

절토사면

안전점검 및 정밀안전진단

세 부 지 침

2009. 3.



국토해양부



한국시설안전공단

이 책자는 「시설물의 안전관리에 관한 특별법」 제13조 및 같은 법 시행령 제13조에 따라 제정한 「안전점검 및 정밀안전진단 지침」 (국토해양부 고시, 제2008-838호, '08. 12. 31)의 시행을 위하여 세부 지침을 정한 것으로 안전점검 및 정밀안전진단 종사자는 본 세부지침에 따라 실시하되, 개별 시설물의 특성 및 제반여건 등을 고려하여 적절히 응용 실시할 수 있습니다.

제 목 차 례

제1장 서 론	1
1.1 목적	3
1.2 적용 범위	4
1.3 용어 정의	5
 제2장 시설물의 안전 관리	9
2.1 시설물 관리일반	11
2.1.1 시설물 관리 목적	11
2.1.2 시설물의 안전 및 유지관리계획 수립·제출	11
2.1.3 설계도서 등의 보존	12
2.1.4 감리보고서, 설계도서 등 관련서류 및 시설물관리대장 작성·제출	15
2.1.5 안전점검·정밀안전진단 및 유지관리의 실적 제출	15
2.2 안전점검 및 정밀안전진단 계획수립	16
2.2.1 계획 일반	16
2.2.2 안전점검 및 정밀안전진단 준비 사항	18
2.2.3 예산의 확보	21
2.2.4 안전점검 및 정밀안전진단 실시자의 자격	21
2.3 안전관리	22
2.3.1 일반	22
2.3.2 안전점검 및 정밀안전진단 종사자의 안전	22
2.3.3 공공의 안전	24
2.4 진단측정장비 관리	25
2.4.1 진단측정장비 선정 요건	25
2.4.2 진단측정장비 관리	25
2.5 안전점검 및 정밀안전진단 사전조사	28
2.5.1 사전조사 계획 수립	28
2.5.2 사전조사 실시계획 수립	28
2.6 실시결과의 이행	30
2.6.1 중대한 결함의 분류	30
2.6.2 중대한 결함의 정도	31

제3장 안전점검	33
3.1 안전점검 일반	35
3.1.1 안전점검 종류	35
3.1.2 안전점검 시 고려사항	35
3.1.3 안전점검 계획	36
3.2 정기점검	37
3.2.1 정기점검 목적	37
3.2.2 정기점검 절차	37
3.2.3 정기점검 방법	37
3.2.4 정기점검 실시결과의 이용	38
3.2.5 정기점검 결과표 작성	39
3.3 정밀점검	42
3.3.1 정밀점검 목적	42
3.3.2 정밀점검 절차	42
3.3.3 정밀점검 시기	42
3.3.4 정밀점검 과업	43
3.3.5 정밀점검 실시결과의 이용	46
3.3.6 정밀점검 결과표 작성	46
3.3.7 보고서 작성 방법	52
3.4 긴급점검	56
3.4.1 손상점검	56
3.4.2 특별점검	56
3.5 초기점검	57
3.5.1 초기점검 목적	57
3.5.2 초기점검 실시	57
3.5.3 시설물의 예방적 유지관리를 위한 체계	58
 제4장 정밀안전진단	 61
4.1 정밀안전진단 일반	63
4.1.1 정밀안전진단 목적	63
4.1.2 정밀안전진단의 시기	63
4.1.3 정밀안전진단 절차	64
4.1.4 정밀안전진단의 범위	66
4.2 정밀안전진단 과업	66

4.3 정밀안전진단 결과표 작성	68
4.4 보고서 작성 방법	74
제5장 현장조사	79
5.1 현장조사 일반	81
5.1.1 일반	81
5.1.2 목적	81
5.2 시설물의 세부시설별 점검 사항	82
5.2.1 절토사면 상태변화의 점검항목	82
5.2.2 현장조사 및 재료시험의 요령	86
5.3 재료시험 기준수량	103
제6장 상태평가 기준 및 방법	105
6.1 일반	107
6.2 상태평가 기준	108
6.2.1 지반특성에 따른 절토사면의 분류	108
6.2.2 상태평가 항목	109
6.2.3 절토사면의 상태평가 기준	110
6.3 상태평가 항목 및 기준	111
6.3.1 결함지수 산정 방안	111
6.3.2 상태평가 항목 및 기준	111
6.4 상태평가 결과 산정 방법	120
6.4.1 상태평가 결과 산정	120
6.4.2 상태평가 결과 산정 방법	121
제7장 안전성평가 기준 및 방법	123
7.1 일반	125
7.2 안전성평가 기준	127
7.2.1 평사투영해석	127
7.2.2 한계평형해석	128
7.2.3 토사사면의 안정해석	132
7.2.4 안전성평가 기준	134
7.3 안전성평가 결과 산정 방법	135
7.3.1 안전성평가 결과 산정	135

7.3.2 안전성평가 결과 산정 방법	137
제8장 종합평가 기준 및 방법	139
8.1 종합평가 기준	141
8.2 종합평가등급 산정 방법	143
8.2.1 종합평가등급 산정	143
8.2.2 종합평가 결과 산정 방법	144
제9장 안전등급 지정	145
제10장 보수·보강 방법	149
10.1 일반	151
10.2 보수·보강 우선순위의 결정	151
10.3 보수·보강 방법	152
10.3.1 보수·보강의 필요성 판단	152
10.3.2 보수·보강의 수준 결정	152
10.3.3 보수·보강공법의 선정	152
10.3.4 보수·보강공법의 종류	155
10.4 유지관리 방안 제시	164
부록	165
A. 외관조사망도	167
B. 과업지시서 예시	173
C. 사전검토 보고서 예시	219
D. 시설물관리대장 입력 요령	229

표 차 례

[표 2.1] 절토사면 시설물의 안전점검 및 정밀안전진단 대상시설 범위	18
[표 2.2] 법정 진단측정장비의 교정주기	26
[표 2.3] 법정 진단측정장비 이외의 진단기구 교정주기	27
[표 2.4] 시설물별 구조안전에 영향을 주는 결함	31
[표 3.1] 정밀점검 실시주기	43
[표 3.2] 정밀점검 과업 내용	44
[표 3.3] 이미지 및 동영상 파일의 종류	55
[표 4.1] 정밀안전진단 실시 시기	64
[표 4.2] 절토사면 시설물의 정밀안전진단 범위	66
[표 4.3] 정밀안전진단 과업 내용	67
[표 5.1] 정기점검 내용 및 항목	82
[표 5.2] 정밀점검 내용 및 항목	83
[표 5.3] 절토사면의 일반적인 사전조사 항목	84
[표 5.4] 절토사면의 일반적인 정밀안전진단 항목 및 방법	85
[표 5.5] 풍화등급의 6단계 분류법	89
[표 5.6] 불연속면 간격 분류 기준	92
[표 5.7] 연장성 분류 기준	93
[표 5.8] 불연속면 거칠기 등급	93
[표 5.9] 틈새(간극) 분류 기준	94
[표 5.10] 충전물 분류 기준	95
[표 5.11] 누수상태 분류 기준	95
[표 5.12] 블록형상 분류 기준	96
[표 5.13] 타격 방향에 따른 반발값 보정표	101
[표 5.14] 진단항목별 계측내용	102
[표 5.15] 토사사면 현장조사·재료시험 항목 및 수량	103
[표 5.16] 암반사면 현장조사·재료시험 항목 및 수량	103
[표 6.1] 절토사면의 분류	108
[표 6.2] 절토사면의 손상상태 평가 항목	109
[표 6.3] 절토사면의 파괴요인 평가 항목	110

[표 6.4] 절토사면의 상태평가 기준	110
[표 6.5] 절토사면의 상태평가 결과 산정 예	121
[표 7.1] 전단강도식	133
[표 7.2] 절토사면 안전성평가 기준	134
[표 7.3] 절토사면의 유형별 안정해석 범위	136
[표 7.4] 절토사면의 안정해석 프로그램의 예	136
[표 7.5] 절토사면의 안전성평가 결과 산정 예	137
[표 8.1] 종합평가지수에 따른 종합평가 기준	142
[표 8.2] 절토사면의 종합평가 결과 산정 예	144
[표 9.1] 안전등급	147
[표 10.1] 절토사면 대책공법의 종류 및 적용	153
[표 10.2] 토사사면의 원리별 대책공법 종류	163
[표 10.3] 암반 사면의 원리별 대책공법 종류	163

그림 차례

[그림 2.1] 안전관리 업무 흐름도	20
[그림 3.1] 정기점검 흐름도	38
[그림 3.2] 정밀점검 및 긴급점검 흐름도	45
[그림 4.1] 정밀안전진단 흐름도	65
[그림 5.1] 불연속면의 표시방법	91
[그림 5.2] 노두 관찰을 통한 불연속면 간격 측정방법	92
[그림 5.3] 암반 블록의 형상	96
[그림 5.4] 사면경사(1:S), 사면경사각($^{\circ}$), 경사율(%)	97
[그림 5.5] 계측자료 활용의 흐름도	102
[그림 6.1] 상태평가 결과 산정 과정	120
[그림 7.1] 절토사면의 파괴 유형과 평사투영해석	127
[그림 7.2] 인장균열을 가진 사면의 기하학적 조건	129
[그림 7.3] 켜기파괴의 해석	131
[그림 7.4] 안전성평가 결과 산정 과정	135
[그림 8.1] 종합평가 결과 산정 과정	143

제 1 장

서 론

1.1 목 적

1.2 적용범위

1.3 용어 정의

제1장 서론

1.1 목적

본 「시설물의 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침」(이하 「세부지침」이라 한다)은 「시설물의 안전관리에 관한 특별법」(이하 「법」이라 한다) 제13조 및 같은 법 시행령(이하 「령」이라 한다) 제13조에 따라 「시설물의 안전점검 및 정밀안전진단 지침」(국토해양부 고시 제2008-838호, 이하 「지침」이라 한다)에서 정하는 안전점검 및 정밀안전진단의 실시방법·절차 등에 관한 필요사항을 시설물별로 보다 상세히 제시하고 그 실시요령을 정하여 시설물에 내재되어 있는 위험요인이나 시설물 기능 및 성능저하, 상태 등을 신속·정확하게 조사·평가하고, 그에 대한 적절한 안전조치를 취하여 재해 및 재난을 예방하며, 시설물의 안전성 및 기능성을 보완·보전케 함으로써 시설물의 효용성을 증진시킴과 더불어 과학적 유지관리를 체계화하는데 그 목적이 있다.

1.2 적용 범위

본 「세부지침」은 「법」 제2조(정의) 및 「영」 제2조(시설물의 범위)의 규정에서 정하고 있는 시설물 중 옹벽 시설물에 적용한다.

○ 2종 시설물

- 연직높이 50m 이상(옹벽이 있는 경우 옹벽상단으로부터의 높이)을 포함한 절토부로서 단일 수평연장 200m 이상인 절토사면

※ 도로, 철도, 항만, 댐 또는 건축물의 부대시설

절토사면의 특성에 따라 본 「세부지침」의 서식을 적절히 응용하여 안전점검 및 정밀안전진단을 실시하며, 본 「세부지침」에서 제시되지 않은 사항은 다음의 법규나, 기준을 따른다.

- 시설물의 안전관리에 관한 특별법, 시행령, 시행규칙
- 시설물의 안전점검 및 정밀안전진단 지침
- 콘크리트 구조설계기준
- 콘크리트 표준시방서
- 건설공사 비탈면 (설계기준, 유지관리지침, 표준시방서)
- 도로안전시설 설치 및 관리지침
- 「산업표준화법」에 의한 한국산업규격(KS)

한편, 본 「세부지침」에서 기술된 내용과 다르더라도 널리 알려진 이론이나 시험에 의해 기술적으로 증명된 사항에 대해서는 발주자와 사전협의하여 적용 할 수 있다.

1.3 용어 정의

「법」 및 「지침」에서 규정하고 있는 용어 위주로 정리하였으며, 다음과 같다.

○ 시설물(施設物)

건설공사를 통하여 만들어진 구조물과 그 부대시설로서 1종 시설물 및 2종 시설물

○ 1, 2 종 시설물

도로·철도·항만·댐·교량·터널·건축물 등 공중의 이용편의와 안전을 도모하기 위하여 특별히 관리할 필요가 있거나, 구조상 유지관리에 고도의 기술이 필요하다고 인정하여 대통령령이 정하는 시설물¹⁾

○ 2종 시설물

1종 시설물외의 시설물로서 대통령령이 정하는 시설물²⁾

○ 관리주체(管理主體)

관계법령에 따라 해당시설물의 관리자로 규정된 자 또는 해당시설물의 소유자를 말한다. 이 경우 해당시설물의 소유자와의 관리계약 등에 따라 시설물의 관리책임을 진 자는 관리주체로 보며, 관리주체는 공공관리주체와 민간관리주체로 구분

○ 공공관리주체(公共管理主體)

- 국가·지방자치단체
- 「공공기관의 운영에 관한 법률」 제4조에 따른 공공기관
- 「지방공기업법」에 따른 지방공기업

○ 민간관리주체(民間管理主體)

공공관리주체외의 관리주체

○ 안전점검(安全點檢)

경험과 기술을 갖춘 자가 육안이나 점검기구 등으로 검사하여 내재되어 있는 위험요인을 조사하는 행위

○ 정밀안전진단(精密安全診斷)

시설물의 물리적·기능적 결함을 발견하고, 그에 대한 신속하고 적절한 조치를 하기 위하여 구조적 안전성과 결함의 원인 등을 조사·측정·평가하여 보수·보강 등의 방법을 제시하는 행위

○ 내진성능평가(耐震性能評價)

지진으로부터 시설물의 안전성을 확보하고 기능을 유지하기 위하여 「지진재해대책법」 제14조(내진설계기준의 설정)제1항에 따라 시설물별로 정하는 내진설계기준에 따라 시설물이 지진에 견딜 수 있는 능력을 평가하는 것

1) 「영」 제2조(시설물의 범위) 및 [별표 1] 참조

2) 「영」 제2조(시설물의 범위) 및 [별표 1] 참조

○ 도급(都給)

원도급·하도급·위탁 그 밖에 명칭여하에 불구하고 안전점검이나 정밀안전진단을 완료하기로 약정하고, 상대방이 그 일의 결과에 대하여 대가를 지급하기로 약정하는 계약

○ 하도급

도급받은 안전점검이나 정밀안전진단 용역의 전부 또는 일부를 도급하기 위하여 수급인이 제3자와 체결하는 계약

○ 유지관리(維持管理)

완공된 시설물의 기능을 보전하고 시설물이용자의 편의와 안전을 높이기 위하여 시설물을 일상적으로 점검·정비하고 손상된 부분을 원상복구하며, 경과시간에 따라 요구되는 시설물의 개량·보수·보강에 필요한 활동을 하는 것

○ 시설물정보관리종합시스템(FMS)

「법」 제3조제2항제5호¹⁾에 따른 시설물의 안전과 유지관리에 관련된 정보체계를 구축하기 위하여 국토해양부장관이 시설물의 정보와 「법」 제9조제1항²⁾에 따른 안전진단전문기관, 제25조에 따른 한국시설안전공단과 「건설산업기본법」 제9조³⁾에 따라 등록한 유지관리업자에 관한 정보를 종합관리하는 시스템

○ 하자담보책임기간

「건설산업기본법」과 「주택법」 등 관계법령에 따른 하자담보책임기간 또는 하자보수기간 등

○ 시설물관리체계(施設物管理體系)

시설물의 안전점검, 정밀안전진단 등 유지관리를 함에 있어서 비용 및 시기를 최적화할 수 있도록 계획된 체계

○ 사전조사

정밀점검 및 정밀안전진단 용역을 수주하여 실시하는 사람은 당해시설물의 설계도서 등 유지관리 자료와 과업지시서 등이 법령 및 지침, 세부지침 등에 부합되는지의 여부를 검토하는 행위

○ 현장조사

기존 시설물에 관한 기초자료를 얻고, 시간이 경과함에 따라 구조물의 상태변화(결함, 손상, 열화 등) 및 균열폭과 길이 등 구성재료의 변화를 추적하기 위하여 수행하는 행위

○ 상태평가(狀態評價)

시설물의 외관을 조사하여 결함의 정도를 포함한 시설물에 대한 상태를 평가하는 행위

1) 「법」 제3조제2항제5호 : 시설물의 안전 및 유지관리에 관련된 정보체계의 구축

2) 「법」 제9조제1항 : 안전진단전문기관의 등록 등

3) 「건설산업기본법」 제9조 : 건설업의 등록 등

- 안전성평가(安全性評價)

현장조사를 통하여 수집된 자료를 기초로 하고 설계도서 및 기존의 안전점검 및 정밀안전진단 실시결과를 참고하여 시설물의 구조·수리·수문해석 등 안전성을 평가하는 행위
- 종합평가(綜合評價)

상태평가와 안전성평가 결과에 의하여 시설물의 안전상태를 종합적으로 평가하는 행위
- 안전등급(安全等級)

정밀점검 또는 정밀안전진단 실시결과 종합평가에 따른 당해 시설물의 안전상태를 나타내는 등급
- e-보고서

안전점검 및 정밀안전진단 실시결과 작성한 보고서를 보관 및 활용 등 유지관리 업무에 효율적으로 활용할 수 있도록 전자매체에 의하여 작성한 보고서
- 복합시설물

기능과 역할이 각각 다른 개별 시설물들이 집합된 시설물
- 보수(補修)

시설물의 내구성능을 회복 또는 향상시키는 것을 목적으로 한 유지관리 대책
- 보강(補強)

시설물의 부재나 구조물의 내하력과 강성 등의 역학적인 성능을 회복 또는 향상시키는 것을 목적으로 한 대책
- 장비관리(裝備管理)

점검 및 진단에 사용하는 장비는 소요성능 및 측정의 정밀·정확도를 유지하도록 관리하여야 하며, “국가표준기본법” 및 “계량에관한법률”에 의하여 검·교정을 받아야 하는 행위
- 기본과업(基本課業)

시설물의 안전점검 및 정밀안전진단을 실시함에 있어 시설물의 구분없이 기본적으로 실시하여야 하는 「지침」에서 정하고 있는 과업
- 선택과업(選擇課業)

시설물의 안전점검 및 정밀안전진단을 실시함에 있어 시설물의 여건에 따라 실시하여야 하는 「지침」에서 정하고 있는 과업으로서 안전점검 및 정밀안전진단 목적을 달성하기 위하여 현지여건을 감안하여 실시
- 현장 재료시험

시설물이 위치하는 현장에서 구조물에 손상을 입히지 않고 강도 및 결함 등을 측정하는 것

○ 실내시험(室內試驗)

시설물의 특정부분에 대한 자료가 필요할 경우 구조물로부터 재료의 일부를 채취하여 시험실에서 실시하는 실내시험

○ 콘크리트의 상태변화

2005년 제정된 콘크리트표준시방서 유지관리편 참조

- 상태변화 : 초기결함, 손상, 열화 등을 총칭
- 초기결함 : 시공 시에 발생한 균열, 쿨드조인트, 초기균열 등
- 손 상 : 지진이나 충돌 등에 의해 균열이나, 박리 등이 단시간에 발생하는 것을 나타내며, 시간의 경과에 따라서 진행하지 않음.
- 열 화 : 구조물의 재료적 성질 또는 물리, 화학, 기후적 혹은 환경적인 요인에 의해서 주로 시공 이후에 장기적으로 발생하는 내구성능의 저하현상으로써 시간의 경과에 따라 진행함.

○ 절토사면

원지반 절취 등의 토목공사로 인하여 인공적으로 형성된 사면

제 2 장

시설물의 안전 관리

2.1 시설물 관리일반

2.2 안전점검 및 정밀안전진단 계획수립

2.3 안전관리

2.4 진단측정장비 관리

2.5 안전점검 및 정밀안전진단 사전조사

2.6 실시결과의 이행

제2장 시설물의 안전 관리

2.1 시설물 관리일반

2.1.1 시설물 관리 목적

시설물의 관리는 「법」 제4조 및 제11조의2에 따라 시설물의 안전 및 유지관리계획, 안전점검 및 정밀안전진단의 실적, 보수·보강 결과의 통보내용과 「법」 제17조에 규정에 의하여 설계도서, 관련서류 등의 시설물 정보를 관리하며, 또한, 「지침」 규정에 따라 시설물에 대한 시설물관리대장을 작성으로 정확한 기록 및 자료 등의 보존과 안전점검 및 정밀안전진단 실시의 안전에 관한 상황 등에 관한 시설물의 관리일반을 목적으로 한다.

2.1.2 시설물의 안전 및 유지관리계획 수립·제출

관리주체는 「법」 제4조 및 「영」 제5조에 따라 안전 및 유지관리계획을 소관 시설물별로 매년 수립·시행하여야 한다.

공공관리주체는 「법」 제4조제2항 및 동법 시행규칙(이하 “규칙”이라 한다) 제3조에 따라 소속 중앙행정기관의 장, 특별시장·광역시장·도지사 또는 특별자치도지사(이하 “시·도지사”라 한다)에게 안전 및 유지관리 계획을 매년 2월 15일까지 제출하여야 한다.

민간관리주체는 「법」 제4조제3항 및 「규칙」 제3조에 따라 특별자치도지사·시장·군수·구청장(자치구의 구청장을 말한다. 이하 같다)에게 안전 및 유지관리 계획을 매년 2월 15일까지 제출하여야 한다.

안전 및 유지관리 계획 제출은 「시설물정보관리종합시스템 운영 규정」(이하 “FMS 운영규정”이라 한다)에 따라 FMS를 이용하여 제출하여야 한다.

2.1.3 설계도서 등의 보존

관리주체는 「법」 제17조제3항에 따라 감리보고서·시설물관리대장 및 설계도서 등 관련서류를 보존하여야 하며, 다음에 명시된 자료 등도 보존한다.

- 관리주체는 시설물 관리를 위하여 설계도서, 시공관련자료, 안전점검 및 정밀안전진단자료, 보수·보강공사 자료 등 다음에 명시한 자료를 보존하여야 한다.
- 「법」 제17조2항에 의하여 「지침」에 명시되지 않은 시설물의 유지관리에 필요한 자료는 관리주체가 보존하고 필요시 자료를 제공하도록 한다.

가. 설계도서

시설물의 준공도서로서 종·평면도, 단면도, 구조물도, 시공상세도, 구조계산서, 수리·수문계산서, 공사시방서 등 시설물의 유지관리에 필요한 도서

1) 공통

- 준공보고서, 설계보고서
- 공사시방서(특별시방서 포함)
- 각종계산서(구조, 수리, 수문, 강재, 용량, 기전설비 등)
- 토질 및 지반조사 보고서
- 그 밖에 시공 상 특기한 사항에 관한 보고서

2) 설계도면

- 공통 : 위치도(또는 배치도), 평면도, 단면도(종·횡) 등
- 절토사면 : 일반도 및 구조도(앵커, 옹벽, 피암터널 등이 있는 경우 등 구조도 포함) 등

나. 시설물관리대장

본 세부지침의 부록에 수록된 시설물관리대장을 참조하여 「법」 제16조 및 「령」 제16조의2제2항에 따른 “시설물정보관리종합시스템 운영규정”(이하 “FMS 운영규정”이라 한다)에 따라 해당 시설물의 관리대장을 작성한다.

부록의 시설물관리대장의 구성은 다음과 같다.

- ① 기본현황
- ② 상세제원
- ③ 유지관리 이력

다. 시공관련 자료 등

1) 시공관련 자료

① 사진

- 절토사면의 정면·측면 사진
- 절토사면의 손상 및 파괴 징후 세부사진
- 주요 시공 전, 후 사진 등

② 기타

- 제작 및 작업도면 : 붕괴유발부재를 포함한 시설물 부재의 상세도면
- 토질·지반조사 자료
- 건설공사 안전점검 보고서 등
- 주요 설계변경 내역, 중요부분 감독일보
- 설계 및 시공회사, 시행자, 감독자
- Face Mapping 자료

2) 품질관리 관련자료

- ① 재료증명서 : 시공재료의 종류, 등급, 품질을 기록한 공장 재료증명서
- ② 품질시험기록
- ③ 관리 및 선정시험 기록 등 각종 시험 기록
- ④ 시설물의 주요 구조 부위에 대한 계측 관련자료
 - 계측 대상 시설물, 계측위치, 계측기의 종류, 계측결과의 데이터베이스 등
- ⑤ 암반시험 등의 각종 시험기록

3) 사고기록

- ① 사고의 날짜, 장소, 경위
- ② 강우량 자료
- ③ 사고의 원인 및 대책공법 등의 조치사항
- ④ 사고발생 당시 사진

4) 안전점검 및 정밀안전진단 시 필요사항

- 현장조사 및 시험·측정을 원활히 수행하기 위한 특수장비 목록, 접근방법 등의 기록 및 각 시설물별 운영계획
- 점검 및 진단종사자나 공공의 안전을 확보하기 위한 특별한 조치사항의 기록
- 현장조사 및 시험·측정 시 특별히 주의하여야 할 사항 및 사용제한 계획 등

라. 안전점검 및 정밀안전진단 자료

「법」 제6조 및 제7조에 따라 실시하는 안전점검 및 정밀안전진단 실시자료와 「건설기술관리법」 제26조의2¹⁾제2항에 따라 실시한 안전점검 실시자료 등 일체의 자료를 보존한다.

1) 일반

시설물의 점검 및 진단자료는 점검 및 진단 시 마다 그 결과에 따라 변경될 수 있으며, 필요한 경우 당해 시설물의 규모, 공법, 점검 및 진단 실적(보고서 등)에 따라 자료를 수집하며, 다음 사항을 고려하여 수집한다.

- 절토사면의 유형(토사사면, 연약암반사면, 파쇄암반사면, 절리암반사면)
- 절토사면의 규모(높이, 연장) 및 형상(경사, 종/횡단 형상)
- 지하수위 및 지반상태
- 절토사면 보호/보강 시설물(낙석방지울타리, 낙석방지망 등)
- 환경조건
(집수지형이나 인공구조물 유무 등 절토사면의 안전에 영향을 주는 조건)
- 기타

2) 안전점검 및 정밀안전진단 자료 갱신

보수·보강 작업이나 개량작업 등으로 시설물의 구조가 변경된 경우는 시설물관리대장에 구체적인 내용과 치수 등 관련 사항을 기록한다.

마. 보수·보강공사 자료

안전점검 및 정밀안전진단 실시결과에서 발견된 결함에 대하여 실시한 보수·보강공사 자료의 일체로서 다음의 내용을 포함하여야 한다.

- 보수·보강의 경위
- 보수·보강 적용공법 및 적용범위
- 보수·보강 기간 및 시행자(감독, 시공자) 등

1) 「건설기술관리법」 제26조의2(건설공사의 안전관리)

2.1.4 감리보고서, 설계도서 등 관련서류 및 시설물관리 대장 작성·제출

「법」 제17조제1항에 따라 시설물의 발주자는 감리보고서를 공단에, 시설물의 시공자는 설계도서 등 관련서류를 관리주체와 공단에, 관리주체는 시설물관리대장을 공단에 각각 제출한다.

감리보고서·설계도서 등 관련서류 및 시설물관리대장의 제출은 FMS 운영규정에 따라 작성·제출한다.

중요한 보수·보강의 경우에도 같으며, 그 내용은 다음과 같다.

가. 철근콘크리트구조부 또는 철골구조부

나. 건축물의 내력벽·기둥·바닥·보·지붕틀 및 주계단

(단, 사이기둥·최하층바닥·작은보·차양·옥외계단 기타 이와 유사한 것으로
건축물의 구조상 중요하지 아니한 부분 제외)

다. 교량의 교좌장치(교량받침)

라. 터널의 복공부위

마. 하천제방의 수문문비

바. 댐의 본체, 시공이음부 및 여수로

사. 조립식 건축물의 연결부위

아. 상수도 관로이음부

자. 항만시설 중 갑문문비 작동시설과 계류시설의 구조체

2.1.5 안전점검·정밀안전진단 및 유지관리의 실적 제출

관리주체 및 안전진단전문기관·유지관리업자는 「법」 제11조의2에 따라 안전점검·정밀안전진단·유지관리의 실적을 해당 실적이 발생한 날부터 30일 이내에 규칙 별지 제 13호 서식에 따라 FMS를 이용하여 제출하여야 한다.

2.2 안전점검 및 정밀안전진단 계획수립

2.2.1 계획 일반

가. 목적

관리주체는 시설물의 안전 및 유지관리 계획에 의하여 시설물의 안전점검과 정밀안전진단을 실시한다.

안전점검과 정밀안전진단의 목적은 현장조사 및 각종 시험에 의해 시설물의 물리적·기능적 결함과 내재되어 있는 위험요인을 발견하고, 이에 대한 신속하고 적절한 보수·보강 방법 및 조치방안 등을 제시함으로써 시설물의 안전을 확보하고자 함에 있다.

관리주체는 「법」 제4조(시설물의 안전 및 유지관리계획의 수립·시행 등)의 규정에 의한 소관 시설물별로 안전 및 유지관리계획을 수립하여 체계적이고 일관성 있는 안전점검 및 정밀안전진단이 실시될 수 있도록 한다.

성공적인 시설물의 안전점검 및 정밀안전진단을 위해서는 적절한 계획과 기법, 필요한 장비의 확보 그리고 책임기술자를 포함한 점검자의 경험과 신뢰성이 필요하며, 보이는 결함의 발견은 물론이고 발생 가능한 문제의 예측까지도 포함한다.

그러므로 안전점검 및 정밀안전진단은 정확해야 할 뿐만 아니라 재해 및 재난의 예방적 차원에서 시설물의 과학적 관리체계 개발을 위하여 수행하여야 한다.

나. 계획수립 주요 검토내용

- 안전점검 및 정밀안전진단을 수행하는데 필요한 인원, 장비 및 기기의 결정
- 기 발생된 결함의 확인을 위한 기존 안전점검 및 정밀안전진단 자료 검토
- 안전점검 및 정밀안전진단 기간과 소요 작업시간의 예측
- 타 기관 또는 주민과의 협조관계
- 재하시험 및 수중조사 등 선택과업에 대한 조사범위, 장비 및 인력 동원계획
- 비파괴 시험을 포함한 기타 재료시험의 실시 위치 및 시험 실시계획
- 붕괴유발부재, 피로취약부위 등과 같이 특별한 주의를 필요로 하는 부재·부위
- 시설물의 기초와 주위지반에 대한 조사방법, 조사항목 및 범위

다. 안전점검 및 정밀안전진단 실시 시기의 선정

시설물의 철저한 점검 및 진단을 위하여 기후·온도·현지여건 등을 고려하여 가장 바람직한 기간 중에 실시되어야 한다.

라. 진단측정장비의 선정

시설물의 안전점검 및 정밀안전진단에 사용하는 장비는 접근에 필요한 장비와 실제 조사, 시험 및 측정을 수행하는데 사용되는 진단측정장비를 말한다.

안전점검 및 정밀안전진단을 실시하는 사람은 구조부재에 접근할 필요가 있으며, 이 경우 가장 편리하고 안전한 장비를 선정하여야 한다.

안전점검 및 정밀안전진단 방법과 진단장비의 선정에 있어 책임기술자는 사전에 현장조사를 하여야 하며 도면이 있는 경우는 도면을 가지고 수행함으로써 구조물의 형상이나 세부 사항들에 대하여 가장 알맞은 장비가 선정되도록 하여야 한다.

마. 관리기준이 변경된 시설물의 안전점검 및 정밀안전진단

사용 중인 시설물의 시설 관리기준 등이 변경된 경우에는 그 변경기준을 반영하여 안전점검 및 정밀안전진단을 실시하여야 한다.

바. 안전점검 및 정밀안전진단 실시 범위

1) 일반

안전점검 및 정밀안전진단 대상시설물의 범위는 법의 적용을 받는 대상시설물 전체를 원칙으로 한다.

다만, 다음과 같은 경우에는 대상시설물의 범위를 조정할 수 있다.

- ① 복합시설물을 이루는 시설물의 일부가 완공 또는 사용승인 시기가 다른 경우
- ② 2종 시설물로서 안전점검 결과, 시설물의 일부를 특별히 정밀안전진단이 필요하다고 판단하여 실시하는 경우
- ③ 시설물의 용도상 구조 및 기능에 영향을 주지 않는 시설물
- ④ 기타, 다른 법령에 의해 안전점검 또는 정밀안전진단 수준을 주기적으로 실시하는 경우
- ⑤ 기타 실시범위에 대한 세부사항은 세부지침에서 규정한다.

2) 안전점검 및 정밀안전진단 대상 시설

철도사면 시설물의 안전점검 및 정밀안전진단 실시 범위에 대한 세부적인 대상 시설은 [표 2.1]과 같다.

[표 2.1]에서 정하고 있는 안전점검 및 정밀안전진단의 대상시설물의 범위를 상기의 1) 일반에서 ①항 내지 ④항에 의하여 조정할 경우에는 그 사유가 분명하여야 하며, 그 내용을 과업지시서에 명시하여야 한다.

[표 2.1] 철도사면 시설물의 안전점검 및 정밀안전진단 대상시설 범위

구 분	시설물명	점검 및 진단 실시범위			비 고
		정기점검	정밀점검	정밀안전진단	
기본 시설물	◦ 상부자연사면	○	○	○	
	◦ 사면		○	○	
	◦ 사면하부		○	○	
부대 시설물	◦ 보호시설	○	○	○	
	◦ 보강시설	○	○	○	
	◦ 배수처리시설	○	○	○	
	◦ 이격거리내 시설	○	○	○	

2.2.2 안전점검 및 정밀안전진단 준비 사항

안전점검 및 정밀안전진단의 실시를 위하여 준비해야 할 사항은 다음과 같다.

가. 안전점검 및 정밀안전진단 과업지시서 등의 작성

공공관리주체 및 민간관리주체가 소관 시설물에 대한 안전점검 및 정밀안전진단을 발주할 때에는 「법」 제6조 및 「법」 제7조에 따라 안전점검 및 정밀안전진단이 성실히 수행되도록 지침 및 본 세부지침을 준수하여 과업지시서 또는 용역설계서를 작성하여야 한다.

나. 안전점검 및 정밀안전진단 과업지시서 등의 검토

시설물의 안전점검 및 정밀안전진단을 실시하는 사람은 지침 3.9.2절에 따른 사전검토 결과 당해 시설물의 과업지시서 또는 용역설계서 내용이 지침 및 본 세부지

침과 위배되는 경우에 그 내용을 관리주체에게 보고하고, 과업수행계획서에 수록하여야 한다.

다. 안전점검 및 정밀안전진단 실시를 위한 준비 사항

- ① 설계도면 검토 및 숙지
- ② 구조물의 특성 파악
- ③ 구조물의 이력 숙지
- ④ 주요 결함사항 및 상태 파악
- ⑤ 현장 주변 환경 숙지
- ⑥ 공동 혹은 위탁수행 등의 필요성 결정
- ⑦ 정밀조사 대상부위 선정
- ⑧ 비파괴시험 및 재하시험(계측) 적정성 여부 판단 및 범위 결정
- ⑨ 수중점검의 범위 결정
- ⑩ 인력투입 계획 결정
- ⑪ 접근방법 및 장비사용계획 결정
- ⑫ 교통통제 계획 결정
- ⑬ 수행일정 계획 결정
- ⑭ 작업안전 확보 계획 수립 및 안전사고 응급 대처방안 확립
- ⑮ 기타 협조사항

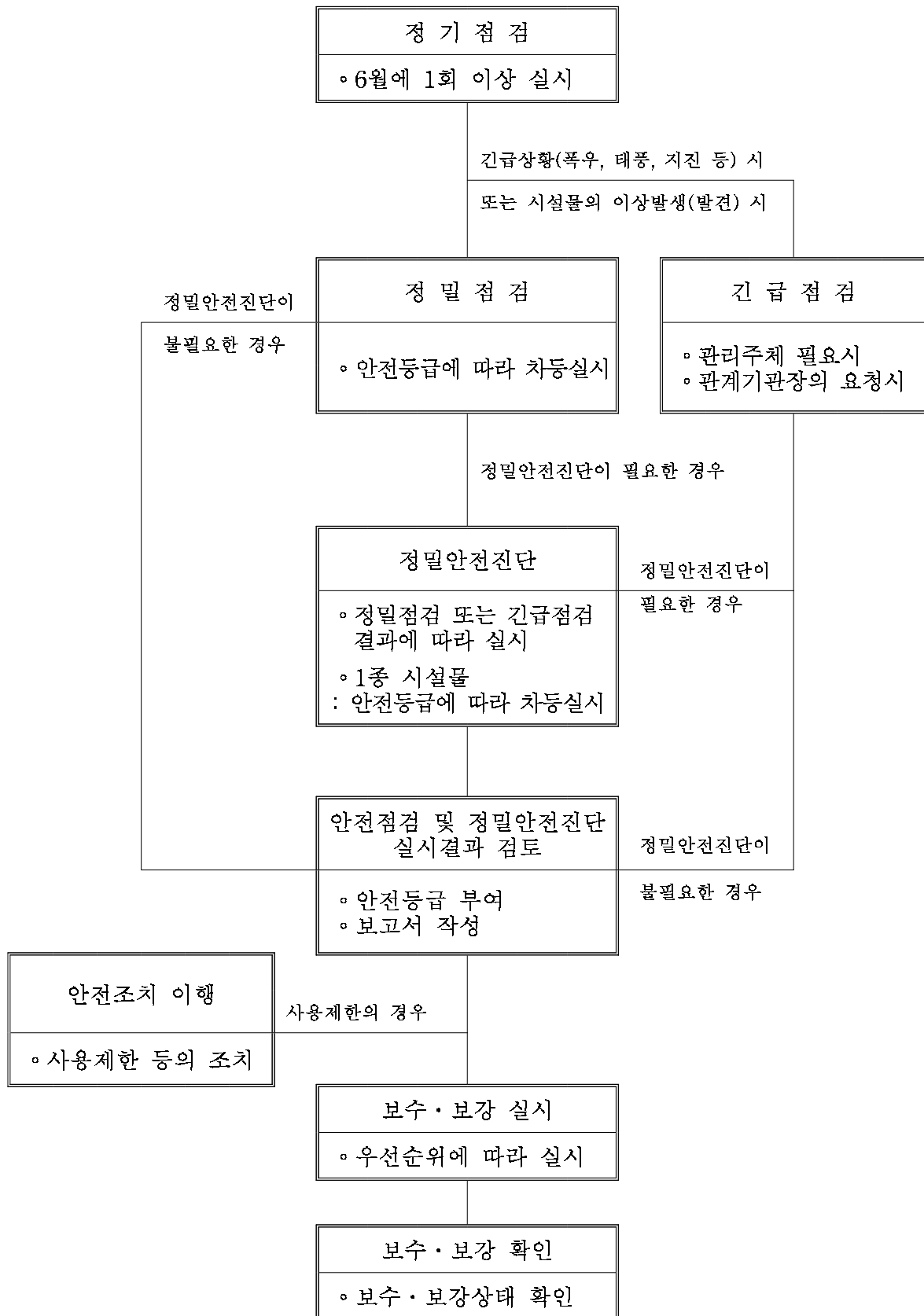
라. 조사·시험 항목을 선정 할 때의 고려 사항

안전점검 및 정밀안전진단을 위한 조사·시험 항목을 선정할 때는 다음 사항을 고려하여야 한다.

- ① 시설물에 대한 구조적 특수성 검토
- ② 최신 기술과 실무 경험의 적용
- ③ 책임기술자는 「영」 제7조의 규정에 의한 자격기준에 따라 선정

마. 안전점검 및 정밀안전진단 실시 시기

시설물의 철저한 점검 및 진단을 위하여 기후·온도·현지여건 등을 고려하여 가장 바람직한 기간 중에 실시되어야 한다.



[그림 2.1] 안전관리 업무 흐름도

2.2.3 예산의 확보

「법」 제33조 및 「영」 제25조에 따라 공공관리주체는 매년 소관시설물의 유지관리에 필요한 예산을 확보하여야 한다. 또한 민간관리주체도 시설물 및 공중의 안전 확보를 위하여 시설물의 유지관리에 필요한 예산을 확보하여 적절한 유지관리를 하여야 한다.

유지관리 예산에는 안전점검 및 정밀안전진단을 실시하는 비용이 포함되어야 하며 이 비용은 안전점검 및 정밀안전진단 대가기준을 기초로 한다.

- 유지관리 예산은 시설물의 안전성·기능·사용빈도·성능 등에 의하여 보수·보강·교체 등이 시급하다고 판단되는 시설물에 대하여 우선 계상되어야 한다. 이 경우 중대한 결함이 있는 시설물에 대하여는 유지관리·보수·보강·교체비용을 종합적으로 검토하되, 가급적 당해 시설물의 기능을 유지시키는 방안이 우선적으로 강구되어야 한다.
- 관리주체는 소관시설물에 대하여 전산기법을 이용한 시설물관리체계에 의하여 시설물의 유지관리를 과학적으로 시행하도록 노력하여야 하며, 이에 따라 유지관리 예산 및 보수·보강 시기 등을 결정할 수 있도록 하여야 한다.

2.2.4 안전점검 및 정밀안전진단 실시자의 자격

안전점검 또는 정밀안전진단을 자신의 책임 하에 실시할 수 있는 사람(이하 “책임기술자”라 한다)은 「영」 별표 2에 따른 기술자격자로서 「규칙」 제4조에 따른 교육기관에서 시행하는 해당분야의 안전점검 및 정밀안전진단 교육과정을 10일 이상 이수한 사람으로 하여금 안전점검 또는 정밀안전진단을 실시하도록 하여야 한다.

책임기술자는 안전점검 및 정밀안전진단 전반에 대한 총괄책임자로서 설계, 안전성 평가, 성능회복과 유지관리를 포함한 공학적 및 기술적인 면에서의 전반적인 지식을 갖추어야 한다.

또한, 「영」 제7조제2항에 따라 책임기술자의 감독아래 정밀안전진단을 하려는 사람은 「영」 별표 3의 등록기준에 규정된 기술인력의 자격요건을 갖춘 사람으로 「규칙」 제4조에 따른 교육기관에서 시행하는 해당분야의 정밀안전진단 교육과정을 10일 이상 이수하여야 한다.

2.3 안전관리

2.3.1 일반

안전점검 및 정밀안전진단 종사자의 안전은 물론 공공의 안전을 위하여 기구와 장비를 안전하게 운용하고 작업을 안전하게 수행하도록 안전관리계획을 수립하여야 한다.

본 「세부지침」에서 열거되지 않은 사항이라도 관련규정에 따라 안전하게 안전점검 및 정밀안전진단을 실시한다.

2.3.2 안전점검 및 정밀안전진단 종사자의 안전

안전점검 및 정밀안전진단 종사자는 안전모, 작업복, 작업화와 필요한 경우 청각, 시각 및 안면 보호 장비 등을 포함한 개인용 보호 장구를 항상 착용하여야 하며, 장구 및 기계를 항상 최적의 상태로 정비하여야 한다. 밀폐된 공간에서의 작업이 필요할 경우에는 유해물질, 가스 및 산소결핍 등에 대한 조사와 대책을 사전에 마련하여야 한다.

가. 안전관리 조직

안전점검 및 정밀안전진단을 실시하는 기관은 종사자를 중심으로 안전관리 조직을 구성하도록 하며, 협력업체가 있는 경우에는 협력업체를 포함하도록 하고, 안전관리책임자를 선임하도록 한다.

나. 안전교육

안전점검 및 정밀안전진단 대상 시설물의 특성과 현장조사의 난이도, 위험도를 고려하여 안전수칙 등을 제정하고 이에 따라 안전교육을 실시하도록 한다.

다. 보호구

안전점검 및 정밀안전진단 종사자는 노동부 검정 합격품을 사용하고, 적절한 보호구를 착용하며, 적합한 안전시설을 설치하여 사용한다.

다음의 각 사항의 작업 시에는 반드시 보호구를 착용하여야 한다.

- 높이 2m이상의 추락의 위험이 있는 장소에서는 안전벨트를 착용한다.
- 낙하물에 의한 위험이 있는 장소에서는 안전모 및 안전화를 착용한다.

- 분진 등이 현저하게 발생되는 장소에서는 방진 마스크를 착용한다.
- 유해물질 및 가스발생, 산소결핍 등 질식위험이 있는 장소에서는 방독 마스크 또는 방독면을 착용한다.
- 그라인더 작업 등 비산물에 의한 위험이 있는 작업은 보안경 또는 보안면을 착용한다.
- 현저한 소음이 발생되는 작업 장소에서는 귀마개를 착용한다.
- 수상 부분에서 작업을 할 때에는 구명장구 및 비상로프를 착용, 휴대한다.
- 기타 위험 요소가 있는 장소에서의 작업 시에는 적절한 보호용구를 사용한다.

라. 안전사고의 처리

안전관리자는 안전사고 발생 시 응급조치를 취하고 신속하게 인근 병원으로 후송하며, 관련법의 규정에 따라 처리한다.

마. 안전수칙

- 일기 조건으로 작업 수행이 곤란한 경우에는 작업을 하지 아니한다.
- 위험한 작업 시에는 안전관리자가 입회하도록 하며, 특별교육을 실시한다.
- 작업 실시 전에 작업에 지장을 주는 요인이 있을 경우 관리주체의 협조를 얻어 안전 조치를 취한 후에 작업을 실시한다.
- 공공의 안전과 관계가 있을 경우에는 적절한 조치(출입 금지, 접근 금지 등의 표지판 설치, 교통신호수, 감시인 배치 등)를 한다.
- 안전관리자는 위험물 저장소, 통제구역 등의 출입에 대하여는 관리주체와 사전 협의를 하여야 하며, 관리주체는 이에 적극 협조한다.
- 야간 또는 어두운 곳에서의 작업 시에는 충분한 밝기의 조명 시설을 갖추어야 하고 식별이 용이하도록 조치를 하여야 하며, 수시로 작업자 상호간에 연락을 취할 수 있도록 한다.
- 밀폐된 장소에서의 산소결핍이 예상되는 장소는 작업 전에 반드시 산소 농도를 측정하고 적절한 조치를 취한다.
- 유해 가스 발생 및 잔류가 예상되는 장소는 반드시 사전에 정밀 측정기에 의한 측정 및 확인, 안전조치를 한 후에 작업한다.
- 전기를 사용 할 경우에는 감전사고 예방 조치를 취한다.
- 각종 측정장비의 사용 시 주의사항을 숙지하여야 하며 무리한 사용과 조작을 하지 않는다.
- 장비 사용에 있어 취급 자격이 요구되는 장비는 유자격자 이외에는 사용하지

않아야 한다.

- 점검차량을 사용할 때는 굴절붐(Boom) 및 암(Arm) 회전 시 주의하고 자체적으로 작성한 안전수칙에 따라 장비운용을 시행한다.

2.3.3 공공의 안전

공공의 안전측면에서 관리주체는 시설물의 안전점검 및 정밀안전진단 실시 기간 동안에 교통통제와 작업 공간 확보 등을 위하여 적절한 계획을 수립하여 시행하여야 한다.

2.4 진단측정장비 관리

2.4.1 진단측정장비 선정 요건

진단측정장비는 접근에 필요한 장비와 실제조사, 시험 및 측정을 수행하는데 사용되는 장비를 말하며, 안전점검 및 정밀안전진단을 수행하는 사람은 구조 부재에 접근할 가장 편리하고 안전한 진단측정장비를 선정하여야 한다.

안전점검 및 정밀안전진단 실시 방법과 진단측정장비의 선정에 있어 책임기술자는 사전에 현장조사를 하여야 하며, 도면이 있는 경우는 도면을 통하여 구조물의 형상이나 세부사항들에 대하여 가장 알맞은 진단측정장비가 선정되도록 하여야 한다.

2.4.2 진단측정장비 관리

가. 관리일반

안전점검 및 정밀안전진단 실시에 사용하는 진단측정장비는 소요성능 및 측정의 정밀·정확도가 유지되도록 관리하여야 하며, 「국가표준기본법」¹⁾ 및 「계량에 관한 법률」²⁾에 의하여 검·교정을 받아야 한다.

또한, “「국가표준기본법」 제14조(국가교정제도의 확립) 규정에 의한 국가측정표준과 국가사회의 모든 분야에서 사용하는 측정기 기간의 소급성 제고를 위하여 측정기를 보유 또는 사용한 자는 주기적으로 해당 측정기를 교정하여야 하며, 이를 위하여 교정대상 및 적용범위를 자체규정으로 정하여 운용할 수 있다”고 “국가교정기관지정제도운영요령” 제41조(교정대상 및 주기)에 규정되어 있다.

나. 검·교정 대상 진단측정장비

「규칙」 별표1에서 정하고 있는 진단측정장비는 5분야 19종으로 이 진단측정장비 중에서 「국가표준기본법」 규정에 의한 교정대상이 되는 진단측정장비는 [표 2.2]의 6종이 해당된다.

1) 「국가표준기본법」 법률 제7219호 2004.9.23

2) 「계량에 관한 법률」 법률 제8486호 2007.5.25

[표 2.2] 법정 진단측정장비의 교정주기

전문분야	진단장비명	교정주기 (월)	비 고
공통	염분측정장비	12	
	도막두께측정장비	12	
	측량기	수준기	레벨
		각도측정기	테오드라이트
		거리측정기	광파측정기
교량 및 터널	내공변위측정기	12	
항만	유속계	12	
건축	진동측정기	18	

한편, 교정주기 및 대상은 매년 변동이 있으므로 “국가교정기관지정제도운영요령”¹⁾(이하 “운영요령”이라 한다) 및 “국가교정기관지정제도운영세칙”²⁾(이하 “운영세칙”이라 한다) 등에서 확인이 필요하다.

다. 교정주기의 설정

“운영세칙”에서 정한 표준교정주기는 가장 보편적인 상황 하에서 사용하였을 때 그 측정기의 정밀정확도가 유지될 수 있는 기간을 추정한 교정주기이다.

“운영세칙”에서 25개 측정분야 총 448종의 측정기에 대하여 표준교정주기를 정하고 있으나, 각 산업체에 측정기를 사용하고 있거나 보유하고 있는 자는 측정기의 정확도, 안정성, 사용목적, 환경조건 및 사용빈도를 감안하여 주기를 조정토록 권고하고 있다.

라. 기타 진단기기의 검·교정

「법」에서 정하고 있는 진단측정장비 이외에 안전점검 및 정밀안전진단 실시에서 사용되는 각종 기기 또는 장비 및 센서 등에 대해서도 “운영요령” 및 “운영세칙”에 근거하여 검·교정을 받아야 한다.

안전점검 및 정밀안전진단 실시에서 사용되는 법정 진단측정장비 이외의 검·교정이 필요한 대표적인 진단기기는 [표 2.3]과 같다.

1) “국가교정기관 인정제도운영요령” 산업자원부 고시 제2007-48호 2007.4.2

2) “국가교정기관 지정제도운영세칙” 기술표준원 고시 제2005-201호 2005.4.16

[표 2.3] 법정 진단측정장비 이외의 진단기구 교정주기

진단기기	교정주기 (월)	비 고
디지털고무경도측정기	12	
버어니어캘리퍼스	12	
이산화탄소측정기	12	
산소측정기	12	
전자 저울	12	
디지털 토크렌치	12	
토크렌치	6	볼트 체결력 측정

마. 교정기관

「국가표준기본법」에 의거 기술표준원에서 운영하고 있는 KOLAS¹⁾으로 부터 국가교정기관 및 시험검사기관으로 승인을 받은 교정기관에 해당 진단측정장비 및 각종 기구 및 센서 등에 대해서 검·교정을 받아야 한다.

1) KOLAS : 한국인증기구(Korea Laboratory Accreditation Scheme)

KOLAS는 국가표준제도의 확립 및 산업표준화제도 운영, 공산품의 안전/품질 및 계량·측정에 관한 사항, 산업기반 기술 및 공업기술의 조사/연구 개발 및 지원, 교정기관, 시험기관 및 검사기관 인정제도의 운영, 표준화 관련 국가간 또는 국제기구와의 협력 및 교류에 관한 사항 등의 업무를 관장하는 기술표준원 조직으로서, 기술표준원장이 KOLAS장의 역할을 수행하고 있음.

2.5 안전점검 및 정밀안전진단 사전조사

2.5.1 사전조사 계획 수립

사전조사 계획의 수립은 안전점검 및 정밀안전진단의 기본방향 설정 단계에서 관리주체와 충분한 협의 과정을 거쳐 최종적으로 중점 조사 및 분석 대상을 도출하고, 안전점검 및 정밀안전진단 규모를 결정 하여야 하며, 이를 위하여 관리주체는 최대한 협조를 해야 한다.

안전점검 및 정밀안전진단 규모는 협의 결과에 의하여 정해지는 것이지만 관리주체의 예산 규모에 의해서 왜곡 축소되어서는 아니 된다.

2.5.2 사전조사 실시계획 수립

가. 설계도서 등 관련서류 사전검토

정밀점검 및 정밀안전진단 용역을 수주하여 실시하는 사람은 당해 시설물의 설계도서 등 유지관리자료와 과업지시서 등이 법령 및 지침, 본 세부지침 등에 부합되는지의 여부를 검토하여 용역 착수일로부터 15일 이내에 관리주체에게 서면으로 보고하고 그 방침을 받아 용역 업무를 진행하여야 한다. 다만, 용역업무의 특수성 등으로 인하여 별도로 기간을 정할 경우에는 그 기간으로 한다.

사전검토의 주요 내용은 다음과 같으며, 사전검토 보고서 작성은 부록에 수록된 「사전검토 보고서 예시」를 참고하여 작성한다.

- 대상시설물의 정밀점검·정밀안전진단 실시범위
- 유지관리 자료 보유 현황
- 과업의 범위
 - － 기본과업 항목
 - － 선택과업 항목
- 기본과업 재료시험 수량
- 기타 법령, 지침 및 세부지침과의 부합여부

한편, 관리주체가 안전진단전문기관 등에 해당시설물의 정기점검을 발주하여 실시하는 경우에도 「사전검토 보고서 예시」를 참고하여 수행할 수 있다.

나. 과업수행계획서 작성

설계도서 등의 사전검토를 거쳐 관리주체의 방침을 받은 결과를 반영한 과업수행계획서를 작성하여 관리주체에게 서면으로 보고하고 승인을 받아 용역 업무를 진행하여야 한다.

과업수행계획서는 다음에 열거한 순서로 하여 해당되는 사항을 일목요연하게 작성하여야 한다.

가. 과업의 목적

나. 과업의 개요

- 1) 대상 시설물 현황
- 2) 과업범위
- 3) 과업기간

다. 과업 수행방법

- 1) 안전점검 및 정밀안전진단
(가) 조사 및 시험·측정
(나) 상태 평가
(다) 안전성 평가
(라) 종합평가
(마) 보수·보강 및 유지관리 방안
- 2) 조사·시험관련 진단측정장비

라. 과업수행 일정

마. 과업수행 조직

- 1) 과업수행 조직체계
- 2) 인원투입 계획

바. 안전관리 계획

사. 사전검토 보고서 내용

다. 서류 관리

설계도서 등의 사전검토 보고서와 과업수행계획서에 관한 일체의 서류는 정밀점검 및 정밀안전진단 실시결과 보고서에 수록하여야 한다.

2.6 실시결과의 이행

2.6.1 중대한 결함의 분류

「법」 제11조에 따라 안전점검 또는 정밀안전진단 실시결과를 통보받은 관리주체는 실시결과 구조안전에 영향을 줄 수 있는 다음과 같은 중대한 결함사항이 포함되어 있는 경우에는 「법」 제15조 및 「영」 제16조에 따라 통보를 받은 날부터 2년 이내에 그 결함사항에 대한 보수·보강 등의 필요한 조치에 착수하여야 하며, 특별한 사유가 없는 한 착수한 날부터 3년 이내에 이를 완료하여야 한다.

- ① 시설물 기초의 세굴
- ② 교량 교각의 부등침하
- ③ 교량 교좌장치(받침장치)의 파손
- ④ 터널 지반의 부등침하
- ⑤ 항만 계류시설 중 강관 또는 철근콘크리트 파일의 파손·부식
- ⑥ 댐 본체의 균열 및 시공이음의 시공불량 등에 의한 누수
- ⑦ 건축물의 기둥·보 또는 내력벽의 내력손실
- ⑧ 하구둑 및 제방의 본체, 수문, 교량의 파손·누수 또는 세굴
- ⑨ 폐기물매립시설의 차수시설 파손에 의한 침출수의 유출
- ⑩ 시설물의 철근콘크리트의 염해 또는 중성화(탄산화)에 따른 내력손실
- ⑪ 절토·성토사면의 균열·이완 등에 따른 옹벽의 균열 또는 파손
- ⑫ 기타 시설물의 구조안전에 영향을 주는 결함으로서 [표 2.4]와 같다.

[표 2.4] 시설물별 구조안전에 영향을 주는 결함

시 설 물 명	주요부위의 중대한 결함
1. 교량	- 주요 구조부위 철근량 부족 - 주형(거더)의 균열 심화 - 철근콘크리트 부재의 심한 재료분리 - 철강재 용접부의 불량용접 - 교대·교각의 균열발생
2. 터널	- 벽체균열 심화 및 탈락 - 복공부위 심한 누수 및 변형
3. 하천	- 수문의 작동불량
4. 댐	- 물이 흘러넘치는 부분의 콘크리트 파손 및 누수 - 기초지반의 누수, 파이핑 및 세굴 - 수문의 작동불량
5. 상수도	- 관로이음부의 불량접합 - 관로의 파손, 변형 및 부식
6. 건축물	- 조립식 구조체의 연결부실로 인한 내력상실 - 주요 구조부재의 과도한 변형 및 균열심화 - 지반침하 및 이로 인한 활동적인 균열 - 누수·부식 등에 의한 구조물의 기능상실
7. 항만	- 갑문시설 중 문비작동시설 부식 노후화 - 갑문 충·배수 아키텍트 시설의 부식 노후화 - 잔교·시설 파손 및 결함 - 케이슨구조물의 파손 - 안벽의 범선변위 및 침하

2.6.2 중대한 결함의 정도

절토사면에서 대통령령이 정하는 중대한 결함의 적용 범위는 다음과 같다. 다만, 시설물의 전반적인 상태 및 환경 여건에 따라 책임기술자가 조정할 수 있다.

- 절토·성토사면의 균열·이완 등에 따른 옹벽의 균열 또는 파손
 - 사면 손상상태 평가에서 “d” 이하인 경우
 - 토사, 연약암반, 파쇄암반, 절리암반 등

제 3 장

안전 점검

3.1 안전점검 일반

3.2 정기점검

3.3 정밀점검

3.4 긴급점검

3.5 초기점검

제3장 안전점검

3.1 안전점검 일반

3.1.1 안전점검 종류

안전점검은 「법」 제6조에서 정기점검, 정밀점검 및 긴급점검으로 구분하여 규정하고 있으며, 이를 바탕으로 「지침」 제3장에서는 정기점검, 정밀점검은 초기점검과 정기적 정밀점검으로 긴급점검은 손상점검과 특별점검으로 세분하여 규정하고 있다.

3.1.2 안전점검 시 고려사항

효과적인 안전점검을 수행하기 위해서는 현장의 사전조사를 통해 철저한 점검계획이 수립되고 적절한 점검방법이 강구되어야 함은 필수적이며, 아래의 사항을 고려하여야 한다.

- 점검의 범위 및 내용, 장비에 관한 사항
- 시설물의 기초와 주위지반에 대한 조사여부, 조사항목 및 범위
- 점검대상 시설물의 설계자료, 관리이력
- 개개 시설물에 대한 독특한 구조적 특성 및 특별한 문제여부
- 시설물의 규모 및 안전점검의 난이도
- 최근의 안전점검 기술 및 장비 등의 적용
- 안전점검자의 자격 및 안전관리에 관한 사항
- 기상조건, 현장여건 및 주변환경
- 기타 관련사항

3.1.3 안전점검 계획

「지침」 3.6절에 따르고, 이의 계획수립을 위해서는 2.5절의 안전점검 및 정밀안전진단 사전조사에 따른 계획 수립이 필요하며, 안전점검 계획에 포함하여야 할 내용을 요약하면 아래와 같다.

단, 필요에 따라서 안전관리에 대한 사항은 관리주체에서 정하고 있는 안전관리 규정에 따라 시설물별 안전관리계획서를 별도로 작성하여 시행한다.

- 안전점검 형식의 결정
- 안전점검을 수행하는데 필요한 인원, 장비 및 기기의 결정
- 기 발생된 결함의 확인을 위한 기존 안전점검 및 정밀안전진단자료의 검토
- 안전점검 · 정밀안전진단 기간과 계획된 작업시간의 예측
- 교통통제 계획 및 타 기관 또는 주민과의 협조 사항
- 현장기록의 서식을 취합하고 대표부위에 대한 적절한 사전 스케치
- 필요한 수중점검의 범위와 세굴의 위험성에 대한 판단 그리고 잠수 · 세굴과 관련된 자료와 같은 특기사항에 대한 확인
- 현장시험(비파괴시험, 재하시험 등) 및 재료시험의 실시위치 및 시험 실시계획에 대한 적정성 판단
- 구조물의 붕괴유발부재, 피로 취약구조부위, 단재하경로 부재와 같이 특별한 주의를 필요로 하는 부재와 부위 확인
- 시설물의 주변환경에 대한 조사여부, 조사항목 및 범위의 판단
- 기타 관련사항

3.2 정기점검

3.2.1 정기점검 목적

정기점검은 경험과 기술을 갖춘 사람에 의한 세심한 외관조사 수준으로 점검을 실시하며, 시설물의 기능적 상태를 판단하고 시설물이 현재의 사용 요건을 계속 만족시키고 있는지 확인하기 위한 관찰로 이루어진다.

3.2.2 정기점검 절차

점검자는 시설물의 전반적인 외관형태를 관찰하여 중대한 결함을 발견할 수 있도록 세심한 주의를 기울여야 하며, 외관상 확연히 나타나는 손상 및 결함은 특기사항으로 야장에 기입하고, 상태평가 결과는 매기지 않는다.

점검자 및 관리주체는 정기점검 실시결과 중대한 결함이 있는 경우에는 「법」 제11조에 따라 즉시 관계행정기관의 장에게 통보하여야 한다.

관리주체는 정기점검 실시결과 필요할 경우 결함의 정도에 따라 긴급점검 또는 정밀안전진단을 실시하는 등 필요한 조치를 취하여야 한다.

3.2.3 정기점검 방법

가. 정기점검 시기

관리주체는 소관 시설물에 대하여 「영」 제6조제1항 및 「영」 제9조제2항에 따라 정기적으로 정기점검을 실시하여야 하며, 「법」 제4조에 따른 시설물의 안전 및 유지관리계획 수립시 안전점검 실시 계획이 포함되어야 한다. 다만, 시설물의 중대한 결함으로 인한 보수·보강 공사나 철거 등의 사유로 안전점검을 실시하는 것이 현저히 불합리하다고 판단되는 경우 국토해양부장관의 협의를 거쳐 안전점검 및 정밀안전진단의 실시시기를 연기하거나 생략할 수 있다.

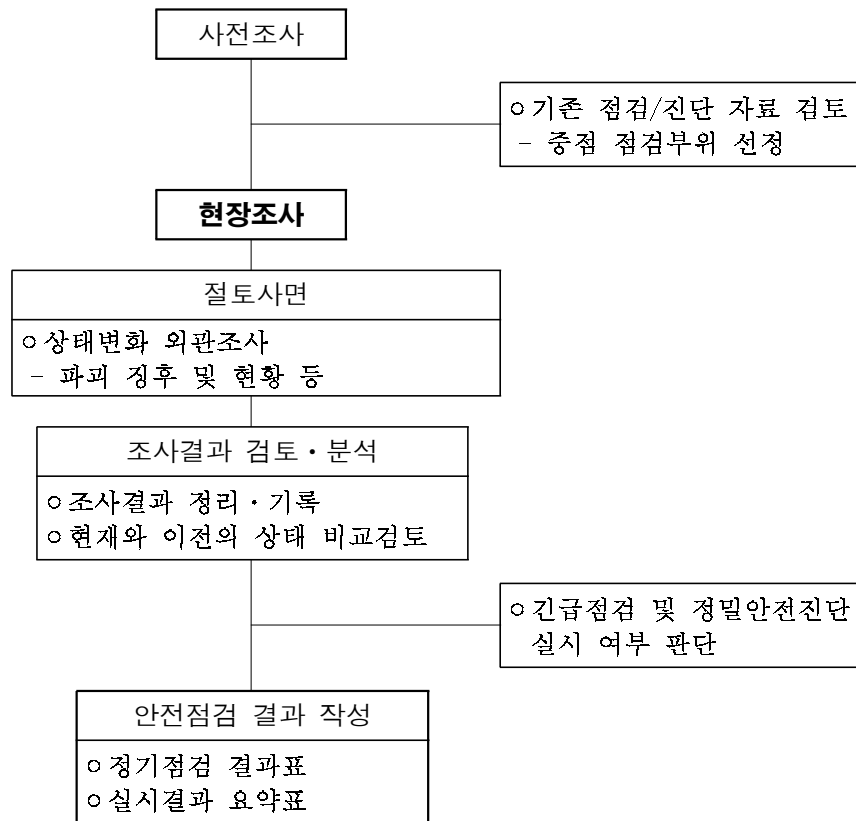
- ① 정기점검은 시설물의 준공일 또는 사용승인일(임시사용 포함)로부터 6개월에 1회 이상 실시하여야 한다.
- ② 정밀점검, 긴급점검 및 정밀안전진단의 실시기간과 중복되는 경우에는 생략할 수 있다. 다만, 공동주택의 경우에는 「주택법시행령」 제65조에 따른 안전점

검으로 갈음한다.

- ③ 시설물의 철저한 정기점검을 위하여 기후·온도·현지여건 등을 고려하여 가장 바람직한 기간 중에 실시되어야 한다.

나. 정기점검 실시범위

절토사면 시설물의 정기점검 실시범위는 [표 2.1]에서 기본시설물 상부자연사면과 부대시설물(보호시설, 보강시설, 배수처리시설, 이격거리내 시설)에 한한다.



[그림 3.1] 정기점검 흐름도

3.2.4 정기점검 실시결과의 이용

관리주체는 정기점검 실시결과 필요할 경우에는 결함의 정도에 따라 긴급점검 또는 정밀안전진단을 실시하는 등 필요한 조치를 취하여야 한다.

3.2.5 정기점검 결과표 작성

정기점검을 실시한 사람은 지체없이 그 실시결과를 관리주체에게 통보하여야 하며, 시설물에 「영」 제12조의 중대한 결함이 있는 경우에는 시장·군수 또는 구청장에게도 통보하여야 한다.

정기점검 결과 및 조치해야 할 사항은 정기점검 서식에 의해 작성하여야 하며, 작성 요령은 다음을 참조한다.

가. 정기점검표

정기점검표에는 실시결과에 따른 상태변화 정도, 위치 형상, 진행성 등을 상세히 기록한다.

나. 정기점검 실시결과 요약표

정기점검 실시결과 요약표의 작성 요령은 다음과 같다.

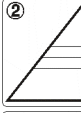
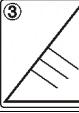
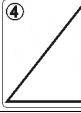
- ① 부재(부위) : 상태변화(결함, 손상 및 열화 등)가 발견된 부재(부위)의 위치 또는 명칭
- ② 점검결과 : 상태변화(결함, 손상 및 열화 등) 내용을 간단히 기입
- ③ 조치필요사항 : 상태변화(결함, 손상 및 열화 등) 내용에 대한 필요한 조치내용 기입

다. 외관조사 사진

외관조사에서 조사된 상태변화 등에 대한 사진으로 시설물별 및 부재별로 구분하여 요약 설명이 첨부되어야 하며, 전차 점검결과와의 비교, 구분되도록 구성되어야 한다.

- 보수·보강이력에 대한 확인
- 손상 및 결함의 진행성 여부의 파악
- 조사시점 발생되어 있는 손상 및 결함에 대한 유지관리 지도

정 기 점 검 표

시 설 물 명			관 리 주 체		
준공 년월일	년 월 일		최종점검 년월일	년 월 일	
시설물 위치	행정구역	도(시) 군(구) 면(동,읍)			
	위치좌표	시점 :		종점 :	
시설물 규모	길이 : m		높이 : m		경사 : °
점 검 내 용		점 검 결 과			
사면 손상상태 조사	파괴징후	☐ 인장균열 ☐ 이완암블록 ☐ 보호시설 변형 ☐ 포행흔적 ☐ 배부름 ☐ 히빙(heaving)			
		상세현황 (위치/규모)			
	파괴현황	☐ 표층유실 ☐ 평면파괴 ☐ 토석류 ☐ 표층붕괴 ☐ 썩기파괴 ☐ 낙석 ☐ 원호파괴 ☐ 전도파괴			
		상세현황 (위치/규모)			
사면 파괴요인 조사	지반상태	구성물질 : ☐ 토사 ☐ 연약암반 ☐ 파쇄암반 ☐ 절리암반			
		풍 화 도 :			
		☐ 신선(F) ☐ 약간풍화(SW) ☐ 보통풍화(MW) ☐ 심한풍화(HW) ☐ 완전풍화(CW) ☐ 풍화잔류토(RS)			
		불연속면 :			
	☐ 절개면의 경사방향과 일치 (①) ☐ 수평방향 (②) ☐ 절개면 후방으로 향함 (③) ☐ 확인할수 없음 (④)				
	   				
배수상태	배수공 : ☐ 유 ☐ 무 ()				
	배수조건 : ☐ 매우 좋음 ☐ 좋음 ☐ 보통 ☐ 나쁨 ☐ 매우나쁨 결빙 또는 누수상태 - 상태 : ☐ 건조 ☐ 젖음 ☐ 방울로 떨어짐 ☐ 흐름 - 위치 : ☐ 하부 ☐ 중부 ☐ 상부				
보호시설	종류	위치	상태		
점검자 소견					

※ 본 결과표 다음에 시설물의 정기점검 실시결과 요약표 첨부

※ 정기점검 실시결과 상태변화(손상, 결함) 등의 정도, 위치, 형상, 진행성 등을 상세히 기술

점검일자 : 년 월 일

점검자 : _____

정기점검 실시결과 요약표

부재(부위)	점 검 결 과	조치 필요사항

※ 작성요령

1. 부재(부위) : 상태변화(결함, 손상 및 열화 등)가 발견된 부재(부위)의 위치 또는 명칭
2. 점검결과 : 상태변화(결함, 손상 및 열화 등) 내용을 간단히 기입
3. 조치필요사항 : 상태변화(결함, 손상 및 열화 등) 내용에 대한 필요한 조치내용 기입

<기입 예>

• 보수실시 (공법제시)
• 보강실시 (공법제시)
• 주의관찰 필요 (관찰주기·방법 제시)

3.3 정밀점검

3.3.1 정밀점검 목적

정밀점검은 시설물의 현 상태를 정확히 판단하고 최초 또는 이전에 기록된 상태로부터의 변화를 확인하며, 구조물이 현재의 사용요건을 계속 만족시키고 있는지 확인하기 위하여 면밀한 외관조사와 간단한 측정·시험장비로 필요한 측정 및 시험을 실시한다.

3.3.2 정밀점검 절차

- ① 외관조사 및 측정·시험 결과와 이전의 안전점검 및 정밀안전진단 실시결과에서 발견된 결함의 진전 및 신규 발생을 파악하여 시설물의 주요 부재별 상태를 평가하고 이전의 안전점검 및 정밀안전진단 실시결과와 상태평가 결과와 비교·검토하여 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 결정하여야 한다.
- ② 결함부위 등 주요 부위에 대한 외관조사망도 작성 등 조사결과를 도면으로 기록하여야 한다.
- ③ 내진설계 여부를 확인하여야 한다.
- ④ 시설물에 「영」 제12조의 중대한 결함이 발생하는 등 필요한 경우에는 해당 부위에 대하여 안전성평가를 실시할 수 있다.
- ⑤ 정밀점검 실시결과 결함이 광범위하게 발생하는 등 정밀안전진단이 필요하다고 판단될 경우에는 점검자는 관리주체에게 즉시 보고하여야 하며, 관리주체는 「법」 제7조제1항에 따라 정밀안전진단을 실시하여야 한다.

3.3.3 정밀점검 시기

관리주체는 소관시설물에 대하여 「영」 제6조제1항에 따라 정기적으로 정밀점검을 실시하여야 하며, 「법」 제4조에 따른 시설물의 안전 및 유지관리계획 수립시 정밀점검 실시계획이 포함되어야 한다. 다만, 시설물의 중대한 결함으로 인한 보수·보강 공사나 철거 등의 사유로 정밀점검을 실시하는 것이 현저히 불합리하다고 판단되는 경우 국토해양부장관의 협의를 거쳐 정밀점검의 실시시기를 연기하거나 생략할 수 있다.

해당 시설물의 안전등급에 따라 다음 표의 실시주기에 의해서 정기적으로 정밀점검을 실시 완료하여야 한다.

[표 3.1] 정밀점검 실시주기

안전등급	정밀점검	
	건축물	그 외 시설물
A 등급	4년에 1회 이상	3년에 1회 이상
B·C 등급	3년에 1회 이상	2년에 1회 이상
D·E 등급	2년에 1회 이상	1년에 1회 이상

- ① 건축물에는 그 건축물의 부대시설인 옹벽과 절토사면을 포함하며, 항만시설물 중 썰물시 바닷물에 항상 잠겨있는 부분은 4년에 1회 이상 정밀점검을 하여야 한다.
- ② 최초로 실시하는 정밀점검은 시설물의 준공일 또는 사용승인일(임시 사용승인 포함)을 기준으로 3년 이내(건축물은 4년 이내)에 실시하여야 한다.
- ③ 정밀점검 또는 정밀안전진단을 받은 경우 그 날(완료일)을 기준으로 정밀점검의 실시주기를 정한다. 또한 정밀안전진단 실시 기간과 중복되는 경우에는 생략할 수 있다.

3.3.4 정밀점검 과업

가. 과업의 구분

정밀점검은 「지침」 3.8항에 따라 기본과업과 선택과업으로 구분하여 실시하며, 「지침」에서 규정하고 있는 정밀점검(긴급점검 포함)의 과업 구분은 [표 3.2]와 같다.

- 기본과업은 시설물의 구분 없이 기본적으로 실시하여야 하는 과업을 말한다.
- 선택과업은 시설물의 여건에 따라 실시하여야 하는 과업으로서 정밀점검의 목적을 달성하기 위하여 현지여건을 감안하여 실시하여야 한다.

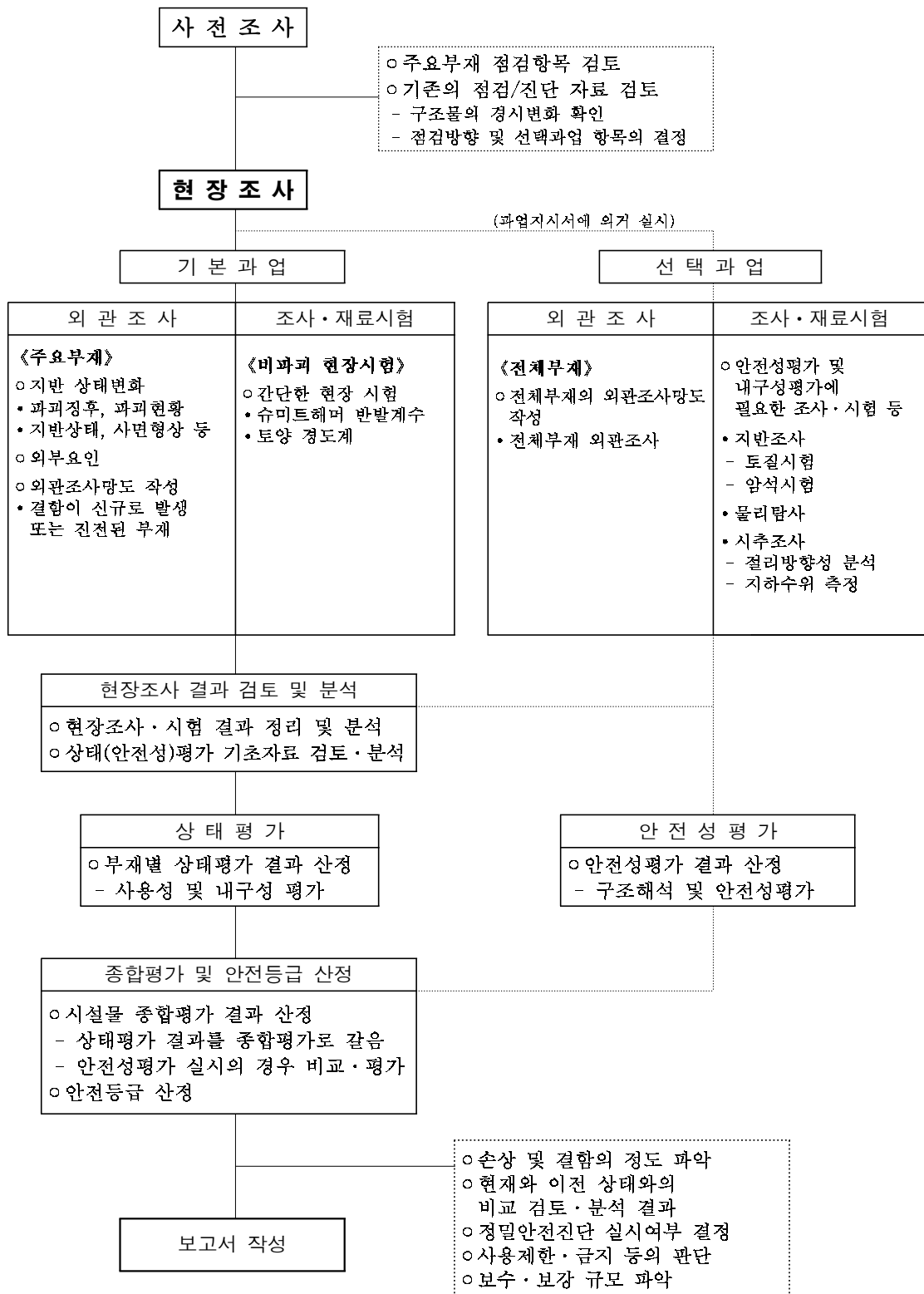
[표 3.2] 정밀점검 과업 내용

과업 항목	기본과업	선택과업 (필요시)
자료수집 및 분석	• 준공도면, 구조계산서, 특별시방서, 수리·수문계산서 • 시공·보수·보강도면, 제작 및 작업도면 • 재료증명서, 품질시험기록, 재하시험 자료, 계측자료 • 시설물관리대장 • 기존 안전점검·정밀안전진단 실시결과 검토·분석 - 구조물의 경시변화 확인 - 점검방향 및 선택과업 항목의 결정 • 보수·보강이력 검토·분석	• 구조·수리·수문 계산 (계산서가 없는 경우) • 실측도면 작성 (도면이 없는 경우)
현장조사 및 시험	• 기본시설물 또는 주요부재의 외관조사 및 외관조사망도 작성 - 콘크리트 구조물 : 균열, 누수, 박리, 박락, 층분리, 백태, 철근노출 등 - 지반상태 변화 : 파괴징후, 파괴현황, 지반 상태, 사면 형상 등 • 간단한 현장 시험 등 - 암반 비파괴강도(반발경도시험) - 토양경도 측정	• 전체부재에 대한 외관조사망도 작성 • 시설물조사에 필요한 임시접근로, 가설물의 안전시설 설치 및 해체 등 • 지반조사 - 토질시험 - 암석시험 • 시추조사 - 절리방향성 분석 - 지하수위측정 • 물리탐사 • 기타 관리주체의 추가 요구 및 안전성 평가 등에 필요한 조사·시험
상태평가	• 외관조사 결과분석 • 현장시험 결과 분석 • 대상 시설물(부재)에 대한 상태평가 • 시설물 전체의 상태평가 결과에 대한 책임 기술자의 소견 (안전등급 지정)	-
안전성 평가	-	• 필요한 부위의 구조·지반·수리·수문 해석 등 안전성평가 • 임시 고정하중에 대한 안전성평가
보수·보 강 방법	-	• 보수·보강 방법 제시
보고서 작성	• CAD 도면 작성 등 보고서 작성	-

나. 정밀점검 실시범위

절토사면 시설물의 정밀점검 실시범위는 [표 2.1]의 기본시설물 및 부대시설물에 한한다.

- 기본시설물 : 상부자연사면, 사면, 사면하부
- 부대시설물 : 보호시설, 보강시설, 배수처리시설, 이격거리내 시설



[그림 3.2] 정밀점검 및 긴급점검 흐름도

3.3.5 정밀점검 실시결과의 이용

- ① 정밀점검 결과 결함(손상) 및 열화 등이 광범위하게 발생하여 정밀안전진단이 필요하다고 판단될 경우에는 책임기술자는 관리주체에게 즉시 보고하여야 한다.
- ② 이의 보고를 받은 관리주체는 「법」 제7조제1항에 따라 정밀안전진단을 실시하여야 한다.

3.3.6 정밀점검 결과표 작성

정밀점검을 실시한 사람은 그 실시결과를 관리주체에게 통보하여야 하며, 시설물에 「영」 제12조의 중대한 결함이 있는 경우에는 시장·군수 또는 구청장에게도 통보하여야 한다.

시설물의 정밀점검 실시결과 및 조치해야할 사항을 다음의 서식에 의해 작성하여 보고서 서두에 첨부하여야 한다.

가. 정밀점검 결과표

정밀점검 결과표에는 해당시설물의 기본현황과 실시결과 요약을 기술하여야 하며, 특히 「기본현황 라.참고사항」에 다음의 내용이 작성되어야 한다.

- 차기 정기점검 및 정밀점검 또는 정밀안전진단에서의 중점 점검부위 등
- 점검결과에 따른 보수·보강의 필요여부 판단을 위한 정밀안전진단 실시 여부 등에 관한 사항
- 점검결과 「영」 제12조의 중대한 결함이 있는 경우에는 필요한 후속 조치사항을 기재

나. 시설물 현황표

대상 시설물의 기본현황을 기술하는 것으로 서식의 기타 란에는 대상 시설물의 종·평면도 및 중점 점검사항 등을 작성하며, 필요시 별도의 별지를 이용하여 작성한다.

특히, 시설물 현황표 구분에서 시설물 번호는 “FMS” 상에서 부여하는 고유번호이며, 관리번호는 관리주체에서 유지관리를 위하여 정한 관리번호를 말한다. 중점 점검사항은 다음의 내용이 포함되어야 한다.

- 붕괴유발부재
- 보수·보강부위 등

○○절토사면 정밀점검 결과표

1. 기본현황

가. 일반현황					
용역명		점검/진단기간			
관리주체명		대표자			
공동수급		계약방법			
시설물 구분		종 류		종 별	
준공일		점검(진단) 금액(천원)		안전등급	
시설물 위치		시설물 규모			
나. 점검 실시결과 현황					
중대결함					
점검(진단) 주요결과					
주요 보수·보강					
다. 책임(참여)기술자 현황					
구 분	성 명	과업 참여기간	기술등급		
라. 참고사항					

2. 결과 요약

책임기술자 종합의견	
• • • • •	
책임기술자 : (서명)	

가. 정밀점검 외관조사 결과 기본사항

상태평가 결과 및 보수·보강				상태평가 결과 :
결함발생 부재	상태 평가 결과	결함종류	보수·보강(안)	

나. 안전성평가 결과

안전성평가 수행 부재	해석방법	안전성평가 결과 요약	안전율	안전성평가 결과
case-1	평사투영법			
	한계평형법			

다. 내진성능 검토 수행 여부

검토대상 부재	설계적용 여부	결과	검토결과 요약
	Y/N		

라. 현장시험 (비파괴 및 추가시험)

시 험 명	시험 부위	시험 결과	책임기술자 의견
○ 암석 비파괴			
○ 시추조사			
○ 물리탐사			
○ 실내시험			
○ 원위치시험			
○			

○○절토사면 현황표

작성일 : 년 월 일

시설물 번호			관리번호		
시설물명			시설물구분		
위 치	행정구역				
	위치좌표	시점 :			
		종점 :			
제 원	연 장		높 이		
	경사/방향		노 선		
관리주체			관리주체구분		
주변환경	인공구조물				
	주변지형		상부사면경사		
시공현황	준공년도		시 공 자		
	부대시설				
비 고					

절토사면 전경사진

표준 평면도

표준 횡단면	

위치도 (S = 1/25,000)

3.3.7 보고서 작성 방법

가. 실시결과 보고서 작성 방법

정밀점검 실시결과 보고서는 시설물 관리주체의 유지관리 업무에 효율적이며, 체계적으로 활용할 수 있도록 과업 내용을 중심으로 작성하여야 한다. 실시결과 보고서 작성시 세부지침 내용의 수록을 자제하여 실시결과 보고서 분량이 크게 되지 않도록 한다. 정밀점검 실시결과 보고서에 포함되어야 할 사항은 다음과 같다.

1) 서두

보고서의 표지 다음에 정밀점검의 개요를 쉽게 알 수 있도록 다음의 서류를 붙인다.

- 제출문(정밀점검을 실시한 기관의 장)
- 정밀점검 결과표 (안전등급)
- 시설물 현황표
- 참여 기술진 명단
- 시설물의 위치도
- 시설물의 전경사진, 부위별 사진
- 정밀점검 실시결과 요약문
- 보고서 목차

2) 정밀점검의 개요

정밀점검의 범위와 과업내용 등 정밀점검 계획 및 실시와 관련된 주요사항을 기술한다.

- 점검의 목적
- 시설물의 개요 및 이력사항
- 점검의 범위 및 과업내용
- 사용장비 및 기기 현황
- 점검 수행 일정

3) 자료수집 및 분석

정밀점검의 관련자료를 검토·분석하고 그 내용을 기술한다.

- 설계도면, 구조계산서
- 기존 정밀점검·정밀안전진단 실시결과

- 보수·보강이력
- 시설물의 내진설계 여부 확인
- 기타 관련자료

4) 현장조사 및 시험

과업내용에 의거 실시한 현장조사, 시험 및 측정 등의 결과분석 내용을 기술하고, 필요한 경우 사진 또는 동영상 등을 첨부한다.

- 기본시설물 또는 주요부재별 외관조사 결과분석
- 주요한 결함(손상)의 발생원인 분석
- 재료시험 및 측정 결과분석

5) 시설물의 상태평가

과업내용에 따라 실시한 현장조사 및 시험의 분석 결과에 따라서 상태평가 결과의 작성 방법은 본 세부지침의 제8장에서 기술한 내용을 따른다.

- 대상 부재별 상태평가 및 시설물 전체의 상태평가 결과 결정
- 콘크리트 또는 강재의 내구성 평가

6) 안전등급 지정

정밀점검 실시결과 상태평가 및 안전성평가(필요시) 등을 종합적으로 평가하여 제11장에서 기술한 내용을 따라 당해 시설물의 안전등급을 지정하여야 한다.

7) 시설물의 안전성 평가 (필요한 경우 추가로 실시)

안전점검 결과 시설물의 보수·보강방법을 제시한 때에는 보수·보강시 예상되는 임시 고정하중(공사용 장비 및 자재 등)이 시설물에 현저하게 작용하는 경우에 대한 시행방법을 검토

8) 종합결론 및 건의

- 정밀점검 실시결과의 종합결론
- 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성 여부
- 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항
- 기타 필요한 사항

9) 부록

- 과업지시서 : 부록의 과업지시서 예문 참조
- 외관조사망도
- 측정, 시험 성과표

- 상태평가 결과 자료
- 시설물관리대장 사본
- 현황조사 및 외관조사 사진첩
- 사용장비 및 기기의 사진
- 사전조사 자료 일체
(사전검토 보고서, 과업수행계획서 등 관련자료)
- 기타 참고자료
(정밀점검 결과와 관련되는 설계도서, 감리보고서, 이전의 안전점검 및 정밀안전진단 보고서 등 관련자료 포함)

나. e-보고서 작성 방법

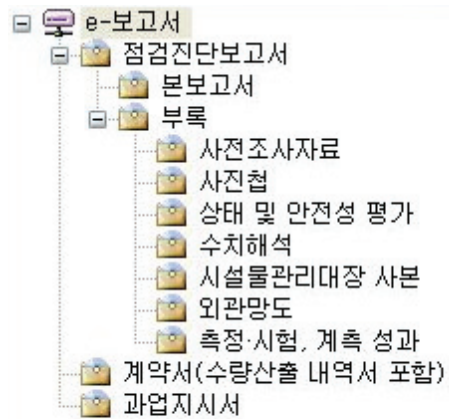
1) 일반

e-보고서는 정밀점검 및 정밀안전진단 실시결과 보고서를 보관 등 유지관리 업무에 효율적이며, 체계적으로 활용할 수 있도록 전자매체(PDF파일)로 작성하여야 한다.

- e-보고서에는 조사내용, 결과분석 등을 열람할 수 있도록 작성하여야 하며, 첨부되는 사진(칼라) 또는 동영상(칼라) 등은 결함을 구체적으로 확인할 수 있도록 하여 e-보고서와 서식에서 상호 참조할 수 있도록 하여야 한다.
사진 및 동영상의 촬영부위를 외관조사망도에 표기하고, 사진 및 동영상 파일명에는 외관조사망도의 도면번호를 기입한다.
- e-보고서에는 시설물 안전성평가를 위한 입·출력 자료 전체를 포함하여야 하며, 기간이 경과한 후에도 결함에 대한 해석이 가능하도록 상세하고 명확하여야 한다.

2) e-보고서의 구성

e-보고서 구성은 다음의 내용에 맞게 구성되어야 하며, 폴더명 및 파일명은 식별 가능한 체계를 갖추어 작성해야 한다.



※ “점검진단”이란 정밀점검, 긴급점검, 정밀안전진단을 말한다.

3) 멀티미디어 파일 형식

이미지 파일은 반드시 본문에 포함하되, 동영상 파일이 첨부될 경우에는 별도의 폴더에 수록하여야 하며, 포함된 동영상은 파일의 제목 및 폴더 위치를 명시하여야 한다.

[표 3.3] 이미지 및 동영상 파일의 종류

구 분	파일의 종류
이미지	*.bmp, *.gif, *.jpg, *.tiff
동영상	*.wmv, *.avi (Windows에 재생 가능한 파일)

3.4 긴급점검

긴급점검은 관리주체가 필요하다고 판단한 때 또는 관계행정기관의 장이 필요하다고 판단하여 관리주체에게 요청한 때에 실시하는 정밀점검 수준의 안전점검이며, 실시 목적에 따라 손상점검과 특별점검으로 구분한다.

3.4.1 손상점검

손상점검은 재해나 사고에 의해 비롯된 구조적 손상 등에 대하여 긴급히 시행하는 점검으로 시설물의 손상 정도를 파악하여 다음의 사항 등을 판단하며, 점검자는 사용제한 및 사용금지가 필요할 경우에는 즉시 관리주체에 보고하여야 하며, 관리주체는 필요한 조치를 취하여야 한다.

- ① 긴급한 사용제한 또는 사용금지의 필요 여부
- ② 보수·보강의 긴급성, 보수·보강 작업의 규모 및 작업량 등을 결정
- ③ 필요한 경우 안전성평가를 실시
- ④ 점검서식은 정밀점검 서식에 준하여 작성하되 점검의 범위·내용 및 특성에 따라 조정 가능
- ⑤ 정밀점검을 실시할 수 있는 책임기술자의 자격을 갖춘 사람이 수행

3.4.2 특별점검

특별점검은 기초침하 또는 세굴과 같은 결함이 의심되는 경우나, 사용제한 중인 시설물의 사용여부 등을 판단하기 위해 실시하는 점검으로서 점검 시기는 결함의 심각성을 고려하여 결정한다.

- ① 특별점검은 문제점 발생부위 및 붕괴유발 요인 등 중점 유지관리 사항을 파악하고, 향후 안전점검 및 정밀안전진단 시 상태 및 안전성 평가의 기초자료인 각종 초기 값들을 구하는 것이 주목적이다.
- ② 점검서식은 정밀점검 서식에 준하여 작성하되 점검의 범위·내용 및 특성에 따라 조정 가능하다.
- ③ 정밀점검을 실시할 수 있는 책임기술자의 자격을 갖춘 사람이 수행

3.5 초기점검

3.5.1 초기점검 목적

「지침」에서 규정하고 있는 초기점검의 목적 및 절차 등에 관한 내용은 다음과 같으며, 초기점검의 중요성을 감안 할 때 규정된 일반사항 이외 추가과업의 수행으로 그 목적 및 절차 등의 결과로 부터 시설물의 효율적인 유지관리 방안을 제시하는 내용이 포함되도록 협의되어야 한다.

- ① 관리주체가 시설물의 유지관리를 하는데 필요한 초기치와 기초자료를 얻기 위하여 실시한다.
- ② 시설물의 전 부재에 대한 조사·관찰로 현재 발생한 결함 및 장래 발생하기 쉬운 결함을 조사하여 시설물의 상태평가 및 중점유지관리 항목을 파악하기 위하여 실시한다.

3.5.2 초기점검 실시

가. 초기점검의 실시

- ① 초기점검은 정밀점검 및 긴급점검을 실시할 수 있는 책임기술자의 자격을 갖춘 사람이 수행하여야 한다.
- ② 2001.7.30 이전 입찰 공고된 시설물과 구조형태가 변화된 시설물은 준공 또는 사용승인(임시사용 포함)후 6개월 이내에 정밀점검 수준의 안전점검(이하 “초기점검”이라 한다)을 실시 완료하여야 한다.
다만, 상기 조건 이외의 시설물에 대한 초기점검은 「건설기술관리법」 시행령 제46조의4에서 규정한 “건설공사 안전점검 지침”에 따르도록 한다.
- ③ 시설물의 철저한 점검을 위하여 기후·온도·현지여건 등을 고려하여 가장 바람직한 기간 중에 실시되어야 한다.

나. 초기점검의 절차

- ① 초기점검 시에는 사전에 설계도서를 상세히 검토하고, 붕괴유발부재 또는 부위를 파악하여 현장조사에서 주의를 기울여야 하며, 추후 유지관리에 특별한 주의를 필요로 하는 사항을 제시하여야 하며, 시설물의 예방적 유지관리 체계의 구성이 필요하다.

- ② 초기치를 얻기 위하여 결함부위 등 주요부위에 대한 외관조사망도 작성 등 조사결과를 도면으로 기록하여야 한다.

다. 초기점검의 과업

「지침」에서의 초기점검의 과업은 정밀점검에서 규정하고 있는 기본과업과 선택과업을 기본으로 점검을 실시한다.

라. 건설기술관리법에 의한 초기점검의 실시

「건설기술관리법 시행령」 제46조의4¹⁾의 규정에 해당하는 건설공사에 대하여는 당해 건설공사를 준공(임시사용을 포함한다)하기 직전에 「동법 시행령」 제46조의4 제1항제2호²⁾의 규정에 의한 정기안전점검 수준 이상의 안전점검(이하 "초기점검"이라 한다)을 실시하여야 한다.

- ① 초기점검은 준공 전에 완료되어야 한다.
- ② 준공 전에 점검을 완료하기 곤란한 공사의 경우에는 발주자의 승인을 얻어 준공 후 3개월 이내에 할 수 있다.

3.5.3 시설물의 예방적 유지관리를 위한 체계

가. 일반

시설물의 효율적인 유지관리를 위해서는 준공 이후 체계적인 시설물의 안전 및 유지관리가 실행될 수 있도록 초기점검 실시결과에는 당해 시설물의 예방적 유지관리 체계를 구성하는 등 다음의 사항을 포함하는 것이 중요하다.

- ① 당해 시설물의 설계, 시공단계에서 품질안전기준 등에 관한 분석결과
- ② 당해 시설물의 유지관리 계획수립 등의 기준에 관한 검토 결과
- ③ 당해 시설물의 LCC 예측을 위한 필요 데이터의 획득 및 축적의 절차

즉, 초기점검 실시결과는 당해 시설물의 구성요소에 대한 기준이력 등을 포함하여 이로 부터 안전점검 및 정밀안전진단에서 해당 시설물의 내구성평가, 안정성평가 및 유지관리 지침 등의 기준이 되는 필요한 자료를 제공할 수 있어야 한다.

1) 「시특법」 제2조제2호 및 제3호의 규정에 의한 1종시설물 및 2종시설물의 건설공사
2) 건설공사의 종류 및 규모 등을 고려하여 국토해양부장관이 정하는 시기와 횟수에 따라 정기안전점검을 실시할 것. (건설공사안전점검지침 : 국토해양부 고시 제2008-86호, 2008. 4.23)

나. 시설물의 예방적 유지관리를 위한 보고서 체계

초기점검 보고서의 구성은 시설물의 예방적 유지관리 체계를 확립하는 초기점검의 중요성을 감안하여 다음과 같이 구성될 수 있도록 하는 것이 필요하다.

1) 서두

보고서의 표지 다음에 초기점검의 개략을 알 수 있도록 다음의 서류를 붙인다.

- 제출문
- 참여기술자 명단
- 시설물의 위치도
- 시설물의 전경사진
- 초기점검 실시결과 요약문
- 보고서 목차

2) 초기점검의 개요

초기점검의 범위와 과업내용 등 초기점검 계획 및 실시와 관련된 주요사항을 기술한다.

- 시설물의 개요 및 이력사항
- 초기점검의 범위 및 과업내용
- 사용장비 및 기기
- 초기점검 수행일정

3) 기 실시한 안전점검 실시결과의 평가

가) 기 실시한 안전점검의 요약

기 실시한 안전점검의 범위와 과업내용 등 주요사항을 기술한다.

- 각 차수별 안전점검 실시현황 (점검기관명, 책임기술자명, 점검기간, 점검비용)
- 기 실시한 안전점검의 주요내용

나) 기 실시한 안전점검에 의한 조치사항 및 보수·보강 실시결과 확인·검토

- 안전점검에 의한 조치 결과의 확인
- 보수·보강 작업의 실시 및 작업결과의 확인
- 조치결과 및 보수·보강작업의 적정성 평가
- 기타 필요한 사항

4) 시공평가

안전점검 및 정밀안전진단 실시 시 해당 시설물의 안전성평가를 위한 기초자료로 활용하기 위한 시공과정에 대한 내역을 시공 단계별로 검토하여 기술한다.

- 현장 시공자료 및 기 안전점검 실시결과로부터 단계별 시공평가 내역

- 당초 설계도서에 대한 변경 부분에 대한 검토 내역
- 시설물이 붕괴 또는 전도되어 재시공 등이 필요한 사고에 관한 내역
- 시공상 특기사항에 관한 내역
- 기타 필요한 사항

5) 재료평가

안전점검 및 정밀안전진단 실시 시 해당 시설물의 내구성평가를 위한 기초자료로 활용하기 위한 재료의 선정 및 시험자료 등에 대한 내역을 시공 단계별로 검토하여 기술한다.

- 강재, 콘크리트의 구성 재료 등에 대한 종류와 생산지 등의 검토 내역
- 구성 재료의 품질시험 및 검사성과 등의 검토 내역
- 기타 필요한 사항

6) 초기치 획득

「건설공사안전점검지침」에서 규정하고 있는 추가조사를 통하여 획득한 초기치는 시설물 유지관리 과정에서 안전성평가 기준이 되는 중요한 자료로 시설물의 특성을 고려하여 여러 부위에서 초기치의 획득이 필요하다.

획득된 초기치는 일목요연하게 기술되어 향후 점검·진단에서 관련자료의 축적이 지속적으로 실시되어야 한다.

7) 예방적 유지관리 지침

대상 시설물에 해당하는 예방적 유지관리 체계를 위한 지침을 제시하는 것으로 관련 데이터의 축적이 되도록 기술되어야 한다.

- 시설물 전체의 외관조사망도
- 시설물의 구조부재별, 부대시설별 점검부위 및 점검항목 등의 절차
- 예상공사비 및 공사기간과 실제 소요된 공사비 및 공사기간의 비교·분석 내역
- 공사기획시에 예측한 수요 및 기대효과와 공사 완료후의 실제수요 및 공사효과의 비교·분석 내역
- 시설물의 유지·관리에 필요한 사항

8) 종합결론 및 건의사항

- 종합결론
- 기타 필요한 사항

9) 부록

- 관련 준공 설계도서 및 구조계산서
- 재료시험 성과표 및 시험성적표
- 신공법 및 특수공법 평가 보고서 (적용한 경우)
- 기타 참고자료
- 점검 실시결과 사진첩

제 4 장

정밀안전진단

4.1 정밀안전진단 일반

4.2 정밀안전진단 과업

4.3 정밀안전진단 결과표 작성

4.4 보고서 작성

제4장 정밀안전진단

4.1 정밀안전진단 일반

4.1.1 정밀안전진단 목적

정밀안전진단은 「법」 제7조제1항에 따라 관리주체가 안전점검을 실시한 결과 시설물의 재해 및 재난 예방과 안전성 확보 등을 위하여 필요하다고 인정하는 경우에 실시하며, 또한 「영」 제9조제1항에 해당하는 시설물은 「영」 제9조제2항에 따라 정기적으로 실시한다.

정밀안전진단은 정밀한 외관조사와 시험·측정장비 및 기기를 사용하여 시설물의 물리적·기능적 결함을 발견하고 그에 대한 신속하고 적절한 조치를 하기 위하여 구조적 안전성 및 결함의 원인 등을 검토·분석·평가함과 더불어 보수·보강방법을 제시하는 등의 행위로서 이루어진다.

4.1.2 정밀안전진단의 시기

- ① 정밀안전진단은 「영」 제9조에 따른 1종 시설물(공동주택 및 폐기물매립시설을 제외한다)에 대하여 준공일 또는 사용승인일(임시사용 포함)을 기준으로 산정하여 10년이 지난 때부터 1년 이내에 실시 완료하여야 한다.
다만, 시설물의 특성상 정밀안전진단이 1년 이상 소요되는 시설물은 국토해양부장관과 협의하여 실시 완료하여야 한다.
- ② 차회의 정밀안전진단은 전회의 정밀안전진단 완료일을 기준으로 해당 시설물의 안전등급에 따라 [표 4.1]의 실시주기에 의해서 정기적으로 정밀안전진단을 실시 완료하여야 한다.
- ③ 다만, 시설물의 중대한 결함으로 인한 보수·보강 공사나 철거 등의 사유로 정밀안전진단을 실시하는 것이 현저히 불합리하다고 판단되는 경우 국토해양부장관의 협의를 거쳐 정밀안전진단의 실시시기를 연기하거나 생략할 수 있다.

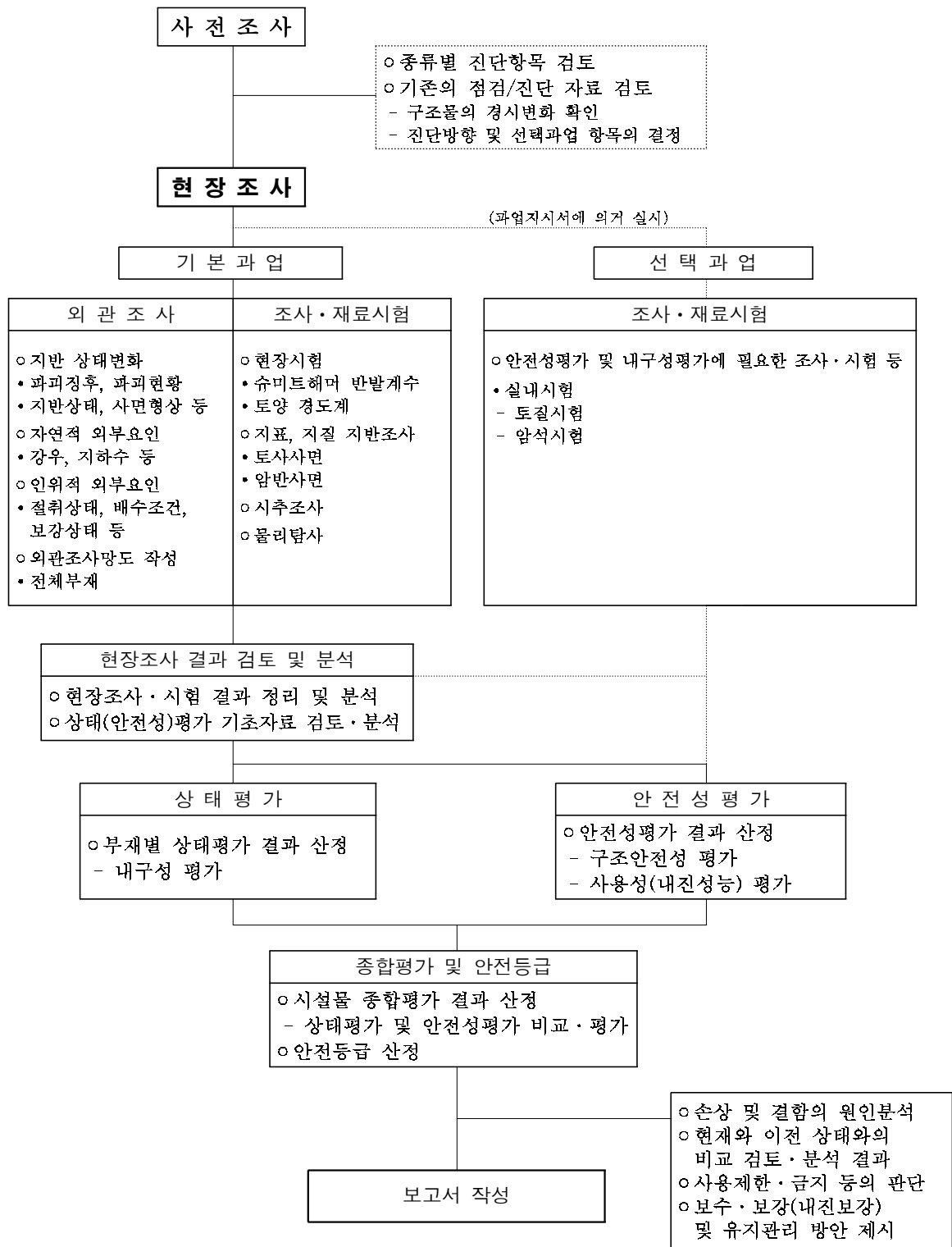
- ④ 안전점검을 실시한 결과 시설물의 재해 및 재난 예방과 안전성 확보 등을 위하여 필요한 경우에는 정밀안전진단을 실시하여야 한다.

[표 4.1] 정밀안전진단 실시 시기

안전등급	정밀안전진단
A 등급	6년에 1회 이상
B·C 등급	5년에 1회 이상
D·E 등급	4년에 1회 이상

4.1.3 정밀안전진단 절차

- ① 정밀안전진단은 안전점검으로 쉽게 발견할 수 없는 결함부위를 발견하기 위하여 정밀한 외관조사와 각종 측정·시험장비에 의한 측정·시험을 실시하여 시설물의 상태평가 및 안전성평가에 필요한 데이터를 확보한다
- ② 현장조사 시 필요한 경우 교통통제 및 안전조치를 취하여야 한다.
- ③ 시설물 근접조사를 위한 접근장비와 필요시 항공카메라 등 특수장비와 암벽등반전문가 등 특수기술자도 투입하여야 한다.
- ④ 결함의 유무 및 범위에 대한 확인이 필요한 때에는 현장 재료시험과 기타 필요한 재료시험을 병행하여야 한다.
- ⑤ 전체구조물의 표면에 대한 외관조사 결과는 도면으로 기록하여야 한다.
- ⑥ 구조물 전체 부재별 상태를 평가하고 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 결정하여야 한다.
- ⑦ 정밀안전진단에서는 시설물의 결함 정도에 따라 필요한 조사·측정·시험, 구조계산, 수치해석 등을 실시하고 분석·검토하여 안전성평가 결과를 결정하여야 한다.
- ⑧ 필요한 경우에는 구조물의 사용성, 내진성능 등도 평가하여야 한다.
- ⑨ 정밀안전진단 결과 보수·보강이 필요한 경우에는 보수·보강방법을 제시하여야 한다. 이 경우 보수·보강 시 예상되는 임시 고정하중(공사용 장비 및 자재 등)이 현저하게 작용하는 상황에 대한 구조 안전성평가를 포함하여야 한다.



[그림 4.1] 정밀안전진단 흐름도

4.1.4 정밀안전진단의 범위

절토사면 시설물의 정밀안전진단 범위는 [표 2.1]에서 정하는 바에 따라 다음과 같다.

[표 4.2] 절토사면 시설물의 정밀안전진단 범위

구 분	시설물명	비 고
기본 시설물	◦ 상부자연사면	
	◦ 사면	
	◦ 사면하부	
부대 시설물	◦ 보호시설	
	◦ 보강시설	
	◦ 배수처리시설	
	◦ 이격거리내 시설	

4.2 정밀안전진단 과업

「지침」 3.8항에 따라 기본과업과 선택과업으로 구분하여 실시한다.

- 기본과업은 시설물의 구분 없이 기본적으로 실시하여야 하는 과업을 말한다.
- 선택과업은 시설물의 여건에 따라 실시하여야 하는 과업으로서 정밀안전진단의 목적을 달성하기 위하여 현지여건을 감안하여 실시하여야 한다.

[표 4.3] 정밀안전진단 과업 내용

과업항목	기본과업	선택과업 (필요시)
자료수집 및 분석	• 준공도면, 구조계산서, 특별시방서, 수리·수문계산서 • 시공·보수도면, 제작 및 작업도면 • 재료증명서, 품질시험기록, 재하시험 자료, 계측자료 • 시설물관리대장 • 기존 안전점검·정밀안전진단 실시결과 검토·분석 - 구조물의 경시변화 확인 - 점검방향 및 선택과업 항목의 결정 • 보수·보강이력 검토·분석	• 구조·수리·수문 계산 (계산서가 없는 경우) • 실측도면 작성 (도면이 없는 경우)
현장조사 및 시험	• 전체부재의 외관조사 및 외관조사망도 작성 - 콘크리트 구조물: 균열, 누수, 박리, 박락, 충전리, 백태, 철근노출 등 - 지반상태 변화 : 파괴징후, 파괴현황, 지반상태, 사면형상 등 • 자연적 외부요인 - 강우, 지하수 등 • 인위적 외부요인 - 절취상태, 배수조건, 보강상태 등 • 현장조사 - 슈미트해머 반발계수 - 토양경도계 • 지표, 지질 지반조사 - 토사사면 - 암반사면 • 시추조사 • 물리탐사	• 시설물조사에 필요한 임시접근로, 가설물의 안전시설 설치 및 해체 등 • 조사용 접근장비 운용 • 계측시설의 성능검사 또는 시험계측 • 기타 관리주체의 추가 요구 및 안전성평가 등에 필요한 조사·시험
상태평가	• 외관조사 결과분석 • 현장시험 및 재료시험 결과분석 • 지반구성물질 특성 평가 • 부재별 상태평가 및 시설물 전체의 상태평가 결과에 대한 소견	-
안전성평가	• 조사, 시험, 측정결과와 분석 • 기존의 구조계산서 또는 안전성평가 자료 검토·분석 • 지반 안전성평가 • 시설물의 안전성평가 결과에 대한 소견	• 구조안전성 평가 등 전문기술을 요하는 경우의 전문가 자문 • 내진성능 평가 및 사용성 평가 • 임시 고정하중에 대한 안전성평가
종합평가	• 시설물의 종합평가 결과에 대한 소견 • 안전등급 지정	-
보수·보강 방법	• 보수·보강 방법 제시	• 내진보강 방안 제시 • 시설물 유지관리 방안 제시
보고서작성	• CAD 도면 작성 등 보고서 작성	-

4.3 정밀안전진단 결과표 작성

정밀안전진단을 실시한 사람은 그 실시결과를 관리주체에게 통보하여야 하며, 시설물에 「영」 제12조의 중대한 결함이 있는 경우에는 시장·군수 또는 구청장에게도 통보하여야 한다.

시설물의 정밀안전진단 실시결과 및 조치해야 할 사항을 다음의 서식에 의해 작성하여 보고서 서두에 첨부하여야 한다.

가. 정밀안전진단 결과표

정밀안전진단 결과표에는 해당시설물의 기본현황과 실시결과 요약을 기술하여야 하며, 특히 「기본현황 라.참고사항」에 다음의 내용이 작성되어야 한다.

- 차기 정기점검 및 정밀점검 또는 정밀안전진단에서의 중점 점검부위 등
- 점검결과 「영」 제12조의 중대한 결함이 있는 경우에는 필요한 후속 조치사항을 기재

나. 시설물 현황표

- 정밀점검 현황표의 작성방법을 참조한다.

○○절토사면 정밀안전진단 결과표

1. 기본현황

가. 일반현황					
용역명		점검/진단기간			
관리주체명		대표자			
공동수급		계약방법			
시설물 구분		종 류		종 별	
준공일		점검(진단) 금액(천원)		안전등급	
시설물 위치		시설물 규모			
나. 진단 실시결과 현황					
중대결함					
점검(진단) 주요결과					
주요 보수·보강					
다. 책임(참여)기술자 현황					
구 분	성 명	과업 참여기간	기술등급		
라. 참고사항					

2. 결과 요약

책임기술자 종합의견	
• • • • •	
책임기술자 : (서명)	

가. 정밀안전진단 외관조사 결과 기본사항

상태평가 결과 및 보수·보강				상태평가 결과 :
결함발생 부재	상태 평가 결과	결함종류	보수·보강(안)	

나. 안전성평가 결과

안전성평가 수행 부재	해석방법	안전성평가 결과 요약	안전율	안전성평가 결과
case-1	평사투영법			
	한계평형법			

다. 내진성능 검토 수행 여부

검토대상 부재	설계적용 여부	결과	검토결과 요약
	Y/N		

라. 현장시험 (비파괴 및 추가시험)

시 험 명	시험 부위	시험 결과	책임기술자 의견
○ 암석 비파괴			
○ 시추조사			
○ 물리탐사			
○ 실내시험			
○ 원위치시험			
○			

○○절토사면 현황표

작성일 : 년 월 일

시설물 번호		관리번호	
시설물명		시설물구분	
위 치	행정구역		
	위치좌표	시점 :	
		종점 :	
제 원	연 장	높 이	
	경사/방향	노 선	
관리주체		관리주체구분	
주변환경	인공구조물		
	주변지형	상부사면경사	
시공현황	준공년도	시 공 자	
	부대시설		
비 고			

절토사면 전경사진

표준 평면도

표준 횡단면	

위치도 (S = 1/25,000)

4.4 보고서 작성 방법

가. 실시결과 보고서 작성 방법

정밀안전진단 실시결과 보고서는 시설물 관리주체의 유지관리 업무에 효율적이며, 체계적으로 활용할 수 있도록 과업 내용을 중심으로 작성하여야 한다, 실시결과 보고서 작성시 세부지침 내용의 수록을 자제하여 실시결과 보고서 분량이 크게 되지 않도록 한다. 정밀안전진단 실시결과 보고서에 포함되어야 할 사항은 다음과 같다.

1) 서두

보고서의 표지 다음에 정밀안전진단의 개요를 쉽게 알 수 있도록 다음의 서류를 붙인다.

- 제출문(정밀안전진단을 실시한 기관의 장)
- 정밀안전진단 결과표 (안전등급)
- 시설물 현황표
- 참여 기술진 명단
- 시설물의 위치도
- 시설물의 전경사진, 부위별 사진
- 정밀안전진단 실시결과 요약문
- 보고서 목차

2) 정밀안전진단의 개요

정밀안전진단의 범위와 과업내용 등 정밀안전진단 계획 및 실시와 관련된 주요 사항을 기술한다.

- 진단의 목적
- 시설물의 개요 및 이력사항
- 진단의 범위 및 과업내용
- 사용장비 및 시험기기 현황
- 진단 수행 일정

3) 자료수집 및 분석

정밀안전진단의 관련자료를 검토·분석하고 그 내용을 기술한다.

- 설계도면, 구조계산서
- 기존 정밀점검·정밀안전진단 실시결과

- 보수·보강이력 및 용도변경
- 시설물의 내진설계 여부 확인
- 기타 관련자료

4) 현장조사 및 시험

과업내용에 의거 실시한 현장조사, 시험 및 측정 등의 결과분석 내용을 기술하고, 필요한 경우 사진 또는 동영상 등을 첨부한다.

- 전체 시설물 외관조사 결과분석
- 주요한 결함(손상)의 발생원인 분석
- 재료시험, 측정결과의 분석

5) 시설물의 상태평가

과업내용에 따라 실시한 현장조사 및 시험의 분석 결과에 따라서 시설물의 상태평가 결과를 작성하며, 작성 방법은 본 세부지침의 제8장에서 기술한 내용을 따른다.

- 콘크리트 또는 강재의 내구성 평가
- 부재별 상태평가 및 시설물 전체의 상태평가 결정

6) 시설물의 안전성평가

과업내용에 따라 실시한 현장조사 및 재료시험 등의 결과를 분석하고 이를 바탕으로 구조물의 내(하)력, 사용성 등을 검토하고 시설물의 구조적, 기능적 안전성을 평가한다.

- 현장 재하시험 및 계측 결과분석
- 지형, 지질, 지반, 토질조사 등의 결과분석
- 시설물의 변위, 거동 등의 측정결과 분석
- 시설물의 구조해석 및 구조계산을 통한 분석결과
- 수문, 수리 등 해석결과 및 분석 (관리주체의 요구 등 필요한 경우)
- 시설물의 내(하)력 평가
- 시설물의 내진성능, 사용성 평가 (관리주체의 요구 등 필요한 경우)
- 정밀안전진단 결과 시설물의 보수·보강방법을 제시한 때에는 보수·보강시 예상되는 임시 고정하중(공사용 장비 및 자재 등)이 시설물에 현저하게 작용하는 경우에 대한 구조안전성 평가 포함 시행
- 시설물의 안전성평가 결정

안전성평가 작성 방법은 본 세부지침의 제9장에서 기술한 내용을 따른다.

7) 종합평가

- 시설물의 상태평가와 안전성평가 결과를 종합하여 안전상태 종합평가 결과의 결정
종합평가 작성 방법은 본 세부지침의 제10장에서 기술한 내용을 따른다.

8) 안전등급 지정

정밀안전진단 실시결과 상태평가 및 안전성평가 등을 종합적으로 평가하여 제 11장에서 기술한 내용에 따라 당해 시설물의 안전등급을 지정하여야 한다.

9) 보수·보강 방법

시설물의 상태평가와 안전성평가 결과에 따라 손상 및 결함이 있는 부위 또는 부재에 대하여 적용할 보수·보강 방법을 제시함.

(내진성능 평가 후 내진능력 부족시의 경우를 포함)

- 보수·보강방법에 대한 개요, 시공방법, 시공시 주의사항 등
- 당해 시설물의 유지관리를 위한 요령, 대책 등

시설물을 안전하고 경제적으로 유지관리하는데 필요한 사항을 제시하는 것으로 결함 및 손상의 종류와 원인, 점검요령, 조치대책 등에 관한 실무적이고 필수적인 내용을 해당 시설물의 그림 및 사진 등을 위주로 구성하여 안전점검 경험이 적은 사람도 쉽게 활용할 수 있도록 하여야 한다.

10) 종합결론 및 건의사항

- 정밀안전진단 실시결과의 종합결론
- 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항
- 기타 필요한 사항

11) 부록

- 과업지시서 : 부록의 과업지시서 예문 참조
- 외관조사망도
- 구조해석 모델링 및 수치해석 자료 (입출력자료는 e-보고서에 포함)
- 측정, 시험, 계측 성과표
- 상태평가 결과 자료
- 안전성평가 결과 자료
- 시설물관리대장 사본
- 현황조사 및 외관조사 사진첩

- 사용장비 및 기기의 사진
- 사전조사 자료 일체 (사전검토보고서, 과업수행계획서 등 관련자료)
- 기타 참고자료
(정밀안전진단 결과와 관련되는 설계도서, 감리보고서, 이전의 안전점검 및 정밀안전진단 보고서 등 관련자료 포함)

나. e-보고서 작성 방법

- 정밀점검 e-보고서 작성방법을 참조한다.

제 5 장

현 장 조 사

5.1 현장조사 일반

5.2 시설물의 세부시설별 점검 사항

5.3 재료시험 기준수량

제5장 현장조사

5.1 현장조사 일반

5.1.1 일반

안전점검 및 정밀안전진단에서 실시하는 필요한 현장조사 및 외관조사에 대하여 구체적으로 명시함으로써 안전점검·정밀안전진단 실시결과에 의한 시설물의 상태 또는 안전성 평가가 객관적이며, 보편타당하게 이루어지고 이를 위한 기초자료를 충분히 확보할 수 있도록 현장조사와 관련되는 내용의 원칙을 기술하며, 시설물 특성 및 제반여건을 고려하여 적절히 응용할 수 있다.

따라서, 본 「세부지침」에서는 기본과업 및 선택과업에 규정하고 있는 안전점검과 정밀안전진단 시 필요한 현장조사 항목에 대해서 기술하며, 이외의 필요한 조사에 대해서는 과업의 범위 및 내용이나 과업의 특성 등을 고려하여 관리주체와 안전점검·정밀안전진단 책임기술자가 협의하여 결정하여야 한다.

당해 시설물의 중요도 및 특성에 따라 보완 또는 추가가 필요한 경우는 새로이 세부서식 등을 작성하여 안전점검 및 정밀안전진단 등 시설물관리에 사용할 수 있다.

5.1.2 목적

- 현장조사는 기존시설물에 관한 기초자료를 얻고, 시간이 경과함에 따라 구조물의 상태변화(결함, 손상, 열화 등) 및 균열 폭과 길이 등 구성재료의 변화를 추적하기 위하여 수행한다.
- 시설물 현장에서의 측정은 도면이 없거나 도면상에 나타난 자료를 명확하게 확인하기 위하여 필요하며, 측정의 정확성은 원하는 목적을 달성할 수 있는 정도로 하여야 한다.
- 부식, 노후화 또는 기타 식별이 어려운 결함을 발견하기 위하여 육안으로 근접조사하기 전에 조사부위를 깨끗이 청소하여야 한다.

5.2 시설물의 세부시설별 점검 사항

절토사면의 상태평가 시 점검사항은 구조물의 특성에 따라 다를 수 있으므로 수정, 보완하여 사용한다. 각 세부시설별 점검 사항은 평가결과를 기초로 판단하며, 이는 점검부위별 각각의 점검사항에 대한 주요 손상상태를 파악하는데 활용할 수 있다.

정밀점검 및 정밀안전진단 실시에서 시설물의 상태평가를 적용함에 있어 [표 3.2] 및 [표 4.3]의 기본과업과 선택과업의 내용을 적절히 혼용하여 대상 시설물에 대한 상세한 상태평가를 실시하여야 한다. 특히, 정밀점검에서는 선택과업인 전체부재에 대한 외관조사망도의 작성 여부 등에 대해서 관리주체와 책임기술자의 협의를 통하여 결정하여야 한다.

5.2.1 절토사면 상태변화의 점검 항목

가. 정기점검

[표 5.1] 정기점검 내용 및 항목

점검 내용	점 검 항 목	점 검 장 비
사면손상상태	<간단한 외관조사> - 파괴징후 · 전반적인 외관상태 · 인장균열 및 이완 압괴 유/무 · 지반 및 구조물 변형 유/무 - 파괴현황 · 파괴유형, 위치, 규모	- 카메라 - 필기도구 - 줄자 - 클리노컴파스 - GPS(위치측정기) → 도면사용 가능
사면파괴요인	<간단한 외관조사> - 지반상태 · 구성물질, 풍화도, 불연속면 방향 - 사면형상 · 사면의 경사 · 집수지형 유/무 - 배수상태 - 보호시설 상태	

나. 정밀점검

[표 5.2] 정밀점검 내용 및 항목

점 검 부 위	점 검 항 목	점 검 장 비
사면손상상태	<면밀한 외관조사> - 파괴징후 · 인장균열, 이완암괴 규모 · 사면 및 구조물 변형 상태 - 파괴현황 · 파괴유형, 위치, 규모 등	- 카메라 - 필기도구 - 줄자 - 지질용 해머 - 클리노컴파스 - 거리측정기 - GPS(위치측정기) → 도면사용 가능 - 슈미트해머 - 토양경도계
사면파괴요인	<면밀한 외관조사> - 지반상태 · 토질 조건 및 토층 심도 · 토질의 연경도 · 절리 경사 및 방향 · 절리간격, 거칠기, 연장 등의 상태 - 사면형상 · 사면 경사 및 집수지형 - 자연적 외부 요인 상태 · 강우 및 지하수 상태 (필요할 경우 지진 하중) - 인위적 외부 요인 상태 · 절취 상태, 배수 조건 · 표면 보호 및 보강공 상태 <간단한 측정> - 반발경도법에 의한 강도 조사 (슈미트해머, 토양경도계)	
시 험 (안전성평가의 경우)	<안정해석을 위한 지반정수 분석> - 토질시험 · 전단시험(점착력, 침두마찰각, 잔류마찰각), 표준관입시험 - 암석시험 · 일축압축강도 (코어시료 획득 불가시 점하중시험으로 환산) · 절리면 직접전단시험(점착력, 내부마찰각) · 물성시험 : 단위중량, 탄성계수, 포아송 비	- 토질/암석물성시험

다. 정밀안전진단

시설물의 재해예방 및 안전성을 확보하고 보수대책공법 제시를 전제로 하여 결함 및 손상원인을 규명하고 보수, 보강공법을 선정하기 위한 정보를 얻기 위하여 지반 시추조사 및 물리탐사(필요시), 토질 및 암석의 물성시험 등도 포함함으로써 지반의 상태를 정량적으로 획득해야한다.

정밀안전진단 시의 사전조사는 [표 5.3]에 의하고, 정밀안전진단 항목 및 방법은 [표 5.4]에 준하여 실시하며, 이외의 추가되는 조사 항목은 관리주체와 협의하여 조사한다.

[표 5.3] 절토사면의 일반적인 사전조사 항목

사전조사 항목	검 토 내 용
기초 자료조사 및 검토	- 과업지시서 검토 - 지반 및 지질조사 보고서 및 결과 분석 - 지질도 및 단면도 분석 - 항공사진, 위성영상, 수치지형도 분석 - 강우자료 분석 - 재해 기록 및 공사 기록 - 기타 절토사면과 관련된 모든 자료 조사
절토사면 해석방법 및 결과분석	- 사면 유형에 따른 해석방법 결정 - 사용될 해석 프로그램 확인 - 해석용 입력자료 분석 - 안전율 및 지반 변위량 분석 - 보조 공법의 유무 및 적정성
설계도면 검토	- 절토사면의 표준 횡단면 검토 - 사면의 개설 방법 (발파, 리핑 등) - 절토사면 부대 구조물 설치 설계도면 분석 - 배수 시스템 - 해석결과와 설계도면 일치성 비교

[표 5.4] 절토사면의 일반적인 정밀안전진단 항목 및 방법

점검부위	진 단 항 목	검사장비/방법
사면손상 상태조사	○ 파괴 징후 조사 - 인장균열 : 유/무, 폭, 길이, 깊이, 균열의 진행성여부 - 지반변형 : 유/무, 변형범위, 변형방향, 최대 변위량 - 구조물변형 : 유/무, 구조물 유형/규모, 변형범위, 변형방향, 최대 변위량	줄자, 클리노컴파스, 균열측정기, 육안조사 등
	○ 파괴 현황 조사 - 파괴 유형 - 파괴부위의 위치 - 파괴 발생 규모 : 폭, 길이, 깊이, 높이	거리측정기, 카메라, 줄자, 클리노컴파스, 육안조사 등
사면파괴 요인조사	○ 지반상태 - 토질 및 지반조건, 토층 두께 - 대표적인 절리의 특성 (주향/경사, 절리상태) : 길이, 틈새, 거칠기, 충전물, 풍화도	거리측정기, 클리노컴파스, 줄자, 프로파일게이지, 지질해머, 육안조사 등
	○ 사면형상 - 사면경사, 집수지형	클리노컴파스, 육안조사 등
	○ 자연적 외부요인 - 강우량 (시간당 강우량, 1일 강우량, 누적강우량) - 지하수위	강우자료 참조, 시추조사, 육안조사 등
	○ 인위적 외부요인 - 표면보호공 상태 - 절취 상태 - 사면 보강공 상태 - 배수조건	육안조사 등
지표·지질·지반조사 및 시험	○ 토질 및 암석 물성시험 - 암석 : 일축압축강도시험(코어시료 획득 불가시 점하중시험으로 환산), 절리면 직접전단시험(점착력, 내부마찰각), 단위중량, 탄성파속도, 탄성계수, 포아송 비 - 토질 : 토사 전단강도(삼축, 직접) 시험, 표준관입시험, 토질 분류(함수비, 애터버그 한계, 비중, 입도시험) 등 ○ 지표, 지질조사 - 지질구조대(단층, 습곡, 파쇄대) 조사 ○ 선조사법(또는 창조사법)을 이용한 절리특성 자료획득 ○ 물리탐사 (법면의 상태를 관찰하기 어려운 경우 실시) - 전기비저항 탐사, 탄성파 탐사, GPR 탐사... 등 중 1가지 이상 실시 ○ 시추조사 - 시추코아 채취 - 지하수위 측정 - 시추공내 절리방향성 분석	물리탐사, 토질/암석물성시험, 시추조사, 선(창)조사법, 육안조사 등

5.2.2 현장조사 및 재료시험의 요령

가. 개요

절토사면은 다른 일반구조물과 달리 지형, 지질 등의 지반조건과 강우, 기온 등과 같은 외부조건에 의해 주로 영향을 받는 구조물로서 계획단계로부터 시공 및 유지단계에 이르기까지 원지반의 조건이 사면의 안전성을 주로 좌우한다. 또한 원지반에 대한 정밀하고 객관적인 자료의 획득이 매우 어렵고, 정밀안전진단이나 안전점검을 수행하는 전문가에 따라 조사결과가 크게 달라질 가능성이 높다. 따라서 현장조사 및 시험의 방법이나 항목, 수량 등에 대한 통일된 기준의 제시가 필수적이다.

또한 본 「세부지침」에서 제시된 현장조사 및 재료시험의 항목과 수량은 최소한의 것을 제시한 것으로 지반 및 지질특성을 정확하게 파악하기 위해서는 전문가의 판단에 따라 그 이상의 항목과 수량을 수행하여야 한다.

절토사면의 현장조사는 사면의 유형에 따라 크게 토사사면과 암반사면으로 구별하여 조사하며, 조사내용은 사면 손상상태 조사, 사면 파괴요인 조사, 시험 및 물리탐사로 구분할 수 있다.

나. 조사영역 및 사면의 분할

사면의 분할은 현장조사에서 최초로 실시하는 작업으로 정밀점검이나 정밀안전진단의 대상이 되는 절토사면의 규모와 영역을 결정하는 작업을 의미한다. 현장에서 접하게 되는 절토사면은 대개 지형적인 특성에 의해 여러 절토사면이 연속하여 연결되어 있어 이를 구분하기 위한 명확한 기준이 필요하다.

- 사면 분할은 사면을 바라보며 우측을 시점, 좌측을 종점으로 하되, 사면의 수직고가 5m 이하로 낮아지는 지점에서 분할한다.
- 상태평가 및 안전성평가를 위한 구간분할의 경우, 동일사면 내에서 다음의 경우에 구간분할을 실시한다.
 - (1) 사면의 구성재료(토사, 연약암반, 파쇄암반, 절리암반)가 변화할 경우
 - (2) 사면의 경사가 10° 이상으로 변할 경우
 - (3) 사면의 구성재료와 표준경사가 맞지 않을 경우
 - (4) 사면의 경사방향이 40° 이상 변화할 경우
 - (5) 동일 구간의 연장이 200m 이상일 경우

다. 사면 손상상태 조사

1) 파괴징후

가) 인장균열

인장균열의 발생 여부를 파악하기 위해서는 조사대상 절토사면의 상부로부터 가상의 원호활동원에 포함되는 위치까지 조사하는 것이 원칙이나 보다 신뢰성 있는 조사를 위해서는 사면 상부 전반에 대하여 조사할 것을 권장한다.

인장균열이 사면의 안전을 계산에 끼치는 영향은 미소하지만 인장균열 내에 물이 채워질 경우 지반의 전단강도가 약화될 수 있으며, 인장균열이 진행성인 경우 사면파괴에 대한 중요한 증거가 되므로 조사에 신중을 기하여야 한다.

인장균열의 진행성(또는 확장) 여부는 최근 점검자료와의 비교나 계측 등을 통하여 판단한다.

나) 지반변형

지반변형은 사면 상하부와 사면 내의 모든 변형을 모두 포함한다.

절토사면의 경우 자연상태의 응력준위를 인위적으로 변화시킴에 따른 응력이완과 해방의 원인으로 지반변형이 유발될 수 있다. 조사대상 사면 전반에 걸쳐 이에 대한 조사를 실시하여야 하며, 사면 상하부의 경우는 지반 함몰이나 융기 등의 현상을 관찰하고, 사면 내에서는 사면경사 불량 여부를 파악한다.

다) 구조물 변형

조사대상 사면에 존재하는 구조물은 옹벽, 배수시설 등이 있으며, 이들의 변형은 지반의 변형을 외적으로 표현해 주는 지표가 될 수 있다.

응력의 집중이나 기타의 원인에 의해 발생된 구조물의 변형 여부 및 발생위치, 개소수 등을 전반적으로 조사하여야 한다.

2) 파괴현황

파괴현황은 기존에 발생한 파괴현황을 검토함으로서 사면의 불안정성 및 유사한 형태의 지속적인 파괴발생 가능성을 평가하는 항목으로서 파괴의 규모 및 개소수, 유형 등에 대한 조사가 대상사면 전반에 걸쳐서 수행되어야 한다.

라. 사면 파괴요인 조사

1) 지반상태

가) 토질조건

흙은 점성토와 사질토로 대별할 수 있으나 지반상에 존재하는 토질은 대부분 혼재하여 있다. 사질토의 전단저항원리는 입자간 회전과 활동에 의한 마찰저항과 interlocking이며, 점성토는 구성입자간의 전기적인 힘에 의해 지배받는다.

토질조건은 정밀점검 단계에서는 현장 육안관찰과 토양경도계, 휴대용 콘 시험기 등을 통하여 판단하며, 정밀안전진단 단계에서는 대상사면의 토사 전단저항각 또는 N치를 통하여 토질조건을 평가한다.

또한 안전성평가를 실시할 경우는 실내실험을 실시하며, 조사대상 사면에 대한 시료는 전면에 골고루(최소 3개소 이상) 채취하여, 이에 대한 토성 실내시험을 실시한 후 평균적인 결과를 사용할 것을 권장한다.

한편, 전단저항각 또는 N치를 조사하기 위한 시추 샘플링 및 표준관입시험은 최소한 1개소에 대하여 토사존재 깊이까지 실시하며 흙의 분류 및 샘플링, 표준관입 시험 등은 한국산업규격(KS)에 근거하여 실시한다.

나) 토층심도율

대상 절토사면의 토층심도율(SR)을 계산을 위해서는 사면내의 토층 두께를 측정하여야 한다.

토층의 두께는 정밀점검 단계에서는 육안관찰을 통해, 정밀안전진단 단계에서는 측량, 비파괴 물리탐사 및 자료조사 등을 통하여 파악한다. 토층두께는 대상사면 내 토층이 가장 두꺼운 지점의 두께로 적용한다.

토층심도율(SR) 사면높이에 대한 토층 두께의 비로 정의되며 아래 식과 같이 계산되어진다.

$$SR = \frac{\text{Soil depth}}{\text{Slope height}}$$

다) 연약암반의 지반강도 특성

지반을 구성하는 암석이 풍화를 심하게 받았거나 신생대 제3기 층과 같이 미고결 암석인 경우 지반의 강도가 매우 연약하며, 이러한 경우 지반강도 특성(연약한 정도)에 따라 지반의 역학적 특성이 현저하게 대별된다.

지반강도 특성은 지질해머를 이용한 육안 관찰을 통해, 약간 연약, 연약, 매우 연약 등으로 구분 지을 수 있으며, 각 구분은 일축압축강도 기준으로 20~5MPa, 5~1MPa, 1MPa 이하에 해당한다.

라) 풍화

지질학적인 풍화의 의미는 “암석이 물 또는 공기와 접촉하여 흙으로 붕괴되어 가는 자연적 과정”으로 간단히 요약될 수 있다. 암석의 풍화는 주로 지표면 부근에서 발생하여 흙의 형성, 풍화된 암반부위 형성 등을 통해 하부의 신선한 기반암과 대조를 이루고 이로 인해 공학적 특성의 차이를 야기한다.

암석의 풍화도를 조사하는 방법으로는 단순육안관찰, 현미경상의 풍화면적 측정, 광물함량이나 화학성분비 측정 등이 있으나, 현장에서 신속하고 비교적 용이하게 조사할 수 있는 방법으로는 ISRM이 제시한 육안관찰에 의한 6단계의 풍화등급으로 나누는 방법이 대표적이다.

○ 필요장비

- 지질해머
- 끝이 뾰족한 칼

○ 조사수량

상태평가 및 안전성평가를 위하여 분할된 구간마다 풍화등급을 조사한다.

○ 결과분석

암반의 풍화상태는 [표 5.5]와 같이 ISRM이 제시한 6단계의 풍화등급에 따라 기록한다.

[표 5.5] 풍화등급의 6단계 분류법

풍화등급	설 명	공학적 특성
신선암 (F)	암석의 풍화 흔적을 볼 수 없다. 주 불연속면 표면에 경미한 변색이 있을 수 있다.	· 발파로 굴착가능 · 모든 구조물 기초로 적합
약한풍화 (SW)	불연속면의 표면과 암석의 변색 상태가 풍화 지표가 된다. 불연속면이 얼룩져 있거나 변색되어 있고, 외부적으로는 신선한 상태보다 약한 상태이다.	· 발파로 굴착가능 · 대규모의 댐을 제외한 모든 구조물 기초로 적합
보통풍화 (MW)	조암광물의 절반 이상이 변질(decomposed)되거나 토양으로 분해(disintegrated)된 상태이다. 신선암 및 변색된 암은 핵석(corestone)이나 불연속면의 골격을 이룬다.	· Ripper로 굴착가능 · 대부분의 소규모 구조물 기초로 가능
심한풍화 (HW)	암석 구성 재료의 절반 이상이 부스러졌거나 흙으로 변했다. 신선하거나 변색된 암석이 기반암이나 핵석(corestone) 상태로 존재한다.	· Scraping으로 굴착가능 · 구조물 기초시 신뢰도 낮음
완전풍화 (CW)	모든 암석 재료가 부스러졌거나 흙으로 변했다. 그러나 절리흔적과 같은 원래의 암반 조직은 보존되어 있다.	· Scraping으로 굴착가능 · 토질 시험 결과에 따라 기초 사용 결정
풍화잔류토 (RS)	모든 암석이 흙으로 변했고 원래 암반의 구조와 조직은 관찰할 수 없다. 큰 부피의 변화가 생겼으나 흙은 거의 운반되지 않았다.	· 기초부에 부적합 · 사면침식요인 · 성토재 사용시 재료 선별

마) 불연속면 특성 조사

불연속면은 암반에서 나타나는 모든 연약면을 총괄적으로 나타내며, 작은 단열 구조로부터 큰 단층까지 다양한 규모를 가진다.

불연속면은 대개 물리적으로 분리되어 있는 면으로 매우 작은 인장강도를 갖거나 인장강도가 없다. 따라서 암반으로 구성된 절토사면의 경우 불연속면의 존재는 사면의 안전성에 절대적인 영향을 미치며, 대부분의 경우 불연속면을 따라 붕괴가 발생한다.

불연속면 특성 조사의 경우는 다음과 같다.

○ 정밀점검

- 육안관찰에 의한 대표적인 방향에 대해 실시

○ 정밀안전진단

- 10m 이상의 측선을 이용한 선조사법(scanline method)을 실시
- 조사창측정법(window method)을 실시

※ 선조사법으로 조사를 할 경우 지반의 구조적인 변화를 고려해 3회 이상 실시할 것을 권장하며, 횡수는 절개면의 연장에 따라 조정될 수 있다.

선조사법과 조사창측정법은 불연속면의 통계분석을 위하여 설정된 측선이나 구획 내에 존재하는 불연속면에 대하여 연변을 부여한 후 각 불연속면의 교차거리, 방향성, 길이(연장), 틈새(간격), 거칠기, 불연속면의 종류 등을 획득하는 방법이다.

[불연속면 특성 조사 항목]

① 불연속면의 방향성

불연속면의 방향성은 사면의 방향성과 연관되어 안전성에 영향을 미치는 가장 중요한 인자중의 하나로 공간에서 불연속면의 분포경향을 나타낸다.

－ 조사 방법 및 수량

- 방향의 측정은 클리노컴파스나, 클리노메타를 이용하여 측정한다.

대개 불연속면의 방향성은 주향(strike)과 경사(dip)로 표시하거나, 경사방향(dip direction)과 경사(dip)로 표시하며, 공학적인 문제에서는 ‘경사(dip)/경사방향(dip direction)’의 표시방법을 많이 사용한다. 이때 경사는 2자리로, 경사방향은 3자리로 표기한다.

예) 12/015

- 정밀점검

전문가의 판단에 따라 절토사면에서 관찰되는 불연속면군을 육안으로 판단하여 대표적인 방향성이라고 판단되는 방향을 각 불연속면군당 2-3개씩 측정하여 기록한다.

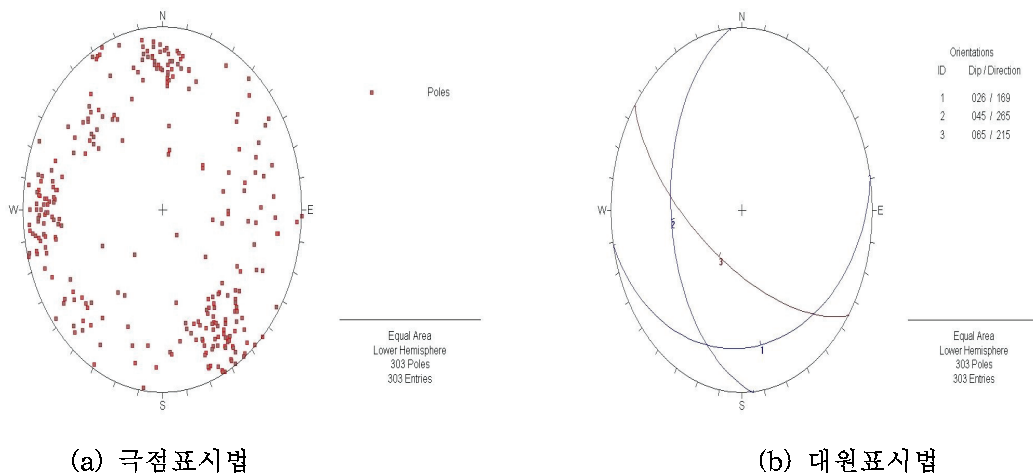
- 정밀안전진단

불연속면군을 결정하기 위해 노두면에서 선조사법나 조사창측정법을 이용하여 충분한 양의 불연속면에 자료를 획득하여야한다.

그러나 노두면이 관찰되지 않을 경우 시추작업 후 공내 조사기법(bore hole TV, camera, televiwer, Bips 등)을 이용하여 약 80~300개 정도의 측정자료를 수집해야 하며, 150개 정도가 적정한 수준이다.

- 결과분석

측정된 불연속면은 평사투영법을 이용하여 도시하며, 목적에 따라 대원표시법이나, 극점표시법으로 나타낸다.([그림 5.1] 참조)



[그림 5.1] 불연속면의 표시방법

② 간격

불연속면의 간격은 인접 불연속면 사이의 수직거리로서, 사면 내에서 암반블록의 크기를 결정할 뿐만 아니라 수리전도도나 용수특성에도 영향을 미치게 된다.

- 조사 방법 및 수량

측정용 줄자를 이용하여 대상 불연속면이 다른 불연속면군에 직각인 노두에서 누락 없이 측정하여야 한다. 이때 다른 불연속면군에 직각인 노두에서 측정할 수 없을 경우, 줄자와 불연속면 사이의 예각(α)을 콤팩스로 측정하여 다음 식으로부터 사거리에 대한 보정을 실시한다.([그림 5.2] 참조)

$$S = d_m \sin \alpha$$

[표 5.7] 연장성 분류 기준

등 급	연장성 [m]
매우 낮은 연속성 (very low persistence)	< 1
낮은 연속성 (low persistence)	1 ~ 3
보통 연속성 (medium persistence)	3 ~ 10
높은 연속성 (high persistence)	10 ~ 20
매우 높은 연속성 (very high persistence)	> 20

④ 거칠기

불연속면의 거친 정도는 불연속면의 거동 시 전단강도에 큰 영향을 미치므로 불연속면으로 구성된 암반사면의 안전성을 평가하는데 중요한 요소이다.

불연속면의 거칠기는 수 m 정도의 대규모 거칠기(만곡, waviness)와 수 cm 정도의 소규모 거칠기(요철, unevenness)로 나눌 수 있는데, 대규모 거칠기는 요철 부분이 전단활동 시 닳아 없어지지 않는 반면 작은 규모 거칠기는 전단 활동 시 마모되기 쉽고 거칠기가 클수록 불연속면의 유효마찰각은 커진다.

- 조사 방법 및 수량

전문가의 육안관찰로 암반블록 활동이 예측되는 방향의 거칠기를 관찰하여 거칠기의 등급을 결정한다.

- 결과분석

불연속면의 거칠기 측정 결과는 [표 5.8]과 같이 기재한다.

[표 5.8] 불연속면 거칠기 등급

등급	설명
매우 거칠음 (very rough)	불연속면의 표면에 거의 수직적인 계단 형태의 요철이 존재한다. 불연속면 표면을 만질 때 매우 거친 느낌이 든다.
거칠음 (rough)	경사진 계단 형태의 요철이 확실하게 나타난다. 표면요철이 확실하게 식별되며, 불연속면 표면을 만질 때 거친 느낌이 든다.
약간 거칠음 (slightly rough)	불연속면의 표면요철이 식별가능하며, 손으로 느낄 수 있다.
매끄러움 (smooth)	육안으로는 표면 요철의 식별이 어려우나, 손으로 느낄 수 있다.
경면화 (slickensided)	불연속면의 미끄러진 표면에 광택이 나는 부분이 관찰된다.

⑤ 틈새(간극)

틈새는 분리된 인접 불연속벽면간의 수직거리를 의미하며 주로 물, 점토광물, 석영, 방해석 등으로 채워져 있고 비워져 있는 경우도 있다.

틈새의 충전물 중 모암과의 결합력이 매우 양호하여 암반분리의 의미가 없는 경우 즉, 치밀한 석영맥, 기타 암맥류 등으로 견고하게 충전된 것은 제외된다. 틈새는 불연속면의 이완정도나 사면내의 수압, 투수량 등에 영향을 미칠 수 있다.

- 조사 방법 및 수량

mm단위를 측정할 수 있는 줄자를 사용하여 불연속면의 틈새를 측정한다. 틈새가 좁을 경우 틈새 게이지(feeler gauge)를 이용하여 측정하여 기록한다.

- 결과분석

측정한 틈새 폭에 따라 [표 5.9]과 같이 분류한다.

[표 5.9] 틈새(간극) 분류 기준

구 분	간극 폭
밀착됨 (tight)	간극을 쥔 수 없을 정도로 아주 좁고 밀착됨
약간 벌어짐 (partly open)	간극이 0.1mm 미만
벌어짐 (open)	0.1 ~ 1.0 mm
약간 넓음 (moderately wide)	1 ~ 5 mm
넓음 (wide)	5mm 이상

⑥ 충전물

충전물은 불연속면의 인접 벽면간을 채우고 있는 물질에 대한 용어로서 그 성분은 주로 석영(quartz), 녹니석(chlorite), 방해석(calcite), 점토(clay), 이질물(siltmaterial), 단층점토(fault clay), 단층각력(fault breccia) 등이다.

충전물은 그 발생기원의 다양성으로 인하여 전단강도, 투수도 등과 같은 암반의 물리적 거동에 복잡하게 작용하며 이러한 물리적 거동은 충전물의 광물학적 특성, 충전물의 입도, 함수율과 투수성, 기존의 전단변위 등에 기인한다. 충전물의 함수율과 투수도 및 전단변위 등에 영향을 미칠 수 있다.

- 조사 방법 및 수량

mm 단위를 측정할 수 있는 자를 이용하여 불연속면의 간극 내에 채워져 있는 물질의 두께를 측정하고 재료를 기입한다.

－ 결과분석

충전물 재료와 두께에 따라서 [표 5.10]과 같이 분류하여 기록한다.

[표 5.10] 충전물 분류 기준

충전물 재료	충전물 두께
없음	－
딱딱함	5mm 미만
	5mm 이상
부드러움	5mm 미만
	5mm 이상

⑦ 누수

암반 불연속면을 따르는 투수 문제는 암반의 공학적, 역학적 특성에 지대한 영향을 미치는데 충전물의 함수비 변화에 따른 충전물 강도 변화, 간극수압 증대에 따른 전단강도 및 지반 지지력 약화 등으로 대표될 수 있다.

－ 조사 방법 및 수량

사면의 불연속면에서 누수 개소를 조사하여 각 누수상태를 평가한다.

－ 결과 분석

불연속면을 따른 누수 상태는 [표 5.11]에 따른다.

[표 5.11] 누수상태 분류 기준

누수상태	설명
완전건조 (completely dry)	누수 흔적을 찾아볼 수 없다.
습함(damp)	손에 물이 묻지 않으나, 불연속면이 약간 축축한 상태이다.
젖어있음(wet)	불연속면이 물기로 젖어있고, 손에 물이 묻는다.
떨어짐(dropping)	불연속면 사이로 물방울이 떨어진다.
흐름(flowing)	불연속면 사이로 물방울이 단속적으로 떨어지지 않고 계속 흘러나온다.

⑧ 블록형상

암반은 절리의 간격 및 방향에 따라 특징적인 형태를 갖고 있다.

절리의 방향이 직각이고 등간격이면 정육면체의 형태를 가지고, 두 방향의 절리 간격은 넓고 한 방향이 좁으면 판상의 형태를 보인다.

절리가 세 방향 이상으로 발달하면, 절리의 방향은 일반적으로 직각이 아니며 이러한 경우에는 켜기형 또는 다면체의 형태를 보인다.

– 조사 방법 및 수량

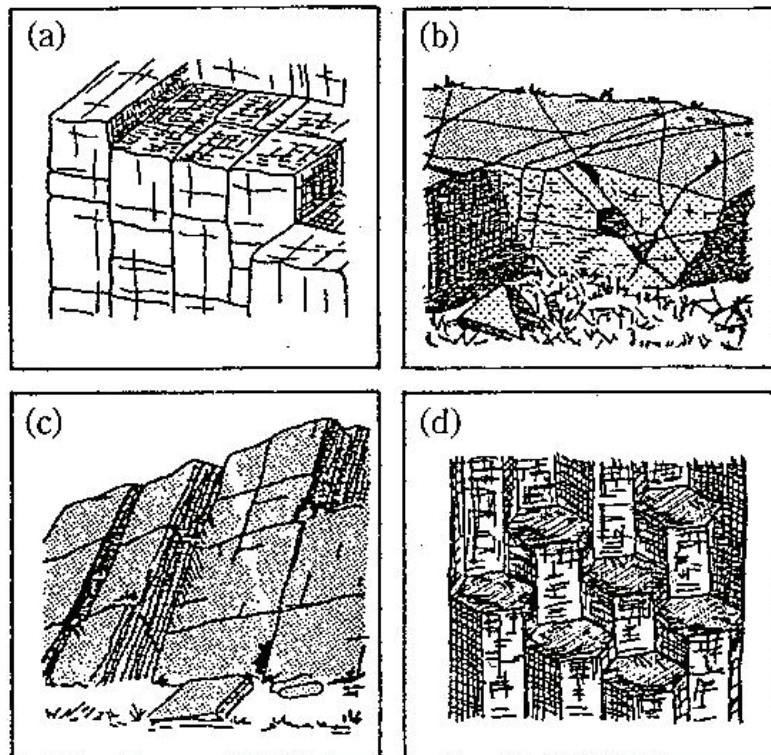
육안조사로 사면을 구성하고 있는 암반의 개략적인 블록 형상을 기록한다.

– 결과 분석

블록의 형상은 [표 5.12]에 따라 분류하여 기재한다.([그림 5.3] 참조)

[표 5.12] 블록형상 분류 기준

블록형상	설명
괴상(massive)	불연속면이 거의 없고, 절리간격이 매우 넓은
판상(tabular)	다른 두 방향의 치수보다 한 쪽 방향의 치수가 상당히 작음
각주상(columnar)	다른 두 방향의 치수보다 한 쪽 방향의 치수가 상당히 큼
불규칙상(irregular)	블록의 크기와 형상의 변화가 심함
블록상(blocky)	거의 정육면체형의 사각형
파쇄상(crushed)	불연속면이 매우 조밀하게 발달하여 각설탕 같은 모양



(a) 블록상 (b) 불규칙상 (c) 판상 (d) 각주상

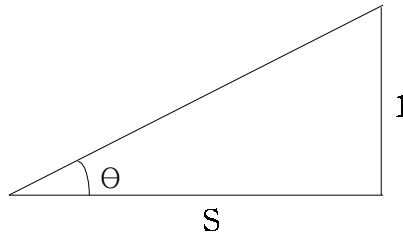
[그림 5.3] 암반 블록의 형상

2) 사면형상

가) 사면경사

대상사면에 대한 측량 등을 통하여, 사면경사, 사면경사각 또는 경사율(%)을 이용하여 절토사면의 형상을 평가할 수 있다.

[그림 5.4]는 사면경사, 사면경사각, 경사율(%)에 대한 개념이다.



[그림 5.4] 사면경사(1:S), 사면경사각($^{\circ}$), 경사율(%)

여기서, $S(1:S)$ = 사면경사, θ = 사면경사각($^{\circ}$), 경사율 = $(1/S) \times 100\%$ 이다.

나) 집수지형

대상사면의 상부에 집수유역이 존재한다면 이에 대한 고려를 실시한다.

유출계수, 도달시간, 유역면적, 침투율, 토질조건 및 증발산 등 수문학적 평가가 필요하지만 포괄적 차원에서 기술자의 판단을 반영하여 5단계로 평가한다.

3) 자연적 외부요인 (강우 및 지하수 조건)

강우에 대한 항목은 해당지역의 과거 최대 강우강도를 2일 누적강우량, 시우량, 1일강우량 등의 형식으로 구분하여 획득하며, 지하수 조건은 시추조사 시 지하수위를 함께 조사하거나 물리탐사를 이용한다.

암반사면의 경우 절리틈으로부터 흘러나오는 지하수로부터 추정할 수 있다.

4) 인위적 외부요인

가) 표면보호

식생공은 숯크리트공, 격자블럭공, 돌붙임공 및 식생공(떼붙임공법, 씨앗살포공법(seed spray), 매트(mat)공법, 넷(net)공법, 녹생토공법) 유무를 육안으로 조사하여 판단한다.

사면 보수·보강을 위한 보호/보강 및 낙석방지공법 등 부대시설이 아닌 식생 및 표면보호공의 상태만을 조사하며, 식생의 조밀도와 표면보호공의 상태를 5단계로 평가한다.

나) 보호/보강상태

사면의 안전성을 확보하기 위하여 활동력을 억제시키거나, 저항을 증가시키기 위한 공법을 절토사면에 시공한 경우 시공된 부대시설(록볼트 및 앵커공, 쏘일네일링, 슛크리트공, 낙석방지공, 옹벽 등)이 그 역할을 충분히 발휘하는지 조사하여 판단할 필요가 있다.

적용공법에 따라 다소의 차이는 있지만 시설의 결함, 노후화 및 기타사항을 조사하여 평가기준에 적용한다.

다) 배수조건

수량의 다소에 관계없이 용수가 지속된다면 사면상의 식생공이 정착치 못하게 되고 원지반을 침식시키게 되므로 용수부분에 대한 처리가 필요하다.

또한 용수는 사면의 불안정성을 증대시키는 역할을 할 수 있다. 용수를 적게하는 방법으로는 사면어깨배수공, 소단배수공, 집수정이나 보링을 통한 집수를 배수 처리 하는 방법 등이 있으며, 용수를 처리하는 방법은 도랑굴착, 호스, 집수매트, 돌망태(개비온) 등을 통한 배수방법이 있다.

판단기준은 배수가 양호하여 건조상태와 같이 간극수압이 발생하지 않을 경우에 해당되는 항목을 좋음으로 하여 5단계로 육안조사를 통하여 평가한다.

마. 실내 시험

1) 토사사면의 시험

토사사면의 안전성을 검토하기 위한 실내시험 항목은 아래와 같으며, 각 항목별로 안정해석 시 필요한 조건을 반영하여 KS규정에 의한 시험을 실시하되 각 항목별로 최소 3개 이상의 시험 결과를 취득하여 반영토록 한다.

- 토질분류 : 함수비, 애터버그 한계, 비중, 입도시험, 단위중량(습윤, 건조)
- 전단강도시험 : 직접전단시험, 삼축압축시험 ⇒ 점착력, 내부마찰각
- 표준관입시험

토사사면의 안정해석법은 여러 가지가 있으나 그 정확성은 강도정수와 사면의 기하학적 조건의 정확도 및 각 해석방법 고유의 정밀도에 따라 좌우되며, 대부분의 경우에 있어서는 토성과 기하학적 조건이 각 해석방법의 차이보다 결과에 더 큰 영향을 미치게 된다.

따라서 안정해석에 있어서 강도정수를 정확히 결정하는 것이 가장 중요한 사항이 된다.

2) 암반 강도 시험

가) 일반사항

일반적으로 암반은, 무결한 상태(intact)의 비교적 균질한 무결암과 단층과 절리 등과 같은 역학적 결함을 가진 불연속면으로 구성된다. 따라서 암반은 본질적으로 구조적인 불연속성, 불균질성, 이방성을 보이며, 이러한 특징들이 암반의 공학적인 특성을 좌우한다.

무수한 불연속면이 존재하는 암반의 강도를 대표하는 값을 측정하는 것은 어려움을 뿐만 아니라, 절토사면의 안전성은 불연속면의 특성에 의해 더 크게 좌우된다.

암석의 강도나 불연속면의 전단시험 결과는 암반 분류 및 안정해석에서 주로 이용된다.

나) 시험방법

① 일축압축강도시험(Uniaxial Compressive Strength Test)

- 현장에서 획득한 암편을 원주모양으로 성형하거나 시추코어시료에 대하여 축방향으로 압축력을 가하여 강도를 측정하는 시험이다.
- 시료 성형시 일반적으로 NX(50~54mm) 크기의 코어가 되도록 하며, 길이가 대략 직경의 2배가 되도록 한다.
- 일축압축강도는 다음과 같이 계산된다.

$$S_c = \frac{P_c}{A}$$

(S_c : 일축압축강도, P_c : 시료 파괴시의 하중, A : 시료의 단면적)

② 점하중 시험(Point Load Test)

- 이 시험법은 현장에서 또는 실험실에서 신속하게 측정할 수 있는 강도 시험법이며, 코어시료 획득이 불가능하여 일축압축강도 시험을 실시할 수 없을 경우 이 시험법을 통해 일축압축강도를 환산한다.

점하중 시험법은 다른 시험법과는 달리 간단한 하중기만 필요하며 정형화된 시료 준비가 필요 없는 간편한 방법이다. 점하중 시험법에 의한 시료의 파괴는 인장파괴로 나타나며, 따라서 일축압축강도보다 상대적으로 낮은 강도 값을 갖게 된다.

- 시추코어를 시료로 사용할 때는 NX 크기의 코어를 주로 이용하며, 직경에 대한 길이의 비가 1 이상이어야 한다. 시험결과는 점하중 강도지수(point load strength index)로 나타내며 다음과 같다.

$$I_s = \frac{P}{D_e^2}$$

여기서, P = 하중,

D_e =

- 시험편의 등가직경으로서 코어의 축에 수직한 방향으로 가압하는 경우 $D_e^2 = D^2$
- 축방향 가압 또는 비정형의 시험편의 경우 $D_e^2 = \frac{4A}{\pi}$
(A : 파괴면의 단면적).

- 시험편이 NX 코어가 아닌 비정형일 경우는 I_s 를 NX 코어의 값으로 환산한다.
이 환산값은 $I_s(50) = F \times I_s$ 이고, 여기서 $F = (D_e/50)^{0.45}$ 가 된다.

③ 슈미트해머 반발경도법(Schmidt Hammer Rebound Hardness Test)

- 반발경도법은 암석표면의 경도를 측정하여, 그 측정치로부터 암석의 압축강도를 추정하는 방법이다. 충격에 대한 반발을 측정하는 장치이므로 방향성을 고려해 주어야 한다.
- 슈미트해머는 콘크리트용인 N, NR형 등이 있으나, 암반 사면조사 시에는 암석용인 L형을 사용하여야 한다.
- 타격면을 선정할 때는 충전물이나 분해된 암석 입자가 없는 편평한 면을 선택하여 그 면에 수직하게 타격한다. 동일한 곳을 계속 가격하지 않고 이전에 타격한 곳에서 최소한 플런저 직경만큼 떨어진 곳을 타격한다.

④ 불연속면 진단시험

- 전문가의 판단에 따라 절토사면의 안전성에 가장 큰 영향을 미칠 것으로 판단되는 불연속면 군 하나를 택하여 진단시험을 실시한다.
- 수직응력을 달리하여 얻은 전단강도에 대한 회귀직선을 구하여 불연속면의 마찰각 및 점착력을 구한다.

다) 시험수량

- ① 안전성평가를 위하여 분할된 구간마다 조사를 실시한다.
- ② 정밀점검

불연속면에 대한 진단시험을 생략할 수 있고, 일축압축강도의 경우 슈미트해머를 이용한 20개의 타격점에 대한 반발 값으로 일축압축강도를 추정할 수 있다.

③ 정밀안전진단

비교적 균일한 특성을 나타내는 3개 이상의 시험편에 대해 실험실에서 일축압축강도 시험을 실시하여 강도 값을 직접 구한다.

또한 1개 이상의 시료에 대하여 수직응력을 달리하여 5회 이상의 진단시험

을 실시한 후 불연속면의 마찰각을 구한다.

라) 결과 분석

① 일축압축강도시험 결과분석

3개 이상의 시험편에 대한 일축압축강도는 산술평균으로 대표값을 산정한다. 단, 정상적인 파괴가 일어나지 않고, 시험편 내에 존재하는 구조적인 연약면을 따라 파괴되었을 경우는 그 값을 제외시킨다.

② 점하중 시험법 결과분석

점하중 시험법으로 일축압축강도를 추정할 경우, 점하중 강도지수(I_s)에 상수를 곱한 값으로 계산된다.

$$S_c \cong 24 \cdot I_s(50) \quad (\text{NX 시추코어를 이용한 실험일 경우})$$

그러나, 암반분류에 적용할 때는 일축압축강도 추정값을 사용하지 않고 점하중 강도지수값을 직접 이용한다.

③ 슈미트해머 반발경도 시험 결과분석

슈미트해머를 이용하여 강도를 추정할 경우, [표 5.13]을 이용하여 타격방향에 따른 보정절차를 거친 후, 20개의 타격점에 대한 반발값 중 하위 50%의 값은 버리고, 상위 50%만을 취하여 그 평균값을 대표값으로 한다.

슈미트해머 반발값(대표값)을 이용하여 암석의 일축압축강도를 추정할 경우, 아래 식을 이용한다.

$$JCS = 10^{(0.0008r\gamma + 1.01)} \quad (\text{MPa})$$

(r : 반발값, γ : 암석의 밀도(kN/m^3))

[표 5.13] 타격 방향에 따른 반발값 보정표

반발값	아래쪽		위쪽		수평
	$\alpha = -90^\circ$	$\alpha = -45^\circ$	$\alpha = +90^\circ$	$\alpha = +45^\circ$	$\alpha = 0^\circ$
10	0	-0.8	—	—	-3.2
20	0	-0.9	-8.8	-6.9	-3.4
30	0	-0.8	-7.8	-6.2	-3.1
40	0	-0.7	-6.6	-5.3	-2.7
50	0	-0.6	-5.3	-4.3	-2.2
60	0	-0.4	-4.0	-3.3	-1.7

④ 불연속면 전단시험 결과분석

수직응력을 달리하면서 전단강도 값을 얻고, 수직응력 대 전단응력 그래프를 통해 회귀직선을 구한 후 회귀직선의 기울기와 절편으로 불연속면의 마찰각 및 점착력을 구한다.

바. 계측계획과 방법

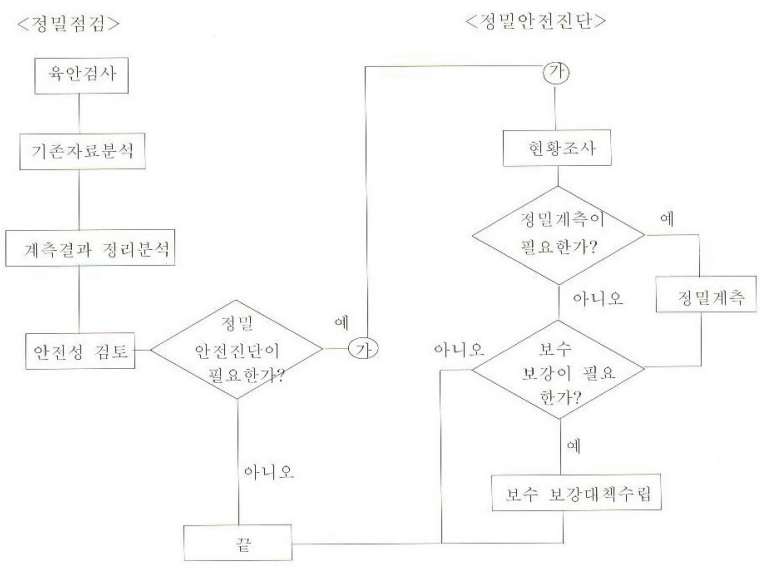
계측이 필요하다고 인정되는 시설물에 대하여는 위치 및 개소를 선정하여 정기적으로 계측을 시행하고 그 기록(계측위치, 계측기기의 종류, 계측결과의 값, 위치별 개소가 표기된 도면 등)을 보관하여야 한다.

계측을 실시한 경우에는 시설물 계측지점을 표시 보존함으로써 연계성 있는 계측을 할 수 있도록 도면과 계측지점을 일치시켜 기록 보존한다. 특히, 붕괴정후가 관찰되는 등 안전성에 심각한 문제를 야기할 수 있는 시설물에 대해서는 정기적인 계측결과를 검토 분석함으로써 지속적인 유지관리가 반드시 이루어져야 한다.

정밀안전진단 결과 계측이 필요한 것으로 판단되는 절토사면에 대하여서는 [표 5.14]와 같이 계측하고자 하는 항목과 내용에 따라 적절한 계측기를 설치하여야 한다. [그림 5.5]은 정밀안전진단 시 계측의 필요성을 판단하는 흐름도이다.

[표 5.14] 진단항목별 계측내용

계측항목	계 측 내 용	계 측 기 기	비 고
지 표·지 질	- 지표변위량	- 지표면 신축계 - 지표면 경사계 - 측량기 등	
지중수평변위	- 지층내 수평 이동	- 지중 수평변위계 등	
배 수	- 강우량 - 간극수압	- 우량계 - 지하수위계 - 간극수압계 등	



[그림 5.5] 계측자료 활용의 흐름도

5.3 재료시험 기준수량

토사사면에 대한 현장조사·재료시험 내용 및 기준수량은 [표 5.15]에, 암반사면에 대한 현장조사·재료시험 내용 및 기준수량은 [표 5.16]에 요약하여 기술하였다.

[표 5.15] 토사사면 현장조사·재료시험 항목 및 수량

항목	조사부위	조사항목	기준수량	조사방법	비고
토질조건	토심 가장 두꺼운 곳	토질물성 전단저항각	3 1	시료채취 표준관입시험	시추조사
토층두께	토심 가장 두꺼운 곳	토층심도	1	육안조사	
토질분류	대상사면 상·중·하부	함수비	3	KS 규정에 따라 실시	
		액터버그 한계 (연경도)	3		
		비중	3		
		입도분석	3		

[표 5.16] 암반사면 현장조사·재료시험 항목 및 수량

항목	조사부위	조사항목	최소 수량	조사방법
일축압축시험	구간	일축압축강도	•정밀점검시 생략가능 •정밀안전진단시 3회	시료채취
점하중시험	구간	점하중강도	정밀점검시 생략가능	현장조사/ 시료채취
슈미트 해머 반발경도시험	구간	반발치		현장조사
절리면 전단시험	구간	전단강도, 마찰각	•정밀점검시 생략가능 •정밀안전진단시 1회	시료채취
풍화등급	불연속면, 구간	풍화상태	필요수량	육안조사
불연속면 방향성	불연속면	경사 및 경사방향	필요수량	현장조사
불연속면 간격	불연속면	간격	필요수량	현장조사
불연속면 연장성	불연속면	길이	필요수량	현장조사
불연속면의 거칠기	불연속면	거칠기	필요수량	현장조사
불연속면의 간극	불연속면	틈	필요수량	현장조사
불연속면 내 충전물	불연속면	충전물 종류 및 두께	필요수량	현장조사
누수상태	불연속면	누수량	필요수량	육안조사
블록형상	구간	블록형상	필요수량	육안조사
시추조사	구간	지반상태	필요수량	시추

제 6 장

상태평가 기준 및 방법

6.1 일반

6.2 상태평가 기준

6.3 상태평가 항목 및 기준

6.4 상태평가 결과 산정 방법

제6장 상태평가 기준 및 방법

6.1 일반

시설물의 상태평가는 재료시험 및 외관조사에 의해 시설물의 각 부재로부터 발견된 상태변화(결함, 손상, 열화)를 근거로 하여 「세부지침」의 상태평가 기준에 따라 실시한다.

상태평가가 정확히 이루어졌는지 확인하는 동시에 기록용 문서로서 이용하기 위하여 안전점검 및 정밀안전진단을 실시한 사람은 외관조사 결과를 안전점검 및 정밀안전진단 서식에 각각의 결함의 형태, 크기, 양 및 심각한 정도 등을 기록하여야 한다.

본 장은 정량적이고 객관적인 상태평가를 위하여 시설물의 외관조사 및 내구성조사 등 각 항목에 대한 상태평가 기준을 수록하였고, 시설물의 평가체계에 따라 평가결과를 산정하는 절차를 정리·예시하였다.

안전점검 및 정밀안전진단 수행 책임기술자는 「세부지침」의 상태평가 기준 및 절차에 따라 조사 및 평가하는 것을 원칙으로 한다.

다만, 본 장에 기술되지 않은 결함 및 손상이 시설물의 안전에 미치는 영향이 크다고 판단될 경우에는 본 장에 기술된 것과 같이 5단계의 상태평가 기준 및 평가유형을 제시하고 의견서를 첨부하여 시설물의 평가에 반영할 수 있다. 또한 시설물의 특성 및 제반 여건 등을 고려하여 적절히 응용할 수 있다.

6.2 상태평가 기준

6.2.1 지반특성에 따른 절토사면의 분류

국내에 분포하는 다양한 지반 및 지질조건에 따른 사면의 거동특성 및 파괴양상에 대한 분석을 통해 절토사면은 토층심도율에 의해 토사사면과 암반사면으로 구분할 수 있으며, 암반사면은 다시 지반강도특성 및 암반의 블록크기 비에 의해 절리암반사면, 파쇄암반사면, 연약암반사면으로 세분될 수 있다.

토층심도율(soil depth ratio: SR)은 사면을 토사사면과 암반사면으로 구분할 수 있는 지시자로서 식 (6.1)과 같이 토층 심도와 사면 높이의 비로 정의된다.

토층심도는 토층의 두께로서 충적층 또는 풍화등급상 잔류토(residual soil)와 완전 풍화암 (completely weathered rock)을 대상으로 측정한다.

$$SR = \frac{\text{Soil depth}}{\text{Slope height}} \quad (6.1)$$

암반의 블록크기 비(block size ratio: BR)는 식 (6.2)와 같이 블록크기 지수(block size index, Ib)와 사면높이(H)의 비를 말하며, 블록크기 지수는 식 (6.3)과 같이 각 절리군의 평균 간격(Si)의 산술 평균으로 정의 할 수 있다.

$$BR = \frac{\text{Block size index (Ib)}}{\text{Slope height (H)}} \quad (6.2)$$

$$Ib = \frac{\sum_{i=1}^3 Si}{3} \quad (6.3)$$

[표 6.1]은 토층심도율과 블록크기 비에 따른 절토사면의 분류를 나타낸 것이다.

[표 6.1] 절토사면의 분류

구 분		토층심도율	압축강도	블록크기비	주요 파괴유형	비고
토사사면		> 0.4	—	—	원호, 표층	
암반 사면	연약암반사면	≤ 0.4	≤10 MPa	—	표면, 원호 평면, 켜기	제3기층 등
	파쇄암반사면		>10 MPa	≤ 0.01	켜기, 평면 원호, 전도	단층 파쇄대 등
	절리암반사면			> 0.01	켜기, 평면 전도, 낙석	일반 암반사면
토층심도율이 0.2 ~ 0.4일 경우, 혼합 사면으로 규정하여 토사 사면과 암반 사면의 특성을 모두 고려할 필요가 있음						

6.2.2 상태평가 항목

절토사면의 상태평가를 위한 조사항목은 사면의 손상상태와 파괴요인의 평가로 구분하여 실시한다.

가. 절토사면 손상상태 평가 항목

절토사면의 손상상태 조사는 사면에 발생한 파괴이력과 현재 진행중인 파괴징후에 대한 조사로서 절토사면 상태평가의 직접적 평가내용이다.

조사항목은 크게 사면의 파괴징후에 관련된 항목과 기 발생된 파괴현황에 관련된 항목으로 나눌 수 있으며, 자세한 내용은 [표 6.2]에 기술하였다.

[표 6.2] 절토사면의 손상상태 평가 항목

구 분	평가 요소
파괴징후	- 인장 균열 또는 이완 압괴의 존재와 상태 - 사면 지반의 변형(bulging 등) 현상의 존재와 상태 - 구조물(옹벽 및 측구 등) 또는 인접 구조물(도로 등)의 변형(균열 등) 상태
파괴현황	- 발생한 파괴의 규모 및 개소 - 발생한 파괴의 유형

나. 절토사면 파괴요인 평가 항목

절토사면의 파괴요인 조사는 사면 파괴의 원인이나 요소로 작용하는 인자들에 대한 조사로서 절토사면 상태평가의 간접적 평가내용이다.

조사항목은 크게 사면의 내부 파괴요인 항목과 외부 파괴요인 항목으로 나눌 수 있으며 자세한 내용은 [표 6.3]에 기술하였다.

[표 6.3] 절토사면의 파괴요인 평가 항목

구 분		내부 파괴 요인		외부 파괴 요인	
		지반 상태	사면 형상	자연적 요인	인위적 요인
토사사면		토질조건 토층심도율	사면의 경사 집수지형	강우/지하수	표면상태 보호/보강상태 배수상태
암 반 사 면	연약암반사면	지반강도 특성 면구조경사 내구성(풍화상태)	사면의 경사	강우/지하수	절취상태 보호/보강상태 배수상태
	파쇄암반사면	절리간격 저면경사 절리상태	사면의 경사	강우/지하수	절취상태 보호/보강상태 배수상태
	절리암반사면	절리주향 절리경사 절리상태	사면의 경사	강우/지하수	절취상태 보호/보강상태 배수상태

6.2.3 절토사면의 상태평가 기준

절토사면 상태평가 결과는 세부 평가 항목별 평가에 의해 산출된 결합지수(F)에 따라 A, B, C, D, E의 5개의 기준으로 구분한다. 사면 손상상태 지수(f1)와 사면 파괴요인 지수(f2)는 상태평가 기준 결정과정에서는 사용되지 않지만 평가 대상 절토사면을 보다 객관적이고 구체적으로 판단할 수 있는 유용한 지표가 될 수 있다.

[표 6.4] 절토사면의 상태평가 기준

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

※ 인장균열, 지반변형, 구조물변형 등이 진행성으로 확인되는 경우

상태평가 결과를 하향하고 정밀안전진단을 실시하여 정기적으로 관찰한다.

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

6.3 상태평가 항목 및 기준

6.3.1 결합지수 산정 방안

절토사면의 상태평가는 손상상태와 파괴요인을 구분하여 평가하며, 각각의 평가항목에 대한 상태평가는 가장 대표적인 것을 기준으로 하여 결정하고, 여러 개소에서 나타날 경우 등급을 하향 조정한다.

이러한 세부기준은 국내·외의 다양한 문헌과 그간 국내에서 조사되었던 사면 자료의 분석을 통해 결정하였으며, 다양한 전문가들의 의견 및 현실 여건을 반영하였다.

절토사면의 유형별 결합지수 산출방법은 다음과 같다.

- 사면 손상상태 지수는 손상상태 항목 점수의 합을 총점 24점으로 나누어 계산
- 사면 파괴요인 지수 역시 파괴요인 항목 점수의 합을 총점 52점으로 나누어 계산
- 사면 결합지수는 사면 손상상태 항목 점수와 사면 파괴요인 항목 점수의 합을 총점 76으로 나누어 계산

6.3.2 상태평가 항목 및 기준

가. 토사사면

○ 사면 손상상태 평가 기준

평가기준			a	b	c	d	e
항 목							
파괴 정후	①인장균열	구 분	없음	1mm 미만	1mm 이상 5mm 미만	5mm 이상 5cm 미만	5cm 이상
		점 수	0	1~3	4~5	6~7	8~10
	②지반변형	구 분	없음		있음		
		점 수	0~2		3~5		
	③구조물변형	구 분	없음		있음		
		점 수	0~2		3~5		
파괴 현황	④발생규모	구 분	0	1㎥ 미만	1㎥ 이상 8㎥ 미만	8㎥ 이상 64㎥ 미만	64㎥ 이상
		점 수	0	1	2	3	4
사면 손상상태 지수 (f1) = ∑(①~④) / 24							

○ 사면 파괴요인 평가 기준

평가기준			a	b	c	d	e
항 목							
지반 상태	⑤토질조건	사질토	매우 조밀	조밀	보통	느슨	매우 느슨
		점성토	매우 단단	단단	보통	연약	매우 연약
		점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
	⑥토층심도율	구 분	0.45 미만	0.45 이상 0.5 미만	0.5 이상 0.6 미만	0.6 이상 0.8 미만	0.8 이상
		점 수	0	1	2	3	4
사면 형상	⑦사면경사	구 분	1:2 미만	1:2 이상 1:1.5 미만	1:1.5 이상 1:1.2 미만	1:1.2 이상 1:1 미만	1:1 이상
		점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
	⑧집수지형	구 분	무관	1	2	3	4
		점 수	0	1	2	3	4
자연 요인	⑨강우 및 지하수	1일 강우량	0mm	0mm 이상 50mm 미만	50mm 이상 100mm 미만	100mm 이상 150mm 미만	150mm 이상
		지하수위	완전 건조	사면 높이의 1/3	사면 높이의 1/2	사면 높이의 2/3	완전 포화
		점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
인위 요인	⑩표면보호	구 분	숏크리트, 석장공 등	식생 양호	식생 보통	식생 불량	식생 없음
		점 수	0	1	2	3	4
	⑪배수조건	구 분	완전 배수	양호	보통	불량	매우 불량
		점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
	⑫보호/보강 상태	구 분	양호함		노후됨		결함이 관찰됨
		점 수	0~2		3~6		6~8
사면 파괴요인 지수 (f2) = ∑(⑤~⑫) / 52							

○ 결함지수(F) 산정

결함지수 (F) = $\Sigma(①\sim⑫) / 76$

〈해 설〉

- 1) 최근 점검자료와의 비교나 계측 등을 통하여 인장균열의 진행성(또는 확장)이 명확하게 확인되는 경우 상태평가 결과를 하향하고 정밀안전진단을 실시하여 정기적으로 관찰한다.
- 2) 지반변형 상태는 사면의 배부름 현상(bulging) 또는 암괴의 이완 등 지반 자체의 변형과 관련된 것으로 현재 변형의 증거가 관찰되지 않으면 “없음”을 기준으로 하나, 변형의 잠재성에 따라 기준을 구분할 수 있도록 하였다. 점검시 변형의 증거가 관찰될 경우 역시 변형의 정도에 따라 전문가의 의견에 따라 기준을 부여한다. 또한, 최근 점검자료와의 비교나 계측 등을 통하여 진행성이 확인되는 경우 상태평가 결과를 하향하고 정밀안전진단을 실시하며 정기적으로 관찰한다.
- 3) 구조물변형 상태는 사면 및 주변 구조물(옹벽, 측구 및 인접 도로 등)의 변형과 관련된 것으로서 각 기준의 결정은 “2)”항의 지반변형과 동일한 방법을 적용하며 진행성이 확인되는 경우 역시 상태평가 결과를 하향하고 정밀안전진단을 실시하여 정기적으로 관찰한다.
- 4) 파괴현황은 이미 발생한 파괴 현황으로서 발생 규모는 발생한 각각의 파괴의 폭, 길이, 두께의 곱으로 정의하며, 한 사면에서 여러 번의 파괴가 발생한 것은 모두 합하여 결정한다.
- 5) 토질조건은 풍화도, 붕괴도 등에 대하여 아래 표와 같이 사질토 및 점성토로 구분하여 평가하며, 호박돌 및 핵석이 토층 내에 존재할 경우는 기준을 하향 조정한다.

사질토의 상태	N 치	$\phi(^{\circ})$	현 장 관 찰
매우 조밀	> 50	> 41	발과 또는 중장비에 의해서만 자국을 낼 수 있다.
조밀	30~50	36~41	손의 힘으로 삽을 이용하여 자국을 낼 수 있다.
보통	10~30	30~36	힘을 주어서 삽질을 할 수 있다.
느슨	4~10	28.5~30	쉽게 삽질할 수 있다.
매우 느슨	0~4	< 28.5	엄지손가락 또는 주먹으로 쉽게 자국을 낼 수 있다.

점성토의 상태	N 치	$\phi(^{\circ})$	현 장 관 찰
매우 단단	> 15	> 10	손톱으로 흙에 자국을 낼 수 있다.
단단	8~15	5~10	엄지손가락으로 흙을 움푹 들어가게 할 수 있지만 흙 속에 엄지손가락을 넣기 힘들다
보통	4~8	2.5~5	노력하면 엄지손가락이 수 cm 들어간다.
연약	2~4	1.25~2.5	엄지손가락이 쉽게 수 cm 들어간다.
매우 연약	0~2	< 1.25	주먹이 쉽게 10cm 정도 들어간다.

- 6) 토층의 두께는 사면 내에서 토층이 가장 두꺼운 지점의 두께로 평가한다.
- 7) 사면의 경사는 평가영역 내의 평균 사면경사로 평가한다.
- 8) 강우 및 지하수 조건은 해당 평가기준 중 가장 불리한 사항을 평가한다.
- 9) 표면보호상태는 사면 표면에 시공되어있는 표면보호공이나 식생공 상태 등을 평가한다.
- 10) 배수조건은 측구 및 배수공 등, 배수 구조물의 설치와 관리 상태를 평가한다. 즉, 완전배수는 배수가 양호하여 건조상태와 같이 간극수압이 발생하지 않을 경우를 말하며, 양호는 배수상태가 양호하여 즉시 배수될 경우, 보통은 배수로가 있는 경우, 불량은 배수로가 없거나 있어도 원활치 못한 경우, 매우 불량은 물이 상당히 고여 있는 경우를 말한다.
- 11) 보강상태는 절토사면에 시공된 보호/보강재의 상태를 평가는 것으로서 재료의 노후와 결합 정도를 전문가의 판단을 통해 평가한다. 또한 보호/보강공법이 적용됨에 따라 사면의 안전성이 크게 향상되었다고 판단되었을 경우 상태평가 기준을 상향할 수 있다.

나. 연약암반사면

○ 사면 손상상태 평가 기준

평가기준			a	b	c	d	e
항 목							
파괴 징후	①인장균열	구 분	없음	1mm 미만	1mm 이상 5mm 미만	5mm 이상 5cm 미만	5cm 이상
		점 수	0	1~3	4~5	6~7	8~10
	②지반변형	구 분	없음		있음		
		점 수	0~2		3~5		
	③구조물변형	구 분	없음		있음		
		점 수	0~2		3~5		
파괴 현황	④발생규모	구 분	0	1㎥ 미만	1㎥ 이상 8㎥ 미만	8㎥ 이상 64㎥ 미만	64㎥ 이상
		점 수	0	1	2	3	4
사면 손상상태 지수 (f1) = ∑(①~④) / 24							

○ 사면 파괴요인 평가 기준

평가기준			a	b	c	d	e
항 목							
지반 상태	⑤지반강도 특성	구 분	—	—	약간 연약	연약	매우 연약
		점 수	0	1	2	3	4
	⑥면구조 경사 -사면 경사	구 분	10°이상	0°초과 10°미만	0°	-10°이상 0°미만	-10°미만
		점 수	0	1	2	3	4
	⑦풍화상태	구 분	신선	약간풍화	보통풍화	심한풍화	완전풍화
		점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
사면 형상	⑧사면경사	구 분	1:1.5 미만	1:1.2 이상 1:1.5 미만	1:1 이상 1:1.2 미만	1:0.7 이상 1:1 미만	1:0.7 이상
		점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
자연 요인	⑨강우 및 지하수	1일 강우량	0mm	0mm 초과 50mm 미만	50mm 이상 100mm 미만	100mm 이상 150mm 미만	150mm 이상
		지하수위	완전 건조	사면 높이의 1/3	사면 높이의 1/2	사면 높이의 2/3	완전 포화
		점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
인위 요인	⑩절취상태	구 분	매우 좋음	좋음	보통	나쁨	매우 나쁨
		점 수	0	1	2	3	4
	⑪배수조건	구 분	완전 배수	양호	보통	불량	매우 불량
		점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
	⑫보호/ 보강상태	구 분	양호함		노후됨		결함이 관찰됨
		점 수	0~2		3~5		6~8
사면 파괴요인 지수 (f2) = Σ(⑤~⑫) / 52							

○ 결함지수(F) 산정

$$\text{결함지수 (F)} = \Sigma(①\sim⑫) / 76$$

〈해 설〉

- 1) 최근 점검자료와의 비교나 계측 등을 통하여 인장균열의 진행성(또는 확장)이 명확하게 확인되는 경우 상태평가 결과를 하향하고 정밀안전진단을 실시하여 정기적으로 관찰한다.
- 2) 지반변형 상태는 사면의 배부름 현상(bulging) 또는 암괴의 이완 등 지반 자체의 변형과 관련된 것으로 현재 변형의 증거가 관찰되지 않으면 “없음”을 기준으로 하나, 변형의 잠재성에 따라 기준을 구분할 수 있도록 하였다. 점검시 변형의 증거가 관찰될 경우 역시 변형의 정도에 따라 전문가의 의견에 따라 기준을 부여한다. 또한, 최근 점검자료와의 비교나 계측 등을 통하여 진행성이 확인되는 경우 상태평가 결과를 하향하고 정밀안전진단을 실시하며 정기적으로 관찰한다.
- 3) 구조물변형 상태는 사면 및 주변 구조물(옹벽, 측구 및 인접 도로 등)의 변형과 관련된 것으로서 각 기준의 결정은 “2)”항의 지반변형과 동일한 방법을 적용하며 진행성이 확인되는 경우 역시 상태평가 결과를 하향하고 정밀안전진단을 실시하여 정기적으로 관찰한다.
- 4) 파괴현황은 이미 발생한 파괴 현황으로서 발생 규모는 발생한 각각의 파괴의 폭, 길이, 두께의 곱으로 정의하며, 한 사면에서 여러 번의 파괴가 발생한 것은 모두 합하여 결정한다.
- 5) 지반강도 특성 평가는 지질 해머를 이용한 육안 관찰을 기준으로 하되, 약간 연약, 연약, 매우 연약은 각각 일축압축강도 기준 시 20~5MPa, 5~1MPa, 1MPa 이하에 해당한다.
- 6) 면구조는 연약암반 내에 존재하는 층리면 등 연속적 면구조를 지시한다. 규칙적인 면구조가 없을 경우에는 최상위 기준으로 평가한다.
- 7) 풍화상태는 절취 후 원암의 풍화정도를 지시하며 신선(F), 약간풍화(SW), 보통풍화(MW), 심한풍화(HW), 완전풍화(CW~RS) 등으로 구분한다.
- 8) 사면의 경사는 평가 영역 내의 평균 사면경사로 평가한다.
- 9) 강우 및 지하수 조건은 해당 평가 기준 중 가장 불리한 사항을 평가한다.
- 10) 절취상태는 굴착방법에 따라 분류하며, 선균열발파일 경우 매우 좋음, 제어발파일 경우 좋음, 기계굴착일 경우 보통, 일반발파일 경우 나쁨, 불완전 발파일 경우 매우 나쁨에 해당된다.
- 11) 배수조건은 측구 및 배수공 등 배수 구조물의 설치와 관리 상태를 평가한다. 즉, 완전배수는 배수가 양호하여 건조상태와 같이 간극수압이 발생하지 않을 경우를 말하며, 양호는 배수상태가 양호하여 즉시 배수될 경우, 보통은 배수로가 있는 경우, 불량은 배수로가 없거나 있어도 원활치 못한 경우, 매우 불량은 물이 상당히 고여 있는 경우를 말한다.
- 12) 보강상태는 절토사면에 시공된 보호/보강재의 상태를 평가는 것으로서 재료의 노후와 결합 정도를 전문가의 판단을 통해 평가한다. 또한 보호/보강공법이 적용됨에 따라 사면의 안전성이 크게 향상되었다고 판단되었을 경우 상태평가 기준을 상향할 수 있다.

다. 파쇄암반사면

○ 사면 손상상태 지수(f1)

평가기준			a	b	c	d	e
항 목							
파괴 징후	①인장균열	구 분	없음	1mm 미만	1mm 이상 5mm 미만	5mm 이상 5cm 미만	5cm 이상
		점 수	0	1~3	4~5	6~7	8~10
	②지반변형	구 분	없음		있음		
		점 수	0~2		3~5		
	③구조물변형	구 분	없음		있음		
		점 수	0~2		3~5		
파괴 현황	④발생규모	구 분	0	1m³ 미만	1m³ 이상 8m³ 미만	8m³ 이상 64m³ 미만	64m³ 이상
		점 수	0	1	2	3	4
사면 손상상태 지수 (f1) = $\Sigma(\text{①} \sim \text{④}) / 24$							

○ 사면 파괴요인 지수(f2)

평가기준			a	b	c	d	e
항 목							
지반 상태	⑤절리간격	구 분	2m 이상	60cm 이상 2m 미만	20cm 이상 60cm 미만	6cm 이상 20cm 미만	6cm 미만
		점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
	⑥저면경사	구 분	0° 미만	0° 이상 10° 미만	10° 이상 20° 미만	20° 이상 30° 미만	30° 이상
		점 수	0	1	2	3	4
	⑦절리상태	구 분	매우 유리	유리	보통	불리	매우 불리
		점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
사면 형상	⑧사면경사	구 분	1:1.2 미만	1:1.2 이상 1:1 미만	1:1 이상 1:0.7 미만	1:0.7 이상 1:0.5 미만	1:0.5 이상
		점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
자연 요인	⑨강우 및 지하수	1일 강우량	0mm	0mm 초과 50mm 미만	50mm 이상 100mm 미만	100mm 이상 150mm 미만	150mm 이상
		지하수위	완전 건조	사면 높이의 1/3	사면 높이의 1/2	사면 높이의 2/3	완전 포화
		점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
인위 요인	⑩절취상태	구 분	매우 좋음	좋음	보통	나쁨	매우 나쁨
		점 수	0	1	2	3	4
	⑪배수조건	구 분	완전 배수	양호	보통	불량	매우 불량
		점 수	0	1	2	3	4
	⑫보호/ 보강상태	구 분	양호함		노후됨		결함이 관찰됨
		점 수	0~2		3~5		6~8
사면 파괴요인 지수 (f2) = ∑(⑤~⑫) / 52							

○ 사면 상태평가 지수(F)

결합지수 (F) = $\Sigma(\text{①} \sim \text{⑫}) / 76$	
--	--

〈해 설〉

- 1) 최근 점검자료와의 비교나 계측 등을 통하여 인장균열의 진행성(또는 확장)이 명확하게 확인되는 경우 상태평가 결과를 하향하고 정밀안전진단을 실시하여 정기적으로 관찰한다.
- 2) 지반변형 상태는 사면의 배부름 현상(bulging) 또는 암괴의 이완 등 지반 자체의 변형과 관련된 것으로 현재 변형의 증거가 관찰되지 않으면 “없음”을 기준으로 하나, 변형의 잠재성에 따라 기준을 구분할 수 있도록 하였다. 점검시 변형의 증거가 관찰될 경우 역시 변형의 정도에 따라 전문가의 의견에 따라 기준을 부여한다. 또한, 최근 점검자료와의 비교나 계측 등을 통하여 진행성이 확인되는 경우 상태평가 결과를 하향하고 정밀안전진단을 실시하며 정기적으로 관찰한다.
- 3) 구조물변형 상태는 사면 및 주변 구조물(옹벽, 측구 및 인접 도로 등)의 변형과 관련된 것으로서 각 기준의 결정은 “2)”항의 지반변형과 동일한 방법을 적용하며 진행성이 확인되는 경우 역시 상태평가 결과를 하향하고 정밀안전진단을 실시하여 정기적으로 관찰한다.
- 4) 파괴현황은 이미 발생한 파괴 현황으로서 발생 규모는 발생한 각각의 파괴의 폭, 길이, 두께의 곱으로 정의하며, 한 사면에서 여러 번의 파괴가 발생한 것은 모두 합하여 결정한다.
- 5) 저면경사는 전도파괴 해석에 사용되는 두개의 절리군 중 경사가 낮은 절리군의 경사를 말하며 파쇄암반사면 내에 존재하는 개개 암석 블록의 저면경사각을 기준으로 한다.
- 6) 절리상태는 상세 절리 상태 점수에 대한 산술평균값을 참고하여 유리 및 불리를 평가한다.

구 분	상세 절리 상태				
① 길 이	< 1m	1~3m 미만	3~10m 미만	10~20m 미만	≥ 20m
② 틈 새	0	< 0.1mm	0.1~1mm 미만	1~5mm 미만	≥ 5mm
③ 거칠기	매우 거침	거침	약간 거침	평탄	매우 평탄
④ 충전물	없음	단단한 충전물 (< 5m)	단단한 충전물 (≥ 5m)	연약한 충전물 (< 5m)	연약한 충전물 (≥ 5m)
⑤ 풍화도	신선	약한 풍화	보통 풍화	심한 풍화	완전 풍화
점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
절리상태 점수 = $\sum (① \sim ⑤) / 5$					

- 7) 사면의 경사는 평가 영역 내의 평균 사면경사로 평가한다.
- 8) 강우 및 지하수 조건은 해당 평가 기준 중 가장 불리한 사항을 평가한다.
- 9) 절취상태는 굴착방법에 따라 분류하며, 선균열발파일 경우 매우 좋음, 제어발파일 경우 좋음, 기계굴착일 경우 보통, 일반발파일 경우 나쁨, 불완전 발파일 경우 매우 나쁨에 해당된다.
- 10) 배수조건은 측구 및 배수공 등 배수 구조물의 설치와 관리 상태를 평가한다. 즉, 완전배수는 배수가 양호하여 건조상태와 같이 간극수압이 발생하지 않을 경우를 말하며, 양호는 배수상태가 양호하여 즉시 배수될 경우, 보통은 배수로가 있는 경우, 불량은 배수로가 없거나 있어도 원활치 못한 경우, 매우 불량은 물이 상당히 고여 있는 경우를 말한다.
- 11) 보강상태는 절토사면에 시공된 보호/보강재의 상태를 평가는 것으로서 재료의 노후와 결합 정도를 전문가의 판단을 통해 평가한다. 또한 보호/보강공법이 적용됨에 따라 사면의 안전성이 크게 향상되었다고 판단되었을 경우 상태평가 기준을 상향할 수 있다.

라. 절리암반사면

○ 사면 손상상태 지수(f1)

평가기준			a	b	c	d	e
항 목							
파괴 정후	①인장균열	구 분	없음	1mm 미만	1mm 이상 5mm 미만	5mm 이상 5cm 미만	5cm 이상
		점 수	0	1~3	4~5	6~7	8~10
	②지반변형	구 분	없음		있음		
		점 수	0~2		3~5		
	③구조물변형	구 분	없음		있음		
		점 수	0~2		3~5		
파괴 현황	④발생규모	구 분	0	1㎥ 미만	1㎥ 이상 8㎥ 미만	8㎥ 이상 64㎥ 미만	64㎥ 이상
		점 수	0	1	2	3	4
사면 손상상태 지수 (f1) = ∑(①~④) / 24							

○ 사면 파괴요인 지수(f2)

평가기준			a	b	c	d	e
항 목							
지반 상태	⑤절리주향 (사면과의 차이)	구 분	사면 주향과 45°이상	사면 주향과 30°~ 45°	사면 주향과 20°~ 30°	사면 주향과 10°~ 20°	사면 주향과 10° 미만
		점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
	⑥절리경사 -사면경사	구 분	10°이상	0°초과 10°미만	0°	-10°이상 0°미만	-10°미만
		점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
	⑦절리상태	구 분	매우 유리	유리	보통	불리	매우 불리
		점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
사면 형상	⑧사면경사	구 분	1:1.0 미만	1:1.0 이상 1:0.7 미만	1:0.7 이상 1:0.5 미만	1:0.5 이상 1:0.3 미만	1:0.3 이상
		점 수	0	1	2	3	4
자연 요인	⑨강우 및 지하수	1일 강우량	0mm	0mm 초과 50mm 미만	50mm 이상 100mm 미만	100mm 이상 150mm 미만	150mm 이상
		지하수위	완전 건조	사면 높이의 1/3	사면 높이의 1/2	사면 높이의 2/3	완전 포화
		점 수	0	1	2	3	4
인위 요인	⑩절취상태	구 분	매우 좋음	좋음	보통	나쁨	매우 나쁨
		점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
	⑪배수조건	구 분	완전 배수	양호	보통	불량	매우 불량
		점 수	0	1	2	3	4
	⑫보호/ 보강상태	구 분	양호함		노후됨		결함이 관찰됨
		점 수	0~2		3~5		6~8
사면 파괴요인 지수 (f2) = $\Sigma(⑤\sim⑫)$ / 52							

○ 사면 상태평가 지수(F)

$$\text{결함지수 (F)} = \Sigma(①\sim⑫) / 76$$

〈해 설〉

- 1) 최근 점검자료와의 비교나 계측 등을 통하여 인장균열의 진행성(또는 확장)이 명확하게 확인되는 경우 상태평가 결과를 하향하고 정밀안전진단을 실시하여 정기적으로 관찰한다.
- 2) 지반변형 상태는 사면의 배부름 현상(bulging) 또는 암괴의 이완 등 지반 자체의 변형과 관련된 것으로 현재 변형의 증거가 관찰되지 않으면 “없음”을 기준으로 하나, 변형의 잠재성에 따라 기준을 구분할 수 있도록 하였다. 점검시 변형의 증거가 관찰될 경우 역시 변형의 정도에 따라 전문가의 의견에 따라 기준을 부여한다. 또한, 최근 점검자료와의 비교나 계측 등을 통하여 진행성이 확인되는 경우 상태평가 결과를 하향하고 정밀안전진단을 실시하며 정기적으로 관찰한다.
- 3) 구조물변형 상태는 사면 및 주변 구조물(옹벽, 측구 및 인접 도로 등)의 변형과 관련된 것으로서 각 기준의 결정은 “2)”항의 지반변형과 동일한 방법을 적용하며 진행성이 확인되는 경우 역시 상태평가 결과를 하향하고 정밀안전진단을 실시하여 정기적으로 관찰한다.
- 4) 파괴 현황은 이미 발생한 파괴 현황으로서 발생 규모는 발생한 각각의 파괴의 폭, 길이, 두께의 곱으로 정의하며, 한 사면에서 여러 번의 파괴가 발생한 것은 모두 합하여 결정한다.
- 5) 절리의 경사방향 및 경사는 평면 파괴의 기준이며, 켜기 파괴가 우려될 경우, 이를 절리 교차선의 방향성과 경사각으로 대체하여 평가한다.
- 6) 절리상태는 상세 절리 상태 점수에 대한 산술평균값을 참고하여 유리 및 불리를 평가한다.

구 분	상세 절리 상태				
① 길 이	< 1m	1~3m 미만	3~10m 미만	10~20m 미만	≥ 20m
② 틈 세	0	< 0.1mm	0.1~1mm 미만	1~5mm 미만	≥ 5mm
③ 거칠기	매우 거침	거침	약간 거침	평탄	매우 평탄
④ 충전물	없음	단단한 충전물 (< 5m)	단단한 충전물 (≥ 5m)	연약한 충전물 (< 5m)	연약한 충전물 (≥ 5m)
⑤ 풍화도	신선	약한 풍화	보통 풍화	심한 풍화	완전 풍화
점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
절리상태 점수 = $\sum (① \sim ⑤) / 5$					

- 7) 사면의 경사는 평가 영역 내의 평균 사면경사로 평가한다.
- 8) 강우 및 지하수 조건은 해당 평가 기준 중 가장 불리한 사항을 평가한다.
- 9) 절취상태는 굴착방법에 따라 분류하며, 선균열발파일 경우 매우 좋음, 제어발파일 경우 좋음, 기계굴착일 경우 보통, 일반발파일 경우 나쁨, 불완전 발파일 경우 매우 나쁨에 해당된다.
- 10) 배수조건은 측구 및 배수공 등 배수 구조물의 설치와 관리 상태를 평가한다. 즉, 완전배수는 배수가 양호하여 건조상태와 같이 간극수압이 발생하지 않을 경우를 말하며, 양호는 배수상태가 양호하여 즉시 배수될 경우, 보통은 배수로가 있는 경우, 불량은 배수로가 없거나 있어도 원활치 못한 경우, 매우 불량은 물이 상당히 고여 있는 경우를 말한다.
- 11) 보강상태는 절토사면에 시공된 보호/보강재의 상태를 평가는 것으로서 재료의 노후와 결합 정도를 전문가의 판단을 통해 평가한다. 또한 보호/보강공법이 적용됨에 따라 사면의 안전성이 크게 향상되었다고 판단되었을 경우 상태평가 기준을 상향할 수 있다.

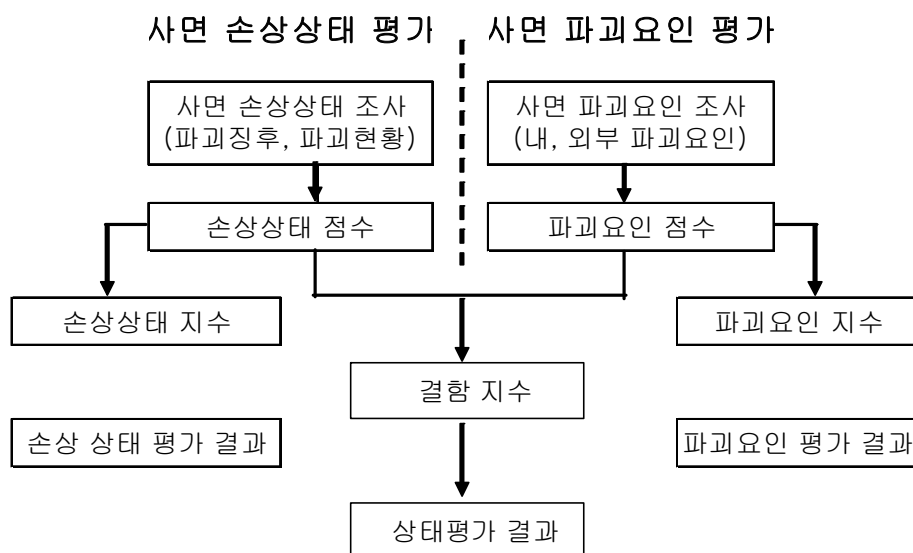
6.4 상태평가 결과 산정 방법

6.4.1 상태평가 결과 산정

절토사면 상태평가 과정은 단위 사면을 분류 기준에 의해 분류하고 평가기준에 의해 각 항목에 대한 결함점수를 부여하여 단위 사면의 사면 손상상태 지수와 사면 파괴요인 지수를 산정한 후 사면 손상상태 평가결과와 사면 파괴요인 평가결과를 결정한다.

상태평가 결과는 사면 손상상태 항목과 사면 파괴요인 항목의 결함점수를 통해 산정된 결합지수로 결정한다. 그 평가 과정은 [그림 6.1]과 같다.

사면의 분류시 2개 이상의 사면 범주로 간주하여 복수로 평가할 필요가 있을 경우, 가장 불리한 평가 결과에 의해 최종 상태평가 결과를 결정한다.



[그림 6.1] 상태평가 결과 산정 과정

6.4.2 상태평가 결과 산정 방법

[표 6.5] 절토사면의 상태평가 결과 산정 예

시설물명			○○절토사면				표번호
근거 표번호			[표 6.1]				[표 6.2]
평가요소			결함점수	결함종류별 평가결과	총 점	결함지수	상태 평가결과
사면 손상 상태 지수	파괴징후	① 인장균열	0	a	5	f1=0.21	b
		② 지반변형	3	c			
		③ 구조물변형	0	a			
	④ 파괴현황		2	c			
사면 파괴 요인 지수	지반상태	⑤ 절리 방향 -사면 방향	6	d	24	f2=0.46	c
		⑥ 절리 경사 - 사면 경사	6	d			
		⑦ 절리상태	4	c			
	사면형상	⑧ 사면의 경사	1	b			
	자연요인	⑨ 강우 및 지하수	2	c			
	인위요인	⑩ 절취상태	2	b			
		⑪ 배수조건	1	b			
		⑫ 보호/보강상태	2	a			
합계(Σ)					29	F = 0.38	C
상태평가 결 과		○ 사면손상상태지수(f1) = (① + ...④)/24 = 0.21 → b 등급 ○ 사면파괴요인지수(f2) = (⑤ + ...⑫)/52 = 0.46 → c 등급 ○ 절토사면 상태평가 결과(F) : (5+24)/76 = 0.38 → C					

제 7 장

안전성평가 기준 및 방법

7.1 일반

7.2 안전성평가 기준

7.3 안전성평가 결과 산정 방법

제7장 안전성평가 기준 및 방법

7.1 일반

가. 일반

시설물의 안전성 평가는 정밀안전진단시에 실시한다. 다만, 정밀점검 또는 긴급 점검시 일부 부재에 대하여 안전성평가가 필요하다고 판단될 경우 선택과업으로 실시할 수 있으나, 결함이 광범위하고 중대한 경우에는 「법」 제7조제1항에 따라 정밀 안전진단을 실시하여야 한다.

책임기술자는 재하시험(계측) 및 구조해석 또는 기존의 안전성평가 자료와 함께 부재별 상태평가, 재료시험 결과 및 각종 계측, 측정, 조사 및 시험 등을 통하여 얻은 결과를 분석하고 이를 바탕으로 구조물의 안전과 부재의 내(하)력 등을 종합적으로 평가하여 세부지침의 안전성평가 기준에 따라 시설물의 안전성평가 결과를 결정한다.

안전성평가는 지반의 구성물질에 따라 그 특성이 상이한 토사사면과 암반사면을 구분하여 실시한다.

일반적으로 사면 안정해석에 사용되어지는 방법은 크게 평사투영법을 활용한 운동학적 해석(암반사면)과 안전율(factor of safety)의 개념을 적용한 한계평형해석(토사사면 및 암반사면)에 의한 평가로 대분된다.

보고서에는 평가에 사용된 해석 방법의 종류 및 해석결과에 대한 설명과 계산기록을 포함하여야 한다.

나. 안전성평가를 위한 과업

절토사면의 안전성평가는 사면 자체의 안전성 확보 여부에 대한 평가로 현장으로부터 대상 절토사면의 현황과 상태 등 제반 특성들을 정확히 도출하고 이에 근거하여 평가를 수행하는 것이 매우 중요하다. 이를 위해서는 기존 자료의 충실한 검토, 시공 방법과 기간의 보수·보강이력 검토, 각종 계측, 조사, 시험을 통해 충분히 기초자료를 확보하는 것이 필수적이다.

일반적으로 절토사면의 안전성 검토를 위해 고려되어야 할 주요 사항은 다음과 같으며, 보고서에는 평가에 사용된 해석 방법의 종류 및 해석결과에 대한 설명과 계산 기록을 포함하여야 한다.

- 지반 구성재료에 대한 기본 물성시험 결과
- 암반사면의 경우 체계적인 불연속면의 정량적 분석 결과 및 강도 특성
- 사면의 변형/변위 및 거동 등의 특성 분석 결과
- 야외에서 인지되지 않은 대규모 지질이상대 파악
- 절토사면 및 주변지역에 대한 정밀한 지형정보

다. 내진성능 평가

내진성능 평가는 필요시에 실시하는 것으로 내진설계 성능기준 및 기타 연구결과¹⁾에서 해당 시설물의 내용을 참고하고 지진의 발생빈도와 지반운동의 세기, 시설의 중요도에 따라 요구되는 내진성능을 기능수행기준과 붕괴방지 수준으로 구분하여 만족시키도록 규정하고 있다.

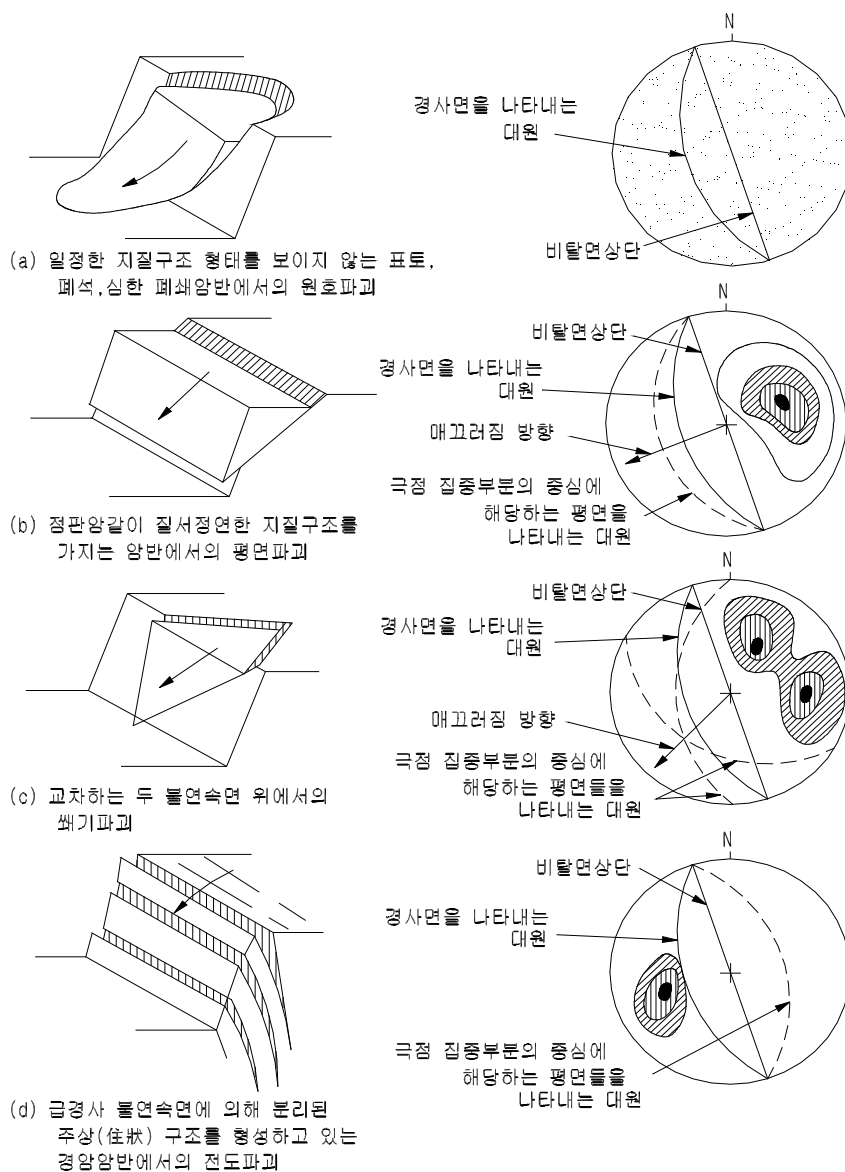
1) 기존 시설물의 내진성능 평가 및 향상요령('04.05) : 국토해양부, 한국시설안전공단

7.2 안전성평가 기준

7.2.1 평사투영해석

평사투영해석은 절리, 단층, 층리 등 암반사면에 분포하는 3차원적 지질구조와 사면의 방향 및 경사각 등을 평사투영도에 2차원적으로 도식하고 파괴면의 전단강도를 고려하여 사면에서 발생할 수 있는 파괴유형과 안전성을 정성적으로 분석하는 방법이다.

[그림 7.1]은 평사투영해석을 통해 분석할 수 있는 절토사면의 파괴유형이다.



[그림 7.1] 절토사면의 파괴 유형과 평사투영해석

암반사면의 안전성평가시에는 붕괴유형에 따라 적용하는 한계평형해석식의 종류가 다르므로 반드시 붕괴유형을 고려하여 안정해석을 수행하여야 한다.

○ [그림 7.1]-(a)

분포하는 절리 등의 지질구조 형태가 뚜렷한 방향성을 보이지 않는 경우로서 주로 절리의 발달이 매우 조밀한 암반사면이나 토사사면에서 발생하는 유형을 보여준다.

○ [그림 7.1]-(b)

daylight envelope 내에 형성된 극점의 집중부는 평면파괴의 가능성을 지시

○ [그림 7.1]-(c)

두 개의 군으로 극점의 분포가 나타나고 있으며 극점의 집중부의 조합점은 daylight envelope 내에 위치함으로써 켜기 파괴의 가능성을 제시

○ [그림 7.1]-(d)

toppling envelope 내에 형성된 극점의 집중부는 전도파괴의 가능성을 지시

7.2.2 한계평형해석

가. 원호파괴

원호파괴는 토사사면 뿐 아니라 연약암반 및 파쇄암반사면에서 발생할 수 있다.

흙의 경우, 어떤 우세한 지질구조가 존재하지 않을 때 파괴면은 최소저항선을 따라 사면 전체를 통해 자유롭게 나타날 수 있다. 균열과 풍화가 심하게 발달된 암반으로 구성된 사면 역시 토사사면과 유사한 거동을 보이며 파괴면도 원형을 이루고 있다.

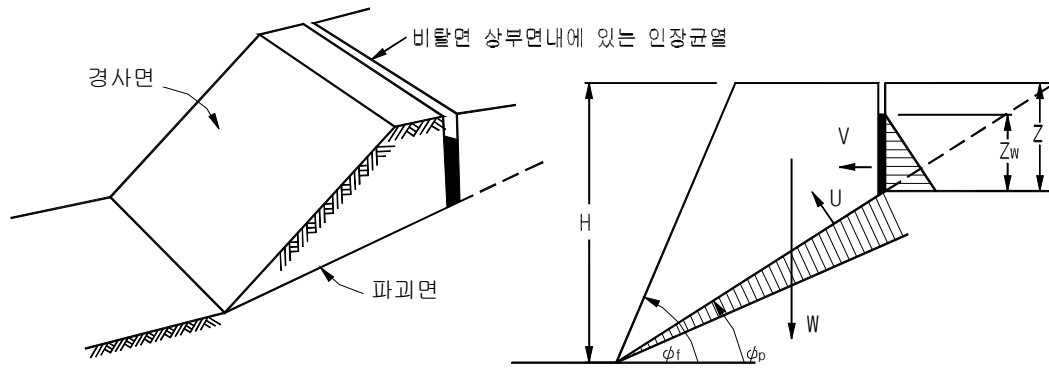
따라서 이러한 사면의 안정해석은 토질역학적 접근방식으로 해석이 가능하다. 사면의 안전율은 다음과 같이 정의할 수 있다.

$$F = \frac{\text{활동에 저항하는 유효전단강도}}{\text{파괴면을 따라 작용하는 전단응력}} \quad (7.1)$$

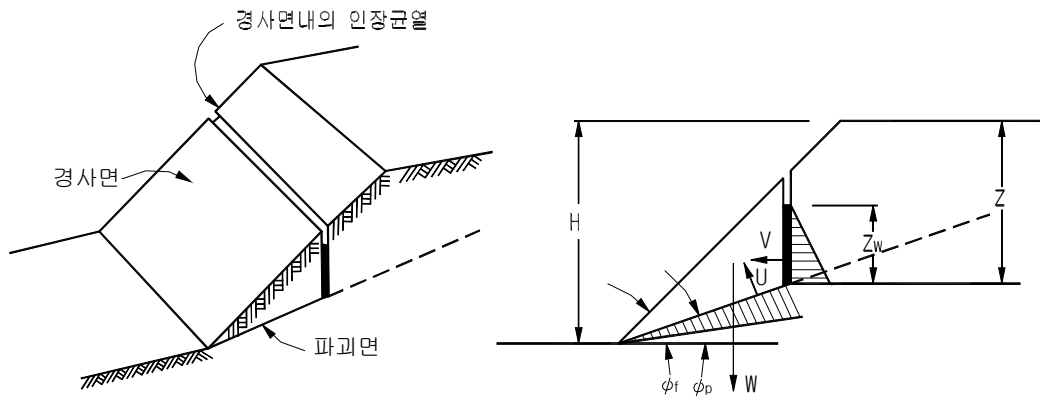
나. 평면파괴

평면파괴는 층리면과 같은 지질학적 불연속면이 경사면과 동일한 방향이고 마찰각보다 더 큰 각도로 경사져 있을 때 발생한다.

평면파괴가 발생하기 위해서는 예외가 있을 수 있지만 파괴가 발생할 불연속면의 경사방향과 사면의 경사방향의 차이가 $\pm 20^\circ$ 이내에 존재해야 하며 불연속면의 경사각이 사면의 경사각보다는 작고 마찰각보다는 더 커야 한다.



(a) 비탈면 상부면에 인장균열을 가진 비탈면



(b) 인장균열을 가진 비탈면의 기하학적 조건

[그림 7.2] 인장균열을 가진 사면의 기하학적 조건

[그림 7.2]는 한계평형해석에서 고려되는 평면파괴의 일반적인 기하학적 조건이다. 여기서 사면의 안정성 해석은 인장균열의 위치에 따라, 인장균열이 사면의 상부면에 존재하는 경우와 사면의 경사면내에 존재하는 경우로 구분하여 실시한다.

사면의 안전율은 활동을 유발시키는 힘의 총합에 대한 활동에 저항하는 힘의 총합의 비로 계산된다.

$$F = \frac{cA + (W \cos \psi_p - U - V \sin \psi_p) \tan \phi}{W \sin \psi_p + V \cos \psi_p} \quad (7.2)$$

여기서, c : 절리면의 점착력,

A : 활동면의 면적($(H-z) \operatorname{cosec} \psi_p$)

W : 암괴의 자중

ψ_p : 활동면의 경사각

ψ_f : 사면의 경사각

U : 파괴면에 작용하는 수압

V : 인장균열에 작용하는 수압

ϕ : 활동면의 마찰각

한편, 수압에 의한 작용력 U와 V는 다음과 같다.

$$U = \frac{1}{2} \gamma_w z_w (H - z) \operatorname{cosec} \psi_p \quad (7.3)$$

$$V = \frac{1}{2} \gamma_w z_w^2 \quad (7.4)$$

여기서, γ_w : 물의 단위중량(t/m^3)

z_w : 인장균열 H의 물의 높이(m)

H : 사면의 높이(m)

ψ_p : 활동면의 마찰각($^\circ$)

다. 켜기 파괴

켜기파괴는 두 불연속면 위에 놓여있는 켜기형 암반이 두 불연속면과 만나서 이루는 교선을 따라 아래로 미끄러져 내리는 파괴 형태를 말한다.

켜기파괴는 켜기를 이루는 두 불연속면에 작용하는 수직력 뿐만 아니라 두 파괴면의 밑면적이 고려된 마찰력과 점착력, 그리고 수압과 기타 외력의 영향에 의존하므로 매우 복잡한 양상을 띤다. 미끄러짐이 가능하려면 교선의 경사각이 사면의 경사각보다 작고 마찰각보다 커야 한다.

켄기를 형성시키는 두 불연속면의 마찰각이 같다고 가정하면 [그림 7.3]에서 도시된 켄기의 안전율은 식 (7.5)와 같이 정의된다.

$$F = \frac{(R_A + R_B) \tan \phi}{W \sin \psi_i} \quad (7.5)$$

여기서, R_A, R_B : A, B면상의 수직반력

W : 켄기를 이루는 암반의 중량

ϕ : 사면의 마찰각

ψ_i : 교선의 경사각

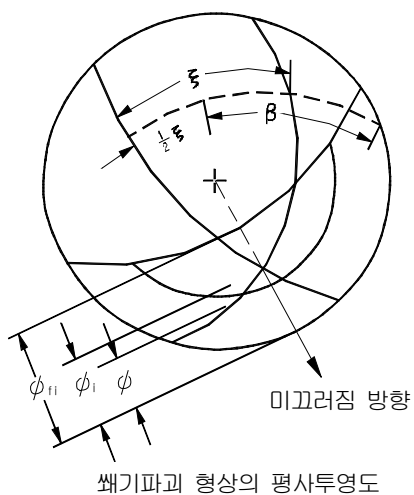
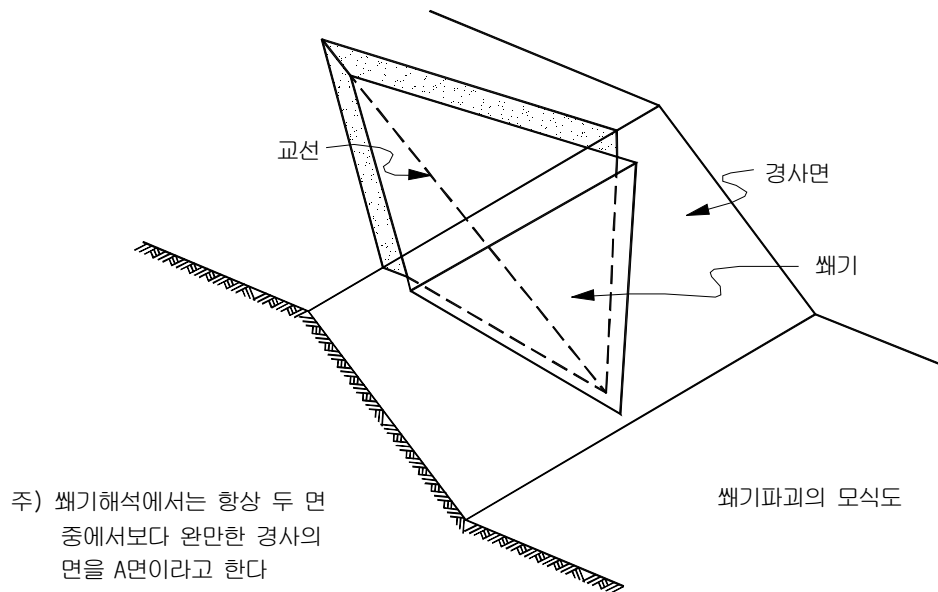
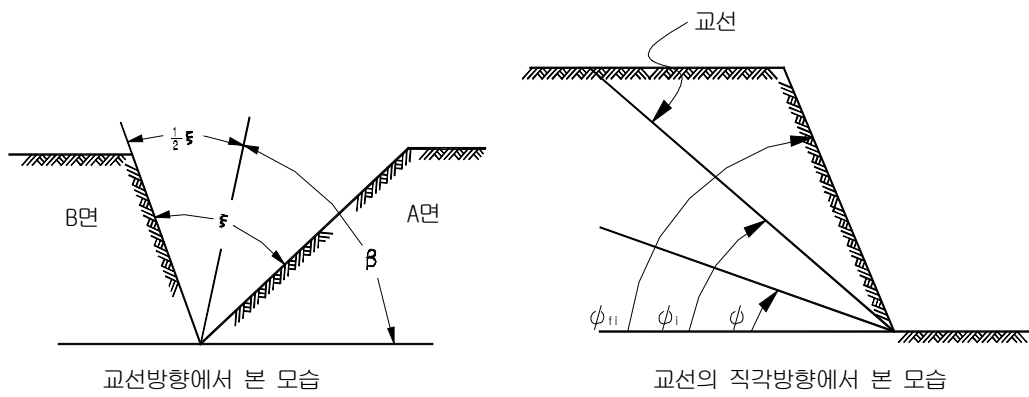
R_A, R_B 를 구하기 위해 교선에 대한 수평 및 수직방향의 성분으로 나누어 표시한 후 R_A, R_B 를 더하고 이를 위 식에 대입하면 식 (7.6)과 같이 사면의 안전율을 구할 수 있다.

$$F = \frac{\sin \beta}{\sin \frac{1}{2} \xi} \frac{\tan \phi}{\tan \psi_i} \quad (7.6)$$

여기서, β : 수평면에서 켄기 이등분선까지의 각

ξ : 켄기의 사이각

β 와 ξ 는 [그림 7.3]에서와 같이 평사투영망을 이용하여 구할 수 있다.



[그림 7.3] 뺨기파괴의 해석

7.2.3 토사사면의 안정해석

사면은 중력에 의한 자중의 위치에너지를 항상 갖고 있다. 여기에 간극수압, 재하중, 지진 등의 외력이 작용하면 사면의 안정은 큰 영향을 받는다. 이때 자중 및 외력에 의해 발생하는 사면내부의 전단응력이 사면을 구성하고 있는 흙이 갖고 있는 전단강도보다 크게 되면 사면파괴가 생기게 된다.

토사사면의 안정해석은 원호파괴에 대한 해석이 주를 이루며, 암반사면의 경우에도 토층이 3m 이상 되거나 풍화가 심하고 불연속면이 매우 조밀하게 발달했을 경우 원호파괴에 대한 안정해석을 실시하여야 한다.

가. 허용안전율

토사사면 안정해석에서 안전율은 주어진 활동면에 대한 흙의 전단강도를 사면에 발생하는 전단응력으로 나눈 값이다. 다시 말하면 안전율이란 사면이 한계평형상태에 도달하도록 강도 정수를 나누어 주는 계수이다.

따라서 이론상으로는 안전율이 1이상이면 사면은 안전한 것이지만 실제에 있어서는 안전율이 허용안전율(Allowable Factor of Safety) 이상이 되어야만 사면을 안전한 것으로 판정한다. 이는 사면의 실제거동에 대한 불확실성을 도입한 안전율 개념이다. 이 허용안전율의 역할은 여러 가지가 있으나 크게 두 가지로 정리하면 다음과 같다.

1) 자료의 불확실성에 대한 대비 기능

- ① 강도 정수의 불확실성
- ② 하중의 불확실성
- ③ 해석방법과 파괴모델의 불확실성

2) 사면의 변형을 허용치 이내로 제한하는 기능

(경험적 요소로 한계평형상태에 대한 여유)

나. 안정해석 조건

토사사면의 토질이 점성토인 경우 절취로 인한 응력감소로 시간이 경과함에 따라 팽창하게 되고, 따라서 강도가 감소하여 장기적인 안정이 절토 직후의 안정보다 중요하다.

사면안정해석 시점에 따른 강도정수 적용을 다음과 같이 분류하였으며, [표 7.1]은 유효응력과 전응력 해석시의 전단강도식을 나타낸 것이다.

1) 절토 직후의 안정

① 모래, 자갈 토질인 경우

유효응력해석을 하며, 강도정수는 압밀배수(CD)삼축시험 또는 직접전단시험 결과를 사용한다. 단, 입자크기, 시료성형, 시료채취가 곤란한 경우는 상대밀도와 입도를 고려하여 추정 사용할 수 있다.

② 점성토인 경우

전응력 해석을 적용하며, 강도정수는 현장상태와 동일한 밀도와 함수비 조건에 대해 비압밀비배수(UU)삼축시험을 한다.

2) 장기안정 상태

간극수압을 고려한 유효응력 해석을 적용하며, 강도정수는 압밀배수(CD)삼축시험, 직접전단시험, 압밀비배수(CU)삼축시험에서 구하여 적용한다.

3) 수위급강하 상태

압밀된 후 하중조건이 급변하여 배수가 될 시간이 없으므로 전응력해석을 적용하며, 강도정수는 현장밀도와 함수비조건으로 압밀비배수(CU)삼축시험으로 하며, 압밀압력은 각 시료에 동일하게 적용하고 파괴시 축압만 변화시킴에 유의한다.

[표 7.1] 전단강도식

해 석 조 건	유효응력 해석	전응력 해석
전단강도식	$S = C' + \sigma \tan \phi'$ S : 활동면에서의 전단강도 σ : 유효응력 C', ϕ' : 유효응력에 대한 점착력 및 전단 저항각	$S = C_u + \sigma \tan \phi_u$ S : 활동면에서의 전단강도 σ : 전응력 C_u, ϕ_u : 전응력에 대한 점착력 및 전단 저항각

다. 기타 반영 사항

상용화된 사면 안정 해석프로그램의 경우 각각 사용하는 해석방법이 조금씩 다를 수 있으나 대부분 타당하고 유효한 해석법을 사용하고 있으므로 해석결과의 차이는 크지 않다. 따라서 사면 안정 검토에 있어서는 해석방법의 차이보다는 강도정수와 사면의 기하학적 조건이 가장 중요한 사항이다.

한편, 사면 안정해석시 대상사면에서의 다음과 같은 기타조건도 반영하여야 한다.

1) 국부적인 파괴나 활동으로 교란된 이력이 있는 대상사면에 대한 시험은 시료

를 충분히 변위시킬 수 있는 링 전단시험 또는 직접 전단시험을 실시하여 잔류강도의 강도정수를 해석에 반영한다.

- 2) 인장균열 깊이와 인장균열에 수압이 작용하는 경우 등도 반영하여야 한다.
- 3) 보강된 경우의 사면 안정 검토는 외적 안정 검토시 복합보강지반을 중력식 구조물과 같이 보고 실시하며, 내적 안정 검토시는 보강구조체에 붕괴면을 가정하고 힘의 균형으로 안정을 검토한다.

7.2.4 안전성평가 기준

안전성평가는 안전점검(정밀점검, 긴급점검)에서는 상태기준이 D 이하로 판정되거나, 전문가에 의해 안전성평가 요구가 있을 경우에 실시하며, 정밀안전진단에서는 필수적으로 수행되어야 한다. 안전성평가에서는 안정해석 결과(안전율)를 통해 안전성평가 결과를 산정한다.

절토사면은 자연지반이 주 구성물질이므로 안정해석을 실시함에 있어 타 시설물에 비해 불확실성이 높은 요소들이 많이 존재한다. 따라서 절토사면의 안전성평가 기준은 인공 구조물로 이루어진 타 시설물에 비해 높은 수준의 평가기준을 적용하는 것이 바람직하므로 국내에서 표준(건설공사비탈면설계기준)으로 사용되는 허용안전율을 평가기준에 적용한다. 또한 기준산정에 있어 안정해석 결과가 허용안전율 보다 클 경우에는 설계기준에 적합한 상태이므로 B, C가 아닌 A로 산정하며, 허용안전율 보다 작을 경우에는 보강 및 사용제한 등의 조치가 필요한 D, E로 산정한다.

[표 7.2] 절토사면 안전성평가 기준

평가기준	상 태	
	건기	우기/내진
A	안전율 1.5 이상	안전율 1.2 이상/1.1 이상
B	—	—
C	—	—
D	안전율 0.75 이상, 1.5 미만	안전율 0.75 이상, 1.2 미만/ 안전율 0.75 이상, 1.1 미만
E	안전율 0.75 미만	안전율 0.75 미만
• 암반사면 : 건기시 - 인장균열면이나 활동면을 따라 수압이 작용되지 않음. 우기시 - 인장균열면이나 활동면을 따라 작용되는 수압을 $HW=1/2H$로 가정하여 적용 * 평가투영해석 시 안정한 것으로 해석되어 한계평형해석을 수행하지 않았을 경우는 평가기준을 "A"로 한다. • 토사사면 : 건기시 - 지하수위 미고려 우기시 - 지하수위는 지표면에 위치 • 두 가지 이상의 파괴유형에 대하여 안정해석을 실시하였을 경우 가장 작은 안전율 값을 안전성평가에 적용한다.		

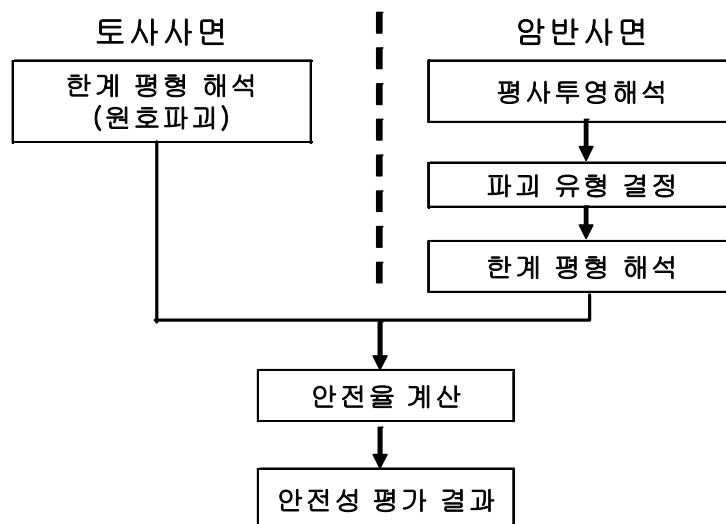
7.3 안전성평가 결과 산정 방법

7.3.1 안전성평가 결과 산정

절토사면의 안전성평가는 사면을 구성하는 지반의 구성물질 및 파괴거동에 따라 다양한 측면에서 검토되어야 한다.

토사사면과 토층은 일반적으로 원호파괴해석이 주를 이루는 반면, 암반사면은 평사투영해석을 실시하여 불연속면을 따른 암반의 파괴 가능성 및 파괴유형을 검토한 후 이에 부합하는 한계평형해석을 실시하여야 한다. 또한 암반사면의 경우라 할지라도 지반의 강도 특성이나 불연속면의 분포 특성 등에 따라 토사사면과 같은 연속적인 거동이 가능한 암반의 경우는 이와 별도로 원호파괴 가능성에 대한 검토가 이루어 져야 한다. [그림 7.4]는 안전성평가 과정을 나타낸 흐름도이며, [표 7.3]은 각 절토사면의 종류에 따른 개략적인 해석 범위를 기술한 것이다.

이러한 과정을 거쳐 최종 안정성 해석 결과가 도출된다면 앞 절에서 언급한 안전성평가 기준을 근거로 각 절토사면의 안전성평가 결과를 산정한다.



[그림 7.4] 안전성평가 결과 산정 과정

[표 7.3] 절토사면의 유형별 안정해석 범위

구 분	평사투영 해석	한계평형해석		비 고
		토 사	암 반	
토사사면		○		
연약암반 사면	○	○	○	· 평사투영해석결과 불안정시 파괴 유형에 따른 한계평형해석 수행 · 평사투영해석결과와 별도로 원호파괴해석 실시
파쇄암반 사면	○	○	○	· 평사투영해석결과 불안정시 파괴 유형에 따른 한계평형해석 수행 · 평사투영해석결과와 별도로 원호파괴해석 실시
절리암반 사면	○		○	· 평사투영해석결과 불안정시 파괴 유형에 따른 한계평형해석 수행 · 3m이상 토층이 관찰될 경우 평사투영해석결과와 별도로 원호파괴해석 실시

[표 7.4] 절토사면의 안정해석 프로그램의 예

구 분		사용되는 강도정수	프로그램
한계평형 해석	원호파괴	지반의 단위중량(건조/습윤), 점착력, 내부마찰각	PC STABL5M, PCSTABL6, TALREN 97, SLOPE/W, UTEXAS, MALE, PC-SLOPE, STABRD, STABL 등
	평면파괴	암반의 단위중량, 절리면의 점착력, 절리면의 마찰각, 사면 및 절리의 경사/경사방향	ROCPLAN, ROCKPACK 등
	썩기파괴	암반의 단위중량, 절리면의 점착력, 절리면의 마찰각 사면 및 절리의 경사/경사방향	SWEDGE, ROCKPACK 등
평사투영해석		사면 및 절리의 경사/경사방향, 절리면의 마찰각	DIPS, FLAC MAN 등

7.3.2 안전성평가 결과 산정 방법

[표 7.5] 절토사면의 안전성평가 결과 산정 예

시설물 안전성평가 결과 산정표				
시설물명		○○절토사면		표번호 <표 7-4>
파괴유형		안전율	평가결과	비 고
평면파괴	건기	3.4	a	완전 건조시
	우기	1.98	a	완전 포화시
췌기파괴		—	a	췌기블록 형성 안됨
전도파괴		—	a	전도파괴 위험 불력 없음
안전성 평가결과		°안전성평가 결과 : A		

제 8 장

종합평가 기준 및 방법

8.1 종합평가 기준

8.2 종합평가 결과 산정 방법

제8장 종합평가 기준 및 방법

8.1 종합평가 기준

가. 일반

시설물의 종합평가는 구조물 부재의 결함 및 손상에 대하여 평가기준 및 상태평가 기법에 따라 수행한 상태평가 결과와 시설물의 안전성평가 결과를 고려하여 개별 시설물의 종합평가 결과를 결정한다.

절토사면에 대한 종합평가는 상태평가만 실시하거나 또는 상태평가와 안전성평가를 각각 실시한 후 이들 결과를 기초로 종합하여 이루어진다. 즉, 상태평가만 실시하는 경우에는 상태평가결과를 종합평가 결과로 가름하여 상태평가 결과가 종합평가 결과로 결정되지만 상태평가와 안전성평가가 동시에 실시한 경우에는 상태평가 결과와 안전성평가 결과를 비교 검토하여 최종적인 종합평가 결과를 부여하게 된다.

따라서 본 장에서는 상태평가와 안전성평가가 동시에 실시되는 경우에 대하여 상태평가 결과와 안전성평가 결과를 객관적이고 정량적이며 통일성 있는 종합평가가 이루어지고 합리적인 종합상태 결과가 결정될 수 있도록 종합평가 기준을 설정하고 그 평가방법 및 절차를 수립한다.

나. 종합평가 기준

시설물의 상태평가와 안전성평가를 실시한 경우에는 각각의 결과로 부여된 상태평가 결과와 안전성평가 결과를 종합적으로 비교·검토하여 그 시설물에 대한 종합평가를 결정하며, 시설물에 대한 종합평가 기준은 [표 8.1]의 종합평가지수에 따라 결정한다.

[표 8.1] 종합평가지수에 따른 종합평가 기준

종합평가지수(E)	종합평가 기준	비 고
$0.00 \leq (E) < 0.15$	A	
$0.15 \leq (E) < 0.30$	B	
$0.30 \leq (E) < 0.55$	C	
$0.55 \leq (E) < 0.75$	D	
$0.75 \leq (E)$	E	

8.2 종합평가등급 산정 방법

8.2.1 종합평가등급 산정

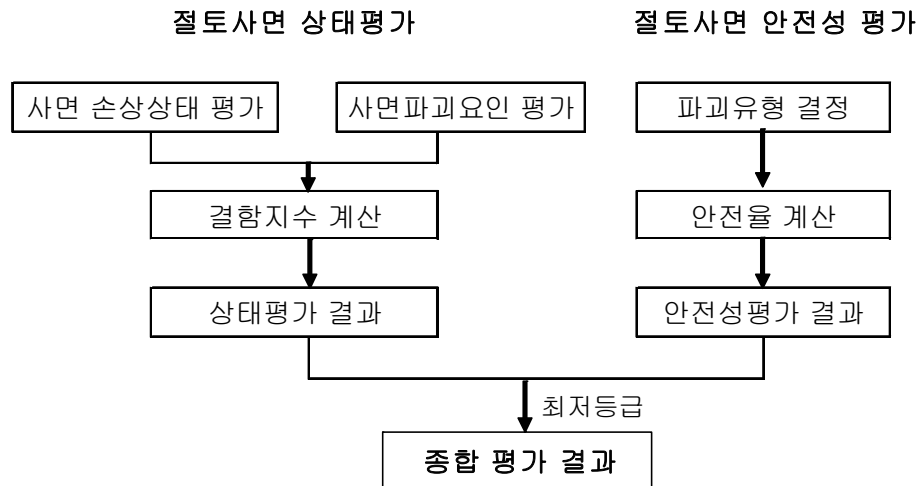
절토사면 상태평가와 안전성평가 결과 2개 등급 중 최저등급을 절토사면 종합평가 결과로 결정한다. ([그림 8.1] 참조)

가. 정밀점검

절토사면의 손상상태 평가와 파괴요인 평가를 종합하여 절토사면 상태평가 결과를 결정하며, 절토사면 안전성평가를 시행한 경우에는 상태평가 결과와 안전성평가 결과를 비교하여 최저등급을 절토사면 종합평가 결과로 결정한다.

나. 정밀안전진단

절토사면 상태평가 결과(손상상태 평가 + 파괴요인 평가)와 안전성평가 결과 중 최저등급을 절토사면 종합평가 결과로 결정한다.



[그림 8.1] 종합평가 결과 산정 과정

8.2.2 종합평가 결과 산정 방법

상태평가와 안전성평가를 모두 시행했을 경우의 종합평가 결과 산정 예시는 다음 [표 8.2]와 같다.

[표 8.2] 절토사면의 종합평가 결과 산정 예

절토사면 종합평가 결과 산정표				
시설물명	○○ 절토사면		표번호	
평가구분	결함지수	평가결과	비 고	
상태평가	F=0.38	C	근거표번호	
안전성평가	안전율=1.98 (우기시)	A	근거표번호	
종합평가	—	C		
종합평가 결과	· 상태평가 등급과 안전성평가 등급 중 최소 등급을 선택 · 절토사면의 종합평가결과 : <u>C</u>			

제 9 장

안전등급 지정

제9장 안전등급 지정

정밀점검 및 정밀안전진단을 실시하는 사람은 상태평가 및 안전성평가 등을 종합적으로 평가하여 「법」 제10조의2 및 「영」 제11조의5에 따라서 당해 시설물의 안전등급을 지정하여야 한다.

정밀점검 및 정밀안전진단을 실시한 책임기술자는 당해 시설물에 대한 종합적으로 평가한 결과로부터 안전등급을 지정한다.

다만 정밀점검 및 정밀안전진단 실시결과 기존의 안전등급보다 상향하여 조정할 경우에는 해당 시설물에 대한 보수·보강 조치 등 그 사유가 분명하여야 한다.

[표 9.1] 안전등급

안전등급	시설물의 상태
A (우수)	문제점이 없는 최상의 상태
B (양호)	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태
C (보통)	주요부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나, 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 주요부재에 내구성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태
D (미흡)	주요부재에 결함이 발생하여 긴급한 보수·보강이 필요하며, 사용 제한 여부를 결정하여야 하는 상태
E (불량)	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물의 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태

제 10 장

보수 · 보강 방법

10.1 일반

10.2 보수 · 보강 우선순위의 결정

10.3 보수 · 보강 방법

10.4 유지관리 방안 제시

제10장 보수·보강 방법

10.1 일반

구조물에 대한 보수·보강은 손상 구조물의 영향정도, 구조물의 중요도, 사용환경 조건 및 경제성 등에 의해서 보수·보강 방법 및 수준을 정한다.

보수는 시설물의 내구성능을 회복 또는 향상시키는 것을 목적으로 한 유지관리 대책을 말하며, 보강이란 부재나 구조물의 내하력과 강성 등의 역학적인 성능을 회복, 혹은 향상시키는 것을 목적으로 한 대책을 말한다.

보수를 위해서는 상태평가 결과 등을, 보강을 위해서는 상태평가 및 안전성평가 결과 등을 상세히 검토하고, 발생한 결함의 종류 및 정도, 구조물의 중요도, 사용 환경조건 및 경제성 등에 의해서 필요한 보수·보강 방법 및 수준을 정하여야 한다.

10.2 보수·보강 우선순위의 결정

각 시설물은 주요부재와 보조부재로 이루어져 있으며, 이들 시설물에서 발생한 각종 결함에 대한 보수·보강 우선순위는 다음과 같이 결정한다.

- 보수보다 보강을, 주부재를 보조부재보다 우선하여 실시한다.
- 시설물 전체에서의 우선순위 결정은 각 부재가 갖는 중요도, 발생한 결함의 심각성 등을 종합 검토하여 결정한다.

또한 단계별 평가에서 시설물에 대한 종합평가는 부재 및 시설물에 발생한 결함 및 손상의 심각성과 부재 및 시설물의 중요도가 반영되어 있다. 따라서 보수·보강의 우선순위는 평가단계의 역순으로 추적하여 평가등급이 낮고, 중요도가 큰 부재 및 시설물 순서로 우선순위를 결정할 수 있다.

10.3 보수·보강 방법

10.3.1 보수·보강의 필요성 판단

보수의 필요성은 발생한 손상(균열 등)이 어느 정도까지 허용되는가의 판단에 의하여야 하며, 이를 위해 본 세부지침 및 각종 기준(표준시방서 등)을 참조한다.

보강의 경우는 부재안전율을 각종 기준에서 정하는 수치이상으로 하기 위하여 어느 정도까지 부재단면 등을 증가하여야 하는지를 판단하여야 한다.

10.3.2 보수·보강의 수준 결정

보수·보강의 수준은 위험도, 경제성 등을 고려하여 아래의 경우 중에서 결정한다.

- 현상유지(진행억제)
- 실용상 지장이 없는 성능까지 회복
- 초기 수준이상으로 개선
- 개축

10.3.3 보수·보강공법의 선정

붕괴가능성이 인지되는 절토사면의 보수·보강은 보수·보강재료와 공법의 내하력, 내구성, 기능 및 미관 등을 검토하여 결정한다. 이 때 중요한 것은 절토사면의 결함 및 손상 발생 원인에 대한 정확한 판단이며, 이를 통해 적절한 공법을 선정할 수 있고, 또한, 적절한 보수·보강재료를 선택할 수 있다.

따라서 절토사면 관련 제반자료와, 진단 시 수행한 각종 상태평가 및 안전성평가 결과를 기초로 하여 결함 발생 원인에 대한 정확한 추정 후 보수·보강공법을 선택한다.

[표 10.1]은 절토사면에서 사용되는 보수·보강공법의 개요이다.

[표 10.1] 절토사면 대책공법의 종류 및 적용

구분	종 류	공 법 개 요	적 용
보 강 공 법	절취공법 (경사완화)	사면의 경사를 완화시켜 사면의 안정성을 증대시키는 공법	토사사면 암반사면
	록볼트 (rock bolt)	강봉을 이용하여 암체들 서로를 연결시켜 암반의 전단강도를 증가시키는 공법	암반사면
	앵커 (anchor)	앵커의 인장력으로 암반블록이나 토체를 안정된 지반에 고정하여 안정화 시키는 공법	토사사면 암반사면
	소일네일링 (soil nailing)	지중에 보강재를 좁은 간격으로 삽입하여 사면의 전단강도를 증가시키는 공법	토사사면 연약/파쇄암 반사면
	억지말뚝	절토사면의 하중을 말뚝의 수평저항으로 받아 활동을 억지시키는 공법	토사사면
	다우웰 (dowel)	소규모의 국부적인 탈락이 예상되는 암블록에 직경 25mm, 길이 1~3m 정도의 강재를 설치하여 암블록의 탈락을 방지시키는 공법	암반사면
	콘크리트 버팀벽 (buttress)	사면의 암 탈락에 의해 지지력이 상실된 구간에 버팀벽을 설치하여 보강하는 공법	토사사면 암반사면
	옹벽	옹벽구조물을 설치하여 옹벽이 배면토압을 부담하도록 하여 사면을 안정화시키는 공법	토사사면
	마이크로파일 (micro pile)	지중에 천공 후 강관을 삽입하고 시멘트 밀크를 주입하여 소구경 파일을 형성하는 공법	토사사면
	보강토 공법	흙 사면내에 보강재를 배치하여 보강재와 흙의 마찰력을 이용하여 파괴나 변형에 저항하는 공법 (그라우팅 공법 등)	토사사면
	조합 공법	여러 보강공법을 조합하여 시공하는 공법	토사사면 암반사면

[표 10.1] 절토사면 대책공법의 종류 및 적용 (계속)

구분	종 류	공 법 개 요	적 용
보 호 공 법	식생공	절토사면 표면에 식생을 하여 우수에 의한 침식을 방지하고 풍화작용을 억제시키는 공법	흙 사면 암반사면
	돌쌓기, 블록쌓기	경사도가 1:1이상(45°이상)인 절토사면에 사용하며 돌이나 블록 등으로 사면을 덮어 풍화 및 침식을 방지하는 공법	흙 사면
	돌붙임, 블록붙임	경사도가 1:1이하(45°이하)인 절토사면에 사용하여 옹벽으로서의 역할과 함께 풍화 및 침식을 방지하는 공법	흙 사면
	콘크리트격자	콘크리트 격자를 사면에 덮어 절토사면의 표면붕락을 방지하는 공법	흙 사면
	샷크리트 (shotcrete)	표면 정리후 철망을 앵커핀으로 고정시킨 후 시멘트 모르터를 뿜칠하여 표면을 보호하는 공법	암반사면
	개비온(돌망태) (gabion)	철망상자속에 돌채움을 한 돌망태를 벽돌 쌓는 방법으로 쌓아 올려 벽체를 형성하는 공법	흙 사면 암반 사면
	조합 공법	여러 보호공법을 조합하여 시공하는 공법	토사사면 암반사면
낙 석 방 지 공 법	뜯돌제거	절토사면상의 뜯돌, 전석이 박리 또는 낙하되지 않도록 제거하는 공법	암반사면 토사사면
	와이어로프 걸이	뜯돌이나 전석이 움직이지 않도록 격자모양의 와이어로프나 여러개의 로프를 이용하여 절토사면상에 고정시키는 공법	암반사면
	낙석방지망	방지망의 장력 및 자중을 이용하여 이완된 암석을 포획하거나 암석의 운동에너지를 억제하는 공법	암반사면
	낙석방지울타리	지주, 와이어로프, 철망, 유연성 재료 등으로 구성된 울타리로 낙석에너지를 흡수하는 공법	암반사면
	피암터널	강재, 철근콘크리트 및 PC 콘크리트 등으로 도로위에 처마를 설치하여 낙석을 받아 막거나 계곡으로 낙하시켜 낙석에 의한 피해를 방지하는 공법	암반사면
	낙석방지 옹벽	토사나 전석이 도로에 유입되는 것을 방지하기 위해 절토사면 앞에 옹벽을 설치하는 공법	암반사면 토사사면
	낙석흡수도랑 (ditch)	절토사면의 하단부에 도랑을 설치하여 낙석을 방지하는 공법	암반사면
	조합 공법	여러 낙석방지공법을 조합하여 시공하는 공법	토사사면 암반사면

10.3.4 보수·보강공법의 종류

절토사면의 보수·보강은 다음의 4 종류로 구분된다.

- 가. 경사완화 및 구조물에 의한 보강공법
- 나. 표면보호공법
- 다. 낙석방지공법
- 라. 배수공법

가. 경사완화 및 구조물에 의한 보강공법

1) 경사완화(절취공법)

경사완화공법(또는 절취공법)은 활동하려는 토괴 또는 암괴를 제거하여 활동하중을 경감시킴으로써 절토사면의 안정을 도모하는 방법이다.

절토사면의 경사를 완화하여 활동암괴를 제거하므로 확실한 안정공법으로 여겨지나 절취를 실시하였음에도 불구하고 파괴가 발생하는 경우가 있다. 특히 절토사면내에 연약대층이 함유되어 있는 경우에는 절취 후 파괴가 계속될 수 있다. 그러므로 공사 중간에 절토사면의 잠재적인 내적 취약점을 명확히 조사하여 사면의 안정성을 재검토하고, 필요하다면 앵커공과 같은 다른 보강공법과 병행하여 시공해야 한다.

절토사면 상부의 자연 사면의 경사도가 큰 경우에는 굴착량이 막대하고, 경제성, 시공성의 면에서 어려운 점이 많으므로 다른 보강공법을 고려하는 것이 바람직하다.

절취경사의 결정은 표준경사도를 기초로 하며 지반의 특성 및 지형적 조건과 같은 현장 여건 그리고 시공성을 종합적으로 고려하여 판단하여야 하며 붕괴요인을 가진 지반의 경우 주의하여야 한다. 특히 암반사면의 경우는 지표지질조사 및 시추조사에 의해 파악된 절리의 방향성 및 발달상태에 따라 각각의 절토사면에 대하여 안정해석을 실시하여 사면 경사를 결정하는 것을 우선으로 한다.

2) 록볼트(rock bolt)

록볼트는 이완암반과 모암의 일체화를 목적으로 혹은 불연속면을 경계로 한 여러 층을 일체화하기 위한 목적으로 사용한다.

록볼트의 작용효과는 부재의 전단강도나 원지반과의 인발저항에 의한 직접적인 원지반의 보강뿐만 아니라 간접적으로 원지반의 물성을 강화하는 효과가 있다. 록볼트를 사용하는 경우에는 절토사면 표면의 얇은 위치에 견고한 암반이 존재하여야 한다.

록볼트의 정착력을 정확히 추정하는 것은 곤란한 경우가 많기 때문에 사전에 인발시험을 실시하여 정착범위를 확인하여 두는 것이 중요하다.

3) 앵커(anchor)

앵커는 흙, 또는 암반의 절토사면 이완된 지반이나 불연속면 등이 존재하고 붕괴할 염려가 있는 경우나 불안정한 절토사면의 안정을 꾀할 경우에 사용한다.

앵커는 단독으로 사용하는 경우와 현장타설 콘크리트 격자, 옹벽, 억지말뚝과 병용시키는 경우가 있으며 지지력을 구하는 방법, 안전성, 신뢰성, 내구력의 문제 등 설계 및 시공측면에서 미해결된 면이 있기 때문에 충분한 검토가 필요하다. 앵커의 종류는 앵커와 지반의 정착방식에 따라 마찰형, 지압형, 복합형이 있다.

4) 소일네일링(soil nailing)

소일네일링 공법은 네일(nail)이라고 불리우는 보강재를 프리스트레싱 없이 좁은 간격으로 지반에 삽입하여 절토사면의 전체적인 전단강도를 증가시킨다. 또한 슛크리트 등으로 굴착면을 보호하는 표면보호공을 조합하여 시공하는 경우가 많다.

소일네일링 공법의 장점은 가격이 비교적 저렴하고, 장비가 단순하며 접근이 어려운 장소와 협소한 공간에서도 작업이 용이하다는 점이며, 단점은 지하수위가 없는 지반 또는 지하수위의 저하에 의해 안정화된 지반에 제한적으로 사용된다는 점이다.

5) 억지말뚝

억지말뚝 공법은 절토사면의 활동하중을 말뚝의 수평저항으로 받아 활동을 억지시키는 공법이다.

억지말뚝의 설계시에는 말뚝에 발생하는 휨모멘트와 전단력을 고려하여, 말뚝의 단면, 종류, 간격 등을 결정한다. 휨모멘트가 큰 경우에는 말뚝머리에 앵커를 설치할 수도 있다. 말뚝의 타설위치는 지반활동시 압축상태에 놓이게 되는 절토사면의 말단부 근처가 유리하다.

억지말뚝 공법은 기초부 암반이 토압으로 인해 활동현상이 발생한 지역, 토층 사이의 경계면에서 평면파괴가 발생하거나 풍화층의 유실과 침식으로 표면 붕괴의 우려가 있는 지역, 급경사의 토사사면으로 경사완화가 불가능하거나 단층파쇄대 구간으로서 지하수위가 낮고 침투수 영향이 적은 구간에 적용된다.

6) 다우웰(dowel)

다우웰 공법은 암반에서의 소규모 단독 분리암괴에 의해 암괴의 탈락이 예상될 때 암괴를 절토사면에 고정하기 위하여 적용하는 공법이다. 즉, 직경 25mm, 길이

1~3m 정도의 철봉을 보링공 내에 삽입하여 그라우트 주입을 실시함으로써 절리면의 전단강도를 증가시키는 수동보강형 공법이다.

7) 콘크리트 버팀벽(buttrass)

절토사면에서 암탈락이 발생하거나 사면 절취시 과다발파에 의하여 사면상에 빈공간이 생기게 되면 절토사면 하부의 지지력을 상실하게 되어 또 다른 암탈락이 발생할 위험이 커진다. 이러한 경우, 하부의 빈 공간에 콘크리트 버팀벽을 설치하여 경제적으로 절토사면의 안정성을 높일 수 있다.

8) 옹벽

옹벽은 벽의 자중과 저판상부의 토사 중량 등으로 토압에 저항하여 절토사면을 지탱하고 안정을 도모하기 위한 목적으로 설치하는 벽체 구조물이다.

옹벽의 설계시 안정성 확보를 위하여 전도에 대한 안정성, 미끄러짐에 대한 안정성, 지반의 지지력 등에 대하여 검토를 수행해야 한다. 미끄러짐에 대한 안정성만이 부족한 경우에는 옹벽 바닥면에 활동방지용 킷(shear key)을 설치할 수도 있다.

9) 마이크로 파일(micro pile)

마이크로 파일은 토사사면에 적용하는 공법으로 지중에 천공 후 지름 162.5mm의 강관을 삽입하고 시멘트 밀크를 주입하여 소구경 파일을 형성하는 공법으로 암반이 견고할 때 별도의 장비가 필요하나 시공성과 품질 확보가 우수하다.

10) 보강토 공법

보강토 공법은 흙쌓기나 흙깎기 사면내에 강재나 망 등의 보강재를 배치하여 보강재와 흙의 마찰력을 이용하여 파괴나 변형에 저항하는 공법이다.

보강토 공법은 지형 등의 제약을 받아서 흙쌓기나 흙깎기의 적정경사를 확보할 수 없는 경우나 절토사면을 보강할 필요가 있는 장소 또는 도시부에서 용지보상비가 과다한 장소 등에 사용한다.

주된 공법으로서 흙쌓기에서는 보강토벽공법, 망에 의한 보강공법 등이, 흙깎기에서는 철근 삽입, 각종 그라우팅, 강화섬유 주입 등의 보강공법이 있다.

나. 표면보호공법

1) 식생공

식생공은 절토사면에 대하여 식생을 실시하는 공법으로 우수에 의한 침식 방지, 지표면 온도변화의 완화, 뿌리로 표토를 묶어 동상붕락의 억제 및 완화, 미적효과 등을 목적으로 한다.

그러나 식생공의 억지효과에 대한 평가가 어렵기 때문에 사면의 안정성 계산에는 이러한 식생공을 포함시키지 않는다. 따라서 식생공은 사면이 안정되어 있는 곳이나 억지효과가 있는 구조부재와 병행하여 이용한다.

국내 사면 보호공법으로 사용되는 식생공은 폐심기, 씨앗뿌리기공법, 씨앗 부착 거적덮기, 코이어넷(coir net), 코매트(co-mat), 녹생토 등 여러 종류가 있다.

2) 돌쌓기, 블록쌓기

돌쌓기이나 블록쌓기 공법은 1:1 이상(45° 이상)의 급경사 절토사면에 사용되며 절토사면의 풍화 및 침식등을 방지하고 옹벽으로서 토압에도 충분히 견딜 수 있는 구조이어야 한다.

돌쌓기 공법은 흙막이용, 절토사면 보호용으로 옛날부터 사용되어 왔으나 최근에는 블록쌓기 공법이 많이 사용되고 있다.

3) 돌붙임, 블록붙임

돌붙임이나 블록붙임 공법은 절토사면의 풍화 및 침식 등의 방지를 주목적으로 하여 1:1 이하(45° 이하)의 완경사 절토사면에, 특히 점착력이 없는 토사 및 허물어지기 쉬운 절토사면에 사용한다.

돌붙임 및 블록붙임 공법은 표면 보호공으로서 사용되는 이외에 소규모의 절토사면 붕괴의 되메움 보호 등에서도 사용된다.

4) 콘크리트 격자

① 콘크리트 격자 블록

용수가 있는 흙깎기 절토사면, 장대 절토사면이나 표준경사보다 급한 흙쌓기 사면에서 상황에 따라 식생이 적합하지 않은 곳 혹은 식생을 실시하더라도 표면이 붕낙할 염려가 있는 경우에 사용된다. 경사가 1:0.8(55°)보다 완만한 절토사면에 사용하는 것이 좋다.

일반적으로 격자는 프리캐스트 제품으로 격자의 교점부분에는 활동방지 말뚝 혹은 철근 등을 설치한다. 격자 내에는 비옥토를 되메우고 식생을 해서 보호하는 것이 좋으나 사면경사가 1:1.2(40°)보다 급한 경우, 많은 용수가 있는 경우 혹은 비옥토가 얻기 힘든 경우, 기타 식생만으로는 유출될 염려가 있는 경우 등에는 잡석을 넣어서 보호한다.

미관을 중요시 할 경우에는 돌붙임 사이에 씨앗 비옥토를 채우거나 씨앗뿌어 붙이기공을 병용하거나 식생망대를 사용하여 녹화할 수도 있다. 용수가 특히 많은 경우에는 절토사면에 도수를 설치할 필요가 있다.

② 현장타설 콘크리트 격자

용수가 있는 풍화암이나 장대절토사면 등에서 절토사면의 장기적인 안정이 염려되는 곳, 혹은 콘크리트 블록 격자공으로는 붕낙할 염려가 있는 곳에 사용된다.

격자는 철근콘크리트의 현장타설로 용수처리를 충분히 실시하고, 격자내에는 상황에 따라 찰쌓기식 돌붙임, 블록붙임, 콘크리트 붙임, 식생 등으로 보호한다.

암반 중에 균열이 많고 물이 침투해서 풍화를 촉진하던가 붕낙을 일으킬 염려가 있는 경우에는 모르터 뿔어붙이기 혹은 시멘트 밀크의 주입 등도 병용된다.

상황에 따라 격자의 교점부분에 활동방지 말뚝이나 앵커를 설치한다. 격자는 절토사면에 박히도록 하는 방법과 사면위에 설치하는 방법이 있다. 연약한 지반에 설치할 경우에는 콘크리트 기초가 필요하다.

5) 모르터 및 콘크리트 뿔어붙이기(슛크리트)

절토사면에 용수가 없고 당장 붕괴의 위험성은 없으나 풍화되기 쉬운 암석 또는 풍화로 인해 박리될 염려가 있는 암석이나 호박돌이 섞인 토사 등 식생이 적당하지 않은 곳에 사용된다.

모르터 뿔어붙이기공은 비교적 얇게 뿔어 붙일 경우에, 콘크리트 뿔어붙이기공은 비교적 두껍게 뿔어 붙일 경우에 사용된다. 뿔어 붙일 면에 다소의 용수가 있는 경우에는 물구멍을 만들어 적절한 배수처리를 하여야 하며 또한 장래 붕괴의 원인이 될 수 있는 노출된 곳을 남기지 않아야 한다.

6) 개비온(gabion)

개비온(gabion)은 일정규격의 직사각형 아연도금 철망상자 속에 돌채움을 한 돌망태를 벽돌 쌓는 방법으로 쌓아 올려 벽체를 형성하는 공법으로서 콘크리트 옹벽 대체공법으로 사용한다.

본 공법의 특징은 배수성이 양호하기 때문에 설계시에 수압의 작용을 고려할 필요가 없다. 그러나 차도에 가깝고 경사가 급한 곳에 사용할 경우는 장기적으로 철선의 부식으로 인해 돌이 떨어져서 낙하할 수 있기 때문에 시공시 충분한 주의가 필요하다.

다. 낙석방지공법

낙석방지공법은 절토사면에서 풍화의 진행, 지진, 호우 등에 의해 낙석의 위험이 있는 것으로 판단되는 곳에 실시한다.

낙석방지공법의 선정은 절토사면의 상황, 즉 절토사면의 지형, 지질 및 식생상황

등과 같은 조사결과에 근거하여야 하며 낙석발생시 예상되는 피해 정도에 따라 이러한 방법들을 조합시키거나 선택하여 선정한다.

1) 뜯돌제거

뜯돌제거는 사면상의 뜯돌이나 이완암블록이 낙하하지 않도록 직접 낙석을 억제하거나 제거 또는 정리하는 것이다.

2) 록볼트 및 앵커

록볼트 및 앵커 공법은 낙석방지 공법의 일환으로 사용되기도 하며 앞에 언급된 경사완화 및 구조물에 의한 공법 중 록볼트공 및 앵커공을 참조하여 고려할 수 있다.

3) 와이어로프 결이

뜯돌이나 전석이 구르거나 미끄러지 않도록 격자모양으로 짠 와이어로프나 수개의 로프 등을 사용하여 그 기초를 덮거나 걸어서 사면상에 고정시키는 경우에 사용한다.

뜯돌이나 전석이 거대한 경우나 토지의 제약 조건 등으로 사면에 고정시켜야 할 때에 자주 사용되지만 이 공법은 영구적인 구조물이 아닌 가설 구조물로 취급한다. 와이어 로프의 앵커는 뜯돌이나 전석의 무게에 충분히 견디도록 기초부까지 충분히 넣고 또 돌이 로프에서 빠져나가지 않도록 한다.

4) 낙석방지망

낙석방지망은 강우나 풍화, 나무뿌리의 작용 등으로 인해 낙석발생 가능성이 있는 부분을 망으로 덮어 낙석을 예방하는 공법으로 망의 장력 및 자중과 이완된 암석의 포획효과에 의해 암석의 운동에너지를 억제하는 공법이다.

낙석방지망공은 구조물에 의한 절토사면 보호공을 시공하지 않은 암반 또는 자갈 혼입 토사 절토사면에 낙석이 예상되는 경우에 사용한다.

낙석 방지망공은 낙석의 발생을 미연에 방지하고, 만일 낙석이 발생한 경우에 돌이 튀지 않도록 사면끝으로 유도하는 것을 목적으로 하고 있다. 종류로는 포켓(주머니)식, 비포켓식이 있다.

5) 낙석방지울타리

낙석방지울타리는 지주, 와이어로프, 철망, 유연성 재료 등을 이용하여 낙석에너지를 흡수하는 것으로써 일반적으로 50kJ 이하의 소규모 낙석대책으로 주로 사용되나 유연성 등을 이용하여 50kJ 이상의 큰 낙석에너지를 흡수할 수 있는 기능성 낙석방지울타리도 다양하게 개발되어 있다.

낙석방지울타리는 장대 절토사면 등에서 지진 또는 집중호우 등으로 낙석이 발

생하는 경우에 낙석방지망만으로는 낙석을 효과적으로 제어하기 힘들 것으로 판단되는 위치에 사용한다. 특히, 경암, 연암, 및 자갈 혼입 토사 등으로 구성된 절토사면에서 낙석방지망만으로는 낙석의 위험을 효과적으로 대처하기 힘든 경우에는 낙석 방지울타리를 설치하는 것이 바람직하다.

토사가 혼합되어 낙하하는 경우는 콘크리트 옹벽을 설치하고 그 상부에 낙석방지울타리를 설치한다.

8) 피암터널

피암터널은 강재, 철근콘크리트 및 PC 콘크리트 등으로 도로위에 처마를 설치하여 낙석을 받아 막거나 계곡으로 낙하시켜 낙석에 의한 피해를 방지하는 공법이다.

피암터널은 급한 장대사면이 연이어져 있는 경우나 낙석의 규모가 커서 낙석방지울타리만으로는 방지할 수 없는 경우 또는 낙석의 지름이 큰 경우에 사용한다. 피암터널의 상부에는 완충재(토사 등)를 두어 낙석의 충격을 완화하여야 하며 상단부 표면은 경사지게하여 발생된 낙석을 다른 방향으로 유도하여 충격에너지를 감소한다.

9) 낙석방지 옹벽

낙석방지 옹벽은 토사나 낙석이 도로에 떨어지는 것을 방지하기 위해 설치하는 구조물이다.

낙석방지 옹벽은 그 배후에 주머니부를 설치하여 어느 정도의 낙석이나 붕토를 퇴적시킬 수 있는 구조로 하는 것이 바람직하기 때문에 배면 지형은 사면경사가 완만한 경우와 도로의 측방에 여유가 있는 장소가 조건으로 된다.

낙석방지 옹벽공을 설계할 경우 예상되는 낙석의 중량, 속도, 최대 도약고, 지형, 지질 등을 고려하여 옹벽의 안정(연직지지, 수평지지, 전도) 및 구체 단면의 강도에 대하여 검토하여야 한다.

10) 낙석 방지 제방 및 도랑(ditch)

절토사면의 하단부에 설치하는 낙석 방지 도랑은 도랑을 설치할 공간이 확보되어 있다면 낙석을 방지하는데 효과적이고 경제적인 방법으로 지형, 지질 등의 현장조건을 이용하여 낙석 에너지의 흡수 및 낙석의 유도를 도모하는 것이다.

흙제방 및 도랑을 설치하는 경우에는 배수공을 병설하여 배수대책도 충분히 배려할 필요가 있다.

라. 배수공법

1) 산마루측구

절토사면의 상부자연사면에 콘크리트 U형 수로 등의 배수로를 설치함으로써, 강우나 강설에 의해 지표수가 절토사면내로 침투하는 것을 방지하여 절토사면내 간극수압의 상승을 차단하거나 지표수의 흐름을 차단시켜 절토사면의 침식을 방지하는 공법이다.

산마루측구 시공시 측구와 지표가 밀착되지 않는 경우, 측구와 지표 틈새로 강우가 침투하여 배수효과가 거의 없을 뿐 아니라 토층이 유실되어 지반침하가 발생하는 경우가 많으므로 측구와 지표를 반드시 밀착시켜야 한다. 또한 품질관리를 위하여 가능한 현장타설 콘크리트 배수로를 설치하는 것이 바람직하다.

2) 소단배수로

소단배수로는 절토사면에 흐르는 빗물이나 용수에 의한 침식을 방지하기 위하여 폭이 3m 이상인 넓은 소단에 설치한다.

종단경사에 따라 배수처리를 실시하며 20m이상 절토 구간이 끝나는 곳에서는 산마루측구와 연결 또는 방류하여 절토사면이 유실되지 않도록 설치한다. 단, 비탈면 침식의 위험성이 적다고 판단될 때는 설치하지 않을 수 있다.

3) 도수로

도수로는 집수된 물을 수로 또는 도로외부로 유출시키는 기능을 수행한다. 원칙적으로 현장타설 콘크리트로 설치하며 도수로의 주변은 콘크리트로 보호하고 세굴이나 풀등의 유입에 의한 통수기능 저하를 방지한다.

4) 수평배수공

절토사면 내에 비교적 깊은 지반내에 지하수를 배제하는 경우나 지하배수공(암거공) 등에 의해 지하수위 저하를 기대할 수 없는 경우에 횡방향공을 굴착하고 유공관등을 삽입하여 배수한다.

수평배수공의 길이는 2m 이상이 바람직하다.

규모가 큰 지반활동지대에서는 배수터널이나 여러 본의 보정공을 조합하여 처리한다.

5) 집수정

집수정은 물빼기 보링공으로는 보링 길이가 길게 되는 경우나 기반 부근에 집중적으로 지하수를 집수하는 경우에 사용한다.

절토사면의 보수·보강공법은 사면의 구성재료와 공법의 원리에 따라 [표 10.2] 및 [표 10.3]으로 구분하여 적용하여야 한다.

[표 10.2] 토사사면의 원리별 대책공법 종류

원 리	공 법
경사도완화	절취
흙막이 (토류공)	앵커(anchor)
	소일네일링(soil nailing)
	억지말뚝
	마이크로 파일(micro pile)
	옹벽
	개비온(gabion)
배수	산마루측구
	수평배수공
	소단배수로
	도수로
표면보호	식생공
	격자블록
	돌쌓기, 돌붙임

[표 10.3] 암반 사면의 원리별 대책공법 종류

원 리	공 법
경사도완화	절취
암반보강	록볼트(rock bolt)
	앵커(anchor)
	다우월(dowel)
	콘크리트 버팀벽(buttreass)
	슛크리트(shotcrete)
간극수압감소	수평배수공
	측구배수공
표면보호	식생공
낙석제어	낙석방지망
	낙석방지울타리
	뜯돌제거(면정리)
	낙석흡수 도랑(ditch)
	피암터널

10.4 유지관리 방안 제시

시설물을 안전하고 경제적으로 유지관리하는데 필요한 사항을 제시하는 것으로 결함 및 손상의 종류와 원인, 점검요령, 조치대책 등에 관한 실무적이고 필수적인 내용을 해당 시설물의 그림 및 사진 등을 위주로 구성하여 안전점검 경험이 적은 사람도 쉽게 활용할 수 있도록 하여야 한다.

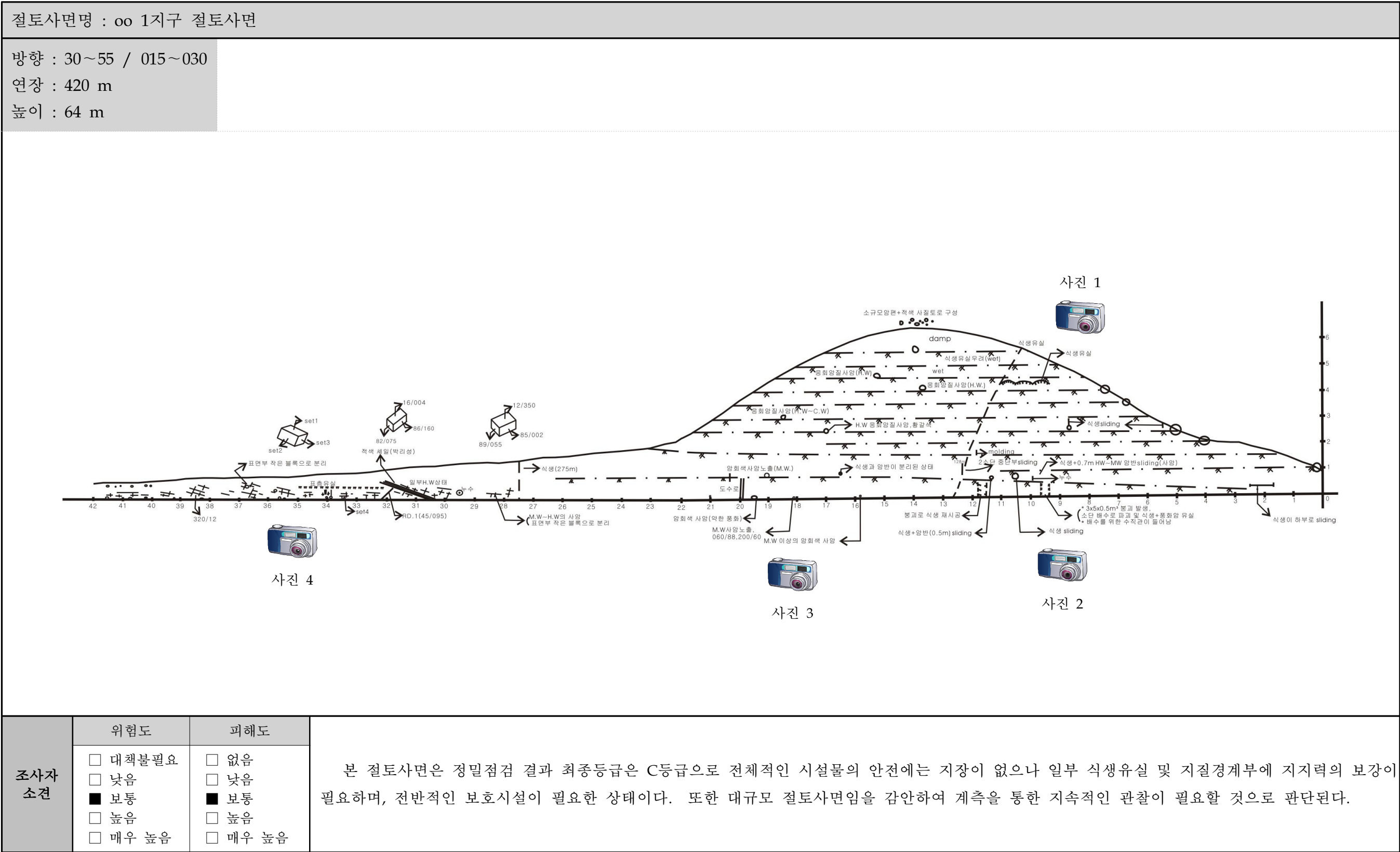
부 록

- A. 외관조사망도
- B. 과업지시서 예시
- C. 사전검토 보고서 예시
- D. 시설물관리대장 입력 요령

부록 A

외관조사망도

■ 절토사면 현황도 (Face Map) - oo지구





사진번호 1 위치(측점) 0~130m 구간

사진설명 0~130m 구간 식생유실 발생



사진번호 2 위치(측점) 93~97m 구간

사진설명 93~97m 구간 표층붕괴로 인한 배수 파이프 노출



사진번호 3 위치(측점) 150~190m 구간

사진설명 150~190m 구간 M.W. 상태의 응회암질 사암 노출



사진번호 4 위치(측점) 275~420m 구간

사진설명 275~420m 구간 이완 및 사면내 뜯돌

부록 B

과업지시서 예시

-정밀점검, 정밀안전진단

본 과업지시서 예시는 과업의 제반여건에 따라 변경될 수 있습니다.

200년도

국도00호선 00지구 절토사면 정밀점검 과업지시서

0000 사 무 소

200년 0월	설 계 자		심 사 자		계 랑		과 랑		수 랑	
설	계									

200년도

국도00호선 00지구 절토사면 정밀점검 과업지시서

00 사무소

목	차					
I .	여	경	생	계	생	명
II .	영	반	과	업	지	시
III .	투	품	과	업	지	시
IV .	머		안		대	현
V .	기		타		사	함
VI .	각	영	수	풍	예	경
						표

서명체계설계역 | .

용역설계설명서

1. 목적

본 과업은 「시설물의 안전관리에 관한 특별법(제7조)(이하 ‘특별법’이라 함)에 의거, 실시하는 정밀점검으로 서 국도 00호선 00지구 절토사면면에 대한 물리적·기능적 결함을 조사하고 구조적 안전성 및 손상상태를 점검하여, 그에 대한 신속하고 적절한 조치를 취함으로써 재해를 예방하고 시설물의 효용을 증진시켜 공공의 안전을 확보하는데 그 목적이 있다.

2. 과업의 내용

가. 시설물의 개요

노 선 명	시설물명	사면 현황(㎡)		준공년도	비 고
		길이	높이		
	00지구	-	-	20○. ○	

나. 과업의 범위

- 1) 관련자료의 수집 및 분석
 - (1) 준공도면, 구조계산서, 시방서, 보수·보강이력 등 관련자료 수집
 - (2) 기존 자료의 미흡한 부분에 대한 조사
 - (3) 시설물 관리대장
- 2) 현장조사 및 시험

- (1) 외관조사 (육안조사)
 - 인장균열, 이완압괴, 경사 및 방향, 절리간격, 지하수 조건, 사면형상 등
- (2) 간단한 측정
 - 반발경도법(슈미트해머, 토양경도계), 클리노컴퍼스 측정
- (3) 안정성 해석을 위한 지반정수탐색
 - 토질시험(모오링, 표준관입), 암석시험(일축압축, 절리면 직접전단, 물성 등)
- 3) 시설물의 상태평가
 - (1) 외관조사 결과분석
 - (2) 측정결과 분석
 - (3) 상태평가결과
- 4) 시설물의 상태평가에 따른 대책
 - (1) 점검시설물에 대한 대책수립
 - 긴급점검, 정밀안전진단 의뢰 여부 판단
 - (2) 시설물 상태 평가 결과에 따른 대책공법 제시
- 5) 기타
 - 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침에 의한 실시

서지정보

본 과업은 「시설물의 안전관리에 관한 특별법」 제13조 및 같은법 시행령 제13조의 규정에 의하여 제정한 안전점검 및 정밀안전진단 지침(국토해양부 고시 2008-838호, 2008.12.31)에 따라 실시함을 원칙으로 한다.

1. 각종 시방서 및 제기준 숙지

본 용역 과업은 정부에서 제정한 아래의 각종 시방서 및 규정과 본 용역 설계서의 특별과업지시서에 의거 시행하여야 하고 아래의 시방서 및 제기준 등을 반드시 용역 참여자는 필히 숙지 활용하여야 한다.

- (가) 시설물의 안전관리에 관한 특별법 (2008년 제정, 국토해양부)
- (나) 안전점검 및 정밀안전진단 지침 (2008년 개정, 국토해양부)
- (다) 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침 「절토사면」, 2009, 한국시설안전공단
- (라) 도로절토사면 유지관리 지침 (2003, 국토해양부)
- (마) 기타 국토해양부가 발간한 관련지침 등.

2. 과업수행 계획

계약자는 계약 후 10일 이내에 과업수행 계획서를 작성 제출하여야 한다.

3. 일반과업지시서의 내용과 특별과업지시서의 내용이 서로 상이할 경우에는 특별과업지시서가 우선한다.

4. 일반과업지시서 및 특별과업지시서에 명기된 내용 이외의 정밀공사 및 품질확보를 위하여 필요한 사항은 발주기관의 장과 협의하여 시행하여야 한다.

III. 특별경영지시서

1. 과업수행기간

본 과업기간은 착수일로부터 60일(2개월)로 하고 다음의 경우 관의 승인을 득한 후 기간을 연장 할 수 있다

- 가. 천재지변등 불가항력으로 작업이 불가능할 때
- 나. 발주기관의 지시에 의하여 작업이 중단되었을 때
- 다. 관계기관의 협의 및 검토가 관의 사유로 지연 되었을 때
- 라. 기타 불가피한 상황이 발생되었을 때

2. 설계변경 조건

- 가. 계약기간 중 불가변동으로 인한 계약금액의 조정은 재정경제부가 회계예규로 정한 기술용역계약 일반조건의 관련조항에 따라 품목 조정율을 적용한다.
- 나. 계약기간 중 정밀점검의 추가조사 과업의 항목 및 수량의 증감사유가 발생하였을 때는 관리주체와 계약상대자는 협의하여 계약금액을 변경할 수 있다.
- 다. 1. 가 항의 규정에 따라 정밀점검 업무의 일부 또는 전부의 변경이 불가피한 경우 관리주체와 계약상대자는 협의하여 변경할 수 있다.

3. 주요업무의 사전승인 등

계약대상자는 다음사항에 대해서는 사전에 관리주체의 승인을 받아 과업을 수행하여야 한다.

- 가. 사업수행계획서 및 착수신고서의 내용변경
- 나. 기본계획을 포함한 주요내용 및 방침의 설정 또는 변경
- 다. 기타 감독원의 지시나 계약상대자의 판단에 따라 승인 받아야 할 사항.

4. 과업수행 및 공정보고

가. 착수신고서 제출

- (1) 계약상대자는 과업착수시 제출할 착수신고서와 이 착수신고서에 포함하여 제출할 서류의 내용과 서식은 다음 각 호와 같다
- (가) 착수신고서
 - (나) 사업수행계획서
 - (다) 인력 및 장비 투입계획서
 - (라) 세부공정 계획서
 - (마) 사업책임기술자 선임신고서
 - (바) 사업수행 조직표
 - (사) 안전관리계획서
 - (아) 보안각서
- (2) 계약상대자는 상기 각 호의 착수신고 서류 3부를 관리주체에 제출하여야 한다.

나. 공정보고

계약상대자는 과업수행기간 중 다음 사항을 포함한 공정보고를 10일을 기준으로 하여 15일까지 점검 책임기술자의 확인 후 관리주체에 제출하여야 한다.

- (1) 과업추진 내용 및 공정현황아
- (2) 과업수행 상 중요 문제점 및 대책
- (3) 참여기술자 현황
- (4) 다음달 과업수행 계획

5. 법률준수의 의무

계약당사자는 이 과업을 수행함에 있어 관계법률에 있어 관계법률에 저촉되는 행위로 인한 모든 피해사항에 대하여 책임을 져야 한다.

6. 안전관리

가, 계약당사자는 본 과업 수행에 따른 안전점검, 안전교육 등 안전대책에 최선을 다하여야 한다.
나. 과업수행 중 계약상대자의 과실이나 부주의로 인한 사고에 대하여는 계약상대자가 전적으로 책임을 져야 한다.
다. 계약당사자는 필요할 경우 과업수행 전 안전표지판, 통행제한시설 등의 각종 안전시설을 설치하고 일반인의 통행에

지장이 없도록 적절한 조치를 강구하여야 한다.

라. 계약당사자는 아래의 안전수칙을 지켜 안전사고를 예방하여야 한다.

- (1) 작업을 할 때에는 규정된 복장 및 보호구를 착용한다.
- (2) 시설 및 작업기구는 점검 후 사용한다.
- (3) 작업장 주위환경을 항상 정리한다.
- (4) 위험표지 구역은 담당자의 무단출입을 금한다.
- (5) 모든 기계는 담당자 이외의 취급을 금한다.
- (6) 음주 후 작업을 금한다.
- (7) 모든 전선은 전기가 통한다 생각하고 주의한다.
- (8) 기계 가동중 기계에 대한 청소, 정비 및 칩 등을 제거하지 않는다.
- (9) 사전승인이 없는 화기 취급은 절대 엄금한다.
- (10) 고소작업장 주위에는 위험표지를 설치한다.
- (11) 고소 작업시 물건을 위로 올리고 내릴때는 로프를 사용한다.
- (12) 약전후(강풍, 비, 눈)시에는 작업을 하지 않는다.
- (13) 추락의 위험이 있는 곳에는 가능한 한 방호망을 설치한다.
- (14) 고소작업인 경우에는 허부에 감시인을 두어 긴급시에 대비토록 한다.

7. 보안 및 비밀유지

가, 보안관계 법규의 준수

계약상대자는 정밀점검 수행시 얻은 정보 또는 성과품 및 자료를 계약이행의 전·후를 막론하고 관리주체의 승인없이 외부에 누설할 수 없다.

나. 보안관리의 책임

계약상대자는 관계법규에 의해 보안관리에 최선을 다하여야 하며 계약상대자의 과실이나 부주의로 인하여 발생한 손해에 대하여 책임을 져야 한다.

8. 점검계획 및 세부사항

가. 점검계획

(1) 일반

점검계획은 현장에서의 사전조사 후에 수립하며, 조사항목은 다음과 같다.

- 현장여건 및 문제점
- 시설관리자 및 주민의견 청취
- 제반시설 관련자료

이때, 수집된 도면 및 자료를 개략 검토한 후에 조사를 수행함으로써 구조물의 형상이나 세부사항들에 대한 사전 정보에 대한 검증이 이루어질 수 있도록 한다.

(2) 점검계획

점검계획은 사전조사이시 수집된 자료를 검토한 후에 수립하며, 다음의 사항이 포함되어야 한다.

(가) 조사범위 및 항목설정

- 각 분야별 조사범위와 세부항목을 전체 점검계획에 맞추어 결정

- 책임기술자가 필요하다고 판단되는 경우에는 협의 후에 별도 조사항목 포함.

(나) 기존 점검자료 검토

- 기 발견된 결함의 확인을 위해 검토

(다) 분야별 소요인원 및 구성

- 분야별 총 소요인원을 판단하여 가용인력을 구성, 투입 계획수립

(라) 재로시험 실시에 대한 적정성 여부 판단

(마) 점검기간 및 계획된 작업시간 예측

(바) 점검범위 및 안전성에 대한 판단

(사) 점검장비의 선정

점검에 필요한 장비를 준비할 때에는 분야별 세부조사 항목에 부합되는 장비를 준비한다. 또한, 근접 육안조사가 필요한 경우에는 점검장비에 의한 측정이 가능하도록 사다리, 리프트카, 비계, 보조등반장비 등을 준비한다.

이러한 장비 선정시에는 다음 항목을 고려한다.

- 접근장비를 안전하게 지지하는지 여부
- 장비위치에 따른 교통통제 필요성
- 장비설치에 따른 지장물 존재여부

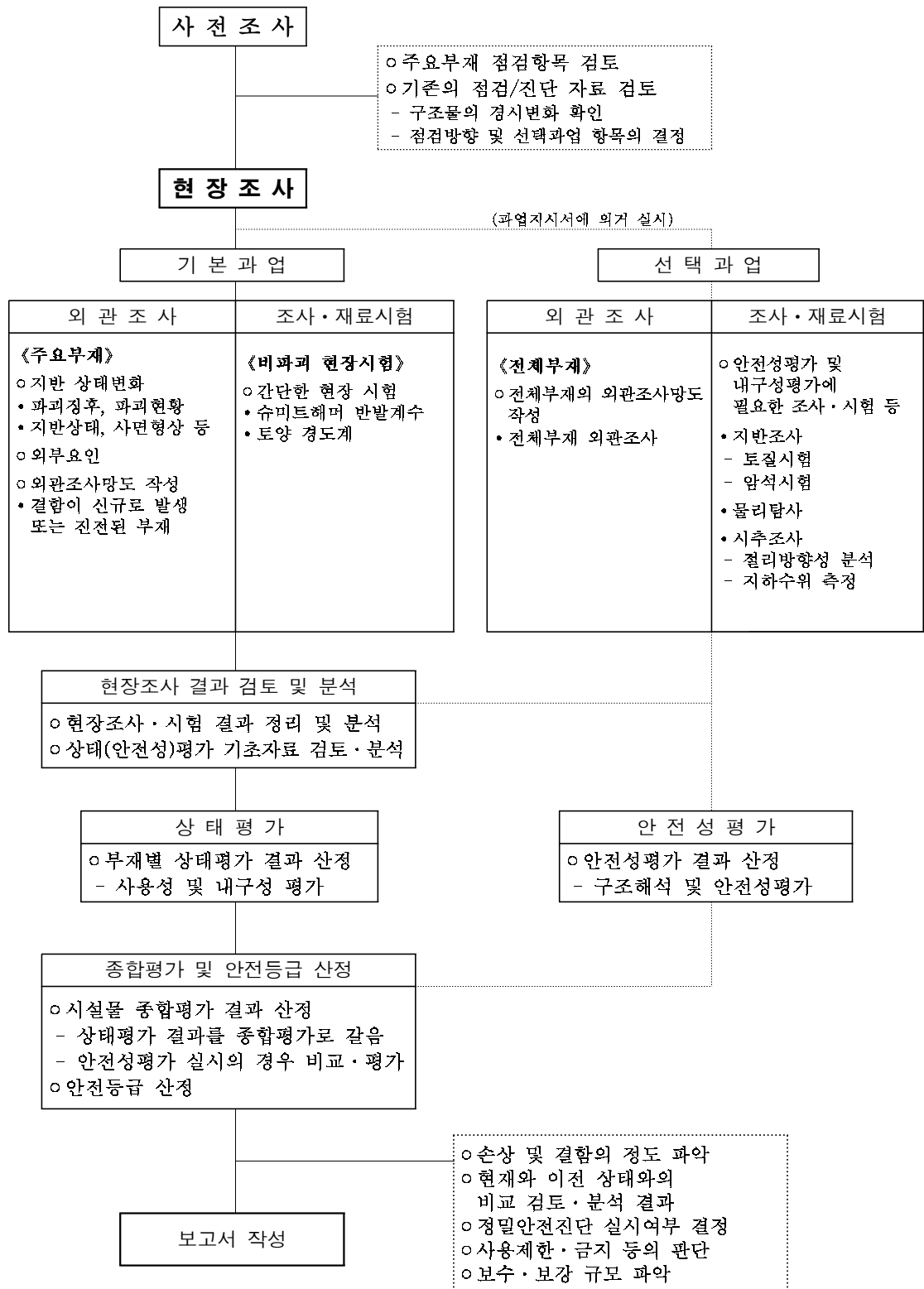
(아) 접근방법결정

(자) 점검종사자 안전

- 점검업무 및 접근방법과 관련하여 점검자는 안전사고 예방에 유의한다.

(차) 기타 점검자와 관리주체가 필요하다는 판단되는 사항

9. 점검실시 세부사항



가. 시설물의 관련도서 검토

과거의 설계, 시공 등에 관한 자료와 준공이후의 시설물관리, 운영기록, 안전점검기록, 보수기록 등의 자료를 수집하고 검토·분석하여 본 과업의 기초자료로 활용한다.

(1) 설계 및 시공도서

설계도서, 시공자, 구조계산서, 준공도면, 유지관리지침, 운영관리지침서 등

(2) 시설물 관리기록

준공 이후 각종 계측자료 및 운영자료, 안전점검 및 평가기록, 보수공사 이력사항, 시설물 관리대장, 주요 재해현황등

나. 현장조사 및 제반관련 시험 실시

(1) 현장조사는 사전에 기존자료를 검토하여 예상되는 각종 손상에 대하여 충분히 이해한 후 현장조사에 임한다.

(2) 현장조사는 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(절토사면)에 의해 실시하며, 점검대상 시설물에 대한 상세 외관 조사 및 현장시험을 실시하여 부위별로 상태평가에 활용

(3) 상세 외관조사시 주요결함이 발견된 경우에는 이에 대한 안전성 검토 실시

다. 선택과업

선택과업은 과업수행 전 사전검토보고를 통하여 계약상대자와 협의하여 결과에 따라 조사항목의 필요성을 결정하되, 과업수행 중에 발생되는 항목은 조사를 추진한다.

라. 안전점검 점검사항

점검구분	점검항목	점검장비
사면손상상태	<면밀한 육안검사> - 파괴징후 · 인장균열, 이완압괴 규모 · 사면 및 구조물 변형 상태 - 파괴현황 · 파괴유형, 위치, 규모 등	
사면파괴요인	<면밀한 육안검사> - 지반상태 · 토질 조건 및 토층 심도 · 토질의 연경도 · 절리 경사 및 방향 · 절리 간격, 거칠기, 연장 등의 상태 - 사면형상 · 사면 경사 및 집수 지형 - 자연적 외부 요인 상태 · 강우 및 지하수 상태(필요할 경우 지진 하중) - 인위적 외부 요인 상태 · 절토 상태, 배수 조건 · 표면 보호 및 모강공 상태 <간단한 측정> - 반발경도법에 의한 당도 조사 (슈미트해머, 토양경도계)	- 카메라 - 필기 도구 - 철자 용 해머 - 지질 노칩파스 - 거리측정기 - GPS(위치측정기) → 도면사용가능 - 슈미트해머 - 토양경도계
시험성평가시 (안전성평가시)	<안전해석을 위한 지반정수 분석> - 토질시험 · 전단시험(점착력, 점두마찰각, 잔류마찰각), 표준관입시험 - 암석시험 · 일축압축강도(코어시료 획득 불가시 점하중시험으로 환산) · 점리면 직접전단시험(점착력, 내부마찰각) · 점성시험 : 단위중량, 탄성계수, 포아송 비	- 토질/암석물성시험

마. 상태평가

상태평가는 시설물의 주요 구조체에 대한 재료 및 육안검사에서 조사된 상태에 대한 평가를 포함한다. 책임기술자는 점검결과에 따라 발견된 결함을 근거로 하여 결함의 범위 및 정도에 따라 시설물의 안전점검 및 정밀안전진단 지침(국토해양부 고시 제2008-838호, '08.12.31)에 의거 A,B,C,D,E의 5가지 단계로 상태등급을 매긴다. 정밀점검에서는 외관조사만을 작성하여 상세히 상태평가 결과를 도출한다.

10. 지반조사

가, 시추조사(Borning)

- 지반상태를 직접관찰할 수 있을 뿐만 아니라 시료채취 및 시추공을 이용하여 다양한 현장시험을 수행할 수 있기 때문에 가장 보편적으로 적용되는 지반조사법이다.

나, 케이싱 및 비트의 종류와 규격

구 분	비트규격(mm)		케이싱 규격(mm)		코아직경 (mm)	비고
	내경	외경	내경	외경		
EX	21.5	37.7	41.3	46.0	20.2	
AX	30.0	48.0	50.8	57.2	28.6	
BX	42.0	59.9	65.1	73.0	41.3	
NX	54.7	75.7	81.0	83.9	54.0	
HX	68.3	98.4	104.8	114.3	67.5	

다. 시추작업

- (1) 분리작업 : 시추작업을 수행하기 위해서는 먼저 지층을 작은 조각으로 분리하여야 한다.
- 느슨한 모래층, 연약점토층, 유기질토층 : 순환수 이용

- 중간정도 조밀한 지층 : 회전유압식 시추나 오거 이용
 - 자갈층 : 회전유압식 시추, 호박돌인 경우에 따라 발파 병행
 - 기반암층 : 회전유압식이나 회전충격식 시추
- (2) 시추작업 : 원지반에서 분리된 지반구성물질은 다음과 같은 방법으로 지표로 배출한다.
- 점성토는 순환수를 사용하지 않고 오거로 회수하는데, 지하수위 상부에서는 연속 날개형 오거, 지하수위 하부에서는 연속날개형 오거, 지하수위 하부에서는 중공관형 오거를 사용한다.
 - 순환수는 공바닥에 닿아 있는 비트를 통해서 공내로 분사되는데, 시추공의 상태에 따라 적절한 순환수(맑은 물, 이수 또는 압축공기)를 선택하여 사용한다.
- (3) 시추공 보호작업 : 지하수위 상부에 분포하는 경질토 지층이나 중공관형 오거로 굴진한 지역에서는 별도로 시추공 보호작업을 할 필요가 없지만, 지하수위 상부에 분포하는 모래층, 자갈층 또는 지하수위 하부에 분포하는 대부분 토층에서는 케이싱이나 이수로서 시추공을 보호한다. 기반암이 심하게 파쇄되었을 경우는 그라우팅 후 재굴진하여 시추공 붕괴를 막는다.
- (4) 시추공경사 : 대부분 수직시추로 실시하나, 필요에 따라서 경사 또는 수평시추를 실시할 수 있다.
- 일반적인 지반조사에서 시추는 특별한 목적이 없는 한 수직방향으로 실시한다,
 - 경사시추는 기반암에 발달하는 절리, 단층, 공동 분포상태를 확인하기 위하여 실시하거나 토층이나 기반암층에 앵커를 설치할 경우에도 실시한다.

라. 시추결과와 정리

- (1) 시추결과 : 시추과정에서 얻어진 각종 정보와 채취시료의 관찰결과를 정리한 시추주상도로 표시하며 시추주상도는 일반현황 부분과 세부조사부분으로 구성된다.
- (2) 일반현황부분
- 지질정보 이외에 시추공에 관련한 각종 정보가 포함되며 일반적으로 시추공의 이름, 위치, 지하수위를 기록하며 이외에도 시추작업시간, 조사자, 발주자, 시추장비, 시추의 유형등이 포함된다.

(3) 세부조사부분

- 흙 시료의 경우 : 입도, 입자의 모양, 색, 굳기, 다짐 정도, 함유물, 냄새, N값 등을 기록
- 암석시료의 경우 : 암석의 종류, 강도, 풍화정도, 절리간격, 방향, 함유물, 코아회수율, RQD, 구성광물, 시간에 따른 변화특성 등

11. 물리탐사

지반의 물리적 성질의 차이에 기인한 물리적 현상들을 측정하고 해석함으로써 지질구조 및 지층의 성질을 조사하는 방법으로서 지반조사뿐만 아니라 지하수나 광물자원 및 석유등을 에너지자원 탐사의 중요한 수단으로 사용한다.

가. 물리탐사의 종류

탐사법의 종류	이용하는 물리량	측정물리량	비 고
중력탐사	밀도	중력가속도	육상측정, 해상측정
자기탐사	대자율	자기장	크기측정, 방향측정
전기탐사	전기비저항 자연전위	전기비저항 전위	전기비저항탐사, 자연전위법 유도분극법
탄성파탐사	탄성계수 밀도	지진파속도	굴절법, 반사파, 지진파 Tomography 전성분 측정법, 단성분 측정법

나. 탄성파탐사

지하로 전파하는 탄성파가 음향 임피던스(Acoustic Impedance : 밀도와 속도의 곱)가 서로 다른 암석의 경계면에서는 반사 또는 굴절을 하게 된다는 원리에 기초하고 있다.

(1) 굴절법 탄성파탐사

(가) 개요 : 조사지역의 토층 및 암반의 탄성파속도 구조 규명을 위해 실시

- 탄성파속도 : 압축파(P파), 압축파속도(V_p), 전단파(S파), 전단파속도(V_s)

- 탄성파발신 : 폭약에 의한 방법 : 뇌관, 다이나마이트

비폭약에 의한 방법 : 해머타격, 중추낙하, 고압공기나 물을 급격히 방출하는 에어컨, 워터건

(나) 조사방법

- 1) 탐사심도에 따른 최대 수진거리를 결정하여 측선을 충분히 길게 계획한다. 최대 수진거리를 충분히 확보할 수 없을 경우에는 원거리 발파점을 설치하는 것이 바람직하다.
- 2) 수진점 간격은 탐사심도가 얇은 경우에는 5m, 깊은 경우에는 10m로 하는 경우가 많다, 발파점은 일반적으로 30~60m 간격으로 설정하고, 특히 기복이 심하게 변화하는 지점등에 발파점을 설정하면 해석의 정밀도가 향상된다.
- 3) 발생원으로는 일반적으로 다이나마이트(폭약)을 사용한다.
- 4) 측정시에는 각 전개에 대한 측정을 끝낸 직후, 자료의 품질을 자세히 검토하고 필요하다면 재측정에 들어간다.

(다) 해석방법

- 1) 획득한 자료는 수지점 및 발파점의 위치와 발파점의 심도 등에 대하여 정리한다.
- 2) 주시곡선의 작성은 해석의 기본이므로 초동의 읽기 오류나 그림 작성에서의 오류가 없도록 충분히 점검하고 조정하도록 한다. 작성도니 주시곡선은 요구되는 정밀도 안에서 왕복주시의 일치, 원점주시의 일치, 주시곡선의 평행성 등의 조건을 충족시키도록 한다.
- 3) 주시곡선을 식별하고, 적절하게 조정된 주시곡선에서 정해진 자료분석 방법에 따라 순서적으로 해석하여 축선 직하부의 속도층 해석단면을 작성한다.
- 4) 해석은 일반적으로 하기외라 방법과 이를 발전시킨 방법을 사용한다,

(라) 제한조건

- 1) 탄성파속도가 느린 연약층이 속도가 빠른 층 하부에 위치할 경우에는 확인할 수 없다.

- 2) 확인하고자 하는 지층의 두께가 지표에서 그 지층 상부까지 거리의 1/4보다 작을 경우, 이를 확인할 수 없으며, 통상 탄성과 탐사로 확인할 수 있는 심도는 발신지점에서 초대 수신기 설치 거리의 1/3~1/4정도의 심도이다. 즉, 수신기를 10m 간격으로 설치하여 축선을 100m로 구성할 경우에 탐사가능 심도는 대략 25~30m이다.
- 3) 자갈층이나 기반암의 불규칙하게 분포하는 지역, 약한 암반내에 단단한 판상 암괴가 발달하고 있는 지역에서는 가 층별 속도는 구하기 어렵고 단지 평균적인 속도만 측정할 수 있다.
- 4) 지층이 점이적으로 변하는 지역에서는 지층경계선을 확인하기 어렵다, 이러한 현상은 기반암이 풍화토로 전이하는 지역에서 잘 나타난다.
- 5) 지표면이 동결되면 탄성파속도가 증가하기 때문에 탄성과 발신이나 수신을 모두 동결심도 아래에서 실시한다
- 6) 도시지역에서는 배관, 포장, 구조물 기초, 주변 잡음으로 인한 탄성파탐사를 실시하는데 어려움이 있다.

12. 보고서 작성

가. 일반

- (1) 현장에서 사용하는 점검 및 진단양식과 보고서는 체계적으로 작성되어야 하며, 결함에 대한 설명과 결함의 개략도가 포함되어야 한다.
- (2) 완성된 보고서는 기간이 경과한 후에도 결함에 대한 해석이 가능하도록 상세하고 명확하게 작성되어야 한다.
- (3) 현장사진을 촬영하여 결함을 확인할 수 있도록 하여야 하며, 여러 가지 결함이 언급된 경우에는 보고서와 조사양식에서 상호 참조할 수 있도록 하여야 한다.
- (4) 현황도 (face map)와 사진은 결함의 위치와 특성에 관한 설명을 보충하기 위한 수단으로 사용하여야 한다.
- (5) 노후화된 구간에 대해서는 간단한 단면도와 평면도를 사용하여 결함의 형태와 치수를 명확히 이해할 수 있게 하여야 한다.
- (6) 보고서에 포함된 모든 자료의 근거를 명확히 하여야 하고 점검 일시와 기타 자료의 근거도 기록하여야 한다.

나. 정밀점검보고서는 다음과 같은 사항이 포함되어야 한다.

1) 서두

보고서의 표지 다음에 정밀점검의 개요를 쉽게 알 수 있도록 다음의 서류를 붙인다.

- 제출문(정밀점검을 실시한 기관의 장)
- 정밀점검 결과표 (안전등급)
- 참여 기술진 명단
- 시설물의 위치도
- 시설물의 전경사진, 부위별 사진
- 정밀점검 실시결과 요약문
- 보고서 목차

2) 정밀점검의 개요

정밀점검의 범위와 과업내용 등 정밀점검 계획 및 실시와 관련된 주요사항을 기술한다.

- 점검의 목적
- 시설물의 개요 및 이력사항
- 점검의 범위 및 과업내용
- 사용장비 및 기기 현황
- 점검 수행 일정

3) 자료수집 및 분석

정밀점검의 관련자료를 검토·분석하고 그 내용을 기술한다.

- 설계도면, 구조계산서
- 기존 정밀점검·정밀안전진단 실시결과
- 보수·보강이력

- 시설물의 내진설계 여부 확인
- 기타 관련자료

4) 현장조사 및 시험

과업내용에 의거 실시한 현장조사, 시험 및 측정 등의 결과분석 내용을 기술하고, 필요한 경우 사진 또는 동영상 등을 첨부한다.

- 기본시설물 또는 주요부재별 외관조사 결과분석
- 주요한 결함(손상)의 발생원인 분석
- 재료시험 및 측정 결과분석

5) 시설물의 상태평가

과업내용에 따라 실시한 현장조사 및 시험의 분석 결과에 따라서 상태평가 결과의 작성 방법은 본 세부지침의 제8장에서 기술한 내용을 따른다.

- 대상 부재별 상태평가 및 시설물 전체의 상태평가 결과 결정
- 콘크리트 또는 강재의 내구성 평가

6) 안전등급 지정

정밀점검 실시결과 상태평가 및 안전성평가(필요시) 등을 종합적으로 평가하여 제11장에서 기술한 내용을 따라 당해 시설물의 안전등급을 지정하여야 한다.

7) 시설물의 안전성 평가 (필요한 경우 추가로 실시)

안전점검 결과 시설물의 보수·보강방법을 제시한 때에는 보수·보강시 예상되는 임시 고정하중(공사용 장비 및 자재 등)이 시설물에 현저하게 작용하는 경우에 대한 시행방법을 검토

8) 종합결론 및 건의

- 정밀점검 실시결과의 종합결론

- 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성 여부
- 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항
- 기타 필요한 사항

9) 부록

- 과업지시서 : 부록의 과업지시서 예문 참조
- 외관조사망도
- 측정, 시험 성과표
- 상태평가 결과 자료
- 시설물관리대장 사본
- 현황조사 및 외관조사 사진첩
- 사용장비 및 기기의 사진
- 사전조사 자료 일체
- (사전검토 보고서, 과업수행계획서 등 관련자료)
- 기타 참고자료

(정밀점검 결과와 관련되는 설계도서, 감리보고서, 이전의 안전점검 및 정밀안전진단 보고서 등 관련자료 포함)

IV. 대안

- 본 용역 설계의 설계도서 및 제반자료에 대하여는 보완관리에 철회를 가하여야 하며 다음과 같이 보완대책을 이행하여야 한다.

(1) 용역회사 대표자는 용역 착수시 우리청이 제시하는 서식에 의한 보완각서를 제출하여야 하며, 용역 참여자에 대한 보완각서는 회사 대표자 책임하에 징구 제출하여야 한다.

(2) 용역 과업 사무실을 제한구역으로 지정하고 외부인의 출입을 통제하여야 한다.

(3) 자료 보관함은 별도로 비치하되 비밀, 대외비, 일반자료 보관함으로 구분하고 정부책임자를 지정하여 관리하여야 한다. 단, 비밀이 아닌 용역의 경우에는 비밀 보관함을 비치하지 않을 수 있다.

(4) 비밀 또는 대외비로 분류된 성과품을 발간하고자 할 때는 정부 비밀 취급인가 업체를 이용하여야 하며 본 과업 지시서에 명시한 부수만 인쇄하는 것은 물론 우리청의 비밀 취급 인가자의 입회하에 행하여야 한다.

(5) 용역의 참여자가 교체될시는 감독관의 승인을 득한후 인수인계를 철저히 하고 감독관의 확인을 받아야 한다. 용역 업체는 용역물의 보완관리에 철회를 기하기 위하여 용역설계 전후를 막론하고 다음사항을 준수하여야 한다.

(6) 계약시 이를 준수하겠다는 각서를 제출하여야 한다.

1) 용역설계 참여자 명단 제출

2) 본 용역 설계도서에 의한 기록 및 인지사항을 누설하지 않겠다는 각서

3) 본 용역 설계서 작성 기간중 출입자 통제

4) 용역 자료 등의 방치를 금할 것이며 본 용역 수행에 관련된 모든 자료는 견고한 용기에 보관하고 보완관리 책임자가 직접 관리하여야 하며 지정된 용기외 보관은 금한다.

5) 불 필요한 원고 및 자료는 필히 감독 입회하에 소각 조치할 것.

(7) 기타 사항에 대하여는 보안업무 규정을 준수하고 감독관의 지시를 받는다.

V. 기타 사항

기 타 사 항

가. 본 과업에 명시되지 않은 사항은 사항은 감독자와 사전에 협의하여 결정하여야 한다.

나. 보고서 작성에 있어서 수록내용 및 편집순위에 대하여 감독자와 사전 협의하여야 하며 그 결과에 대하여 우리소에 중간보고하여야 한다.

다. 보고서에 사용한 기술용어는 국토해양부에서 제정한 용어를 사용하여야 하고, 내용은 현장에서 실시한 제반 조사 결과를 상세히 검토 수록하고 또한 보수 필요부위 등의 사항을 제시하여야 한다.

라. 보고서 작성에는 3페이지 이내의 요약서를 첨부해야 한다.

마. 현장 조사는 사고예방을 위하여 교통안전관리를 철저히 하고 작업개시전 현장전.후에 안내표지판, 위험표지판을 일정간격으로 설치하고 신호수를 배치하여 차량소통에 큰 지장이 없도록 하여야하며, 만약 내용통보를 하여 교통안전관리에 교통경찰관의 협조가 이루어지도록 하여야 한다.

바. 성과품의 작성

- (1) 성과품 작성은 한글과 한문의 혼용을 원칙으로 하며, 영문표기는 교육과학부제정 영문표기법에 따른다
- (2) 본 용역의 납품예정 성과품은 과업종료 15일전에 제출하여 사전검토를 받아야 하며, 여기서 지적되는 미비사항은 즉시 수정하여 성과품을 작성하여야 한다

자. 성과품의 제출

다
리
성
공
수
정
과
VI.

과업내용	확공 15일	확공 30일	확공 45일	확공 60일	비고
관련자료의 수집 및 분석 - 설계도면의 검토 - 관련기준 검토 - 대상사면의 이력조사					
현장조사 및 시험 - 제원확인 및 측정 - 조사측량(평면, 종단, 횡단) - 보오링 조사 - 물리적탐사 시험					
내역 - 초기 현황도 작성 및 안정해석 - 점검결과에 따른 보수 및 보강 필요의견 - 보고서 작성					

부록 C

사전검토 보고서 예시

정밀안전진단(안전점검) 사전검토 보고서(안)

1. 과업명 : ○○절토사면 정밀안전진단(안전점검)

2. 배경 및 목적

시설물의 안전점검 및 정밀안전진단 지침(국토해양부고시 제2008-838호, 2008. 12.31)의 3.1.4항 및 3.9.2항에 따라 과업대상 시설물의 과업지시서 또는 용역설계서 내용이 법령 및 지침, 세부지침 등에 부합되는지 여부를 검토하고, 그 결과를 관리주체에 보고하고 과업수행계획서에 수록하고자 함

3. 과업의 범위

3.1 시설물 명 : ○○ 절토사면

3.2 위 치 : ○○도 ○○시(군) ○○동(면) ○○리

4. 사전검토 내용

4.1 정밀안전진단(안전점검) 대상시설물의 범위

구 분	시설물명	지침 및 세부지침상 점검 및 진단 실시범위			금회 실시범위	제외사유
		정기 점검	정밀 점검	정밀 안전진단		
기본 시설물	◦ 상부자연사면	○	○	○		
	◦ 사면		○	○		
	◦ 사면하부		○	○		
부대 시설물	◦ 보호시설	○	○	○		
	◦ 보강시설	○	○	○		
	◦ 배수처리시설	○	○	○		
	◦ 이격거리내 시설	○	○	○		

4.2 정밀안전진단(안전점검) 유지관리자료 보유 현황 검토

보존대상 목록		관리주체 보유현황	비고
설계도서	◦ 공통 - 준공내역서 - 공사시방서 - 각종계산서 - 토질조사 보고서 - 기타 특이사항 보고서		
	◦ 설계도면 - 공통 - 토목 - 건축 - 기계·전기설비		
시설물 관리대장	◦ 기본현황 ◦ 상제제원 ◦ 유지관리 이력		
시공관련 자료	◦ 시공관련 자료 ◦ 품질관리 관련자료 - 재료증명서 - 품질시험기록 - 관리 및 선정시험 기록 등 각종 시험 기록 - 시설물의 주요 구조 부위에 대한 계측 관련자료 ◦ 사고기록		
안전점검 및 정밀안전진단 자료			
보수보강 자료			

4.3 정밀안전진단(안전점검) 과업의 범위

[표 1.1] 정밀점검일 경우

과업항목	지침상 기본과업	금회 과업 내용	
자료수집 및 분석	•설계도서 •시설물관리대장 •시공관련자료 •안전점검·정밀안전진단 실시결과 자료 •보수·보강이력 검토·분석	○작동	
현장조사 및 시험	•기본시설물 또는 주요부재의 외관조사 및 외관조사망도 작성 - 콘크리트 구조물 : 균열, 누수, 박리, 박락, 층분리, 백태, 철근노출 등 - 지반상태 변화 : 파괴징후, 파괴현황, 지반 상태, 사면 형상 등 •간단한 현장 시험 등 - 암반 비파괴강도(반발경도시험) - 토양경도 측정	○콘크리트 시험 -반발경도시험 -탄상하시험 -균열깊이 조사 ○ 토양성분시험	
상태평가	•외관조사 결과분석 •현장시험 결과 분석 •대상 시설물(부재)에 대한 상태평가 •시설물 전체의 상태평가 결과에 대한 책임 기술자의 소견 (안전등급 지정)	○작동	
안전성평가	-		
보수·보강 방법	-		
보고서작성	•CAD 도면 작성 등 보고서 작성	○작동	
과업항목	지침상 선택과업	금회 과업 내용	비용 반영
자료수집 및 분석	•구조·수리·수문 계산(계산서가 없는 경우) •실측도면 작성 (도면이 없는 경우)		
현장조사 및 시험	•전체부재에 대한 외관조사망도 작성 •시설물조사에 필요한 임시접근로, 가설물의 안전시설 설치 및 해체 등 •지반조사 - 토질시험 - 암석시험 •시추조사 - 절리방향성 분석 - 지하수위측정 •물리탐사 •기타 관리주체의 추가 요구 및 안전성 평가 등에 필요한 조사시험	○콘크리트 시험 -반발경도시험 -탄상하시험 -균열깊이 조사 ○ 토양성분시험	○ ○ ○
상태평가	-		
안전성평가	•필요한 부위의 구조지반수리수문 해석 등 안전성평가 •임시 고정하중에 대한 안전성평가		
보수·보강 방법	•보수보강 방법 제시		

[표 1.2] 정밀안전진단일 경우

과업항목	지침상 기본과업	금회 과업 내용
자료수집 및 분석	•설계도서 •시설물관리대장 •시공관련자료 •안전점검·정밀안전진단 실시결과 자료 •보수·보강이력 검토·분석	○작동
현장조사 및 시험	•전체부재의 외관조사 및 외관조사망도 작성 - 콘크리트 구조물: 균열, 누수, 박리, 박락, 층분리, 백태, 철근노출 등 - 지반상태 변화 : 파괴징후, 파괴현황, 지반상태, 사면형상 등 •자연적 외부요인 - 강우, 지하수 등 •인위적 외부요인 - 절취상태, 배수조건, 보강상태 등 •현장조사 - 슈미트해머 반발계수 - 토양경도계 •지표, 지질 지반조사 - 토사사면 - 암반사면 •시추조사 •물리탐사	○ 전체부재 외관조사 및 외관조사망도 작성 ○ 콘크리트 시험 - 방방경도시험 - 초음파전달속도시험 - 탄산화시험 - 균열깊이 조사 ○ 전기비저항탐사 ○ 탄성파탐사
상태평가	•외관조사 결과분석 •현장시험 및 재료시험 결과분석 •콘크리트 및 강재 등의 내구성 평가 •부재별 및 시설물 전체 상태평가 결과에 대한 소견	○작동
안전성평가	•조사, 시험, 측정결과의 분석 •기존의 구조계산서 또는 안전성평가 자료 검토·분석 •내하력 및 구조 안전성평가 •시설물의 안전성평가 결과에 대한 소견	○작동
종합평가	•시설물의 종합평가 결과에 대한 소견 •안전등급 지정	○작동
보수·보강방법	•보수·보강 방법 제시	○작동
보고서작성	•CAD 도면 작성 등 보고서 작성	○작동

[표 1.2] 정밀안전진단일 경우(계속)

과업항목	지침상 선택과업	금회 과업 내용	비용 반영
자료수집 및 분석	•구조·수리·수문 계산(계산서가 없는 경우) •실측도면 작성 (도면이 없는 경우)		
현장조사 및 시험	•시설물조사에 필요한 임시접근로, 가설물의 안전 시설 설치 및 해체 등 •조사용 접근장비 운용 •계측시설의 성능검사 또는 시험계측 •기타 관리주체의 추가 요구 및 안전성평가 등에 필요한 조사·시험	○ 콘크리트 시험 -코어채취 -식내시험 등 ○ 지반 및 토질조사 ○ 계측기 상태조사	○ ○ ○ ×
안전성평가	•구조·지반·수리·수문 해석 •구조안전성 평가 등 전문기술을 요하는 경우의 전문가 자문 •내진성능 평가 및 사용성 평가 •임시 고정하중에 대한 안전성평가	○ 구조·지반·수리·수문 해석 ○ 구조안전성 평가 등 전문기술을 요하는 경우의 전문가 자문	× ○
보수·보강 방법	•내진보강 방안 제시 •시설물 유지관리 방안 제시	○ 내진보강 방안 제시 ○ 시설물 유지관리 방안 제시	× ×

4.4 정밀안전진단(안전점검) 기본과업 재료시험 수량

[표 2.1] 정밀점검의 경우

구 분	세부지침 기준			금회 수량	비고
	토사사면	암반사면	산출수량		
토층두께	○ 최후층 1개소	○ 최후층 1개소			
반발경도	○ 해당사항 없음	○ 구간별 필요수량			
불연속면조사	○ 해당사항 없음	○ 구간별 필요수량			
인장균열	상부자연사면 전구간				

[표 2.2] 정밀안전진단의 경우

구 분	세부지침 기준			금회 수량	비고
	토사사면	암반사면	산출수량		
토층두께	○ 최후층 1개소	○ 최후층 1개소			
반발경도	○ 해당사항 없음	○ 구간별 필요수량			
절리면 전단시험	○ 해당사항 없음	○ 구간별 필요수량			
점하중시험	○ 해당사항 없음	○ 구간별 필요수량			
불연속면조사	○ 해당사항 없음	○ 구간별 필요수량			
인장균열	상부자연사면 전구간				

4.5 기타 사항

5. 결론

[정밀점검의 경우 예시]

과업지시서와 용역설계서 검토결과, 정밀점검의 범위, 유지관리자료, 과업범위, 기본과업의 재현시험수량은 모두 지친, 세부지침과 부합됨.

[정밀안전진단의 경우 예시]

과업지시서와 용역설계서 검토결과, 정밀안전진단의 범위, 유지관리자료, 기본과업의 재현시험수량은 지친, 세부지침과 부합됨.

다만, 정밀안전진단 과업범위 중 아래와 같이 일부 항목에 대한 비용이 반영되지 않아 보완이 필요함

- 현장조사 및 시험
 - 계측기 상태조사
- 안전성평가
 - 구조, 지반, 수리, 수문해석
 - 댐체 내진성능평가
- 보수·보강방법
 - 내진보강방안제시
 - 시설물 유지관리 방안 제시

부록 D

시설물관리대장 입력 요령

시설물관리대장 입력 요령

- ☐ 시설물관리대장 입력 절차
- ☐ 기본현황 및 상세제원 입력 양식
- ☐ 입력 요령

※ “시특법”에 의한 1종·2종 시설물의 범위

시설물 구분	시설물 종류		
도로	▸ 도로교량	▸ 도로터널	▸ 복개구조물 ▸ 지하차도
철도	▸ 고속철도교량 ▸ 도시철도교량 ▸ 일반철도교량 ▸ 도시철도고가	▸ 도시철도터널 ▸ 일반철도터널 ▸ 고속철도터널	▸ 고속철도역사 ▸ 광역전철역사 ▸ 도시철도역사
항만	▸ 갑문시설	▸ 계류시설	
댐	▸ 다목적댐 ▸ 발전용댐	▸ 용수전용댐	▸ 지방상수도전용댐
건축물	▸ 공동주택건축물 ▸ 공동주택외건축물 ▸ 관광숙박시설	▸ 문화 및 집회시설 ▸ 종합병원 ▸ 지하도상가	▸ 운수시설 ▸ 종교시설 ▸ 판매시설
하천	▸ 수문 및 통문	▸ 제방 및 부속시설	▸ 하구둑
상하수도 폐기물매립시설	▸ 공업용수도	▸ 광역상수도 ▸ 지방상수도	▸ 폐기물매립시설 ▸ 하수처리장
옹벽	▸ 건축물옹벽	▸ 댐옹벽 ▸ 도로옹벽	▸ 철도옹벽 ▸ 항만옹벽
절토사면	▸ 건축물사면	▸ 댐사면 ▸ 도로사면	▸ 철도사면 ▸ 항만사면

☐ 시설물관리대장 입력 절차

< FMS 상의 시설물관리대장 입력 초기화면 >

http://www.fms.or.kr - 시설물정보관리종합시스템(FMS) - Microsoft Internet Explorer

파일(E) 편집(E) 보기(V) 출력(A) 도구(I) 도움말(H)

뒤로 ↶ ↷ 새로고침 ↻ 검색 🔍 즐겨찾기 ☆ 📧 📁 📂 📅 📆 📇 📈 📉 📊 📋 📌 📍 📎 📏 📐 📑 📒 📓 📔 📕 📖 📗 📘 📙 📚 📛 📜 📝 📞 📟 📠 📡 📢 📣 📤 📥 📦 📧 📨 📩 📪 📫 📬 📭 📮 📯 📰 📱 📲 📳 📴 📵 📶 📷 📸 📹 📺 📻 📼 📽 📾 📿 📠 📡 📢 📣 📤 📥 📦 📧 📨 📩 📪 📫 📬 📭 📮 📯 📰 📱 📲 📳 📴 📵 📶 📷 📸 📹 📺 📻 📼 📽 📾 📿

KOR http://www.fms.or.kr/index.jsp

HOME | SITEMAP | HELP | LOG OUT

시설물정보관리

통합시스템 FMS

시설물관리 | 설계도서 | 관련업계 | 기술정보 | 현황 및 통계 | 전자결재 | 커뮤니티 | 사용자관리

① 시설물 찾기 메뉴보기

② 시설물관리대장 목록

- 시설물관리대장 목록
- 시설물관리대장 입력
- 시설물관리대장 출력

③ 시설물 변경

- 관리주체 변경

④ 시설물 열거/비대상 변경

⑤ 유지관리계획/실적보고

- 계획/실적보고 입력
- 송안요청(목록)

⑥ 시설물비용정보

- 시설물비용정보 분석
- 점검진단도래시기통보

⑦ 점검진단대가산정

② (대표)시설물관리대장

▶ 대표시설물은 역사의 경계와 무관한 도시철도 터널 전체구간을 의미합니다. (예, 대표시설물:00도시철도터널, 개별시설물:00역사,00터널)

▶ 대표시설물 기본현황에 입력된 내용은 개별시설물의 관리대장 기본현황에 자동으로 반영되어 집니다.

도시철도 터널/역사 ③ 🔍 등록

(대표)시설물명	하기	주소	주소하기	관리주체	소유자
공단교		경기도 고양시 일산서구 대화동 한국시설안전공단 231		가좌현대3차아파트	공단
준공(사용승인)일	하차담보책임만료일	설계기간	설계자(회사명)	공사기간	
2009 년 01 월 01 일	2019 년 01 월 01 일	2007 년 01 월 01 일 2007 년 06 월 06 일	한국시설안전공단	2007 년 06 월 06 일 2008 년 12 월 31 일	
시공자	하기	감리기간	공사발주자	하기	공사명
한국시설안전공단		2007 년 03 월 06 일 2008 년 12 월 31 일	한국시설안전공단		한국시설안전공단
공사감독관리관	감리대상여부(사유입력) ☒ 예 ☐ 아니오				편입일
공단	--선택--				년 월 일
비고					

☞ 시설물관리대장 입력 순서

- ① 초기화면의 좌측상단 **시설물관리대장 입력** 클릭
→ 기본입력 화면 생성
- ② 생성된 화면에 관련내용 입력
→ 상기의 화면박스(점선) 부분
- ③ 기본입력 완료 후 화면 우측상단 **등록** 클릭
→ 화면 하단으로 개별시설물 현황이 나타남.

< 개별시설물 현황 입력 화면 >

시설물정보관리 종합시스템 FMS

HOME | SITEMAP | HELP | ADMIN MENU | LOG OUT

시설물관리 | 설계도서 | 관련언제 | 기술정보 | 현황 및 통계 | 전자결재 | 커뮤니티 | 사용자관리

시설물관리대장 | 시설물 변경 | 시설물 철거/비대상 변경 | 유지관리계획/실적보고 | 시설물비용정보 | 점검진단대가산정

시설물찾기 | 메뉴보기

(대표)시설물관리대장

대표시설물은 복수의 시설물을 총칭할 수 있는 경우에 관리합니다. (예, 대표시설물: OO동, 개별시설물: 상부담 하부담)

대표시설물 기본현황을 수정하셔도 이미 입력된 개별시설물 관리대장의 내용은 변경되지 않습니다.

[수정] [삭제] [출력]

대표시설명	주소	관리주체	소유자
대표시설명	대전광역시 대덕구 대화동 2311	공단운영자	공단
준공(사용승인)일	하차담보책임만료일	설계기간	설계자(회사명)
1999년 01월 01일	2008년 01월 01일	1998년 01월 01일 1998년 08월 01일	공단
시공자	감리기간	감리자(책임감리원)	공사발주자
공단	년 월 일	공단	공단
공사감독관리관	감리대상여부(사유입력)	예 ○ 아니오	편입일
	==선택==		년 월 일
비고			

개별시설물 현황

[추가] [삭제] [저장]

명명	종류	종별	명형식	면적	총지수량	작성자	승인상태	
대표시설물	Go	나목적면	1종	필면-머스(중)균일형	100	1000	10000	미승인

개별시설물 현황 입력 순서

- ④ 화면 우측하단의 **추가** 버튼을 클릭
→ 개별시설물 현황 입력화면 생성
- ⑤ 생성된 개별시설물 현황의 화면(점선 박스)에서 관련내용 입력
- ⑥ 입력완료 후 화면 우측하단 **저장** 버튼 클릭
- ⑦ 화면 좌측하단의 **Go** 버튼 클릭
→ 시설물관리대장 [기본현황] [상세제원]으로 넘어감.
→ [기본현황]에는 사전에 입력된 내용은 반영되어 나타남.

※ [기본현황] 및 [상세제원] 화면에서 해당사항을 입력·수정

□ 기본현황 및 상세제원 입력 양식

1. 기본현황

시설물번호	관리주체 관리번호	시설물명		시설물분류				
				시설물종별	시설물구분	시설물종류		
X								
주 소			노 선	관리주체	관리주체구분	소유자		
					공공/민간			
준공(사용승인)일	하자담보 책임만료일	상세제원	관리주체의 설계도서 보존	설계도서사본 공단지출	감리보고서 공단지출	안전점검보고서 공단지출		
'00. 00.00	'00. 00.00	유/무						
설계기간		설계사 (회사명)	공사기간		시공자 (회사명)	시공비		
'00. 00.00 ~ '00. 00.00			'00. 00.00 ~ '00. 00.00			000백만원		
내진설계적용여부	감리기간	감리자 (책임감리원)	공사발주자	공사명		공사감독· 관리관		
예/아니오								
감리비대상사유					편입일			
비고			시설물관리의 근거법령	시설물의안전 관리에관한 특별법	영10조대상	예/아니오		
전경사진			정·측면,기타사진					

2. 상세제원

시설물명			사면 위치		시점		중점		주용도			
				위도	° ′ ″		° ′ ″					
				경도	° ′ ″		° ′ ″					
사면 형상	횡단지형	횡단형상	종단형상	법면특징	곡부 개소수	규모	연 장	높 이	경사	구성 재료	소단수	
									°			
상부 사면	높 이	경 사	토층심도	식 생	부석유무	하부 사면	높 이	경 사	형식/재료	식 생	하천 유무	
		°						°				유/무
	배수시설			기타			배수시설			기타		
	상부사면내 인공구조물	종류		위치			하부사면내 인공구조물	종류		위치		
인접시설물 규모												
	종류	규모	특성	이격거리	기타		종류	규모	특성	이격거리	기타	
1						2						
보 강 공 법												
	공종	공법		적용구간		위치		비고				
1												

□ 입력 요령

※ 입력양식에서 해당 시설물의 정보가 없는 경우 “미상” 으로 입력

1. 기본현황 입력 요령

👁 시설물 번호

- 특별법 대상 시설물마다 시설물종류에 따른 고유번호가 부여될 예정이므로 빈칸으로 남겨둡.

→ 표지의 시설물 번호와 같아야 함.

예) :	시설물 번호
	SL 2002-0000001

👁 관리번호(관리주체)

- 관리주체에서 시설물관리를 위해 사용하고 있는 시설물 관리번호

→ 해당 시설물관리대장 표지의 관리번호와 같아야 하며, 없는 경우 생략

예) :	관리주체 관리번호
	제98-9호

👁 시설물명

- 시설물명을 입력 (관리주체 관리대장의 시설물명과 같아야 함)

→ 상세제원별로 시설물을 관리할 경우에 상세제원 서식만을 별도로 복사하여 활용하면 편리함.

예)	시설물명
	하남시 덕풍동 현대아파트 단지

👁 시설물분류

- 시설물분류에서 해당 시설물을 체크(입력)

→ 시설물종별, 시설물구분, 시설물종류 등이 자동으로 생성

👁 주소

- 시설물 소재지의 주소를 (시,도) (시,군,구) (읍,면,동) (리,번지)로 구분하여 상세하게 입력

예) :	위치(시,도) (시,군,구) (읍,면,동) (리,번지 등 주소)			
	경기도	포천군	내촌면	신팔리

예) :	위치(시,도) (시,군,구) (읍,면,동) (리,번지 등 주소)			
	서울특별시	노원구	상계동	////-/번지

👁 노선

- 시설물이 위치하는 도로, 철도노선 또는 댐, 항만, 건축물명을 입력

예) :	노선
	일반국도56호선

예) :	노선
	현대아파트 단지내

👁 관리주체

- 사용자 정보의 관리주체명이 입력되므로 ID발급 요청시 관리주체명을 정확하게 입력
 - 관계법령에 의하여 해당시설물의 관리자로 규정된 자
 - 해당 시설물의 소유자 또는 해당 시설물의 소유자와의 관리계약에 의하여 시설물의 관리책임을 진 자

예) :	관리주체
	스마트개발(주)

👁 관리주체구분

- 공공관리주체의 경우 “공공”, 민간관리주체의 경우 “민간”으로 사용자 정보의 관리주체 구분에 따라 자동 생성

예) :	관리주체구분
	☒ 공공 / 민간

👁 소유자

- 소유자명을 정확하게 기입. 관리주체와 소유자가 같을 경우에도 입력

예) :	소유자
	임주자 대표회의

☞ 준공(사용승인)일

- 준공(사용승인)일의 연-월-일을 입력

예) :	준공(사용승인)일
	2002-03-10

☞ 하자담보책임만료일

- “건설산업기본법”, “주택건설촉진법” 등 관계법령에 의한 하자담보책임 또는 하자보수만료일을 입력

예) :	하자담보책임만료일
	2007-03-10

☞ 상세제원

- 시설물관리대장에서 “상세제원” 서식이 작성되어 있는지 유무를 자동으로 생성
→ 반드시 상세제원을 입력하여야 “유”에 체크됨.

예) :	상세제원
	☒ 유 / 무

☞ 관리주체의 설계도서 보존

- 당해 시설물의 준공일이 1995년 6월 3일 이전인 경우 “비대상” 이 후일 경우 “대상”으로 자동 생성되며, 관리주체는 설계도서의 “보존, 미보존” 유무를 체크 (입력) → 체크된 부분만 입력됨.

예) :	관리부체의 설계도서 보존
	비대상-보존

☞ 설계도서사본 공단제출, 감리보고서 공단제출, 안전점검보고서 공단제출

- 이 부분은 공단에서 대상/비대상 및 제출 여부를 체크하므로 입력자는 대상/비대상 만으로 선택

→ 안전점검보고서는 “건설기술관리법”에 의한 안전점검종합보고서를 의미함.

	설계도서사본 공단제출	감리보고서 공단제출	안전점검보고서 공단제출
예) :	대상-미제출	비대상-미제출	대상-미제출

👁 설계기간

- 설계기간 착공일, 준공일을 입력

	설계기간
예) :	1994-08-01 ~ 1995-11-02

👁 설계사(회사명)

- 설계사(회사명) 상호를 정확하게 입력

👁 공사기간

- 공사기간 착공일, 준공일을 입력

👁 시공자 (회사명)

- 시공자의 상호를 정확하게 입력
→ 최초 입력화면에서 찾기로 입력

👁 시공비 (단위 : 백만원)

- 총공사비를 입력 (천단위 구분 “ , ”를 제외한 숫자만 입력)

👁 내진설계적용 여부

- 당해 시설물의 내진설계 적용 여부를 체크(입력)
→ 체크된 부분만 입력됨.

	내진설계적용여부
예) :	☒ 예 / 아니오

👁 감리기간

- 감리기간 착수일, 종료일을 입력

☞ 감리자(책임감리원)

- 감리자의 상호와 책임감리원 이름을 정확하게 입력

예) :

감리자 (책임감리원)
한국감리(주) (강 안전)

☞ 공사발주자

- 공사발주자를 정확하게 입력 (최초 입력화면에서 찾기로 입력)

☞ 공사명

- 공사명을 정확하게 입력

→ 여러 개의 시설물에 관한 공사가 1건으로 발주된 경우에는 발주된 공사명을 정확하게 입력

예) :

공사명
하남시 금호4차 조함아파트 신축공사

☞ 공사감독 · 관리관

- 공사감독 또는 공사 관리관의 이름을 입력

☞ 감리비대상사유

- 당해 시설물의 공사가 감리 비대상일 경우 그 사유를 선택하여 입력

☞ 편입일

- “시설물 안전관리에 관한 특별법”의 1종·2종 시설물로 고지된 날 입력

→ 1종·2종 시설물의 준공일

→ 시특별법의 개정에 따른 1종·2종 시설물로 적용되는 날

→ 대수선 및 보강(증축)공사로 시특별법의 1종·2종 시설물로 전환된 날

☞ 비고

- 기본현황 서식에 있는 항목 이외에, 관리주체에서 해당 시설물의 기본현황으로 관리하고자 하는 항목이 있을 경우 항목과 내용을 추가로 기입하여 관리주체 실정에 맞게 활용할 수 있음.

👉 시설물관리의 근거법령

- 당해 시설물 관리를 위한 관련법령은 자동으로 생성

👉 영10조대상

- “시설물의 안전관리에 관한 특별법” 시행령 제10조 대상시설물 여부는 자동으로 생성
(한국시설안전공단이 정밀안전진단을 실시하는 시설물)

예) :	영10조대상
	예 / ☒ 아니오

👉 전경사진

- 시설물을 확인할 수 있는 전경과 정면, 측면, 기타부분의 전경사진을 붙임.
→ 반드시 2장을 입력하여야 함.
→ 사진크기 : 가로 365픽셀, 세로 280픽셀

2. 상세제원 입력 요령

※ 입력양식에서 해당 시설물의 정보가 없는 경우 “미상” 으로 입력

👁 시설물명

- 시설물명 입력 (기본현황 입력과 같음)

👁 사면위치 (° ’ ”)

- 시·중점부에 대한 지리좌표(WGS84 위경도좌표) 입력

👁 주용도

- 절토사면의 용도로서 대분류 및 소분류로 구분하여 선택 체크(입력)

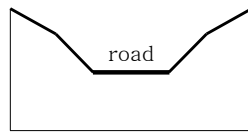
대분류	소분류	특성
도로사면	고속국로, 고속화도로, 국도, 국지도, 지방도, 기타도로,	터널입출구부, 교량 abutment
철도사면		터널입출구부, 교량 abutment
부지사면	공동주택, 학교, 병원, 단독주택, 공단(장), 공원,	
기타사면		

👁 사면형상

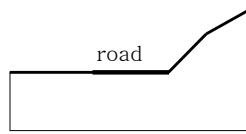
- 해당 사면형상을 구분하여 선택 체크(입력)

구 분	내 용	기 재 예
횡단지형	양사면, 외사면, 하부사면, 상부사면	외사면+하부사면, 양사면+상부사면
횡단형상	convex ridge, straight ridge, concave ridge, convex slope, straight slope, concave slope, convex valley, straight valley, concave valley	
종단형상	straight, straight left, straight right, left straight, right straight, S curved, Z curved, concave curved, convex curved	
법면특성	smooth, bumpy, undercut, overhang	

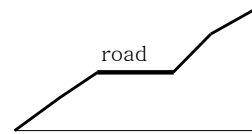
- 횡단지형 (예)



양안사면

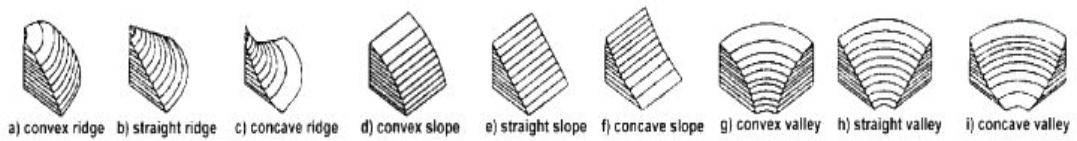


외사면

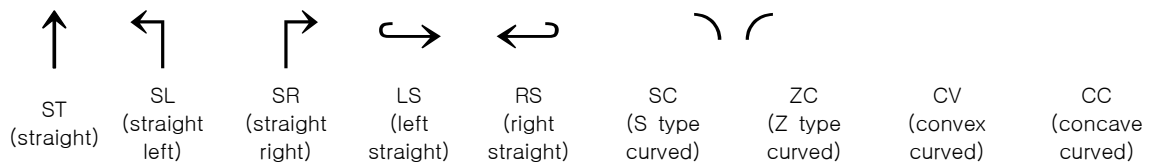


외사면+하부사면

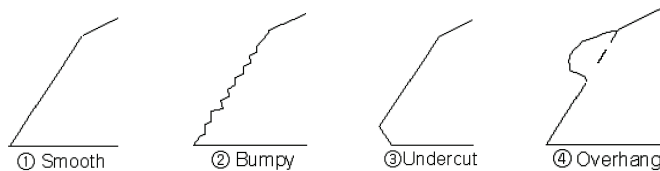
- 횡단특성 (예)



- 종단형상(평면노선) (예)



- 법면특징 (예)



👁️ 규모

○ 절토사면의 규모 측정, 선택 체크(입력)

→ 단, 시종점부 사면 구분은 별도 기준에 의한다.

구 분	내용	기재 예시
연 장	곡선부일 경우 만곡연장 적용 (m)	
높 이	사면 발끝에서부터 절취부 최상단까지의 수직고(m)	sta.120 : 45m, sta.200 : 37m
경 사	사면 절취부가 향하는 방향을 측정하여 기입 사면의 경사를 도(°)와 비율(1:x) 중 택하여 기입	sta.70-100 : N60W, sta.100-200 : N20E
구성재료	토사, 혼합, 암반	혼합
소 단 수	절토사면 조성시 외도적으로 형성된 소단	

☞ 상부사면

구 분	내 용	기 재 예
경 사		
법 면 고		
인장균열	균열의 개소, 폭, 연장, 낙차고등 기재	sta.30-45m, 종균열 연장7m, 폭1.5cm, 낙차고 3.0cm
포행흔적	지형기복, 수목전도,	
토층심도	풍화심도 혹은 총적층심도	
산마루측구	형식, 재료, 연장	sta.15-70m, U형 홈관
인공구조물	이격거리, 종류(분묘, 경작지, 철탑, 가옥, 기타)	
식 생	초본, 목본, 식생종, 밀도	
부석유무	상부사면에서의 낙석 가능한 부석 확인, 위치 및 부석규모	sta50m, 상부사면고 30m 지점, 5×5×3m

☞ 하부사면

구 분	내 용	기 재 예
높 이		
경 사		
배수시설	집수정(하), 측구, 맹암거, 수평배수공,	
식 생	목본, 초본, 식생종,	
축조구조	자연사면, 성토, 절토, 석축, 옹벽,	

☞ 인접시설물(예시)

종 류	규 모 / 특 성	이 격 거 리 (기재예)
도로/터널	왕복 4차로, 단선병렬터널, 원통절개형 갭문, 통행량 1500대	인접시설물과 옹벽(측구)/사면발끝간 거리 기재예) 차로경계선(1.0m)측구(2.0m)사면
아 파 트	7층 5개동 400세대	기재예) 건물외벽(4.5m)옹벽(1.5m)사면
준종합병원	5층 2개동, 100병상	
학 교	4층 2개동, 50실, 1200명	

☞ 보강공법

공 종	세 부 공 법
사면 보호공	식생공 : coir net, 녹생토, seed spray, 거적덮기, 씨앗부착, 텍솔, 기타 블록공 : 돌쌓기(돌붙이기), pc Con'c 쌓기, 현타사면틀(격자블럭), 곡지공, 기타
사면 보강공	옹벽(쌓기, 기대기, 부벽, 중력, U, L, 역T, 보강토), 압성토, 배토, 앵커, 말뚝, 철근삽입, S/C, 록볼트, Nailing, shaft, 기타
교통인자 보호공	피암터널, 낙석방지울타리(와이어로프유무), 낙석방지망(와이어로프 및 격자핀 유무), L(J)형측구, 개비온, 링(텐션)네트, 로우핑, scaling, ditch, catch zone,
배 수 공	수로공 : 종배수, 횡배수, 땀배수, 명배수, 수평배수, 배수공 덮개, 집수정 침투방지공 : 비닐피복, S/C, 점토층전,

○ 규모 및 수량

: 해당공종 및 세부공법상 적용된 위치와 범위를 표시하고 물량을 알 수 있는 경우 수량도 함께 표시

예) sta.120, #3, 10×20m, rock anchor 20본

(사면 시점에서 120m 지점 3번 소단의 10×20m 면적에 20본의 앵커적용)

○ 세부공종에서 복합적용된 경우 보조공종/주공종 순으로 기재

예) sta.120, #3, 10×20m, rock bolt/shotcrete

(사면 시점에서 120m 지점 3번 소단의 10×20m 면적에 록볼트와 함께 쏫크리트공 적용)

안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(절토사면)

승인 국토해양부 시설안전과
발행 한국시설안전공단

1996년 3월 일 초판

2000년 9월 일 개정

2003년 12월 일 개정

2009년 3월 일 개정

- * 본 세부지침의 내용에 관한 질의 및 건의 사항은
국토해양부 시설안전과 및 한국시설안전공단으로
연락하여 주시기 바랍니다.

한국시설안전공단 (http://www.kistec.or.kr)
(우) 411-758 경기도 고양시 일산서구 시민대로 1160 대표전화 1599-4114, 031-910-4114

본 세부지침의 내용은 공단홈페이지에서
다운로드 받으실 수 있습니다.