

제2편 시 설 물 편

1. 군위터널(상주,영천)

- 1.1 시설물 개요
- 1.2 자료수집 및 분석
- 1.3 현장조사
- 1.4 콘크리트 내구성 조사
- 1.5 현장조사 및 시험 결과요약
- 1.6 상태평가
- 1.7 종합평가 및 안전등급 지정
- 1.8 보수·보강 및 유지관리 방안
- 1.9 종합결론

1. 군위터널(상주,영천)

1.1 시설물의 개요

본 시설물은 경상북도 구미시 도개면(상주영천고속도로 22.024~22.954km)에 위치한 2층 터널 시설물로서 총 연장 965.0m(상주), 930.0m(영천), 폭 13.4m, 높이 7.9m로 시공되어 있다.

1.1.1 일반사항

【표 1.1.1】 군위터널(상주) 일반사항

시설물명	군위터널(상주)	시설물번호	TU2017-0000050
노선명	고속국도301호선	관리번호	SY T1
위 치	경상북도 구미시 도개면 다곡리~달산리		
터널형식	난형	관리주체	상주영천고속도로(주)
차 선 수	2차선	환기방식	Jet-Fan
연 장	965.0m	설 계 사	(주)해외기술공사
내공단면	폭 : 13.4m, 높이 7.9m	시 공 사	(주)한화건설, (주)삼호건설
배수형식	노면배수, 배면배수, 저면배수	감 리 사	(주)이산
종단기울기	2.0%	착 공	2012년 6월 28일
평균선형	R=2,600m	준 공	2017년 6월 27일
연결통로	차량갱 1개소, 대인갱 2개소	갱문형식	원통절개
주요공법	NATM	보조공법	강관다단그라우팅



외부 전경

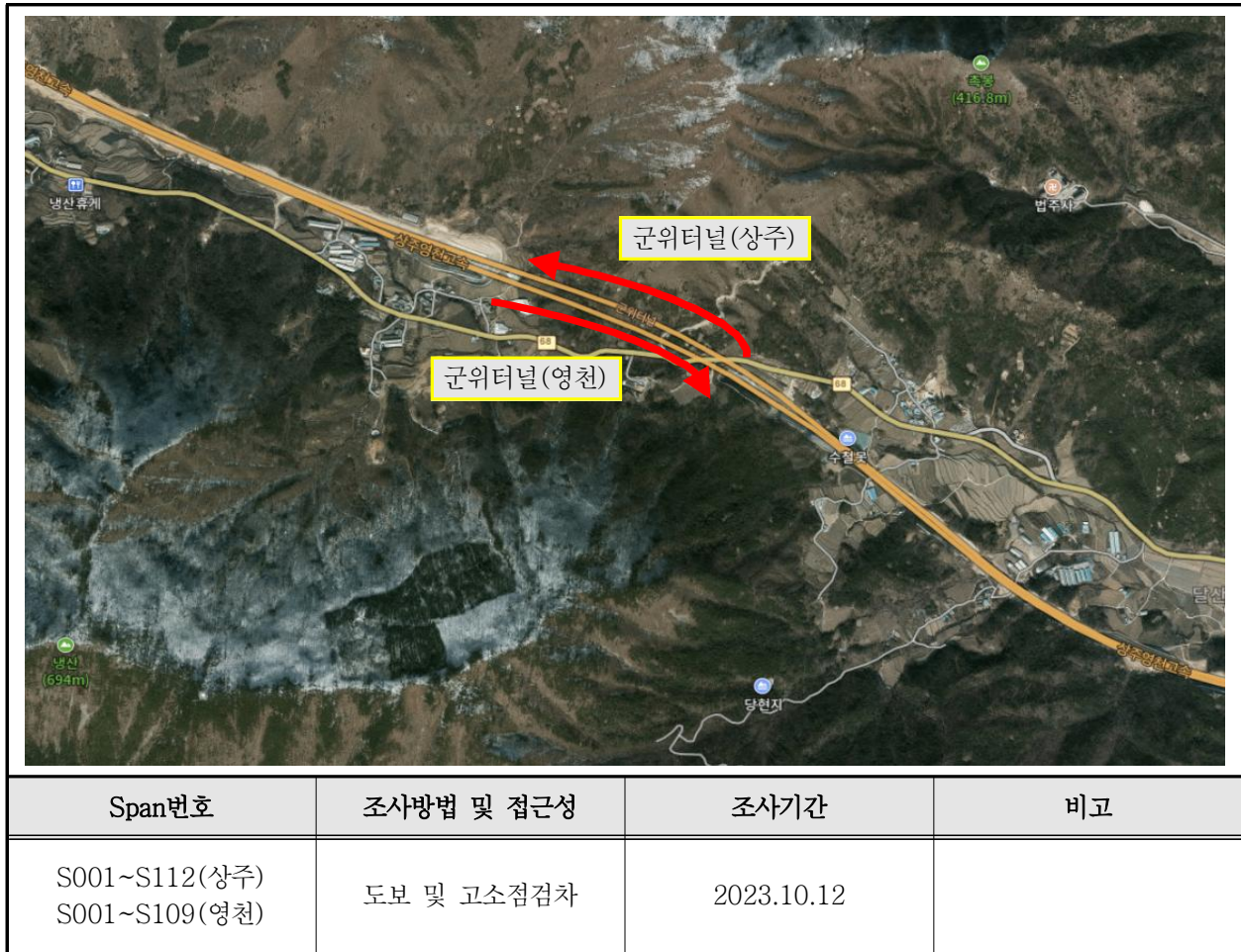


내부 전경

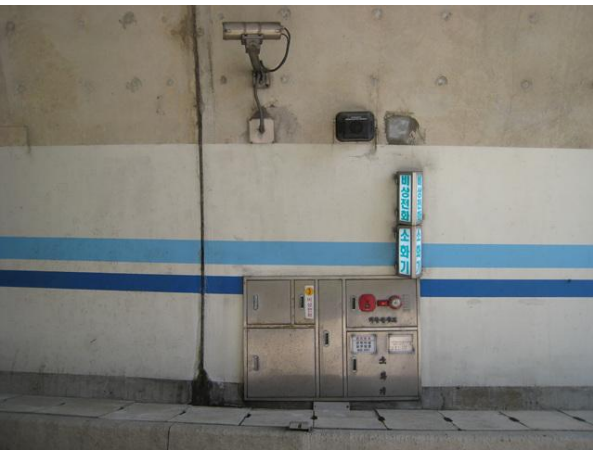
【표 1.1.2】 군위터널(영천) 일반사항

시설물명	군위터널(영천)	시설물번호	TU2017-0000051
노선명	고속국도301호선	관리번호	SY T1
위 치	경상북도 구미시 도개면 다곡리~달산리		
터널형식	난형	관리주체	상주영천고속도로(주)
차 선 수	2차선	환기방식	Jet-Fan
연 장	930.0m	설 계 사	(주)해외기술공사
내공단면	폭 : 13.4m, 높이 7.9m	시 공 사	(주)한화건설, (주)삼호건설
배수형식	노면배수, 배면배수, 저면배수	감 리 사	(주)이산
종단기울기	2.0%	착 공	2012년 6월 28일
평균선형	R=2,600m	준 공	2017년 6월 27일
연결통로	차량갱 1개소, 대인갱 2개소	갱문형식	원통절개
주요공법	NATM	보조공법	강관다단그라우팅
			
외부 전경		내부 전경	

1.1.2 위치도 및 전경사진



【그림 1.1.1】 위치도

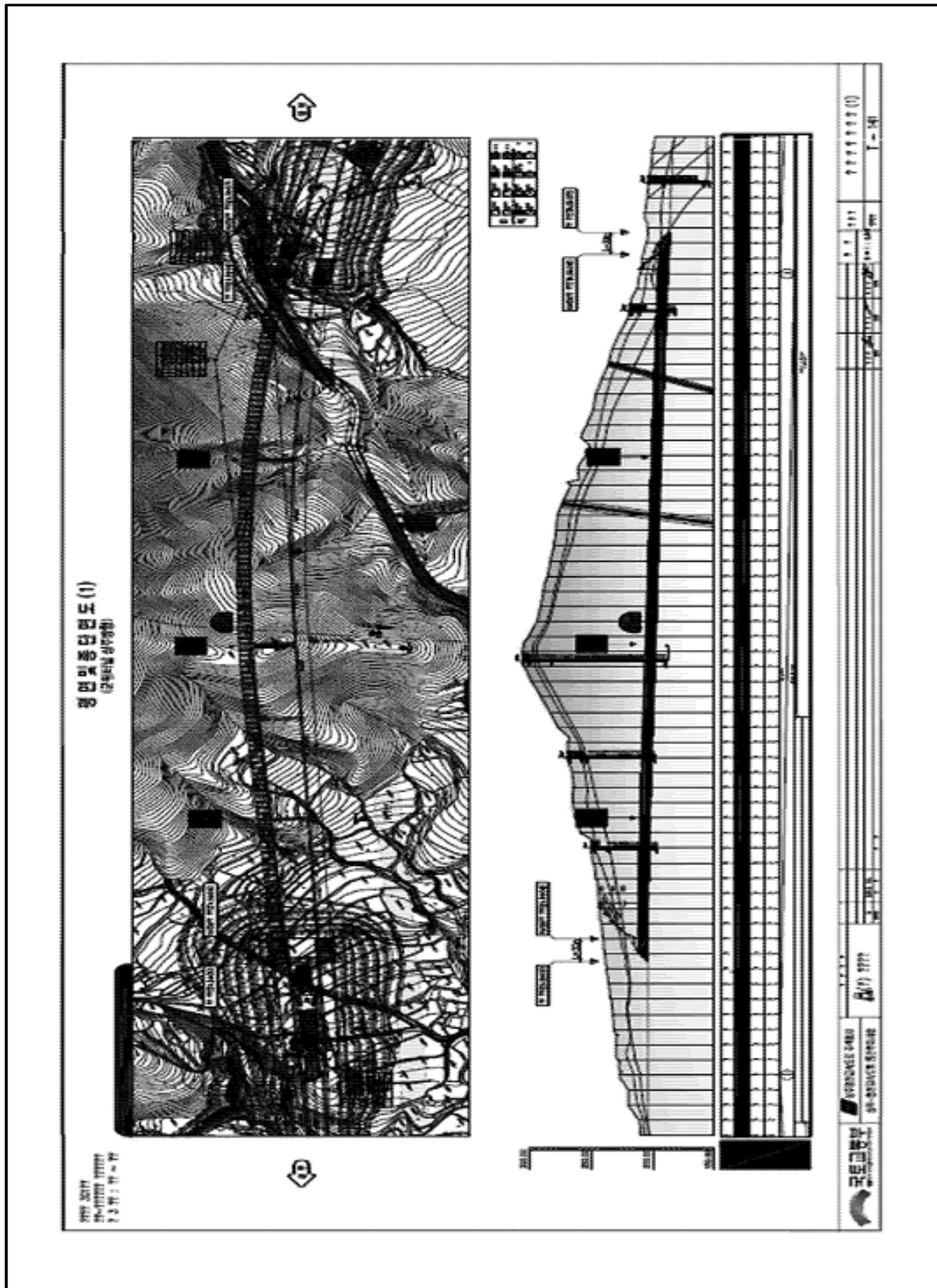
	
진입부 전경	진출부 전경
	
내부 전경	배수구 전경
	
소화시설 전경	Jet-Fan 전경

【그림 1.1.2】 부재별 현황(상주)

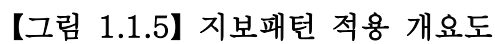
	
진입부 전경	진출부 전경
	
내부 전경	배수구 전경
	
소화시설 전경	Jet-Fan 전경

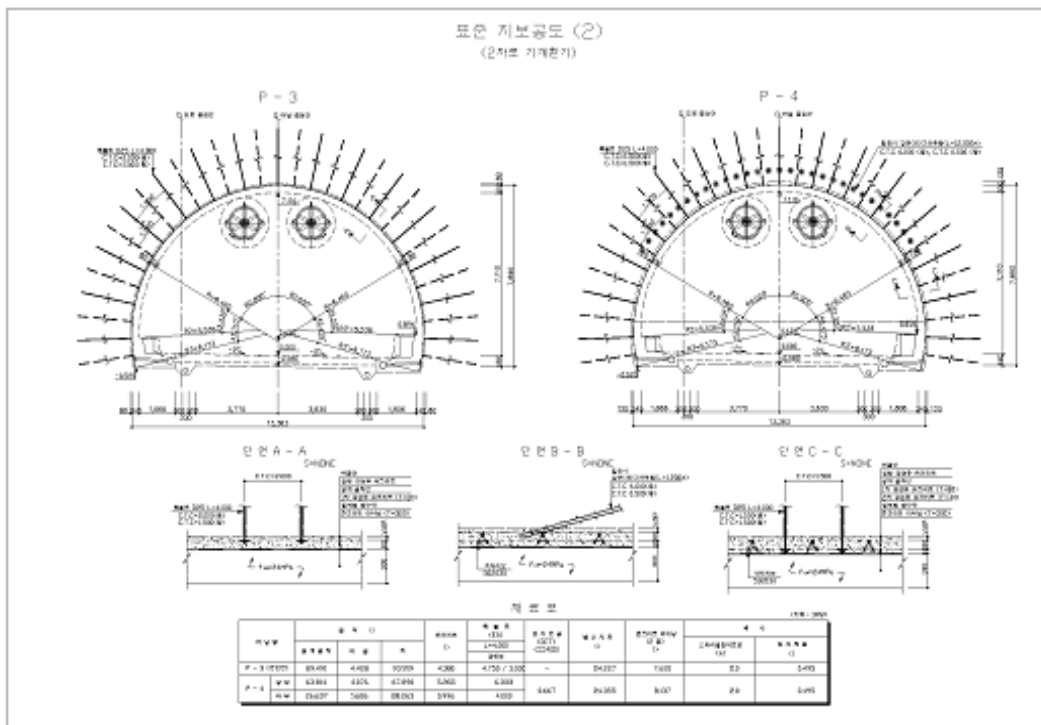
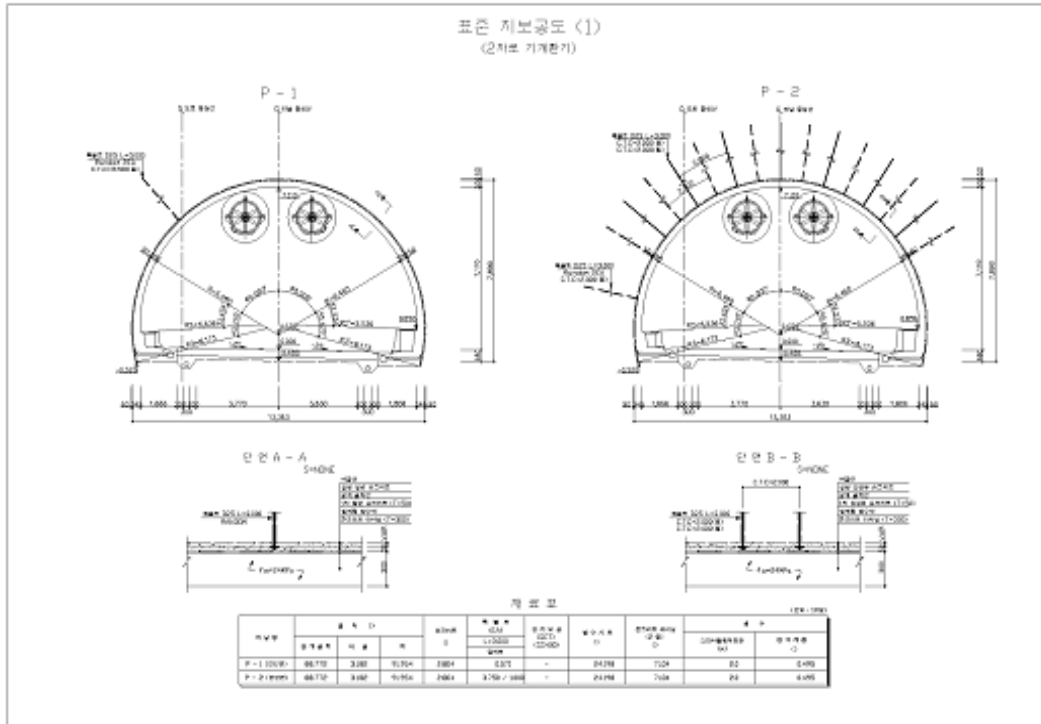
【그림 1.1.3】 부재별 현황(영천)

1.1.3 시설물 일반도

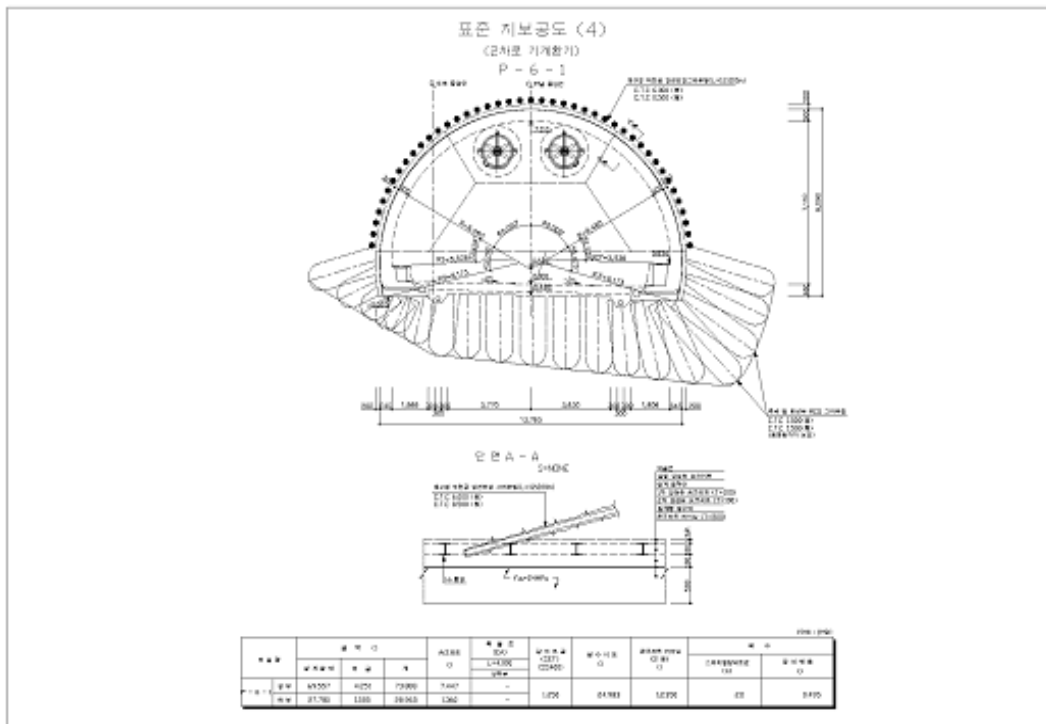
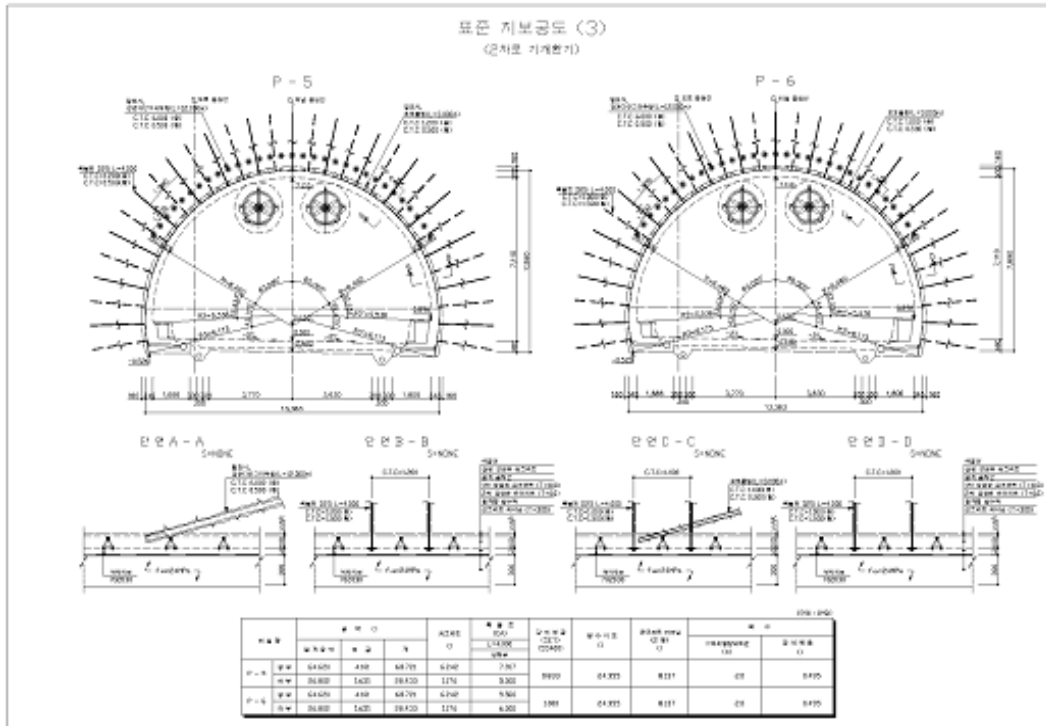


【그림 1.1.4】 평면 및 중단면도

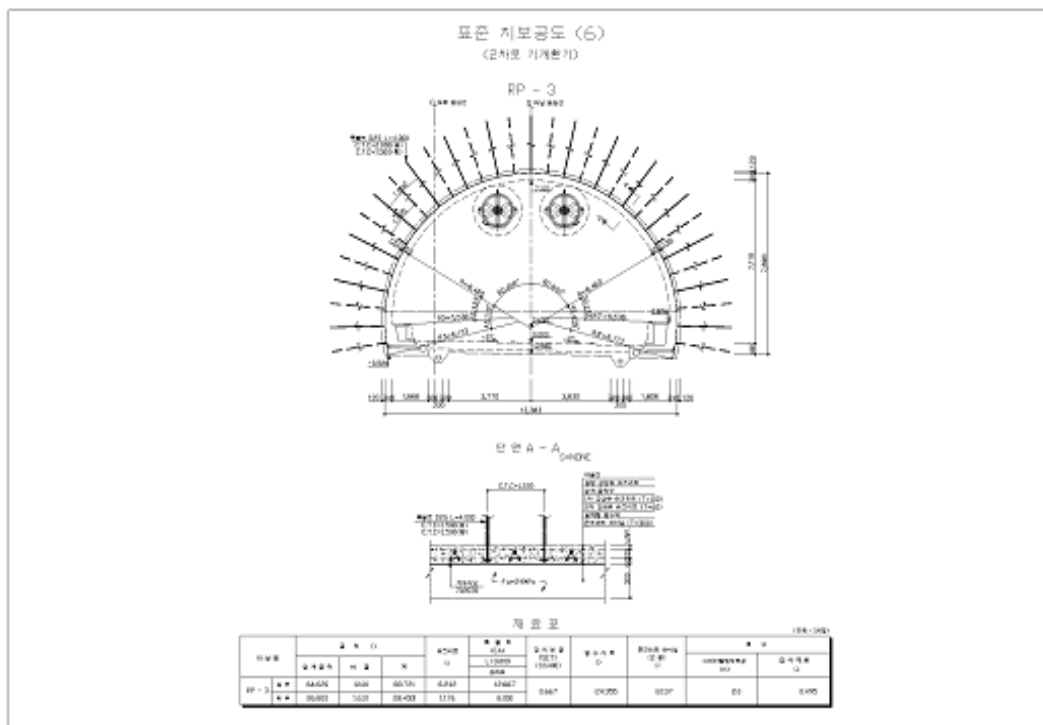
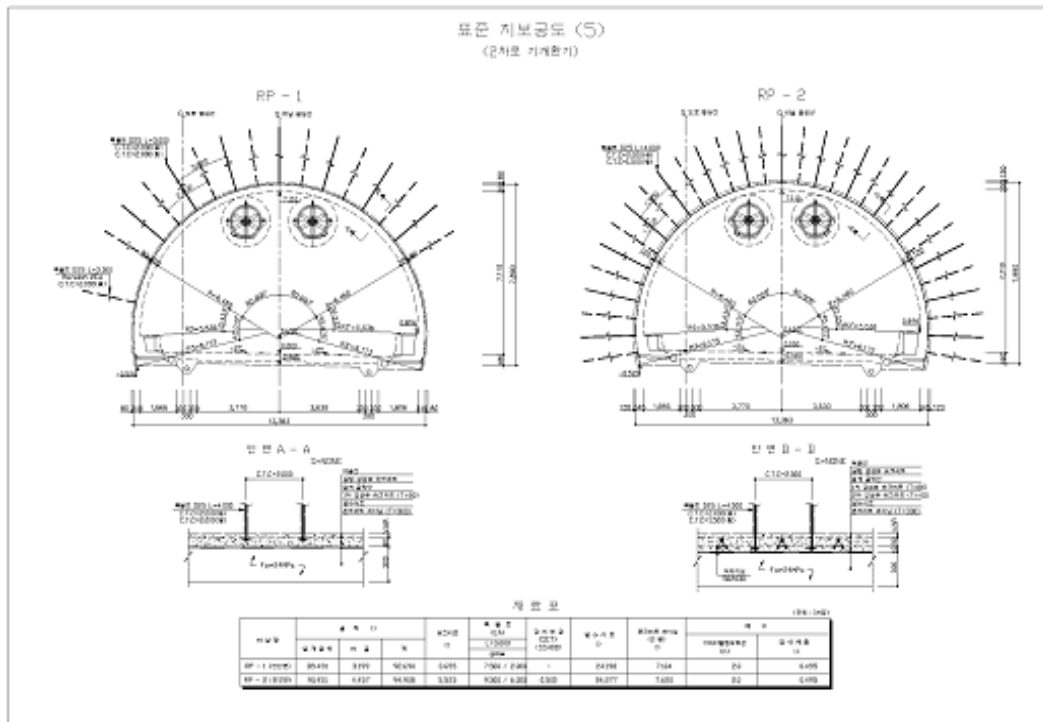




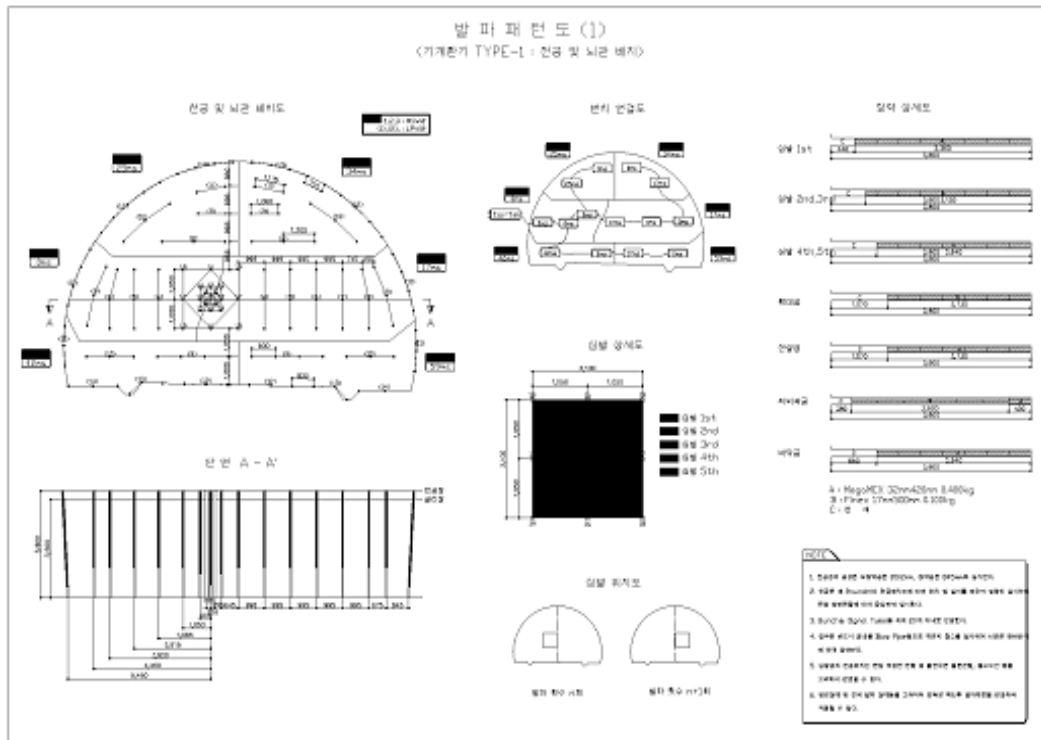
【그림 1.1.6】 표준 지보공도①



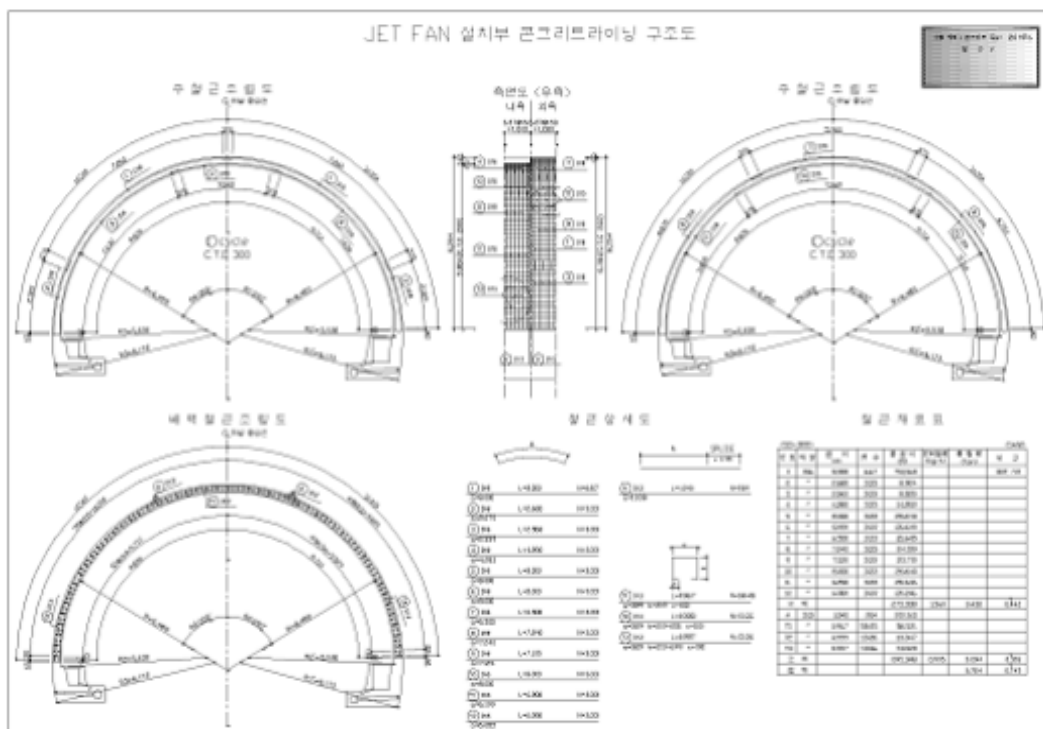
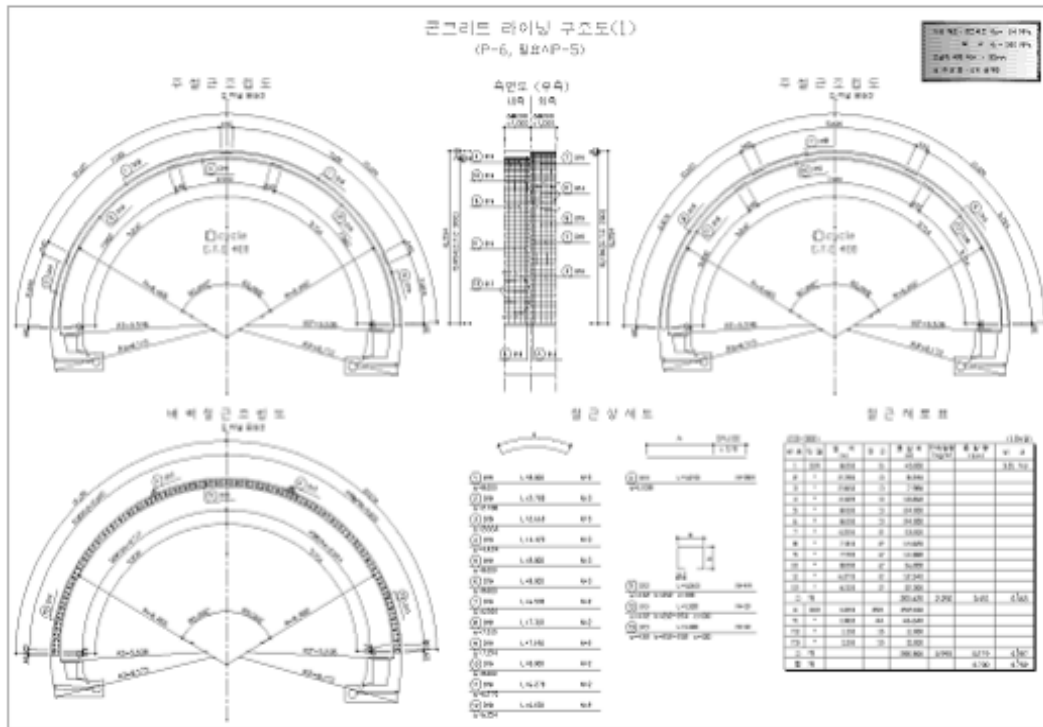
【그림 1.1.7】 표준 지보공도②



【그림 1.1.8】 표준 지보공도③



【그림 1.1.8】 발파 패턴도



【그림 1.1.9】 라이닝 구조도

1.2 자료수집 및 분석

본 과업대상 구조물의 건설당시 주요 현황을 파악하기 위해 “상주영천고속도로 민간투자산업 건설공사 3공구”의 설계 및 준공도서 등을 검토하여 주요 현황을 요약하여 수록하였다.

1.2.1 설계자료 검토

가. 지반 시추조사

시추조사는 지표로부터 지하 깊은 곳을 직접 눈으로 볼 수 없으므로 시험공을 굴진하여 지반의 성상을 조사하고, 시료의 채취 및 각종 원위치 공내시험을 시행하여 설계에 필요한 제반 자료를 제공하기 위한 목적으로 실시된다. 시추조사는 노선구간에 대하여 지반의 수직적 특성 즉, 지층의 성층상태와 각 지층의 지반 공학적 특성, 기반암의 분포상태 및 풍화도, 절리간격 등을 파악하며, 시추작업과 병행하여 지층의 상대밀도와 구성성분을 파악하기 위하여 매 1.0m 간격으로 표준관입시험을 한국산업규격(KS F2307)에 의거 연속성 있게 실시하였으며 조사의 정확성을 위해 지표면으로부터 공벽 붕괴가 예상되는 풍화암까지는 케이싱(Casing)을 삽입하고 천공하였다. 풍화암층을 포함한 토사층은 S.P.T Sampler에 의하여 시료를 채취하였으며 기반암층에서는 코어 회수율을 높여 정확한 암질상태를 파악하기 위하여 D-3 Core Barrel 및 Diamond Bit를 사용하였다. 채취된 암석 코어는 육안관찰에 의하여 암석 내에 분포된 불연속면 즉, 절리와 절리면의 충전물 등을 파악하고 절리의 분포상태, TCR, RQD 등의 암반특성을 평가할 수 있는 자료를 조사하여 시추 주상도에 기재하였다.

【표 1.2.1】 사면 적용구배 및 소단설치 기준

구 분	구 배	비 고
토 사	1 : 1.2	깎기 높이 5m 마다 1.0m의 소단 설치
리 평 암	1 : 1	
발 파 암	1 : 0.5	수직높이 20m마다 3.0m의 소단 설치

나. 기본 설계자료 분석

- ① 분포지층 : 표토층(붕적층), 풍화토, 풍화암, 연암
- ② 표토층은 비탈면 퇴적층인 붕적층으로 입구부는 지표에서 5.5~12.0m, 출구부는 18.0m 두께, 자갈섞인 실트질 모래, 전석, 매우조밀

- ③ 풍화토는 입구부에서만 지표하 5.5~10.0m에 4.5m 두께, 미우조밀
- ④ 풍화암은 지표하 10.0~18.0m에서 3.0~6.0m 두께로 분포, 세일, 사암 및 흑운모 화강암의 풍화대
- ⑤ 연암은 지표하 13.0~30.0m에서 9.0~12.0m 두께, 세일 및 사암, 심한파쇄, TCR=25~85%, RQD=0~45%

다. 지형 및 지질

1) 지질 개요

백악기 경상분지의 신동층과 하양층군이 주로 분포하는 의성소분지의 서남부에 위치하며 백악기 경상층군의 신동층군 낙동층의 만경산층원과 금당리층원, 백악기의 관입암류가 분포하고 있다.

2) 지형특성

과업지역의 산계는 중앙부는 주변 산들에 비해 비교적 높은 고도를 보이는 청화산과 냉산이 위치하고, 과업노선은 청화산과 냉산 사이의 저지대를 따라 지나가며 서북서 방향의 선구조위에 놓여있다. 수계는 과업노선의 서쪽에는 낙동강이 북쪽에서 남쪽으로 흐르고 있으나 노선과는 교차하지 않으며, 과업노선의 시점부는 북쪽으로 흐르는 위천의 지류인 곡정천과 교차하고 있다.

3) 분포암종 특성

구 분	지질특성
만경산층원 하부 장석질 역질 사암	· 장석의 함량이 높기 때문에 다른 암석에 비해 풍화가 더 심할 것으로 예상됨 · 풍화 심도가 상당히 깊을 것으로 예상됨
만경산층원 상부 역질 사암	· 역의 크기는 수cm~수십cm이며, 형태는 아원형으로 기질 지질성임
혼펠스 (Hornfels)	· 불국사 화강암의 관입에 의한 열접촉에 의해 치밀한 구조를 보이며 풍화에 상당히 강할 것으로 예상됨
금당리층원 세일(Shale)	· 엽층으로 인한 쪼개짐이 발달. 또한 이 쪼개짐과 같은 방향으로 방해석이 침전 또는 충전되어 있어 층리방향으로 이방성이 클것으로 예상됨
화강암	· 담회색의 중립 내지 세립질 암석으로 약간의 염기성광물 집합체를 함유 · 중립~조립질을 보이며 등립질 조직이 우세, 수cm크기의 장석반정이 나타남 · 과업구간 주변의 높은 지형을 형성

라. 지반조사보고서

제 4 장 조 사 결 과

4.1 사전조사

4.1.1 광역지질도 분석

광역 지질도 (1:500,000)	분석 내용
	- 주위기의 관입암류, 백악기 경상층군의 신동층군, 낙동층의 만경상층원과 금달리층원, 백악기의 관입암류가 분포 - 화강암 주변부는 높은 지형을 형성하고 있으며, 퇴적암과 경계부는 혼펠스화 - 중립 내지 조립질, 등립질 조직 우세 - 우보단층 : 이 지역 중동변에서 북서부로 향한 우보단층은 산산 구조소분지를 절단. 다국동(청화산 남서)의 화강암체는 이 단층의 영향을 받았을 가능성이 있으며 이 단층의 활동이 있는 후에 화강암이 관입하고 그 후에 다시 이 단층의 작용을 받았을 가능성이 있음

4.1.2 기본설계자료 분석

구 분	분석 내용
터널구간	- 분포지층 : 표토층(퇴적층), 중화토, 중화암, 연암 - 표토층은 비탈면 피적층인 분적층으로 입구부는 지표에서 5.5~12.0m, 출구부는 18.0m 두께, 자갈석인 실트질 모래, 전석, 매우조질 - 중화토는 입구부에서만 지표하 5.5~10.0m에 4.5m 두께, 매우조질 - 중화암은 지표하 10.0~18.0m에서 3.0~6.0m 두께로 분포, 세일, 사암 및 흑운모 화강암의 풍화대 - 연암은 지표하 13.0~30.0m에서 9.0~12.0m 두께, 세일 및 사암, 심한파쇄, TCR=25~85%, RQD=0~45%
교량구간	- 분포지층 : 매립층, 퇴적층, 중화암, 연암 - 매립층은 지표에서 1.8~2.3m 두께로 분포, 실트석인 모래질 자갈, 느슨 내지 매우조질 - 퇴적층은 지표하 1.8~8.5m에 6.2~6.3m 두께로 분포, 자갈석인 실트질 모래 및 점토질 실트, 매우느슨 내지 매우조질 - 중화암은 지표하 8.5~9.5m에 1.0m 두께로 분포, 실트질 모래, 매우조질 - 연암은 지표하 8.1~12.5m에 3.0m 두께로 분포, 사암, TCR=14~60%, RQD=0%
개량교	- 분포지층 : 매립층, 퇴적층, 중화암, 연암 - 매립층은 지표에서 1.2m 두께로 분포, 실트석인 모래질 자갈, 습윤 - 퇴적층은 지표하 1.2~4.8m에 3.6m 두께로 분포, 실트석인 모래질 자갈, 느슨 내지 매우조질 - 중화암은 지표하 4.8~8.0m에 1.2m 두께로 분포, 실트질 모래, 매우조질 - 연암은 지표하 6.0~9.0m에 3.0m 두께로 분포, 역질 사암, TCR=80%, RQD=45%

라. 지질 계통도

지질시대	층 명	특 성	비 고
제4기	충적층(Q _u)	• 하천 및 산록 퇴적물 ~~ 부정합 ~~	
중생대	중생암맥(K _u)	• 과상의 치밀	• 전 구간에서 기반암을 관입
	산성암맥(K _u)	---	---
	화강암(K _g)	• 과상의 치밀	• 3공구 중앙부
	유전층군	---	---
	안산암질암(K _u)	• 주로 응회암으로 구성	• 노선과 교차하지 않음
백악기	신동층군	---	---
	낙동층군	---	---
	만경상층원	---	---
신동층군	상부 (K _{el1-num})	• 사암과 역질사암, 역암 고호	• 3공구 중앙 및 종점부
	하부 (K _{el1-nim})	• 장석질 사암과 역질사암, 역암 고호	• 3공구 시점 및 종점부
	최하부에 탄질층 협재		

마. 지체구조

	- 과입지역은 한반도의 동남단에 위치하며 백악기 퇴적분지가 크게 발달하고 후기의 북북동향의 단층대가 도둑의 동부지역을 통과 - 경상 누층군의 낙동층 분포지 내에서 과입구간에 해당하는 지역에서는 서북서-동남동 방향의 좌수향 주향이동 단층인 신형단층, 금천단층, 가을단층, 우보 단층 등이 발달하며, 이 지역의 동남쪽에서는 북북동-남남서 방향의 우수향 이동단층인 양산단층계가 발달 - 과입구간과는 서북서방향의 우보단층이 가장 중요한 구조선으로 노선을 지배하고 있음 - 경상 누층군의 퇴적암류 내 층리 변화를 보면 동서 방향의 습곡축을 가지고 개방습곡이 발달하는데, 이들 습곡축들은 서북서 방향의 좌수향 방향의 단층에 굽고 있음
--	---

4.2.2 영상정보를 활용한 선형 구조 분석

가. 인공위성영상 분석

(1) 목적

- 과입지역의 광역적인 지형 특성 파악 및 선형구조 발달 상태 파악
- 지형 및 지질특성(단층, 절리, 암맥 등의 선구조) 파악
- 과입구간에 대한 지질분포의 단층, 절리 등에 의한 광역적인 선구조 해석

(2) 원리 및 방법

- 15m급 해상도의 Landsat-7 ETM+ 위성영상을 이용하여 분석 실시
- 선형 공간 필터링 분석, 주성분 분석, 텐트버를 분석 등을 통해 광역 선구조 해석에 이용
- 식생지수, 습윤도 분석을 통해 식생 및 토양환경 분석 실시

4.2 지표지질 조사

4.2.1 지형 및 지질특성

가. 지질 개요

- 백악기 경상분지의 신동층과 하양층군이 주로 분포하는 의성소분지의 서남부에 위치
- 백악기 경상층군의 신동층군 낙동층의 만경상층원과 금달리층원, 백악기의 관입암류가 분포

나. 지형특성

산 계	수 계
- 과입지역의 중앙부에는 주변 산들에 비해 비교적 높은 고도를 보이는 청화산과 남산이 위치 - 과입노선은 청화산과 남산 사이의 저지대를 따라 지나가며 서북서 방향의 선구조 위에 놓임	- 과입노선의 서쪽에는 낙동강이 북쪽에서 남쪽으로 흐르고 있으나 노선과는 교차하지 않음 - 과입노선의 시점부는 북쪽으로 흐르는 위천의 지류인 곡정천과 교차함

다. 분포 암종 특성

구 분	지질 특성
만경상층원 하부 장석질 역질 사암	- 장석의 함량이 높기 때문에 다른 암석에 비해 풍화가 더 심할 것으로 예상됨 - 풍화심도가 상당히 깊을 것으로 예상됨
만경상층원 상부 역질 사암	역의 크기는 수 cm~수십 cm이며 형태는 아원형으로 기질 지질성임
혼펠스 (Hornfels)	불국사 화강암의 관입에 의한 열접촉에 의해 치밀한 구조를 보이며 풍화에 상당히 강할 것으로 예상됨
금달리층원 세일(Shale)	열충으로 인한 쪼개짐(fissility)이 발달. 또한 이 쪼개짐과 같은 방향으로 방해석이 침전 또는 충전되어 있어 층리방향으로의 이방성이 클 것으로 예상됨
화강암	- 담회색의 중립 내지 세립질 암석으로 약간의 열기성광물 집합체를 함유 - 중립~조립질을 보이며 등립질 조직이 우세, 수 cm 크기의 장석반정이 나타남 - 과입구간 주변의 높은 지형을 형성

(3) 위성영상결과

선형공간필터링	공간필터링
- Landsat-7 ETM+ 영상에서 선적인 요소를 강조시키기 위해 고주파 강조 선형 공간필터링을 실시 - 고주파강조 공간필터링 Laplacian 필터(Jensen, 1996)를 적용시킨 후의 결과 - 지형적인 선구조 이외에 도로나 향안 시설과 같은 인공적인 선구조가 추출됨	- 영상 내의 지형 또는 선구조의 방향성에 관계없이 지형 지물의 에지를 검출 - 선구조 육안 판독에 유용한 자료임

(4) 결과 분석

위성영상분석	Frequency Rose Diagram	Length Rose Diagram
600m 이상 되는 선구조를 추출, 총 52개의 대, 소 선구조 파악 - 주요 선구조의 방향은 N60°~70°W이며 그 다음으로는 N20°~30°E, N30°~40°E, N50°~60°W이 주세하게 판독됨 - 과입노선과는 4개의 선구조가 교차할 것으로 예상됨 - N30°~70°W 방향의 대규모 선구조 선상에 위치하고 있어서 이 선구조는 노선 여러 위치에서 교차할 것으로 판단됨		

나. 음영기록도(DEM)를 이용한 선구조 분석

(1) 목적

- 과입지역에 대한 정밀한 선형구조 분석
- 수치지도에 의한 음영기록도 작성으로 선구조의 발달 방향 확인
- 선구조의 빈도 및 연장분석 등을 통한 선구조의 분포특성 파악

(2) 분석 방법 및 과정

- 수치지도로부터 작성된 DEM(Digital Elevation Model) 음영기록도를 이용, 선구조 추출
- 선형구조의 빈도 및 연장에 대한 가중치 분석을 통한 선형구조의 분포특성 파악 및 지질구조와의 연관성 해명



1.2.2 시설물 점검이력

가. 상주방향

대상시설물은 2중 시설물로서 준공이후 기준에 따라 정기안전점검 및 정밀안전점검을 지속적으로 실시해 왔으며, 기 점검 이력사항은 다음과 같다.

【표 1.2.2】 군위터널(상주) 점검이력사항

번호	기 간	구 분	주요 점검 결과	안전 등급
1	2017. 11. 13 ~ 2017. 12. 28	정기안전 점검	군위터널(상주방향)은 전체적으로 보수가 실시된 것으로 조사되었으며, 보수부의 상태는 양호한 상태인 것으로 확인되었다. 본 시설물은 특이사항이 없는 양호한 상태이다.	양호
2	2018. 05. 28 ~ 2018. 06. 30	정기안전 점검	군위터널(상주방향)은 특이사항이 없는 양호한 상태이다.	양호
3	2018. 10. 23 ~ 2018. 12. 31	정기안전 점검	군위터널(상주방향)의 외관조사 결과, 라이닝 콘크리트 조인트부 들뜸, 균열, 공동구 균열 및 덮개 탈락, 포장부 균열이 조사되었으며, 기 손상부는 터널 및 주행차량의 안정성 확보를 위한 적절한 조치가 필요할 것으로 판단된다.	양호
4	2019. 03. 18 ~ 2019. 05. 28	정기안전 점검	군위터널(상주방향)의 외관조사 결과, 라이닝 콘크리트 조인트부 들뜸, 균열, 공동구 균열 및 덮개 탈락, 포장부 균열 및 마모 등의 손상이 조사되었으며, 기 손상부는 주의 관찰 및 주행차량의 안정성 확보를 위한 정비 및 보수가 필요할 것으로 판단된다.	양호
5	2019-09-16 ~ 2019-12-27	정밀안전 점검	자료조사, 외관조사, 내구성 조사 등의 결과를 분석하여 평가된 구조물의 상태평가 결과를 종합적으로 평가한 군위터널(상주)의 안전등급은 「기능 발휘에는 지장이 없으나 경미한 손상, 결함, 열화 등이 발생하여 내구성 증진을 위해 부분적으로 보수가 필요한 상태인」인 「B」등급으로 평가되었다. 구조적인 손상 및 결함은 없는 것으로 판단되어 별도의 정밀안전진단은 필요 없을 것으로 판단되며, 본 보고서에 제시된 방안으로 보수를 시행하고 지속적인 유지관리를 실시한다면 구조물의 사용성을 확보하는데 문제가 없을 것으로 사료된다.	B
6	2020-05-12 ~ 2020-06-30	정기안전 점검	라이닝 콘크리트 들뜸, 균열, 공동구 덮개 탈락, 파손, 포장부 균열 및 마모 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상부의 경우 주의관찰 및 주행차량의 안정성 확보를 위한 정비 및 보수가 필요할 것으로 판단된다.	양호
7	2020-08-31 ~ 2020-12-31	정기안전 점검	라이닝 콘크리트 균열(폭0.3mm내외) 및 들뜸, 공동구 덮개 파손, 탈락, 포장부 균열 및 마모 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상부의 경우 주의관찰 및 주행차량의 안정성 확보를 위한 보수가 필요할 것으로 판단된다.	양호
8	2021-03-08 ~ 2021-06-07	정기안전 점검	라이닝 콘크리트 균열(폭0.3mm내외) 및 들뜸, 몰탈들뜸, 공동구 덮개 파손, 탈락, 포장부 균열 및 마모 등 기존손상과 일부 손상이 신규로 추가 조사되었다. 기 손상부와 금회 추가로 발생한 손상부의 경우 주의관찰 및 주행차량의 안정성 확보를 위한 보수가 필요할 것으로 판단된다.	양호

【표 1.2.2】 군위터널(상주) 점검이력사항(계속)

번호	기 간	구 분	주요 점검 결과	안전 등급
9	2021. 08. 25 ~ 2021. 12. 10	정밀안전 점검	- 라이닝 천단부 균열(cw=0.3mm미만, 이상), 재균열, 망상균열, 조인트부 들뜸, 박락 등 - 라이닝 측벽부 균열(cw=0.3mm미만, 이상), 망상균열, 조인트부 들뜸, 백태 - 공동구 균열(cw=0.3mm미만, 이상), 재균열, 덮개 파손, 파손 - 포장부 균열, 망상균열, 박리, 박락, 파손, 이물질퇴적	B
10	2022. 05. 16 ~ 2022. 06. 24	정기안전 점검	- 라이닝 콘크리트 균열(폭 0.3mm내, 외), 망상균열, 백태, 들뜸 등 - 공동구 균열, 덮개 탈락, 파손 등 - 포장부 균열, 마모, 박리, 박락, 파손 등	양호
11	2022. 09. 19 ~ 2022. 11. 18	정기안전 점검	- 라이닝 콘크리트 균열(폭 0.3mm내, 외), 망상균열, 백태, 들뜸 등 - 공동구 균열, 덮개 탈락, 파손 등 - 포장부 균열, 마모, 박리, 박락, 파손 등	양호
12	2023. 04. 03 ~ 2023. 06. 16	정기안전 점검	- 라이닝 콘크리트 균열(폭 0.3mm내, 외), 망상균열, 백태, 들뜸 등 - 공동구 균열, 덮개 탈락, 파손 등 - 포장부 균열, 마모, 박리, 박락, 파손 등	양호

나. 영천방향

대상시설물은 2중 시설물로서 준공이후 기준에 따라 정기안전점검 및 정밀안전점검을 지속적으로 실시해 왔으며, 기 점검 이력사항은 다음과 같다.

【표 1.2.3】 군위터널(영천) 점검이력사항

번호	기 간	구 분	주요 점검 결과	안전 등급
1	2017. 11. 13 ~ 2017. 12. 28	정기안전 점검	군위터널(상주방향)은 전체적으로 보수가 실시된 것으로 조사되었으며, 보수부의 상태는 양호한 상태인 것으로 확인되었다. 본 시설물은 특이사항이 없는 양호한 상태이다.	양호
2	2018. 05. 28 ~ 2018. 06. 30	정기안전 점검	군위터널(상주방향)은 특이사항이 없는 양호한 상태이다.	양호
3	2018. 10. 23 ~ 2018. 12. 31	정기안전 점검	군위터널(상주방향)의 외관조사 결과, 라이닝 콘크리트 조인트부 들뜸, 균열, 공동구 균열 및 덮개 탈락, 포장부 균열이 조사되었으며, 기 손상부는 터널 및 주행차량의 안정성 확보를 위한 적절한 조치가 필요할 것으로 판단된다.	양호
4	2019. 03. 18 ~ 2019. 05. 28	정기안전 점검	라이닝 콘크리트 조인트부 들뜸, 균열, 공동구 균열 및 덮개 탈락, 포장부 균열 및 마모 등의 손상이 조사되었으며, 기 손상부는 주의관찰 및 주행차량의 안정성 확보를 위한 정비 및 보수가 필요할 것으로 판단된다.	양호
5	2019-09-16 ~ 2019-12-27	정밀안전 점검	자료조사, 외관조사, 내구성 조사 등의 결과를 분석하여 평가된 구조물의 상태평가 결과를 종합적으로 평가한 군위터널(영천)의 안전등급은 「기능 발휘에는 지장이 없으나 경미한 손상, 결함, 열화 등이 발생하여 내구성 증진을 위해 부분적으로 보수가 필요한 상태인」인 「B」 등급으로 평가되었다. 구조적인 손상 및 결함은 없는 것으로 판단되어 별도의 정밀안전진단은 필요 없을 것으로 판단되며, 본 보고서에 제시된 방안으로 보수를 시행하고 지속적인 유지관리를 실시한다면 구조물의 사용성을 확보하는데 문제가 없을 것으로 사료된다.	B
6	2020-05-12 ~ 2020-06-30	정기안전 점검	군위터널(영천방향)은 전반적으로 양호한 상태이나, 라이닝 콘크리트 균열 및 망상균열, 들뜸, 포장부 콘크리트 균열, 박락, 마모, 공동구 파손, 덮개 탈락 등이 일부 조사되었다. 기 발생한 손상부의 경우 주의관찰 및 주행차량의 안정성 확보 및 보수가 필요할 것으로 판단된다.	양호
7	2020-08-31 ~ 2020-12-31	정기안전 점검	군위터널(영천방향)은 전반적으로 양호한 상태이나, 라이닝 콘크리트 균열(0.3mm내외) 및 망상균열, 들뜸, 포장부 콘크리트 균열, 박락, 마모, 공동구 파손, 덮개 탈락, 백태 등이 일부 조사되었다. 기 발생한 손상부의 경우 주의관찰 및 주행차량의 안정성 확보 및 구조물의 내구성 증진을 위한 보수가 필요할 것으로 판단된다.	양호
8	2021-03-08 ~ 2021-06-07	정기안전 점검	군위터널(영천방향) (3공구)은 전반적으로 양호한 상태이나, 라이닝 콘크리트 균열(0.3mm내외) 및 망상균열, 들뜸, 포장부 콘크리트 균열, 박락, 마모, 공동구 파손, 덮개 탈락, 백태 등 기존손상과 일부 손상이 추가 조사되었다. 기 손상부와 금회 발생한 손상부의 경우 주의관찰 및 주행차량의 안정성 확보를 위한 보수가 필요할 것으로 판단된다.	양호

【표 1.2.3】 군위터널(영천) 점검이력사항(계속)

번호	기 간	구 분	주요 점검 결과	안전 등급
9	2021. 08. 25 ~ 2021. 12. 10	정밀안전 점검	- 라이닝 천단부 균열(cw=0.3mm미만, 이상), 재균열(cw=0.3mm미만, 이상), 망상균열, 조인트부 들뜸 - 라이닝 측벽부 균열(cw=0.3mm미만, 이상), 망상균열, 조인트부 들뜸, 마감재 탈락 등 - 공동구 균열 및 재균열(cw=0.3mm이상), 덮개 파손 - 포장부 균열, 망상균열, 박리, 박락, 파손	B
10	2022. 05. 16 ~ 2022. 06. 24	정기안전 점검	- 라이닝 콘크리트 균열(폭 0.3mm내, 외), 망상균열, 백태, 들뜸, 박리 등 - 공동구 덮개 파손 등 - 포장부 균열, 망상균열, 박리, 박락, 파손 등	양호
11	2022. 09. 19 ~ 2022. 11. 18	정기안전 점검	- 라이닝 콘크리트 균열(폭 0.3mm내, 외), 망상균열, 백태, 들뜸, 박리 등 - 공동구 덮개 파손 등 - 포장부 균열, 망상균열, 박리, 박락, 파손 등	양호
12	2023. 04. 03 ~ 2023. 06. 16	정기안전 점검	- 라이닝 콘크리트 균열(폭 0.3mm내, 외), 망상균열, 백태, 들뜸, 박리 등 - 공동구 덮개 파손 등 - 포장부 균열, 망상균열, 박리, 박락, 파손 등	양호

1.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과(2021년 12월)

가. 상주방향

【표 1.2.4】 군위터널(상주) 전차 정밀안전점검 사항

구 분		정밀안전점검 결과																										
점검개요		· 점검기관 : (주)명성엔지니어링 · 점검기간 : 2021년 08월 25일 ~ 2021년 12월 31일																										
상 태 평 가	외관 조사	· 라이닝 천단부 균열(cw=0.3mm미만,이상), 재균열, 망상균열, 조인트부 들뜸, 박락 등 · 라이닝 측벽부 균열(cw=0.3mm미만, 이상), 망상균열, 조인트부 들뜸, 백태 · 공동구 균열(cw=0.3mm미만, 이상), 재균열, 덮개 파손, 파손 · 포장부 균열, 망상균열, 박리, 박락, 파손, 이물질퇴적																										
	내구성 조사	<table><tr><th rowspan="2">시 험 명</th><th rowspan="2">시험부위</th><th colspan="2">시험 결과</th><th rowspan="2">비 고</th></tr><tr><th>측정결과</th><th>설계기준</th></tr><tr><td>비파괴 강도 (MPa)</td><td>라이닝 콘크리트</td><td>25.1~27.1</td><td>24.0</td><td>· 설계강도 이상(양호)</td></tr><tr><td>탄산화 잔여깊이 (mm)</td><td>라이닝 콘크리트</td><td>78.0~78.5</td><td>a등급</td><td>· 잔여깊이 30mm이상 · 탄산화 깊이 양호</td></tr><tr><td>종합 평가</td><td colspan="4">· 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 · 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임</td></tr></table>				시 험 명	시험부위	시험 결과		비 고	측정결과	설계기준	비파괴 강도 (MPa)	라이닝 콘크리트	25.1~27.1	24.0	· 설계강도 이상(양호)	탄산화 잔여깊이 (mm)	라이닝 콘크리트	78.0~78.5	a등급	· 잔여깊이 30mm이상 · 탄산화 깊이 양호	종합 평가	· 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 · 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				
		시 험 명	시험부위	시험 결과				비 고																				
				측정결과	설계기준																							
		비파괴 강도 (MPa)	라이닝 콘크리트	25.1~27.1	24.0	· 설계강도 이상(양호)																						
탄산화 잔여깊이 (mm)	라이닝 콘크리트	78.0~78.5	a등급	· 잔여깊이 30mm이상 · 탄산화 깊이 양호																								
종합 평가	· 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 · 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임																											
상태 등급		<table><tr><th colspan="6">군위터널(상주)</th></tr><tr><th>구조물</th><th>구간별 결함지수</th><th>라이닝 연장</th><th>연장별 가중치</th><th>전체결함점수 (F)</th><th>상태평가등급</th></tr><tr><td>철근콘크리트</td><td>0.133</td><td>345</td><td>0.047</td><td rowspan="2">0.178</td><td rowspan="2">B</td></tr><tr><td>무근콘크리트</td><td>0.204</td><td>620</td><td>0.131</td></tr></table>					군위터널(상주)						구조물	구간별 결함지수	라이닝 연장	연장별 가중치	전체결함점수 (F)	상태평가등급	철근콘크리트	0.133	345	0.047	0.178	B	무근콘크리트	0.204	620	0.131
		군위터널(상주)																										
		구조물	구간별 결함지수	라이닝 연장	연장별 가중치	전체결함점수 (F)	상태평가등급																					
철근콘크리트	0.133	345	0.047	0.178	B																							
무근콘크리트	0.204	620	0.131																									
보수·보강		· 표면보수 · 주입보수 · 단면보수 · 재설치																										
종합결론		· 자료조사, 외관조사, 내구성 조사 등의 결과를 분석하여 평가된 구조물의 상태평가 결과를 종합적으로 평가한 군위터널(상주)의 안전등급은 「기능 발휘에는 지장이 없으나 경미한 손상, 결함, 열화 등이 발생하여 내구성 증진을 위해 부분적으로 보수가 필요한 상태인」인 「B」 등급으로 평가되었다. 구조적인 손상 및 결함은 없는 것으로 판단되어 별도의 정밀안전진단은 필요 없을 것으로 판단되며, 본 보고서에 제시된 방안으로 보수를 시행하고 지속적인 유지관리를 실시한다면 구조물의 사용성을 확보하는데 문제가 없을 것으로 사료된다.																										

나. 영천방향

【표 1.2.5】 군위터널(영천) 전차 정밀안전점검 사항

구 분		정밀안전점검 결과																										
점검개요		· 점검기관 : (주)명성엔지니어링 · 점검기간 : 2021년 08월 25일 ~ 2021년 12월 31일																										
상 태 평 가	외관 조사	· 라이닝 천단부 균열(cw=0.3mm미만,이상), 재균열(cw=0.3mm미만,이상), 망상균열, 조인트부 들뜸 · 라이닝 측벽부 균열(cw=0.3mm미만,이상), 망상균열, 조인트부 들뜸, 마감재 탈락 · 공동구 균열 및 재균열(cw=0.3mm이상), 덮개 파손 · 포장부 균열, 망상균열, 박리, 박락, 파손																										
	내구성 조사	<table><tr><th rowspan="2">시 험 명</th><th rowspan="2">시험부위</th><th colspan="2">시험 결과</th><th rowspan="2">비 고</th></tr><tr><th>측정결과</th><th>설계기준</th></tr><tr><td>비파괴 강도 (MPa)</td><td>라이닝 콘크리트</td><td>24.7~26.9</td><td>24.0</td><td>· 설계강도 이상(양호)</td></tr><tr><td>탄산화 잔여깊이 (mm)</td><td>라이닝 콘크리트</td><td>77.0~77.5</td><td>a등급</td><td>· 잔여깊이 30mm이상 · 탄산화 깊이 양호</td></tr><tr><td>종합 평가</td><td colspan="4">· 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 · 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임</td></tr></table>				시 험 명	시험부위	시험 결과		비 고	측정결과	설계기준	비파괴 강도 (MPa)	라이닝 콘크리트	24.7~26.9	24.0	· 설계강도 이상(양호)	탄산화 잔여깊이 (mm)	라이닝 콘크리트	77.0~77.5	a등급	· 잔여깊이 30mm이상 · 탄산화 깊이 양호	종합 평가	· 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 · 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				
		시 험 명	시험부위	시험 결과				비 고																				
				측정결과	설계기준																							
		비파괴 강도 (MPa)	라이닝 콘크리트	24.7~26.9	24.0	· 설계강도 이상(양호)																						
탄산화 잔여깊이 (mm)	라이닝 콘크리트	77.0~77.5	a등급	· 잔여깊이 30mm이상 · 탄산화 깊이 양호																								
종합 평가	· 콘크리트 강도는 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 · 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임																											
상태 등급		<table><tr><th colspan="6">군위터널(상주)</th></tr><tr><th>구조물</th><th>구간별 결함지수</th><th>라이닝 연장</th><th>연장별 가중치</th><th>전체결함점수 (F)</th><th>상태평가등급</th></tr><tr><td>철근콘크리트</td><td>0.110</td><td>320</td><td>0.038</td><td rowspan="2">0.155</td><td rowspan="2">B</td></tr><tr><td>무근콘크리트</td><td>0.179</td><td>610</td><td>0.118</td></tr></table>					군위터널(상주)						구조물	구간별 결함지수	라이닝 연장	연장별 가중치	전체결함점수 (F)	상태평가등급	철근콘크리트	0.110	320	0.038	0.155	B	무근콘크리트	0.179	610	0.118
		군위터널(상주)																										
		구조물	구간별 결함지수	라이닝 연장	연장별 가중치	전체결함점수 (F)	상태평가등급																					
철근콘크리트	0.110	320	0.038	0.155	B																							
무근콘크리트	0.179	610	0.118																									
보수·보강		· 표면보수 · 주입보수 · 단면보수 · 재설치																										
종합결론		· 자료조사, 외관조사, 내구성 조사 등의 결과를 분석하여 평가된 구조물의 상태평가 결과를 종합적으로 평가한 군위터널(영천)의 안전등급은 「기능 발휘에는 지장이 없으나 경미한 손상, 결함, 열화 등이 발생하여 내구성 증진을 위해 부분적으로 보수가 필요한 상태인」인 「B」 등급으로 평가되었다. 구조적인 손상 및 결함은 없는 것으로 판단되어 별도의 정밀안전진단은 필요 없을 것으로 판단되며, 본 보고서에 제시된 방안으로 보수를 시행하고 지속적인 유지관리를 실시한다면 구조물의 사용성을 확보하는데 문제가 없을 것으로 사료된다.																										

1.2.4 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

가. 상주방향

구 분	내 용	비고
설계도서	○현장조사 시 측점분할 및 부재치수를 실측하여 설계도면과 비교·검토하였으며, 시공상태를 확인함. 설계도면과 일치시 설계도면을 기준으로 과업을 진행토록 함	
시설물관리대장	○시설물관리대장의 내용과 설계도서를 비교 검토한 결과, 상이한 내용은 없으며, 정밀한 현장조사를 실시하여 향후 유지관리를 위한 사항들을 보고서에 수록함	
시공관련자료	○안전, 품질, 공정 및 변경사항 등에 관한 검토를 통해 적합한 공사가 시행 된 것으로 확인되었고, 안전점검 기록 및 현장시험을 통해 품질의 현 상태를 분석하고 확인함	
안전점검 및 정밀안전진단자료	○점검이력을 검토한 결과, 시설물의 손상 및 상태가 확인되었고, 기존 점검 결과를 비교·검토하여 추가 손상 확인, 보수여부 재확인 후 대책방안을 검토함	
보수보강자료	○일괄보수 보다는 하자보수를 통하여 단계적인 예방 보수가 시행되고 있고, 기 보수부 상태를 확인하여 재손상 발생여부를 확인함	
중 점 관리사항	○외관조사결과, 라이닝에 발생한 일부 균열에 대해서는 진전여부에 대한 주기적인 관찰이 필요하고, 금회 점검에서는 보수 여부 확인, 진전여부 확인, 신규손상 발생 여부에 대하여 중점조사 및 점검 방향을 설정함	
시설물 특이사항	○중대결함 : 없음 ○구조가 변경(하중변화, 단면변화)된 경우 : 없음	
점검주기	○점검일 현재 정밀안전점검은 총2회, 정기점검은 총10회를 실시하였으며, 전반적으로 점검 시기는 적정하게 이루어지고 있는 것으로 조사됨.	

나. 영천방향

구 분	내 용	비고
설계도서	○현장조사 시 측점분할 및 부재치수를 실측하여 설계도면과 비교·검토하였으며, 시공상태를 확인함. 설계도면과 일치시 설계도면을 기준으로 과업을 진행토록 함	
시설물관리대장	○시설물관리대장의 내용과 설계도서를 비교 검토한 결과, 상이한 내용은 없으며, 정밀한 현장조사를 실시하여 향후 유지관리를 위한 사항들을 보고서에 수록함	
시공관련자료	○안전, 품질, 공정 및 변경사항 등에 관한 검토를 통해 적합한 공사가 시행 된 것으로 확인되었고, 안전점검 기록 및 현장시험을 통해 품질의 현 상태를 분석하고 확인함	
안전점검 및 정밀안전진단자료	○점검이력을 검토한 결과, 시설물의 손상 및 상태가 확인되었고, 기존 점검 결과를 비교·검토하여 추가 손상 확인, 보수여부 재확인 후 대책방안을 검토함	
보수보강자료	○일괄보수 보다는 하자보수를 통하여 단계적인 예방 보수가 시행되고 있고, 기 보수부 상태를 확인하여 재손상 발생여부를 확인함	
중 점 관리사항	○외관조사결과, 라이닝에 발생한 일부 균열에 대해서는 진전여부에 대한 주기적인 관찰이 필요하고, 금회 점검에서는 보수 여부 확인, 진전여부 확인, 신규손상 발생 여부에 대하여 중점조사 및 점검 방향을 설정함	
시설물 특이사항	○중대결함 : 없음 ○구조가 변경(하중변화, 단면변화)된 경우 : 없음	
점검주기	○점검일 현재 정밀안전점검은 총2회, 정기점검은 총10회를 실시하였으며, 전반적으로 점검 시기는 적정하게 이루어지고 있는 것으로 조사됨.	

1.2.5 시설물 보수 이력

가. 상주방향

【표 1.2.6】 군위터널(상주) 보수이력사항

NO	보수위치	내용	기간	공사비	시공자	비고
1	-	-	-	-	-	

나. 영천방향

【표 1.2.7】 군위터널(영천) 보수이력사항

NO	보수위치	내용	기간	공사비	시공자	비고
1	-	-	-	-	-	

1.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 1.2.8】 내진설계 여부 확인

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
해당사항 없음	Y	-	-
· 준공도서 및 FMS상 내진설계는 반영 된 것으로 확인되었고, 내진성능평가는 미 실시 된 것으로 확인되었다.			

1.2.7 시설물의 용도변경 여부 확인

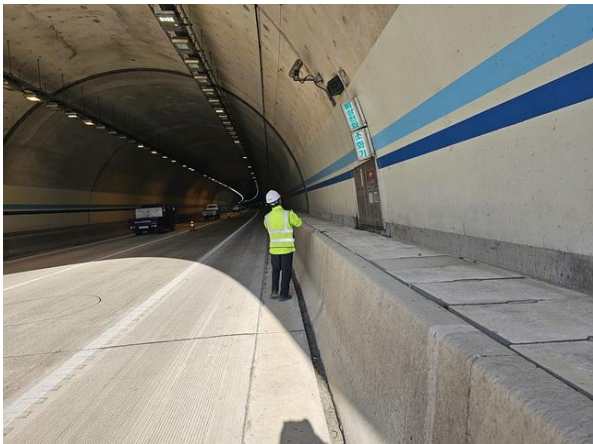
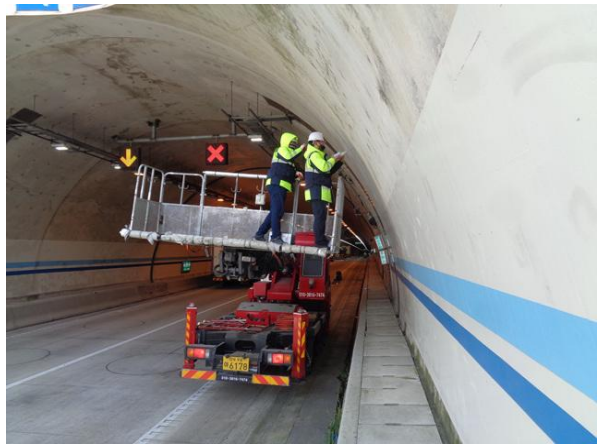
FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 용도변경 이력은 없는 것으로 확인되었다.

1.3 현장조사

1.3.1 개요

대상시설물에 대한 자료수집 및 검토자료를 토대로 정밀조사를 실시하기 위하여 고소차를 이용한 근접조사를 원칙으로 현장조사를 시행하였으며, 점검 망치를 이용한 타격조사를 실시하여 공동 및 박리, 층분리 발생여부를 확인하였다.

가. 장비사용 현황

Span번호	조사방법 및 접근성	조사기간	비고
S001~S112	도보, 고소점검차	2023.08.08.~2023.10.31.	
			
도보점검을 통한 근접조사		고소점검차를 이용한 근접조사	
			
터널 라이닝 비파괴시험		터널 라이닝 비파괴시험	

【그림 1.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

나. 터널 구간 분할

정밀안전점검을 위한 외관조사, 비파괴 시험, 시설물의 상태평가 등을 효과적으로 수행하기 위하여 측점분할 또는 구간분할 작업은 필수적인 항목이다. 터널 내에 측점포시 또는 구간이 명확하게 구분되어 있지 않는 경우는 구간분할에 따른 오차를 최소화할 수 있도록 구분되어야 하며 통상적으로 현장에서 직접 확인이 가능한 시공(신축)이음부를 기준으로 분할하는 것이 타당하다. 본 터널은 상주방향 965.0m(112SPAN), 영천방향 930.0m(109SPAN)로 다음 그림과 같이 분할하였다.

S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
철근 콘크리트 구간									
S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20
철근 콘크리트 구간									
S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29	S30
철근 콘크리트 구간					무근 콘크리트 구간				
S31	S32	S33	S34	S35	S36	S37	S38	S39	S40
무근 콘크리트 구간			철근 콘크리트 구간			무근 콘크리트 구간			
S41	S42	S43	S44	S45	S46	S47	S48	S49	S50
무근 콘크리트 구간									
S51	S52	S53	S54	S55	S56	S57	S58	S59	S60
무근 콘크리트 구간									

【그림 1.3.2】 상주방향 Span별 시공현황

S61	S62	S63	S64	S65	S66	S67	S68	S69	S70
무근	철근 콘크리트 구간			무근 콘크리트 구간					
S71	S72	S73	S74	S75	S76	S77	S78	S79	S80
무근 콘크리트 구간									
S81	S82	S83	S84	S85	S86	S87	S88	S89	S90
무근 콘크리트 구간							철근 콘크리트 구간		
S91	S92	S93	S94	S95	S96	S97	S98	S99	S100
무근 콘크리트 구간									
S101	S102	S103	S104	S105	S106	S107	S108	S109	S110
무근 콘크리트 구간						철근 콘크리트 구간			
S111	S112								
철근 콘크리트									

【그림 1.3.2】 상주방향 Span별 시공현황(계속)

S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
철근 콘크리트 구간					무근 콘크리트 구간				
S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20
무근 콘크리트 구간									
S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29	S30
철근 콘크리트 구간					무근 콘크리트 구간				

【그림 1.3.3】 영천방향 Span별 시공현황

S31	S32	S33	S34	S35	S36	S37	S38	S39	S40
무근 콘크리트 구간									
S41	S42	S43	S44	S45	S46	S47	S48	S49	S50
무근 콘크리트 구간						철근 콘크리트 구간		무근	
S51	S52	S53	S54	S55	S56	S57	S58	S59	S60
무근 콘크리트 구간									
S61	S62	S63	S64	S65	S66	S67	S68	S69	S70
무근 콘크리트 구간									
S71	S72	S73	S74	S75	S76	S77	S78	S79	S80
무근 콘크리트 구간						철근 콘크리트 구간			
S81	S82	S83	S84	S85	S86	S87	S88	S89	S90
철근 콘크리트 구간									
S91	S92	S93	S94	S95	S96	S97	S98	S99	S100
철근 콘크리트 구간									
S101	S102	S103	S104	S105	S106	S107	S108	S109	
철근 콘크리트 구간									

【그림 1.3.3】 영천방향 Span별 시공현황(계속)

1.3.2 상주방향 외관조사 결과

가. 라이닝 천단부

본 터널의 라이닝 두께는 300mm이며, 천단부 외관조사시 고소차를 이용한 근접조사를 실시하였다. 주요 점검사항으로는 라이닝 균열 및 누수여부, 조인트부 박리, 박락, 철근노출 등에 중점을 두고 외관조사를 실시하였다.



【사진 1.3.1】 라이닝 천단부 전경

1) 조사결과

- 천단부는 균열 및 재균열($cw=0.1\sim0.3\text{mm}$), 망상균열 등의 균열 손상과 국부적으로 조인트부 단면 손상(들뜸, 박락 등)이 조사되었다.

【표 1.3.1】 라이닝 천단부 손상현황

구분	손상내용	단위	손상물량		손상원인	비고
			물량	개소		
라이닝 천단부	균열($cw=0.3\text{mm}$ 미만)	m	144.00	24	건조수축 및 온도변화	
	균열($cw=0.3\text{mm}$ 이상)	m	29.00	6	건조수축 및 온도변화	
	재균열($cw=0.3\text{mm}$ 미만)	m	96.00	10	보수재 열화	
	재균열($cw=0.3\text{mm}$ 이상)	m	22.00	3	보수재 열화	
	망상균열	m ²	294.00	20	건조수축 및 온도변화	
	조인트부 들뜸, 박락, 재들뜸	m ²	0.88	15	거푸집 조기탈형, 다짐불량 온도변화에 의한 신축작용	

			
현 황	S005 천단부 조인트부 들뜸	현 황	S050 천단부 균열(cw=0.3mm이상)
원 인	거푸집 조기탈형, 다짐불량	원 인	건조수축, 온도변화
대 책	단면보수	대 책	주입보수
			
현 황	S056 천단부 재균열(cw=0.3mm이상)	현 황	S062 천단부 망상균열
원 인	건조수축, 보수재 열화	원 인	건조수축, 온도변화
대 책	주입보수	대 책	표면처리
			
현 황	S075 천단부 균열(cw=0.3mm이상)	현 황	S103 천단부 균열(cw=0.3mm이상)
원 인	건조수축, 손상 진전	원 인	건조수축, 손상 진전
대 책	주입보수	대 책	주입보수

【사진 1.3.2】 라이닝 천단부 손상현황

2) 손상 발생원인 및 대책방안

- 천단부에 발생한 주요손상은 균열 및 재균열 등의 균열 손상이며, 일부 구간에서 망상균열 등의 손상이 확인되었다. 기 조사된 라이닝 균열은 경화된 이후 온도변화에 따른 건조수축에 따른 구속과 시공초기에 발생한 비구조적 균열로 판단되며, 구조물의 안전성에는 미치는 영향은 적으나, 장기적으로 내구성 저하방지를 위한 표면보수, 주입보수 등의 적절한 조치가 필요하다.
- 조인트부에 발생한 들뜸 및 박락 등의 단면손상의 경우 시공시 거푸집 조기탈형, 다짐불량, 온도변화에 의한 건조수축 등에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 기 발생한 손상의 경우 구조물의 안전성을 저해할 만한 손상은 아니나, 손상부의 진전으로 콘크리트 낙하시 2차피해가 우려되므로 단면보수 등의 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

3) 기 점검 결과 비교

- 라이닝 천단부는 21년 실시한 점검과 비교한 결과, 재균열 및 들뜸 손상이 추가 발생한 것으로 조사되었다. 추가된 손상은 근접조사 및 공용년수 경과에 따른 표면열화로 인해 발생한 것으로 판단되며, 시급한 보수 보다는 주기적인 관찰을 통해 손상의 진전이 확인될시 보수를 실시하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

【표 1.3.2】 라이닝 천단부 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
천단부	균열(cw=0.3mm미만)	m	144.00	24	144.00	24	- -	변동없음
	균열(cw=0.3mm이상)	m	29.00	6	29.00	6	- -	변동없음
	재균열(cw=0.3mm미만)	m	86.00	9	96.00	10	↑ 10.0	추가손상
	재균열(cw=0.3mm이상)	m	22.00	3	22.00	3	- -	변동없음
	망상균열	m ²	294.00	20	294.00	20	- -	변동없음
	조인트부 들뜸, 박락, 재들뜸	m ²	0.75	10	0.88	15	↑ 0.13	추가손상

나. 라이닝 측벽부

본 터널의 측벽부는 미관을 고려한 도장재료로 표면을 마감하였으며, 운전자의 편안한 시야를 위해 흰색, 푸른색 계열의 도장재를 사용하였다. 측벽부 외관조사시 라이닝 측벽부 균열 및 누수여부, 박리 및 박락, 철근노출, 배부름 및 변형 등에 중점을 두고 외관조사를 실시하였다.



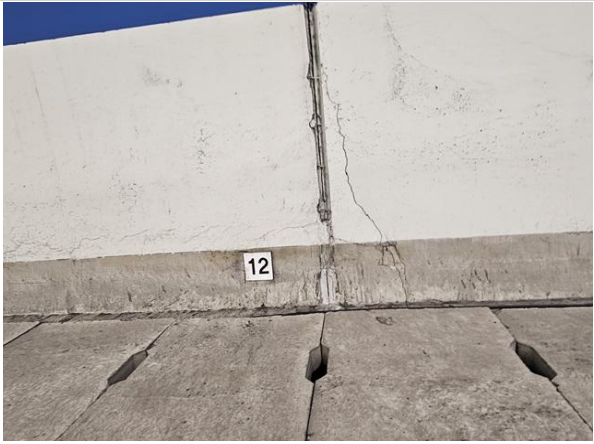
【사진 1.3.3】 라이닝 측벽부 전경

1) 조사결과

- 측벽부에 발생한 손상으로는 균열($cw=0.3\text{mm}$ 미만, 이상), 망상균열 등의 균열 손상과 일부 구간에 콘크리트 들뜸 및 백태 손상이 조사되었다. 또한, 금회 조사에서 균열, 들뜸 손상의 일부 보수가 실시된 것으로 확인되었다.

【표 1.3.3】 라이닝 측벽부 손상현황

구분	손상내용	단위	손상물량		손상원인	비고
			물량	개소		
라이닝 측벽부	균열($cw=0.3\text{mm}$ 미만)	m	37.50	15	건조수축 및 온도변화	
	균열($cw=0.3\text{mm}$ 이상)	m	2.30	3	건조수축 및 온도변화	
	망상균열	m^2	517.10	37	건조수축 및 온도변화	
	조인트부 들뜸	m^2	1.01	7	거푸집 조기탈형, 다짐불량 온도변화에 의한 신축작용	
	백태	m^2	0.12	2	균열부 우수 유입	

			
현 황	S011 측벽부 망상균열	현 황	S014 측벽부 조인트부 들뜸
원 인	건조수축, 온도변화	원 인	하단부 응력집중, 다짐불량
대 책	표면처리	대 책	단면보수
			
현 황	S017 측벽부 균열(cw=0.3mm이상)	현 황	S044 측벽부 망상균열
원 인	건조수축, 온도변화	원 인	건조수축, 온도변화
대 책	주입보수	대 책	표면처리
			
현 황	S098 측벽부 망상균열	현 황	S110 측벽부 백태
원 인	건조수축, 온도변화	원 인	손상부 우수유입
대 책	표면처리	대 책	표면처리

【사진 1.3.4】 라이닝 측벽부 손상현황

2) 손상 발생원인 및 대책방안

- 측벽부에 발생한 주요 손상은 균열 및 망상균열 등의 균열손상이며, 국부적으로 조인트부 들뜸, 백태 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 건조수축 및 온도변화, 거푸집 조기탈형, 다짐불량, 온도변화에 의한 신축작용 등에 의해 발생한 것으로 판단된다.
- 조사된 균열은 구조물의 안전성에는 영향이 없으나 내구성 저하 방지를 위한 표면보수, 주입 보수 등의 조치가 필요하다.
- 조인트부에 발생한 들뜸의 경우 손상의 진전에 따른 낙하물 발생시 2차 피해가 우려되므로 들뜸부 제거 및 단면보수 등의 조치가 요구된다.

3) 기 점검 결과 비교

- 라이닝 측벽부는 21년 실시한 점검과 비교한 결과, 발생한 손상의 진전 및 추가 손상이 조사되었으며, 균열 폭 0.3mm이상의 균열, 들뜸 손상은 일부 보수가 실시된 것으로 조사되었다.

【표 1.3.4】 라이닝 측벽부 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
측벽부	균열(cw=0.3mm미만)	m	32.5	14	37.50	15	↑ 5.0	추가손상
	균열(cw=0.3mm이상)	m	3.3	4	2.30	3	↓ -1.0	일부보수
	망상균열	m ²	517.1	37	517.10	37	— —	변동없음
	조인트부 들뜸	m ²	1.04	8	1.01	7	↓ -0.03	일부보수
	백태	m ²	0.12	2	0.12	2	— —	변동없음

다. 터널주변

1) 갯문

본 터널의 갯문은 시·중점부 모두 원통절개 형식으로 시공되어있다.



【사진 1.3.5】 갯문 전경

① 조사결과

갯문 외관조사 결과, 손상이 없는 대체로 양호한 상태이다.

【표 1.3.5】 갯문 손상현황

구분	손상내용	단위	손상물량		손상원인	비고
			물량	개소		
갯문	상태양호	—	—	—	—	

현 황	중점측 갯문 상태양호	현 황	중점측 갯문 상태양호
원 인	—	원 인	—
대 책	—	대 책	—

【사진 1.3.6】 갯문 손상현황

② 손상 발생원인 및 대책방안

갯문의 경우 시·중점측에서 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으며, 추후 주기적인 점검을 통한 손상의 발생 여부 파악 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

③ 기 점검 결과 비교

갯문은 전반적으로 양호한 상태이며, 이전 점검이후 신규 손상은 발생하지 않은 것으로 조사되었다.

【표 1.3.6】 갯문 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
갯문	—	—	—	—	—	—	— —	—

2) 사면

본 터널준공 이후 지형의 변화나 사면활동 등의 외형적인 변화는 없는 것으로 관찰되었으며, 안전성에 위해한 요소는 없는 것으로 조사되었다. 터널부 사면의 외관조사시 사면의 파괴징후 및 손상 발생여부에 대해 중점을 두고 외관조사를 실시하였다.



【사진 1.3.7】 사면 전경

① 조사결과

사면 외관조사 결과, 터널 주변 사면에 초본류 및 목본류의 식생상태는 양호하며, 사면의 인장균열 등의 파괴징후와 토사유실 및 붕괴 등의 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 1.3.7】 사면 손상현황

구분	손상내용	단위	손상물량		손상원인	비고
			물량	개소		
사면	상태양호	—	—	—	—	

② 손상 발생원인 및 대책방안

갱문 주위 사면 상태는 양호한 상태이며, 추후 주기적인 점검을 통한 손상의 발생 여부 파악 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

③ 기 점검 결과 비교

사면은 전반적으로 양호한 상태이며, 기 실시된 점검이후 신규 손상은 발생하지 않은 것으로 조사되었다.

【표 1.3.8】 사면 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		중·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
사면	—	—	—	—	—	—	— —	—

3) 공동구 및 배수시설

본 터널의 좌·우벽체 하단부에 위치한 공동구 및 배수시설에 대한 효율적인 유지관리를 위해 설치된 시설물로 공동구 덮개 파손, 본체 콘크리트 파손, 배수구 막힘 등에 주안점을 두고 외관조사를 실시하였다.



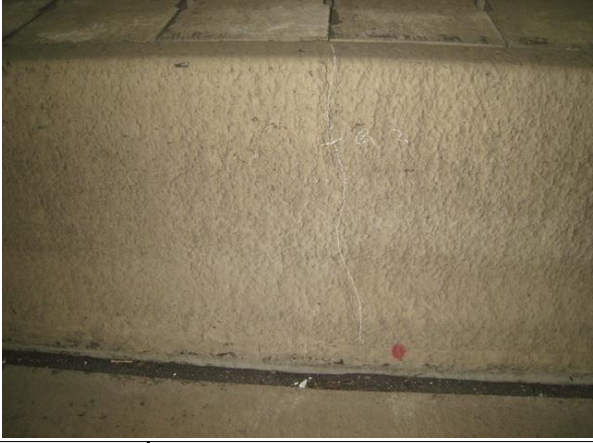
【사진 1.3.8】 공동구 및 배수시설 전경

① 조사결과

공동구 및 배수시설 외관조사 결과, 일부구간 균열 및 재균열이 발생하였으며, 국부적으로 공동구 덮개 탈락 및 파손이 조사되었다. 배수시설의 경우 대체로 양호한 것으로 조사되었다.

【표 1.3.9】 공동구 및 배수시설 손상현황

구분	손상내용	단위	손상물량		손상원인	비고
			물량	개소		
공동구	균열(cw=0.3mm미만)	m	19.50	13	건조수축 및 온도변화	
	균열(cw=0.3mm이상)	m	30.00	20	건조수축 및 온도변화	
	재균열(cw=0.3mm미만)	m	9.00	6	보수재 열화	
	재균열(cw=0.3mm이상)	m	18.00	12	보수재 열화	
	덮개 파손	EA	19	19	공용중 외부충격	

			
현 황	S003 공동구 균열(cw=0.3mm이상)	현 황	S016 공동구 덮개 파손 교체 실시
원 인	건조수축, 온도변화	원 인	-
대 책	주입보수	대 책	상태 양호
			
현 황	S029 공동구 균열(cw=0.3mm이상)	현 황	S053 공동구 덮개 파손
원 인	건조수축, 온도변화	원 인	건조수축, 온도변화
대 책	주입보수	대 책	덮개 교체

【사진 1.3.9】 공동구 및 배수시설 손상현황

② 손상 발생원인 및 대책방안

공동구에 발생한 균열 손상은 초기 건조수축으로 인해 발생한 균열이 공용년수가 증가함에 따라 진전된 것으로 판단되며, 재균열은 보수재료의 열화로 발생한 것으로 판단된다. 기 발생한 균열에 대해서는 내구성 저하방지 차원의 보수를 실시하는 것으로 바람직하다. 또한, 덮개 파손 및 파손은 공용중 외부충격 등에 의한 것으로 판단되며, 공동구는 점검자의 도보를 통한 안전점검시 보도로서 활용하는 만큼 안전사고 예방차원에서 정비가 필요하다.

③ 기 점검 결과 비교

공동구 및 배수시설은 21년 실시한 점검이후, 덮개 파손, 파손 등의 손상이 보수가 실시된 것으로 확인되었으며, 보수부의 상태는 양호한 것으로 조사되었다.

【표 1.3.10】 공동구 및 배수시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
공동구	균열(cw=0.3mm미만)	m	19.50	13	19.50	13	- -	변동없음
	균열(cw=0.3mm이상)	m	30.00	20	30.00	20	- -	변동없음
	재균열(cw=0.3mm미만)	m	9.00	6	9.00	6	- -	변동없음
	재균열(cw=0.3mm이상)	m	18.00	12	18.00	12	- -	변동없음
	덮개 파손, 탈락	EA	31	31	19	19	↓ -12.0	일부보수
	파손	m ²	0.02	1	-	-	↓ 0.02	보수완료
배수 시설	이물질퇴적	EA	-	-	-	-	- -	변동없음

라. 부대시설

1) 포장부

본 터널의 포장부는 콘크리트 포장으로 시공되어 있으며, 운전자 시선 유도효과 및 소음감소, 운전 편의성 향상, 주행 차량의 접지력 향상을 목적으로 차량의 주행방향과 나란하게 종방향 타이닝을 시공한 상태이다. 포장부 외관조사 시, 균열 및 파손, 토사퇴적, 포장패임, 함몰 등에 중점을 두고 외관조사를 실시하였다.



【사진 1.3.10】 포장부 전경

① 조사결과

포장부 외관조사 결과, 전 구간에 걸쳐 포장 균열, 망상균열, 박리 및 박락, 파손 등의 손상이 발생한 것으로 확인되었으며, 갓길측에 시공된 측구는 일부 구간에서 이물질 퇴적이 조사되었다. 기 실시된 점검이후 포장부에 발생한 균열, 망상균열 손상에 대해서는 추가 손상이 발생한 것으로 조사되었다.

【표 1.3.11】 포장부 손상현황

구분	손상내용	단위	손상물량		손상원인	비고
			물량	개소		
포장부	균열	m	66.50	63	건조수축 및 온도변화	
	망상균열	m ²	650.75	15	건조수축 및 온도변화	
	박리	m ²	2.22	4	중차량 반복통행, 공용기간 증가	
	박락/파손, 마모	m ²	105.6	5	중차량 반복통행, 공용기간 증가	
	이물질퇴적	EA	1	1	공용중 발생	

			
현 황	S001 포장부 콘크리트 마모	현 황	S013 포장부 측구 이물질퇴적
원 인	중차량 반복통행, 재료 열화	원 인	이물질 유입
대 책	주의관찰	대 책	주기적인 청소
			
현 황	S047 포장부 망상균열	현 황	S096 포장부 박락
원 인	건조수축, 온도변화, 중차량 반복통행	원 인	중차량 반복통행
대 책	실링	대 책	단면보수
			
현 황	S092 포장부 망상균열	현 황	S078 포장부 박리 기 보수부 전경
원 인	건조수축, 온도변화, 중차량 반복통행	원 인	-
대 책	실링	대 책	-

【사진 1.3.11】 포장부 손상현황

② 손상 발생원인 및 대책방안

콘크리트 포장에 발생한 균열, 파손 등은 공용년수 증가로 인한 재료열화, 중차량의 반복통행에 의해 발생한 것으로 판단되며, 손상의 범위는 경미하나, 통과차량의 주행성 확보를 위해 보수가 필요하며, 측구의 이물질 퇴적은 노면수의 원활한 배수를 위해 주기적인 정비를 실시하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

③ 기 점검 결과 비교

포장부는 21년에 실시한 점검이후, 균열, 망상균열, 단면손상 등이 추가 발생한 것으로 조사되었으며, 일부 손상은 보수를 실시한 것으로 확인되었다. 또한, 측구 이물질 퇴적이 신규로 발생하였다.

【표 1.3.12】 포장부 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증·감		비고
			물량	개소	물량	개소			
포장부	균열	m	60.50	61	66.50	63	↑	6.0	추가손상
	망상균열	m ²	614.80	14	650.75	15	↑	36.0	추가손상
	박리	m ²	2.22	4	2.22	4	—	—	변동없음
	박락/파손, 마모	m ²	105.60	5	105.60	5	—	—	변동없음
	이물질퇴적	EA	1	1	1	1	—	—	변동없음

2) 기타 부속시설

본 터널의 부속시설은 조명시설, 소화시설, 환기시설, 이정표지판 등이 설치되어 있다.



【사진 1.3.12】 기타 부속시설 전경

① 조사결과

터널 어깨부 좌, 우측으로 설치되어 있는 조명시설은 전반적으로 양호한 상태로 조사되었다. 그 외 구간은 차량 운행에 대한 충분한 조도를 확보하고 있는 것으로 확인되었으며, 터널 내부 화재시 진압을 위한 소화설비는 측벽부에 설치되어 있으며, 내부에 분말소화기 2조가 비치되어 것으로 조사되었다.

【표 1.3.13】 기타 부속시설 손상현황

구분	손상내용	단위	손상물량		손상원인	비고
			물량	개소		
부속시설	상태양호	—	—	—	—	

			
현 황	조명시설 상태양호	현 황	소화시설 상태양호
원 인	—	원 인	—
대 책	—	대 책	—
			
현 황	환기시설 상태양호	현 황	비상문 안내판 시설 상태양호
원 인	—	원 인	—
대 책	—	대 책	—

【사진 1.3.13】 기타 부속시설 손상현황

② 손상 발생원인 및 대책방안

터널의 부속시설에 대한 외관조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었으며, 추후 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하여 현재 상태를 유지하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

③ 기 점검 결과 비교

기타 부속시설은 21년 실시한 점검이후, 신규 손상은 발생하지 않은 양호한 상태로 조사되었다.

【표 1.3.14】 기타 부속시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
기타 부속시설	—	—	—	—	—	—	— —	—

마. 공중이 이용하는 부위

공중이 이용하는 부위는 추락방지시설, 도로부 포장 및 신축이음부, 환기구 등의 덮개가 있다.

1) 추락방지시설

공중이 이용하는 부위 중 추락방지시설은 미설치된 상태이다.

2) 도로부 포장 및 신축이음부

공중이 이용하는 부위 중 도로부 포장은 “현장조사 결과 - 포장부”에 기입된 사항으로 대체하였다.

3) 환기구 등의 덮개

공중이 이용하는 부위 중 환기구 등의 덮개는 미설치된 상태이다.

1.3.3 영천방향 외관조사 결과

가. 라이닝 천단부

본 터널의 라이닝 두께는 300mm이며, 천단부 외관조사시 고소차를 이용한 근접조사를 실시하였으며, 라이닝 균열 및 누수여부, 박리, 박락, 철근노출, 배부름 및 변형 등에 중점을 두고 외관조사를 실시하였다.



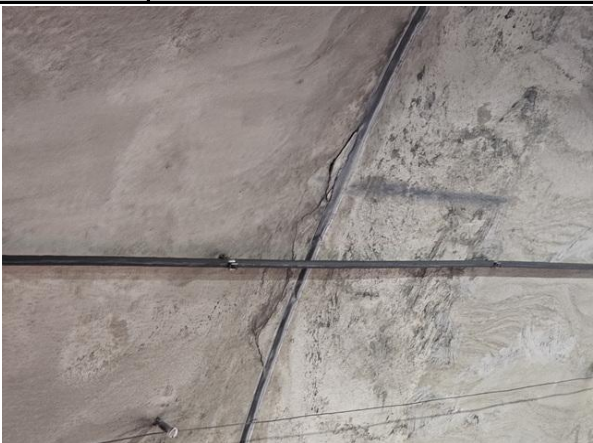
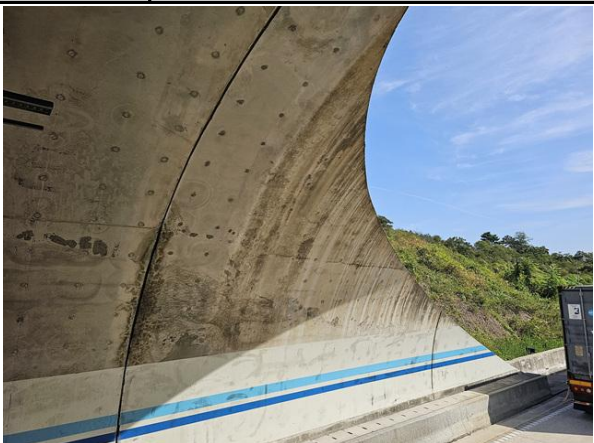
【사진 1.3.14】 라이닝 천단부 전경

1) 조사결과

- 천단부에 주로 발생한 손상은 균열 및 재균열(cw=0.3mm미만), 망상균열 등의 균열 손상과 국부적으로 조인트부 들뜸 손상이 조사되었다.

【표 1.3.15】 라이닝 천단부 손상현황

구분	손상내용	단위	손상물량		손상원인	비고
			물량	개소		
라이닝 천단부	균열(cw=0.3mm미만)	m	61.00	11	건조수축 및 온도변화	
	균열(cw=0.3mm이상)	m	15.50	4	건조수축 및 온도변화	
	재균열(cw=0.3mm미만)	m	124.50	14	보수미흡	
	재균열(cw=0.3mm이상)	m	13.50	2	보수미흡	
	망상균열	m ²	29.00	2	건조수축 및 온도변화	
	조인트부 들뜸	m ²	1.90	23	거푸집 조기탈형, 다짐불량 온도변화에 의한 신축작용	

			
현 황	S017 천단부 균열(cw=0.3mm미만)	현 황	S035 천단부 재균열(cw=0.3mm미만)
원 인	건조수축, 온도변화	원 인	보수재료 열화
대 책	표면처리	대 책	표면처리
			
현 황	S038 천단부 조인트부 들뜸	현 황	S044 천단부 균열 (cw=0.3mm이상)
원 인	거푸집 조기탈형, 다짐불량	원 인	건조수축, 온도변화
대 책	단면보수	대 책	주입보수
			
현 황	S047 천단부 조인트부 들뜸	현 황	S107 천단부 표면오염, 망상균열
원 인	거푸집 조기탈형, 다짐불량	원 인	건조수축, 온도변화
대 책	단면보수	대 책	표면처리

【사진 1.3.15】 라이닝 천단부 손상현황

2) 손상 발생원인 및 대책방안

- 천단부에 발생한 주요손상은 균열 및 재균열 등의 균열 손상이며, 일부 구간에서 망상균열 등이 조사되었다. 라이닝 균열은 콘크리트 경화이후 온도변화에 따른 건조수축에 따른 구속과 시공초기에 발생한 비구조적 균열로 판단된다. 기 발생한 균열 손상은 구조물의 안전성에는 미치는 영향은 적으나, 장기적으로 내구성 저하방지를 위한 적절한 조치가 필요하다.
- 조인트부에 발생한 들뜸은 시공시 거푸집 조기탈형, 다짐불량, 온도변화에 의한 건조수축 등에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 기 발생한 손상의 경우 구조물의 안전성을 저해할 만한 손상은 아니나, 2차 손상 발생방지를 위한 단면보수 등의 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

3) 기 점검 결과 비교

- 라이닝 천단부는 21년 실시한 점검과 비교한 결과, 발생한 손상의 진전 및 신규 손상이 추가 조사되었다. 또한, 보수부 재균열(폭 0.3mm미만) 및 조인트부 들뜸 손상의 추가 손상이 발생하였으며, 기 발생한 손상은 균열의 진전 및 보수재료의 열화로 인해 발생한 것으로 판단된다.

【표 1.3.16】 라이닝 천단부 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
천단부	균열(cw=0.3mm미만)	m	61.0	11	61.00	11	— —	변동없음
	균열(cw=0.3mm이상)	m	15.5	4	15.50	4	— —	변동없음
	재균열 (cw=0.3mm미만)	m	114.5	13	124.50	14	⬆ 10.0	추가손상
	재균열 (cw=0.3mm이상)	m	13.5	2	13.50	2	— —	변동없음
	망상균열	m ²	29.0	2	29.00	2	— —	변동없음
	조인트부 들뜸	m ²	1.61	19	1.90	23	⬆ 0.29	추가손상

나. 라이닝 측벽부

본 터널의 측벽부는 미관을 고려한 도장재료로 표면을 마감하였으며, 운전자의 편안한 시야를 위해 흰색, 푸른색 계열의 도장재를 사용하였다. 측벽부 외관조사시 라이닝 측벽부 균열 및 누수여부, 박리 및 박락, 철근노출, 배부름 및 변형 등에 중점을 두고 외관조사를 실시하였다.



【사진 1.3.16】 라이닝 측벽부 전경

1) 조사결과

- 측벽부는 균열($cw=0.3\text{mm}$ 미만, 이상), 망상균열 등의 균열 손상과 국부적으로 콘크리트 들뜸, 마감재 들뜸 및 탈락, 백태 손상이 발생한 것으로 조사되었다.

【표 1.3.17】 라이닝 측벽부 손상현황

구분	손상내용	단위	손상물량		손상원인	비고
			물량	개소		
라이닝 측벽부	균열($cw=0.3\text{mm}$ 미만)	m	41.00	15	건조수축 및 온도변화	
	균열($cw=0.3\text{mm}$ 이상)	m	4.00	2	건조수축 및 온도변화	
	망상균열	m^2	126.00	12	건조수축 및 온도변화	
	조인트부 들뜸	m^2	0.05	1	거푸집 조기탈형, 다짐불량 온도변화에 의한 신축작용	
	백태	m^2	0.06	1	균열부 우수유입	
	마감재 들뜸, 탈락	m^2	0.56	6	외부충격, 공용중 열화	

			
현 황	S001 측벽부 백테	현 황	S005 측벽부 균열 (cw=0.3mm이상)
원 인	손상부 우수유입	원 인	건조수축, 온도변화
대 책	표면처리	대 책	주입보수
			
현 황	S025 측벽부 망상균열	현 황	S040 측벽부 마감재 탈락
원 인	건조수축, 온도변화	원 인	마감재 열화
대 책	주입보수	대 책	단면보수
			
현 황	S068 측벽부 균열 (cw=0.3mm미만)	현 황	S088 측벽부 마감재 박리
원 인	건조수축, 온도변화	원 인	마감재 열화
대 책	표면처리	대 책	단면보수

【사진 1.3.17】 라이닝 측벽부 손상현황

2) 손상 발생원인 및 대책방안

- 측벽부에 발생한 손상은 균열 및 망상균열, 조인트부 들뜸 등으로 손상의 발생 원인으로는 건조수축 및 온도변화, 거푸집 조기탈형, 다짐불량, 온도변화에 의한 신축작용 등에 의해 발생된 것으로 판단된다.
- 조사된 균열은 구조물의 안전성에는 영향이 없으나 내구성 저하 방지를 위한 표면보수, 주입보수 등의 조치가 필요하다.
- 조인트부에 발생한 들뜸 및 마감재 탈락은 라이닝 하단부의 단부에 응력집중으로 발생한 경미한 손상으로 구조물의 안전성에 미치는 영향은 적으나, 내구성 확보차원의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

3) 기 점검 결과 비교

- 라이닝 측벽부는 21년 실시한 점검과 비교한 결과, 기 뱉상된 손상의 일부 보수가 실시된 것으로 조사되었으며, 보수부의 상태는 양호한 것으로 조사되었다.

【표 1.3.18】 라이닝 측벽부 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
측벽부	균열(cw=0.3mm미만)	m	42.5	16	41.0	15	↓ -1.5	일부보수
	균열(cw=0.3mm이상)	m	4.0	2	4.0	2	— —	변동없음
	망상균열	m ²	126.0	12	126.0	12	— —	변동없음
	조인트부 들뜸	m ²	0.05	1	0.05	1	— —	변동없음
	백태	m ²	0.12	3	0.06	1	↓ -0.06	일부보수
	마감재 탈락	m ²	0.56	6	0.56	6	— —	변동없음

다. 터널주변

1) 갯문

본 터널의 갯문은 시·종점부 모두 원통절개 형식으로 시공되어있다.



【사진 1.3.18】 갯문 전경

① 조사결과

갯문 외관조사 결과, 손상이 없는 대체로 양호한 상태이다.

【표 1.3.19】 갯문 손상현황

구분	손상내용	단위	손상물량		손상원인	비고
			물량	개소		
갯문	상태양호	—	—	—	—	

			
현 황	시점측 갯문 상태양호	현 황	종점측 갯문 상태양호
원 인	—	원 인	—
대 책	—	대 책	—

【사진 1.3.19】 갯문 손상현황

② 손상 발생원인 및 대책방안

갯문의 경우 시·중점측 모두 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으며, 추후 주기적인 점검을 통한 손상의 발생 여부 파악 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

③ 기 점검 결과 비교

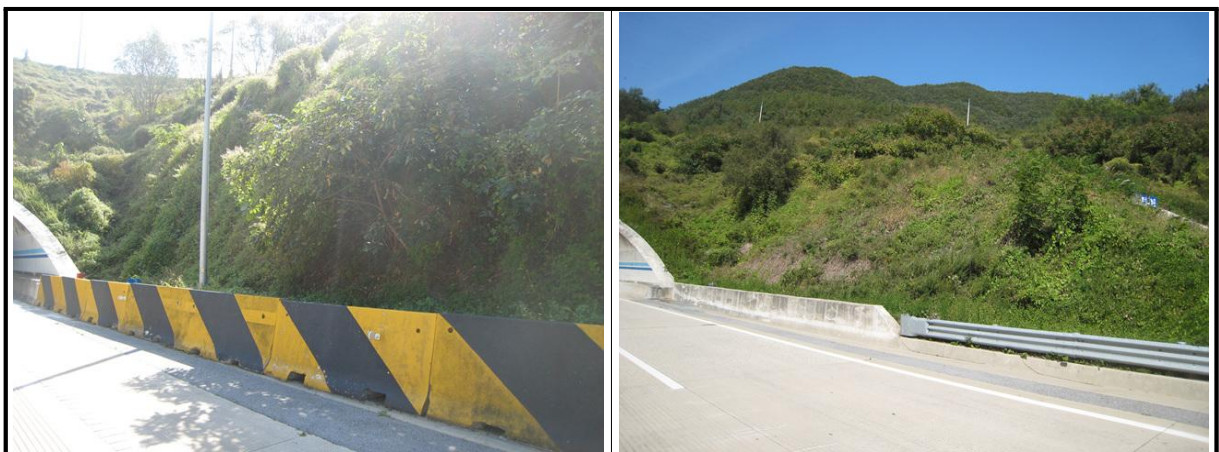
갯문은 전반적으로 양호한 상태이며, 이전 점검이후 신규 손상은 발생하지 않은 것으로 조사되었다.

【표 1.3.20】 갯문 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
갯문	—	—	—	—	—	—	— —	—

2) 사면

본 터널준공 이후 지형의 변화나 사면활동 등의 외형적인 변화는 없는 것으로 관찰되었으며, 안전성에 위해한 요소는 없는 것으로 판단된다. 터널부 사면의 외관조사시 사면의 파괴징후 및 손상 발생여부에 대해 중점을 두고 외관조사를 실시하였다.



【사진 1.3.20】 사면 전경

① 조사결과

사면 외관조사 결과, 터널 주변 사면에 초본류 및 목본류의 식생상태는 양호하며, 인장균열 등의 파괴징후와 토사유실 및 붕괴 등의 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 1.3.21】 사면 손상현황

구분	손상내용	단위	손상물량		손상원인	비고
			물량	개소		
사면	상태양호	-	-	-	-	

② 손상 발생원인 및 대책방안

터널 사면의 경우 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었으며, 추후 주기적인 점검을 통한 손상의 발생 여부 파악 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

③ 기 점검 결과 비교

사면은 전반적으로 양호한 상태이며, 기 실시된 점검이후 신규 손상은 발생하지 않은 것으로 조사되었다.

【표 1.3.22】 사면 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
사면	-	-	-	-	-	-	- -	-

3) 공동구 및 배수시설

본 터널의 좌·우벽체 하단부에 위치한 공동구 및 배수시설에 대한 효율적인 유지관리를 위해 설치된 시설물로 공동구 덮개 파손, 본체 콘크리트 파손, 배수구 막힘 등에 주안점을 두고 외관조사를 실시하였다.



【사진 1.3.21】 공동구 및 배수시설 전경

① 조사결과

공동구 및 배수시설 외관조사 결과, 일부구간 공동구 덮개 파손과 균열이 조사되었으며, 배수시설의 경우 전반적으로 양호한 상태이다.

【표 1.3.23】 공동구 및 배수시설 손상현황

구분	손상내용	단위	손상물량		손상원인	비고
			물량	개소		
공동구	균열(cw=0.3mm이상)	m	33.00	25	건조수축 및 온도변화	
	재균열(cw=0.3mm이상)	m	1.00	1	건조수축, 보수재 열화	
	덮개 파손	EA	5	5	공용중 외부충격	

			
현 황	S001 벽체 균열(cw=0.3mm이상)	현 황	S019 공동구 덮개 파손
원 인	건조수축, 온도변화	원 인	공용중 외부충격
대 책	주입보수	대 책	덮개 교체

【사진 1.3.22】 공동구 및 배수시설 손상현황

② 손상 발생원인 및 대책방안

공동구는 콘크리트가 경화된 이후 건조수축 및 온도변화에 의해 균열이 일부 발생하였으며, 보수재 열화에 따른 재균열이 추가로 발생한 상태이다. 또한, 공용중 외부 충격 등에 의해 덮개 파손이 조사되었다. 기 발생한 손상은 손상의 진전 방지를 위한 보수와, 점검자의 안전사고 예방차원에서 파손된 덮개에 대해서는 교체가 바람직 할 것으로 판단된다.

③ 기 점검 결과 비교

공동구 및 배수시설은 전반적으로 양호한 상태이며, 21년 점검이후 공동구 일부구간에서 균열 및 재균열, 덮개 파손이 신규 및 추가로 발생한 것으로 조사되었다.

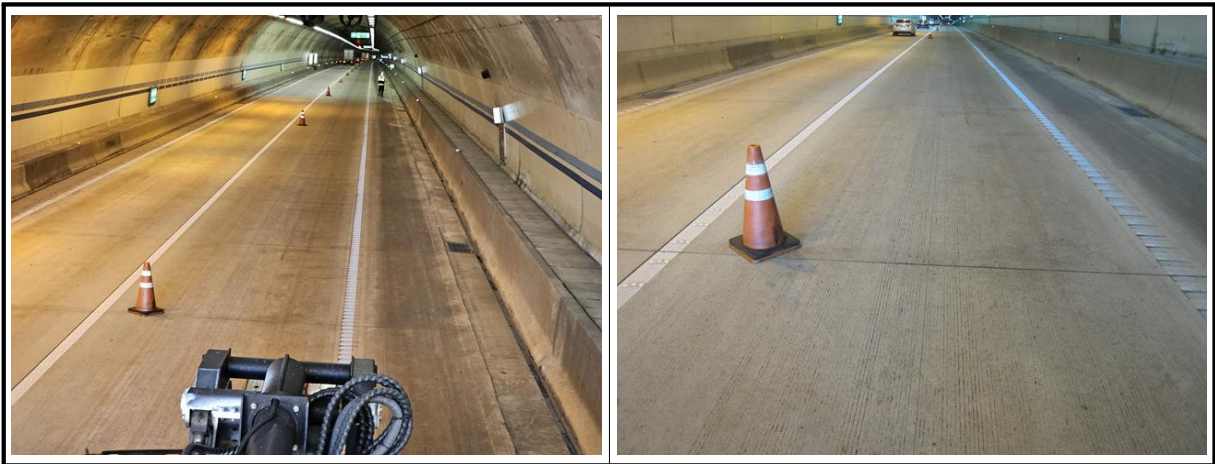
【표 1.3.24】 공동구 및 배수시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
공동구	균열(cw=0.3mm이상)	m	33.0	25	33.0	25	— —	변동없음
	재균열(cw=0.3mm이상)	m	1.0	1	1.0	1	— —	변동없음
	덜개 파손	EA	6	6	5	5	↓ -1.0	일부보수

라. 부대시설

1) 포장부

본 터널의 포장부는 콘크리트 포장으로 시공되어 있으며, 운전자 시선 유도효과 및 소음감소, 운전 편의성 향상, 주행 접지력 향상을 목적으로 차량의 주행방향과 수평하게 종방향 타이닝으로 시공된 상태이다. 포장부 외관조사 시, 균열 및 파손, 토사퇴적, 포장패임, 함몰 등에 중점을 두고 외관조사를 실시하였다.



【사진 1.3.23】 포장부 전경

① 조사결과

포장부 외관조사 결과, 차량 통행에 미치는 영향은 적은 일부 손상이 발생하였으며, 조사된 손상으로는 균열, 망상균열, 경미한 박리 및 박락, 파손 등이 확인되었다. 또한, 금회 점검에서 갓길측에 이물질퇴적이 확인되었다.

【표 1.3.25】 포장부 손상현황

구분	손상내용	단위	손상물량		손상원인	비고
			물량	개소		
포장부	균열	m	29.00	29	건조수축 및 온도변화	
	망상균열	m ²	75.00	4	건조수축 및 온도변화	
	박리	m ²	0.52	3	중차량 반복통행, 공용기간 증가	
	박락/파손	m ²	0.07	2	중차량 반복통행, 공용기간 증가	
	이물질퇴적	EA	1	1	공용중 이물질퇴적	

			
현 황	S003 포장부 박락	현 황	S015 포장부 이물질퇴적
원 인	외부 충격	원 인	공용중 이물질 퇴적
대 책	단면보수	대 책	정비
			
현 황	S079 포장부 균열	현 황	S089 포장부 박리
원 인	건조수축, 온도변화, 중차량 반복통행	원 인	건조수축, 온도변화, 중차량 반복통행
대 책	실링	대 책	실링

【사진 1.3.24】 포장부 손상현황

② 손상 발생원인 및 대책방안

콘크리트 포장에 발생한 균열, 파손 등은 건조수축 및 온도변화, 중차량의 반복통행에 의해 발생된 것으로 판단되며, 일부 보수가 실시된 것으로 조사되었고, 망상균열은 추가 발생된 것으로 확인되었다. 기 발생된 손상은 통과차량의 주행성 확보를 위해 보수가 필요하며, 보수 후에도 차량하중으로 인한 재손상이 우려되므로 지속적인 유지관리가 필요하다.

③ 기 점검 결과 비교

포장부는 기 실시된 점검이후 유지관리 차원에서 전면 보수 및 일부 보수가 실시된 것으로 조사되었으며, 갓길측에 이물질퇴적인 신규 조사되었다.

【표 1.3.26】 포장부 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
포장부	균열	m	34.0	31	29.0	29	↓ -5.0	일부보수
	망상균열	m ²	15.0	3	75.0	4	↑ 60.0	추가손상
	박리	m ²	0.52	3	0.52	3	— —	변동없음
	박락/파손	m ²	0.07	2	0.07	2	— —	변동없음
	이물질퇴적	EA	—	—	1	1	↑ 1.0	신규손상

2) 기타 부속시설

본 터널의 부속시설은 조명시설, 소화시설, 환기시설, 이정표지판 등이 설치되어 있다.



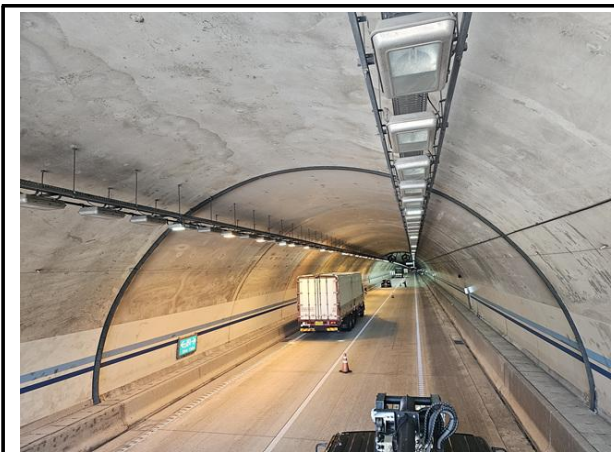
【사진 1.3.25】 기타 부속시설 전경

① 조사결과

터널 어깨부 좌, 우측으로 설치되어 있는 조명시설은 전반적으로 양호한 상태로 조사되었다. 그 외 구간은 차량 운행에 대한 충분한 조도를 확보하고 있는 것으로 확인되었으며, 터널 내부 화재시 진압을 위한 소화설비는 측벽부에 설치되어 있으며, 내부에 분말소화기 2조가 비치되어 것으로 조사되었다.

【표 1.3.27】 기타 부속시설 손상현황

구분	손상내용	단위	손상물량		손상원인	비고
			물량	개소		
부속시설	상태양호	—	—	—	—	



현 황	조명시설 상태양호
원 인	—
대 책	—



현 황	소화시설 상태양호
원 인	—
대 책	—



현 황	환기시설 상태양호
원 인	—
대 책	—



현 황	신호기 상태양호
원 인	—
대 책	—

【사진 1.3.26】 기타 부속시설 손상현황

② 손상 발생원인 및 대책방안

터널의 부속시설에 대한 외관조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었으며, 추후 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하여 현재 상태를 유지하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

③ 기 점검 결과 비교

기타 부속시설은 21년 실시한 점검이후, 신규 손상은 발생하지 않은 양호한 상태로 조사되었다.

【표 1.3.28】 기타 부속시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
기타 부속시설	—	—	—	—	—	—	— —	—

마. 공중이 이용하는 부위

공중이 이용하는 부위는 추락방지시설, 도로부 포장 및 신축이음부, 환기구 등의 덮개가 있다.

1) 추락방지시설

공중이 이용하는 부위 중 추락방지시설은 미설치된 상태이다.

2) 도로부 포장 및 신축이음부

공중이 이용하는 부위 중 도로부 포장은 “현장조사 결과 - 포장부”에 기입된 사항으로 대체하였다.

3) 환기구 등의 덮개

공중이 이용하는 부위 중 환기구 등의 덮개는 미설치된 상태이다.

1.3.4 외관조사 총괄표

가. 상주방향

【표 1.3.29】 상주방향 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
라이닝 천단부	균열(cw=0.3mm미만)	m	144.00	24	
	균열(cw=0.3mm이상)	m	29.00	6	
	재균열(cw=0.3mm미만)	m	96.00	10	
	재균열(cw=0.3mm이상)	m	22.00	3	
	망상균열	m ²	294.00	20	
	조인트부 들뜸, 박락, 재들뜸	m ²	0.88	15	
라이닝 측벽부	균열(cw=0.3mm미만)	m	37.50	15	
	균열(cw=0.3mm이상)	m	2.30	3	
	망상균열	m ²	517.10	37	
	조인트부 들뜸	m ²	1.01	7	
	백태	m ²	0.12	2	
공동구	균열(cw=0.3mm미만)	m	19.50	13	
	균열(cw=0.3mm이상)	m	30.00	20	
	재균열(cw=0.3mm미만)	m	9.00	6	
	재균열(cw=0.3mm이상)	m	18.00	12	
	덮개 파손	EA	19	19	
포장부	균열	m	66.50	63	
	망상균열	m ²	650.75	15	
	박리	m ²	2.22	4	
	박락/파손, 마모	m ²	105.6	5	
	이물질퇴적	EA	1	1	

나. 영천방향

【표 1.3.30】 영천방향 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
라이닝 천단부	균열(cw=0.3mm미만)	m	61.00	11	
	균열(cw=0.3mm이상)	m	15.50	4	
	재균열(cw=0.3mm미만)	m	124.50	14	
	재균열(cw=0.3mm이상)	m	13.50	2	
	망상균열	m ²	29.00	2	
	조인트부 들뜸	m ²	1.90	23	
라이닝 측벽부	균열(cw=0.3mm미만)	m	41.00	15	
	균열(cw=0.3mm이상)	m	4.00	2	
	망상균열	m ²	126.00	12	
	조인트부 들뜸	m ²	0.05	1	
	백태	m ²	0.06	1	
	마감재 들뜸, 탈락	m ²	0.56	6	
공동구	균열(cw=0.3mm이상)	m	33.00	25	
	재균열(cw=0.3mm이상)	m	1.00	1	
	덮개 파손	EA	5	5	
포장부	균열	m	29.00	29	
	망상균열	m ²	75.00	4	
	박리	m ²	0.52	3	
	박락/파손	m ²	0.07	2	
	이물질퇴적	EA	1	1	

1.3.5 전회차 손상물량 비교

가. 상주방향

【표 1.3.31】 상주방향 손상물량 비교표

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증·감		비고
			물량	개소	물량	개소			
라이닝 천단부	균열(cw=0.3mm미만)	m	144.00	24	144.00	24	—	—	변동없음
	균열(cw=0.3mm이상)	m	29.00	6	29.00	6	—	—	변동없음
	재균열(cw=0.3mm미만)	m	86.00	9	96.00	10	⬆	10.0	추가손상
	재균열(cw=0.3mm이상)	m	22.00	3	22.00	3	—	—	변동없음
	망상균열	m ²	294.00	20	294.00	20	—	—	변동없음
	조인트부 들뜸, 박락, 재들뜸	m ²	0.75	10	0.88	15	⬆	0.13	추가손상
라이닝 측벽부	균열(cw=0.3mm미만)	m	32.5	14	37.50	15	⬆	5.0	추가손상
	균열(cw=0.3mm이상)	m	3.3	4	2.30	3	⬇	-1.0	일부보수
	망상균열	m ²	517.1	37	517.10	37	—	—	변동없음
	조인트부 들뜸	m ²	1.04	8	1.01	7	⬇	-0.03	일부보수
	백태	m ²	0.12	2	0.12	2	—	—	변동없음
공동구	균열(cw=0.3mm미만)	m	19.50	13	19.50	13	—	—	변동없음
	균열(cw=0.3mm이상)	m	30.00	20	30.00	20	—	—	변동없음
	재균열(cw=0.3mm미만)	m	9.00	6	9.00	6	—	—	변동없음
	재균열(cw=0.3mm이상)	m	18.00	12	18.00	12	—	—	변동없음
	덮개 파손, 탈락	EA	31	31	19	19	⬇	-12.0	일부보수
	파손	m ²	0.02	1	—	—	⬇	0.02	보수완료
배수 시설	이물질퇴적	EA	—	—	—	—	—	—	변동없음
포장부	균열	m	60.50	61	66.50	63	⬆	6.0	추가손상
	망상균열	m ²	614.80	14	650.75	15	⬆	36.0	추가손상
	박리	m ²	2.22	4	2.22	4	—	—	변동없음
	박락/파손, 마모	m ²	105.60	5	105.60	5	—	—	변동없음
	이물질퇴적	EA	1	1	1	1	—	—	변동없음

나. 영천방향

【표 1.3.32】 영천방향 손상물량 비교표

구분	손상 내용	단위	2021년 정밀안전점검		2023년 정밀안전점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
라이닝 천단부	균열(cw=0.3mm미만)	m	61.0	11	61.00	11	— —	변동없음
	균열(cw=0.3mm이상)	m	15.5	4	15.50	4	— —	변동없음
	재균열 (cw=0.3mm미만)	m	114.5	13	124.50	14	↑ 10.0	추가손상
	재균열 (cw=0.3mm이상)	m	13.5	2	13.50	2	— —	변동없음
	망상균열	m ²	29.0	2	29.00	2	— —	변동없음
	조인트부 들뜸	m ²	1.61	19	1.90	23	↑ 0.29	추가손상
라이닝 측벽부	균열(cw=0.3mm미만)	m	42.5	16	41.0	15	↓ -1.5	일부보수
	균열(cw=0.3mm이상)	m	4.0	2	4.0	2	— —	변동없음
	망상균열	m ²	126.0	12	126.0	12	— —	변동없음
	조인트부 들뜸	m ²	0.05	1	0.05	1	— —	변동없음
	백태	m ²	0.12	3	0.06	1	↓ -0.06	일부보수
	마감재 탈락	m ²	0.56	6	0.56	6	— —	변동없음
공동구	균열(cw=0.3mm이상)	m	33.0	25	33.0	25	— —	변동없음
	재균열 (cw=0.3mm이상)	m	1.0	1	1.0	1	— —	변동없음
	덮개 파손	EA	6	6	5	5	↓ -1.0	일부보수
포장부	균열	m	34.0	31	29.0	29	↓ -5.0	일부보수
	망상균열	m ²	15.0	3	75.0	4	↑ 60.0	추가손상
	박리	m ²	0.52	3	0.52	3	— —	변동없음
	박락/파손	m ²	0.07	2	0.07	2	— —	변동없음
	이물질퇴적	EA	—	—	1	1	↑ 1.0	신규손상

1.4 콘크리트 내구성 조사

콘크리트 내구성조사는 구조물에 열화손상이 이미 현저하게 진행되었을 경우 열화의 정도 및 그 원인 관계를 조사하고 보수·보강 여부를 판정하며, 아직 열화손상이 없거나 경미한 구조물은 내구성조사에 의해서 향후 열화 경향을 예측하고 예방보전을 검토하기 위한 자료를 수집하는 것을 목적으로 한다.

본 과업의 내구성조사는 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(2022. 12, 국토교통부/국토안전관리원)』에 근거하여 시험방법, 시험빈도 및 평가방법 등을 실시하였다.

1.4.1 조사 현황 및 위치

가. 조사 현황

본 과업에서 콘크리트 내구성조사를 위해 콘크리트 강도시험(반발경도시험), 탄산화깊이 측정 등을 실시하였으며, 각 부재별 콘크리트 비파괴시험 현황은 다음과 같다.

【표 1.4.1】 콘크리트 비파괴시험 현황

구분	분석방법	기준수량			실행수량
측점분할	—	5~20m 간격			
반발경도 시험	반발경도법	총수량 = (총연장 ÷ 300)개소	4개소		4개소
탄산화깊이 측정	페놀프탈레인법	총연장 1,000미만 = 2개소 총연장 1,000이상 최소 2개소 + 1,000m당 1개소 추가	2개소		2개소

나. 콘크리트 내구성시험 위치 선정사유

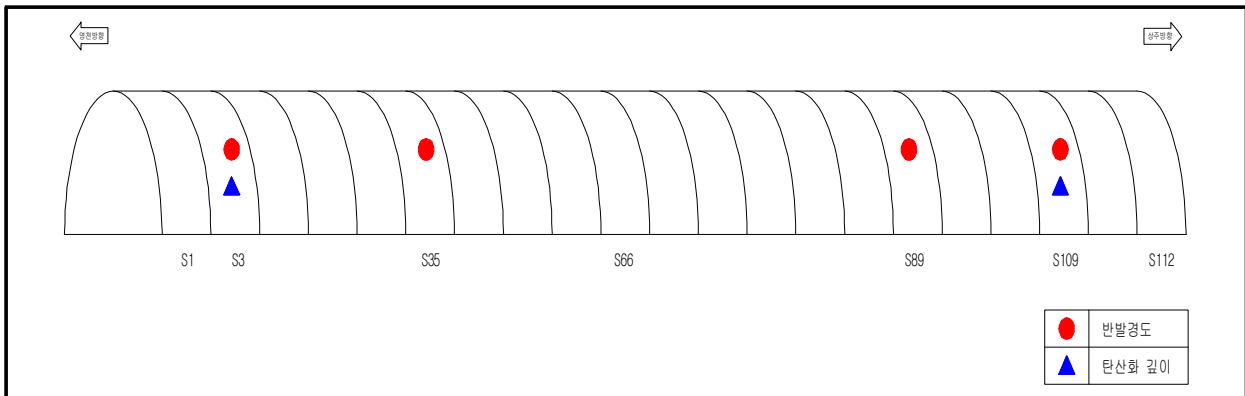
콘크리트 강도 등 시공정밀도 검증이 필요한 재료시험은 내구성 시험의 정확한 값을 얻기 위하여 접근성이 용이하고 콘크리트의 요철 및 곰보자국 등을 피하여 외관상 양호한 곳을 선정하여 내구성 시험을 실시하였다. 따라서 본 터널의 내구성 시험은 고소작업차를 이용하여 천단부 등의 주요부재를 중심으로 우선적으로 선정하여 시험위치를 정하였다.

다. 조사 사진

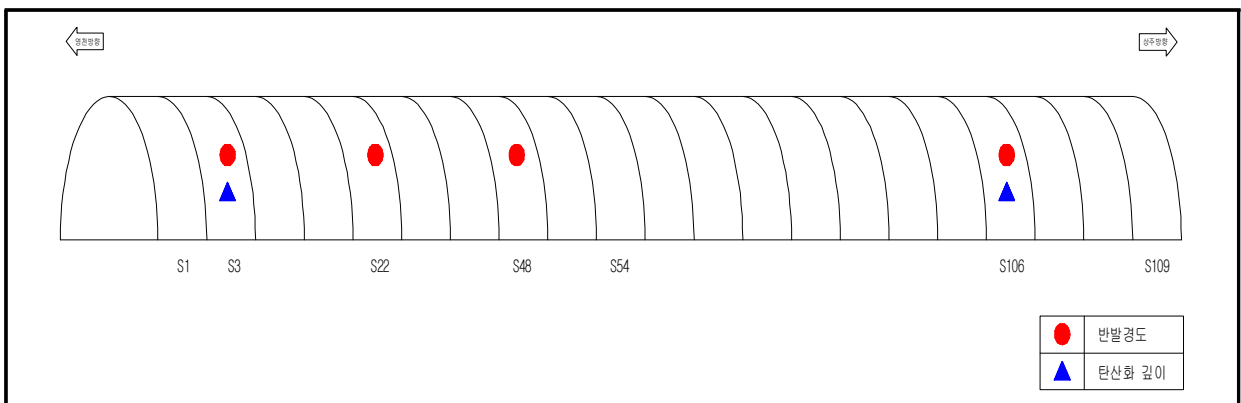


【사진 1.4.1】 콘크리트 내구성조사 현황

라. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 1.4.1】 콘크리트 내구성조사 위치도(상주)



【그림 1.4.2】 콘크리트 내구성조사 위치도(영천)

1.4.2 시험결과 및 분석

가. 상주방향

1) 콘크리트 강도시험

콘크리트 비파괴강도시험은 콘크리트 라이닝에서 반발경도시험을 실시하였으며, 검토결과는 다음과 같다.

① 비파괴강도 시험결과

【표 1.4.2】콘크리트 라이닝 비파괴강도 시험결과

시험위치		비파괴시험	반발경도법(MPa)			설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	평균		
라 이 닝	S2 라이닝	43.6	23.9	26.2	25.1	24.0	
	S34 라이닝	43.4	23.8	26.1	25.0		
	S90 라이닝	43.1	23.5	26.0	24.8		
	S110 라이닝	43.2	23.6	26.1	24.9		
	평 균	43.3	23.7	26.1	24.9		

반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 24.8~25.1MPa로 측정 되었으며, 금회 실시한 비파괴 강도는 모두 설계기준 압축강도(24.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단 된다.

따라서, 금회 시험을 실시한 라이닝 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.

【표 1.4.3】비파괴강도 시험결과 분석

구 분	시험방법	평균강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
라이닝	반발경도법	24.8~25.1	24.0	103.3~104.6

② 기 점검결과와의 비교

【표 1.4.4】비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	2021년 정밀안전점검	금회 정밀안전점검	설계기준강도
반발경도법	25.1~27.1	24.8~25.1	24.0
검토의견	■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과 측정부위에 따라 다소 차이는 있지만, 설계강도를 100%이상 상회하고 있는 것으로 확인되어 콘크리트의 강도상태는 전반적으로 양호한 것으로 판단된다.		

2) 탄산화 깊이 측정

탄산화 깊이 측정은 드릴링을 통한 천공 후 지시약을 사용하여 적색으로 변색되는 시점을 탄산화깊이로 정하였으며, 버니어캘리퍼스를 이용하여 그 깊이를 측정하였다. 피복두께는 철근탐사기를 이용하여 피복두께를 확인 후, 설계피복과 비교하여 작은 값으로 선정하였다.

① 탄산화 깊이 측정결과

【표 1.4.5】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화 깊이 (mm)	피복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	비 고
라 이 닝	S2	3.0	41.0	38.0	a	1.22	100년이상	
	S110	5.0	65.0	60.0	a	2.04	100년이상	

측정결과, 탄산화깊이는 3.0mm~5.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 1.4.6】 탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
라이닝	3.0~5.0	38.0~60.0	

② 기 점검결과와의 비교

【표 1.4.7】 탄산화 깊이 기 점검결과와의 비교

구 분	2021년 정밀안전점검			금회 정밀안전점검			비 고
	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	
라이닝	1.5~2.0	78.0~78.5	a	3.0~5.0	38.0~60.0	a	
검토의견	■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과, 실측피복두께를 적용하여 다소 차이는 있지만, 잔여깊이가 30mm 이상 확보하는 것으로 분석되어 탄산화에 진행에 따른 구조물의 내구성에 미치는 영향은 미미할 것으로 판단된다.						

나. 영천방향

1) 콘크리트 강도시험

콘크리트 비파괴강도시험은 콘크리트 라이닝에서 반발경도시험을 실시하였으며, 검토결과는 다음과 같다.

① 비파괴강도 시험결과

【표 1.4.8】콘크리트 라이닝 비파괴강도 시험결과

시험위치		비파괴시험	반발경도법(MPa)			설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회	평균		
라 이 닝	S2 라이닝	42.1	22.7	25.5	24.1	24.0	
	S24 라이닝	42.9	23.3	25.9	24.6		
	S55 라이닝	42.5	23.0	25.7	24.4		
	S106 라이닝	43.5	23.8	26.2	25.0		
	평 균	42.7	23.2	25.8	24.5		

반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 24.1~25.0MPa로 측정 되었으며, 금회 실시한 비파괴 강도는 모두 설계기준 압축강도(24.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단 된다.

따라서, 금회 시험을 실시한 라이닝 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.

【표 1.4.9】비파괴강도 시험결과 분석

구 분	시험방법	평균강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)
라이닝	반발경도법	24.1~25.0	24.0	100.4~104.2

② 기 점검결과와의 비교

【표 1.4.10】비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	2021년 정밀안전점검	금회 정밀안전점검	설계기준강도
반발경도법	24.7~26.9	24.1~25.0	24.0
검토의견	■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과 측정부위에 따라 다소 차이는 있지만, 설계강도를 100%이상 상회하고 있는 것으로 확인되어 콘크리트의 강도상태는 전반적으로 양호한 것으로 판단된다.		

2) 탄산화 깊이 측정

탄산화 깊이 측정은 드릴링을 통한 천공 후 지시약을 사용하여 적색으로 변색되는 시점을 탄산화깊이로 정하였으며, 버니어캘리퍼스를 이용하여 그 깊이를 측정하였다. 피복두께는 철근탐사기를 이용하여 피복두께를 확인 후, 설계피복과 비교하여 작은 값으로 선정하였다.

① 탄산화 깊이 측정결과

【표 1.4.11】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화 깊이 (mm)	피복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	비 고
라 이 닝	S2	2.0	72.0	70.0	a	0.82	100년이상	
	S106	2.0	38.0	36.0	a	0.82	100년이상	

측정결과, 탄산화깊이는 2.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 1.4.12】 탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
라이닝	2..0	36.0~70.0	

② 기 점검결과와의 비교

【표 1.4.13】 탄산화 깊이 기 점검결과와의 비교

구 분	2021년 정밀안전점검			금회 정밀안전점검			비 고
	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	
라이닝	2.5~3.0	77.0~77.5	a	2.0	36.0~70.0	a	
검토의견	■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과, 실측피복두께를 적용하여 다소 차이는 있지만, 잔여깊이가 30mm 이상 확보하는 것으로 분석되어 탄산화에 진행에 따른 구조물의 내구성에 미치는 영향은 미미할 것으로 판단된다.						

1.5 현장조사 및 시험 결과요약

1.5.1 상주방향

가. 외관조사 결과요약

【표 1.5.1】 외관조사 결과요약

구 분	결함내용 및 손상 열화내용		원인	단위	물량	개소	조치방안
라이닝 천단부	균열	cw=0.3mm미만	건조수축 및 온도변화	m	144.00	24	표면보수
		cw=0.3mm이상	건조수축 및 온도변화	m	29.00	6	주입보수
	재 균열	cw=0.3mm미만	보수재 열화	m	96.00	10	표면보수
		cw=0.3mm이상	보수재 열화	m	22.00	3	주입보수
	망상균열		건조수축 및 온도변화	m ²	294.00	20	표면보수
	조인트부 들뜸, 박락, 재들뜸		거푸집 조기탈형, 다짐불량 온도변화에 의한 신축작용	m ²	0.88	15	단면보수
라이닝 측벽부	균열	cw=0.3mm미만	건조수축 및 온도변화	m	37.50	15	표면보수
		cw=0.3mm이상	건조수축 및 온도변화	m	2.30	3	주입보수
	망상균열		건조수축 및 온도변화	m ²	517.10	37	표면보수
	조인트부 들뜸		거푸집 조기탈형, 다짐불량 온도변화에 의한 신축작용	m ²	1.01	7	단면보수
	백태		균열부 우수유입	m ²	0.12	2	표면보수
공동구	균열	cw=0.3mm미만	건조수축 및 온도변화	m	19.50	13	표면보수
		cw=0.3mm이상	건조수축 및 온도변화	m	30.00	20	주입보수
	재 균열	cw=0.3mm미만	보수재 열화	m	9.00	6	표면보수
		cw=0.3mm이상	보수재 열화	m	18.00	12	주입보수
	덮개 파손		외부충격	EA	19	19	재설치
포장부	균열		건조수축 및 온도변화	m	66.50	63	셀링
	망상균열		건조수축 및 온도변화	m ²	650.75	15	표면보수
	박리		중차량 반복통행, 공용기간 증가	m ²	2.22	4	단면보수
	박락/파손, 마모		중차량 반복통행, 공용기간 증가	m ²	105.6	5	단면보수
	이물질퇴적		공용중 이물질 유입		1	1	정비

나. 내구성조사 결과요약

【표 1.5.2】 내구성조사 결과요약

시 험 명		시험부위		시험 결과		비 고
				시험값	기준값	
군위터널 (상주)	비파괴 강도 (MPa)	반발 경도	라이닝	24.8~25.1	fck=24.0	· 설계강도를 만족하는 것으로 측정됨
	탄산화 깊이 (mm)	라이닝		38.0~60.0 (잔여깊이)	a 등급	· 탄산화에 의한 철근부식 가능성은 없음

【표 1.5.3】 내구성조사 기 점검과의 비교결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과				비 고
			2021년 정밀안전점검		금회		
비파괴강도 (MPa)	라이닝	반발경도	25.1 ~ 27.1		24.8 ~ 25.1		· 설계강도를 100% 만족하는 것으로 측정됨
탄산화 잔여깊이 (mm)	라이닝		78.0 ~ 78.5 (잔여깊이)	a	38.0 ~ 60.0 (잔여깊이)	a	· 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성 없음
종합평가	· 콘크리트의 강도상태(반발경도)는 전반적으로 양호한 것으로 판단된다. · 탄산화에 진행에 따른 구조물의 내구성에 미치는 영향은 미미할 것으로 판단된다.						

1.5.2 영천방향

가. 외관조사 결과요약

【표 1.5.1】 외관조사 결과요약

구 분	결함내용 및 손상 열화내용		원인	단위	물량	개소	조치방안
라이닝 천단부	균열	cw=0.3mm미만	건조수축 및 온도변화	m	61.00	11	표면보수
		cw=0.3mm이상	건조수축 및 온도변화	m	15.50	4	주입보수
	재 균열	cw=0.3mm미만	보수재 열화	m	124.50	14	표면보수
		cw=0.3mm이상	보수재 열화	m	13.50	2	주입보수
	망상균열		건조수축 및 온도변화	m ²	29.00	2	표면보수
	조인트부 들뜸		거푸집 조기탈형, 다짐불량 온도변화에 의한 신축작용	m ²	1.90	23	단면보수
라이닝 측벽부	균열	cw=0.3mm미만	건조수축 및 온도변화	m	41.00	15	표면보수
		cw=0.3mm이상	건조수축 및 온도변화	m	4.00	2	주입보수
	망상균열		건조수축 및 온도변화	m ²	126.00	12	표면보수
	조인트부 들뜸		거푸집 조기탈형, 다짐불량 온도변화에 의한 신축작용	m ²	0.05	1	단면보수
	백태		균열부 우수유입	m ²	0.06	1	표면보수
	마감재 들뜸, 탈락		외부충격, 공용중 열화	m ²	0.56	6	단면보수
공동구	균열	cw=0.3mm이상	건조수축 및 온도변화	m	33.00	25	주입보수
	재 균열	cw=0.3mm이상	보수재 열화	m	1.00	1	주입보수
	덮개 파손		외부충격	EA	5	5	재설치
포장부	균열		건조수축 및 온도변화	m	29.00	29	실링
	망상균열		건조수축 및 온도변화	m ²	75.00	4	표면보수
	박리		중차량 반복통행, 공용기간 증가	m ²	0.52	3	단면보수
	박락/파손, 마모		중차량 반복통행, 공용기간 증가	m ²	0.07	2	단면보수
	이물질퇴적		공용중 이물질 유입	EA	1	1	정비

나. 내구성조사 결과요약

【표 1.5.2】 내구성조사 결과요약

시 험 명		시험부위		시험 결과		비 고
				시험값	기준값	
군위터널 (영천)	비파괴 강도 (MPa)	반발 경도	라이닝	24.1~25.0	fck=24.0	• 설계강도를 만족하는 것으로 측정됨
	탄산화 깊이 (mm)	라이닝		36.0~70.0 (잔여깊이)	a 등급	• 탄산화에 의한 철근부식 가능성은 없음

【표 1.5.3】 내구성조사 기 점검과의 비교결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과				비 고
			2021년 정밀안전점검		금회		
비파괴강도 (MPa)	라이닝	반발경도	24.7~26.9		24.1~25.0		· 설계강도를 100% 만족하는 것으로 측정됨
탄산화 잔여깊이 (mm)	라이닝		77.0~77.5 (잔여깊이)	a	36.0~70.0 (잔여깊이)	a	· 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성 없음
종합평가	· 콘크리트의 강도상태(반발경도)는 전반적으로 양호한 것으로 판단된다. · 탄산화에 진행에 따른 구조물의 내구성에 미치는 영향은 미미할 것으로 판단된다.						

1.6 상태평가

시설물의 상태평가는 재료시험 및 외관조사에 의해 시설물의 각 부재로부터 발견된 상태변화(결함, 손상, 열화)를 근거로 하여 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침 (안전점검·진단 편 -2022. 12.)』의 상태평가 기준에 따라 실시한다. 정밀안전점검의 상태평가 기준은 시설물의 전체 부재에 대하여 외관조사망도를 작성하여 부재별로 상세히 상태평가를 실시하며, 책임기술자가 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 결정하게 된다.

1.6.1 상태평가 등급산정

가. 상주방향

1) 구간분할

정밀안전점검을 위한 외관조사, 각종 내구성조사, 시설물의 상태평가 등을 효과적으로 수행하기 위해서는 구조형식별 분류 또는 구간분할 작업은 필수적인 항목이다. 본 시설물은 NATM형식의 터널로 시공되었으며 철근구간과 무근구간, 부가시설물에 대한 스판 개소를 고려하여 상태평가를 진행하였으며, 구조물의 상태평가 등급 산정을 위한 구간분할 현황은 다음과 같다.

【표 1.6.1】 상주방향 구간현황

구 분	구조형식	SPAN	구조형식별 가중치 적용	비고
군위터널 (상주)	NATM(철근)	S1~S24, S34~S36 S62~S64, S88~S90 S107~S112	철근콘크리트 구간	
	NATM(무근)	S25~S33, S37~S61 S65~S87, S91~S106	무근콘크리트 구간	

2) 시설물의 상태등급

① 철근콘크리트 라이닝 상태평가 등급산정

【표 1.6.2】 철근콘크리트 라이닝 등급 산정 결과

Span No.	균열	누수	파손 및 손상	재 질 열 화						결함점수 합 계	라 이 닝 등 급
				박 리	충분리, 박락	백 태	재료 분리	철근 노출	탄산화		
1	b	a	a	a	a	a	a	a	—	4	a
2	a	a	a	a	a	a	a	a	—	0	a
3	a	a	a	a	a	a	a	a	a	0	a

【표 1.6.2】 철근콘크리트 라이닝 등급 산정 결과(계속)

Span No.	균열	누수	파손 및 손상	재질열화						결합점수 합	라이닝 등급
				박리	충분리, 박락	백태	재료 분리	철근 노출	탄산화		
4	a	a	a	a	a	a	a	a	—	0	a
5	a	a	a	a	b	a	a	a	—	0	a
6	a	a	a	a	a	a	a	a	—	0	a
7	a	a	a	a	a	a	a	a	—	0	a
8	b	a	a	a	b	a	a	a	—	4	a
9	a	a	a	a	b	a	a	a	—	0	a
10	a	a	a	a	a	a	a	a	—	0	a
11	b	a	a	a	a	a	a	a	—	4	a
12	b	a	a	a	a	a	a	a	—	4	a
13	a	a	a	a	b	a	a	a	—	0	a
14	b	a	a	a	a	a	a	a	—	4	a
15	a	a	a	a	a	a	a	a	—	0	a
16	a	a	a	a	a	a	a	a	—	0	a
17	c	a	a	a	a	a	a	a	—	6	b
18	a	a	a	a	a	a	a	a	—	0	a
19	a	a	a	a	a	a	a	a	—	0	a
20	b	a	a	a	b	a	a	a	—	4	a
21	c	a	a	a	b	a	a	a	—	6	b
22	b	a	a	a	a	a	a	a	—	4	a
23	c	a	a	a	a	a	a	a	—	6	b
24	b	a	a	a	a	a	a	a	—	4	a
34	a	a	a	a	a	a	a	a	—	0	a
35	a	a	a	a	a	a	a	a	—	0	a
36	a	a	a	a	a	a	a	a	—	0	a
62	c	a	a	a	a	a	a	a	—	6	b
63	b	a	a	a	a	a	a	a	—	4	a
64	b	a	a	a	a	a	a	a	—	4	a
88	b	a	a	b	a	a	a	a	—	4	a
89	a	a	a	a	a	a	a	a	—	0	a
90	b	a	a	a	a	a	a	a	—	4	a
107	b	a	a	a	a	a	a	a	—	4	a
108	a	a	a	a	a	a	a	a	—	0	a
109	a	a	a	a	a	a	a	a	a	0	a

【표 1.6.2】철근콘크리트 라이닝 등급 산정 결과(계속)

Span No.	균열	누수	파손 및 손상	재질열화						결함점수 합계	라이닝 등급
				박리	충분리, 박락	백태	재료분리	철근노출	탄산화		
110	a	a	a	a	a	a	a	a	—	0	a
111	b	a	a	a	a	a	a	a	—	4	a
112	b	a	a	a	a	a	a	a	—	4	a
산술평균	2.150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.150	

② 무근콘크리트 라이닝 상태평가 등급산정

【표 1.6.3】무근콘크리트 라이닝 등급 산정 결과

Span No.	균열	누수	파손 및 손상	재질열화				결함점수 합계	라이닝 등급
				박리	충분리, 박락	백태	재료분리		
25	a	a	a	a	b	a	a	0	a
26	b	a	a	a	b	a	a	4	a
27	a	a	a	a	a	a	a	0	a
28	b	a	a	a	a	a	a	4	a
29	a	a	a	a	b	a	a	0	a
30	a	a	a	a	a	a	a	0	a
31	a	a	a	a	b	a	a	0	a
32	a	a	a	a	b	a	a	0	a
33	a	a	a	a	a	a	a	0	a
37	b	a	a	a	a	a	a	4	a
38	b	a	a	a	a	a	a	4	a
39	b	a	a	a	a	a	a	4	a
40	b	a	a	a	a	a	a	4	a
41	a	a	a	a	b	a	a	0	a
42	b	a	a	a	a	a	a	4	a
43	b	a	a	a	a	a	a	4	a
44	b	a	a	a	a	a	a	4	a
45	a	a	a	a	a	a	a	0	a
46	b	a	a	a	a	a	a	4	a
47	a	a	a	a	a	a	a	0	a
48	b	a	a	a	a	a	a	4	a
49	b	a	a	a	b	a	a	4	a
50	b	a	a	a	a	a	a	4	a

【표 1.6.3】 무근콘크리트 라이닝 등급 산정 결과(계속)

Span No.	균 열	누 수	파손 및 손상	재 질 열 화				결함점수 합 계	라 이 닝 등 급
				박 리	충분리, 박락	백 태	재료분리		
51	b	a	a	a	a	a	a	4	a
52	b	a	a	a	a	a	a	4	a
53	b	a	a	a	a	a	a	4	a
54	b	a	a	a	a	a	a	4	a
55	b	a	a	a	a	a	a	4	a
56	c	a	a	a	a	a	a	6	b
57	b	a	a	a	a	a	a	4	a
58	b	a	a	a	a	a	a	4	a
59	b	a	a	a	a	a	a	4	a
60	b	a	a	a	a	a	a	4	a
61	b	a	a	a	a	a	a	4	a
65	b	a	a	a	a	a	a	4	a
66	b	a	a	a	a	a	a	4	a
67	a	a	a	a	a	a	a	0	a
68	b	a	a	a	a	a	a	4	a
69	b	a	a	a	a	a	a	4	a
70	b	a	a	a	a	a	a	4	a
71	b	a	a	a	a	a	a	3	a
72	b	a	a	a	a	a	a	4	a
73	b	a	a	a	a	a	a	4	a
74	b	a	a	a	a	a	a	4	a
75	c	a	a	a	b	a	a	7	b
76	a	a	a	a	b	a	a	0	a
77	c	a	a	a	a	a	a	6	b
78	c	a	a	a	a	a	a	6	b
79	b	a	a	a	a	a	a	4	a
80	b	a	a	a	a	a	a	4	a
81	b	a	a	a	a	a	a	4	a
82	b	a	a	a	a	a	a	4	a
83	b	a	a	a	a	a	a	4	a
84	b	a	a	a	a	a	a	4	a
85	b	a	a	a	a	a	a	4	a
86	b	a	a	a	a	a	a	4	a

【표 1.6.3】 무근콘크리트 라이닝 등급 산정 결과(계속)

Span No.	균 열	누 수	파손 및 손상	재 질 열 화				결함점수 합 계	라 이 닝 등 급
				박 리	충분리, 박락	백 태	재료분리		
87	b	a	a	a	a	a	a	4	a
91	b	a	a	a	a	a	a	4	a
92	b	a	a	a	a	a	a	4	a
93	b	a	a	a	a	a	a	4	a
94	b	a	a	b	a	a	a	4	a
95	a	a	a	a	a	a	a	0	a
96	b	a	a	a	a	a	a	4	a
97	b	a	a	a	a	a	a	4	a
98	b	a	a	a	a	a	a	4	a
99	b	a	a	a	a	a	a	4	a
100	b	a	a	a	a	a	a	4	a
101	b	a	a	a	a	a	a	4	a
102	c	a	a	a	a	a	a	7	b
103	c	a	a	a	a	a	a	7	b
104	a	a	a	a	a	a	a	0	a
105	b	a	a	a	b	a	a	4	a
106	b	a	a	a	a	a	a	4	a
산술평균	3.420	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3.420	

나. 영천방향

1) 구간분할

정밀안전점검을 위한 외관조사, 각종 내구성조사, 시설물의 상태평가 등을 효과적으로 수행하기 위해서는 구조형식별 분류 또는 구간분할 작업은 필수적인 항목이다. 본 시설물은 NATM형식의 터널로 시공되었으며 철근구간과 무근구간, 부가시설물에 대한 스판 개소를 고려하여 상태평가를 진행하였으며, 구조물의 상태평가 등급 산정을 위한 구간분할 현황은 다음과 같다.

【표 1.6.4】 영천방향 구간현황

구 분	구조형식	SPAN	구조형식별 가중치 적용	비고
군위터널 (영천)	NATM(철근)	S1~S5, S21~S23 S47~S49, S76~S109	철근콘크리트 구간	
	NATM(무근)	S6~S20, S24~S46 S50~S75, S91~S106	무근콘크리트 구간	

2) 시설물의 상태등급

① 철근콘크리트 라이닝 상태평가 등급산정

【표 1.6.5】 철근콘크리트 라이닝 등급 산정 결과

Span No.	균열	누수	파손 및 손상	재질열화						결함점수 합계	라이닝 등급
				박리	충분리, 박락	백태	재료 분리	철근 노출	탄산화		
1	a	a	a	a	a	b	a	a	—	0	a
2	a	a	a	a	a	a	a	a	—	0	a
3	a	a	a	b	b	a	a	a	a	0	a
4	a	a	a	a	a	a	a	a	—	0	a
5	c	a	a	a	b	a	a	a	—	6	b
21	b	a	a	a	a	a	a	a	—	4	a
22	a	a	a	a	a	a	a	a	—	0	a
23	a	a	a	a	a	a	a	a	—	0	a
47	c	a	a	a	b	a	a	a	—	6	b
48	b	a	a	a	a	a	a	a	—	4	a
49	d	a	a	a	b	a	a	a	—	9	b
76	a	a	a	a	b	a	a	a	—	0	a
77	a	a	a	a	a	a	a	a	—	0	a

【표 1.6.5】 철근콘크리트 라이닝 등급 산정 결과(계속)

Span No.	균열	누수	파손 및 손상	재질열화						결합점수 합	라이닝 등급
				박리	충분리, 박락	백태	재료 분리	철근 노출	탄산화		
78	a	a	a	a	a	a	a	a	—	0	a
79	a	a	a	a	c	a	a	a	—	1	a
80	b	a	a	a	a	a	a	a	—	4	a
81	a	a	a	a	b	a	a	a	—	0	a
82	a	a	a	a	c	a	a	a	—	1	a
83	a	a	a	a	a	a	a	a	—	0	a
84	a	a	a	a	a	a	a	a	—	0	a
85	b	a	a	a	a	a	a	a	—	4	a
86	a	a	a	a	a	a	a	a	—	0	a
87	a	a	a	a	a	a	a	a	—	0	a
88	a	a	a	b	a	a	a	a	—	0	a
89	a	a	a	a	a	a	a	a	—	0	a
90	a	a	a	a	a	a	a	a	—	0	a
91	a	a	a	a	a	a	a	a	—	0	a
92	a	a	a	a	b	a	a	a	—	0	a
93	a	a	a	a	a	a	a	a	—	0	a
94	a	a	a	a	a	b	a	a	—	0	a
95	a	a	a	a	b	a	a	a	—	0	a
96	a	a	a	a	b	a	a	a	—	0	a
97	a	a	a	a	a	a	a	a	—	0	a
98	b	a	a	a	a	a	a	a	—	4	a
99	a	a	a	a	a	a	a	a	—	0	a
100	a	a	a	a	a	a	a	a	—	0	a
101	a	a	a	a	a	a	a	a	—	0	a
102	a	a	a	a	a	a	a	a	—	0	a
103	a	a	a	a	a	a	a	a	—	0	a
104	a	a	a	a	a	a	a	a	—	0	a
105	b	a	a	a	a	a	a	a	—	4	a
106	b	a	a	a	a	a	a	a	a	4	a
107	b	a	a	a	a	a	a	a	—	4	a
108	a	a	a	a	a	a	a	a	—	0	a
109	a	a	a	a	a	a	a	a	—	0	a
산술평균	1.220	0.000	0.000	0.000	0.040	0.000	0.000	0.000	0.000	1.220	

② 무근콘크리트 라이닝 상태평가 등급산정

【표 1.6.6】 무근콘크리트 라이닝 등급 산정 결과

Span No.	균 열	누 수	파손 및 손상	재 질 열 화				결함점수 합 계	라 이 닝 등 급
				박 리	충분리, 박락	백 태	재료분리		
6	a	a	a	a	a	a	a	0	a
7	b	a	a	a	a	a	a	4	a
8	c	a	a	a	b	a	a	6	b
9	b	a	a	a	a	a	a	4	a
10	a	a	a	a	a	a	a	0	a
11	b	a	a	a	a	a	a	4	a
12	a	a	a	a	a	a	a	0	a
13	a	a	a	a	a	a	a	0	a
14	b	a	a	a	a	a	a	4	a
15	a	a	a	a	a	a	a	0	a
16	a	a	a	a	a	a	a	0	a
17	b	a	a	a	b	a	a	4	a
18	b	a	a	a	a	a	a	4	a
19	c	a	a	a	a	a	a	6	b
20	b	a	a	a	a	a	a	4	a
24	b	a	a	a	b	a	a	4	a
25	b	a	a	a	b	a	a	4	a
26	c	a	a	b	a	a	a	6	b
27	c	a	a	a	b	a	a	6	b
28	a	a	a	a	a	a	a	0	a
29	a	a	a	a	a	a	a	0	a
30	a	a	a	a	a	a	a	0	a
31	a	a	a	a	a	a	a	0	a
32	b	a	a	a	a	a	a	4	a
33	b	a	a	a	b	a	a	4	a
34	a	a	a	a	a	a	a	0	a
35	b	a	a	a	a	a	a	4	a
36	b	a	a	a	a	a	a	4	a
37	b	a	a	a	a	a	a	4	a
38	b	a	a	a	b	a	a	4	a
39	b	a	a	a	b	a	a	4	a
40	a	a	b	a	a	a	a	0	a

【표 1.6.6】 무근콘크리트 라이닝 등급 산정 결과(계속)

Span No.	균열	누수	파손 및 손상	재질 열화				결함점수 합계	라이닝 등급
				박리	충분리, 박락	백태	재료분리		
41	a	a	a	a	a	a	a	0	a
42	b	a	a	a	a	a	a	4	a
43	b	a	a	a	a	a	a	4	a
44	c	a	a	a	a	a	a	6	b
45	b	a	a	a	a	a	a	4	a
46	b	a	a	a	a	a	a	4	a
50	b	a	a	a	b	a	a	4	a
51	b	a	a	a	b	a	a	4	a
52	a	a	a	a	a	a	a	0	a
53	b	a	a	a	a	a	a	4	a
54	a	a	a	a	a	a	a	0	a
55	b	a	a	a	a	a	a	3	a
56	b	a	a	a	a	a	a	4	a
57	a	a	a	a	a	a	a	0	a
58	b	a	a	a	a	a	a	4	a
59	b	a	a	a	a	a	a	0	a
60	b	a	a	a	a	a	a	4	a
61	a	a	a	a	a	a	a	0	a
62	b	a	a	a	b	a	a	4	a
63	b	a	a	a	a	a	a	4	a
64	b	a	a	a	a	a	a	4	a
65	a	a	a	a	a	a	a	0	a
66	a	a	a	a	b	a	a	0	a
67	b	a	a	a	b	a	a	4	a
68	b	a	a	a	a	a	a	4	a
69	a	a	a	a	a	a	a	0	a
70	a	a	a	a	a	a	a	0	a
71	a	a	a	a	a	a	a	0	a
72	a	a	a	a	a	a	a	0	a
73	b	a	a	a	c	a	a	5	b
74	a	a	a	a	a	a	a	0	a
75	b	a	a	a	a	a	a	4	a
산술평균	2.660	0.000	0.000	0.000	0.020	0.000	0.000	2.660	

1.6.2 상태평가 결과

가. 상주방향

1) 철근 콘크리트 상태평가 결과

철근콘크리트															
총 SPAN	균열	파손 및 손상	누수	재질열화					주변상태						합계
				박리	충분 리 박락	백태	재료 분리	철근 노출	배수 상태	지반 상태	갯문 상태	공동 구 상태	특수 조건	탄산 화	
39	2.150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.00	1.00	0.00	0.50	0.00	0.00	5.650
															0.131

2) 무근 콘크리트 상태평가 결과

무근콘크리트													
총 SPAN	균열	파손 및 손상	누수	재질열화				주변상태					합계
				박리	충분리 박락	백태	재료 분리	배수 상태	지반 상태	갯문 상태	공동구 상태	특수 조건	
73	3.420	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.00	1.00	0.00	0.50	0.00	6.920
													0.204

3) 터널 상태평가 결과

군위터널(상주)					
구조물	구간별 결함지수	라이닝 연장	연장별 가중치	전체결함점수 (F)	상태평가등급
철근콘크리트	0.131	345	0.047	0.178	B
무근콘크리트	0.204	620	0.131		

나. 영천방향

1) 철근 콘크리트 상태평가 결과

철근콘크리트															
총 SPAN	균열	파손 및 손상	누수	재질열화					주변상태						합계
				박리	충분 리 박락	백태	재료 분리	철근 노출	배수 상태	지반 상태	갯문 상태	공동 구 상태	특수 조건	탄산 화	
45	1.220	0.000	0.000	0.000	0.040	0.000	0.000	0.000	2.00	1.00	0.00	0.50	0.00	0.00	4.720
															0.110

2) 무근 콘크리트 상태평가 결과

무근콘크리트													
총 SPAN	균열	파손 및 손상	누수	재질열화				주변상태					합계
				박리	충분리 박락	백태	재료 분리	배수 상태	지반 상태	갯문 상태	공동구 상태	특수 조건	
64	2.660	0.000	0.000	0.000	0.020	0.000	0.000	2.00	1.00	0.00	0.50	0.00	6.160
													0.181

3) 터널 상태평가 결과

군위터널(영천)					
구조물	구간별 결함지수	라이닝 연장	연장별 가중치	전체결함점수 (F)	상태평가등급
철근콘크리트	0.110	320	0.030	0.157	B
무근콘크리트	0.181	610	0.099		

1.6.3 상태평가 결과요약

본 과업대상은 현장조사 및 시험을 토대로 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침-터널편 (2022.12)』에 따라 형식별로 상태평가를 실시한 후 서로 다른 가중치를 적용하여 환산결함도 점수를 산출하였다.

가. 상주방향

1) 상태평가 결과

상태평가 결과 결함지수 0.178로 “기능수행에 영향이 없으나 일부 보수가 필요한 상태”인 B 등급(양호, $0.15 < \text{결함지수} \leq 0.30$)으로 평가되었다.

2) 기 정밀안전점검 결과와의 비교

구 분	2021년 정밀안전점검	금회 정밀안전점검	비 고
결함지수	0.178	0.178	
상태등급	B	B	

- 금회 상태평가 결과 “B등급”으로 평가되었으며, 기존점검 이후 구조적인 손상은 발생하지 않은 것으로 조사되었다.
- 환산결함도 점수가 0.178 ⇨ 0.178로 동일한 것으로 분석되었으며, 원인으로서는 일부구간에 서 손상의 추가 발생 및 보수가 실시됨에 따라 환산결함도 점수가 동일한 것으로 판단된다.

나. 영천방향

1) 상태평가 결과

상태평가 결과 결함지수 0.157로 “기능수행에 영향이 없으나 일부 보수가 필요한 상태” 인 B 등급(양호, $0.15 < \text{결함지수} \leq 0.30$) 으로 평가되었다.

2) 기 정밀안전점검 결과와의 비교

구 분	2021년 정밀안전점검	금회 정밀안전점검	비 고
결함지수	0.155	0.157	
상태등급	B	B	

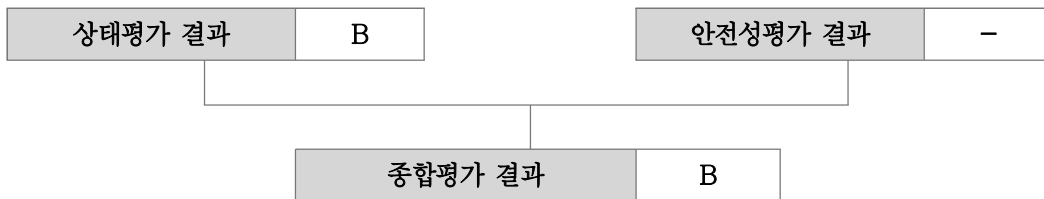
- 금회 상태평가 결과 “B등급” 으로 평가되었으며, 기존점검 이후 구조적인 손상은 발생하지 않은 것으로 조사되었다.
- 환산결함도 점수가 0.155 ⇨ 0.157로 증가한 것으로 분석되었으며, 증가 원인으로는 일부구간에서 손상의 진전 및 추가 발생함에 따라 환산결함도 점수가 상향된 것으로 판단된다.

1.7 종합평가 및 안전등급 지정

1.7.1 종합평가 결과

가. 상주방향

본 과업은 정밀안전점검 과업으로서 안전성평가를 실시하지 않은 관계로 상태평가 결과를 종합평가 결과로 갈음하였으며, 그 다음과 같다.



【그림 1.7.1】 종합평가 결과

- 금회 상태평가 결과 “B등급” 으로 평가되었으며, 기존점검 이후 구조적인 손상은 발생하지 않은 것으로 조사되었다.
- 환산결함도 점수가 0.178 ⇨ 0.178로 동일한 것으로 분석되었으며, 원인으로는 일부구간에 서 손상의 추가 발생 및 보수가 실시됨에 따라 환산결함도 점수가 동일한 것으로 판단된다.

【표 1.7.1】 종합평가 등급 변화 비교

시행년도	분류	상태평가	안전성평가	종합평가	비 고
2021	정밀안전점검	B (0.178)	-	B	
2023	정밀안전점검	B (0.178)	-	B	

나. 영천방향

본 과업은 정밀안전점검 과업으로서 안전성평가를 실시하지 않은 관계로 상태평가 결과를 종합평가 결과로 갈음하였으며, 그 다음과 같다.



【그림 1.7.2】 종합평가 결과

- 금회 상태평가 결과 “B등급” 으로 평가되었으며, 기존점검 이후 구조적인 손상은 발생하지 않은 것으로 조사되었다.
- 환산결함도 점수가 0.155 ⇨ 0.157로 증가한 것으로 분석되었으며, 증가 원인으로는 일부구간에서 손상의 진전 및 추가 발생함에 따라 환산결함도 점수가 상향된 것으로 판단된다.

【표 1.7.2】 종합평가 등급 변화 비교

시행년도	분류	상태평가	안전성평가	종합평가	비 고
2021	정밀안전점검	B (0.155)	-	B	
2023	정밀안전점검	B (0.157)	-	B	

1.7.2 안전등급 지정

가. 상주방향

종합평가 결과에 따른 본 시설물의 안전등급은 『보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태』인 “B등급” 으로 지정하였다.

【표 1.7.3】 상주방향 안전등급 지정

안전등급	시설물의 상태
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

나. 영천방향

종합평가 결과에 따른 본 시설물의 안전등급은 『보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태』인 “B등급” 으로 지정하였다.

【표 1.7.4】 영천방향 안전등급 지정

안전등급	시설물의 상태
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

1.8 보수·보강 및 유지관리방안

1.8.1 보수·보강 방안

가. 상주방향

【표 1.8.1】 손상별 보수·보강 방안

구분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
라이닝 천단부	균열(cw=0.3mm미만)	m	144.00	24	표면보수	하자
	균열(cw=0.3mm이상)	m	29.00	6	주입보수	하자
	재균열(cw=0.3mm미만)	m	96.00	10	표면보수	하자
	재균열(cw=0.3mm이상)	m	22.00	3	주입보수	하자
	망상균열	m ²	294.00	20	표면보수	하자
	조인트부 들뜸, 박락, 채들뜸	m ²	0.88	15	단면보수	하자
라이닝 측벽부	균열(cw=0.3mm미만)	m	37.50	15	표면보수	하자
	균열(cw=0.3mm이상)	m	2.30	3	주입보수	하자
	망상균열	m ²	517.10	37	표면보수	하자
	조인트부 들뜸	m ²	1.01	7	단면보수	하자
	백태	m ²	0.12	2	표면보수	하자
공동구	균열(cw=0.3mm미만)	m	19.50	13	표면보수	3순위
	균열(cw=0.3mm이상)	m	30.00	20	주입보수	2순위
	재균열(cw=0.3mm미만)	m	9.00	6	표면보수	3순위
	재균열(cw=0.3mm이상)	m	18.00	12	주입보수	2순위
	덮개 파손	EA	19	19	재설치	3순위
포장부	균열	m	66.50	63	실링	3순위
	망상균열	m ²	650.75	15	표면보수	3순위
	박리	m ²	2.22	4	단면보수	2순위
	박락/파손, 마모	m ²	105.6	5	단면보수	3순위
	이물질퇴적	EA	1	1	정비	3순위

나. 영천방향

【표 1.8.2】 손상별 보수·보강 방안

구분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
라이닝 천단부	균열(cw=0.3mm미만)	m	61.00	11	표면보수	하자
	균열(cw=0.3mm이상)	m	15.50	4	주입보수	하자
	재균열(cw=0.3mm미만)	m	124.50	14	표면보수	하자
	재균열(cw=0.3mm이상)	m	13.50	2	주입보수	하자
	망상균열	m ²	29.00	2	표면보수	하자
	조인트부 들뜸	m ²	1.90	23	단면보수	하자
라이닝 측벽부	균열(cw=0.3mm미만)	m	41.00	15	표면보수	하자
	균열(cw=0.3mm이상)	m	4.00	2	주입보수	하자
	망상균열	m ²	126.00	12	표면보수	하자
	조인트부 들뜸	m ²	0.05	1	단면보수	하자
	백태	m ²	0.06	1	표면보수	하자
	마감재 들뜸, 탈락	m ²	0.56	6	단면보수	3순위
공동구	균열(cw=0.3mm이상)	m	33.00	25	주입보수	2순위
	재균열(cw=0.3mm이상)	m	1.00	1	주입보수	3순위
	덮개 파손	EA	5	5	재설치	2순위
포장부	균열	m	29.00	29	실링	3순위
	망상균열	m ²	75.00	4	표면보수	3순위
	박리	m ²	0.52	3	단면보수	3순위
	박락/파손	m ²	0.07	2	단면보수	3순위
	이물질퇴적	EA	1	1	정비	3순위

1.8.2 개략공사비

가. 상주방향

대상 시설물의 손상별 보수방안, 개략공사비는 다음과 같다.

【표 1.8.3】 손상별 보수·보강 방안 및 개략공사비

구분	손상 내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
라이닝 천단부	균열(cw=0.3mm미만)	표면보수	144.00	216.00	m ²	—	—	하자
	균열(cw=0.3mm이상)	주입보수	29.00	43.50	m	—	—	하자
	재균열(cw=0.3mm미만)	표면보수	96.00	144.00	m ²	—	—	하자
	재균열(cw=0.3mm이상)	주입보수	22.00	33.00	m	—	—	하자
	망상균열	표면보수	294.00	441.00	m ²	—	—	하자
	조인트부 들뜸, 박락, 재들뜸	단면보수	0.88	1.32	m ²	—	—	하자
라이닝 측벽부	균열(cw=0.3mm미만)	표면보수	37.50	56.25	m ²	—	—	하자
	균열(cw=0.3mm이상)	주입보수	2.30	3.45	m	—	—	하자
	망상균열	표면보수	517.10	775.65	m ²	—	—	하자
	조인트부 들뜸	단면보수	1.01	1.52	m ²	—	—	하자
	백태	표면보수	0.12	0.18	m ²	—	—	하자
공동구	균열(cw=0.3mm미만)	표면보수	19.50	29.25	m ²	54	1,580	3순위
	균열(cw=0.3mm이상)	주입보수	30.00	45.00	m	65	2,925	2순위
	재균열(cw=0.3mm미만)	표면보수	9.00	13.50	m ²	54	729	3순위
	재균열(cw=0.3mm이상)	주입보수	18.00	27.00	m	65	1,755	2순위
	덮개 파손	재설치	19	31	EA	25	775	3순위
포장부	균열	실링	66.50	99.75	m	25	2,494	3순위
	망상균열	표면보수	650.75	976.13	m ²	54	52,711	3순위
	박리	단면보수	2.22	3.33	m ²	165	549	2순위
	박락/파손, 마모	단면보수	105.6	158.40	m ²	165	26,136	3순위
	이물질퇴적	정비	1	1	EA	25	25	3순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	—		5,229		84,450		
	재경비 (순공사비의 50%)	—		2,614		42,225		
	합계	—		7,843		126,675		
개략공사비 총계(천원)		134,518						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

주2) 0.3mm미만 균열보수는 손상물량(m)×0.25(m)를 하여 면적(m²)으로 산출하였음.

주3) 하자손상의 경우 급회 개략공사비에서 제외함.

나. 영천방향

대상 시설물의 손상별 보수방안, 개략공사비는 다음과 같다.

【표 1.8.4】 손상별 보수·보강 방안 및 개략공사비

구분	손상 내용	보수 방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
라이닝 천단부	균열(cw=0.3mm미만)	표면보수	61.00	91.50	m²	—	—	하자
	균열(cw=0.3mm이상)	주입보수	15.50	23.25	m	—	—	하자
	재균열(cw=0.3mm미만)	표면보수	124.50	186.75	m²	—	—	하자
	재균열(cw=0.3mm이상)	주입보수	13.50	20.25	m	—	—	하자
	망상균열	표면보수	29.00	43.50	m²	—	—	하자
	조인트부 들뜸	단면보수	1.90	2.85	m²	—	—	하자
라이닝 측벽부	균열(cw=0.3mm미만)	표면보수	41.00	61.50	m²	—	—	하자
	균열(cw=0.3mm이상)	주입보수	4.00	6.00	m	—	—	하자
	망상균열	표면보수	126.00	189.00	m²	—	—	하자
	조인트부 들뜸	단면보수	0.05	0.08	m²	—	—	하자
	백태	표면보수	0.06	0.09	m²	—	—	하자
	마감재 들뜸, 탈락	단면보수	0.56	0.84		—	—	하자
공동구	균열(cw=0.3mm이상)	주입보수	33.00	49.50	m	65	3,218	3순위
	재균열(cw=0.3mm이상)	주입보수	1.00	1.50	m	65	98	2순위
	덮개 파손	재설치	5	6	EA	25	150	3순위
포장부	균열	실링	29.00	43.50	m	25	1,088	3순위
	망상균열	표면보수	75.00	112.50	m²	54	6,075	3순위
	박리	단면보수	0.52	0.78	m²	165	129	2순위
	박락/파손	단면보수	0.07	0.11	m²	165	18	2순위
	이물질퇴적	정비	1	1	EA	25	25	3순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	—		245		10,556		
	재경비 (순공사비의 50%)	—		122		5,278		
	합계	—		367		15,834		
개략공사비 총계(천원)		16,201						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

주2) 0.3mm미만 균열보수는 손상물량(m)×0.25(m)를 하여 면적(m²)으로 산출하였음.

주3) 하자손상의 경우 금회 개략공사비에서 제외함.

1.8.3 유지관리방안

본 시설물에 대한 정밀안전점검 결과에 따라, 향후 유지관리 시 터널의 안전성, 사용성 및 내구성 차원에서 중점적으로 관찰하고 유의하여야 할 중점유지관리 항목을 설정하여 다음 표와 같이 제시하였다.

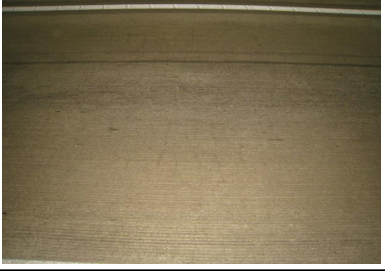
가. 상주방향

【표 1.8.5】 중점유지관리 항목

구 분	현 황	관리방안	관련사진
라이닝	•균열, 망상균열 •조인트부 들뜸, 박락	•정기 및 차기 정밀안전점검 시 손상수량 증가, 손상부 확대여부 확인 - 손상 확대에 따라 보수시기 결정 - 보수 시 품질 및 시공관리 - 보수 후 재손상 발생여부 확인	
측벽부	•균열, 망상균열 •백태 •조인트부 들뜸	•정기 및 차기 정밀안전점검 시 손상수량 증가, 발생여부 확인 - 손상 확대에 따라 보수시기 결정 - 보수 시 품질 및 시공관리 - 보수 후 재손상 발생여부 확인	
공동구	•덮개 파손 및 열화 •측구 파손 및 열화	•정기 및 차기 정밀안전점검 시 손상수량 증가, 발생여부 확인	
포장면	•포장 균열, 파손	•정기 및 차기 정밀안전점검 시 손상수량 증가, 발생여부 확인	

나. 영천방향

【표 1.8.6】 중점유지관리 항목

구 분	현 황	관리방안	관련사진
라이닝	•균열, 망상균열 •조인트부 들뜸, 박락	•정기 및 차기 정밀안전점검 시 손상수량 증가, 손상부 확대여부 확인 - 손상 확대에 따라 보수시기 결정 - 보수 시 품질 및 시공관리 - 보수 후 재손상 발생여부 확인	
측벽부	•균열, 망상균열 •백태, 철근노출 •마감재 탈락, 박리	•정기 및 차기 정밀안전점검 시 손상수량 증가, 발생여부 확인 - 손상 확대에 따라 보수시기 결정 - 보수 시 품질 및 시공관리 - 보수 후 재손상 발생여부 확인	
공동구	•덮개 파손 및 열화 •공동구 균열, 파손 및 열화	•정기 및 차기 정밀안전점검 시 손상수량 증가, 발생여부 확인	
포장면	•포장 균열, 파손	•정기 및 차기 정밀안전점검 시 손상수량 증가, 발생여부 확인	

1.9 종합결론

본 시설물은 경상북도 구미시 도개면 다곡리와 달산리에 위치하며 연장 965.0m(상주), 930.0m(영천), 폭 13.4m, 높이 7.9m의 터널로, 종단선형은 약 2.0% 경사를 이루고 있다. 터널 본선은 NATM으로 시공된 난형식의 터널로서, 시·종점측 갱문형식은 원통절개형식으로 시공되었고, 2017년도에 준공되어 약 6년간 공용중인 터널 구조물이며, 시공자료 분석을 포함, 현장외관 조사 및 시험, 상태평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

1.9.1 상주방향

가. 현장조사 및 시험

1) 라이닝

- 천단부에 발생한 주요손상은 균열 및 재균열 등의 균열 손상이며, 일부 구간에서 망상균열 등의 손상이 확인되었다. 기 조사된 라이닝 균열은 경화된 이후 온도변화에 따른 건조수축에 따른 구속과 시공초기에 발생한 비구조적 균열로 판단되며, 구조물의 안전성에는 미치는 영향은 적으나, 장기적으로 내구성 저하방지를 위한 표면보수, 주입보수 등의 적절한 조치가 필요하다. 조인트부에 발생한 들뜸 및 박락 등의 단면손상의 경우 시공시 거푸집 조기탈형, 다짐불량, 온도변화에 의한 건조수축 등에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 기 발생한 손상의 경우 구조물의 안전성을 저해할 만한 손상은 아니나, 손상부의 진전으로 콘크리트 낙하시 2차 피해가 우려되므로 단면보수 등의 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 측벽부에 발생한 주요 손상은 균열 및 망상균열 등의 균열손상이며, 국부적으로 조인트부 들뜸, 백태 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 건조수축 및 온도변화, 거푸집 조기탈형, 다짐불량, 온도변화에 의한 신축작용 등에 의해 발생한 것으로 판단된다. 조사된 균열은 구조물의 안전성에는 영향이 없으나 내구성 저하 방지를 위한 표면보수, 주입보수 등의 조치가 필요하다. 조인트부에 발생한 들뜸의 경우 손상의 진전에 따른 낙하물 발생시 2차 피해가 우려되므로 들뜸부 제거 및 단면보수 등의 조치가 요구된다.

2) 갱문

- 갱문의 경우 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으며, 추후 주기적인 점검을 통한 손상의 발생 여부 파악 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

3) 사면

- 사면 외관조사 결과, 터널 주변 사면에 초본류 및 목본류의 식생상태는 양호하며, 인장균열 등의 파괴징후와 토사유실 및 붕괴 등의 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

4) 공동구 및 배수시설

- 공동구에 발생한 균열 손상은 초기 건조수축으로 인해 발생한 균열이 공용년수가 증가함에 따라 진전된 것으로 판단되며, 재균열은 보수재료의 열화로 발생한 것으로 판단된다. 기 발생한 균열에 대해서는 내구성 저하방지 차원의 보수를 실시하는 것으로 바람직하다. 또한, 덮개 파손 및 파손은 공용중 외부충격 등에 의한 것으로 판단되며, 공동구는 점검자의 도보를 통한 안전점검시 보도로서 활용하는 만큼 안전사고 예방차원에서 정비가 필요하다.

5) 포장면

- 콘크리트 포장에 발생한 균열, 파손 등은 공용년수 증가로 인한 재료열화, 중차량의 반복통행에 의해 발생한 것으로 판단되며, 손상의 범위는 경미하나, 통과차량의 주행성 확보를 위해 보수가 필요하며, 측구의 이물질 퇴적은 노면수의 원활한 배수를 위해 주기적인 정비를 실시하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

6) 부속시설

- 터널 어깨부 좌, 우측으로 설치되어 있는 조명시설의 점등 상태는 전반적으로 양호한 상태로 조사되었다. 그 외 구간은 차량 운행에 대한 충분한 조도를 확보하고 있는 것으로 확인되었으며, 소화시설 점검결과, 터널내부 차량 화재시 진압을 위한 소화설비는 측벽부에 설치되어 있으며, 내부에 분말소화기 2조가 비치되어 것으로 조사되었다.

7) 내구성 조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 24.8~25.1MPa로 측정 되었으며, 모두 설계기준 압축강도(24.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다.
- 탄산화깊이 측정결과 탄산화깊이는 3.0mm~5.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

나. 상태평가 결과

- 금회 상태평가 결과 “B등급” 으로 평가되었으며, 2021년 정밀안전점검 이후 구조적인 손상은 발생하지 않은 것으로 조사되었다. 환산결합도 점수가 0.178 ⇨ 0.178로 동일한 것으로 분석되었으며, 원인으로는 일부구간에서 손상의 추가 발생 및 보수가 실시됨에 따라 환산결합도 점수가 동일한 것으로 판단된다.

다. 중점유지관리 사항

- 군위터널(상주)에 대한 정밀안전점검결과 중점관리 사항은 아래와 같다.
 - ① 라이닝 균열 : 균열의 진전 및 추가발생 여부 확인
 - ② 라이닝 조인트부 들뜸 : 탈락으로 인한 안전사고 우려
 - ③ 포장부 박락 및 파손 : 콘크리트 파손으로 주행차량의 안전성 우려

라. 결론

- 군위터널(상주)은 준공이후 약 6년의 공용기간이 경과한 시설물로 외관조사결과, 전반적으로 양호한 상태이나, 일부 보수를 요하는 비구조적인 손상이 조사된 상태로서 기 발생한 손상에 대해서는 내구성 저하방지를 위한 보수가 필요한 상태이다.
- 본 터널의 상태평가 결과를 종합적으로 평가하여 군위터널(상주)의 안전등급을 산정하면 「B」 등급으로 평가되었으며, 본 보고서에 제시된 방안으로 보수를 시행하고 지속적인 유지관리를 실시한다면 구조물의 사용성을 확보하는데 문제가 없을 것으로 사료된다.

1.9.2 영천방향

가. 현장조사 및 시험

1) 라이닝

- 천단부에 발생한 주요손상은 균열 및 재균열 등의 균열 손상이며, 일부 구간에서 망상균열 등이 조사되었다. 라이닝 균열은 콘크리트 경화이후 온도변화에 따른 건조수축에 따른 구속과 시공초기에 발생한 비구조적 균열로 판단된다. 기 발생한 균열 손상은 구조물의 안전성에는 미치는 영향은 적으나, 장기적으로 내구성 저하방지를 위한 적절한 조치가 필요하다. 조인트부에 발생한 들뜸은 시공시 거푸집 조기탈형, 다짐불량, 온도변화에 의한 건조수축 등에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 기 발생한 손상의 경우 구조물의 안전성을 저해할 만한 손상은 아니나, 2차 손상 발생방지를 위한 단면보수 등의 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 측벽부에 발생한 손상은 균열 및 망상균열, 조인트부 들뜸 등으로 손상의 발생 원인으로는 건조수축 및 온도변화, 거푸집 조기탈형, 다짐불량, 온도변화에 의한 신축작용 등에 의해 발생한 것으로 판단된다. 조사된 균열은 구조물의 안전성에는 영향이 없으나 내구성 저하 방지를 위한 표면보수, 주입보수 등의 조치가 필요하다.

2) 갭문

- 갭문의 경우 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으며, 추후 주기적인 점검을 통한 손상의 발생 여부 파악 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

3) 사면

- 사면 외관조사 결과, 터널 주변 사면에 초본류 및 목본류의 식생상태는 양호하며, 인장균열 등의 파괴징후와 토사유실 및 붕괴 등의 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

4) 공동구 및 배수시설

- 공동구는 콘크리트가 경화된 이후 건조수축 및 온도변화에 의해 균열이 일부 발생하였으며, 보수재 열화에 따른 재균열이 추가로 발생한 상태이다. 또한, 공용중 외부 충격 등에 의해 덮개 파손이 조사되었다. 기 발생한 손상은 손상의 진전 방지를 위한 보수와, 점검자의 안전사고 예방차원에서 파손된 덮개에 대해서는 교체가 바람직 할 것으로 판단된다.

5) 포장면

- 콘크리트 포장에 발생한 균열, 파손 등은 건조수축 및 온도변화, 중차량의 반복통행에 의해 발생한 것으로 판단되며, 일부 보수가 실시된 것으로 조사되었고, 망상균열은 추가 발생한 것으로 확인되었다. 기 발생한 손상은 통과차량의 주행성 확보를 위해 보수가 필요하며, 보수 후에도 차량하중으로 인한 재손상이 우려되므로 지속적인 유지관리가 필요하다.

6) 부속시설

- 터널 어깨부 좌, 우측으로 설치되어 있는 조명시설의 점등 상태는 전반적으로 양호한 상태로 조사되었다. 그 외 구간은 차량 운행에 대한 충분한 조도를 확보하고 있는 것으로 확인되었으며, 소화시설 점검결과, 터널내부 차량 화재시 진압을 위한 소화설비는 측벽부에 설치되어 있으며, 내부에 분말소화기 2조가 비치되어 것으로 조사되었다.

7) 내구성 조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 24.1~25.0MPa로 측정 되었으며, 모두 설계기준 압축강도(24.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다.
- 탄산화깊이 측정결과 탄산화깊이는 2.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

나. 상태평가 결과

- 금회 상태평가 결과 “B등급” 으로 평가되었으며, 2021년 정밀안전점검 이후 구조적인 손상은 발생하지 않은 것으로 조사되었다. 환산결함도 점수가 0.155 ⇨ 0.157로 증가한 것으로 분석되었으며, 증가 원인으로는 일부구간에서 손상의 진전 및 추가 발생함에 따라 환산결함도 점수가 상향된 것으로 판단된다.

다. 중점유지관리 사항

- 군위터널(영천)에 대한 정밀안전점검결과 중점관리 사항은 아래와 같다.
 - ① 라이닝 균열 : 균열의 진전 및 추가발생 여부 확인
 - ② 라이닝 조인트부 들뜸 : 탈락으로 인한 안전사고 우려
 - ③ 포장부 박락 및 파손 : 콘크리트 파손으로 주행차량의 안전성 우려

라. 결론

- 군위터널(영천)은 준공이후 약 6년의 공용기간이 경과한 시설물로 외관조사결과, 전반적으로 양호한 상태이나, 일부 보수를 요하는 비구조적인 손상이 조사된 상태로서 기 발생한 손상에 대해서는 내구성 저하방지를 위한 보수가 필요한 상태이다.
- 본 터널의 상태평가 결과를 종합적으로 평가하여 군위터널(영천)의 안전등급을 산정하면 「B」 등급으로 평가되었으며, 본 보고서에 제시된 방안으로 보수를 시행하고 지속적인 유지관리를 실시한다면 구조물의 사용성을 확보하는데 문제가 없을 것으로 사료된다.

1.9.3 종합결론, 정밀안전진단 및 사용제한의 필요성 여부

- 대상 시설물에 대한 정밀안전점검 결과, 국부적으로 손상이 발생하였으나 시설물의 전반적인 안전성 및 기능성에는 특별한 문제가 없는 상태로서 주기적인 점검을 통한 관리를 시행한다면 대상시설물의 사용성은 확보될 수 있을 것으로 판단된다.
- 대상 시설물은 금회 점검결과, 정밀안전진단 및 사용제한이 필요치 않다.

1.9.4 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 라이닝균열은 주기적인 점검을 실시하는 유지관리가 필요하다.

1.9.5 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.