

2019년도 범안로 시설물 정기점검 기술용역

종 합 보 고 서

[연 호 지 하 차 도]

[삼 덕 대 절 토 사 면 우 측]

2019. 06.

대구동부순환도로(주)

시
설
문

정
기
점
검

용
역

종합 보고 서

2019. 06.

대
구
동
부
순
환
도
로
(주)

제 출 문

대구동부순환도로(주) 귀하

귀사와 2019년 4월 22일자로 계약 체결한 “2019년도 범안로 시설물 정기안전 점검 기술용역”에 대하여 과업을 성실히 수행하고 그 결과를 본 보고서에 수록하여 부속자료와 함께 제출합니다.

2019년 06월

(주) 명 성 엔 지 니 어 링
대 표 이 사 김 선 무 (인)

참여기술진 명단

구 분	세부수행내용	성명	자격사항	과업참여기간	서명
책임기술자	과업 총괄	이상훈	토목특급기술자	2019. 04. 22 ~ 2019. 06. 09	
참여기술자	분석 및 평가	인승철	토목특급기술자	2019. 04. 22 ~ 2019. 06. 09	
	조사 및 시험	서동진	토목특급기술자	2019. 04. 22 ~ 2019. 06. 09	
	조사 및 시험 보고서 작성	장진원	토목특급기술자	2019. 04. 22 ~ 2019. 06. 09	
	조사 및 시험 보고서 작성	유재희	토목고급기술자	2019. 04. 22 ~ 2019. 06. 09	
	조사 및 시험 보고서 작성	김정대	토목초급기술자	2019. 04. 22 ~ 2019. 06. 09	
	조사 및 시험 보고서 작성	손기영	토목초급기술자	2019. 04. 22 ~ 2019. 06. 09	

위 치 도



전경사진



연호지하차도 시점부



연호지하차도 종점부



삼덕대절토 우측사면

요 약 문

1. 과업의 목적

● 본 과업은 「시설물의 안전관리에 관한 특별법」 제6조에 의거 시설물의 물리적, 기능적 상태를 사전에 확보하기 위한 정기점검으로 이전상태로부터의 변화를 확인하며 현재의 사용조건을 만족시키고 있는지 확인하여 향후 시설물의 점진적 손상 및 노후화를 방지하고 공용기간동안 유지관리의 효율성을 제고시키는데 있으며, 이를 위하여 대상시설물의 외관조사, 상태평가(평가등급제외), 중대결함의 여부 확인 및 시설물의 보수방법 등 향후 유지관리방안을 제시하여 적절한 보수계획을 수립하는데 있다.

2. 대상시설물 현황

1) 연호지하차도

순번	시설물명	위치	연장 (m)	높이 (m)	형식	준공 년도
1	연호지하차도	대구광역시 수성구 연호동	200	6	RC BOX(2련)	2002.8

2) 절토사면

순번	시설물명	이정	연장 (m)	높이 (m)	소단수	비고
1	삼덕대절토 우측사면	STA.2+356 ~ 2+646	290	58.2	5	2002.8

3. 과업의 범위

- 설계도면 및 관련자료 검토
- 외관상태조사 및 조사망도 작성
- 조사결과 검토 및 분석
- 중대결함 여부에 따른 긴급점검의 필요성 여부평가
- 유지관리방안 수립

4. 과업기간

● 2019.04.22 ~ 2019.06.09

5. 정기점검 결과

구 분	우수	양호	보통	미흡	불량	합계
지하차도	-	1	-	-	-	1
절토사면	-	1	-	-	-	1
합계	0	2	0	0	0	2

6. 종합결론

● 대상시설물 점검결과, 구조적인 손상은 발생하지 않은 것으로 확인되었으며, 금회 정기점검에서 발견된 손상은 공용연수 증가 및 우수, 사용성에 따른 일반적인 손상들인 것으로 판단된다.

● 금회 점검 시 조사된 손상부의 경우 본보고서 외관조사편에 수록된 보수방법 및 귀사에서 실시하는 유지관리계획에 따라 관리를 실시한다면, 시설물의 성능 및 기능발휘에 문제없이 장기적인 사용성을 확보할 수 있을 것으로 판단된다.

● 대상시설물 2개소는 중대결함 발생이 없는 상태로 정밀안전진단 실시 및 긴급한 사용제한은 필요 없는 것으로 판단된다.

정기점검 결과 요약(지하차도)

교량명	교량현황					외관조사내용					기타	주요 조치 필요사항	비고
	준공 년도	연장 (m)	총폭 (m)	형식		포장부	배수 시설	지하차도 (BOX)	옹벽	부속시설물			
				지하 차도	옹벽								
연호 지하 차도	2002	200.0	25.0	RC BOX (2런)	U-Type	아스콘 박리 아스콘 패임	양호	단면파손 타일균열 타일들뜸	타일들뜸 타일탈락 Cw=0.3mm이상 균열 단면파손	양호	-	■ 포장부 아스콘 박리 및 패임 → 소파보수 ■ 지하차도 Cw=0.3mm이상 균열 → 주입보수 ■ 옹벽 타일들뜸, 굽힘, 단면파손 → 단면보수	

▣ 정기점검 결과 요약(절토사면)

교량명	현 황				외 관 조 사 내 용				기타	주요 조치 필요사항	비고
	준공 년도	연장 (m)	높이 (m)	소단수	암반구간	토사구간	배수시설	사면보호/ 보강시설			
삼덕 대절토 우측사면	2002	290	58.2	5	식생불량 녹생토유실	양호	양호	와이어로프 노출	—	■ 식생불량 및 녹생토유실 → 주의관찰 ■ 능형망 노출 → 주의관찰	

목 차

▣ 요약문

제 1장 과업 개요	1
1.1 과업의 목적	3
1.2 과업의 범위 및 내용	3
1.3 대상시설물의 개요	4
1.4 과업수행절차 및 일정	5
1.5 시설물 기호의 정의	9
1.6 투입장비	9
 제 2장 시설물 점검사항	11
2.1 교량의 점검사항	13
2.2 절토사면의 점검사항	16
 제 3장 정기점검 결과	29
3.1 연호지하차도	31
3.2 삼덕대절토 우측사면	46
 제 4장 유지관리방안	57
4.1 유지관리방안 개요	59
4.2 유지관리 일반사항	59
 제 5장 종합결론	63
5.1 정기점검 결과	65
5.2 종합결론	65

부 록 I

- － 현황조사 및 외관조사 사진첩

부 록 II - 별책

- － 외관조사망도

제 1장 과업 개요

- 1.1 과업의 목적
- 1.2 과업의 범위 및 내용
- 1.3 대상시설물의 개요
- 1.4 과업수행절차 및 일정
- 1.5 시설물 기호의 정의
- 1.6 투입장비

제 1 장 과업 개요

1.1 과업의 목적

본 과업은 「시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법」 제11조에 의거 시설물의 물리적, 기능적 상태를 사전에 확보하기 위한 정기점검으로 이전상태로부터의 변화를 확인하며 현재의 사용조건을 만족시키고 있는지를 확인하여 향후 시설물의 점진적 손상 및 노후화를 방지하고 공용기간동안 유지관리의 효율성을 제고시키는데 있으며, 이를 위하여 대상시설물의 외관조사, 상태평가(평가등급제외), 중대결함의 여부 확인 및 시설물의 보수방법 등 향후 유지관리방안을 제시하여 적절한 보수계획을 수립하는데 있다.

1.2 과업의 범위 및 내용

1.2.1 과업의 범위

- 1) 설계도면 및 관련자료 검토
- 2) 외관 상태조사 및 조사망도 작성
- 3) 조사결과 검토 및 분석
- 4) 중대결함 여부에 따른 긴급점검의 필요성 여부평가
- 5) 유지관리방안 및 보수·보강 대책수립

1.2.2 과업의 내용

- 1) 해당 시설물에 대한 설계도서 및 관련 자료 검토
 - ① 설계도서(설계도면, 구조계산서, 지반조사보고서 등)
 - ② 시공도서(공사 및 특별시방서 등)
 - ③ 준공도서(준공보고서 및 감리보고서 등)
 - ④ 품질관리 관련자료(재료증명서, 품질시험기록 등)
 - ⑤ 보수·보강 이력(보수·보강의 경위, 적용공법, 적용범위, 기간 등)

2) 시설물의 외관조사

- ① 주요 항목 및 착안사항 등은 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(국토교통부)에 따라 실시
- ② 손상의 범위 및 정도를 산정하여 점검양식에 기입

3) 보수·보강 및 유지관리방안 제시

- ① 기 발생한 손상현황에 적합한 보수·보강방안 제시
- ② 사용성 및 건전성 유지를 위한 유지관리방안 제시

1.3 대상시설물의 개요

1) 연호지하차도

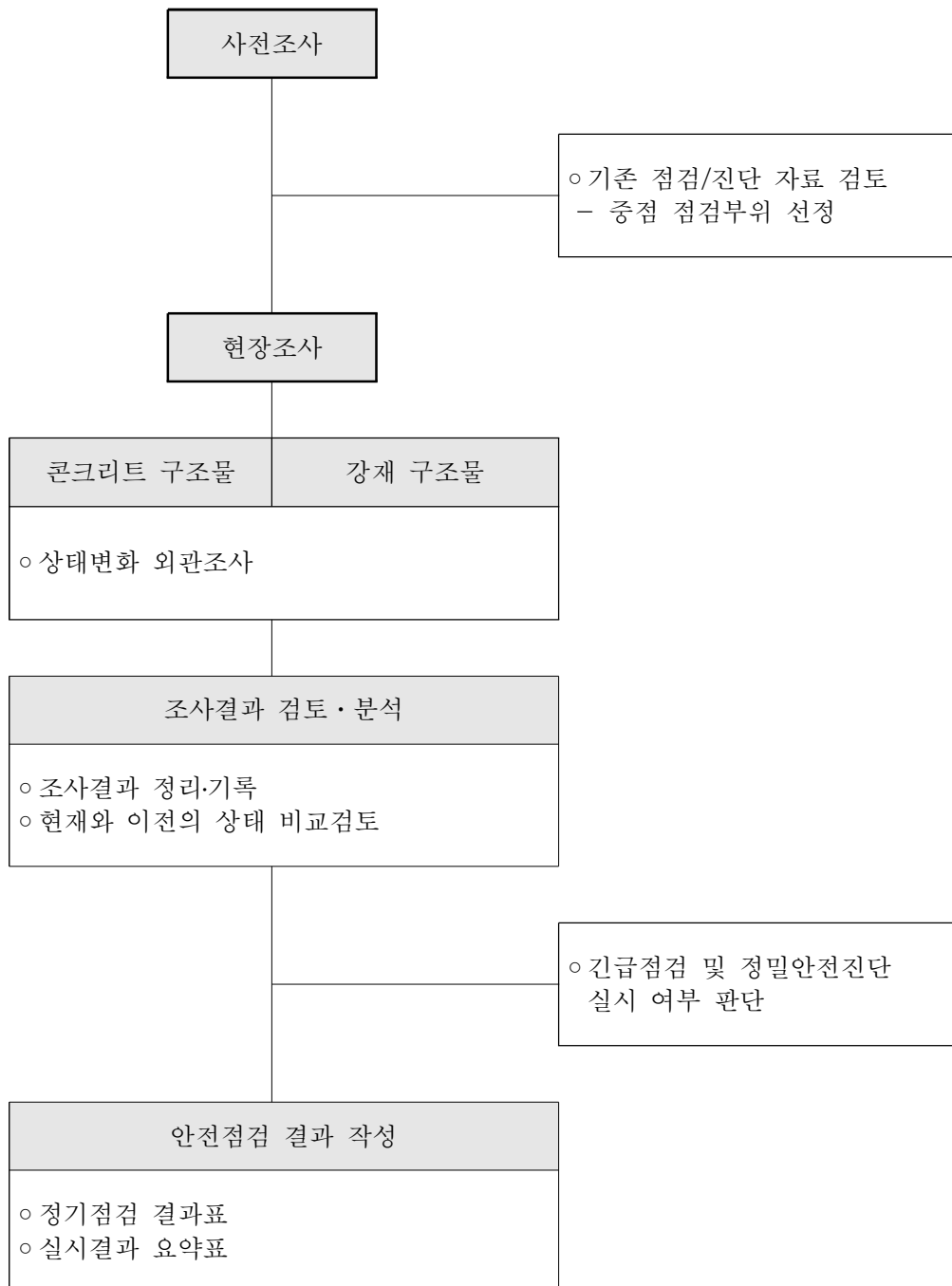
순번	시설물명	위치	연장 (m)	폭 (m)	높이 (m)	형식	준공 년도
1	연호 지하차도	대구광역시 수성구 연호동	200	25	6	RC BOX (2륜)	2002.8

2) 절토사면

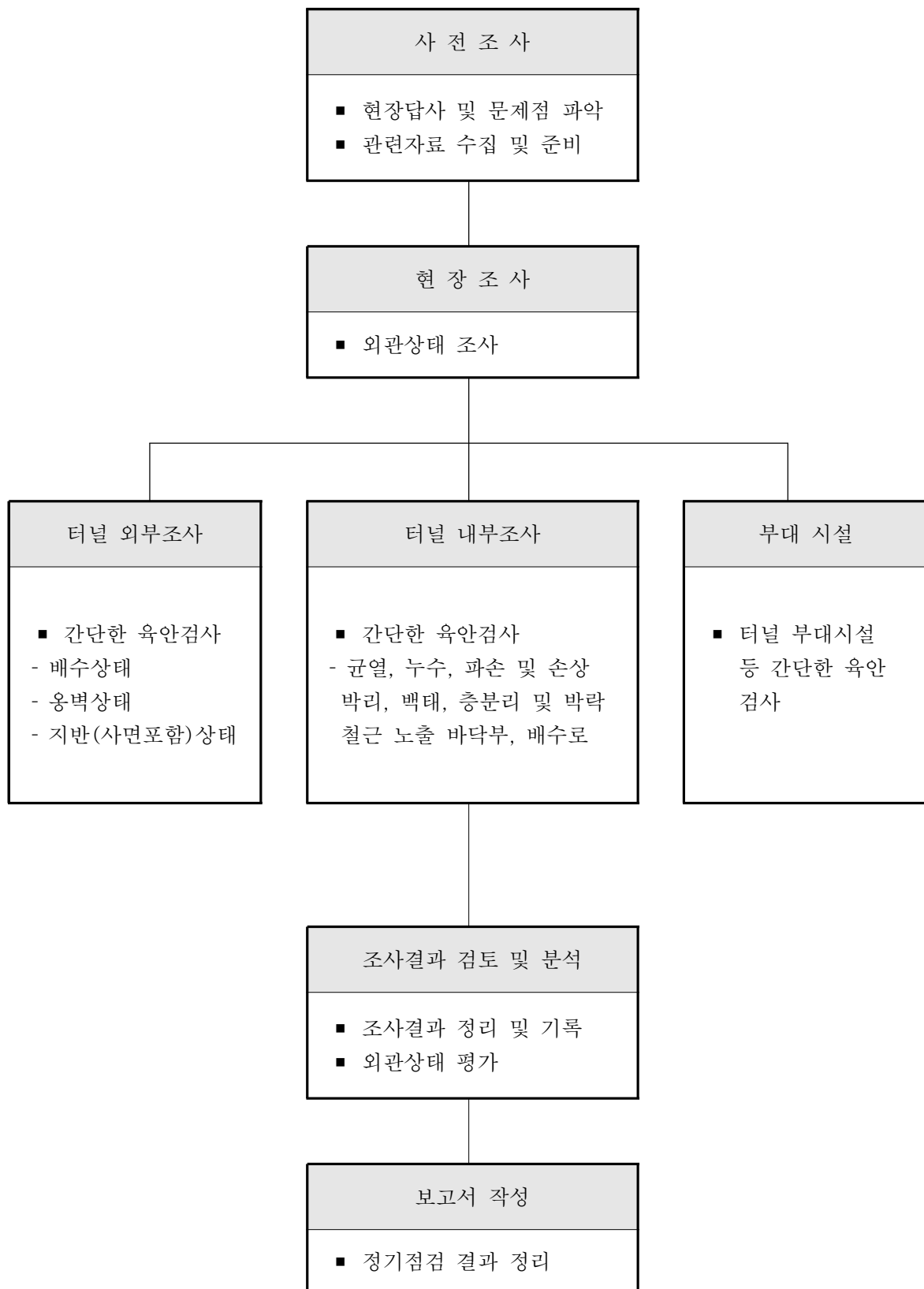
순번	시설물명	이정	연장 (m)	높이 (m)	소단수	비고
1	삼덕대절토 우측사면	STA.2+356 ~ 2+646	290	58.2	5	2002.8

1.4 과업수행절차 및 일정

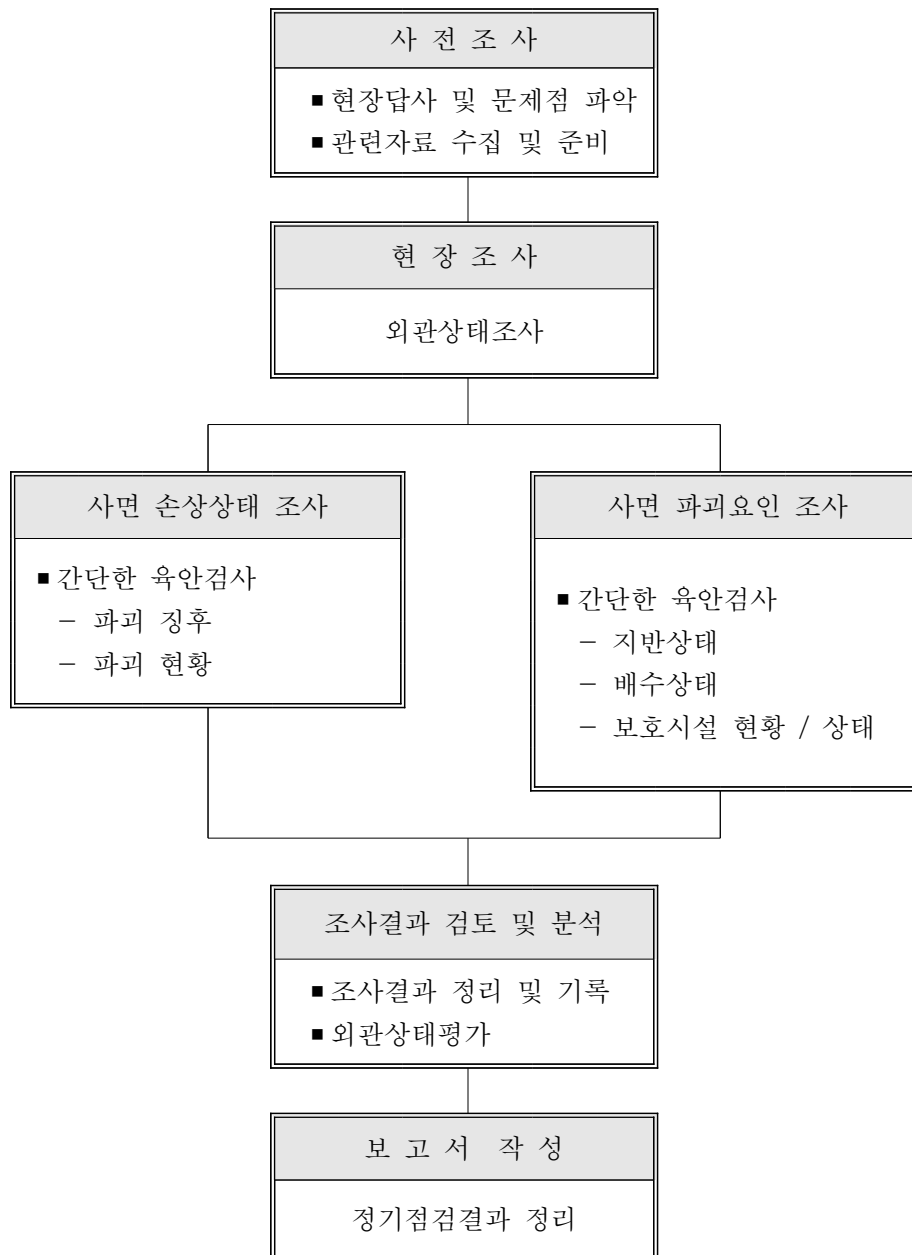
1.4.1 과업수행 흐름도



1.4.2 지하차도의 과업수행 흐름도



1.4.3 절토사면 과업수행 흐름도



1.4.4 과업수행 일정

▣ 과업 기간 : 2019.04.22 ~ 2019.06.09

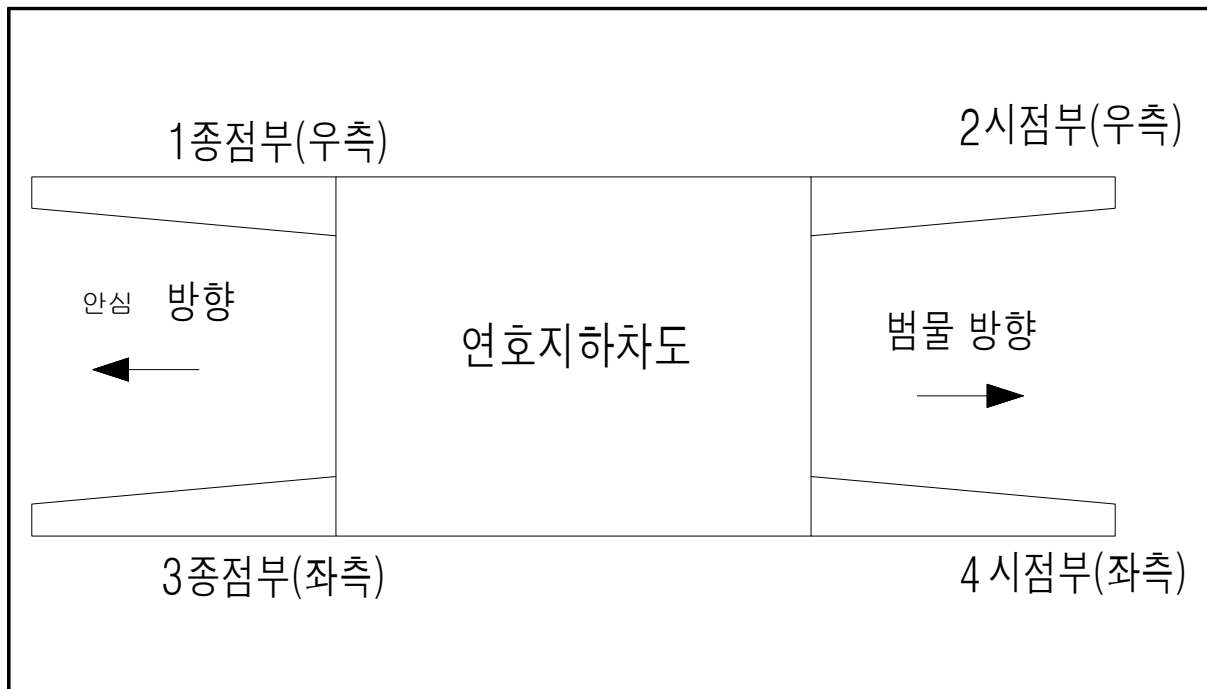
[과업 공정표]

공 중	착수일로부터 49일						비고
	7	14	21	28	35	49	
1. 관련자료의 수집 및 분석							
· 설계도면의 검토							
· 관련기준 검토							
· 대상구조물의 이력조사							
2. 외업							
· 제원확인 및 측정							
· 외관조사(정밀점검)							
· 비파괴시험(정밀점검)							
3. 내업							
· 보고서 작성							
· 한국시설안전공단 보고서 등록 및 승인							

1.5 시설물 기호의 정의

1.5.1 지하차도 기호 정의

지하차도에 대한 측점은 향후 유지관리를 위해 BOX부는 안심방향을 상행으로 하고 범물동방향을 하행으로 하여 1 SPAN 단위로 표기하였으며, 옹벽부는 범물측을 시점부로 하고, 안심측을 종점부로 하여 외관조사 및 외관조사망도를 작성하였다.



1.6 투입장비

구분	투입기기	사용목적	비고
휴대 장비	줄자 5m, 50m	제원측정, 부재규격측정	
	크랙 스케일, 균열경	균열조사	
	망원경	정밀육안조사	
	디지털 카메라	사진촬영	
	사다리	근접조사시 활용	

제 2장 시설물 점검사항

2.1 지하차도의 점검사항

2.2 절토사면의 점검사항

제 2장 시설물 점검사항

2.1 지하차도의 점검사항

2.1.1 포장면

점 검 부 위	점 검 사 항
포 장	· 균열, 파손, 함몰, 단차 · 포트홀(Pot-hole), 박락 등의 노후화 현상

[교면포장 점검사항]

2.1.2 난간, 중앙분리대

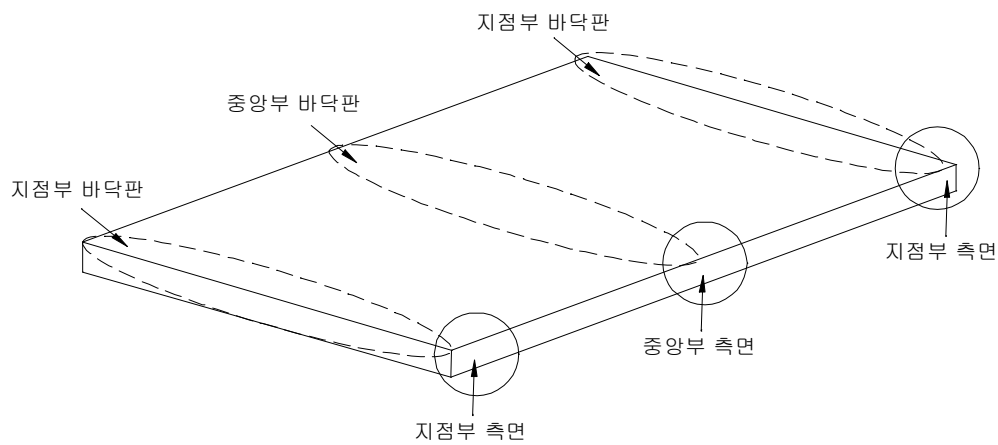
점 검 부 위		점 검 사 항
난 간 중분대	강 재	· 강재의 부식 · 충격에 의한 손상, 변형 및 회전의 흔적 · 앵커볼트 손상
	콘크리트	· 균열, 박리, 박락 · 철근노출 및 부식
연 석		· 고정상태 · 균열, 박리, 국부 파손

[난간 및 중앙분리대 점검사항]

2.1.3 철근콘크리트 바닥판

구 분	점 검 사 항	비 고
바닥판	◦균열, 박락, 층분리, 철근노출 발생여부 ◦백화현상, 변색, 열화 발생여부 ◦재료분리 발생여부 ◦누수 발생여부 ◦철근 부식 발생여부	

[철근콘크리트 바닥판 점검사항]



[바닥판하면 점검부위]

2.1.4 벽체

구 분	점 검 사 항	비 고
벽체	◦균열 및 누수 발생여부 ◦재질열화, 파손 발생여부 ◦재료분리 발생여부 ◦철근노출 및 부식 발생여부 ◦타일 등 외장재 파손, 탈락여부	

[벽체 점검부위]

2.1.5 배수시설

구 분	점 검 사 항	비고
배수구 배수관	◦설치 및 배치 현황 ◦토사퇴적, 막힘 ◦그레이팅 탈락, 파손 및 탈락, 누락 ◦관의 연결부 파손, 이격여부, 길이부족	

[배수시설 점검부위]

2.1.6 철근콘크리트 옹벽

구 분	점 검 사 항	비고
철근콘크리트 옹벽	◦조인트 주변 이격, 파손, 누수여부 ◦균열 및 백태, 재료분리, 재질열화 발생여부 ◦충분리, 철근노출 및 부식 발생여부 ◦전도, 활동, 침하 발생여부 ◦배수공 상태 (막힘여부)	

[옹벽 점검부위]

2.2 절토사면의 점검사항

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 방법이나 항목 등에 대한 통일된 기준의 제시가 필수적이다.

절토사면의 현장조사는 사면의 유형에 따라 크게 토사사면과 암반사면으로 구별하여 조사하며, 조사내용은 사면 손상상태 조사, 사면 파괴요인 조사로 구분할 수 있고, 다음 정기점검 내용 및 항목을 수록하였다.

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

2.2.1 사면 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.

본 용역에서는 2018년 상반기에 실시한 정밀점검의 구분을 따라 실시하였다.

1) 사면분할은 사면을 바라보며 우측을 시점, 좌측을 종점으로 하되, 사면의 수직고가 5m 이하로 낮아지는 지점에서 분할한다.

2) 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

2.2.2 사면 손상상태 조사

1) 파괴징후

① 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 조사하여야 한다.

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.

② 지반변형

지반변형은 사면 상하부와 사면내의 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.

③ 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 발생한 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 대상 사면 전반에 걸쳐서 수행되어야 한다.

2.2.3 사면 파괴요인 조사

1) 지반상태

① 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 실시하여, 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, 표준관입시험 등은

한국산업규격(KS)에 근거하여 실시한다.

② 토층심도율

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

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

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

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

③ 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 20~50MPa, 5~1MPa, 1MPa 이하에 해당한다.

④ 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.

풍화등급	설 명	공학적 특성
신선함 (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 이하가 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
풍화 잔류토 (RS)	모든 암석이 흙으로 변했고 원래 암반의 구조와 조직은 관찰할 수 없다. 큰 부피의 변화가 생겼으나 흙은 거의 운반되지 않았다.	·기초부에 부적합 ·사면세굴요인 ·성토재 사용시 재료 선별

⑤ 불연속면 특성조사

불연속면은 암반에서 나타나는 모든 연약면을 총괄적으로 나타내며, 작은 단열구조로부터 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 안정성에 절대적인 영향을 미치며 대부분의 경우 불연속면을 따라 붕괴가 발생한다.

불연속면 특성조사의 경우 정밀점검에서는 육안관찰에 의한 대표적인 방향에 대해 실시하고, 정밀안전진단에서는 10m 이상의 측선을 이용한 선조사법(scanline method)을 실시하거나 조사창측정법(window method)을 실시한다.

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 구획내에 존재하는 불연속면에 대하여 연번을 부여한 후 각 불연속면의 교차거리, 방향성, 길이(연장), 틈새(간격), 거칠기, 불연속면의 종류 등을 획득하는 방법이다.

불연속면 특성 조사항목에는 ㉠ 불연속면의 방향성, ㉡ 간격, ㉢ 연장성, ㉣ 거칠기,

㊤ 틸트(간극), ㊦ 충전물, ㊧ 누수, ㊨ 블록형상 등이 있으며 아래에 그 상세 내용을 서술하였다.

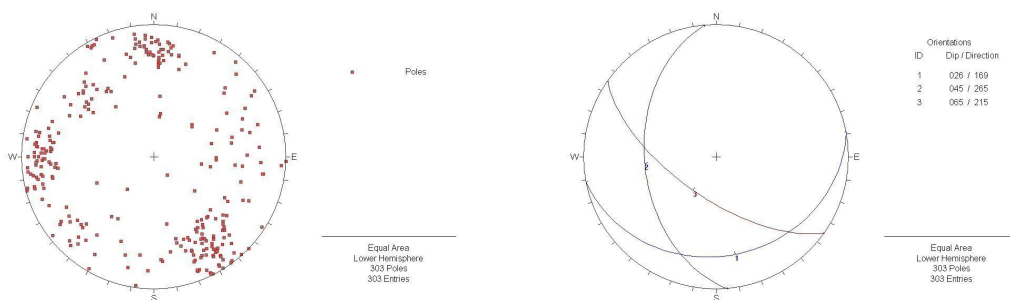
㉠ 불연속면의 방향성

불연속면의 방향성은 사면의 방향성과 연관되어 안전성에 미치는 가장 중요한 인자 중의 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(dipdirection)과 경사(dip)로 표시하며, 공학적인 문제에서는 ‘경사(dip)/경사방향(dipdirection)’의 표시방법을 많이 사용한다. 이때 경사는 2자리로 경사방향은 3자리로 표기한다. 예) 12/015



(a) 극점표시법

(b) 대원표시법

불연속면의 표시방법

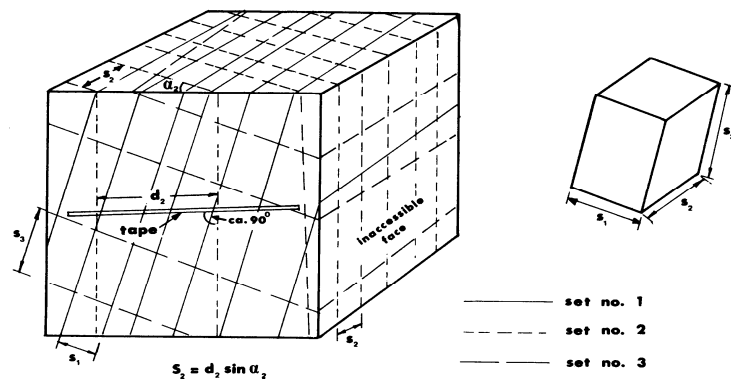
㉔ 간격

불연속면의 간격은 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 컴퍼스로 측정하여 다음 식으로부터 사거리에 대한 보정을 실시한다.

$$S = d_m \sin \alpha$$



노두 관찰을 통한 불연속면 간격 측정방법

등 급	간 격 [m]
매우 조밀 (very close spacing)	0.06 미만
조밀 (close spacing)	0.06 ~ 0.2
보통 (moderate spacing)	0.2 ~ 0.6
넓음 (wide spacing)	0.6 ~ 2
매우 넓음 (very wide spacing)	2 이상

불연속면 간격 분류 기준

㉔ 연장성

연장성은 불연속면의 넓이나 길이의 의미를 담고 있다. 특히, 사면에서는 불연속면의 연장성에 따라 파괴 가능한 블록을 형성시킬 수 있을 뿐만 아니라, 연장성이 매우 큰 불연속면은 때에 따라 인장균열로 진전될 수도 있다. 그러나 연장성은 불연속면의 특성 중에서 정량화하기 가장 어려운 요소 중 하나이다.

- 조사 방법 및 수량

불연속면의 길이를 10m 이상의 줄자를 사용하여 측정하여 숫자로 기록한다.

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

연장성 분류 기준

㉕ 거칠기

불연속면의 거친 정도는 불연속면의 거동시 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 전단활동 시 마모되기 쉽고 거칠기가 클수록 불연속면의 유효마찰각은 커진다.

등 급	설 명
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.

불연속면 거칠기 등급

㉔ 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 것을 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 이용 측정하여 기록한다.

구 분	간 극 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

틈새(간극) 분류 기준

㉕ 충전물

충전물은 불연속면의 인접 벽면간을 채우고 있는 물질에 대한 용어로서 그 성분은 주로 석영(quartz), 녹니석(chlorite), 방해석(calcite), 점토(clay), 이물질(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

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

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

충전물 분류 기준

㉡ 누수

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

－ 조사 방법 및 수량

사면의 불연속면에서 누수 개소를 조사하여 각 누수상태를 평가한다.

누수상태	설 명
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.

누수상태 분류 기준

◎ 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.

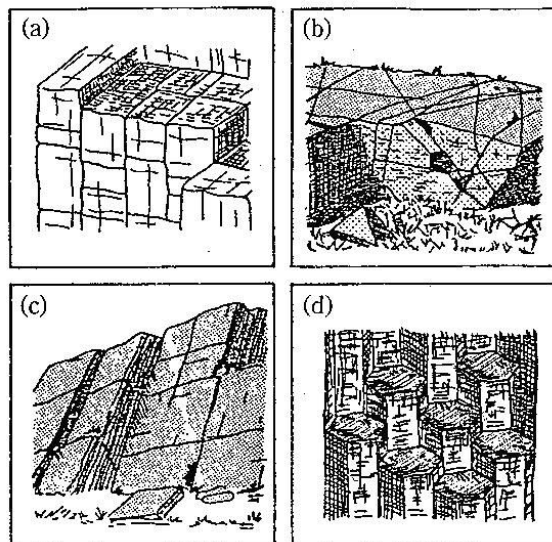
절리가 세 방향 이상으로 발달하면, 절리의 방향은 일반적으로 직각이 아니며 이러한 경우에는 썰기형 또는 다면체의 형태를 보인다.

- 조사 방법 및 수량

육안조사로 사면을 구성하고 있는 암반의 개략적인 블록 형상을 기록한다.

블록형상	설 명
괴상(massive)	불연속면이 거의 없고, 절리간격이 매우 넓음
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

블록형상 분류 기준



(a) 블록상 (b) 불규칙상 (c) 판상 (d) 각주상

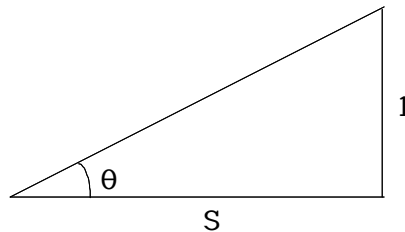
암반 블록의 형상

2) 사면형상

① 사면경사

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

다음은 사면경사, 사면경사각, 경사율(%)에 대한 개념이다.



사면경사(1:S), 사면경사각($^{\circ}$), 경사율(%)

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

② 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, 1일 강우량 등의 형식으로 구분하여 획득하며, 지하수 조건은 시추조사시 지하수위를 함께 조사하거나 물리탐사를 이용한다.

암반사면의 경우 절리 틈으로부터 흘러나오는 지하수로부터 추정할 수 있다.

4) 인위적 외부요인

① 표면보호

식생공은 숯크리트공, 격자블럭공, 돌붙임공 및 식생공(폐붙임공법, 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.

② 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.

③ 배수조건

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

또한 용수는 사면의 불안정성을 증대시키는 역할을 할 수 있다. 용수를 적게 하는 방법으로는 사면어깨배수공, 소단배수공, 집수정이나 보링을 통한 집수를 배수 처리하는 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.

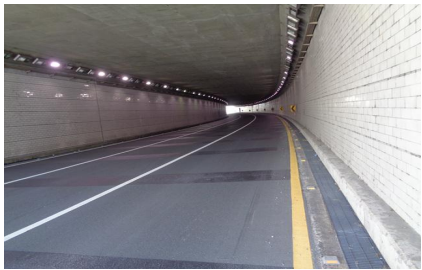
제 3장 정기점검 결과

3.1 연호지하차도

3.4 삼덕대절토 우측사면

3.1 연호지하차도

1) 교량 현황

	
	외부 전경 내부 전경(범물방향/안심방향)

2) 현황표

구 분		내 용	구 분	내 용
시설물명		연호지하차도	시설물번호	UR2003-0000118
준공년월일		2002년 08월 24일	관리번호	-
시설물위치		대구광역시 수성구 연호동		
설계하중		DB-24	노선명(이정)	범안로
설 계 자		(주)도화종합기술공사 화성산업(주)	시 공 자	코오롱건설(주) 외 5개사
제원	연 장	L = 937.0m		
	폭	B = 25.0m, 왕복6차선		
구 분		지하차도	옹벽	
구조형식		RC BOX (2련)	U-Type 옹벽	
폭 원		25.0m	25.0m	
연 장		200.0m	시점 : 437.0m, 종점 : 300.0m	
통과높이		6.0m		

3) 유지관리 이력사항

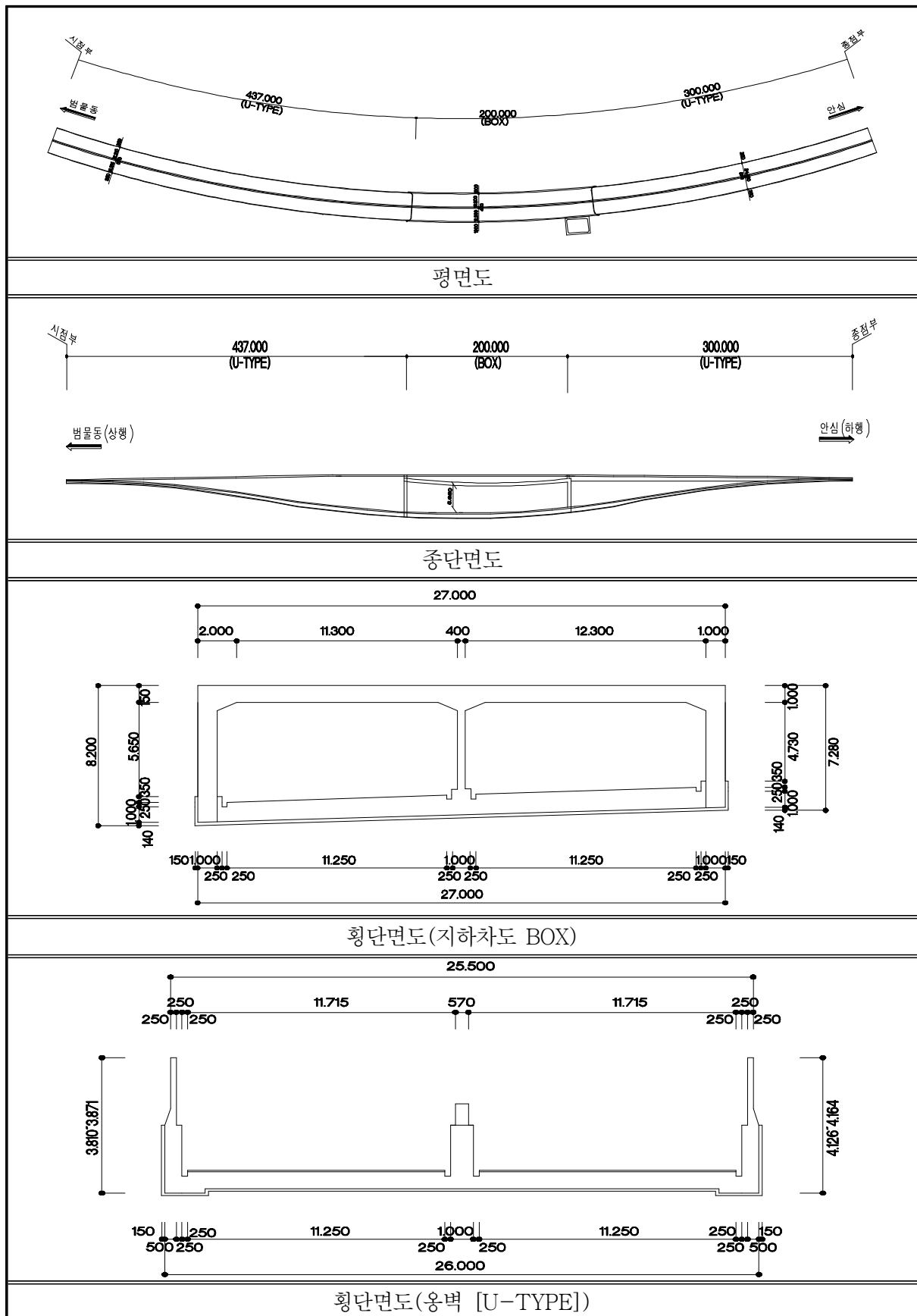
① 점검 이력

번호	기간	구 분	비고
1	2011. 11. 01 ~ 2011. 11. 30	정기점검	—
2	2012. 03. 05 ~ 2012. 06. 30	정밀안전진단	—
3	2012. 11. 02 ~ 2012. 11. 25	정기점검	—
4	2013. 04. 12 ~ 2013. 04. 26	정기점검	—
5	2013. 08. 26 ~ 2013. 09. 08	정기점검	—
6	2014. 10. 10 ~ 2014. 10. 24	정기점검	—
7	2015. 03. 11 ~ 2015. 03. 25	정기점검	—
8	2015. 09. 01 ~ 2015. 09. 19	정밀점검	—
9	2016. 02. 19 ~ 2016. 04. 03	정밀점검	—
10	2016. 08. 19 ~ 2016. 09. 01	정기점검	—
11	2017. 03. 02 ~ 2017. 06. 09	정기점검	—
12	2017. 11. 01 ~ 2017. 11. 20	정기점검	—
13	2018. 03. 20 ~ 2018. 04. 15	정기점검	—
14	2018. 08. 21 ~ 2018. 09. 19	정밀점검	—

② 보수 이력

구분	보수일자	보수내용	비 고
1	2010. 10	·상행선 재포장(갓길 제외)	—
2	2011. 03	·하행선 재포장(갓길 제외)	—
3	2012. 11	·하차보수	—
4	2013.	·방호벽 및 중앙분리대 중성화방지 보수	—
5	2016. 04	·벽체타일 보수공사	—
6	2017. 05	·밤안로(범물~연호) 재포장 공사 중 지하차도 부분	—
7	2017. 06	·신축이음 교체(로드셀)	—
8	2017. 09	·실란트 보수 및 유도배수 설치 외	

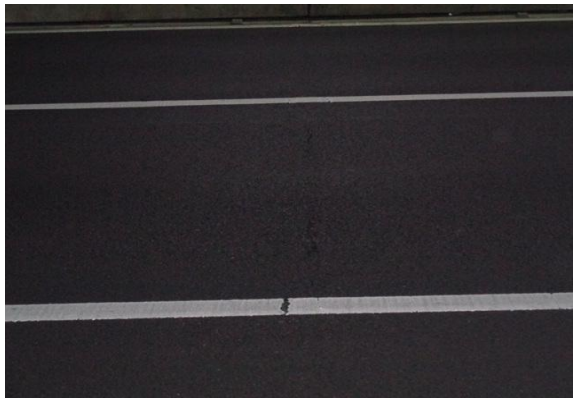
4) 관련도면



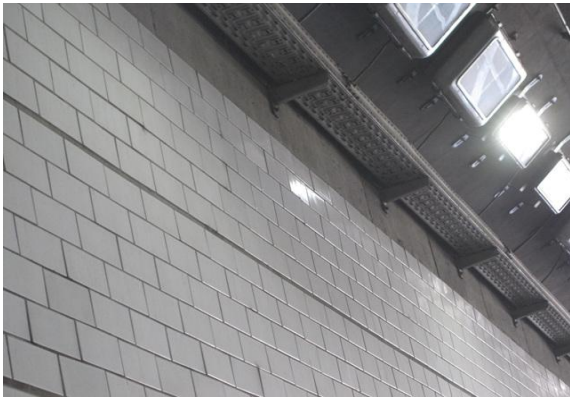
5) 현황 사진

			
위치/내용	지하차도 범물방향 벽체 S02 타일 균열	위치/내용	지하차도 범물방향 벽체 S03 타일 들뜸
원 인	구체 균열에 의한 손상	원 인	장기공용으로 인한 손상
대 책	주의관찰 후 진전시 재설치	대 책	타일 재설치
			
위치/내용	지하차도 범물방향 벽체 S03 단면파손	위치/내용	지하차도 범물방향 벽체 S04 타일 들뜸
원 인	외부 충격에 의한 손상	원 인	장기공용으로 인한 손상
대 책	단면보수	대 책	타일 재설치
			
위치/내용	지하차도 범물방향 벽체 S05 타일 들뜸	위치/내용	지하차도 범물방향 벽체 S07 타일 균열
원 인	장기공용으로 인한 손상	원 인	구체 균열에 의한 손상
대 책	타일 재설치	대 책	주의관찰 후 진전시 재설치

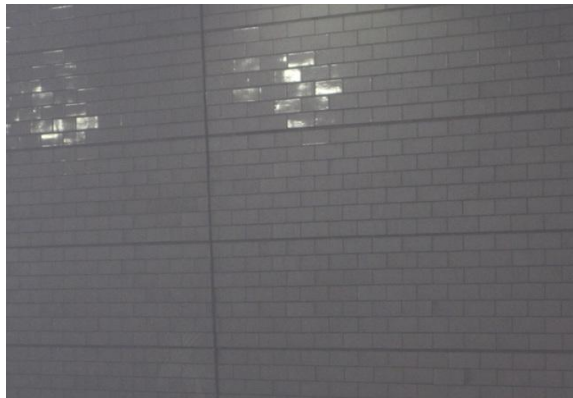
5) 현황 사진(계속)

			
위치/내용	지하차도 범물방향 포장부 S05 아스콘 균열	위치/내용	지하차도 범물방향 포장부 S05 아스콘 균열
원 인	장기공용에 의한 손상	원 인	장기공용에 의한 손상
대 책	주의관찰	대 책	주의관찰
			
위치/내용	지하차도 범물방향 포장부 S09 아스콘 박리	위치/내용	지하차도 범물방향 포장부 S10 아스콘 패임
원 인	장기공용 및 차량 윤하중	원 인	장기공용 및 차량 윤하중
대 책	아스콘 팻칭	대 책	아스콘 팻칭
			
위치/내용	지하차도 범물방향 슬래브 J02 실란트 손상	위치/내용	지하차도 범물방향 지점부 전면 타일균열
원 인	장기공용에 의한 손상	원 인	구체 균열에 의한 손상
대 책	주의관찰 후 진전시 재설치	대 책	주의관찰 후 진전시 재설치

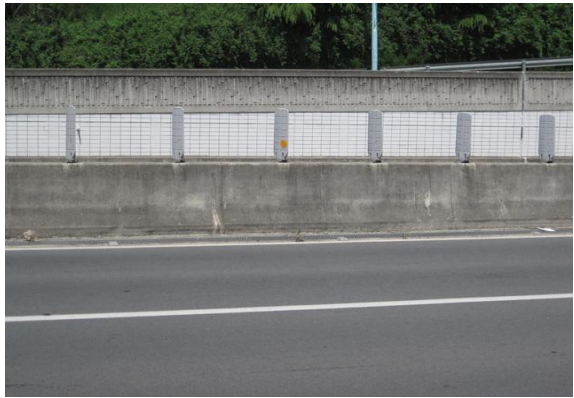
5) 현황 사진(계속)

			
위치/내용	지하차도 안침방향 벽체 S01 타일 균열	위치/내용	지하차도 안침방향 벽체 S02 타일 균열
원 인	구체 균열에 의한 손상	원 인	구체 균열에 의한 손상
대 책	주의관찰 후 진전시 재설치	대 책	주의관찰 후 진전시 재설치
			
위치/내용	지하차도 안침방향 벽체 S02 타일 들뜸	위치/내용	지하차도 안침방향 벽체 S03 균열(cw=0.3mm)
원 인	장기공용으로 인한 손상	원 인	장기공용 및 건조수축
대 책	타일 재설치	대 책	주입보수
			
위치/내용	지하차도 안침방향 벽체 S03 타일 균열	위치/내용	지하차도 안침방향 벽체 S04 타일 균열
원 인	구체 균열에 의한 손상	원 인	구체 균열에 의한 손상
대 책	주의관찰 후 진전시 재설치	대 책	주의관찰 후 진전시 재설치

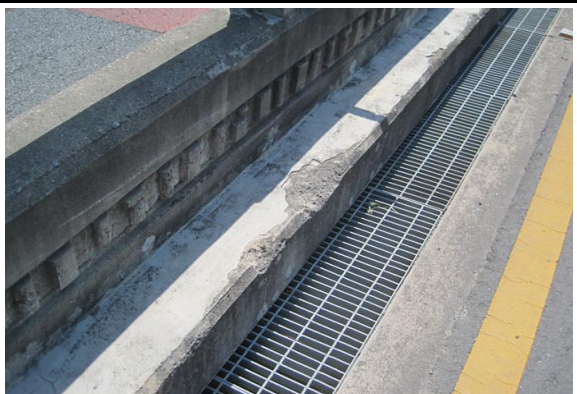
5) 현황 사진(계속)

			
위치/내용	지하차도 안침방향 벽체 S05 타일들뜸	위치/내용	지하차도 안침방향 벽체 S06 단면파손
원 인	장기공용으로 인한 손상	원 인	외부 충격에 의한 손상
대 책	타일 재설치	대 책	단면보수
			
위치/내용	지하차도 안침방향 벽체 S07 타일들뜸	위치/내용	지하차도 안침방향 포장부 S06 아스콘 균열
원 인	장기공용으로 인한 손상	원 인	장기공용으로 인한 손상
대 책	타일 재설치	대 책	주의관찰
			
위치/내용	지하차도 범람방향 슬래브 J04 실란트 손상	위치/내용	지하차도 범람방향 종점부 전면 타일균열
원 인	장기공용으로 인한 손상	원 인	구체 균열에 의한 손상
대 책	주의관찰 후 진전시 재설치	대 책	주의관찰 후 진전시 재설치

5) 현황 사진(계속)

			
위치/내용	시점부 옹벽 범물방향 S02 균열(cw=0.3mm)	위치/내용	시점부 옹벽 범물방향 S14 타일 들뜸
원 인	장기공용 및 건조수축	원 인	장기공용에 의한 손상
대 책	주입보수	대 책	타일 재설치
			
위치/내용	시점부 옹벽 범물방향 S14 타일 탈락	위치/내용	시점부 중분대 한심방향 S06 균열 및 백태
원 인	장기공용에 의한 손상	원 인	건조수축 및 균열부 우수유입
대 책	타일 재설치	대 책	주의관찰 후 진전시 표면처리
			
위치/내용	시점부 옹벽 범물방향 S10 타일 들뜸	위치/내용	시점부 호강 한심방향 S14 로드셀 마감불량
원 인	장기공용에 의한 손상	원 인	장기공용 및 차량 윤하중
대 책	타일 재설치	대 책	주의관찰 후 진전시 보수

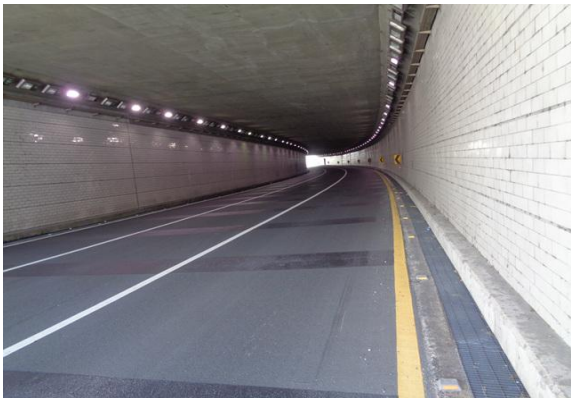
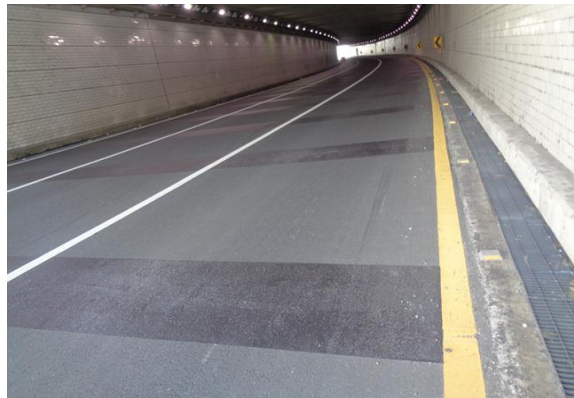
5) 현황 사진(계속)

			
위치/내용	중점부 옹벽 범물방향 S02 타일 들뜸	위치/내용	중점부 포장 한심방향 S06 아스콘 패임
원 인	장기공용에 의한 손상	원 인	장기공용 및 차량 윤회중
대 책	타일 재설치	대 책	아스콘 팻칭
			
위치/내용	중점부 중분대 범물방향 S07 균열(cw=0.3mm)	위치/내용	중점부 옹벽 한심방향 J05 타일 들뜸
원 인	장기공용 및 건조수축	원 인	장기공용에 의한 손상
대 책	주입보수	대 책	타일 재설치
			
위치/내용	중점부 포장 한심방향 S14 아스콘 패임	위치/내용	중점부 옹벽 한심방향 S14 단면파손
원 인	장기공용 및 차량 윤회중	원 인	외부 충격에 의한 손상
대 책	아스콘 팻칭	대 책	단면보수

5) 현황 사진(계속)

			
위치/내용	지하차도 명판 전경	위치/내용	지하차도 설명판 전경
원 인	—	원 인	—
대 책	—	대 책	—
			
위치/내용	지하차도 범물방향 내부 전경	위치/내용	지하차도 범물방향 포장부 전경
원 인	—	원 인	—
대 책	—	대 책	—
			
위치/내용	지하차도 범물방향 슬래브 전경	위치/내용	지하차도 범물방향 소화시설
원 인	—	원 인	—
대 책	—	대 책	—

5) 현황 사진(계속)

			
위치/내용	지하차도 안심방향 내부 전경	위치/내용	지하차도 안심방향 포장부 전경
원 인	—	원 인	—
대 책	—	대 책	—
			
위치/내용	지하차도 안심방향 슬래브 전경	위치/내용	지하차도 안심방향 전기실 전경
원 인	—	원 인	—
대 책	—	대 책	—
			
위치/내용	지하차도 외관조사 작업사진	위치/내용	지하차도 사인보드카 운용
원 인	—	원 인	—
대 책	—	대 책	—

6) 정기점검 결과표

가. 일반현황					
용역명	2019년 상반기 시설물 정기안전점검 기술용역	점검기간	2019.04.22~2019.06.09		
관리주체명	대구동부순환도로(주)	대표자	정인호		
공동수급	독자수행 100%	계약방법	일반경쟁		
시설물구분	도로	종류	도로교량	종별	2중
준공일	2002년 08월 24일	점검금액(천원)	4,341	안전등급	양호
시설물위치	대구광역시 수성구 연호동	시설물 규모	BOX (2면, L=200m) U-Type옹벽 (시점 : L=437m, 종점 : L=300m)		
나. 점검 실시결과 현황					
중대결함	-				
점검 주요결과	• 슬래브 : 실란트 손상 • 벽체 : 균열(폭0.3mm내·외), 타일 균열/들뜸/탈락, 단면파손 • 포장부 : 아스콘 균열, 박리, 포트홀, 패임, 로드셀 마감불량 • 전면부 : 타일 균열 • 옹벽 : 균열(폭0.3mm내·외), 타일 균열/들뜸/탈락, 단면파손 • 중앙분리대 : 균열(폭0.3mm내·외), 백태, 실란트 손상 • 기타 : 텔리네이트 손상				
주요 보수보강	주입보수, 단면보수, 아스콘 팻칭, 주의관찰 등				
다. 책임(참여)기술자 현황					
구분	성명	과업 참여기간		기술등급	
책임기술자	이상훈	2019.04.22~2019.06.09		특급기술자	
참여기술자	인승철 외 5인	2019.04.22~2019.06.09		특급~초급기술자	
라. 참고사항					
※ 긴급점검 및 정밀안전진단 필요여부 : 긴급점검 및 정밀안전진단이 필요 없는 상태					

7) 정기점검 실시결과 요약표

구 분		점검 결과	조치 필요사항
지 하 차 도	슬래브	· 실란트 손상	주의관찰
	벽 체	· 균열(폭0.3mm미만) · 균열(폭0.3mm이상) · 타일 균열 · 타일 들뜸/탈락 · 단면파손	주의관찰 주입보수 주의관찰 타일 재설치 단면보수
	포장부	· 아스콘 균열 · 아스콘 박리, 패임	주의관찰 아스콘 팻칭
	전면부	· 타일 균열	주의관찰
시 점 램 프 용 벽	용 벽	· 균열(폭0.3mm미만) · 균열(폭0.3mm이상) · 타일 균열, JOINT 균열, 실란트 손상 · 타일 들뜸, 탈락 · 단면파손	주의관찰 주입보수 주의관찰 타일 재설치 단면보수
	포장부	· 아스콘 포트홀, 패임 · 로드셀 마감 불량	아스콘 팻칭 로드셀 마감처리
	중앙 분리대	· 균열(폭0.3mm미만), 백태, 실란트 손상 · 균열(폭0.3mm이상)	주의관찰 주입보수
중 점 램 프 용 벽	용 벽	· 균열(폭0.3mm미만) · 균열(폭0.3mm이상) · 타일 균열, JOINT 균열 · 타일 들뜸, 탈락 · 단면파손 · 실란트/텔레네이트 손상	주의관찰 주입보수 주의관찰 타일 재설치 단면보수 주의관찰
	포장부	· 아스콘 포트홀, 패임 · 로드셀 마감 불량	아스콘 팻칭 로드셀 마감처리
	중앙 분리대	· 균열(폭0.3mm미만), 백태, 실란트 손상 · 균열(폭0.3mm이상)	주의관찰 주입보수
기 타		—	—

8) 손상물량 총괄표

구분		손상내용	개소	손상물량	단위	보수·보강방안
지하차도	슬래브	실란트 손상	3	15.00	m	실란트 처리
	벽체	균열 ($Cw \leq 0.2mm$)	4	2.00	m	주의관찰
		균열 ($Cw \geq 0.3mm$)	1	0.50	m	주입보수
		타일균열	40	123.20	m	주의관찰
		타일들뜸	26	100.01	m ²	타일 재시공
		단면파손	2	0.68	m ²	단면보수
	포장부	아스콘 균열	6	27.70	m	주의관찰
		아스콘 박리, 패임	2	0.24	m ²	아스콘 팻칭
	전면부	타일균열	10	10.9	m	주의관찰
시점램프용벽	옹벽	균열 ($Cw \leq 0.2mm$)	80	178.80	m	주의관찰
		균열 ($Cw \geq 0.3mm$)	50	79.00	m	주입보수
		타일균열	55	79.50	m	주의관찰
		타일탈락	6	6.00	EA	타일 재시공
		실란트 손상	10	46.00	m	실란트 처리
		단면파손	1	0.04	m ²	단면보수
		타일들뜸	25	142.51	m ²	타일 재시공
	포장부	포트홀	1	0.01	m ²	아스콘 팻칭
		망상균열	1	1.00	m ²	주의관찰
		로드셀마감불량	28	2.73	m ²	로드셀 마감처리
	중앙분리대	백태균열	3	3.00	m	누수균열보수
		실란트 손상	1	1.00	m	실란트 처리
		균열 ($Cw \leq 0.2mm$)	4	4.00	m	주의관찰
		균열 ($Cw \geq 0.3mm$)	1	1.00	m	주입보수
중점램프용벽	옹벽	균열 ($Cw \leq 0.2mm$)	49	107.00	m	주의관찰
		균열 ($Cw \geq 0.3mm$)	27	46.80	m	주입보수
		타일균열	34	34.20	m	주의관찰
		타일들뜸	6	5.25	m ²	타일 재시공
		타일탈락	1	1.00	EA	타일 재시공
		실란트 손상	13	45.50	m	실란트 처리
		파손, 박락, 긁힘	3	1.61	m ²	단면보수
		델리네이터 파손	1	1.00	EA	델리네이터 교체
	포장부	포트홀, 아스콘 패임	8	0.60	m ²	아스콘 팻칭
		로드셀마감불량	14	0.39	m ²	로드셀 마감처리
	중앙분리대	균열 ($Cw \leq 0.2mm$)	1	1.00	m	주의관찰
		균열 ($Cw \geq 0.3mm$)	3	7.50	m	주입보수
		긁힘	1	2.00	m ²	단면보수

9) 종합결론

① 점검자 의견

연호지하차도는 2002년에 준공되고, 대구광역시 수성구 연호동에 위치한 2층 지하차도로 현재 기능발휘에 지장이 없는 상태이다.

외관조사 결과, 슬래브 실란트 손상, 벽체 균열, 타일 균열/들뜸/탈락, 단면파손, 포장부 아스콘 균열, 박리, 포트홀, 패임, 웅벽, 균열, 타일 들뜸, 단면파손, 중앙분리대 균열, 백태 등의 손상이 조사되었으며, 기 손상부는 장기공용에 의한 열화, 시공미흡, 우수유입, 외부 충격 등의 원인에 의해 발생한 손상인 것으로 판단된다.

본 지하차도는 손상물량 총괄표에 제시한 보수·보강방안을 참조하여 보수를 실시하고, 지속적인 점검으로 손상의 진전유무를 확인, 손상의 진전시 조치를 취하는 유지관리가 효율적일 것으로 판단된다.

② 구조물의 안전등급

본 시설물의 정기점검 외관조사 결과, 양호로 평가된다.

③ 긴급점검 및 정밀안전진단 필요여부

현재, 본 시설물은 긴급점검 및 정밀안전진단이 필요 없는 상태이다.

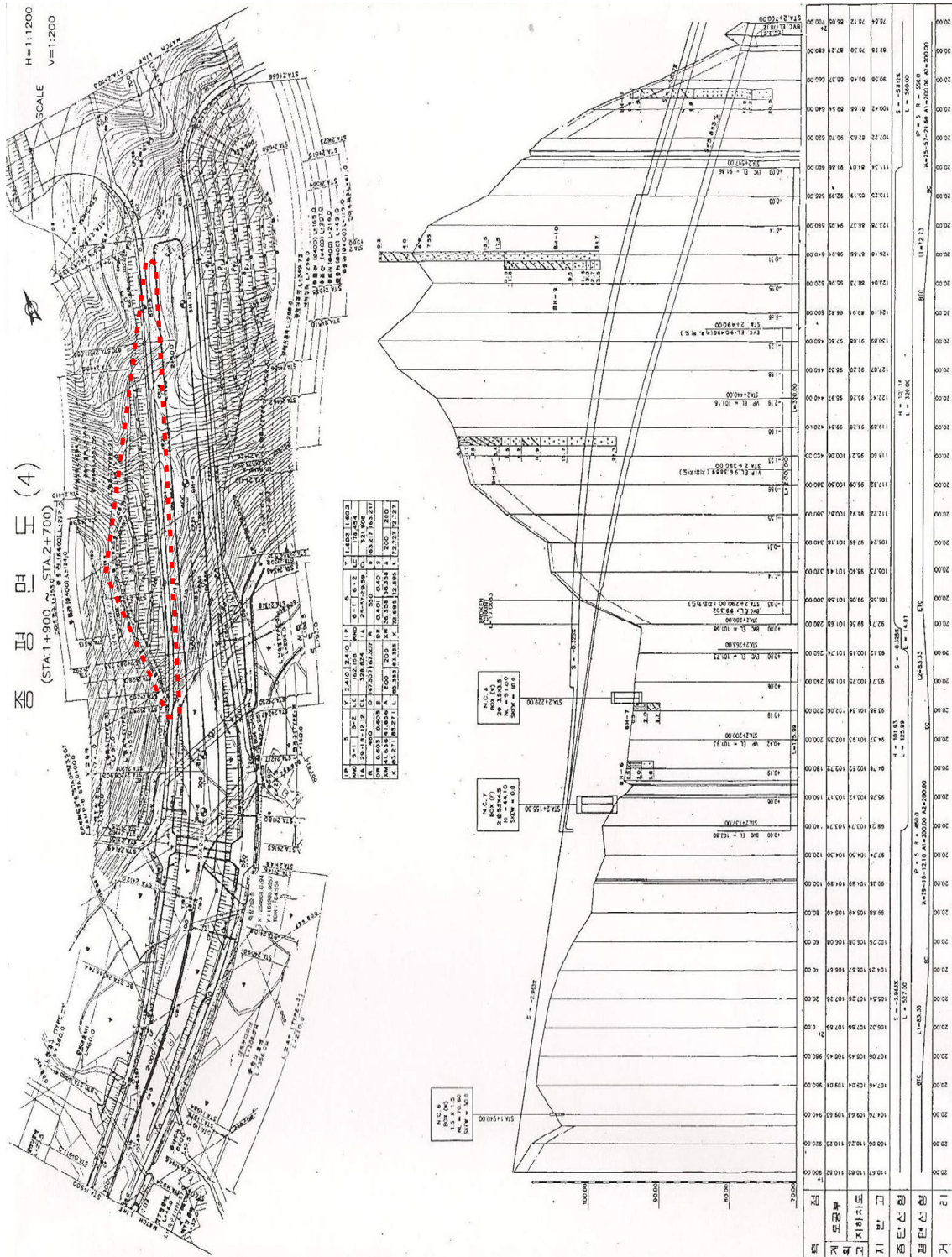
3.2 삼덕대절토 우측사면

1) 사면 현황

삼덕대절토 우측사면 (STA.2+356~2+646)				
시설물번호	SL2003-0000106		관리번호	-
시설물명	삼덕대절토사면		시설물구분	절토사면
위 치	행정구역	대구광역시 수성구 연호동		
	위치좌표	시점 : 35° 49′ 52.0″ 128° 41′ 10.6″		
		종점 : 35° 50′ 01.3″ 128° 40′ 15.1″		
	이 정	STA. 2+356 ~ 2+646		
제 원	연 장	290m	높 이	58.2m
	경사/방향	50/075 [N30E/50NW]	노 선	대구광역시 4차선순환도로 범안로상
관리주체	대구동부순환도로(주)		관리주체구분	민간
주변환경	인공구조물	지하차도		
	주변지형	도심지	상부사면경사	0°
시공현황	준공년도	2002. 8. 24	설 계 사	(주)도화종합기술공사 화성산업(주)
	시 공 자	코오롱건설(주), 영남건설(주), 엘지건설(주), 금호산업(주), 화성산업(주), 삼성물산(주)		
비 고	-			

2) 관련도면

중·평면도



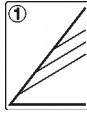
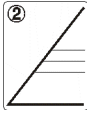
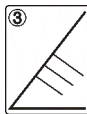
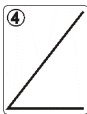
3) 보호·보강시설 상세

구 분		구 간	제 원	상 태
낙석 방지시설	낙석방지울타리	Sta.2+386~2+646	H=3m	양호
	낙석방지망	Sta.2+386~2+646	2m×5m	양호
표면 보호시설	녹화공법	Sta.2+356~2+646	녹생토	양호
사면 보강시설	와이어로프	중단부 ~ 상단부	—	녹 발생
배수시설	산마루 측구	상단부	0.4m×0.25m	양호
	수직 배수로	Sta.2+646	0.5m×0.4m	양호
	소단 배수로	소단부 전구간	0.4m×0.25m	양호
계측시설				
기타시설				

4) 보수·보강 이력 사항

위 치	내용	기간	공사비	시공자	비고
—	—	—	—	—	
특이사항 없음					

5) 정기점검표

시설물명	삼덕대절토 우측사면		관리주체	대구동부순환도로(주)
준공 년월일	2002년 8월		최종점검 년월일	2019년 05월 10일
시설물 위치	행정구역	대구광역시 수성구 연호동		
	위치좌표	시점 : 35° 49' 52.0" 128° 41' 10.6"		
		종점 : 35° 50' 01.3" 128° 40' 15.1"		
시설물 규모	길이 : 290m	높이 : 58.2m	경 사/경사방향 : 57/285	
점검내용	점 검 결 과			
사면 손상 상태 조사	파괴 징후	☐ 인장균열 ☐ 이완암블럭 ☐ 보호시설변형 ☐ 포행흔적 ☐ 배부름 ☐ 히빙 (heaving)		
		상세현황 (위치/규모)	· 양호	
	파괴 현황	☐ 표층유실 ☐ 평면파괴 ☐ 토석류 ☐ 표층붕괴 ☐ 쉼기파괴 ☐ 낙석 ☐ 원호파괴 ☐ 전도파괴 ☒ 녹생토유실		
		상세현황 (위치/규모)	· 2+520 ~ 590m 2,3단 녹생토 유실	
사면 파괴 요인 조사	지반 상태	구성물질 : ☐ 토사 ☐ 연약암반 ☒ 파쇄암반 ☐ 절리암반		
		풍 화 도 : ☐ 신선(F) ☐ 약간풍화(SW) ☒ 보통풍화(MW) ☐ 심한풍화(HW) ☐ 완전풍화(CW) ☐ 풍화잔류토(RS)		
		불연속면 :		
		☐ 절토면의 경사방향과 일치(1) ☐ 수평방향(2) ☐ 절토면 후방으로 향함(3) ☒ 확인할 수 없음(4)		
	배수 상태	배 수 공 : ☒ 유 ☐ 무 (도수로, 산마루측구, 소단배수로)		
		배수조건 : ☐ 매우 좋음 ☐ 좋음 ☒ 보통 ☐ 나쁨 ☐ 매우 나쁨		
		결빙 또는 누수상태 - 상태 : ☒ 건조 ☐ 젖음 ☐ 방울로 떨어짐 ☐ 흐름 - 위치 : ☐ 하부 ☐ 중부 ☐ 상부		
	보호 시설	종류	위치	상태
Rock Bolt		중단부 ~ 상단부	일부부식	
와이어 로프		상단부	와이어로프 일부녹발생	
낙석방지책		하단부	양 호	

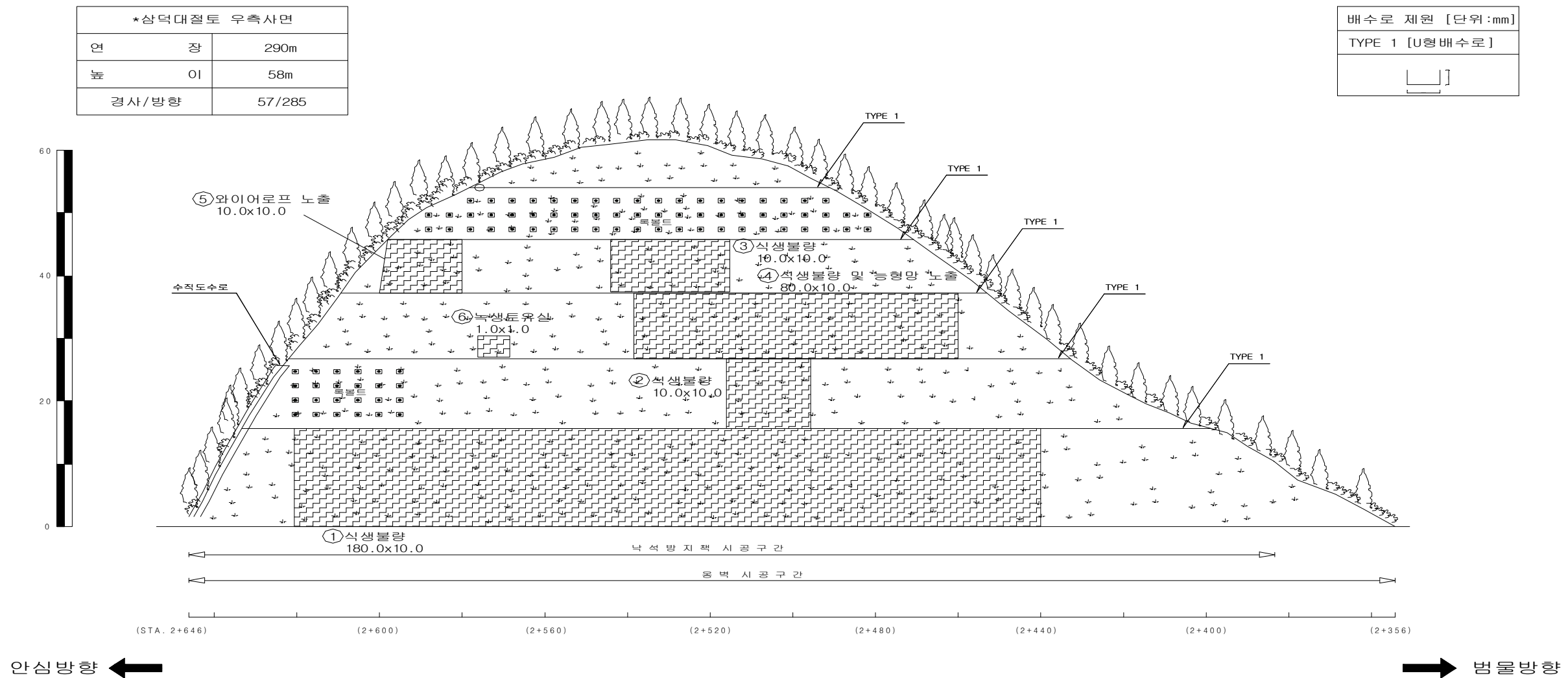
6) 정기점검 실시결과 요약표

구 분	점검 결과	조치필요사항	비고
사면부	· 중·하단 식생불량, 녹생토 유실	주의관찰	
배수시설	· 양호	주의관찰	
상부자연사면	· 양호	주의관찰	
보강시설	· 양호	주의관찰	
• 조사결과, 사면 전반에 걸쳐 녹생토가 시공되어 있어, 암의 풍화정도는 확인이 불가하나, 설계자료 검토시 본 사면은 경암으로 현재 지반변형 등의 파괴징후가 없는 것으로 보아 풍화정도는 양호한 상태인 것으로 판단되고, 사면에 초본 및 상단 일부구간에서 관목류가 서식하고 있는 상태이다. 금회 조사시, 일부 구간에서 식생불량, 녹생토유실이 조사되었으나, 공용기간 증가로 인한 부착력저하 및 동절기 기간에 발생한 손상으로 판단되며, 본 손상은 주기적인 점검으로 유지관리를 실시하고, 손상의 추가 발생시 표면보호공, 녹생토 등의 조치가 요구된다. 배수시설, 사면보호/보강시설은 기능 발휘에 문제가 없는 양호한 상태로 조사되었다.			

7) 외관조사결과(현황도/Face Map)

절토사면명 : 삼덕대절토 우측사면 STA.2+356~2+646

[방향 : 57/285 , 연장 : 290m , 높이 : 58.2m]



Bieniawski의 RMR 분류												No.	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4	Set 5	Set 6	Set 7	Set 8
간격(m)		연장(m)		틈새(mm)		거칠기		충전물(mm)		풍화도		방향	—							
> 2		20		< 1		6		tight		6		간격	—							
0.6~2		15		1~3		4		< 0.1		5		연장	—							
0.2~0.6		10		3~10		2		0.1~1		4		틈새	—							
0.06~0.2		8		10~20		1		1~5		1		거칠기	—							
< 0.06		5		> 20		0		> 5		0		충전물	—							
												풍화도	—							

7) 외관조사 결과

① 암반구간

사면 전반에 걸쳐 녹생토가 시공되어 있어, 암의 풍화정도는 확인이 불가하나, 설계자료 검토시 본 사면은 경암으로 현재 지반변형 등의 파괴징후가 없는 것으로 보아 풍화정도는 양호한 것으로 판단된다. 사면에 초본 및 상단 일부구간에서 관목류가 서식하고 있는 상태이다.

사면 전반에 걸쳐 녹생토가 시공되어 있고, 전반적으로 양호한 상태이다. 금회 조사시, 일부 구간에서 식생불량, 녹생토 유실이 조사되었으나, 공용기간 증가로 인한 부착력 저하 및 동절기 기간에 발생한 손상으로 판단되며, 본 손상은 주기적인 점검으로 유지관리를 실시하고, 손상의 추가 발생시 표면보호공, 녹생토 등의 조치가 요구된다.



② 토사구간

사면 상단은 풍화토가 존재하고 있으며, 국부적으로 관목이 분포하고 있다.

토사구간은 전반적으로 식생이 양호하며, 인장균열 등의 파괴 징후는 없는 것으로 조사되었다.



③ 배수시설

대상 사면의 배수시설은 소단배수로, 수직도수로가 시공되어 있으며, 현재 배수기능에
는 문제가 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

	
1소단배수로 전경	4소단배수로 전경

④ 사면보호/보강시설

대상 사면 내에는 낙석방지망, 낙석방지 울타리, 락볼트가 설치되어 있는 것으로 확인
되었다.

외관조사 결과, 낙석방지망, 낙석방지 울타리, 락볼트는 기능 발휘에 문제가 없는 상태
로 조사되었으나, 일부 식생불량 및 녹생토 유실부에 와이어로프가 노출되어 있는 것
으로 확인되었다. 기 발생한 손상부의 경우 손상 정도가 경미하여 주의관찰 후 손상의
진전 시 적절한 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

	
① STA.2+600 4단 와이어로프 노출	2018년 하반기

8) 보수·보강 물량표

▣ 삼덕대철도 우측사면 (L=290m)			
손상유형	위치 및 수량	조치내용	비고
표층유실	① STA.2+440~620 1단 식생불량 A=180m*10m	주의관찰	
	② STA.2+510 2단 식생불량 A=10m*10m	주의관찰	
	③ STA.2+460~540 3단 식생불량 및 능형망 노출 A=80m*10m	주의관찰	
	④ STA.2+570 3단 녹생토유실 A=1m*1m	주의관찰	
	⑤ STA.2+530 4단 식생불량 A=10m*10m	주의관찰	
낙석위험			
배수시설			
수 목			
기 타			

제 4장 유지관리방안

4.1 유지관리방안 개요

4.2 유지관리 일반사항

제 4 장 유 지 관 리 방 안

4.1 유지관리방안 개요

본 과업에서는 현재 공용중인 구조물의 현 상태를 파악하고 손상 및 결함을 조기에 발견하여 적절한 조치를 취하고, 정기점검 결과를 토대로 구조물에 대한 향후 유지관리 방안을 제시하여 구조물의 기능과 안전을 지속적으로 유지할 수 있도록 하고자 한다.

4.2 유지관리 일반사항

4.2.1 개요

도로망을 구성하는데 있어 중요한 역할을 하는 필수적인 시설물은 공용년수 증가와 더불어 국내·외적으로 열화 손상된 시설물이 급증함에 따라 안전점검, 진단 및 보수·보강 등 유지관리에 관한 관심이 높아지고 있다. 시설물은 건설 후 내적, 외적인 영향으로 시간경과와 함께 물리적·화학적으로 변질, 변형하고 열화가 진행되어 손상이 발생한다. 따라서 시설물을 정기적으로 검사하고 안전도를 판정하여 열화·손상을 조기에 발견하고 원인규명을 통해 보수·보강을 행하는 등 구조물의 종류, 사용목적, 요구성능에 따라서 일정간격으로 계속적인 검사를 하는 것이 필요하다. 이러한 목적에 의하여 실시되는 유지관리는 구조적 특성이나 손상유형을 고려하여 사전에 각 부위별로 발생 가능한 손상에 대하여 주의 깊게 점검하여 그 원인을 미리 해소하는 예방활동에 목표를 두어야 한다.

4.2.2 유지관리 업무 및 흐름

유지관리를 효율적으로 하기 위해서는 아래의 항목에 따라서 수행하는 것이 바람직하다.

1) 자료관리

자료관리는 대상 시설물에 관련된 설계도서, 구조물대장, 보수·보강대장, 사고이력 등의 자료를 정리·관리하는 일을 말한다. 그 목적은 본 구조물이 처해 있는 상황을 문서를 통하여 객관적으로 확인할 수 있도록 하기 위해서이다. 자료는 구조물의 점검, 보수·

보강시마다 자료가 계속 증가하므로 수정이 편리하도록 작성되어야 하며, 이런 점에서 관련내용을 전산화시켜 데이터베이스를 구축하여 관리하면 효율적이다. 유지관리 시 필요한 관련자료를 열거하면 다음과 같다.

- 설계도서(종합보고서, 구조계산서, 준공도면, 보수·상세도면)
- 공사내역서 및 시공시방서
- 사진자료
- 시험결과 성적표
- 사고기록 및 조치사항
- 시설물관리대장(점검 및 진단이력, 보수·보강이력)
- 상태 및 안전성평가 기록

2) 일상관리

일상관리는 구조물의 내구적인 손상을 예방하기 위하여 수행하는 작업을 말하는 것으로 근접점검 및 청소가 대표적인 경우이다. 또한, 소모성물품의 교환, 부착물의 정비 등 간단한 작업이 여기에 포함된다. 일상관리의 하나인 청소의 목적은 쓰레기 및 먼지를 제거하여 대상구조물의 이용 시 위생적 환경을 유지하고 기능의 저하를 예방한다.

3) 점검 및 진단

점검은 구조물의 외관상태를 파악하여 이상 및 손상을 조기에 발견함으로써 안전하고 원활한 기능을 확보하고 합리적인 유지관리 자료를 획득하기 위하여 실시한다. 점검은 정기점검(초기점검포함), 정밀점검, 긴급점검으로 나누며, 점검의 결과 이상의 정도가 심하거나 보수·보강에 대한 필요성이 있는 경우에는 추적조사나 상세조사를 실시한다. 또한 위의 조사를 통하여 유지관리담당자가 구조물에 대한 전문적인 조사가 필요하다고 판단할 때에는 전문가에 의한 안전진단을 실시한다.

[표 4.1] 점검주기 및 주요조사항목

점검 종류	점검주기	주요 조사항목
정기점검	반기 1회	◦박리, 균열, 박락, 사용하중, 누수 등에 관하여 전회 점검 이후 변형, 변위 발달상태 ◦손상의 지속유무 확인(누수, 균열, 변형 등)
정밀점검	안전등급에 따라 차등 실시	◦설계도서 검토 ◦형상검사(규격, 변위, 변형, 침하 등) ◦상태검사(파열, 손상, 부식, 균열, 누수, 열화 등) ◦현장시험·측정(강도, 철근, 피복, 철근부식, 탄산화 등) ◦전회의 정기점검 및 정밀점검시와 비교하여 손상의 진행여부 판단 ◦보수, 보강시공 상태의 확인(필요시)
긴급점검	필요시	◦손상의 정도, 보수의 긴급성, 보수작업의 규모, 주요 보조 부재의 내하력, 사용제한 여부 등
정밀안전진단	안전등급에 따라 차등 실시	◦구조물의 노후화, 손상정도, 초기 및 점검 상태로부터의 변화 확인 ◦구조해석 및 안정성 평가 ◦정기점검 및 정밀점검 결과 분석

※ 시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침

(안전점검 및 정밀안전진단 세부지침, 2018. 국토해양부, 한국시설안전공단)

안전등급	정밀점검		정밀안전진단
	건 축 물	그 외 시설물	
A등급	4년에 1회 이상	3년에 1회 이상	6년에 1회 이상
B, C등급	3년에 1회 이상	2년에 1회 이상	5년에 1회 이상
D, E등급	2년에 1회 이상	1년에 1회 이상	4년에 1회 이상

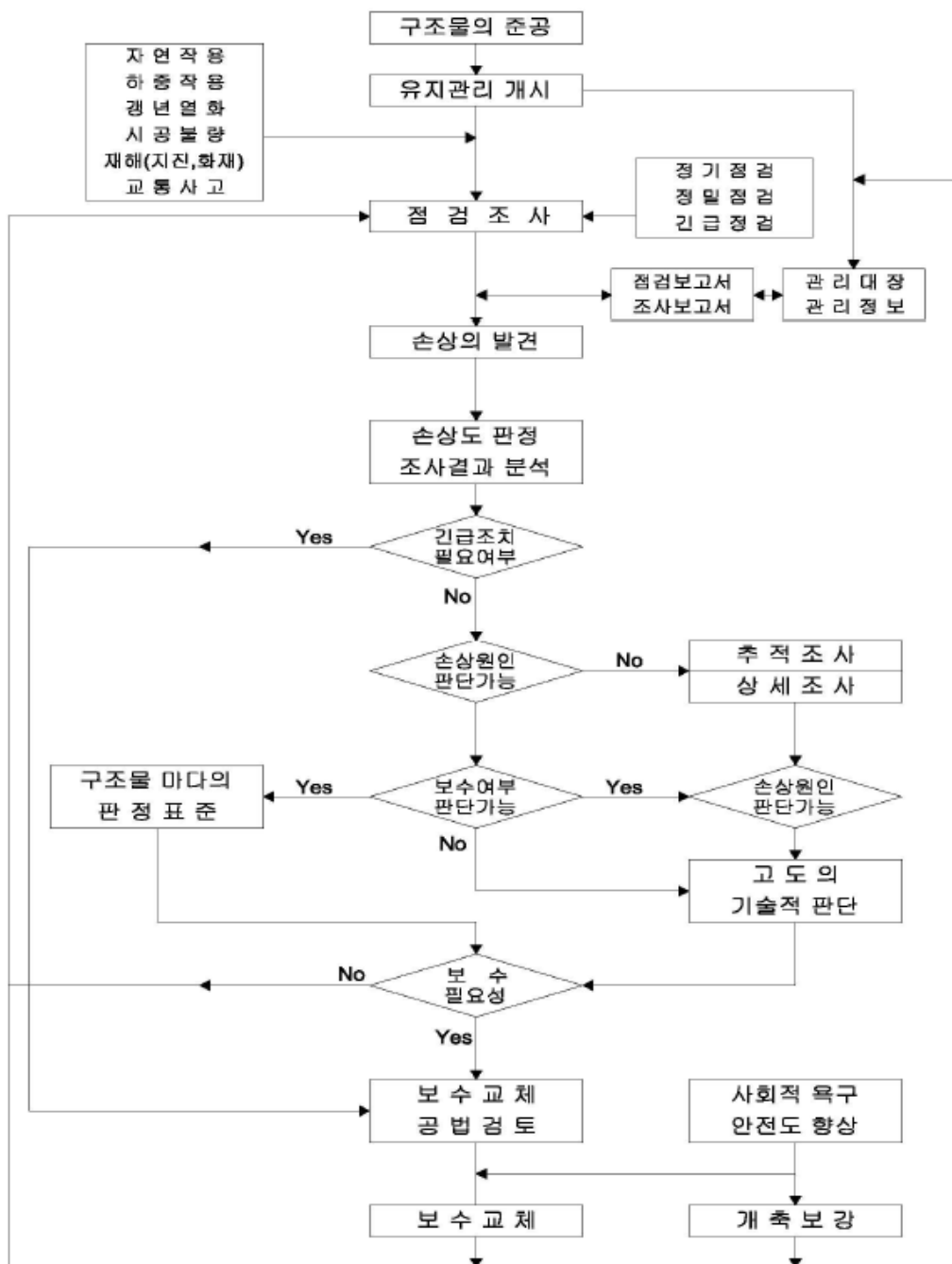
- ① 건축물에는 그 건축물의 부대시설인 용벽과 절토사면을 포함하며, 항만시설물 중 썰물시 바닷물에 항상 잠겨있는 부분은 4년에 1회 이상 정밀점검을 하여야 한다.
- ② 최초로 실시하는 정밀점검은 시설물의 준공일 또는 사용승인일(임시 사용승인 포함)을 기준으로 3년 이내(건축물은 4년 이내)에 실시하여야 한다.
- ③ 정밀점검 또는 정밀안전진단을 받은 경우 그 날(완료일)을 기준으로 정밀점검의 실시 주기를 정한다.

또한, 정밀안전진단 실시 기간과 중복되는 경우에는 생략할 수 있다.

4) 보수 및 보강

점검을 통하여 손상 또는 결함을 발견하였을 때는 정밀안전진단을 실시하여 손상의 원인을 정확히 파악하고 보수·보강 또는 신설이나 교체를 시행하여야 한다. 보수란 손상된 부위를 고쳐서 원래의 기능으로 회복시키는 작업을 의미하며 보강은 현 상태의 손상방지는 물론 구조적 내하력 및 하중전달 기능을 현 상태 이상으로 향상시키는 것을 목적으로 실시하는 작업을 말한다.

효율적인 유지관리를 위한 흐름도는 다음과 같다.



[그림 4.1] 유지관리 흐름도

제5장 종합결론

5.1 정기점검 결과

5.2 종합결론

5.1 정기점검 결과

2019년 상반기 시설물 정기안전점검 결과, 대상 시설물 2개소는 양호한 상태로 확인되었다.

구 분	우수	양호	보통	미흡	불량	합계
연호지하차도	—	1	—	—	—	1
삼덕대절토 우측사면	—	1	—	—	—	1
합계	0	2	0	0	0	2

5.2 종합결론

대상시설물 점검결과, 구조적인 손상은 발생하지 않은 것으로 확인되었으며, 금회 정기점검에서 발견된 손상은 공용연수 증가 및 우수, 사용성에 따른 일반적인 손상들이므로 판단된다. 금회 점검 시 조사된 손상부의 경우 본보고서 외관조사편에 수록된 보수방법 및 귀사에서 실시하는 유지관리계획에 따라 관리를 실시한다면, 시설물의 성능 및 기능발휘에 문제없이 장기적인 사용성을 확보할 수 있을 것으로 판단된다.

대상시설물은 중대결함 발생이 없는 상태로 정밀안전진단 실시 및 긴급한 사용제한은 필요 없는 것으로 판단된다.

