때
 2. 제27조제1항에 따른 대행자의 등록기준에 미달한 때
 3. 제 28조 각 호의 어느 하나에 해당하게 된 때. 다만, 법인의 임원 중 제28조제5호에 해당하는 자가 있는 경우 3개월 이내에 그 임원을 교체 임명한 때를 제외한다.
 4. 성능검사대행자 등록증이나 명의를 다른 사람에게 대여한 때
 5. 성능검사 결과를 거짓으로 작성하거나 부정한 방법으로 성능검사를 행한 때
 6. 정당한 사유 없이 성능검사를 거부 또는 기피한 때
- ② 제 1항에 따른 위반행위별 처분기준은 그 사유와 위반정도를 감안하여 행정안전부령으로 정한다. <개정 2008. 2. 29., 2013. 3. 23., 2014. 11. 19., 2017. 7. 26.>

제 30조(계측전문인력의 사전 실무교육)

- ① 상시계측관리의 공정성과 공신력의 확보 및 기술력의 증진을 위하여 다음 각 호에 해당하는 자는 행정안전부령으로 정하는 바에 따라 행정안전부장관이 실시하는 실무교육훈련과정을 사전에 이수하여야 한다. <개정 2008. 2. 29., 2013. 3. 23., 2014. 11. 19., 2017. 7. 26., 2024. 2. 13.>
 1. 제 8조 제1항에 따라 상시계측관리 업무를 수행하는 자(대행하게 하는 경우는 제외한다)
 2. 제 22조 제1항에 따라 계측업에 종사하는 전문기술자
 3. 제 27조 제1항에 따라 성능검사대행업무에 종사하는 전문기술자
- ② 행정안전부장관은 방재 관련 전문기관 또는 단체를 교육기관으로 지정·고시하여 제1항에 따른 실무교육을 대행하게 할 수 있다. <개정 2014. 11. 19., 2017. 7. 26.>
- ③ 제1 항에 따라 교육훈련을 받아야 할 자의 소속 기관 또는 그 자를 고용하고 있는 사용자는 해당 교육훈련 대상자가 교육을 받는데 필요한 경비를 부담하여야 한다. <개정 2024. 2. 13.>
- ④ 제 2항에 따른 교육기관의 지정요건 및 절차 등에 관하여 필요한 사항은 행정안전부령으로 정한다. <개정 2008. 2. 29., 2013. 3. 23., 2014. 11. 19., 2017. 7. 26.>

제 31조(계측비용 및 검사수수료의 산정기준)

행정안전부장관은 상시계측관리에 사용되는 계측비용과 계측기기의 성능검사 수수료에 대한 산정기준을 표준비용 등을 고려하여 작성·고시하여야 한다. <개정 2014. 11. 19., 2017. 7. 26.>

제 32조(청문)

시·도지사는 제25조 또는 제29조에 따라 계측업의 등록 또는 성능검사대행자의 등록을 취소하거나 영업정지 또는 업무정지를 명하려는 경우에는 청문을 하여야 한다. <개정 2014. 11. 19., 2015. 1. 20., 2017. 7. 26., 2020. 2. 18.>

제 32조의2(한국급경사지안전협회의 설립)

- ① 급경사지에 관한 연구 및 정보교류의 활성화와 급경사지에 대한 안전관리 강화를 지원하기 위하여 한국급경사지안전협회(이하 "협회"라 한다)를 설립할 수 있다.
- ② 협회는 법인으로 한다.
- ③ 협회는 그 주된 사무소의 소재지에서 설립등기를 함으로써 성립한다.
- ④ 협회의 회원은 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 사람 또는 단체로 한다.
 1. 급경사지 안전관리와 관련된 연구단체
 2. 급경사지에 관한 학식과 경험이 풍부한 사람으로서 정관으로 정하는 사람
 3. 급경사지 안전관리와 관련된 용역, 물자의 생산, 공사 등을 하는 사람 또는 단체
 4. 그 밖에 정관으로 정하는 사람 또는 단체
- ⑤ 협회의 업무는 다음 각 호와 같다.
 1. 급경사지 재해 예방과 방재의식 고취를 위한 교육 및 홍보
 2. 급경사지 재해 예방, 재해 응급대책 및 재해 복구 등에 관한 자료의 조사·수집 및 보급
 3. 급경사지 재해 예방, 재해 응급대책 및 재해 복구 등에 관한 각종 간행물의 발간
 4. 급경사지 분야의 기술발전을 위한 관련 산업의 육성·지원과 기술의 개발
 5. 민간 주도의 급경사지 재해 관련 국내의 행사의 유치
 6. 급경사지 분야 전문인력의 양성 지원 및 인력 데이터베이스 구축·관리
 7. 급경사지 분야에 관한 정부 위탁사업의 수행
 8. 그 밖에 급경사지 안전관리에 관하여 대통령령으로 정하는 사항

[본조신설 2019. 12. 10.]

제 32조의3(협회의 정관 등)

- ① 협회의 정관 기재사항, 임원의 수 및 임기, 임원의 선임방법, 감독 등에 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.
- ② 협회의 운영경비는 회비 및 그 밖의 사업수익으로 충당한다.
- ③ 협회에 관하여 이 법에 규정된 것을 제외하고는 「민법」 중 사단법인에 관한 규정을 준용한다.

[본조신설 2019. 12. 10.]

제 33조(권한 또는 업무의 위임·위탁)

- ① 이 법에 따른 행정안전부장관의 권한은 그 일부를 대통령령으로 정하는 바에 따라 시·도지사에게 위임할 수 있다. <개정 2014. 11. 19., 2015. 1. 20., 2017. 7. 26., 2024. 2. 13.>
- ② 이 법에 따른 행정안전부장관, 특별시장·광역시장·도지사·특별자치도지사, 시장·군수·구청장 또는 관리기관의 업무 중 다음 각 호의 업무는 대통령령으로 정하는 바에 따라 협회에 위탁할 수 있다. <신설 2024. 2. 13>

급경사지 재해예방에 관한 법률 (약칭: 급경사지법)

[시행 2023. 6. 28.] [법률 제19117호, 2022. 12. 27., 타법개정]

1. 제5조에 따른 급경사지에 대한 안전점검
2. 제5조의2제1항에 따른 급경사지 실태조사
3. 제6조제1항 및 제2항에 따른 재해위험도평가
4. 제13조의2에 따른 붕괴위험지역 정비사업의 기준에 관한 도서(圖書) 등의 작성·보급
5. 제20조제3항에 따른 데이터베이스의 구축

[제목개정 2024. 2. 13.]

제 33조의2(업무의 대행)

① 관리기관은 다음 각 호의 업무 중 기초·타당성 조사 및 분석, 기본·실시 설계 등 전문성이 요구되는 사항에 대하여 「자연재해대책법」 제2조제14호에 따른 방재관리대책대행자(이하 이 조에서 “대행자”라 한다)로 하여금 대행하게 할 수 있다.

1. 제5조에 따른 급경사지에 대한 안전점검
2. 제6조에 따른 재해위험도평가
3. 제12조에 따른 중기계획의 수립
4. 제13조에 따른 붕괴위험지역의 정비사업 실시계획의 수립

② 대행자의 선정 절차·방법 등에 관한 사항은 대통령령으로 정한다.

③ 관리기관이 대행자로 하여금 업무를 대행시키는 경우 업무 대행 비용의 산정기준, 대행자 등록의 결격사유, 대행자의 준수사항, 업무의 휴업 또는 폐업, 대행자 실태 점검, 대행자의 등록취소, 청문, 등록취소 또는 업무정지된 대행자의 업무 계속 등에 관하여는 「자연재해대책법」 제38조제2항 및 제38조의2부터 제44조까지의 규정을 준용한다.

[본조신설 2019. 12. 10.]

제 7장 벌칙

제 34조(벌칙)

다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자는 2년 이하의 징역 또는 2천만원 이하의 벌금에 처한다.

1. 제 22조에 따른 등록을 하지 아니하거나 제25조에 따라 등록이 취소된 자가 상시계측관리업을 한 때
2. 제 27조에 따른 등록을 하지 아니하거나 제29조에 따라 등록이 취소된 자가 성능검사대행업을 한 때
3. 거짓 또는 부정한 방법으로 제22조 또는 제27조에 따른 등록을 한 때

제 35조(벌칙)

다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자는 1년 이하의 징역 또는 1천만원 이하의 벌금에 처한다. <개정 2019. 12. 10.>

1. 제 25조에 따른 영업정지기간 중에 계속하여 업무를 한 때
2. 제 26조제4항에 따른 성능검사대행자가 성능검사를 부정하게 한 때
3. 제 29조에 따른 업무정지기간 중에 계속하여 업무를 한 때
4. 제 33조의2제3항에 따라 준용되는 「자연재해대책법」 제38조제2항에 따른 대행자 등록을 하지 아니하고 업무를 대행한 때

제 36조(양벌규정)

법인의 대표자나 법인 또는 개인의 대리인, 사용인, 그 밖의 종업원이 그 법인 또는 개인의 업무에 관하여 제 34조 또는 제 35조의 위반행위를 하면 그 행위자를 벌하는 외에 그 법인 또는 개인에게도 해당 조문의 벌금형을 과(科)한다. 다만, 법인 또는 개인이 그 위반행위를 방지하기 위하여 해당 업무에 관하여 상당한 주의와 감독을 게을리하지 아니한 경우에는 그러하지 아니하다.

[전문개정 2008. 12. 26.]

제 37조(과태료)

① 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자에게는 200만원 이하의 과태료를 부과한다.

1. 제 8조 제4항에 따른 상시계측관리용 기구·장비 등을 훼손한 자
2. 제 11조 제3항을 위반하여 위험표지를 이전하거나 훼손한 자
3. 제 15조 제1항에 따라 자체 안전점검을 실시하지 아니하거나 응급조치 등 필요한 조치를 취하지 아니한 자
4. 제 17조 제1항의 안전조치명령을 이행하지 아니한 자
5. 제 18조에 따른 대피 등 명령을 거부한 자
6. 제 19조에 따른 토지·건축물 등의 일시사용 또는 장애물의 변경이나 제거를 거부 또는 방해한 자
7. 제 20조 제1항에 따른 급경사지 관련 준공도서의 제출을 이행하지 아니한 자
8. 제 24조 제1항 및 제3항(제27조제3항에서 준용하는 경우를 포함한다)을 위반하여 계측업의 양도·양수 등에 관한 신고를 하지 아니한 자

② 제 1항에 따른 과태료는 대통령령으로 정하는 바에 따라 시·도지사 또는 시장·군수·구청장이 부과·징수한다.

<개정 2020. 2. 18.>

③ 삭제 <2015. 1. 20.>

④ 삭제 <2015. 1. 20.>

⑤ 삭제 <2015. 1. 20.>

부칙 <제 20269호, 2024. 2. 13.>

제 1조

(시행일) 이 법은 공포 후 6개월이 경과한 날부터 시행한다.

제 2조

(상시계측관리 업무를 수행하는 자의 사전 실무교육에 관한 경과조치) 이 법 시행 당시 제8조제1항에 따라 상시계측관리 업무를 수행하고 있는 자는 이 법 시행 후 6개월 이내에 제30조제1항제1호의 개정규정에 따라 실무교육훈련과정을 이수하여야 한다.



한국경사지안전협회
KOREA SLOPE SAFETY ASSOCIATION

세종특별자치시 나성북1로 22, 디펠리체 1002
전화번호 : 044-868-5680 / 팩스 : 044-868-5681