

관 리 번 호

사 본 번 호

2012년도(고속국도 301호선)

상 주 ~ 영 천 고 속 도 로 민 간 투 자 사 업 (3 공 구)

초 기 점 검 보 고 서

(준 공)

2017. 06



부 산 지 방 국 토 관 리 청

국토교통부

상주영천고속도로주식회사

제 출 문

(주)한화건설 대표이사 귀하

귀사와 계약 체결한 “상주 영천고속도로 민간투자사업(제3공구) 구조물 초기점검 용역”을 성실히 수행하고 그 결과를 본 보고서에 수록하여 부속 자료와 함께 제출합니다.

2017년 6월

(주)큰사람이엔씨

대표이사 안태원(인)



초기점검 참여 기술진

참여구분	참여분야	소속	직위	이름	자 격 사 항	서 명
책임기술자	과업책임	큰사람이엔씨	전무	곽기현	토목시공기술사	
참여기술자	기술검토 및 구조분야	큰사람이엔씨	사장	김무열	토목구조기술사	
	기술검토 및 시공분야	큰사람이엔씨	부사장	이용훈	토목시공기술사	
	외관조사 및 품질분야	큰사람이엔씨	팀장	송승준	학 · 경력자	
	외관조사 및 품질분야	큰사람이엔씨	부장	김한준	콘크리트기사	
	외관조사 및 품질분야	큰사람이엔씨	차장	신규진	토목기사	
	자료정리	큰사람이엔씨	대리	이연호	토목기사	
	자료정리	큰사람이엔씨	기사	문형민	토목기사	

I . 공 통 편

01 | 서 언

1.1 과업의 목적

1.2 과업의 범위 및 내용

1.3 대상 시설물의 개요

제 1 장 서 언

1.1 과업의 목적

‘건설기술진흥법’ 제62조 및 동법 시행령/규칙에 의거 시행하는 건설공사 안전점검 실시 중 초기점검을 실시하여 건설공사의 품질 및 안전을 확보하는데 목적이 있다.

1.2 과업의 범위 및 내용

1.2.1 과업의 범위

가. 설계도서 및 관련자료의 수집·검토

나. 초기 시공상태 조사

다. 외관조사

1) Marking Plan 작성

2) 육안점검 및 균열측정 스케일을 이용한 성능 저하부 조사

3) 구조물 변위 초기치 조사

라. 콘크리트 및 강재 내구성조사

1) 콘크리트 강도(반발경도법)

2) 철근 배근상태(배근간격 및 피복두께)

3) 탄산화 시험

마. 재하시험 및 내하력 평가

1) 정·동적 변위 및 변형률 측정

2) 가속도 측정

바. 시설물 상태평가 및 안전성 평가

사. 보수보강 및 유지관리방안 제시

1.2.2 과업의 내용

본 과업을 수행하기 위하여 실시한 초기점검의 세부 수행내용은 다음과 같다.

구 분	내 용	비 고
설계도서 검토	1) 실시설계서 2) 설계도면 3) 일반 및 특별시방서	
시공관련 자료검토	1) 시공자료 수집 및 검토 2) 유지관리 및 점검시 필요한 자료의 추출 및 정리	
외관조사	1) 시공상태 육안조사(콘크리트 균열, 재료분리, 철근노출 등) 2) 교량받침조사(설계용량, 받침장치, 받침대 콘크리트 상태, 연단거리) 3) 신축이음조사(신축거동, 신축유간 등 확인)	
내구성조사 (비파괴시험)	1) 반발경도 시험 2) 철근탐사 시험 3) 탄산화 시험	
재하시험 및 내하력평가	1) 재하시험(정적·동적 재하시험) 2) 내하력 평가	
시설물상태평가 및 안전성평가	1) 구조물 상태평가등급 산정 2) 구조물의 안전성 평가	
보수보강 및 유지관리 방안제시	1) 보수보강방안 제시(필요시) 2) 주요 유지관리항목 선정	

1.3 대상 시설물의 개요

1.3.1 교량 현황

교 량 명	연 장 (m)	폭 (m)	교 량 형 식					비 고
			상 부	하 부		기 초		
				교대	교각	교대	교각	
도 개 교	400	24.640	PnP	역T형	T형	파일기초, 직접기초	파일기초, 직접기초	
신 계 교	175	24.640	PSCI	역T형	Ⅱ형	파일기초	파일기초, 직접기초	

1.3.2 터널 현황

터널명	연장(m)		위치	공법	환기방식	종단경사	비고
	영천	상주					
군위터널	930	965.0	STA.6+010~STA.6+975	NATM	기계환기	1.9666%	

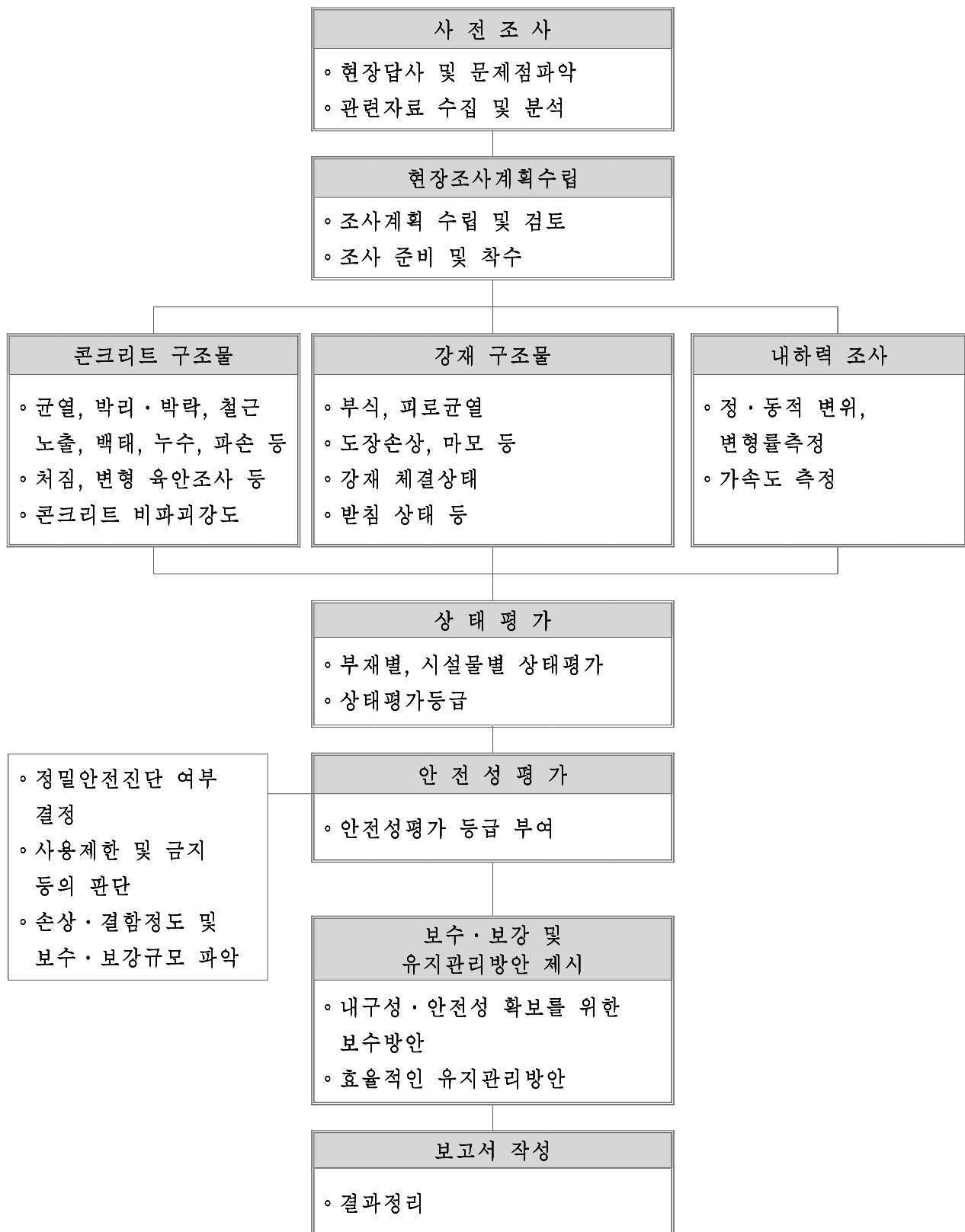
1.3.3 사면 현황

구분	종별	위치	비고
절토사면	2중	STA.0+850~1+270(상주), H=45m, L=420m	
	2중	STA.1+290~1+490(상주), H=40m, L=200m	
	2중	STA.2+090~2+320(상주), H=31m, L=230m	
	2중	STA.5+180~6+040(상주), H=43m, L=860m	
	2중	STA.0+830~1+250(영천), H=32m, L=420m	
	2중	STA.5+600~6+040(영천), H=33m, L=440m	
	2중	STA.6+910~7+480(영천), H=31m, L=570m	
	2중	STA.8+740~8+960(영천), H=37m, L=220m	
	2중	STA.9+840~10+060(영천), H=46m, L=220m	
	2중	STA.10+640~11+020(영천), H=33m, L=380m	
	2중	STA.11+470~11+660(영천), H=31m, L=190m	
	2중	STA.11+660~12+100(영천), H=40m, L=440m	

1.3.4 옹벽 현황

옹벽위치	제원	형식	비고
STA. 4+680 ~ 5+175.8	L = 495.80m, H = 2.31 ~ 19.00m	패널식 보강토 옹벽	
STA. 9+400 ~ 9+838.3	L = 438.30m, H = 1.54 ~ 15.91m	패널식 보강토 옹벽	

1.3.5 과업수행 절차



1.3.6 사용 장비

장 비 명		용 도	과업 활용계획
균열폭 측정현미경 (Peak)		균열폭 측정	외관조사
디지털 거리측정계 (DISTO LITE)		거리측정 및 제원 조사	외관 조사
반발경도측정기 (Schmidt Hammer)		콘크리트강도 측정	내구성조사 (콘크리트)
철근탐지기 (RC-Radar)		철근간격 및 피복 측정	내구성조사 (콘크리트)
재하시험기		정 · 동적재하시험	변위, 변형률, 가속도 조사
교량점검차		외관상태 조사 및 비파괴 시험	접근장비
고소차		외관상태 조사 및 비파괴 시험	접근장비

1.3.7 과업수행 일정

일 정 항 목	04 ~ 06월									비 고
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	
1. 사전조사 (관련자료 수집 및 분석)										
2. 현장조사 (외관상태, 내구성 조사, 재하시험)										
3. 시설물 상태평가										
4. 시설물 초기치산정										
5. 유지관리방안 제시										
6. 보고서 작성										

※ 현장조사 일정

가. 외관조사 및 내구성조사

- 2017. 05. 21 ~ 2017. 06. 07

나. 재하시험

- 2017. 06. 05 ~ 2017. 06. 07

02| 외 관 조 사

2.1 개 요

2.2 상태평가 기준

2.3 교량의 부재별 상태평가 항목 및 기준

2.4 교좌장치 연단거리 조사

제 2 장 외 관 조 사

2.1 개 요

구조물에 대한 외관조사는 각 부재의 시공 상태와 시공품질을 육안으로 조사하는 것을 말한다. 외관조사 과정에서 손상이나 설계도면과 상이한 점이 발견되면 미리 작성한 외관조사망도에 그 위치 및 내용을 기록하고, 주요 손상에 대하여 사진촬영을 하였다. 또한 외관조사에서 부재의 상태를 육안으로 확인하기 위해서 본 점검에서는 고소차 및 점검차를 이용하여 가능한 점검대상 부재에 근접하여 외관조사를 수행하였다.

2.2 상태평가 기준

상태평가기준의 구성요소는 시설물의 육안조사에 의한 외관상태 항목과 함께 내구성요소인 탄산화 및 염화물 항목도 포함하여 상태평가기준이 구성되어 있다.

각 점검항목별 자세한 세부 평가기준은 건설교통부에서 발행한 「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침, 2010, 12(교량편)」을 준용하였다.

상태평가등급 기준은 【표 2.2.1】을 따르는 것을 원칙으로 한다.

【표 2.2.1】 상태평가등급 기준

상태평가 등 급	상태 및 안전성	비 고
A	문제점이 없는 최상의 상태	
B	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태	
C	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	주요부재에 결함이 발생하여 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태	
E	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태	

- 1) A, B, C, D, E : 점검부재의 손상정도에 따라 상태가 양호한 경우인 A등급에서 손상이 심한 경우인 E등급까지 손상의 정도에 따라 5등급으로 구분한다. 이에 대한 자세한 평가기준은 점검 부재별로 세분한다.
- 2) Q : 점검부재에 대해서 접근이 불가능한 경우 등급 Q를 사용하여 점검되지 않은 부재임을 표시 하고, 반드시 향후 실시하는 점검 시에 접근장비를 동원하여 점검한다.
- 3) X : 점검대상 교량에 해당 점검부위가 없을 경우 등급 X를 사용하여 점검의 필요성이 없음을 표시한다.

2.3 부재별 상태평가 항목 및 기준

2.3.1 콘크리트 바닥판

【표 2.2.2】 콘크리트 바닥판 상태평가 기준

등급	균열		열화 및 손상, 철근노출
	1방향균열	2방향균열	
a	·균열폭 0.1mm 미만	·망상균열폭 0.1mm 미만	·없음
b	·균열폭 0.1mm 이상 ~ 0.3mm 미만 ·균열폭 2% 미만	·망상균열폭 0.1mm 이상 ~ 0.3mm 미만	·표면 손상면적 2% 미만
c	·균열폭 0.3mm 이상 ~ 0.5mm 미만 ·균열율 2% 이상 ~ 10% 미만	·망상균열폭 0.3mm 이상	·표면 손상면적 2% 이상 ~ 10% 미만 ·철근부식 손상면적 2% 미만 ·데크플레이트 박리 및 누수 발생
d	·균열폭 0.5mm 이상 ~ 1.0mm 미만 ·균열율 10% 이상 ~ 20% 미만	·망상균열의 진전으로 인한 콘크리트 박리 발생	·표면 손상면적 10% 이상 ·철근부식 손상면적 2% 이상 ·데크플레이트 박리가 심하고 누수로 인한 부식 발생
e	·균열폭 1.0mm 이상 ·균열율 20% 이상	·망상균열에 의한 박리가 심하여 편칭파괴 발생 가능성 있음	·부식으로 인한 철근의 단면감소가 심하여 바닥판의 안전성이 저하되는 경우

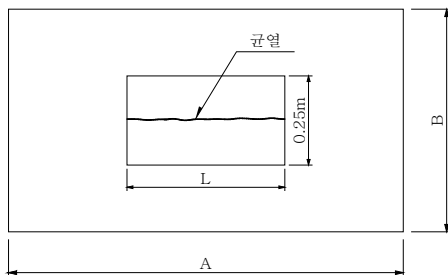
<해설>

- 본 상태평가 기준은 모든 교량형식의 RC 및 PC 바닥판과 RC 및 PSC 박스거더교량의 상부플랜지의 상태평가에 적용한다.
- 1방향균열의 경우 0.3mm 미만의 균열평가 기준을 “b”로 1.0mm 이상의 균열과 균열율 20% 이상인 상태를 “e”로 평가한다.
- 2방향균열의 경우 망상균열로 인한 박리 발생 시 평가기준을 “d”, 편칭파괴의 발생 가능성이 있으면 “e”로 평가한다.
- “열화 및 손상”손상항목은 표면손상 면적과 철근부식손상 면적으로 평가하며, 철근부식을 따르는 내하력 저하의 가능성이 없으면 표면손상으로, 부식에 의한 철근의 단면감소로 인하여 내하력 저하의 가능성이 있으면 철근부식손상으로 규정한다.
- 표면상은 파손, 박락, 층분리, 재료분리 등과 같이 손상이 콘크리트 부분에 국한된 경우를 말하며, 철근부식손상은 철근노출 및 노출된 철근이 부식된 경우나, 탄산화 또는 콘크리트내의 염화물로 인해 내부철근의 부식이 발생하고, 이로 인해 콘크리트의 팽창, 균열 및 박리가 발생한 경우를 말한다.
- PSC 박스거더교의 경우 상하부 플랜지와 복부판이 일체가 되어 주형으로써 거동을 하지만, 활하중을 직접 받는 상부플랜지는 콘크리트 바닥판으로, 복부판과 하부플랜지는 PSC 거더로 구분하여 상태평가를 수행한다.
- 균열율은 폭 0.2mm 이상의 균열을 대상으로 산정한다.
- 바닥판 하면이 데크플레이트로 보호된 경우 강바닥판이 아닌 콘크리트 바닥판으로 평가한다.
- 콘크리트 균열에 의한 평가기준은 콘크리트 부재에 대한 설계, 시공 및 유지관리 분야간의 일관성을 위해 2007년 12월 개정된 콘크리트 설계기준에 명시된 허용균열폭을 참고하였다.

- 표면상은 파손, 박락, 층분리, 재료분리 등과 같이 손상이 콘크리트 부분에 국한된 경우를 말하며, 철근부식손상은 철근노출 및 노출된 철근이 부식된 경우나, 탄산화 또는 콘크리트내의 염화물로 인해 내부철근의 부식이 발생하고, 이로 인해 콘크리트의 팽창, 균열 및 박리가 발생한 경우를 말한다.
- PSC 박스거더교의 경우 상하부 플랜지와 복부판이 일체가 되어 주형으로써 거동을 하지만, 활하중을 직접 받는 상부플랜지는 콘크리트 바닥판으로, 복부판과 하부플랜지는 PSC 거더로 구분하여 상태평가를 수행한다.
- 균열율은 폭 0.2mm 이상의 균열을 대상으로 산정한다.
- 바닥판 하면이 데크플레이트로 보호된 경우 강바닥판이 아닌 콘크리트 바닥판으로 평가한다.
- 콘크리트 균열에 의한 평가기준은 콘크리트 부재에 대한 설계, 시공 및 유지관리 분야간의 일관성을 위해 2007년 12월 개정된 콘크리트 설계기준에 명시된 허용균열폭을 참고하였다.

주1) 균열을 산정 방법

■ 1방향 균열인 경우

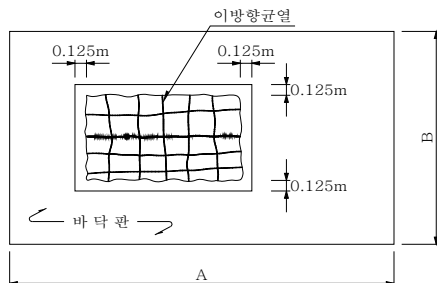


- 균열발생 면적은 길이 당 0.25m의 폭을 차지하는 것으로 하며, 균열의 개수가 2개 이상일 경우는 각 균열길이에 0.25m의 폭을 곱해서 합산하여 구한다.

- 균열 면적율은 아래 식으로 산정한다.

$$\frac{\text{균열발생면적}}{\text{조사단위면적}} \times 100 = \frac{\text{균열길이}(L) \times 0.25}{A \times B(m)} \times 100 = \%$$

■ 2방향 균열인 경우



- 균열발생 면적은 균열발생 부위를 가로, 세로의 최외측 균열을 경계로 하여 사각형 형태로 구획한 후, 점선내면 면적인 (가로길이+0.25m)×(세로길이+0.25m)로 구한다.

- 균열 면적율은 아래 식으로 산정한다.

$$\frac{\text{균열발생면적}}{\text{조사단위면적}} \times 100 = \frac{\text{균열발생면적}(m^2)}{A(m) \times B(m)} \times 100 = \%$$

주2) 표면손상에 대한 면적율 산정 방법

$$\text{표면손상면적율}(\%) = \frac{\text{결함 및 손상발생면적}}{\text{조사단위면적}} \times 100$$

주3) 철근부식 손상면적율 산정 방법

노출의 발생면적은 철근노출 길이당 0.25m의 폭을 차지하는 것으로 함.

$$\text{철근노출면적율}(\%) = \frac{\text{철근노출면적}}{\text{조사단위면적}} \times 100 = \frac{\text{철근노출길이}(L) \times 0.25}{A(m) \times B(m)} \times 100$$

2.3.2 강바닥판, 강 거더 및 강 교각(강주탑)

【표 2.2.3】 강바닥판, 강 거더 및 강 교각 상태평가 기준

등급	모재 및 연결부 손상				표면열화
	부재 균열	변형, 파단	연결 볼트 이완, 탈락	용접연결부 결함	
a	·없음	·없음	·없음	·없음	·없음
b	·보조부재의 국부적 균열	·보조부재의 국부적 변형	·보조부재 2%미만	·부분적 용접불량(기공, 슬래그, 언더컷)	·보조부재의 국부적 균열
c	·보조부재의 전반적 균열 ·주부재의 국부적 균열	·보조부재의 전반적 변형 및 파단 ·주부재의 국부적 변형 ·주탑하단부 연결 볼트 부식	·보조부재 2%이상 ~10%미만 ·주부재 2%미만	·주부재의 심한 용접불량(기공, 슬래그, 언더컷) ·부분적 용입부족 용접누락	·도장탈락 면적 10%이상 ·부식발생 면적 2%이상 ~10%미만
d	·주부재의 전반적 균열	·주부재의 전반적 변형 및 파단 ·좌굴에 의한 주부재 변형 ·주탑하단부 연결 볼트 파단	·보조부재 10% 이상 ·주부재 2%이상 ~10%미만	·인장플랜지 용접 연결부 용입부족 및 용접누락으로 인한 안전성저하	·부식발생 면적 10%이상 ·부식에 의한 단면손상 면적 10%미만
e	·균열이 주부재 단면이 20%이상 진전	·좌굴에 의한 과대변형 및 파단으로 주부재의 안전성 저하	·주부재 10%이상	·인장플랜지 용접 연결부 균열진전으로 인해 연결 기능 상실	·부식에 의한 단면손상 면적 10%이상

<해 설>

- 본 상태평가 기준은 강 바닥판, 강 거더, 강 교각 및 케이블 교량의 보강형과 강 주탑의 상대평가를 적용한다.
- 강재 거더에 대한 상태평가기 용접연결부에 대한 육안조사 및 비파괴조사 결과를 반영하여 상태평가를 수행한다.
- 주부재라 함은 바닥판(거더)의 구성요소 중 하중을 직접 전달하는 요소를 말하며, 보조부재라함은 주부재의 변형을 방지하기 위한 보강재를 말한다. 즉, 강박스의 경우 상,하부 플랜지, 복부판, 종리브, 지점부 격벽은 주부재이며, 수평/수직보강재, 횡리브는 보조부재이다.
- 용접불량의 종류를 내하력 저하를 유발하지 않는 가벼운 용접결함(기공, 슬래그, 언더컷)과 내하력 저하 가능성이 있는 중대 용접결함(용접누락, 용입부족)으로 구분하여 서로 다른 평가기준을 적용한다.
- 부식발생면적과 도장탈락 면적을 구분하여 평가한다.
즉, 도장탈락은 부재의 내하력 저하와 무관하므로 평가기준을 완화하며, 부식이 발생하였을 경우에는 부식에 의한 단면손상이 시작되었다고 볼 수 있으므로 보다 엄격한 평가기준을 적용한다.
- 강 부재의 균열은 모재 및 용접연결부 균열을 포함한다.
- 강 주탑의 경우 케이블 정착구와 새들은 케이블 시스템에 포함하여 평가하며, 주탑 본체는 강 교각의 평가기준을 적용한다. 강 주탑 평가기 보조주탑 및 기초와의 연결부 볼트의 부식 및 파단에 대한 손상항목을 추가한다.
- 하중이 집중되는 부재 연결판(트러스교의 현재, 사재, 수직재, 아치교의 아치부재, 수직재, 케이블 정착구)에 심한 부식, 균열, 변형과 같은 손상이 발생된 경우에는 연결판의 안전성을 별도로 평가한다.

2.3.3 철근콘크리트 거더

【표 2.2.4】 철근콘크리트 거더 상태평가 기준

등급	균열	열화 및 손상
a	·균열폭 0.1mm 미만	·없음
b	·균열폭 0.1mm 이상~0.3mm 미만	·표면 손상면적 2%미만
c	·균열폭 0.3mm 이상~0.5mm 미만	·표면 손상면적 2%이상~10%미만 ·철근부식 손상면적 2%미만
d	·균열폭 0.5mm 이상~1.0mm 미만 ·내하력저하로 인한 휨균열 과다발생	·표면 손상면적 10%이상 ·철근부식 손상면적 2%이상
e	·균열폭 1.0mm 이상 ·휨균열 과다발생 및 과대처짐으로 인하여 거더의 안전성 저하	·지점부 콘크리트 파손으로 인한 거더의 안전성 저하

<해설>

- 본 상태평가 기준은 RCT거더교, 라멘교 및 프리플렉스교의 거더와 RC박스거더교의 거더부(복부판과 하부플랜지)의 상태평가에 적용한다.
- 철근콘크리트 부재의 경우 재료 및 구조적 특성상 어느 정도의 균열을 동반하는 구조체이며, 사인장균열과 휨균열 및 기타 균열을 구분하지 않고 하나의 평가 기준을 적용하였다.
- 0.1mm미만의 균열은 콘크리트 부재에 흔히 발생할 수 있는 미세균열로써 평가기준을 “a”로 분류하였고, 1.0mm 이상의 균열은 구조적 균열로써 “e”로 분류하였다.
- 철근콘크리트 거더에 발생한 손상의 경우, 철근에 영향을 미치지 않을 경우에는 표면손상으로, 철근노출 및 열화로 인해 철근부식의 가능성이 있을 경우에는 철근부식손상으로 구분하여 서로 다른 평가기준을 적용한다.

2.3.4 프리스트레스트 거더

【표 2.2.5】 프리스트레스트 거더 상태평가 기준

등급	균열	열화 및 손상
a	·없음	·없음
b	·균열폭 0.2mm 미만	·표면 손상면적 2%미만
c	·균열폭 0.2mm 이상~0.3mm 미만	·표면 손상면적 2%이상~10%미만 ·철근부식 손상면적 2%미만
d	·균열폭 0.3mm 이상~0.5mm 미만 ·내하력저하로 인한 휨균열 과다발생	·표면 손상면적 10%이상 ·철근부식 손상면적 2%이상
e	·균열폭 0.5mm 이상 ·휨균열 과다발생 및 과대처짐으로 인하여 거더의 안전성 저하	·단부 콘크리트 심한 파손 또는 강선 정착부 파손으로 인한 부재의 안정성 저하

<해설>

- 본 상태평가 기준은 PSCI거더교의 거더, PSC박스거더교 및 케이블교량의 PSC 거더부(복부판과 하부플랜지)의 상태평가에 적용한다.
- 프리스트레스트 콘크리트 거더의 경우에는 텐던으로 인해 철근콘크리트 거더 보다 균열발생 가능성이 적으므로 균열의 평가 기준을 중앙부(휨) 균열, 받침부(사인장) 균열 및 정착부 균열로 구분하지 않고 하나의 평가 기준을 적용한다.
- 프리스트레스트 콘크리트 거더의 단부 콘크리트가 파손이 심하거나 정착부 파손으로 안정성이 저하되는 경우 평가기준을 “e”로 평가하며, 즉시 보강 또는 개축을 실시한다.
- PSC 부재는 균열이 발생하지 않도록 설계하므로, 균열이 없을 경우의 평가기준은 “e”로 0.5mm 이상의 균열이 발생할 경우 내하력저하로 인한 거더의 안전성이 우려되므로 “e”로 분류한다.

2.3.5 콘크리트 가로보

【표 2.2.6】 콘크리트 가로보 상태평가 기준

등급	균열	열화 및 손상
a	·균열폭 0.1mm 미만	·없음
b	·균열폭 0.1mm 이상~0.3mm 미만	·표면 손상면적 2%미만
c	·균열폭 0.3mm 이상~0.5mm 미만	·표면 손상면적 2%이상~10%미만 ·철근부식 손상면적 2%미만
d	·균열폭 0.5mm 이상	·표면 손상면적 10%이상 ·철근부식 손상면적 2%이상
e	-	-

<해설>

- 본 상태평가 기준은 콘크리트 교량의 RC 및 PSC 가로보와 라멘교의 기둥과 기둥사이를 연결하는 중간보의 상태평가에 적용한다.
- 2차부재인 철근콘크리트 가로보의 경우, 상태평가 기준 범위를 “a~d”로 한다.
- 부재에 발생한 손상은 콘크리트 부분에 국한된 표면손상과 철근노출, 탄산화 및 염화물로 인한 철근부식 가능성이 있는 철근부식 손상으로 구분하여 평가한다.

2.3.6 강 가로보와 세로보

【표 2.2.7】 강 가로보와 세로보 상태평가 기준

등급	모재 및 연결부 손상				표면열화
	부재 균열	변형, 파단	연결 볼트 이완, 탈락	용접연결부 결함	
a	·없음	·없음	·없음	·없음	·없음
b	·보조부재의 국부적 균열	·보조부재의 국부적 변형	·보조부재 2%미만	·부분적 용접불량 (기공, 슬래그, 언더컷)	·도장손상 면적 10%미만 ·부식발생 면적 2%미만
c	·보조부재의 전반적 균열 ·주부재의 국부적 균열	·주부재의 국부적 변형 ·변형 및 충격에 의한 손상 발생	·보조부재 2%이상~10%미만 ·주부재 2%미만	·주부재의 심한 용접불량(기공, 슬래그, 언더컷) ·부분적 용입부족, 용접누락	·도장손상 면적 10%이상 ·부식발생 면적 2%이상~10%미만 ·부식에 의한 단면 손상면적2%미만
d	·주부재의 전반적 균열	·주부재의 압축부 좌굴에 의한 변형 ·부재의 파단 발생	·보조부재 10%이상 ·주부재 2%이상	·인장플랜지 용접 연결부 용입부족 및 용접누락으로 인한 전성저하	·부식발생 면적 10%이상 ·부식에 의한 단면손상 면적 2%이상
e	-	-	-	-	-

<해 설>

- 본 상태평가 기준은 강I거더교, 플레이트거더교, 강박스거더교, 트러스교, 아치교 및 케이블교량의 강 가로보와 세로보의 상태평가에 적용한다.
- 2차부재인 강재 가로보 및 세로보의 경우 상태평가 기준 범위를 “a~d”로 한다.
- 주부재라 함은 가로보(세로보)의 구성요소 중 하중을 직접 전달하는 요소를 말하며, 보조부재라 함은 주부재의 변형을 방지하기 위한 보강재를 말한다. 즉, 가로보의 경우 상,하부 플랜지, 복부판은 주부재이며, 수직보강재는 보조부재이다.
- 용접연결부 결합에 대한 상태평가 기준을 용접불량의 종류에서 내하력 저하를 유발하지않는 가벼운 용접결함(기공, 슬래그, 언더컷)과 내하력 저하 가능성이 있는 중대 용접결함(용접누락, 용입부족)으로 구분하여 서로 다른 평가기준을 적용한다.
- 부식 발생면적과 도장 손상면적을 구분하여 평가한다. 즉, 도장손상은 도장탈락, 변색 등 강재를 보호하는 도장의 기능이 저하된 상태를 말하며, 부재의 내하력 저하와 무관하므로 평가기준을 완화하고, 부식이 발생하였을 경우에는 부식에 의한 단면손상이 시작되었다고 볼 수 있으므로 보다 엄격한 평가기준을 적용한다.
- 강 부재의 균열은 모재 및 용접연결부 균열을 포함한다.

2.3.7 교 대

【표 2.2.8】 교대 상태평가 기준

등급	균열, 변위	열화 및 손상
a	·구체 균열폭 0.1mm미만	·없음
b	·구체 균열폭 0.1mm이상~0.3mm미만	·표면 손상면적 2%미만 ·앵커블록 내부 결로 발생
c	·구체 균열폭 0.3mm이상~0.5mm미만 ·교대와 날개벽사이에 폭 1.0mm이상의 균열발생	·표면 손상면적 2%이상~10%미만 ·철근부식 손상면적 2%미만 ·앵커블록 내부 결로에 의한 체수
d	·구체 균열폭 0.5mm이상~1.0mm미만 ·날개벽 기울음 및 손상 심하(배면토 유출)	·표면 손상면적 10%이상 ·철근부식 손상면적 2%이상
e	·구체 균열폭 1.0mm이상 ·날개벽 전도 위험 있음 ·부등침하로 인한 교대 안전성 저하	·코평부 파손으로 인하여 거더의 탈락 가능성 있음 ·심한 철근부식으로 인하여 교대의 안전성이 저하됨

<해 설>

- 본 상태평가 기준은 콘크리트로 시공된 모든 형식의 교대와 현수교의 앵커블록의 상태평가에 적용한다.
- 균열폭에 관한 상태평가 기준은 교대 구체에서 발생한 균열에 국한한다.
- 열화 및 손상과 철근부식은 표면손상 면적과 부식으로 인한 철근의 단면손상 발생면적으로 평가한다.
- 상부구조의 침하 및 단차가 발생하거나, 받침 연단부 파손으로 거더의 탈락이 우려되는 경우“e”로 평가하며, 즉시 보강 또는 개축을 실시한다.
- 타정식 현수교의 앵커블록은 교대의 상태평가기준에 준하여 평가하며, 앵커블록을 제외한 하부 구조물중에서 하중지지와 토류벽체의 기능을 동시에 갖고 있으면 교대로, 하중지지 기능만 있을 경우에는 교각으로 평가한다.
- 자정식 현수교의 주케이블이 정착되는 교각은 교각의 상태평가 기준에 준하여 평가한다.

2.3.8 교 각

【표 2.2.9】 교각 상태평가 기준

등급	균열, 변위	열화 및 손상
a	·균열폭 0.1mm 미만	·없음
b	·균열폭 0.1mm 이상~0.3mm 미만	·표면 손상면적 2% 미만
c	·균열폭 0.3mm 이상~0.5mm 미만	·표면 손상면적 2% 이상~10% 미만 ·철근부식 손상면적 2% 미만
d	·균열폭 0.5mm 이상~1.0mm 미만 ·기초의 부등침하로 인한 교각 기울음	·표면 손상면적 10% 이상 ·철근부식 손상면적 2% 이상
e	·균열폭 1.0mm 이상 ·부등침하로 인한 교각 안전성 저하	·코핑부 파손으로 인하여 거더 탈락 가능성 있음 ·심한 철근부식으로 인하여 교각의 안전성이 저하됨

<해설>

- 본 상태평가 기준은 콘크리트로 시공된 모든 형식의 교각의 상태평가에 적용한다.
- 열화 및 손상과 철근부식은 표면손상 면적과 부식으로 인한 철근의 단면손상 발생면적으로 평가한다.
- 코핑부 파손으로 거더의 탈락이 우려되는“e”로 평가하며 즉시 보강 또는 개축을 실시한다.

2.3.9 기 초

【표 2.2.10】 기초 상태평가 기준

등급	기초(직접, 말뚝, 케이슨)손상	지반의 안정성
a	·없음	·없음
b	·직접기초(확대기초)에 폭 0.3mm 미만의 균열 발생	·매립된 직접기초(확대기초)의 상부가 세굴 등에 의한 노출됨
c	·직접기초(확대기초)에 폭 0.3mm 이상의 균열 및 단면손상 발생 ·침식, 충돌 등에 의한 말뚝 및 케이슨 기초의 단면손상 발생	·침하가 20mm 미만 발생 ·세굴이 직접기초(확대기초)의 하단까지 진행되어 말뚝 및 케이슨기초가 부분적으로 노출됨
d	·직접기초(확대기초)의 파손으로 인한 철근노출 발생 ·침식, 충돌 등에 의한 말뚝 및 케이슨 기초의 철근노출 발생	·침하가 20mm 이상 발생 ·세굴에 의해 말뚝 및 케이슨기초가 전반적으로 노출됨 ·기초의 부등침하 및 측방유동에 의해 교대/교각이 기울음
e	·기초의 파손 및 침식으로 인한 하부구조물의 안전성 저하	·기초의 부등침하 및 측방유동에 의한 교대/교각의 기울음으로 인해 상부구조의 단차 및 파손 발생

<해설>

- 본 상태평가 기준은 케이블 교량의 주탑 기초를 포함하여 모든 하부구조물의 기초의 상태평가에 적용한다.
- 기초 자체의 손상항목에는 직접기초(파일두부)의 파손, 파일의 손상 및 결함 등이 있으며, 지반의 안정성항목으로는 기초의 근입장 부족, 측방유동, 세굴 등에 의한 기초의 부등침하가 중요한 평가항목이 된다.
- 기초의 침하는 20mm 미만이 발생하면 평가기준은“c”, 20mm 이상이 발생하면“d”로 평가한다.
- 지반의 안정성 평가항목의 경우, 세굴이 진행하여 기초 하부의 국부적인 노출이 발생하면 평가기준은“c”로 평가하고, 기초하부의 전반적인 노출 및 부등침하 발생시 “d”로 평가하며, 부등침하로 인한 상부구조물의 안전에 위해가 발생할 경우 “e”로 평가한다.

2.3.10 교량받침

【표 2.2.11】 교량받침 상태평가 기준

등급	받침 본체		받침 콘크리트
	탄성받침	강재받침	
a	·양호	·양호	·양호
b	·미세균열, 갈라짐 등 경미한 열화	·외부 도장탈락 및 부식 ·도장탈색, 먼지 쌓임	·부분적 박리, 탈락 등의 손상
c	·측면 부풀음 ·받침두께의 0.3배 미만의 전단변형	·미끄럼판 부식 발생 ·부분적 변형, 고정장치 파손 및 이완	·받침 콘크리트에 0.3mm이상 균열 발생 ·박리, 탈락 등 손상으로 지지 단면 감소, 기능상 장애
d	·고무재 파손 및 단차, 균열 심화 ·받침두께의 0.3배 이상의 전단변형 ·받침이 밀착되지 않고 떠있는 부분이 전체면적의 1/2 미만 ·받침의 신축기능 불량	·받침 본체 부식으로 인한 받침 신축거동 장애발생 ·받침 본체 파손 ·받침이 밀착되지 않고 떠있는 부분이 전체면적의 1/2 미만	·받침 콘크리트 파손 및 하부 공동으로 받침의 탈락 및 침하 발생 가능성 있음
e	·받침 신축기능 불량으로 인하여 받침 본체 및 거더(바닥판)의 파손 발생 ·받침이 밀착되지 않고 떠있는 부분이 전체면적의 1/2이상	·받침 신축기능 불량으로 인하여 거더등 주부재의 파손 발생 ·받침이 밀착되지 않고 떠있는 부분이 전체면적 1/2 이상 ·작동불능 상태	-

<해설>

·받침 본체는 상태평가 기준 범위는 “a~e”를 유지하고, 받침콘크리트는 본체에 비하여 중요도가 낮으므로 “a~d”로 한다.

2.3.11 신축이음

【표 2.2.12】 신축이음 상태평가 기준

등급	본 체	후타재
a	·없음	·양호
b	·토사, 이물질 퇴적 ·고무판 노화	·미세균열 발생
c	·물받이 미설치 또는 파손으로 인한 누수 ·유간사이 이물질로 기능불량, 고무판 마모, 국부적인 부식 등의 열화 ·고무판 균열, 볼트 또는 너트의 부분 탈락 ·누수로 인하여 신축이음 하부의 받침 및 코핑부에 이물질 퇴적 및 부식발생	·균열이 50cm이하의 간격으로 발생 ·국부적인 박리, 박락, 파손
d	·강판유동 및 연결 불량으로 이상음 발생 ·신축유간이 밀착으로 인한 거동불량 ·신축유간이 넓어 차량통행에 지장 초래 ·신축이음본체 탈락, 파손 및 작동 불능	·신축이음의 심한 파손 및 단차로 인하여 차량 통행 시 충격발생 ·파손 범위가 후타재 폭 이상으로 큼
e	-	-

<해 설>

- 본 상태평가 기준은 모든 신축이음의 상태평가에 적용한다.
- 기타부재인 신축이음의 상태평가 기준 범위를“a~d”로 한다.
- 신축이음 본체 하부의 전체적인 부식 및 변형이 발생하는 경우“d”로 평가하며, 긴급보수·보강을 실시한다.
- 후타재 균열이 30cm이하의 간격으로 발생하거나, 전반적인 파손과 단차가 발생하면 평가를 “d”로 한다.

2.3.12 교면포장

【표 2.2.13】 교면포장 상태평가 기준

등급	포장불량	배 수
a	·미세균열	·없음
b	·포장균열 2%미만	·포장손상이 미미하여 주행에 영향 없음
c	·포장불량 2%이상~10%미만	·포장손상으로 인하여 차량의 통행에 영향 있음
d	·포장불량 10%이상	·전반적인 재포장이 필요한 상태
e	-	-

<해 설>

- 본 상태평가 기준은 아스팔트포장과 콘크리트포장을 포함하여 모든 교면포장의 상태평가에 적용 한다.
- 기타부재인 교면포장의 상태평가 기준 범위를“a~d”로 한다.
- 평가기준“d”는 균열율을 포함하여 10%이상인 상태 즉, 전반적인 재포장이 필요한 상태로 평가한다.
- 포장불량율은 균열발생부, 표면이 노화되어 마모된 부분, 기보수된 부분 등의 면적을 전부 더한 값을 경간면적으로 나눈 비율이다.

2.3.13 배수시설

【표 2.2.14】 배수시설 상태평가 기준

등급	상태기준 설명
a	·양호
b	·다소의 퇴적물이 있으나 배수에는 이상 없음
c	·배수시설의 상태불량, 길이부족 ·많은 퇴적물, 누수 ·누수로 인하여 구조물 부식 발생 ·배수관 유출구 위치가 부적절하여 하부통행에 따른 위험 초래
d	·파손이나 노후화로 인하여 재설치가 필요한 상태
e	-

<해 설>

- 본 상태평가 기준은 모든 배수시설의 상태평가에 적용한다.
- 기타부재인 배수시설의 상태평가 기준 범위를“a~d”로 한다.
- 평가기준“d”는 파손이나 노후화로 인하여 재설치가 필요한 상태로 정의한다.
- 한 경간에 두 개 이상의 배수시설이 있는 경우 각 배수시설의 평가기준 중 최저값을 배수시설의 평가결과로 한다.

2.3.14 탄산화

【표 2.2.15】 탄산화 상태평가 기준

등급	탄산화 잔여 깊이	철근부식의 가능성
a	·30mm 이상	탄산화에 의한 부식발생 우려 없음
b	·10mm 이상 ~ 30mm 미만	향후 탄산화에 의한 부식발생 가능성 있음
c	·0mm 이상 ~ 10mm 미만	탄산화에 의한 부식발생 가능성 높음
d	·0mm 미만	철근부식 발생
e	-	-

<해설>

- 탄산화 깊이에 대한 평가는 철근으로부터 탄산화의 남은 깊이를 지표로 하여 탄산화에 의한 강재부식 가능성을 나타낸 것으로 탄산화에 의한 단독 열화에 대하여 적용한다.
- 콘크리트 품질평가 기준인 탄산화는 직접적인 손상항목이 아닌 철근부식을 유발할 수 있는 환경에 관한 항목으로써 상태평가 기준 범위를 “a~d”로 한다.
- 탄산화 조사는 상·하부구조로 구분하여 콘크리트 탄산화 깊이 측정에 따라 시행하며, 시험개소별로 평가한다.
- 철근의 피복은 조사 위치에서의 실측치를 기준으로 한다.

2.3.15 염화물

【표 2.2.16】 염화물 상태평가 기준

등급	전염화물 이온량	철근부식의 가능성
a	·염화물 $\leq 0.3\text{kg/m}^3$	염화물에 의한 부식이 발생할 우려 없음
b	· $0.3\text{kg/m}^3 < \text{염화물} \leq 1.2\text{kg/m}^3$	염화물이 함유되어 있으나, 부식발생 가능성 낮음.
c	· $1.2\text{kg/m}^3 < \text{염화물} \leq 2.5\text{kg/m}^3$	향후 염화물에 의한 부식발생 가능성 높음.
d	·염화물 $\geq 2.5\text{kg/m}^3$	철근부식 발생
e	-	-

※일본구조물진단기술협회 비파괴시험을 이용한 토목 콘크리트구조물의 건전도 진단 매뉴얼(2003년)

<해설>

- 채취 코어의 전염화물 이온 시험결과에서 염화물에 의한 강재부식 가능성을 평가한다.
- 콘크리트 품질평가 기준인 염화물 함유량은 직접적인 손상항목이 아닌 철근부식을 유발할 수 있는 환경에 관한 항목으로써 상태평가 기준 범위를 “a~d”로 한다.
- 염화물 함유량 분석은 철근 깊이까지 깊이별(10mm 또는 20mm)로 단계를 구분하여 염화물 분포를 파악함을 원칙으로 하며, 염화물 이온농도의 분포를 도시한다.
- 염화물 함유량 분석은 상·하부구조로 구분하여 KS F 2713(2002)의 산-가용성 염화물시험 규격에 따라 시행하며, 시험개소별로 평가한다.

2.3.16 구조형식에 따른 부재별 가중치

【표 2.2.17】 구조형식에 따른 부재별 가중치

구분	결함도 평가항목		슬래브 교량	거더교량						라멘교			
				일반 거더교			바닥판·거더 일체형		아치,트러스		거 더 없 음	거더있음 (복개구조 물)	
				일 반	2차부재 없음	바닥판 없음	강 바닥판	PSC 박스	콘크리트 바닥판	강 바닥판			
상부	바닥판		34	18	18	-	20	20	15	34	20	21	
	주 형		-	20	25	37	18	20	23	-	21	23	
	2차부재		-	5	-	11	5	3	5	-	5	-	
하부	교대/교각		20	13	13	18	13		13	34	22	24	
	기초		7	7	7	7	7		7	7	7	7	
받침	교량받침		10	9	9	14	9		9	3	3	3	
기타	신축이음		10	9	9	-	9		9	3	3	3	
	교면포장		7	7	7	-	7		7	7	7	7	
	배수시설		3	3	3	-	3		3	3	3	3	
	난간/연석		2	2	2	6	2		2	2	2	2	
콘크리트	탄산화	상부	2(4)	2(4)		-	-	2(4)	2(4)	-	4(7)		
		하부	2(3)	2(3)		4(7)	4(7)	2(3)	2(3)	4(7)			
	염화물	상부	2(0)	2(0)		-	-	2(0)	2(0)	-	3(0)		
		하부	1(0)	1(0)		3(0)	3(0)	1(0)	1(0)	3(0)			

(): 정밀점검 시 적용 가중치

<해 설>

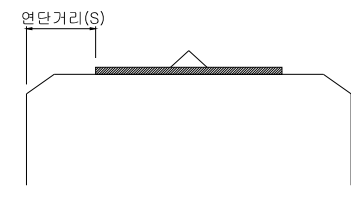
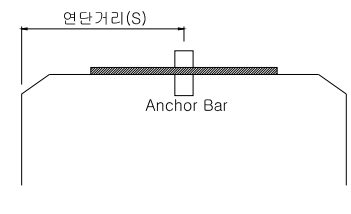
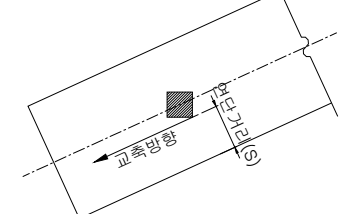
- 하부구조물이 무근콘크리트로 시공된 경우, 하부구조물의 탄산화 및 염화물항목에 할당된 가중치를 상부구조물의 탄산화 및 염화물항목의 가중치에 포함시킨다.
- 하부구조물은 무근콘크리트, 상부구조물은 강재로 시공된 경우, 상부구조물의 탄산화 및 염화물항목에 할당된 가중치는 상부구조물의 상태평가항목(바닥판, 거더)의 가중치에 균등배분하고 하부구조물의 탄산화 및 염화물항목에 할당된 가중치는 하부구조물(교대/교각)의 가중치에 포함시킨다.
- 기둥, 거더 및 슬래브로 구성된 복개구조물은 거더가 있는 라멘교에 준해서 평가하며, 박스형 복개구조물은 터널시설물의 상태평가 기준에 따라 평가한다.
- 교량받침이 없는 라멘교의 경우, 교량받침에 할당된 가중치를 바닥판, 거더, 교대/교각의 가중치에 균등하게 배분한다.
- 기타시설물(신축이음, 교면포장, 배수시설, 난간/연석)이 없는 경우, 기타시설물에 할당된 가중치는 바닥판의 가중치에 포함시킨다.
- 기초에 대한평가가 수행되지 않았을 경우, 기초에 할당된 가중치는 교대/교각의 가중치에 포함시킨다.

2.4 교좌장치 연단거리 조사

2.4.1 개 요

교각 및 교대 상부의 교좌면은 상부구조로부터 집중하중을 받는 부위로 연단거리가 짧으면 고정단에서는 교각 및 교대의 전면에서 콘크리트가 파손되거나, 받침이 파손되는 가동단에서는 받침이 벗어나 심한 경우 주형이 낙하할 수도 있다. 교량의 교축방향의 받침연단과 하부구조 정부(頂部)연단 사이의 거리는 다음 값(S) 이상이어야 한다. 교량의 받침부 연단거리 측정은 다음과 같이 측정한다.

- 거더의 경간길이 100m이하 : $S = 20 + 0.5L$ (도로교설계기준)
 - 거더의 경간길이 100m이상 : $S = 30 + 0.4L$ (도로교설계기준)
- 여기서, S : 받침연단거리(cm) L : 거더의 지간길이(m)

강재받침의 경우	고무받침의 경우(고정단)	사교의 경우
		

2.4.2 연단거리 검토(예)

1) 연단거리 시방기준

- 35m 구간 : $S = 20 + 0.5 \times L = 20 + 0.5 \times 35 = 37.5\text{cm}$
- 40m 구간 : $S = 20 + 0.5 \times L = 20 + 0.5 \times 40 = 40.0\text{cm}$
- 60m 구간 : $S = 20 + 0.5 \times L = 20 + 0.5 \times 60 = 50.0\text{cm}$

2) 적용값

구 분	연단거리 (cm)	비 고	구 분	연단거리 (cm)	비 고
PSC Beam	37.5		강 교	교대구간	40.0
				교각구간	50.0

03 | 내구성 조사

3.1 개 요

3.2 반발경도법에 의한 콘크리트 강도 측정

3.3 철근배근 탐사

3.4 탄산화 시험

제 3 장 내구성 조사

3.1 개 요

본 과업에서는 대상 구조물의 구조 부재에 대한 재료의 품질상태를 파악하기 위하여 반발경도 시험, 철근배근탐사를 실시하였다.

구 분		상주방향		영천방향		비 고
		상부구조	하부구조	상부구조	하부구조	
콘크리트	반발경도시험	전 경간별	전 개소별	전 경간별	전 개소별	
	철근배근탐사					

3.2 반발경도법에 의한 콘크리트 강도추정

3.2.1 개 요

비파괴 시험을 통해 콘크리트의 압축강도를 추정하는 방법은 여러 가지가 있으나 그 중 가장 널리 쓰이고 있는 방법은 콘크리트의 표면경도를 측정하여 콘크리트의 압축강도를 추정하는 반발경도법이다. 반발경도법은 콘크리트의 표면을 타격하여 타격 후 손상정도나 반발도를 통해 강도를 추정하는 타격법 중 하나의 방법이다.

3.2.2 측정원리

경화콘크리트의 표면을 슈미트햄머로 타격하여 해머내부에 있는 추가 튀어오르는 반발량을 반발경도(Rebound number : R)로 나타내고 이 반발경도의 크기에 의해 콘크리트의 압축강도를 측정한다.

3.2.3 적용범위

적용범위는 콘크리트 공사시의 콘크리트 강도관리 및 기존 구조물의 콘크리트 강도추정을 위한 보조수단으로 이용된다. 본 방법은 압축강도가 10.0MPa이상 60MPa이하의 콘크리트에 적용한다.

3.2.4 측정방법

콘크리트 압축강도 측정은 콘크리트의 반발경도에 의하여 강도를 측정할 수 있는 Rebound Hammer Test에 의해 조사하였다. 시험은 대상 구조물의 콘크리트 표면에 요철이 없는 곳을 1개소당 20점을 표준으로 선정하여 측정하였으며 평균 반발경도값 중 신뢰도를 생각하여 $\pm 20\%$ 를 상회하는 값은 제외하였다. 타격 방법은 측정면에 대해 슈미트햄머에 서서히 힘을 가하여 측정하였다.

3.2.5 측정장비

본 검사에서는 가장 널리 알려진 슈미트 햄머(Schmidt Hammer) NR형을 사용하여 반발경도 시험(ASTM C-805-85 : Standard Test Method for Rebound Number of Hardend Concrete)을 실시하였다.

- ▷ 테스트 햄머: Schmidt Hammer Test (α -750·RX NR형)
- ▷ 제 작 사 : Kamekura seik co.ltd (JAPAN)

제 조 회 사	Kamekura seik co.ltd (JAPAN)
측 정 범 위	150 ~ 600 kgf/cm ²
보 정	Test Anvil

3.2.6 압축강도 추정

리바운드 햄머에 의한 콘크리트 압축강도는 다음과 같은 방법에 의하여 추정하였다. 기준경도 R_o 값은 슈미트햄머에서 읽은 반발경도값이다.

가. 계산식

- ▷ 방법 1 : $F = -18.0 + 1.27 R_o$ (MPa) (일본 재료학회 보통콘크리트 강도계산식)
- ▷ 방법 2 : $F = (7.3 R_o + 100) \times 0.1$ (MPa) (일본건축학회 CNDT 소위원회 강도계산식)

여기서, R_o : 수정반발경도, R : 측정반발경도, F : 표면강도 (MPa)

나. 보정반발계수(R_o)

- ▷ 보정반발경도 R_o 는 다음 식과 같이 측정경도 R 에 보정값을 더한 값으로 한다.

$$R_o = R + \Delta R_1 + \Delta R_2 + \Delta R_3$$

여기서, ΔR_1 : 타격 방향에 따른 보정값

ΔR_2 : 압축응력에 따른 보정값

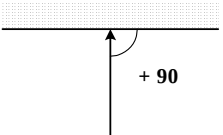
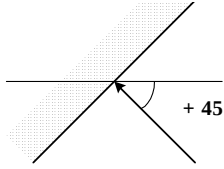
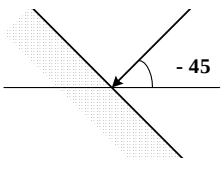
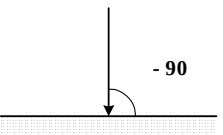
ΔR_3 : 콘크리트의 습윤상태에 따른 보정값

다. 타격 방향에 의한 보정(R1)

반발경도법은 수평방향 타격을 원칙으로 하며 부득이 타격 방향이 다른 경우 【표 3.2.1】에 의하여 타격 각도에 의한 보정을 하여야 한다.

【표 3.2.1】 반발경도 보정치

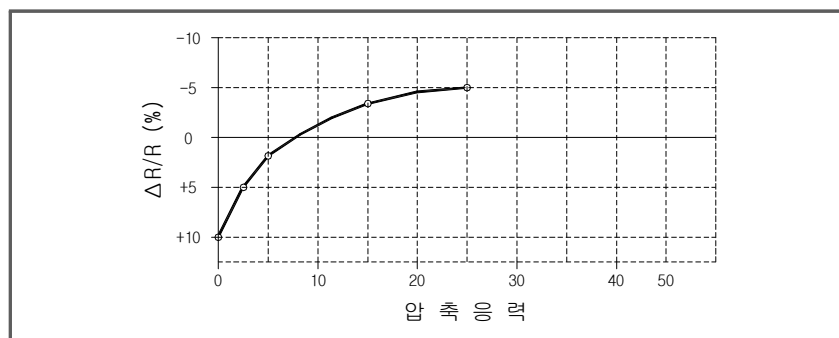
반발경도 R	보정치 ΔR			
	+ 90°	+ 45°	- 45°	- 90°
10	-	-	+ 2.4	+ 3.2
20	- 5.4	- 3.5	+ 2.5	+ 3.4
30	- 4.7	- 3.1	+ 2.3	+ 3.1
40	- 3.9	- 2.6	+ 2.0	+ 2.7
50	- 3.1	- 2.1	+ 1.6	+ 2.2
60	- 2.3	- 1.6	+ 1.3	- 1.7

			
상향수직 : +90°	상향수직 : +45°	상향수직 : -45°	상향수직 : -90°

※ 수평방향에 대한 보정값은 0 임.

라. 압축응력에 따른 반발경도의 보정(R2)

타격방향과 직각방향으로 압축응력을 받는 부재는 압축응력이 커짐에 따라 반발경도에 의한 압축강도가 실제보다 커진다는 사실이 시험결과 입증되었다. 그 크기는 【그림 3.2.1】과 같이 대략 압축응력이 1.0MPa 인 경우 $\Delta R2 = -0.015R$, 2.5MPa 인 경우 $\Delta R2 = -0.05R$ 이다.



【그림 3.2.1】 압축응력에 따른 반발경도의 보정

마. 콘크리트 습윤상태에 따른 보정(R3)

콘크리트의 표면이 습윤상태에 있으면 건조상태 보다 반발도가 작게 나오게 된다. 따라서 습윤상태에서는 건조상태를 기준으로 $\Delta R3 = +5$, 측정위치가 습하고 타격흔적이 흑점으로 나타나는 경우 $\Delta R3 = +3$ 을 적용한다.

바. 시간경과 계수

일반적으로 타설 후 시간이 경과할수록 콘크리트의 표면강도는 실제강도보다 높게 되므로, 구해진 표면강도는 재령에 따른 영향을 보정하여 실제 압축강도를 추정하여야 한다.

재령에 따른 보정은 아래와 같이 표면강도 값(F)에 재령기간에 대한 보정계수 α 를 곱하여 준다. 여기서, 재령에 따른 보정계수 α_n 는 다음표 【표 3.2.2】에 의해 결정되고, 3000일 이상의 재령에 대해서는 0.63을 적용한다. 수년이 경과한 콘크리트의 구조물은 표면경도가 높기 때문에 【표 3.2.2】와 같이 재령계수(α)를 곱하여 압축강도를 추정하며, 3000일 이상의 재령에 대해서는 0.63을 적용한다.

【표 3.2.2】 재령보정계수 α 의 값

재령	4일	5일	6일	7일	8일	9일	10일	11일	12일	13일
α	1.90	1.84	1.75	1.72	1.67	1.61	1.55	1.49	1.45	1.40
재령	14일	15일	16일	17일	18일	19일	20일	21일	22일	23일
α	1.36	1.32	1.28	1.25	1.22	1.18	1.15	1.12	1.10	1.08
재령	24일	25일	26일	27일	28일	29일	30일	32일	34일	36일
α	1.06	1.04	1.02	1.01	1.00	0.99	0.99	0.98	0.96	0.95
재령	38일	40일	42일	44일	46일	48일	50일	52일	54일	56일
α	0.94	0.93	0.92	0.91	0.90	0.89	0.87	0.87	0.87	0.86
재령	58일	60일	62일	64일	66일	68일	70일	72일	74일	76일
α	0.86	0.86	0.85	0.85	0.85	0.84	0.84	0.84	0.83	0.83
재령	78일	80일	82일	85일	86일	88일	90일	100일	125일	150일
α	0.82	0.82	0.82	0.81	0.81	0.80	0.80	0.78	0.76	0.74
재령	175일	200일	250일	300일	400일	500일	750일	1000일	2000일	3000일
α	0.73	0.72	0.71	0.70	0.68	0.67	0.66	0.65	0.64	0.63

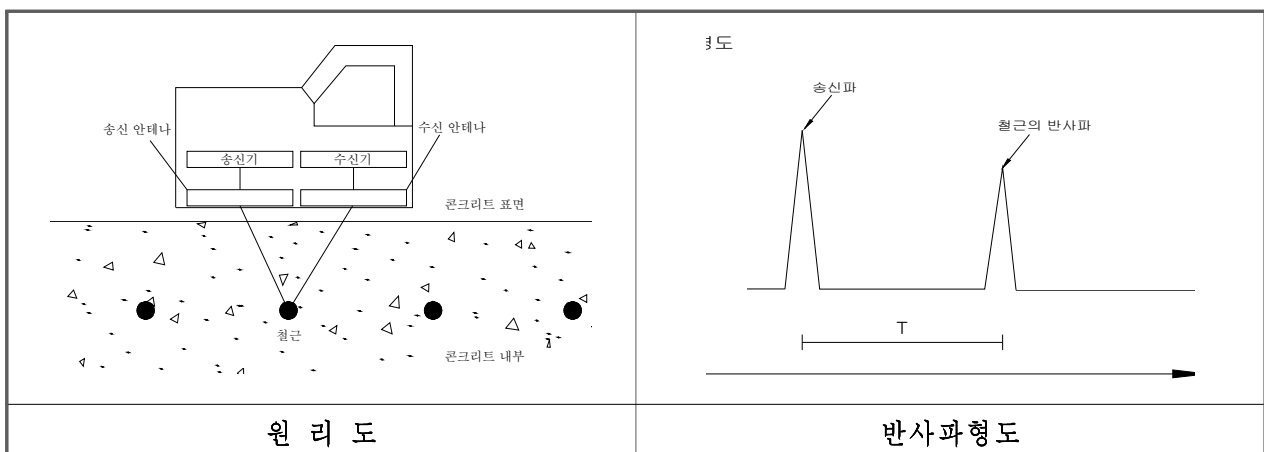
3.3 철근배근 탐사

3.3.1 개 요

철근콘크리트 구조물의 내구성 및 안전성은 균열 및 강도와 더불어 철근 배근상태에 크게 의존한다. 철근의 배근상태가 설계도면 보다 적은 개수로 넓은 간격으로 배근된 경우 구조물의 내력이 감소하게 되어 구조물의 내구성 및 안전성에 치명적인 약점을 가질 수 있으며, 설계도면 보다 과도하게 많은 개수로 좁은 간격으로 배근된 경우에는 구조물의 내력은 충분히 만족하지만 예기치 못한 갑작스러운 붕괴(취성파괴)를 초래할 수도 있는 약점이 있다. 일반적으로 철근 배근 상태 조사는 부재의 국부파괴법과 비파괴 시험법이 있다. 부재의 국부 파괴법은 경제적인 측면과 구조물 피해 등을 발생시킬 수 있는 부정적인 영향이 있으므로 비파괴 시험법을 통한 방법으로 구조물의 전반적인 철근 배근상태를 확인하는 것이 일반적이며 본 조사에서는 레이더법의 원리를 이용한 RC-Radar를 이용하였다.

3.3.2 측정 원리

본 기기의 원리는 현재 넓게 이용되고 있는 일반의 레이더와 기본적으로 동일하다. 즉, 전자파를 안테나에서 콘크리트를 향하여 방사하고, 그 전자파가 콘크리트와 전기적 성질이 다른 물질, 예를 들면 철근, 공동 등의 반사물체와의 경계면에서 반사되어, 재차 콘크리트 표면에 나와 표면 가까이 있는 수신 안테나에 도달하기까지의 시간으로부터 반사물체까지의 거리를 알게 된다. 안테나를 콘크리트 표면에서 이동함에 따라, 수평면상의 위치를 알게 된다. 본기기는 콘크리트 낮은 부분을 높은 분해능으로 탐사하기 위한 목적으로 하기 때문에 Pulse폭이 지극히 짧은 1나노초(10억분의 1초) 이하의 Pulse파를 송신에 이용하고 있다.



【그림 3.2.2】 원리도 및 반사파형도

콘크리트안의 전자파 속도V는 다음의 식으로 표시된다.

$$V = \frac{C}{\sqrt{\epsilon_y}} \quad (m/s)$$

단, C ; 진공중(공기 중)의 전자파 속도(3×10^8 m/s)

ϵ_y ; 콘크리트 비유전율(예 : 6~10 정도)

반사물체까지의 거리D는 송신시각으로부터 반사파 수신 시각까지의 시간차 T로부터

$$D = \frac{1}{2} VT \quad (m)$$

식으로 구할 수 있다.

3.3.3 적용 조건

콘크리트 내부에서 전파의 감쇄가 작은데다(도전율이 작고, 전기를 통하지 않음), 측정 대상물의 전파를 반사하는 물체(콘크리트와 유전율이 다름)이고, 반사펄스가 충분히 수신 가능해야 할 필요가 있다. 측정결과 판정은 현장상황(경계조건)에 따라 차이가 있으며, 적용 가능한 조건과 곤란한 조건을 구분하여 기술하면 다음과 같다.

가. 적용 가능한 조건

- 1) 철근 피복두께의 측정, 깊이의 한계
 - 측정심도 약 200mm 이내
 - 철근경 $\phi 10$ 일때 240mm, $\phi 6$ 일때 180mm
- 2) 배근간격의 측정 한계
 - 측정분해가능 약 100mm 이상
 - 철근경 $\phi 10$ 일때 70mm, $\phi 20$ 일때 80mm
- 3) 측정결과 판정을 용이하게 하기 위해서
 - 콘크리트의 질이 가능한 한 균일할 것
 - 경계조건이 복잡하지 않을 것(안테나에 비해서 넓은 장소)
 - 철근이 안테나의 진행방향에 가능한 한 평행할 경우에 측정할 것
 - 측정대상 철근경이 $\phi 6$ mm 이상일 것

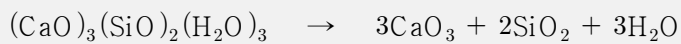
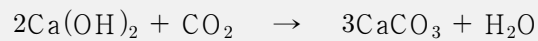
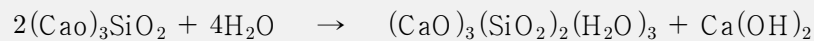
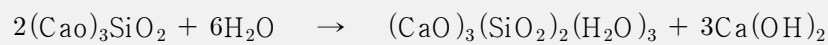
나. 적용 곤란한 조건

- 1) 전파를 양호하게 반사할 물체(철근, 금강 등의 금속)가 100mm 이하의 좁은 간격이고, 그 아래의 배관과 철근 등을 측정하는 경우
- 2) 철근이 안테나의 진행방향과 직교해서 측정할 수 없는 경우
- 3) 철근이 상·하 방향으로 겹쳐 있는 경우의 근접한 철근

3.4 탄산화 시험

3.4.1 개 요

콘크리트가 경화하는 과정에 있어서 생성되는 수산화칼슘은 시멘트량의 약 1/3이다. 이 수산화칼슘은 산화 시멘트 페이스트 중에서 결정 또는 공극 중의 포화 수용액의 형태로 존재한다. 수산화칼슘의 포화 수용액은 pH12.6의 강알칼리성이기 때문에 새로운 콘크리트는 강알칼리성을 나타낸다. 콘크리트가 경화하는 과정에서 생성된 수산화칼슘은 대기중의 약산성의 이산화탄소와 접촉하여 다음과 같은 반응에 의하여 pH8~10 정도의 탄산칼슘과 물로 변화되는 현상을 탄산화(Carbonation)라 한다.



3.4.2 측정사진

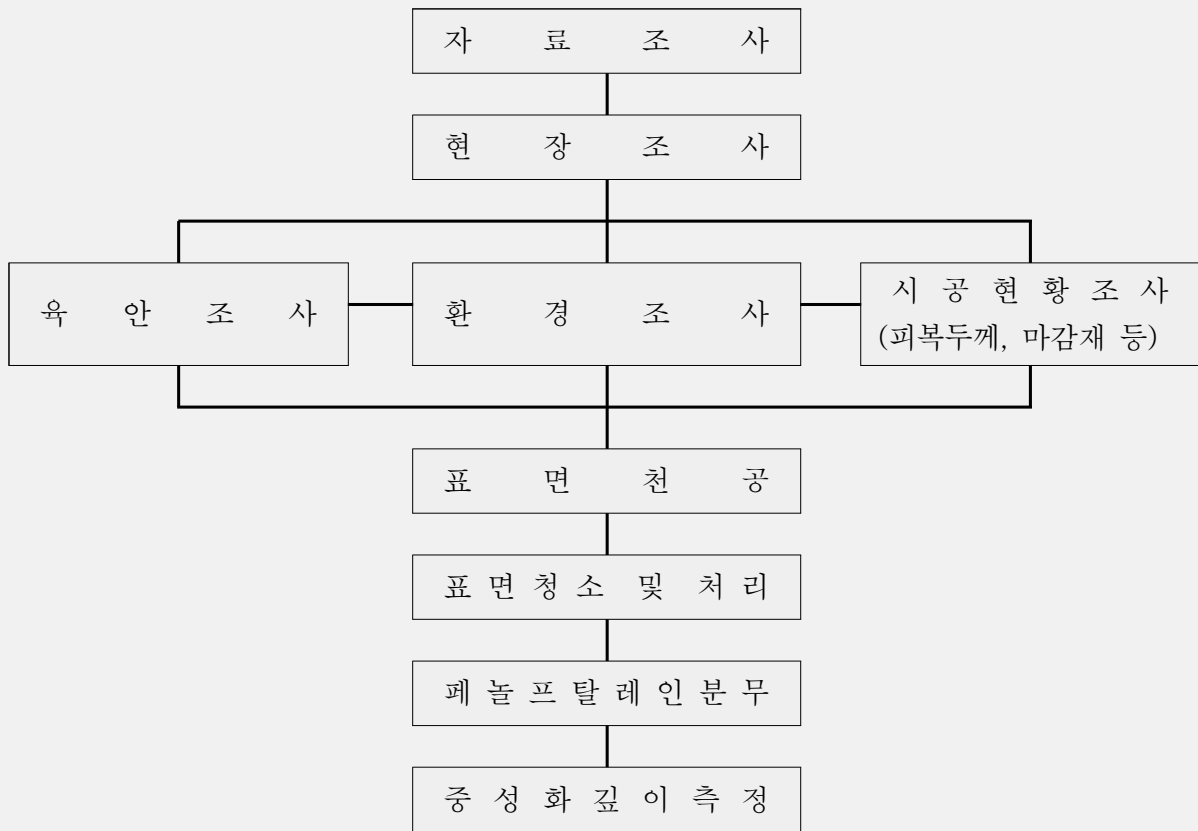


탄산화 시험 장비

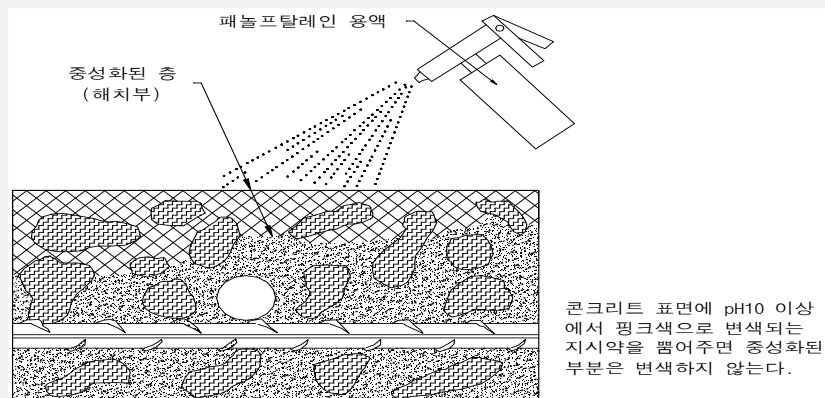


탄산화 측정전경

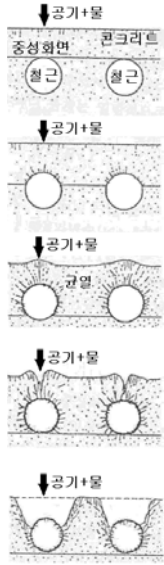
3.4.3 탄산화 시험 방법 흐름도



콘크리트 부재의 탄산화 깊이를 조사하기 위하여 1%의 페놀프탈레인 용액 분사방법을 채택하였으며, 이때 부재의 색깔이 보라색으로 변하게 되면 알칼리성분을 유지하고 있는 부재, 무색일 경우에는 탄산화된 것으로 판단하게 된다. 콘크리트 부재의 색깔이 변하지 않는 경우에는 부재 표면을 파취해 내면서 계속 분사하여 색깔이 변할 때 부재 표면에서 변한 지점까지의 수직거리가 해당 부재의 탄산화 깊이가 된다.



탄산화 분사 방법



STEP 1

정상, 재료 및 강도상의 변화는 거의 없다
(약간의 건조수축에 의한 균열)

STEP 2

녹의 발생에 의한 팽창압이 콘크리트 내부에 발생하여 미세한 균열이 발생한다.

STEP 3

철근의 윗면이 팽창한다. 균열이 표면까지 연장되어 공기와 수분의 침입이 격화되어 동해 등의 다른 열화도 유발시키며 녹물이 보인다.

STEP 4

철근 윗면의 피복이 부수어져 떨어지고, 철근의 노출이 시작된다. 철근단면적이 감소한다.

STEP 5

철근 윗면이 거의 없어지고 철근은 공기 중에 직접 노출된다. 내구성능은 없다.

<탄산화에 의한 콘크리트 성능저하과정>

3.4.4 측정위치 및 측정방법

- 1) 코어 공시체 표면 또는 햄머드릴을 이용하여 직경 1~2 cm 정도의 구멍을 뚫고 청소 후에 페놀프탈레인 용액을 분무하여 탄산화 깊이를 측정 또는 채취된 코어에 시험
- 2) 페놀프탈레인 1% 용액 : 페놀프탈레인 1g + 에탄올 90cc(순도 95%) + 증류수 = 100ml로 제조

3.4.5 측정위치 및 측정방법

- 1) 햄머드릴을 이용 콘크리트 구조체의 철근의 위치까지 콘크리트를 긁어냄
- 2) 콘크리트를 긁어낸 면을 붓, 솔 등으로 깨끗이 청소
- 3) 페놀프탈레인 1% 용액을 콘크리트를 벗겨낸 면에 분무기로 분무
- 4) 탄산화되지 않은 부분은 자주색으로 변하며, 탄산화된 부분은 착색되지 않음
- 5) 콘크리트 표면으로부터 색이 변화되지 않은 깊이(mm)를 측정, 평균값 산정

3.4.6 평가기준

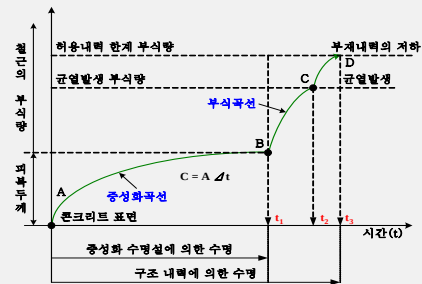
<토목분야 콘크리트 탄산화 상태평가 기준>

	a	b	c	d	e
탄산화잔여깊이	30mm 이상	10mm이상 ~ 30mm미만	10mm이상 ~ 30mm미만	0mm 미만	-

※일본구조물진단기술협회(비파괴시험을 이용한 토목 콘크리트구조물의 건전도 진단 매뉴얼)

3.4.7 내구수명 평가기준

- t_1 : 탄산화가 철근표면에 도달하는 시점
- t_2 : 철근 부식, 콘크리트 균열 발생 시점
- t_3 : 부재내력이 한계에 달하는 시점
- 탄산화속도 식 : $C = A\sqrt{t}$
 여기서, C : 탄산화깊이(mm)
 A : 탄산화속도계수(mm/√년)
 t : 재령(년)
- 탄산화가 철근에 도달하는 시간(t_d) :
 $t_d = (D_c^2/A^2) - t_o$
 여기서, D_c : 철근까지의 피복두께(mm)
 t_o : 현재의 구조물 경과시간(년)



<콘크리트내부에서철근부식의개념>

※콘크리트 및 강재 비파괴시험 매뉴얼(한국시설안전기술공단, 2006.12) 참조

※안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(국토해양부, 한국시설안전공단, 2010.12) 참조

04 | 재 하 시 험

4.1 재하시험의 개요

4.2 재하차량 제원

제 4 장 재 하 시 험

4.1 재하시험의 개요

4.1.1 개 요

재하시험은 교량 또는 부재의 실제 구조거동과 안전성을 평가하는 효과적인 수단이며 교량의 평가에 있어서 재료, 경계조건, 단면의 기여도, 손상(Damage)과 쉽게 찾을 수 없는 열화(Deterioration), 보수효과 등에 관련된 불확실성을 감소시킬 수 있는 정보를 제공한다.

교량의 설계단계에서 예측한 역학적 거동은 여러 가지 가정에 따른 오차로 인하여 실제 완성된 교량의 실거동과는 다른 거동을 나타낼 수 있으며, 또한 교량을 구성하는 각 구조 부재들의 역학적 특성도 공용년수 증가에 따른 열화, 손상 및 노후화에 의해 다소 변하게 된다.

따라서 공용하중에 대하여 교량 구조물의 구조안전성을 정확히 평가하기 위해서는 주요부재에 각종 센서(Sensor)를 설치하여 시험하중 또는 실제통과차량에 의한 실거동의 측정이 중요하다.

4.1.2 재하시험의 목적

가. 정적재하시험

교량의 설계시 예측한 초기거동은 공용기간이 장기화됨에 따라 재료의 내구성 감소 및 구조적 노후로 점차 건전성이 저하되어 간다. 따라서 교량 각 부재의 정적하중에 의한 처짐 및 변형률을 실측하여 대상교량의 실제거동을 분석하고 실측값과 이론에 의한 해석값을 비교하여 교량의 실제 내하력을 구할 수 있다. 교량의 정적재하시험은 다음과 같은 목적에 따라 측정위치, 재하위치 등을 결정하여 정적처짐과 정적변형률을 측정한다.

- 중립축위치 결정
- 하중의 횡분배 및 부재의 강성
- 응력 및 처짐의 영향선
- 계산응력과 측정응력의 비교

나. 동적재하시험

교량의 설계시 예측한 초기거동은 공용기간이 장기화됨에 따라 재료의 내구성 감소 및 구조적 노후로 동적재하시험은 시험차의 주행에 따른 동적응답으로부터 실제 교량의 충격계수 및 진동평가를 위한 시험과 교량의 동적 특성을 구하기 위한 시험이 있다.

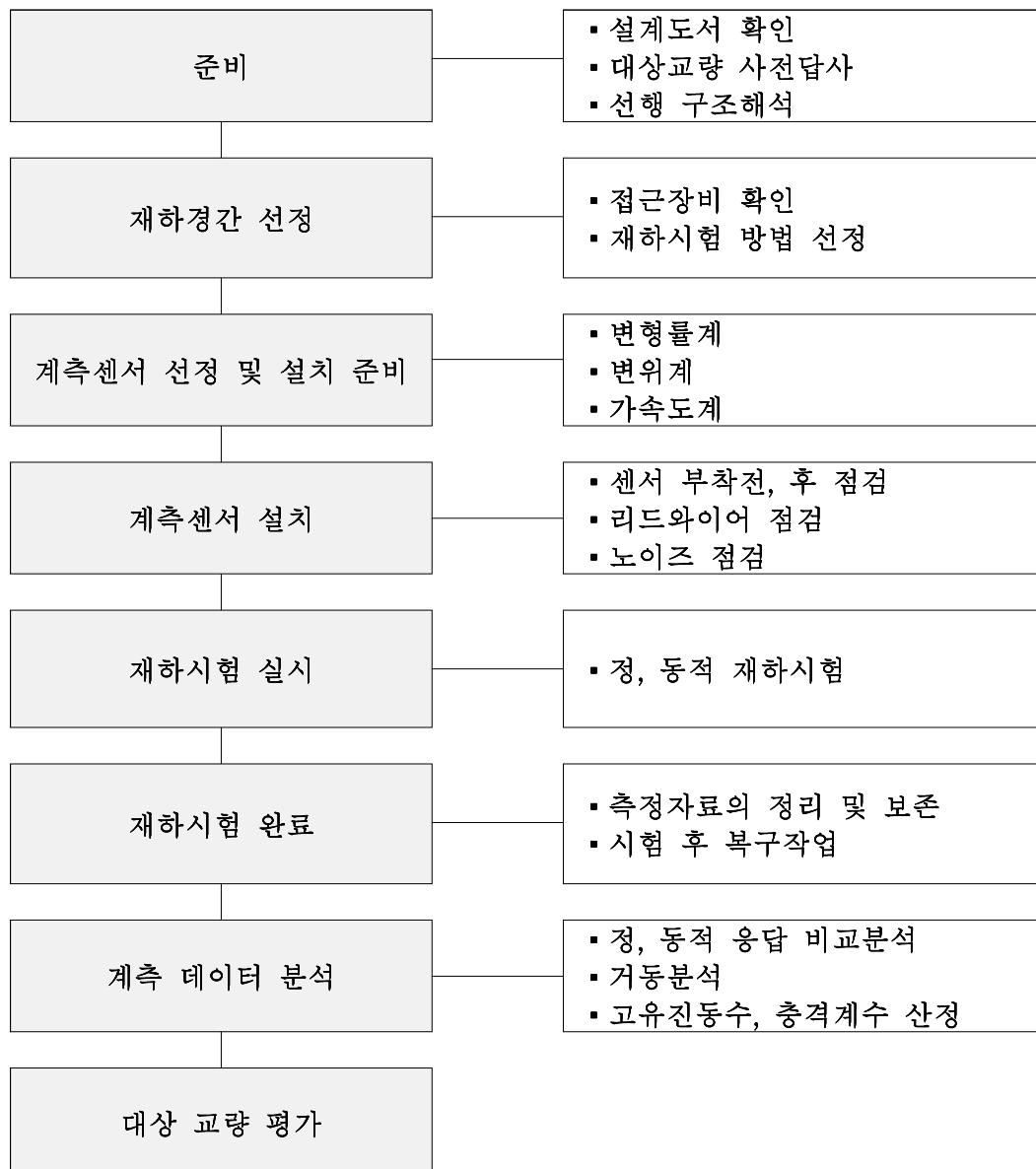
- 충격계수 산정
- 고유진동수 및 진동 모드 산정

4.1.3 재하시험 수행방법

현장재하시험은 정적재하시험과 동적재하시험으로 구별된다.

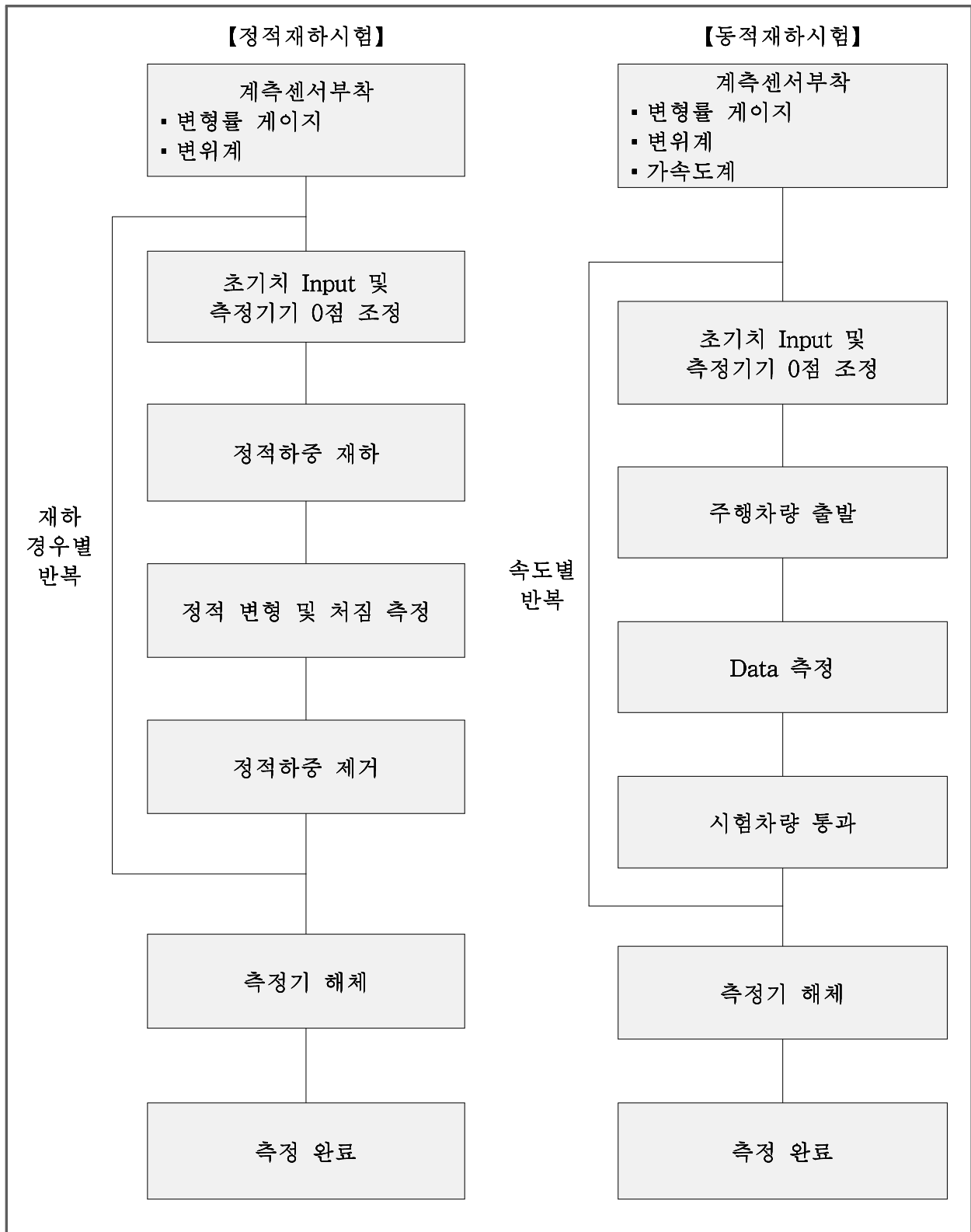
정적재하시험은 교량에 사하중만이 작용하는 상태에서 재하차량만으로 구조물의 거동을 평가하여 이론치와 비교평가하며, 동적재하시험 역시 사하중만 작용하는 상태에서 구조물의 고유진동수 및 구성재료의 역학적 특성 등에 따른 차량 속도별 거동을 측정하여 구조물의 내하력 및 안전성을 판단하는 기초자료로 활용한다.

가. 재하시험 흐름도



【그림 4.1.1】 재하시험 흐름도

나. 정 · 동적 재하시험 운용체계



【그림 4.1.2】 정적재하시험 운용체계

4.1.4 재하시험 측정장비

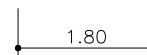
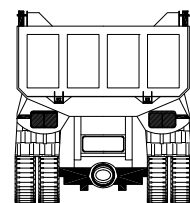
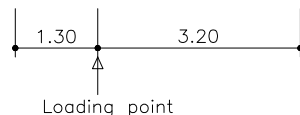
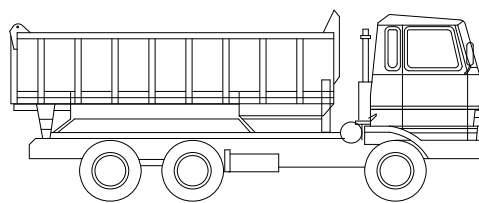
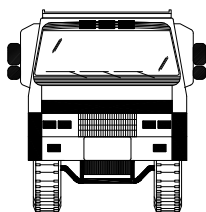
【표 4.1.1】 재하시험 측정장비 및 S/W

조사구분	센서 및 장비명	규격 (Model No.)	용도	제조회사	비고
재하시험 계측장비	강재 변형률게이지	KFG-5-120-C1-11L	변형률 측정	KYOWA	표면부착형
	변위계	OU-30	처짐측정	Tokyo Sokki	30mm측정
	가속도계	AS-1GB	가속도 측정	Kyowa	1축형
	Data Logger	DRA-101A (Netpod 4003)	정, 동적 측정장비	Kernes Controls	16채널
계측 S/W	계측프로그램	R-DAS2	측정과형 저장	NewConsTech	
분석 S/W	분석프로그램	R-DAS2	측정과형 필터링 및 고유진동수 분석	NewConsTech	
전원공급	발전기	EP2500CL	현장전원공급	Honda	2.5KW
전압 조정기	A.V.R	2KW 3상형	자동전압조정	예성엔지니어링	
무선장비	무전기	GP2000S	현장내 교신용	Motorola	

4.2 재하차량 제원

현장재하시험에서 사용한 시험차량은 15톤 덤프트럭 2대를 선정하여 토사가 만재된 상태에서 각 축중을 측정하여 재하한다.

차종	축간격		차륜폭
	1~2축	2~3축	
덤프(15ton)	3.2 m	1.3 m	1.8 m



05 | 구조안전성 및 내하력 평가

5.1 개 요

5.2 내하력 평가

제 5 장 구조안전성 및 내하력평가

5.1 개 요

5.1.1 검토방향

본 과업의 대상교량은 구조계산서와 준공도면을 참고하였으며, 현재의 시공 상태에 대한 현황 조사 결과에 의하면 철근의 배근상태와 콘크리트의 압축강도가 설계기준을 상회하고 있으므로 현행 구조계산서상의 계산 값을 이용하여 구조물의 안전성을 평가하였다.

5.1.2 검토 흐름도



【그림 5.1.1】 구조검토 흐름도

5.2 내하력 평가

5.2.1 평가 과정

공용내하력은 허용응력법과 강도설계법에 의해 산정을 할 수 있으며, 강교량의 경우는 허용응력법으로, 콘크리트 교량의 경우는 강도설계법에 의해 산정한다. 공용내하력을 산정하는 과정은 다음과 같다.



【그림 5.2.1】 공용내하력을 산정과정의 흐름도

5.2.2 허용응력법에 의한 공용내하력 산정

가. 내하율 (Rating Factor, RF)

$$\bullet RF = \frac{f_a + f_p - f_d}{f_l(1 + i)} \quad \text{여기서, } f_a = \text{실측 허용 응력}$$

f_d = 실측 고정하중 응력

f_l = 설계 활하중(DB-24)

f_p = 유효프리스트레스 응력

i = 충격계수

나. 기본 내하력(Load Carry Capacity ; P_o)

$$\bullet P_o = RF \times P_i \quad \text{여기서, } P_i = \text{DB-24}$$

다. 공용 내하력 (P)

$$\bullet P_o = P_o \times K_s \quad \text{여기서, } K_s = \text{응력 보정 계수}$$

$$= \frac{\sum \text{계산치}}{\sum \text{실측치}} \times \frac{1 + i(\text{계산})}{1 + i(\text{실측})}$$

5.2.3 강도설계법에 의한 공용내하력 산정

가. 내하율 (Rating Factor, RF)

$$\bullet RF = \frac{\phi M_n - \gamma_d \times M_d}{\gamma_l \times M_l(1 + i)} \quad \text{여기서, } \phi = \text{강도 감소 계수}$$

γ_d = 고정하중 계수 = 1.3

γ_l = 활하중 계수 = 2.15

M_n = 공칭 휨 모멘트

M_d = 고정하중 모멘트

M_l = 활하중 모멘트

나. 기본 내하력(Load Carry Capacity ; P_o)

$$\bullet P_o = RF \times P_i \quad \text{여기서, } P_i = \text{DB-24}$$

다. 공용 내하력 (P)

$$\bullet P = P_o \times \frac{K_s}{K_m} \quad \text{여기서, } K_s = \text{응력 보정 계수}$$

K_m = 공용년수, 활하중 동시 재하 확률 등의 보정계

($K_m = 1.0$)

06 | 보수 및 유지관리방안

6.1 보수방안

6.2 유지관리방안

제 6 장 보수 및 유지관리방안

6.1 보수방안

6.1.1 개 요

초기점검을 통하여 조사된 손상들은 그 원인을 추정하고, 손상정도를 평가하여 그 원인을 규명한 후, 적절한 보수·보강을 실시하여 사용성 및 내구성 저하를 방지하여야 하며, 효율적인 유지관리가 될 수 있도록 하여야 한다.

6.1.2 보수·보강공법 적용의 기본방향

- 1) 결함 및 손상에 대한 내하력 확보 차원의 보수·보강
- 2) 콘크리트 및 철근의 내구성 확보 차원의 보수
- 3) 외관상태의 결함에 대한 보수
- 4) 구조물의 유지관리 차원의 보수

6.1.3 보수·보강공법 선정

가. 필요성 판단

보수의 필요성은 발생한 손상(균열 등)이 어느 정도까지 허용되는가의 판단에 의하며, 이를 위해 각종 기준(콘크리트 표준시방서, 도로교 표준시방서 등)을 참조한다. 또한 보강의 경우는 안전율을 기준 이상으로 회복시키기 위하여, 부재 단면의 확대 정도 등을 판단한다.

나. 공법선정

구조물 결함에 따른 보수·보강은 보수재료와 공법 선정시 내하력, 내구성, 기능 및 미관 등을 검토하여 결정한다. 이때 중요한 것은 구조물의 결함 발생 원인에 대한 정확한 추정이며, 이를 통해 적절한 공법을 선정할 수 있고, 또한 적절한 보수재료를 선택할 수 있다. 따라서 시설물 관련 제반자료, 진단시 수행한 각종 상태평가 및 안전성 평가결과를 기초로하여, 결함의 발생 원인에 대한 정확한 분석 후 결함부위 또는 부재에 가장 적합한 보수·보강공법을 선택하여야 한다. 구조물의 손상은 사례가 다르며, 여러 가지 요인들이 복합적으로 작용하여 발생하는 경우가 많으므로 정량화된 공법을 제시하기가 매우 어렵다. 따라서 공법을 선정할 때에는 ①경제적이고, ②재료의 품질에 좋은 것이며, ③설계이론이 분명한 것이어야 하며, ④시공기간이 짧으며, ⑤안전성에서 문제가 없으며, ⑥미관상 미려하며, ⑦환경문제가 적은 것을 택하여야 한다.

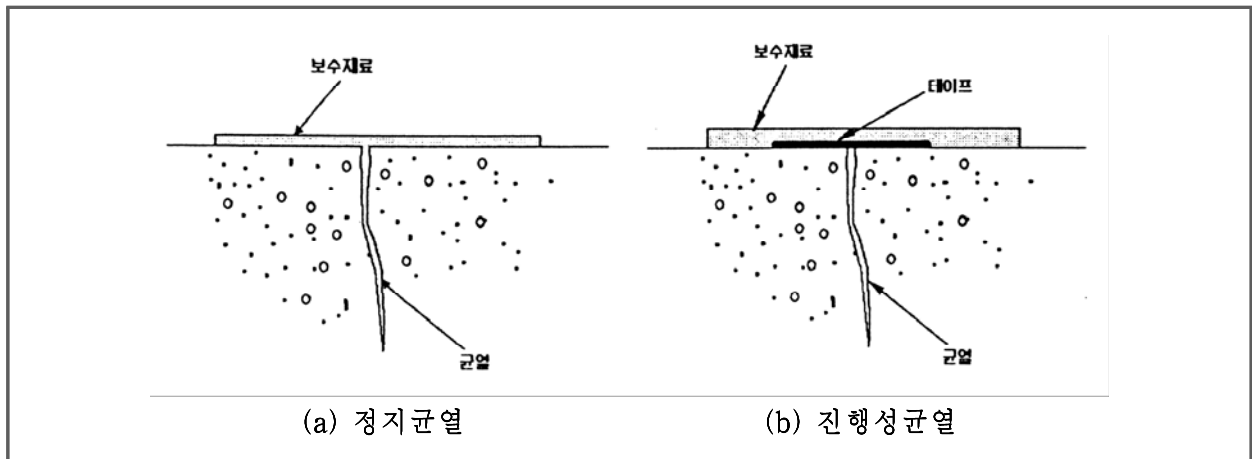
6.1.4 보수·보강공법

가. 표면처리공법

표면처리공법은 미세한 균열(폭 0.2mm 이하) 위에 도막을 형성하여, 방수성 및 내구성을 향상시킬 목적으로 사용하며, 균열부분만을 피복하는 방법과 전면을 피복하는 방법이 있다. 균열의 성장이 정지된 상태에서는 균열선'을 따라 폭 50~100mm를 와이어 브러쉬로 닦아낸 후 폴리머시멘트페이스트나 모르터로 균일하게 도포하며, 콘크리트 표면에 0.3mm 이하의 미세한 균열이 많이 분포해 있는 경우도 같은 방법으로 도포할 수 있으며, 재료를 기계로 분무하여 도포할 수도 있다. 진행성 균열인 경우 경화 후의 재질이 단단한 폴리머시멘트페이스트나 모르터로 보수할 경우 보수부위에 다시 균열이 발생하므로 균열면을 와이어브러쉬로 완전히 청소한 후 균열선을 중심으로 폭 10~15mm 테이프를 부착하고, 테이프를 중심으로 폭 30~50mm, 두께 2~4mm의 변형성 및 신장성이 큰 실링재를 도포하여 바닥의 변형을 이 테이프 사이에서 흡수할 수 있도록 한다.

▷ 시공순서

- 표면의 부착물을 와이어브러쉬나 물 등을 사용하여 제거
 - 건조시킨 후 표면의 기공을 퍼티상 프라이머로 메움
 - 보수재료로 피복 후 양생
- (피복재의 두께가 얇으므로 사용연수의 경과에 따른 성능저하를 관찰)



【그림 6.1.1】 표면처리공법

나. 수지주입공법

1) 개요

본 공법은 일반적으로 콘크리트 구조물의 응력상 지장이 없는 부분의 균열진행을 방지하고 콘크리트 구조물의 일체화를 도모하기 위하여 균열부에 주로 에폭시계 수지를 채움으로서 수밀성을 크게 하고 콘크리트 및 철근의 열화를 방지하는 효과를 얻기위한 보수공법이다.

2) 재료의 성질

공사에 사용되는 재료는 일반적으로 에폭시 수지계를 사용하며, 감독원의 승인이 없는 것을 사용할 수 없다.

① 사용재료의 품질규격

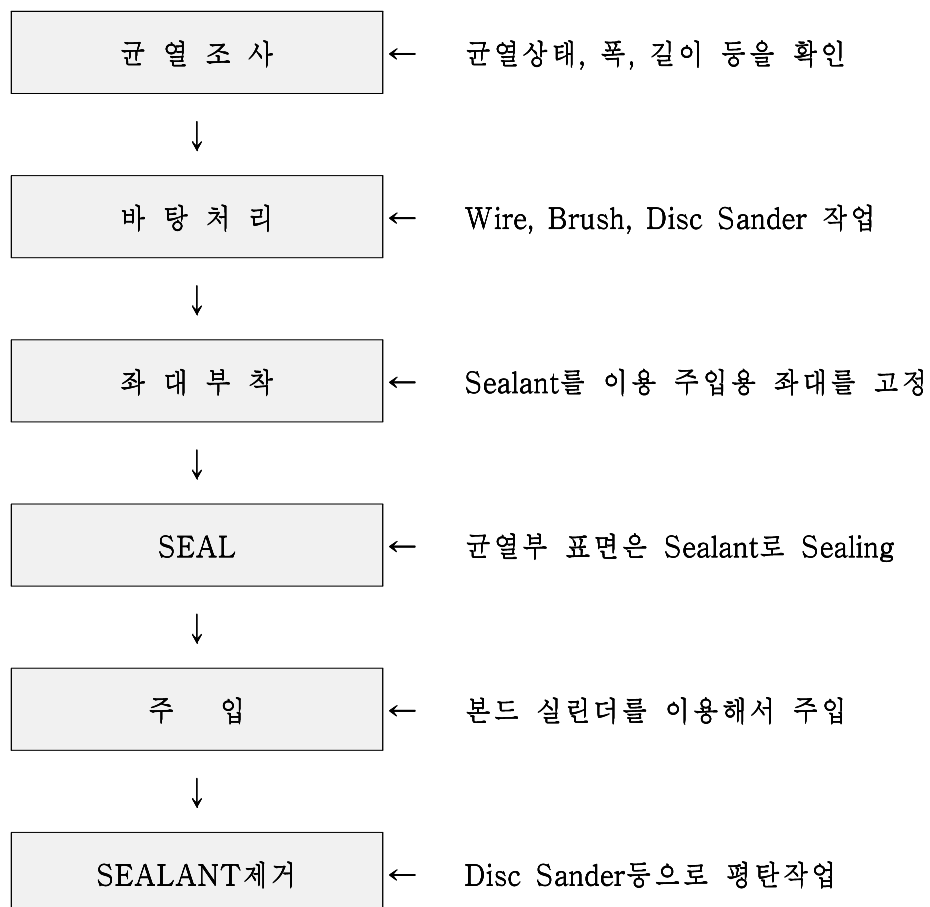
항 목	단 위	시험조건	GROUT (에폭시계 수지)	SEAL (폴리에스터 수지계)
비 중	-	20℃ 7일간	1.15±0.05	1.70±0.10
점 도	Cp	20℃	500±200	(PUTTY상)
압축항복강도	kgf/cm ²	20℃ 7일간	500이상	400이상
압축탄성계수	kgf/cm ²	20℃ 7일간	1.0×10 ⁴ 이상	2.0×10.4이상
접착강도	kgf/cm ²	20℃ 7일간	100이상	100이상

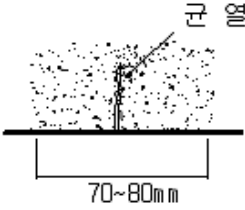
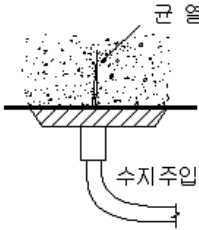
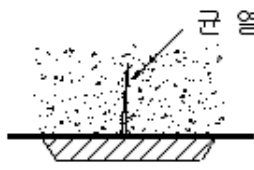
② 주입용 수지의 재료성질

- 장시간 보관해도 재료성질의 변화가 적을것
- 균열폭의 크기에 따라 점도의 조종이 용이해야 하고 세부균열까지 주입이 가능해야 한다.
- 균열의 처리방법, 혼합, 주입 등의 조건변화에 대해 품질의 영향이 적을 것
- 사용할 때의 기온에 대해 사용가능 시간을 용이하게 조절할 수 있을 것
- 주입 후 상온에서 경화될 수 있을 것
- 인장강도, 휨강도, 압축강도, 탄성계수 등의 기계적 성질이 좋고 콘크리트와 함께 안정된 재료일 것
- 콘크리트 속의 알칼리와 수분에 대한 저항성이 좋아야 하며, 내후성 및 화학적으로 안정된 재료일 것

3) 시공시 일반사항 및 시공순서

- ① 시공시 기온은 일반적으로 10~30℃, 콘크리트 균열개소의 표면온도는 10℃를 표준으로 하며 기온의 차가 심한 경우는 기온의 변화에 대응하는 에폭시계 수지의 성상을 조사하고, 겨울철 시공시는 가열 양생 등의 조치를 취한다.
- ② 에폭시계 수지는 사용에 앞서 현장에서 시공시의 기온에 대응하는 사용 가능 시간을 다시 시험에 의하여 구하고 사용하는 에폭시계 수지는 적당한 롯트마다 발취시험을 실시, 품질을 확인한다.
- ③ 에폭시계 수지는 항상 함냉소에 밀봉 보관하고 제조 후 6개월이 경과한 것에 대해서는 다시 시험품질의 변질여부를 확인한다.
- ④ 작업은 통풍이 잘되는 장소에서 실시하고 위생 및 화재 보안상에 대해 주의하여야 한다.
- ⑤ 균열주입시 면처리는 균열면에 연해 7~8cm 폭을 와이어 브러시, 샌드페이퍼 등으로 청소한다.
- ⑥ 불량 콘크리트 부분은 망치 등으로 주의하여 정상인 콘크리트가 노출될 때까지 깨내고 퍼티용 에폭시계 수지로 메우며, 균열 내부는 콤프레서 등의 압축공기로 불어 청소 건조시킨다.



1. 바탕처리 	2. 시일작업 및 주입파이프설치 
3. 수지주입 	4. 주입파이프 철거 및 표면마무리 

다. 충전공법

1) 용도 및 목적

이 공법은 표면처리만으로는 불충분한 경우에 이용되는 공법으로 균열면 주위의 콘크리트를 V 또는 U자형으로 커트하여 충전시키는 충전공법의 일종이라 할 수 있다.

동 공법은 통상 0.5mm 이상의 비교적 큰 균열에 적용하며, 주입공법과 같이 에폭시계 수지의 강도는 높아도 탄성계수가 낮기 때문에 완전히 구조물의 일체화를 도모하기 어렵고 인장응력이 작용하는 부분의 보수에는 피하는 것이 좋다.

2) 설계 및 시공방법

① 사용재료

결합부의 크기, 깊이, 면적등에 따라 퍼티 형태의 에폭시 수지나 레진콘크리트, 시멘트 모르타르 콘크리트 등이 사용된다. 에폭시 수지는 주입공법에서 설명하였으므로 생략하기로 한다.

i) 레진콘크리트 (Resin Concrete)

결합재로서 시멘트 대신에 합성수지를 쓰는 콘크리트가 레진콘크리트로서 장점으로는 부착성, 내약품성, 내동결 융해성 등이 우수하고 경화시간을 폭넓게 조절할 수가 있고, 단기간에 소요강도를 얻을 수 있으나 단점으로는 내화성, 내열성이 약하고 고가이다. 이런 특성을 충분히 살려 활용하면 유력한 보수재료가 될 수 있다. 현재 사용되는 레진콘크리트에는 에폭시 수지나 폴리에스테르 수지가 사용되는데, 이것에 미립의 충전재(중탄산칼슘, 미립 실리카)나 세골재, 조골재 등을 첨가하여 사용하고 경화시간을 조절할 수 있도록 경화제 및 그의 혼합율을 적절히 조절하여 사용할 수 있다.

ii) 콘크리트용 혼화재료

시멘트 그라우트, 모르타르, 콘크리트 등에 사용되는 AE제, 감수제, 경화촉진제, 급결제 등을 사용하는 것은 일반공사와 동일하나 보수 즉 비수축성이 중요한 부분에는 각종 수축 감소제와 팽창성 혼화제가 주로 사용되고 있다. 또한 제조시 미리 첨가된 시멘트계 비수축성재 등도 유용하게 사용될 수 있다.

iii) 골재

일반 공사용 콘크리트 골재와 별로 틀린 것은 없으며 때때로 인공경량 골재가 쓰이는 경우가 있다.

또한 상기에서 언급한 레진콘크리트용의 골재는 자갈, 모래, 규사, 안산암, 석회암의 쇄석 등이 쓰이며 입경은 20mm이하, 잔골재인 경우는 5mm이하가 일반적으로 사용되고 있다. 레진 콘크리트용 골재로서 사용되는 성질은 다음과 같다.

- 강도가 클 것
- 수분이 거의 없을 것.
- 수지의 경화반응을 저해하는 불순물을 함유하지 말것.
- 공극율이 적도록 입자의 크기가 알맞고 입도분포가 좋은 것을 사용할 것.

② 시공시의 주의점

주입 공법에서 설명한 것 다음에 같은 것을 들 수 있다.

- i) 위를 쳐다보는 자세로 일정한 두께의 면적을 퍼티로 채우는 경우는 1회의 시공두께를 적게 하고 어느정도 경화하여 1층의 표면에 끈기가 남아 있는 동안에 2층을 겹쳐 소정 두께로 마무리 한다. 또 시공시의 온도에 있어서는 시공 가능 여부를 사전시험등으로 확인하여 둘 필요가 있다.
- ii) 비교적 적은 균열의 경우는 여러 층으로 나누어 시공할 필요가 있다.
- iii) 빔 등의 모서리를 채우는 경우는 적당한 거꾸집을 사용한다.

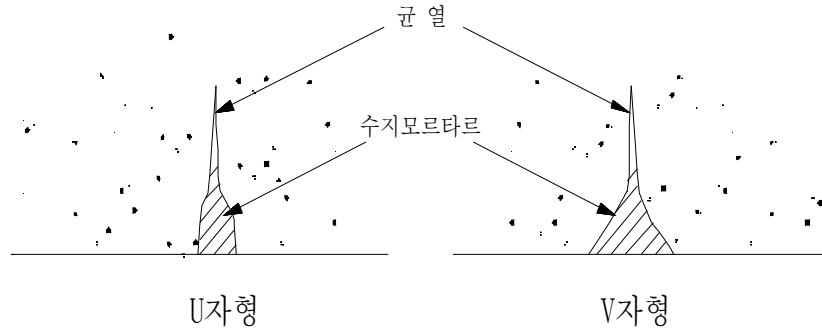
③ 시공 순서

- i) 커트 범위를 확인한 후 마크를 한다.
- ii) 균열에 따라 전동커터로 U자형으로 커트한다. 절삭단면은 폭 10~50mm, 깊이는 10~50mm로 한다.
- iii) 커트한 부분은 블로어로 청소한다.
- iv) 피착체면을 건조시킨후 전용 프라이머를 도포한다.
- v) 시일재를 소정의 배합비로 혼합, 교반한다.
- vi) 프라이머 건조 후 혼합한 시일재를 코킹재에 충전하고, 피착체면에 공극이 남지 않도록 코킹건으로 충전한다.
- vii) 시일재의 표면을 주걱으로 충분히 눌러서 평활하게 마무리한다.

viii) 시일재가 경화할 때까지 양생한다.

ix) 시일재의 경화 후 오염 등을 주걱, 신나, 샌더 등으로 제거하고 청소한다.

④ 개 요 도



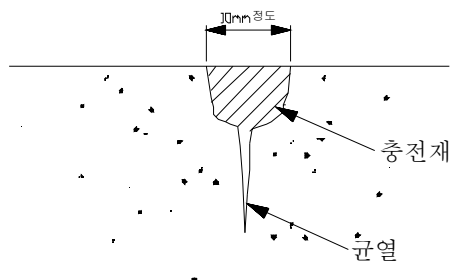
퍼티공법 (충전공법)

⑤ 공 정 도

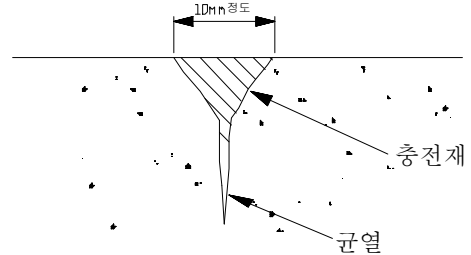
i) 철근이 부식되지 않은 경우

순서	점검 내용	공 정	시 공 순 서	기 자 재
①	마킹	균열 조사	균열을 스케일로 확인	균열 스케일 초크
②	폭, 깊이 확인	U 및 V커트	전동커터로 실시	전동커터
③		청소	커트 주변 청소	와이어브러시등
④		프라이머 도포	솔 등으로 프라이머를 도포	솔
⑤	필요시	백업재 삽입		
⑥		충전재 충전	시일 작업	주입 펌프
⑦	평탄성 확인	양생		
⑧		종료		

철근이 부식되지 않은 경우 퍼티공법

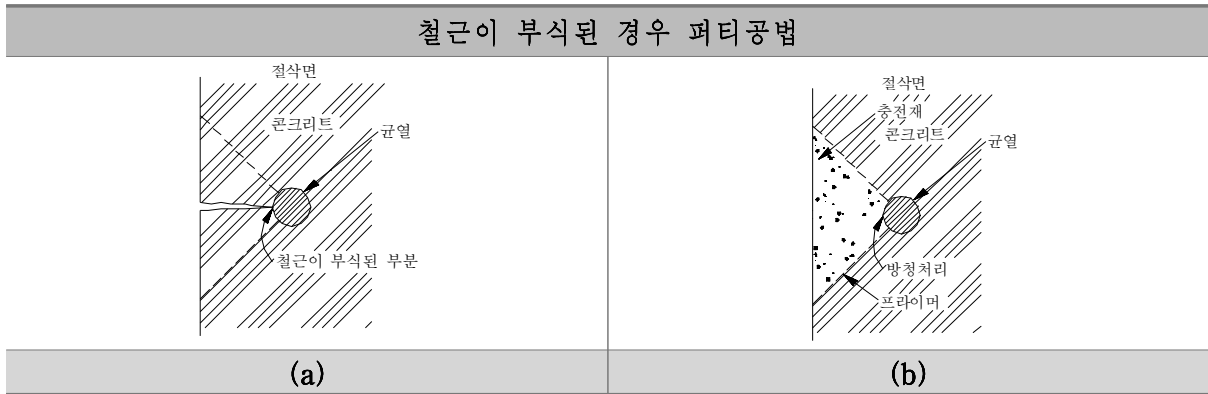


(a) U 자형



(b) V 자형

ii) 철근이 부식된 경우



다. 백태 보수공법

콘크리트 표면에 백태가 발생하면 미관상의 문제뿐만 아니라 콘크리트의 열화를 가속시켜 내구성을 저하시키므로 콘크리트 고압세척을 통하여 표면처리 후 표면강화제를 도포하여 도포하여 백태로 인한 콘크리트의 열화를 방지하는 공법이다.

단 균열로 인한 백태의 경우에는 균열보수와 병행하여 실시한다.

▷ 시공순서

- 콘크리트의 백태 부분을 그라인더 등을 이용하여 표면 처리
- 표면처리 후 고압살수기 등을 이용하여 표면 고압세척
- 바탕조정후 표면강화제와 표면보호재 도포

콘크리트의 박락, 파손 및 골재분리 등은 부재의 단면감소와 철근의 노출 및 녹이 발생되는 원인이 되어 부재의 내하력과 콘크리트의 내구성을 저하시킨다.

따라서 콘크리트의 박락, 파손 및 골재분리 등은 변형이 발생 즉시 보수하는 것이 바람직하며, 콘크리트 부재의 손상깊이 및 정도에 따라 다음과 같은 보수공법이 있다.

라. 콘크리트 단면보수공법

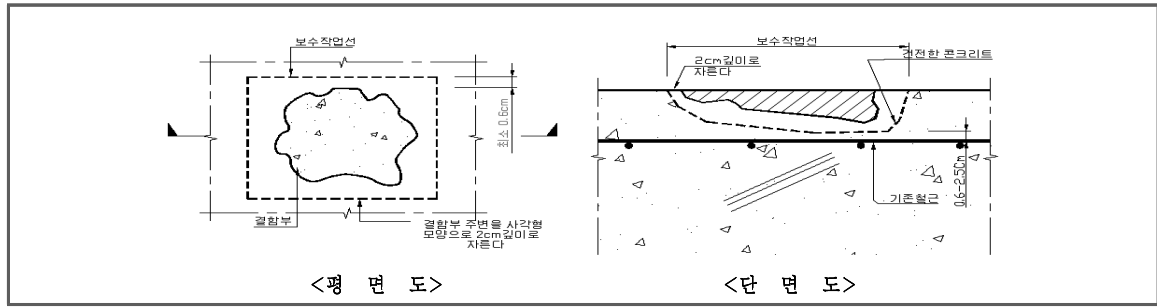
콘크리트 부재의 손상(박리, 재료분리, 박락, 철근노출 등)의 깊이 및 정도에 따라 다음과 같이 보수·보강 공법이 있다.

1) 얇은 보수 (Shallow Repairs)

얇은 보수는 콘크리트 손상 깊이가 얇고 철근이 노출되지 않는 경우에 적용된다. 손상 콘크리트는 직사각형이나 정사각형으로 2cm정도 깊이까지 철근 덮개를 제거하고 압축공기해머나 수압분쇄기로 제거하며, 콘크리트의 제거(Saw cutting)시 철근에 손상을 입혀서는 안 된다.

▷ 시공순서

- | | |
|----------------------|--------------------|
| ① 손상 콘크리트 표면 청소 및 정리 | ② 신구콘크리트 접착제 바르기 |
| ③ 몰탈 채우기 | ④ 중성화 방지재 및 방수재 도포 |



【그림 6.1.2】 콘크리트 부재의 얇은 보수

2) 깊은 보수(Deep Repairs)

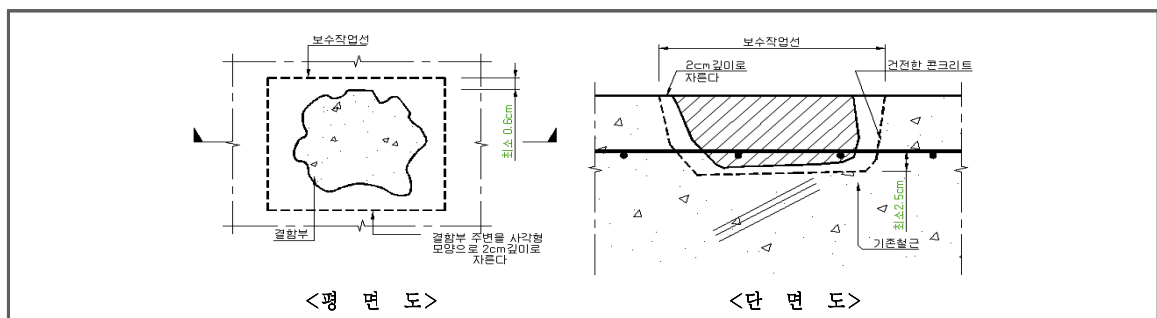
깊은 보수는 손상 깊이가 철근피복두께보다 더 깊을 때 적용된다. 손상 콘크리트는 얇은 보수에서처럼 제거하지만 철근은 완전히 노출시키며, 콘크리트의 제거시 철근에 손상을 입혀서는 안 된다.

철근 안쪽 콘크리트를 2.5cm정도 깊이까지 제거하고 철근은 샌드블라스팅이나 수압분쇄기로 완전히 청소하며, 만일 중앙부의 철근에 단면손실이 있다면 보강철근으로 보강하고 철근에는 방청도료를 칠하여 방식효과를 높이도록 한다.

▷ 시공순서

- 손상 콘크리트 표면 청소 및 정리
- 철근 단면손실시 철근 보강 및 방청도료 칠하기
- 신구콘크리트 접착제 바르기
- 몰탈 채우기
- 중성화 방지재 및 방수재 도포

또한 신구 콘크리트 이음면에서 접착이 불량할 경우는 예폭시 콘크리트가 양생된 후 이음면에 균열 보수에서와 같은 주입공법을 시행한다.



【그림 6.1.3】 콘크리트 부재의 깊은 보수

3) 단면보수공법의 사용재료 선정

정수장, 가압장 등은 용수를 공급해야 하므로 보수공사를 할 수 있는 시간이 짧고 보수면이 주로 벽체 또는 천장에 집중되어 있다. 따라서 이런 현장여건을 만족할 수 있는 보수재료를 선정하는 것이 필요하다.

단면보수공법 적용부위가 벽체 등에 집중되어 있어 경화시간이 비교적 긴 에폭시모르터 사용시 흘러내림, 바탕과 분리 등이 발생되어 양생에 어려움이 예상되며 양생기간 또한 많이 필요하다. 무수축모르터는 바탕과의 접착이 양호하고 공사비가 저렴하나 인력시공해야 하므로 공기가 길다. 따라서 본 현장의 짧은 공사가능시간을 감안할 때, 기계화된 스프레이 공법이 적절한 것으로 판단된다. 스프레이 공법중 강도가 높아 제반 모르터 성질이 양호하고 바탕과의 접착이 양호하며 공사비나 공기가 적은 폴리머모르터를 사용할 수 있다. 이들 공법을 비교하면 다음과 같다.

구 분	에폭시모르터 공법	무수축모르터 공법	폴리머모르터 공법
공 개 요	손상부위를 치핑 후 에폭시모르터를 흑손등으로 수차레에 걸쳐 도포	손상부위를 치핑 후 무수축모르터를 흑손등으로 수차레에 걸쳐 도포	손상부위를 치핑 후 폴리머모르터를 스프레이로 수차레에 걸쳐 도포
장 점	·부분적 방수기능이 있음.	·바탕과의 접착이 양호 (벽체, 기둥) ·공사비가 비교적 저렴	·바탕과의 접착이 양호하고 여타 모르터보다 강도, 내염성 등 품질이 양호 ·기계화시공으로 공사비가 저렴 ·공사기간이 짧다.
단 점	·양생기간이 길다. ·바탕과의 분리예상 ·공사비가 많다.	·공사기간이 길다.	·리바운드량이 일부 발생

6.2 유지관리방안

6.2.1 개 요

본 유지관리방안은 “시설물의 안전관리에 관한 특별법” 규정에 따라 고시된 안전점검 및 정밀안전진단지침과 관련하여 본 교량에 관한 상세한 유지관리지침을 제시하여 과학적이고 체계적인 유지관리를 도모함에 있다.

교량의 유지관리는 교량의 기능과 사용재료의 성능저하 등을 신속 정확히 조사, 측정, 평가하여 이에 대한 적절한 조치를 취함으로써 사용자의 안전과 원활한 교통흐름을 확보함과 동시에 향후 교량 유지관리에 필요한 자료를 얻는 것을 목적으로 실시하며, 세부 목적은 다음과 같다.

- 안전성을 확보하고, 설계목적에 부합되도록 한다.
- 구조물의 상태를 체계적이고, 주기적으로 기록한다.
- 손상을 조기에 발견하고, 향후 발생될 손상을 예측한다.
- 보수·보강 및 개축 등 의사결정에 필요한 자료를 제공한다.
- 점검결과의 전산관리 등을 통해 합리적인 유지관리 계획을 수립하여, 예산의 최적 분배가 가능하게 한다.
- 축적된 점검결과 분석을 통해 향후 설계, 시공될 구조물의 개선을 기대한다.

위와 같은 목적에서 구조물의 유지관리는 초기점검을 통하여 조사되고 분석된 내용을 근거로 주요유지관리 항목을 제시하고자 한다.

6.2.2 유지관리 목적

유지관리에는 사후 유지관리와 예방 유지관리로 분류할 수 있다. 사후 유지관리는 문제가 발생된 후 보수 또는 보강하는 방식이고 예방 유지관리는 문제 발생의 징후 또는 그 원인을 사전에 발견해 적절한 조치를 취함으로써 문제 발생을 예방하는 방식이다. 과거에는 보통 사후 유지관리가 대부분이었으나, 오늘날은 기술 및 장비의 발달로 예방 유지관리를 지향하고 있으며 유지관리를 통하여 시설물의 안전성 및 사용성 확보뿐만 아니라 다음과 같은 목적을 가지고 있다.

- 시설물의 사용성과 내화성을 가능한 한 연장시킴
- 현재 및 향후 소요된 유지관리 비용은 최소화시킴
- 주어진 예산 범위 내에서 시설물의 사용 수준을 높임
- 시설물 사용자의 안전성을 보장함
- 교통 장애를 최소화 함

6.2.3 유지관리 업무

유지관리업무는 대별하여 아래의 항목에 대하여 대상 구조물을 관리하는 것으로 요약할 수 있다.

가. 자료 관리

자료 관리는 본 구조물에 관련된 설계도서, 구조물 대장, 보수·보강 대장, 사고 이력 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 관련 내용을 전산화하여 데이터 베이스를 구축하여 관리하면 효율적이다. 유지관리시 필요한 관련 자료를 열거하면 다음과 같다.

- 1) 설계도서(종합보고서, 구조계산서, 준공도면, 보수부 상세 도면)
- 2) 공사 내역서 및 시공 시방서
- 3) 사진 자료
- 4) 시험 결과 성적표
- 5) 사고 기록 및 조치 사항
- 6) 시설물 관리 대장(점검 및 진단 이력, 보수·보강 이력)
- 7) 상태 및 안전성 평가 기록

나. 일상관리

일상관리는 구조물의 내구적인 손상을 예방하기 위하여 수행하는 작업을 말하는 것으로 근접점검 및 청소가 대표적인 경우이다. 또한 소모성 물품의 교환, 부착물의 정비 등 간단한 작업이 여기에 포함된다.

다. 점검 및 진단

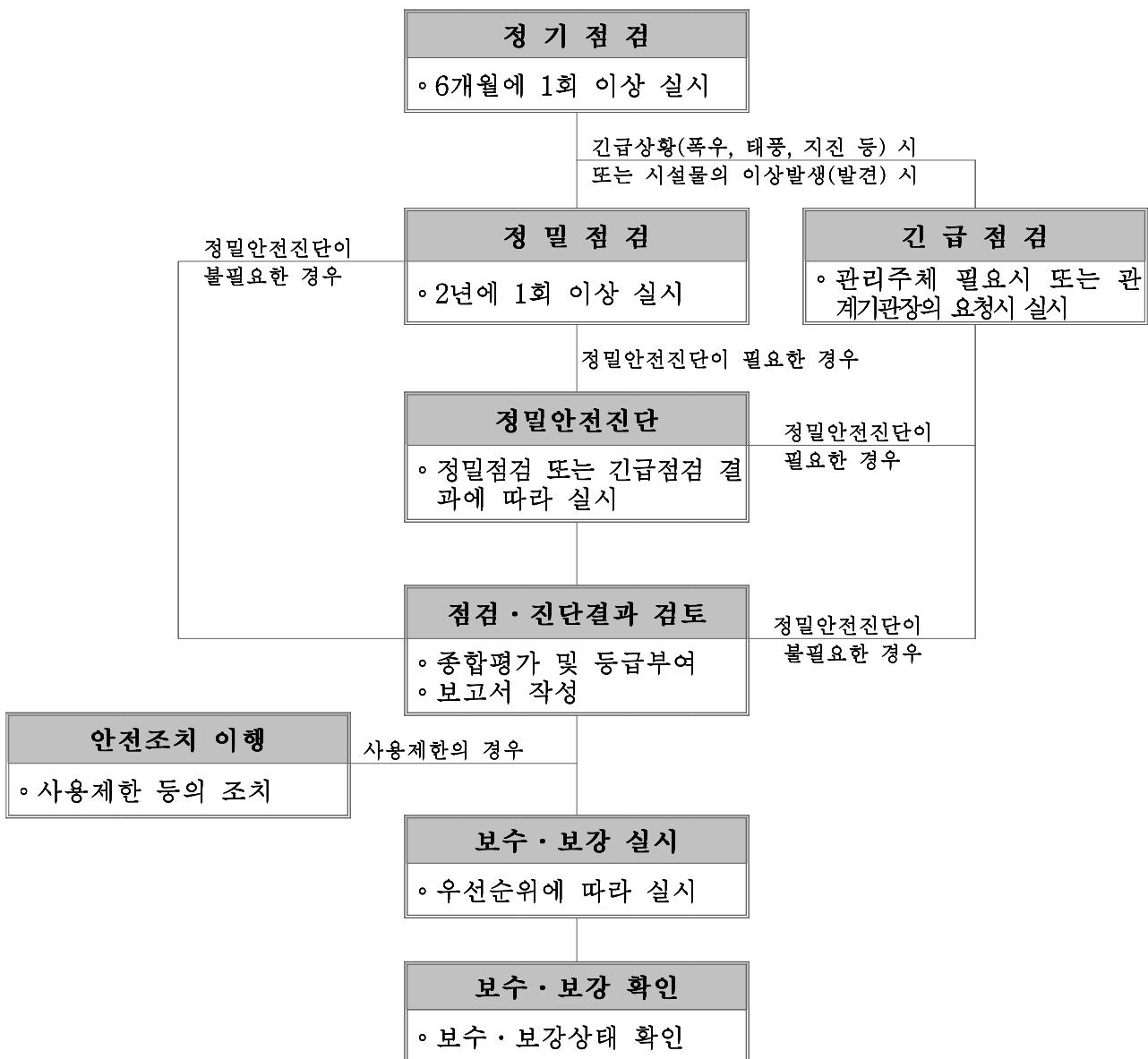
점검은 구조물의 현상을 파악하여 이상 및 손상을 조기에 발견함으로 안전하고 원활한 기능을 확보하고 합리적인 유지관리 자료를 획득하기 위하여 실시한다. 또한 유지관리상 필요한 손상과 이상의 정도를 계속적으로 파악하기 위하여도 점검이 필요하다.

점검은 정기점검, 정밀점검(초기점검 포함), 긴급점검으로 나누며, 점검의 결과 이상의 정도가 심하거나 보수·보강에 대한 필요성이 있는 경우에는 추적 조사나 상세 조사를 실시한다. 또한 위의 조사를 통하여 유지관리 담당자가 구조물에 대한 전문적인 조사가 필요하다고 판단할 때에는 전문가에 의한 안전 진단을 실시한다.

라. 보수 및 보강

점검이나 진단을 통하여 손상 또는 결함을 발견하였을 때는 정밀 안전 진단을 실시하여 손상의 원인을 정확히 파악하고 보수·보강 또는 신설이나 교체를 시행하여야 한다. 보수란 손상된 부위를 고쳐서 원래의 기능으로 회복시키는 작업을 의미하며, 보강은 현 상태의 손상 방지하는 물론 구조적 내하력 및 하중 전달 기능을 현 상태 이상으로 향상시키는 것을 목적으로 실시하는 작업을 말한다.

6.2.4 유지관리 흐름도



Ⅱ. 교 량 편

01 | 도 개 교

제 1 장 서 언

제 2 장 외 관 조 사

제 3 장 내구성 조사

제 4 장 재 하 시 험

제 5 장 구조안전성 및 내하력평가

제 6 장 종합평가 및 안전성평가

제 7 장 보수 및 유지관리방안

제 8 장 종 합 결 론

제 1 장 서 언

1.1 대상교량의 개요

1.1.1 교량의 현황

본 과업 대상교량의 현황은 다음과 같다.

구 분		내 용	구 분			내 용
교 량 명		도 개 교	준공년도			2017년 06월
관리주체		상주영천고속도로주식회사	설계하중			DB-24, DL-24
종 별		2종	시 공 자			(주)한화건설, (주)삼호
상부 구조	형 식	PnP GIRDER	하부 구조	교	형 식	역T형
	연 장	(40.0+2@45.0)+(3@45.0)+ (3@45.0) = 400.0m		대	기 초	직접기초, 파일기초
	폭	24.640m		교	형 식	T형
	포 장	콘크리트 포장(T=50mm)		각	기 초	직접기초, 파일기초
받침장치		면진 받침	신축이음장치			강 핑거 조인트
콘크리트 설계강도		바닥판 : fck=27.0MPa, PnP GIRDER : fck =40.0 MPa, 교대 : fck = 24.0 MPa, 교각 : fck = 24.0				

1.1.2 교량 전경



내 용

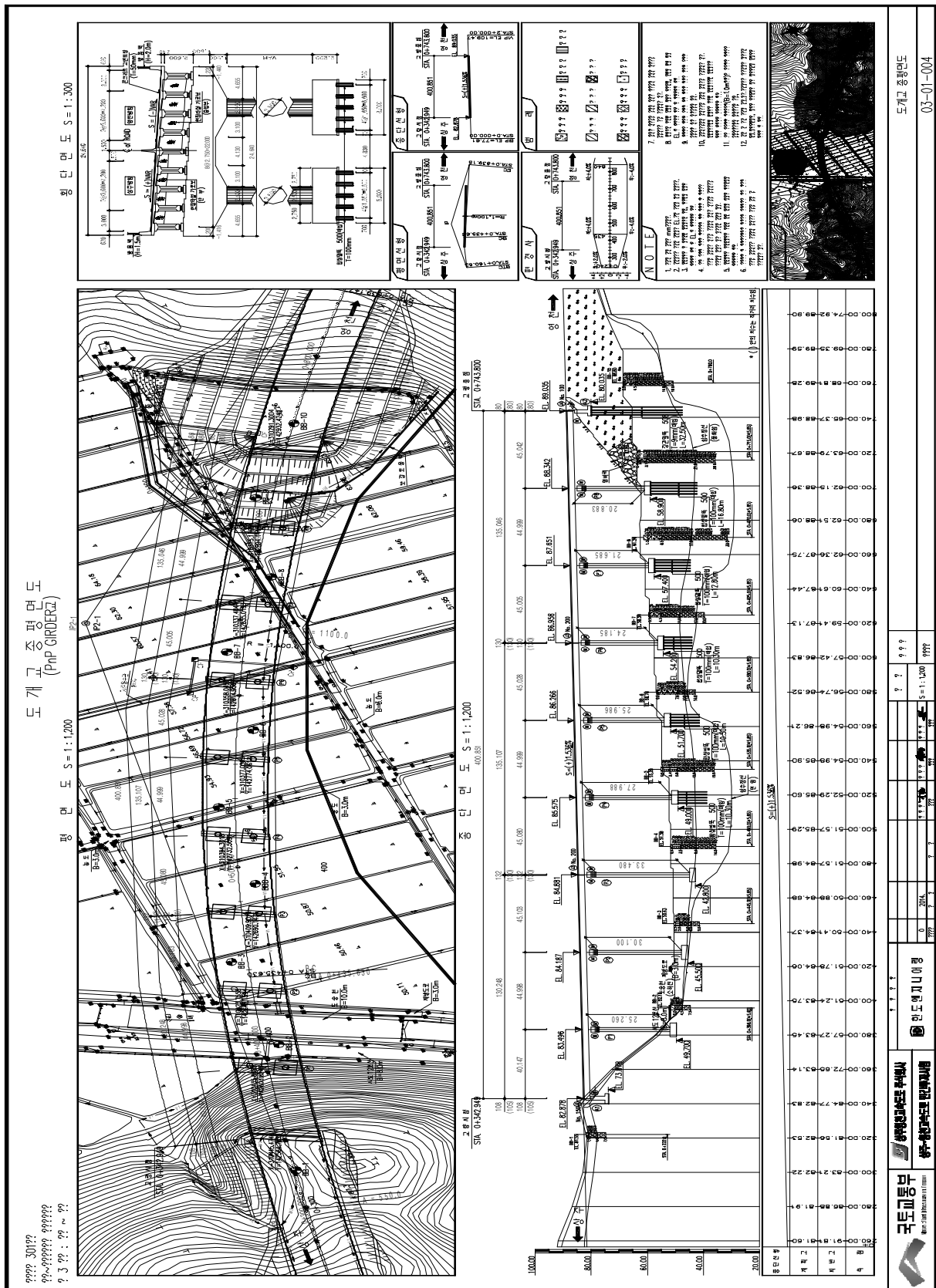
상 부 전 경



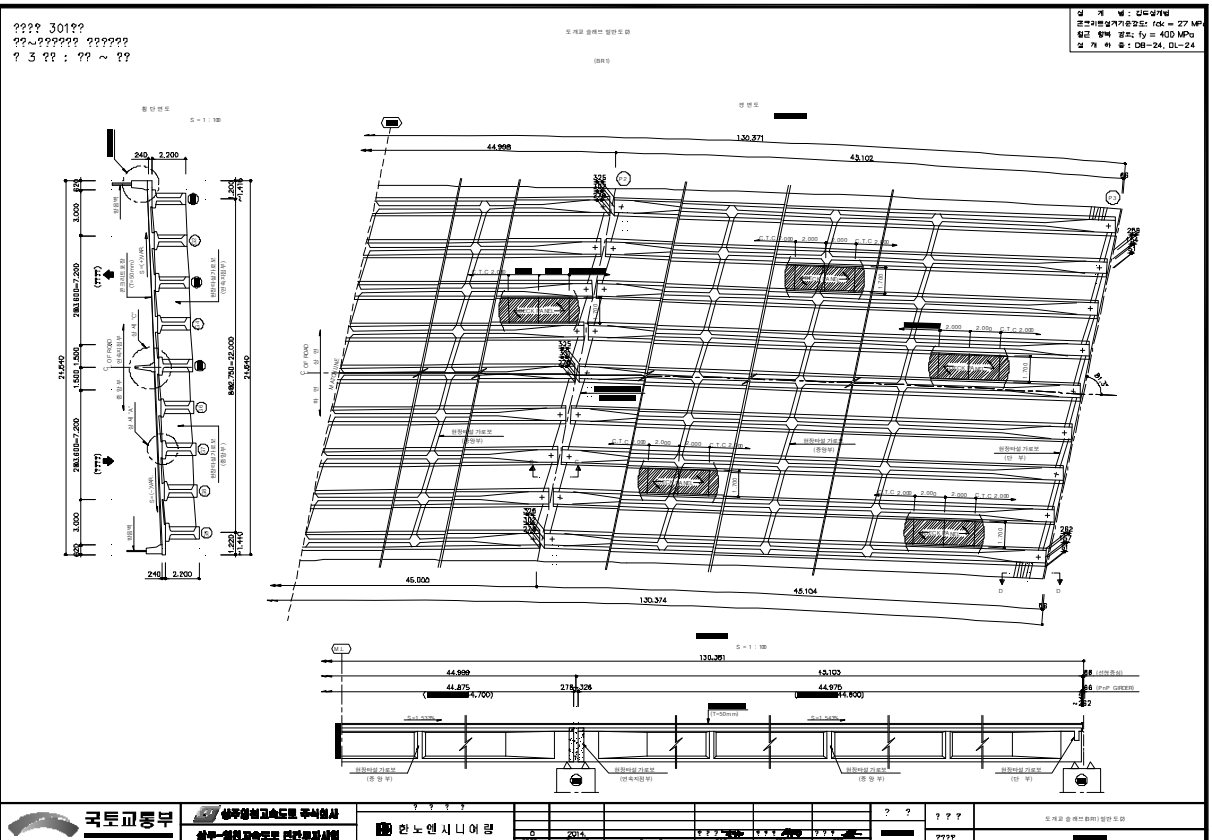
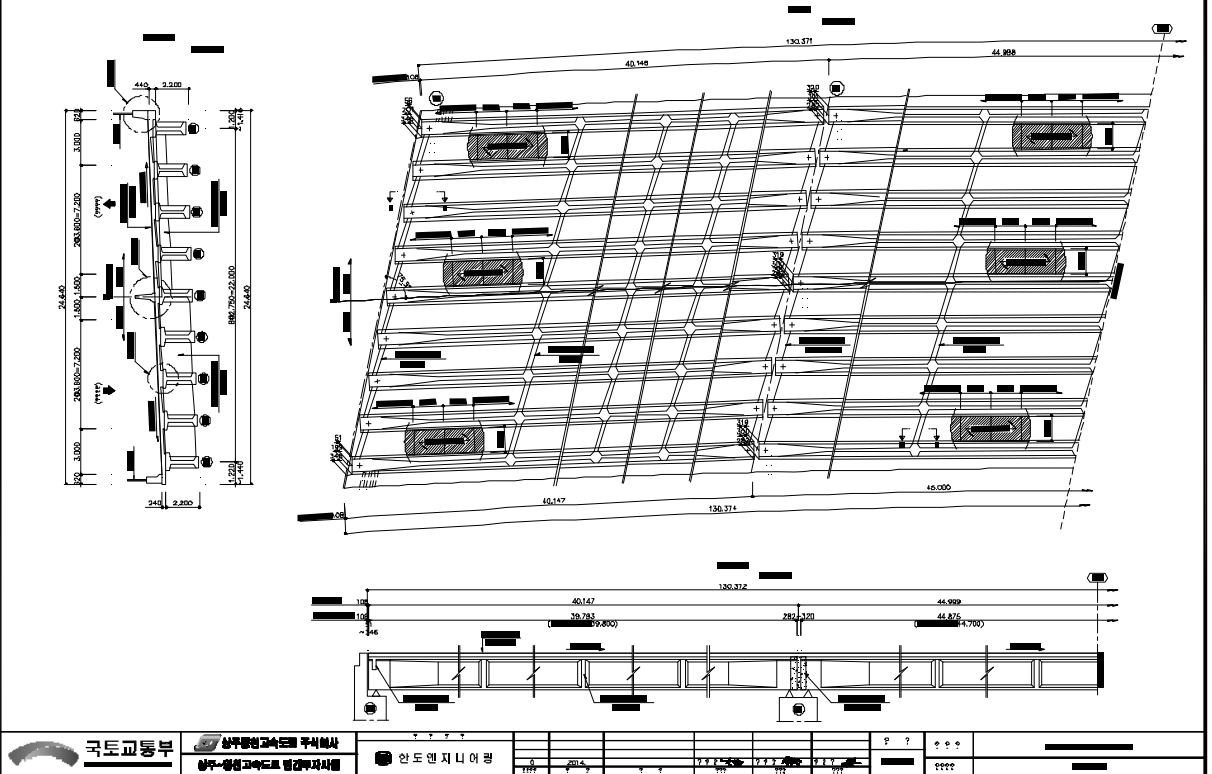
내 용

측 면 전 경

가. 종평면도



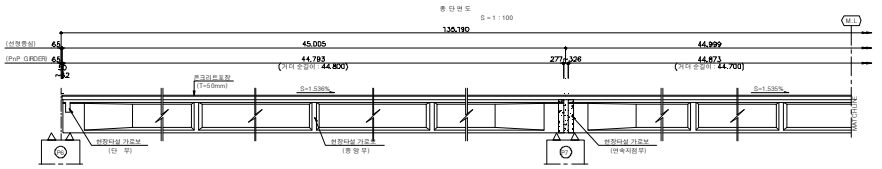
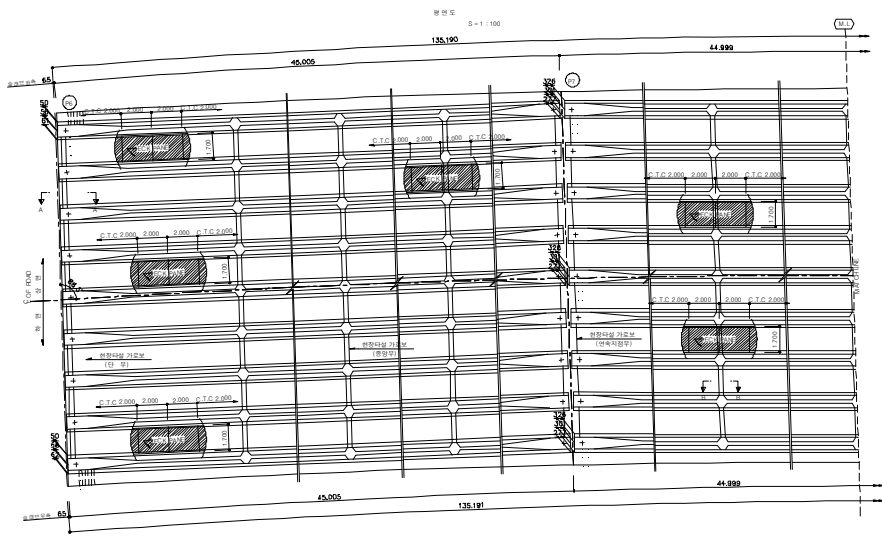
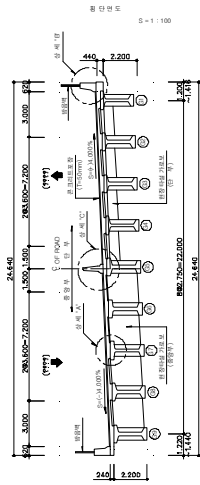
설 계 법 : 강도설계법
콘크리트설계기준값: $f_{ck} = 27 \text{ MPa}$
철근 항복 강도: $f_y = 400 \text{ MPa}$
설 계 하 목 : DB-24, DL-24



???? 301??
??~?????? ????
? 3 ?? : ?? ~ ??

도개교 설계도 일반도 (1)

설 계 법 : 콘크리트
콘크리트강종: 40MPa, fck = 27 MPa
설 계 법 : 강도: fy = 400 MPa
설 계 법 : DB-24, DL-24

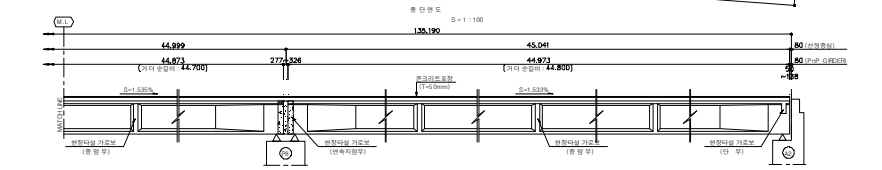
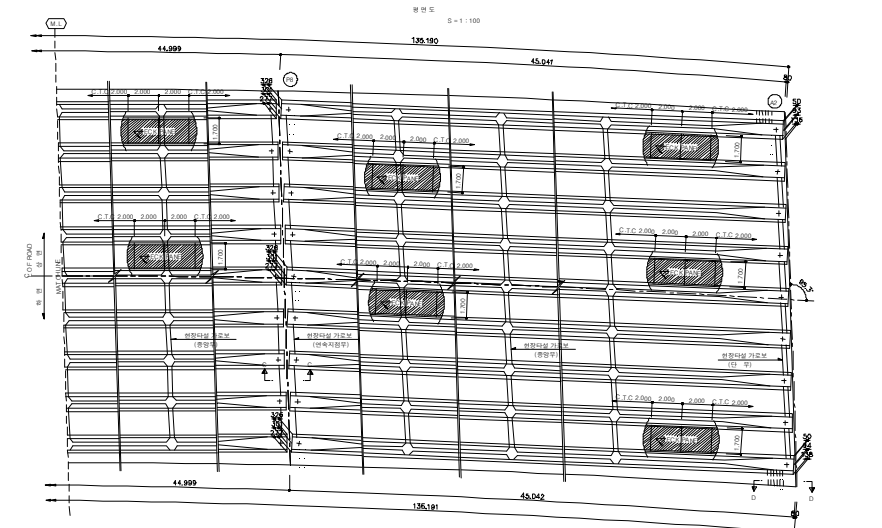
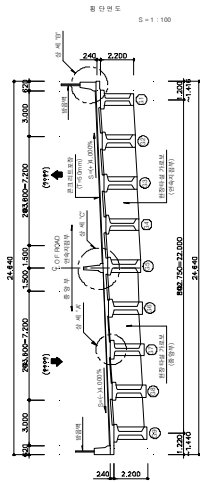


국토교통부	상무교통고속도로 주식회사	안도엔지니어링	도개교 설계도 일반도 (1)
상무-영천고속도로 민간투자사업	2014	도개교 설계도 일반도 (1)	도개교 설계도 일반도 (1)

???? 301??
??~?????? ????
? 3 ?? : ?? ~ ??

도개교 설계도 일반도 (1)

설 계 법 : 콘크리트
콘크리트강종: 40MPa, fck = 27 MPa
설 계 법 : 강도: fy = 400 MPa
설 계 법 : DB-24, DL-24



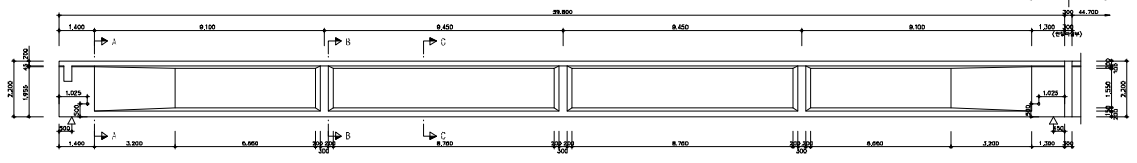
국토교통부	상무교통고속도로 주식회사	안도엔지니어링	도개교 설계도 일반도 (1)
상무-영천고속도로 민간투자사업	2014	도개교 설계도 일반도 (1)	도개교 설계도 일반도 (1)

다. 거더 상세도

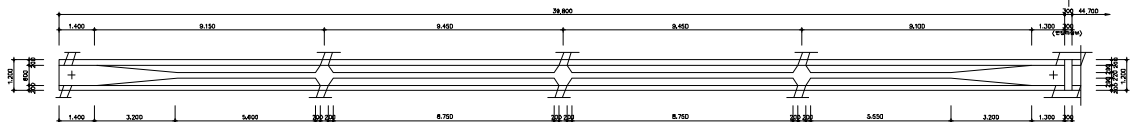
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 3 공구 : 도계 ~ 소보

PnP Girder 일반도 (L=40.0M, 연속교-축경간부)

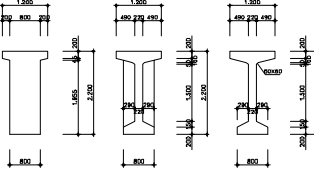
정면도
S=1:60



평면도
S=1:60



단면 A-A S=1:40 단면 B-B S=1:40 단면 C-C S=1:40



PnP GIRDER

구분	단위	수량	비고
콘크리트	40MPa	42.919	단면적
방벽 기둥	T-400A	252.839	단면적
방수층	13T-15.2mm (14)	118.582	단면적
그라우팅물	13T-15.2mm (24)	39.403	단면적
PS 양재	13T-15.2mm (14)	1.826	단면적
PS 양재	13T-15.2mm (24)	0.676	단면적
SHAFT	13T-15.2mm (14)	118.582	단면적
SHAFT	13T-15.2mm (24)	39.403	단면적
SHAFT	13T-15.2mm (14)	1	단면적
SHAFT	13T-15.2mm (24)	2	단면적
SOLE PLATE	700 X 700	4.426	단면적

설계조건

구분	단위	수량	비고
콘크리트	40MPa	42.919	단면적
방벽 기둥	T-400A	252.839	단면적
방수층	13T-15.2mm (14)	118.582	단면적
그라우팅물	13T-15.2mm (24)	39.403	단면적
PS 양재	13T-15.2mm (14)	1.826	단면적
PS 양재	13T-15.2mm (24)	0.676	단면적
SHAFT	13T-15.2mm (14)	118.582	단면적
SHAFT	13T-15.2mm (24)	39.403	단면적
SHAFT	13T-15.2mm (14)	1	단면적
SHAFT	13T-15.2mm (24)	2	단면적
SOLE PLATE	700 X 700	4.426	단면적

NOTE

- 설계에 적용할 규격 및 시공시 주의사항
 - 1) 비틀림 단면적의 1/2
 - 2) Strand의 손상에 방지하기 위하여는 Shear라 불리는 제철재를 사용하여야 한다. (단, 제철재의 용량과 Strand의 용량을 비교하여 결정한다.)
 - 3) Strand의 손상에 방지하기 위하여는 Strand의 손상에 대한 대책을 수립하여야 한다.
- 일반적인 시공시 주의사항
 - 1) 제철재의 손상에 주의하여야 한다.
 - 2) Strand의 손상에 주의하여야 한다.
 - 3) Strand의 손상에 주의하여야 한다.
 - 4) Strand의 손상에 주의하여야 한다.
 - 5) Strand의 손상에 주의하여야 한다.
- PS Strand의 손상에 주의사항
 - 1) Strand의 손상에 주의하여야 한다.
 - 2) Strand의 손상에 주의하여야 한다.
 - 3) Strand의 손상에 주의하여야 한다.

국토교통부

상주영천고속도로 민간투자사업

안도연지니어링

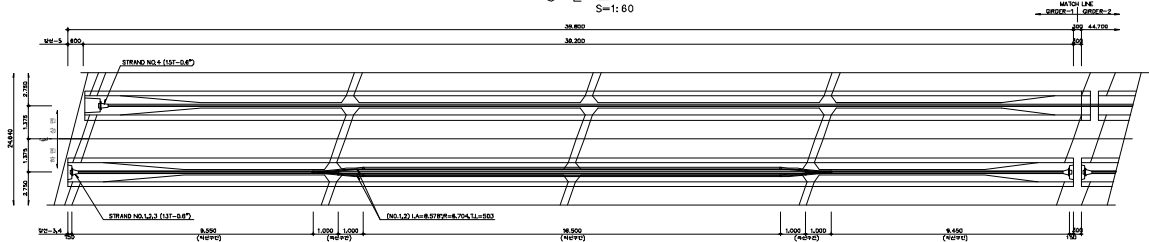
구분

PnP Girder 일반도
03-01-046

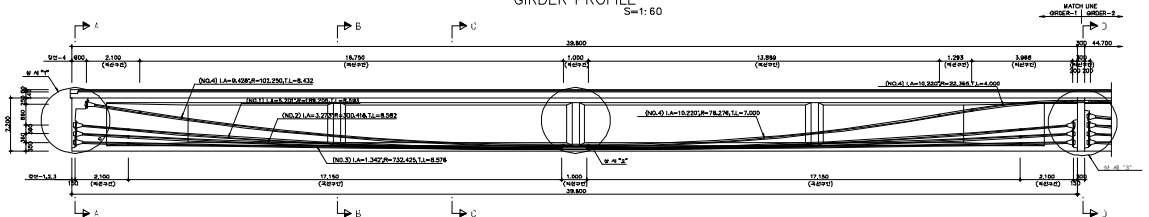
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 3 공구 : 도계 ~ 소보

PnP 거더 강선 PROFILE (1) (L=40.0M, 연속교-축경간부)

정면도
S=1:60



GIRDER PROFILE
S=1:60



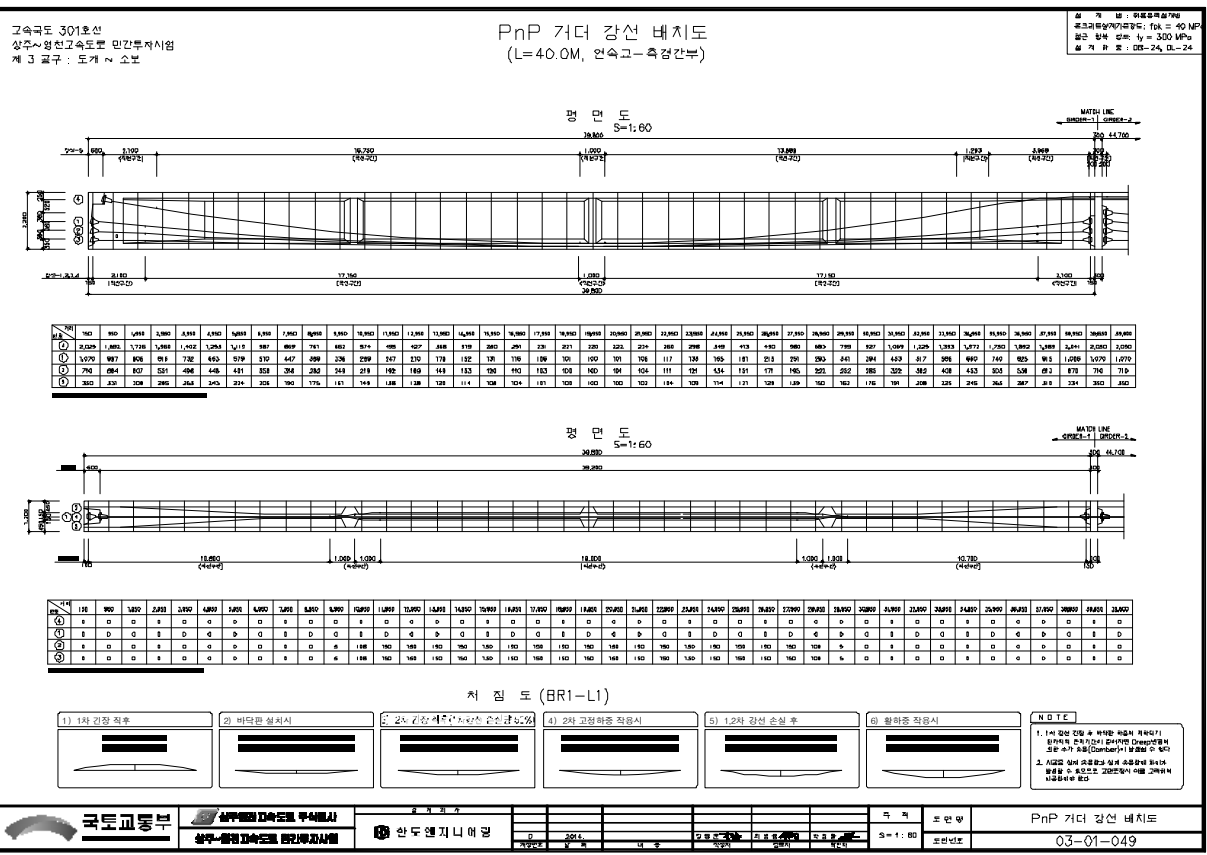
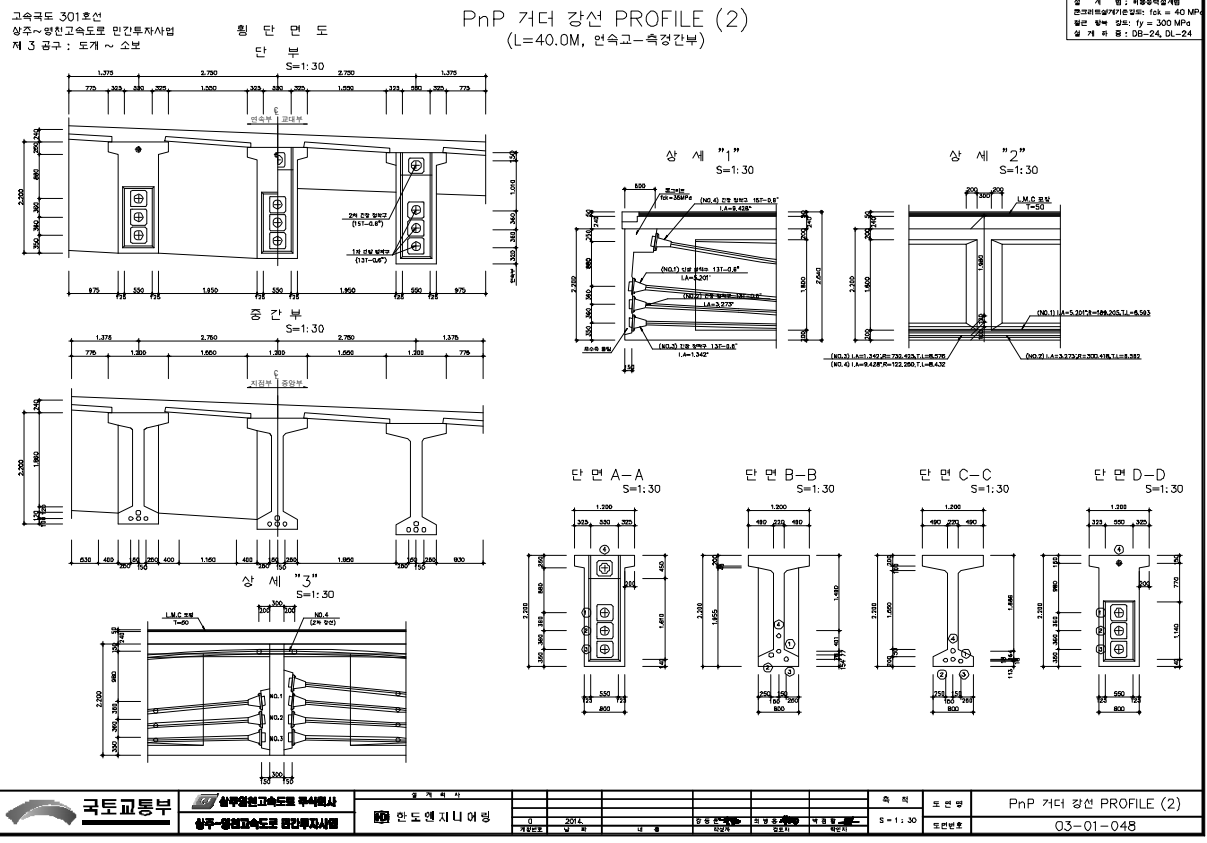
국토교통부

상주영천고속도로 민간투자사업

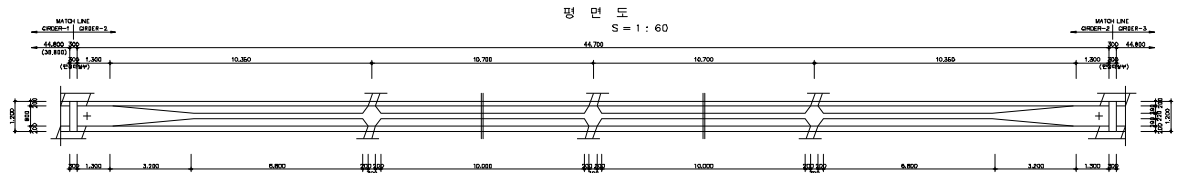
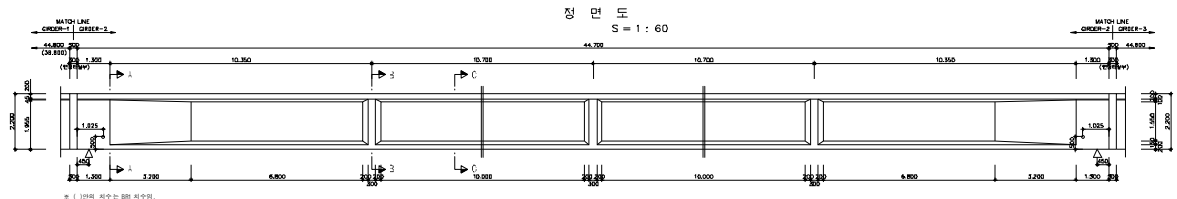
안도연지니어링

구분

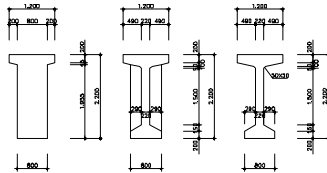
PnP 거더 강선 PROFILE (1)
03-01-047



설 계 법 : 허용응력설계법
콘크리트설계기준강도: $f_{ck} = 40 \text{ MPa}$
철근 항복 강도: $f_y = 300 \text{ MPa}$
설 계 하 중 : DB-24, DL-24



단 면 A-A 단 면 B-B 단 면 C-C
 $S = 1 : 40$ $S = 1 : 40$ $S = 1 : 40$



PnP GIRDER

		[제11호]		
구분	구분	단위	수량	비고
콘크리트	$f_{cm}=40MPa$	m^3	47.492	단가1%
철근 거푸집	$t=4MM$	m^2	282.689	
주철수 몰탈		m^3	0.266	
그리퍼링크	13T- $\phi 15.2mm$ (14)	m	177.770	
	15T- $\phi 15.2mm$ (24)	m	44.854	
	13T- $\phi 15.2mm$ (14)	ton	2.716	단가5%
PS 접착제	15T- $\phi 15.2mm$ (24)	ton	0.741	단가5%
HEATHCON	$\phi 85$ (14)	m	177.770	단가5%
	$\phi 85$ (24)	m	44.854	단가5%
인장시험판	13T- $\phi 15.2mm$ (14)	EA	8	
	15T- $\phi 15.2mm$ (24)	EA	0	
SOLE PLATE	700 X 700	EA	2	
합 계	SD30	개	4.991	단가10%

설 계 조 건

品 名		トランス型 非変圧器(PSCT) 型	
品 番		DB-24, DL-24	
P S C カ ー 変 圧 器	巻 線 材 質	銅線 (純銅線)	IS-44 2型
	絶縁材の質	絶縁紙 (純絶縁紙)	IS-44 2型
	絶縁材の厚	絶縁紙厚 (mm)	絶縁紙厚 (mm)
	絶縁材の厚	絶縁紙厚 (mm)	絶縁紙厚 (mm)
	絶縁材の厚	絶縁紙厚 (mm)	絶縁紙厚 (mm)
P S C 機 関 (SVC-70)	巻 線 材 質	銅線 (純銅線)	IS-44 2型
	絶縁材の質	絶縁紙 (純絶縁紙)	IS-44 2型
	絶縁材の厚	絶縁紙厚 (mm)	絶縁紙厚 (mm)
	絶縁材の厚	絶縁紙厚 (mm)	絶縁紙厚 (mm)
	絶縁材の厚	絶縁紙厚 (mm)	絶縁紙厚 (mm)

NOTE

- [illegible]



만도엔지니어링

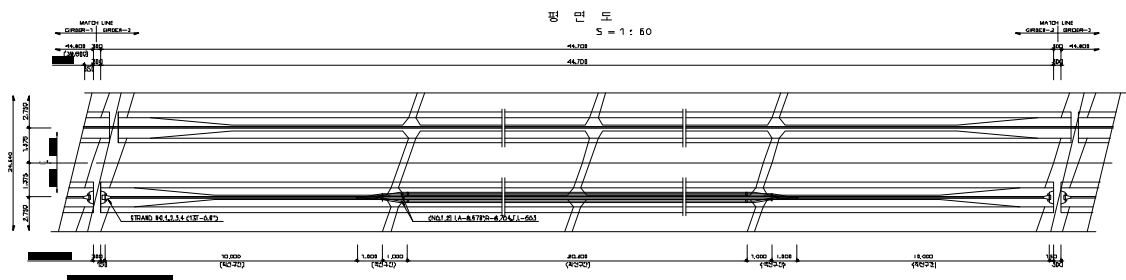
[illegible]

속 칩	도면 명	PnP Girder 일반도
S = 1 : 60	도면번호	03-01-060

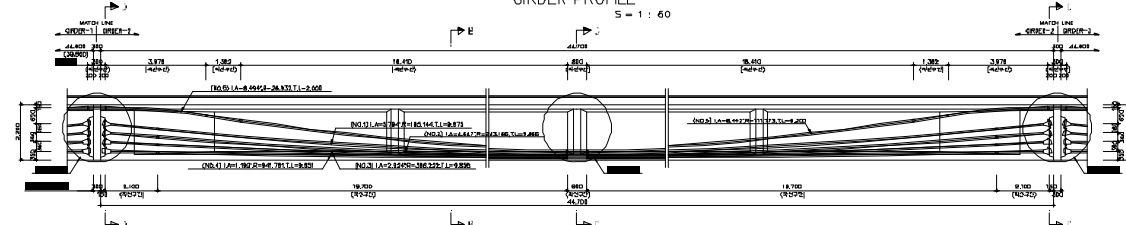
고속국도 301포선
삼주~영천고속도로 민간투자사업
제 3 공구 ; 도계 ~ 소보

PnP 거더 강선 PROFILE (1)
(L=45.0M, 연속교-중앙경간부)

설 계 명 : 하중물적설기립
콘크리트설계기준값: $f_{ck} = 40 \text{ MPa}$
철근 항복 강도: $f_y = 300 \text{ MPa}$
설 계 비 롚 : DB-24, DL-24



GIRDER PROFILE
S = 1 : 60



인도엔지니어링

[illegible]

속 성	조 명 형	PnP 거더 감선 PROFILE {1}
S = 1 : 60	도면번호	03-P1-061

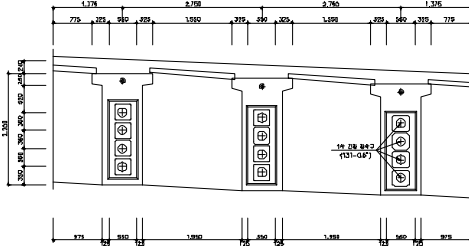
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제3 공구 : 도개 ~ 소분

PnP 거더 강선 PROFILE (2) (L=45.0M, 연속교-중량경간부)

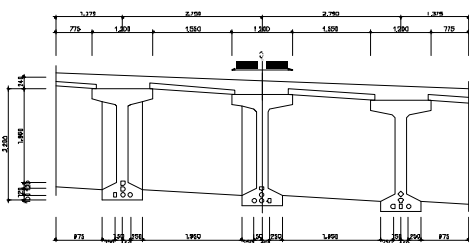
설 계 법 : 허용응력법
콘크리트강재기준 강도: $f_{ck} = 40 \text{ MPa}$
합계 활하중: $f_y = 300 \text{ MPa}$
설 계 하중 : DB-24, DL-24

횡 단 면 도

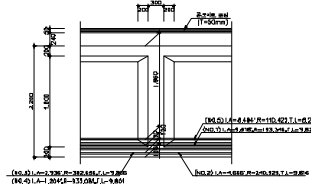
지 점 부
S = 1:30



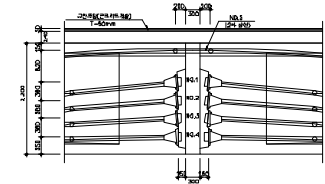
중 간 부
S = 1:30



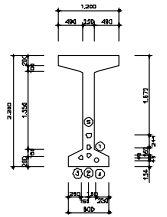
상 세 "2"
S = 1:30



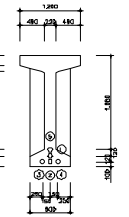
상 세 "3"
S = 1:30



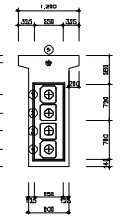
단 면 B-B
S = 1:30



단 면 C-C
S = 1:30



단 면 D-D
S = 1:30



국토교통부

상주영천고속도로 민간투자사업

안도엔지니어링

제 3 공구 : 도개 ~ 소분

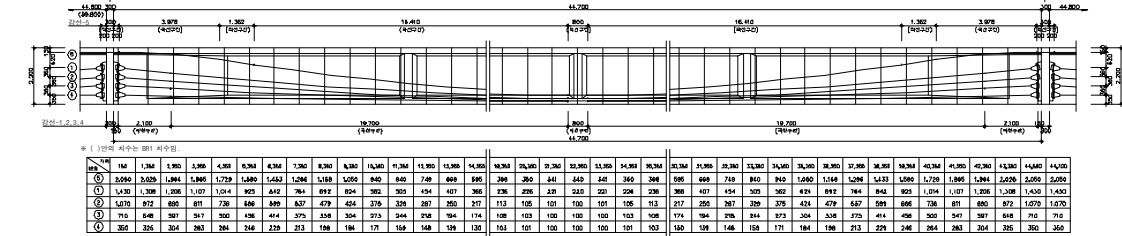
PnP 거더 강선 PROFILE (2)
03-01-062

고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제3 공구 : 도개 ~ 소분

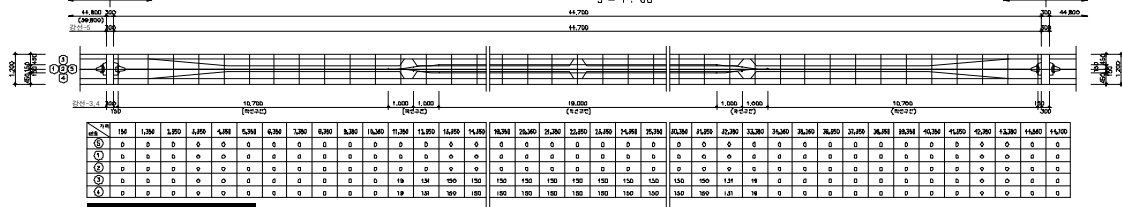
PnP 거더 강선 배치도 (L=45.0M, 연속교-중량경간부)

설 계 법 : 허용응력법
콘크리트강재기준 강도: $f_{ck} = 40 \text{ MPa}$
합계 활하중: $f_y = 300 \text{ MPa}$
설 계 하중 : DB-24, DL-24

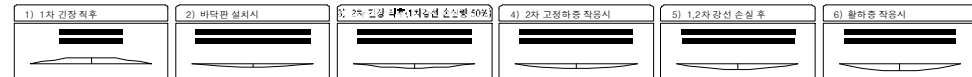
정 면 도
S = 1:60



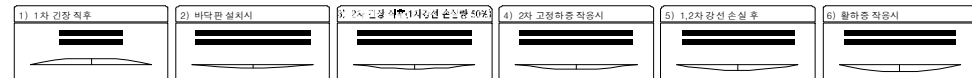
평 면 도
S = 1:60



저 점 도 (BR1-L2)



저 점 도 (BR2,3-L2)



NOTE
1. 1차 강선 도면 후 비단면 설계시
2. 2차 강선 도면 후 비단면 설계시
3. 3차 강선 도면 후 비단면 설계시
4. 4차 강선 도면 후 비단면 설계시
5. 5차 강선 도면 후 비단면 설계시
6. 6차 강선 도면 후 비단면 설계시

국토교통부

상주영천고속도로 민간투자사업

안도엔지니어링

제 3 공구 : 도개 ~ 소분

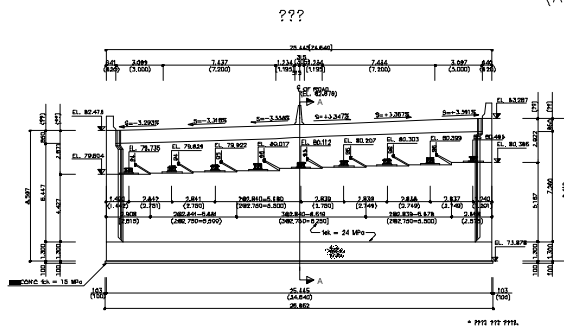
PnP 거더 강선 배치도
03-01-063

라. 교대 일반도

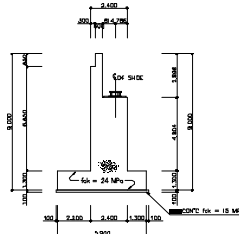
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 3 공구 : 도개 ~ 소보

도개교 교대 일반도 (1)
(A1)

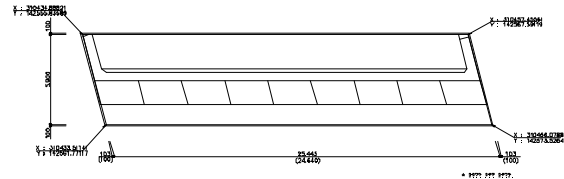
설 계 방 : 양방향차선
콘크리트강재기준단면도: fck = 24 MPa
철근 항복 강도: fy = 300 MPa
설 계 하 중: DB-24, DL-24



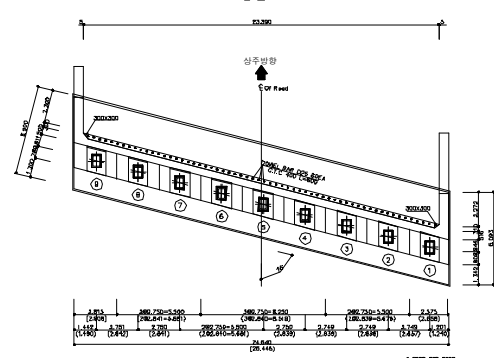
??? A-A



기초 평면도



평면도



연단거리 테이블

구분	도개교 평면도	제상기
방파벽	$S = 300 + 0.5L = 300 + 0.5 \times 46.3 = 432mm$	$S' = 400mm$
연단벽	$N = (200 + 0.47 \times 46.3) \times 71.12 \times 10^{-3} = 620mm$ $L = 30.463, N = 20.718, \text{Thick} = 11$	$N' = 1484mm$

국토교통부

상주영천고속도로 민간투자사업

안도엔지니어링

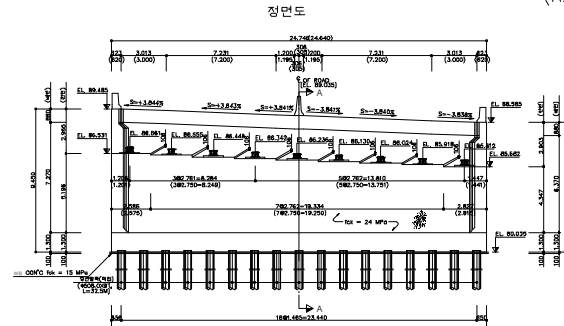
도개교 교대(A1) 일반도 (1)

도면번호 03-01-069

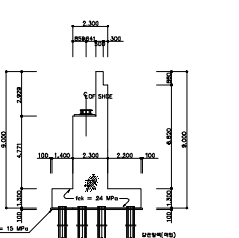
고속국도 301호선
상주~영천고속도로 민간투자사업
제 3 공구 : 도개 ~ 소보

도개교 교대 일반도 (1)
(A2)

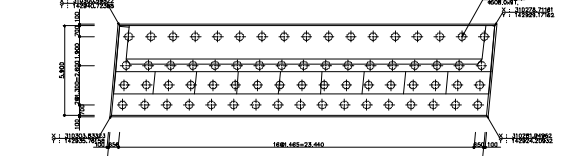
설 계 방 : 양방향차선
콘크리트강재기준단면도: fck = 24 MPa
철근 항복 강도: fy = 300 MPa
설 계 하 중: DB-24, DL-24



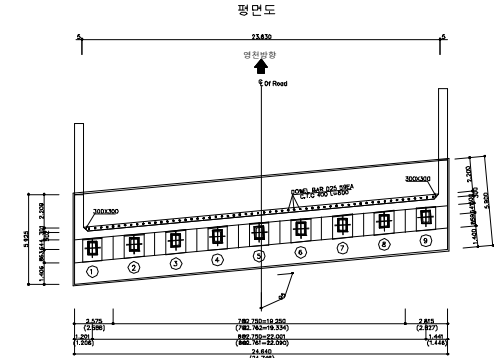
단면도 A-A



기초 평면도



평면도



연단거리 테이블

구분	도개교 평면도	제상기
방파벽	$S = 300 + 0.5L = 300 + 0.5 \times 46.3 = 432mm$	$S' = 400mm$
연단벽	$N = (200 + 0.47 \times 46.3) \times 71.12 \times 10^{-3} = 620mm$ $L = 30.463, N = 20.718, \text{Thick} = 11$	$N' = 1370mm$

말뚝길이 테이블

구분	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1#	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
2#	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
3#	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
4#	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500

국토교통부

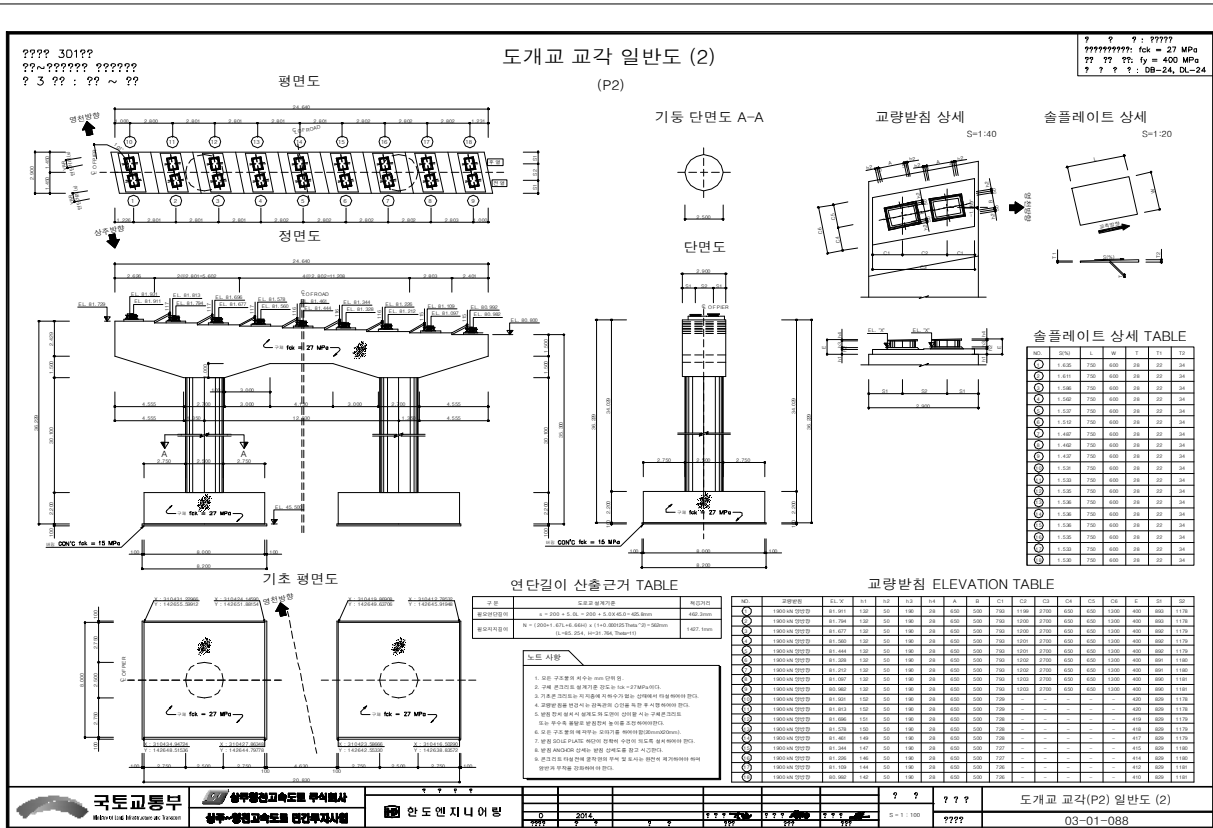
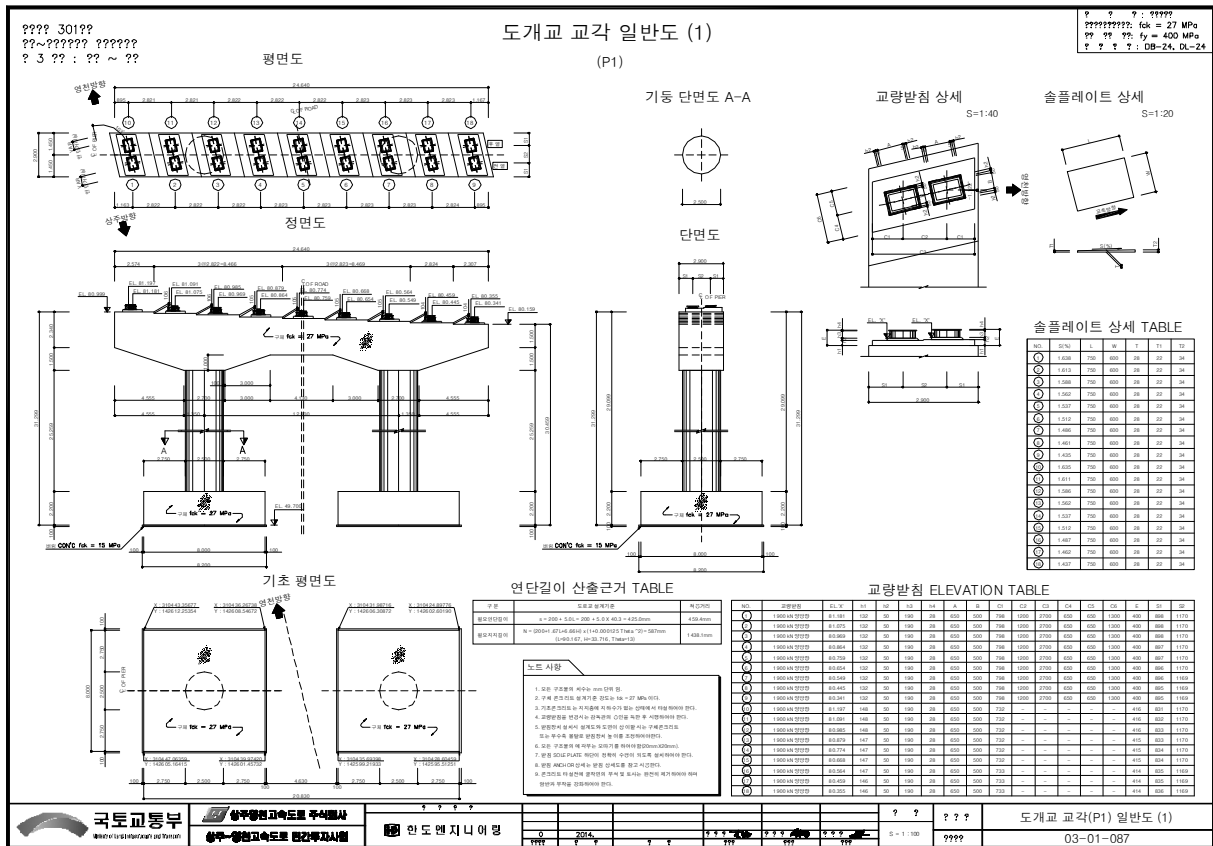
상주영천고속도로 민간투자사업

안도엔지니어링

도개교 교대(A2) 일반도 (1)

도면번호 03-01-071

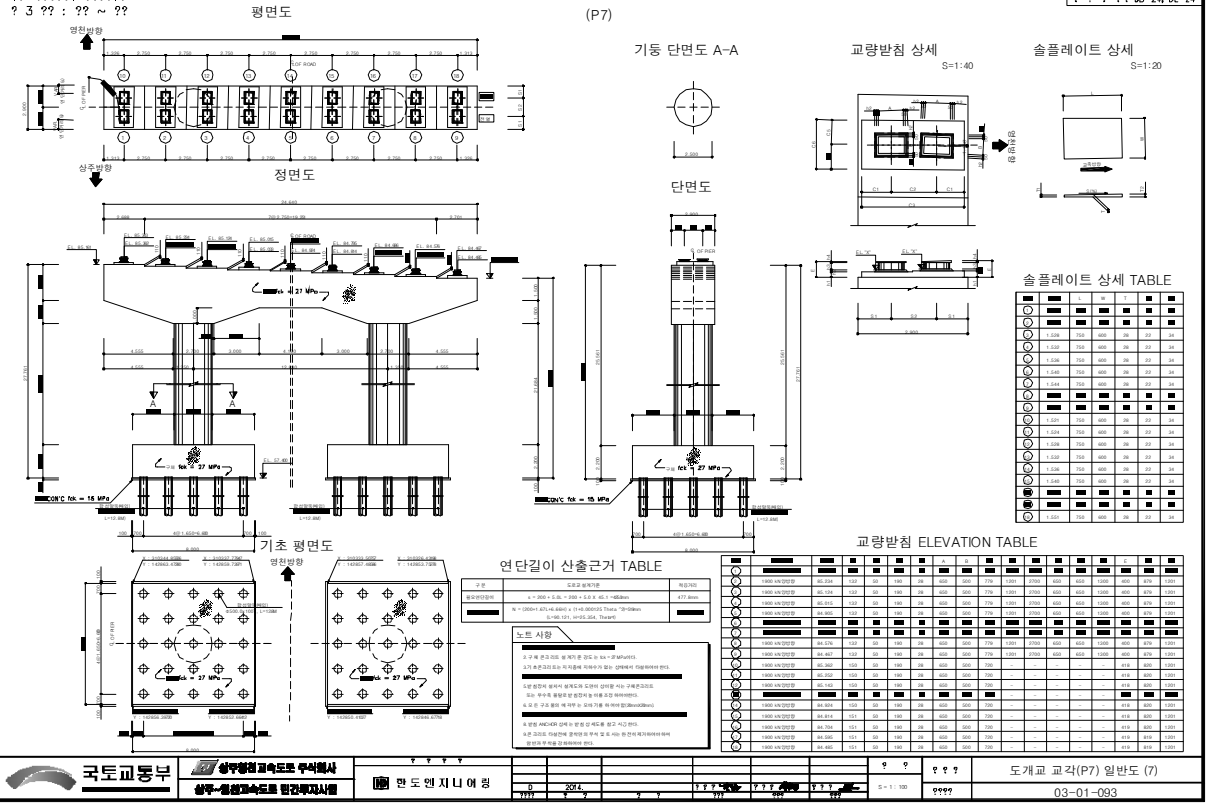
마. 교각 일반도



???? 301??
??~?????? ????
? 3 ?? : ?? ~ ??

도개교 교각 일반도 (7) (P7)

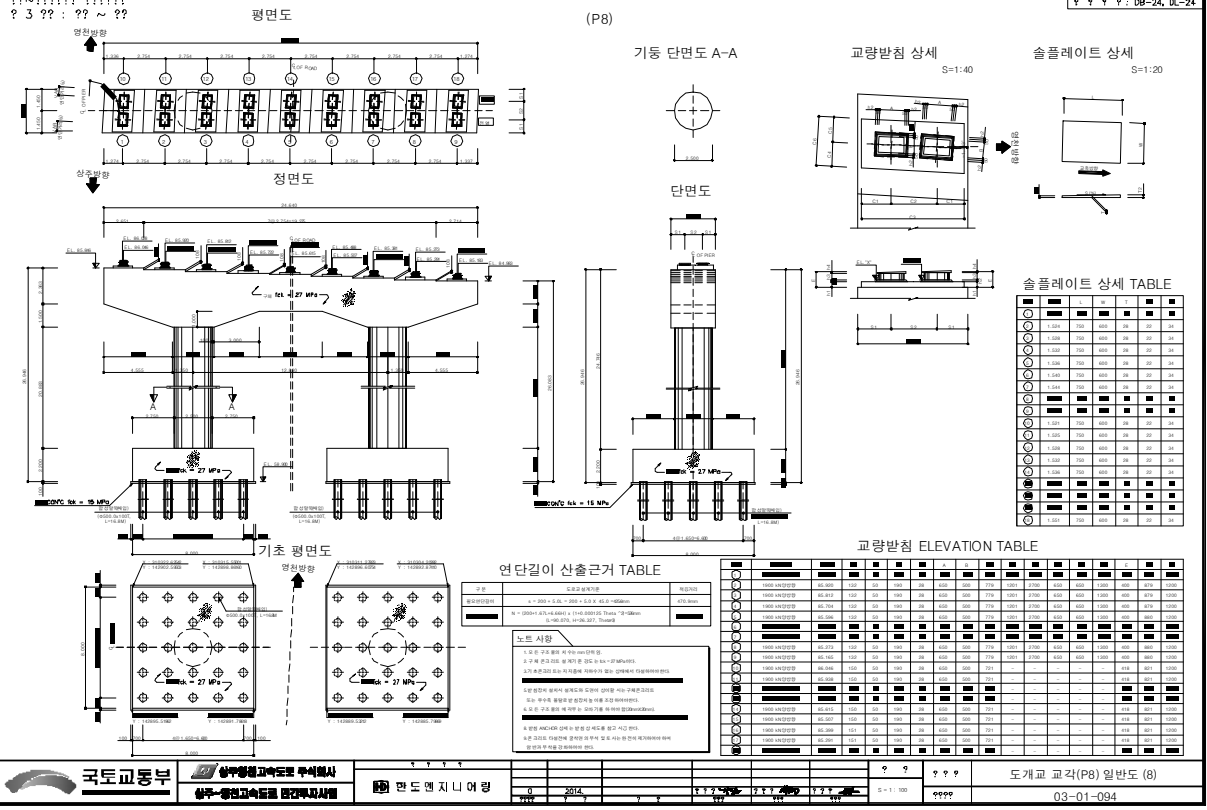
?? : 301??
????????? : fck = 27 MPa
?? : ?? : fy = 400 MPa
? : ? : DB-24, DL-24



???? 301??
??~?????? ????
? 3 ?? : ?? ~ ??

도개교 교각 일반도 (8) (P8)

?? : 301??
????????? : fck = 27 MPa
?? : ?? : fy = 400 MPa
? : ? : DB-24, DL-24



제 2 장 외 관 조 사

2.1 주요 부재별 외관조사 결과

2.1.1 교면포장

시공
현황

- 교면포장은 콘크리트포장(T=50mm)으로 시공되어 있으며 콘크리트 포장은 시공 적용기준에 적합하게 시공되어 있는 것으로 조사되었다.



내 용

교면포장 시공상태



내 용

교면포장 시공상태

점검
결과

- 교면포장은 콘크리트 포장으로 시공된 상태이며 외관조사 결과 균열, 마모, 박리, 박락 등의 초기결합이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

2.1.2 배수시설

시공
현황

- 본 교량의 집수구는 22개소가 설치되어 있으며, 배수관은 Ø150mm의 스테인레스 강관으로 바람 등에 의해 이동, 탈락되는 것을 방지하기 위하여 상, 하부구조에 고정하여 설치된 상태이며 하부구조에 설치된 배수관은 하단부까지 충분히 연장되어 시공된 것으로 조사되었다.



내 용

배수관 설치 상태 양호



내 용

집수구 설치 상태 양호

점검
결과

- 배수시설에 대한 점검결과 배수구의 설치 위치 및 간격, 배수관의 연결부 상태 및 지지철물 등은 도면과 일치되게 시공된 상태이며 시공 상태는 양호한 것으로 조사되었다.

2.1.3 방호 시설

시공
현황

- 본 교량의 좌 · 우측에는 주행 중인 차량이 정상적인 경로를 벗어나는 것을 방지함과 동시에 탑승자와 차량의 피해를 최소화 시킬 목적으로 차량방호책 및 중앙분리대(Con'c방호벽, 높이 1.08m)가 설치되어 있으며 소음을 차단하기 위한 방음벽이 좌, 우 차량 방호책 상단에 전 경간에 걸쳐 방음벽이 설치 시공된 것으로 조사되었다.



내 용 방호벽 및 방음벽 시공현황 - 양호



내 용 중앙분리대 시공현황 - 양호



내 용 S1 방호벽 상단 균열



내 용 S2 방호벽 콘크리트 박리

점검
결과

- 방호벽 및 중분대는 전반적으로 양호한 상태로 조사되었으나 일부 국부적으로 시공초기 건조수축 및 수화열에 의한 균열, 박리 등이 발생된 것으로 조사되었다.
- 조사된 손상은 점검 기간 내 대부분 보수를 실시하고 있었으며 일부는 보수가 완료된 상태인 것으로 조사되었다. 보수 상태는 대부분 전반적으로 양호한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었으나, 지속적인 유지관리(점검, 진단)시 보수부위에 대해서는 주기적인 점검 및 관리가 요구된다.

2.1.4 신축이음장치

시공
현황

- 신축이음장치는 교량의 신축장치는 대기 온도변화에 의한 교량 상부구조의 수축과 팽창, 콘크리트의 재령에 의한 CREEP, 건조수축 및 활하중에 의한 이동과 회전등의 변위 및 변형을 원활하게 하여 2차응력을 줄이고 교면의 평탄성을 유지시켜 주는 역할과 교면수와 오물이 교량 하부구조로 흘러들어가는 것을 방지하여 콘크리트가 부식되지 않도록 하는 기능을 수행하는 중요한 부재로서 본 교량에 설치된 신축이음은 A1, P3, P6, A2는 강핑거조인트로 시공되어 있다.



내 용

A1 신축이음 전경



내 용

P3 신축이음 전경

점검
결과

- 신축이음장치는 A1, P3, P6, A2 강 핑거 조인트로 시공되어 있으며, 본체의 강재 및 고무재 모두 초기설치 시의 결함사항(하부 누수 등)은 없는 적절한 상태를 유지하고 있으며, 후타재는 파손 및 교면포장과의 단차가 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
- 신축이음장치는 전반적으로 양호한 상태를 유지하고 있으나, 향후 공용시 유간부로 이물질 등이 유입되어 고결화 현상이 발생 될 수 있으므로 일상 유지관리시 유간부의 이물질 등이 유입되지 않도록 주기적인 관리가 요구된다.

2.1.5 바닥판 하면

시공
현황

- 바닥판 하면은 윤하중이 직접 작용하는 부재로서 교량의 구성부재중 손상이 가장 많이 발생하는 부재이다.
- 본 교량의 바닥판 하면은 설계도면상 두께 240mm~545mm로 시공되어 있다



내 용

바닥하면 전경



내 용

바닥하면 전경



내 용

S2-G7~G8 바닥판하면 균열



내 용

S6-G5~G6 박리

점검
결과

- 바닥판 하면에 대한 외관조사 결과, 건조수축에 의한 균열, 시공시 외력에 의한 경미한 파손, 거꾸집 미제거 등이 조사되었다.
- 발생한 손상에 대해서는 점검 기간내 보수를 실시한 상태이며 보수 상태는 전반적으로 양호하나 유지관리(점검, 진단)시 보수부위에 대해서는 주기적인 점검 관리가 필요할 것으로 판단된다.

2.1.6 PnP-GIRDER

시공
현황

- 본교는 총 9경간 (9개소)의 PnP Girder 형식으로 시공되어있다.



내 용

S2 PnP Girder 현황



내 용

S3 PnP Girder 현황



내 용

S5 가로보 하면 재료분리



내 용

S5 가로보 하면 재료분리 보수

점검
결과

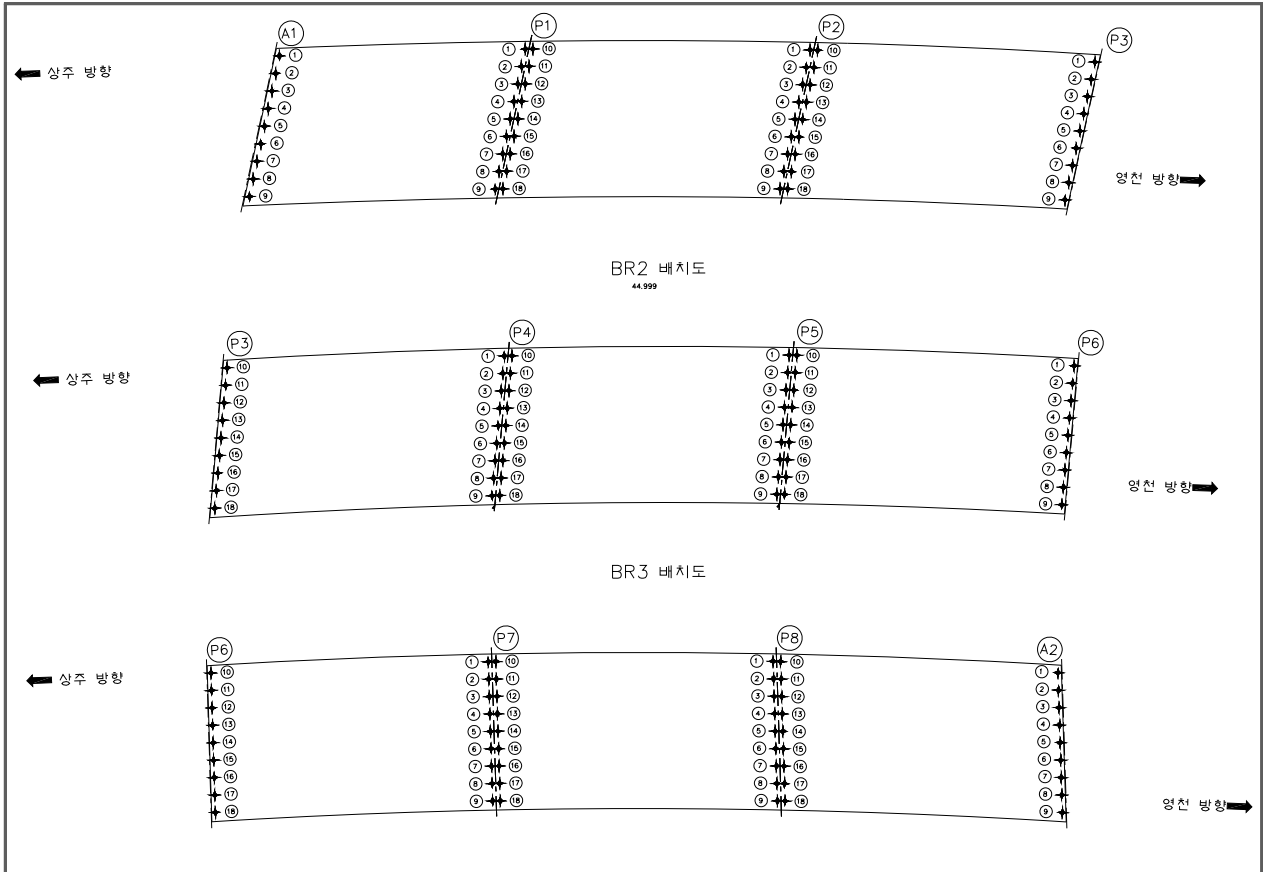
- 교량점검차를 이용한 PnP 거더와 가로보에 대한 외관조사 결과, 시공시 외력에 의한 경미한 파손, 재료분리 등이 조사되었다.
- 이들 손상은 점검 기간 내 대부분 보수가 완료된 상태인 것으로 조사되었으며 보수상태는 양호하나 유지관리시 주의관찰이 필요할 것으로 판단된다.
- 거더의 중앙부 및 강선정착부는 휨 균열, 거더 처짐, 쉬스판 노출 및 파손 등이 없는 양호한 상태이다.

2.1.7

교량 받침

시공 현황

- 본 교량에서는 내진에 유리하고 별도의 낙교방지시설이 불필요한 LRB받침과 시공이 간편하고 부식이 없으므로 유지 관리가 용이하며 경제성이 뛰어난 탄성받침이 온도변화, 콘크리트의 건조수축 및 크리프 등에 대하여 상부구조에서 하중을 받지 않고 자유롭게 작동하도록 계획, 설치되어 있다.



내 용

받침장치 현황(P1-sh7)



내 용

받침장치 현황(A2-sh5)

	
내 용	재료분리(P2-sh1)
	
내 용	재료분리(P4-sh10) 보수
	
내 용	재료분리(P5-sh1) 보수

점검
결과

- 받침장치는 LBR 받침으로 이루어져 시공되어 있으며, 외관조사 결과 받침 본체는 양호한 상태이나 받침 콘크리트에 일부 재료분리가 발생된 것으로 조사되었다.
- 받침 콘크리트 재료분리 발생부에 대해서 점검 기간내 보수를 실시한 것으로 조사되었으며 보수상태는 전반적으로 양호한 상태를 유지하고 있으며, 유지관리(점검, 진단)시 보수부위에 대해서는 주기적인 관리가 요구된다.

2.1.8 유간거리 및 연단거리, 받침 이동량 검토

가. 신축이음 유간거리 검토

본 교량의 신축이음은 신축량에 가장 크게 영향을 미치는 온도변화에 의한 이동량만을 고려하여 신축이음부(A1, A2)에 최소필요유간과 실측 유간거리를 비교·분석하였다.

1) 최소필요유간 산정

$$\bullet \text{ 최소필요유간} = \Delta T \cdot \alpha \cdot L$$

- 온도변화(ΔT) : 시방서 최대온도 - 측정시 온도
- 선팽창 계수(α) : 콘크리트 1.0×10^{-5} , 강재 1.2×10^{-5}
- 신축길이(L)

항 목	종 류	강 교		P.S.C 교	R.C 교
		상 로 교	하로, 강상판교		
온 도 변 화		(-20~+40℃) -10~+40℃	(-20~+50℃) -10~+50℃	(-15~+35℃) -5~+35℃	(-15~+35℃) -5~+35℃
	※ () 온도변화 : 한랭지방				
	※ 지역(도로설계편람Ⅲ, 제5편 교량 - 신축이음장치 및 받침 참조)				
	구 분	보통 지방		한랭 지방	
	지 역	대전, 구미, 대구, 부산, 강릉, 논산, 전주, 광주, 순천, 진주, 마산, 창원, 고령, 동서울		인천, 수원, 천안, 영동, 이천, 원주, 대관령, 경안, 진천	
구조물명	도개교(경북 상주시, 보통 지방)				
상부구조	PnP거더교				
측정일자 및 온도	2017년 6월 10일, 28℃				

2) 이론 신축량 산정

(가) 온도변화(ΔT) : 35℃ - 28℃ = 7℃

(나) 선팽창 계수(α) : 콘크리트, 1.0×10^{-5}

(다) 고정단 : 없음 - 면진받침

(라) 신축길이(L) :

- Exp.J1(A1~P2) = 85.0m
- Exp.J2,3(P2~P5,P6~P8) = 135.0m
- Exp.J4(P8~A2) = 45.0m

(마) 계산 신축량

- Exp.J1(A1) 계산 신축량 = $7 \times 1.0 \times 10^{-5} \times 85.0 = 6.0\text{mm}$
- Exp.J2,3(P3,P6) 계산 신축량 = $7 \times 1.0 \times 10^{-5} \times 135.0 = 9.5\text{mm}$
- Exp.J4(A2) 계산 신축량 = $7 \times 1.0 \times 10^{-5} \times 45.0 = 3.2\text{mm}$

3) 검토결과

【신축량 측정결과】

위 치		신축장 (m)	계산 신축량 (mm)	설치유간 (mm)	실측 유간(mm)		검토 결과	비 고
					상주	영천		
Exp.1	A1	85.0	6.0	105	35	35	O.K	실측치 > 계산치 ∴ 유간거리 확보
Exp.2	P3	135.0	9.5	130	70	70	O.K	
Exp.3	P6	135.0	9.5	130	90	90	O.K	
Exp.4	A2	45.0	3.2	80	40	40	O.K	

검토
결과

▪ 신축유간 측정 결과

신축이음에 대한 유간측정을 실시한 결과 온도변화에 따른 계산 신축량을 상회하는 것으로 조사되어 적정한 유간거리를 확보하고 있는 것으로 확인되었다.

2.1.9 받침 연단거리 검토

검토
현황

- 교좌면은 받침을 통해서 상부하중 등이 집중되고 지진 시 등에는 큰 수평력이 작용하는 곳이다. 따라서 받침 끝에서 정부 연단까지의 거리가 짧으면 고정단에서는 전단면에 연하여 교좌가 파손되는 경우가 있고, 가동단에서는 받침이 벗어나 낙교될 수 있으므로 연단거리의 확보가 중요하다. 받침 연단거리는 강재받침의 경우 받침 끝에서 정하고, 고무받침의 경우에는 상부구조의 신축과 회전이 고무받침 자체의 변형에 의해 흡수되어 교좌의 파괴는 앵커로부터 생긴다고 생각하여 앵커중심까지로 정한다. (참고문헌: 도로교설계편람 2000, 도로교설계기준 2008)

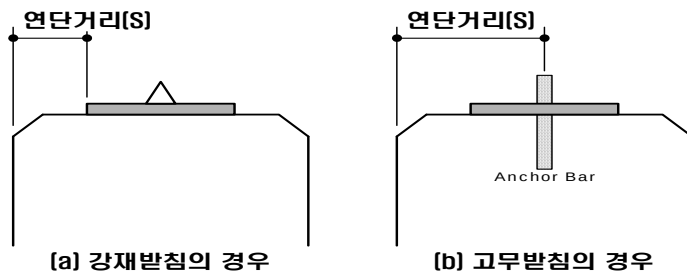
● 거더의 경간길이 100m이하 : $S = 200 + 5L$

● 거더의 경간길이 100m이상 : $S = 300 + 4L$

여기서, L : 경간길이(m)

S : 받침연단거리(mm)

교량받침 연단거리 조사방법



【받침 연단거리 측정 결과】

위 치		연단거리									연단거리 (시방기준)	비 고
		Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	Sh5	Sh6	Sh7	Sh8	Sh9		
A1		43	42	42	41	42	41	41	43	43	40.0	양 호
P1	시점부	49	49	49	49	53	53	51	52	55	40.0	양 호
	종점부	59	59	59	59	61	52	55	54	52	42.5	양 호
P2	시점부	54	54	53	53	54	54	53	53	51	42.5	양 호
	종점부	55	53	53	53	53	54	51	52	53	42.5	양 호
P3	시점부	49	50	49	50	45	45	45	44	44	42.5	양 호
	종점부	49	49	49	49	54	54	55	55	56	42.5	양 호
P4	시점부	53	53	54	54	55	54	54	52	51	42.5	양 호
	종점부	55	49	49	50	54	54	55	55	54	42.5	양 호
P5	시점부	48	49	50	51	51	52	52	50	50	42.5	양 호
	종점부	61	61	60	60	61	61	60	60	60	42.5	양 호
P6	시점부	52	52	52	52	52	52	53	52	52	42.5	양 호
	종점부	60	61	60	60	60	61	60	60	60	42.5	양 호

위 치		연단거리									연단거리 (시방기준)	비 고
		Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	Sh5	Sh6	Sh7	Sh8	Sh9		
P7	시점부	52	52	50	51	53	53	52	52	51	42.5	양 호
	종점부	60	60	60	60	60	61	60	60	60	42.5	양 호
P8	시점부	51	51	51	50	50	55	52	50	51	42.5	양 호
	종점부	60	60	59	60	60	61	62	62	61	42.5	양 호
A2		61	61.5	62	60	59	59	59	59	57	42.5	양 호

- 연단거리를 측정한 결과 연단거리는 충분히 확보하고 있는 것으로 조사되었다.

2.1.10 교 대

시공 현황

- 본 교량의 교대는 역T형식으로 시점부 및 종점부에 2개소 설치되어 있다. 역T형 교대의 특징으로는 자중이 작으며 흙의 중량으로 안정을 유지한다는 것 외에도 경제적이며, 뒷채움부의 시공이 용이하다는 장점이 있다.



내 용

교대(A1) 전경



내 용

교대(A2) 수직균열

점검 결과

- 교대에 대한 외관조사 결과, A2 전면부에 건조수축에 의한 균열 1개소가 발생한 상태이며 점검기간 내 보수가 완료된 상태인 것으로 조사되었다.
- 발생된 손상에 대해서는 점검 전 보수가 완료된 상태이며 보수상태는 양호하였으나 유지관리(점검, 진단)시 보수부위에 대해서는 주기적인 관리가 요구된다.

2.1.11 교각

시공 현황

- 교각은 교량 상부구조의 하중을 지반으로 전달하며 교량 전체 구조의 안전성을 위해 매우 중요한 역할을 하는 구조부재로서, 교각은 II형식 8기가 시공되어 있으며, 교각의 기초는 직접기초와 파일기초로 시공되어있다.
- 교각의 점검은 고소차 및 교량점검차량을 이용하여 최대한 근접조사를 실시하였다.



내 용

교각(P2) 전경



내 용

교각(P2) 코핑부 재료분리 및 철근노출



내 용

P7 코핑부 균열



내 용

P8 코핑부 횡균열

점검 결과

- 교각에 일부 CW : 0.1mm~0.2mm의 균열, 재료분리 및 철근노출 등이 조사되었으며, 균열 발생원인은 시공초기 건조수축 및 수화열에 의해 발생된 균열로 판단되며 재료분리 및 철근노출은 시공시 다짐불량으로 인해 발생한 것으로 판단된다.
- 교각에서 조사된 손상부에 대해서는 대부분 점검 기간내 보수가 완료된 것으로 조사되었으며 보수상태는 전반적으로 양호한 상태를 유지하고 있으나, 유지관리시 보수부위에 대해서는 주기적인 점검 및 지속적인 관리가 필요할 것으로 판단된다.

제 3 장 내구성 조사

3.1 콘크리트 강도시험

3.1.1 콘크리트 강도 측정 결과

위 치	평균치 (R)	보정치 (ΔR)	보정 경도 (RO)	재령 계수	보정압축강도(MPa)		평균 압축 강도 (MPa)	설계 압축 강도 (MPa)	평가
					재료학회	건축학회			
슬래브 하면(S1)	49.8	-3.1	46.6	0.70	30.1	31.5	30.8	27.0	적 정
슬래브 하면(S2)	52.0	-2.9	49.1	0.70	32.3	32.8	32.6	27.0	적 정
슬래브 하면(S3)	51.9	-2.9	49.0	0.70	32.2	32.7	32.5	27.0	적 정
슬래브 하면(S4)	51.0	-3.0	48.0	0.70	31.3	32.2	31.8	27.0	적 정
슬래브 하면(S5)	55.8	-2.6	53.1	0.70	33.1	32.0	32.6	27.0	적 정
슬래브 하면(S6)	49.9	0.0	49.9	0.70	30.8	30.9	30.9	27.0	적 정
슬래브 하면(S7)	48.8	0.0	48.8	0.70	29.9	30.4	30.1	27.0	적 정
슬래브 하면(S8)	49.6	0.0	49.6	0.70	30.6	30.8	30.7	27.0	적 정
교대(A1) 전면구체	44.4	0.0	44.4	0.67	32.7	32.0	32.3	24.0	적 정
교각(P1) 배면구체	46.6	0.0	46.6	0.67	25.9	27.5	26.7	27.0	적 정
교각(P2) 배면구체	49.1	0.0	49.1	0.67	29.7	30.1	29.9	27.0	적 정
교각(P3) 배면구체	45.1	0.0	45.1	0.67	26.3	28.2	27.2	27.0	적 정
교각(P4) 배면구체	46.5	0.0	46.5	0.67	27.5	28.9	28.2	27.0	적 정
교각(P5) 배면구체	46.7	0.0	46.7	0.67	27.7	28.9	28.3	27.0	적 정
교각(P6) 배면구체	45.4	0.0	45.4	0.67	26.5	28.3	27.4	27.0	적 정
교각(P7) 전면구체	46.1	0.0	46.1	0.67	27.2	28.7	27.9	27.0	적 정
교각(P8) 전면구체	46.8	0.0	46.8	0.67	27.8	29.0	28.4	27.0	적 정
교대(A2) 전면구체	47.3	0.0	47.3	0.67	31.9	30.9	31.4	24.0	적 정

점검 결과

- 각 부재별로 반발경도법에 의한 콘크리트 압축강도 측정결과 설계기준강도 이상을 확보하고 있는 것으로 조사되었다.

3.2 철근배근탐사

3.2.1 철근배근탐사 결과

(단위 mm)

조 사 위 치	철근방향	철근 간격		비 고
		설 계 현 황	현 장 조 사	
슬래브 하면(S1)	주 철 근	H16@200	≒ @195	적 정
	배력철근	H13@300	≒ @297	적 정
	피복두께	40	≒ 39	적 정
슬래브 하면(S2)	주 철 근	H16@200	≒ @200	적 정
	배력철근	H13@300	≒ @300	적 정
	피복두께	40	≒ 40	적 정
슬래브 하면(S3)	주 철 근	H16@200	≒ @200	적 정
	배력철근	H13@300	≒ @295	적 정
	피복두께	40	≒ 41	적 정
슬래브 하면(S4)	주 철 근	H16@200	≒ @200	적 정
	배력철근	H13@300	≒ @305	적 정
	피복두께	40	≒ 43	적 정
슬래브 하면(S5)	주 철 근	H16@200	≒ @200	적 정
	배력철근	H13@300	≒ @287	적 정
	피복두께	40	≒ 42	적 정
슬래브 하면(S6)	주 철 근	H16@200	≒ @200	적 정
	배력철근	H13@300	≒ @247	적 정
	피복두께	40	≒ 42	적 정
슬래브 하면(S7)	주 철 근	H16@200	≒ @200	적 정
	배력철근	H13@300	≒ @247	적 정
	피복두께	40	≒ 42	적 정
슬래브 하면(S8)	주 철 근	H16@200	≒ @200	적 정
	배력철근	H13@300	≒ @302	적 정
	피복두께	40	≒ 39	적 정
슬래브 하면(S9)	주 철 근	H16@200	≒ @200	적 정
	배력철근	H13@300	≒ @287	적 정
	피복두께	40	≒ 42	적 정
교대(A1) 전면구체	수직철근	D25@250	≒ @245	적 정
	수평철근	D16@300	≒ @296	적 정
	피복두께	100	≒ 103	적 정
교각(P1) 전면구체	수직철근	H29@100	≒ @105	적 정
	띠철근	H16@300	≒ @300	적 정
	피복두께	125	≒ 120	적 정
교각(P2) 배면구체	수직철근	H32@100	≒ @104	적 정
	띠철근	H16@150	≒ @153	적 정
	피복두께	125	≒ 120	적 정

(단위 mm)

조 사 위 치	철근방향	철근 간격		비 고
		설 계 현 황	현 장 조 사	
교각(P3) 전면구체	수직철근	H32@100	≒ @97	적 정
	띠철근	H16@150	≒ @147	적 정
	피복두께	125	≒ 120	적 정
교각(P4) 전면구체	주 철 근	H29@100	≒ @105	적 정
	배력철근	H16@150	≒ @157	적 정
	피복두께	125	≒ 128	적 정
교각(P5) 전면구체	주 철 근	H29@100	≒ @100	적 정
	배력철근	H16@150	≒ @140	적 정
	피복두께	125	≒ 125	적 정
교각(P6) 전면구체	주 철 근	H25@100	≒ @100	적 정
	배력철근	H16@150	≒ @145	적 정
	피복두께	125	≒ 125	적 정
교각(P7) 전면구체	주 철 근	H25@100	≒ @100	적 정
	배력철근	H16@150	≒ @155	적 정
	피복두께	125	≒ 130	적 정
교각(P8) 전면구체	주 철 근	H25@100	≒ @100	적 정
	배력철근	H16@150	≒ @147	적 정
	피복두께	125	≒ 125	적 정
교대(A2) 전면구체	수직철근	D25@250	≒ @240	적 정
	수평철근	D16@150	≒ @142	적 정
	피복두께	100	≒ 110	적 정

점검
결과

- 각 부재별로 자기법에 의한 철근배근 상태를 조사한 결과 전반적으로 설계도면에 준하여 적정하게 배근되어 있는 것으로 조사되었다.

3.3 탄 산 화 시 험

3.3.1 탄 산 화 시 험 결 과

본 시험에서는 각 구조 부위별로 드릴천공 된 구멍에 이물질 제거하고 시약을 뿌려 탄산화정도를 측정하였다.

측 정 위 치		탄산화 깊이(mm)	실측피복 두께(mm)	잔여깊이 (mm)	평가 등급
도개교	S1 바닥판	1.95	39	37.05	a등급
	S2 바닥판	1.75	40	38.25	a등급
	S7 바닥판	2.6	42	39.4	a등급
	S8 바닥판	1.85	39	37.15	a등급

측 정 위 치		탄산화 깊이(mm)	실측피복 두께(mm)	잔여깊이 (mm)	평가 등급
도개교	P1 기둥부	1.0	120	119	a등급
	P5 기둥부	3.0	125	122	a등급
	P5 기둥부	2.0	125	123	a등급
	P7 코핑부	4.0	130	126	a등급

※콘크리트 및 강재 비파괴시험 매뉴얼(한국시설안전기술공단, 2006.12) 참조

※안전점검 및 정밀안전진단 세부지침 교량편(국토해양부, 한국시설안전공단) 참조

제 4 장 재하시험

4.1 개 요

4.1.1 재하시험 항목 및 방법

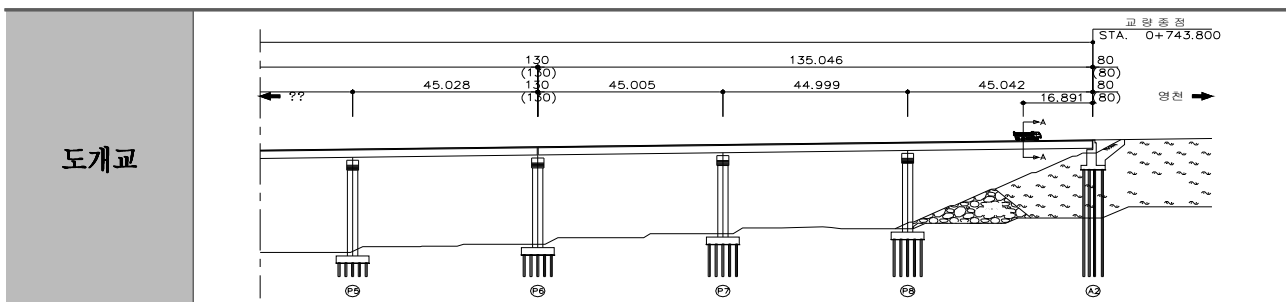
※ 공통편 「제3장 재하시험」 참조

4.1.2 시험 경간선정

외관조사 결과 손상의 정도가 양호하므로 최대 정모멘트가 발생하는 구간을 각각 선정하였으며 처짐 및 변형률, 중립축위치, 하중횡분배 효과, 충격계수, 상부구조의 고유진동수 등을 각각 도출하였다.

【시험 경간선정 및 선정사유】

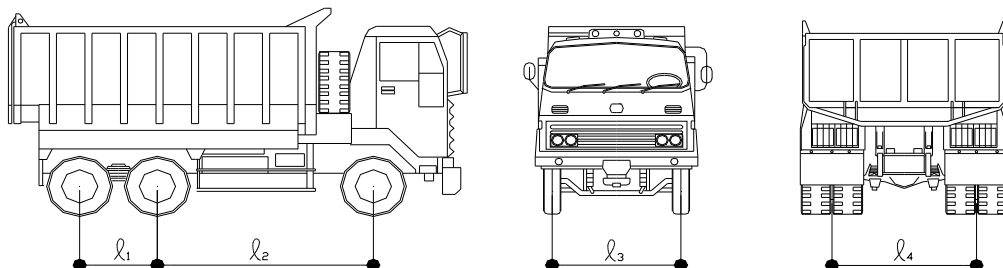
시험경간/지점	지간장(L)	선 정 사 유	비 고
외측경간(S9) 3L/8부	45.042	최대 정·부모멘트 작용구간	



【재하시험 대상 경간】

4.1.3 시험차량

본 교량의 재하시험에 사용된 시험차량은 토사를 적재한 15톤 덤프트럭을 사용하였으며, 차량의 총 중량은 전륜/후륜의 축중비가 도로교시방서 규정을 크게 벗어나지 않는 범위에서 교량 설계하중의 60% 수준인 25~26톤을 유지하였다.



【시험차량의 제원 및 축중하중】



계량증명서	
일 자	2017년 06월 07일
번 호	1
차 량 번 호	06로5201 ()
거 래 처	기타
품 명	기타
측 중 량	08:21 26,270 kg
공 차 중 량	08:21 0 kg
감율 / 감량	0 % 0 kg
실 중 량	입고 26,270 kg
계량 책임자	김상근 (인)
단 가	0 원
금 액	0 원
비 고	

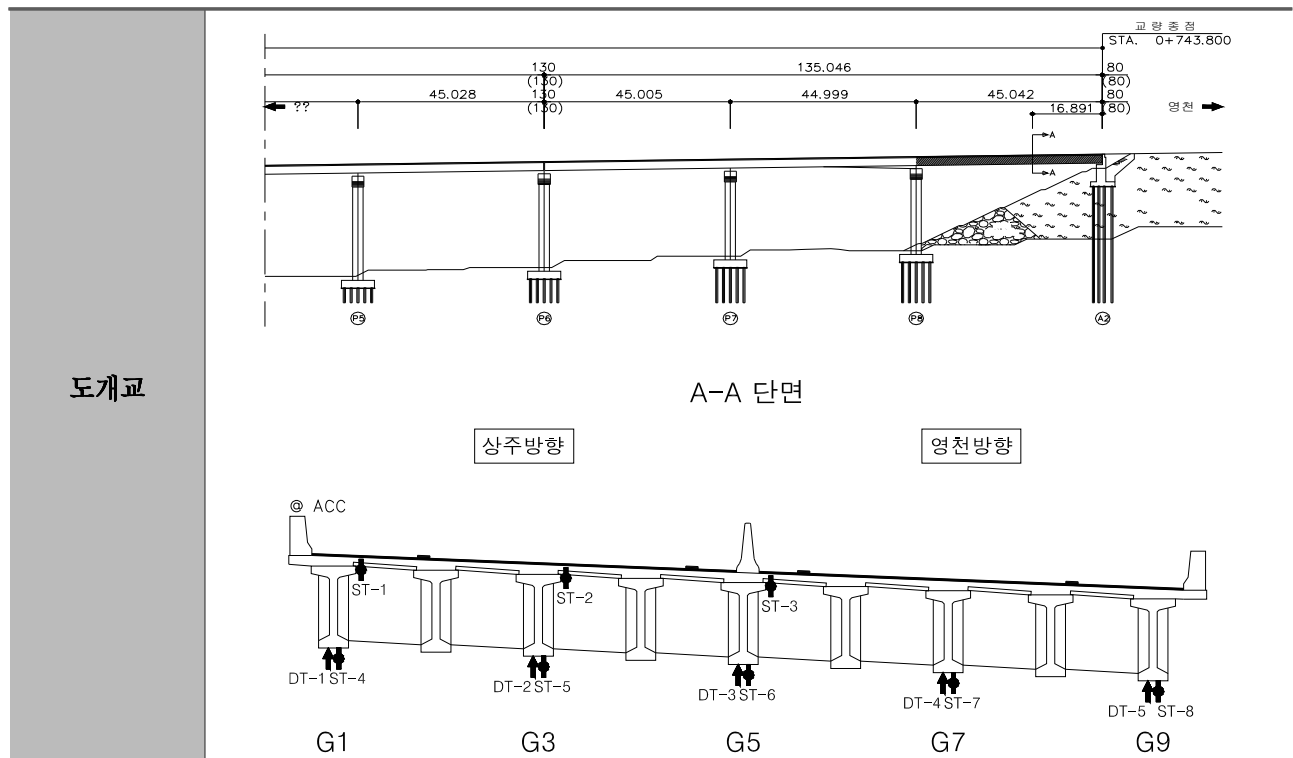
계량증명서	
[공공차 보유량]	
일 자	2017-06-07
차 량 번 호	8050
거 래 처	
품 명	
측 중 량	17 시 03 분 26,010 kg
공 차 중 량	17 시 03 분 13,800 kg
실 중 량	12,210 kg
기 사 승 차	1 주 두 공 차 0 원
비 고	

계량증명서

구 분 (차량구분)		차량제원				차 륵 별 축 중 (kN)			
		ℓ1 (m)	ℓ2 (m)	ℓ3 (m)	ℓ4 (m)	전 륵	중 륵	후 륵	총 중 량
15ton 덤프	1호차	1.3	3.2	1.8	1.8	52.54	105.08	105.08	262.70
	2호차	1.3	3.2	1.8	1.8	52.02	104.04	104.04	260.10

4.1.4 센서 설치위치 및 수량

측정항목별 센서는 대상구조물의 측정대상구간 중에서 처짐계, 변형률계 및 진동가속도계를 다음과 같이 설치하였다.



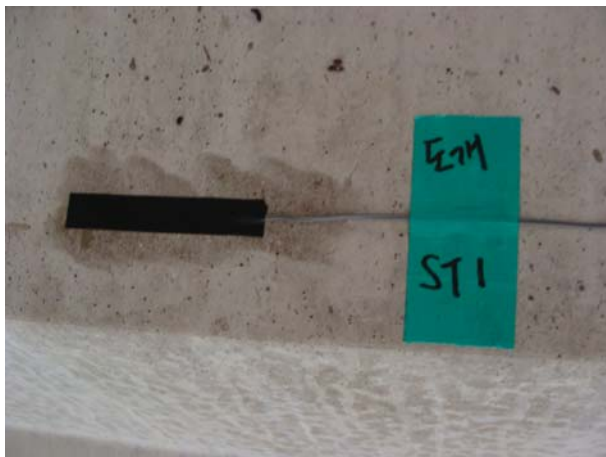
【센서 설치위치】

【센서 종류 및 기호】

기 호	게이지 종류	용 도	비 고
	Strain Gauge	변형률 측정	휨
	처짐계(Displacement)	변위측정	처짐
@	가속도계(Accelerometer)	가속도 측정	고유진동수

【영천방향 센서위치 및 측정내용】

No		위 치	용 도	비 고	
				정적재하시험	동적재하시험
4경간 ℓ/2 지점	S1	G1 상연	콘크리트변형률계	○	-
	S2	G3 상연	콘크리트변형률계	○	-
	S3	G5 상연	콘크리트변형률계	○	-
	S4	G1 하연	콘크리트변형률계	○	-
	S5	G3 하연	콘크리트변형률계	○	-
	S6	G5 하연	콘크리트변형률계	○	-
	S7	G7 하연	콘크리트변형률계	○	-
	S8	G9 하연	콘크리트변형률계	○	-
	Dis1	G1 하면	처짐계	○	○
	Dis2	G3 하면	처짐계	○	○
	Dis3	G5 하면	처짐계	○	○
	Dis4	G7 하면	처짐계	○	○
	Dis5	G9 하면	처짐계	○	○
	Acc	좌측 방호벽 상단	가속도계	-	○



변형률게이지 설치



변형률게이지 설치



처짐계 설치



가속도계 설치



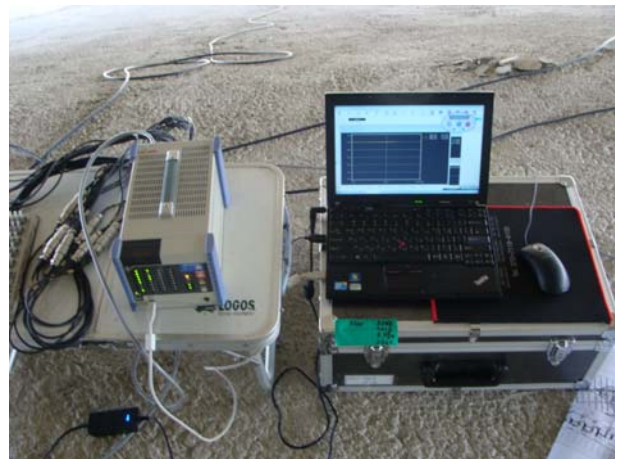
정적시험 차량 재하 I



정적시험 차량 재하V



동적시험 차량 주행



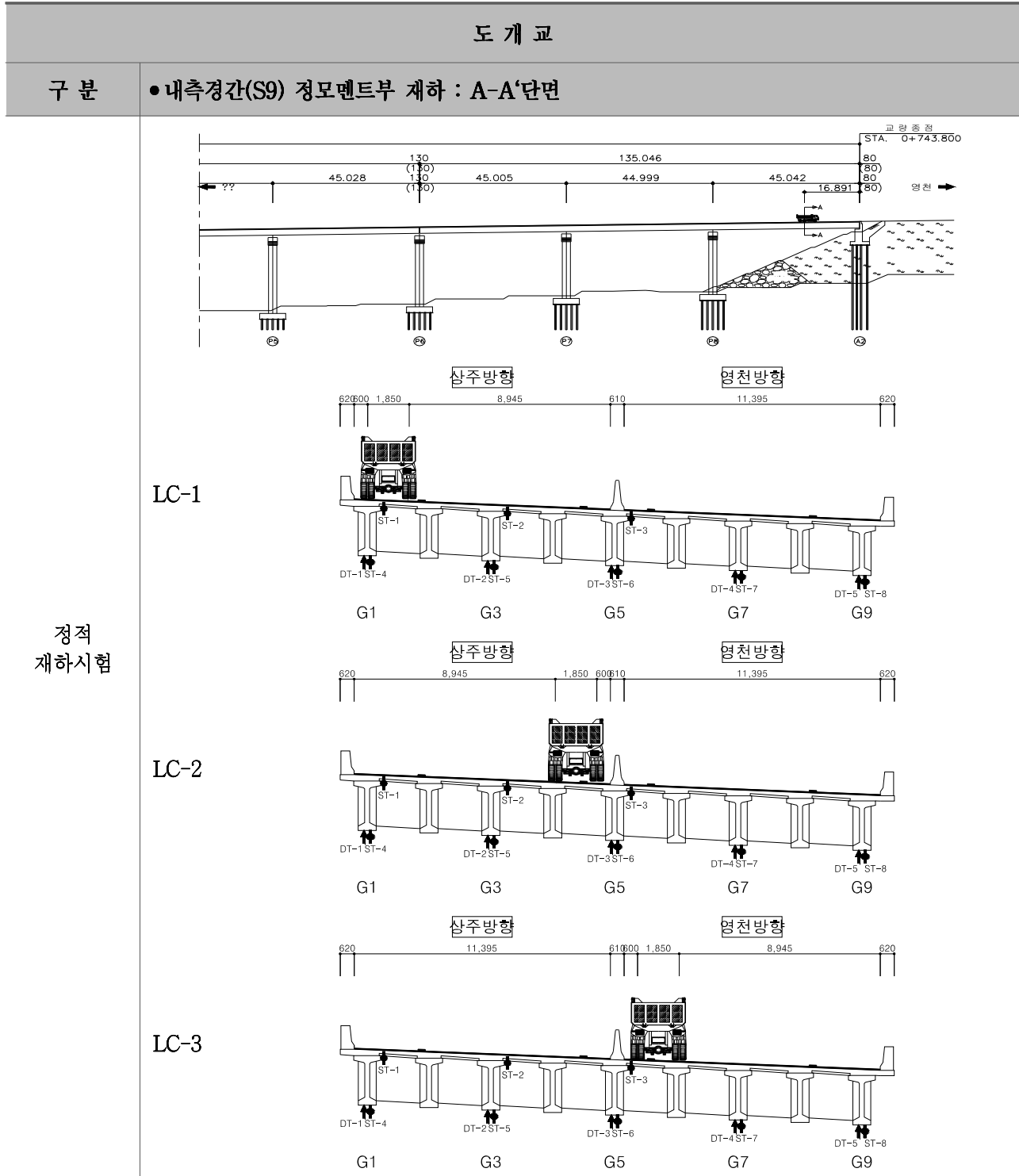
정, 동적 데이터 수집

【재하시험 현황】

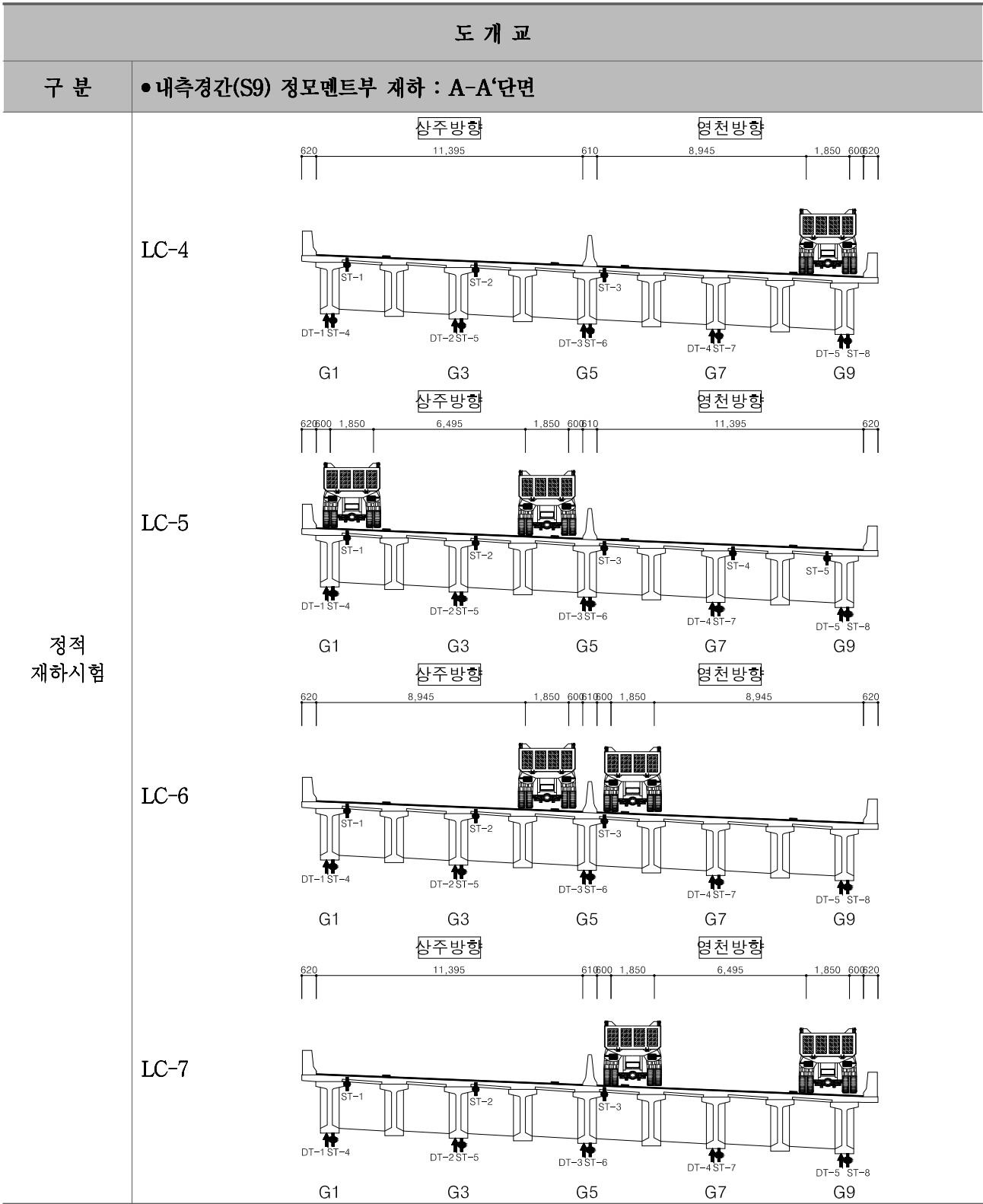
4.2 정적 재하시험

4.2.1 개요

정적 재하시험의 경우 2대의 재하차량을 이용하여 Load Case를 구성하였으며 각각의 차량위치 및 Load Case는 다음과 같다.



【Load Case별 위치】



【Load Case별 위치】

4.2.2 정적 재하시험 결과 및 분석

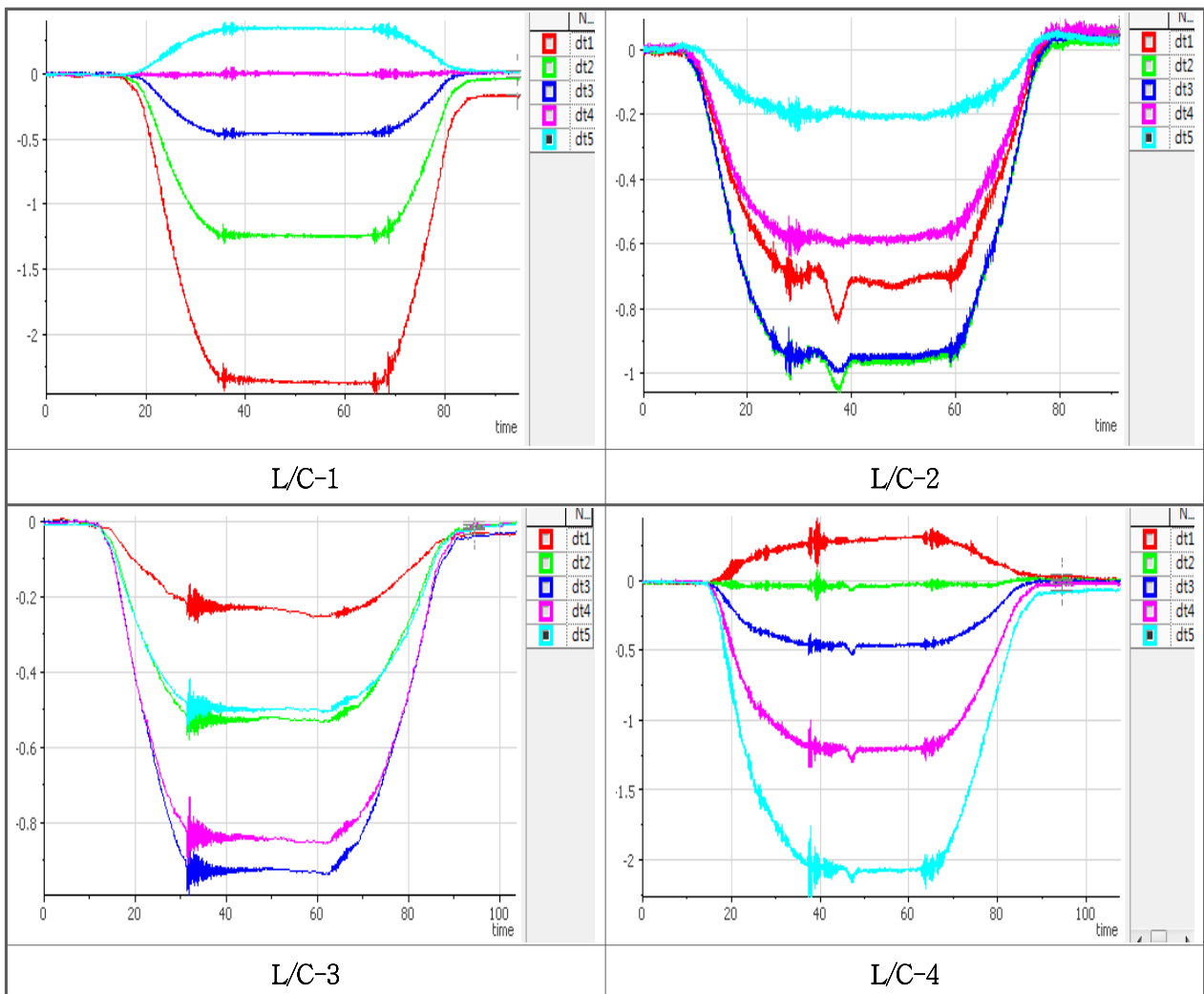
가. 정적재하시험 결과

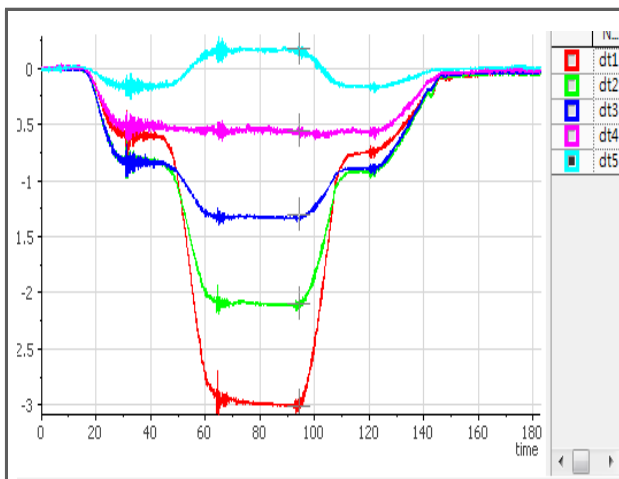
1) 처짐(DT) 측정결과

외측경간(S9)의 최대 휨모멘트 발생 하중에 대하여 처짐을 측정하였으며, 그 결과는 다음 표와 같다. 측정결과 최대 처짐 값은 L/C-5의 DT-1에서 2.969mm가 발생되었다.

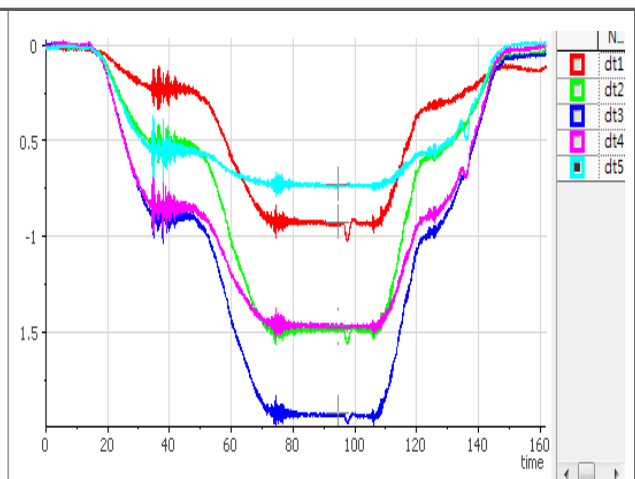
【Load Case별 실험 처짐(mm)】

구 분	DT-1	DT-2	DT-3	DT-4	DT-5	비 고
L/C-1	-2.352	-1.233	-0.448	0.001	0.353	
L/C-2	-0.725	-0.968	-0.950	-0.588	-0.212	
L/C-3	-0.239	-0.526	-0.928	-0.847	-0.495	
L/C-4	0.305	-0.028	-0.457	-1.199	-2.073	
L/C-5	-2.969	-2.090	-1.322	-0.554	0.157	
L/C-6	-0.923	-1.480	-1.927	-1.465	-0.726	
L/C-7	-0.036	-0.653	-1.501	-2.188	-2.692	

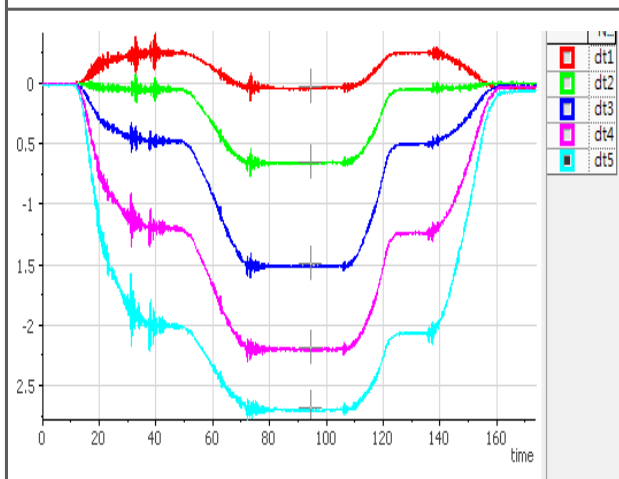




L/C-5



L/C-6



L/C-7

【정적 처짐 데이터】

2) 변형율(S) 측정결과

외측경간(S9)의 최대 휨모멘트 발생 하중에 대하여 변형율을 측정하였으며, 측정결과 최대변형율은 L/C-3의 S8에서 $21.896\mu\epsilon$ 가 발생되었다.

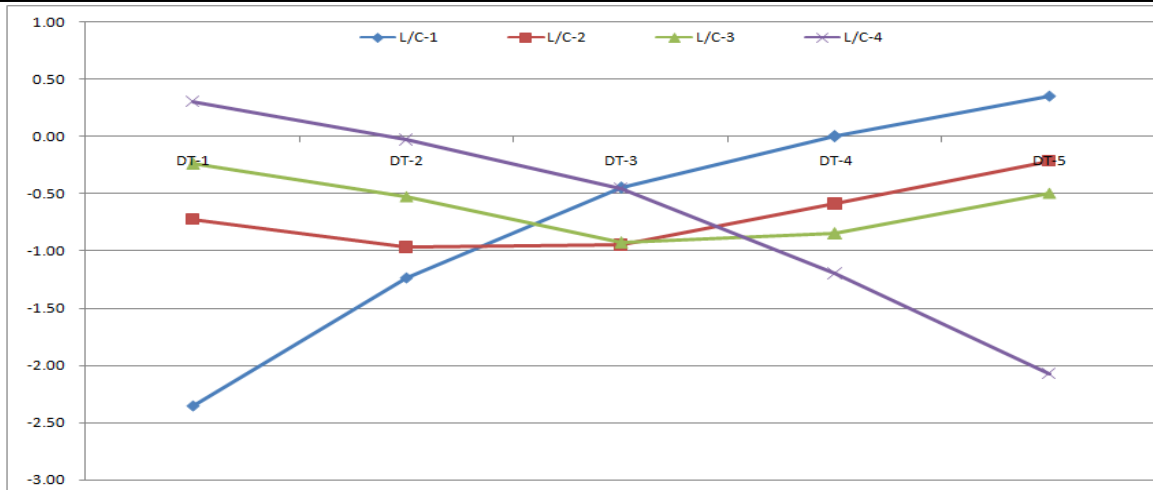
【Load Case별 변형률 Gauge 측정값($\mu\epsilon$)】

(+: 인장, -: 압축)

구 분	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	비 고
L/C-1	-5.841	-4.220	-1.201	22.511	14.116	5.630	-1.025	0.541	
L/C-2	-3.541	-4.321	-3.221	12.412	12.380	9.864	6.541	3.874	
L/C-3	-1.525	-2.584	-2.510	4.210	10.171	11.514	10.510	9.541	
L/C-4	0.510	-3.521	-1.550	0.210	8.429	7.176	14.507	19.541	
L/C-5	-7.841	-5.211	-3.654	29.231	19.787	13.816	6.854	1.524	
L/C-6	-4.532	-4.310	-5.521	13.541	12.541	18.742	15.541	12.640	
L/C-7	0.210	-2.210	-3.251	2.109	8.391	14.860	18.641	27.541	

3) 하중 횡분배 검토

측정경간의 재하시험시 시험차량을 횡방향으로 이동하면서 처짐량을 비교한 결과 각 거더의 대칭성 및 수직하중 분담율은 양호한 것으로 검토되어 교량의 이상거동은 없는 것으로 검토되었다.



하중 횡분배

4.3 동적 재하시험

4.3.1 동적 재하시험 결과 및 분석

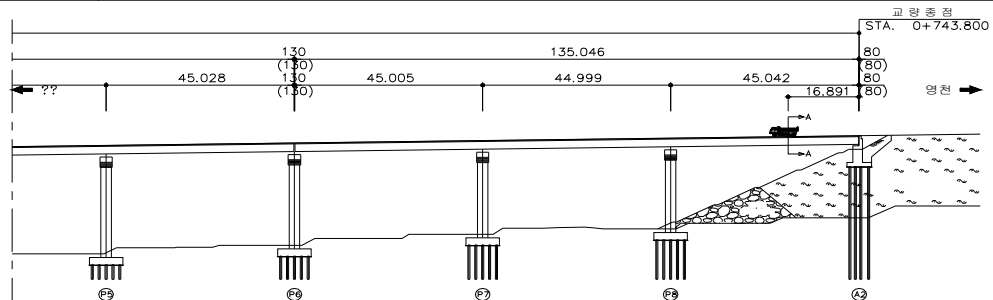
가. 실측충격계수

정모멘트 변위의 측정치를 분석하였다. 충격계수 산정은 공학용 프로그램인 R-Das2을 사용하여 동적 계측 값을 각 주행속도별 0.6~1.0Hz까지 Low Pass Filtering 하였으며, 필터링된 계측 값이 안정적인 값으로 수렴된 구간의 주파수를 이용하여 동적 계측 값(Ddyn)을 필터링하여 정적성분(Dsta)을 산출하였다. 동적 재하시험에 의한 본 대상 교량의 최대 충격계수는 0.148으로 측정되어 시방서에서 규정하고 있는 설계충격계수(0.176)보다 작게 나타나 주행차량의 충격에 대한 안전성이 확보된 것으로 판단된다.

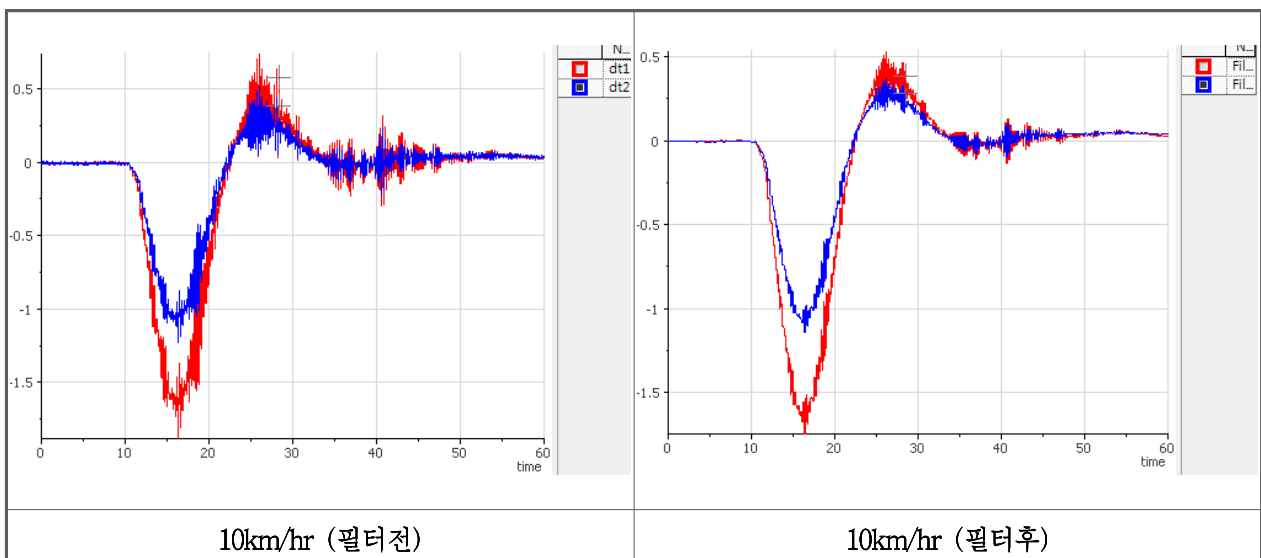
【실측충격계수 결과】

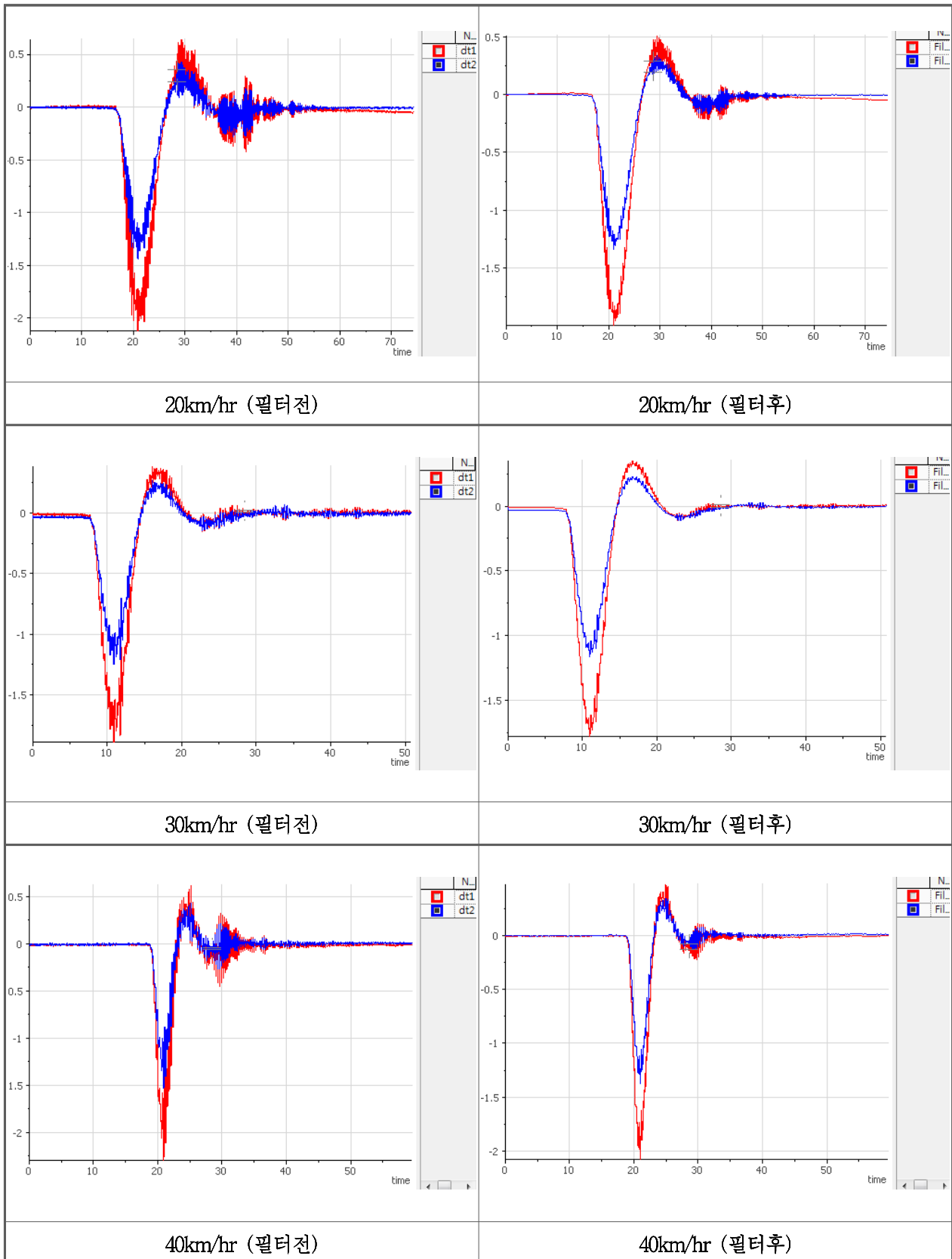
G.N	구 분	10km/hr	20km/hr	30km/hr	40km/hr	60km/hr	80km/hr
Dis1	동적응답	1.887	2.126	1.891	2.302	2.144	2.524
	정적응답	1.749	1.999	1.783	2.080	1.902	2.292
	충격계수	0.079	0.064	0.061	0.107	0.127	0.101
Dis2	동적응답	1.231	1.440	1.241	1.534	1.380	1.581
	정적응답	1.141	1.340	1.161	1.373	1.202	1.418
	충격계수	0.079	0.075	0.069	0.117	0.148	0.115

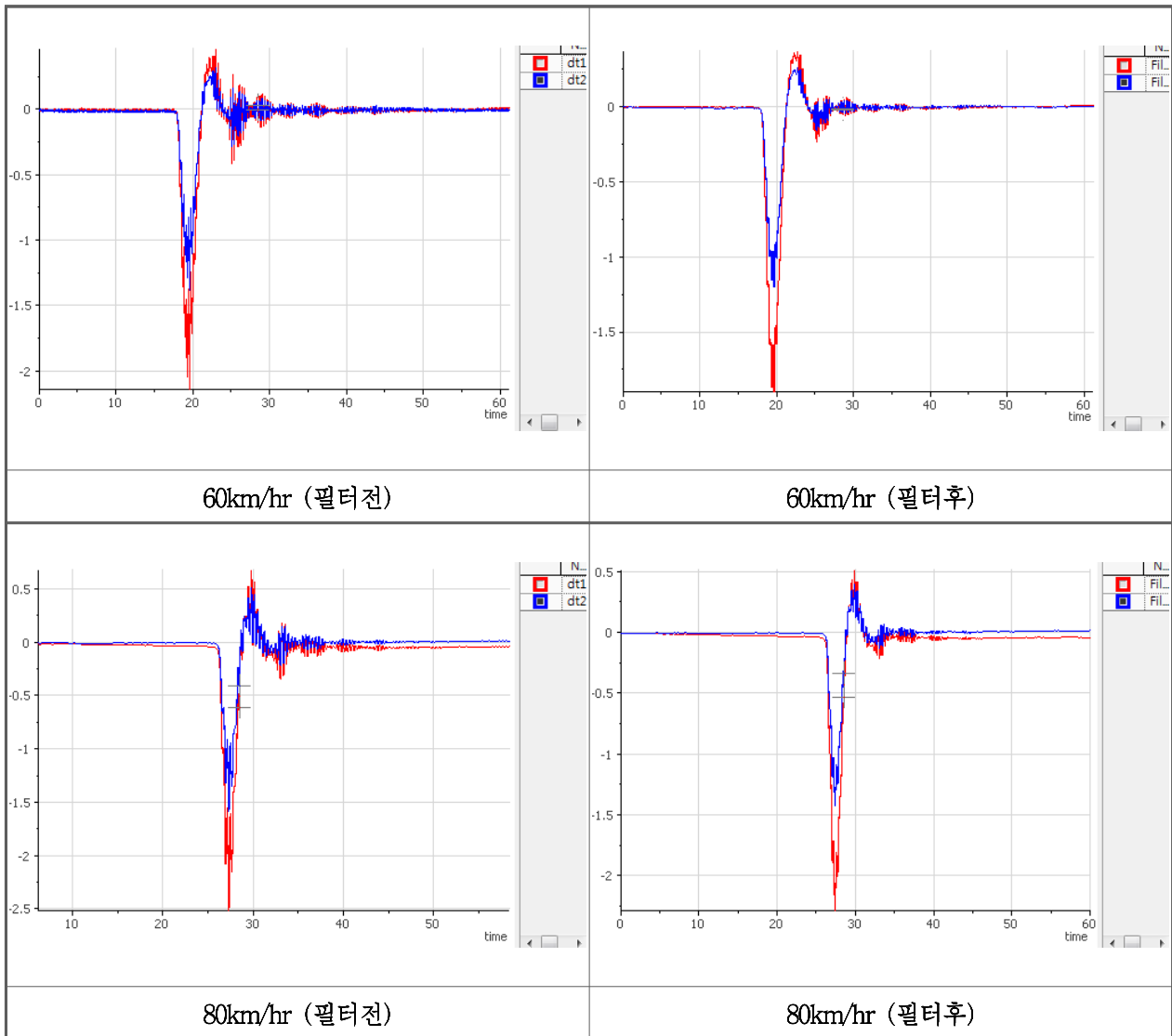
동적
재하시험



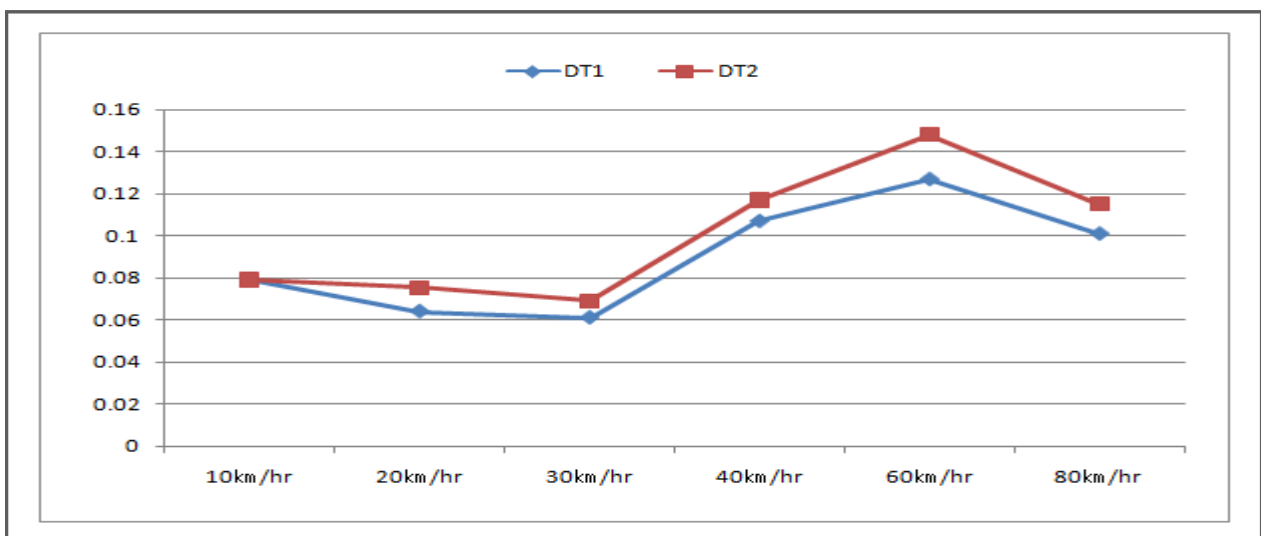
※ 영천에서 상주방향으로 10Km/h~80Km/h까지 주행







【동적 데이터 필터 전·후】



【충격계수 분석】

나. 고유진동수

차량이 교량을 통과할 때는 차량의 진동과 교량 자체 진동과의 상호 작용이 교량의 동적거동에 영향을 미치므로 본 조사에서는 주행차량이 교량을 통과하고 자유진동으로부터 교량의 측정 고유진동수를 구한다.

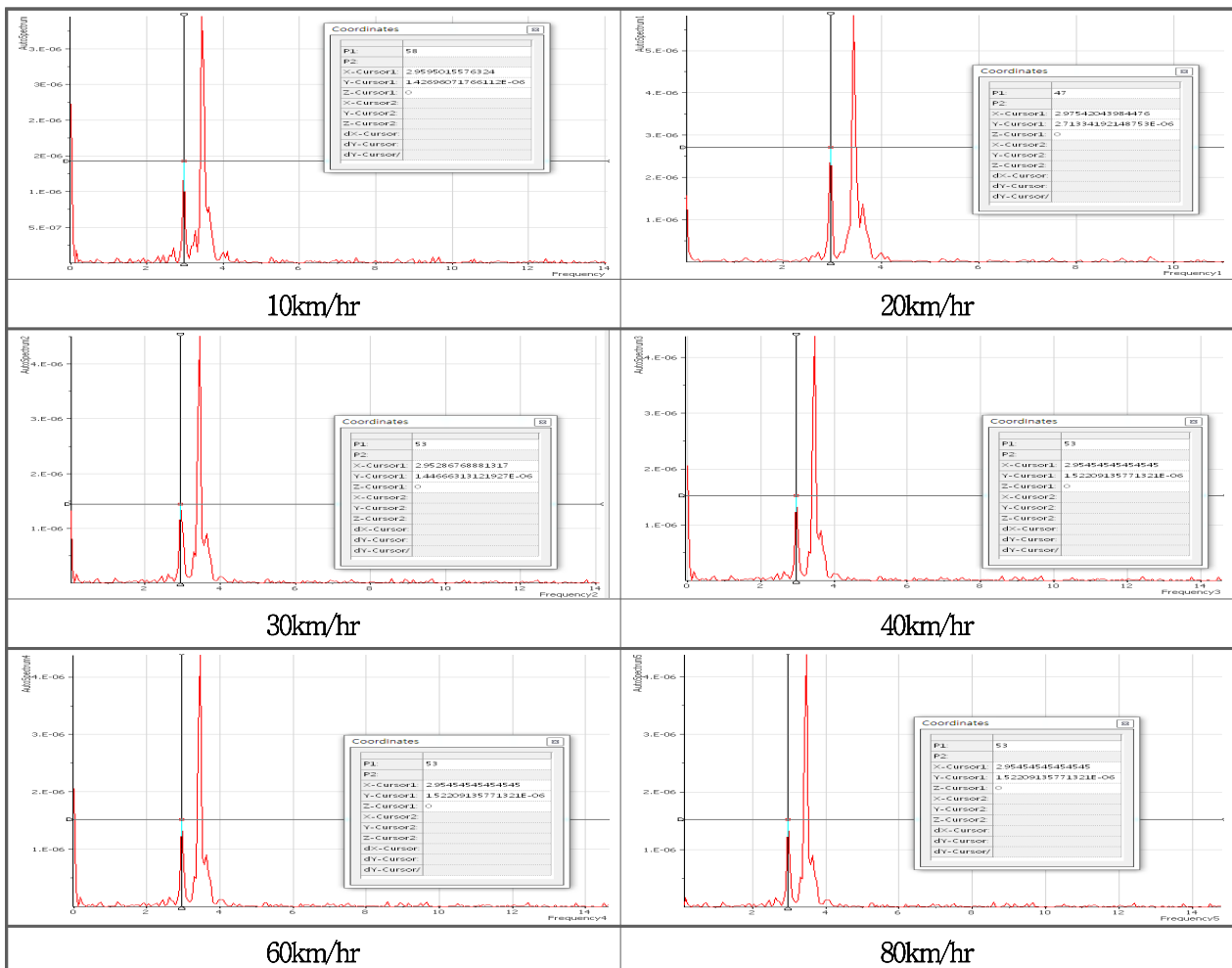
고유진동수를 산정하기 위하여 방호벽 상단에 가속도계를 설치하고 주행차량이 교량을 통과한 후의 교량의 여진으로부터 고유진동수(Natural Frequency)를 구하였다. 측정된 속도별 고유진동수는 2.955Hz로 측정되었다.

1) 주행속도별 고유진동수(Hz)

【실측 고유진동수】

구 분	주행속도 (km/hr)						비 고
	10	20	30	40	60	80	
고유진동수 (Hz)	2.960	2.975	2.953	2.955	2.955	2.955	

2) 가속도 DATA



【Power Spectrum Data】

제 5 장 구조안전성 및 내하력 평가

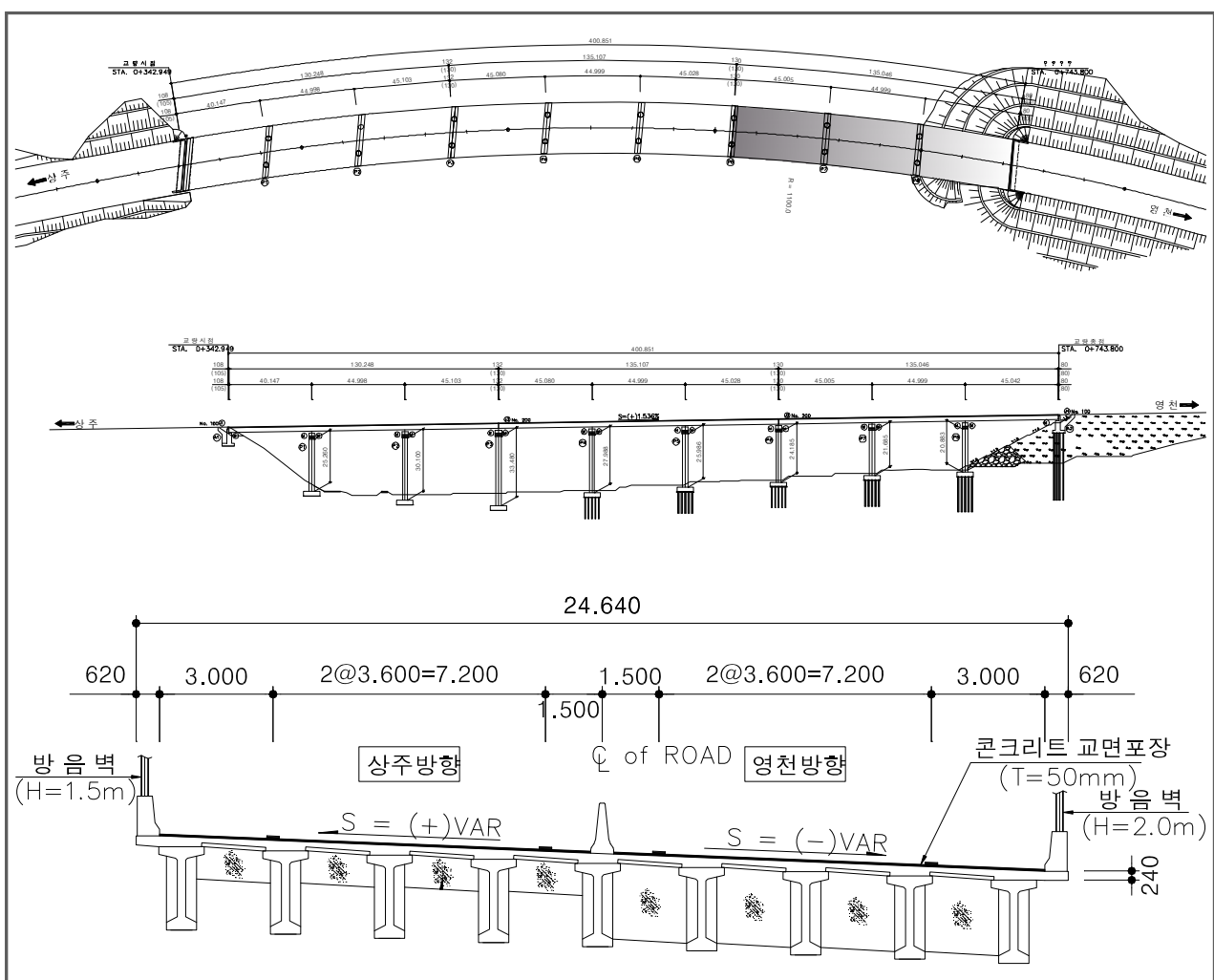
5.1 개 요

5.1.1 검토개요

도개교의 내하력 평가는 당 용역 협의 결과에 따라 설계시 구조해석을 준용하여 기본내하력을 산정토록 하며, 재하시험에서 얻어진 결과를 이용하여 대상교량의 공용내하력을 평가한다. 따라서 본 장에서는 설계검토서에서 대상 시설물의 기본적인 검토조건과 기본내하력 산정을 위한 결과 값을 발췌하여 수록하였다.

【상부구조 형식】

교량 형식	경간 구분	비고
P.S.C BEAM교	☐ 연 장 : 3@45.0m = 135.0m ☐ 폭 원 : 24.640m ☐ 포 장 : LMC (t=50mm) ☐ 활 하 중 : DB-24, DL-24	P6 ~ A2



5.2 구조해석 정리

5.2.1 검토조건

가. 사용재료 및 설계강도

(1) 형 식 : 포스트텐션방식 단순 합성 PnP 거더교

(2) 연 장 : $3@45.0\text{m} = 135.0\text{m}$

(3) 폭 원 : 24.640m ($R = 1,100\text{m}$)

(4) 포 장 : LMC ($t=50\text{mm}$)

(5) 활 하 중 : DB-24, DL-24

(6) 사용재료의 특성

① 콘크리트 - 설계기준강도 : 슬래브 $f_{ck} = 27 \text{ MPa}$

PnP 거더 $f_{ck} = 40 \text{ MPa}$

② 철근 - 항복강도 : 슬래브 $f_y = 400 \text{ MPa}$

PnP 거더 $f_y = 300 \text{ MPa}$

(7) 허용응력

① 바닥판 콘크리트

- 허용휨압축응력 : $f_{ca} = 0.6f_{ck} = 24.0 \text{ MPa}$

- 허용휨인장응력 : $f_{ta} = 0.63\sqrt{f_{ck}} = 3.27 \text{ MPa}$

② 프리스트레스 콘크리트

- 프리스트레스 도입시 압축강도 : $f_{ci} = 0.8f_{ck} = 32 \text{ MPa}$

- 프리스트레스 도입 직후 · 허용휨압축응력 : $0.60f_{ci} = 19.2 \text{ MPa}$

· 허용휨인장응력 : $0.25\sqrt{f_{ci}} = 1.41 \text{ MPa}$

- 설계하중 작용시 · 허용휨압축응력 : $0.6f_{ck} = 24.0 \text{ MPa}$

· 허용휨인장응력 : $0.63\sqrt{f_{ck}} = 3.27 \text{ MPa}$

- CREEP 계수(ψ) : 3.0 (28일 기준) 최종 2.2

③ PS 강재(Low-Relaxation)

· 극한강도(f_{pu}) : $1,900 \text{ MPa}$ · 항복강도(f_{py}) : $1,600 \text{ MPa}$

- 허용최대 긴장응력 : $0.9f_{py} = 1,440 \text{ MPa}$

- 정착 직후 정착부에서의 응력 : $0.7f_{pu} = 1,330 \text{ MPa}$

- 손실 후 사용하중 상태에서의 응력 : $0.8f_{py} = 1,312 \text{ MPa}$

(8) 탄성계수

① 콘크리트 · 바닥판 $E_c = 27800.0 \text{ MPa}$

· PnP 거더 $E_c = 30900.0 \text{ MPa}$

② 철근 및 PS 강연선 $E_s = 2.0 \times 10^5 \text{ MPa}$

(9) PS 강선(KS D 7002 SWPC7B $\phi 15.2\text{mm}$)

① 곡률마찰계수 $\mu = 0.25 / \text{rad}$. (아연도금 금속 쉬스 D 85)

② 파상마찰계수 $k = 0.005 / \text{m}$

③ 건조수축률 : 0.0002 (28일 기준) 0.00014 (90일)

④ 릴렉сей션 $\gamma = 2.5 \%$

⑤ 정착장치의 활동량 : 6.0mm

나. 검토방법

(1) 바닥판 : 강도설계법

(2) PnP GIRDER : 허용응력설계법

다. 참고문헌

(1) 도로교 설계기준 (한국도로교통협회, 2010)

(2) 콘크리트 구조 설계 기준 해설 (국토해양부, 2012)

(3) 도로교 설계기준 해설 (대한토목학회, 2008)

(4) 도로교 표준시방서 (국토해양부, 2013)

(5) 콘크리트 표준시방서 (국토해양부, 2009)

(6) 도로설계요령 (한국도로공사, 2009)

(7) 도로설계편람 제5편 (국토해양부, 2012)

5.2.2 바닥판 검토 결과

바닥판에 대한 안전성 검토 결과 다음과 같이 계산되었다.

가. 캔틸레버

(1) 좌 측

① 모멘트 단면력 요약

하 중 항 목	모 멘 트 (kNm)	하중조합 및 최대 하중	비 고
고정하중 (M_d)	14.185	$M_D + M_{L1+i} + 0.3M_W$	사용하중
활하중 (M_{L1+i})	14.046	30.121	
충돌하중 (M_o)	24.500	$1.3(M_D + M_{L1+i} + M_o)$	계수하중
풍하중 (M_W)	6.300	68.550	

② 안전성 검토 결과

검 토 항 목	작 용	설 계	검토결과
모멘트 검토 ($kN \cdot m$)	68.550	< 75.820	O.K (S.F = 1.106)
응력 검토 (MPa)	139.26	< 240.000	O.K (S.F = 1.723)
철근 간격 (mm)	150.0	< 435.5	O.K

(2) 우 측

① 모멘트 단면력 요약

하 중 항 목	모 멘 트 (kNm)	하중조합 및 최대 하중	비 고
고정하중 (M_d)	14.677	$M_D + 0.3M_W$	사용하중
활하중 (M_{L1+i})	16.189	32.755	
충돌하중 (M_o)	24.500	$1.2(M_D + M_{L1+i} + M_o)$	계수하중
풍하중 (M_W)	6.300	71.975	

② 안전성 검토 결과

검 토 항 목	작 용	설 계	검토결과
모멘트 검토 ($kN \cdot m$)	71.975	< 75.820	O.K (S.F = 1.053)
응력 검토 (MPa)	151.44	< 240.000	O.K (S.F = 1.585)
철근 간격 (mm)	150.0	< 390.0	O.K

5.2.3 PnP Girder 검토 결과

가. 허용응력법에 의한 검토

(1) 외측 거더 중앙부

구 분		프리스트레스 도입직후(MPa)			설계하중 작용시(MPa)		
		작용	허용	안전율	작용	허용	안전율
L.C 1 L.C 3	상연	-15.21	-18.0	1.183	-11.20	-18.0	1.607
	하연	-1.63	-18.0	11.043	-3.19	-18.0	5.643
	바닥판	-2.85	-12.15	4.263	-5.03	-12.15	2.416
L.C 2	상연	-15.21	-18.0	1.183	-11.21	-18.0	1.606
	하연	0.34	3.98	11.706	-1.21	-18.0	14.876
	바닥판	-2.03	-12.15	5.985	-4.20	-12.15	2.893

(+) : 인장, (-) : 압축

(2) 내측 거더 중앙부

구 분		프리스트레스 도입직후(MPa)			설계하중 작용시(MPa)		
		작용	허용	안전율	작용	허용	안전율
L.C 1 L.C 3	상연	-15.44	-18.0	1.166	-11.26	-18.0	1.599
	하연	-1.79	-18.0	10.056	-3.42	-18.0	5.263
	바닥판	-2.59	-12.15	4.691	-4.92	-12.15	2.470
L.C 2	상연	-15.50	-18.0	1.161	-11.54	-18.0	1.560
	하연	0.38	3.98	10.474	-1.16	-18.0	15.517
	바닥판	-1.86	-12.15	6.532	-4.06	-12.15	2.993

(+) : 인장, (-) : 압축

(3) 데크 판넬

구 분		프리스트레스 도입직후(MPa)			설계하중 작용시(MPa)		
		작용	허용	안전율	작용	허용	안전율
판넬	상연	-6.22	-16.80	2.701	-3.46	-15.75	4.552
	하연	-2.80	-16.80	6.000	-0.72	-15.75	21.875
판넬. 허용응력		1.32 < 계 < -16.80			2.96 < 계 < -15.75		
바닥판					-3.58	12.15	-3.394
바닥판 CONC. 허용응력					3.27 < 계 < -12.15		

(+) : 인장, (-) : 압축

나. 강도설계법에 의한 검토

구 분		외측 거더(kNm)	내측 거더(kNm)
중 앙 부	계수 모멘트 (Mu)	21,031.00	20,404.06
	설계 휨강도 (ϕM_n)	31,858.79	31,808.93
	안전율 (S.F)	1.515	1.559
지 점 부	계수 모멘트 (Mu)	10,261.08	8,016.55
	설계 휨강도 (ϕM_n)	13,996.13	13,936.50
	안전율 (S.F)	1.364	1.738

결
과
분
석

- 본 교량은 고정하중 및 설계활하중에 의한 거더 상·하연의 응력은 모두 허용응력 이내로 계산되어 구조적 안전성이 확보된 상태이다.

5.2.4 안전성 평가 결과

부 재		SF(안전율)	등 급
바닥판 캔틸레버(우측)		$SF(\text{안전율}) = \frac{\text{설계강도}}{\text{극한모멘트}} = \frac{\phi M_n}{M_u} = \frac{75.820}{71.975} = 1.053$	A
바닥판 데크 판넬		$SF(\text{안전율}) = \frac{\text{설계강도}}{\text{극한모멘트}} = \frac{\phi M_n}{M_u} = \frac{13,996.13}{10,261.08} = 1.364$	A
PnP 거더	외측거더 상연	$SF(\text{안전율}) = \frac{\text{허용응력}}{\text{발생응력}} = \frac{f_a}{f_{d+1}} = \frac{-18.0}{-11.210} = 1.606$	A
	내측거더 상연	$SF(\text{안전율}) = \frac{\text{허용응력}}{\text{발생응력}} = \frac{f_a}{f_{d+1}} = \frac{-18.0}{11.540} = 1.560$	A

5.3 내 하력 평가

5.3.1 개요

내하력 평가시 PnP 거더교의 거더는 허용응력법으로 내하력을 평가하며, 바닥판은 강도설계법에 의하여 내하력을 평가한다.

가. 허용응력법

허용응력법에 의한 교량부재의 내하율 산정시에 하중조합으로는 $D+L(1+i)$ 를 사용하여 하중계수를 각각 1.0으로 하며, 사용재료의 허용응력은 강재의 경우 사용재료에 따른 항복응력, 콘크리트의 경우 실제 압축강도를 사용하여 도로교 설계기준에 의거 부재종류에 따라 결정한다.

고정하중과 활하중에 의한 응력은 도로교설계기준에 의거하여 계산하였으며, 본 교량에서의 적용 활하중은 DB-24 및 DL-24이다.

허용응력법에 의한 교량부재의 내하력 평가방법은 다음과 같다.

$$\bullet \text{ 내하율(RF)} = \frac{f_a - f_d + f_e}{f_l (1+i)}$$

여기서, f_a = 허용응력

f_d = 고정하중에 의한 응력

f_e = 유효프리스트레스에 의한 응력

f_l = 설계 활하중에 의한 응력

i = 시방규정에 의한 이론적 충격계수

상기 내하율로부터 교량부재의 공용내하력은 다음과 같다.

$$\bullet \text{ 공용내하력(P)} = K_s \times \text{RF} \times P_r$$

$$\text{여기서, } K_s = \text{응답 보정계수} = \frac{\epsilon_{\text{계산}}}{\epsilon_{\text{실측}}} \cdot \frac{1+i_{\text{계산}}}{1+i_{\text{실측}}} \text{ or } \frac{\delta_{\text{계산}}}{\delta_{\text{실측}}} \cdot \frac{1+i_{\text{계산}}}{1+i_{\text{실측}}}$$

$\epsilon_{\text{계산}} (\epsilon_{\text{실측}})$ = 이론적인 변형률 (실측 변형률)

$\delta_{\text{계산}} (\delta_{\text{실측}})$ = 이론적인 처짐 (실측 처짐)

$i_{\text{계산}} (i_{\text{실측}})$ = 시방규정에 의한 이론적인 충격계수

(실측 충격계수)

나. 강도설계법

강도설계법으로 내하율을 산정할 때의 하중조합으로는 $1.3D+2.15L(1.0+i)$ 을 사용하므로 하중계수는 각각 1.3, 2.15 가 된다. 단면강도는 단면의 현재상태, 즉 재료강도와 단면손실 등을 고려하여 도로교설계기준의 공칭강도와 강도감소 계수를 적용하여 계산한다.

교량설계의 부재강도 감소계수는 부재강도의 산정에 있어서 재료강도에 대한 불확실성, 설계와 시공단면의 오차등을 고려하는 계수이나 내하력 평가시에는 그러한 불확실성은 상당히 감소하므로 오히려 공용중에 부재단면의 손상정도에 따라 결정되어야 한다. 그러나 부재단면의 손상정도를 정량적으로 평가하기가 어려우므로 공칭강도의 산정시는 교량의 현재상태에 따른 단면감소와 재료강도를 고려하고 강도감소계수는 설계시의 값을 그대로 사용한다.

고정하중과 활하중에 의한 단면력은 현재 작용하고 있는 고정하중과 현행 도로교설계기준의 설계활하중(DB 또는 DL하중) 및 콘크리트 구조설계기준을 사용하여 구조 해석을 통하여 구한다.

강도설계법에 의한 내하력 평가방법은 다음과 같다.

$$\bullet \text{ 내하율(RF)} = \frac{\phi M_n - \gamma_d M_d}{\gamma_l M_l (1+i)}$$

여기서, ϕM_n = 설계모멘트 (RC·PC구조물의 휨부재 $\phi=0.85$)

M_d = 고정하중 모멘트

M_l = 활하중 모멘트

γ_l = 활하중 계수 = 2.15

γ_d = 고정하중 계수 = 1.30

i = 이론상의 충격계수

상기 내하율로부터 교량부재의 공용내하력은 다음 식으로 계산한다.

$$\bullet \text{ 공용내하력(P)} = K_s \times \text{RF} \times P_r$$

$$\text{여기서, } K_s = \text{응답 보정계수} = \frac{\epsilon_{\text{계산}}}{\epsilon_{\text{실측}}} \cdot \frac{1+i_{\text{계산}}}{1+i_{\text{실측}}} \text{ or } \frac{\delta_{\text{계산}}}{\delta_{\text{실측}}} \cdot \frac{1+i_{\text{계산}}}{1+i_{\text{실측}}}$$

$\epsilon_{\text{계산}} (\epsilon_{\text{실측}})$ = 이론적인 변형률 (실측 변형률)

$\delta_{\text{계산}} (\delta_{\text{실측}})$ = 이론적인 처짐 (실측 처짐)

$i_{\text{계산}} (i_{\text{실측}})$ = 시방규정에 의한 이론적인 충격계수
(실측 충격계수)

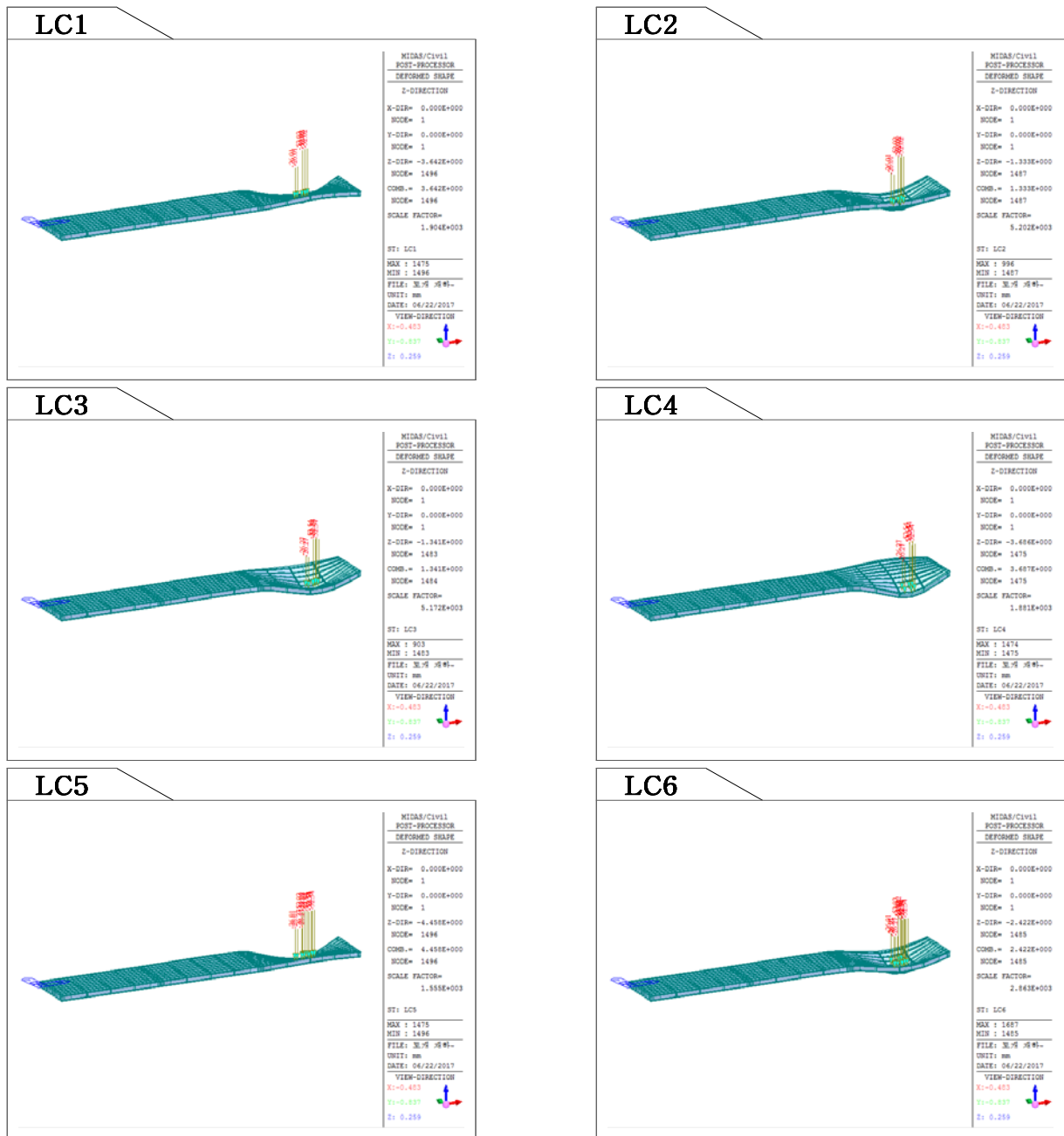
5.3.2 응답비

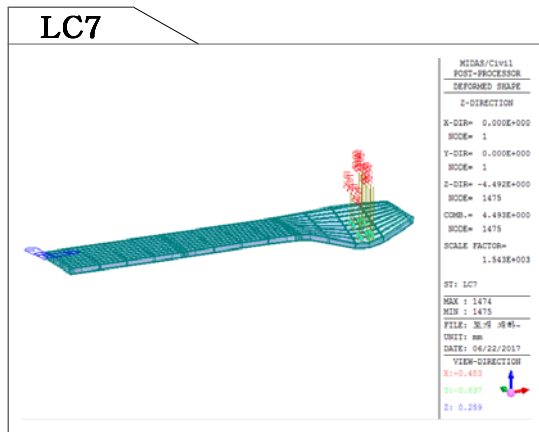
가. 재하시험에 대한 구조해석

공용내하력 산정시 구조계산상의 결과와 재하시험시 실측된 결과를 이용하여 응답보정계수를 구하기 위해 재하시험과 동일한 위치의 재하경우(LC 1~LC 7)에 대해 구조해석을 실시하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

나. 정적해석

(1) Load Case별 재하위치 및 처짐도





다. 응답비 산정

일반적인 응답비 산정은 처짐에 대한 해석치/실측치로 구하며 이 결과를 상호 비교하여 구조물의 전체적인 거동을 대표할 수 있도록 도출한다. 음영 부분은 거더에 근접한 신뢰영역으로서 응답비 산정 대상이다.

【처짐에 대한 응답비】

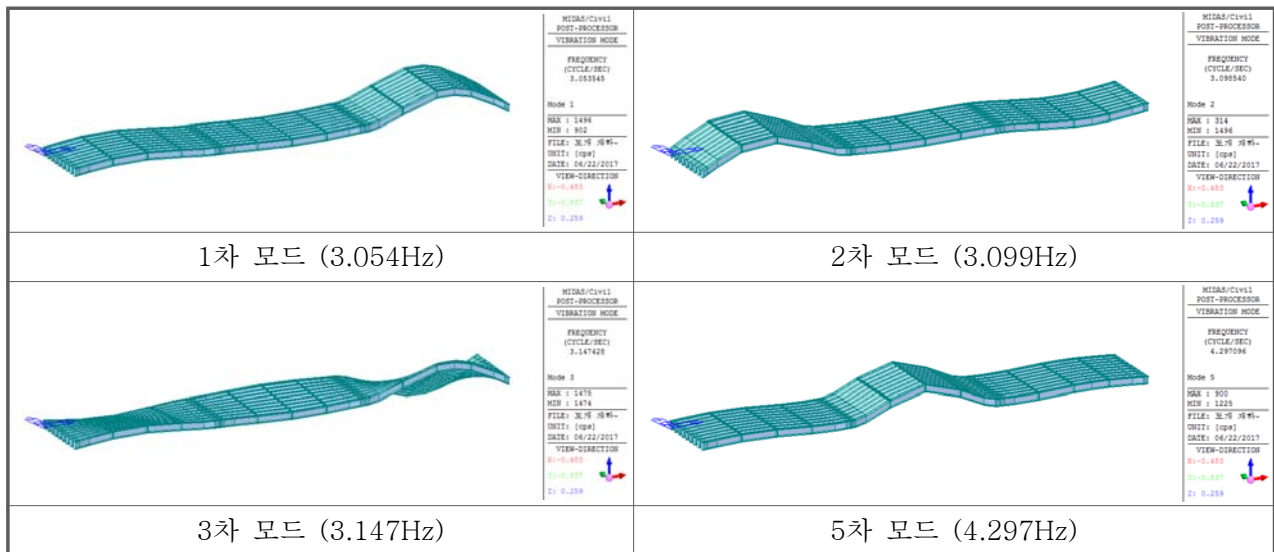
구 분		L.C 1	L.C 2	L.C 3	L.C 4	L.C 5	L.C 6	L.C 7
DT1 (G1)	계산처짐	-3.219	-0.863	-0.277	0.634	-4.091	-1.140	0.359
	실측처짐	-2.352	-0.725	-0.239	0.305	-2.969	-0.923	-0.036
	응답비	1.369	1.190	1.159	2.079	1.378	1.235	-
DT2 (G3)	계산처짐	-1.642	-1.135	-0.725	0.090	-2.789	-1.861	-0.628
	실측처짐	-1.233	-0.968	-0.526	-0.028	-2.090	-1.480	-0.653
	응답비	1.332	1.173	1.378	-	1.334	1.257	0.962
DT3 (G5)	계산처짐	-0.587	-1.207	-1.215	-0.600	-1.806	-2.422	-1.803
	실측처짐	-0.448	-0.950	-0.928	-0.457	-1.322	-1.927	-1.501
	응답비	1.310	1.271	1.309	1.313	1.366	1.257	1.201
DT4 (G7)	계산처짐	0.092	-0.724	-1.144	-1.666	-0.639	-1.868	-2.799
	실측처짐	0.001	-0.588	-0.847	-1.199	-0.554	-1.465	-2.188
	응답비	92.000	1.231	1.351	1.389	1.153	1.275	1.279
DT5 (G9)	계산처짐	0.624	-0.280	-0.870	-3.259	0.342	-1.150	-4.121
	실측처짐	0.353	-0.212	-0.495	-2.073	0.157	-0.726	-2.692
	응답비	1.768	1.321	1.758	1.572	2.178	1.584	1.531

시험차량에 의한 주부재의 처짐을 측정하여 이론치와 비교한 결과, 응답비가 1.0 이상으로 평가되어 정·동적 거동특성은 양호한 것으로 판단된다.

5.3.3 고유진동수

고유치 해석결과 아래와 같이 각 모드별 해석 고유진동수를 나타내며 계측된 교량의 연직방향 고유진동수는 2.955Hz로 측정되었으며, 연직방향 모드의 해석 고유진동수는 3.054Hz이다. 방호벽 및 중분대 강성을 고려한다면 실측 고유진동수는 양호한 것으로 판단된다.

(1) 진동모드



【진동모드】

(2) 고유진동수

【고유진동수】

구 분	Mode			
	1	2	3	5
고유진동수 (Hz)	3.054	3.099	3.147	4.297

5.3.4 공 용 내 하 력 평 가

가. 허용응력법에 의한 내하율 산정

(1) 내 하 율 (R.F) 계 산

$$R.F = \frac{f_a - f_d}{f_{l+i}}$$

① 외측거더 중앙부

구 분		응 력 (MPa)				내하율 (R,F)
		허용	Prestress	고정하중	활하중	
L.C1 L.C3	상연	-18.0	11.64	-18.38	-1.55	7.265
	하연	-18.0	-67.45	23.93	4.38	5.826
	바닥판	-12.15		-0.87	-1.98	5.697
L.C2	상연	-18.0	11.11	-18.11	-1.31	8.397
	하연	-18.0	-61.67	23.23	3.70	5.524
	바닥판	-12.15		-0.36	-1.67	7.060

② 내측거더 중앙부

구 분		응 력 (MPa)				내하율 (R,F)
		허용	Prestress	고정하중	활하중	
L.C1 L.C3	상연	-18.0	11.62	-18.78	-1.36	7.971
	하연	-18.0	-67.43	24.36	3.77	6.650
	바닥판	-12.15		-0.87	-1.72	6.558
L.C2	상연	-18.0	11.09	-18.52	-1.17	9.034
	하연	-18.0	-61.66	23.71	3.24	6.157
	바닥판	-12.15		-0.37	-1.49	7.906

③ 데크 판넬

구 분		응 력 (MPa)				내하율 (R,F)
		허용	Prestress	고정하중	활하중	
데크	상연	2.96	-3.95	0.05	0.44	15.591
	하연	2.96	-3.95	0.32	2.91	2.265
바닥판		-12.15		-0.35	-3.23	3.653

(2) 기본내하력= RF × P_r

① 외측거더 중앙부

구 분		내하율	설계하중	기본내하력	비고
L.C1 L.C3	상연	7.265	24	174.360	
	하연	5.826	24	139.824	
	바닥판	5.697	24	136.728	
L.C2	상연	8.397	24	201.528	
	하연	5.524	24	132.576	MIN.
	바닥판	7.060	24	169.440	

② 내측거더 중앙부

구 분		내하율	설계하중	기본내하력	비고
L.C1 L.C3	상연	7.971	24	191.304	
	하연	6.650	24	159.600	
	바닥판	6.558	24	157.392	
L.C2	상연	9.034	24	216.816	
	하연	6.157	24	147.768	MIN.
	바닥판	7.906	24	189.744	

③ 데크 판넬

구 분		내하율	설계하중	기본내하력	비고
데크	상연	15.591	24	374.184	
	하연	2.265	24	54.360	
바닥판		3.653	24	87.672	

(3) 공용내하력

- 응답보정계수 (Ks)

$$K_s = \frac{\text{해석처짐}}{\text{실측처짐}} \times \frac{1 + i_{\text{해석}}}{1 + i_{\text{실측}}}$$

【응답보정계수 검토결과】

부재	하중경우	해석처짐	실측처짐	해석 충격계수	실측 충격계수	응답 보정계수
G5	LC. 7	1.803	1.501	0.176	0.148	1.230

【공용내하력 검토결과】

구분	내하율	기본내하력	응답보정계수	공용내하력	비고
PnP 거더	5.524	DB-132.0	1.230	DB-162.0	

나. 강도설계법에 의한 내하율 산정

$$R.F = \frac{\phi M_n - \gamma_d M_d}{\gamma_l M_l + i}$$

【강도설계법에 의한 내하율 및 기본내하력 검토결과】

구분	ϕM_n	M_d	$M_l + i$	내하율	기본내하력	비고
바닥판 캔틸레버(우)	75.820	14.677	16.189	1.630	DB-39.1	

다. 결과 분석

본 교량에 대한 구조해석 및 재하시험에 의해 분석된 PnP 거더의 공용내하력과 바닥판의 기본내하력은 설계하중 DB(DL)-24을 만족하는 것으로 평가되었다.

결
과
분
석

- 도개교에 대한 구조해석 결과 및 재하시험에 의해 분석된 PnP 거더의 공용내하력과 바닥판의 기본내하력은 설계하중 DB(DL)-24을 만족한다.

제 6 장 종합평가 및 안전등급

6.1 시설물의 상태평가 결과

6.1.1 상태평가 결과

개별교량명 : 도개교													
부재의 분류		상부구조		2차부재	기타부재				받침	하부구조		내구성 요소	
번호	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간연석	신축이음	교량받침	하부	기초	탄산화(상)	탄산화(하)
S1	PnP	a	a	a	a	a	a	a	a	a	q	a	x
S2	PnP	b	a	a	a	a	a	x	a	a	q	a	a
S3	PnP	b	b	a	a	a	a	x	a	a	q	x	x
S4	PnP	a	b	a	a	b	a	a	a	a	q	x	a
S5	PnP	a	a	a	a	a	a	x	a	a	q	x	x
S6	PnP	b	a	a	a	a	a	x	a	a	q	x	a
S7	PnP	b	a	a	a	a	a	a	a	a	q	a	x
S8	PnP	a	a	a	a	a	a	x	a	a	q	a	a
S9	PnP	a	a	a	a	a	a	x	a	a	q	x	x
A2								a	a	a	q	x	a
평균		0.144	0.122	0.100	0.100	0.111	0.100	0.100	0.100	0.100	-	0.100	0.100
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20		4	3
(평균X가중치)/가중치합		0.026	0.024	0.005	0.007	0.003	0.002	0.009	0.009	0.020	-	0.004	0.003
1. 환산결합도 점수 =												0.113	
2. 상태평가 결과 =												A	

6.1.2 상태등급 판정

교량명 :	향남교						
구성교량명	환산	상태평가	연장	차선	길이	연장비	환산결합도점수
	결합도점수	등급	(M)		X 차선		X 연장비
양지교(영천)	0.113	A	400	2	800	1.0	0.113
합계(Σ)			1,270		3,810	1	0.103
1. 평가지수 =							0.103
2. 상태평가 결과 =							A 등급

평가
결과

• 도개교에 대한 상태평가를 실시한 결과 『A등급』으로 평가되었다.

6.2 시설물 종합평가 결과

6.2.1 상태평가 결과

시설물명	환산 결함도 점수	상태평가 등급	상태평가 결과
도개교	0.113	A	A

6.2.2 안전성 평가 등급의 결과

시설물명	SF(안전율)	등급	안전성평가 결과
도개교	1.053	A	A [SF(안전율):1.053]

안전 등급 결과

- 본 도개교에 대한 시설물평가는 「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침」에 제시된 시설물평가 기준을 토대로 실시하였으며, 과업대상 시설물의 상태평가 등급이 “A”로 분석되었다.

6.3 안전등급 지정

안전 등급 결과

- 본 도개교에 대한 안전 등급은 “문제점이 없는 최상의 상태”인 A등급(우수)으로 평가되었다. 향후 교량 공용시 현재의 양호한 상태를 지속적으로 유지시킬 수 있도록 유지관리에 노력하여야 한다.

제 7 장 보수 및 유지관리방안

7.1 보수방안

7.1.1 보수이력 및 보수보강방안

구 분	손상내용	손상원인	조치결과	비 고
도개교	-방호벽 균열	-건조수축	-표면처리공법	외관조사망도 참조
	-신축이음장치 후타재 균열	-건조수축	-표면처리공법	외관조사망도 참조
	-슬래브하면 균열 및 백태	-온도변화에 의한 건조수축	-Injection System -표면처리공법	외관조사망도 참조
	-거더 인양홀 주변 파손	-외력, 다짐불량	-단면복구공법	외관조사망도 참조
	-거더 재료분리 -재료분리	-다짐불량	-단면복구공법	외관조사망도 참조
	-교대 균열	-건조수축	- Injection System -표면처리공법	외관조사망도 참조
	-교각 균열	-건조수축	- Injection System -표면처리공법	외관조사망도 참조
	-교각 파손, 재료분리	-외력, 다짐불량	-단면복구공법	외관조사망도 참조

7.2 유지관리방안

7.2.1 유지관리 개요

본 교량에 대한 초기점검 결과에 따라 본 절에서는 향후 실시할 점검 및 정밀안전진단시 교량의 안전성, 사용성 및 내구성 차원에서 중점적으로 관찰하고 유의하여 수행하여야 할 주요 유지관리 항목을 설정하였다. 이러한 항목들은 결함의 진전여부 및 재발생 여부를 주기적으로 관찰함으로 향후 더 크게 발전할 가능성이 있는 결함부위에 대한 원인을 분석하여 사전에 예방하고자 주요 유지관리 항목을 제시하였다.

7.2.2 중점 유지관리 항목

구 분	손 상 내 용	유 지 관 리 방 안	비 고
도개교	-방호벽 균열	• 균열 보수부위 주기적인 주위관찰	
	-신축이음장치 후타재 균열	• 균열 보수부위 주기적인 주위관찰	
	-슬래브하면 균열 및 백태	• 보수부위 주기적인 주위관찰	
	-받침장치 편기	• 보수 후 주기적인 주위관찰	
	-받침장치 볼트 부식	• 보수부위 주기적인 주위관찰	
	-PSC거더 인양홀 주변 파손	• 보수부위 주기적인 주위관찰	
	-PSC거더 균열	• 보수부위 주기적인 주위관찰	
	-교대 균열	• 보수부위 주기적인 주위관찰	
	-교각 균열	• 보수부위 주기적인 주위관찰	
	-교각 파손, 재료분리	• 보수부위 주기적인 주위관찰	

7.2.3 일반 유지관리 항목

구 분	유 지 관 리 방 안	비 고
교 면 포 장	• 콘크리트 포장으로 전반적으로 양호한 상태로서 일상적 점검이 필요함.	
	• 주요 점검항목 - 공통 : 균열, 함몰, 단차 및 요철, 블리딩, 마모 - 신축이음 전후, 구조물 경계부 : 단차, 접속도로 침하 - 곡선부, 중차량 통행차로 : 마모, 바퀴자국 - 배수구 주변 : 물고임	• 육안조사
신 축 이 음	• 전반적으로 양호한 상태로서 일상적 점검이 필요함.	
	• 주요 점검항목 - 본 체 : 충격음, 본체유동 및 파손, 유간부족 및 유간과다, 유간 오물퇴적, 방수재(Seal재) 손상으로 인한 누수 - 후타재 : 구조물 경계부 포장침하로 인한 단차, 콘크리트 품질불량·열화에 의한 균열·파손, 단차·충격에 의한 후타재 균열·파손	• 육안조사
방호벽	• 교량의 보조부재로서 양호한 상태이며, 일상적 점검이 필요함.	
	• 주요 점검항목 - 방호벽 : 충격변형, 파손, 균열	• 육안조사
배 수 시 설	• 전반적으로 양호한 상태이며, 배수상태 등의 일상적 점검이 필요함.	
	• 주요 점검항목 - 배수구 : 그레이팅 파손, 오물퇴적, 막힘 - 배수관 : 부식 및 파손, 연결부 상태불량, 탈락	• 육안조사

구 분		유 지 관 리 방 안	비 고
P.nP 거 더		• 교면에 균열이 발생할 경우 바닥판으로의 누수로 인해 내구성이 저하될 수 있으므로 정기점검을 통하여 유지관리를 실시해야 함.	
		• 주요 점검항목 - 균열, 박락 - 백태, 변색, 열화 - 철근노출 및 부식 - 재료분리 - 사용하중에 의한 균열(사인장, 휨, 전단 균열 등) - 정착단 균열발생 여부	• 육안조사 • 비파괴조사
교 량 받 침		• 고무재 변형 및 균열, 고무재 이탈 여부의 정기점검이 필요함.	
		• 주요 점검항목 - 가동받침의 이동량 부족, 가동받침 전·후방의 가동장애 요소, 받침과 거더의 밀착상태, 받침의 편기상태, 가동면 부식, 연단거리 부족 - 받침몰탈 : 균열 및 파손	• 육안조사
하 부 구 조	교 대	• 콘크리트 균열 등의 손상이 발생될 경우 내구성이 저하될 수 있으므로 정기점검을 통하여 유지관리를 실시해야 함.	
		• 주요 점검항목 - 공통 : 교대 회전(기울음), 박리, 박락, 층분리, 철근노출, 백태 - 두부 : 두부 물고임, 받침부 균열 및 파손, 두부와 홍벽 경계부 균열, 거더와 홍벽 신축유간 부족 - 벽체 : 수직균열 및 침하, 구체와 날개벽 분리	• 육안조사
	교 각	• 콘크리트 균열 등의 손상이 발생될 경우 내구성이 저하될 수 있으므로 정기점검을 통하여 유지관리를 실시해야 함.	
		• 주요 점검항목 - 공통 : 박리, 박락, 층분리, 철근노출, 재료분리, 백태 - 두부 : 받침부 하부 균열 및 파손 - 구체 : 시공이음부 균열, 이동 또는 기울음, 수면접촉부 침식	• 육안조사
	기 초	• 기초부 주변 지반의 침하 여부 등의 확인	• 육안조사

제 8 장 종합 결론

8.1 외관조사

- 1) 교면포장은 콘크리트 포장으로 시공된 상태이며 외관조사 결과 균열, 마모, 박리, 박락 등의 초기결함이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
- 2) 배수시설에 대한 점검결과 배수구의 설치 위치 및 간격, 배수관의 연결부 상태 및 지지철물 등은 도면과 일치되게 시공된 상태이며 시공 상태는 양호한 것으로 조사되었다.
- 3) 방호벽 및 중분대는 전반적으로 양호한 상태로 조사되었으나 일부 국부적으로 시공초기 건조수축 및 수화열에 의한 균열, 박리 등이 발생한 것으로 조사되었다. 조사된 손상은 점점 기간 내 대부분 보수를 실시하고 있었으며 일부는 보수가 완료된 상태인 것으로 조사되었다.
- 4) 신축이음장치는 A1, P3, P6, A2 강 핑거 조인트로 시공되어 있으며, 본체의 강재 및 고무재 모두 초기설치시의 결합사항(하부 누수 등)은 없는 적절한 상태를 유지하고 있으며, 후타재는 파손 및 교면포장과의 단차가 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
- 5) 바닥판 하면에 대한 외관조사 결과, 건조수축에 의한 균열, 시공시 외력에 의한 경미한 파손, 거푸집 미제거 등이 조사되었다. 발생한 손상에 대해서는 점점 기간내 보수를 실시한 상태이며 보수 상태는 전반적으로 양호한 것으로 조사되었다.
- 6) 교량점검차를 이용한 PnP 거더와 가로보에 대한 외관조사 결과, 시공시 외력에 의한 경미한 파손, 재료분리 등이 조사되었다.
- 7) 받침장치는 LBR 받침으로 이루어져 시공되어 있으며, 외관조사 결과 받침 본체는 양호한 상태이나 받침 콘크리트에 일부 재료분리가 발생한 것으로 조사되었다. 받침 콘크리트 재료분리 발생부에 대해서 점점 기간내 보수를 실시한 것으로 조사되었으며 보수상태는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
- 8) 신축이음에 대한 유간측정을 실시한 결과 온도변화에 따른 계산 신축량을 상회하는 것으로 조사되어 적절한 유간거리를 확보하고 있는 것으로 확인되었다.
- 9) 연단거리를 측정된 결과 계산연단거리 42.5mm 이상을 충분히 확보하고 있는 것으로 조사되었다.
- 10) 교각에 일부 CW : 0.1mm~0.2mm의 균열, 재료분리 및 철근노출 등이 조사되었으며, 균열 발생원인은 시공초기 건조수축 및 수화열에 의해 발생한 균열로 판단되며 재료분리 및 철근노출은 시공시 다짐불량으로 인해 발생한 것으로 판단된다.

8.2 내구성조사

- 1) 각 부재별로 자기법에 의한 철근배근 상태를 조사한 결과 전반적으로 설계도면에 준하여 적정하게 배근되어 있는 것으로 조사되었다.
- 2) 각 부재별로 반발경도법에 의한 콘크리트 압축강도 측정결과 설계기준강도(바닥판하면 27.0MPa, 교대 24.0MPa, 교각 27.0MPa) 이상을 확보하고 있는 것으로 조사되었다.
- 3) 탄산화시험 결과 피복두께 30mm를 확보하고 있는 것으로 측정됨에 따라 a등급으로 판정된다.

8.3 재 하 시 험

- 1) 정모멘트 변위의 측정치를 분석하였다. 충격계수 산정은 공학용 프로그램인 R-Das2을 사용하여 동적 계측 값을 각 주행속도별 0.6~1.0Hz까지 Low Pass Filtering 하였으며, 필터링된 계측 값이 안정적인 값으로 수렴된 구간의 주파수를 이용하여 동적 계측 값(Ddyn)을 필터링하여 정적성분(Dsta)을 산출하였다. 동적 재하시험에 의한 본 대상 교량의 최대 충격계수는 0.148으로 측정되어 시방서에서 규정하고 있는 설계충격계수(0.176)보다 작게 나타나 주행차량의 충격에 대한 안전성이 확보된 것으로 판단된다.

2) 속도별 고유진동수

구 분	주행속도 (km/hr)						비 고
	10	20	30	40	60	80	
고유진동수 (Hz)	2.960	2.975	2.953	2.955	2.955	2.955	

8.4 구조해석 및 내 하 력 평 가

1) 바닥판 검토 결과

(1) 좌 측

① 모멘트 단면력 요약

하 중 항 목	모 멘 트 (kNm)	하중조합 및 최대 하중	비 고
고정하중 (M_d)	14.185	$M_D + M_{L1+i} + 0.3M_W$	사용하중
활하중 (M_{L1+i})	14.046	30.121	
충돌하중 (M_O)	24.500	$1.3(M_D + M_{L1+i} + M_O)$	계수하중
풍하중 (M_W)	6.300	68.550	

② 안전성 검토 결과

검 토 항 목	작 용	설 계	검 토 결 과
모멘트 검토 ($kN \cdot m$)	68.550 <	75.820	O.K (S.F = 1.106)
응력 검토 (MPa)	139.26 <	240.000	O.K (S.F = 1.723)
철근 간격 (mm)	150.0 <	435.5	O.K

(2) 우 측

① 모멘트 단면력 요약

하 중 항 목	모 멘 트 (kNm)	하중조합 및 최대 하중	비 고
고정하중 (M_d)	14.677	$M_D + 0.3M_W$	사용하중
활하중 (M_{L1+i})	16.189	32.755	
충돌하중 (M_O)	24.500	$1.2(M_D + M_{L1+i} + M_O)$	계수하중
풍하중 (M_W)	6.300	71.975	

② 안전성 검토 결과

검 토 항 목	작 용	설 계	검토결과
모멘트 검토 ($kN \cdot m$)	71.975 <	75.820	O.K (S.F = 1.053)
응력 검토 (MPa)	151.44 <	240.000	O.K (S.F = 1.585)
철근 간격 (mm)	150.0 <	390.0	O.K

2) 거더검토 결과

가. 허용응력법에 의한 검토

(1) 좌 측

① 모멘트 단면력 요약

하 중 항 목	모 멘 트 (kNm)	하중조합 및 최대 하중	비 고
고정하중 (M_d)	14.185	$M_D + M_{L1+i} + 0.3M_W$	사용하중
활하중 (M_{L1+i})	14.046	30.121	
충돌하중 (M_O)	24.500	$1.3(M_D + M_{L1+i} + M_O)$	계수하중
풍하중 (M_W)	6.300	68.550	

② 안전성 검토 결과

검 토 항 목	작 용	설 계	검토결과
모멘트 검토 ($kN \cdot m$)	68.550 <	75.820	O.K (S.F = 1.106)
응력 검토 (MPa)	139.26 <	240.000	O.K (S.F = 1.723)
철근 간격 (mm)	150.0 <	435.5	O.K

(2) 우 측

① 모멘트 단면력 요약

하 중 항 목	모 멘 트 (kNm)	하중조합 및 최대 하중	비 고
고정하중 (M_d)	14.677	$M_D + 0.3M_W$	사용하중
활하중 (M_{L1+i})	16.189	32.755	
충돌하중 (M_O)	24.500	$1.2(M_D + M_{L1+i} + M_O)$	계수하중
풍하중 (M_W)	6.300	71.975	

② 안전성 검토 결과

검 토 항 목	작 용	설 계	검 토 결 과
모멘트 검토 (kN·m)	71.975	< 75.820	O.K (S.F = 1.053)
응력 검토 (MPa)	151.44	< 240.000	O.K (S.F = 1.585)
철근 간격 (mm)	150.0	< 390.0	O.K

나. 강도설계법에 의한 검토

구 분		외측 거더(kNm)	내측 거더(kNm)
중 앙 부	계수 모멘트 (Mu)	21,031.00	20,404.06
	설계 휨강도 (ϕM_n)	31,858.79	31,808.93
	안전율 (S.F)	1.515	1.559
지 점 부	계수 모멘트 (Mu)	10,261.08	8,016.55
	설계 휨강도 (ϕM_n)	13,996.13	13,936.50
	안전율 (S.F)	1.364	1.738

다. 안전성 검토 결과

부 재		SF(안전율)	등 급
바닥판 캔틸레버(우측)		$SF(안전율) = \frac{\text{설계강도}}{\text{극한모멘트}} = \frac{\phi M_n}{M_u} = \frac{75.820}{71.975} = 1.053$	A
바닥판 데크 판넬		$SF(안전율) = \frac{\text{설계강도}}{\text{극한모멘트}} = \frac{\phi M_n}{M_u} = \frac{13,996.13}{10,261.08} = 1.364$	A
PnP 거더	외측거더 상연	$SF(안전율) = \frac{\text{허용응력}}{\text{발생응력}} = \frac{f_a}{f_{d+1}} = \frac{-18.0}{-11.210} = 1.606$	A
	내측거더 상연	$SF(안전율) = \frac{\text{허용응력}}{\text{발생응력}} = \frac{f_a}{f_{d+1}} = \frac{-18.0}{11.540} = 1.560$	A

3) 공용내하력 평가 결과

가. 허용응력법에 의한 내하율 산정

(1) 내하율(R.F) 계산

$$R.F = \frac{f_a - f_d}{f_{l+i}}$$

① 외측거더 중앙부

구 분		응력 (MPa)				내하율 (R,F)
		허용	Prestress	고정하중	활하중	
L.C1 L.C3	상연	-18.0	11.64	-18.38	-1.55	7.265
	하연	-18.0	-67.45	23.93	4.38	5.826
	바닥판	-12.15		-0.87	-1.98	5.697
L.C2	상연	-18.0	11.11	-18.11	-1.31	8.397
	하연	-18.0	-61.67	23.23	3.70	5.524
	바닥판	-12.15		-0.36	-1.67	7.060

② 내측거더 중앙부

구 분		응력 (MPa)				내하율 (R,F)
		허용	Prestress	고정하중	활하중	
L.C1 L.C3	상연	-18.0	11.62	-18.78	-1.36	7.971
	하연	-18.0	-67.43	24.36	3.77	6.650
	바닥판	-12.15		-0.87	-1.72	6.558
L.C2	상연	-18.0	11.09	-18.52	-1.17	9.034
	하연	-18.0	-61.66	23.71	3.24	6.157
	바닥판	-12.15		-0.37	-1.49	7.906

③ 데크 판넬

구 분		응력 (MPa)				내하율 (R,F)
		허용	Prestress	고정하중	활하중	
데크	상연	2.96	-3.95	0.05	0.44	15.591
	하연	2.96	-3.95	0.32	2.91	2.265
바닥판		-12.15		-0.35	-3.23	3.653

(2) 기본내하력= RF × P_r

① 외측거더 중앙부

구 분		내하율	설계하중	기본내하력	비고
L.C1 L.C3	상연	7.265	24	174.360	
	하연	5.826	24	139.824	
	바닥판	5.697	24	136.728	
L.C2	상연	8.397	24	201.528	
	하연	5.524	24	132.576	MIN.
	바닥판	7.060	24	169.440	

② 내측거더 중앙부

구 분		내하율	설계하중	기본내하력	비고
L.C1 L.C3	상연	7.971	24	191.304	
	하연	6.650	24	159.600	
	바닥판	6.558	24	157.392	
L.C2	상연	9.034	24	216.816	
	하연	6.157	24	147.768	MIN.
	바닥판	7.906	24	189.744	

③ 데크 판넬

구 분		내하율	설계하중	기본내하력	비고
데크	상연	15.591	24	374.184	
	하연	2.265	24	54.360	
바닥판		3.653	24	87.672	

(3) 공용내하력

- 응답보정계수 (K_s)

$$K_s = \frac{\text{해석처짐}}{\text{실험처짐}} \times \frac{1 + i_{\text{해석}}}{1 + i_{\text{실험}}}$$

【응답보정계수 검토결과】

부 재	하중경우	해석치집	실측치집	해석 충격계수	실측 충격계수	응답 보정계수
G5	LC. 7	1.803	1.501	0.176	0.148	1.230

【공용내하력 검토결과】

구 분	내하율	기본내하력	응답보정계수	공용내하력	비 고
PnP 거더	5.524	DB-132.0	1.230	DB-162.0	

나. 강도설계법에 의한 내하율 산정

$$R.F = \frac{\phi M_n - \gamma_d M_d}{\gamma_l M_l + i}$$

【강도설계법에 의한 내하율 및 기본내하력 검토결과】

구 분	ϕM_n	M_d	M_{l+i}	내하율	기본내하력	비 고
바 닥 판 캔틸레버(우)	75.820	14.677	16.189	1.630	DB-39.1	

다. 결과 분석

본 교량에 대한 구조해석 및 재하시험에 의해 분석된 PnP 거더의 공용내하력과 바닥판의 기본내하력은 설계하중 DB(DL)-24을 만족하는 것으로 평가되었다.

8.5 종합평가 등급

8.5.1 상태평가 결과

시설물명	환산 결함도 점수	상태평가 등급	상태평가 결과
도개교	0.113	A	A

8.5.2 안전성 평가 등급의 결과

시설물명	SF(안전율)	등급	안전성평가 결과
도개교	1.053	A	A [SF(안전율):1.053]

8.6 결론

본 교량에 대한 초기점검 결과 『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침』에 근거한 교량의 안전 등급은 “문제점이 없는 최상의 상태”인 “**A등급(우수)**”에 해당하는 것으로 평가되었으며, 전체적으로 안전성을 저해할 수 있는 문제는 없는 것으로 조사되었으므로 향후 관리주체에서 지속적으로 점검을 실시한다면 교량의 사용성 및 내구성은 확보될 것으로 판단된다.

III. 터 널 편

01 | 군 위 터 널

제 1 장 서 언

제 2 장 외 관 조 사

제 3 장 내구성 조사

제 4 장 GPR 탐사

제 5 장 종합평가 및 안전성평가

제 6 장 보수 및 유지관리방안

제 7 장 종 합 결 론

제 1 장 서 언

1.1 대상터널의 개요

1.1.1 교량의 현황

본 과업 대상터널의 현황은 다음과 같다.

구 분	내 용
시설물명	군위터널
시 공 사	한화건설(주)
준공년도	2017. 6. 28
공법형식	개착+NATM
터널위치	STA.6+010~STA.6+975
터널연장	영천방향 : 930.0m, 상주방향 : 965.0m
차 로 수	2차로
종단경사	1.9666%
환기방식	기계환기
갱문형식	시점) 벨마우스 변형, 종점) 벨마우스 변형

1.1.2 터널 전경



내 용

전 경(영천방향)

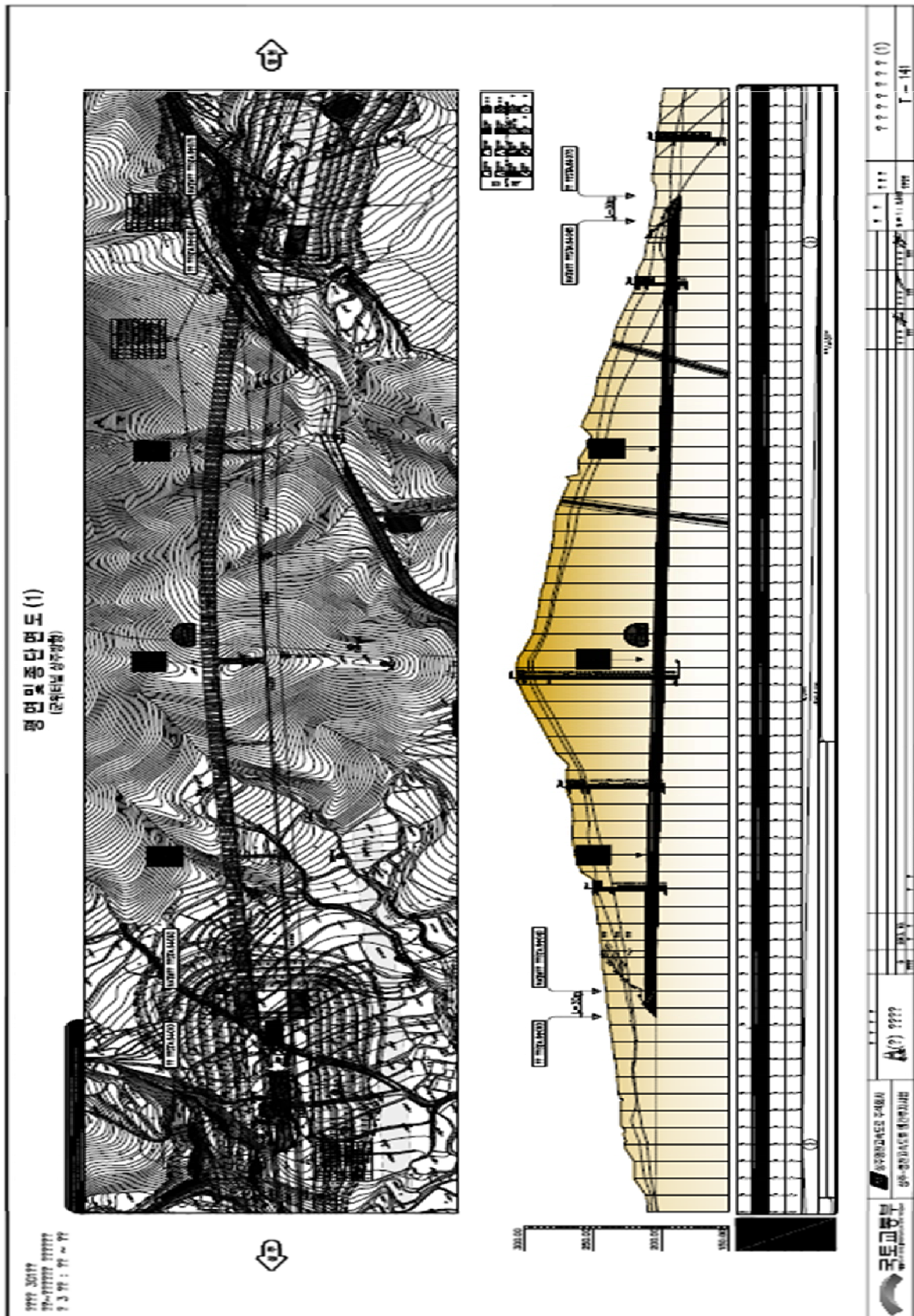


내 용

터널내부 전경(상주방향)

1.1.3 터널 제원

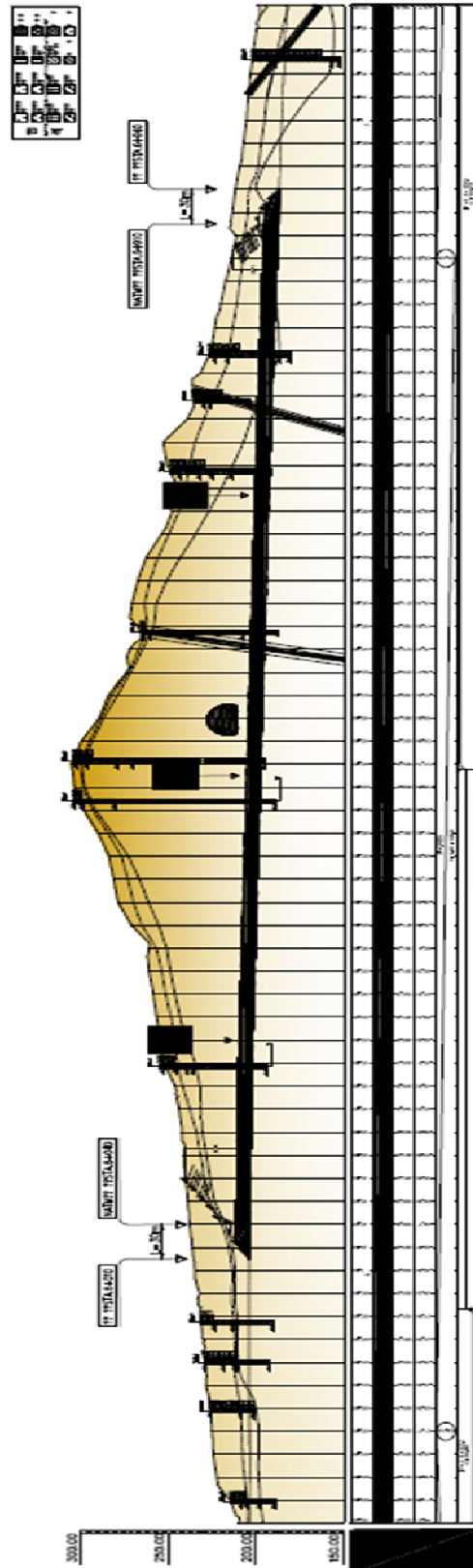
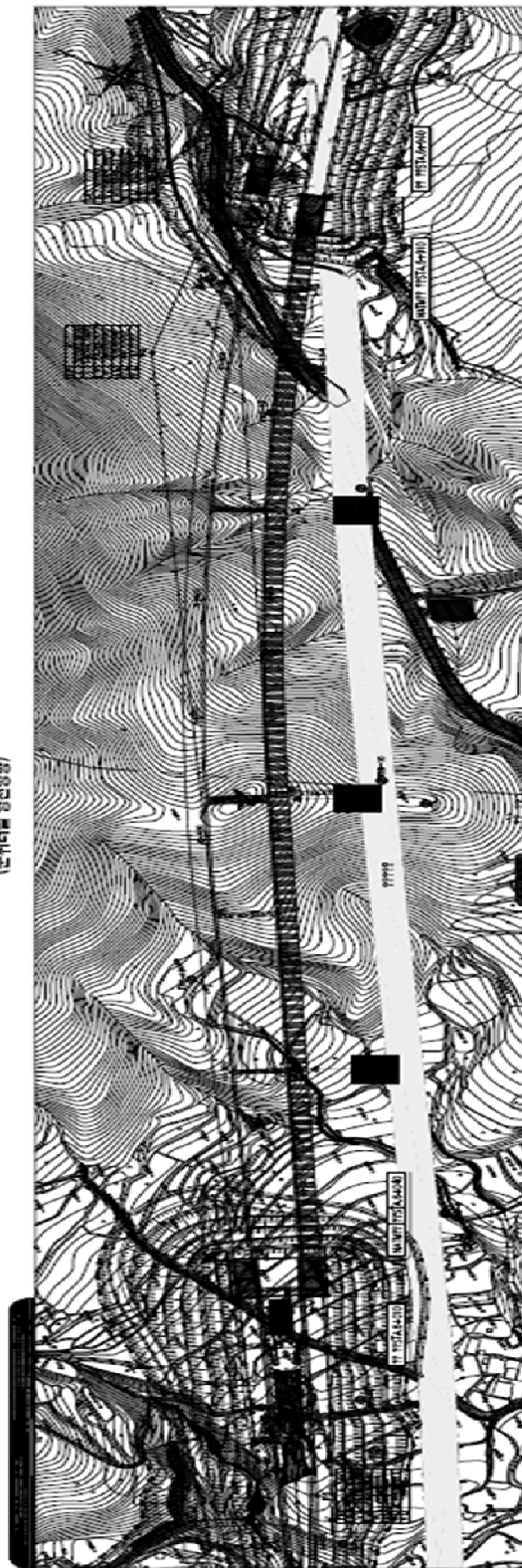
가. 종평면도



የጥቅም ጋዜጣችን
የጥቅም ጋዜጣችን
የጥቅም ጋዜጣችን

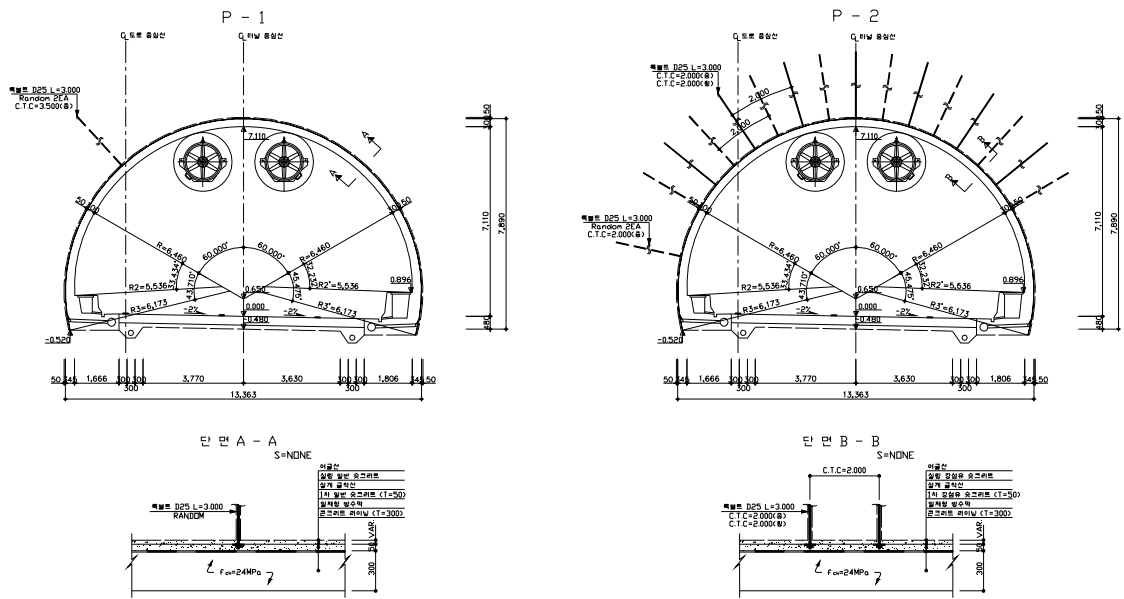
(ବିଶେଷ ନାମକ)

ଓଡ଼ିଆ ଶିକ୍ଷା



다. 표준 지보공

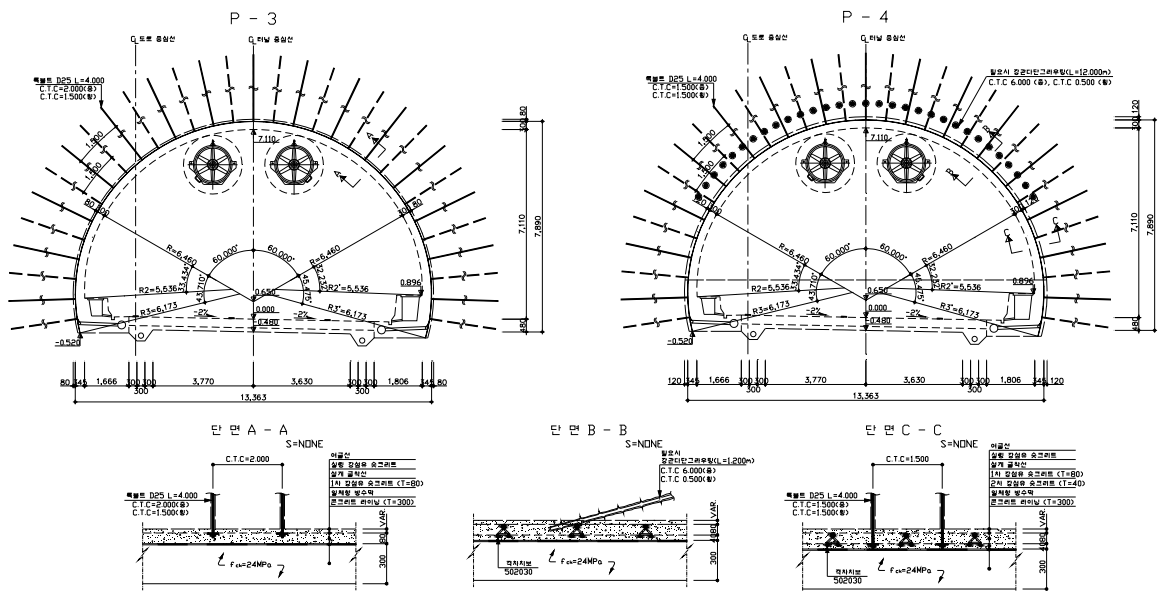
표준 지보공도 (1)
(2차로 기계환기)



재료표

비밀명	굴 적 (t)			유근리본 (t)	복 합 본 (EA)	합 치 보 공 (SET) (SS400)	방 수 시 보 (t)	콘크리트 라이닝 (2 층) (t)	배 수	
	설 계 굴 적	머 굴	계		L=3,000 상하부				스라이딩철거본 (m)	합 치 재 용 (t)
P - 1 (단면면)	88.772	3.182	91.954	2.804	0.571	-	24.198	7.104	2.0	0.495
P - 2 (단면면)	88.772	3.182	91.954	2.804	3.750 / 1.000	-	24.198	7.104	2.0	0.495

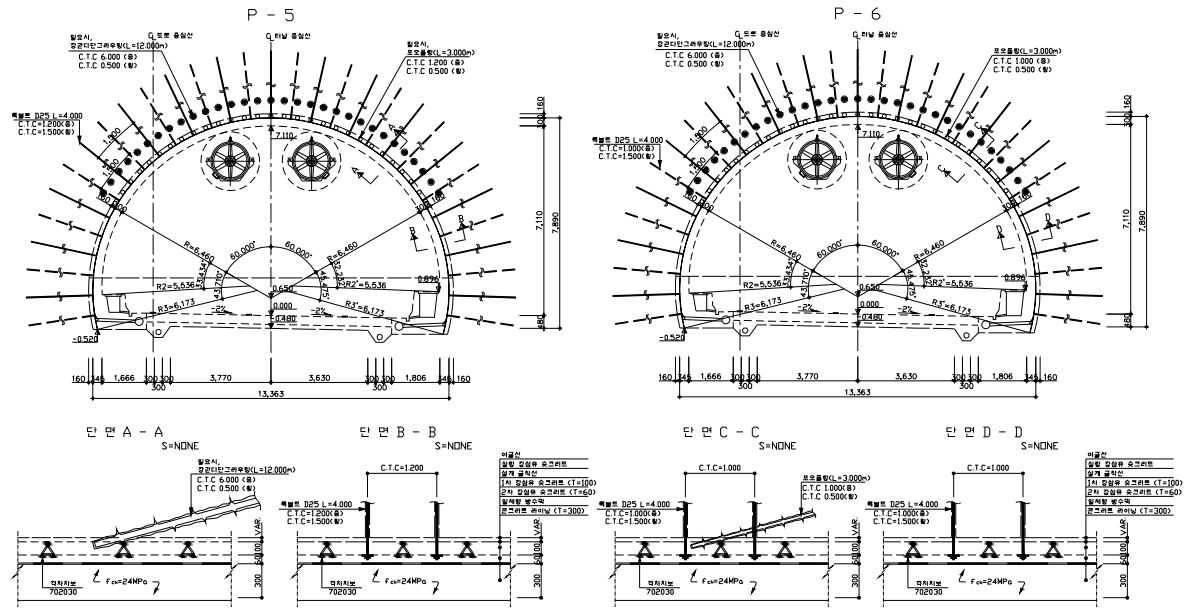
표준 지보공도 (2)
(2차로 기계환기)



재료표

비밀명	굴 적 (t)			유근리본 (t)	복 합 본 (EA)	합 치 보 공 (SET) (SS400)	방 수 시 보 (t)	콘크리트 라이닝 (2 층) (t)	배 수	
	설 계 굴 적	머 굴	계		L=4,000 상하부				스라이딩철거본 (m)	합 치 재 용 (t)
P - 3 (단면면)	89.491	4.428	93.919	4.380	4.750 / 3.000	-	24.227	7.620	2.0	0.495
P - 4	63.814	4.076	67.890	5.265	6.333	-	24.355	8.137	2.0	0.495
비밀명	26.637	1.626	28.263	0.996	4.000	0.667	24.355	8.137	2.0	0.495

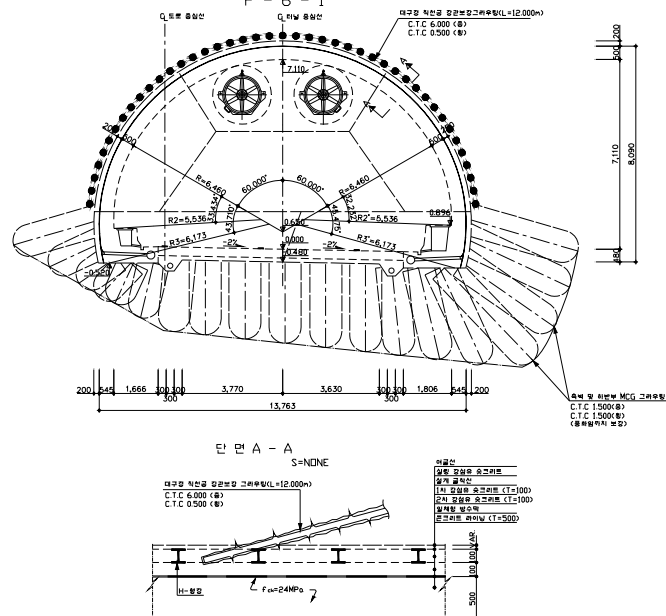
표준 지보공도 (3)
(2차로 기계환기)



(단위 : 1MPa)

비밀명	굴착 (C)			유근리브 (C)	벽돌 (CA) L=4.000 상하부	감시보강 (SET) (SS400)	방수시트 (C)	콘크리트 라이닝 (2층)	비고	
	설계굴착	이름	가						스라이딩철막판 (m)	합계체중 (C)
P-5	상부	64.620	4.101	68.721	6.242	7.917				
	하부	26.802	1.631	28.433	1.176	5.000	0.833	24.355	8.137	2.0 0.495
P-6	상부	64.620	4.101	68.721	6.242	9.500				
	하부	26.802	1.631	28.433	1.176	6.000	1.000	24.355	8.137	2.0 0.495

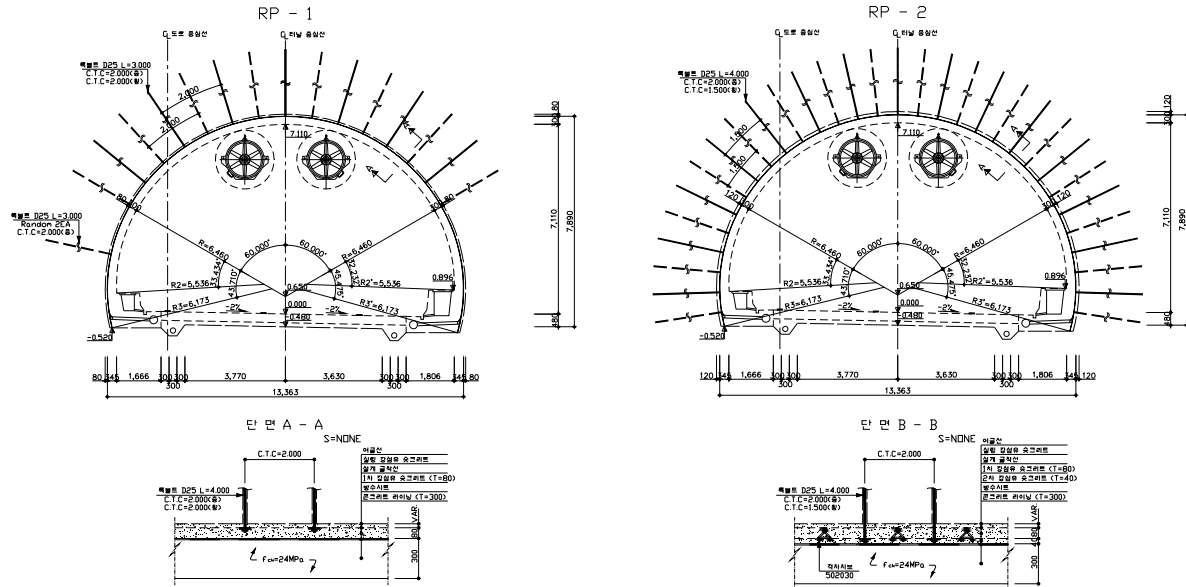
표준 지보공도 (4)
(2차로 기계환기)



(단위 : 1MPa)

비밀명	굴착 (C)			유근리브 (C)	벽돌 (CA) L=4.200 양비율	장치보강 (SET) (SS400)	방수시트 (C)	콘크리트 라이닝 (2층)	비주		
	설계굴착	이름	가						스라이딩철막판 (m)	합계체중 (C)	
P-6-1	상부	69.557	4.251	73.808	7.447	-	1.250	24.983	12.350	2.0	0.495
	하부	27.780	1.185	28.965	1.360	-					

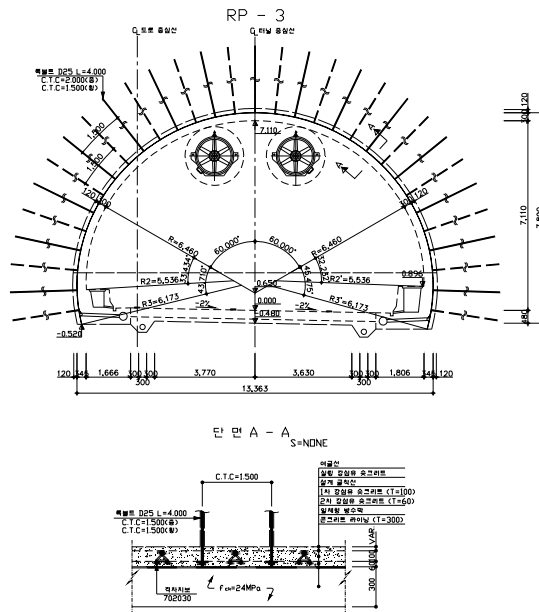
표준 지보공도 (5)
(2차로 기계환기)



재료표

타입명	골 격 (t)			연속리브 (EA)	강재 보강 (SE17) (SS400)	방수 시트 (t)	콘크리트 라이닝 (2종) (t)	배수		
	상하골격	허리골	계					스파이럴형합성리브 (mm)	합적재용 (t)	
RP - 1 (단면명)	89.49t	3.199	92.690	3.655	7.500 / 2.000	-	24.198	7.104	2.0	0.495
RP - 2 (단면명)	90.45t	4.457	94.908	5.523	9.500 / 6.000	0.500	24.277	7.620	2.0	0.495

표준 지보공도 (6)
(2차로 기계환기)

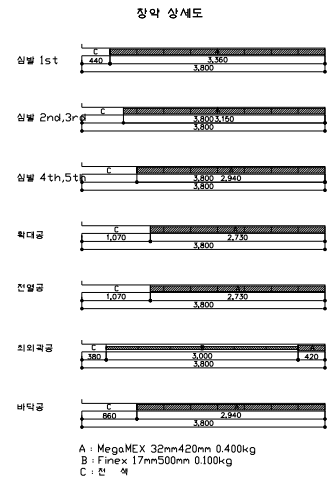
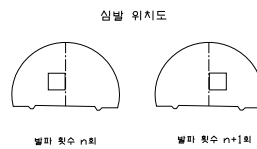
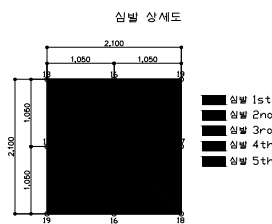
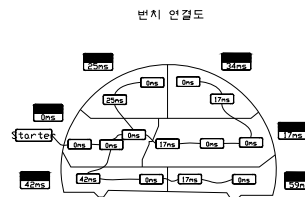
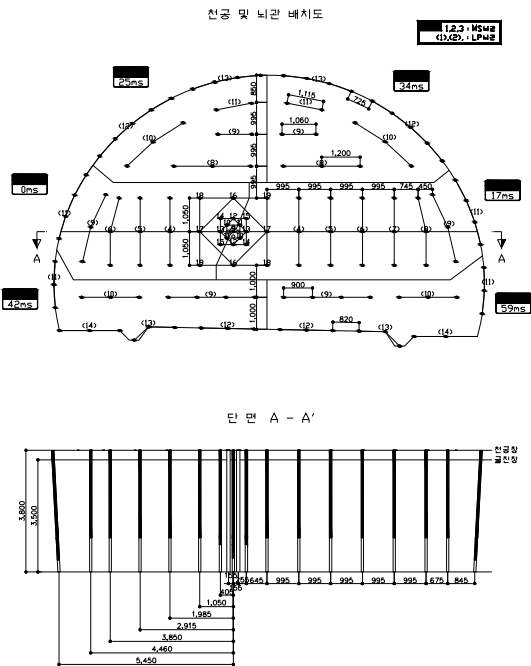


재료표

[단위: mm]										
타입명	골 격 ()			호크리브 (EA)	강재 보강 (SE17)	방수 시트 (t)	콘크리트 라이닝 (2종)	배수		
	상하골격	허리골	계	L=3000	(SS400)			스파이럴형합성리브 (mm)	합 적 재 용 (t)	
RP - 3	64.620	4.101	68.721	6.242	12.667	0.667	24.355	8.137	2.0	0.495
	26.802	1.631	28.433	1.176	8.000					

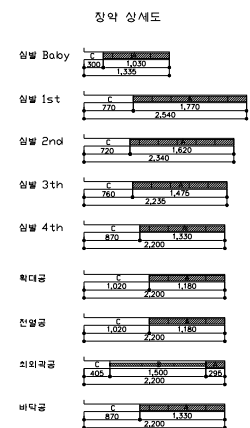
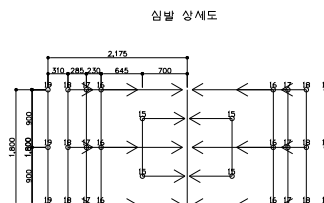
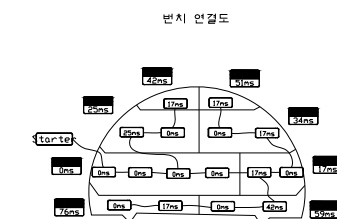
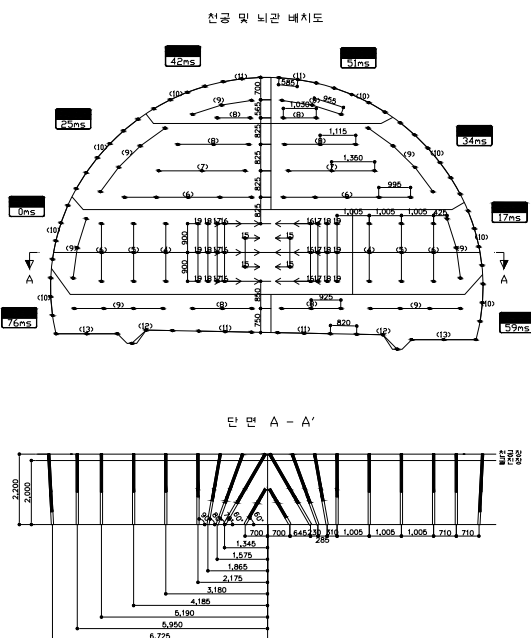
라. 발파패턴도

발 파 패 턴 도 (1)
(기계환기 TYPE-1 : 천공 및 뇌관 배치)



NOTE

1. 전압검출 규격은 부양관경은 $\phi 102mm$, 작게공은 $\phi 45mm$ 로 실시한다.
2. 간선은 Roundbar로 선재배치되되 좌측 하위 및 상부를 맞추어 철거시 실시하여 철거할 부분의 배치를 위해 출력이 실시한다.
3. Burchs: Signal Tube를 해당 노두 아래로 연결한다.
4. 장판은 브리드 공사를 Blot Pipe 등으로 개구리 장공을 실시하여 노두의 철거를 위해 제거 작업을 한다.
5. 심방배설은 전방철거시 전방 철거한 부분 및 철거한면은 출방전반, 출수전반 등을 그려서 반영한다
6. 방판배설은 심 방, 철 방 배설을 그려서 갑판과 적한 방 배설을 반영하여 적용한다

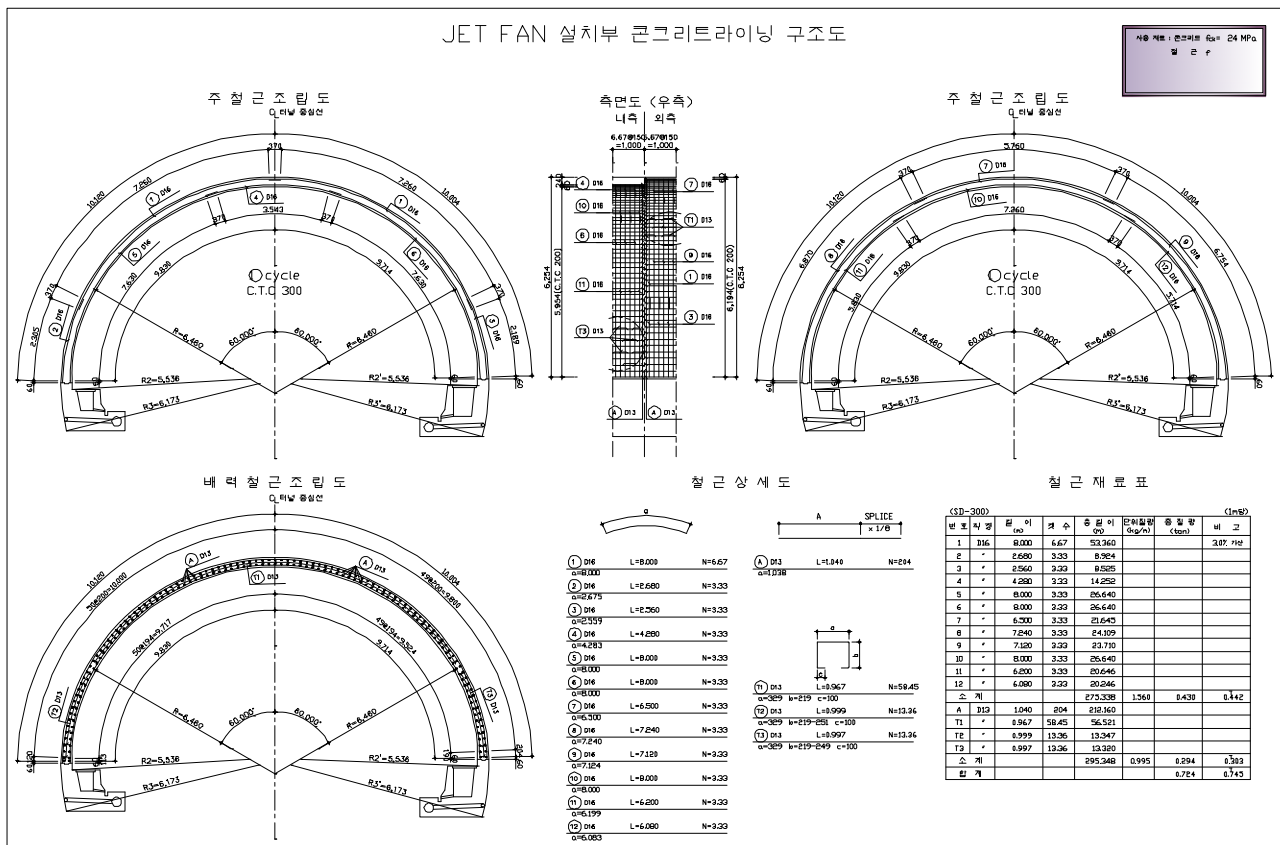
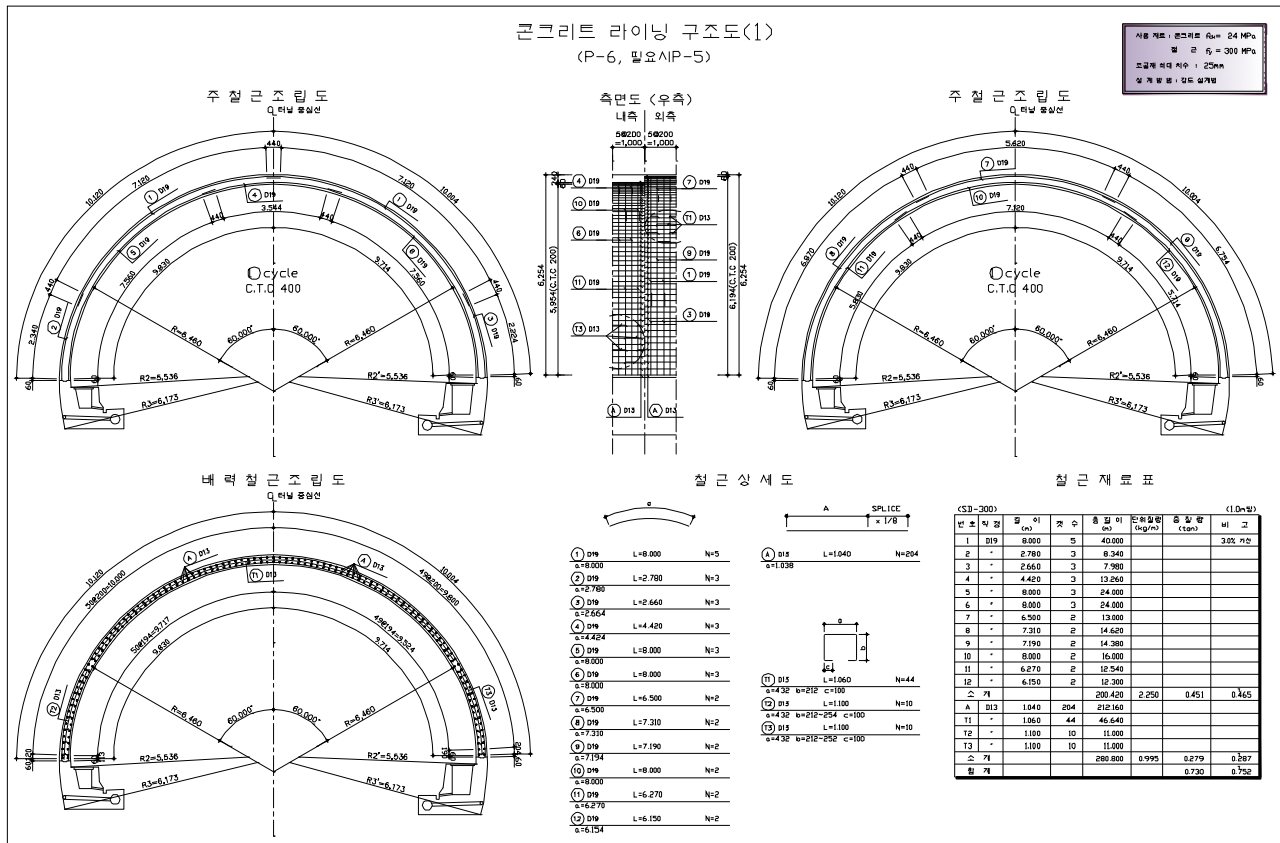
발 파 패 턴 도 (5)
(기계환기 TYPE-3 : 천공 및 뇌관 배치)

A : Newmite Plus II 32mm295mm 0.250kg
B : Finex 17mm500mm 0.100kg
C : 전 해

NOTE

1. 냉동창고 공정은 부압공정으로 0102mm, 압입공은 045mm로 실시한다.
2. 냉동창고는 Round의 단면형태에 의해 하부 및 갑판에 맞추어 압착이 실시하여 단면 원반형태의 두께 증감없이 가공한다.
3. Bunching Signal Tube를 최대 2개 이내로 한정한다.
4. 장동냉 동관의 크기는 1/2 인치 Pipe 등으로 깨끗이 청소를 실시하여 나쁜 냉매순환에 역 작용이 없도록 한다.
5. 실용압력이 인접하서는 냉장 제1단부터 열 방출되는 증발단면, 흡수구 등을 고려하여 냉매순수 을 들인다.
6. 증발단면 및 냉 매 실용압을 고려하여 압축관 직경은 방열특성을 냉매하여 정형화 된 것 을 사용한다.

마. 콘크리트 라이닝 구조도



제 2 장 외 관 조 사

2.1 주요 부재별 외관조사 결과

2.1.1 포장면

개요

- 본 터널의 외관조사는 고소작업차를 이용하여 근접 외관조사를 시행하였다. 점검 방법은 터널 천정, 좌·우 측벽, 바닥, 시·종점부 갭문 및 사면 등으로 구분하여 외관조사를 시행하였으며, 이를 통해 손상 발생 위치, 규모를 조사하여 부록편 외관망도에 상세히 기술하였다.

본 군위터널의 연장 영천방향 930.0m, 상주방향 965.0m에 대한 현장조사시 오차 최소화 및 유지관리의 용이성을 위해 조인트부를 기준으로 200Span으로 구분하여, 외관망도 작성시에도 각 Span별로 손상 위치 및 규모를 표기하였다.



내 용

포장 시공상태(영천방향)



내 용

포장 시공상태(수원방향)

점검
결과

- 포장은 콘크리트 포장으로 이루어져 있으며, 포장면 균열, 마모, 박리, 박락 등 초기결함이 없는 적절한 상태인 것으로 조사되었다.

2.1.2 터널천정



내 용

SPAN 2 천장 종균열(CW:0.3)보수



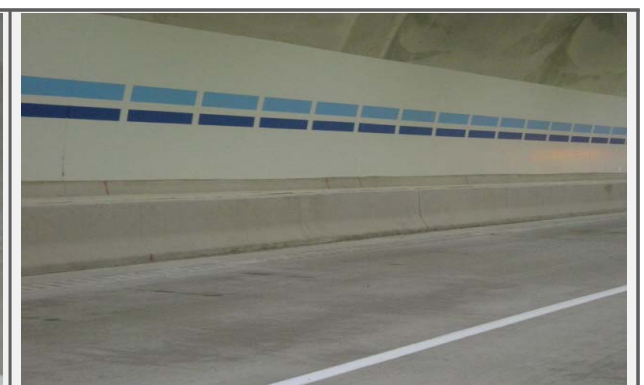
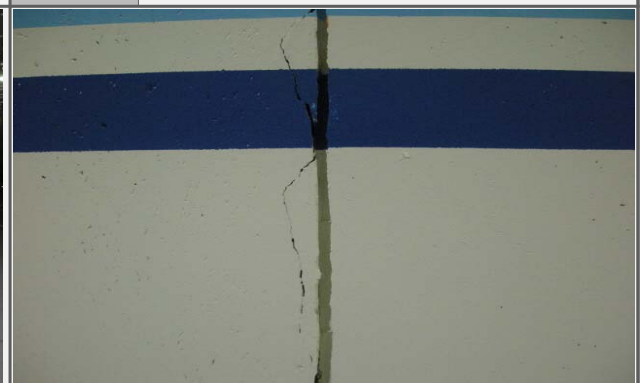
내 용

SPAN 27 천정 종균열(CW:0.3)영천방향

	
내 용 SPAN 36 천장(CW:0.3)상주방향	내 용 SPAN 34 천장 보수 현황 상주방향

시공 현황	▪ 외관조사를 실시한 결과, 천정 중앙부에서 콘크리트 온도변화 및 라이닝 건조수축에 의한 종방향 균열, 망상균열 등이 일부 조사되었으나, 점검기간중 보수를 실시하고 있는 것으로 조사되었으며 미 보수 상태의 손상이 일부 점검시 조사되었다. 기 보수된 보수부에 대한 현장 점검시 재 발생한 균열 및 추가 손상은 없는 것으로 조사되었다. 라이닝 천단부에서 흔히 발생하는 반달원 균열은 없는 것으로 조사되었으나 시점측에 일부 백태가 발생된 것으로 조사되었다. 본 점검시 조사된 손상은 대부분 사용성에 문제가 없을 것으로 판단되나 장기공용시 내구성 저하가 우려됨에 따라 보수를 실시하여야 할 것으로 판단된다.

2.1.3 좌, 우측 벽체

	
내 용 SPAN 43 우측벽체 황균열(CW:0.3) 영천	내 용 벽체 현황(영천방향) 양호
	
내 용 벽체 현황(상주방향) 양호	내 용 SPAN 53 벽체 박리(상주방향)

점검
결과

- 터널 벽체에는 도장마감 처리한 상태이며 점검 기간내 일부 발생된 손상에 대해서는 보수가 완료된 상태이며 보수 상태는 전반적으로 양호한 것으로 조사되었다. 향후 지속적인 유지관리(점검, 진단)시 보수부위에 대해서는 주기적인 점검 및 관리가 요구된다.

2.1.4 공동구 및 배수로

내 용 공동구 현황(상주방향)	내 용 공동구 현황(영천방향)

점검
결과

- 배수로는 바닥면 좌·우 양측으로 50m마다 설치된 상태이며, 파손, 이물질퇴적 등의 오염물질이 없고 배수구 덮개인 그레이팅의 설치상태, 개폐여부 및 관리상태 등도 양호한 것으로 조사되었다.

2.1.5 바닥면

내 용 바닥하면 전경(영천방향)	내 용 바닥하면 전경(상주방향)

점검
결과

- 군위터널의 바닥부는 콘크리트 포장으로 시공되어있으며, 용수나 함물, 용기 등의 지반상태 변화로 인한 손상은 관찰되지 않은 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

2.1.6 터널 시, 종점부

시공
현황

- 군위터널 시, 종점부 갯문은 벨마우스 변형으로 균열 및 단차, 누수 등의 결함이 없는 양호한 상태로 조사되었다.



내 용

시점측 현황(영천방향)



내 용

시점측 현황(상주방향)

점검
결과

- 시·종점부 주변의 절토사면은 외곽부에 측구 및 소단을 설치하여 원활한 배수가 이루어지고 있으며, 주변식재 상태 및 사면 파괴, 표층유실 등의 손상이 관찰되지 않은 양호한 상태로 조사되었다.

2.1.7 터널내 부속시설



내 용

조명 설치 현황



내 용

대피소 안내 표지판 설치 현황

	
내 용	소화기 설치 현황
	
내 용	젯트팬 설치 현황

점검
결과

- 터널내의 조도 상태는 양호하며, 조명시설 또한 파손, 점등불량, 오염 등의 손상 없이 양호한 것으로 조사되었다.
- 소화시설은 약 45~50m 간격으로 적정하게 설치되어 있으며, 배치된 소화기의 관리상태도 양호하며 또한 터널내 감시카메라 및 제트팬의 작동 상태도 양호한 것으로 조사되었다.

제 3 장 내구성 조사

3.1 콘크리트 강도시험

3.1.1 영천방향

위 치	평균치 (R)	보정치 (ΔR)	보정 경도 (RO)	재령 계수	보정압축강도(MPa)		평균 압축 강도 (MPa)	설계 압축 강도 (MPa)	평가
					재료학회	건축학회			
1SPAN	48.1	-3.26	43.3	0.69	25.6	28.2	26.9	24.0	적 정
25SPAN	48.4	-3.23	42.4	0.69	24.7	27.7	26.2	24.0	적 정
49SPAN	48.0	-3.26	44.4	0.69	26.5	28.7	27.6	24.0	적 정
74SPAN	45.4	-3.47	43.1	0.69	25.3	28.0	26.7	24.0	적 정
103SPAN	47.0	-3.34	43.7	0.69	25.8	28.3	27.1	24.0	적 정

3.1.2 상주방향

위 치	평균치 (R)	보정치 (ΔR)	보정 경도 (RO)	재령 계수	보정압축강도(MPa)		평균 압축 강도 (MPa)	설계 압축 강도 (MPa)	평가
					재료학회	건축학회			
-3SPAN	46.7	-3.36	43.3	0.69	25.6	28.2	26.9	24.0	적 정
25SPAN	45.8	-3.44	42.4	0.69	24.7	27.7	26.2	24.0	적 정
50SPAN	47.7	-3.28	44.4	0.69	26.5	28.7	27.6	24.0	적 정
73SPAN	46.5	-3.38	43.1	0.69	25.3	28.0	26.7	24.0	적 정
106SPAN	47.0	-3.34	43.7	0.69	25.8	28.3	27.1	24.0	적 정

점검
결과

- 각 부재별로 반발경도법에 의한 콘크리트 압축강도 측정결과 설계기준강도 이상을 확보하고 있는 것으로 조사되었다.

3.2 철근배근탐사

3.2.1 영천방향

(단위 mm)

조 사 위 치	철근방향	철근 간격		비 고
		설 계 현 황	현 장 조 사	
1SPAN	주 철 근	D16@200	≒ @195	적 정
	배력철근	D16@200	≒ @205	적 정
	피복두께	80	≒ 90	적 정
25SPAN	주 철 근	-	-	적 정
	배력철근	-	-	적 정
	피복두께	-	-	적 정
49SPAN	주 철 근	-	-	적 정
	배력철근	-	-	적 정
	피복두께	-	-	적 정
74SPAN	주 철 근	-	-	적 정
	배력철근	-	-	적 정
	피복두께	-	-	적 정
103SPAN	주 철 근	D16@200	≒ @200	적 정
	배력철근	D16@200	≒ @200	적 정
	피복두께	80	≒ 92	적 정

(단위 mm)

3.2.2 수원방향

(단위 mm)

조 사 위 치	철근방향	철근 간격		비 고
		설 계 현 황	현 장 조 사	
-3SPAN	주 철 근	D16@200	≒ @198	적 정
	배력철근	D16@200	≒ @205	적 정
	피복두께	80	≒ 78	적 정
25SPAN	주 철 근	-	-	적 정
	배력철근	-	-	적 정
	피복두께	-	-	적 정
50SPAN	주 철 근	-	-	적 정
	배력철근	-	-	적 정
	피복두께	-	-	적 정
73SPAN	주 철 근	-	-	적 정
	배력철근	-	-	적 정
	피복두께	-	-	적 정
106SPAN	주 철 근	D16@200	≒ @195	적 정
	배력철근	D16@200	≒ @200	적 정
	피복두께	80	≒ 91	적 정

점검
결과

- 각 부재별로 자기법에 의한 철근배근 상태를 조사한 결과 전반적으로 설계도면에 준하여 적정하게 배근되어 있는 것으로 조사되었다.

3.3 탄산화 시험

3.3.1 탄산화 시험 결과

본 시험에서는 각 구조 부위별로 드릴천공 된 구멍에 이물질 제거하고 시약을 뿌려 탄산화정도를 측정하였다.

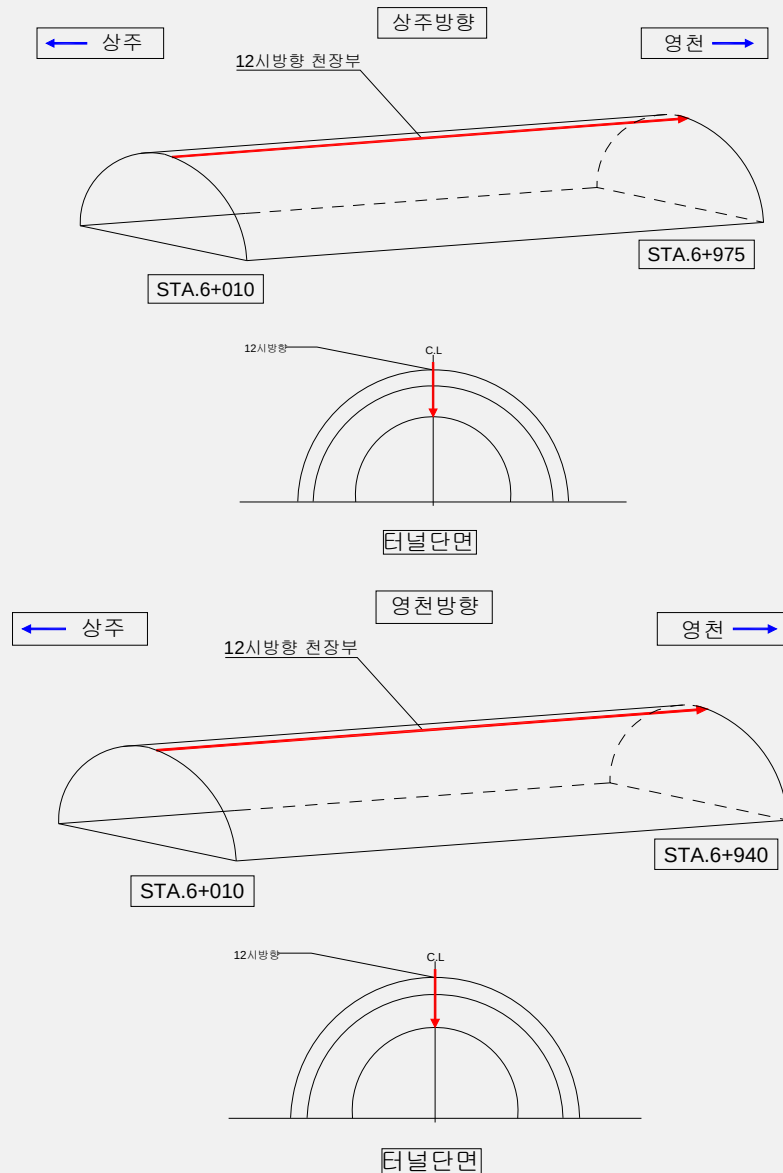
측 정 위 치		탄산화 깊이(mm)	실측피복 두께(mm)	잔여깊이 (mm)	평가 등급
영천 방향	1SPAN	1.0	90	89.0	a등급
	103SPAN	0.5	92	91.5	a등급
상주 방향	-3SPAN	1.2	78	76.8	a등급
	106SPAN	1.0	91	90	a등급

제 4 장 GPR탐사

4.1 탐사방법 및 자료취득 방법

4.1.1 탐사범위

군위터널(상주방향 965m, 영천방향 930m)구간을 천장부 종단면 1회 측정하였다.
그림3.1은 탐사 측선위치도를 보여주며, 탐사측선 현황을 보여준다.



터널 구분	측선 명	측선 위치	측선 연장	탐사심도	비고
군위터널	상주방향	천장부(12)	965m	약 1.0m	
	영천방향	천장부(12)	930m	약 1.0m	
합계			1,895m		

4.1.2 자료취득 방법

자료수신에는 50-100cm 정도의 심도에서 높은 분해 능력을 가지고 있는 1.5GHz 비접촉식 안테나를 사용하였다. 유전상수 6을 사용하여 25ns 길이로 측정하면 탐사심도는 약 1.0m 이다. 그림 3.3는 자료취득 장면을 보여준다.



【자료취득 방법】

4.2 준공도면 검토

4.2.1 개 요

준공도면 상의 터널 구간별 철근피복두께, 철근간격, 콘크리트라이닝 두께 등을 요약하여 보여주며, 지반등급 및 지보패턴적용도, 표준 지보패턴도를 보여준다.

지보 패턴	개착	P-6	P-5	P-4	P-3	RP-2	P-3	P-4	P-3	P-2	P-3	RP-2
라이닝 (mm)	500	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
철근간격 (mm)	200	200	200	-	-	200	-	-	-	-	-	200
철근피복 (mm)	80	60	60	-	-	60	-	-	-	-	-	60
연장 (m)	30	18	10	102	20	20	2	99	90	11	8	20
총연장 (m)	30	48	58	160	180	200	202	301	391	402	410	430
탐사 구간												
<----- 930m-----												

지보 패턴	P-3	P-4	P-5	P-4	P-5	RP-3	P-5	P-6	P-6-1	개착
라이닝 (mm)	300	300	300	300	300	300	300	300	500	500
철근간격 (mm)	-	-	200	-	200	200	200	200	125	200
철근피복 (mm)	-	-	60	-	60	60	60	60	80	80
연장 (m)	7	156	12	45	4	20	3	32	191	30
총연장 (m)	437	593	605	650	654	674	677	709	900	930
탐사 구간	----- 930m ----->									

【군위터널(영천방향) 구간별 두께 및 간격】

지보 패턴	개착	P-6	P-5	P-4	P-3	P-4	RP-3	P-4	P-3	P-2	P-3	RP-2
라이닝 (mm)	500	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
철근간격 (mm)	200	200	200	-	-	-	200	-	-	-	-	200
철근피복 (mm)	80	60	60	-	-	-	60	-	-	-	-	60
연장 (m)	30	18	17	41	26	48	20	77	42	35	56	10
총연장 (m)	30	48	65	106	132	180	200	277	319	354	410	420
탐사 구간	<----- 965m----->											

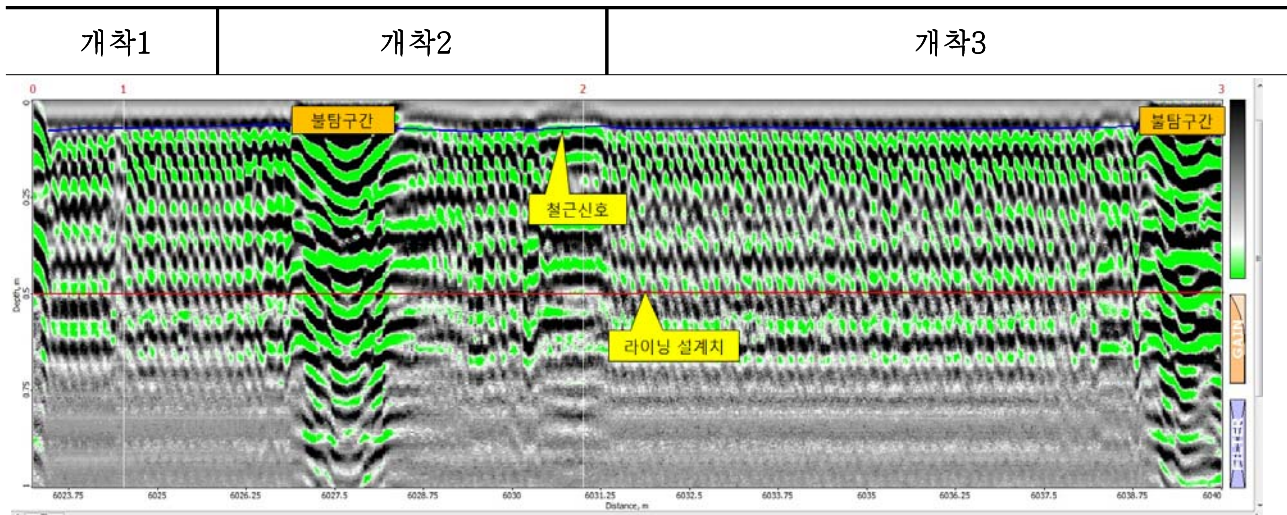
지보 패턴	RP-3	P-4	P-3	P-2	P-3	P-4	P-5	RP-3	P-5	P-6	개착	
라이닝 (mm)	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	500	
철근간격 (mm)	200	-	-	-	-	-	200	200	200	200	200	
철근피복 (mm)	60	-	-	-	-	-	60	60	60	60	80	
연장 (m)	10	34	16	88	38	42	9	20	86	172	30	
총연장 (m)	430	464	480	568	606	648	657	677	763	935	965	
탐사 구간	----- 965m ----->											

【군위터널(상주방향) 구간별 두께 및 간격】

4.3 GPR단면 분석

4.3.1 철근 피복 두께 분석

하단그림은 균위터널 상주방향 개착1~3 구간에 나타나는 철근 신호를 보여준다. 파란색 실선은 철근 피복두께 변화를 나타내고 있는데 약 80mm 정도로 피복 두께는 양호한 것으로 탐사된다. 빨간색 실선은 라이닝 설계치인 500mm를 나타내고 있다.

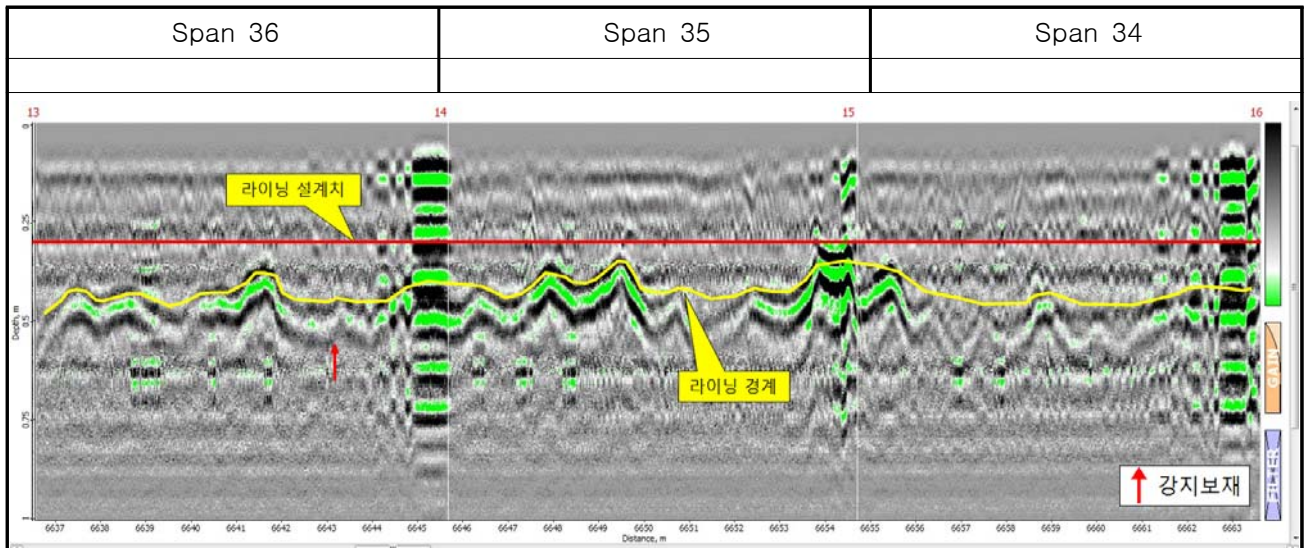


- 그림은 균위터널 상주방향 개착 1~3구간에 나타나는 철근 신호를 보여준다.
- 파란색 실선은 철근 피복두께 변화를 나타내고 있는데 약 80mm 정도로 피복 두께는 양호한 것으로 탐사된다.
- 빨간색 실선은 라이닝 설계치인 500mm를 나타내고 있다.

【철근피복 두께 분석 예 (균위터널 상주방향 개착 1~3)】

4.3.2 라이닝 두께 분석

하단그림은 균위터널 상주방향 Span 36~34에 나타나는 라이닝 신호를 보여준다. 본 측정구간에 대한 분석결과 노란색 실선은 라이닝 경계선에 대한 신호를 나타내고 (336~362mm), 빨간색 실선은 라이닝 설계치인 300mm를 나타낸다. 빨간색 화살표 신호는 라이닝 배면에 존재하는 강지보재의 신호로 보았다. 하단 data의 분석결과 라이닝 두께는 양호하고, 라이닝 배면의 손상은 없는 것으로 탐사되었다.



- 그림은 균위터널 상주방향 Span 36~34에 나타나는 라이닝 신호를 보여준다.
- 노란색 실선은 라이닝두께를 나타내고(336~362mm), 빨간색 화살표는 라이닝 배면에 존재하는 강지보재의 신호를 나타낸다.
- 빨간색 실선은 라이닝 설계치인 300mm를 나타내고 있다.

4.4 GPR탐사 결과 요약

탐사결과 이상대가 발견되지 않았으며, 전반적으로 양호한 상태인 것으로 탐사되었다.

P-1,2,3,4를 제외한 전 구간에 철근배근이 되어있는 것으로 측정되었다. GPR 장비의 특성상 철근배면은 전자기파의 감쇠현상으로 인하여 철근배근 구간의 라이닝 두께 확인은 다소 불확실하나 철근의 피복두께는 전반적으로 60mm 이상을 유지하고 있으며, 평균 라이닝두께는 353mm로 측정되었다.

각 터널 구간별 철근 및 라이닝두께와 이상대를 표로 나타내었으며 해석된 GPR 탐사자료는 부록에 게재한다.

측선	Span	지보 패턴	연장 (m)	측점 (STA.)	라이닝 두께		철근피복		이상대 위치 (라이닝 두께부족)
					측정치	설계치	측정치	설계치	
군 위 터 널 - 상 주 방 향	개착1~3	개착	30	6+010 ~ 6+040	-	500	80~80	80	-
	105~104	P-6	18	6+040 ~ 6+058	-	300	60~230	60	-
	103~102	P-5	17	6+058 ~ 6+075	-	300	89~200	60	-
	101~97	P-4	41	6+075 ~ 6+116	-	300	72~293	60	-
	96~93	P-3	26	6+116 ~ 6+142	296~397	300	-	-	-
	93~87	P-4	48	6+142 ~ 6+190	322~405	300	-	-	-
	87~85	RP-3	20	6+190 ~ 6+210	302~310	300	-	-	-
	85~76	P-4	77	6+210 ~ 6+287	313~400	300	-	-	-
	76~72	P-3	42	6+287 ~ 6+329	365~385	300	-	-	-
	72~68	P-2	35	6+329 ~ 6+364	310~405	300	-	-	-
	67~62	P-3	56	6+364 ~ 6+420	282~379	300	-	-	-
	61~60	RP-2	10	6+420 ~ 6+430	345~379	300	-	-	-
	60~59	RP-3	10	6+430 ~ 6+440	-	300	112~273	60	-
	59~55	P-4	34	6+440 ~ 6+474	310~379	300	-	-	-
	55~53	P-3	16	6+474 ~ 6+490	308~379	300	-	-	-
	53~43	P-2	88	6+490 ~ 6+578	267~428	300	-	-	-
	43~39	P-3	38	6+578 ~ 6+616	365~423	300	-	-	-
	39~34	P-4	42	6+616 ~ 6+658	336~434	300	-	-	-
	34~33	P-5	9	6+658 ~ 6+667	336~362	300	-	-	-
	33~31	RP-3	20	6+667 ~ 6+687	-	300	112~261	60	-
	31~21	P-5	86	6+687 ~ 6+773	-	300	118~348	60	-
	21~1	P-6	172	6+773 ~ 6+945	-	300	72~253	60	-
	개착3~1	개착	30	6+945 ~ 6+975	-	500	80~80	80	-
합계	111		965	STA.6+010~6+975					

【군위터널(상주방향) 구간별 두께 및 이상대】

측선	Span	지보 패턴	연장 (m)	측점 (STA.)	라이닝 두께		철근피복		이상대 위치 (라이닝 두께부족)
					측정치	설계치	측정치	설계치	
군위 터널 - 영천 방향	개착1~3	개착	30	6+010 ~ 6+040	-	500	80~80	80	-
	101~100	P-6	18	6+040 ~ 6+058	-	300	60~155	60	-
	100~98	P-5	10	6+058 ~ 6+068	-	300	60~126	60	-
	98~87	P-4	102	6+068 ~ 6+170	325~423	300	-	-	-
	87~84	P-3	20	6+170 ~ 6+190	336~379	300	-	-	-
	84~82	RP-2	20	6+190 ~ 6+210	-	300	118~200	60	-
	82~82	P-3	2	6+210 ~ 6+212	333~348	300	-	-	-
	82~70	P-4	99	6+212 ~ 6+311	336~431	300	-	-	-
	70~60	P-3	90	6+311 ~ 6+401	316~431	300	-	-	-
	60~59	P-2	11	6+401 ~ 6+412	328~336	300	-	-	-
	59~58	P-3	8	6+412 ~ 6+420	331~368	300	-	-	-
	58~56	RP-2	20	6+420 ~ 6+440	-	300	118~200	60	-
	56~55	P-3	7	6+440 ~ 6+447	345~400	300	-	-	-
	55~37	P-4	156	6+447 ~ 6+603	279~411	300	-	-	-
	36~35	P-5	12	6+603 ~ 6+615	279~348	300	-	-	-
	35~30	P-4	45	6+615 ~ 6+660	244~411	300	-	-	-
	30~29	P-5	4	6+660 ~ 6+664	279~365	300	-	-	-
	29~27	RP-3	20	6+664 ~ 6+684	-	300	60~130	60	-
	27~27	P-5	3	6+684 ~ 6+687	-	300	60~135	60	-
	26~23	P-6	32	6+687 ~ 6+719	-	300	60~141	60	-
	23~1	P-6-1	191	6+719 ~ 6+910	-	500	80~282	80	-
	개착3~1	개착	30	6+910 ~ 6+940	-	300	80~89	80	-
합계	107		930	STA.6+010~6+940					

【군위터널(영천방향) 구간별 두께 및 이상대】

4.5 평가

1) 라이닝 콘크리트 시공성 평가

터널 표준시방서 3.3.2항에 의하면 “설계두께의 1/3 혹은 100mm 중에서 작은 값을 초과하지 않는 범위 내에서 시공오차를 허용한다.”라고 명시되어 있고, 본 터널 무근구간의 설계두께는 300mm이므로 허용라이닝 두께는 200mm 정도가 된다.

탐사결과 라이닝 내부에 이상대가 없는 것으로 보인다.

2) 철근시공 적정성 평가

지보패턴 P-1,2,3,4를 제외한 전구간에 철근배근이 되어 있는 것으로 탐사되었다. 본 측정구간은 피복두께 약 60mm 이상으로서 전반적으로 양호한 것으로 판단되며, 배면 암질에 따라 적절히 설치, 시공된 상태로 판단된다.

3) 라이닝 콘크리트의 품질 평가

탐사결과 본 터널은 전반적으로 양호한 상태인 것으로 탐사되었다. 라이닝 콘크리트 두께는 군위터널 상주방향 282~434mm, 군위터널 영천방향 244~431mm로 측정되었다.

제 5 장 종합평가 및 안전등급

5.1 시설물의 상태평가 결과

5.1.1 영천방향

SPAN NO.	균열	누수	파손 및 손상	재질열화							결함 점수 합계	라이닝 결함 지수
				바리	충분 리 및 박락	백태	재료 분리	철근 노출	탄산화	염화물		
1~2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.11
3~5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.11
6~8	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.11
9~11	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.11
12~14	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.11
15~17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
18~20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
21~23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
24~26	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.11
27~28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
30~32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
33~35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
36~38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
39~41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
42~44	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.07
45~47	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.11
48~50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
51~53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
54~56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
57, 59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
60~62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
63~65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
66~68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
69~71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
72~74	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
75~77	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
78~80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
81~83	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
84~85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
87~89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
90~92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
93~95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
96~98	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.11
99~101	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00

1) 기본시설 상태평가 결과

① 무근콘크리트 라이닝 결함점수 합계

【무근콘크리트 라이닝 결함점수 합계】

균열	누수	파손 손상	재질열화				주변상태				결함 점수 합계
			박리	충분리 및 박락	백태	재료 분리	배수 상태	지반 상태	갯문 상태	공동구 상태	
0.55	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.55
							결함지수(F)=결함점수 합계 / 34				0.016
							터널상태평가 결과				a

② 철근콘크리트 라이닝 결함점수 합계

【철근콘크리트 라이닝 결함점수 합계】

균열	누수	파손 손상	재질열화				주변상태				결함 점수 합계
			박리	충분리 및 박락	백태	재료 분리	배수 상태	지반 상태	갯문 상태	공동구 상태	
0.33	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.00	0.0	0.0	0.44
							결함지수(F)=결함점수 합계 / 43				0.01
							터널상태평가 결과				a

2) 전체 상태평가 결과

기본시설 결함지수(F)	부대시설 결함지수(F)	부대시설 가중치(W)	전체 시설물의 결함지수(F)	상태평가결과 (F)
0.025	0.00	1.00	0.025	A

5.1.2 상주 방향

SPAN NO.	균열	누수	파손 및 손상	재질열화							결합점수합계	라이닝결합지수
				박리	충분리 및 박락	백태	재료분리	철근노출	탄산화	염화물		
1~2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.11
3~5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.11
6~8	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.11
9~11	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.11
12~14	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.11
15~17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
18~20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
21~23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
24~26	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.11
27~28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
30~32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
33~35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
36~38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
39~41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
42~44	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.07
45~47	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.11
48~50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
51~53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
54~56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
57, 59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
60~62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
63~65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
66~68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
69~71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
72~74	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
75~77	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
78~80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
81~83	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
84~85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
87~89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
90~92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
93~95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
96~98	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.11
99~101	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00

1) 기본시설 상태평가 결과

① 무근콘크리트 라이닝 결합점수 합계

【무근콘크리트 라이닝 결합점수 합계】

균열	누수	파손 손상	재질열화				주변상태				결합 점수 합계
			박리	충분리 및 박락	백태	재료 분리	배수 상태	지반 상태	갯문 상태	공동구 상태	
0.55	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.55
							결합지수(F)=결합점수 합계 / 34				0.016
							터널상태평가 결과				a

② 철근콘크리트 라이닝 결합점수 합계

【철근콘크리트 라이닝 결합점수 합계】

균열	누수	파손 손상	재질열화				주변상태				결합 점수 합계
			박리	충분리 및 박락	백태	재료 분리	배수 상태	지반 상태	갯문 상태	공동구 상태	
0.33	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.00	0.0	0.0	0.44
							결합지수(F)=결합점수 합계 / 43				0.01
							터널상태평가 결과				a

2) 전체 상태평가 결과

기본시설 결합지수(F)	부대시설 결합지수(F)	부대시설 가중치(W)	전체 시설물의 결합지수(F)	상태평가결과 (F)
0.025	0.00	1.00	0.025	A

5.1.3 상태등급 판정

1) 균위터널(영천방향)

시설물명	균위터널(영천방향)	
평가구분	결합지수	평가등급
상태평가	0.025	A
안전성평가	-	-
종합평가 결과	-	A
안전등급 지정	• 상태평가 등급은 A 등급으로 판정되어, 종합평가 등급은 "A"등급으로 평가되었음 • 안전등급 : "A" 등급	

2) 군위터널(상주방향)

시설물명	군위터널(상주방향)	
평가구분	결합지수	평가등급
상태평가	0.025	A
안전성평가	-	-
종합평가 결과	-	A
안전등급 지정	· 상태평가 등급은 A 등급으로 판정되어, 종합평가 등급은 "A"등급으로 평가되었음 · 안전등급 : "A" 등급	

5.2 시설물 종합평가 결과

5.2.1 상태평가 결과

시설물명	결합지수	상태평가 등급	상태평가 결과
군위터널(영천)	0.025	A	A
군위터널(상주)	0.025	A	

안전 등급 결과

- 본 군위터널에 대한 시설물평가는 「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침」에 제시된 시설물평가 기준을 토대로 실시하였으며, 과업대상 시설물의 상태평가 등급이 "A"로 분석되었다.

5.3 안전등급 지정

안전 등급 결과

- 본 군위터널에 대한 안전 등급은 "문제점이 없는 최상의 상태"인 A등급(우수)으로 평가되었다. 향후 교량 공용시 현재의 양호한 상태를 지속적으로 유지시킬 수 있도록 유지관리에 노력하여야 한다.

제 6 장 보수 및 유지관리방안

6.1 보수방안

6.1.1 보수방안

부재(부위)	손상 및 개선 필요사항	보수 및 개선사항	비 고
천정부	균열(0.3mm미만)	표면처리공법	외관조사망도 참조
	망상균열	표면처리공법	외관조사망도 참조
	백태	표면처리공법	외관조사망도 참조
벽체	균열(0.3mm미만)	표면처리공법	외관조사망도 참조
	망상균열	표면처리공법	외관조사망도 참조
	백태	표면처리공법	외관조사망도 참조

6.2 유지관리방안

6.2.1 유지관리 개요

본 터널에 대한 초기점검 결과에 따라 본 절에서는 향후 실시할 점검 및 정밀안전진단시 터널의 안전성, 사용성 및 내구성 차원에서 중점적으로 관찰하고 유의하여 수행하여야 할 주요 유지관리 항목을 설정하였다. 이러한 항목들은 결함의 진전여부 및 재발생 여부를 주기적으로 관찰함으로 향후 더 크게 발전할 가능성이 있는 결함부위에 대한 원인을 분석하여 사전에 예방하고자 주요 유지관리 항목을 제시하였다.

6.2.2 중점 유지관리 항목

구분		유지관리 사항
터널 입·출구부	절토사면	 ·터널의 입·출구부 절토사면은 사면시설(배수시설, 표면보호공, 도로 등)의 파손 및 기능상실 여부에 대한 상시점검이 필요함. ▶사면의 풍화작용 및 집중호우시 사면 파괴가 발생할 수 있으므로 주의관찰 필요. <입구부 사면 현황>

구분		유지관리 사항	
터널 본체	라이닝	 <횡방향 균열 현황>	·라이닝의 균열은 종균열이 횡균열에 비해 발생 횟수가 많으며, 이러한 종균열은 대부분 천단부에서 발생함. 이 종균열의 폭은 다른 균열에 비해 훨씬 크고 연장이 길어 구조적으로 취약부로 터널 내구성 저해 요소임. ·종균열 및 횡균열은 온도변화와 건조수축에 의해 발생하여 지속적으로 발생 가능한 손상 이므로, 주기적으로 적정한 보수 및 유지관리가 필요함.
		 <종방향균열 보수 현황>	

제 7 장 종합 결 론

7.1 외 관 조 사

- 1) 포장은 콘크리트 포장으로 이루어져 있으며, 포장면 균열, 마모, 박리, 박락 등 초기결함이 없는 적절한 상태인 것으로 조사되었다.
- 2) 외관조사를 실시한 결과, 천정 중앙부에서 콘크리트 온도변화 및 라이닝 건조수축에 의한 종방향 균열, 망상균열 등이 일부 조사되었으나, 점검기간중 보수를 실시하고 있는 것으로 조사되었으며 미 보수 상태의 손상이 일부 점점시 조사되었다. 기 보수된 보수부에 대한 현장 점검시 재 발생한 균열 및 추가 손상은 없는 것으로 조사되었다. 라이닝 천단부에서 흔히 발생하는 반달원 균열은 없는 것으로 조사되었으나 시점측에 일부 백태가 발생한 것으로 조사되었다. 본 점검시 조사된 손상은 대부분 사용성에 문제가 없을 것으로 판단되나 장기공용시 내구성 저하가 우려됨에 따라 보수를 실시하여야 할 것으로 판단된다.
- 3) 터널 벽체에는 도장마감 처리한 상태이며 점검 기간내 일부 발생한 손상에 대해서는 보수가 완료된 상태이며 보수 상태는 전반적으로 양호한 것으로 조사되었다. 향후 지속적인 유지관리(점검, 진단)시 보수부위에 대해서는 주기적인 점검 및 관리가 요구된다.
- 4) 배수로는 바닥면 좌·우 양측으로 50m마다 설치된 상태이며, 파손, 이물질퇴적 등의 오염물질이 없고 배수구 덮개인 그레이팅의 설치상태, 개폐여부 및 관리상태 등도 양호한 것으로 조사되었다.
- 5) 군위터널의 바닥부는 콘크리트 포장으로 시공되어있으며, 용수나 함물, 융기 등의 지반상태 변화로 인한 손상은 관찰되지 않은 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
- 6) 시·종점부 주변의 절토사면은 외곽부에 측구 및 소단을 설치하여 원활한 배수가 이루어지고 있으며, 주변식재 상태 및 사면 파괴, 표층유실 등의 손상이 관찰되지 않은 양호한 상태로 조사되었다.
- 7) 터널내의 조도 상태는 양호하며, 조명시설 또한 파손, 점등불량, 오염 등의 손상 없이 양호한 것으로 조사되었다. 소화시설은 약 45~50m 간격으로 적정하게 설치되어 있으며, 배치된 소화기의 관리상태도 양호하며 또한 터널내 감시카메라 및 제트팬의 작동 상태도 양호한 것으로 조사되었다.

7.2 내 구 성 조 사

- 1) 각 부재별로 자기법에 의한 철근배근 상태를 조사한 결과 전반적으로 설계도면에 준하여 적정하게 배근되어 있는 것으로 조사되었다.
- 2) 각 부재별로 반발경도법에 의한 콘크리트 압축강도 측정결과 설계기준강도(라이닝콘크리트 24.0MPa) 이상을 확보하고 있는 것으로 조사되었다.
- 3) 탄산화시험 결과 피복두께 30mm를 확보하고 있는 것으로 측정됨에 따라 a등급으로 판정된다.

7.3 GPR 탐사

1) 라이닝 콘크리트 시공성 평가

터널 표준시방서 3.3.2항에 의하면 “설계두께의 1/3 혹은 100mm 중에서 작은 값을 초과하지 않는 범위 내에서 시공오차를 허용한다.”라고 명시되어 있고, 본 터널 무근구간의 설계두께는 300mm이므로 허용라이닝 두께는 200mm 정도가 된다.

탐사결과 라이닝 내부에 이상대가 없는 것으로 보인다.

2) 철근시공 적정성 평가

지보패턴 P-1,2,3,4를 제외한 전구간에 철근배근이 되어 있는 것으로 탐사되었다. 본 측정구간은 피복두께 약 60mm 이상으로서 전반적으로 양호한 것으로 판단되며, 배면 압질에 따라 적절히 설치, 시공된 상태로 판단된다.

3) 라이닝 콘크리트의 품질 평가

탐사결과 본 터널은 전반적으로 양호한 상태인 것으로 탐사되었다. 라이닝 콘크리트 두께는 균위터널 상주방향 282~434mm, 균위터널 영천방향 244~431mm로 측정되었다.

7.4 종합평가 및 안전등급 지정

시설물명	결합지수	상태평가 등급	상태평가 결과
균위터널(영천)	0.025	A	A
균위터널(상주)	0.025	A	

안전 등급 결과

- 본 균위터널에 대한 시설물평가는 「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침」에 제시된 시설물평가 기준을 토대로 실시하였으며, 과업대상 시설물의 상태평가 등급이 “A”로 분석되었다.

7.5 결론

초기점검 결과, 균위터널(영천, 상주방향)은 구조적인 손상이 없으며 안전성에 문제가 없는 양호한 상태로 평가되었다. 따라서 외관조사 및 상태평가 등을 종합적으로 비교, 분석하여 평가한 결과는 “A”등급으로 결정되었으며, 본 터널에 대한 안전등급은 문제점이 없는 최상의 상태인 “A”등급으로 판정되었다.

아울러 보수부 및 중점유지관리가 필요한 부위에 대한 지속적인 점검 및 유지관찰이 필요하며, 준공 당시의 설계도면 및 설계서, 시방서 등을 유지관리 자료로 보관하여야 할 것이다.

IV. 사 면 편

01 | 절 토 사 면

제 1 장 STA.0+850~1+270(상주)

제 2 장 STA.1+290~1+490(상주)

제 3 장 STA.2+090~2+320(상주)

제 4 장 STA.5+180~6+040(상주)

제 5 장 STA.0+830~1+250(영천)

제 6 장 STA.5+600~6+040(영천)

제 7 장 STA.6+910~7+480(영천)

제 8 장 STA.8+740~8+960

제 9 장 STA.9+840~10+060(영천)

제 10 장 STA.10+640~11+020(영천)

제 11 장 STA.11+470~11+660(영천)

제 12 장 STA.11+660~12+100(영천)

제 1 장 STA.0+850~1+270(상주)

1.1 개요

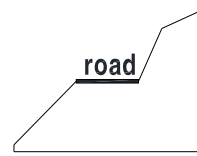
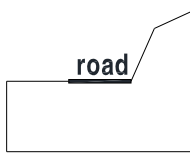
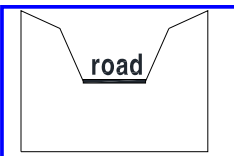
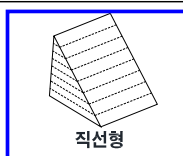
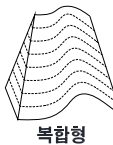
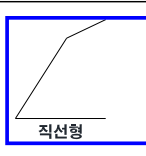
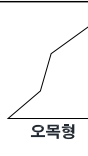
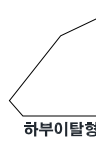
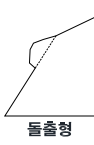
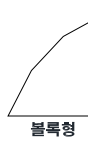
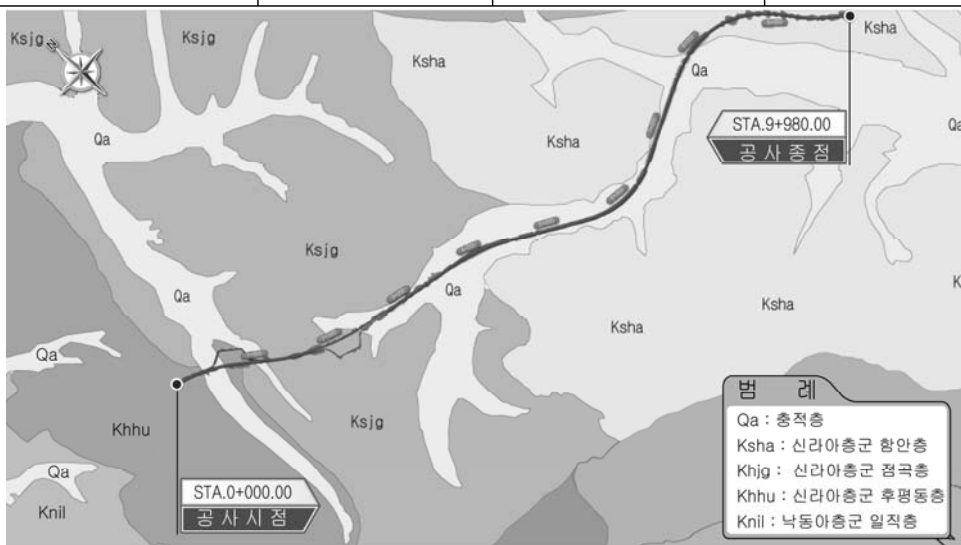
1.1.1 대상 시설물 개요

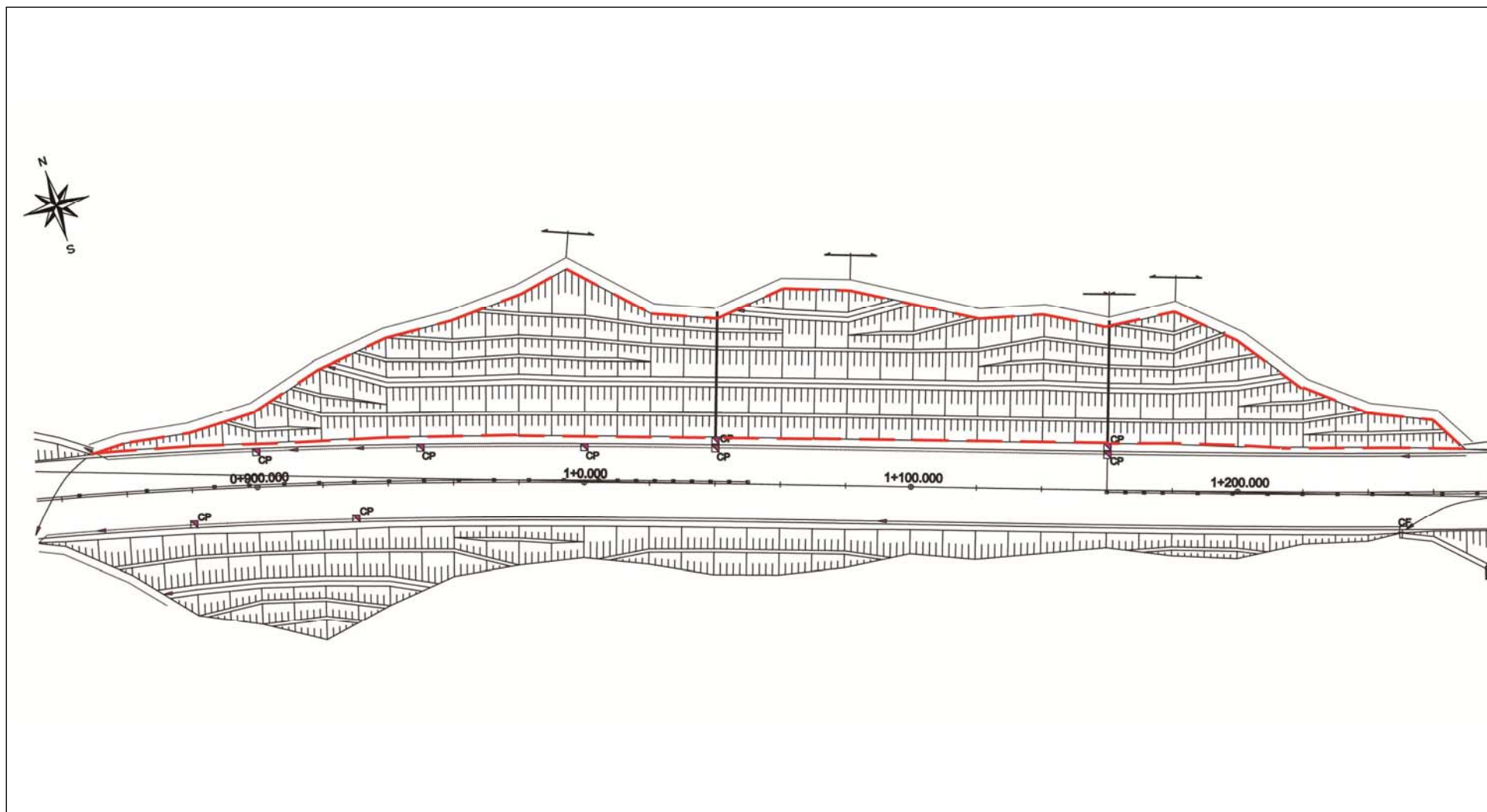
본 과업대상 절토비탈면은 경상북도 구미시 도개면 다곡리에 위치한 시설물로서 총연장 420m의 절토비탈면으로 현황은 【표 1.1.1】과 같으며, 『제1편 2.2.1 나. 조사영역 및 비탈면의 분할』의 내용에 따라 【표 1.2.1】과 같이 비탈면을 2개구간으로 나누어 현장조사를 수행하였다.

【표 1.1.1】 절토비탈면 일반현황

조사일자	2017. 6	조 사 자	김인광, 윤양하
일 기	맑음	준공년도	2017. 6
행정구역	경상북도 구미시 도개면 다곡리		
위 경 도	시 점 : N(36° 17 ' 27.3 "), E(128° 22 ' 00.7 ")		
	종 점 : N(36° 17 ' 21.4 "), E(128° 22 ' 10.0 ")		
절토비탈면	길 이 : 420m		높 이 : 45m
	경 사/경사방향 : 44°/ 225°		
	구성물질 : 혼합		토층심도 : 1.0~4.0m
	소 단 : 8		
낙석/뜯돌	낙석 존재유무 : 무		낙석의 양 :
	낙석 평균크기 :		
	낙석 최대크기 :		
	뜯돌 존재유무 : 무		뜯돌의 양 :
	뜯돌 평균크기 :		
	뜯돌 최대크기 :		
절토비탈면 시공현황	종 류	위 치	상 태
	산마루배수구	전구간	보통
	소단배수구	STA.0+950~1+210	양호
	점검로	STA.1+210~1+270	양호
	식생공	전구간	양호
	낙석방지울타리	STA.0+910~1+230	양호
	L형 측구	전구간	양호
붕괴이력	유 형	규 모	위 치
기 타			

【표 1.1.2】 절토비탈면 지형 및 식생

주변지형의 특성	주변 지형	구릉성지형			
	종단면 형상				
	기타 특징	-			
절토비탈면의 특성	종 횡 단 면	 직선형  철형(블록)  요형(오목)  복합형  직선형  요철형  오목형  하부이탈형  돌출형  볼록형		종 단 면 특 성	
상부 자연비탈면	경 사 도	상향 20° ~ 30°			
	인장균열	무	인공구조물	무	
	포행흔적	무	산마루배수구	무	
	수목의 기울어짐	무	계곡부	유	
지질도					
	• 본 지역은 주라기의 관입암류와 백악기 경상누층군의 신동층군 낙동층의 만경상층원과 금당리층원, 백악기의 관입암류가 분포하는 지역이다. • 본 지역은 주로 역암, 사암, 셰일 및 역질사암 등으로 구성되며, 하부는 역암이 대체로 우세하고 상부는 사암과 셰일이 우세하다..				
식 생	①종 류	초 본	관 목	침 엽 수	활 엽 수
	②밀 도	중			
	③근계특정	천근성 (O), 심근성 ()			



【그림 1.1.1】 절토비탈면 평면도



【그림 1.1.2】 절토비탈면 현황

1.1.2 자료수집 및 분석

가. 설계 및 시공관련 자료

시설물을 효율적으로 유지관리하기 위해서는 설계도면, 준공도면, 구조계산서 등 시설물 가설 당시의 모든 설계도서와 이후의 점검이나 진단보고서 및 이력, 보수·보강공사 이력 등 유지관리 자료를 보존하는 것이 가장 중요하다. 대상구조물의 관련자료 수집내용은 【표 1.1.3】과 같다.

【표 1.1.3】 자료수집 내용

보존대상 목록		보유현황	비 고
설계도서	◦ 공 통 - 준공내역서 - 각종시방서 - 각종계산서 - 토질 및 지반조사 보고서 - 기타 특이사항 보고서	-	
	◦ 설계도면 - 위치도, 평면도, 단면도(종횡), 구조물도 상세도	보유	
시설물 관리대장	◦ 기본현황 ◦ 상세제원 ◦ 유지관리 이력	-	
시공관련 자료	◦ 시공관련 자료	-	
	◦ 품질관리 관련자료	-	
	- 재료증명서	-	
	- 품질시험기록	-	
	- 관리 및 선정시험 기록 등 각종 시험 기록	-	
	- 시설물의 주요 구조부위에 대한 계측관련 자료	-	
	◦ 사고기록	-	
안전점검 및 정밀안전진단 자료		보유	
		-	
보수보강 자료		-	

나. 안전점검 및 정밀안전진단 이력

본 과업대상 시설물에 대한 점검 및 진단 이력은 다음과 같다.

【표 1.1.4】 점검 및 진단 이력

점검종류	년 월	주요점검결과	평가등급	비고
정기점검	2014. 04.	해당없음		
정기점검	2014. 05.	해당없음		
정기점검	2015. 03.	해당없음		
정기점검	2015. 09.	해당없음		
정기점검	2016. 04.	해당없음		
정기점검	2016. 11.	사면보강공 시공중	양호	
정기점검	2017. 04.	사면보강공 시공완료	양호	

다. 보수·보강 이력

본 과업대상 시설물에 대한 보수·보강 이력은 다음과 같다.

【표 1.1.5】 보수·보강 이력

구 분	공사일시	위치 및 내용	보수·보강 내용	비 고
-	-	-	-	-

1.2 외 관 조사

- 본 과업대상 절토비탈면은 연장 420m, 높이 45m로 시공된 토사 및 암반으로 구성된 혼합사면으로, 『제1편 2.2.1 나. 조사영역 및 비탈면의 분할』의 내용에 따라 비탈면을 2개구간으로 분할하였다.
- 산마루배수구, 소단배수구, 점검로, 비탈면 녹화, L형측구, 낙석방지울타리 등이 시공된 상태이다.

【표 1.2.1】 절토비탈면 조사 분할구간

구 분	구 간(STA.)	연장(m)	비탈면상태	비 고
1구간	STA.1+040 ~ 1+270	230	파쇄암반사면	
2구간	STA.0+850 ~ 1+040	190	파쇄암반사면	

1.2.1 1구간(STA.1+040 ~ 1+270)

【그림 1.2.1】 1구간 비탈면 전경



가. 비탈면부

- 1) 비탈면 상부 조사결과 인장균열, 지반변형 등의 비탈면 안정성에 영향을 미칠만한 특별한 손상은 없는 것으로 조사되었다.
- 2) STA.1+080지점에 토층심도는 1.0m, 비탈면높이는 45.0m이며, 토층심도율은 0.02로 암반사면으로 구분되어진다.
- 3) 비탈면의 풍화상태는 보통풍화(MW)에서 풍화잔류토(RS)의 상태로, 사면 저부에서 상부로 풍화의 진전이 이루어진 상태이다.
- 4) 부분적으로 낙석방지울타리가 시공된 상태이며, 외관조사 결과 특이손상이 없는 양호한 것으로 조사되었다.



상부 비탈면 및 수목 상태

낙석방지울타리 시공상태

【표 1.2.2】 비탈면 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
비탈면부	-	m ² /개소	-	-

나. 식생상태

- 1) 비탈면내 암반사면은 취부공으로 사면보호 상태이며, 부분적으로 활착이 되지 않아 식생기반재 노출상태이다.



식생기반재 노출

취부공 활착상태

【표 1.2.3】 식생 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
식생상태	-	m ² /개소	-	-

다. 배수시설

- 1) 산마루배수구와 소단배수구의 우수가 유입되는 도수로가 시공된 상태이며, 외관조사결과 특이손상이 없는

양호한 것으로 조사되었다.

- 2) 산마루배수구의 경우 낙엽, 토사, 유목 등은 퇴적되지 않은 것으로 조사되었으며, 외관조사결과 특이손상이 없는 양호한 것으로 조사되었다.



【표 1.2.4】 배수시설 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
배수시설	-	m/개소	- / -	-

라. 기타시설

- 1) 점검시설로 점검로와 점검계단이 설치된 상태이며, 외관조사결과 특이 손상이 없는 양호한 것으로 조사되었다.
- 2) L형측구가(TYPE-1~3) 시공된 상태이며, 외관조사결과 특이 손상이 없는 양호한 것으로 조사되었다.



【표 1.2.5】 L형측구 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
L형측구	-	m/개소	/	-

1.2.2 2구 간 (STA.0+850 ~ 1+040)

【그림 1.2.2】 2구간 비탈면 전경



가. 비탈면부

- 1) 비탈면 상부 조사결과 인장균열, 지반변형 등의 비탈면 안정성에 영향을 미칠만한 특별한 손상은 없는 것으로 조사되었다.
- 2) STA1+000지점에 토층심도는 4.0m, 비탈면높이는 40.0m이며, 토층심도를 0.10의 암반사면으로 구분되어진다.
- 3) 비탈면의 풍화상태는 보통풍화(MW)에서 풍화잔류토(RS)의 상태로, 사면 저부에서 상부로 풍화의 진전이 이루어진 상태이다.
- 4) 낙석방지울타리가 시공된 상태이며, 외관조사 결과 특이손상이 없는 양호한 것으로 조사되었다.



상부비탈면 및 수목상태



낙석방지울타리 시공상태

【표 1.2.6】비탈면 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
비탈면부	-	m ² /개소	-	-

나. 식생상태

- 1) 비탈면의 표면보호공으로 취부공이 시공된 상태이며, 부분적으로 활착이 되지 않아 식생기반재 노출상태이다.

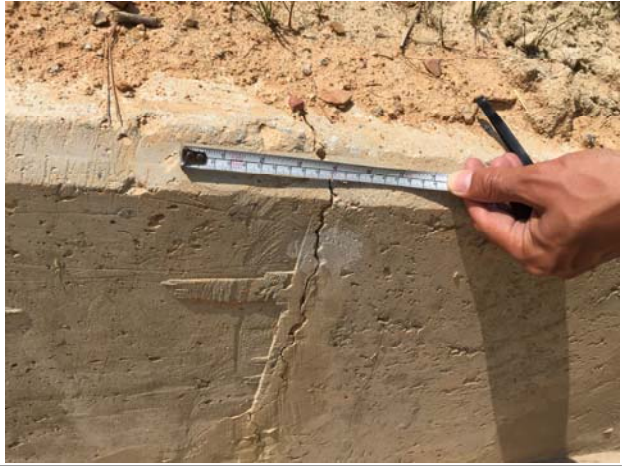


【표 1.2.7】식생 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
식생상태	-	m ² /개소	-	-

다. 배수시설

- 1) 산마루배수구와 소단배수구의 우수가 유입되는 도수로가 시공된 상태이며, 외관조사결과 특이손상이 없는 양호한 것으로 조사되었다.
- 2) 산마루배수구의 경우 배수기능을 저하시키는 낙엽, 토사, 유목 등은 퇴적되지 않은 것으로 조사되었으며, STA.0+950지점에 3.0mm의 균열이 조사되었다.

	
소단배수구 시공상태	산마루배수구 균열

【표 1.2.8】 배수시설 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
산마루배수구	균열(폭 3mm이하)	m/개소	1.4 / 1	-

라. 기타시설

- 1) L형측구가(TYPE-1~3) 시공된 상태이며, 외관조사결과 특이 손상이 없는 양호한 것으로 조사되었다.

	
L형측구 시공상태	

【표 1.2.9】 L형측구 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
L형측구	-	m/개소	/	-

1.2.3 외관조사 결과 요약

【표 1.2.10】 외관조사 결과

구 분	외관조사 결과	비 고
비탈면 부	- 비탈면 상부 조사 결과 인장균열, 지반변형 등의 비탈면 안정성에 영향을 미칠만한 특별한 손상은 조사되지 않음. - 낙석방지울타리가 시공된 상태로 외관조사결과 특이손상이 없는 양호한 것으로 조사되었음.	
식생 상태	- 비탈면의 표면보호공으로 취부공을 시공한 상태이며, 일부구간의 경우 활착이 되지않아 식생기반재 노출상태이다.	
배수 시설	- 산마루배수구, 소단배수구 및 도수로가 시공된 상태임. - 전반적으로 배수시설은 양호하나, 소단배수구 및 산마루배수구의 일부구간에서 균열이 조사되었음.	
기타	- 점검시설로 점검로 및 점검계단 상태는 양호함. - L형측구(TYPE-1~3)가 시공된 상태로 외관조사결과 특이손상이 없는 양호한 것으로 조사되었음.	

1.3 상태평가

- 상태평가는 『시설물의 안전점검 및 정밀안전진단지침』 및 『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침』의 절차에 따라 실시한다. 각 부재별, 시설물별로 손상 및 결함에 대한 상태평가기준에 의해 상태평가등급을 산정하며 이를 기초로 진단 및 점검대상 시설물에 대한 상태평가를 실시하고 상태평가등급을 부여한다
- 대상 비탈면은 표면보호공이 시공되어 있어, 절리에 대한 평가항목은 제외하였으며, 2017. 6. 9일~15일간의 현장조사 및 공사관리 자료를 이용하여 상태평가를 시행하였다.
- 본 과업대상 절토비탈면은 연장 420m, 높이 45m로 시공된 토사 및 암반으로 구성된 혼합사면으로, 『제1편 2.2.1 나. 조사영역 및 비탈면의 분할』의 내용에 따라 비탈면을 2개 구간으로 분할하였다.

1.3.1 지반특성에 따른 절토비탈면의 분류

『공통편 3.2 상태평가 기준』에 따라 STA.0+850~1+270(상주) 절토비탈면을 【표 1.3.1】과 같이 분류하였다.

【표 1.3.1】 절토비탈면의 분류

(MPa=10.2kg/cm²)

구 분		분류기준	평가점수	비탈면종류		비고
				세부분류	종합분류	
1구간	토층심도율	0.4	0.02	암반사면	파쇄 암반사면	Ib=0.3
	압축강도	10 MPa	10MPa이상	연약암반 사면이상		
	블록크기비	0.01	0.007	파쇄암반사면		
2구간	토층심도율	0.4	0.10	암반사면	파쇄 암반사면	Ib=0.3
	압축강도	10 MPa	10MPa이상	연약암반 사면이상		
	블록크기비	0.01	0.008	파쇄암반사면		

1.3.2 1구간 STA.1+040 ~ 1+270

본 절토비탈면 중 1구간은 비탈면 분류상 파쇄암반사면으로 분류되었으며, 항목별 배점은 각 항목에 대한 현장조사 및 문헌자료 조사 결과에 따랐으며 대상비탈면의 1구간 절토비탈면의 상태평가 결과는 다음과 같다.

가. 비탈면 손상상태 조사 결과표

【표 1.3.2】 1구간 절토비탈면 손상상태 결과표

시설물명	1구간 절토비탈면		표번호	【표 1.3.2】	
비탈면 손상상태 조사 결과표					
1. 파괴징후					
일련번호	징후종류	상 태		상태점수	비고
		위치	상태 및 규모		
1-1	인장균열	-	-	0	
1-2	지반변형	-	-	0	
1-3	구조물변형	-	-	0	
2. 파괴현황					
일련번호	파괴유형	상 태		상태점수	비고
		위치	규모		
1-4		-	-	0	
		-	-		
		-	-		
조사일시	2017. 6		조사자	김인광, 윤양하	

나. 비탈면 파괴요인 조사 결과표

【표 1.3.3】 1구간 절토비탈면 파괴요인 조사 결과표

시설물명		1구간 절토비탈면		표번호	【표 1.3.3】
비탈면 파괴요인 조사 결과표					
1. 지반상태					
일련번호	구 분		상 태	상태 점수	비고
1-5	토사	토질조건	-	-	
1-6		토층심도율	-	-	
1-7	연약암반	연경도	-	-	
1-8		면구조 방향	-	-	
1-9		풍화정도	-	-	
1-10	파쇄암반	절리 간격	-	-	
1-11		저면 경사	-	-	
1-12		절리 상태	-	-	
1-13	절리암반	절리방향-사면방향	-	-	
1-14		절리경사-사면경사	-	-	
1-15		절리상태	-	-	
2. 사면형상					
1-16	토사/암반	비탈면의 경사	1:1.0	2	
1-17	토사	집수지형	-	-	
3. 자연적 외부요인					
1-18	강우 및 지하수	1일 강우량	-	0	
		지하수위	-		
4. 인위적 외부요인					
1-19	토사	표면보호상태	-	-	
1-20	암반	절취상태	나쁨	3	
1-21	배수조건		양호	1	
1-22	보호/보강상태		양호	0	
조사일시	2017. 6		조사자	김인광, 윤양하	

다. 상태평가 등급 산정표

【표 1.3.4】 1구간 절토비탈면 상태평가등급 산정표

평가요소			결함점수	결함종류별 평가결과	총점	결함지수	상태평가 결과
사면 손상 상태 지수	파괴 징후	①인장균열	0	a	0	f1 = 0.000	a
		②지반변형	0	a			
		③구조물변형	0	a			
	④파괴현황		0	a			
사면 파괴 요인 지수	지반 상태	⑤절리간격	-	-	6	f2 = 0.188	b
		⑥저면경사	-	-			
		⑦절리상태	-	-			
	사면 형상	⑧사면경사	2	b			
	자연 요인	⑨강우 및 지하수	0	a			
	인위 요인	⑩절취상태	3	d			
		⑪배수조건	1	b			
		⑫보호/보강상태	0	a			
합 계(Σ)					6	F = 0.107	A
상태평가 결과		◦ 비탈면손상상태지수(f1) = (① +④)/24 = 0.000 → a 등급					
		◦ 비탈면파괴요인지수(f2) = (⑤ +⑫)/32 = 0.188 → b 등급					
		◦ 절토비탈면 상태평가 결과(F) = (0 + 6)/56 = 0.107 → A					

1.3.3 2구간 STA.0+850 ~ 1+040

본 절토비탈면 중 2구간은 비탈면 분류상 파쇄암반사면으로 분류되었으며, 항목별 배점은 각 항목에 대한 현장조사 및 문헌자료 조사 결과에 따랐으며 대상비탈면의 2구간 절토비탈면의 상태평가 결과는 다음과 같다.

가. 비탈면 손상상태 조사 결과표

【표 1.3.5】 2구간 절토비탈면 손상상태 결과표

시설물명		2구간 절토비탈면		표번호	【표 1.3.5】
비탈면 손상상태 조사 결과표					
1. 파괴징후					
일련번호	징후종류	상 태		상태점수	비고
		위치	상태 및 규모		
1-1	인장균열	-	-	0	
1-2	지반변형	-	-	0	
1-3	구조물변형	STA.0+950	산마루배수구 균열	3	
2. 파괴현황					
일련번호	파괴유형	상 태		상태점수	비고
		위치	규모		
1-4		-	-	0	
		-	-		
		-	-		
		-	-		
조사일시	2017. 6		조사자	김인광, 윤양하	

나. 비탈면 파괴요인 조사 결과표

【표 1.3.6】 2구간 절토비탈면 파괴요인 조사 결과표

시설물명		2구간 절토비탈면		표번호	【표 1.3.6】
비탈면 파괴요인 조사 결과표					
1. 지반상태					
일련번호	구 분		상 태	상태 점수	비고
1-5	토사	토질조건	-	-	
1-6		토층심도율	-	-	
1-7	연약암반	연경도	-	-	
1-8		면구조 방향	-	-	
1-9		풍화정도	-	-	
1-10	파쇄암반	절리 간격	-	-	
1-11		저면 경사	-	-	
1-12		절리 상태	-	-	
1-13	절리암반	절리방향-사면방향	-	-	
1-14		절리경사-사면경사	-	-	
1-15		절리상태	-	-	
2. 사면형상					
1-16	토사/암반	비탈면의 경사	1:1.2	1	
1-17	토사	집수지형	-	-	
3. 자연적 외부요인					
1-18	강우 및 지하수	1일 강우량	-	0	
		지하수위	-		
4. 인위적 외부요인					
1-19	토사	표면보호상태	-	-	
1-20	암반	절취상태	나쁨	3	
1-21	배수조건		양호	1	
1-22	보호/보강상태		양호	0	
조사일시	2017. 6		조사자	김인광, 윤양하	

다. 상태평가 등급 산정표

【표 1.3.7】 2구간 절토비탈면 상태평가등급 산정표

평가요소			결함점수	결함종류별 평가결과	총점	결함지수	상태평가 결과
사면 손상 상태 지수	파괴 징후	①인장균열	0	a	3	f1 = 0.125	a
		②지반변형	0	a			
		③구조물변형	3	c			
	④파괴현황		0	a			
사면 파괴 요인 지수	지반 상태	⑤절리간격	-	-	5	f2 = 0.156	b
		⑥저면경사	-	-			
		⑦절리상태	-	-			
	사면 형상	⑧사면경사	1	b			
	자연 요인	⑨강우 및 지하수	0	a			
	인위 요인	⑩절취상태	3	d			
		⑪배수조건	1	b			
		⑫보호/보강상태	0	a			
합 계(Σ)					8	F = 0.143	A
상태평가 결 과		◦ 비탈면손상상태지수(f1) = (① +④)/24 = 0.125 → a 등급					
		◦ 비탈면파괴요인지수(f2) = (⑤ +⑫)/32 = 0.156 → b 등급					
		◦ 절토비탈면 상태평가 결과(F) = (3 + 5)/56 = 0.143 → A					

1.3.4 절토비탈면 전체의 상태평가등급 결정

본 절토비탈면에 상태평가 결과는 다음과 같다.

【표 1.3.8】 절토비탈면의 상태평가 등급

구 분	결합지수(F)	평 가 결과(F)	상 태 등 급	상 태
1구간	$0.00 \leq F < 0.15$	0.107	A	문제점이 없는 최상의 상태
2구간	$0.00 \leq F < 0.15$	0.143	A	문제점이 없는 최상의 상태

절토비탈면 상태평가 등급 결정			
시설물명	STA.0+850~1+270(상주)		
평가구분	결합지수	평가결과	비 고
상태평가	F=0.143	A	

평 가
결 과

- 본 절토비탈면에 대한 각 구간의 상태평가 결과 상태평가지수는 0.143으로 산출되어 시설물의 상태평가 기준상 『A등급 : $0.00 \leq F < 0.15$ 』로 평가됨.

1.4 종합평가

1.4.1 종합평가 결과

본 절토비탈면에 대한 종합평가 결과는 다음과 같다.

【표 1.4.1】 절토비탈면의 종합평가 결과

절토비탈면 종합평가 결과 산정표			
시설물명	STA.0+850~1+270(상주)	표 번 호	【표 1.4.1】
평가구분	결함지수	평가결과	비 고
상태평가	F=0.143	A	
안전성평가	해당없음		
종합평가	F=0.143	A	
종합평가결과	• 절토비탈면의 종합평가 결과 : A		

【표 1.4.2】 안 전 등 급

안전등급	상태 및 안전성	비고
A (우수)	문제점이 없는 최상의 상태	◎
B (양호)	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 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 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태	
E (불량)	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태	

1.4.2 안전등급 지정

■ 안전등급 : A등급(우수)

1.5 보수·보강 및 유지관리방안

1.5.1 보수·보강 방안

【표 1.5.1】 보수·보강 방안

구 분	손상내용	수 량	단위	보수공법	보수 순위	비고
배수시설	산마루배수구 균열	1.4	m	주입보수	1	

검 토 의 견

- 본 절토비탈면은 전체적으로 손상발생 정도가 경미하여 안전성 및 사용성을 확보하고 있는 것으로 판단되나,
- 전반적으로 배수시설은 양호하나, 산마루배수구 일부구간에서 확인된 균열은 보수조치가 필요할 것으로 판단됨.

1.5.2 중점유지관리사항

본 절토비탈면에 대한 초기점검 결과에 따라 본 절에서는 향후 실시할 점검 및 진단시 절토비탈면의 안전성, 사용성 및 내구성 차원에서 중점적으로 관찰하고 유의하여야 할 중점유지관리 항목을 설정하여 제시하였다. 이러한 항목들은 결함의 진전 여부 및 재발생 여부를 주기적으로 관찰하여 향후 더 크게 발전할 가능성이 있는 결함 부위에 대한 원인을 분석하여 사전에 예방하자는 것으로서 【표 1.5.2】에 중점유지관리 항목을 제시하였다.

【표 1.5.2】 중점유지관리 항목

구 분	점검사항	중점유지관리 항목
비탈면부	• 낙석, 낙하물	• 풍화 진행에 따른 낙석 발생여부 확인 • 식생기반재 탈락에 따른 낙하물 발생여부 확인
식생상태	• 표면보호공	• 녹화공 미활착에 따른 표층 침식여부 확인
배수시설	• 배수구	• 배수시설 균열로 인한 파손 발생 여부 확인 • 배수기능 확보 여부 확인

1.6 종합결론

1.6.1 초기점검 결과

- 1) 당 비탈면 최상부에 대한 조사 결과 인장균열, 지반변형 등의 중대 손상은 발생되지 않은 것으로 조사되어, 비탈면 안정성에 영향을 미칠만한 특별한 손상은 조사되지 않은 상태이다.
- 2) 비탈면의 표면보호공으로 취부공을 시공한 상태이며, 일부구간의 경우 활착이 되지 않아 식생기반재 노출상태이다.
- 3) 전반적으로 배수시설은 양호하나, 산마루배수구의 일부구간에서 균열이 발생되어 보수조치가 필요한 상태이다.
- 4) 본 절토비탈면에 대한 상태평가 결과 『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침』에 근거한 절토비탈면의 안전등급은 “문제점이 없는 최상의 상태”인 『A등급』으로 평가되었다.

1.6.2 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 1) 풍화진행에 따른 낙석 발생여부 확인 필요.
- 2) 식생기반재 탈락에 따른 낙하물 발생여부 확인 필요.
- 3) 녹화공 미활착에 따른 표층 침식여부 확인 필요.
- 4) 배수시설 균열로 인한 손상 발생여부 확인 필요.
- 5) 배수기능 확보 여부 확인 필요.

1.6.3 기타 필요한 사항

시설물의 안전성 유지는 점검 당시에는 양호한 상태로 존재하여도, 이후의 유지관리 상태 및 예기치 않던 외적요인에 의해 잔존해 있던 위험요소가 일시적으로 노출되어 안전성에 영향을 미칠 수 있으므로 지속적인 점검 등의 유지관리를 통해 기능성과 안전성을 유지하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

제 2 장 STA.1+290~1+490(상주)

2.1 개요

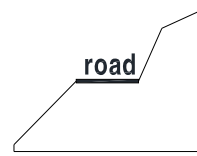
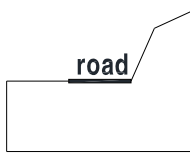
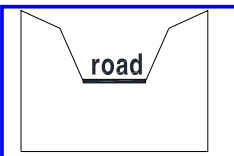
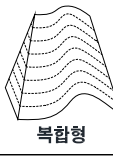
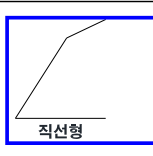
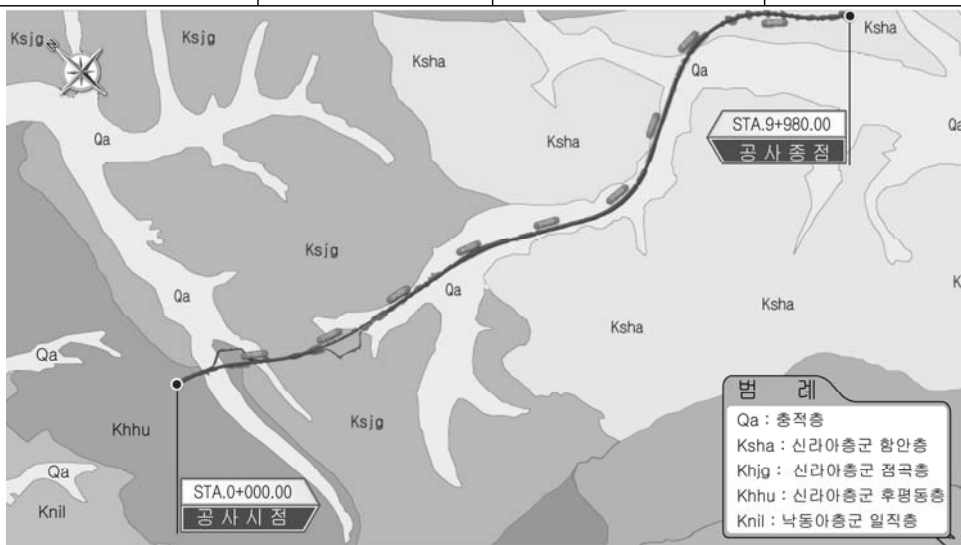
2.1.1 대상 시설물 개요

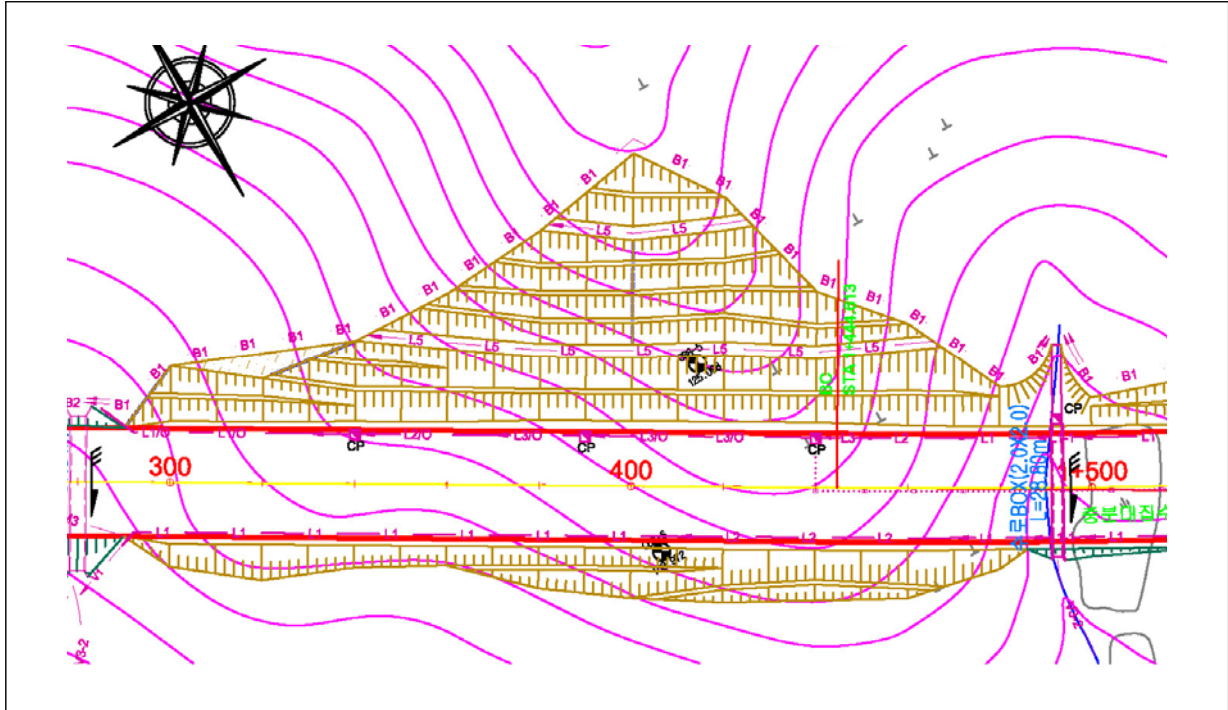
본 과업대상 절토비탈면은 경상북도 구미시 도개면 다곡리에 위치한 시설물로서 총연장 200m의 절토비탈면으로 현황은 【표 2.1.1】과 같으며, 『제1편 2.2.1 나. 조사영역 및 비탈면의 분할』의 내용에 따라 비탈면을 1개구간으로 나누어 현장조사를 수행하였다.

【표 2.1.1】 절토비탈면 일반현황

조사일자	2017. 6	조 사 자	김인광, 윤양하
일 기	맑음	준공년도	2017. 6
행정구역	경상북도 구미시 도개면 다곡리		
위 경 도	시 점 : N(36° 17' 21.3"), E(128° 22' 06.0")		
	종 점 : N(36° 17' 17.5"), E(128° 22' 11.8")		
절토비탈면	길 이 : 200m	높 이 : 49m	
	경 사/경사방향 : 40° / 220°		
	구성물질 : 혼합	토층심도 : 2.0~4.0m	
	소 단 : 6		
낙석/뜯돌	낙석 존재유무 : 무	낙석의 양 :	
	낙석 평균크기 :		
	낙석 최대크기 :		
	뜯돌 존재유무 : 무	뜯돌의 양 :	
절토비탈면 시공현황	종 류	위 치	상 태
	산마루배수구	STA.1+290~1+350	양호
	소단배수구	STA.1+350~1+460	양호
	점검로	STA.1+290~1+350	양호
	식생공	전구간	양호
	낙석방지울타리	STA.1+340~1+490	양호
	L형 측구	전구간	양호
붕괴이력	유 형	규 모	위 치
기 타			

【표 2.1.2】 절토비탈면 지형 및 식생

주변지형의 특성	주변 지형		구릉성지형			
	종단면 형상					
	기타 특징		-			
절토비탈면의 특성	종 횡 단 면	 직선형  철형(불룩)  요형(오목)  복합형		종 단 면 특 성	 직선형  요철형  오목형  하부이탈형  돌출형  불룩형	
		경 사 도			상향 20° ~ 30°	
상부 자연비탈면	인장균열		무	인공구조물	무	
	포행흔적		무	산마루배수구	무	
	수목의 기울어짐		무	계곡부	유	
지질도						
	• 본 지역은 주라기의 관입암류와 백악기 경상누층군의 신동층군 낙동층의 만경상층원과 금당리층원, 백악기의 관입암류가 분포하는 지역이다. • 본 지역은 주로 역암, 사암, 셰일 및 역질사암 등으로 구성되며, 하부는 역암이 대체로 우세하고 상부는 사암과 셰일이 우세하다..					
식 생	①종 류	초 본	관 목	침 엽 수	활 엽 수	
	②밀 도	중				
	③근계특징	천근성 (O), 심근성 ()				



【그림 2.1.1】 절토비탈면 평면도



【그림 2.1.2】 절토비탈면 현황

2.1.2 자료수집 및 분석

가. 설계 및 시공관련 자료

시설물을 효율적으로 유지관리하기 위해서는 설계도면, 준공도면, 구조계산서 등 시설물 가설 당시의 모든 설계도서와 이후의 점검이나 진단보고서 및 이력, 보수·보강공사 이력 등 유지관리 자료를 보존하는 것이 가장 중요하다. 대상구조물의 관련자료 수집내용은 【표 2.1.3】과 같다.

【표 2.1.3】 자료수집 내용

보존대상 목록		보유현황	비 고
설계도서	◦공 통 - 준공내역서 - 각종시방서 - 각종계산서 - 토질 및 지반조사 보고서 - 기타 특이사항 보고서	- - - - -	
	◦설계도면 - 위치도, 평면도, 단면도(종횡), 구조물도 상세도	보유	
시설물 관리대장	◦기본현황 ◦상세제원 ◦유지관리 이력	- - -	
시공관련 자료	◦시공관련 자료 ◦품질관리 관련자료 - 재료증명서 - 품질시험기록 - 관리 및 선정시험 기록 등 각종 시험 기록 - 시설물의 주요 구조부위에 대한 계측관련 자료 ◦사고기록	- - - - - - -	
안전점검 및 정밀안전진단 자료		보유	
		-	
보수보강 자료		-	

나. 안전점검 및 정밀안전진단 이력

본 과업대상 시설물에 대한 점검 및 진단 이력은 다음과 같다.

【표 2.1.4】 점검 및 진단 이력

점검종류	년 월	주요점검결과	평가등급	비고
정기점검	2014. 04.	해당없음		
정기점검	2014. 05.	해당없음		
정기점검	2015. 03.	해당없음		
정기점검	2015. 09.	해당없음		
정기점검	2016. 04.	해당없음		
정기점검	2016. 11.	사면보강공 시공중	양호	
정기점검	2017. 04.	사면보강공 시공완료	양호	

다. 보수·보강 이력

본 과업대상 시설물에 대한 보수·보강 이력은 다음과 같다.

【표 2.1.5】 보수·보강 이력

구 분	공사일시	위치 및 내용	보수·보강 내용	비 고
—	—	—	—	—

2.2 외관조사

- 본 과업대상 절토비탈면은 연장 200m, 높이 49m로 시공된 토사 및 암반으로 구성된 혼합사면으로, 『제1편 2.2.1 나. 조사영역 및 비탈면의 분할』의 내용에 따라 비탈면을 1개구간으로 분할하였다.
- 산마루배수구, 소단배수구, 점검로, 비탈면 녹화, L형측구, 낙석방지울타리, 등이 시공된 상태이다.

2.2.1 1구간(STA.1+290 ~ 1+490)

【그림 2.2.1】 1구간 비탈면 전경



가. 비탈면부

- 1) 비탈면 상부 조사결과 인장균열, 지반변형 등의 비탈면 안정성에 영향을 미칠만한 특별한 손상은 없는 것으로 조사되었다.
- 2) STA.1+400지점에 토층심도는 4.0m, 비탈면높이는 49.0m이며, 토층심도율은 0.08로 암반사면으로 구분되어진다.
- 3) 비탈면의 풍화상태는 심한풍화(HW)에서 풍화잔류토(RS)의 상태로, 사면 저부에서 상부로 풍화의 진전이 이루어진 상태이다.
- 4) 낙석방지울타리가 시공된 상태이며, 외관조사 결과 특이손상이 없는 양호한 것으로 조사되었다.



상부 비탈면 및 수목 상태



낙석방지울타리 시공상태

【표 2.2.2】 비탈면 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
비탈면부	—	m ² /개소	—	—

나. 식생상태

- 1) 비탈면내 암반사면은 취부공으로 사면보호 상태이며, 부분적으로 활착이 되지 않아 식생기반재 노출상태이다.



비탈면 전경



취부공 활착상태

【표 2.2.3】 식생 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
식생상태	—	m ² /개소	—	—

다. 배수시설

- 1) 산마루배수구와 소단배수구의 우수가 유입되는 도수로가 시공된 상태이며, 외관조사결과 특이손상이 없는

양호한 것으로 조사되었다.

- 2) 배수구의 경우 배수기능을 저하시키는 낙엽, 토사, 유목 등의 유실물은 퇴적되지 않은 것으로 조사되었다.



【표 2.2.4】 배수시설 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
배수시설	—	m/개소	—	—

라. 기타시설

- 1) 점검시설로 점검로와 점검계단이 설치된 상태이며, 점검계단 난간손잡이의 고정볼량이 확인되었다.
2) L형측구가(TYPE-1~3) 시공된 상태이며, 외관조사결과 특이 손상이 없는 양호한 것으로 조사되었다.



【표 2.2.5】 기타시설 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
기타시설	—	m/개소	—	—

2.2.2 외관조사 결과 요약

【표 2.2.6】 외관조사 결과

구 분	외관조사 결과	비 고
비탈면 부	- 비탈면 상부 조사 결과 인장균열, 지반변형 등의 비탈면 안정성에 영향을 미칠만한 특별한 손상은 조사되지 않음. - 낙석방지울타리가 시공된 상태로 외관조사결과 특이손상이 없는 양호한 것으로 조사되었음.	
식생 상태	- 비탈면의 표면보호공으로 취부공을 시공한 상태이며, 일부구간의 경우 활착이 되지않아 식생기반재 노출상태이다.	
배수 시설	- 산마루배수구, 소단배수구 및 도수로가 시공된 상태임. - 전반적으로 배수시설은 양호한 상태이며, 배수기능을 저하시키는 낙엽, 토사, 유목 등의 유실물 퇴적은 발견되지 않았음.	
기타	- 점검시설로 점검로 및 점검계단이 시공되어 있고, 점검계단의 경우 난간 손잡이의 고정불량이 확인되었음. - L형측구(TYPE-1~3)이 시공된 상태로 외관조사결과 특이손상이 없는 양호한 것으로 조사되었음.	

2.3 상태평가

- 상태평가는 『시설물의 안전점검 및 정밀안전진단지침』 및 『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침』의 절차에 따라 실시한다. 각 부재별, 시설물별로 손상 및 결함에 대한 상태평가기준에 의해 상태평가등급을 산정하며 이를 기초로 진단 및 점검대상 시설물에 대한 상태평가를 실시하고 상태평가등급을 부여한다
- 대상 비탈면은 표면보호공이 시공되어 있어 절리에 대한 평가항목은 제외하였으며, 2017. 6. 9일~15일간의 현장조사 및 공사관리 자료를 이용하여 상태평가를 시행하였다.
- 본 과업대상 절토비탈면은 연장 200m, 높이 49m로 시공된 토사 및 암반으로 구성된 혼합사면으로, 『제1편 2.2.1 나. 조사영역 및 비탈면의 분할』의 내용에 따라 비탈면을 1개 구간으로 분할하였다.

2.3.1 지반특성에 따른 절토비탈면의 분류

『공통편 3.2 상태평가 기준』에 따라 STA.1+290~1+490(상주) 절토비탈면을 【표 2.3.1】과 같이 분류하였다.

【표 2.3.1】 절토비탈면의 분류

(MPa=10.2kg/cm²)

구 분		분류기준	평가점수	비탈면종류		비고
				세부분류	종합분류	
1구간	토층심도율	0.4	0.08	암반사면	절리 암반사면	Ib=0.6
	압축강도	10 MPa	10MPa이상	연약암반 사면이상		
	블록크기비	0.01	0.012	절리암반사면		

2.3.2 1구간 STA.1+290 ~ 1+490

본 절토비탈면 중 1구간은 비탈면 분류상 절리암반사면으로 분류되었으며, 항목별 배점은 각 항목에 대한 현장조사 및 문헌자료 조사 결과에 따랐으며 대상비탈면의 1구간 절토비탈면의 상태평가 결과는 다음과 같다.

가. 비탈면 손상상태 조사 결과표

【표 2.3.2】 1구간 절토비탈면 손상상태 결과표

시설물명	1구간 절토비탈면			표번호	【표 2.3.2】
비탈면 손상상태 조사 결과표					
1. 파괴징후					
일련번호	징후종류	상 태		상태점수	비고
		위치	상태 및 규모		
1-1	인장균열	-	-	0	
1-2	지반변형	-	-	0	
1-3	구조물변형	-	-	0	
2. 파괴현황					
일련번호	파괴유형	상 태		상태점수	비고
		위치	규모		
1-4		-	-	0	
		-	-		
		-	-		
조사일시	2017. 6		조사자	김인광, 윤양하	

나. 비탈면 파괴요인 조사 결과표

【표 2.3.3】 1구간 절토비탈면 파괴요인 조사 결과표

시설물명		1구간 절토비탈면		표번호	【표 2.3.3】
비탈면 파괴요인 조사 결과표					
1. 지반상태					
일련번호	구 분		상 태	상태 점수	비고
1-5	토사	토질조건	-	-	
1-6		토층심도율	-	-	
1-7	연약암반	연경도	-	-	
1-8		면구조 방향	-	-	
1-9		풍화정도	-	-	
1-10	파쇄암반	절리 간격	-	-	
1-11		저면 경사	-	-	
1-12		절리 상태	-	-	
1-13	절리암반	절리방향-사면방향	-	-	
1-14		절리경사-사면경사	-	-	
1-15		절리상태	-	-	
2. 사면형상					
1-16	토사/암반	비탈면의 경사	1:1.2	0	
1-17	토사	집수지형	-	-	
3. 자연적 외부요인					
1-18	강우 및 지하수	1일 강우량	-	0	
		지하수위	-		
4. 인위적 외부요인					
1-19	토사	표면보호상태	-	-	
1-20	암반	절취상태	나쁨	5	
1-21	배수조건		양호	1	
1-22	보호/보강상태		양호	0	
조사일시	2017. 6		조사자	김인광, 윤양하	

다. 상태평가 등급 산정표

【표 2.3.4】 1구간 절토비탈면 상태평가등급 산정표

평가요소			결함점수	결함종류별 평가결과	총점	결함지수	상태평가 결과
사면 손상 상태 지수	파괴 징후	①인장균열	0	a	0	f1 = 0.000	a
		②지반변형	0	a			
		③구조물변형	0	a			
	④파괴현황		0	a			
사면 파괴 요인 지수	지반 상태	⑤절리간격	-	-	6	f2 = 0.214	b
		⑥저면경사	-	-			
		⑦절리상태	-	-			
	사면 형상	⑧사면경사	0	a			
	자연 요인	⑨강우 및 지하수	0	a			
	인위 요인	⑩절취상태	5	d			
		⑪배수조건	1	b			
		⑫보호/보강상태	0	a			
합 계(Σ)					6	F = 0.115	A
상태평가 결과		◦ 비탈면손상상태지수(f1) = (① +④)/24 = 0.000 → a 등급					
		◦ 비탈면파괴요인지수(f2) = (⑤ +⑫)/28 = 0.214 → b 등급					
		◦ 절토비탈면 상태평가 결과(F) = (0 + 6)/52 = 0.115 → A					

2.3.2 절토비탈면 전체의 상태평가등급 결정

본 절토비탈면에 상태평가 결과는 다음과 같다.

【표 2.3.5】 절토비탈면의 상태평가 등급

구 분	결함지수(F)	평 가 결과(F)	상 태 등 급	상 태
1구간	$0.00 \leq F < 0.15$	0.115	A	문제점이 없는 최상의 상태

절토비탈면 상태평가 등급 결정			
시설물명	STA.1+290~1+490(상주)		
평가구분	결함지수	평가결과	비 고
상태평가	F=0.115	A	

평 가
결 과

- 본 절토비탈면에 대한 각 구간의 상태평가 결과 상태평가지수는 0.115로 산출되어 시설물의 상태평가 기준상 『A등급 : $0.00 \leq F < 0.15$ 』로 평가됨.

2.4 종합평가

2.4.1 종합평가 결과

본 절토비탈면에 대한 종합평가 결과는 다음과 같다.

【표 2.4.1】 절토비탈면의 종합평가 결과

절토비탈면 종합평가 결과 산정표			
시설물명	STA.1+290~1+490(상주)	표 번 호	【표 2.4.1】
평가구분	결함지수	평가결과	비 고
상태평가	F=0.115	A	
안전성평가	해당없음		
종합평가	F=0.115	A	
종합평가결과	• 절토비탈면의 종합평가 결과 : A		

【표 2.4.2】 안 전 등 급

안전등급	상태 및 안전성	비고
A (우수)	문제점이 없는 최상의 상태	◎
B (양호)	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 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 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태	
E (불량)	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태	

2.4.2 안전등급 지정

■ 안전등급 : A등급(우수)

2.5 보수·보강 및 유지관리방안

2.5.1 보수·보강 방안

【표 2.5.1】 보수·보강 방안

구 분	손상내용	수 량	단위	보수공법	보수 순위	비고
기타시설	점검계단 고정볼량	1	개소	볼트조임 및 정착	1	-

검 토 의 견

- 본 절토비탈면은 전체적으로 손상발생 정도가 경미하여 안전성 및 사용성을 확보하고 있는 것으로 판단됨
- 점검계단(가설계단) 손잡이가 흔들려 점검자의 안전사고 우려가 있으니 가설철물에 대한 점검 및 보수가 필요할 것으로 판단됨.

2.5.2 중점유지관리사항

본 절토비탈면에 대한 초기점검 결과에 따라 본 절에서는 향후 실시할 점검 및 진단시 절토비탈면의 안전성, 사용성 및 내구성 차원에서 중점적으로 관찰하고 유의하여야 할 중점유지관리 항목을 설정하여 제시하였다. 이러한 항목들은 결함의 진전 여부 및 재발생 여부를 주기적으로 관찰하여 향후 더 크게 발전할 가능성이 있는 결함 부위에 대한 원인을 분석하여 사전에 예방하자는 것으로서 【표 2.5.2】에 중점유지관리 항목을 제시하였다.

【표 2.5.2】 중점유지관리 항목

구 분	점검사항	중점유지관리 항목
비탈면부	• 낙석, 낙하물	• 풍화 진행에 따른 낙석 발생여부 확인 • 식생기반재 탈락에 따른 낙하물 발생여부 확인
식생상태	• 표면보호공	• 녹화공 미활착에 따른 표층 침식여부 확인
배수시설	• 배수구	• 배수시설 균열로 인한 파손 발생 여부 확인 • 배수기능 확보 여부 확인
기타시설	• 점검계단	• 계단의 볼트풀림 여부 확인

2.6 종합결론

2.6.1 초기점검 결과

- 1) 당 비탈면 최상부에 대한 조사 결과 인장균열, 지반변형 등의 중대 손상은 발생되지 않은 것으로 조사되어, 비탈면 안정성에 영향을 미칠만한 특별한 손상은 조사되지 않은 상태이다.
- 2) 비탈면의 표면보호공으로 취부공을 시공한 상태이며, 일부구간의 경우 활착이 되지 않아 식생기반재 노출상태이다.
- 3) 전반적으로 배수시설은 양호한 상태이며, 배수기능을 저하시키는 낙엽, 토사, 유목 등의 유실물 퇴적은 발견되지 않았음.
- 4) 점검계단 최상단 좌측 손잡이가 흔들려 추후 점검시 안전사고의 우려가 있으니 견고하게 고정되도록 조치가 필요함.
- 5) 본 절토비탈면에 대한 상태평가 결과 『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침』에 근거한 절토비탈면의 안전등급은 “문제점이 없는 최상의 상태”인 『A등급』으로 평가되었다.

2.6.2 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 1) 풍화진행에 따른 낙석 발생여부 확인 필요.
- 2) 식생기반재 탈락에 따른 낙하물 발생여부 확인 필요.
- 3) 녹화공 미활착에 따른 표층 침식여부 확인 필요.
- 4) 배수시설 균열로 인한 손상 발생여부 확인 필요.
- 5) 배수기능 확보 여부 확인 필요.
- 6) 점검계단(가설계단)의 볼트풀림 여부 확인 필요.

2.6.3 기타 필요한 사항

시설물의 안전성 유지는 점검 당시에는 양호한 상태로 존재하여도, 이후의 유지관리 상태 및 예기치 않던 외적요인에 의해 잔존해 있던 위험요소가 일시적으로 노출되어 안전성에 영향을 미칠 수 있으므로 지속적인 점검 등의 유지관리를 통해 기능성과 안전성을 유지하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

제 3 장 STA.2+090~2+320(상주)

3.1 개요

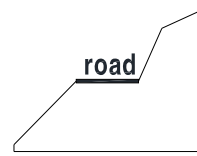
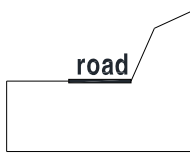
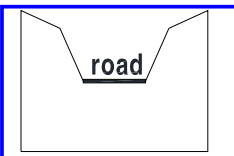
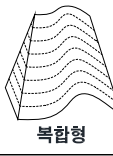
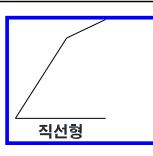
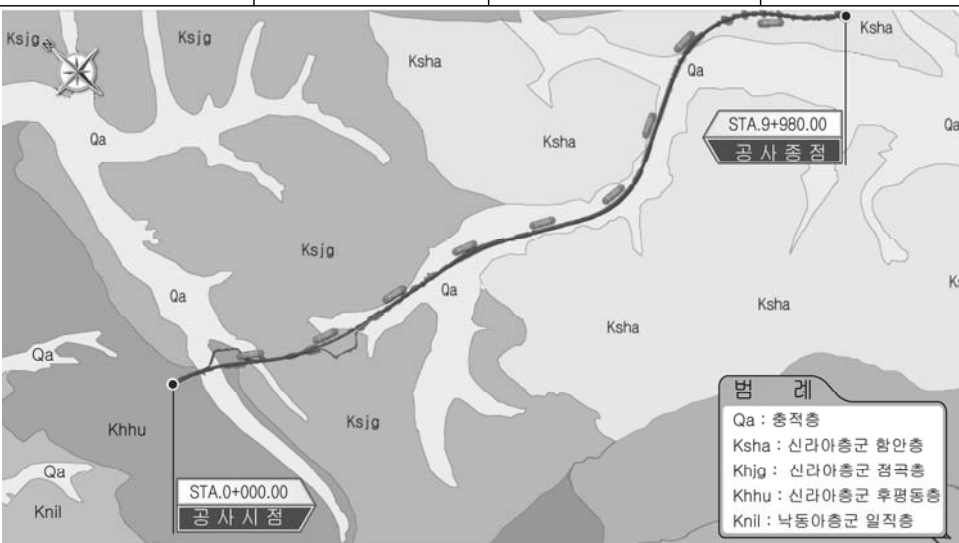
3.1.1 대상 시설물 개요

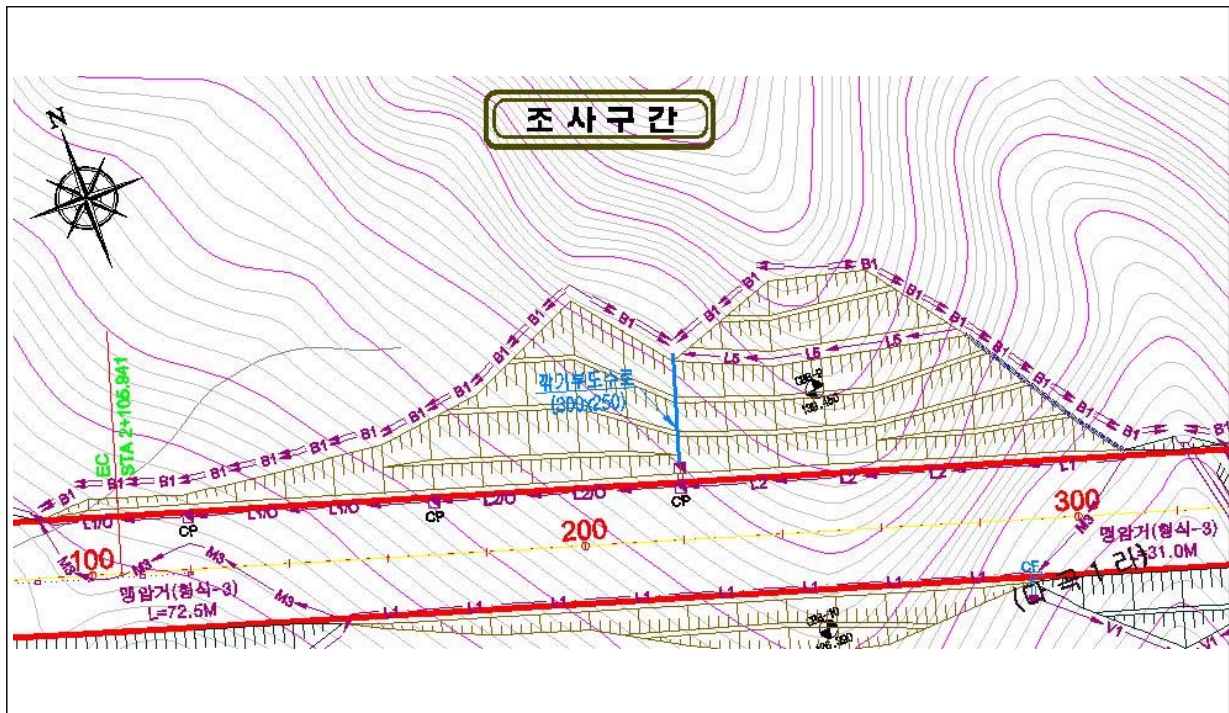
본 과업대상 절토비탈면은 경상북도 구미시 도개면 다곡리에 위치한 시설물로서 총연장 230m의 절토비탈면으로 현황은 【표 3.1.1】과 같으며, 『제1편 2.2.1 나. 조사영역 및 비탈면의 분할』의 내용에 따라 비탈면을 1개구간으로 나누어 현장조사를 수행하였다.

【표 3.1.1】 절토비탈면 일반현황

조사일자	2017. 6	조 사 자	김인광, 윤양하
일 기	맑음	준공년도	2017. 6
행정구역	경상북도 구미시 도개면 다곡리		
위 경 도	시 점 : N(36°17' 6.3"), E(128°22' 41.4")		
	종 점 : N(36°17' 4.5"), E(128°22' 48.6")		
절토비탈면	길 이 : 230m	높 이 : 31m	
	경 사/경사방향 : 43°/ 096°		
	구성물질 : 혼합	토층심도 : 2.0~4.0m	
	소 단 : 5		
낙석/뜯돌	낙석 존재유무 : 무	낙석의 양 :	
	낙석 평균크기 :		
	낙석 최대크기 :		
	뜯돌 존재유무 : 무	뜯돌의 양 :	
절토비탈면 시공현황	종 류	위 치	상 태
	산마루배수구	STA.2+090~2+240	보통
	소단배수구	STA.2+200~2+280	보통
	점검로	STA.2+280~2+320	양호
	식생공	전구간	양호
	낙석방지울타리	STA.2+170~2+290	양호
	L형 측구	전구간	양호
붕괴이력	유 형	규 모	위 치
기 타			

【표 3.1.2】 절토비탈면 지형 및 식생

주변지형의 특성	주변 지형	구릉성지형					
	종단면 형상						
	기타 특징	-					
절토비탈면의 특성	종 횡 단 면	 직선형  철형(불룩)  요형(오목)  복합형		종 단 면 특 성	 직선형  요철형  오목형  하부이탈형  돌출형  불룩형		
상부 자연비탈면	경 사 도	상향 20° ~ 30°					
	인장균열	무	인공구조물	무			
	포행흔적	무	산마루배수구	무			
	수목의 기울어짐	무	계곡부	유			
지질도							
	• 본 지역은 주라기의 관입암류와 백악기 경상누층군의 신동층군 낙동층의 만경상층원과 금당리층원, 백악기의 관입암류가 분포하는 지역이다. • 본 지역은 주로 역암, 사암, 셰일 및 역질사암 등으로 구성되며, 하부는 역암이 대체로 우세하고 상부는 사암과 셰일이 우세하다..						
식 생	①종 류	초 본	관 목	침 엽 수	활 엽 수		
	②밀 도	중					
	③근계특징	천근성 (O), 심근성 ()					



【그림 3.1.1】 절토비탈면 평면도



【그림 3.1.2】 절토비탈면 현황

3.1.2 자료수집 및 분석

가. 설계 및 시공관련 자료

시설물을 효율적으로 유지관리하기 위해서는 설계도면, 준공도면, 구조계산서 등 시설물 가설 당시의 모든 설계도서와 이후의 점검이나 진단보고서 및 이력, 보수·보강공사 이력 등 유지관리 자료를 보존하는 것이 가장 중요하다. 대상구조물의 관련자료 수집내용은 【표 3.1.3】과 같다.

【표 3.1.3】 자료수집 내용

보존대상 목록		보유현황	비 고
설계도서	◦공 통 - 준공내역서 - 각종시방서 - 각종계산서 - 토질 및 지반조사 보고서 - 기타 특이사항 보고서	- - - - -	
	◦설계도면 - 위치도, 평면도, 단면도(종횡), 구조물도 상세도	보유	
시설물 관리대장	◦기본현황 ◦상세제원 ◦유지관리 이력	- - -	
시공관련 자료	◦시공관련 자료 ◦품질관리 관련자료 - 재료증명서 - 품질시험기록 - 관리 및 선정시험 기록 등 각종 시험 기록 - 시설물의 주요 구조부위에 대한 계측관련 자료 ◦사고기록	- - - - - - - -	
안전점검 및 정밀안전진단 자료		보유	
		-	
보수보강 자료		-	

나. 안전점검 및 정밀안전진단 이력

본 과업대상 시설물에 대한 점검 및 진단 이력은 다음과 같다.

【표 3.1.4】 점검 및 진단 이력

점검종류	년 월	주요점검결과	평가등급	비고
정기점검	2014. 04.	해당없음		
정기점검	2014. 05.	해당없음		
정기점검	2015. 03.	해당없음		
정기점검	2015. 09.	해당없음		
정기점검	2016. 04.	해당없음		
정기점검	2016. 11.	사면보강공 시공중	양호	
정기점검	2017. 04.	사면보강공 시공완료	양호	

다. 보수·보강 이력

본 과업대상 시설물에 대한 보수·보강 이력은 다음과 같다.

【표 3.1.5】 보수·보강 이력

구 분	공사일시	위치 및 내용	보수·보강 내용	비 고
-	-	-	-	-

3.2 외관조사

- 본 과업대상 절토비탈면은 연장 230m, 높이 31m로 시공된 토사 및 암반으로 구성된 혼합사면으로, 『제1편 2.2.1 나. 조사영역 및 비탈면의 분할』의 내용에 따라 비탈면을 1개구간으로 분할하였다.
- 산마루배수구, 소단배수구, 점검로, 비탈면 녹화, L형측구, 낙석방지울타리, 등이 시공된 상태이다.

3.2.1 1구간(STA.2+090 ~ 2+320)

【그림 3.2.1】 1구간 비탈면 전경



가. 비탈면부

- 1) 비탈면 상부 조사결과 인장균열, 지반변형 등의 비탈면 안정성에 영향을 미칠만한 특별한 손상은 없는 것으로 조사되었다.
- 2) STA.2+240지점에 토층심도는 4.0m, 비탈면높이는 30.0m이며, 토층심도율 0.13의 암반사면으로 구분되어진다.
- 3) 비탈면의 풍화상태는 심한풍화(HW)에서 풍화잔류토(RS)의 상태이다.
- 4) 낙석방지울타리가 시공된 상태이며, 외관조사 결과 특이손상이 없는 양호한 것으로 조사되었다.



상부 비탈면 및 수목 상태



낙석방지울타리 시공상태

【표 3.2.1】 비탈면 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
비탈면부	—	m ² /개소	—	—

나. 식생상태

- 1) 비탈면내 암반사면은 취부공으로 사면보호 상태이며, 부분적으로 활착이 되지 않아 식생기반재 노출상태이다.



취부공 시공상태



식생기반재 노출

【표 3.2.2】 식생 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
식생상태	—	m ² /개소	—	—

다. 배수시설

- 1) 산마루배수구와 소단배수구가 시공된 상태이며, STA.2+250지점의 소단배수구에서 3.0mm의 균열이 발생된 것으로 확인되었다.
- 3) 산마루배수구의 경우 낙엽, 토사, 유목 등은 퇴적되지 않은 것으로 조사되었으나, STA.2+160~200지점에서 2.0~3.0mm의 균열이 발생된 것으로 조사되었다.



【표 3.2.3】 배수시설 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
소단배수구	균열(폭 3mm이하)	m/개소	1.9 / 1	—
산마루배수구	균열(폭 3mm이하)	m/개소	3.2 / 2	—

라. 기타시설

- 1) 점검시설로 점검로가 설치된 상태이며, 외관조사결과 특이 손상이 없는 양호한 것으로 조사되었다.
- 2) L형측구가(TYPE-1~2) 시공된 상태이며, 외관조사결과 특이 손상이 없는 양호한 것으로 조사되었다.



【표 3.2.4】 기타시설 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
기타시설	-	m/개소	/	-

3.2.2 외관조사 결과 요약

【표 3.2.5】 외관조사 결과

구 분	외관조사 결과	비 고
비탈면부	- 비탈면 상부 조사 결과 인장균열, 지반변형 등의 비탈면 안정성에 영향을 미칠만한 특별한 손상은 조사되지 않음. - 낙석방지울타리가 시공된 상태로 외관조사결과 특이손상이 없는 양호한 것으로 조사되었음.	
식생상태	- 비탈면의 표면보호공으로 취부공을 시공한 상태이며, 일부구간의 경우 활착이 되지않아 식생기반재 노출상태이다.	
배수시설	- 산마루배수구, 소단배수구가 시공된 상태임. - 전반적으로 배수시설은 양호하나, 소단배수구 및 산마루배수구의 일부구간에서 균열이 조사되었음.	
기타	- 점검시설로 점검로가 시공된 상태이며, 상태는 양호함. - L형측구(TYPE-1~2)이 시공된 상태로 외관조사결과 특이손상이 없는 양호한 것으로 조사되었음.	

3.3 상태평가

- 상태평가는 『시설물의 안전점검 및 정밀안전진단지침』 및 『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침』의 절차에 따라 실시한다. 각 부재별, 시설물별로 손상 및 결함에 대한 상태평가기준에 의해 상태평가등급을 산정하며 이를 기초로 진단 및 점검대상 시설물에 대한 상태평가를 실시하고 상태평가등급을 부여한다
- 대상 비탈면은 표면보호공이 시공되어 있어 절리에 대한 평가항목은 제외하였으며, 2017. 6. 9일~15일간의 현장조사 및 공사관리 자료를 이용하여 상태평가를 시행하였다.
- 본 과업대상 절토비탈면은 연장 230m, 높이 31m로 시공된 토사 및 암반으로 구성된 혼합사면으로, 『제1편 2.2.1 나. 조사영역 및 비탈면의 분할』의 내용에 따라 비탈면을 1개구간으로 분할하였다.

3.3.1 지반특성에 따른 절토비탈면의 분류

『공통편 3.2 상태평가 기준』에 따라 STA.2+090~2+320(상주) 절토비탈면을 【표 3.3.1】과 같이 분류하였다.

【표 3.3.1】 절토비탈면의 분류

(MPa=10.2kg/cm²)

구 분		분류기준	평가점수	비탈면종류		비고
				세부분류	종합분류	
1구간	토층심도율	0.4	0.13	암반사면	파쇄 암반사면	Ib=0.1
	압축강도	10 MPa	10MPa이상	연약암반 사면이상		
	블록크기비	0.01	0.003	파쇄암반사면		

3.3.2 1구간 STA.2+090 ~ 2+320

본 절토비탈면 중 1구간은 비탈면 분류상 파쇄암반사면으로 분류되었으며, 항목별 배점은 각 항목에 대한 현장조사 및 문헌자료 조사 결과에 따랐으며 대상비탈면의 1구간 절토비탈면의 상태평가 결과는 다음과 같다.

가. 비탈면 손상상태 조사 결과표

【표 3.3.2】 1구간 절토비탈면 손상상태 결과표

시설물명	1구간 절토비탈면			표번호	【표 3.3.2】
비탈면 손상상태 조사 결과표					
1. 파괴징후					
일련번호	징후종류	상 태		상태점수	비고
		위치	상태 및 규모		
1-1	인장균열	-	-	0	
1-2	지반변형	-	-	0	
1-3	구조물변형	2+250	소단배수구 균열	3	
2. 파괴현황					
일련번호	파괴유형	상 태		상태점수	비고
		위치	규모		
1-4		-	-	0	
		-	-		
		-	-		
조사일시	2017. 6		조사자	김인광, 윤양하	

나. 비탈면 파괴요인 조사 결과표

【표 3.3.3】 1구간 절토비탈면 파괴요인 조사 결과표

시설물명		1구간 절토비탈면		표번호	【표 3.3.3】
비탈면 파괴요인 조사 결과표					
1. 지반상태					
일련번호	구 분		상 태	상태 점수	비고
1-5	토사	토질조건	-	-	
1-6		토층심도율	-	-	
1-7	연약암반	연경도	-	-	
1-8		면구조 방향	-	-	
1-9		풍화정도	-	-	
1-10	파쇄암반	절리 간격	-	-	
1-11		저면 경사	-	-	
1-12		절리 상태	-	-	
1-13	절리암반	절리방향-사면방향	-	-	
1-14		절리경사-사면경사	-	-	
1-15		절리상태	-	-	
2. 사면형상					
1-16	토사/암반	비탈면의 경사	1:1.1	2	
1-17	토사	집수지형	-	-	
3. 자연적 외부요인					
1-18	강우 및 지하수	1일 강우량	-	0	
		지하수위	-		
4. 인위적 외부요인					
1-19	토사	표면보호상태	-	-	
1-20	암반	절취상태	좋음	1	
1-21	배수조건		양호	1	
1-22	보호/보강상태		양호	0	
조사일시	2017. 6		조사자	김인광, 윤양하	

다. 상태평가 등급 산정표

【표 3.3.4】 1구간 절토비탈면 상태평가등급 산정표

평가요소			결합점수	결함종류별 평가결과	총 점	결합지수	상태평가 결과
사면 손상 상태 지수	파괴 징후	①인장균열	0	a	3	f1 = 0.125	a
		②지반변형	0	a			
		③구조물변형	3	c			
	④파괴현황		0	a			
사면 파괴 요인 지수	지반 상태	⑤절리간격	—	—	4	f2 = 0.125	a
		⑥저면경사	—	—			
		⑦절리상태	—	—			
	사면 형상	⑧사면경사	2	b			
	자연 요인	⑨강우 및 지하수	0	a			
	인위 요인	⑩절취상태	1	b			
		⑪배수조건	1	b			
		⑫보호/보강상태	0	a			
합 계(Σ)					7	F = 0.125	A
상태평가 결 과		◦ 비탈면손상상태지수(f1) = (① +④)/24 = 0.125 → a 등급					
		◦ 비탈면파괴요인지수(f2) = (⑤ +⑫)/32 = 0.125 → a 등급					
		◦ 절토비탈면 상태평가 결과(F) = (3 + 4)/56 = 0.125 → A					

3.3.2 절토비탈면 전체의 상태평가등급 결정

본 절토비탈면에 상태평가 결과는 다음과 같다.

【표 3.3.5】 절토비탈면의 상태평가 등급

구 분	결함지수(F)	평 가 결과(F)	상 태 등 급	상 태
1구간	$0.00 \leq F < 0.15$	0.125	A	문제점이 없는 최상의 상태

절토비탈면 상태평가 등급 결정			
시설물명	STA.2+090~2+320(상주)		
평가구분	결함지수	평가결과	비 고
상태평가	F=0.125	A	

평 가
결 과

- 본 절토비탈면에 대한 각 구간의 상태평가 결과 상태평가지수는 0.250로 산출되어 시설물의 상태평가 기준상 『A등급 : $0.00 \leq F < 0.15$ 』로 평가됨.

3.4 종합평가

3.4.1 종합평가 결과

본 절토비탈면에 대한 종합평가 결과는 다음과 같다.

【표 3.4.1】 절토비탈면의 종합평가 결과

절토비탈면 종합평가 결과 산정표			
시설물명	STA.2+090~2+320(상주)	표 번 호	【표 3.4.1】
평가구분	결함지수	평가결과	비 고
상태평가	F=0.125	A	
안전성평가	해당없음		
종합평가	F=0.125	A	
종합평가결과	• 절토비탈면의 종합평가 결과 : B		

【표 3.4.2】 안 전 등 급

안전등급	상태 및 안전성	비고
A (우수)	문제점이 없는 최상의 상태	◎
B (양호)	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 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 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태	
E (불량)	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태	

3.4.2 안전등급 지정

■ 안전등급 : A등급(우수)

3.5 보수·보강 및 유지관리방안

3.5.1 보수·보강 방안

【표 3.5.1】 보수·보강 방안

구 분	손상내용	수 량	단위	보수공법	보수 순위	비고
배수시설	소단배수구 균열	1.9	m	주입보수	1	
	산마루배수구 균열	3.2	m	주입보수	1	

검 토 의 견

- 본 절토비탈면은 전체적으로 손상발생 정도가 경미하여 안전성 및 사용성을 확보하고 있는 것으로 판단되나,
- 전반적으로 배수시설은 양호하나, 산마루배수구 일부구간에서 확인된 균열은 보수조치가 필요할 것으로 판단됨.

3.5.2 중점유지관리사항

본 절토비탈면에 대한 초기점검 결과에 따라 본 절에서는 향후 실시할 점검 및 진단시 절토비탈면의 안전성, 사용성 및 내구성 차원에서 중점적으로 관찰하고 유의하여야 할 중점유지관리 항목을 설정하여 제시하였다. 이러한 항목들은 결함의 진전 여부 및 재발생 여부를 주기적으로 관찰하여 향후 더 크게 발전할 가능성이 있는 결함 부위에 대한 원인을 분석하여 사전에 예방하자는 것으로서 【표 3.5.2】에 중점유지관리 항목을 제시하였다.

【표 3.5.2】 중점유지관리 항목

구 분	점검사항	중점유지관리 항목
비탈면부	• 낙석, 낙하물	• 풍화 진행에 따른 낙석 발생여부 확인 • 식생기반제 탈락에 따른 낙하물 발생여부 확인
식생상태	• 표면보호공	• 취부공 미확착에 따른 표층 침식여부 확인
배수시설	• 배수구	• 배수시설 균열로 인한 파손 발생 여부 확인 • 배수기능 확보 여부 확인

3.6 종합결론

3.6.1 초기점검 결과

- 1) 당 비탈면 최상부에 대한 조사 결과 인장균열, 지반변형 등의 중대 손상은 발생되지 않은 것으로 조사되어, 비탈면 안정성에 영향을 미칠만한 특별한 손상은 조사되지 않은 상태이다.
- 2) 비탈면의 표면보호공으로 취부공을 시공한 상태이며, 일부구간의 경우 활착이 되지 않아 식생기반재 노출상태이다.
- 3) 전반적으로 배수시설은 양호하나, 산마루배수구의 일부구간에서 균열이 발생되어 보수조치가 필요한 상태이다.
- 4) 본 절토비탈면에 대한 상태평가 결과 『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침』에 근거한 절토비탈면의 안전등급은 “문제점이 없는 최상의 상태”인 『A등급』으로 평가되었다.

3.6.2 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 1) 풍화진행에 따른 낙석 발생여부 확인 필요.
- 2) 식생기반재 탈락에 따른 낙하물 발생여부 확인 필요.
- 3) 녹화공 미활착에 따른 표층 침식여부 확인 필요.
- 4) 배수시설 균열로 인한 손상 발생여부 확인 필요.
- 5) 배수기능 확보 여부 확인 필요.

3.6.3 기타 필요한 사항

시설물의 안전성 유지는 점검 당시에는 양호한 상태로 존재하여도, 이후의 유지관리 상태 및 예기치 않던 외적요인에 의해 잔존해 있던 위험요소가 일시적으로 노출되어 안전성에 영향을 미칠 수 있으므로 지속적인 점검 등의 유지관리를 통해 기능성과 안전성을 유지하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

제 4 장 STA.5+180~6+040(상주)

4.1 개요

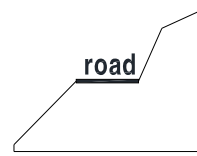
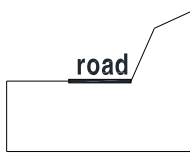
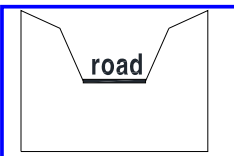
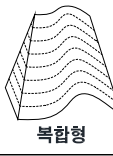
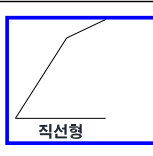
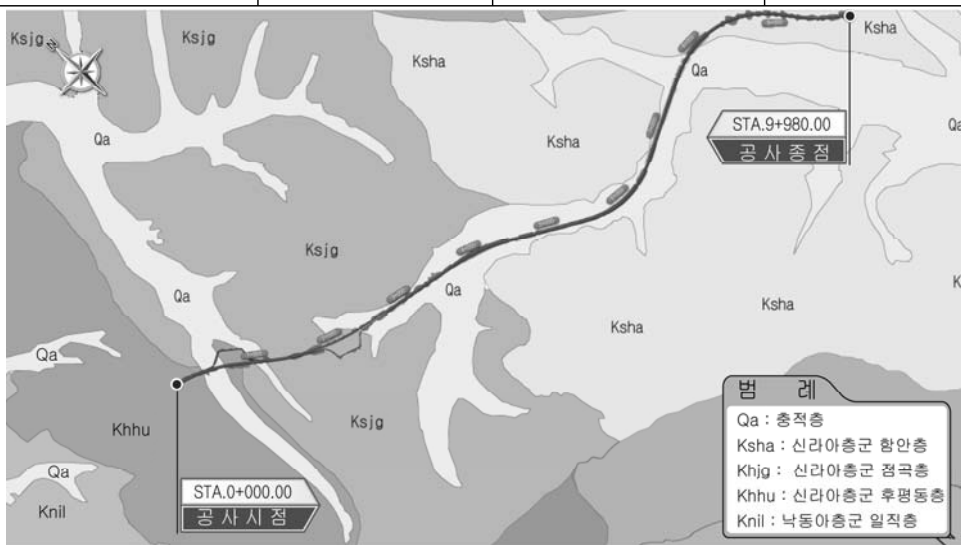
4.1.1 대상 시설물 개요

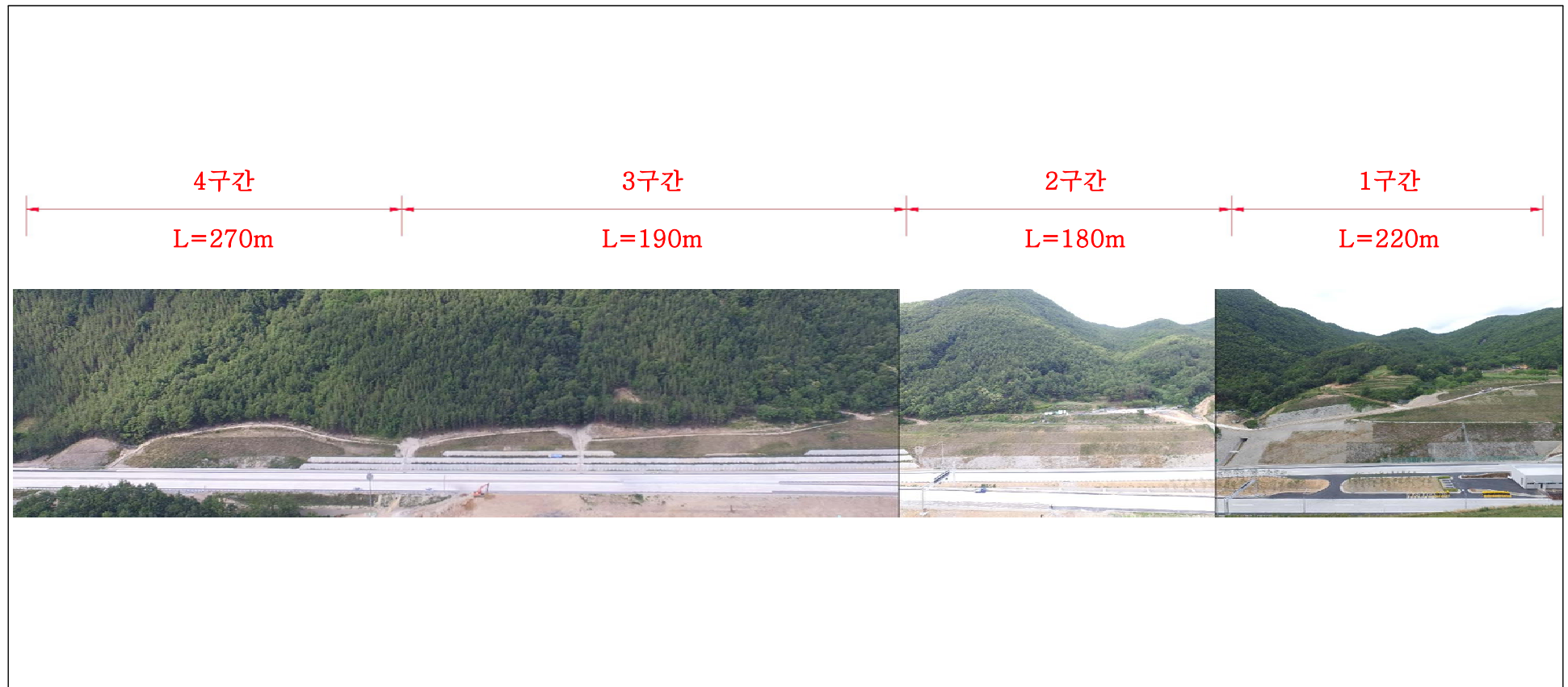
본 과업대상 절토비탈면은 경상북도 구미시 도개면 가곡리에 위치한 시설물로서 총연장 860m의 절토비탈면으로 현황은 【표 4.1.1】과 같으며, 『제1편 2.2.1 나. 조사영역 및 비탈면의 분할』의 내용에 따라 【표 4.2.1】과 같이 비탈면을 4개구간으로 나누어 현장조사를 수행하였다.

【표 4.1.1】 절토비탈면 일반현황

조사일자	2017. 6	조 사 자	김인광, 윤양하
일 기	맑음	준공년도	2017. 6
행정구역	경상북도 구미시 도개면 다곡리		
위 경 도	시 점 : N(36° 16′ 24.7″), E(128° 24′ 32.5″)		
	중 점 : N(36° 16′ 15.3″), E(128° 25′ 4.7″)		
절토비탈면	길 이 : 860m		높 이 : 47m
	경 사/경사방향 : 34° / 200°		
	구성물질 : 혼합		토층심도 : 8.0~20.0m
	소 단 : 8		
낙석/뜯돌	낙석 존재유무 : 무		낙석의 양 :
	낙석 평균크기 :		
	낙석 최대크기 :		
	뜯돌 존재유무 : 유		뜯돌의 양 : 1m3
	뜯돌 평균크기 : 0.1m		
	뜯돌 최대크기 : 0.2m		
	종 류	위 치	상 태
	산마루배수구	STA.5+180~5+620	양호
절토비탈면 시공현황	소단배수구	STA.5+900~6+040	양호
	점검로	STA.5+960(점검계단)	양호
	식생공	전구간	양호
	낙석방지울타리	STA.5+910~6+040	양호
	L형 측구	전구간	양호
	붕괴이력	유 형	규 모
	기 타		

【표 1.1.2】 절토비탈면 지형 및 식생

주변지형의 특성	주변 지형		구릉성지형			
	종단면 형상					
	기타 특징		-			
절토비탈면의 특성	종 횡 단 면	 직선형  철형(불룩)  요형(오목)  복합형		종 단 면 특 성	 직선형  요철형  오목형  하부이탈형  돌출형  불룩형	
		경 사 도			상향 20° ~ 30°	
상부 자연비탈면	인장균열		무	인공구조물	무	
	포행흔적		무	산마루배수구	무	
	수목의 기울어짐		무	계곡부	유	
지질도						
	• 본 지역은 주라기의 관입암류와 백악기 경상누층군의 신동층군 낙동층의 만경상층원과 금당리층원, 백악기의 관입암류가 분포하는 지역이다. • 본 지역은 주로 역암, 사암, 셰일 및 역질사암 등으로 구성되며, 하부는 역암이 대체로 우세하고 상부는 사암과 셰일이 우세하다..					
식 생	①종 류	초 본	관 목	침 엽 수	활 엽 수	
	②밀 도	중				
	③근계특징	천근성 (O), 심근성 ()				



【그림 4.1.2】 절토비탈면 현황

4.1.2 자료수집 및 분석

가. 설계 및 시공관련 자료

시설물을 효율적으로 유지관리하기 위해서는 설계도면, 준공도면, 구조계산서 등 시설물 가설 당시의 모든 설계도서와 이후의 점검이나 진단보고서 및 이력, 보수·보강공사 이력 등 유지관리 자료를 보존하는 것이 가장 중요하다. 대상구조물의 관련자료 수집내용은 【표 4.1.3】과 같다.

【표 4.1.3】 자료수집 내용

보존대상 목록		보유현황	비 고
설계도서	◦공 통 - 준공내역서 - 각종시방서 - 각종계산서 - 토질 및 지반조사 보고서 - 기타 특이사항 보고서	- - - - -	
	◦설계도면 - 위치도, 평면도, 단면도(종횡), 구조물도 상세도	보유	
시설물 관리대장	◦기본현황 ◦상세제원 ◦유지관리 이력	- - -	
시공관련 자료	◦시공관련 자료 ◦품질관리 관련자료 - 재료증명서 - 품질시험기록 - 관리 및 선정시험 기록 등 각종 시험 기록 - 시설물의 주요 구조부위에 대한 계측관련 자료 ◦사고기록	- - - - - - - -	
안전점검 및 정밀안전진단 자료		보유	
		-	
보수보강 자료		-	

나. 안전점검 및 정밀안전진단 이력

본 과업대상 시설물에 대한 점검 및 진단 이력은 다음과 같다.

【표 4.1.4】 점검 및 진단 이력

점검종류	년 월	주요점검결과	평가등급	비고
정기점검	2014. 04.	해당없음		
정기점검	2014. 05.	해당없음		
정기점검	2015. 03.	해당없음		
정기점검	2015. 09.	해당없음		
정기점검	2016. 04.	해당없음		
정기점검	2016. 11.	사면보강공 시공중	양호	
정기점검	2017. 04.	사면보강공 시공완료	양호	

다. 보수·보강 이력

본 과업대상 시설물에 대한 보수·보강 이력은 다음과 같다.

【표 4.1.5】 보수·보강 이력

구 분	공사일시	위치 및 내용	보수·보강 내용	비 고
-	-	-	-	-

4.2 외관조사

- 본 과업대상 절토비탈면은 연장 860m, 높이 47m로 시공된 토사 및 암반으로 구성된 혼합사면으로, 『제1편 2.2.1 나. 조사영역 및 비탈면의 분할』의 내용에 따라 비탈면을 4개구간으로 분할하였다.
- 산마루배수구, 소단배수구, 점검로, 비탈면 녹화, L형측구, 낙석방지울타리 등이 시공된 상태이다.

【표 4.2.1】 절토비탈면 조사 분할구간

구 분	구 간(STA.)	연장(m)	비탈면상태	비 고
1구간	STA.5+820 ~ 6+040	220	토사사면	
2구간	STA.5+640 ~ 5+820	180	토사사면	
3구간	STA.5+450 ~ 5+640	190	토사사면	
4구간	STA.5+180 ~ 5+450	270	토사사면	

4.2.1 1구간(STA.5+820 ~ 6+040)

【그림 4.2.1】 1구간 비탈면 전경



가. 비탈면부

- 1) 비탈면 상부 조사결과 인장균열, 지반변형 등의 비탈면 안정성에 영향을 미칠만한 특별한 손상은 없는 것으로 조사되었다.
- 2) STA.6+010지점에 토층심도는 17.0m, 비탈면높이는 42.0m이며, 토층심도율은 0.40으로 토사사면으로 구분되어 진다.
- 3) 비탈면의 풍화상태는 완전풍화(CW)에서 풍화잔류토(RS)의 상태이며, 외관조사결과 누수의 흔적은 관찰되지 않는다.

- 4) 부분적으로 낙석방지울타리가 시공된 상태이며, 외관조사 결과 특이손상이 없는 양호한 것으로 조사되었다.



터널상부 부체도로 상부비탈면



터널상부 부체도로 하단비탈면

【표 4.2.2】 비탈면 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
비탈면부	—	m ² /개소	—	—

나. 식생상태

- 1) 1구간내 비탈면은 취부공으로 사면보호 상태이며, 부분적으로 활착이 되지 않아 식생기반재 노출상태이다.



식생기반재 노출



취부공 활착상태

【표 4.2.3】 식생 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
식생상태	—	m ² /개소	—	—

다. 배수시설

- 1) 소단배수구와 도수로가 시공된 상태이며, 외관조사결과 특이손상이 없는 양호한 것으로 조사되었다.
- 2) 상부 부체도로에 연결하여 배수구가 시공되었으며, 외관조사결과 특이손상이 없는 양호한 것으로 조사되었다.



【표 4.2.4】 배수시설 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
배수시설	—	m/개소	/	—

라. 기타시설

- 1) 점점계단이 설치된 상태이며, 외관조사결과 특이 손상이 없는 양호한 것으로 조사되었다.
- 2) L형측구가(TYPE-2) 시공된 상태이며, 외관조사결과 특이 손상이 없는 양호한 것으로 조사되었다.



【표 4.2.5】 기타시설 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
기타시설	—	m/개소	/	—

4.2.2 2구간(STA.5+640 ~ 5+820)

【그림 4.2.2】 2구간 비탈면 전경



가. 비탈면부

- 1) 비탈면 상부 조사결과 인장균열, 지반변형 등의 비탈면 안정성에 영향을 미칠만한 특별한 손상은 없는 것으로 조사되었다.
- 2) STA.5+660지점에 토층심도는 10.0m, 비탈면높이는 20.0m이며, 토층심도율 0.50의 토사사면으로 구분되어진다.
- 3) 낙석방지울타리 미설치구간의 비탈면에 0.1~0.2m 크기의 뜬돌이 부분 분포하며, 낙석의 위험이 상존하는 것으로 조사되었다.



상부비탈면 및 수목상태



비탈면 뜬돌상태

【표 4.2.6】 비탈면 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
비탈면부	—	m ² /개소	—	—

나. 식생상태

1) 2구간내 비탈면은 취부공으로 사면보호 상태이며, 부분적으로 활착이 되지 않아 식생기반재 노출상태이다.

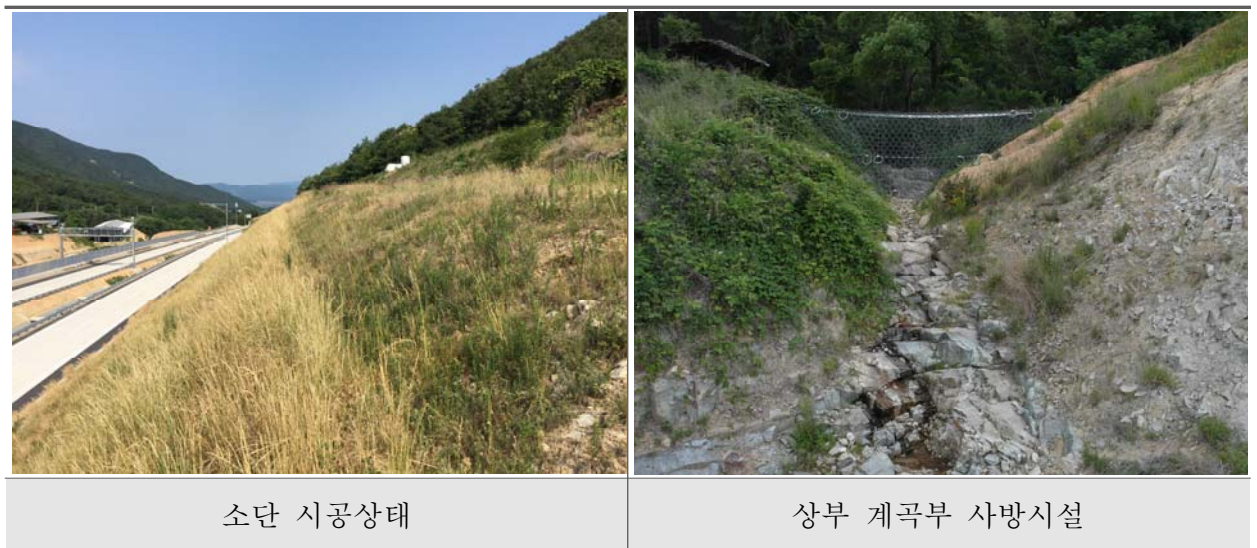


【표 4.2.7】 식생 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
식생상태	—	m ² /개소	/	—

다. 배수시설

1) 상부계곡부에 사방시설이 설치되어 있으며, 계곡에서 하부 수로박스(5.0x2.5)로 배수 유도되어 있는 상태이다.



【표 4.2.8】 배수시설 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
배수시설	—	m/개소	/	—

라. 기타시설

- 1) L형측구가(TYPE-2) 시공된 상태이며, 외관조사결과 특이 손상이 없는 양호한 것으로 조사되었다.

	
L형측구 시공상태	

【표 4.2.9】 기타시설 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
기타시설	-	m/개소	/	-

4.2.3 3구간(STA.5+450 ~ 5+640)

【그림 4.2.3】 3구간 비탈면 전경



가. 비탈면부

- 1) 비탈면 상부 조사결과 인장균열, 지반변형 등의 비탈면 안정성에 영향을 미칠만한 특별한 손상은 없는 것으로 조사되었다.
- 2) 전구간에 걸쳐 사면의 활동파괴에 대해 비탈면 보강공으로 절토부 옹벽이 설치되어 있는 상태이다.

	
상부 비탈면 및 수목 상태	상부 자연사면 계곡부

【표 4.2.10】 비탈면 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
비탈면부	—	m ² /개소	—	—

나. 식생상태

- 1) 3구간내 비탈면은 취부공으로 사면보호 상태이며, 녹화는 양호한 상태이다.

	
취부공 활착상태	

【표 4.2.11】 식생 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
식생상태	—	m ² /개소	—	—

다. 배수시설

- 1) 산마루배수구와 계곡부의 우수가 유입되는 도수로가 시공된 상태이며, 외관조사결과 특이손상이 없는 양호한 것으로 조사되었다.
- 2) 산마루배수구의 경우 낙엽, 토사, 유목 등은 퇴적되지 않은 것으로 조사되었으며, 외관조사결과 특이손상이 없는 양호한 것으로 조사되었다..



【표 4.2.12】 배수시설 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
배수시설	-	m/개소	/	-

라. 기타시설

- 1) 절토부옹벽이 시공되어 있는 상태이며, STA.5+400지점의 절토부옹벽 Anchor Cap이 파손되어 있는 것으로 조사되었다.
- 2) L형측구(TYPE-2)가 시공된 상태이며, 외관조사결과 특이 손상이 없는 양호한 것으로 조사되었다.



【표 4.2.13】 기타시설 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
절토부옹벽	Anchor Cap 손상	개소	1	

4.2.4 4구간(STA.5+180 ~ 5+450)

【그림 4.2.4】 4구간 비탈면 전경



가. 비탈면부

- 1) 비탈면 상부 조사결과 인장균열, 지반변형 등의 비탈면 안정성에 영향을 미칠만한 특별한 손상은 없는 것으로 조사되었다.
- 2) STA.5+260지점의 토층심도는 8.0m, 비탈면높이는 13.0m이며, 토층심도율 0.54의 토사사면으로 구분되어진다.



상부비탈면 및 수목상태



상부 계곡부 사방시설

【표 4.2.14】비탈면 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
비탈면부	—	m ² /개소	—	—

나. 식생상태

- 1) 4구간내 비탈면은 취부공으로 사면보호 상태이며, 녹화는 양호한 상태이다.



취부공 활착상태

【표 4.2.15】식생 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
식생상태	—	m ² /개소	/	—

다. 배수시설

- 1) 계곡부의 토석류를 방지하는 사방시설이 시공된 상태이며, 외관조사결과 특이손상이 없는 양호한 것으로 조사되었다.
- 2) 산마루배수구와 소단배수구가 시공된 상태이며, 외관조사결과 특이손상이 없는 양호한 것으로 조사되었다.
- 3) 산마루배수구의 경우 낙엽, 토사, 유목 등은 퇴적되지 않은 것으로 조사되었으며, 외관조사결과 특이손상이 없는 양호한 것으로 조사되었다.



산마루배수구 시공상태

【표 4.2.16】 배수시설 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
배수시설	-	m/개소	/	-

라. 기타시설

- 1) L형측구가(TYPE-2) 시공된 상태이며, 외관조사결과 특이 손상이 없는 양호한 것으로 조사되었다.



L형측구 시공상태

【표 4.2.17】 기타시설 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
기타시설	-	m/개소	/	-

4.2.5 외관조사 결과 요약

【표 4.2.18】 외관조사 결과

구 분	외관조사 결과	비 고
비탈면부	- 비탈면 상부 조사 결과 인장균열, 지반변형 등의 비탈면 안정성에 영향을 미칠만한 특별한 손상은 조사되지 않음. - 낙석방지울타리가 시공된 상태로 외관조사결과 특이손상이 없는 양호한 것으로 조사되었음.	
식생상태	- 비탈면의 표면보호공으로 취부공을 시공한 상태이며, 일부구간의 경우 활착이 되지않아 식생기반재 노출상태이다.	
배수시설	- 산마루배수구, 소단배수구 및 도수로가 시공된 상태임. - 전반적으로 배수시설은 양호한 상태이며, 배수기능을 저하시키는 낙엽, 토사, 유목 등의 유실물 퇴적은 발견되지 않았음. - 계곡부 토석류 유출방지를 위한 사방시설이 설치되어 있으며, 낙엽, 유목 등 배수흐름을 저해하는 요소는 발견되지 않았음.	
기타	- 점검시설(점검계단)이 시공된 상태로 특이손상이 발견되지는 않음. - L형측구(TYPE-2)이 시공된 상태로, 외관조사결과 특이손상이 없는 양호한 것으로 조사되었음. - 비탈면보강공으로 절토부옹벽이 시공된 상태이며, Anchor Cap이 손상된 것이 조사되었음.	

4.3 상태평가

- 상태평가는 『시설물의 안전점검 및 정밀안전진단지침』 및 『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침』의 절차에 따라 실시한다. 각 부재별, 시설물별로 손상 및 결함에 대한 상태평가기준에 의해 상태평가등급을 산정하며 이를 기초로 진단 및 점검대상 시설물에 대한 상태평가를 실시하고 상태평가등급을 부여한다
- 대상 비탈면은 표면보호공이 시공되어 있어, 절리에 대한 평가항목은 제외하였으며, 2017. 6. 9일~15일간의 현장조사 및 공사관리 자료를 이용하여 상태평가를 시행하였다.
- 본 과업대상 절토비탈면은 연장 860m, 높이 47m로 시공된 토사 및 암반으로 구성된 혼합사면으로, 『제1편 2.2.1 나. 조사영역 및 비탈면의 분할』의 내용에 따라 비탈면을 4개 구간으로 분할하였다.

4.3.1 지반특성에 따른 절토비탈면의 분류

『공통편 3.2 상태평가 기준』에 따라 STA.5+180~6+040(상주) 절토비탈면을 【표 4.3.1】과 같이 분류하였다.

【표 4.3.1】 절토비탈면의 분류

(MPa=10.2kg/cm²)

구 분		분류기준	평가점수	비탈면종류		비고
				세부분류	종합분류	
1구간	토층심도율	0.4	0.53	토사사면	토사사면	
	압축강도	10 MPa	-	-		
	블록크기비	0.01	-	-		
2구간	토층심도율	0.4	0.40	토사사면	토사사면	
	압축강도	10 MPa	-	-		
	블록크기비	0.01	-	-		
3구간	토층심도율	0.4	1.00	토사사면	토사사면	
	압축강도	10 MPa	-	-		
	블록크기비	0.01	-	-		
4구간	토층심도율	0.4	0.62	토사사면	토사사면	
	압축강도	10 MPa	-	-		
	블록크기비	0.01	-	-		

4.3.2 1구간 STA.5+820~6+040

본 절토비탈면 중 1구간은 비탈면 분류상 토사사면으로 분류되었으며, 항목별 배점은 각 항목에 대한 현장조사 및 문헌자료 조사 결과에 따랐으며 대상비탈면의 1구간 절토비탈면의 상태평가 결과는 다음과 같다.

가. 비탈면 손상상태 조사 결과표

【표 4.3.2】 1구간 절토비탈면 손상상태 결과표

시설물명	1구간 절토비탈면		표번호	【표 4.3.2】	
비탈면 손상상태 조사 결과표					
1. 파괴징후					
일련번호	징후종류	상 태		상태점수	비고
		위치	상태 및 규모		
1-1	인장균열	-	-	0	
1-2	지반변형	-	-	0	
1-3	구조물변형	-	-	0	
2. 파괴현황					
일련번호	파괴유형	상 태		상태점수	비고
		위치	규모		
1-4		-	-	0	
		-	-		
		-	-		
조사일시	2017. 6		조사자	김인광, 윤양하	

나. 비탈면 파괴요인 조사 결과표

【표 4.3.3】 1구간 절토비탈면 파괴요인 조사 결과표

시설물명		1구간 절토비탈면		표번호	【표 4.3.3】
비탈면 파괴요인 조사 결과표					
1. 지반상태					
일련번호	구 분		상 태	상태 점수	비고
1-5	토사	토질조건	보통	3	
1-6		토층심도율	0.40	0	
1-7	연약암반	연경도	—	—	
1-8		면구조 방향	—	—	
1-9		풍화정도	—	—	
1-10	파쇄암반	절리 간격	—	—	
1-11		저면 경사	—	—	
1-12		절리 상태	—	—	
1-13	절리암반	절리방향-사면방향	—	—	
1-14		절리경사-사면경사	—	—	
1-15		절리상태	—	—	
2. 사면형상					
1-16	토사/암반	비탈면의 경사	1.6	2	
1-17	토사	집수지형	2	2	
3. 자연적 외부요인					
1-18	강우 및 지하수	1일 강우량	—	0	
		지하수위	—		
4. 인위적 외부요인					
1-19	토사	표면보호상태	양호	1	
1-20	암반	절취상태	—	—	
1-21	배수조건		양호	1	
1-22	보호/보강상태		양호	0	
조사일시	2017. 6		조사자	김인광, 윤양하	

다. 상태평가 등급 산정표

【표 4.3.4】 1구간 절토비탈면 상태평가등급 산정표

평가요소			결함점수	결함종류별 평가결과	총 점	결함지수	상태평가 결과
사면 손상 상태 지수	파괴 징후	①인장균열	0	a	0	f1 = 0.000	a
		②지반변형	0	a			
		③구조물변형	0	a			
	④파괴현황		0	a			
사면 파괴 요인 지수	지반 상태	⑤토질조건	3	c	9	f2 = 0.173	b
		⑥토층심도율	0	a			
	사면 형상	⑦사면경사	2	b			
		⑧집수지형	2	c			
	자연 요인	⑨강우 및 지하수	0	a			
	인위 요인	⑩표면보호	1	b			
		⑪배수조건	1	b			
		⑫보호/보강상태	0	a			
합 계(Σ)					9	F = 0.118	A
상태평가 결 과		◦ 비탈면손상상태지수(f1) = (① +④)/24 = 0.000					

4.3.3 2구간 STA.5+640~5+820

본 절토비탈면 중 2구간은 비탈면 분류상 토사사면으로 분류되었으며, 항목별 배점은 각 항목에 대한 현장조사 및 문헌자료 조사 결과에 따랐으며 대상비탈면의 2구간 절토비탈면의 상태평가 결과는 다음과 같다.

가. 비탈면 손상상태 조사 결과표

【표 4.3.5】 2구간 절토비탈면 손상상태 결과표

시설물명	2구간 절토비탈면			표번호	【표 4.3.5】
비탈면 손상상태 조사 결과표					
1. 파괴징후					
일련번호	징후종류	상 태		상태점수	비고
		위치	상태 및 규모		
1-1	인장균열	—	—	0	
1-2	지반변형	—	—	0	
1-3	구조물변형	—	—	0	
2. 파괴현황					
일련번호	파괴유형	상 태		상태점수	비고
		위치	규모		
1-4		—	—	0	
		—	—		
		—	—		
		—	—		
조사일시	2017. 6		조사자	김인광, 윤양하	

나. 비탈면 파괴요인 조사 결과표

【표 4.3.6】 2구간 절토비탈면 파괴요인 조사 결과표

시설물명		2구간 절토비탈면		표번호	【표 4.3.6】
비탈면 파괴요인 조사 결과표					
1. 지반상태					
일련번호	구 분		상 태	상태 점수	비고
1-5	토사	토질조건	보통	3	
1-6		토층심도율	0.50	1	
1-7	연약암반	연경도	—	—	
1-8		면구조 방향	—	—	
1-9		풍화정도	—	—	
1-10	파쇄암반	절리 간격	—	—	
1-11		저면 경사	—	—	
1-12		절리 상태	—	—	
1-13	절리암반	절리방향-사면방향	—	—	
1-14		절리경사-사면경사	—	—	
1-15		절리상태	—	—	
2. 사면형상					
1-16	토사/암반	비탈면의 경사	1.3	3	
1-17	토사	집수지형	2	2	
3. 자연적 외부요인					
1-18	강우 및 지하수	1일 강우량	—	0	
		지하수위	—		
4. 인위적 외부요인					
1-19	토사	표면보호상태	양호	1	
1-20	암반	절취상태	—	—	
1-21	배수조건		양호	1	
1-22	보호/보강상태		양호	0	
조사일시	2017. 6		조사자	김인광, 윤양하	

다. 상태평가 등급 산정표

【표 4.3.7】 2구간 절토비탈면 상태평가등급 산정표

평가요소			결함점수	결함종류별 평가결과	총 점	결함지수	상태평가 결과
사면 손상 상태 지수	파괴 징후	①인장균열	0	a	0	f1 = 0.000	a
		②지반변형	0	a			
		③구조물변형	0	a			
	④파괴현황		0	a			
사면 파괴 요인 지수	지반 상태	⑤토질조건	3	c	11	f2 = 0.212	b
		⑥토층심도율	1	b			
	사면 형상	⑦사면경사	3	c			
		⑧집수지형	2	c			
	자연 요인	⑨강우 및 지하수	0	a			
	인위 요인	⑩표면보호	1	b			
		⑪배수조건	1	b			
		⑫보호/보강상태	0	a			
합 계(Σ)					11	F = 0.145	A
상태평가 결 과		◦ 비탈면손상상태지수(f1) = (① +④)/24 = 0.000					

4.3.4 3구간 STA.5+450~5+640

본 절토비탈면 중 3구간은 비탈면 분류상 토사사면으로 분류되었으며, 항목별 배점은 각 항목에 대한 현장조사 및 문헌자료 조사 결과에 따랐으며 대상비탈면의 3구간 절토비탈면의 상태평가 결과는 다음과 같다.

가. 비탈면 손상상태 조사 결과표

【표 4.3.8】 3구간 절토비탈면 손상상태 결과표

시설물명	3구간 절토비탈면			표번호	【표 4.3.8】
비탈면 손상상태 조사 결과표					
1. 파괴징후					
일련번호	징후종류	상 태		상태점수	비고
		위치	상태 및 규모		
1-1	인장균열	—	—	0	
1-2	지반변형	—	—	0	
1-3	구조물변형	—	—	0	
2. 파괴현황					
일련번호	파괴유형	상 태		상태점수	비고
		위치	규모		
1-4		—	—	0	
		—	—		
		—	—		
조사일시	2017. 6		조사자	김인광, 윤양하	

나. 비탈면 파괴요인 조사 결과표

【표 4.3.9】 3구간 절토비탈면 파괴요인 조사 결과표

시설물명		3구간 절토비탈면		표번호	【표 4.3.9】
비탈면 파괴요인 조사 결과표					
1. 지반상태					
일련번호	구 분		상 태	상태 점수	비고
1-5	토사	토질조건	보통	3	
1-6		토층심도율	1.0	4	
1-7	연약암반	연경도	—	—	
1-8		면구조 방향	—	—	
1-9		풍화정도	—	—	
1-10	파쇄암반	절리 간격	—	—	
1-11		저면 경사	—	—	
1-12		절리 상태	—	—	
1-13	절리암반	절리방향-사면방향	—	—	
1-14		절리경사-사면경사	—	—	
1-15		절리상태	—	—	
2. 사면형상					
1-16	토사/암반	비탈면의 경사	절토부용벽 시공부	—	평가 제외
1-17	토사	집수지형	1	1	
3. 자연적 외부요인					
1-18	강우 및 지하수	1일 강우량	—	0	
		지하수위	—		
4. 인위적 외부요인					
1-19	토사	표면보호상태	양호	1	
1-20	암반	절취상태	—	—	
1-21	배수조건		양호	1	
1-22	보호/보강상태		양호	0	
조사일시	2017. 6		조사자	김인광, 윤양하	

다. 상태평가 등급 산정표

【표 4.3.10】 3구간 절토비탈면 상태평가등급 산정표

평가요소			결함점수	결함종류별 평가결과	총 점	결함지수	상태평가 결과
사면 손상 상태 지수	파괴 징후	①인장균열	0	a	0	f1 = 0.000	a
		②지반변형	0	a			
		③구조물변형	0	a			
	④파괴현황		0	a			
사면 파괴 요인 지수	지반 상태	⑤토질조건	3	c	10	f2 = 0.227	b
		⑥토층심도율	4	e			
	사면 형상	⑦사면경사	—	—			
		⑧집수지형	1	b			
	자연 요인	⑨강우 및 지하수	0	a			
	인위 요인	⑩표면보호	1	b			
		⑪배수조건	1	b			
		⑫보호/보강상태	0	a			
합 계(Σ)					10	F = 0.147	A
상태평가 결 과		◦ 비탈면손상상태지수(f1) = (① +④)/24 = 0.000					

4.3.5 4구간 STA.5+180~5+450

본 절토비탈면 중 4구간은 비탈면 분류상 토사사면으로 분류되었으며, 항목별 배점은 각 항목에 대한 현장조사 및 문헌자료 조사 결과에 따랐으며 대상비탈면의 4구간 절토비탈면의 상태평가 결과는 다음과 같다.

가. 비탈면 손상상태 조사 결과표

【표 4.3.11】 4구간 절토비탈면 손상상태 결과표

시설물명	4구간 절토비탈면			표번호	【표 4.3.11】
비탈면 손상상태 조사 결과표					
1. 파괴징후					
일련번호	징후종류	상 태		상태점수	비고
		위치	상태 및 규모		
1-1	인장균열	—	—	0	
1-2	지반변형	—	—	0	
1-3	구조물변형	—	—	—	
2. 파괴현황					
일련번호	파괴유형	상 태		상태점수	비고
		위치	규모		
1-4		—	—	0	
		—	—		
		—	—		
		—	—		
조사일시	2017. 6		조사자	김인광, 윤양하	

나. 비탈면 파괴요인 조사 결과표

【표 4.3.12】 4구간 절토비탈면 파괴요인 조사 결과표

시설물명		4구간 절토비탈면		표번호	【표 4.3.12】
비탈면 파괴요인 조사 결과표					
1. 지반상태					
일련번호	구 분		상 태	상태 점수	비고
1-5	토사	토질조건	보통	3	
1-6		토층심도율	0.54	2	
1-7	연약암반	연경도	—	—	
1-8		면구조 방향	—	—	
1-9		풍화정도	—	—	
1-10	파쇄암반	절리 간격	—	—	
1-11		저면 경사	—	—	
1-12		절리 상태	—	—	
1-13	절리암반	절리방향-사면방향	—	—	
1-14		절리경사-사면경사	—	—	
1-15		절리상태	—	—	
2. 사면형상					
1-16	토사/암반	비탈면의 경사	1.5	2	
1-17	토사	집수지형	2	2	
3. 자연적 외부요인					
1-18	강우 및 지하수	1일 강우량	—	0	
		지하수위	—		
4. 인위적 외부요인					
1-19	토사	표면보호상태	양호	1	
1-20	암반	절취상태	—	—	
1-21	배수조건		양호	1	
1-22	보호/보강상태		양호	0	
조사일시	2017. 6		조사자	김인광, 윤양하	

다. 상태평가 등급 산정표

【표 4.3.13】 4구간 절토비탈면 상태평가등급 산정표

평가요소			결합점수	결함종류별 평가결과	총점	결함지수	상태평가 결과
사면 손상 상태 지수	파괴 징후	①인장균열	0	a	0	f1 = 0.000	a
		②지반변형	0	a			
		③구조물변형	0	a			
	④파괴현황		0	a			
사면 파괴 요인 지수	지반 상태	⑤토질조건	3	c	11	f2 = 0.212	b
		⑥토층심도율	2	c			
	사면 형상	⑦사면경사	2	c			
		⑧집수지형	2	c			
	자연 요인	⑨강우 및 지하수	0	a			
	인위 요인	⑩표면보호	1	b			
		⑪배수조건	1	b			
		⑫보호/보강상태	0	a			
합 계(Σ)					11	F = 0.145	A
상태평가 결 과		◦ 비탈면손상상태지수(f1) = (① +④)/24 = 0.000					

4.3.6 절토비탈면 전체의 상태평가등급 결정

본 절토비탈면에 상태평가 결과는 다음과 같다.

【표 4.3.14】 절토비탈면의 상태평가 등급

구 분	결합지수(F)	평 가 결과(F)	상 태 등 급	상 태
1구간	$0.00 \leq F < 0.15$	0.118	A	문제점이 없는 최상의 상태
2구간	$0.00 \leq F < 0.15$	0.145	A	문제점이 없는 최상의 상태
3구간	$0.00 \leq F < 0.15$	0.147	A	문제점이 없는 최상의 상태
4구간	$0.00 \leq F < 0.15$	0.145	A	문제점이 없는 최상의 상태

절토비탈면 상태평가 등급 결정			
시설물명	STA.5+180~6+040(상주)		
평가구분	결합지수	평가결과	비 고
상태평가	F=0.147	A	

평
가
결
과

- 본 절토비탈면에 대한 각 구간의 상태평가 결과 상태평가지수는 0.147로 산출되어 시설물의 상태평가 기준상 『A등급 : $0.00 \leq F < 0.15$ 』로 평가됨.

4.4 종합평가

4.4.1 종합평가 결과

본 절토비탈면에 대한 종합평가 결과는 다음과 같다.

【표 4.4.1】 절토비탈면의 종합평가 결과

절토비탈면 종합평가 결과 산정표			
시설물명	STA.5+180~6+040(상주)	표 번 호	【표 4.4.1】
평가구분	결함지수	평가결과	비 고
상태평가	F=0.147	A	
안전성평가	해당없음		
종합평가	F=0.147	A	
종합평가결과	• 절토비탈면의 종합평가 결과 : A		

【표 4.4.2】 안 전 등 급

안전등급	상태 및 안전성	비고
A (우수)	문제점이 없는 최상의 상태	◎
B (양호)	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 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 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태	
E (불량)	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태	

4.4.2 안전등급 지정

■ 안전등급 : A등급(우수)

4.5 보수·보강 및 유지관리방안

4.5.1 보수·보강 방안

【표 4.5.1】 보수·보강 방안

구 분	손상내용	수 량	단위	보수공법	보수 순위	비고
기타시설	절토부옹벽 Anchor cap 손상	1	개소	재설치	1	

검 토 의 견

- 본 절토비탈면은 전체적으로 손상발생 정도가 경미하여 안전성 및 사용성을 확보하고 있는 것으로 판단되나,
- 전반적으로 구조물 시공상태는 양호하며, 비탈면보강공으로 시공된 절토부옹벽 1개소에 확인된 Anchor cap 손상은 보수조치가 필요하다고 판단됨.

4.5.2 중점유지관리사항

본 절토비탈면에 대한 초기점검 결과에 따라 본 절에서는 향후 실시할 점검 및 진단시 절토비탈면의 안전성, 사용성 및 내구성 차원에서 중점적으로 관찰하고 유의하여야 할 중점유지관리 항목을 설정하여 제시하였다. 이러한 항목들은 결함의 진전 여부 및 재발생 여부를 주기적으로 관찰하여 향후 더 크게 발전할 가능성이 있는 결함 부위에 대한 원인을 분석하여 사전에 예방하자는 것으로서 【표 4.5.2】에 중점유지관리 항목을 제시하였다.

【표 4.5.2】 중점유지관리 항목

구 분	점검사항	중점유지관리 항목
비탈면부	• 낙석 및 낙하물	• 풍화 진행에 따른 낙석 발생여부 확인 • 뜬돌 및 식생기반재 탈락에 따른 낙하물 발생여부 확인
식생상태	• 표면보호공	• 취부공 미확착에 따른 표층 침식여부 확인
배수시설	• 배수구	• 배수시설 균열로 인한 파손 발생 여부 확인 • 사방시설의 배수기능 유지 여부 확인
기타시설	• 절토부옹벽	• 앵커체 긴장력 저하에 따른 판넬변형여부 확인 • 앵커두부 부식여부 확인

4.6 종합결론

4.6.1 초기점검 결과

- 1) 당 비탈면 최상부에 대한 조사 결과 인장균열, 지반변형 등의 중대 손상은 발생되지 않은 것으로 조사되어, 비탈면 안정성에 영향을 미칠만한 특별한 손상은 조사되지 않은 상태이다.
- 2) 비탈면의 표면보호공으로 취부공을 시공한 상태이며, 일부구간의 경우 활착이 되지않아 식생기반재 노출상태이다.
- 3) 전반적으로 배수시설은 양호한 상태이며, 배수기능을 저하시키는 낙엽, 토사, 유목 등의 유실물 퇴적은 관찰되지 않았다.
- 4) 비탈면 보강공으로 시공된 절토부옹벽 1개소에서 Anchor cap 손상이 발견되었다.
- 5) 본 절토비탈면에 대한 상태평가 결과 『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침』에 근거한 절토비탈면의 안전등급은 “문제점이 없는 최상의 상태”인 『A등급』으로 평가되었다.

4.6.2 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 1) 풍화진행에 따른 낙석 발생여부 확인 필요.
- 2) 뜬돌 및 식생기반재 탈락에 따른 낙석 및 낙하물 발생여부 확인 필요.
- 3) 녹화공 미활착에 따른 표층 침식여부 확인 필요.
- 4) 배수시설 균열로 인한 손상 발생여부 확인 필요.
- 5) 사방시설의 배수기능 유지 여부 확인 필요.

4.6.3 기타 필요한 사항

시설물의 안전성 유지는 점검 당시에는 양호한 상태로 존재하여도, 이후의 유지관리 상태 및 예기치 않던 외적요인에 의해 잔존해 있던 위험요소가 일시적으로 노출되어 안전성에 영향을 미칠 수 있으므로 지속적인 점검 등의 유지관리를 통해 기능성과 안전성을 유지하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

제 5 장 STA.0+830~1+250(영천)

5.1 개요

5.1.1 대상 시설물 개요

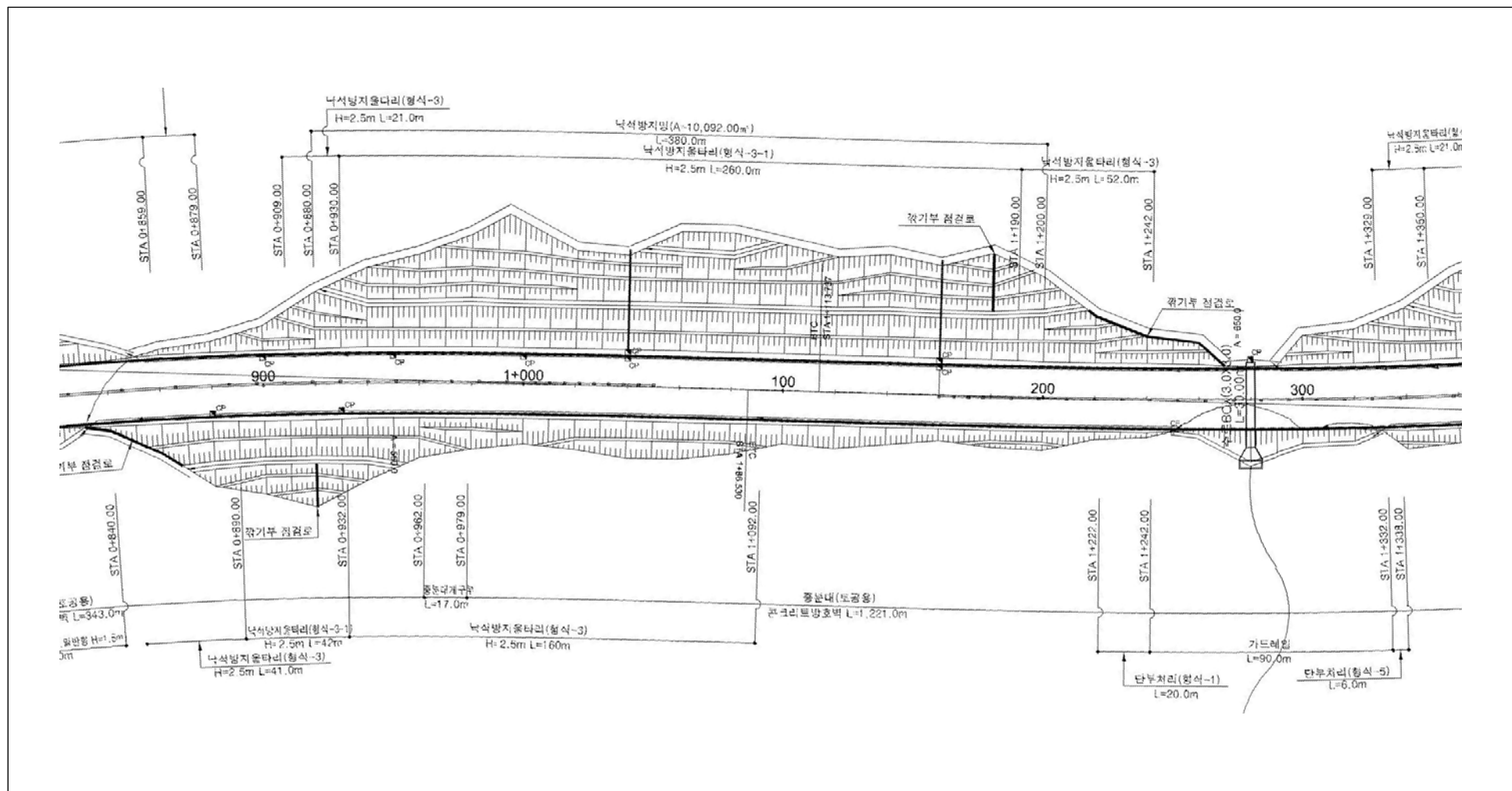
본 과업대상 절토비탈면은 경상북도 구미시 도개면 다곡리에 위치한 시설물로서 총연장 420m의 절토비탈면으로 현황은 【표 5.1.1】과 같으며, 『제1편 2.2.1 나. 조사영역 및 비탈면의 분할』의 내용에 따라 【표 5.2.1】과 같이 비탈면을 2개구간으로 나누어 현장조사를 수행하였다.

【표 5.1.1】 절토비탈면 일반현황

조사일자	2017. 6	조 사 자	김인광, 윤양하
일 기	맑음	준공년도	2017. 6
행정구역	경상북도 구미시 도개면 다곡리		
위 경 도	시 점 : N(36° 17' 6"), E(128° 22' 41")		
	중 점 : N(36° 17' 4"), E(128° 22' 48")		
절토비탈면	길 이 : 420m	높 이 : 32m	
	경 사/경사방향 : 45° / 043°		
	구성물질 : 혼합	토층심도 : 3.0~4.0m	
	소 단 : 4		
낙석/뜯돌	낙석 존재유무 : 무	낙석의 양 :	
	낙석 평균크기 :		
	낙석 최대크기 :		
	뜯돌 존재유무 : 무	뜯돌의 양 :	
절토비탈면 시공현황	종 류	위 치	상 태
	산마루배수구	STA.0+830~0+860	양호
	소단배수구	STA.0+860~0+930	양호
	점검로	STA.0+830~0+860	양호
	식생공	전구간	양호
	낙석방지울타리	STA.0+850~0+980	양호
	L형 측구	전구간	양호
붕괴이력	유 형	규 모	위 치
기 타			

【표 5.1.2】 절토비탈면 지형 및 식생

주변지형의 특성	주변 지형	구릉성지형				
	종단면 형상					
	기타 특징	-				
절토비탈면의 특성	종 횡 단 면			종 단 면 특 성		
상부 자연비탈면	경 사 도	하향 10° ~ 상향10°				
	인장균열	무	인공구조물	무		
	포행흔적	무	산마루배수구	무		
	수목의 기울어짐	무	계곡부	유		
지질도						
	• 본 지역은 주라기의 관입암류와 백악기 경상누층군의 신동층군 낙동층의 만경상층원과 금당리층원, 백악기의 관입암류가 분포하는 지역이다. • 본 지역은 주로 역암, 사암, 셰일 및 역질사암 등으로 구성되며, 하부는 역암이 대체로 우세하고 상부는 사암과 셰일이 우세하다..					
식 생	①종 류	초 본	관 목	침 엽 수	활 엽 수	
	②밀 도	중				
	③근계특징	천근성 (O), 심근성 ()				



【그림 5.1.1】 절토비탈면 평면도



【그림 5.1.2】 절토비탈면 현황

5.1.2 자료수집 및 분석

가. 설계 및 시공관련 자료

시설물을 효율적으로 유지관리하기 위해서는 설계도면, 준공도면, 구조계산서 등 시설물 가설 당시의 모든 설계도서와 이후의 점검이나 진단보고서 및 이력, 보수·보강공사 이력 등 유지관리 자료를 보존하는 것이 가장 중요하다. 대상구조물의 관련자료 수집내용은 【표 5.1.3】과 같다.

【표 5.1.3】 자료수집 내용

보존대상 목록		보유현황	비 고
설계도서	◦공 통 - 준공내역서 - 각종시방서 - 각종계산서 - 토질 및 지반조사 보고서 - 기타 특이사항 보고서	-	
	◦설계도면 - 위치도, 평면도, 단면도(종횡), 구조물도 상세도	보유	
시설물 관리대장	◦기본현황 ◦상세제원 ◦유지관리 이력	-	
시공관련 자료	◦시공관련 자료 ◦품질관리 관련자료 - 재료증명서 - 품질시험기록 - 관리 및 선정시험 기록 등 각종 시험 기록 - 시설물의 주요 구조부위에 대한 계측관련 자료 ◦사고기록	-	
안전점검 및 정밀안전진단 자료		보유	
		-	
보수보강 자료		-	

나. 안전점검 및 정밀안전진단 이력

본 과업대상 시설물에 대한 점검 및 진단 이력은 다음과 같다.

【표 5.1.4】 점검 및 진단 이력

점검종류	년 월	주요점검결과	평가등급	비고
정기점검	2014. 04.	해당없음		
정기점검	2014. 05.	해당없음		
정기점검	2015. 03.	해당없음		
정기점검	2015. 09.	해당없음		
정기점검	2016. 04.	해당없음		
정기점검	2016. 11.	사면보강공 시공중	양호	
정기점검	2017. 04.	사면보강공 시공완료	양호	

다. 보수·보강 이력

본 과업대상 시설물에 대한 보수·보강 이력은 다음과 같다.

【표 5.1.5】 보수·보강 이력

구 분	공사일시	위치 및 내용	보수·보강 내용	비 고
—	—	—	—	—

5.2 외관조사

- 본 과업대상 절토비탈면은 연장 420m, 높이 32m로 시공된 토사 및 암반으로 구성된 혼합사면으로, 『제1편 2.2.1 나. 조사영역 및 비탈면의 분할』의 내용에 따라 비탈면을 2개구간으로 분할하였다.
- 산마루배수구, 소단배수구, 점검로, 비탈면 녹화, L형측구, 낙석방지울타리 등이 시공된 상태이다.

【표 5.2.1】 절토비탈면 조사 분할구간

구 분	구 간(STA.)	연장(m)	비탈면상태	비 고
1구간	STA.0+830~1+010(영천)	180	절리암반사면	
2구간	STA.1+010~1+250(영천)	240	절리암반사면	

5.2.1 1구간(STA.0+830 ~ 1+010)

【그림 5.2.1】 1구간 비탈면 전경



가. 비탈면부

- 1) 비탈면 상부 조사결과 인장균열, 지반변형 등의 비탈면 안정성에 영향을 미칠만한 특별한 손상은 없는 것으로 조사되었다.
- 2) STA0+920지점에 토층심도는 5.0m, 비탈면높이는 32.0m이며, 토층심도율은 0.16의 암반사면으로 구분되어진다.
- 3) 암반구간의 풍화상태는 보통풍화(MW)에서 심한풍화(HW)의 상태이며, 비탈면 하단에 낙석의 위험을 대처하기 위한 낙석방지울타리가 시공되어 있는 상태이다.

	
상부 비탈면 및 수목 상태	낙석방지울타리 시공상태

【표 5.2.2】 비탈면 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
비탈면부	—	m ² /개소	—	—

나. 식생상태

- 1) 비탈면내 표면보호공으로 취부공이 시공된 상태이며, 부분적으로 활착이 되지 않아 식생기반재 노출상태이다.

	
식생기반재 노출	

【표 5.2.3】 식생 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
식생상태	—	m ² /개소	—	—

다. 배수시설

- 1) 소단배수구와 산마루배수구가 시공된 상태이며, 외관조사결과 특이 손상이 없는 양호한 것으로 조사되었다.
- 2) 산마루배수구의 경우 낙엽, 토사, 유목 등의 유실물은 퇴적되지 않은 것으로 조사되었다.



【표 5.2.4】 배수시설 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
배수시설	—	m/개소	/	—

라. 기타시설

- 1) 점검시설로 점검로와 점검계단 설치된 상태이며, 외관조사결과 특이 손상이 없는 양호한 것으로 조사되었다.
- 2) L형측구가(TYPE-2)와 낙석방지울타리가가 시공된 상태이며, 외관조사결과 특이 손상이 없는 양호한 것으로 확인되었다.



【표 5.2.5】 기타시설 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
기타시설	—	개소	—	—

5.2.2 2구간(STA.1+010 ~ 1+250)

【그림 5.2.2】 2구간 비탈면 전경



가. 비탈면부

- 1) 비탈면 상부 조사결과 인장균열, 지반변형 등의 비탈면 안정성에 영향을 미칠만한 특별한 손상은 없는 것으로 조사되었다.
- 2) STA.1+030지점에 토층심도는 1.0m, 비탈면높이는 16.0m이며, 토층심도율 0.06의 암반사면으로 구분되어진다.
- 3) 암반구간의 풍화상태는 보통풍화(MW)에서 심한풍화(HW)의 상태이며, 토사구간에서는 완전풍화(CW)~풍화잔류토(RS)로 이루어져 있다.



【표 5.2.6】 비탈면 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
비탈면부	—	m ² /개소	—	—

나. 식생상태

- 1) 2구간내 비탈면은 취부공으로 사면보호 상태이며, 부분적으로 활착이 되지 않아 식생기반재 노출상태이다.

	
취부공 부분활착	취부공 미활착

【표 5.2.7】 식생 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
식생상태	—	m ² /개소	—	—

다. 배수시설

- 1) 상부 자연비탈면이 하향-5°~-10°로 산마루측구는 설치되지 않은 상태이다.

	
소단 시공상태	

【표 5.2.8】 배수시설 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
배수시설	—	m/EA	—	—

라. 기타시설

- 1) L형측구가(TYPE-1~2) 시공된 상태이며, 외관조사결과 특이 손상이 없는 양호한 것으로 조사되었다.



L형측구 시공상태

【표 5.2.9】 기타시설 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
기타시설	—	개소	—	—

5.2.3 외관조사 결과 요약

【표 5.2.10】 외관조사 결과

구 분	외관조사 결과	비 고
비탈면 부	- 비탈면 상부 조사 결과 인장균열, 지반변형 등의 비탈면 안정성에 영향을 미칠만한 특별한 손상은 조사되지 않음. - 암반구간의 풍화상태는 보통풍화(MW)에서 심한풍화(HW)의 상태이며, 토사구간에서는 완전풍화(CW)~풍화잔류토(RS)로 이루어져 있다.	
식생 상태	- 비탈면의 표면보호공으로 취부공을 시공한 상태이며, 일부구간의 경우 활착이 되지않아 식생기반재 노출상태이다.	
배수 시설	- 산마루배수구, 소단배수구가 시공된 상태임. - 전반적으로 배수시설은 양호한 상태이며, 배수기능을 저하시키는 낙엽, 토사, 유목 등의 유실물 퇴적은 발견되지 않았음.	
기타	- 점검시설로 점검로 및 점검계단 시공된 상태이며, 상태는 양호함. - L형측구(TYPE-1~2)와 낙석방지울타리가 시공된 상태로 외관조사결과 특이손상이 없는 양호한 것으로 조사되었음.	

5.3 상태평가

- 상태평가는 『시설물의 안전점검 및 정밀안전진단지침』 및 『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침』의 절차에 따라 실시한다. 각 부재별, 시설물별로 손상 및 결함에 대한 상태평가기준에 의해 상태평가등급을 산정하며 이를 기초로 진단 및 점검대상 시설물에 대한 상태평가를 실시하고 상태평가등급을 부여한다
- 대상 비탈면은 표면보호공이 시공되어 있어 절리에 대한 평가항목은 제외하였으며, 2017. 6. 9일~15일간의 현장조사 및 공사관리 자료를 이용하여 상태평가를 시행하였다.
- 본 과업대상 절토비탈면은 연장 420m, 높이 32m로 시공된 토사 및 암반으로 구성된 혼합사면으로, 『제1편 2.2.1 나. 조사영역 및 비탈면의 분할』의 내용에 따라 비탈면을 2개 구간으로 분할하였다.

5.3.1 지반특성에 따른 절토비탈면의 분류

『공통편 3.2 상태평가 기준』에 따라 STA.0+830~1+250(영천) 절토비탈면을 【표 5.3.1】과 같이 분류하였다.

【표 5.3.1】 절토비탈면의 분류

(MPa=10.2kg/cm²)

구 분		분류기준	평가점수	비탈면종류		비고
				세부분류	종합분류	
1구간	토층심도율	0.4	0.16	암반사면	절리 암반사면	Ib=0.6
	압축강도	10 MPa	10MPa이상	연약암반 사면이상		
	블록크기비	0.01	0.019	절리암반사면		
2구간	토층심도율	0.4	0.06	암반사면	절리 암반사면	Ib=0.6
	압축강도	10 MPa	10MPa이상	연약암반 사면이상		
	블록크기비	0.01	0.038	절리암반사면		

5.3.2 1구간 STA.0+830~1+010

본 절토비탈면 중 1구간은 비탈면 분류상 절리암반사면으로 분류되었으며, 항목별 배점은 각 항목에 대한 현장조사 및 문헌자료 조사 결과에 따랐으며 대상비탈면의 1구간 절토비탈면의 상태평가 결과는 다음과 같다.

가. 비탈면 손상상태 조사 결과표

【표 5.3.2】 1구간 절토비탈면 손상상태 결과표

시설물명	1구간 절토비탈면			표번호	【표 5.3.2】
비탈면 손상상태 조사 결과표					
1. 파괴징후					
일련번호	징후종류	상 태		상태점수	비고
		위치	상태 및 규모		
1-1	인장균열	—	—	0	
1-2	지반변형	—	—	0	
1-3	구조물변형	—	—	0	
2. 파괴현황					
일련번호	파괴유형	상 태		상태점수	비고
		위치	규모		
1-4		—	—	0	
		—	—		
		—	—		
조사일시	2017. 6		조사자	김인광, 윤양하	

나. 비탈면 파괴요인 조사 결과표

【표 5.3.3】 1구간 절토비탈면 파괴요인 조사 결과표

시설물명		1구간 절토비탈면		표번호	【표 5.3.3】
비탈면 파괴요인 조사 결과표					
1. 지반상태					
일련번호	구 분		상 태	상태 점수	비고
1-5	토사	토질조건	—	—	
1-6		토층심도율	—	—	
1-7	연약암반	연경도	—	—	
1-8		면구조 방향	—	—	
1-9		풍화정도	—	—	
1-10	파쇄암반	절리 간격	—	—	
1-11		저면 경사	—	—	
1-12		절리 상태	—	—	
1-13	절리암반	절리방향-사면방향	—	—	
1-14		절리경사-사면경사	—	—	
1-15		절리상태	—	—	
2. 사면형상					
1-16	토사/암반	비탈면의 경사	1:1.0	0	
1-17	토사	집수지형	—	—	
3. 자연적 외부요인					
1-18	강우 및 지하수	1일 강우량	—	0	
		지하수위	—		
4. 인위적 외부요인					
1-19	토사	표면보호상태	—	—	
1-20	암반	절취상태	나쁨	5	
1-21	배수조건		양호	1	
1-22	보호/보강상태		양호	0	
조사일시	2017. 6		조사자	김인광, 윤양하	

다. 상태평가 등급 산정표

【표 5.3.4】 1구간 절토비탈면 상태평가등급 산정표

평가요소			결합점수	결함종류별 평가결과	총점	결함지수	상태평가 결과
사면 손상 상태 지수	파괴 징후	①인장균열	0	a	0	f1 = 0.000	a
		②지반변형	0	a			
		③구조물변형	0	a			
	④파괴현황		0	a			
사면 파괴 요인 지수	지반 상태	⑤절리주향 (사면과의 차이)	—	—	6	f2 = 0.214	b
		⑥저면경사 — 사면경사	—	—			
		⑦절리상태	—	—			
	사면 형상	⑧사면경사	0	a			
	자연 요인	⑨강우 및 지하수	0	a			
	인위 요인	⑩절취상태	5	d			
		⑪배수조건	1	b			
		⑫보호/보강상태	0	a			
합 계(Σ)					6	F = 0.115	A
상태평가 결 과		◦ 비탈면손상상태지수(f1) = (① +④)/24 = 0.000 → a 등급					
		◦ 비탈면파괴요인지수(f2) = (⑤ +⑫)/28 = 0.214 → b 등급					
		◦ 절토비탈면 상태평가 결과(F) = (0 + 6)/52 = 0.115 → A					

5.3.3 2구간 STA.1+010 ~ 1+250

본 절토비탈면 중 2구간은 비탈면 분류상 절리암반사면으로 분류되었으며, 항목별 배점은 각 항목에 대한 현장조사 및 문헌자료 조사 결과에 따랐으며 대상비탈면의 2구간 절토비탈면의 상태평가 결과는 다음과 같다.

가. 비탈면 손상상태 조사 결과표

【표 5.3.5】 2구간 절토비탈면 손상상태 결과표

시설물명	2구간 절토비탈면			표번호	【표 5.3.5】
비탈면 손상상태 조사 결과표					
1. 파괴징후					
일련번호	징후종류	상 태		상태점수	비고
		위치	상태 및 규모		
1-1	인장균열	—	—	0	
1-2	지반변형	—	—	0	
1-3	구조물변형	—	—	0	
2. 파괴현황					
일련번호	파괴유형	상 태		상태점수	비고
		위치	규모		
1-4		—	—	0	
		—	—		
		—	—		
		—	—		
조사일시	2017. 6		조사자	김인광, 윤양하	

나. 비탈면 파괴요인 조사 결과표

【표 5.3.6】 2구간 절토비탈면 파괴요인 조사 결과표

시설물명		2구간 절토비탈면		표번호	【표 5.3.6】
비탈면 파괴요인 조사 결과표					
1. 지반상태					
일련번호	구 분		상 태	상태 점수	비고
1-5	토사	토질조건	—	—	
1-6		토층심도율	—	—	
1-7	연약암반	연경도	—	—	
1-8		면구조 방향	—	—	
1-9		풍화정도	—	—	
1-10	파쇄암반	절리 간격	—	—	
1-11		저면 경사	—	—	
1-12		절리 상태	—	—	
1-13	절리암반	절리방향-사면방향	—	—	
1-14		절리경사-사면경사	—	—	
1-15		절리상태	—	—	
2. 사면형상					
1-16	토사/암반	비탈면의 경사	1:0.8	1	
1-17	토사	집수지형	—	—	
3. 자연적 외부요인					
1-18	강우 및 지하수	1일 강우량	—	0	
		지하수위	—		
4. 인위적 외부요인					
1-19	토사	표면보호상태	—	—	
1-20	암반	절취상태	좋음	1	
1-21	배수조건		양호	1	
1-22	보호/보강상태		양호	0	
조사일시	2017. 6		조사자	김인광, 윤양하	

다. 상태평가 등급 산정표

【표 5.3.7】 2구간 절토비탈면 상태평가등급 산정표

평가요소			결함점수	결함종류별 평가결과	총점	결함지수	상태평가 결과
사면 손상 상태 지수	파괴 징후	①인장균열	0	a	0	f1 = 0.000	a
		②지반변형	0	a			
		③구조물변형	0	a			
	④파괴현황		0	a			
사면 파괴 요인 지수	지반 상태	⑤절리주향 (사면과의 차이)	—	—	3	f2 = 0.107	a
		⑥저면경사 － 사면경사	—	—			
		⑦절리상태	—	—			
	사면 형상	⑧사면경사	1	b			
	자연 요인	⑨강우 및 지하수	0	a			
	인위 요인	⑩절취상태	1	b			
		⑪배수조건	1	b			
		⑫보호/보강상태	0	a			
합 계(Σ)					3	F = 0.058	A
상태평가 결 과		◦ 비탈면손상상태지수(f1) = (① +④)/24 = 0.000 → a 등급					
		◦ 비탈면파괴요인지수(f2) = (⑤ +⑫)/28 = 0.107 → a 등급					
		◦ 절토비탈면 상태평가 결과(F) = (0 + 3)/52 = 0.058 → A					

5.3.4 절토비탈면 전체의 상태평가등급 결정

본 절토비탈면에 상태평가 결과는 다음과 같다.

【표 5.3.8】 절토비탈면의 상태평가 등급

구 분	결함지수(F)	평 가 결과(F)	상 태 등 급	상 태
1구간	$0 \leq F < 0.15$	0.115	A	문제점이 없는 최상의 상태 상태
2구간	$0 \leq F < 0.15$	0.058	A	문제점이 없는 최상의 상태 상태

절토비탈면 상태평가 등급 결정			
시설물명	STA.0+830~1+250(영천)		
평가구분	결함지수	평가결과	비 고
상태평가	F=0.115	A	

평 가
결 과

- 본 절토비탈면에 대한 각 구간의 상태평가 결과 상태평가지수는 0.115로 산출되어 시설물의 상태평가 기준상 『A등급 : $0.00 \leq F < 0.15$ 』로 평가됨.

5.4 종합평가

5.4.1 종합평가 결과

본 절토비탈면에 대한 종합평가 결과는 다음과 같다.

【표 5.4.1】 절토비탈면의 종합평가 결과

절토비탈면 종합평가 결과 산정표			
시설물명	STA.0+830~1+250(영천)	표 번 호	【표 5.4.1】
평가구분	결함지수	평가결과	비 고
상태평가	F=0.115	A	
안전성평가	해당없음		
종합평가	F=0.115	A	
종합평가결과	• 절토비탈면의 종합평가 결과 : A		

【표 5.4.2】 안 전 등 급

안전등급	상태 및 안전성	비고
A (우수)	문제점이 없는 최상의 상태	◎
B (양호)	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 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 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태	
E (불량)	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태	

5.4.2 안전등급 지정

■ 안전등급 : A등급(우수)

5.5 보수·보강 및 유지관리방안

5.5.1 보수·보강 방안

【표 5.5.1】 보수·보강 방안

구 분	손상내용	수 량	단위	보수공법	보수 순위	비고
—	—	—	m	—	—	

검 토 의 건

- 본 절토비탈면은 전체적으로 손상발생 정도가 경미하여 안전성 및 사용성을 확보하고 있는 것으로 판단되나,
- 비탈면의 표면보호공으로 취부공을 시공한 상태이며, 일부구간의 경우 활착이 되지 않아 식생기반재 노출상태로 유지관리에 주의가 필요한 상태이다.

5.5.2 중점유지관리사항

본 절토비탈면에 대한 초기점검 결과에 따라 본 절에서는 향후 실시할 점검 및 진단시 절토비탈면의 안전성, 사용성 및 내구성 차원에서 중점적으로 관찰하고 유의하여야 할 중점유지관리 항목을 설정하여 제시하였다. 이러한 항목들은 결함의 진전 여부 및 재발생 여부를 주기적으로 관찰하여 향후 더 크게 발전할 가능성이 있는 결함 부위에 대한 원인을 분석하여 사전에 예방하자는 것으로서 【표 5.5.2】에 중점유지관리 항목을 제시하였다.

【표 5.5.2】 중점유지관리 항목

구 분	점검사항	중점유지관리 항목
비탈면부	• 낙석 및 낙하물	• 풍화 진행에 따른 낙석 발생여부 확인 • 식생기반재 탈락에 따른 낙하물 발생여부 확인
식생상태	• 표면보호공	• 취부공 미활착에 따른 표층 침식여부 확인
배수시설	• 배수구	• 배수시설 균열로 인한 파손 발생 여부 확인 • 배수기능 확보 여부 확인

5.6 종합결론

5.6.1 초기점검 결과

- 1) 당 비탈면 최상부에 대한 조사 결과 인장균열, 지반변형 등의 중대 손상은 발생되지 않은 것으로 조사되어, 비탈면 안정성에 영향을 미칠만한 특별한 손상은 조사되지 않은 상태이다.
- 2) 비탈면의 표면보호공으로 취부공을 시공한 상태이며, 일부구간의 경우 활착이 되지 않아 식생기반재 노출상태이다.
- 3) 전반적으로 배수시설은 양호한 상태이며, 배수기능을 저하시키는 낙엽, 토사, 유목 등의 유실물 퇴적은 관찰되지 않았다.
- 4) 낙석방지시설로 낙석방지울타리가 시공된 상태로 외관조사 결과 특이사항은 없는 것으로 조사되었다.
- 5) 본 절토비탈면에 대한 상태평가 결과 『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침』에 근거한 절토비탈면의 안전등급은 “문제점이 없는 최상의 상태”인 『A등급』으로 평가되었다.

5.6.2 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 1) 풍화진행에 따른 낙석 발생여부 확인 필요.
- 2) 녹화공 미활착에 따른 표면 유실여부 확인 필요.
- 3) 배수시설 균열로 인한 손상 발생여부 확인 필요.
- 4) 배수기능 확보 여부 확인 필요.

5.6.3 기타 필요한 사항

시설물의 안전성 유지는 점검 당시에는 양호한 상태로 존재하여도, 이후의 유지관리 상태 및 예기치 않던 외적요인에 의해 잔존해 있던 위험요소가 일시적으로 노출되어 안전성에 영향을 미칠 수 있으므로 지속적인 점검 등의 유지관리를 통해 기능성과 안전성을 유지하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

제 6 장 STA.5+600~6+040(영천)

6.1 개요

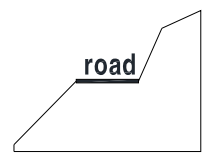
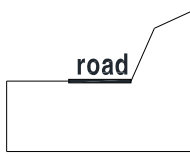
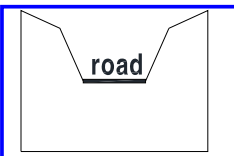
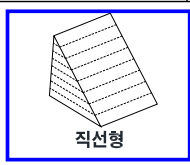
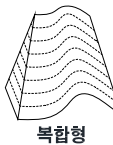
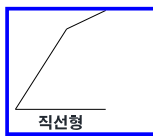
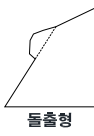
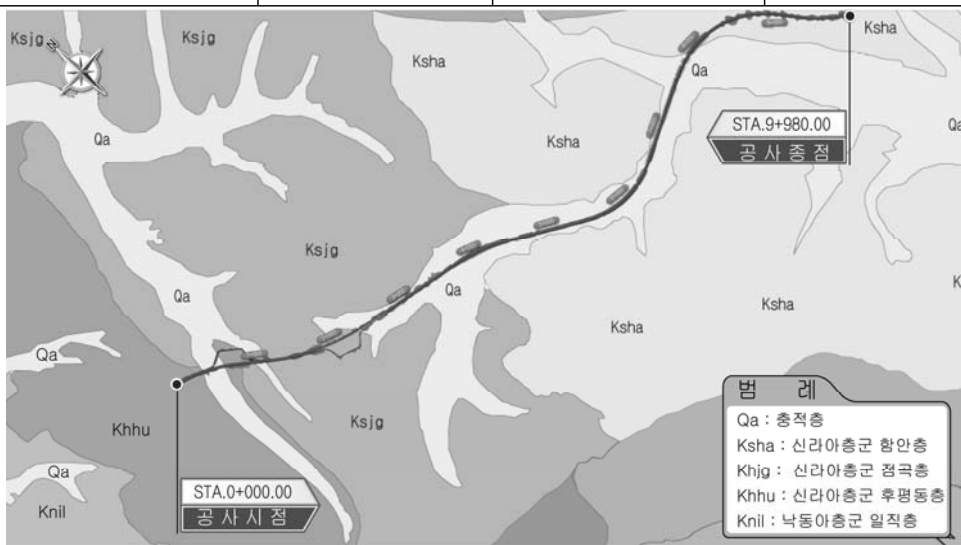
6.1.1 대상 시설물 개요

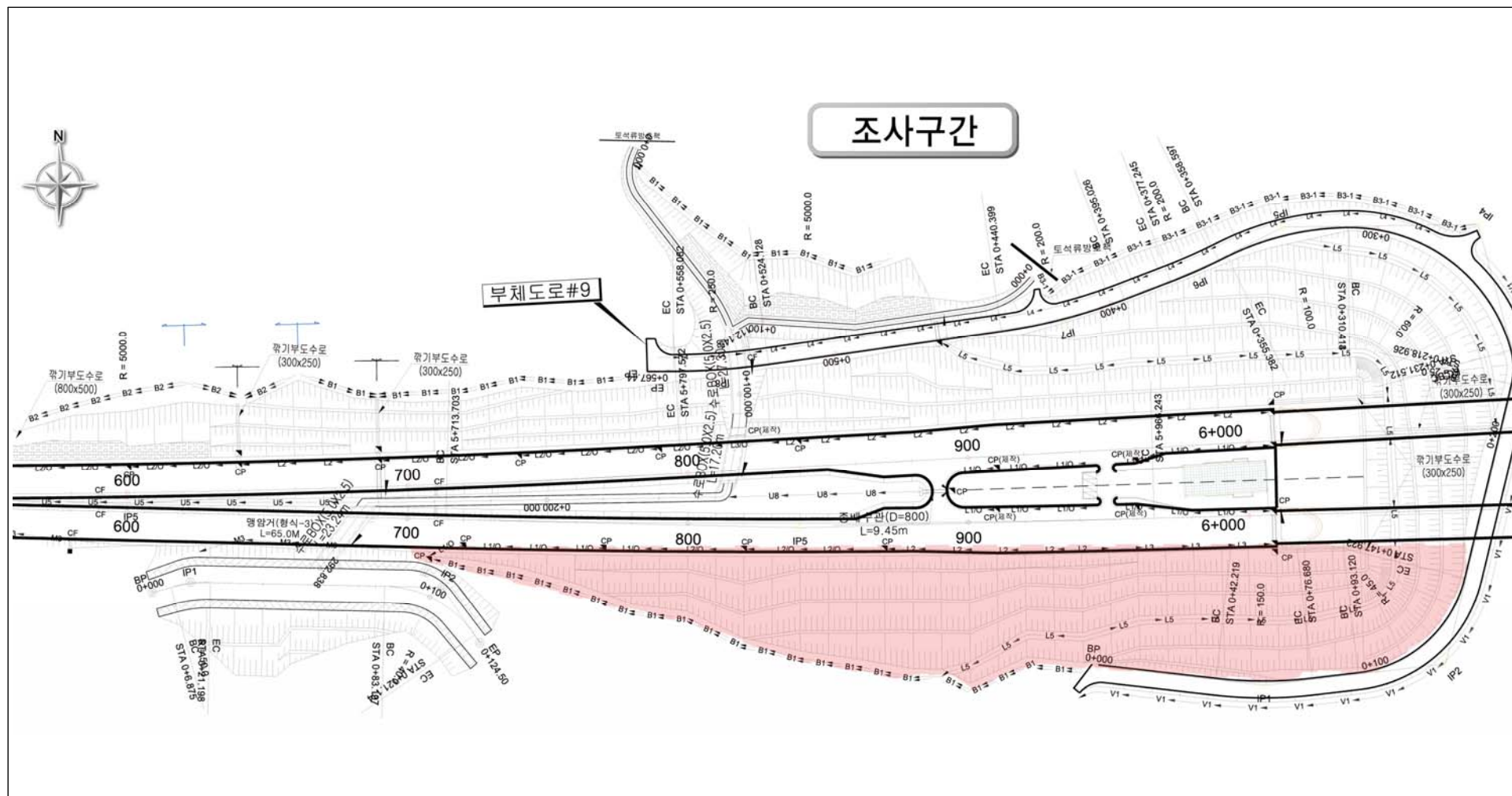
본 과업대상 절토비탈면은 경상북도 구미시 도개면 다곡리에 위치한 시설물로서 총연장 330m의 절토비탈면으로 현황은 【표 6.1.1】과 같으며, 『제1편 2.2.1 나. 조사영역 및 비탈면의 분할』의 내용에 따라 【표 6.2.1】과 같이 비탈면을 2개구간으로 나누어 현장조사를 수행하였다.

【표 6.1.1】 절토비탈면 일반현황

조사일자	2017. 6		조 사 자	김인광, 윤양하	
일 기	맑음		준공년도	2017. 6	
행정구역	경상북도 구미시 도개면 다곡리				
위 경 도	시 점 : N(36° 17' 6"), E(128° 22' 41")				
	중 점 : N(36° 17' 4"), E(128° 22' 48")				
절토비탈면	길 이 : 330m		높 이 : 33m		
	경 사/경사방향 : 32° / 022°				
	구성물질 : 혼합		토층심도 : 10.0~16.0m		
	소 단 : 6				
낙석/뜯돌	낙석 존재유무 : 무		낙석의 양 :		
	낙석 평균크기 :				
	낙석 최대크기 :				
	뜯돌 존재유무 : 무		뜯돌의 양 :		
	뜯돌 평균크기 :				
	뜯돌 최대크기 :				
절토비탈면 시공현황	종 류	위 치		상 태	
	산마루배수구	STA.5+710~5+970		양호	
	소단배수구	STA.5+970~6+040		양호	
	점검로	STA.6+010(점검계단)		양호	
	식생공	전구간		양호	
	L형 측구	전구간		양호	
붕괴이력	유 형	규 모		위 치	
기 타					

【표 6.1.2】 절토비탈면 지형 및 식생

주변지형의 특성	주변 지형	구릉성지형				
	종단면 형상					
	기타 특징	-				
절토비탈면의 특성	종 횡 단 면	 직선형  철형(불룩)  요형(오목)  복합형		종 단 면 특 성	 직선형  요철형  오목형  하부이탈형  돌출형  불룩형	
상부 자연비탈면	경 사 도	상향 0°~ 5°				
	인장균열	무	인공구조물	무		
	포행흔적	무	산마루배수구	무		
	수목의 기울어짐	무	계곡부	유		
지질도						
	• 본 지역은 주라기의 관입암류와 백악기 경상누층군의 신동층군 낙동층의 만경상층원과 금당리층원, 백악기의 관입암류가 분포하는 지역이다. • 본 지역은 주로 역암, 사암, 셰일 및 역질사암 등으로 구성되며, 하부는 역암이 대체로 우세하고 상부는 사암과 셰일이 우세하다..					
식 생	①종 류	초 본	관 목	침 엽 수	활 엽 수	
	②밀 도	중				
	③근계특징	천근성 (O), 심근성 ()				



【그림 6.1.1】 절토비탈면 평면도



【그림 6.1.2】 절토비탈면 현황

6.1.2 자료수집 및 분석

가. 설계 및 시공관련 자료

시설물을 효율적으로 유지관리하기 위해서는 설계도면, 준공도면, 구조계산서 등 시설물 가설 당시의 모든 설계도서와 이후의 점검이나 진단보고서 및 이력, 보수·보강공사 이력 등 유지관리 자료를 보존하는 것이 가장 중요하다. 대상구조물의 관련자료 수집내용은 【표 6.1.3】과 같다.

【표 6.1.3】 자료수집 내용

보존대상 목록		보유현황	비 고
설계도서	◦공 통 - 준공내역서 - 각종시방서 - 각종계산서 - 토질 및 지반조사 보고서 - 기타 특이사항 보고서	- - - - -	
	◦설계도면 - 위치도, 평면도, 단면도(종횡), 구조물도 상세도	보유	
시설물 관리대장	◦기본현황 ◦상세제원 ◦유지관리 이력	- - -	
시공관련 자료	◦시공관련 자료 ◦품질관리 관련자료 - 재료증명서 - 품질시험기록 - 관리 및 선정시험 기록 등 각종 시험 기록 - 시설물의 주요 구조부위에 대한 계측관련 자료 ◦사고기록	- - - - - - - -	
안전점검 및 정밀안전진단 자료		보유	
		-	
보수보강 자료		-	

나. 안전점검 및 정밀안전진단 이력

본 과업대상 시설물에 대한 점검 및 진단 이력은 다음과 같다.

【표 6.1.4】 점검 및 진단 이력

점검종류	년 월	주요점검결과	평가등급	비고
정기점검	2014. 04.	해당없음		
정기점검	2014. 05.	해당없음		
정기점검	2015. 03.	해당없음		
정기점검	2015. 09.	해당없음		
정기점검	2016. 04.	해당없음		
정기점검	2016. 11.	사면보강공 시공중	양호	
정기점검	2017. 04.	사면보강공 시공완료	양호	

다. 보수·보강 이력

본 과업대상 시설물에 대한 보수·보강 이력은 다음과 같다.

【표 6.1.5】 보수·보강 이력

구 분	공사일시	위치 및 내용	보수·보강 내용	비 고
—	—	—	—	—

6.2 외관조사

- 본 과업대상 절토비탈면은 연장 330m, 높이 33m로 시공된 토사 및 암반으로 구성된 혼합사면으로, 『제1편 2.2.1 나. 조사영역 및 비탈면의 분할』의 내용에 따라 비탈면을 2개구간으로 분할하였다.
- 산마루배수구, 소단배수구, 점검로, 비탈면 녹화, L형측구 등이 시공된 상태이다.

【표 6.2.1】 절토비탈면 조사 분할구간

구 분	구 간(STA.)	연장(m)	비탈면상태	비 고
1구간	STA.5+710~5+870(영천)	160	토사사면	
2구간	STA.5+870~6+040(영천)	170	토사사면	

6.2.1 1구간(STA.5+710 ~ 5+870)

【그림 6.2.1】 1구간 비탈면 전경



가. 비탈면부

- 1) 비탈면 상부 조사결과 인장균열, 지반변형 등의 비탈면 안정성에 영향을 미칠만한 특별한 손상은 없는 것으로 조사되었다.
- 2) STA.5+860지점에 토층심도는 14.0m, 비탈면높이는 18.0m이며, 토층심도율은 0.78로 토사사면으로 구분되어진다.
- 3) 암반구간의 풍화상태는 보통풍화(MW)에서 심한풍화(HW)의 상태이며, 토사구간에서는 완전풍화(CW)~풍화잔류토의 상태로 확인되었다.
- 4) 비탈면 상부는 전으로 경작중이며, 경사도는 $-10^{\circ} \sim 0^{\circ}$ 내외로 조성되어 있다.

	
비탈면 상부 경작현황	비탈면 상부 배수로

【표 6.2.2】 비탈면 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
비탈면부	—	m ² /개소	—	—

나. 식생상태

- 1) 표면보호공으로 녹화공이 시공된 상태이며, 부분적으로 활착이 되지 않아 식생기반재 노출상태이다.

	
식생기반재 노출	취부공 활착상태

【표 6.2.3】 식생 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
식생상태	—	m ² /개소	—	—

다. 배수시설

- 1) 소단배수구와 산마루배수구가 시공된 상태이며, 일부구간 보수가 시행되어 있는 상태이다.
- 2) 배수구의 경우 배수기능을 저하시키는 낙엽, 토사, 유목 등의 유실물은 퇴적되지 않은 것으로 조사되었다.



소단배수구 보수상태

【표 6.2.4】 배수시설 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
배수시설	—	m/개소	/	—

라. 기타시설

- 1) L형측구가(TYPE-1~2)가 시공된 상태이며, 외관조사결과 특이 손상이 없는 양호한 것으로 확인되었다.



L형측구 시공상태

【표 6.2.5】 기타시설 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
기타시설	—	개소	—	—

6.2.2 2구간(STA.5+870 ~ 6+040)

【그림 6.2.2】 2구간 비탈면 전경



가. 비탈면부

- 1) 비탈면 상부 조사결과 인장균열, 지반변형 등의 비탈면 안정성에 영향을 미칠만한 특별한 손상은 없는 것으로 조사되었다.
- 2) STA.6+010지점에 토층심도는 18.0m, 비탈면높이는 28.0m이며, 토층심도율 0.64의 토사사면으로 구분되어진다.
- 3) 암반구간의 풍화상태는 보통풍화(MW)에서 심한풍화(HW)의 상태이며, 토사구간에서는 완전풍화(CW)~풍화잔류토(RS)로 이루어져 있다.
- 4) 비탈면 상부는 전으로 경작중이며, 경사도는 0°~5° 내외로 조성되어 있다.



비탈면 상부 현황



비탈면 상부 경작현황

【표 6.2.6】비탈면 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
비탈면부	—	m ² /개소	/	—

나. 식생상태

- 1) 표면보호공으로 녹화공이 시공된 상태이며, 부분적으로 활착이 되지 않아 식생기반재 노출상태이다.



【표 6.2.7】식생 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
식생상태	—	m ² /개소	—	—

다. 배수시설

- 1) 소단배수구와 산마루배수구가 시공된 상태이며, 일부구간 보수가 시행되어 있는 상태이다.
 2) 배수구의 경우 배수기능을 저하시키는 낙엽, 토사, 유목 등의 유실물은 퇴적되지 않은 것으로 조사되었다.



산마루배수구 시공상태

【표 6.2.8】 배수시설 손상물량

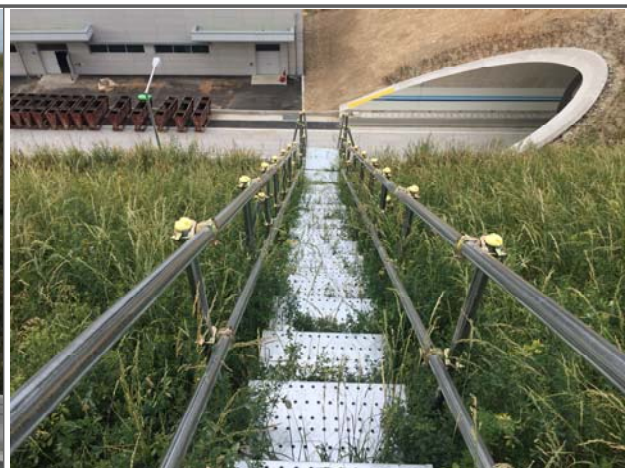
구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
배수시설	—	m/개소	/	—

라. 기타시설

- 1) 점검시설로 점검계단이 시공된 상태이며, 외관조사결과 특이사항은 발견되지 않았다.
- 2) L형측구가(TYPE-2) 시공된 상태이며, 외관조사결과 특이 손상이 없는 양호한 것으로 조사되었다.



L형측구 시공상태



점검계단 시공상태

【표 6.2.9】 기타시설 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
기타시설	—	개소	—	—

6.2.3 외관조사 결과 요약

【표 6.2.10】 외관조사 결과

구 분	외관조사 결과	비 고
비탈면 부	- 비탈면 상부 조사 결과 인장균열, 지반변형 등의 비탈면 안정성에 영향을 미칠만한 특별한 손상은 조사되지 않음. - 암반구간의 풍화상태는 보통풍화(MW)에서 심한풍화(HW)의 상태이며, 토사구간에서는 완전풍화(CW)~풍화잔류토(RS)로 이루어져 있다. - 비탈면 상부는 전으로 경작중인 상태임	
식생 상태	- 비탈면의 표면보호공으로 취부공을 시공한 상태이며, 일부구간의 경우 활착이 되지 않아 식생기반재 노출상태이다.	
배수 시설	- 산마루배수구, 소단배수구가 시공된 상태임. - 전반적으로 배수시설은 양호한 상태이며, 배수기능을 저하시키는 낙엽, 토사, 유목 등의 유실물 퇴적은 발견되지 않았음.	
기타	- 점검시설로 점검계단 시공된 상태이며, 상태는 양호함. - L형측구(TYPE-1~2)이 시공된 상태로 외관조사결과 특이손상이 없는 양호한 것으로 조사되었음.	

6.3 상태평가

- 상태평가는 『시설물의 안전점검 및 정밀안전진단지침』 및 『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침』의 절차에 따라 실시한다. 각 부재별, 시설물별로 손상 및 결함에 대한 상태평가기준에 의해 상태평가등급을 산정하며 이를 기초로 진단 및 점검대상 시설물에 대한 상태평가를 실시하고 상태평가등급을 부여한다
- 대상 비탈면은 표면보호공이 시공되어 있어 절리에 대한 평가항목은 제외하였으며, 2017. 6. 9일~15일간의 현장조사 및 공사관리 자료를 이용하여 상태평가를 시행하였다.
- 본 과업대상 절토비탈면은 연장 330m, 높이 33m로 시공된 토사 및 암반으로 구성된 혼합사면으로, 『제1편 2.2.1 나. 조사영역 및 비탈면의 분할』의 내용에 따라 비탈면을 2개 구간으로 분할하였다.

6.3.1 지반특성에 따른 절토비탈면의 분류

『공통편 3.2 상태평가 기준』에 따라 STA.5+710~6+040(영천) 절토비탈면을 【표 6.3.1】과 같이 분류하였다.

【표 6.3.1】 절토비탈면의 분류

(MPa=10.2kg/cm²)

구 분		분류기준	평가점수	비탈면종류		비고
				세부분류	종합분류	
1구간	토층심도율	0.4	0.78	토사사면	토사사면	
	압축강도	10 MPa				
	블록크기비	0.01				
2구간	토층심도율	0.4	0.64	토사사면	토사사면	
	압축강도	10 MPa				
	블록크기비	0.01				

6.3.2 1구간 STA.5+710~5+870

본 절토비탈면 중 1구간은 비탈면 분류상 토사사면으로 분류되었으며, 항목별 배점은 각 항목에 대한 현장조사 및 문헌자료 조사 결과에 따랐으며 대상비탈면의 1구간 절토비탈면의 상태평가 결과는 다음과 같다.

가. 비탈면 손상상태 조사 결과표

【표 6.3.2】 1구간 절토비탈면 손상상태 결과표

시설물명	1구간 절토비탈면			표번호	【표 6.3.2】
비탈면 손상상태 조사 결과표					
1. 파괴징후					
일련번호	징후종류	상 태		상태점수	비고
		위치	상태 및 규모		
1-1	인장균열	—	—	0	
1-2	지반변형	—	—	0	
1-3	구조물변형	—	—	0	
2. 파괴현황					
일련번호	파괴유형	상 태		상태점수	비고
		위치	규모		
1-4		—	—	0	
		—	—		
		—	—		
조사일시	2017. 6		조사자	김인광, 윤양하	

나. 비탈면 파괴요인 조사 결과표

【표 6.3.3】 1구간 절토비탈면 파괴요인 조사 결과표

시설물명		1구간 절토비탈면		표번호	【표 6.3.3】
비탈면 파괴요인 조사 결과표					
1. 지반상태					
일련번호	구 분		상 태	상태 점수	비고
1-5	토사	토질조건	보통	3	
1-6		토층심도율	0.78	3	
1-7	연약암반	연경도	—	—	
1-8		면구조 방향	—	—	
1-9		풍화정도	—	—	
1-10	파쇄암반	절리 간격	—	—	
1-11		저면 경사	—	—	
1-12		절리 상태	—	—	
1-13	절리암반	절리방향-사면방향	—	—	
1-14		절리경사-사면경사	—	—	
1-15		절리상태	—	—	
2. 사면형상					
1-16	토사/암반	비탈면의 경사	1:1.9	1	
1-17	토사	집수지형	1	1	
3. 자연적 외부요인					
1-18	강우 및 지하수	1일 강우량	—	0	
		지하수위	—		
4. 인위적 외부요인					
1-19	토사	표면보호상태	양호	1	
1-20	암반	절취상태	—	—	
1-21	배수조건		양호	1	
1-22	보호/보강상태		양호	0	
조사일시	2017. 6		조사자	김인광, 윤양하	

다. 상태평가 등급 산정표

【표 6.3.4】 1구간 절토비탈면 상태평가등급 산정표

평가요소			결합점수	결합종류별 평가결과	총점	결합지수	상태평가 결과
사면 손상 상태 지수	파괴 징후	①인장균열	0	a	0	f1 = 0.000	a
		②지반변형	0	a			
		③구조물변형	0	a			
	④파괴현황		0	a			
사면 파괴 요인 지수	지반 상태	⑤토질조건	3	c	10	f2 = 0.192	b
		⑥토층심도율	3	d			
	사면 형상	⑦사면경사	1	b			
		⑧집수지형	1	b			
	자연 요인	⑨강우 및 지하수	0	a			
	인위 요인	⑩표면보호	1	b			
		⑪배수조건	1	b			
		⑫보호/보강상태	0	a			
합 계(Σ)					10	F = 0.132	A
상태평가 결 과		◦ 비탈면손상상태지수(f1) = (① +④)/24 = 0.000					

6.3.3 2구간 STA.5+870~6+040

본 절토비탈면 중 2구간은 비탈면 분류상 토사사면으로 분류되었으며, 항목별 배점은 각 항목에 대한 현장조사 및 문헌자료 조사 결과에 따랐으며 대상비탈면의 2구간 절토비탈면의 상태평가 결과는 다음과 같다.

가. 비탈면 손상상태 조사 결과표

【표 6.3.5】 2구간 절토비탈면 손상상태 결과표

시설물명	2구간 절토비탈면			표번호	【표 6.3.5】
비탈면 손상상태 조사 결과표					
1. 파괴징후					
일련번호	징후종류	상 태		상태점수	비고
		위치	상태 및 규모		
1-1	인장균열	—	—	0	
1-2	지반변형	—	—	0	
1-3	구조물변형	—	—	0	
2. 파괴현황					
일련번호	파괴유형	상 태		상태점수	비고
		위치	규모		
1-4		—	—	0	
		—	—		
		—	—		
		—	—		
조사일시	2017. 6		조사자	김인광, 윤양하	

나. 비탈면 파괴요인 조사 결과표

【표 6.3.6】 2구간 절토비탈면 파괴요인 조사 결과표

시설물명		2구간 절토비탈면		표번호	【표 6.3.6】
비탈면 파괴요인 조사 결과표					
1. 지반상태					
일련번호	구 분		상 태	상태 점수	비고
1-5	토사	토질조건	보통	3	
1-6		토층심도율	0.64	3	
1-7	연약암반	연경도	—	—	
1-8		면구조 방향	—	—	
1-9		풍화정도	—	—	
1-10	파쇄암반	절리 간격	—	—	
1-11		저면 경사	—	—	
1-12		절리 상태	—	—	
1-13	절리암반	절리방향-사면방향	—	—	
1-14		절리경사-사면경사	—	—	
1-15		절리상태	—	—	
2. 사면형상					
1-16	토사/암반	비탈면의 경사	1:1.6	2	
1-17	토사	집수지형	1	1	
3. 자연적 외부요인					
1-18	강우 및 지하수	1일 강우량	—	0	
		지하수위	—		
4. 인위적 외부요인					
1-19	토사	표면보호상태	양호	1	
1-20	암반	절취상태	—	—	
1-21	배수조건		양호	1	
1-22	보호/보강상태		양호	0	
조사일시	2017. 6		조사자	김인광, 윤양하	

다. 상태평가 등급 산정표

【표 6.3.7】 2구간 절토비탈면 상태평가등급 산정표

평가요소			결함점수	결함종류별 평가결과	총 점	결함지수	상태평가 결과
사면 손상 상태 지수	파괴 징후	①인장균열	0	a	0	f1 = 0.000	a
		②지반변형	0	a			
		③구조물변형	0	a			
	④파괴현황		0	a			
사면 파괴 요인 지수	지반 상태	⑤토질조건	3	c	11	f2 = 0.212	b
		⑥토층심도율	3	c			
	사면 형상	⑦사면경사	2	b			
		⑧집수지형	1	b			
	자연 요인	⑨강우 및 지하수	0	a			
	인위 요인	⑩표면보호	1	b			
		⑪배수조건	1	b			
		⑫보호/보강상태	0	a			
합 계(Σ)					11	F = 0.145	A
상태평가 결 과		◦ 비탈면손상상태지수(f1) = (① +④)/24 = 0.000 → a 등급					
		◦ 비탈면파괴요인지수(f2) = (⑤ +⑫)/52 = 0.212 → b 등급					
		◦ 절토비탈면 상태평가 결과(F) = (0 + 11)/76 = 0.145 → A					

6.3.4 절토비탈면 전체의 상태평가등급 결정

본 절토비탈면에 상태평가 결과는 다음과 같다.

【표 6.3.8】 절토비탈면의 상태평가 등급

구 분	결함지수(F)	평 가 결과(F)	상 태 등 급	상 태
1구간	$0.00 \leq F < 0.15$	0.132	A	문제점이 없는 최상의 상태
2구간	$0.00 \leq F < 0.15$	0.145	A	문제점이 없는 최상의 상태

절토비탈면 상태평가 등급 결정			
시설물명	STA.5+710~6+040(영천)		
평가구분	결함지수	평가결과	비 고
상태평가	F=0.145	A	

평 가
결 과

- 본 절토비탈면에 대한 각 구간의 상태평가 결과 상태평가지수는 0.145로 산출되어 시설물의 상태평가 기준상 『A등급 : $0.00 \leq F < 0.15$ 』로 평가됨.

6.4 종합평가

6.4.1 종합평가 결과

본 절토비탈면에 대한 종합평가 결과는 다음과 같다.

【표 6.4.1】 절토비탈면의 종합평가 결과

절토비탈면 종합평가 결과 산정표			
시설물명	STA.5+710~6+040(영천)	표 번 호	【표 6.4.1】
평가구분	결함지수	평가결과	비 고
상태평가	F=0.145	A	
안전성평가	해당없음		
종합평가	F=0.145	A	
종합평가결과	• 절토비탈면의 종합평가 결과 : A		

【표 6.4.2】 안 전 등 급

안전등급	상태 및 안전성	비고
A (우수)	문제점이 없는 최상의 상태	◎
B (양호)	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 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 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태	
E (불량)	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태	

6.4.2 안전등급 지정

■ 안전등급 : A등급(우수)

6.5 보수·보강 및 유지관리방안

6.5.1 보수·보강 방안

【표 6.5.1】 보수·보강 방안

구 분	손상내용	수 량	단위	보수공법	보수 순위	비고
—	—	—	m	—	1	

검 토 의 건

- 본 절토비탈면은 전체적으로 손상발생 정도가 경미하여 안전성 및 사용성을 확보하고 있는 것으로 판단되나,
- 비탈면의 표면보호공으로 취부공을 시공한 상태이며, 일부구간의 경우 활착이 되지 않아 식생기반재 노출상태로 유지관리에 주의가 필요한 상태이다.

6.5.2 중점유지관리사항

본 절토비탈면에 대한 초기점검 결과에 따라 본 절에서는 향후 실시할 점검 및 진단시 절토비탈면의 안전성, 사용성 및 내구성 차원에서 중점적으로 관찰하고 유의하여야 할 중점유지관리 항목을 설정하여 제시하였다. 이러한 항목들은 결함의 진전 여부 및 재발생 여부를 주기적으로 관찰하여 향후 더 크게 발전할 가능성이 있는 결함 부위에 대한 원인을 분석하여 사전에 예방하자는 것으로서 【표 6.5.2】에 중점유지관리 항목을 제시하였다.

【표 6.5.2】 중점유지관리 항목

구 분	점검사항	중점유지관리 항목
비탈면부	• 낙석, 낙하물	• 풍화 진행에 따른 낙석 발생여부 확인 • 식생기반재 탈락에 따른 낙하물 발생여부 확인
식생상태	• 표면보호공	• 취부공 미활착에 따른 표층 침식여부 확인
배수시설	• 배수구	• 배수시설 균열로 인한 파손 발생 여부 확인 • 배수기능 확보 여부 확인

6.6 종합결론

6.6.1 초기점검 결과

- 1) 당 비탈면 최상부에 대한 조사 결과 인장균열, 지반변형 등의 중대 손상은 발생되지 않은 것으로 조사되어, 비탈면 안정성에 영향을 미칠만한 특별한 손상은 조사되지 않은 상태이다.
- 2) 비탈면의 표면보호공으로 취부공을 시공한 상태이며, 일부구간의 경우 활착이 되지 않아 식생기반재 노출상태이다.
- 3) 전반적으로 배수시설은 양호한 상태이며, 배수기능을 저하시키는 낙엽, 토사, 유목 등의 유실물 퇴적은 관찰되지 않았다.
- 4) 낙석방지시설로 낙석방지울타리가 시공된 상태로 외관조사 결과 특이사항은 없는 것으로 조사되었다.
- 5) 본 절토비탈면에 대한 상태평가 결과 『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침』에 근거한 절토비탈면의 안전등급은 “문제점이 없는 최상의 상태”인 『A등급』으로 평가되었다.

6.6.2 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 1) 풍화진행에 따른 낙석 발생여부 확인 필요.
- 2) 녹화공 미활착에 따른 표층침식 확인 필요.
- 3) 배수시설 균열로 인한 손상 발생여부 확인 필요.
- 4) 배수구 유실물 퇴적 등으로 인한 배수기능 확보 여부 확인 필요.

6.6.3 기타 필요한 사항

시설물의 안전성 유지는 점검 당시에는 양호한 상태로 존재하여도, 이후의 유지관리 상태 및 예기치 않던 외적요인에 의해 잔존해 있던 위험요소가 일시적으로 노출되어 안전성에 영향을 미칠 수 있으므로 지속적인 점검 등의 유지관리를 통해 기능성과 안전성을 유지하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

제 7 장 STA.6+910~7+480(영천)

7.1 개요

7.1.1 대상 시설물 개요

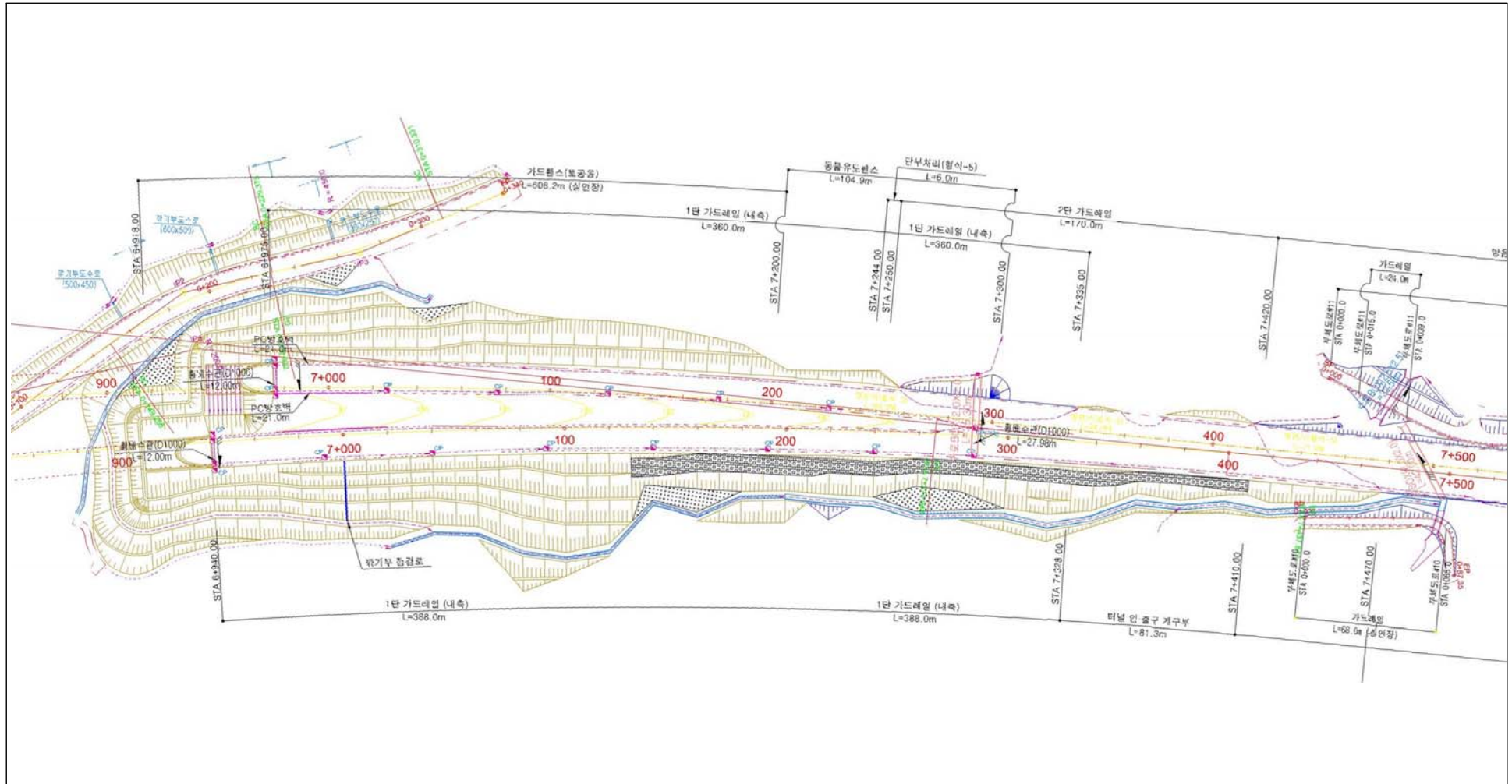
본 과업대상 절토비탈면은 경상북도 구미시 도개면 다곡리에 위치한 시설물로서 총연장 570m의 절토비탈면으로 현황은 【표 7.1.1】과 같으며, 『제1편 2.2.1 나. 조사영역 및 비탈면의 분할』의 내용에 따라 【표 7.2.1】과 같이 비탈면을 3개구간으로 나누어 현장조사를 수행하였다.

【표 7.1.1】 절토비탈면 일반현황

조사일자	2017. 6	조 사 자	김인광, 윤양하
일 기	맑음	준공년도	2017. 6
행정구역	경상북도 구미시 도개면 다곡리		
위 경 도	시 점 : N(36° 16' 01"), E(128° 25' 36")		
	중 점 : N(36° 15' 50"), E(128° 25' 54")		
절토비탈면	길 이 : 570m	높 이 : 30m	
	경 사/경사방향 : 35° / 032°		
	구성물질 : 혼합	토층심도 : 8.0~23.0m	
	소 단 : 5		
낙석/뜯돌	낙석 존재유무 : 무	낙석의 양 :	
	낙석 평균크기 :		
	낙석 최대크기 :		
	뜯돌 존재유무 : 무	뜯돌의 양 :	
절토비탈면 시공현황	종 류	위 치	상 태
	산마루배수구	전구간	양호
	소단배수구	STA.6+910~7+060	보통
	점검로	STA.6+970(점검계단)	양호
	식생공	전구간	양호
	절토부옹벽	STA.7+150~7+250	양호
	L형 측구	전구간	양호
붕괴이력	유 형	규 모	위 치
기 타			

【표 7.1.2】 절토비탈면 지형 및 식생

주변지형의 특성	주변 지형	구릉성지형				
	종단면 형상					
	기타 특징	-				
절토비탈면의 특성	종 횡 단 면			종 단 면 특 성		
상부 자연비탈면	경 사 도	상향 20° ~ 30°				
	인장균열	무	인공구조물	무		
	포행흔적	무	산마루배수구	무		
	수목의 기울어짐	무	계곡부	유		
지질도						
	• 본 지역은 주라기의 관입암류와 백악기 경상누층군의 신동층군 낙동층의 만경상층원과 금당리층원, 백악기의 관입암류가 분포하는 지역이다. • 본 지역은 주로 역암, 사암, 셰일 및 역질사암 등으로 구성되며, 하부는 역암이 대체로 우세하고 상부는 사암과 셰일이 우세하다..					
식 생	①종 류	초 본	관 목	침 엽 수	활 엽 수	
	②밀 도	중				
	③근계특징	천근성 (O), 심근성 ()				



【그림 7.1.1】 절토비탈면 평면도



【그림 7.1.2】 절토비탈면 현황

7.1.2 자료수집 및 분석

가. 설계 및 시공관련 자료

시설물을 효율적으로 유지관리하기 위해서는 설계도면, 준공도면, 구조계산서 등 시설물 가설 당시의 모든 설계도서와 이후의 점검이나 진단보고서 및 이력, 보수·보강공사 이력 등 유지관리 자료를 보존하는 것이 가장 중요하다. 대상구조물의 관련자료 수집내용은 【표 7.1.3】과 같다.

【표 7.1.3】 자료수집 내용

보존대상 목록		보유현황	비 고
설계도서	◦공 통 - 준공내역서 - 각종시방서 - 각종계산서 - 토질 및 지반조사 보고서 - 기타 특이사항 보고서	— — — — —	
	◦설계도면 - 위치도, 평면도, 단면도(종횡), 구조물도 상세도	보유	
시설물 관리대장	◦기본현황 ◦상세제원 ◦유지관리 이력	— — —	
시공관련 자료	◦시공관련 자료 ◦품질관리 관련자료 - 재료증명서 - 품질시험기록 - 관리 및 선정시험 기록 등 각종 시험 기록 - 시설물의 주요 구조부위에 대한 계측관련 자료 ◦사고기록	— — — — — — — —	
안전점검 및 정밀안전진단 자료		보유	
		—	
보수보강 자료		—	

나. 안전점검 및 정밀안전진단 이력

본 과업대상 시설물에 대한 점검 및 진단 이력은 다음과 같다.

【표 7.1.4】 점검 및 진단 이력

점검종류	년 월	주요점검결과	평가등급	비고
정기점검	2014. 04.	해당없음		
정기점검	2014. 05.	해당없음		
정기점검	2015. 03.	해당없음		
정기점검	2015. 09.	해당없음		
정기점검	2016. 04.	해당없음		
정기점검	2016. 11.	사면보강공 시공중	양호	
정기점검	2017. 04.	사면보강공 시공완료	양호	

다. 보수·보강 이력

본 과업대상 시설물에 대한 보수·보강 이력은 다음과 같다.

【표 7.1.5】 보수·보강 이력

구 분	공사일시	위치 및 내용	보수·보강 내용	비 고
—	—	—	—	—

7.2 외 관 조사

- 본 과업대상 절토비탈면은 연장 570m, 높이 30m로 시공된 토사 및 암반으로 구성된 혼합사면으로, 『제1편 2.2.1 나. 조사영역 및 비탈면의 분할』의 내용에 따라 비탈면을 3개구간으로 분할하였다.
- 산마루배수구, 소단배수구, 점검로, 비탈면 녹화, 절토부옹벽, 돌붙임공, L형 측구 등이 시공된 상태이다.

【표 7.2.1】 절토비탈면 조사 분할구간

구 분	구 간(STA.)	연장(m)	비탈면상태	비 고
1구간	STA.6+910~7+090(영천)	180	파쇄암반사면	
2구간	STA.7+090~7+260(영천)	170	토사사면	
3구간	STA.7+260~7+480(영천)	220	토사사면	

7.2.1 1구간(STA.6+910 ~ 7+090)

【그림 7.2.1】 1구간 비탈면 전경



가. 비탈면부

- 1) 비탈면 상부 조사결과 인장균열, 지반변형 등의 비탈면 안정성에 영향을 미칠만한 특별한 손상은 없는 것으로 조사되었으며, 수목의 경우 일부 기울어짐이 조사되었다.
- 2) STA.6+910지점에 토층심도는 10.0m, 비탈면높이는 30.0m이며, 토층심도율은 0.33로 암반사면으로 구분되어진다.
- 3) 비탈면을 이루고 있는 주 암종은 사암으로, 풍화정도는 완전풍화(CW) 상태이다.

	
상부 비탈면 및 수목 상태	

【표 7.2.2】 비탈면 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
비탈면부	—	m ² /개소	—	—

나. 식생상태

- 1) 비탈면내 암반사면은 취부공으로 사면보호 상태이며, 식생상태는 양호한 것으로 조사되었다.

	
녹화공 시공상태	식생기반재 노출상태

【표 7.2.3】 식생 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
식생상태	—	m ² /개소	—	—

다. 배수시설

- 1) 소단배수구와 산마루배수구가 시공되어 있는 상태이며, 소단배수구의 균열부는 보수가 이루어져 있는 것으로 확인되었으나, STA.6+960~7+020구간에 2.0~3.0mm의 균열이 추가 발생한 것으로 조사되었다.
- 2) 산마루배수구의 경우 낙엽, 토사, 유목 등은 퇴적되지 않은 것으로 조사되었으며, 외관조사결과 특이손상이 없는 양호한 것으로 조사되었다.



소단배수구 보수

【표 7.2.4】 배수시설 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
소단배수구	균열(폭 3mm이하)	m/개소	30.0 / 3	—

라. 기타시설

- 1) 점검시설로 점검계단이 설치된 상태이며, 외관조사결과 특이 손상이 없는 양호한 것으로 조사되었다.
- 2) L형측구(TYPE-2)가 시공된 상태이며, 외관조사결과 특이 손상이 없는 양호한 것으로 확인되었다.



점검계단 시공상태



L형측구 시공상태

【표 7.2.5】 기타시설 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
기타시설	—	개소	—	—

7.2.2 2구간(STA.7+090 ~ 7+260)

【그림 7.2.2】 2구간 비탈면 전경



가. 비탈면부

- 1) 비탈면 상부 조사결과 인장균열, 지반변형 등의 비탈면 안정성에 영향을 미칠만한 특별한 손상은 없는 것으로 조사되었다.
- 2) STA.7+100지점에 토층심도는 23.0m, 비탈면높이는 230m이며, 토층심도율 1.0의 토사사면으로 구분되어진다.



상부비탈면 및 수목상태

【표 7.2.6】 비탈면 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
비탈면부	—	m ² /개소	/	—

나. 식생상태

- 1) 2구간내 비탈면은 취부공으로 사면보호 상태이며, 부분적으로 활착이 되지 않아 식생기반재 노출상태이다.



【표 7.2.7】 식생 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
식생상태	—	m ² /개소	—	—

다. 배수시설

- 1) 소단배수구와 산마루배수구가 시공되어 있는 상태이며, 산마루배수구의 경우 낙엽, 토사, 유목 등은 퇴적되지 않은 것으로 조사되었으며, 외관조사결과 특이손상이 없는 양호한 것으로 조사되었다.



【표 7.2.8】 배수시설 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
배수시설	—	m/개소	/	—

라. 기타시설

- 1) L형측구(TYPE-2)가 시공되어 있으며, 일부구간 그 상단으로 절토부옹벽이 시공된 상태이며, 외관조사결과 특이 손상이 없는 양호한 것으로 조사되었다.



【표 7.2.9】 기타시설 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
기타시설	—	개소	—	—

7.2.3 3구간(STA.7+260 ~ 7+480)

【그림 7.2.3】 3구간 비탈면 전경



가. 비탈면부

- 1) 비탈면 상부 조사결과 인장균열, 지반변형 등의 비탈면 안정성에 영향을 미칠만한 특별한 손상은 없는 것으로 조사되었다.
- 2) STA.7+420지점에 토층심도는 8.0m, 비탈면높이는 8.0m이며, 토층심도율 1.0의 토사사면으로 구분되어진다.
- 3) 일부구간에서 비탈면보호공으로 게비온매트리스가 시공되어 있는 상태이다.



상부비탈면 및 수목상태



게비온매트리스 시공상태

【표 7.2.10】 비탈면 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
비탈면부	—	m ² /개소	/	—

나. 식생상태

- 1) 3구간내 비탈면은 취부공으로 사면보호 상태이며, 부분적으로 활착이 되지 않아 식생기반재 노출상태이다.

	
식생기반재 시공상태	취부공 활착상태

【표 7.2.11】 식생 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
식생상태	—	m ² /개소	—	—

다. 배수시설

- 1) 산마루배수구가 시공된 상태이며, 외관조사결과 특이사항이 없는 양호한 것으로 조사되었다.

	
산마루배수구 시공상태	

【표 7.2.12】 배수시설 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
배수시설	—	m/개소	—	—

라. 기타시설

1) L형측구가(TYPE-2) 시공된 상태이며, 외관조사결과 특이 손상이 없는 양호한 것으로 조사되었다.



L형측구 시공상태

【표 7.2.13】 기타시설 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
기타시설	—	개소	—	—

7.2.4 외관조사 결과 요약

【표 7.2.14】 외관조사 결과

구 분	외관조사 결과	비 고
비탈면 부	- 비탈면 상부 조사 결과 인장균열, 지반변형 등의 비탈면 안정성에 영향을 미칠만한 특별한 손상은 조사되지 않음. - 비탈면을 이루고 있는 주 암종은 사암으로, 풍화정도는 완전풍화(CW) 상태임. - 3구간의 일부구간에서 비탈면보호공으로 돌붙임공이 시공된 상태로, 외관 조사결과 특이손상이 없는 양호한 것으로 조사되었음.	
식생 상태	- 비탈면의 표면보호공으로 취부공을 시공한 상태이며, 일부구간의 경우 활착이 되지않아 식생기반재 노출상태이다.	
배수 시설	- 산마루배수구, 소단배수구가 시공되어 부분적으로 보수가 이루어진 것을 육안으로 확인할 수 있음. - 전반적으로 배수시설은 양호하나, 소단배수구 일부구간에서 균열이 추가 발생한 것으로 조사되었음.	
기타	- 점검시설로 점검계단 시공된 상태이며, 상태는 양호함. - L형측구(TYPE-1~2)이 시공된 상태로 외관조사결과 특이손상이 없는 양호한 것으로 조사되었음.	

7.3 상태평가

- 상태평가는 『시설물의 안전점검 및 정밀안전진단지침』 및 『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침』의 절차에 따라 실시한다. 각 부재별, 시설물별로 손상 및 결함에 대한 상태평가기준에 의해 상태평가등급을 산정하며 이를 기초로 진단 및 점검대상 시설물에 대한 상태평가를 실시하고 상태평가등급을 부여한다
- 대상 비탈면은 표면보호공이 시공되어 있어 절리에 대한 평가항목은 제외하였으며, 2017. 6. 9일~15일간의 현장조사 및 공사관리 자료를 이용하여 상태평가를 시행하였다.
- 본 과업대상 절토비탈면은 연장 570m, 높이 30m로 시공된 토사 및 암반으로 구성된 혼합사면으로, 『제1편 2.2.1 나. 조사영역 및 비탈면의 분할』의 내용에 따라 비탈면을 3개 구간으로 분할하였다.

7.3.1 지반특성에 따른 절토비탈면의 분류

『공통편 3.2 상태평가 기준』에 따라 STA.6+910~7+480(영천) 절토비탈면을 【표 7.3.1】과 같이 분류하였다.

【표 7.3.1】 절토비탈면의 분류

(MPa=10.2kg/cm²)

구 분		분류기준	평가점수	비탈면종류		비고
				세부분류	종합분류	
1구간	토층심도율	0.4	0.33	암반사면	파쇄 암반사면	Ib=0.2
	압축강도	10 MPa	10MPa이상	연약암반 사면이상		
	블록크기비	0.01	0.007	파쇄암반사면		
2구간	토층심도율	0.4	1.00	토사사면	토사사면	
	압축강도	10 MPa				
	블록크기비	0.01				
3구간	토층심도율	0.4	1.00	토사사면	토사사면	
	압축강도	10 MPa				
	블록크기비	0.01				

7.3.2 1구간 STA.6+910~7+090

본 절토비탈면 중 1구간은 비탈면 분류상 파쇄암반사면으로 분류되었으며, 항목별 배점은 각 항목에 대한 현장조사 및 문헌자료 조사 결과에 따랐으며 대상비탈면의 1구간 절토비탈면의 상태평가 결과는 다음과 같다.

가. 비탈면 손상상태 조사 결과표

【표 7.3.2】 1구간 절토비탈면 손상상태 결과표

시설물명	1구간 절토비탈면		표번호	【표 7.3.2】	
비탈면 손상상태 조사 결과표					
1. 파괴징후					
일련번호	징후종류	상 태		상태점수	비고
		위치	상태 및 규모		
1-1	인장균열	—	—	0	
1-2	지반변형	—	—	0	
1-3	구조물변형	6+960~7+020	소단배수구 균열	3	
2. 파괴현황					
일련번호	파괴유형	상 태		상태점수	비고
		위치	규모		
1-4		—	—	0	
		—	—		
		—	—		
조사일시	2017. 6		조사자	김인광, 윤양하	

나. 비탈면 파괴요인 조사 결과표

【표 7.3.3】 1구간 절토비탈면 파괴요인 조사 결과표

시설물명		1구간 절토비탈면		표번호	【표 7.3.3】
비탈면 파괴요인 조사 결과표					
1. 지반상태					
일련번호	구 분		상 태	상태 점수	비고
1-5	토사	토질조건	—	—	
1-6		토층심도율	—	—	
1-7	연약암반	연경도	—	—	
1-8		면구조 방향	—	—	
1-9		풍화정도	—	—	
1-10	파쇄암반	절리 간격	—	—	
1-11		저면 경사	—	—	
1-12		절리 상태	—	—	
1-13	절리암반	절리방향-사면방향	—	—	
1-14		절리경사-사면경사	—	—	
1-15		절리상태	—	—	
2. 사면형상					
1-16	토사/암반	비탈면의 경사	1:1.4	0	
1-17	토사	집수지형	—	—	
3. 자연적 외부요인					
1-18	강우 및 지하수	1일 강우량	—	0	
		지하수위	—		
4. 인위적 외부요인					
1-19	토사	표면보호상태	—	—	
1-20	암반	절취상태	나쁨	3	
1-21	배수조건		양호	1	
1-22	보호/보강상태		양호	0	
조사일시	2017. 6		조사자	김인광, 윤양하	

다. 상태평가 등급 산정표

【표 7.3.4】 1구간 절토비탈면 상태평가등급 산정표

평가요소			결합점수	결함종류별 평가결과	총 점	결합지수	상태평가 결과
사면 손상 상태 지수	파괴 징후	①인장균열	0	a	3	f1 = 0.125	a
		②지반변형	0	a			
		③구조물변형	3	c			
	④파괴현황		0	a			
사면 파괴 요인 지수	지반 상태	⑤절리간격	—	—	4	f2 = 0.125	a
		⑥저면경사	—	—			
		⑦절리상태	—	—			
	사면 형상	⑧사면경사	0	a			
	자연 요인	⑨강우 및 지하수	0	a			
	인위 요인	⑩절취상태	3	d			
		⑪배수조건	1	b			
		⑫보호/보강상태	0	a			
합 계(Σ)					7	F = 0.125	A
상태평가 결 과		◦ 비탈면손상상태지수(f1) = (① +④)/24 = 0.125 → a 등급					
		◦ 비탈면파괴요인지수(f2) = (⑤ +⑫)/32 = 0.125 → a 등급					
		◦ 절토비탈면 상태평가 결과(F) = (3 + 4)/56 = 0.125 → A					

7.3.3 2구간 STA.7+090~7+260

본 절토비탈면 중 2구간은 비탈면 분류상 토사사면으로 분류되었으며, 항목별 배점은 각 항목에 대한 현장조사 및 문헌자료 조사 결과에 따랐으며 대상비탈면의 2구간 절토비탈면의 상태평가 결과는 다음과 같다.

가. 비탈면 손상상태 조사 결과표

【표 7.3.5】 2구간 절토비탈면 손상상태 결과표

시설물명	2구간 절토비탈면			표번호	【표 7.3.5】
비탈면 손상상태 조사 결과표					
1. 파괴징후					
일련번호	징후종류	상 태		상태점수	비고
		위치	상태 및 규모		
1-1	인장균열	—	—	0	
1-2	지반변형	—	—	0	
1-3	구조물변형	—	—	0	
2. 파괴현황					
일련번호	파괴유형	상 태		상태점수	비고
		위치	규모		
1-4		—	—	0	
		—	—		
		—	—		
		—	—		
조사일시	2017. 6		조사자	김인광, 윤양하	

나. 비탈면 파괴요인 조사 결과표

【표 7.3.6】 2구간 절토비탈면 파괴요인 조사 결과표

시설물명		2구간 절토비탈면		표번호	【표 7.3.6】
비탈면 파괴요인 조사 결과표					
1. 지반상태					
일련번호	구 분		상 태	상태 점수	비고
1-5	토사	토질조건	보통	3	
1-6		토층심도율	1.0	4	
1-7	연약암반	연경도	—	—	
1-8		면구조 방향	—	—	
1-9		풍화정도	—	—	
1-10	파쇄암반	절리 간격	—	—	
1-11		저면 경사	—	—	
1-12		절리 상태	—	—	
1-13	절리암반	절리방향-사면방향	—	—	
1-14		절리경사-사면경사	—	—	
1-15		절리상태	—	—	
2. 사면형상					
1-16	토사/암반	비탈면의 경사	1:2.3	0	
1-17	토사	집수지형	1	1	
3. 자연적 외부요인					
1-18	강우 및 지하수	1일 강우량	—	0	
		지하수위	—		
4. 인위적 외부요인					
1-19	토사	표면보호상태	양호	1	
1-20	암반	절취상태	—	—	
1-21	배수조건		양호	1	
1-22	보호/보강상태		양호	0	
조사일시	2017. 6		조사자	김인광, 윤양하	

다. 상태평가 등급 산정표

【표 7.3.7】 2구간 절토비탈면 상태평가등급 산정표

평가요소			결함점수	결함종류별 평가결과	총 점	결함지수	상태평가 결과
사면 손상 상태 지수	파괴 징후	①인장균열	0	a	0	f1 = 0.000	a
		②지반변형	0	a			
		③구조물변형	0	a			
	④파괴현황		0	a			
사면 파괴 요인 지수	지반 상태	⑤토질조건	3	—	10	f2 = 192	b
		⑥토층심도율	4	—			
	사면 형상	⑦사면경사	0	a			
		⑧집수지형	1	b			
	자연 요인	⑨강우 및 지하수	0	a			
	인위 요인	⑩표면보호	1	b			
		⑪배수조건	1	b			
		⑫보호/보강상태	0	a			
합 계(Σ)					10	F = 0.132	A
상태평가 결 과		◦ 비탈면손상상태지수(f1) = (① +④)/24 = 0.000					

7.3.4 3구간 STA.7+260~7+480

본 절토비탈면 중 3구간은 비탈면 분류상 토사사면으로 분류되었으며, 항목별 배점은 각 항목에 대한 현장조사 및 문헌자료 조사 결과에 따랐으며 대상비탈면의 3구간 절토비탈면의 상태평가 결과는 다음과 같다.

가. 비탈면 손상상태 조사 결과표

【표 7.3.8】 3구간 절토비탈면 손상상태 결과표

시설물명		3구간 절토비탈면		표번호	【표 7.3.8】
비탈면 손상상태 조사 결과표					
1. 파괴징후					
일련번호	징후종류	상 태		상태점수	비고
		위치	상태 및 규모		
1-1	인장균열	－	－	0	
1-2	지반변형	－	－	0	
1-3	구조물변형	－	－	0	
2. 파괴현황					
일련번호	파괴유형	상 태		상태점수	비고
		위치	규모		
1-4		－	－	0	
		－	－		
		－	－		
		－	－		
조사일시	2017. 6		조사자	김인광, 윤양하	

나. 비탈면 파괴요인 조사 결과표

【표 7.3.9】 3구간 절토비탈면 파괴요인 조사 결과표

시설물명		3구간 절토비탈면		표번호	【표 7.3.9】
비탈면 파괴요인 조사 결과표					
1. 지반상태					
일련번호	구 분		상 태	상태 점수	비고
1-5	토사	토질조건	보통	3	
1-6		토층심도율	1.0	4	
1-7	연약암반	연경도	—	—	
1-8		면구조 방향	—	—	
1-9		풍화정도	—	—	
1-10	파쇄암반	절리 간격	—	—	
1-11		저면 경사	—	—	
1-12		절리 상태	—	—	
1-13	절리암반	절리방향-사면방향	—	—	
1-14		절리경사-사면경사	—	—	
1-15		절리상태	—	—	
2. 사면형상					
1-16	토사/암반	비탈면의 경사	게비온매트리스 시공부	—	평가 제외
1-17	토사	집수지형	1	1	
3. 자연적 외부요인					
1-18	강우 및 지하수	1일 강우량	—	0	
		지하수위	—		
4. 인위적 외부요인					
1-19	토사	표면보호상태	양호	1	
1-20	암반	절취상태	—	—	
1-21	배수조건		양호	1	
1-22	보호/보강상태		양호	0	
조사일시	2017. 6		조사자	김인광, 윤양하	

다. 상태평가 등급 산정표

【표 7.3.10】 3구간 절토비탈면 상태평가등급 산정표

평가요소			결합점수	결함종류별 평가결과	총점	결함지수	상태평가 결과
사면 손상 상태 지수	파괴 징후	①인장균열	0	a	0	f1 = 0.000	a
		②지반변형	0	a			
		③구조물변형	0	a			
	④파괴현황		0	a			
사면 파괴 요인 지수	지반 상태	⑤토질조건	3	c	10	f2 = 0.227	b
		⑥토층심도율	4	e			
	사면 형상	⑦사면경사	—	—			
		⑧집수지형	1	b			
	자연 요인	⑨강우 및 지하수	0	a			
	인위 요인	⑩표면보호	1	b			
		⑪배수조건	1	b			
		⑫보호/보강상태	0	a			
합 계(Σ)					10	F = 0.147	A
상태평가 결 과		◦ 비탈면손상상태지수(f1) = (① +④)/24 = 0.000 → a 등급					
		◦ 비탈면파괴요인지수(f2) = (⑤ +⑫)/44 = 0.227 → b 등급					
		◦ 절토비탈면 상태평가 결과(F) = (0 + 10)/68 = 0.147 → A					

7.3.4 절토비탈면 전체의 상태평가등급 결정

본 절토비탈면에 상태평가 결과는 다음과 같다.

【표 7.3.11】 절토비탈면의 상태평가 등급

구 분	결함지수(F)	평 가 결과(F)	상 태 등 급	상 태
1구간	$0.00 \leq F < 0.15$	0.125	A	문제점이 없는 최상의 상태
2구간	$0.00 \leq F < 0.15$	0.132	A	문제점이 없는 최상의 상태
3구간	$0.00 \leq F < 0.15$	0.147	A	문제점이 없는 최상의 상태

절토비탈면 상태평가 등급 결정			
시설물명	STA.6+910~7+480(영천)		
평가구분	결함지수	평가결과	비 고
상태평가	F=0.147	A	

평 가
결 과

- 본 절토비탈면에 대한 각 구간의 상태평가 결과 상태평가지수는 0.147로 산출되어 시설물의 상태평가 기준상 『A등급 : $0.00 \leq F < 0.15$ 』로 평가됨.

7.4 종합평가

7.4.1 종합평가 결과

본 절토비탈면에 대한 종합평가 결과는 다음과 같다.

【표 7.4.1】 절토비탈면의 종합평가 결과

절토비탈면 종합평가 결과 산정표			
시설물명	STA.6+910~7+480(영천)	표 번호	【표 7.4.1】
평가구분	결함지수	평가결과	비 고
상태평가	F=0.147	A	
안전성평가	해당없음		
종합평가	F=0.147	A	
종합평가결과	• 절토비탈면의 종합평가 결과 : A		

【표 7.4.2】 안 전 등 급

안전등급	상태 및 안전성	비고
A (우수)	문제점이 없는 최상의 상태	◎
B (양호)	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 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 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태	
E (불량)	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태	

7.4.2 안전등급 지정

■ 안전등급 : A등급(우수)

7.5 보수·보강 및 유지관리방안

7.5.1 보수·보강 방안

【표 7.5.1】 보수·보강 방안

구 분	손상내용	수 량	단위	보수공법	보수 순위	비고
배수시설	소단배수구 균열	30	m	주입보수	1	

검 토 의 견

- 본 절토비탈면은 전체적으로 손상발생 정도가 경미하여 안전성 및 사용성을 확보하고 있는 것으로 판단되나,
- 전반적으로 배수시설은 양호하나, 소단배수구 일부구간에서 확인된 균열은 보수조치가 필요할 것으로 판단됨.

7.5.2 중점유지관리사항

본 절토비탈면에 대한 초기점검 결과에 따라 본 절에서는 향후 실시할 점검 및 진단시 절토비탈면의 안전성, 사용성 및 내구성 차원에서 중점적으로 관찰하고 유의하여야 할 중점유지관리 항목을 설정하여 제시하였다. 이러한 항목들은 결함의 진전 여부 및 재발생 여부를 주기적으로 관찰하여 향후 더 크게 발전할 가능성이 있는 결함 부위에 대한 원인을 분석하여 사전에 예방하자는 것으로서 【표 7.5.2】에 중점유지관리 항목을 제시하였다.

【표 7.5.2】 중점유지관리 항목

구 분	점검사항	중점유지관리 항목
비탈면부	• 낙석 및 낙하물	• 풍화 진행에 따른 낙석 발생여부 확인 • 식생기반재 탈락에 따른 낙하물 발생여부 확인
식생상태	• 표면보호공	• 취부공 미확착에 따른 표층 침식여부 확인
배수시설	• 배수구	• 배수시설 균열로 인한 파손 발생 여부 확인 • 배수기능 확보 여부 확인

7.6 종합결론

7.6.1 초기점검 결과

- 1) 당 비탈면 최상부에 대한 조사 결과 인장균열, 지반변형 등의 중대 손상은 발생되지 않은 것으로 조사되어, 비탈면 안정성에 영향을 미칠만한 특별한 손상은 조사되지 않은 상태이다.
- 2) 비탈면의 표면보호공으로 취부공을 시공한 상태이며, 일부구간의 경우 활착이 되지 않아 식생기반재 노출상태이다.
- 3) 전반적으로 배수시설은 양호하나, 소단배수구의 일부구간에서 균열이 발생되어 보수조치가 필요한 상태이다.
- 4) 본 절토비탈면에 대한 상태평가 결과 『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침』에 근거한 절토비탈면의 안전등급은 “문제점이 없는 최상의 상태”인 『A등급』으로 평가되었다.

7.6.2 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 1) 풍화진행에 따른 낙석 발생여부 확인 필요.
- 2) 식생기반재 탈락에 따른 낙하물 발생여부 확인 필요.
- 3) 녹화공 미활착에 따른 표층 침식여부 확인 필요.
- 4) 배수시설 균열로 인한 손상 발생여부 확인 필요.
- 5) 배수기능 확보 여부 확인 필요.

7.6.3 기타 필요한 사항

시설물의 안전성 유지는 점검 당시에는 양호한 상태로 존재하여도, 이후의 유지관리 상태 및 예기치 않던 외적요인에 의해 잔존해 있던 위험요소가 일시적으로 노출되어 안전성에 영향을 미칠 수 있으므로 지속적인 점검 등의 유지관리를 통해 기능성과 안전성을 유지하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

제 8 장 STA.8+740~8+960(영천)

8.1 개요

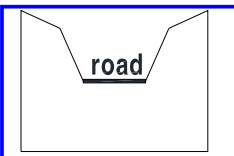
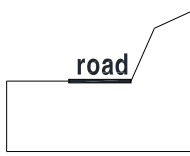
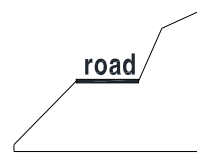
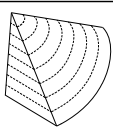
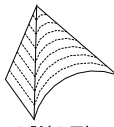
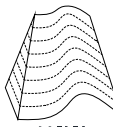
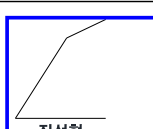
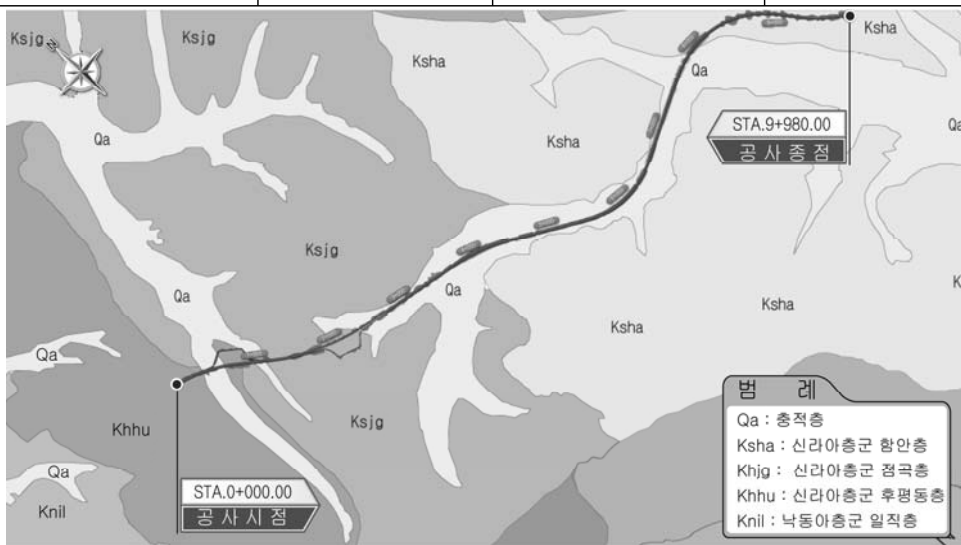
8.1.1 대상 시설물 개요

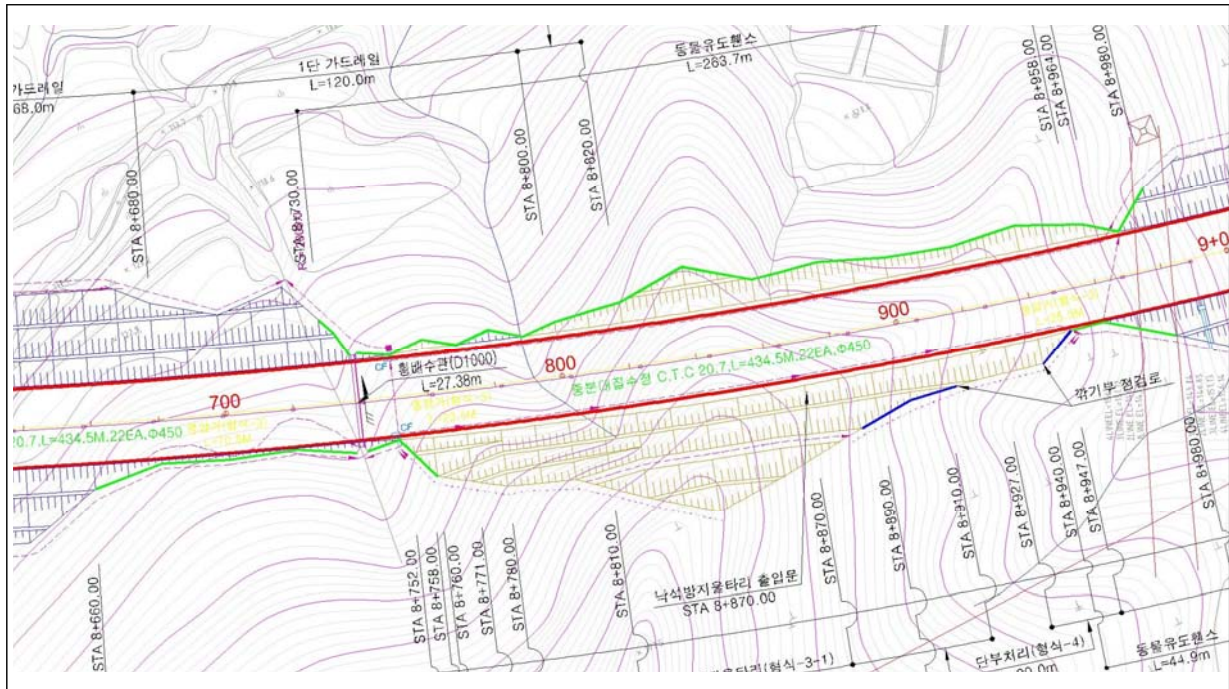
본 과업대상 절토비탈면은 경상북도 군위군 소보면 달산리에 위치한 시설물로서 총연장 220m의 절토비탈면으로 현황은 【표 8.1.1】과 같으며, 『제1편 2.2.1 나. 조사영역 및 비탈면의 분할』의 내용에 따라 비탈면을 1개구간으로 나누어 현장조사를 수행하였다.

【표 8.1.1】 절토비탈면 일반현황

조사일자	2017. 6	조 사 자	김인광, 윤양하	
일 기	맑음	준공년도	2017. 6	
행정구역	경상북도 군위군 소보면 달산리			
위 경 도	시 점 : N(36° 15′ 28″), E(128° 26′ 35″)			
	종 점 : N(36° 15′ 25″), E(128° 26′ 45″)			
절토비탈면	길 이 : 220m		높 이 : 36m	
	경 사/경사방향 : 48° / 016°			
	구성물질 : 혼합		토층심도 : 2.0~4.0m	
	소 단 : 3			
낙석/뜯돌	낙석 존재유무 : 무		낙석의 양 :	
	낙석 평균크기 :			
	낙석 최대크기 :			
	뜯돌 존재유무 : 무		뜯돌의 양 :	
	뜯돌 평균크기 :			
절토비탈면 시공현황	종 류		위 치	상 태
	산마루배수구		STA.8+740~840, 8+880~960,	양호
	소단배수구		STA.8+800~8+880	양호
	점검로		STA.8+880~8+960	양호
	식생공		전구간	양호
	낙석방지울타리		STA.8+790~8+900	양호
	L형 측구		전구간	양호
붕괴이력	유 형		규 모	위 치
기 타				

【표 8.1.2】 절토비탈면 지형 및 식생

주변지형의 특성	주변 지형		구릉성지형			
	종단면 형상		  			
	기타 특징		-			
절토비탈면의 특성	종 횡 단 면	   		종 단 면 특 성	     	
		경 사 도			상향 10° ~ 20°	
상부 자연비탈면	인장균열		무	인공구조물	무	
	포행흔적		무	산마루배수구	무	
	수목의 기울어짐		무	계곡부	유	
지질도						
	• 본 지역은 주라기의 관입암류와 백악기 경상누층군의 신동층군 낙동층의 만경상층원과 금당리층원, 백악기의 관입암류가 분포하는 지역이다. • 본 지역은 주로 역암, 사암, 셰일 및 역질사암 등으로 구성되며, 하부는 역암이 대체로 우세하고 상부는 사암과 셰일이 우세하다..					
식 생	①종 류	초 본	관 목	침 엽 수	활 엽 수	
	②밀 도	중				
	③근계특징	천근성 (O), 심근성 ()				



【그림 8.1.1】 절토비탈면 평면도



【그림 8.1.2】 절토비탈면 현황

8.1.2 자료수집 및 분석

가. 설계 및 시공관련 자료

시설물을 효율적으로 유지관리하기 위해서는 설계도면, 준공도면, 구조계산서 등 시설물 가설 당시의 모든 설계도서와 이후의 점검이나 진단보고서 및 이력, 보수·보강공사 이력 등 유지관리 자료를 보존하는 것이 가장 중요하다. 대상구조물의 관련자료 수집내용은 【표 8.1.3】과 같다.

【표 8.1.3】 자료수집 내용

보존대상 목록		보유현황	비 고
설계도서	◦공 통 - 준공내역서 - 각종시방서 - 각종계산서 - 토질 및 지반조사 보고서 - 기타 특이사항 보고서	-	
	◦설계도면 - 위치도, 평면도, 단면도(종횡), 구조물도 상세도	보유	
시설물 관리대장	◦기본현황 ◦상세제원 ◦유지관리 이력	-	
시공관련 자료	◦시공관련 자료 ◦품질관리 관련자료 - 재료증명서 - 품질시험기록 - 관리 및 선정시험 기록 등 각종 시험 기록 - 시설물의 주요 구조부위에 대한 계측관련 자료 ◦사고기록	-	
안전점검 및 정밀안전진단 자료		보유	
		-	
보수보강 자료		-	

나. 안전점검 및 정밀안전진단 이력

본 과업대상 시설물에 대한 점검 및 진단 이력은 다음과 같다.

【표 8.1.4】 점검 및 진단 이력

점검종류	년 월	주요점검결과	평가등급	비고
정기점검	2014. 04.	해당없음		
정기점검	2014. 05.	해당없음		
정기점검	2015. 03.	해당없음		
정기점검	2015. 09.	해당없음		
정기점검	2016. 04.	해당없음		
정기점검	2016. 11.	사면보강공 시공중	양호	
정기점검	2017. 04.	사면보강공 시공완료	양호	

다. 보수·보강 이력

본 과업대상 시설물에 대한 보수·보강 이력은 다음과 같다.

【표 8.1.5】 보수·보강 이력

구 분	공사일시	위치 및 내용	보수·보강 내용	비 고
—	—	—	—	—

8.2 외관조사

- 본 과업대상 절토비탈면은 연장 220m, 높이 36m로 시공된 토사 및 암반으로 구성된 혼합사면으로, 『제1편 2.2.1 나. 조사영역 및 비탈면의 분할』의 내용에 따라 비탈면을 1개구간으로 분할하였다.
- 산마루배수구, 소단배수구, 점검로, 표면보호공(숏크리트, 녹화공), L형측구, 낙석방지울타리, 사면보강공(격자블럭, 계단식옹벽) 등이 시공된 상태이다.

8.2.1 1구간(STA.8+740 ~ 8+960)

【그림 8.2.1】 1구간 비탈면 전경



가. 비탈면부

- 1) 비탈면 상부 조사결과 인장균열, 지반변형 등의 비탈면 안정성에 영향을 미칠만한 특별한 손상은 없는 것으로 조사되었다.
- 2) STA.8+840지점에 토층심도는 3.0m, 비탈면높이는 36.0m이며, 토층심도율은 0.08로 암반사면으로 구분되어진다.
- 3) 암반의 풍화상태는 보통풍화(MW)에서 심한풍화(HW)이며, 토사구간은 붕적층 및 부분적으로 풍화잔류토의 상태이다.
- 4) 비탈면 보호공으로 숏크리트와 취부공이 시공된 상태이며, 보강공으로 격자블럭 및 계단식옹벽이 시공되어 있는 상태이다.

	
상부 비탈면 및 수목 상태	비탈면 보강공(계단식옹벽) 시공상태

【표 8.2.1】 비탈면 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
비탈면부	—	m ² /개소	—	—

나. 식생상태

- 1) 비탈면내 사면은 표면보호공으로 슛크리트와 취부공이 시공된 상태이며, 취부공의 경우 부분적으로 활착이 되지 않아 식생기반재 노출상태이다.

	
취부공 시공부	슛크리트 타설부

【표 8.2.2】 식생 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
식생상태	—	m ² /개소	—	—

다. 배수시설

- 1) 계곡부의 토석류를 방지하는 사방시설이 시공된 상태이며, 외관조사결과 특이손상이 없는 양호한 것으로 조사되었다.
- 2) 소단배수구와 소단배수구가 시공된 상태이며, 외관조사결과 특이손상이 없는 양호한 것으로 조사되었다.



【표 8.2.3】 배수시설 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
배수시설	—	m/개소	/	—

라. 기타시설

- 1) 점검시설로 점검로가 설치된 상태이며, 외관조사결과 특이 손상이 없는 양호한 것으로 조사되었다.
- 2) L형측구가(TYPE-2) 시공된 상태이며, 외관조사결과 특이 손상이 없는 양호한 것으로 조사되었다.



【표 8.2.4】 기타시설 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
기타시설	-	개소	-	-

8.2.2 외관조사 결과 요약

【표 8.2.5】 외관조사 결과

구 분	외관조사 결과	비 고
비탈면 부	- 비탈면 상부 조사 결과 인장균열, 지반변형 등의 비탈면 안정성에 영향을 미칠만한 특별한 손상은 조사되지 않음. - 비탈면 보강공으로 격자블럭 및 계단식옹벽이 시공된 상태이며, 외관조사 결과 특이손상이 없는 양호한 것으로 조사되었음.	
식생 상태	- 비탈면 보호공으로 숯크리트와 취부공이 시공된 상태이며, 취부공의 일부 구간에서 활착이 되지 않아 식생기반재 노출상태이다.	
배수 시설	- 시점부 계곡에 토석류 방지위해 사방시설이 설치되어 도수로와 접해있는 상태이다. - 산마루배수구, 소단배수구가 시공된 상태임. - 전반적으로 배수시설은 양호한 상태이며, 배수기능을 저하시키는 낙엽, 토사, 유목 등의 유실물 퇴적은 발견되지 않았음.	
기타	- 점검시설로 점검로가 시공된 상태이며, 시공상태는 양호함. - L형측구(TYPE-2)이 시공된 상태로 외관조사결과 특이손상이 없는 양호한 것으로 조사되었음. - 낙석방지울타리가 시공된 상태로 외관조사결과 특이손상이 없는 양호한 것으로 조사되었음.	

8.3 상태평가

- 상태평가는 『시설물의 안전점검 및 정밀안전진단지침』 및 『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침』의 절차에 따라 실시한다. 각 부재별, 시설물별로 손상 및 결함에 대한 상태평가기준에 의해 상태평가등급을 산정하며 이를 기초로 진단 및 점검대상 시설물에 대한 상태평가를 실시하고 상태평가등급을 부여한다
- 대상 비탈면은 표면보호공(슛크리트, 녹화공)이 시공되어 있어 절리에 대한 평가항목은 제외하였으며, 2017. 6. 9일~15일간의 현장조사 및 공사관리 자료를 이용하여 상태평가를 시행하였다.
- 본 과업대상 절토비탈면은 연장 220m, 높이 36m로 시공된 토사 및 암반으로 구성된 혼합사면으로, 『제1편 2.2.1 나. 조사영역 및 비탈면의 분할』의 내용에 따라 비탈면을 1개구간으로 분할하였다.

8.3.1 지반특성에 따른 절토비탈면의 분류

『공통편 3.2 상태평가 기준』에 따라 STA.8+740~8+960(영천) 절토비탈면을 【표 8.3.1】과 같이 분류하였다.

【표 8.3.1】 절토비탈면의 분류

(MPa=10.2kg/cm²)

구 분		분류기준	평가점수	비탈면종류		비고
				세부분류	종합분류	
1구간	토층심도율	0.4	0.08	암반사면	파쇄 암반사면	Ib=0.2
	압축강도	10 MPa	10MPa이상	연약암반 사면이상		
	블록크기비	0.01	0.006	파쇄암반사면		

8.3.2 1구간 STA.8+740~8+960

본 절토비탈면 중 1구간은 비탈면 분류상 파쇄암반사면으로 분류되었으며, 항목별 배점은 각 항목에 대한 현장조사 및 문헌자료 조사 결과에 따랐으며 대상비탈면의 1구간 절토비탈면의 상태평가 결과는 다음과 같다.

가. 비탈면 손상상태 조사 결과표

【표 8.3.2】 1구간 절토비탈면 손상상태 결과표

시설물명	1구간 절토비탈면			표번호	【표 8.3.2】
비탈면 손상상태 조사 결과표					
1. 파괴징후					
일련번호	징후종류	상 태		상태점수	비고
		위치	상태 및 규모		
1-1	인장균열	—	—	0	
1-2	지반변형	—	—	0	
1-3	구조물변형	—	—	0	
2. 파괴현황					
일련번호	파괴유형	상 태		상태점수	비고
		위치	규모		
1-4		—	—	0	
		—	—		
		—	—		
조사일시	2017. 6		조사자	김인광, 윤양하	

나. 비탈면 파괴요인 조사 결과표

【표 8.3.3】 1구간 절토비탈면 파괴요인 조사 결과표

시설물명		1구간 절토비탈면		표번호	【표 8.3.3】
비탈면 파괴요인 조사 결과표					
1. 지반상태					
일련번호	구 분		상 태	상태 점수	비고
1-5	토사	토질조건	—	—	
1-6		토층심도율	—	—	
1-7	연약암반	연경도	—	—	
1-8		면구조 방향	—	—	
1-9		풍화정도	—	—	
1-10	파쇄암반	절리 간격	—	—	
1-11		저면 경사	—	—	
1-12		절리 상태	—	—	
1-13	절리암반	절리방향-사면방향	—	—	
1-14		절리경사-사면경사	—	—	
1-15		절리상태	—	—	
2. 사면형상					
1-16	토사/암반	비탈면의 경사	1:0.9	3	
1-17	토사	집수지형	—	—	
3. 자연적 외부요인					
1-18	강우 및 지하수	1일 강우량	—	0	
		지하수위	—		
4. 인위적 외부요인					
1-19	토사	표면보호상태	—	—	
1-20	암반	절취상태	나쁨	3	
1-21	배수조건		양호	1	
1-22	보호/보강상태		양호	0	
조사일시	2017. 6		조사자	김인광, 윤양하	

다. 상태평가 등급 산정표

【표 8.3.4】 1구간 절토비탈면 상태평가등급 산정표

평가요소			결합점수	결합종류별 평가결과	총점	결합지수	상태평가 결과
사면 손상 상태 지수	파괴 징후	①인장균열	0	a	0	f1 = 0.000	a
		②지반변형	0	a			
		③구조물변형	0	a			
	④파괴현황		0	a			
사면 파괴 요인 지수	지반 상태	⑤절리간격	—	—	7	f2 = 0.219	b
		⑥저면경사	—	—			
		⑦절리상태	—	—			
	사면 형상	⑧사면경사	3	c			
	자연 요인	⑨강우 및 지하수	0	a			
	인위 요인	⑩절취상태	3	d			
		⑪배수조건	1	b			
		⑫보호/보강상태	0	a			
합 계(Σ)					7	F = 0.125	A
상태평가 결 과		◦ 비탈면손상상태지수(f1) = (① +④)/24 = 0.000 → a 등급					
		◦ 비탈면파괴요인지수(f2) = (⑤ +⑫)/32 = 0.219 → b 등급					
		◦ 절토비탈면 상태평가 결과(F) = (0 + 7)/56 = 0.125 → A					

8.3.2 절토비탈면 전체의 상태평가등급 결정

본 절토비탈면에 상태평가 결과는 다음과 같다.

【표 8.3.5】 절토비탈면의 상태평가 등급

구 분	결함지수(F)	평 가 결과(F)	상 태 등 급	상 태
1구간	$0.00 \leq F < 0.15$	0.125	A	문제점이 없는 최상의 상태 상태

절토비탈면 상태평가 등급 결정			
시설물명	STA.8+740~8+960(영천)		
평가구분	결함지수	평가결과	비 고
상태평가	F=0.125	A	

평 가
결 과

- 본 절토비탈면에 대한 각 구간의 상태평가 결과 상태평가지수는 0.125로 산출되어 시설물의 상태평가 기준상 『A등급 : $0.00 \leq F < 0.15$ 』로 평가됨.

8.4 종합평가

8.4.1 종합평가 결과

본 절토비탈면에 대한 종합평가 결과는 다음과 같다.

【표 8.4.1】 절토비탈면의 종합평가 결과

절토비탈면 종합평가 결과 산정표			
시설물명	STA.8+740~8+960(상주)	표 번 호	【표 8.4.1】
평가구분	결함지수	평가결과	비 고
상태평가	F=0.125	A	
안전성평가	해당없음		
종합평가	F=0.125	A	
종합평가결과	• 절토비탈면의 종합평가 결과 : A		

【표 8.4.2】 안 전 등 급

안전등급	상태 및 안전성	비고
A (우수)	문제점이 없는 최상의 상태	◎
B (양호)	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 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 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태	
E (불량)	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태	

8.4.2 안전등급 지정

■ 안전등급 : A등급(우수)

1.1 8.5 보수·보강 및 유지관리방안

8.5.1 보수·보강 방안

【표 8.5.1】 보수·보강 방안

구 분	손상내용	수 량	단위	보수공법	보수 순위	비고
—	—	—	m	—	—	

검 토 의 견

- 본 절토비탈면은 전체적으로 손상발생 정도가 경미하여 안전성 및 사용성을 확보하고 있는 것으로 판단되나,
- 비탈면의 표면보호공으로 취부공을 시공한 상태이며, 일부구간의 경우 활착이 되지 않아 식생기반재 노출상태로 유지관리에 주의가 필요한 상태이다.

8.5.2 중점유지관리사항

본 절토비탈면에 대한 초기점검 결과에 따라 본 절에서는 향후 실시할 점검 및 진단시 절토비탈면의 안전성, 사용성 및 내구성 차원에서 중점적으로 관찰하고 유의하여야 할 중점유지관리 항목을 설정하여 제시하였다. 이러한 항목들은 결함의 진전 여부 및 재발생 여부를 주기적으로 관찰하여 향후 더 크게 발전할 가능성이 있는 결함 부위에 대한 원인을 분석하여 사전에 예방하자는 것으로서 【표 8.5.2】에 중점유지관리 항목을 제시하였다.

【표 8.5.2】 중점유지관리 항목

구 분	점검사항	중점유지관리 항목
비탈면부	• 격자블럭	• 긴장력 저하에 따른 격자블럭과 사면과의 이격여부 확인 • 앵커두부 부식여부 확인
식생상태	• 표면보호공	• 취부공 미활착에 따른 표층 침식여부 확인
배수시설	• 배수구	• 배수시설 균열로 인한 파손 발생 여부 확인 • 배수기능 확보 여부 확인

8.6 종합결론

8.6.1 초기점검 결과

- 1) 당 비탈면 최상부에 대한 조사 결과 인장균열, 지반변형 등의 중대 손상은 발생되지 않은 것으로 조사되어, 비탈면 안정성에 영향을 미칠만한 특별한 손상은 조사되지 않은 상태이다.
- 2) 비탈면 보강공으로 격자블럭 및 계단식옹벽이 시공된 상태이며, 외관조사결과 특이손상이 없는 양호한 것으로 조사되었음.
- 3) 비탈면의 표면보호공으로 슛크리트 및 취부공을 시공한 상태이나, 일부구간 활착이 되지 않아 식생기반재 노출상태이다.
- 4) 전반적으로 배수시설은 양호한 상태이며, 배수기능을 저하시키는 낙엽, 토사, 유목 등의 유실물 퇴적은 관찰되지 않았다.
- 5) 본 절토비탈면에 대한 상태평가 결과 『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침』에 근거한 절토비탈면의 안전등급은 “문제점이 없는 최상의 상태”인 『A등급』으로 평가되었다.

8.6.2 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 1) 앵커체 긴장력 저하에 따른 격자블럭과 사면의 이격여부 확인
- 2) 앵커두부 부식여부 확인
- 3) 녹화공 미활착에 따른 표층 침식여부 확인 필요.
- 4) 배수시설 균열로 인한 손상 발생여부 확인 필요.
- 5) 배수구 유실물 퇴적에 의한 배수기능 저하 여부 확인 필요.

8.6.3 기타 필요한 사항

시설물의 안전성 유지는 점검 당시에는 양호한 상태로 존재하여도, 이후의 유지관리 상태 및 예기치 않던 외적요인에 의해 잔존해 있던 위험요소가 일시적으로 노출되어 안전성에 영향을 미칠 수 있으므로 지속적인 점검 등의 유지관리를 통해 기능성과 안전성을 유지하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

제 9 장 STA.9+840~10+060(영천)

9.1 개요

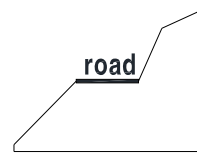
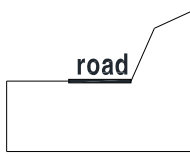
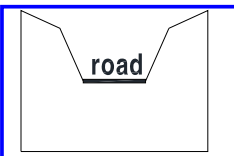
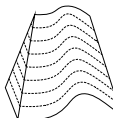
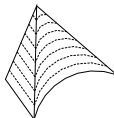
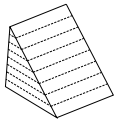
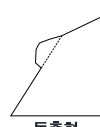
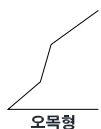
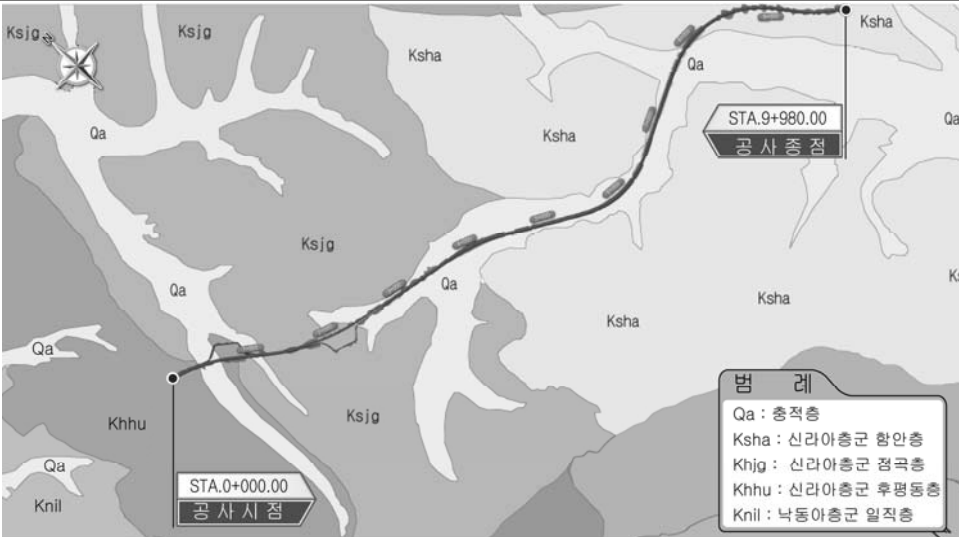
9.1.1 대상 시설물 개요

본 과업대상 절토비탈면은 경상북도 군위군 소보면 달산리에 위치한 시설물로서 총연장 220m의 절토비탈면으로 현황은 【표 9.1.1】과 같으며, 『제1편 2.2.1 나. 조사영역 및 비탈면의 분할』의 내용에 따라 비탈면을 1개구간으로 나누어 현장조사를 수행하였다.

【표 9.1.1】 절토비탈면 일반현황

조사일자	2017. 6	조 사 자	김인광, 윤양하
일 기	맑음	준공년도	2017. 6
행정구역	경상북도 군위군 소보면 달산리		
위 경 도	시 점 : N(36° 15' 25"), E(128° 27' 19")		
	중 점 : N(36° 15' 23"), E(128° 27' 28")		
절토비탈면	길 이 : 220m	높 이 : 45m	
	경 사/경사방향 : 48° / 010°		
	구성물질 : 암반	토층심도 : 0~1.0m	
	소 단 : 8		
낙석/뜯돌	낙석 존재유무 : 무	낙석의 양 :	
	낙석 평균크기 :		
	낙석 최대크기 :		
	뜯돌 존재유무 : 무	뜯돌의 양 :	
절토비탈면 시공현황	종 류	위 치	상 태
	산마루배수구	전구간	양호
	소단배수구	STA.9+890~10+020	양호
	점검로	STA.9+840~9+890	양호
	식생공	전구간	양호
	낙석방지망	STA.9+970~10+040	양호
	L형 측구	전구간	양호
붕괴이력	유 형	규 모	위 치
기 타			

【표 9.1.2】 절토비탈면 지형 및 식생

주변지형의 특성	주변 지형	구릉성지형				
	종단면 형상					
	기타 특징	-				
절토비탈면의 특성	종 횡 단 면			종 단 면 특 성		
상부 자연비탈면	경 사 도	상향 5° ~ 10°				
	인장균열	무	인공구조물	무		
	포행흔적	무	산마루배수구	무		
	수목의 기울어짐	무	계곡부	유		
지질도						
	• 본 지역은 주라기의 관입암류와 백악기 경상누층군의 신동층군 낙동층의 만경상층원과 금당리층원, 백악기의 관입암류가 분포하는 지역이다. • 본 지역은 주로 역암, 사암, 셰일 및 역질사암 등으로 구성되며, 하부는 역암이 대체로 우세하고 상부는 사암과 셰일이 우세하다..					
식 생	①종 류	초 본	관 목	침 엽 수	활 엽 수	
	②밀 도	중				
	③근계특징	천근성 (O), 심근성 ()				



【그림 9.1.1】 절토비탈면 평면도



【그림 9.1.2】 절토비탈면 현황

9.1.2 자료수집 및 분석

가. 설계 및 시공관련 자료

시설물을 효율적으로 유지관리하기 위해서는 설계도면, 준공도면, 구조계산서 등 시설물 가설 당시의 모든 설계도서와 이후의 점검이나 진단보고서 및 이력, 보수·보강공사 이력 등 유지관리 자료를 보존하는 것이 가장 중요하다. 대상구조물의 관련자료 수집내용은 【표 9.1.3】과 같다.

【표 9.1.3】 자료수집 내용

보존대상 목록		보유현황	비 고
설계도서	◦공 통 - 준공내역서 - 각종시방서 - 각종계산서 - 토질 및 지반조사 보고서 - 기타 특이사항 보고서	-	
	◦설계도면 - 위치도, 평면도, 단면도(종횡), 구조물도 상세도	보유	
시설물 관리대장	◦기본현황 ◦상세제원 ◦유지관리 이력	-	
시공관련 자료	◦시공관련 자료 ◦품질관리 관련자료 - 재료증명서 - 품질시험기록 - 관리 및 선정시험 기록 등 각종 시험 기록 - 시설물의 주요 구조부위에 대한 계측관련 자료 ◦사고기록	-	
안전점검 및 정밀안전진단 자료		보유	
		-	
보수보강 자료		-	

나. 안전점검 및 정밀안전진단 이력

본 과업대상 시설물에 대한 점검 및 진단 이력은 다음과 같다.

【표 9.1.4】 점검 및 진단 이력

점검종류	년 월	주요점검결과	평가등급	비고
정기점검	2014. 04.	해당없음		
정기점검	2014. 05.	해당없음		
정기점검	2015. 03.	해당없음		
정기점검	2015. 09.	해당없음		
정기점검	2016. 04.	해당없음		
정기점검	2016. 11.	사면보강공 시공중	양호	
정기점검	2017. 04.	사면보강공 시공완료	양호	

다. 보수·보강 이력

본 과업대상 시설물에 대한 보수·보강 이력은 다음과 같다.

【표 9.1.5】 보수·보강 이력

구 분	공사일시	위치 및 내용	보수·보강 내용	비 고
—	—	—	—	—

9.2 외관조사

- 본 과업대상 절토비탈면은 연장 220m, 높이 45m로 시공된 토사 및 암반으로 구성된 혼합사면으로, 『제1편 2.2.1 나. 조사영역 및 비탈면의 분할』의 내용에 따라 비탈면을 1개구간으로 분할하였다.
- 산마루배수구, 소단배수구, 점검로, 표면보호공(녹화공), L형측구, 낙석방지망, 사면보강공(절토부옹벽 및 계단식옹벽) 등이 시공된 상태이다.

9.2.1 1구간(STA.9+840 ~ 10+060)

【그림 9.2.1】 1구간 비탈면 전경



가. 비탈면부

- 1) 비탈면 상부 조사결과 인장균열, 지반변형 등의 비탈면 안정성에 영향을 미칠만한 특별한 손상은 없는 것으로 조사되었다.
- 2) STA.9+940지점에 토층심도는 1.0m미만, 비탈면높이는 40.0m이며, 토층심도율은 0.03으로 암반사면으로 구분되어진다.
- 3) 암반의 풍화상태는 보통풍화(MW)에서 심한풍화(HW)이며, 파쇄가 발달된 상태를 보이고 있다.
- 4) 비탈면 보강공으로 절토부옹벽과 계단식옹벽이 설치되어 있으며 낙석방지를 위해 낙석방지망이 시공되어 있는 상태이다.



상부 비탈면 및 수목 상태



사면 보강공(절토부옹벽) 시공상태



낙석방지망 시공상태



노출암반 반발경도 측정

【표 9.2.1】 비탈면 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
비탈면부	—	m ² /개소	—	—

나. 식생상태

- 1) 비탈면내 표면보호공으로 취부공이 시공된 상태이며, 부분적으로 활착이 되지 않아 식생기반재 노출상태이다.
- 2) 취부공 미시공부분은 낙석방지를 위해 낙석방지망이 설치된 상태이며, 외관조사결과 특이 손상이 없는 양호한 것으로 조사되었다.

	
취부공 시공상태	암반노출

【표 9.2.2】 식생 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
식생상태	—	m ² /개소	—	—

다. 배수시설

- 1) 소단배수구와 산마루배수구가 시공된 상태이며, 외관조사결과 특이손상이 없는 양호한 것으로 조사되었다.
- 2) 배수구의 경우 배수기능을 저하시키는 낙엽, 토사, 유목 등의 유실물은 퇴적되지 않은 것으로 조사되었다.

	
소단배수구 시공상태	산마루배수구 유실물 퇴적상태

【표 9.2.3】 배수시설 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
배수시설	—	m/개소	/	—

라. 기타시설

- 1) 점검시설로 점검로와 점검계단이 설치된 상태이며, 외관조사결과 특이 손상이 없는 양호한 것으로 조사되었다.
- 2) L형측구와 상단에 절토부옹벽이 시공된 상태이며, 외관조사결과 특이 손상이 없는 양호한 것으로 조사되었다.

	
점검로 시공상태	L형측구 및 절토부옹벽 시공상태

【표 9.2.4】 기타시설 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
기타시설	—	개소	—	—

9.2.2 외관조사 결과 요약

【표 9.2.5】 외관조사 결과

구 분	외관조사 결과	비 고
비탈면 부	- 비탈면 상부 조사 결과 인장균열, 지반변형 등의 비탈면 안정성에 영향을 미칠만한 특별한 손상은 조사되지 않음. - 비탈면 보호공으로 취부공이 시공된 상태이며, 미취부지역은 낙석방지를 위해 낙석방지망이 시공된 상태이다.	
식생 상태	- 구간내 비탈면은 취부공으로 사면보호 상태이며, 부분적으로 활착이 되지 않아 식생기반재 노출상태이다.	
배수 시설	- 산마루배수구, 소단배수구 및 도수로가 시공된 상태임. - 전반적으로 배수시설은 양호한 상태이며, 배수기능을 저하시키는 낙엽, 토사, 유목 등의 유실물 퇴적은 발견되지 않았음.	
기타	- 점검시설로 점검계단과 점검로가 시공된 상태이며, 외관조사결과 특이손상이 없는 양호한 것으로 조사되었다. - L형측구 및 절토부옹벽이 시공된 상태이며, 외관조사결과 특이손상이 없는 양호한 것으로 조사되었다.	

9.2.3 반발경도시험 결과

가. 암반의 강도조사

【표 9.2.6】 암반강도시험 결과

위 치	반발경도 (Ro)	추정강도 (MPa)
10+020 지점	49	80.5

평 가 결 과	구 분	추정강도	비 고
	암반 강도	80.5 MPa	연암

9.3 상태평가

- 상태평가는 『시설물의 안전점검 및 정밀안전진단지침』 및 『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침』의 절차에 따라 실시한다. 각 부재별, 시설물별로 손상 및 결함에 대한 상태평가기준에 의해 상태평가등급을 산정하며 이를 기초로 진단 및 점검대상 시설물에 대한 상태평가를 실시하고 상태평가등급을 부여한다
- 대상 비탈면은 표면보호공이 시공되어 있으며, 2017. 6. 9일~15일간의 현장조사 및 공사관리 자료를 이용하여 상태평가를 시행하였다.
- 본 과업대상 절토비탈면은 연장 220m, 높이 45m로 시공된 토사 및 암반으로 구성된 혼합사면으로, 『제1편 2.2.1 나. 조사영역 및 비탈면의 분할』의 내용에 따라 비탈면을 1개구간으로 분할하였다.

9.3.1 지반특성에 따른 절토비탈면의 분류

『공통편 3.2 상태평가 기준』에 따라 STA.9+840~10+060(영천) 절토비탈면을 【표 9.3.1】과 같이 분류하였다.

【표 9.3.1】 절토비탈면의 분류

(MPa=10.2kg/cm²)

구 분		분류기준	평가점수	비탈면종류		비고
				세부분류	종합분류	
1구간	토층심도율	0.4	0.03	암반사면	절리 암반사면	Ib=0.5
	압축강도	10 MPa	10MPa이상	연약암반 사면이상		
	블록크기비	0.01	0.013	절리암반사면		

9.3.2 1구간 STA.9+840~10+060

본 절토비탈면 중 1구간은 비탈면 분류상 절리암반사면으로 분류되었으며, 항목별 배점은 각 항목에 대한 현장조사 및 문헌자료 조사 결과에 따랐으며 대상비탈면의 1구간 절토비탈면의 상태평가 결과는 다음과 같다.

가. 비탈면 손상상태 조사 결과표

【표 9.3.2】 1구간 절토비탈면 손상상태 결과표

시설물명	1구간 절토비탈면			표번호	【표 9.3.2】
비탈면 손상상태 조사 결과표					
1. 파괴징후					
일련번호	징후종류	상 태		상태점수	비고
		위치	상태 및 규모		
1-1	인장균열	—	—	0	
1-2	지반변형	—	—	0	
1-3	구조물변형	—	—	0	
2. 파괴현황					
일련번호	파괴유형	상 태		상태점수	비고
		위치	규모		
1-4		—	—	0	
		—	—		
		—	—		
조사일시	2017. 6		조사자	김인광, 윤양하	

나. 비탈면 파괴요인 조사 결과표

【표 9.3.3】 1구간 절토비탈면 파괴요인 조사 결과표

시설물명		1구간 절토비탈면		표번호	【표 9.3.3】
비탈면 파괴요인 조사 결과표					
1. 지반상태					
일련번호	구 분		상 태	상태 점수	비고
1-5	토사	토질조건	－	－	
1-6		토층심도율	－	－	
1-7	연약암반	연경도	－	－	
1-8		면구조 방향	－	－	
1-9		풍화정도	－	－	
1-10	파쇄암반	절리 간격	－	－	
1-11		저면 경사	－	－	
1-12		절리 상태	－	－	
1-13	절리암반	절리방향－사면방향	282 － 10 ＝ 272°	0	
1-14		절리경사－사면경사	79 － 48 ＝ 31°	0	
1-15		절리상태	보통	3	
2. 사면형상					
1-16	토사/암반	비탈면의 경사	1:0.9	1	
1-17	토사	집수지형	－	－	
3. 자연적 외부요인					
1-18	강우 및 지하수	1일 강우량	－	0	
		지하수위	－		
4. 인위적 외부요인					
1-19	토사	표면보호상태	－	－	
1-20	암반	절취상태	나쁨	5	
1-21	배수조건		양호	1	
1-22	보호/보강상태		양호	0	
조사일시	2017. 6		조사자	김인광, 윤양하	

다. 상태평가 등급 산정표

【표 9.3.4】 1구간 절토비탈면 상태평가등급 산정표

평가요소			결합점수	결함종류별 평가결과	총점	결함지수	상태평가 결과
사면 손상 상태 지수	파괴 징후	①인장균열	0	a	0	f1 = 0.000	a
		②지반변형	0	a			
		③구조물변형	0	a			
	④파괴현황		0	a			
사면 파괴 요인 지수	지반 상태	⑤절리주향 (사면과의 차이)	0	a	10	f2 = 0.192	b
		⑥저면경사 - 사면경사	0	a			
		⑦절리상태	3	c			
	사면 형상	⑧사면경사	1	b			
	자연 요인	⑨강우 및 지하수	0	a			
	인위 요인	⑩절취상태	5	d			
		⑪배수조건	1	b			
		⑫보호/보강상태	0	a			
합 계(Σ)					10	F = 0.132	A
상태평가 결 과		◦ 비탈면손상상태지수(f1) = (① +④)/24 = 0.000 → a 등급					
		◦ 비탈면파괴요인지수(f2) = (⑤ +⑫)/52 = 0.192 → b 등급					
		◦ 절토비탈면 상태평가 결과(F) = (0 + 10)/76 = 0.132 → A					

9.3.2 절토비탈면 전체의 상태평가등급 결정

본 절토비탈면에 상태평가 결과는 다음과 같다.

【표 9.3.5】 절토비탈면의 상태평가 등급

구 분	결함지수(F)	평 가 결과(F)	상 태 등 급	상 태
1구간	$0.00 \leq F < 0.15$	0.132	A	문제점이 없는 최상의 상태

절토비탈면 상태평가 등급 결정			
시설물명	STA.9+840~10+060(영천)		
평가구분	결함지수	평가결과	비 고
상태평가	F=0.132	A	

평 가
결 과

- 본 절토비탈면에 대한 각 구간의 상태평가 결과 상태평가지수는 0.132로 산출되어 시설물의 상태평가 기준상 『A등급 : $0.00 \leq F < 0.15$ 』로 평가됨.

9.4 종합평가

9.4.1 종합평가 결과

본 절토비탈면에 대한 종합평가 결과는 다음과 같다.

【표 9.4.1】 절토비탈면의 종합평가 결과

절토비탈면 종합평가 결과 산정표			
시설물명	STA.9+840~10+060(상주)	표 번 호	【표 9.4.1】
평가구분	결함지수	평가결과	비 고
상태평가	F=0.132	A	
안전성평가	해당없음		
종합평가	F=0.132	A	
종합평가결과	• 절토비탈면의 종합평가 결과 : A		

【표 9.4.2】 안 전 등 급

안전등급	상태 및 안전성	비고
A (우수)	문제점이 없는 최상의 상태	◎
B (양호)	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 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 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태	
E (불량)	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태	

9.4.2 안전등급 지정

■ 안전등급 : A등급(우수)

9.5 보수·보강 및 유지관리방안

9.5.1 보수·보강 방안

【표 9.5.1】 보수·보강 방안

구 분	손상내용	수 량	단위	보수공법	보수 순위	비고
—	—	—	m	—	—	

검 토 의 견

- 본 절토비탈면은 전체적으로 손상발생 정도가 경미하여 안전성 및 사용성을 확보하고 있는 것으로 판단되나,
- 비탈면의 표면보호공으로 취부공을 시공한 상태이며, 일부구간의 경우 활착이 되지 않아 식생기반재 노출상태로 유지관리에 주의가 필요한 상태이다.

9.5.2 중점유지관리사항

본 절토비탈면에 대한 초기점검 결과에 따라 본 절에서는 향후 실시할 점검 및 진단시 절토비탈면의 안전성, 사용성 및 내구성 차원에서 중점적으로 관찰하고 유의하여야 할 중점유지관리 항목을 설정하여 제시하였다. 이러한 항목들은 결함의 진전 여부 및 재발생 여부를 주기적으로 관찰하여 향후 더 크게 발전할 가능성이 있는 결함 부위에 대한 원인을 분석하여 사전에 예방하자는 것으로서 【표 9.5.2】에 중점유지관리 항목을 제시하였다.

【표 9.5.2】 중점유지관리 항목

구 분	점검사항	중점유지관리 항목
비탈면부	• 낙석, 낙하물	• 풍화진행에 따른 낙석 발생여부 확인 • 식생기반재 탈락에 따른 낙하물 발생여부 확인
식생상태	• 표면보호공	• 취부공 미활착에 따른 표층 침식여부 확인
배수시설	• 배수구	• 배수시설 균열로 인한 파손 발생 여부 확인 • 배수기능 확보 여부 확인
기타시설	• 절토부옹벽	• 앵커체의 긴장력저하에 따른 판넬변형여부 확인

9.6 종합결론

9.6.1 초기점검 결과

- 1) 당 비탈면 최상부에 대한 조사 결과 인장균열, 지반변형 등의 중대 손상은 발생되지 않은 것으로 조사되어, 비탈면 안정성에 영향을 미칠만한 특별한 손상은 조사되지 않은 상태이다.
- 2) 비탈면의 표면보호공으로 취부공을 시공한 상태이며, 일부구간의 경우 활착이 되지 않아 식생기반재 노출상태이다.
- 3) 전반적으로 배수시설은 양호한 상태이며, 배수기능을 저하시키는 낙엽, 토사, 유목 등의 유실물 퇴적은 관찰되지 않았다.
- 4) 낙석방지시설로 낙석방지망이 시공된 상태로 외관조사 결과 특이사항은 없는 것으로 조사되었다.
- 5) 본 절토비탈면에 대한 상태평가 결과 『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침』에 근거한 절토비탈면의 안전등급은 “문제점이 없는 최상의 상태”인 『A등급』으로 평가되었다.

9.6.2 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 1) 절토부옹벽 긴장력저하에 따른 관넬변형여부 확인
- 2) 앵커두부 부식여부 확인
- 3) 녹화공 미활착에 따른 표층 침식여부 확인 필요.
- 4) 배수시설 균열로 인한 손상 발생여부 확인 필요.
- 5) 배수구 유실물 퇴적 등에 의한 배수기능 확보 여부 확인 필요.

9.6.3 기타 필요한 사항

시설물의 안전성 유지는 점검 당시에는 양호한 상태로 존재하여도, 이후의 유지관리 상태 및 예기치 않던 외적요인에 의해 잔존해 있던 위험요소가 일시적으로 노출되어 안전성에 영향을 미칠 수 있으므로 지속적인 점검 등의 유지관리를 통해 기능성과 안전성을 유지하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

제 10 장 STA.10+640~11+020(영천)

10.1 개요

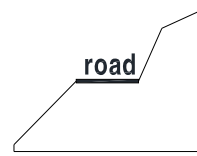
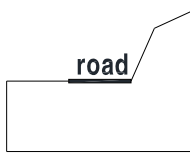
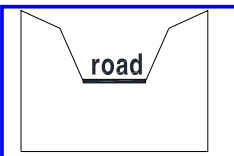
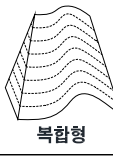
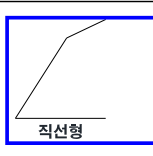
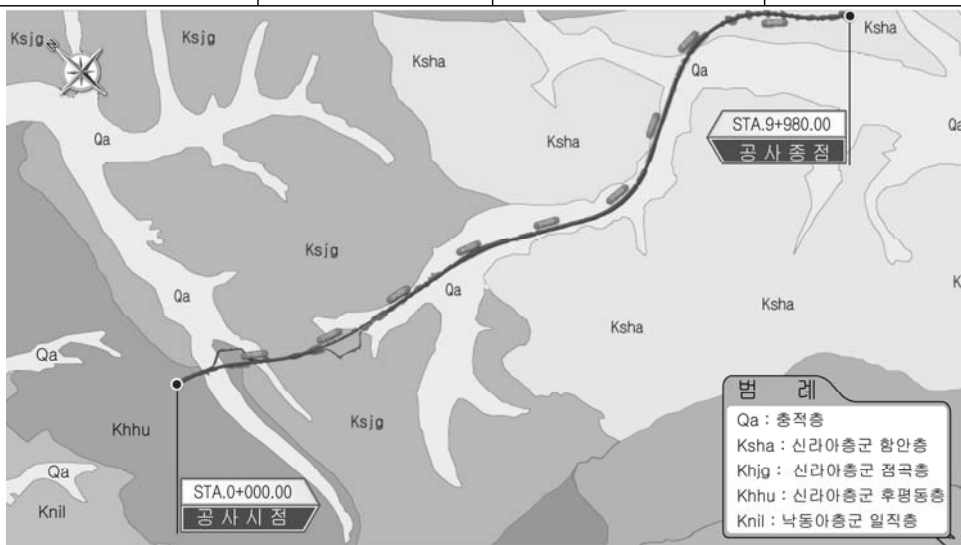
10.1.1 대상 시설물 개요

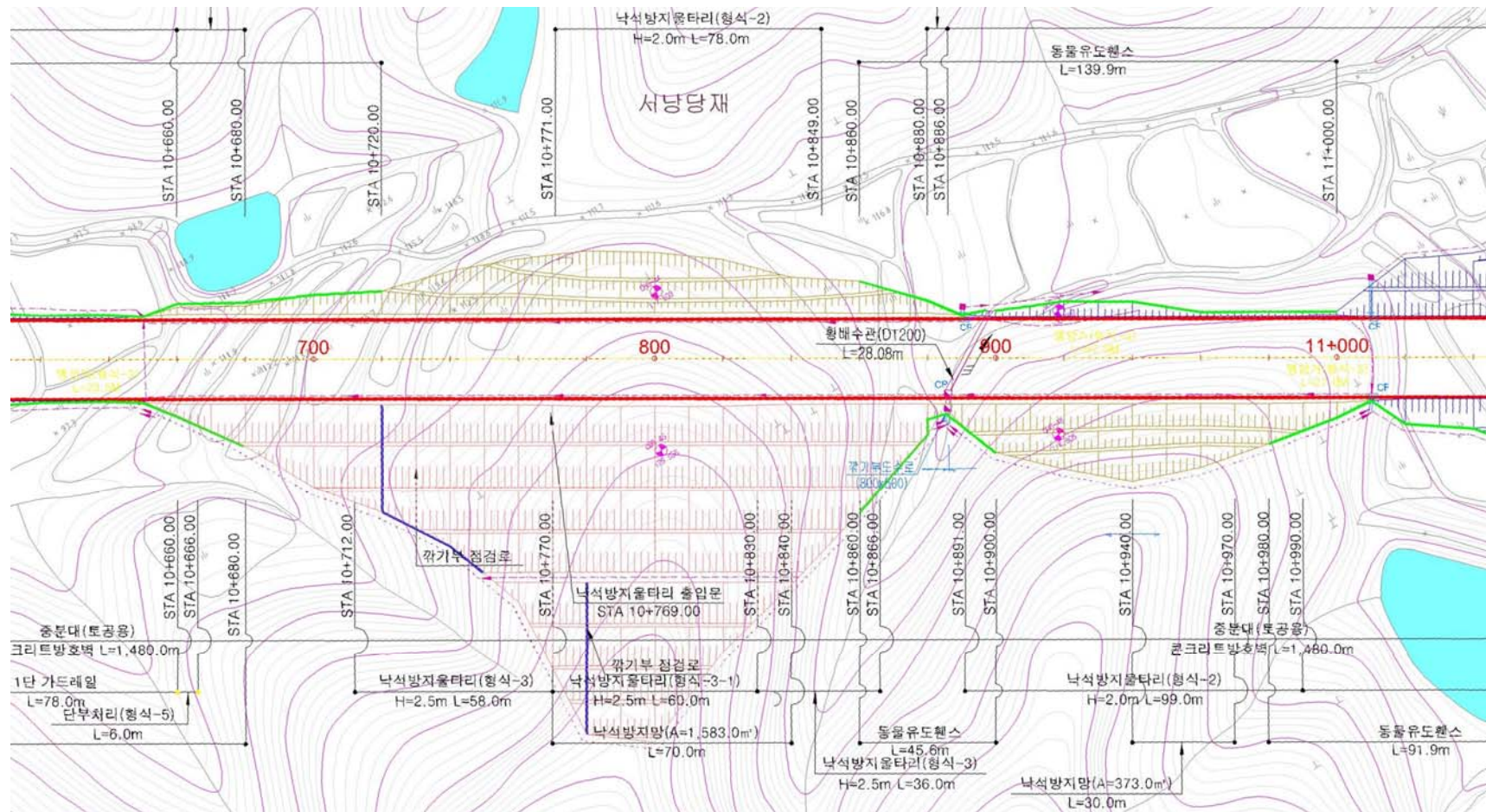
본 과업대상 절토비탈면은 경상북도 군위군 소보면 송원리에 위치한 시설물로서 총연장 380m의 절토비탈면으로 현황은 【표 10.1.1】과 같으며, 『제1편 2.2.1 나. 조사영역 및 비탈면의 분할』의 내용에 따라 【표 10.2.1】과 같이 비탈면을 2개구간으로 나누어 현장조사를 수행하였다.

【표 10.1.1】 절토비탈면 일반현황

조사일자	2017. 6	조 사 자	김인광, 윤양하
일 기	맑음	준공년도	2017. 6
행정구역	경상북도 군위군 소보면 송원리		
위 경 도	시 점 : N(36° 15' 18"), E(128° 27' 40")		
	중 점 : N(36° 15' 10"), E(128° 28' 02")		
절토비탈면	길 이 : 380m	높 이 : 40m	
	경 사/경사방향 : 44° / 030°		
	구성물질 : 혼합	토층심도 : 2.0~5.0m	
	소 단 : 7		
낙석/뜯돌	낙석 존재유무 : 무	낙석의 양 :	
	낙석 평균크기 :		
	낙석 최대크기 :		
	뜯돌 존재유무 : 무	뜯돌의 양 :	
절토비탈면 시공현황	종 류	위 치	상 태
	산마루배수구	STA.10+640~740, 10+880~11+020	양호
	소단배수구	STA.10+740~10+840	양호
	점검로	STA.10+640~10+740, 10+790(계단)	양호
	식생공	전구간	양호
	낙석방지울타리	STA.10+890~10+990	양호
	L형 측구	전구간	양호
붕괴이력	유 형	규 모	위 치
기 타			

【표 10.1.2】 절토비탈면 지형 및 식생

주변지형의 특성	주변 지형		구릉성지형			
	종단면 형상					
	기타 특징		-			
절토비탈면의 특성	종 횡 단 면	 직선형  철형(불룩)  요형(오목)  복합형		종 단 면 특 성	 직선형  요철형  오목형  하부이탈형  돌출형  불룩형	
		경 사 도			상향 20° ~ 30°	
상부 자연비탈면	인장균열		무	인공구조물	무	
	포행흔적		무	산마루배수구	무	
	수목의 기울어짐		무	계곡부	유	
지질도						
	• 본 지역은 주라기의 관입암류와 백악기 경상누층군의 신동층군 낙동층의 만경상층원과 금당리층원, 백악기의 관입암류가 분포하는 지역이다. • 본 지역은 주로 역암, 사암, 셰일 및 역질사암 등으로 구성되며, 하부는 역암이 대체로 우세하고 상부는 사암과 셰일이 우세하다..					
식 생	①종 류	초 본	관 목	침 엽 수	활 엽 수	
	②밀 도	중				
	③근계특징	천근성 (O), 심근성 ()				



【그림 10.1.1】 절토비탈면 평면도



【그림 10.1.2】 절토비탈면 현황

10.1.2 자료수집 및 분석

가. 설계 및 시공관련 자료

시설물을 효율적으로 유지관리하기 위해서는 설계도면, 준공도면, 구조계산서 등 시설물 가설 당시의 모든 설계도서와 이후의 점검이나 진단보고서 및 이력, 보수·보강공사 이력 등 유지관리 자료를 보존하는 것이 가장 중요하다. 대상구조물의 관련자료 수집내용은 【표 10.1.3】과 같다.

【표 10.1.3】 자료수집 내용

보존대상 목록		보유현황	비 고
설계도서	◦공 통 - 준공내역서 - 각종시방서 - 각종계산서 - 토질 및 지반조사 보고서 - 기타 특이사항 보고서	-	
	◦설계도면 - 위치도, 평면도, 단면도(종횡), 구조물도 상세도	보유	
시설물 관리대장	◦기본현황 ◦상세제원 ◦유지관리 이력	-	
시공관련 자료	◦시공관련 자료 ◦품질관리 관련자료 - 재료증명서 - 품질시험기록 - 관리 및 선정시험 기록 등 각종 시험 기록 - 시설물의 주요 구조부위에 대한 계측관련 자료 ◦사고기록	-	
안전점검 및 정밀안전진단 자료		보유	
		-	
보수보강 자료		-	

나. 안전점검 및 정밀안전진단 이력

본 과업대상 시설물에 대한 점검 및 진단 이력은 다음과 같다.

【표 10.1.4】 점검 및 진단 이력

점검종류	년 월	주요점검결과	평가등급	비고
정기점검	2014. 04.	해당없음		
정기점검	2014. 05.	해당없음		
정기점검	2015. 03.	해당없음		
정기점검	2015. 09.	해당없음		
정기점검	2016. 04.	해당없음		
정기점검	2016. 11.	사면보강공 시공중	양호	
정기점검	2017. 04.	사면보강공 시공완료	양호	

다. 보수·보강 이력

본 과업대상 시설물에 대한 보수·보강 이력은 다음과 같다.

【표 10.1.5】 보수·보강 이력

구 분	공사일시	위치 및 내용	보수·보강 내용	비 고
—	—	—	—	—

10.2 외 관 조사

- 본 과업대상 절토비탈면은 연장 380m, 높이 40m로 시공된 토사 및 암반으로 구성된 혼합사면으로, 『제1편 2.2.1 나. 조사영역 및 비탈면의 분할』의 내용에 따라 비탈면을 2개구간으로 분할하였다.
- 산마루배수구, 소단배수구, 점검로, 녹화공, 숯크리트공, 비탈면보강공(격자블럭, 계단식옹벽), L형측구, 낙석방지울타리 등이 시공된 상태이다.

【표 10.2.1】 절토비탈면 조사 분할구간

구 분	구 간(STA.)	연장(m)	비탈면상태	비 고
1구간	STA.10+640~10+880(영천)	240	절리암반사면	
2구간	STA.10+880~11+020(영천)	140	절리암반사면	

10.2.1 1구간(STA.10+640 ~ 10+880)

【그림 10.2.1】 1구간 비탈면 전경



가. 비탈면부

- 1) 비탈면 상부 조사결과 인장균열, 지반변형 등의 비탈면 안정성에 영향을 미칠만한 특별한 손상은 없는 것으로 조사되었다.
- 2) STA.10+800지점에 토층심도는 5.0m, 비탈면높이는 40.0m이며, 토층심도율은 0.13으로 암반사면으로 구분되어 진다.
- 3) 암반구간의 풍화상태는 보통풍화(MW)에서 심한풍화(HW)의 상태이며, 토사구간에서는 완전풍화(CW)~풍화잔류토(RS)의 상태로 조사되었다.

	
상부 비탈면 및 수목 상태	비탈면보강공(격자블럭) 시공상태

【표 10.2.2】 비탈면 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
비탈면부	—	m ² /개소	—	—

나. 식생상태

- 1) 비탈면내 암반사면은 취부공으로 사면보호 상태이며, 부분적으로 활착이 되지 않아 식생기반재 노출상태이다.

	
녹화공 시공상태	취부공 활착상태

【표 10.2.3】 식생 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
녹화공	—	m ² /개소	—	—

다. 배수시설

- 1) 소단배수구와 산마루배수구가 시공된 상태로, 산마루배수구의 경우 낙엽, 토사, 유목 등은 퇴적되지 않은 것으로 조사되었으며, 외관조사결과 특이한 손상이 없는 양호한 것으로 조사되었다.



【표 10.2.4】 배수시설 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
배수시설	—	m/개소	/	—

라. 기타시설

- 1) 점검시설로 점검로와 점검계단이 시공된 상태이며, 외관조사결과 특이 손상이 없는 양호한 것으로 조사되었다.



【표 10.2.5】 기타시설 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
기타시설	—	개소	—	—

10.2.2 2구간(STA.10+880 ~ 11+020)

【그림 10.2.2】 2구간 비탈면 전경



가. 비탈면부

- 1) 비탈면 상부 조사결과 인장균열, 지반변형 등의 비탈면 안정성에 영향을 미칠만한 특별한 손상은 없는 것으로 조사되었다.
- 2) STA.10+940지점에 토층심도는 2.0m, 비탈면높이는 21.0m이며, 토층심도를 0.10의 암반사면으로 구분되어진다.
- 3) 암반구간의 풍화상태는 보통풍화(MW)에서 심한풍화(HW)의 상태이며, 토사구간에서는 완전풍화(CW)~풍화잔류토(RS)의 상태로 조사되었다.
- 4) 비탈면 보강공으로 계단식옹벽이 시공되어 있으며, 비탈면 보호공으로 솟크리트가 부분 타설 되어있는 상태이다.



상부비탈면 및 수목상태



비탈면 보강공(계단식옹벽)

【표 10.2.6】 비탈면 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
비탈면부	—	m ² /개소	/	—

나. 식생상태

- 1) 표면보호공으로 녹화공 및 슛크리트가 시공된 상태이며, 녹화공의 경우 부분적으로 활착이 되지 않아 식생기반재 노출상태이다.



【표 10.2.7】 식생 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
식생상태	—	m ² /개소	—	—

다. 배수시설

- 1) 산마루배수구와 도수로가 시공된 상태이며, 외관조사결과 특이 손상이 없는 양호한 것으로 조사되었다.



【표 10.2.8】 배수시설 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
배수시설	—	m/개소	/	—

라. 기타시설

- 1) L형측구가(TYPE-2)와 그 배면으로 낙석방지울타리가 시공된 상태이며, 외관조사결과 특이 손상이 없는 양호한 것으로 조사되었다.



【표 10.2.9】 기타시설 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
기타시설	—	개소	—	—

10.2.3 외관조사 결과 요약

【표 10.2.10】 외관조사 결과

구 분	외관조사 결과	비 고
비탈면 부	- 비탈면 상부 조사 결과 인장균열, 지반변형 등의 비탈면 안정성에 영향을 미칠만한 특별한 손상은 조사되지 않음. - 암반구간의 풍화상태는 보통풍화(MW)에서 심한풍화(HW)의 상태이며, 토사구간에서는 완전풍화(CW)~풍화잔류토(RS)로 이루어져 있다. - 비탈면 보강을 위한 격자블럭, 계단식옹벽이 시공되어 있으며, 외관조사 결과 특이손상이 없는 양호한 것으로 조사되었음.	
식생 상태	- 표면보호공으로 숯크리트와 녹화공이 시공된 상태이며, 취부공의 경우 부분적으로 활착이 되지 않아 식생기반재 노출상태이다.	
배수 시설	- 산마루배수구, 소단배수구, 도수로가 시공된 상태임. - 전반적으로 배수시설은 양호한 상태이며, 배수기능을 저하시키는 낙엽, 토사, 유목 등의 유실물 퇴적은 발견되지 않았음.	
기타	- 점검시설로 점검로 및 점검계단 시공된 상태이며, 상태는 양호함. - L형측구(TYPE-1~2)와 그 배면으로 낙석방지울타리가 시공된 상태로 외관 조사결과 특이손상이 없는 양호한 것으로 조사되었음.	

10.3 상태평가

- 상태평가는 『시설물의 안전점검 및 정밀안전진단지침』 및 『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침』의 절차에 따라 실시한다. 각 부재별, 시설물별로 손상 및 결함에 대한 상태평가기준에 의해 상태평가등급을 산정하며 이를 기초로 진단 및 점검대상 시설물에 대한 상태평가를 실시하고 상태평가등급을 부여한다
- 대상 비탈면은 표면보호공이 시공되어 있어, 절리에 대한 평가항목은 제외하였으며, 2017. 6. 9일~15일간의 현장조사 및 공사관리 자료를 이용하여 상태평가를 시행하였다.
- 본 과업대상 절토비탈면은 연장 380m, 높이 40m로 시공된 토사 및 암반으로 구성된 혼합사면으로, 『제1편 2.2.1 나. 조사영역 및 비탈면의 분할』의 내용에 따라 비탈면을 2개 구간으로 분할하였다.

10.3.1 지반특성에 따른 절토비탈면의 분류

『공통편 3.2 상태평가 기준』에 따라 STA.10+640~11+020(영천) 절토비탈면을 【표 10.3.1】과 같이 분류하였다.

【표 10.3.1】 절토비탈면의 분류

(MPa=10.2kg/cm²)

구 분		분류기준	평가점수	비탈면종류		비고
				세부분류	종합분류	
1구간	토층심도율	0.4	0.13	암반사면	절리 암반사면	Ib=0.6
	압축강도	10 MPa	10MPa이상	연약암반 사면이상		
	블록크기비	0.01	0.015	절리암반사면		
2구간	토층심도율	0.4	0.10	암반사면	절리 암반사면	Ib=0.6
	압축강도	10 MPa	10MPa이상	연약암반 사면이상		
	블록크기비	0.01	0.029	절리암반사면		

10.3.2 1구간 STA.10+640~10+880

본 절토비탈면 중 1구간은 비탈면 분류상 절리암반사면으로 분류되었으며, 항목별 배점은 각 항목에 대한 현장조사 및 문헌자료 조사 결과에 따랐으며 대상비탈면의 1구간 절토비탈면의 상태평가 결과는 다음과 같다.

가. 비탈면 손상상태 조사 결과표

【표 10.3.2】 1구간 절토비탈면 손상상태 결과표

시설물명	1구간 절토비탈면			표번호	【표 10.3.2】
비탈면 손상상태 조사 결과표					
1. 파괴징후					
일련번호	징후종류	상 태		상태점수	비고
		위치	상태 및 규모		
1-1	인장균열	—	—	0	
1-2	지반변형	—	—	0	
1-3	구조물변형	—	—	0	
2. 파괴현황					
일련번호	파괴유형	상 태		상태점수	비고
		위치	규모		
1-4		—	—	0	
		—	—		
		—	—		
조사일시	2017. 6		조사자	김인광, 윤양하	

나. 비탈면 파괴요인 조사 결과표

【표 10.3.3】 1구간 절토비탈면 파괴요인 조사 결과표

시설물명		1구간 절토비탈면		표번호	【표 10.3.3】
비탈면 파괴요인 조사 결과표					
1. 지반상태					
일련번호	구 분		상 태	상태 점수	비고
1-5	토사	토질조건	—	—	
1-6		토층심도율	—	—	
1-7	연약암반	연경도	—	—	
1-8		면구조 방향	—	—	
1-9		풍화정도	—	—	
1-10	파쇄암반	절리 간격	—	—	
1-11		저면 경사	—	—	
1-12		절리 상태	—	—	
1-13	절리암반	절리방향-사면방향	—	—	
1-14		절리경사-사면경사	—	—	
1-15		절리상태	—	—	
2. 사면형상					
1-16	토사/암반	비탈면의 경사	1:2.4	0	
1-17	토사	집수지형	—	—	
3. 자연적 외부요인					
1-18	강우 및 지하수	1일 강우량	—	0	
		지하수위	—		
4. 인위적 외부요인					
1-19	토사	표면보호상태	—	—	
1-20	암반	절취상태	나쁨	5	
1-21	배수조건		양호	1	
1-22	보호/보강상태		양호	0	
조사일시	2017. 6		조사자	김인광, 윤양하	

다. 상태평가 등급 산정표

【표 10.3.4】 1구간 절토비탈면 상태평가등급 산정표

평가요소			결합점수	결함종류별 평가결과	총점	결함지수	상태평가 결과
사면 손상 상태 지수	파괴 징후	①인장균열	0	a	0	f1 = 0.000	a
		②지반변형	0	a			
		③구조물변형	0	a			
	④파괴현황		0	a			
사면 파괴 요인 지수	지반 상태	⑤절리주향 (사면과의 차이)	—	—	6	f2 = 0.214	b
		⑥저면경사 － 사면경사	—	—			
		⑦절리상태	—	—			
	사면 형상	⑧사면경사	0	a			
	자연 요인	⑨강우 및 지하수	0	a			
	인위 요인	⑩절취상태	5	d			
		⑪배수조건	1	b			
		⑫보호/보강상태	0	a			
합 계(Σ)					6	F = 0.115	A
상태평가 결 과		◦ 비탈면손상상태지수(f1) = (① +④)/24 = 0.000 → a 등급					
		◦ 비탈면파괴요인지수(f2) = (⑤ +⑫)/28 = 0.214 → b 등급					
		◦ 절토비탈면 상태평가 결과(F) = (0 + 6)/52 = 0.115 → A					

10.3.3 2구간 STA.10+880~11+020

본 절토비탈면 중 2구간은 비탈면 분류상 절리암반사면으로 분류되었으며, 항목별 배점은 각 항목에 대한 현장조사 및 문헌자료 조사 결과에 따랐으며 대상비탈면의 2구간 절토비탈면의 상태평가 결과는 다음과 같다.

가. 비탈면 손상상태 조사 결과표

【표 10.3.5】 2구간 절토비탈면 손상상태 결과표

시설물명	2구간 절토비탈면			표번호	【표 10.3.5】
비탈면 손상상태 조사 결과표					
1. 파괴징후					
일련번호	징후종류	상 태		상태점수	비고
		위치	상태 및 규모		
1-1	인장균열	—	—	0	
1-2	지반변형	—	—	0	
1-3	구조물변형	—	—	0	
2. 파괴현황					
일련번호	파괴유형	상 태		상태점수	비고
		위치	규모		
1-4		—	—	0	
		—	—		
		—	—		
		—	—		
조사일시	2017. 6		조사자	김인광, 윤양하	

나. 비탈면 파괴요인 조사 결과표

【표 10.3.6】 2구간 절토비탈면 파괴요인 조사 결과표

시설물명		2구간 절토비탈면		표번호	【표 10.3.6】
비탈면 파괴요인 조사 결과표					
1. 지반상태					
일련번호	구 분		상 태	상태 점수	비고
1-5	토사	토질조건	—	—	
1-6		토층심도율	—	—	
1-7	연약암반	연경도	—	—	
1-8		면구조 방향	—	—	
1-9		풍화정도	—	—	
1-10	파쇄암반	절리 간격	—	—	
1-11		저면 경사	—	—	
1-12		절리 상태	—	—	
1-13	절리암반	절리방향-사면방향	—	—	
1-14		절리경사-사면경사	—	—	
1-15		절리상태	—	—	
2. 사면형상					
1-16	토사/암반	비탈면의 경사	1:1.0	0	
1-17	토사	집수지형	—	—	
3. 자연적 외부요인					
1-18	강우 및 지하수	1일 강우량	—	0	
		지하수위	—		
4. 인위적 외부요인					
1-19	토사	표면보호상태	—	—	
1-20	암반	절취상태	나쁨	5	
1-21	배수조건		양호	1	
1-22	보호/보강상태		양호	0	
조사일시	2017. 6		조사자	김인광, 윤양하	

다. 상태평가 등급 산정표

【표 10.3.7】 2구간 절토비탈면 상태평가등급 산정표

평가요소			결합점수	결함종류별 평가결과	총점	결합지수	상태평가 결과
사면 손상 상태 지수	파괴 징후	①인장균열	0	a	0	f1 = 0.000	a
		②지반변형	0	a			
		③구조물변형	0	a			
	④파괴현황		0	a			
사면 파괴 요인 지수	지반 상태	⑤절리주향 (사면과의 차이)	—	—	6	f2 = 0.214	b
		⑥저면경사 － 사면경사	—	—			
		⑦절리상태	—	—			
	사면 형상	⑧사면경사	0	a			
	자연 요인	⑨강우 및 지하수	0	a			
	인위 요인	⑩절취상태	5	d			
		⑪배수조건	1	b			
		⑫보호/보강상태	0	a			
합 계(Σ)					6	F = 0.115	A
상태평가 결 과		◦ 비탈면손상상태지수(f1) = (① +④)/24 = 0.000 → a 등급					
		◦ 비탈면파괴요인지수(f2) = (⑤ +⑫)/28 = 0.214 → b 등급					
		◦ 절토비탈면 상태평가 결과(F) = (0 + 6)/52 = 0.115 → A					

10.3.4 절토비탈면 전체의 상태평가등급 결정

본 절토비탈면에 상태평가 결과는 다음과 같다.

【표 10.3.8】 절토비탈면의 상태평가 등급

구 분	결함지수(F)	평 가 결과(F)	상 태 등 급	상 태
1구간	$0.00 \leq F < 0.15$	0.115	A	문제점이 없는 최상의 상태
2구간	$0.00 \leq F < 0.15$	0.115	A	문제점이 없는 최상의 상태

절토비탈면 상태평가 등급 결정			
시설물명	STA.10+640~11+020(영천)		
평가구분	결함지수	평가결과	비 고
상태평가	F=0.115	A	

평 가
결 과

- 본 절토비탈면에 대한 각 구간의 상태평가 결과 상태평가지수는 0.115로 산출되어 시설물의 상태평가 기준상 『A등급 : $0.00 \leq F < 0.15$ 』로 평가됨.

10.4 종합평가

10.4.1 종합평가 결과

본 절토비탈면에 대한 종합평가 결과는 다음과 같다.

【표 10.4.1】 절토비탈면의 종합평가 결과

절토비탈면 종합평가 결과 산정표			
시설물명	STA.10+640~11+020(영천)	표 번 호	【표 10.4.1】
평가구분	결함지수	평가결과	비 고
상태평가	F=0.115	A	
안전성평가	해당없음		
종합평가	F=0.115	A	
종합평가결과	• 절토비탈면의 종합평가 결과 : A		

【표 10.4.2】 안 전 등 급

안전등급	상태 및 안전성	비고
A (우수)	문제점이 없는 최상의 상태	◎
B (양호)	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 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 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태	
E (불량)	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태	

10.4.2 안전등급 지정

■ 안전등급 : A등급(우수)

10.5 보수·보강 및 유지관리방안

10.5.1 보수·보강 방안

【표 10.5.1】 보수·보강 방안

구 분	손상내용	수 량	단위	보수공법	보수 순위	비고
—	—	—	m	—	—	

검 토 의 견

- 본 절토비탈면은 전체적으로 손상발생 정도가 경미하여 안전성 및 사용성을 확보하고 있는 것으로 판단되나,
- 비탈면의 표면보호공으로 취부공을 시공한 상태이며, 일부구간의 경우 활착이 되지 않아 식생기반재 노출상태로 유지관리에 주의가 필요한 상태이다.

10.5.2 중점유지관리사항

본 절토비탈면에 대한 초기점검 결과에 따라 본 절에서는 향후 실시할 점검 및 진단시 절토비탈면의 안전성, 사용성 및 내구성 차원에서 중점적으로 관찰하고 유의하여야 할 중점유지관리 항목을 설정하여 제시하였다. 이러한 항목들은 결함의 진전 여부 및 재발생 여부를 주기적으로 관찰하여 향후 더 크게 발전할 가능성이 있는 결함 부위에 대한 원인을 분석하여 사전에 예방하자는 것으로서 【표 10.5.2】에 중점유지관리 항목을 제시하였다.

【표 10.5.2】 중점유지관리 항목

구 분	점검사항	중점유지관리 항목
비탈면부	• 낙석 및 낙하물	• 풍화 진행에 따른 낙석 발생여부 확인 • 식생기반재 탈락에 따른 낙하물 발생여부 확인
식생상태	• 표면보호공	• 취부공 미활착에 따른 표층 침식여부 확인
배수시설	• 배수구	• 배수시설 균열로 인한 파손 발생 여부 확인 • 유실물 퇴적 등 배수기능 확보 여부 확인
기타시설	• 격자블럭	• 앵커체의 긴장력 저하에 따른 비탈면 변형여부 확인

10.6 종합 결론

10.6.1 초기 점검 결과

- 1) 당 비탈면 최상부에 대한 조사 결과 인장균열, 지반변형 등의 중대 손상은 발생되지 않은 것으로 조사되어, 비탈면 안정성에 영향을 미칠만한 특별한 손상은 조사되지 않은 상태이다.
- 2) 비탈면 보강공으로 격자블럭과 계단식옹벽을 시공한 상태이며, 외관조사 결과 특이사항은 없는 것으로 조사되었다.
- 3) 비탈면의 표면보호공으로 숯크리트와 취부공을 시공한 상태이며, 취부공 일부 구간의 경우 활착이 되지 않아 식생기반재 노출상태이다.
- 4) 전반적으로 배수시설은 양호한 상태이며, 배수기능을 저하시키는 낙엽, 토사, 유목 등의 유실물 퇴적은 관찰되지 않았다.
- 5) 낙석방지시설로 낙석방지울타리가 시공된 상태로 외관조사 결과 특이사항은 없는 것으로 조사되었다.
- 6) 본 절토비탈면에 대한 상태평가 결과 『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침』에 근거한 절토비탈면의 안전등급은 “문제점이 없는 최상의 상태”인 『A등급』으로 평가되었다.

10.6.2 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 1) 풍화진행에 따른 낙석 발생여부 확인 필요.
- 2) 격자블럭 앵커체 긴장력저하에 따른 비탈면 변형여부 확인 필요.
- 3) 녹화공 미활착에 따른 표면유실여부 확인 필요.
- 4) 배수시설 균열로 인한 손상 발생여부 확인 필요.
- 5) 배수구 유실물 퇴적 등 배수기능 확보 여부 확인 필요.

10.6.3 기타 필요한 사항

시설물의 안전성 유지는 점검 당시에는 양호한 상태로 존재하여도, 이후의 유지관리 상태 및 예기치 않던 외적요인에 의해 잔존해 있던 위험요소가 일시적으로 노출되어 안전성에 영향을 미칠 수 있으므로 지속적인 점검 등의 유지관리를 통해 기능성과 안전성을 유지하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

제 11 장 STA.11+470~11+660(영천)

11.1 개요

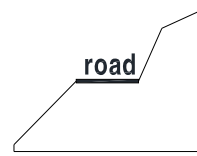
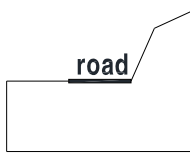
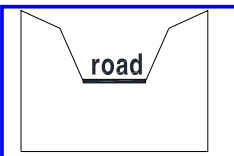
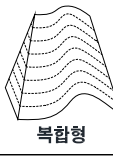
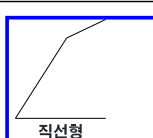
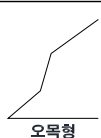
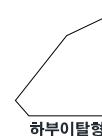
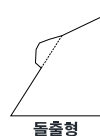
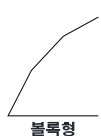
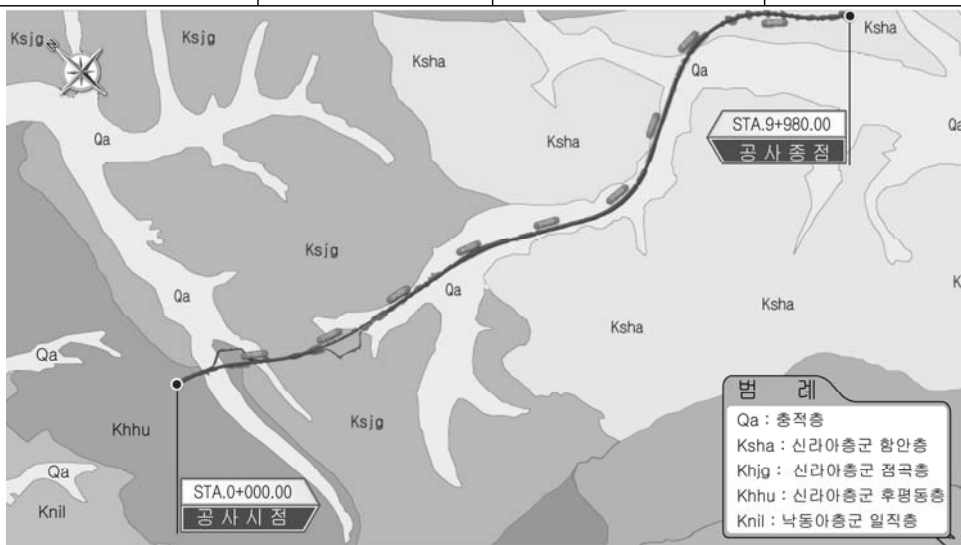
11.1.1 대상 시설물 개요

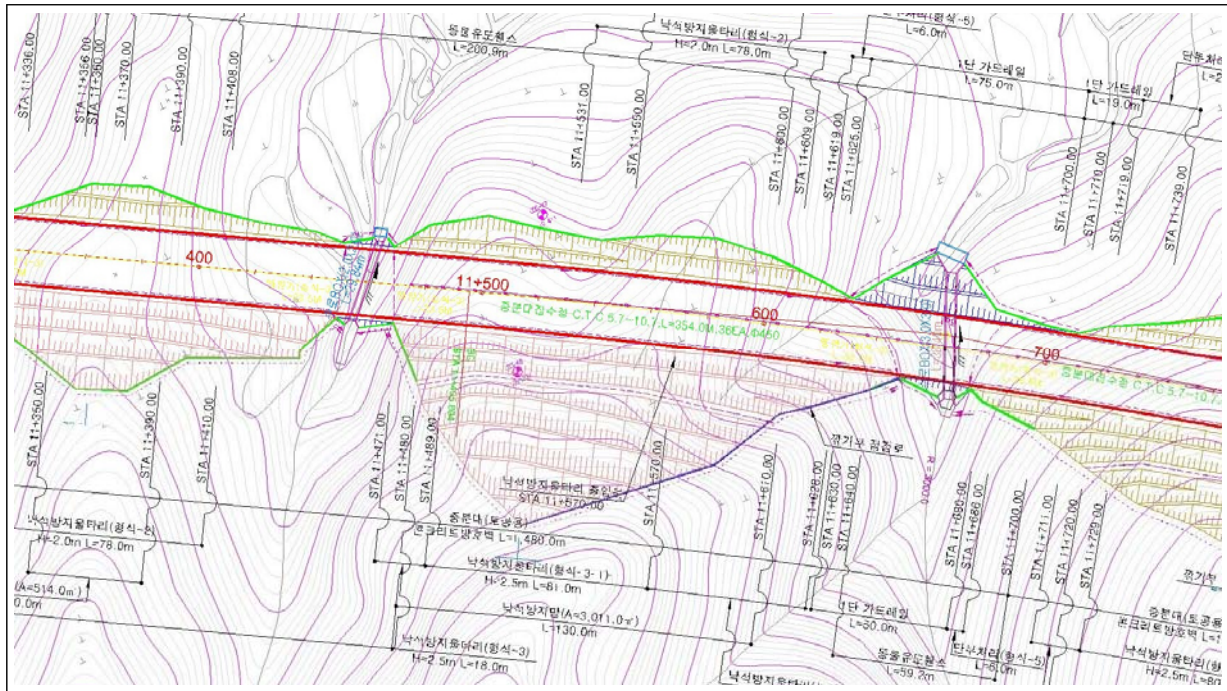
본 과업대상 절토비탈면은 경상북도 군위군 소보면 송원리에 위치한 시설물로서 총연장 190m의 절토비탈면으로 현황은 【표 11.1.1】과 같으며, 『제1편 2.2.1 나. 조사영역 및 비탈면의 분할』의 내용에 따라 비탈면을 1개구간으로 나누어 현장조사를 수행하였다.

【표 11.1.1】 절토비탈면 일반현황

조사일자	2017. 6	조 사 자	김인광, 윤양하
일 기	맑음	준공년도	2017. 6
행정구역	경상북도 군위군 소보면 달산리		
위 경 도	시 점 : N(36° 15′ 02″), E(128° 28′ 17″)		
	종 점 : N(36° 14′ 59″), E(128° 28′ 24″)		
절토비탈면	길 이 : 190m		높 이 : 42m
	경 사/경사방향 : 47° / 030°		
	구성물질 : 혼합		토층심도 : 1.0~4.0m
	소 단 : 6		
낙석/뜯돌	낙석 존재유무 : 무		낙석의 양 :
	낙석 평균크기 : 낙석 최대크기 :		
	뜯돌 존재유무 : 무		뜯돌의 양 :
	뜯돌 평균크기 : 뜯돌 최대크기 :		
절토비탈면 시공현황	종 류	위 치	상 태
	산마루배수구	전구간	양호
	소단배수구	STA.11+490~11+600	양호
	점검로	STA.11+600~11+660	양호
	식생공	전구간	양호
	L형 측구	전구간	양호
붕괴이력	유 형	규 모	위 치
기 타			

【표 11.1.2】 절토비탈면 지형 및 식생

주변지형의 특성	주변 지형		구릉성지형			
	종단면 형상					
	기타 특징		-			
절토비탈면의 특성	종 횡 단 면	 직선형  철형(불록)  요형(오목)  복합형		종 단 면 특 성	 직선형  요철형  오목형  하부이탈형  돌출형  불룩형	
		경 사 도			상향 20° ~ 30°	
상부 자연비탈면	인장균열		무	인공구조물	무	
	포행흔적		무	산마루배수구	무	
	수목의 기울어짐		무	계곡부	유	
지질도						
	• 본 지역은 주라기의 관입암류와 백악기 경상누층군의 신동층군 낙동층의 만경상층원과 금당리층원, 백악기의 관입암류가 분포하는 지역이다. • 본 지역은 주로 역암, 사암, 셰일 및 역질사암 등으로 구성되며, 하부는 역암이 대체로 우세하고 상부는 사암과 셰일이 우세하다..					
식 생	①종 류	초 본	관 목	침 엽 수	활 엽 수	
	②밀 도	중				
	③근계특징	천근성 (O), 심근성 ()				



【그림 11.1.1】 절토비탈면 평면도



【그림 11.1.2】 절토비탈면 현황

11.1.2 자료수집 및 분석

가. 설계 및 시공관련 자료

시설물을 효율적으로 유지관리하기 위해서는 설계도면, 준공도면, 구조계산서 등 시설물 가설 당시의 모든 설계도서와 이후의 점검이나 진단보고서 및 이력, 보수·보강공사 이력 등 유지관리 자료를 보존하는 것이 가장 중요하다. 대상구조물의 관련자료 수집내용은 【표 11.1.3】과 같다.

【표 11.1.3】 자료수집 내용

보존대상 목록		보유현황	비 고
설계도서	◦공 통 - 준공내역서 - 각종시방서 - 각종계산서 - 토질 및 지반조사 보고서 - 기타 특이사항 보고서	-	
	◦설계도면 - 위치도, 평면도, 단면도(종횡), 구조물도 상세도	보유	
시설물 관리대장	◦기본현황 ◦상세제원 ◦유지관리 이력	-	
시공관련 자료	◦시공관련 자료 ◦품질관리 관련자료 - 재료증명서 - 품질시험기록 - 관리 및 선정시험 기록 등 각종 시험 기록 - 시설물의 주요 구조부위에 대한 계측관련 자료 ◦사고기록	-	
안전점검 및 정밀안전진단 자료		보유	
		-	
보수보강 자료		-	

나. 안전점검 및 정밀안전진단 이력

본 과업대상 시설물에 대한 점검 및 진단 이력은 다음과 같다.

【표 11.1.4】 점검 및 진단 이력

점검종류	년 월	주요점검결과	평가등급	비고
정기점검	2014. 04.	해당없음		
정기점검	2014. 05.	해당없음		
정기점검	2015. 03.	해당없음		
정기점검	2015. 09.	해당없음		
정기점검	2016. 04.	해당없음		
정기점검	2016. 11.	사면보강공 시공중	양호	
정기점검	2017. 04.	사면보강공 시공완료	양호	

다. 보수·보강 이력

본 과업대상 시설물에 대한 보수·보강 이력은 다음과 같다.

【표 11.1.5】 보수·보강 이력

구 분	공사일시	위치 및 내용	보수·보강 내용	비 고
—	—	—	—	—

11.2 외 관 조사

- 본 과업대상 절토비탈면은 연장 190m, 높이 42m로 시공된 토사 및 암반으로 구성된 혼합사면으로, 『제1편 2.2.1 나. 조사영역 및 비탈면의 분할』의 내용에 따라 비탈면을 1개구간으로 분할하였다.
- 산마루배수구, 소단배수구, 점검로, 표면보호공(숯크리트, 녹화공), L형측구, 사면보강공(격자블럭) 등이 시공된 상태이다.

11.2.1 1구간(STA.11+470 ~ 11+660)

【그림 11.2.1】 1구간 비탈면 전경



가. 비탈면부

- 1) 비탈면 상부 조사결과 인장균열, 지반변형 등의 비탈면 안정성에 영향을 미칠만한 특별한 손상은 없는 것으로 조사되었다.
- 2) STA.11+520지점에 토층심도는 1.0m, 비탈면높이는 31m이며, 토층심도율 0.03의 암반사면으로 구분되어진다.
- 3) 암반의 풍화상태는 보통풍화(MW)에서 심한풍화(HW)의 상태이다.
- 4) 비탈면 보강공으로 격자블럭이 시공된 상태이며, 비탈면 보호공으로 숯크리트와 취부공이 시공된 상태이다.

	
상부 비탈면 및 수목 상태	비탈면 보강공(격자블럭) 시공상태

【표 11.2.1】 비탈면 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
비탈면부	—	m ² /개소	—	—

나. 식생상태

- 1) 표면보호공으로 슛크리트와 녹화공이 시공된 상태이며, 취부공 시공구역에서 부분적으로 활착이 되지 않아 식생기반재 노출상태이다.

	
취부공 시공부	슛크리트 타설부

【표 11.2.2】 식생 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
식생상태	—	m ² /개소	—	—

다. 배수시설

- 1) 소단배수구와 산마루배수구가 시공된 상태로, 외관조사결과 특이 손상이 없는 양호한 것으로 조사되었다.



【표 11.2.3】 배수시설 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
배수시설	—	m/개소	/	—

라. 기타시설

- 1) 점검시설로 점검로가 설치된 상태이며, 외관조사결과 특이 손상이 없는 양호한 것으로 조사되었다.
 2) L형측구가(TYPE-2) 시공된 상태이며, 외관조사결과 특이 손상이 없는 양호한 것으로 조사되었다.



【표 11.2.4】 기타시설 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
기타시설	—	개소	—	—

11.2.2 외관조사 결과 요약

【표 11.2.5】 외관조사 결과

구 분	외관조사 결과	비 고
비탈면 부	- 비탈면 상부 조사 결과 인장균열, 지반변형 등의 비탈면 안정성에 영향을 미칠만한 특별한 손상은 조사되지 않음. - 암반의 풍화상태는 보통풍화(MW)에서 심한풍화(HW)의 상태이다. - 비탈면에 슛크리트+격자블럭이 시공된 상태이며, 외관조사결과 특이손상이 없는 양호한 것으로 조사되었음.	
식생 상태	- 비탈면내 사면은 표면보호공으로 슛크리트와 녹화공이 시공된 상태이며, 취부공의 경우 부분적으로 활착이 되지않아 식생기반재 노출상태이다.	
배수 시설	- 소단배수구와 산마루배수구가 시공된 상태임 - 전반적으로 배수시설은 양호한 상태이며, 배수기능을 저하시키는 낙엽, 토사, 유목 등의 유실물 퇴적은 발견되지 않았음.	
기타	- 점검시설로 점검로가 시공되어 있으며, 상태는 양호함. - L형측구(TYPE-2)이 시공된 상태로 외관조사결과 특이손상이 없는 양호한 것으로 조사되었음.	

11.3 상태평가

- 상태평가는 『시설물의 안전점검 및 정밀안전진단지침』 및 『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침』의 절차에 따라 실시한다. 각 부재별, 시설물별로 손상 및 결함에 대한 상태평가기준에 의해 상태평가등급을 산정하며 이를 기초로 진단 및 점검대상 시설물에 대한 상태평가를 실시하고 상태평가등급을 부여한다
- 대상 비탈면은 표면보호공이 시공되어 있어 절리에 대한 평가항목은 제외하였으며, 2017. 6. 9일~15일간의 현장조사 및 공사관리 자료를 이용하여 상태평가를 시행하였다.
- 본 과업대상 절토비탈면은 연장 190m, 높이 42m로 시공된 토사 및 암반으로 구성된 혼합사면으로, 『제1편 2.2.1 나. 조사영역 및 비탈면의 분할』의 내용에 따라 비탈면을 1개구간으로 분할하였다.

11.3.1 지반특성에 따른 절토비탈면의 분류

『공통편 3.2 상태평가 기준』에 따라 STA.11+470~11+660(영천) 절토비탈면을 【표 11.3.1】과 같이 분류하였다.

【표 11.3.1】 절토비탈면의 분류

(MPa=10.2kg/cm²)

구 분		분류기준	평가점수	비탈면종류		비고
				세부분류	종합분류	
1구간	토층심도율	0.4	0.03	암반사면	파쇄 암반사면	Ib=0.2
	압축강도	10 MPa	10MPa이상	연약암반 사면이상		
	블록크기비	0.01	0.006	파쇄암반사면		

11.3.2 1구간 STA.11+470~11+660

본 절토비탈면 중 1구간은 비탈면 분류상 파쇄암반사면으로 분류되었으며, 항목별 배점은 각 항목에 대한 현장조사 및 문헌자료 조사 결과에 따랐으며 대상비탈면의 1구간 절토비탈면의 상태평가 결과는 다음과 같다.

가. 비탈면 손상상태 조사 결과표

【표 11.3.2】 1구간 절토비탈면 손상상태 결과표

시설물명	1구간 절토비탈면			표번호	【표 11.3.2】
비탈면 손상상태 조사 결과표					
1. 파괴징후					
일련번호	징후종류	상 태		상태점수	비고
		위치	상태 및 규모		
1-1	인장균열	—	—	0	
1-2	지반변형	—	—	0	
1-3	구조물변형	—	—	0	
2. 파괴현황					
일련번호	파괴유형	상 태		상태점수	비고
		위치	규모		
1-4		—	—	0	
		—	—		
		—	—		
조사일시	2017. 6		조사자	김인광, 윤양하	

나. 비탈면 파괴요인 조사 결과표

【표 11.3.3】 1구간 절토비탈면 파괴요인 조사 결과표

시설물명		1구간 절토비탈면		표번호	【표 11.3.3】
비탈면 파괴요인 조사 결과표					
1. 지반상태					
일련번호	구 분		상 태	상태 점수	비고
1-5	토사	토질조건	-	-	
1-6		토층심도율	-	-	
1-7	연약암반	연경도	-	-	
1-8		면구조 방향	-	-	
1-9		풍화정도	-	-	
1-10	파쇄암반	절리 간격	-	-	
1-11		저면 경사	-	-	
1-12		절리 상태	-	-	
1-13	절리암반	절리방향-사면방향	-	-	
1-14		절리경사-사면경사	-	-	
1-15		절리상태	-	-	
2. 사면형상					
1-16	토사/암반	비탈면의 경사	1:0.9	3	
1-17	토사	집수지형	-	-	
3. 자연적 외부요인					
1-18	강우 및 지하수	1일 강우량	-	0	
		지하수위	-		
4. 인위적 외부요인					
1-19	토사	표면보호상태	-	-	
1-20	암반	절취상태	나쁨	3	
1-21	배수조건		양호	1	
1-22	보호/보강상태		양호	0	
조사일시	2017. 6		조사자	김인광, 윤양하	

다. 상태평가 등급 산정표

【표 11.3.4】 1구간 절토비탈면 상태평가등급 산정표

평가요소			결함점수	결함종류별 평가결과	총점	결함지수	상태평가 결과
사면 손상 상태 지수	파괴 징후	①인장균열	0	a	0	f1 = 0.000	a
		②지반변형	0	a			
		③구조물변형	0	a			
	④파괴현황		0	a			
사면 파괴 요인 지수	지반 상태	⑤절리간격	-	-	7	f2 = 0.219	b
		⑥저면경사	-	-			
		⑦절리상태	-	-			
	사면 형상	⑧사면경사	3	c			
	자연 요인	⑨강우 및 지하수	0	a			
	인위 요인	⑩절취상태	3	d			
		⑪배수조건	1	b			
		⑫보호/보강상태	0	a			
합 계(Σ)					7	F = 0.125	A
상태평가 결 과		◦ 비탈면손상상태지수(f1) = (① +④)/24 = 0.000 → a 등급					
		◦ 비탈면파괴요인지수(f2) = (⑤ +⑫)/32 = 0.219 → b 등급					
		◦ 절토비탈면 상태평가 결과(F) = (0 + 7)/56 = 0.125 → A					

11.3.2 절토비탈면 전체의 상태평가등급 결정

본 절토비탈면에 상태평가 결과는 다음과 같다.

【표 11.3.5】 절토비탈면의 상태평가 등급

구 분	결함지수(F)	평 가 결과(F)	상 태 등 급	상 태
1구간	$0.00 \leq F < 0.15$	0.125	A	문제점이 없는 최상의 상태

절토비탈면 상태평가 등급 결정			
시설물명	STA.11+470~11+660(영천)		
평가구분	결함지수	평가결과	비 고
상태평가	F=0.125	A	

평 가
결 과

- 본 절토비탈면에 대한 각 구간의 상태평가 결과 상태평가지수는 0.125로 산출되어 시설물의 상태평가 기준상 『A등급 : $0.00 \leq F < 0.15$ 』로 평가됨.

11.4 종합평가

11.4.1 종합평가 결과

본 절토비탈면에 대한 종합평가 결과는 다음과 같다.

【표 11.4.1】 절토비탈면의 종합평가 결과

절토비탈면 종합평가 결과 산정표			
시설물명	STA.11+470~11+660(영천)	표 번 호	【표 11.4.1】
평가구분	결함지수	평가결과	비 고
상태평가	F=0.125	A	
안전성평가	해당없음		
종합평가	F=0.125	A	
종합평가결과	• 절토비탈면의 종합평가 결과 : A		

【표 11.4.2】 안 전 등 급

안전등급	상태 및 안전성	비고
A (우수)	문제점이 없는 최상의 상태	◎
B (양호)	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 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 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태	
E (불량)	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태	

11.4.2 안전등급 지정

■ 안전등급 : A등급(우수)

11.5 보수·보강 및 유지관리방안

11.5.1 보수·보강 방안

【표 11.5.1】 보수·보강 방안

구 분	손상내용	수 량	단위	보수공법	보수 순위	비고
—	—	—	m	—	—	

검 토 의 견

- 본 절토비탈면은 전체적으로 손상발생 정도가 경미하여 안전성 및 사용성을 확보하고 있는 것으로 판단되나,
- 비탈면의 표면보호공으로 슛크리트와 취부공을 시공한 상태이며, 일부구간의 경우 활착이 되지 않아 식생기반재 노출상태로 유지관리에 주의가 필요한 상태이다.

11.5.2 중점유지관리사항

본 절토비탈면에 대한 초기점검 결과에 따라 본 절에서는 향후 실시할 점검 및 진단시 절토비탈면의 안전성, 사용성 및 내구성 차원에서 중점적으로 관찰하고 유의하여야 할 중점유지관리 항목을 설정하여 제시하였다. 이러한 항목들은 결함의 진전 여부 및 재발생 여부를 주기적으로 관찰하여 향후 더 크게 발전할 가능성이 있는 결함 부위에 대한 원인을 분석하여 사전에 예방하자는 것으로서 【표 11.5.2】에 중점유지관리 항목을 제시하였다.

【표 11.5.2】 중점유지관리 항목

구 분	점검사항	중점유지관리 항목
비탈면부	• 격자블럭	• 긴장력 저하로 인한 격자블럭과 사면과의 이격여부 확인 • 앵커두부 부식여부 확인
식생상태	• 표면보호공	• 취부공 미활착에 따른 표층 침식여부 확인
배수시설	• 배수구	• 배수시설 균열로 인한 파손 발생 여부 확인 • 배수기능 확보 여부 확인

11.6 종합 결론

11.6.1 초기 점검 결과

- 1) 당 비탈면 최상부에 대한 조사 결과 인장균열, 지반변형 등의 중대 손상은 발생되지 않은 것으로 조사되어, 비탈면 안정성에 영향을 미칠만한 특별한 손상은 조사되지 않은 상태이다.
- 2) 비탈면 보강공으로 격자블럭이 시공된 상태이며, 외관조사결과 특이손상이 없는 양호한 것으로 조사되었음.
- 3) 비탈면의 표면보호공으로 슛크리트 및 취부공을 시공한 상태이나, 일부구간 활착이 되지 않아 식생기반재 노출상태이다.
- 4) 전반적으로 배수시설은 양호한 상태이며, 배수기능을 저하시키는 낙엽, 토사, 유목 등의 유실물 퇴적은 관찰되지 않았다.
- 5) 본 절토비탈면에 대한 상태평가 결과 『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침』에 근거한 절토비탈면의 안전등급은 “문제점이 없는 최상의 상태”인 『A등급』으로 평가되었다.

11.6.2 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 1) 앵커체 긴장력 저하에 따른 격자블럭과 사면과의 이격여부 확인.
- 2) 앵커두부 부식여부 확인.
- 3) 녹화공 미활착에 따른 표층 침식여부 확인 필요.
- 4) 배수시설 균열로 인한 손상 발생여부 확인 필요.
- 5) 배수기능 확보 여부 확인 필요.

11.6.3 기타 필요한 사항

시설물의 안전성 유지는 점검 당시에는 양호한 상태로 존재하여도, 이후의 유지관리 상태 및 예기치 않던 외적요인에 의해 잔존해 있던 위험요소가 일시적으로 노출되어 안전성에 영향을 미칠 수 있으므로 지속적인 점검 등의 유지관리를 통해 기능성과 안전성을 유지하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

제 12 장 STA.11+660~12+100(영천)

12.1 개요

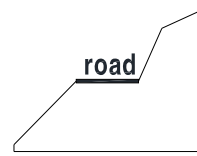
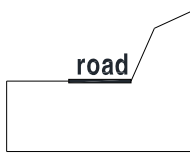
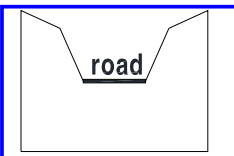
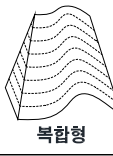
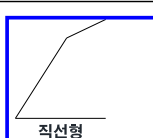
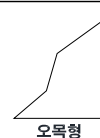
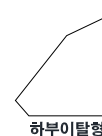
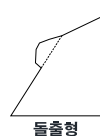
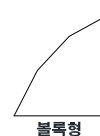
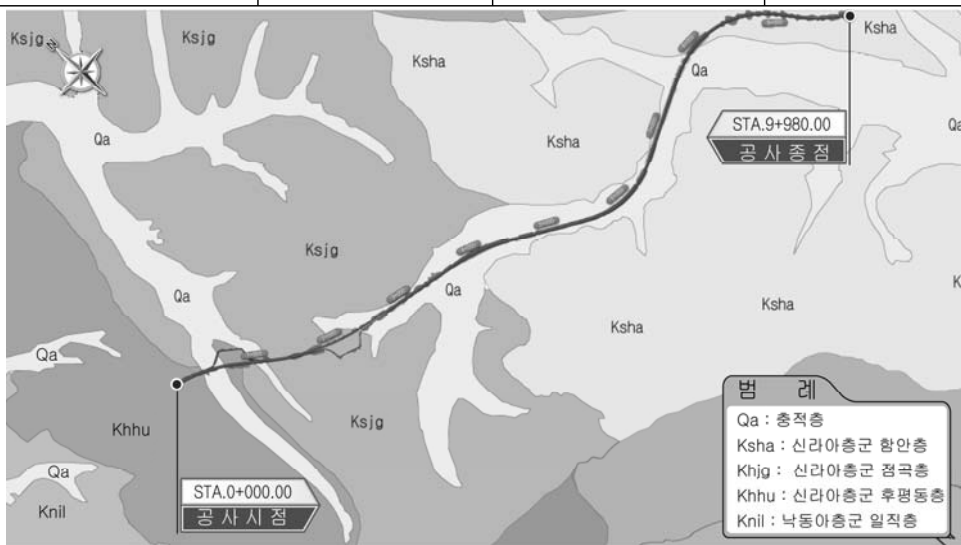
12.1.1 대상 시설물 개요

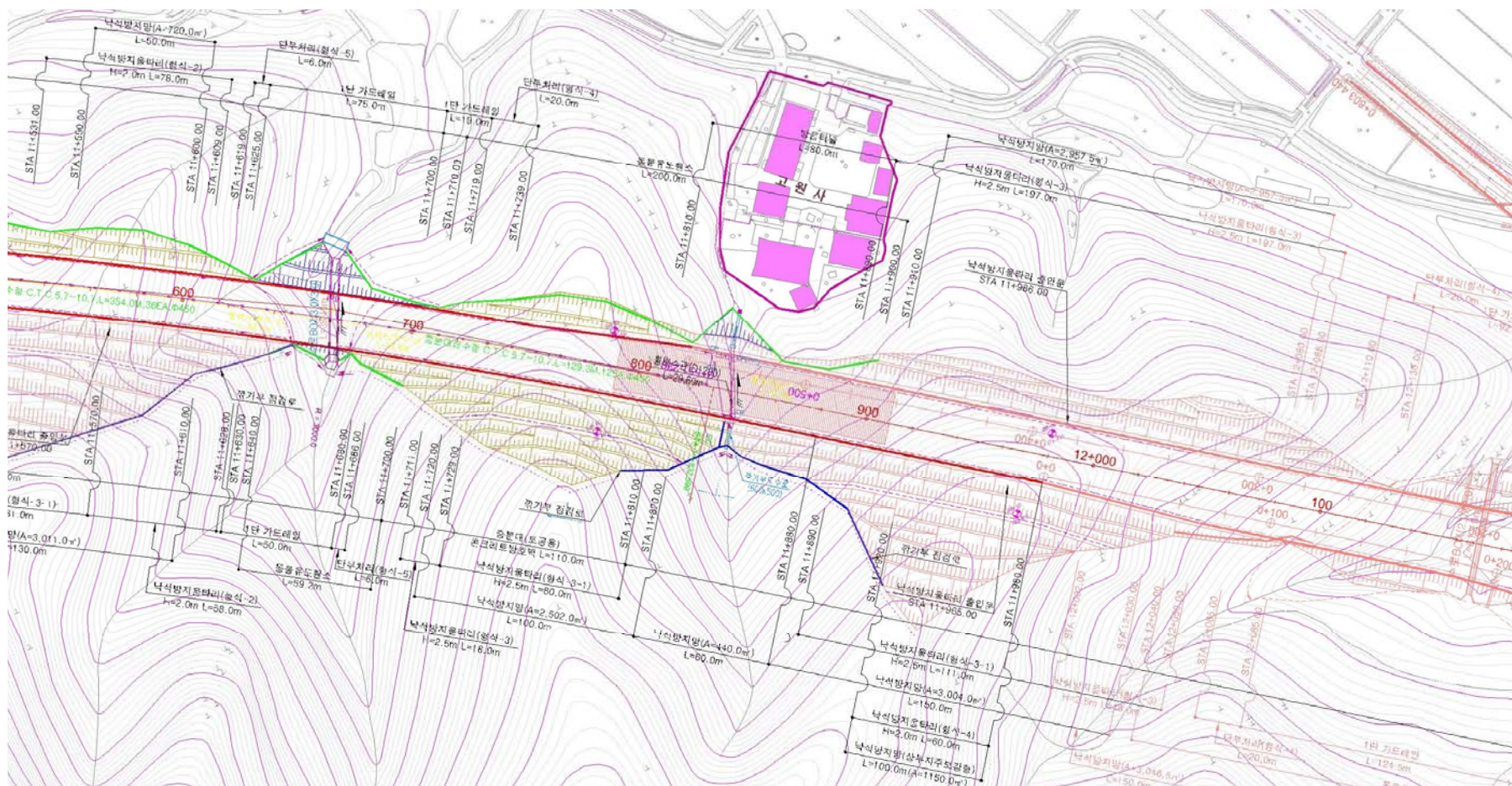
본 과업대상 절토비탈면은 경상북도 군위군 소보면 신계리에 위치한 시설물로서 총연장 440m의 절토비탈면으로 현황은 【표 12.1.1】과 같으며, 『제1편 2.2.1 나. 조사영역 및 비탈면의 분할』의 내용에 따라 【표 12.2.1】과 같이 비탈면을 2개구간으로 나누어 현장조사를 수행하였다.

【표 12.1.1】 절토비탈면 일반현황

조사일자	2017. 6	조 사 자	김인광, 윤양하
일 기	맑음	준공년도	2017. 6
행정구역	경상북도 군위군 소보면 신계리		
위 경 도	시 점 : N(36° 14' 59"), E(128° 28' 24")		
	중 점 : N(36° 14' 52"), E(128° 28' 36")		
절토비탈면	길 이 : 440m	높 이 : 40m	
	경 사/경사방향 : 44° / 035°		
	구성물질 : 혼합	토층심도 : 3.0~4.0m	
	소 단 : 8		
낙석/뜯돌	낙석 존재유무 : 무	낙석의 양 :	
	낙석 평균크기 :		
	낙석 최대크기 :		
	뜯돌 존재유무 : 무	뜯돌의 양 :	
	뜯돌 평균크기 :		
절토비탈면 시공현황	종 류	위 치	상 태
	산마루배수구	STA.11+830~12+100	보통
	소단배수구	STA.11+720~12+020	보통
	점검로	STA.11+830~11+890	양호
	식생공	전구간	양호
	낙석방지울타리	STA.11+790~11+910	양호
	L형 측구	전구간	양호
붕괴이력	유 형	규 모	위 치
기 타			

【표 12.1.2】 절토비탈면 지형 및 식생

주변지형의 특성	주변 지형		구릉성지형			
	종단면 형상					
	기타 특징		-			
절토비탈면의 특성	종 횡 단 면	 직선형  철형(불록)  요형(오목)  복합형		종 단 면 특 성	 직선형  요철형  오목형  하부이탈형  돌출형  불록형	
		경 사 도			상향 20° ~ 30°	
상부 자연비탈면	인장균열		무	인공구조물	무	
	포행흔적		무	산마루배수구	무	
	수목의 기울어짐		무	계곡부	유	
지질도						
	• 본 지역은 주라기의 관입암류와 백악기 경상누층군의 신동층군 낙동층의 만경상층원과 금당리층원, 백악기의 관입암류가 분포하는 지역이다. • 본 지역은 주로 역암, 사암, 셰일 및 역질사암 등으로 구성되며, 하부는 역암이 대체로 우세하고 상부는 사암과 셰일이 우세하다..					
식 생	①종 류	초 본	관 목	침 엽 수	활 엽 수	
	②밀 도	중				
	③근계특징	천근성 (O), 심근성 ()				



【그림 12.1.1】 절토비탈면 평면도



【그림 12.1.2】 절토비탈면 현황

12.1.2 자료수집 및 분석

가. 설계 및 시공관련 자료

시설물을 효율적으로 유지관리하기 위해서는 설계도면, 준공도면, 구조계산서 등 시설물 가설 당시의 모든 설계도서와 이후의 점검이나 진단보고서 및 이력, 보수·보강공사 이력 등 유지관리 자료를 보존하는 것이 가장 중요하다. 대상구조물의 관련자료 수집내용은 【표 12.1.3】과 같다.

【표 12.1.3】 자료수집 내용

보존대상 목록		보유현황	비 고
설계도서	◦공 통 - 준공내역서 - 각종시방서 - 각종계산서 - 토질 및 지반조사 보고서 - 기타 특이사항 보고서	- - - - -	
	◦설계도면 - 위치도, 평면도, 단면도(종횡), 구조물도 상세도	보유	
시설물 관리대장	◦기본현황 ◦상세제원 ◦유지관리 이력	- - -	
시공관련 자료	◦시공관련 자료 ◦품질관리 관련자료 - 재료증명서 - 품질시험기록 - 관리 및 선정시험 기록 등 각종 시험 기록 - 시설물의 주요 구조부위에 대한 계측관련 자료 ◦사고기록	- - - - - - -	
안전점검 및 정밀안전진단 자료		보유	
		-	
보수보강 자료		-	

나. 안전점검 및 정밀안전진단 이력

본 과업대상 시설물에 대한 점검 및 진단 이력은 다음과 같다.

【표 12.1.4】 점검 및 진단 이력

점검종류	년 월	주요점검결과	평가등급	비고
정기점검	2014. 04.	해당없음		
정기점검	2014. 05.	해당없음		
정기점검	2015. 03.	해당없음		
정기점검	2015. 09.	해당없음		
정기점검	2016. 04.	해당없음		
정기점검	2016. 11.	사면보강공 시공중	양호	
정기점검	2017. 04.	사면보강공 시공완료	양호	

다. 보수·보강 이력

본 과업대상 시설물에 대한 보수·보강 이력은 다음과 같다.

【표 12.1.5】 보수·보강 이력

구 분	공사일시	위치 및 내용	보수·보강 내용	비 고
—	—	—	—	—

12.2 외 관 조사

- 본 과업대상 절토비탈면은 연장 440m, 높이 40m로 시공된 토사 및 암반으로 구성된 혼합사면으로, 『제1편 2.2.1 나. 조사영역 및 비탈면의 분할』의 내용에 따라 비탈면을 2개구간으로 분할하였다.
- 산마루배수구, 소단배수구, 점검로, 비탈면 녹화, L형측구, 낙석방지울타리 격자블럭 등이 시공된 상태이다.

【표 12.2.1】 절토비탈면 조사 분할구간

구 분	구 간(STA.)	연장(m)	비탈면상태	비 고
1구간	STA.11+660 ~ 11+840	180	절리암반사면	
2구간	STA.11+840 ~ 12+100	260	절리암반사면	

12.2.1 1구간(STA.11+660 ~ 11+840)

【그림 12.2.1】 1구간 비탈면 전경



가. 비탈면부

- 1) 비탈면 상부 조사결과 인장균열, 지반변형 등의 비탈면 안정성에 영향을 미칠만한 특별한 손상은 없는 것으로 조사되었다.
- 2) STA.11+780지점에 토층심도는 4.0m, 비탈면높이는 40.0m이며, 토층심도율 0.10의 암반사면으로 구분되어진다.
- 3) 암반구간의 풍화상태는 보통풍화(MW)에서 심한풍화(HW)의 상태이며, 토사구간에서는 완전풍화(CW)~풍화잔류토(RS)로 이루어져 있다.



상부 비탈면 및 수목 상태



암반구간 풍화상태



반발경도 측정



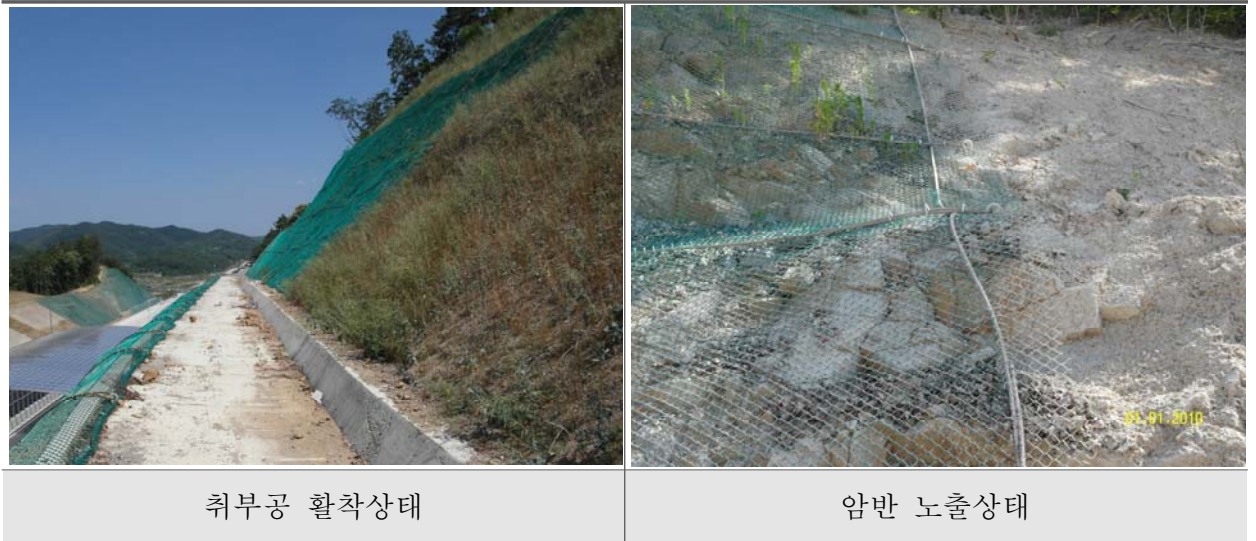
거칠기 측정

【표 12.2.2】 비탈면 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
비탈면부	—	m ² /개소	—	—

나. 식생상태

- 1) 표면보호공으로 녹화공이 시공된 상태이며, 취부공 시공구역에서 부분적으로 활착이 되지 않아 식생기반재 노출상태이다.



【표 12.2.3】 식생 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
식생상태	—	m ² /개소	/	—

다. 배수시설

- 1) 소단배수구는 4소단에 시공된 상태이며, STA.11+760~810구간에 2.0~4.0mm의 균열이 발생된 것으로 확인되었다.
- 2) 산마루배수구의 경우 낙엽, 토사, 유목 등은 퇴적되지 않은 것으로 조사되었으며, STA.11+830지점에 2.0mm의 균열이 조사되었다.



【표 12.2.4】 배수시설 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
소단배수구	균열(폭 4mm이하)	m/개소	6.5 / 3	—
산마루배수구	균열(폭 2mm이하)	m/개소	1.3 / 1	—

라. 기타시설

- 1) 점검시설로 점검로가 설치된 상태이며, 외관조사결과 특이 손상이 없는 양호한 것으로 조사되었다.
- 2) L형측구가(TYPE-2)가 시공된 상태이며, 외관조사결과 특이 손상이 없는 양호한 것으로 조사되었다.
- 3) 낙석방지시설로 낙석방지망과 낙석방지울타리가 시공된 상태이며, STA.11+790지점의 낙석방지망에 앵커볼트가 미설치되어 있는 것으로 조사되었다.

	
L형측구 시공상태	낙석방지망 앵커볼트 미설치

【표 12.2.5】 기타시설 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
낙석방지망	앵커볼트 미설치	개소	3	—

12.2.2 2구간(STA.11+840 ~ 12+100)

【그림 12.2.2】 2구간 비탈면 전경



가. 비탈면부

- 1) 비탈면 상부 조사결과 인장균열, 지반변형 등의 비탈면 안정성에 영향을 미칠만한 특별한 손상은 없는 것으로 조사되었다.
- 2) STA.11+960지점에 토층심도는 3.0m, 비탈면높이는 40.0m이며, 토층심도율 0.08의 암반사면으로 구분되어진다.
- 3) 암반구간의 풍화상태는 보통풍화(MW)에서 심한풍화(HW)의 상태이며, 토사구간은 완전풍화(CW)~풍화잔류토(RS)로 이루어져 있다.
- 4) 비탈면 보강공으로 격자블럭이 시공된 상태이며, 비탈면 보호공으로 슛크리트와 취부공이 시공된 상태이다.



상부비탈면 및 수목상태



격자블럭 시공상태



상부 비탈면 및 수목 상태



-shotcrete 와이어메쉬 노출

【표 12.2.6】 비탈면 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
비탈면부	-shotcrete 포설불량	m ² /개소	3.2 / 1	-

나. 식생상태

- 1) 표면보호공으로 -shotcrete와 녹화공이 시공된 상태이며, 취부공의 경우 부분적으로 활착이 되지 않아 식생기반 재 노출상태이다.



취부공 활착상태



-shotcrete 시공상태

【표 12.2.7】 식생 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
식생상태	-	m ² /개소	/	-

다. 배수시설

- 1) 산마루배수구와 소단배수구의 우수가 유입되는 도수로가 시공된 상태이며, 외관조사결과 특이손상이 없는 양호한 것으로 조사되었다.
- 2) 소단배수구는 2소단에 시공된 상태로, STA.11+910지점에 2mm의 균열이 발생되어 있는 상태이다.
- 2) 산마루배수구의 경우 낙엽, 토사, 유목 등은 퇴적되지 않은 것으로 조사되었으나, STA.12+020~060구간에 2~3mm의 균열이 발생되어 있는 것으로 조사되었다.



【표 12.2.8】 배수시설 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
소단배수구	균열(폭 2mm이하)	m/개소	1.9 / 1	-
산마루배수구	균열(폭 3mm이하)	m/개소	4.7 / 3	-

라. 기타시설

- 1) 점검시설로 점검계단과 점검로가 시공된 상태이며, 외관조사결과 특이손상이 없는 양호한 것으로 조사되었다.
- 2) L형측구가(TYPE-1~2) 시공된 상태이며, 외관조사결과 특이 손상이 없는 양호한 것으로 조사되었다.



점검계단 시공상태



L형측구 시공상태

【표 12.2.9】 기타시설 손상물량

구 분	손상내용	단 위	손상수량	비 고
기타시설	—	개소	—	—

12.2.3 외관조사 결과 요약

【표 12.2.10】 외관조사 결과

구 분	외관조사 결과	비 고
비탈면 부	- 비탈면 상부 조사 결과 인장균열, 지반변형 등의 비탈면 안정성에 영향을 미칠만한 특별한 손상은 조사되지 않음. - 암반구간의 풍화상태는 보통풍화(MW)에서 심한풍화(HW)의 상태이며, 토사구간에서는 완전풍화(CW)~풍화잔류토(RS)로 이루어져 있다. - 비탈면에 슛크리트+격자블럭이 시공된 상태이며, 외관조사결과 특이손상이 없는 양호한 것으로 조사되었음.	
식생 상태	- 표면보호공으로 슛크리트와 녹화공이 시공된 상태이며, 비탈면소단의 슛크리트 와이어메쉬가 일부 노출되어 있는 상태이다. - 취부공의 경우 부분적으로 활착이 되지않아 식생기반재 노출상태이다.	
배수 시설	- 산마루배수구, 소단배수구 및 도수로가 시공된 상태임. - 전반적으로 배수시설은 양호하나, 소단배수구 및 산마루배수구의 일부구간에서 균열이 조사되었음.	
기타	- 점검시설로 점검로 및 점검계단 시공된 상태이며, 상태는 양호함. - L형측구(TYPE-1~2)이 시공된 상태로 외관조사결과 특이손상이 없는 양호한 것으로 조사되었음. - 낙석방지시설로 낙석방지망과 낙석방지울타리가 시공된 상태로, 낙석방지망 끝단부 앵커볼트가 미설치된 것이 조사되었음.	

12.2.4 반발경도시험 결과

가. 암반의 강도조사

【표 12.2.11】 암반강도시험 결과

위 치	반발경도 (Ro)	추정강도 (MPa)
4+510 지점	49(-45°)	90.4
4+450 지점	53(0°)	106.8

평 가 결 과	구 분	추정강도	비 고
	암반 강도	90.4 ~ 106.8 MPa	연암, 보통암

12.3 상태평가

- 상태평가는 『시설물의 안전점검 및 정밀안전진단지침』 및 『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침』의 절차에 따라 실시한다. 각 부재별, 시설물별로 손상 및 결함에 대한 상태평가기준에 의해 상태평가등급을 산정하며 이를 기초로 진단 및 점검대상 시설물에 대한 상태평가를 실시하고 상태평가등급을 부여한다
- 대상 비탈면은 표면보호공이 시공되어 있으며, 2017. 6. 9일~15일간의 현장조사 및 공사관리 자료를 이용하여 상태평가를 시행하였다.
- 본 과업대상 절토비탈면은 연장 440m, 높이 40m로 시공된 토사 및 암반으로 구성된 혼합사면으로, 『제1편 2.2.1 나. 조사영역 및 비탈면의 분할』의 내용에 따라 비탈면을 2개 구간으로 분할하였다.

12.3.1 지반특성에 따른 절토비탈면의 분류

『공통편 3.2 상태평가 기준』에 따라 STA.11+660~12+100(영천) 절토비탈면을 【표 12.3.1】과 같이 분류하였다.

【표 12.3.1】 절토비탈면의 분류

(MPa=10.2kg/cm²)

구 분		분류기준	평가점수	비탈면종류		비고
				세부분류	종합분류	
1구간	토층심도율	0.4	0.10	암반사면	절리 암반사면	Ib=0.5
	압축강도	10 MPa	10MPa이상	연약암반 사면이상		
	블록크기비	0.01	0.013	절리암반사면		
2구간	토층심도율	0.4	0.08	암반사면	절리 암반사면	Ib=0.5
	압축강도	10 MPa	10MPa이상	연약암반 사면이상		
	블록크기비	0.01	0.013	절리암반사면		

12.3.2 1구간 STA.11+660~11+840

본 절토비탈면 중 1구간은 비탈면 분류상 절리암반사면으로 분류되었으며, 항목별 배점은 각 항목에 대한 현장조사 및 문헌자료 조사 결과에 따랐으며 대상비탈면의 1구간 절토비탈면의 상태평가 결과는 다음과 같다.

가. 비탈면 손상상태 조사 결과표

【표 12.3.2】 1구간 절토비탈면 손상상태 결과표

시설물명	1구간 절토비탈면			표번호	【표 12.3.2】
비탈면 손상상태 조사 결과표					
1. 파괴징후					
일련번호	징후종류	상 태		상태점수	비고
		위치	상태 및 규모		
1-1	인장균열	-	-	0	
1-2	지반변형	-	-	0	
1-3	구조물변형	11+760~810	소단배수구 균열	3	
2. 파괴현황					
일련번호	파괴유형	상 태		상태점수	비고
		위치	규모		
1-4		-	-	0	
		-	-		
		-	-		
조사일시	2017. 6		조사자	김인광, 윤양하	

나. 비탈면 파괴요인 조사 결과표

【표 12.3.3】 1구간 절토비탈면 파괴요인 조사 결과표

시설물명		1구간 절토비탈면		표번호	【표 12.3.3】
비탈면 파괴요인 조사 결과표					
1. 지반상태					
일련번호	구 분		상 태	상태 점수	비고
1-5	토사	토질조건	-	-	
1-6		토층심도율	-	-	
1-7	연약암반	연경도	-	-	
1-8		면구조 방향	-	-	
1-9		풍화정도	-	-	
1-10	파쇄암반	절리 간격	-	-	
1-11		저면 경사	-	-	
1-12		절리 상태	-	-	
1-13	절리암반	절리방향-사면방향	332 - 35 = 297°	0	
1-14		절리경사-사면경사	78 - 44 = 34°	0	
1-15		절리상태	보통	3	
2. 사면형상					
1-16	토사/암반	비탈면의 경사	1:1.0	0	
1-17	토사	집수지형	-	-	
3. 자연적 외부요인					
1-18	강우 및 지하수	1일 강우량	-	0	
		지하수위	-		
4. 인위적 외부요인					
1-19	토사	표면보호상태	-	-	
1-20	암반	절취상태	좋음	1	
1-21	배수조건		양호	1	
1-22	보호/보강상태		양호	0	
조사일시	2017. 6		조사자	김인광, 윤양하	

다. 상태평가 등급 산정표

【표 12.3.4】 1구간 절토비탈면 상태평가등급 산정표

평가요소			결함점수	결함종류별 평가결과	총점	결함지수	상태평가 결과
사면 손상 상태 지수	파괴 징후	①인장균열	0	a	3	f1 = 0.125	a
		②지반변형	0	a			
		③구조물변형	3	c			
	④파괴현황		0	a			
사면 파괴 요인 지수	지반 상태	⑤절리주향 (사면과의 차이)	0	a	5	f2 = 0.096	a
		⑥저면경사 - 사면경사	0	a			
		⑦절리상태	3	c			
	사면 형상	⑧사면경사	0	a			
	자연 요인	⑨강우 및 지하수	0	a			
	인위 요인	⑩절취상태	1	b			
		⑪배수조건	1	b			
		⑫보호/보강상태	0	a			
합 계(Σ)					8	F = 0.105	A
상태평가 결 과		◦ 비탈면손상상태지수(f1) = (① +④)/24 = 0.125 → a 등급					
		◦ 비탈면파괴요인지수(f2) = (⑤ +⑫)/52 = 0.096 → a 등급					
		◦ 절토비탈면 상태평가 결과(F) = (3 + 8)/76 = 0.105 → A					

12.3.3 2구간 STA.11+840~12+100

본 절토비탈면 중 2구간은 비탈면 분류상 절리암반사면으로 분류되었으며, 항목별 배점은 각 항목에 대한 현장조사 및 문헌자료 조사 결과에 따랐으며 대상비탈면의 2구간 절토비탈면의 상태평가 결과는 다음과 같다.

가. 비탈면 손상상태 조사 결과표

【표 12.3.5】 2구간 절토비탈면 손상상태 결과표

시설물명	2구간 절토비탈면			표번호	【표 12.3.5】
비탈면 손상상태 조사 결과표					
1. 파괴징후					
일련번호	징후종류	상 태		상태점수	비고
		위치	상태 및 규모		
1-1	인장균열	—	—	0	
1-2	지반변형	—	—	0	
1-3	구조물변형	12+020~060	산마루배수구 균열	3	
2. 파괴현황					
일련번호	파괴유형	상 태		상태점수	비고
		위치	규모		
1-4		—	—	0	
		—	—		
		—	—		
		—	—		
조사일시	2017. 6		조사자	김인광, 윤양하	

나. 비탈면 파괴요인 조사 결과표

【표 12.3.6】 2구간 절토비탈면 파괴요인 조사 결과표

시설물명		2구간 절토비탈면		표번호	【표 12.3.6】
비탈면 파괴요인 조사 결과표					
1. 지반상태					
일련번호	구 분		상 태	상태 점수	비고
1-5	토사	토질조건	－	－	
1-6		토층심도율	－	－	
1-7	연약암반	연경도	－	－	
1-8		면구조 방향	－	－	
1-9		풍화정도	－	－	
1-10	파쇄암반	절리 간격	－	－	
1-11		저면 경사	－	－	
1-12		절리 상태	－	－	
1-13	절리암반	절리방향－사면방향	311 － 36＝ 275°	0	
1-14		절리경사－사면경사	84 － 50 ＝ 34°	0	
1-15		절리상태	보통	3	
2. 사면형상					
1-16	토사/암반	비탈면의 경사	1:0.8	1	
1-17	토사	집수지형	－	－	
3. 자연적 외부요인					
1-18	강우 및 지하수	1일 강우량	－	0	
		지하수위	－		
4. 인위적 외부요인					
1-19	토사	표면보호상태	－	－	
1-20	암반	절취상태	좋음	1	
1-21	배수조건		양호	1	
1-22	보호/보강상태		양호	0	
조사일시	2017. 6		조사자	김인광, 윤양하	

다. 상태평가 등급 산정표

【표 12.3.7】 2구간 절토비탈면 상태평가등급 산정표

평가요소			결합점수	결함종류별 평가결과	총점	결함지수	상태평가 결과
사면 손상 상태 지수	파괴 징후	①인장균열	0	a	3	f1 = 0.125	a
		②지반변형	0	a			
		③구조물변형	3	c			
	④파괴현황		0	a			
사면 파괴 요인 지수	지반 상태	⑤절리간격	0	a	6	f2 = 0.115	a
		⑥저면경사	0	a			
		⑦절리상태	3	c			
	사면 형상	⑧사면경사	1	b			
	자연 요인	⑨강우 및 지하수	0	a			
	인위 요인	⑩절취상태	1	b			
		⑪배수조건	1	b			
		⑫보호/보강상태	0	a			
합 계(Σ)					9	F = 0.118	A
상태평가 결 과		◦ 비탈면손상상태지수(f1) = (① +④)/24 = 0.125 → a 등급					
		◦ 비탈면파괴요인지수(f2) = (⑤ +⑫)/52 = 0.115 → a 등급					
		◦ 절토비탈면 상태평가 결과(F) = (3 + 9)/76 = 0.118 → A					

12.3.4 절토비탈면 전체의 상태평가등급 결정

본 절토비탈면에 상태평가 결과는 다음과 같다.

【표 12.3.8】 절토비탈면의 상태평가 등급

구 분	결함지수(F)	평 가 결과(F)	상 태 등 급	상 태
1구간	$0.00 \leq F < 0.15$	0.105	A	문제점이 없는 최상의 상태
2구간	$0.00 \leq F < 0.15$	0.118	A	문제점이 없는 최상의 상태

절토비탈면 상태평가 등급 결정			
시설물명	STA.11+660~12+100(영천)		
평가구분	결함지수	평가결과	비 고
상태평가	F=0.118	A	

평 가
결 과

- 본 절토비탈면에 대한 각 구간의 상태평가 결과 상태평가지수는 0.118로 산출되어 시설물의 상태평가 기준상 『A등급 : $0.00 \leq F < 0.15$ 』로 평가됨.

12.4 종합평가

12.4.1 종합평가 결과

본 절토비탈면에 대한 종합평가 결과는 다음과 같다.

【표 12.4.1】 절토비탈면의 종합평가 결과

절토비탈면 종합평가 결과 산정표			
시설물명	STA.11+660~12+100(영천)	표 번호	【표 12.4.1】
평가구분	결함지수	평가결과	비 고
상태평가	F=0.118	A	
안전성평가	해당없음		
종합평가	F=0.118	A	
종합평가결과	• 절토비탈면의 종합평가 결과 : A		

【표 12.4.2】 안전 등급

안전등급	상태 및 안전성	비고
A (우수)	문제점이 없는 최상의 상태	◎
B (양호)	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 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 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태	
E (불량)	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태	

12.4.2 안전등급 지정

■ 안전등급 : A등급(우수)

12.5 보수·보강 및 유지관리방안

12.5.1 보수·보강 방안

【표 12.5.1】 보수·보강 방안

구 분	손상내용	수 량	단위	보수공법	보수 순위	비고
배수시설	소단배수구 균열	8.4	m	주입보수	1	
	산마루배수구 균열	6.0	m	주입보수	1	
기타시설	숯크리트 포설불량	3.2	m ²	재타설	1	
	낙석방지망 앵커 미설치	3	개소	설치	1	

검 토 의 견

- 본 절토비탈면은 전체적으로 손상발생 정도가 경미하여 안전성 및 사용성을 확보하고 있는 것으로 판단되나,
- 표면보호공 미비구간에 대한 표면보호조치가 필요하며, 소단배수구 및 산마루배수구 일부구간의 균열은 보수조치가 필요할 것으로 판단됨.
- 낙석방지망 끝단에 일부 앵커볼트가 미설치되어 있는 것이 확인되었으며, 조속한 설치가 필요한 상태이다.

12.5.2 중점유지관리사항

본 절토비탈면에 대한 초기점검 결과에 따라 본 절에서는 향후 실시할 점검 및 진단시 절토비탈면의 안전성, 사용성 및 내구성 차원에서 중점적으로 관찰하고 유의하여야 할 중점유지관리 항목을 설정하여 제시하였다. 이러한 항목들은 결함의 진전 여부 및 재발생 여부를 주기적으로 관찰하여 향후 더 크게 발전할 가능성이 있는 결함 부위에 대한 원인을 분석하여 사전에 예방하자는 것으로서 【표 12.5.2】에 중점유지관리 항목을 제시하였다.

【표 12.5.2】 중점유지관리 항목

구 분	점검사항	중점유지관리 항목
비탈면부	• 낙석, 낙하물	• 풍화 진행에 따른 낙석 발생여부 확인 • 식생기반재 탈락에 따른 낙하물 발생여부 확인
식생상태	• 표면보호공	• 취부공 미활착에 따른 표층 침식여부 확인
배수시설	• 배수구	• 배수시설 균열로 인한 파손 발생 여부 확인 • 배수기능 확보 여부 확인
기타시설	• 격자블럭	• 앵커체의 긴장력저하에 따른 사면과 격자블럭과의 이격 여부 확인

12.6 종합결론

12.6.1 초기점검 결과

- 1) 당 비탈면 최상부에 대한 조사 결과 인장균열, 지반변형 등의 중대 손상은 발생되지 않은 것으로 조사되어, 비탈면 안정성에 영향을 미칠만한 특별한 손상은 조사되지 않은 상태이다.
- 2) 비탈면의 표면보호공으로 슛크리트와 취부공을 시공한 상태이나, 부분구간 활착이 안된 상태로 식생기반재 노출상태이고, 슛크리트 타설 불량에 따른 와이어메쉬가 노출되어 있는 상태이다.
- 3) 전반적으로 배수시설은 양호하나, 소단배수구 및 산마루배수구의 일부구간에서 균열이 발생되어 보수조치가 필요한 상태이다.
- 4) 낙석방지시설로 낙석방지망과 낙석방지울타리가 시공된 상태이며, 낙석방지망 끝단에 앵커볼트가 미설치되어 있어 조속한 설치가 필요한 상태이다.
- 5) 본 절토비탈면에 대한 상태평가 결과 『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침』에 근거한 절토비탈면의 안전등급은 “문제점이 없는 최상의 상태”인 『A등급』으로 평가되었다.

12.6.2 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 1) 풍화진행에 따른 낙석 발생여부 확인 필요.
- 2) 녹화공 미활착에 따른 표면유실여부 확인 필요.
- 3) 배수시설 균열로 인한 손상 발생여부 확인 필요.
- 4) 배수기능 확보 여부 확인 필요.
- 5) 격자블럭 앵커체 긴장력 저하에 따른 격자블럭과 사면간의 이격여부 확인 및 앵커 두부 부식여부 확인 필요.

12.6.3 기타 필요한 사항

시설물의 안전성 유지는 점검 당시에는 양호한 상태로 존재하여도, 이후의 유지관리 상태 및 예기치 않던 외적요인에 의해 잔존해 있던 위험요소가 일시적으로 노출되어 안전성에 영향을 미칠 수 있으므로 지속적인 점검 등의 유지관리를 통해 기능성과 안전성을 유지하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

V. 옹 벽 편

01 | 용 벽 편

제 1 장 STA 4+680 ~ STA 5+170.63

제 2 장 STA 9+400 ~ STA 9+838.3

제 1 장 STA 4+680~STA 5+170.63

1.1 대상옹벽의 개요

1.1.1 옹벽의 현황

본 과업 옹벽의 현황은 다음과 같다.

가. 제 원 : L = 495.80m, H = 2.31 ~ 19.00m

나. 형 식 : 패널식 보강토 옹벽

1.1.2 옹벽 전경



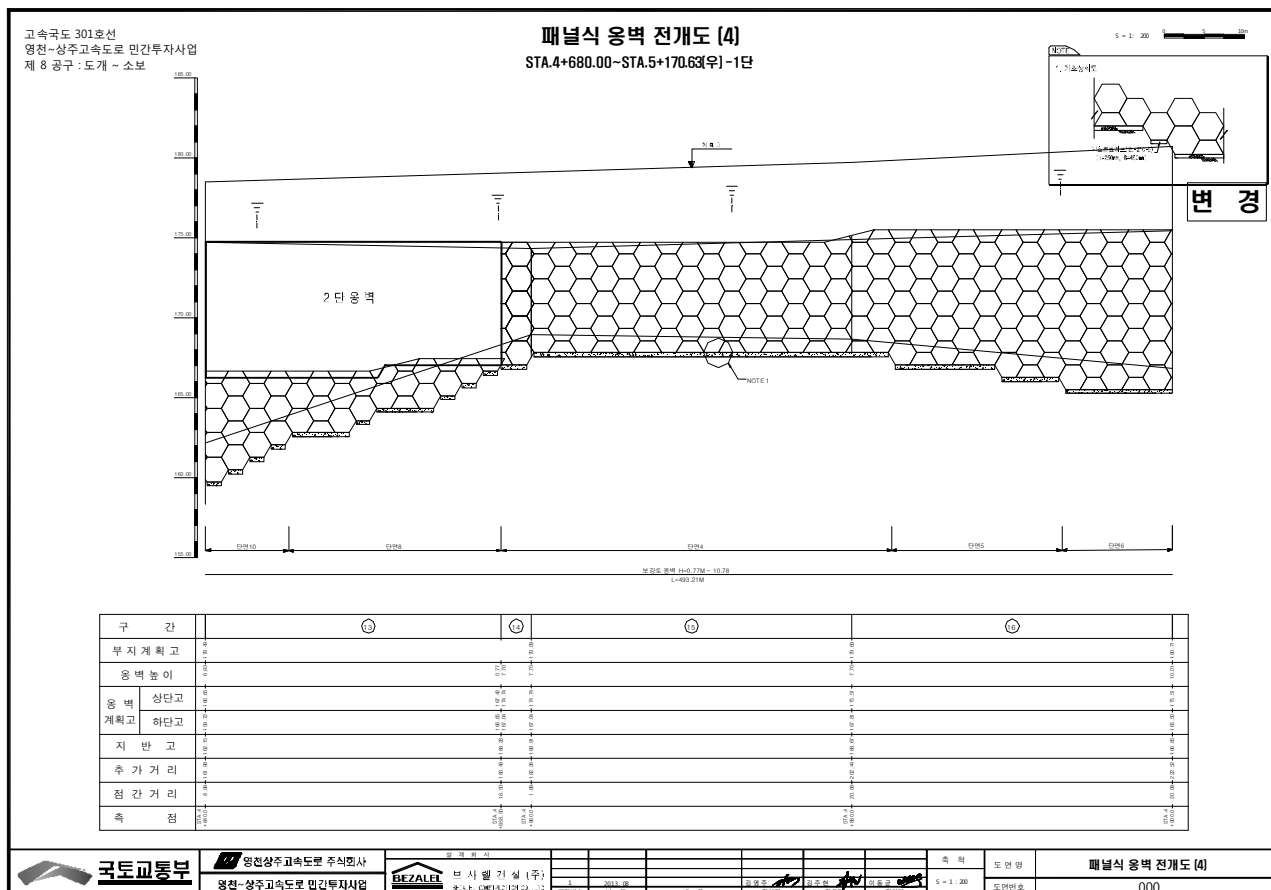
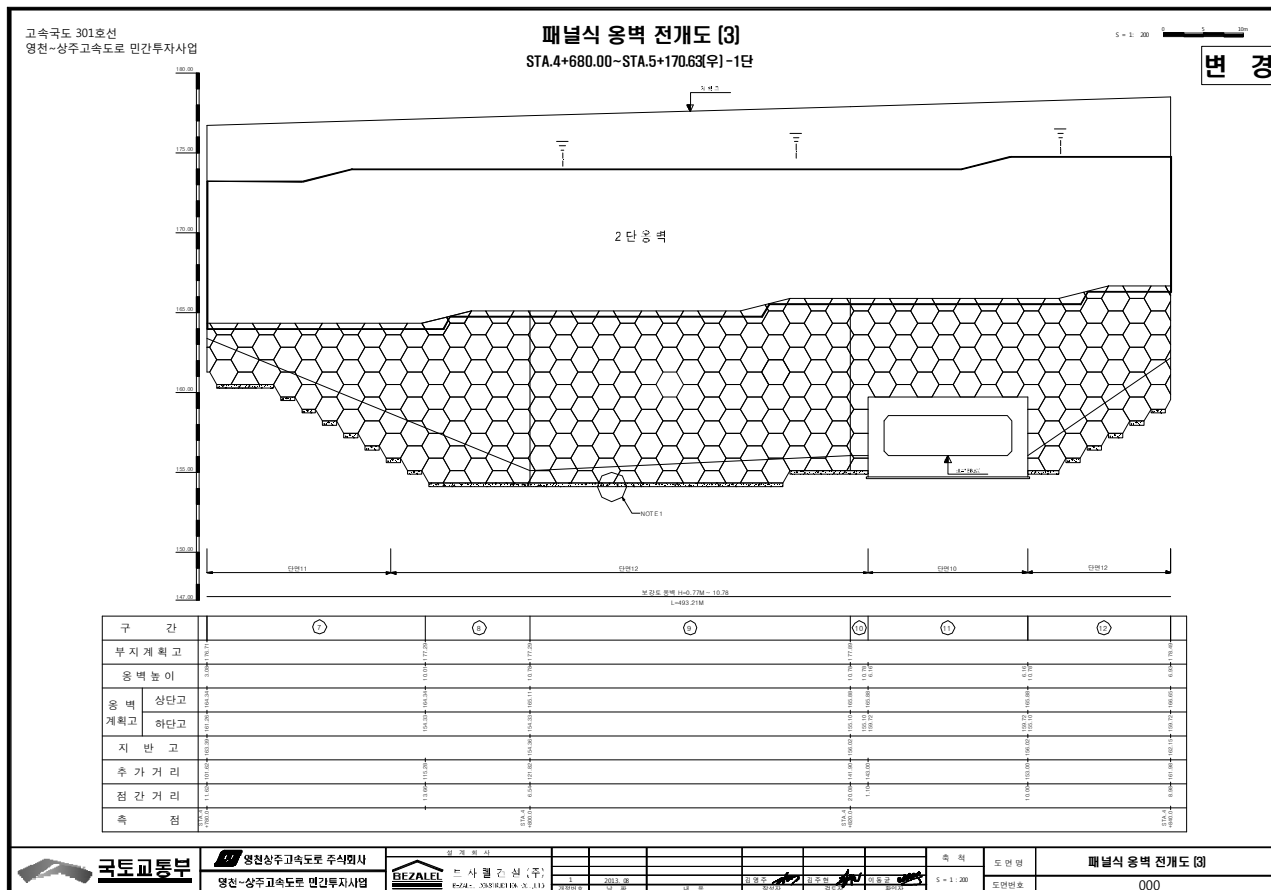
내 용

시 점 전 경



내 용

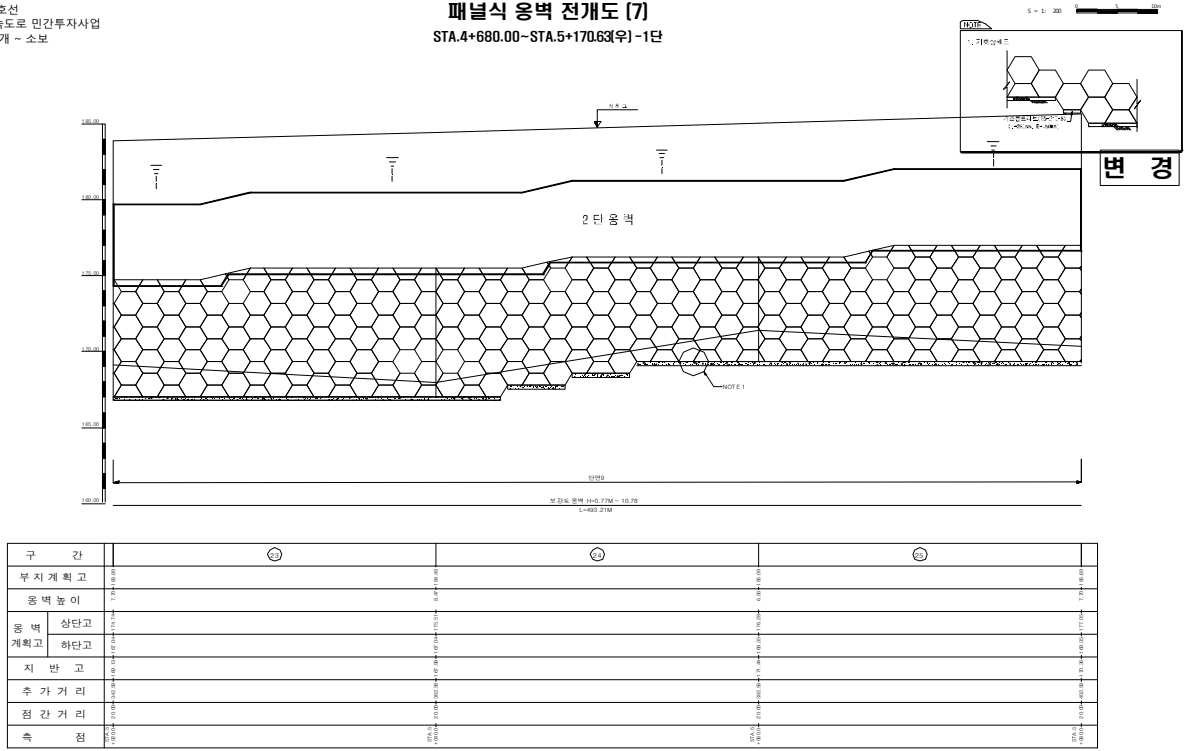
종 점 전 경



고속국도 301호선
영천~상주고속도로 민간투자사업
제 8 공구 : 도개 ~ 소보

패널식 옹벽 전개도 [7]

STA.4+680.00~STA.5+170.63(우) -1단

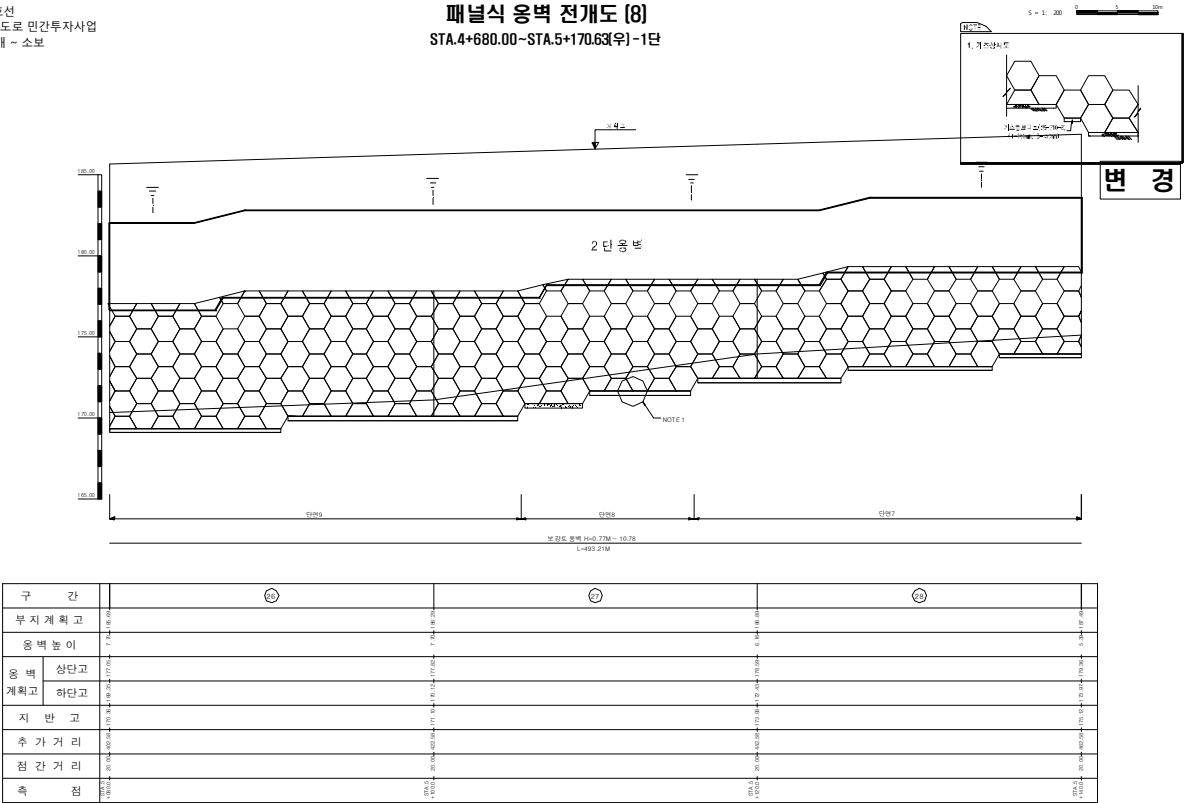


국토교통부	BEZALE	영천상주고속도로 주식회사 영천~상주고속도로 민간투자사업	보안건설 (주) 379-01, 00427, 0144 (C), 117	2014. 08 1:200	도면명 도면번호	패널식 옹벽 전개도 [7] 000

고속국도 301호선
영천~상주고속도로 민간투자사업
제 8 공구 : 도개 ~ 소보

패널식 옹벽 전개도 [8]

STA.4+680.00~STA.5+170.63(우) -1단

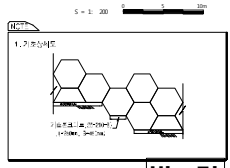


국토교통부	BEZALE	영천상주고속도로 주식회사 영천~상주고속도로 민간투자사업	보안건설 (주) 379-01, 00427, 0144 (C), 117	2014. 08 1:200	도면명 도면번호	패널식 옹벽 전개도 [8] 000

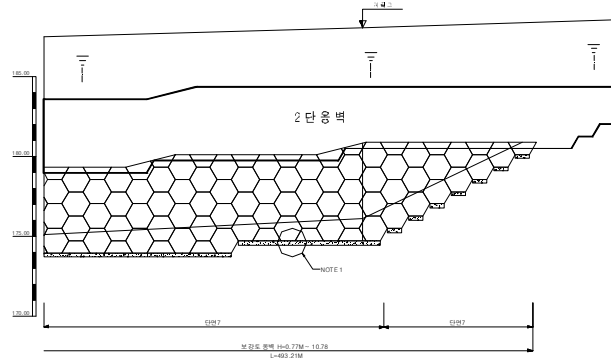
고속국도 301호선
영천~상주고속도로 민간투자사업
제 8 공구 : 도개 ~ 소보

패널식 옹벽 전개도 (9)

STA.4+680.00~STA.5+170.63(우) -1단



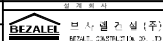
변경



구 간		
부지 계획고	117.00	117.00
옹벽 높이	10.78	10.78
옹벽	상단고	127.78
계획고	하단고	117.00
지 반 고		
추 가 거 리		
점 간 거 리		
측 점		



영천상주고속도로 주식회사
영천~상주고속도로 민간투자사업



설 계 공 사
변 경
1. 2023. 08
2. 2023. 08
3. 2023. 08
4. 2023. 08
5. 2023. 08
6. 2023. 08
7. 2023. 08
8. 2023. 08
9. 2023. 08
10. 2023. 08
11. 2023. 08
12. 2023. 08

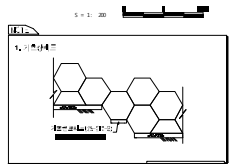
도면명
도면번호

패널식 옹벽 전개도 (9)
000

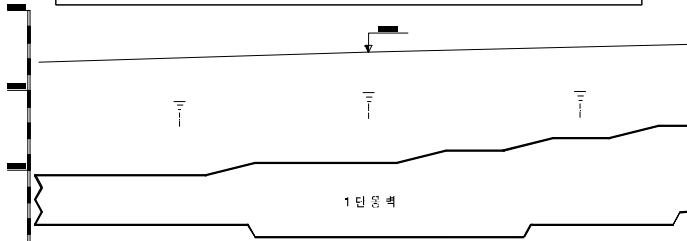
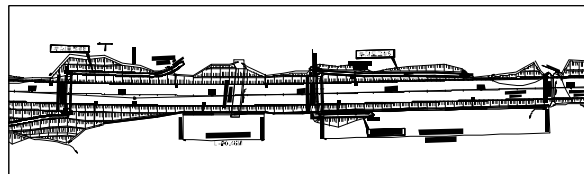
고속국도 301호선
영천~상주고속도로 민간투자사업
제 8 공구 : 도개 ~ 소보

패널식 옹벽 전개도 (10)

STA.4+768.46~STA.5+175.95(우) -2단



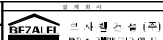
변경



구 간		
부지 계획고		
옹벽 높이		
옹벽	상단고	
계획고	하단고	
지 반 고		
추 가 거 리		
점 간 거 리		
측 점		



영천상주고속도로 주식회사
영천~상주고속도로 민간투자사업



설 계 공 사
변 경
1. 2023. 08
2. 2023. 08
3. 2023. 08
4. 2023. 08
5. 2023. 08
6. 2023. 08
7. 2023. 08
8. 2023. 08
9. 2023. 08
10. 2023. 08
11. 2023. 08
12. 2023. 08

도면명
도면번호

패널식 옹벽 전개도 (10)
000

고속국도 301호선
영천~상주고속도로 민간투자사업
제 8 공구 : 도개 ~ 소보

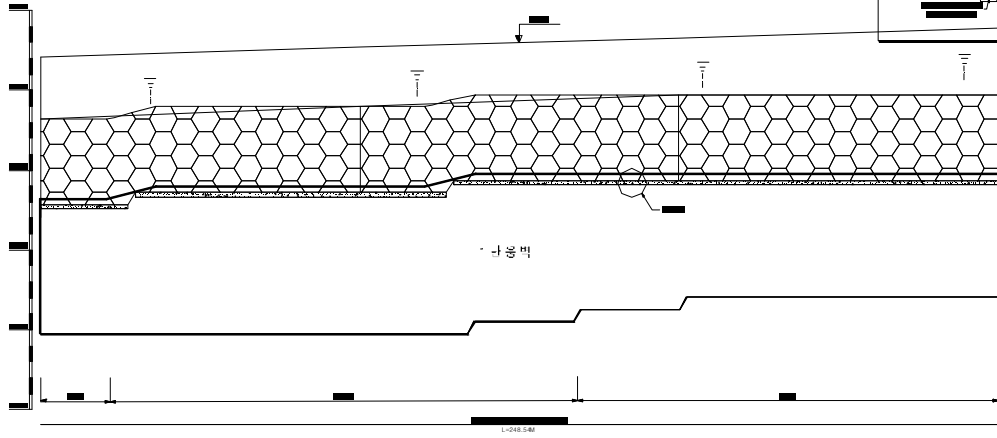
패널식 옹벽 전개도 [15]

STA.4+768.46~STA.5+175.95(우)-2단

S = 1 : 200



변경



구 간	①	②	③
부 지 계 획 고			
옹 벽 높 이			
옹 벽 계획고	상단고		
	하단고		
지 반 고			
추 가 거 리			
점 간 거 리			
속 점			



국토교통부

영천상주고속도로 주식회사
영천~상주고속도로 민간투자사업



주)인프라기술 (주)

도면명	패널식 옹벽 전개도 (15)
도면번호	000

도면명

패널식 옹벽 전개도 (15)

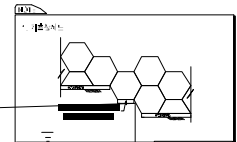
000

고속국도 301호선
영천~상주고속도로 민간투자사업
제 8 공구 : 도개 ~ 소보

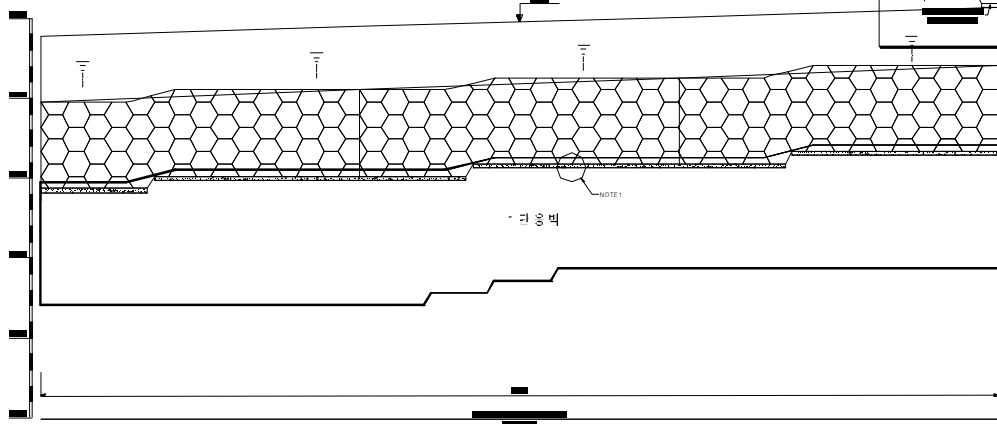
패널식 옹벽 전개도 [16]

STA.4+768.46~STA.5+175.95(우)-2단

S = 1 : 200



변경



구 간	①	②	③
부 지 계 획 고			
옹 벽 높 이			
옹 벽 계획고	상단고		
	하단고		
지 반 고			
추 가 거 리			
점 간 거 리			
속 점			



국토교통부

영천상주고속도로 주식회사
영천~상주고속도로 민간투자사업



주)인프라기술 (주)

도면명	패널식 옹벽 전개도 (16)
도면번호	000

도면명

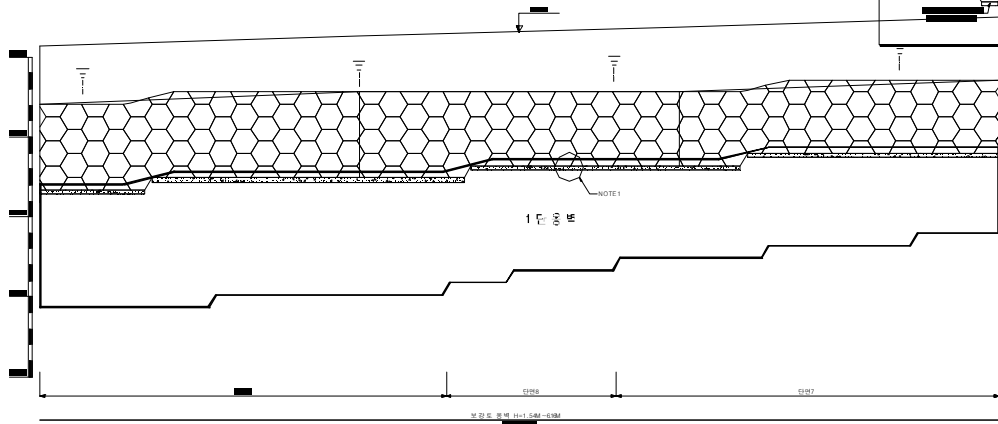
패널식 옹벽 전개도 (16)

000

고속국도 301호선
영천~상주고속도로 민간투자사업
제 8 공구 : 도개 ~ 소보

패널식 옹벽 전개도 [17]

STA.4+768.46~STA.5+175.95(우)-2단



구 간	①	②	③
부지 계획고			
옹벽 높이			
옹벽 계획고	상단고		
	하단고		
지 반 고			
추 가 거 리			
점 간 거 리			
속 점			

국토교통부

영천상주고속도로 주주회사
영천~상주고속도로 민간투자사업

KEZAL

도면번호

도면명

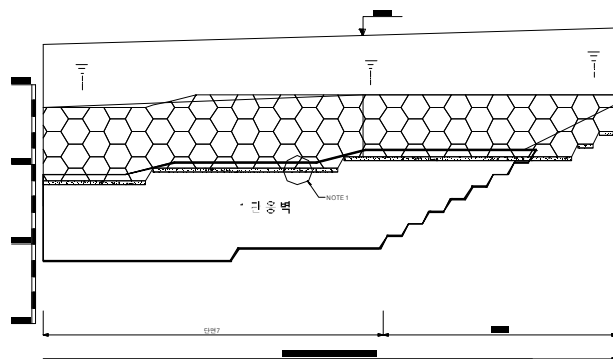
패널식 옹벽 전개도 (17)

000

고속국도 301호선
영천~상주고속도로 민간투자사업
제 8 공구 : 도개 ~ 소보

패널식 옹벽 전개도 [18]

STA.4+768.46~STA.5+175.95(우)-2단



구 간	①	②
부지 계획고		
옹벽 높이		
옹벽 계획고	상단고	
	하단고	
지 반 고		
추 가 거 리		
점 간 거 리		
속 점		

국토교통부

영천상주고속도로 주주회사
영천~상주고속도로 민간투자사업

KEZAL

도면번호

도면명

패널식 옹벽 전개도 (18)

000

1.2 외 관 조사

1.2.1 개 요

- 본 과업대상 콘크리트 옹벽은 연장 490.63m로 시공된 패널식 옹벽으로, 『조사항목 및 방법』의 내용에 따라 현장조사를 하였다.
- 전체적인 옹벽 상태는 양호하며, 외부 충격에 따른 파손 및 박리 현상이 조사되었다.
- 옹벽상단 배수구는 양호한 상태이다.

1.2.2 조사 분 할 구 간

【표 1.2.1】 옹벽 조사 분할구간

구 분	구 간(STA.)	연장(m)	경사각
1구간	4+680 ~ 4+720	40	89.9
2구간	4+720 ~ 4+760	40	88.9
3구간	4+760 ~ 4+800	40	89.2
4구간	4+800 ~ 4+840	40	89.5
5구간	4+840 ~ 4+880	40	89.9
6구간	4+880 ~ 4+920	40	89.9
7구간	4+920 ~ 4+960	40	89.9
8구간	4+960 ~ 5+000	40	89.9
9구간	5+000 ~ 5+040	40	89.9
10구간	5+040 ~ 5+080	40	89.9
11구간	5+080 ~ 5+120	40	89.9
12구간	5+120 ~ 5+160	40	89.9
13구간	5+160 ~ 5+170.63	10.63	89.9

1.2.3 외 관 조사 결 과

【표 1.2.2】 외관조사 결과

구 분	외관조사 결과	비 고
파손 및 박리	- 건조수축에 의한 균열과 신규균열이 조사되었으며, 우수유입시 강도저하가 우려된다.	
비탈면부	- 옹벽 상단의 사면상태는 전반적으로 양호한 것으로 조사되었다.	
배 수 구	- 옹벽상단 배수구는 일부 이물질 등이 있으나 양호한 상태이다.	
기 타	-	

	
내 용 STA. 4+945 1단 패널 경미한 파손	내 용 STA. 4+995 1단 패널 경미한 박리
	
내 용 통로 암거 입구부 벽체 균열부 백태	내 용 패널옹벽 벽체 식생

1.3 종합평가 및 안전등급

본 콘크리트 옹벽은 연장 490.63m로 옹벽에 대한 종합평가를 위해서 『제1편 2.2.3 나. 조사항목 및 방법』의 내용에 따라 옹벽을 조사하였으며, 『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침해설서(옹벽, 국토해양부 2012.12)』에 따라 STA 4+680~STA 5+170.63 패널식 옹벽을 상태평가 하였다.

평가 단위	침하	활동	배수 공	전도 /경사	파손	균열	마모 /침식	박리	박락 /충분리	백태	배수 시설	결함 점합계	결함 지수
1.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.00
2.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.00
3.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.00
4.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.00
5.0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1.000	0.02
6.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.00
7.0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1.000	0.02
8.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1.000	0.02
9.0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1.000	0.02
10.0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1.000	0.02
11.0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1.000	0.02
12.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.00
13.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.00
평균	0.000	0.000	0.000	0.000	0.385	0.000	0.000	0.000	0.000	0.077	0.000	0.462	0.010

평
가
결
과

▪ STA 4+680.0 ~ STA 5+170.63 패널식 옹벽에 대한 상태평가를 실시한 결과 『A등급』으로 평가되었다.

1.4 시설물 종합평가 결과

1.4.1 시설물 종합평가

시설물명	환산 결함도 점수	상태평가 등급	상태평가 결과
STA. 4+680.0 ~ STA. 5+170.63	0.010	A	A

안전 등급 결과

- 본 STA. 4+680.0 ~ STA. 5+170.63에 대한 시설물평가는 「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침」에 제시된 시설물평가 기준을 토대로 실시하였으며, 과업대상 시설물의 상태평가 등급이 “A”로 분석되었다.

1.4.2 안전등급 지정

안전 등급 결과

- 본 STA. 4+680.0 ~ STA. 5+170.63에 대한 안전 등급은 “문제점이 없는 최상의 상태”인 A등급(우수)으로 평가되었다. 향후 교량 공용시 현재의 양호한 상태를 지속적으로 유지시킬 수 있도록 유지관리에 노력하여야 한다.

1.5 보수방안

1.5.1 보수보강방안

구 분	손상내용	손상원인	조치결과	비 고
옹벽	-파손	-외력	-단면보수공법	외관조사망도 참조
	-박리	-시공불량	-단면보수공법	외관조사망도 참조

1.6 유지관리방안

1.6.1 유지관리 개요

본 옹벽에 대한 정밀점검 결과에 따라 본 절에서는 향후 실시할 점검 및 진단시 옹벽의 안전성, 사용성 및 내구성 차원에서 중점적으로 관찰하고 유의하여야 할 중점 유지관리 항목을 설정하여 【표 1.6.2】 제시하였다.

【표 1.6.2】 중점유지관리 항목

구 분	점검사항	중점유지관리 항목
균열	• 균열	• 건조수축 균열이 발생될 수 있으므로, 우수 유입에 강도저하가 우려되므로 주의관찰 필요
파손, 박리	• 파손, 박리	• 외력에 의한 파손 등이 발생되지 않도록 주의관찰 이 필요함.
배수공	• 옹벽 배수공	• 토사퇴적에 의해 막힘 현상이 발생되지 않도록 지속적인 관리가 필요함.
기타	• 옹벽주변 상태	• 패널식 옹벽 벽체 및 상단 잡목 및 넝쿨이 자라고 있으므로 주기적으로 제거해줄 필요가 있음.

1.7 종합결론

- 1) 본 옹벽은 전체적으로 손상발생 정도가 경미하여 안전성 및 사용성을 확보하고 있는 것으로 판단되나, 콘크리트 균열에 대한 보수 조치는 유지관리를 위해 필요할 것으로 판단됨.
- 2) 파손, 박리 등의 손상은 보수 후 지속적인 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.
- 3) 패널식 옹벽 벽체 및 상단부 식생하는 수목과 넝쿨이 옹벽의 안정성에 영향을 미치지 않으나 육안조사에 어려움이 있으므로 제거할 필요가 있는 것으로 판단된다.
- 4) 옹벽 상단 사면의 상태는 양호한 것으로 판단된다.
- 5) 본 옹벽에 대한 상태평가 결과 『『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침』에 근거한 옹벽의 안전등급은 “보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태”인 『A등급』으로 평가되었다.

제 2 장 STA 9+400 ~ STA 9+834.65

2.1 대상옹벽의 개요

2.1.1 옹벽의 현황

본 과업 옹벽의 현황은 다음과 같다.

가. 제 원 : $L = 438.30\text{m}$, $H = 1.54 \sim 15.91\text{m}$

나. 형 식 : 패널식 보강토 옹벽

2.1.2 옹벽 전경



내 용

시 점 전 경

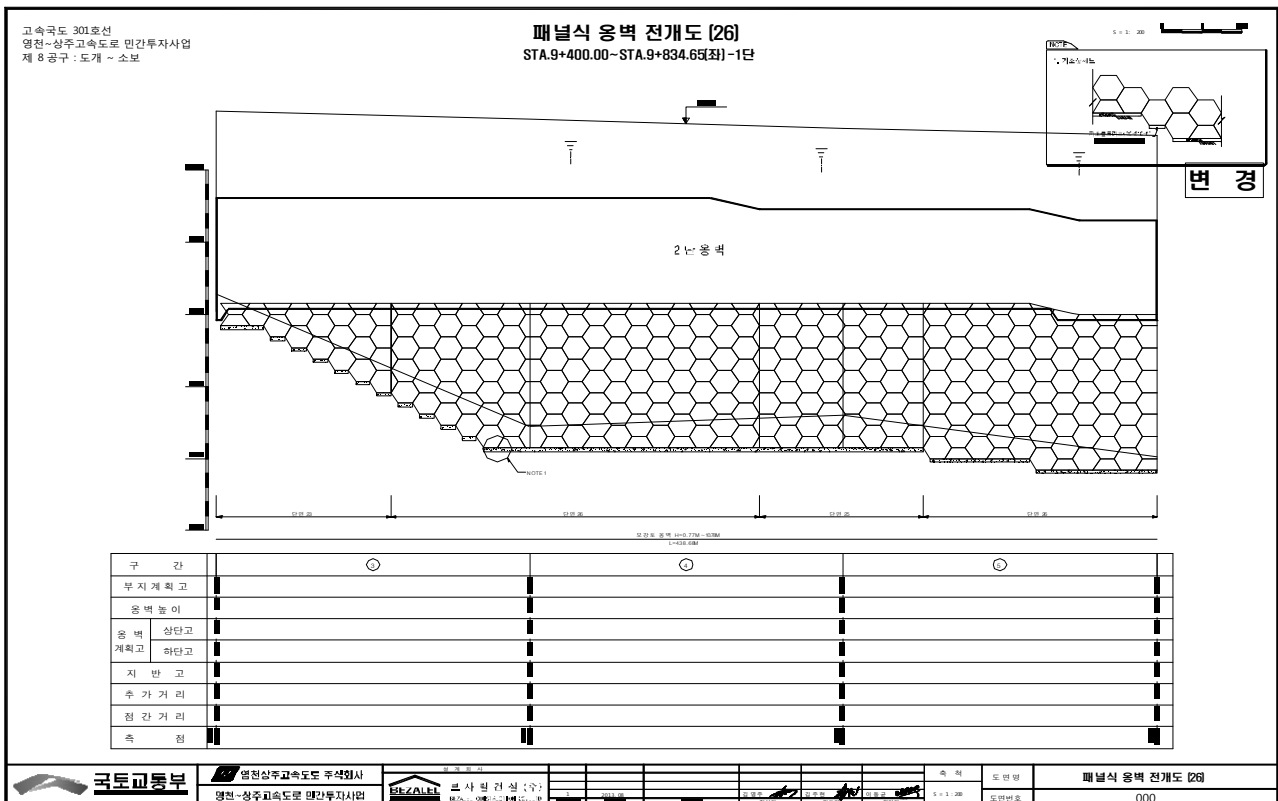
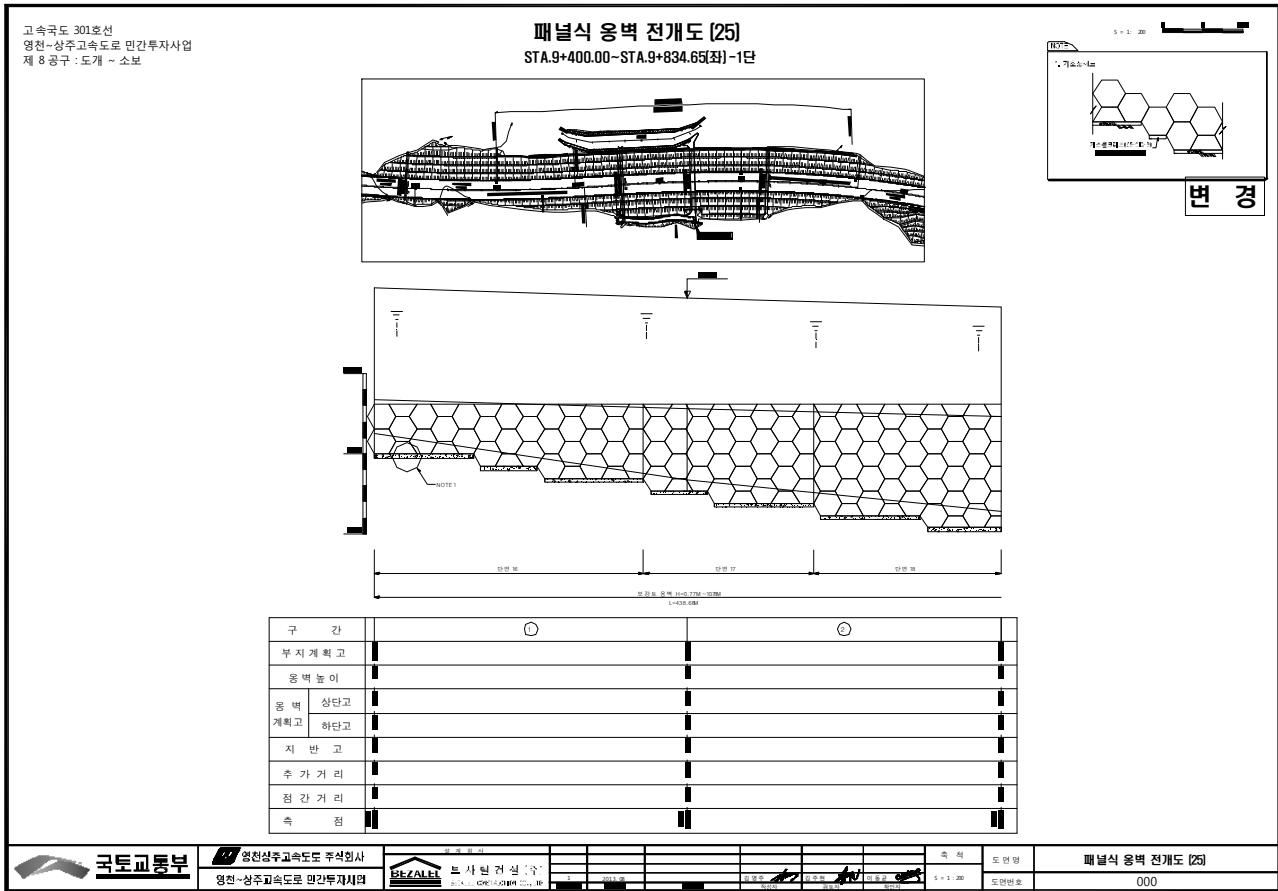


내 용

종 점 전 경

2.1.3 옹벽의 제원

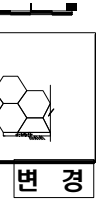
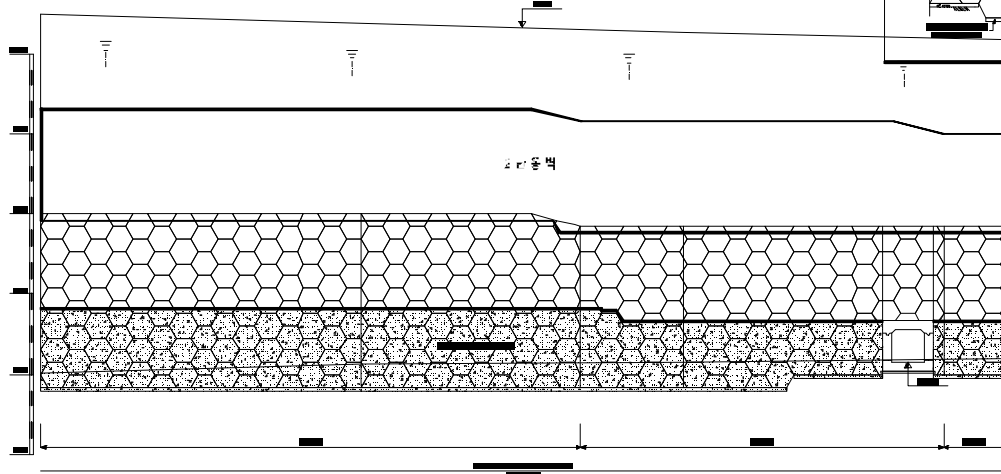
가. 전개도



고속국도 301호선
영천-상주고속도로 민간투자사업
제 8 공구 : 도개 - 소보

패널식 옹벽 전개도 [27]

STA.9+400.00~STA.9+834.65(좌) - 1단



구 간	①	②	③	④	⑤
부지 계획 고					
옹벽 높이					
옹 벽 계획고	상단고				
	하단고				
지 반 고					
추 가 거 리					
점 간 거 리					
속 점					

국토교통부

영진상주고속도로 주식회사

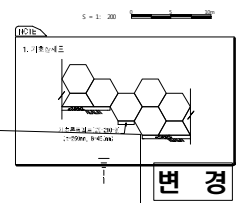
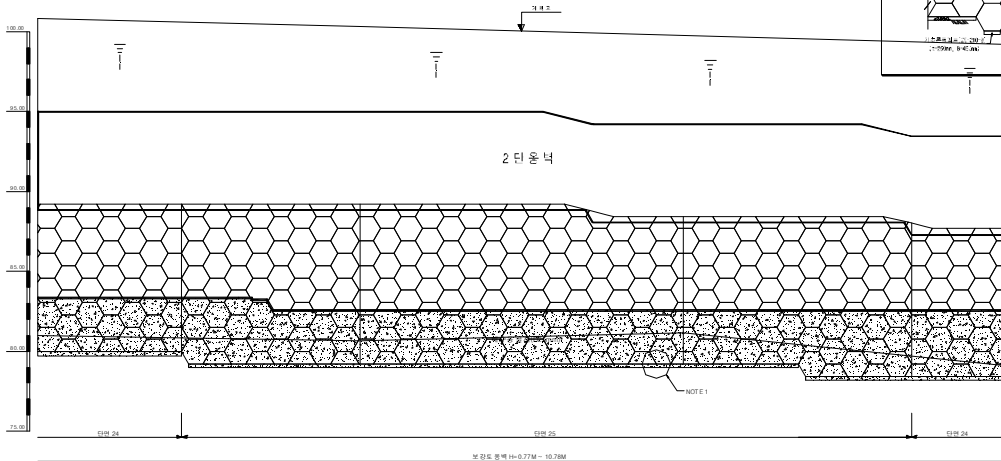
BEZALE 엔지니어링 (주)

패널식 옹벽 전개도 [27]
000

고속국도 301호선
영천-상주고속도로 민간투자사업
제 8 공구 : 도개 - 소보

패널식 옹벽 전개도 [28]

STA.9+400.00~STA.9+834.65(좌) - 1단



구 간	①	②	③
부지 계획 고	73.00	73.00	73.00
옹벽 높이	3.00	3.00	3.00
옹 벽 계획고	상단고	76.00	76.00
	하단고	73.00	73.00
지 반 고	73.00	73.00	73.00
추 가 거 리	0.00	0.00	0.00
점 간 거 리	0.00	0.00	0.00
속 점	73.00	73.00	73.00

국토교통부

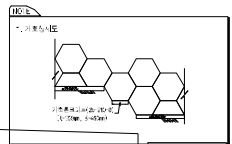
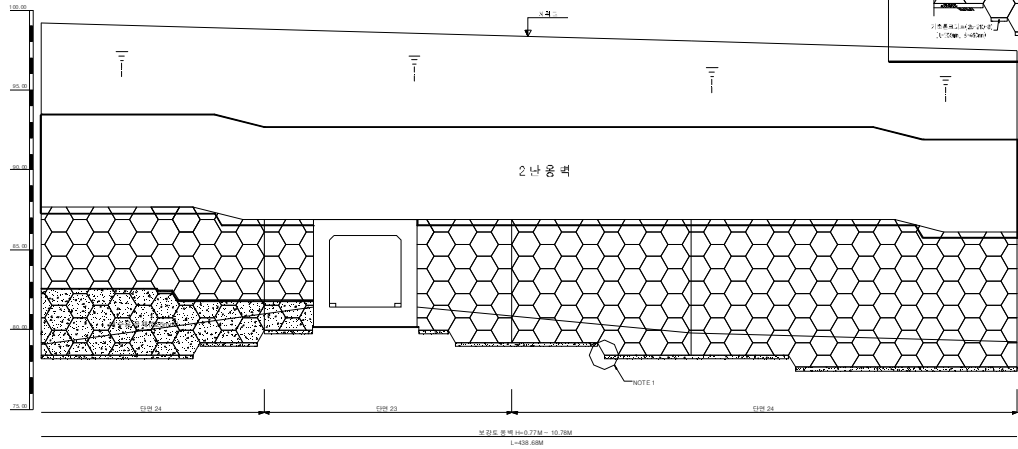
영진상주고속도로 주식회사

BEZALE 엔지니어링 (주)

패널식 옹벽 전개도 [28]
000

고속국도 301호선
영천~상주고속도로 민간투자사업
제 8 공구 : 도개 ~ 소보

패널식 옹벽 전개도 [29] STA.9+400.00~STA.9+834.65(좌) -1단



구 간	구 간 ①	구 간 ②	구 간 ③	구 간 ④
부지 계획고	75.00	75.00	75.00	75.00
옹벽 높이	11.70	11.70	11.70	11.70
옹벽 계획고	86.70	86.70	86.70	86.70
지 반 고	75.00	75.00	75.00	75.00
추 가 거 리	11.70	11.70	11.70	11.70
점 간 거 리	11.70	11.70	11.70	11.70
측 점	11.70	11.70	11.70	11.70

국토교통부

영천상주고속도로 주식회사

영천상주고속도로 민간투자사업

BEZALE

설 계 사
주 사 별 기 신 (주)
 274-8, CASHGIL 2, 111

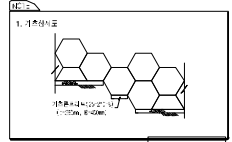
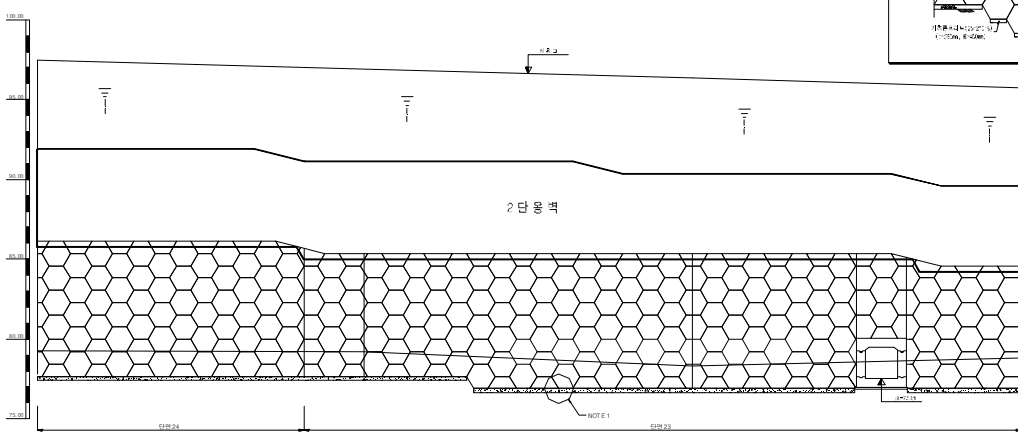
주 치
 1: 200

도면명
 패널식 옹벽 전개도 [29]

도면번호
 000

고속국도 301호선
영천~상주고속도로 민간투자사업
제 8 공구 : 도개 ~ 소보

패널식 옹벽 전개도 [30] STA.9+400.00~STA.9+834.65(좌) -1단



구 간	구 간 ①	구 간 ②	구 간 ③	구 간 ④	구 간 ⑤
부지 계획고	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00
옹벽 높이	11.70	11.70	11.70	11.70	11.70
옹벽 계획고	86.70	86.70	86.70	86.70	86.70
지 반 고	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00
추 가 거 리	11.70	11.70	11.70	11.70	11.70
점 간 거 리	11.70	11.70	11.70	11.70	11.70
측 점	11.70	11.70	11.70	11.70	11.70

국토교통부

영천상주고속도로 주식회사

영천상주고속도로 민간투자사업

BEZALE

설 계 사
주 사 별 기 신 (주)
 274-8, CASHGIL 2, 111

주 치
 1: 200

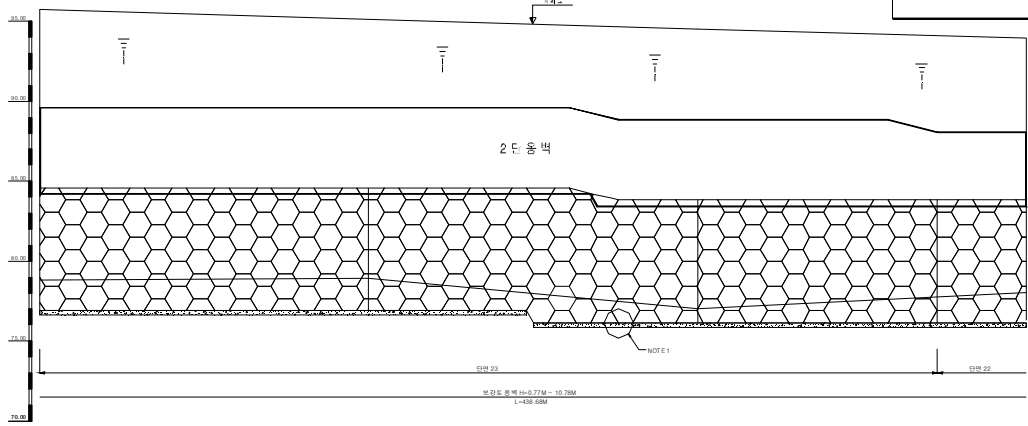
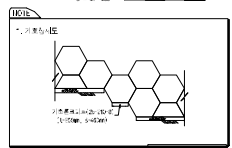
도면명
 패널식 옹벽 전개도 [30]

도면번호
 000

고속국도 301호선
영천~상주고속도로 민간투자사업
제 8 공구 : 도개 ~ 소보

패널식 옹벽 전개도 [31]

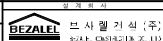
STA.9+400.00~STA.9+834.65(좌) -1단



구 간	구 간 1	구 간 2	구 간 3	구 간 4
부지 계획 고	79.00	79.00	79.00	79.00
옹벽 높이	7.00	7.00	7.00	7.00
옹벽 계획고	상단고	86.00	86.00	86.00
	하단고	79.00	79.00	79.00
지 반 고	79.00	79.00	79.00	79.00
추 가 거 리	7.00	7.00	7.00	7.00
점 간 거 리	7.00	7.00	7.00	7.00
속 점	79.00	79.00	79.00	79.00



영천상주고속도로 주식회사
영천~상주고속도로 민간투자사업



설 계 회 사
브 사 일 기 신 (주)
BEZALEE
2014. 08.31. 2. 11.

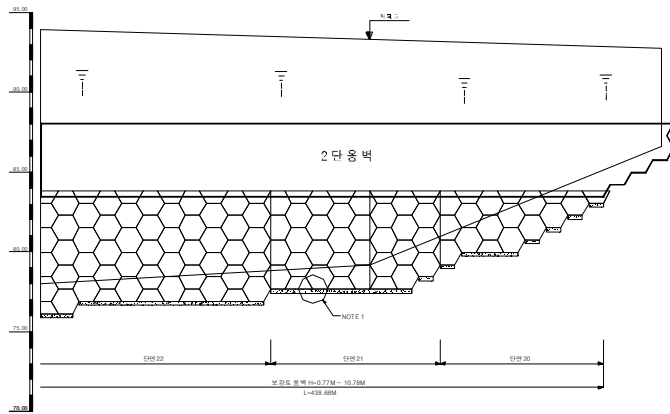
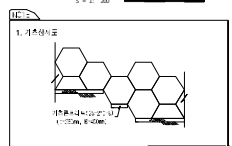
속 치
도면 명
도면 번호

패널식 옹벽 전개도 [31]
000

고속국도 301호선
영천~상주고속도로 민간투자사업
제 8 공구 : 도개 ~ 소보

패널식 옹벽 전개도 [32]

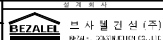
STA.9+400.00~STA.9+834.65(좌) -1단



구 간	구 간 1	구 간 2	구 간 3	구 간 4
부지 계획 고	79.00	79.00	79.00	79.00
옹벽 높이	7.00	7.00	7.00	7.00
옹벽 계획고	상단고	86.00	86.00	86.00
	하단고	79.00	79.00	79.00
지 반 고	79.00	79.00	79.00	79.00
추 가 거 리	7.00	7.00	7.00	7.00
점 간 거 리	7.00	7.00	7.00	7.00
속 점	79.00	79.00	79.00	79.00



영천상주고속도로 주식회사
영천~상주고속도로 민간투자사업



설 계 회 사
브 사 일 기 신 (주)
BEZALEE
2014. 08.31. 2. 11.

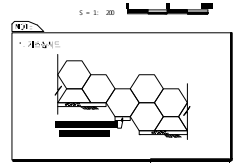
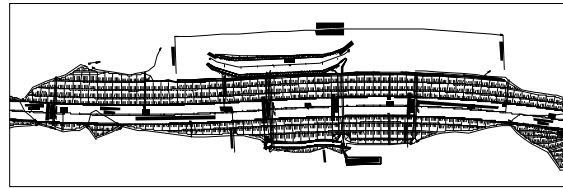
속 치
도면 명
도면 번호

패널식 옹벽 전개도 [32]
000

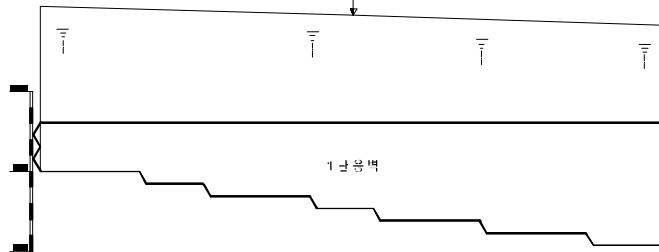
고속국도 301호선
영천~상주고속도로 민간투자사업
제 8 공구 : 도개 ~ 소보

패널식 옹벽 전개도 [33]

STA.9+440.00~STA.9+838.30(좌)-2단



변경



구 간		
부 지 계 획 고		
옹 벽 높 이		
옹 벽 계 획 고	상단고	
	하단고	
지 반 고		
추 가 거 리		
점 간 거 리		
속 점		



국토교통부

영천상주고속도로 주식회사
영천~상주고속도로 민간투자사업

BEZALP 엔지니어링 (주)

도 개

도면명

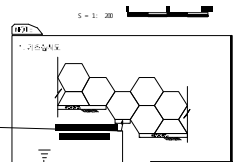
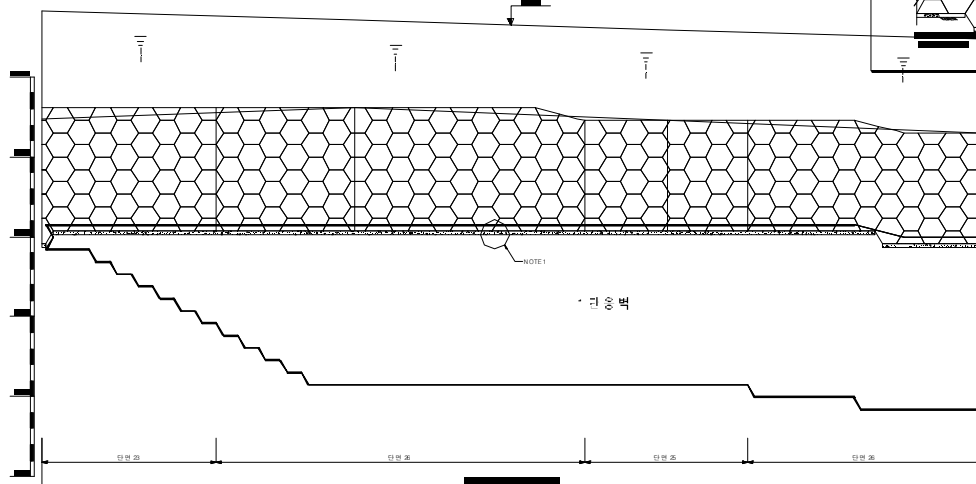
패널식 옹벽 전개도 [33]

000

고속국도 301호선
영천~상주고속도로 민간투자사업
제 8 공구 : 도개 ~ 소보

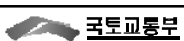
패널식 옹벽 전개도 [34]

STA.9+440.00~STA.9+838.30(좌)-2단



변경

구 간	①	②	③
부 지 계 획 고			
옹 벽 높 이			
옹 벽 계 획 고	상단고		
	하단고		
지 반 고			
추 가 거 리			
점 간 거 리			
속 점			



국토교통부

영천상주고속도로 주식회사
영천~상주고속도로 민간투자사업

BEZALP 엔지니어링 (주)

도 개

도면명

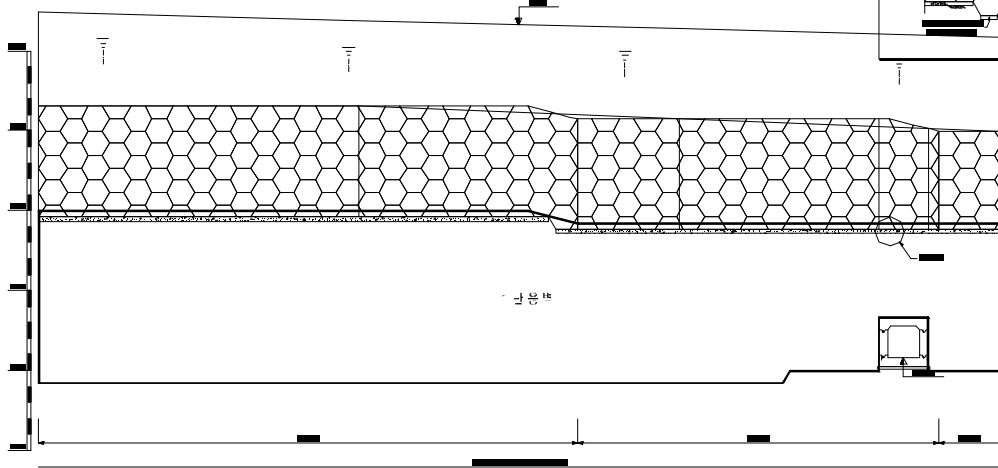
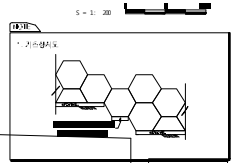
패널식 옹벽 전개도 [34]

000

고속국도 301호선
영천~상주고속도로 민간투자사업
제 8 공구 : 도개 ~ 소보

패널식 옹벽 전개도 [35]

STA.9+440.00~STA.9+838.30(좌)-2단

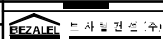


변경

구 간	①	②	③	④	⑤
부지 계획고					
옹벽 높이					
옹벽 계획고	상단고				
	하단고				
지 반 고					
추 가 거 리					
점 간 거 리					
속 점					



영천상주고속도로 주식회사



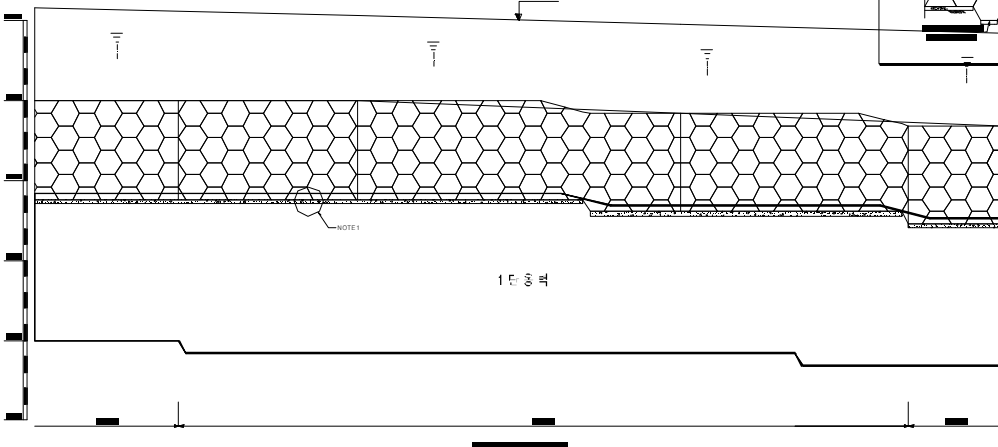
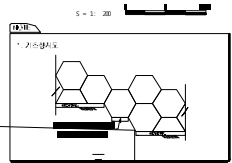
도면명: 패널식 옹벽 전개도 [35]

도면번호: 000

고속국도 301호선
영천~상주고속도로 민간투자사업
제 8 공구 : 도개 ~ 소보

패널식 옹벽 전개도 [36]

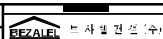
STA.9+440.00~STA.9+838.30(좌)-2단



구 간	①	②	③	④	⑤
부지 계획고					
옹벽 높이					
옹벽 계획고	상단고				
	하단고				
지 반 고					
추 가 거 리					
점 간 거 리					
속 점					



영천상주고속도로 주식회사



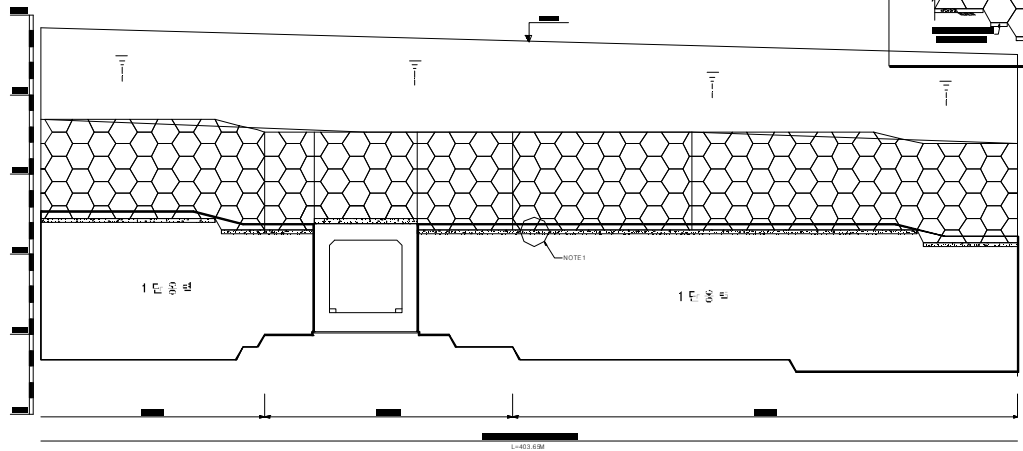
도면명: 패널식 옹벽 전개도 [36]

도면번호: 000

고속국도 301호선
영천~상주고속도로 민간투자사업
제 8 공구 : 도개 ~ 소보

패널식 옹벽 전개도 [37]

STA.9+440.00~STA.9+838.30(차)~2단



구 간	①	②	③	④
부 지 계 획 고				
옹 벽 높 이				
옹 벽 계획고	상단고			
	하단고			
지 반 고				
추 가 거 리				
점 간 거 리				
속 점				

국토교통부

영천~상주고속도로 민간투자사업

BEZALE

도 개

도면명

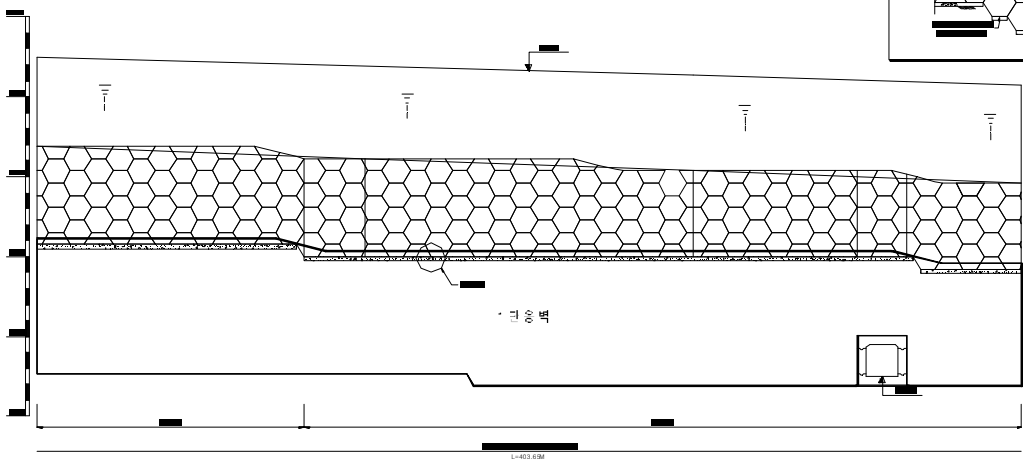
패널식 옹벽 전개도 [37]

000

고속국도 301호선
영천~상주고속도로 민간투자사업
제 8 공구 : 도개 ~ 소보

패널식 옹벽 전개도 [38]

STA.9+440.00~STA.9+838.30(차)~2단



구 간	①	②	③	④	⑤
부 지 계 획 고					
옹 벽 높 이					
옹 벽 계획고	상단고				
	하단고				
지 반 고					
추 가 거 리					
점 간 거 리					
속 점					

국토교통부

영천~상주고속도로 민간투자사업

BEZALE

도 개

도면명

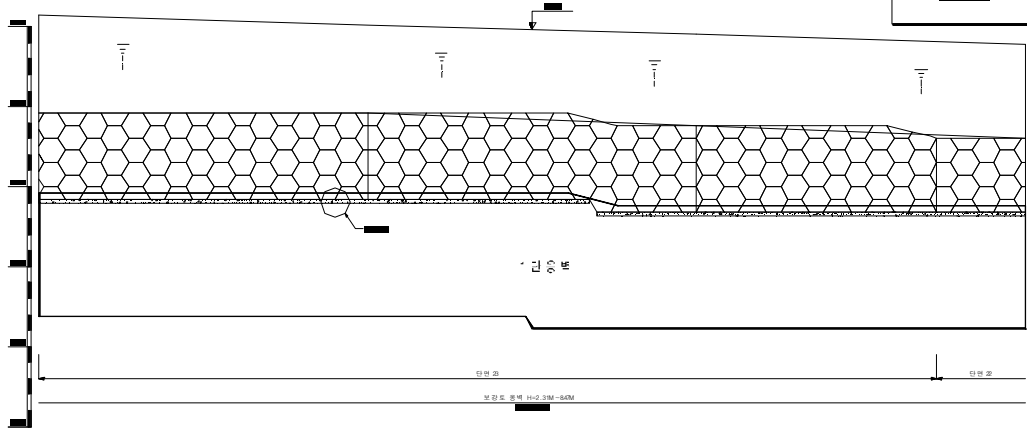
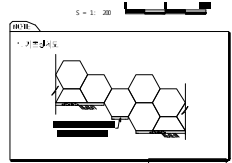
패널식 옹벽 전개도 [38]

000

고속국도 301호선
영천~상주고속도로 민간투자사업
제 8 공구 : 도개 ~ 소보

패널식 옹벽 전개도 [39]

STA.9+440.00~STA.9+838.30[좌]-2단



구 간	①	②	③
부 지 계 획 고			
옹 벽 높 이			
옹 벽 계획고	상단고		
	하단고		
지 반 고			
추 가 거 리			
점 간 거 리			
속 점			



국토교통부

영천~상주고속도로 주식회사

1 2013. 8

영천~상주고속도로 민간투자사업

도 개

도면명

패널식 옹벽 전개도 [39]

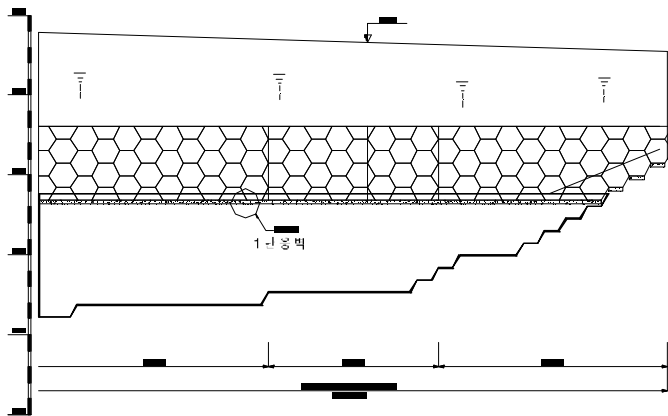
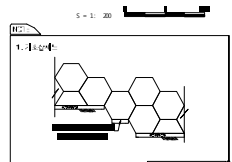
도면번호

000

고속국도 301호선
영천~상주고속도로 민간투자사업
제 8 공구 : 도개 ~ 소보

패널식 옹벽 전개도 [40]

STA.9+440.00~STA.9+838.30[좌]-2단



구 간	①	②	③
부 지 계 획 고			
옹 벽 높 이			
옹 벽 계획고	상단고		
	하단고		
지 반 고			
추 가 거 리			
점 간 거 리			
속 점			



국토교통부

영천~상주고속도로 주식회사

영천~상주고속도로 민간투자사업



인사입출결(속)

1 2013. 8

영천~상주고속도로 민간투자사업

도 개

도면명

패널식 옹벽 전개도 [40]

도면번호

000

2.1 외관조사

2.1.1 개요

- 본 과업대상 콘크리트 옹벽은 연장 $L = 438.30\text{m}$, $H = 1.54 \sim 15.91\text{m}$ 시공된 패널식 옹벽으로, 『조사항목 및 방법』의 내용에 따라 현장조사를 하였다.
- 전체적인 옹벽 상태는 양호하며, 외부 충격에 따른 파손 및 박리 현상이 조사되었다.
- 옹벽상단 배수구는 양호한 상태이다.

2.1.2 조사 분할 구간

【표 2.2.1】 옹벽 조사 분할구간

구 분	구 간(STA.)	연장(m)	경사각
1구간	9+400 ~ 9+440	40	89.9
2구간	9+480 ~ 9+520	40	88.9
3구간	9+520 ~ 9+560	40	89.5
4구간	9+600 ~ 9+640	40	89.5
5구간	9+680 ~ 9+720	40	89.5
6구간	9+720 ~ 9+760	40	89.5
7구간	9+800 ~ 9+838.3	38.3	89.5

1.2.4 외관조사 결과

【표 2.2.2】 외관조사 결과

구 분	외관조사 결과	비 고
파손 및 박리	-시공중 외부충격에 의한 경미한 파손 및 박리 발생.	
비탈면부	- 옹벽 상단의 사면상태는 전반적으로 양호한 것으로 조사됨.	
배 수 구	- 옹벽상단 배수구는 일부 이물질 등이 있으나 양호한 상태임.	
기 타	- 횡단배수로 콘크리트 백태 발생.	



내 용	옹벽 기울기 측정
-----	-----------



내 용	STA. 9+649 1단 벽체 패널 경미한 박리
-----	----------------------------



내 용	9+710 1단 벽체 파손
-----	----------------



내 용	STA. 9+680 1단 벽체 식생
-----	---------------------

2.3 종합평가 및 안전등급

본 콘크리트 옹벽은 연장 490.63m로 옹벽에 대한 종합평가를 위해서 『제1편 2.2.3 나. 조사항목 및 방법』의 내용에 따라 옹벽을 조사하였으며, 『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침해설서(옹벽, 국토해양부 2012.12)』에 따라 STA 4+680~STA 5+170.63 패널식 옹벽을 상태평가 하였다.

평가 단위	침하	활동	배수 공	전도 /경사	파손	균열	마모 /침식	박리	박락 /충분리	백태	배수 시설	결함 점합계	결함 지수
1.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.00
2.000	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	3.000	0.06
3.000	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1.000	0.02
4.000	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1.000	0.02
5.000	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1.000	0.02
6.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.00
7.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.00
평 균	0.000	0.000	0.000	0.000	0.571	0.000	0.000	0.143	0.000	0.143	0.000	0.857	0.02

평
가
결
과

• STA 9+400.0 ~ STA. 9+834.65 패널식 옹벽에 대한 상태평가를 실시한 결과 『A등급』으로 평가되었다.

2.4 시설물 종합평가 결과

2.4.1 시설물 종합평가

시설물명	환산 결함도 점수	상태평가 등급	상태평가 결과
STA. 9+400.0 ~ STA. 9+834.65	0.020	A	A

안전 등급 결과

- 본 STA. 9+400.0 ~ STA. 9+834.65에 대한 시설물평가는 「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침」에 제시된 시설물평가 기준을 토대로 실시하였으며, 과업대상 시설물의 상태평가 등급이 “A”로 분석되었다.

1.4.2 안전등급 지정

안전 등급 결과

- STA. 9+400.0 ~ STA. 9+834.65에 대한 안전 등급은 “문제점이 없는 최상의 상태”인 A등급(우수)으로 평가되었다. 향후 교량 공용시 현재의 양호한 상태를 지속적으로 유지시킬 수 있도록 유지관리에 노력하여야 한다.

2.5 보수방안

2.5.1 보수보강방안

구 분	손상내용	손상원인	조치결과	비 고
옹벽	-파손	-외력	-단면보수공법	외관조사망도 참조
	-바리	-시공불량	-단면보수공법	외관조사망도 참조
	-백태	-수분유입	-표면처리공법	외관조사망도 참조

2.6 유지관리방안

2.6.1 유지관리 개요

본 옹벽에 대한 정밀점검 결과에 따라 본 절에서는 향후 실시할 점검 및 진단시 옹벽의 안전성, 사용성 및 내구성 차원에서 중점적으로 관찰하고 유의하여야 할 중점

유지관리 항목을 설정하여 【표 1.6.2】 제시하였다.

【표 2.6.2】 중점유지관리 항목

구 분	점검사항	중점유지관리 항목
균열	• 균열	• 건조수축 균열이 발생될 수 있으므로, 우수 유입에 강도저하가 우려되므로 주의관찰 필요
파손, 박리	• 파손, 박리	• 외력에 의한 파손 등이 발생되지 않도록 주의관찰 이 필요함.
백태	• 백태	• 균열발생부 수분 유입 보수 후 주의관찰이 필요함.
배수공	• 옹벽 배수공	• 토사퇴적에 의해 막힘 현상이 발생되지 않도록 지속적인 관리가 필요함.
기타	• 옹벽주변 상태	• 패널식 옹벽 벽체 및 상단 잡목 및 넝쿨이 자라고 있으므로 주기적으로 제거해줄 필요가 있음.

2.7 종합결론

- 1) 본 웅벽은 전체적으로 손상발생 정도가 경미하여 안전성 및 사용성을 확보하고 있는 것으로 판단되나, 콘크리트 경미한 파손 및 박리에 대한 보수 조치는 유지관리를 위해 필요할 것으로 판단됨.
- 2) 파손, 박리 등의 손상은 보수 후 지속적인 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.
- 3) 패널식 웅벽 벽체 및 상단부 식생하는 수목과 넝쿨이 웅벽의 안정성에 영향을 미치지 않으나 육안조사에 어려움이 있으므로 제거할 필요가 있는 것으로 판단된다.
- 4) 웅벽 상단 사면의 상태는 양호한 것으로 판단된다.
- 5) 본 웅벽에 대한 상태평가 결과 『『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침』에 근거한 웅벽의 안전등급은 “보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태”인 『A등급』으로 평가되었다.