6. 효령터널(상주,영천)

6.1 시설물 개요
6.2 자료수집 및 분석
6.3 현장조사
6.4 콘크리트 내구성 조사
6.5 현장조사 및 시험 결과요약
6.6 상태평가
6.7 종합평가 및 안전등급 지정
6.8 보수·보강 및 유지관리 방안
6.9 종합결론

6. 효령터널(상주,영천)

6.1 시설물의 개요

본 시설물은 대구광역시 군위군 효령면 중구리(상주영천고속도로 42.815~43.795km)에 위치한 터널로서 총 연장 960.0m(상주), 980.0m(영천), 폭 10.3m, 높이 6.47m로 시공되어 있다.

6.1.1 일반사항

【표 6.1.1】 효령터널(상주) 일반사항

시설물명	효령터널(상주)	시설물번호	TU2017-0000044
노선명	고속국도301호선	관리번호	SY T6
위 치	대구광역시 군위군 효령면 중구리		
터널형식	난형	관리주체	상주영천고속도로(주)
차 선 수	2차선	환기방식	Jet-Fan
연 장	960.0m	설 계 사	㈜해외기술공사
내공단면	폭 : 10.3m, 높이 6.47m	시 공 사	대림산업㈜
배수형식	노면배수, 배면배수, 저면배수	감 리 사	㈜이산
종단기울기	-0.800%	착 공	2012년 6월 28일
평균선형	R=0,000m	준 공	2017년 6월 27일
연결통로	차량갱 1개소, 대인갱 2개소	갱문형식	면벽식
주요공법	NATM	보조공법	강관보강형 그라우팅

외부 전경

내부 전경

【표 6.1.2】 효령터널(영천) 일반사항

시설물명	효령터널(영천)	시설물번호	TU2017-0000045
노선명	고속국도301호선	관리번호	SY T6
위 치	대구광역시 군위군 효령면 중구리		
터널형식	난형	관리주체	상주영천고속도로(주)
차 선 수	2차선	환기방식	Jet-Fan
연 장	980.0m	설 계 사	㈜해외기술공사
내공단면	폭 : 10.3m, 높이 6.47m	시 공 사	대림산업㈜
배수형식	노면배수, 배면배수, 저면배수	감 리 사	㈜이산
종단기울기	-0.800%	착 공	2012년 6월 28일
평균선형	R=0,000m	준 공	2017년 6월 27일
연결통로	차량갱 1개소, 대인갱 2개소	갱문형식	면벽식
주요공법	NATM	보조공법	강관보강형 그라우팅

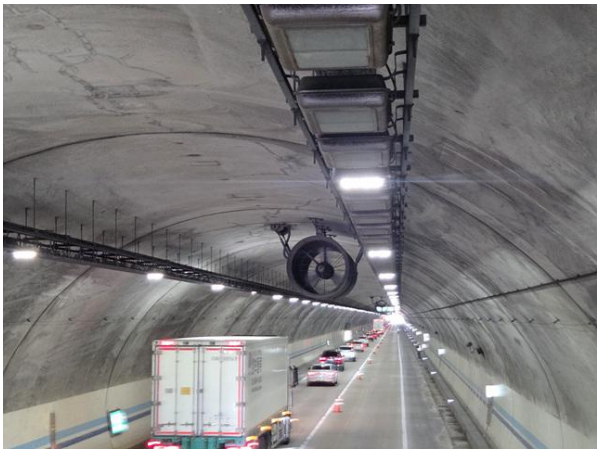
외부 전경

내부 전경

6.1.2 위치도 및 전경사진

Span번호	조사방법 및 접근성	조사기간	비고
S1~S100(상주) S1~S102(영천)	도보, 고소점검차	2025.09.16	

【그림 6.1.1】 위치도

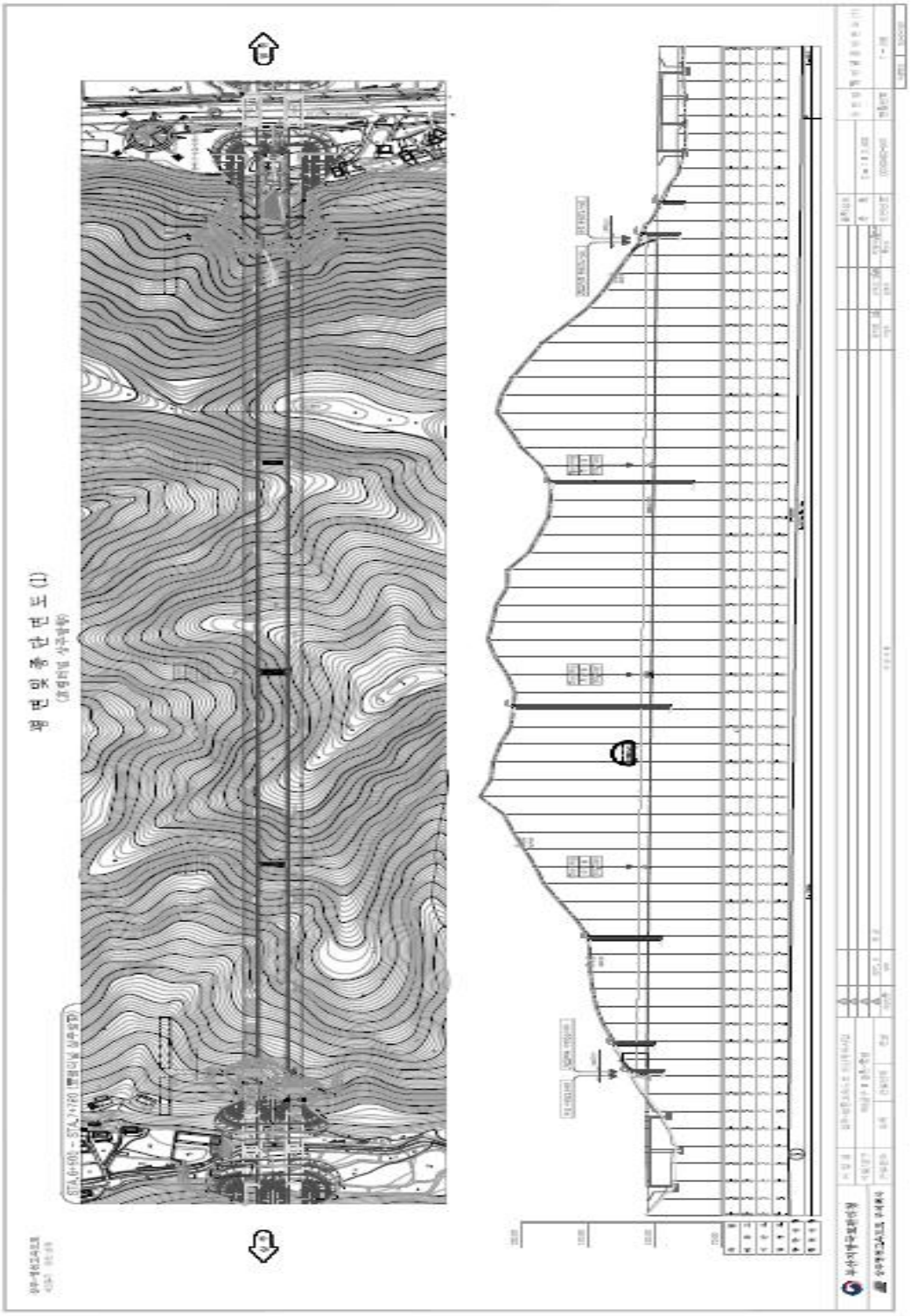
진입부 전경	진출부 전경
내부 전경	배수구 전경
	
소화시설 전경	Jet-Fan 전경

【그림 6.1.2】 부재별 현황(상주)

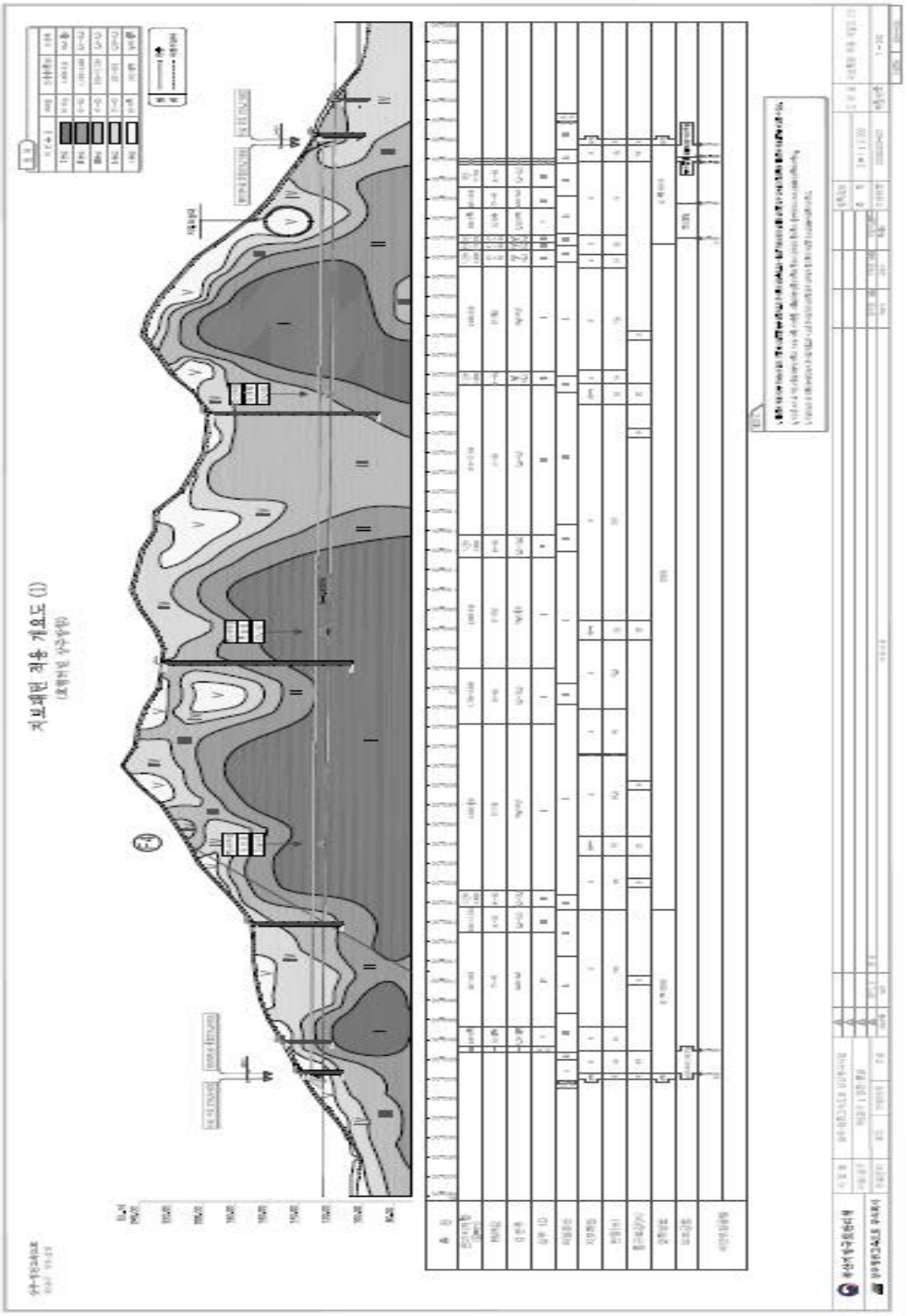
진입부 전경	진출부 전경
내부 전경	배수구 전경
소화시설 전경	Jet-Fan 전경

【그림 6.1.3】 부재별 현황(영천)

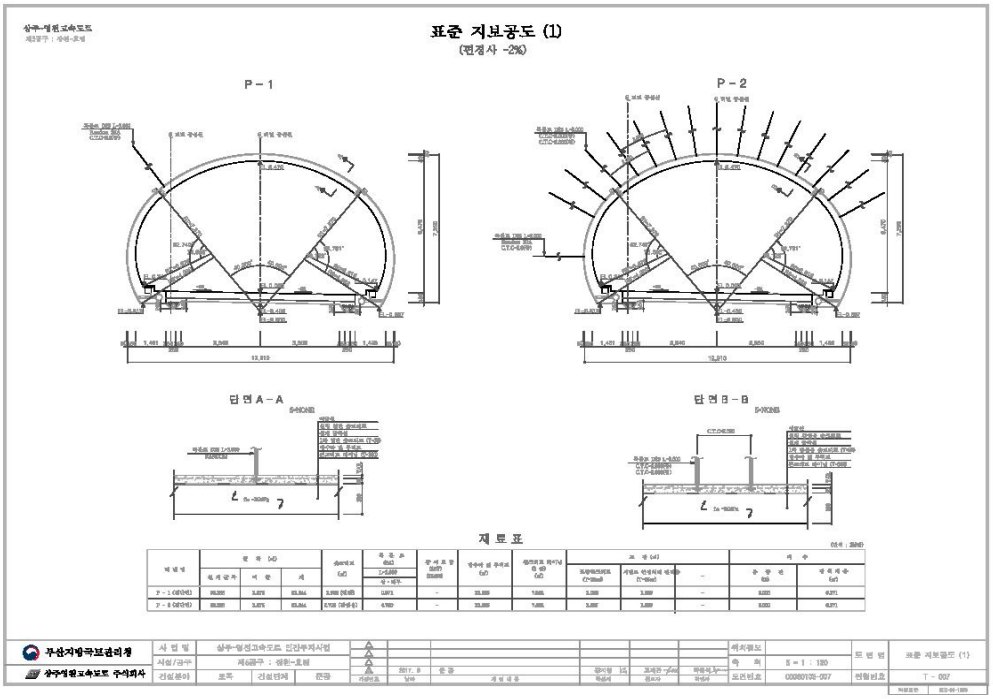
6.1.3 시설물 일반도

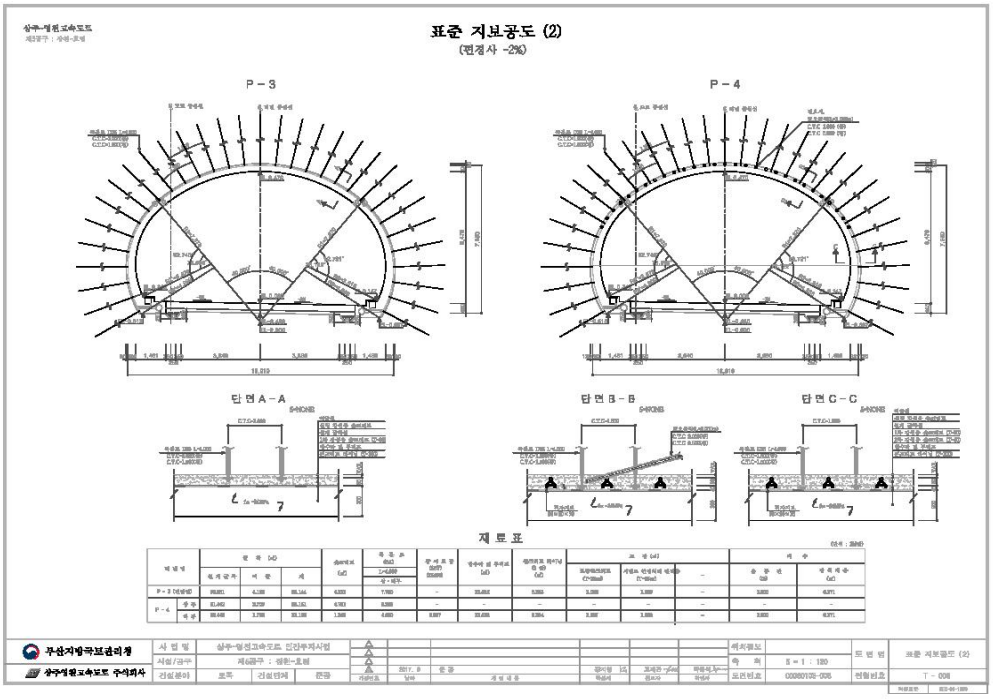


【그림 6.1.4】 평면 및 종단면도

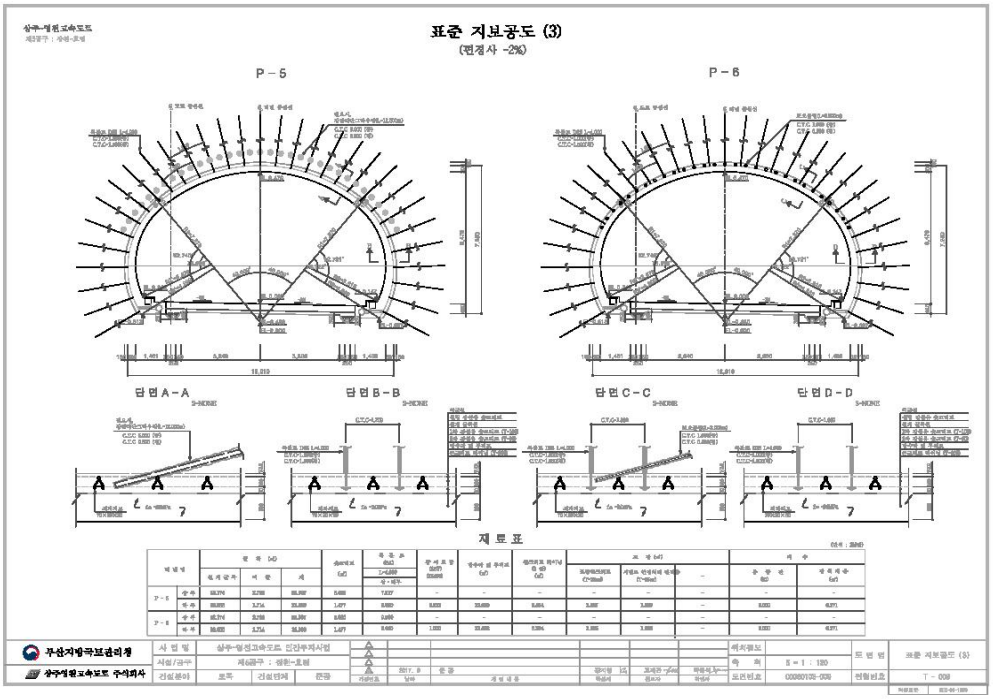


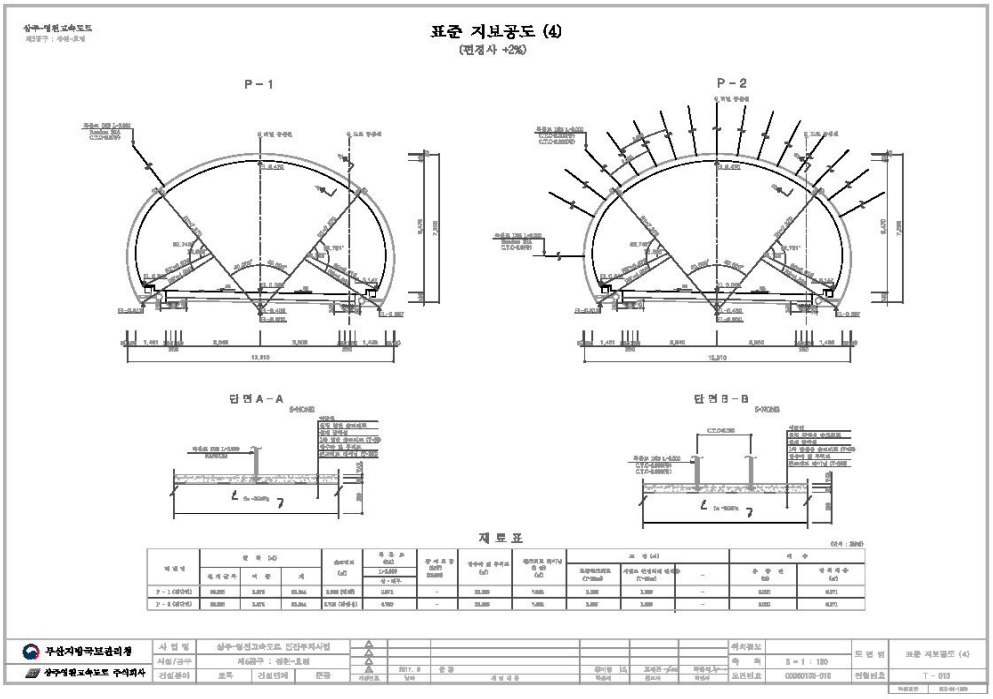
【그림 6.1.5】 지보패턴 적용 개요도



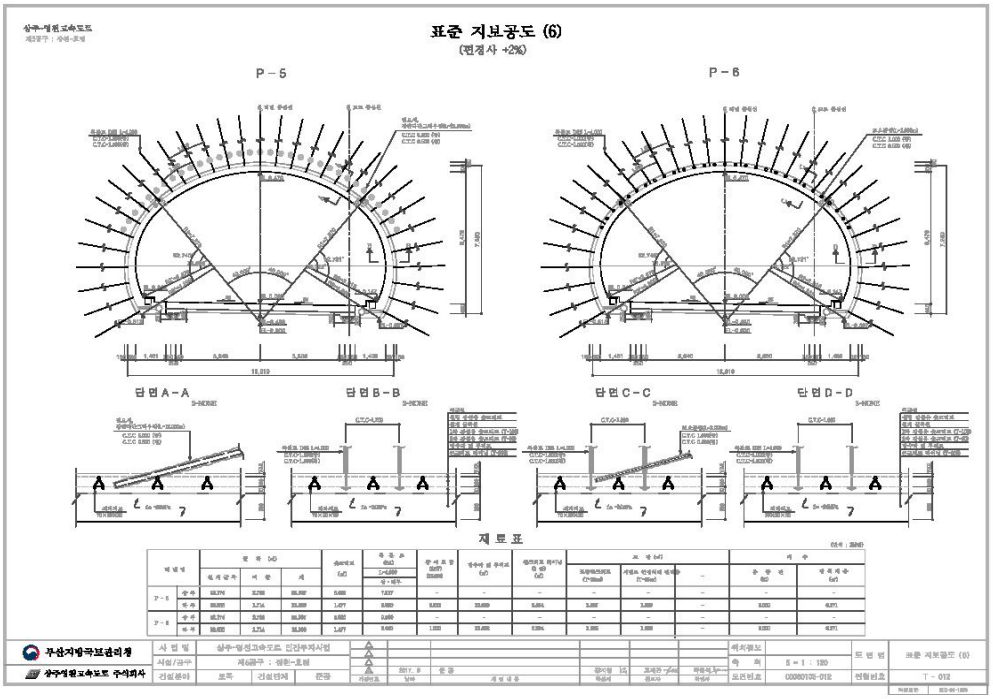


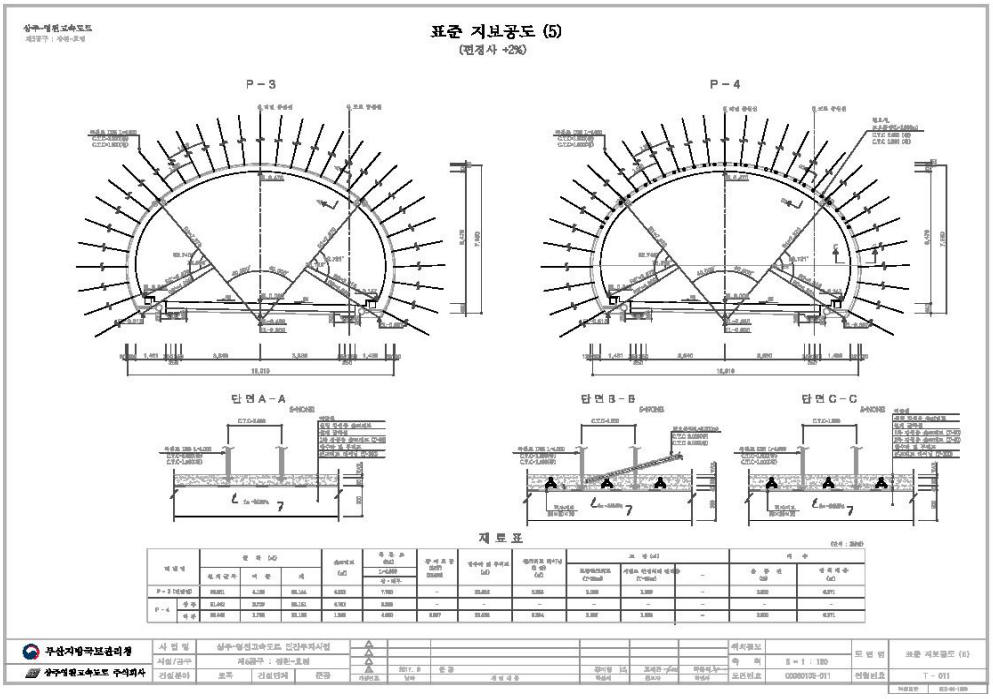
【그림 6.1.6】 표준 지보공도①



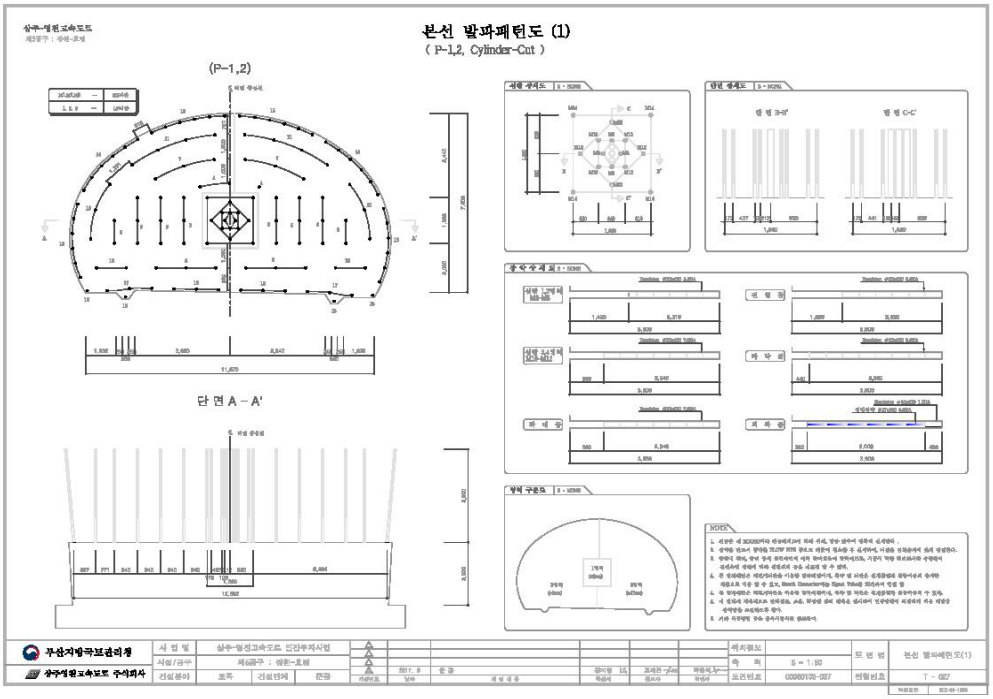


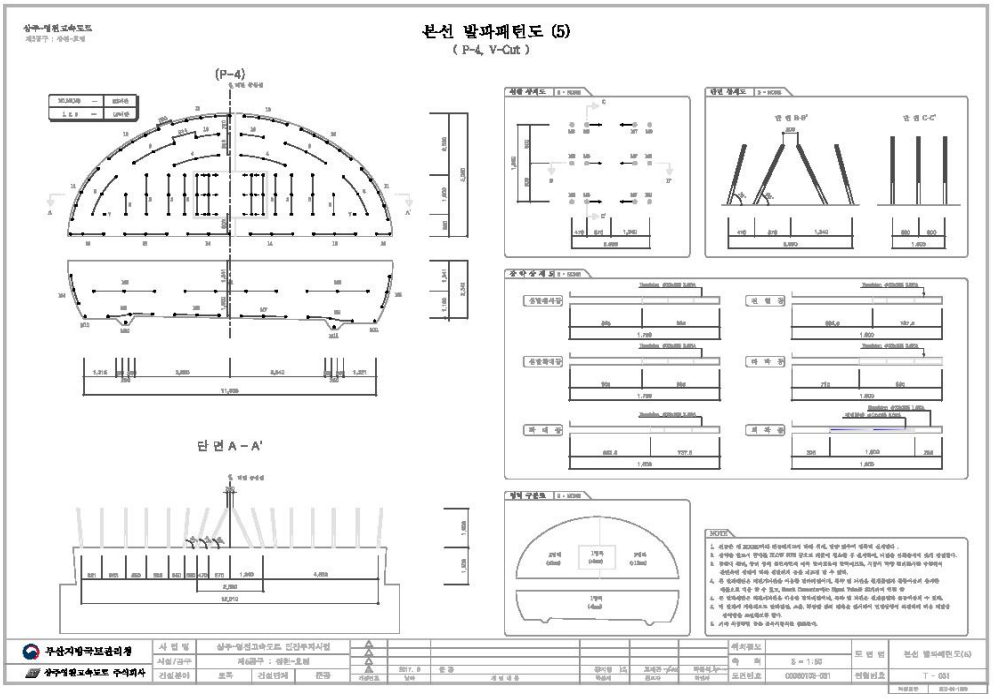
【그림 6.1.7】 표준 지보공도②



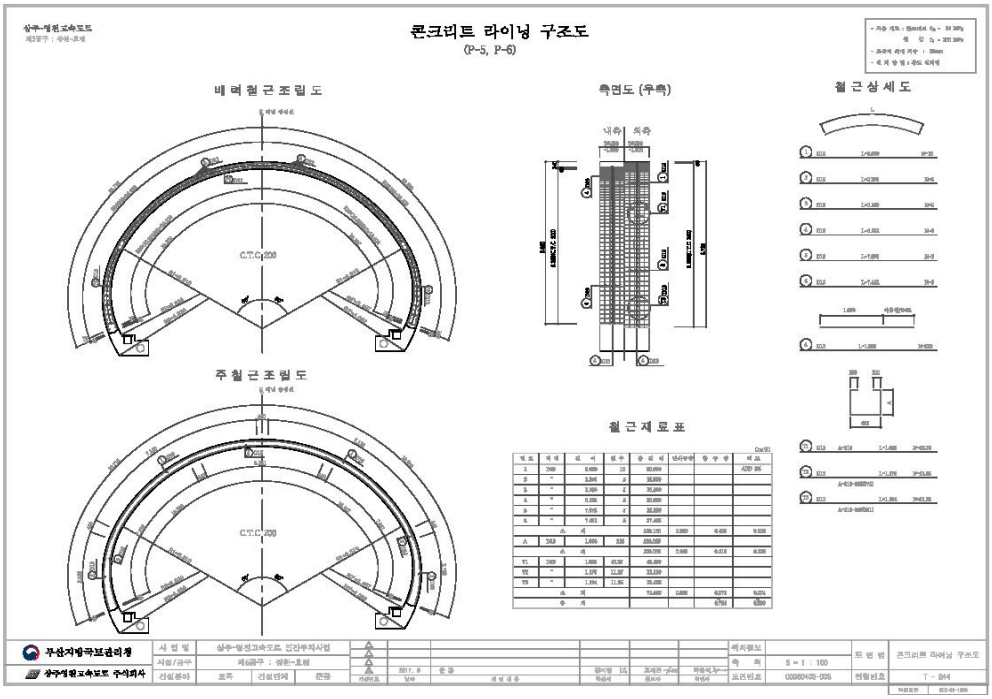


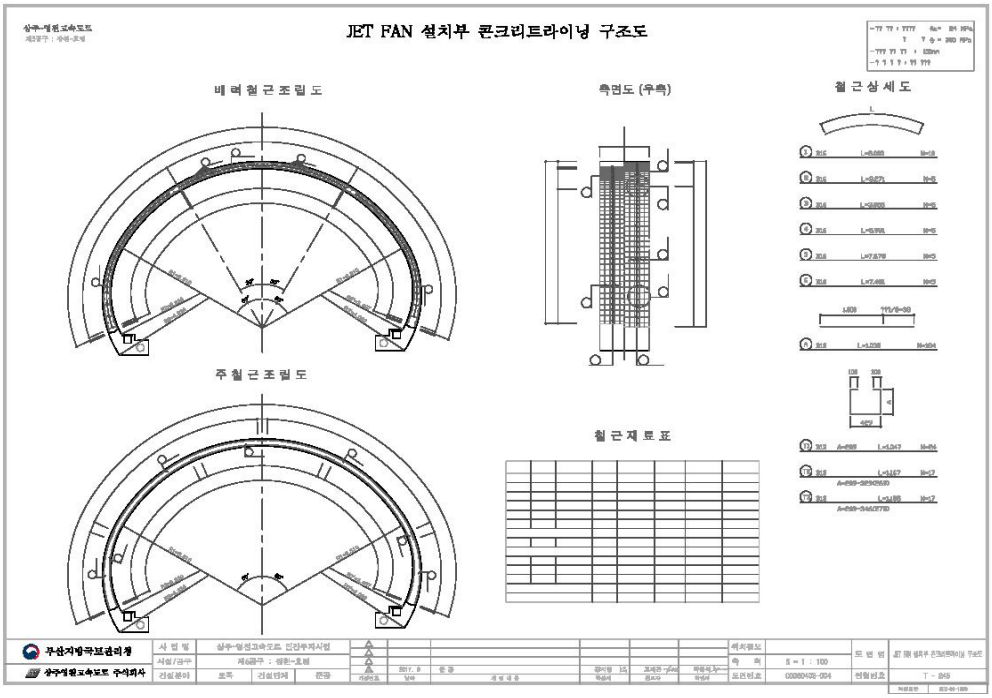
【그림 6.1.8】 표준 지보공도③


본선 발파패턴도 (1)
(P-1,2, Cylinder-Cut)
(P-1,2)
단 면 A - A'
상부-영천고속도로
제3공구 : 상부-효령
한국시설안전공단
사 업 명
상주-영천고속도로 민간투자사업
서업/공구
제4공구 : 영천-효령
건설분야
토목
건설안전
한국
2017. 9
원 공
개 정 내 용
축 척
S = 1:50
도면번호
C0080120-027
전체번호
T - 027
본선 발파패턴도(1)
상주영천고속도로 주식회사


본선 발파패턴도 (5)
(P-4, V-Cut)
(P-4)
단 면 A - A'
상부-영천고속도로
제3공구 : 상부-효령
한국시설안전공단
사 업 명
상주-영천고속도로 민간투자사업
서업/공구
제4공구 : 영천-효령
건설분야
토목
건설안전
한국
2017. 9
원 공
개 정 내 용
축 척
S = 1:50
도면번호
C0080120-031
전체번호
T - 031
본선 발파패턴도(5)
상주영천고속도로 주식회사

【그림 6.1.9】 발파 패턴도





【그림 6.1.10】 라이닝 구조도

6.2 자료수집 및 분석

본 과업대상 구조물의 건설당시 주요 현황을 파악하기 위해 “상주영천고속도로 민간투자산업 건설공사 5공구”의 설계 및 준공도서 등을 검토하여 주요 현황을 요약하여 수록하였다.

6.2.1 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.

나. 지형 및 지질

1) 지형

과업지역은 전체적으로 200~500m 높이의 산들이 고루 분포되어 있으며, 과업노선은 응봉산의 저지대를 따라 지나가며 북서방향으로 놓여 있다. 산계는 주로 서북서 방향의 선구조가 잘 관찰되며, 과업지역의 주요 수계인 위천이 과업노선의 오른쪽에 분포하고 있다. 과업 노선의 시점부 지역에서 위천이 사창천과 남천으로 분기되고 있으며 노선과 직접적으로 교차하는 수계는 없는 것으로 확인되었다.

2) 지질

백악기 경상분지의 주로 신동층과 하양층군이 분포하는 위성소분지의 서남부에 위치하고 있으며, 본 과업 지역의 지질은 백악기 경상층군의 신동층군의 낙동층(연화동층), 하산동층, 진주층(동명층)이 분포하고 있다. 과업지역은 한반도의 동남단에 위치하며 백악기 퇴적분지가 크게 발달하고 후기의 북북동향의 단층대가 도폭의 동부지역을 통과하며, 경상분지의 서쪽과 북쪽에서는 경상누층군이 선캄브리아기에 속하는 변성퇴적암류와 쥬라기말의 대보화강암류를 부정합으로 덮고 있고, 동부와 남부는 백악기말의 화성활동과 단층작용으로 심하게 파괴되었으며, 제3기층에 의해 부정합으로 피복되거나 동해 및 남해의 해저로 계속 발달되었다.

3) 분포 암종 특성

【표 6.2.1】 분포 암종 특성

구 분	지질특성
낙동층 금당리층원 사암	· 낙동층의 하부층에 해당하는 만경상층원의 역질사암과 역암은 원마도가 불량한 석영과 알칼리장석이 주를 이루며, 탄질물과 변질된 유색광물이 주로 산출됨
하산동층 사암	· 석영은 1㎜ 내외의 것들로 원마도는 불량한 것들이 우세 · 하산동층 사암은 근거리에서 이동하여 형성
하산동층 셰일	· 엽층으로 인한 쪼개짐이 발달 · 쪼개짐과 같은 방향으로 방해석이 침전 또는 충전되어 있어 층리방향으로의 이방성이 클 것으로 판단
진주층 셰일	· 엽층으로 인한 쪼개짐이 발달 · 쪼개짐과 같은 방향으로 방해석이 침전 또는 충전되어 있어 층리방향으로의 이방성이 클 것으로 판단

다. 지반조사보고서

제 4 장 조 사 결 과

4.1 사전조사

4.1.1 광역지질도 분석

광역 지질도 (1:250,000)	분 석 내 용
	• 과업구간은 백악기 경상분지의 주로 신동층과 하양층군이 분포하는 의성소분지의 서남부에 위치 • 낙동층의 상부가 이 지역에 분포, 층후는 약 900m이며, 역질사암, 사암, 미사질 세일 및 역암으로 구성 • 하산동층은 두께 약 700m이며 사암, 세일, 자색세일 또는 미사암, 역질사암 및 역암으로 구성 • 진주층은 두께 약 900m이며 사암(일부 역질), 회색 내지 암회색 세일, 역암 및 석회암(흑회 내회암질)박층 등으로 구성

4.1.2 기본설계 자료 분석

구 분	분 석 내 용
터널구간	• 붕적층은 0.5~7.3m, 풍화토는 1.3~9.3m, 풍화암은 0.3~5.0m 두께로 분포 • 연암은 2.0~10.8m, 보통암은 27.5m, 경암은 3.0~31.5m 심도에서 출현하며, 연암 TCR/RQD(%)=42~100/0~55, 보통암 TCR/RQD(%) =93~100/40~50 경암 TCR/RQD(%)=10~100/0~100로 퇴적암으로 구성
교량구간	• 붕적층은 0.3~5.4m, 풍화토는 0.5~1.1m, 풍화암은 0.3~0.9m 두께로 분포 • 연암은 1.1~6.3m, 경암은 2.9~6.0m 심도에서 출현하며, 연암 TCR/RQD (%)=25~100/0~64, 경암 TCR/RQD(%)=82~100/45~67로 퇴적암으로 구성
비탈면구간	• 붕적층은 0.3m, 풍화토는 3.7m, 풍화암은 1.5~4.0m 두께로 분포 • 연암은 0.3~24.0m, 경암은 1.5~22.0m 심도에서 출현하며, 연암 TCR/RQD (%)=52~100/0~41, 경암 TCR/RQD(%)=90~100/52~100로 퇴적암으로 구성

52

4.2 지표지질 조사

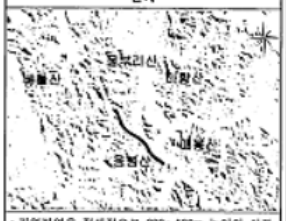
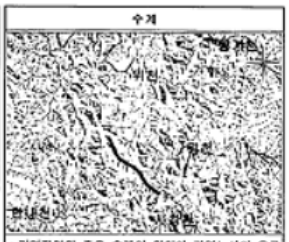
4.2.1 지형 및 지질특성

가. 지질 개요

• 백악기 경상분지의 주로 신동층과 하양층군이 분포하는 의성소분지의 서남부에 위치

• 본 과업 지역의 지질은 백악기 경상층군의 신동층군의 낙동층(연화동층), 하산동층, 진주층(동명층)이 분포

나. 지형특성

산계	수계
	
• 과업지역은 전체적으로 200~500m 높이의 산들이 고루 분포되어 있음 • 과업노선은 동봉산의 저지대를 따라 지나가며 북서방향으로 놓여 있음 • 산계는 주로 서북서 방향의 선구조가 잘 관찰됨	• 과업지역의 주요 수계인 위천이 과업노선의 오른쪽에 분포하고 있음 • 과업 노선의 시점부 지역에서 위천이 시창천과 남천으로 분기되고 있으며 노선과 직접적으로 교차하는 수계는 없음

다. 분포 암종 특성

구 분	지질특성
낙동층 급탁리층원 사암	• 낙동층의 하부층에 해당하는 만경상층원의 역질사암과 역암은 원마도가 불량함 석영과 알칼리장석이 주를 이루며, 탄질물과 연질물 유색광물의 주로 산출됨
하산동층 사암	• 석영은 1 mm 내외의 것들로 원마도는 불량한 것들이 우세 • 하산동층 사암은 근거리에서 이동하여 침적
하산동층 세일	• 엽층으로 인한 분계(fissility)이 발달 • 포개짐과 같은 방향으로 방해석이 침진 또는 충전되어 있어 층리방향으로의 이방성이 클 것으로 판단
진주층 세일	• 엽층으로 인한 분계짐(fissility)이 발달 • 포개짐과 같은 방향으로 방해석이 침진 또는 충전되어 있어 층리방향으로의 이방성이 클 것으로 판단

53

라. 지질 개용도

지질시대			층 명		특 성	비 고
제4기			충적층(Cul		• 하천 및 산록 퇴적물	
			~~ 무정합 ~~			
중생대	백악기		중성암맥(Kd) 산성암맥(Kad)		• 괴상의 치밀	• 전 구간에서 기반암을 관입
		유천층군	안산암질암(Ka)		• 주로 풍화암으로 구성	• 노선과 교차하지 않음
			--- 관입 및 분출 ---			
		신동층군	하산동층(Ks2)	상부(Ks2-2)	• 사암 및 적색 미사암, 이암의 교호	• 5공구 중점
				하부(Ks2-1)	• 사암과 역질사암, 역암의 교호	• 5공구 중앙 및 시점부

마. 지체구조

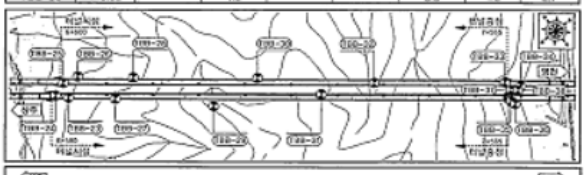
• 과업지역은 한반도의 동남단에 위치하며 백악기 퇴적분지가 크게 발달하고 후기의 복복등합의 단층대가 도폭의 동부지역을 통과

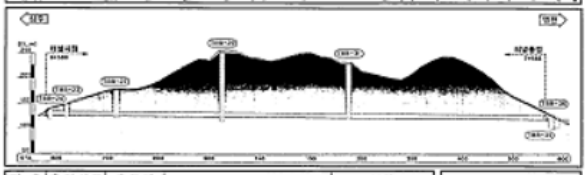
• 경상분지의 서북과 북쪽에서는 경상누층군이 선캄브리아기에 속하는 변성퇴적암류와 쥬라기 말의 대보화강암류를 무정합으로 덮고 있고, 동쪽과 남쪽는 백악기말의 화성활동과 단층작용으로 심하게 파괴되었으며, 제3기층에 의해 부정합으로 피복되거나 풍해 및 침해의 해저로 계속 발달

54

• 효령터널

관 련	표 고 (EL, m)	붕적층 (m)	풍화토 (m)	풍화암 (m)	연 암 (m)	경암 (m)	계 (m)	피복두께 G.L(-)
TBB-23	150.83	-	2.6	-	0.8	23.3	26.7	17.3
TBB-24	140.54	-	0.7	-	-	20.4	21.1	12.4
TBB-25	138.37	-	1.6	-	2.4	22.2	26.2	4.3
TBB-26	149.21	-	2.3	-	-	28.4	30.7	4.8
TBB-27	163.54	-	-	1.0	2.0	52.0	55.0	3.6
TBB-28	167.71	-	2.0	-	-	53.9	55.9	1.0
TBB-29	254.26	1.3	4.7	-	9.3	126.8	142.1	47.0
TBB-30	219.34	0.9	0.6	-	-	116.5	118.0	38.5
TBB-31	240.55	-	3.2	-	0.8	109.0	113.0	37.7
TBB-32	196.23	-	-	1.0	2.0	104.2	107.2	43.0
TBB-33	128.26	1.7	0.8	0.5	-	27.0	30.0	6.5
TBB-34	118.92	-	3.0	-	-	17.0	30.0	3.2
TBB-35	127.42	-	1.5	0.5	-	27.0	29.0	5.5
TBB-36	122.61	0.6	2.3	-	3.1	14.5	20.0	2.7
TBB-37	124.19	-	2.0	-	-	3.0	5.0	3.5
TBB-38	119.99	-	1.9	-	-	3.0	4.9	2.7





지 층 구 분	층 편 심도 (m)	층 두 께 (m)	구성토질 및 암종	N치 (TCR/RQD)
붕적층	-	0.6~1.7	자갈 및 암편섞인 실트질 모래, 점토질 모래, 모래질 점토	30/30~50/5
풍화토	0.0~1.7	0.6~4.7	암편섞인 실트질 모래, 실트섞인 점토질 모래	13/30~50/15
풍화암	0.0~2.5	0.5~1.0	굴진시 실트섞인 모래로 분해	-
연 암	1.0~6.0	0.8~9.3	사암, 니질암	(42~100/6~80)
경 암	0.7~15.3	-	사암, 니질암	(48~100/0~100)

100

6.2.2 시설물 점검이력

가. 상주방향

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

【표 6.2.2】 효령터널(상주) 점검이력사항

번호	기 간	구 분	주요 점검 결과	안전 등급
1	2017. 11. 13 ~ 2017. 12. 28	정기안전 점검	효령터널(상주방향)의 주요 손상현황으로는 라이닝 균열, 조인트부 박락이 발생된 상태이다. 기 발생된 조인트부 박락은 보수가 필요하며, 벽체 균열은 주의관찰이 필요하다.	양호
2	2018. 05. 28 ~ 2018. 06. 30	정기안전 점검	효령터널(상주방향)의 주요 손상현황으로 라이닝 조인트부 들뜸, 균열, 공동구 덮개파손 등의 손상이 조사되었다. 기 손상부는 보수를 실시하는 유지관리가 필요하다.	양호
3	2018. 10. 23 ~ 2018. 12. 31	정기안전 점검	효령터널(상주방향)의 주요손상으로 라이닝 조인트부 들뜸, 균열, 공동구 덮개파손, 포장부 스폴링 등의 손상이 조사되었다. 기 손상부는 보수 및 지속적인 주의관찰을 실시하는 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.	양호
4	2019. 03. 18 ~ 2019. 05. 28	정기안전 점검	효령터널(상주방향)의 외관조사 결과, 라이닝 콘크리트 조인트부 들뜸, 균열, 공동구 덮개파손, 포장부 스폴링 등의 손상이 조사되었다. 기 손상부는 주의관찰 및 내구성 증진을 위한 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 효령터널(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	효령터널(상주방향)의 외관조사 결과, 라이닝 콘크리트 들뜸, 균열, 공동구 덮개파손, 포장부 스폴링 등의 손상이 조사되었다. 기 손상부는 주의관찰 및 구조물의 내구성 증진을 위한 보수가 필요할 것으로 판단된다.	양호
7	2020-08-31 ~ 2020-12-31	정기안전 점검	효령터널(상주방향)의 외관조사 결과, 라이닝 콘크리트 균열(폭0.3㎜내외), 백태, 들뜸, 박리 및 박락, 공동구 덮개파손, 포장부 스폴링 등의 손상이 조사되었다. 기 손상부는 내구성 증진을 위한 보수가 필요할 것으로 판단된다.	양호
8	2021-03-08 ~ 2021-06-07	정기안전 점검	효령터널(상주방향)(5공구)의 외관조사 결과, 라이닝 콘크리트 균열(폭0.3㎜내외), 박리 및 박락, 공동구 덮개파손, 포장부 스폴링 등과 공동구 균열(폭0.3㎜이상), 포장부 포장균열 등의 손상이 추가로 조사되었다. 기 손상부는 내구성 증진을 위한 보수가 필요할 것으로 판단된다.	양호

【표 6.2.2】 효령터널(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=0.3㎜미만, 이상), 망상균열, 균열부백태, 들뜸, 파손, 조인트부 들뜸, 박락 - 라이닝 측벽부 균열(cw=0.3㎜미만, 이상), 조인트부 들뜸, 박락 - 공동구 덮개 파손 - 포장부 균열, 파손, 마모 - 갱문 균열, 백태, 배수시설 배수구 이물질퇴적	B
10	2022. 05. 16 ~ 2022. 06. 24	정기안전 점검	- 라이닝 콘크리트 균열(폭 0.3㎜내, 외), 균열부백태, 들뜸, 박리, 박락 등 - 공동구 균열, 덮개 박리, 덮개 박락 등 - 포장부 균열, 마모, 파손, 스폴링 등 - 갱문 균열(폭 0.3㎜이상), 백태 등	양호
11	2022. 09. 19 ~ 2022. 11. 18	정기안전 점검	- 라이닝 콘크리트 균열(폭 0.3㎜내, 외), 균열부백태, 들뜸, 박리, 박락 등 - 공동구 균열, 덮개 박리, 덮개 박락 등 - 포장부 균열, 마모, 파손, 스폴링 등 - 갱문 균열(폭 0.3㎜이상), 백태 등	양호
12	2023. 04. 03 ~ 2023. 06. 16	정기안전 점검	- 라이닝 콘크리트 균열(폭 0.3㎜내, 외), 균열부백태, 들뜸, 박리, 박락 등 - 공동구 균열, 덮개 박리, 덮개 박락 등 - 포장부 균열, 마모, 파손, 스폴링 등 - 갱문 균열(폭 0.3㎜이상), 백태 등	양호
13	2023. 07. 03 ~ 2023. 12. 08	정밀안전 점검	- 라이닝 천단부 균열 및 재균열(폭 0.3㎜내, 외), 망상균열, 균열부백태, 들뜸, 파손, 박락, 누수흔적 등 - 라이닝 측벽부 균열(폭 0.3㎜내, 외), 망상균열, 들뜸등 - 공동구 균열, 덮개 파손 및 박리 - 배수시설 배수구 이물질퇴적 - 포장부 균열, 망상균열, 파손, 스폴링, 마모 - 갱문 균열, 백태, 배수로 균열, 이격	B
14	2024. 06. 10 ~ 2024. 06. 28	정기안전 점검	- 라이닝 콘크리트 균열, 균열부 백태, 들뜸, 박리, 박락, 누수흔적 등 - 공동구 균열, 덮개박리, 덮개박락 등 - 배수시설 배수구 이물질퇴적 등 - 포장부 균열, 마모, 파손, 스폴링 등 - 갱문 균열, 백태, 배면 배수로 균열, 이격 등	양호
15	2024. 09. 23 ~ 2024. 12. 03	정기안전 점검	- 라이닝 콘크리트 균열, 균열부 백태, 들뜸, 박리, 박락, 누수흔적 등 - 공동구 균열, 덮개박리, 덮개박락 등 - 배수시설 배수구 이물질퇴적 등 - 포장부 균열, 마모, 파손, 스폴링 등 - 갱문 균열, 백태, 배면 배수로 균열, 이격 등	양호
16	2025. 03. 24 ~ 2025. 06. 18	정기안전 점검	- 갱문 균열, 백태, 배수로 균열, 이격 등 - 라이닝 콘크리트 균열 및 재균열, 망상균열, 균열부백태, 들뜸, 박락, 파손, 누수흔적, 마감재 들뜸, 박락 등 - 배수시설 이물질퇴적 - 접속터널, 비탈면, 환기구 상태양호 - 공동구 균열, 덮개파손, 들뜸, 박리 등 - 포장부 균열, 망상균열, 마모, 파손, 스폴링 등	양호

나. 영천방향

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

【표 6.2.3】 효령터널(영천) 점검이력사항

번호	기 간	구 분	주요 점검 결과	안전등급
1	2017. 11. 13 ~ 2017. 12. 28	정기안전점검	효령터널(영천방향)의 주요 손상현황으로는 포장균열, 라이닝 벽체부에 균열, 조인트부 박락, 공동구 덮개 파손이 발생된 상태이다. 기 발생된 조인트부 박락은 표면처리, 벽체부 균열과 공동구 덮개 파손은 주의관찰이 필요하다.	양호
2	2018. 05. 28 ~ 2018. 06. 30	정기안전점검	효령터널(영천방향)의 주요손상현황으로 조인트부 들뜸, 박락, 균열, 공동구 덮개파손, 포장부 긁힘, 스폴링 등의 손상이 조사되었다. 기 손상부는 보수 및 지속적인 주의관찰을 실시하는 유지관리가 필요하다.	양호
3	2018. 10. 23 ~ 2018. 12. 31	정기안전점검	효령터널(영천방향)의 주요손상현황으로 조인트부 들뜸, 박락, 균열, 공동구 덮개파손, 포장부 긁힘, 스폴링 등의 손상이 조사되었다. 기 손상부는 주행차량의 안정성 확보를 위한 조치가 필요한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 손상의 진전 여부 파악 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.	양호
4	2019. 03. 18 ~ 2019. 05. 28	정기안전점검	효령터널(영천방향)의 외관조사 결과, 라이닝 콘크리트 조인트부 들뜸, 박락, 균열, 공동구 덮개파손, 포장부 긁힘, 스폴링 등의 손상이 조사되었다. 기 발생된 손상부의 경우 터널 및 주행차량의 안정성 확보를 위한 조치가 필요한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.	양호
5	2019-09-16 ~ 2019-12-27	정밀안전점검	자료조사, 외관조사, 내구성 조사 등의 결과를 분석하여 평가된 구조물의 상태평가 결과를 종합적으로 평가한 효령터널(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 사용성을 확보하는데 문제가 없을 것으로 사료된다.	B
6	2020-05-12 ~ 2020-06-30	정기안전점검	효령터널(영천방향)의 외관조사 결과, 라이닝 콘크리트 들뜸, 박락, 균열, 공동구 덮개파손, 포장부 긁힘, 표면불량 등의 손상이 조사되었다. 기 발생된 손상부의 경우 터널 및 주행차량의 안정성 확보를 위한 적절한 조치가 필요한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.	양호
7	2020-08-31 ~ 2020-12-31	정기안전점검	효령터널(영천방향)의 외관조사 결과, 라이닝 콘크리트 균열(폭0.3㎜내외), 백태, 들뜸, 박락, 공동구 덮개파손, 포장부 파손 등의 손상이 조사되었다. 기 발생된 손상부의 경우 주행차량의 안정성 확보를 위한 조치가 필요한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.	양호
8	2021-03-08 ~ 2021-06-07	정기안전점검	효령터널(영천방향)(5공구)의 외관조사 결과, 기존손상인 라이닝 콘크리트 균열(폭0.3㎜내외) 및 망상균열, 백태, 들뜸, 박락, 공동구 덮개파손, 포장부 파손, 긁힘, 표면불량 등과 라이닝 균열(폭0.3㎜내외), 들뜸, 포장부 포장균열 등의 손상이 조사되었다. 기 발생된 손상부의 경우 터널 및 주행차량의 안정성 확보를 위한 적절한 조치가 필요한 상태이며, 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.	양호

【표 6.2.3】 효령터널(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=0.3㎜미만, 이상), 망상균열, 균열부백태, 조인트부 들뜸, 박락 - 라이닝 측벽부 균열(cw=0.3㎜미만, 이상), 들뜸, 조인트부 들뜸, 박락, 누수흔적 - 공동구 균열, 본체 파손, 덮개 파손 - 포장부 균열, 망상균열, 파손, 마모, 체수(흔적) - 갱문 균열, 백태, 파손, 배수로 이격	B
10	2022. 05. 16 ~ 2022. 06. 24	정기안전 점검	- 라이닝 콘크리트 균열(폭 0.3㎜내, 외), 망상균열, 균열부백태, 들뜸, 파손, 박락 등 - 공동구 균열, 덮개 파손, 덮개 박락 등 - 포장부 콘크리트 균열, 마모, 파손, 박리, 패임, 스폴링 - 갱문 균열(폭 0.3㎜미만), 파손, 백태, 이격 등	양호
11	2022. 09. 19 ~ 2022. 11. 18	정기안전 점검	- 라이닝 콘크리트 균열(폭 0.3㎜내, 외), 망상균열, 균열부백태, 들뜸, 파손, 박락 등 - 공동구 균열, 덮개 파손, 덮개 박락 등 - 포장부 콘크리트 균열, 마모, 파손, 박리, 패임, 스폴링 - 갱문 균열(폭 0.3㎜미만), 파손, 백태, 이격 등	양호
12	2023. 04. 03 ~ 2023. 06. 16	정기안전 점검	- 라이닝 콘크리트 균열(폭 0.3㎜내, 외), 망상균열, 균열부백태, 들뜸, 파손, 박락 등 - 공동구 균열, 덮개 파손, 덮개 박락 등 - 포장부 콘크리트 균열, 마모, 파손, 박리, 패임, 스폴링 - 갱문 균열(폭 0.3㎜미만), 파손, 백태, 이격 등	양호
13	2023. 07. 03 ~ 2023. 12. 08	정밀안전 점검	- 라이닝 천단부 균열 및 재균열(폭 0.3㎜내, 외), 망상균열, 균열부백태, 조인트부 들뜸, 박락 등 - 라이닝 측벽부 균열(폭 0.3㎜내, 외), 망상균열, 들뜸, 조인트부 들뜸, 박락, 누수흔적 등 - 공동구 균열, 본체 파손, 박락, 덮개 파손 및 박리 - 배수시설 배수구 이물질퇴적 - 포장부 균열, 망상균열, 파손, 마모, 체수(흔적) - 갱문 균열, 백태, 파손, 배수로 이격	B
14	2024. 06. 10 ~ 2024. 06. 28	정기안전 점검	- 라이닝 콘크리트 균열, 망상균열, 균열부 백태, 들뜸, 파손, 박락 등 - 공동구 균열, 덮개파손, 덮개박락 등 - 배수시설 배수구 이물질퇴적 등 - 포장부 균열, 망상균열, 파손, 박리, 표면불량 등 - 갱문 균열, 파손, 백태, 이격 등	양호
15	2024. 09. 23 ~ 2024. 12. 03	정기안전 점검	- 라이닝 콘크리트 균열, 망상균열, 균열부 백태, 들뜸, 파손, 박락 등 - 공동구 균열, 덮개파손, 덮개박락 등 - 배수시설 배수구 이물질퇴적 등 - 포장부 균열, 망상균열, 파손, 박리, 표면불량 등 - 갱문 균열, 파손, 백태, 이격 등	양호
16	2025. 03. 24 ~ 2025. 06. 18	정기안전 점검	- 갱문 균열, 파손, 백태, 배수로 이격 등 - 라이닝 콘크리트 균열, 망상균열, 균열부백태, 들뜸, 박락, 긁힘, 누수흔적, 마감재 들뜸, 박락 등 - 배수시설 이물질퇴적 - 접속터널, 비탈면, 환기구 상태양호 - 공동구 균열, 파손, 박락, 덮개파손, 박리 등 - 포장부 균열, 망상균열, 박리, 파손, 표면불량 등	양호

6.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과(2023년 12월)

가. 상주방향

【표 6.2.4】 효령터널(상주) 전차 정밀안전점검 사항

<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th>정밀안전점검 결과</th></tr>
<tr><td colspan="2">점검개요</td><td>· 점검기관 : (주)명성엔지니어링
· 점검기간 : 2023년 07월 03일 ~ 2023년 12월 31일</td></tr>
<tr><td rowspan="3">상
태
평
가</td><td>외관
조사</td><td>· 라이닝 천단부 균열 및 재균열(cw=0.3㎜미만, 이상), 망상균열, 균열부백태, 들뜸, 파손, 조인트부 들뜸, 박락, 누수흔적
· 라이닝 측벽부 균열(cw=0.3㎜미만, 이상), 망상균열, 조인트부 들뜸, 박락
· 갱문 균열, 백태, 배수로 균열, 이격
· 공동구 균열, 덮개 파손 및 박리
· 배수시설 배수구 이물질퇴적
· 포장부 균열, 망상균열, 파손, 스폴링, 마모 ·</td></tr>
<tr><td>내구성
조사</td><td>
<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
(㎫)</td><td>라이닝
콘크리트</td><td>25.5~25.6</td><td>24.0</td><td>· 설계강도 이상(양호)</td></tr>
<tr><td>탄산화
잔여깊이
(㎜)</td><td>라이닝
콘크리트</td><td>48.0~75.5</td><td>a등급</td><td>· 잔여깊이 30㎜이상
· 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>
</td></tr>
<tr><td>상태
등급</td><td>
<table>
<tr><th colspan="6">효령터널(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>0.186</td><td>145</td><td>0.028</td><td rowspan="2">0.226</td><td rowspan="2">B</td></tr>
<tr><td>무근콘크리트</td><td>0.234</td><td>815</td><td>0.198</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td colspan="2">보수 · 보강</td><td>· 표면보수
· 주입보수
· 단면보수
· 재설치
· 실링</td></tr>
<tr><td colspan="2">종합결론</td><td>· 효령터널(상주)은 준공이후 약 8년의 공용기간이 경과한 시설물로 외관조사결과, 전반적으로 양호한 상태이나, 일부 보수를 요하는 비구조적인 손상이 조사된 상태로서 기발생된 손상에 대해서는 내구성 저하방지를 위한 보수가 필요한 상태이다.
· 본 터널의 상태평가 결과를 종합적으로 평가하여 효령터널(상주)의 안전등급을 산정하면 「B」등급으로 평가되었으며, 본 보고서에 제시된 방안으로 보수를 시행하고 지속적인 유지관리를 실시한다면 구조물의 사용성을 확보하는데 문제가 없을 것으로 사료된다.</td></tr>
</table>

나. 영천방향

【표 6.2.5】 효령터널(영천) 전차 정밀안전점검 사항

<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th>정밀안전점검 결과</th></tr>
<tr><td colspan="2">점검개요</td><td>· 점검기관 : (주)명성엔지니어링
· 점검기간 : 2023년 07월 03일 ~ 2023년 12월 31일</td></tr>
<tr><td rowspan="3">상
태
평
가</td><td>외관
조사</td><td>· 라이닝 천단부 균열 및 재균열(cw=0.3㎜미만, 이상), 균열부백태, 망상균열, 조인트부 들뜸, 박락
· 라이닝 측벽부 균열(cw=0.3㎜미만, 이상), 망상균열, 들뜸, 박락, 누수흔적 등
· 갱문 균열, 백태, 파손, 배수로 이격
· 공동구 균열, 본체 파손, 박락, 덮개 파손, 박리
· 배수시설 배수구 이물질퇴적
· 포장부 균열, 망상균열, 파손, 마모, 체수(흔적)</td></tr>
<tr><td>내구성
조사</td><td>
<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
(㎫)</td><td>라이닝
콘크리트</td><td>25.5~25.9</td><td>24.0</td><td>· 설계강도 이상(양호)</td></tr>
<tr><td>탄산화
잔여깊이
(㎜)</td><td>라이닝
콘크리트</td><td>31.0~47.0</td><td>a등급</td><td>· 잔여깊이 30㎜이상
· 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>
</td></tr>
<tr><td>상태
등급</td><td>
<table>
<tr><th colspan="6">중구터널(영천)</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>0.178</td><td>145</td><td>0.148</td><td rowspan="2">0.226</td><td rowspan="2">B</td></tr>
<tr><td>무근콘크리트</td><td>0.235</td><td>835</td><td>0.852</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td colspan="2">보수 · 보강</td><td>· 표면보수
· 주입보수
· 단면보수
· 재설치
· 실링</td></tr>
<tr><td colspan="2">종합결론</td><td>· 효령터널(영천)은 준공이후 약 8년의 공용기간이 경과한 시설물로 외관조사결과, 전반적으로 양호한 상태이나, 일부 보수를 요하는 비구조적인 손상이 조사된 상태로서 기 발생된 손상에 대해서는 내구성 저하방지를 위한 보수가 필요한 상태이다.
· 본 터널의 상태평가 결과를 종합적으로 평가하여 효령터널(상주)의 안전등급을 산정하면 「B」등급으로 평가되었으며, 본 보고서에 제시된 방안으로 보수를 시행하고 지속적인 유지관리를 실시한다면 구조물의 사용성을 확보하는데 문제가 없을 것으로 사료된다.</td></tr>
</table>

6.2.4 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

가. 상주방향

구 분	내 용	비고
설계도서	ㅇ현장조사 시 측점분할 및 부재치수를 실측하여 설계도면과 비교·검토하였으며, 시공상태를 확인함. 설계도면과 일치시 설계도면을 기준으로 과업을 진행토록 함	
시설물관리대장	ㅇ시설물관리대장의 내용과 설계도서를 비교 검토한 결과, 상이한 내용은 없으며, 정밀한 현장조사를 실시하여 향후 유지관리를 위한 사항들을 보고서에 수록함	
시공관련자료	ㅇ안전, 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	ㅇ점검이력을 검토한 결과, 시설물의 손상 및 상태가 확인되었고, 기존 점검 결과를 비교·검토하여 추가 손상 확인, 보수여부 재확인 후 대책방안을 검토함	
보수보강자료	ㅇ일괄보수 보다는 하자보수를 통하여 단계적인 예방 보수가 시행되고 있고, 기 보수부 상태를 확인하여 재손상 발생여부를 확인함	
중 점 관리사항	ㅇ외관조사결과, 라이닝에 발생한 일부 균열, 들뜸 및 박락, 포장부 파손에 대해서는 진전여부에 대한 주기적인 관찰이 필요하고, 금회 점검에서는 보수 여부 확인, 진전여부 확인, 신규손상 발생 여부에 대하여 중점조사 및 점검 방향을 설정하였다.	
시설물 특이사항	ㅇ중대결함 : 없음 ㅇ구조가 변경(하중변화, 단면변화)된 경우 : 없음	
점검주기	ㅇ점검일 현재 정밀안전점검은 총3회, 정기점검은 총13회를 실시하였으며, 전반적으로 점검 시기는 적정하게 이루어지고 있는 것으로 조사됨.	

나. 영천방향

구 분	내 용	비고
설계도서	ㅇ현장조사 시 측점분할 및 부재치수를 실측하여 설계도면과 비교·검토하였으며, 시공상태를 확인함. 설계도면과 일치시 설계도면을 기준으로 과업을 진행토록 함	
시설물관리대장	ㅇ시설물관리대장의 내용과 설계도서를 비교 검토한 결과, 상이한 내용은 없으며, 정밀한 현장조사를 실시하여 향후 유지관리를 위한 사항들을 보고서에 수록함	
시공관련자료	ㅇ안전, 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	ㅇ점검이력을 검토한 결과, 시설물의 손상 및 상태가 확인되었고, 기존 점검 결과를 비교·검토하여 추가 손상 확인, 보수여부 재확인 후 대책방안을 검토함	
보수보강자료	ㅇ일괄보수 보다는 하자보수를 통하여 단계적인 예방 보수가 시행되고 있고, 기 보수부 상태를 확인하여 재손상 발생여부를 확인함	
중 점 관리사항	ㅇ외관조사결과, 라이닝에 발생한 일부 균열, 들뜸 및 박락, 포장부 파손에 대해서는 진전여부에 대한 주기적인 관찰이 필요하고, 금회 점검에서는 보수 여부 확인, 진전여부 확인, 신규손상 발생 여부에 대하여 중점조사 및 점검 방향을 설정하였다.	
시설물 특이사항	ㅇ중대결함 : 없음 ㅇ구조가 변경(하중변화, 단면변화)된 경우 : 없음	
점검주기	ㅇ점검일 현재 정밀안전점검은 총3회, 정기점검은 총13회를 실시하였으며, 전반적으로 점검 시기는 적정하게 이루어지고 있는 것으로 조사됨.	

6.2.5 시설물 보수 이력

가. 상주방향

【표 6.2.6】 효령터널(상주) 보수이력사항

NO	보수위치	내용	기간	공사비	시공자	비고
1	-	-	-	-	-	

나. 영천방향

【표 6.2.7】 효령터널(영천) 보수이력사항

NO	보수위치	내용	기간	공사비	시공자	비고
1	-	-	-	-	-	

6.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 6.2.8】 내진설계 여부 확인

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

6.2.7 시설물의 용도변경 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 용도변경 이력은 없는 것으로 확인되었다.

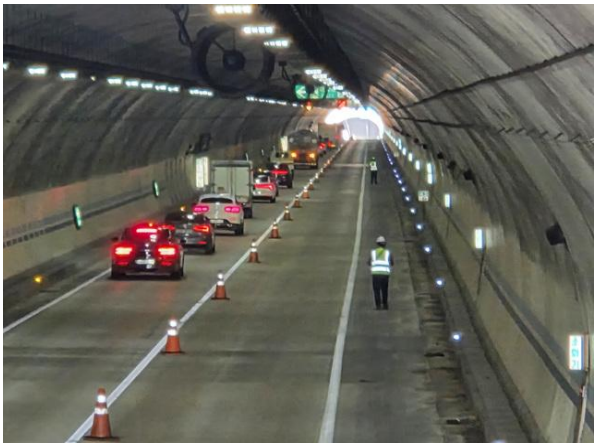
6.3 현장조사

6.3.1 개요

대상시설물에 대한 자료수집 및 현장조사결과를 토대로 정밀조사를 실시하기 위하여 고소차를 이용한 근접조사를 원칙으로 시행하였으며, 점검 망치를 이용한 타격조사를 실시하여 공동 및 박리, 층분리 발생여부를 확인 및 제거를 실시하였다.

가. 장비사용 현황

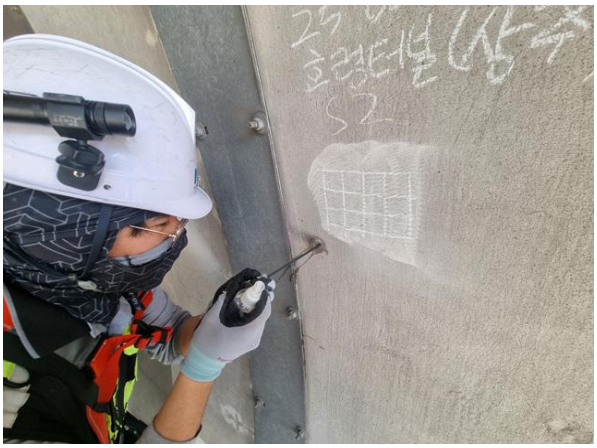
Span번호	조사방법 및 접근성	조사기간	비고
S1~S100(상주) S1~S102(영천)	도보, 고소점검차	2025.09.09.~2025.10.31.	



도보점검을 이용한 근접조사

고소점검차를 이용한 근접조사

터널 라이닝 비파괴시험

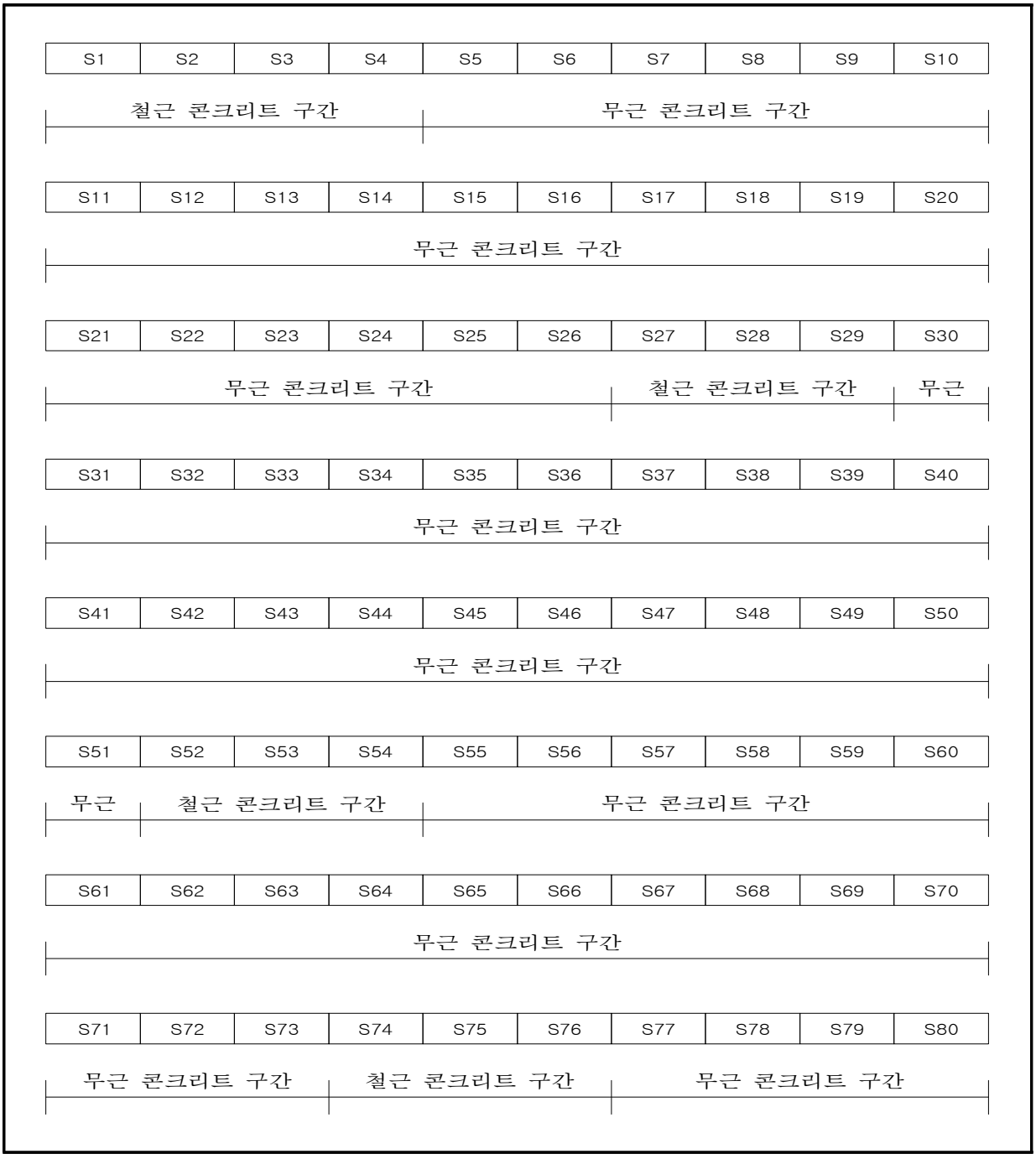


터널 라이닝 비파괴시험

【그림 6.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

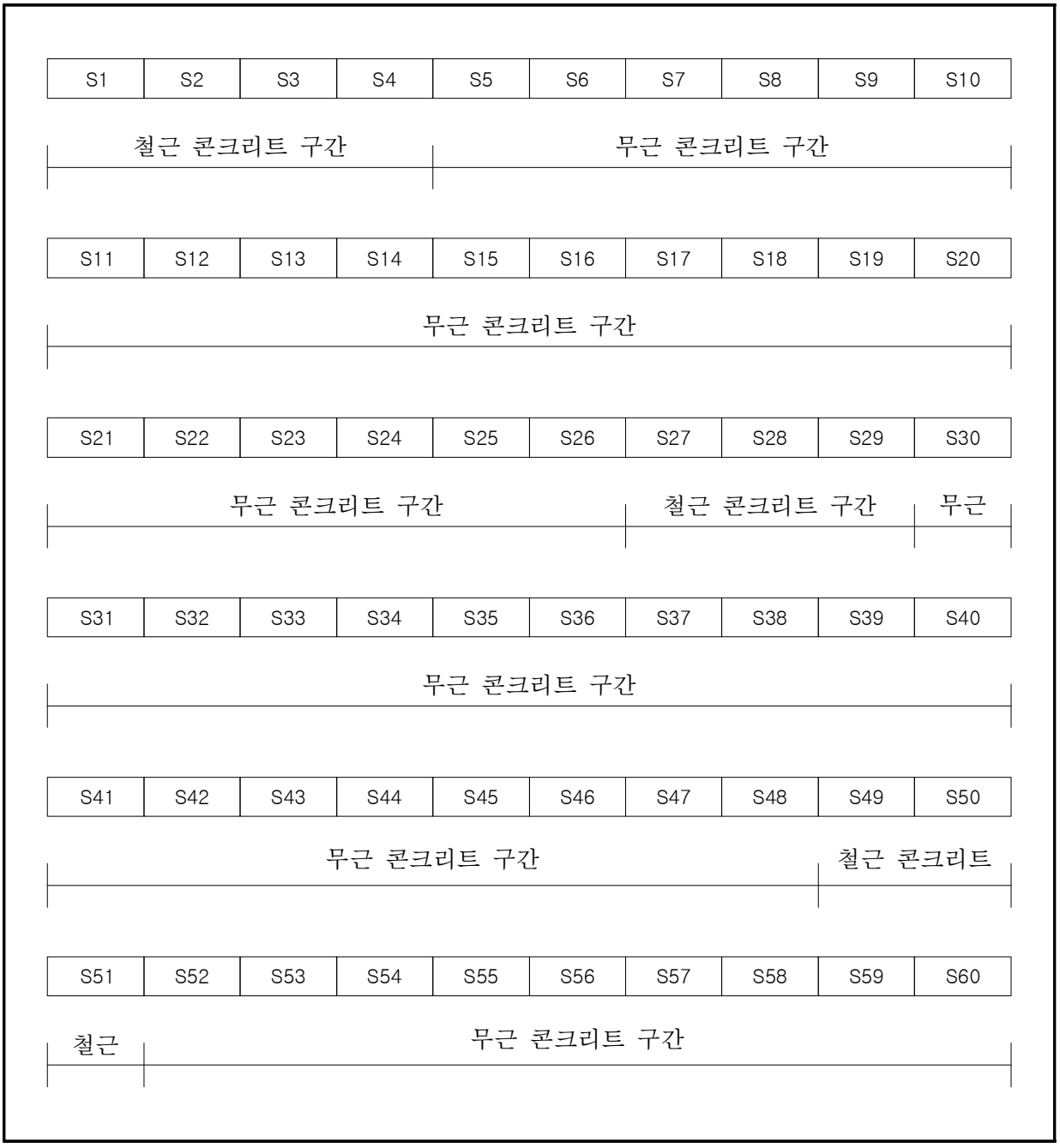
나. 터널 구간 분할

정밀안전점검을 위한 외관조사, 비파괴 시험, 시설물의 상태평가 등을 효과적으로 수행하기 위하여 측점분할 또는 구간분할 작업은 필수적인 항목이다. 터널 내에 측점표시 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 960.0m(상주)~980.0m(영천)터널로써 구조물의 형식은 다음 그림과 같이 총 100SPAN(상주), 102SPAN(영천) 구간으로 분할하였다.

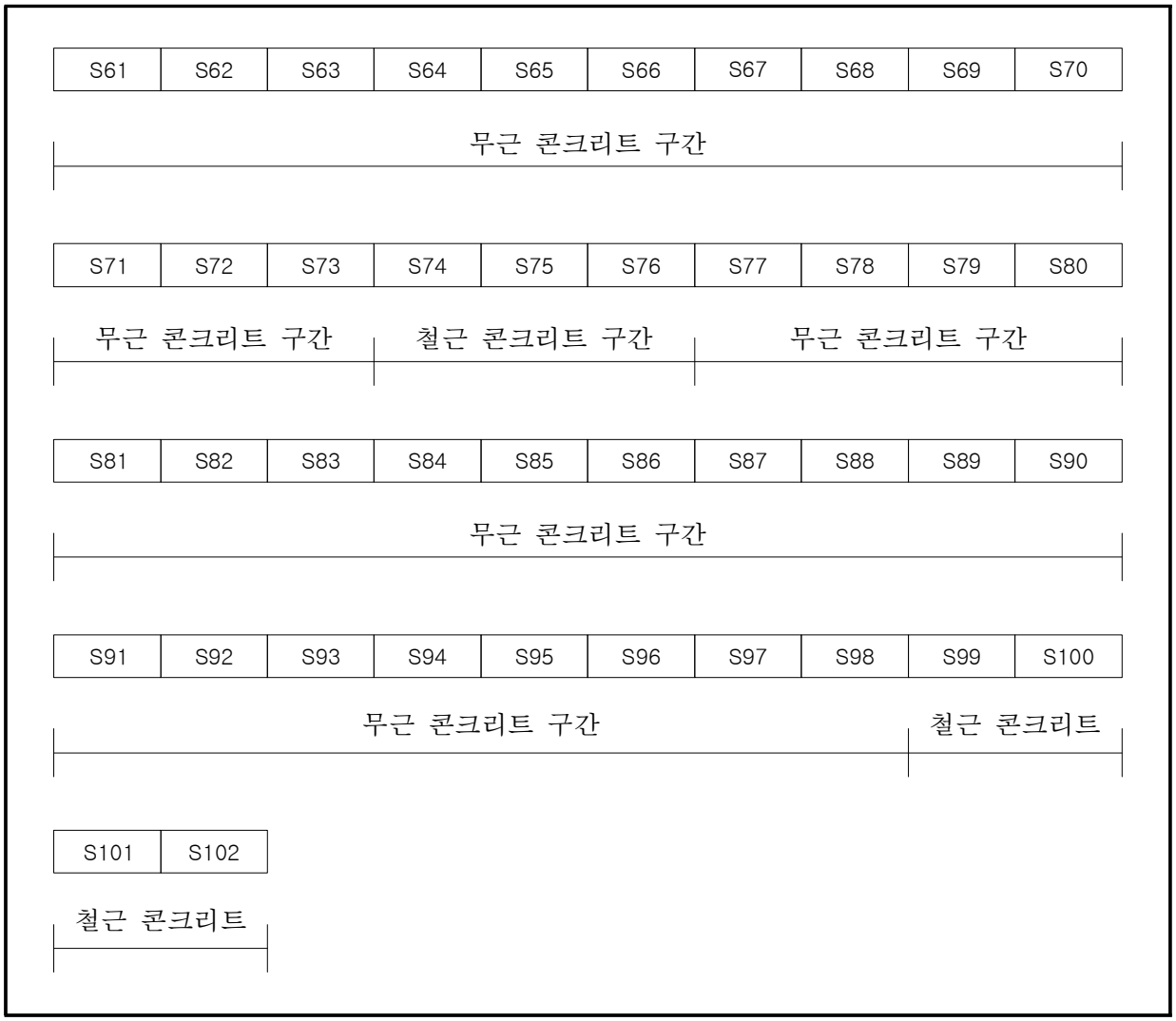


【그림 6.3.2】 상주방향 Span별 시공현황

【그림 6.3.2】 상주방향 Span별 시공현황(계속)



【그림 6.3.3】 영천방향 Span별 시공현황



【그림 6.3.3】 영천방향 Span별 시공현황(계속)

6.3.2 상주방향 외관조사 결과

가. 라이닝 천단부

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

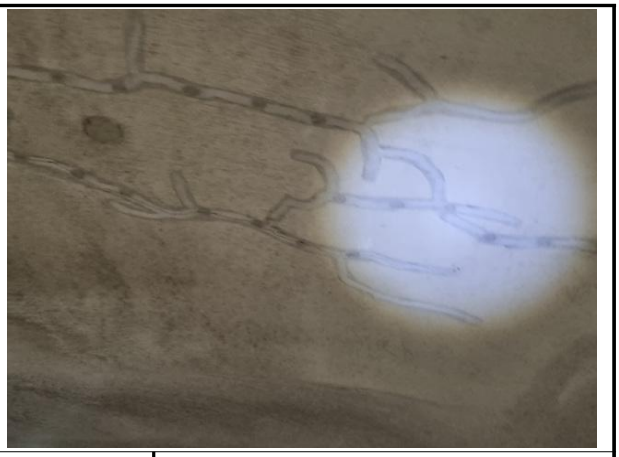
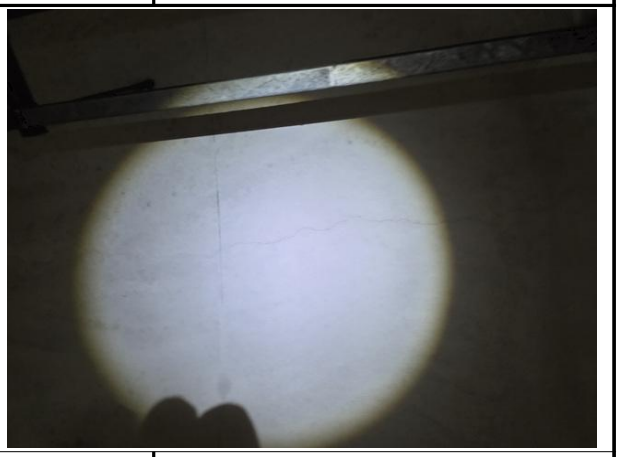
【사진 6.3.1】 라이닝 천단부 전경

1) 조사결과

- 천단부에 발생한 주요 손상은 균열 및 재균열(cw=0.3㎜미만, 이상), 망상균열 등의 균열손상과 균열부 백태, 층분리 및 재층분리, 박락, 파손, 누수흔적 등이 조사되었다.

【표 6.3.1】 라이닝 천단부 손상현황

구분	손상내용	단위	손상물량		손상원인	비고
			물량	개소		
라이닝 천단부	균열(cw=0.3㎜미만)	m	26.00	12	건조수축 및 온도변화	
	균열(cw=0.3㎜이상)	m	21.50	11	건조수축 및 온도변화	
	재균열(cw=0.3㎜미만)	m	14.00	2	보수재료 열화	
	재균열(cw=0.3㎜이상)	m	14.50	3	보수재료 열화	
	망상균열	㎡	20.50	2	건조수축 및 온도변화	
	균열부 백태	m	0.5	5	균열부 우수유입	
	조인트부 층분리, 재층분리, 박락	㎡	1.41	19	거푸집 조기탈형, 다짐불량 온도변화에 의한 신축작용	
	박락, 파손	㎡	0.05	4	앵커볼트 삽입부 응력발생 외부 충격	
	누수흔적	㎡	0.20	1	우수유입	

			
현 황	S001 천단부 누수흔적	현 황	S010 천단부 재균열(cw=0.3㎜이상)
원 인	표면 수분흡착, 우수유입	원 인	보수재료 열화
대 책	표면보수	대 책	주입보수
			
현 황	S033 천단부 조인트부 층분리	현 황	S066 천단부 균열(cw=0.3㎜이상)
원 인	거푸집 조기탈형, 다짐불량	원 인	건조수축 및 온도변화
대 책	단면보수	대 책	주입보수
현 황	S099 천단부 망상균열	현 황	S100 천단부 균열부 백태
원 인	건조수축 및 온도변화	원 인	균열부 우수유입
대 책	표면보수	대 책	단면보수

【사진 6.3.2】 라이닝 천단부 손상현황

2) 손상 발생원인 및 대책방안

- 천단부에 발생한 주요 손상인 균열 손상은 종·횡방향 균열, 망상균열 및 균열부 백태 등의 손상이 확인되었으며, 기 손상은 라이닝 콘크리트의 계절변화에 따른 온도변화 및 건조수축으로 인한 구속력에 따른 균열로 판단되며, 균열부 백태의 경우 균열부를 통한 우수유입이 원인인 것으로 사료된다. 기 발생된 손상은 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 조인트부에 발생된 층분리 및 박락의 경우 거푸집 조기탈형, 다짐불량, 온도변화에 의한 신축작용 등에 의해 발생된 손상으로 판단되며, 기 발생된 손상의 경우 구조물의 안전성을 저해할 만한 손상은 아니나, 손상의 진전시 2차피해가 우려되므로 단면보수 등의 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 천단부 일부구간에 발생된 박락 및 파손의 경우 조명시설 설치를 위한 앵커볼트 삽입부 응력발생 및 외부충격에 의한 손상으로 손상의 진전 방지를 위한 단면보수 등의 조치가 요구된다.

3) 기 점검 결과 비교

- 라이닝 천단부는 23년 실시한 점검과 비교한 결과, 발생된 손상의 진전 및 추가 손상이 조사되었다. 또한, 누수흔적 손상은 금회 점검에서 신규로 조사되었다.

【표 6.3.2】 라이닝 천단부 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀점검		2025년 정밀점검		증·감		비고
			물량	개소	물량	개소			
천단부	균열(cw=0.3㎜미만)	m	39.00	14	26.00	12	⇩	13.0	일부보수
	균열(cw=0.3㎜이상)	m	19.50	10	21.50	11	⇧	2.0	신규손상
	재균열(cw=0.3㎜미만)	m	14.00	2	14.00	2	-	-	변동없음
	재균열(cw=0.3㎜이상)	m	14.50	3	14.50	3	-	-	변동없음
	망상균열	㎡	20.50	2	20.50	2	-	-	변동없음
	균열부 백태	m	0.5	5	0.5	5	-	-	변동없음
	조인트부 층분리, 재층분리, 박락	㎡	1.22	14	1.41	19	⇧	0.2	신규손상
	박락, 파손	㎡	0.05	4	0.05	4	-	-	변동없음
	누수흔적	㎡	0.20	1	0.20	1	-	-	변동없음

나. 라이닝 측벽부

본 터널의 측벽부는 미관 및 조명효과를 증대시켜 시거환경 확보와 차량 운전자의 사고 예방을 목적으로 도장마감으로 시공되었다. 측벽부 외관조사시 라이닝 측벽부 균열 및 누수여부, 박리 및 박락, 철근노출, 파손, 탈락 등에 중점을 두고 외관조사를 실시하였다.

【사진 6.3.3】 라이닝 측벽부 전경

1) 조사결과

- 측벽부는 대체로 양호한 상태이며, 균열(cw=0.3㎜미만, 이상) 및 망상균열, 조인트부 층분리 및 박락 등의 손상이 일부 구간에서 발생한 것으로 조사되었다.

【표 6.3.3】 라이닝 측벽부 손상현황

구분	손상내용	단위	손상물량		손상원인	비고
			물량	개소		
라이닝 측벽부	균열(cw=0.3㎜미만)	m	19.00	6	건조수축 및 온도변화	
	균열(cw=0.3㎜이상)	m	61.60	132	건조수축 및 온도변화	
	망상균열	㎡	48.00	3	건조수축 및 온도변화	
	조인트부 층분리, 박락	㎡	1.11	13	거푸집 조기탈형, 다짐불량 온도변화에 의한 신축작용	

현 황	S001 측벽부 균열(cw=0.3㎜이상)	현 황	S047 측벽부 조인트부 층분리
원 인	건조수축 및 온도변화	원 인	거푸집 조기탈형, 다짐불량
대 책	주입보수	대 책	단면보수
현 황	S095 측벽부 망상균열	현 황	S097 측벽부 균열(cw=0.3㎜이상)
원 인	건조수축 및 온도변화	원 인	건조수축 및 온도변화
대 책	표면보수	대 책	주입보수

【사진 6.3.4】 라이닝 측벽부 손상현황

2) 손상 발생원인 및 대책방안

- 측벽부에 발생된 손상으로는 균열 및 망상균열, 조인트부 층분리, 박락 등의 손상이 확인되었으며, 기 발생된 손상의 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 등이 요구되며, 조인트부에 발생된 층분리 및 박락의 경우 손상의 진전 방지를 위한 단면보수 등의 조치가 필요한 것으로 판단된다.

3) 기 점검 결과 비교

- 라이닝 측벽부는 23년 실시한 점검과 비교한 결과, 망상균열 손상의 추가 발생한 것으로 조사되었으며, 그 외 손상은 추가 및 진전은 확인되지 않은 것으로 조사되었다.

【표 6.3.4】 라이닝 측벽부 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀점검		2025년 정밀점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
측벽부	균열(cw=0.3㎜미만)	m	19.00	6	19.00	6	- -	변동없음
	균열(cw=0.3㎜이상)	m	61.60	132	61.60	132	- -	변동없음
	망상균열	㎡	8.00	1	48.00	3	⇧ 40.00	신규손상
	조인트부 층분리/박락	㎡	1.11	13	1.11	13	- -	변동없음

다. 터널주변

1) 갱문

본 터널의 갱문은 NATM구간 시·종점부 면벽식으로 시공되어있다. 갱문 외관조사시 균열, 파손, 박락 등에 중점을 두고 외관조사를 실시하였다.

【사진 6.3.5】 갱문 전경

① 조사결과

갱문 외관조사 결과, 시·종점측 갱문에서 균열, 백태 손상이 일부 발생한 것으로 조사되었으며, 배면 배수로에 균열 및 파손이 발생하였다.

【표 6.3.5】 갱문 손상현황

구분	손상내용	단위	손상물량		손상원인	비고
			물량	개소		
갱문	균열(cw=0.3㎜이상)	m	5.00	1	건조수축 및 온도변화	
	백태	㎡	5.00	2	표면 우수유입	
	배면 배수로 균열	m	14.10	11	건조수축 및 온도변화	
	배면 배수로 파손	㎡	1.18	3	외부 충격, 공용년수 증가	

현 황	시점측 갱문 백태
원 인	표면 우수유입
대 책	표면보수

현 황	시점측 갱문 균열(cw=0.3㎜이상)
원 인	건조수축 및 온도변화
대 책	주입보수

현 황	종점측 갱문 배수로균열(cw=0.3㎜이상)
원 인	건조수축 및 온도변화
대 책	주입보수

현 황	종점측 갱문 배수로 파손
원 인	외부 충격, 공용년수 증가
대 책	단면보수

【사진 6.3.6】 갱문 손상현황

② 손상 발생원인 및 대책방안

갱문의 경우 시점측 갱문 일부구간에서 균열 및 백태 손상이 발생한 것으로 조사되었으며, 종점측 갱문 배수로에 균열 및 파손이 발생하였다. 기 발생된 손상은 건조수축 및 온도변화, 수분흡착, 외부충격 등에 의한 것으로, 손상부에 대해서는 부재의 내구성 저하방지를 위한 보수가 필요한 것으로 판단된다.

③ 기 점검 결과 비교

갱문은 기 손상인 균열, 백태 손상은 진전 및 추가 손상은 발생하지 않았으며, 종점측 배면 배수로에 균열 및 파손이 신규 발생된 것으로 조사되었다.

【표 6.3.6】 갱문 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀점검		2025년 정밀점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
갱문	균열(cw=0.3㎜이상)	m	5.00	1	5.00	1	- -	변동없음
	백태	㎡	5.00	2	5.00	2	- -	변동없음
	배면배수로 균열	m	13.50	9	14.10	11	⇧ 0.60	신규손상
	파손, 배수로 파손	m	-	-	1.18	3	⇧ 1.18	신규손상

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 6.3.7】 사면 전경

① 조사결과

사면 외관조사 결과, 터널 주변 사면에 초본류 및 목본류의 식생상태는 양호하며, 사면의 슬라이딩, 토사유실 및 침식, 낙석, 식생부족 등의 손상이 없는 전반적으로 양호한 상태로 조사되었다. 다만, 집중호우로 인해 일부 구간 유실이 발생한 시점측 사면은 식생마대, 낙석방지망 등의 보수공사를 시행예정인 것으로 확인되었다.

【표 6.3.7】 사면 손상현황

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

현 황	시점측 사면 식생마대 보수예정	현 황	종점측 사면 상태양호
원 인	-	원 인	-
대 책	-	대 책	-

【사진 6.3.8】 사면 손상현황

② 손상 발생원인 및 대책방안

시점측 사면에 발생된 토사유실의 경우, 강우 및 집중호우에 의한 손상으로, 현재 임시보수를 실시한 상태이며, 금회 점검에서 손상의 진전은 미미한 것으로 조사되었다. 기 손상부에 대해서는 시설물 운행자의 안전한 주행 환경을 조성하고자, 식생마대 및 낙석방지망 설치 등의 보수공사가 시행예정인 것으로 확인되었다.

③ 기 점검 결과 비교

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

【표 6.3.8】 사면 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀점검		2025년 정밀점검		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 6.3.9】 공동구 및 배수시설 전경

① 조사결과

공동구 및 배수시설 외관조사 결과, 공동구는 일부구간 균열, 덮개 박리 및 파손이 조사되었으며, 배수시설은 측구 균열, 파손 및 이물질 퇴적 등의 손상이 발생한 상태로 조사되었다.

【표 6.3.9】 공동구 및 배수시설 손상현황

구분	손상내용	단위	손상물량		손상원인	비고
			물량	개소		
공동구	균열(cw=0.3㎜미만)	m	1.50	1	건조수축 및 온도변화	
	균열(cw=0.3㎜이상)	m	10.80	22	건조수축 및 온도변화	
	덮개 파손, 박리	EA	8	8	공용중 외부충격	
	파손	㎡	0.15	1	공용중 외부충격	
배수시설	측구 균열	m	11.00	14	건조수축 및 온도변화	
	측구 파손	㎡	0.05	2	공용중 외부충격	
	이물질퇴적	EA	2	2	비산물퇴적, 공용기간 증가	

현 황	S001 공동구 균열(cw=0.3㎜이상)	현 황	S016 공동구 덮개 파손
원 인	건조수축 및 온도변화	원 인	외부 충격
대 책	주입보수	대 책	단면보수
현 황	S019 공동구 균열(cw=0.3㎜이상)	현 황	S020 배수시설 이물질퇴적
원 인	건조수축 및 온도변화	원 인	공용기간 증가
대 책	주입보수	대 책	정비

【사진 6.3.10】 공동구 및 배수시설 손상현황

② 손상 발생원인 및 대책방안

- 공동구에 발생한 주요 손상인 균열은 초기 건조수축 및 공용년수 증가로 인해 일부 구간에서 진전된 것으로 판단되며, 내구성 저하방지 차원의 보수를 실시하는 것으로 바람직하다.
- 벽체 파손 및 덮개 파손은 공용중 외부충격 등에 의한 것으로 판단되며, 공동구는 점검자의 도보를 통한 안전점검시 보도로서 활용하는 만큼 안전사고 예방차원에서 정비가 필요하며, 벽체 파손은 시설물의 내구성 확보를 위하여 보수가 필요한 것으로 판단된다.
- 배수시설 손상은 포장 갓길측에 위치한 측구 손상으로 균열이 주로 발생하였으며, 기 발생된 손상은 초기 건조수축 및 공용년수 증가의 원인으로 판단되며, 내구성 저하방지를 위한 보수가 필요하다.

■ 측구에 발생한 파손의 경우 포장부에서 전달되는 지속적인 충격 및 다짐미흡에 따른 손상으로 손상의 규모는 작으나, 사용성 향상을 위해 적절한 보수가 필요하다.

③ 기 점검 결과 비교

공동구 및 배수시설은 전반적으로 양호한 상태이며, 공동구는 덮개 파손은 일부 보수가 실시되었으며, 벽체 파손 손상이 신규로 조사되었다. 배수시설은 포장부로 분류되었던 손상이 배수시설로 명칭이 변경되어 손상이 추가되었다.

【표 6.3.10】 공동구 및 배수시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀점검		2025년 정밀점검		증·감		비고
			물량	개소	물량	개소			
공동구	균열(cw=0.3㎜미만)	m	1.50	1	1.50	1	-	-	변동없음
	균열(cw=0.3㎜이상)	m	10.80	22	10.80	22	-	-	변동없음
	덮개 파손, 박리	EA	9	9	8	8	⇩	1.00	일부보수
	파손	㎡	-	-	0.15	1	⇧	0.15	신규손상
배수시설	측구 균열	m	-	-	11.00	14	⇧	11.0	부재변경
	측구 파손	㎡	-	-	0.05	2	⇧	0.05	부재변경
	이물질퇴적	EA	2	2	2	2	-	-	변동없음

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 나란하게 종방향 타이닝으로 시공된 상태이다. 포장부 외관조사 시, 균열 및 파손, 토사퇴적, 포장패임, 함몰 등에 중점을 두고 외관조사를 실시하였다.

【사진 6.3.11】 포장부 전경

① 조사결과

포장부 외관조사 결과, 차량의 주행성에 영향을 미칠만한 손상은 없는 것으로 조사되었으며, 국부적으로 포장 균열 및 망상균열, 파손, 포장 마모가 발생된 것으로 확인되었다.

【표 6.3.11】 포장부 손상현황

구분	손상내용	단위	손상물량		손상원인	비고
			물량	개소		
포장부	균열	m	436.50	100	건조수축 및 온도변화	
	망상균열	m	16.00	1	건조수축 및 온도변화	
	포장 파손, 스폴링	㎡	0.33	7	중차량 반복통행	
	포장 마모	㎡	74.00	7	중차량 반복통행, 공용기간 증가	

현 황	S007 포장부 포장 마모	현 황	S012 포장부 균열
원 인	중차량 반복통행, 공용기간 증가	원 인	건조수축, 온도변화, 중차량 반복통행
대 책	단면보수	대 책	실링

현 황	S017 포장부 균열	현 황	S094 포장부 포장 파손
원 인	건조수축, 온도변화, 중차량 반복통행	원 인	중차량 반복통행
대 책	실링	대 책	단면보수

【사진 6.3.12】 포장부 손상현황

② 손상 발생원인 및 대책방안

콘크리트 포장에 발생한 균열, 파손, 마모의 경우 건조수축, 온도변화, 중차량의 반복통행에 의해 발생된 것으로 판단되며, 현재 차량의 주행성에 영향을 미치는 정도는 아니나, 손상의 진전 및 내구성 확보를 위해 보수가 필요하며, 보수 후에도 차량하중으로 인한 재손상이 우려되므로 점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.

③ 기 점검 결과 비교

포장부는 이전 점검이후 균열 및 망상균열, 포장 파손 손상이 추가된 것으로 조사되었으며, 그 외 손상의 진전은 없는 것으로 확인되었다.

【표 6.3.12】 포장부 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀점검		2025년 정밀점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
포장부	균열	m	356.50	91	436.50	100	⇧ 80.0	신규손상
	망상균열	m	6.00	2	16.00	1	⇧ 10.0	신규손상
	포장 파손, 스폴링	㎡	0.17	5	0.33	7	⇧ 0.2	신규손상
	포장 마모	㎡	74.00	7	74.00	7	- -	변동없음

2) 기타 부속시설

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

【사진 6.3.13】 기타 부속시설 전경

① 조사결과

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 있는 것으로 조사되었다.

【표 6.3.13】 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 6.3.14】 기타 부속시설 손상현황

② 손상 발생원인 및 대책방안

터널의 부속시설에 대한 외관조사 결과, 조사된 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

③ 기 점검 결과 비교

기타 부속시설은 전반적으로 양호한 상태이며, 23년 점검이후 표지판 전도 손상을 정비를 실시한 것으로 조사되었다.

【표 6.3.14】 기타 부속시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀점검		2025년 정밀점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
기타 부속시설	상태양호	-	-	-	-	-		

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.

6.3.3 영천방향 외관조사 결과

가. 라이닝 천단부

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

【사진 6.3.15】 라이닝 천단부 전경

1) 조사결과

- 천단부에 발생한 주요 손상은 균열 및 재균열(cw=0.3㎜미만, 이상), 망상균열 등의 균열 손상과 일부 구간에 발생한 균열부 백태, 조인트부 층분리, 파손 손상 등이 조사되었다.

【표 6.3.15】 라이닝 천단부 손상현황

구분	손상내용	단위	손상물량		손상원인	비고
			물량	개소		
라이닝 천단부	균열(cw=0.3㎜미만)	m	59.00	20	건조수축 및 온도변화	
	균열(cw=0.3㎜이상)	m	48.00	13	건조수축 및 온도변화	
	재균열(cw=0.3㎜미만)	m	11.00	2	보수재료 열화	
	균열부백태	㎡	0.43	6	균열부 우수유입, 누수	
	층분리, 박락, 파손	㎡	0.83	15	거푸집 조기탈형, 다짐불량 온도변화에 의한 신축작용	
	망상균열	㎡	25.00	2	건조수축 및 온도변화	

현 황	S002 천단부 망상균열(cw=0.3㎜미만)	현 황	S015 천단부 조인트부 층분리
원 인	건조수축 및 온도변화	원 인	거푸집 조기탈형, 다짐불량
대 책	표면보수	대 책	단면보수
현 황	S081 천단부 균열(cw=0.3㎜이상)	현 황	S082 천단부 균열부백태
원 인	건조수축 및 온도변화	원 인	균열부 누수
대 책	주입보수	대 책	표면보수
현 황	S097 천단부 균열(cw=0.3㎜미만)	현 황	S102 천단부 균열부백태
원 인	건조수축 및 온도변화	원 인	균열부 우수유입
대 책	표면보수	대 책	표면보수

【사진 6.3.16】 라이닝 천단부 손상현황

2) 손상 발생원인 및 대책방안

- 천단부에 발생한 주요 손상으로는 종·횡방향 균열 및 망상균열, 균열부 백태 등의 균열 손상으로 기 손상은 라이닝 콘크리트의 계절변화에 따른 온도변화 및 건조수축으로 인한 구속력으로 발생된 비구조적인 균열로 판단되며, 균열부 백태의 경우 균열부를 통한 우수유입이 원인인 것으로 판단된다. 또한 일부구간 발생된 재균열의 경우 보수시 마감미흡, 보수재료의 열화 등에 의해 발생된 손상으로 판단되며, 구조물에 발생된 손상부는 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 보수를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 조인트부에 발생된 층분리 및 박락 손상은 거푸집 조기탈형, 다짐불량, 온도변화에 의한 신축작용 등에 의해 발생된 손상으로 판단되며, 기 발생된 손상의 경우 구조물의 안전성을 저해할 만한 손상은 아니나, 손상의 진전시 2차피해가 우려되므로 단면보수 등의 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

3) 기 점검 결과 비교

- 라이닝 천단부는 23년 실시한 점검과 비교한 결과, 기 발생된 손상중 균열 및 재균열, 층분리, 파손 등의 손상이 기존 손상외에 신규손상이 발생한 것으로 조사되었으며, 그 외 손상에 대해서는 변화가 없는 것으로 확인되었다.

【표 6.3.16】 라이닝 천단부 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀점검		2025년 정밀점검		증·감		비고
			물량	개소	물량	개소			
라이닝 천단부	균열(cw=0.3㎜미만)	m	59.00	20	59.00	20	-	-	변동없음
	균열(cw=0.3㎜이상)	m	33.00	9	48.00	13	⇧	15.00	신규손상
	재균열(cw=0.3㎜미만)	m	4.00	1	11.00	2	⇧	7.00	신규손상
	균열부백태	m	0.43	6	0.43	6	-	-	변동없음
	층분리, 박락, 파손	㎡	0.50	5	0.83	15	⇧	0.33	신규손상
	망상균열	㎡	25.00	2	25.00	2	-	-	변동없음

나. 라이닝 측벽부

본 터널의 측벽부는 미관 및 조명효과를 증대시켜 시거환경 확보와 차량 운전자의 사고 예방을 목적으로 도장마감으로 시공되었다. 측벽부 외관조사시 라이닝 측벽부 균열 및 누수여부, 박리 및 박락, 철근노출, 파손, 탈락 등에 중점을 두고 외관조사를 실시하였다.

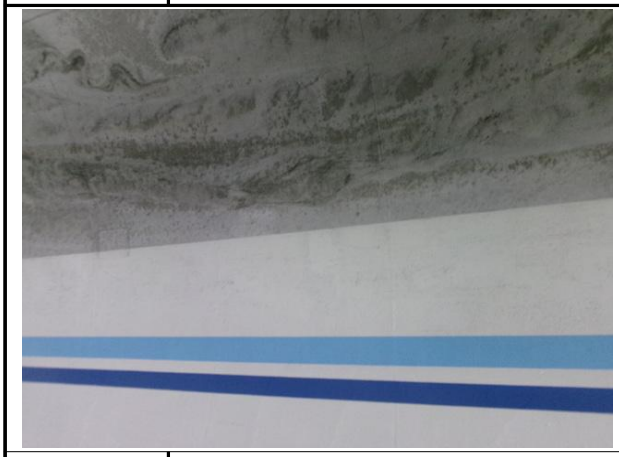
【사진 6.3.17】 라이닝 측벽부 전경

1) 조사결과

- 측벽부에 발생한 손상으로는 균열(cw=0.3㎜미만, 이상) 및 망상균열 등의 균열 손상이 주로 발생하였으며, 그 외 조인트부 층분리 및 박락, 표면 누수흔적 등의 손상이 국부적으로 발생한 것으로 조사되었다.

【표 6.3.17】 라이닝 측벽부 손상현황

구분	손상내용	단위	손상물량		손상원인	비고
			물량	개소		
라이닝 측벽부	균열(cw=0.3㎜미만)	m	335.20	162	건조수축 및 온도변화	
	균열(cw=0.3㎜이상)	m	143.00	207	건조수축 및 온도변화	
	망상균열	㎡	58.00	4	건조수축 및 온도변화	
	층분리, 박락	㎡	17.27	32	거푸집 조기탈형, 다짐불량 온도변화에 의한 신축작용	
	긁힘, 누수흔적	㎡	11.67	9	외부 충격, 우수유입	

현 황	S003 측벽부 조인트부 박락	현 황	S013 측벽부 균열(cw=0.3㎜이상)
원 인	거푸집 조기탈형, 다짐불량	원 인	건조수축 및 온도변화
대 책	단면보수	대 책	주입보수
			
현 황	S073 측벽부 망상균열	현 황	S102 측벽부 누수흔적
원 인	건조수축 및 온도변화	원 인	표면 우수유입
대 책	표면보수	대 책	표면보수

【사진 6.3.18】 라이닝 측벽부 손상현황

2) 손상 발생원인 및 대책방안

- 측벽부에 발생된 주요 손상은 균열, 조인트부 층분리 및 박락 등의 손상으로 발생 원인으로는 건조수축 및 온도변화, 거푸집 조기탈형, 다짐불량 등에 의해 발생된 것으로 판단된다.
- 균열 손상은 구조물의 안전성에는 영향이 없으나 내구성 저하 방지를 위한 보수가 요구되며, 조인트부 및 측벽부에 발생된 층분리 및 박락의 경우 손상의 진전 방지를 위한 단면보수를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 층분리 및 박락의 경우 거푸집 조기탈형, 다짐불량 등의 복합적인 원인으로 발생한 손상으로, 손상의 정도가 경미하여 시설물의 안전성에 미치는 영향은 적으나, 내구성 확보치원의 보수가 요구된다.

3) 기 점검 결과 비교

- 라이닝 측벽부는 23년 실시한 점검과 비교한 결과, 기 발생된 손상에 대해 진전 및 추가 발생한 것으로 조사되었으며, 박락 손상은 일부 보수가 실시된 것으로 확인되었다.

【표 6.3.18】 라이닝 측벽부 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀점검		2025년 정밀점검		증·감		비고
			물량	개소	물량	개소			
측벽부	균열(cw=0.3㎜미만)	m	279.70	139	335.20	162	⇧	55.5	신규손상
	균열(cw=0.3㎜이상)	m	130.50	205	143.00	207	⇧	12.5	신규손상
	망상균열	㎡	58.00	4	58.00	4	–	–	변동없음
	층분리, 박락	㎡	18.95	32	17.27	32	⇩	1.7	일부보수
	긁힘, 누수흔적	㎡	11.07	6	11.67	9	⇧	0.6	신규손상

다. 터널주변

1) 갱문

본 터널의 갱문은 NATM구간 시·종점부 면벽식으로 시공되어있다. 갱문 외관조사시 균열, 백태, 파손 등에 중점을 두고 외관조사를 실시하였다.

【사진 6.3.19】 갱문 전경

① 조사결과

갱문 외관조사 결과, 대체로 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으며, 일부 구간에서 경미한 균열, 백태 및 파손, 배수로 이격 손상이 조사되었다.

【표 6.3.19】 갱문 손상현황

구분	손상내용	단위	손상물량		손상원인	비고
			물량	개소		
갱문	균열(cw=0.3㎜미만)	m	2.50	5	건조수축 및 온도변화	
	백태	㎡	0.30	1	손상부 우수유입	
	파손	㎡	8.24	6	재료열화	
	배수로 이격	m	5.00	1	시공미흡	

현 황	시점측 갱문 배수로 균열	현 황	시점측 갱문 이격
원 인	건조수축 및 온도변화	원 인	시공미흡
대 책	표면보수	대 책	실링

현 황	시점측 갱문 배수로 파손	현 황	종점측 갱문 백태
원 인	재료열화	원 인	우수유입
대 책	단면보수	대 책	표면보수

【사진 6.3.20】 갱문 손상현황

② 손상 발생원인 및 대책방안

갱문에 발생한 균열 손상은 건조수축 및 온도변화로 인해 발생된 비구조적 손상으로 보수보다는 손상 진전에 대한 주의관찰을 실시한다. 백태 및 파손은 공용중 재료의 열화, 표면 수분침투 등의 원인으로 인해 발생된 손상으로 시설물의 내구성 저하방지를 위한 보수가 필요한 상태이다.

③ 기 점검 결과 비교

갱문은 전반적으로 양호한 상태이며, 기 실시된 점검이후 손상의 진전은 미미한 상태이며, 파손 손상이 추가로 조사되었다. 이격 손상은 일부 보수가 실시된 것으로 확인되었다.

【표 6.3.20】 갱문 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀점검		2025년 정밀점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
갱문	균열(cw=0.3㎜미만)	m	2.50	5	2.50	5	- -	변동없음
	백태	㎡	0.30	1	0.30	1	- -	변동없음
	파손	㎡	1.09	2	8.24	6	⇧ 7.15	신규손상
	배수로 이격	m	10.00	2	5.00	1	⇩ 5.00	일부보수

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 6.3.21】 사면 전경

① 조사결과

사면 외관조사 결과, 터널 주변 사면에 초본류 및 목본류의 식생상태는 양호하며, 사면의 슬라이딩, 토사유실 및 침식, 낙석, 식생부족 등의 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 6.3.21】 사면 손상현황

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

현 황	시점측 사면 상태양호	현 황	종점측 사면 상태양호
원 인	-	원 인	-
대 책	-	대 책	-

【사진 6.3.22】 사면 손상현황

② 손상 발생원인 및 대책방안

터널의 시·종점측에 시공된 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, 신규 손상은 발생하지 않은 것으로 조사되었다.

【표 6.3.22】 사면 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀점검		2025년 정밀점검		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 6.3.23】 공동구 및 배수시설 전경

① 조사결과

공동구 및 배수시설 외관조사 결과, 공동구는 균열(cw=0.3㎜미만, 이상), 벽체 파손 및 박락, 덮개 파손 등의 손상이 조사되었으며, 배수시설은 측구 균열, 층분리, 이물질퇴적 등의 손상이 발생한 것으로 조사되었다.

【표 6.3.23】 공동구 및 배수시설 손상현황

구분	손상내용	단위	손상물량		손상원인	비고
			물량	개소		
공동구	균열(cw=0.3㎜미만)	m	16.00	32	건조수축 및 온도변화	
	균열(cw=0.3㎜이상)	m	6.50	13	건조수축 및 온도변화	
	덮개 파손, 박리	EA	30	30	공용중 외부충격	
	본체 파손, 박락	㎡	0.95	4	공용중 외부충격	
배수시설	측구 균열	m	46.00	48	건조수축 및 온도변화	
	측구 층분리	㎡	0.04	1	공용중 외부충격	
	이물질퇴적	EA	10	10	공용기간 증가	

현 황	S015 공동구 덮개 파손	현 황	S060~61 공동구 파손 및 덮개 파손
원 인	공용중 외부충격	원 인	공용중 외부충격
대 책	덮개 교체	대 책	단면보수, 덮개 교체
현 황	S092 공동구 균열	현 황	S007 배수시설 이물질퇴적
원 인	건조수축 및 온도변화	원 인	공용기간 증가
대 책	표면보수	대 책	정비
현 황	S033 측구 박리	현 황	S070 측구 균열
원 인	차량 충격, 공용년수 증가	원 인	건조수축 및 온도변화
대 책	단면보수	대 책	표면보수

【사진 6.3.24】 공동구 및 배수시설 손상현황

② 손상 발생원인 및 대책방안

- 공동구에 발생한 주요 손상인 균열은 초기 건조수축 및 공용년수 증가로 인해 일부 구간에서 진전된 것으로 판단되며, 내구성 저하방지 차원의 보수를 실시하는 것으로 바람직하다.
- 벽체 파손 및 덮개 파손은 공용중 외부충격 등에 의한 것으로 판단되며, 공동구는 점검자의 도보를 통한 안전점검시 보도로서 활용하는 만큼 안전사고 예방차원에서 정비가 필요하며, 벽체 파손은 시설물의 내구성 확보를 위하여 보수가 필요한 것으로 판단된다.
- 배수시설 손상은 포장 갓길측에 위치한 측구 손상으로 균열이 주로 발생하였으며, 기 발생된 손상은 초기 건조수축 및 공용년수 증가의 원인으로 판단되며, 내구성 저하방지를 위한 보수가 필요하다.
- 측구에 발생한 층분리의 경우 포장부에서 전달되는 지속적인 충격 및 다짐미흡에 따른 손상으로 손상의 규모는 작으나, 사용성 향상을 위해 적절한 보수가 필요하다.

③ 기 점검 결과 비교

공동구는 대체로 손상의 진전은 미미한 것으로 조사되었으며, 덮개 파손이 일부 보수된 것으로 조사되었으며, 배수시설은 포장부로 분류되었던 손상이 배수시설로 명칭이 변경되어 손상이 추가되었다.

【표 6.3.24】 공동구 및 배수시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀점검		2025년 정밀점검		증·감		비고
			물량	개소	물량	개소			
공동구	균열(cw=0.3㎜미만)	m	16.00	32	16.00	32	-	-	변동없음
	균열(cw=0.3㎜이상)	m	6.50	13	6.50	13	-	-	변동없음
	덮개 파손, 박리	EA	33	33	30	30	⇩	3.00	일부보수
	벽체 파손, 박락	㎡	0.95	5	0.95	4	-	-	변동없음
배수시설	측구 균열	m	-	-	46.00	48	⇧	46.00	부재변경
	측구 층분리	㎡	-	-	0.04	1	⇧	0.04	부재변경
	이물질퇴적	EA	10	10	10	10	-	-	변동없음

라. 부대시설

1) 포장부

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

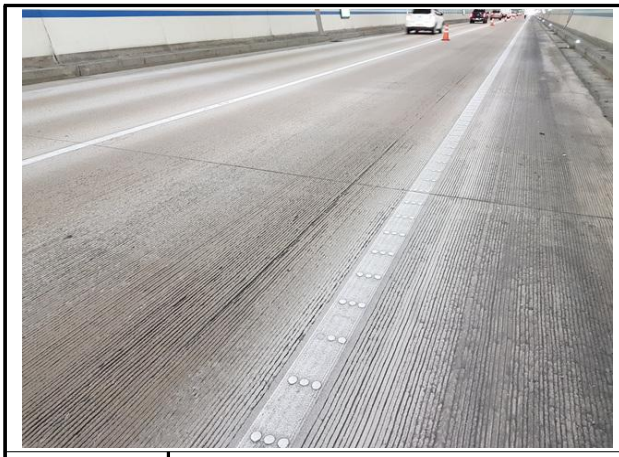
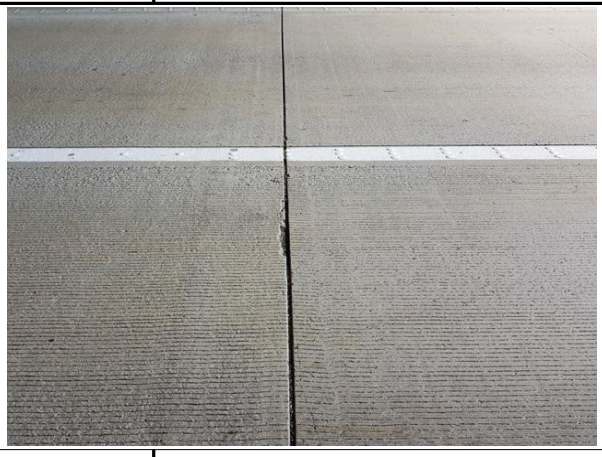
【사진 6.3.25】 포장부 전경

① 조사결과

포장부에 대한 외관조사 결과, 차량의 주행성에 영향을 미칠만한 손상은 발생되지 않았으며, 일부 구간에 포장 균열 및 망상균열, 파손, 박리, 층분리 등의 손상이 발생한 것으로 확인되었다.

【표 6.3.25】 포장부 손상현황

구분	손상내용	단위	손상물량		손상원인	비고
			물량	개소		
포장부	균열	m	121.00	22	건조수축 및 온도변화	
	망상균열	㎡	36.00	4	건조수축 및 온도변화	
	파손, 층분리, 스폴링	㎡	3.58	18	중차량 반복통행, 공용년수 증가	
	박리, 표면불량	㎡	2412.00	72	중차량 반복통행, 공용기간 증가	
	체수(흔적)	㎡	0.50	1	구배불량	

			
현 황	S010 포장부 망상균열, 표면불량	현 황	S042 포장부 포장 파손
원 인	건조수축, 온도변화	원 인	중차량 반복통행
대 책	단면보수	대 책	단면보수
현 황	S054 포장부 스폴링	현 황	S064 포장부 균열
원 인	건조수축, 온도변화, 중차량 반복통행	원 인	건조수축, 온도변화, 중차량 반복통행
대 책	실링	대 책	단면보수
			
현 황	S081 포장부 균열, 박리	현 황	S101 포장부 파손
원 인	건조수축, 온도변화, 중차량 반복통행	원 인	건조수축, 온도변화, 중차량 반복통행
대 책	실링	대 책	단면보수

【사진 6.3.26】 포장부 손상현황

② 손상 발생원인 및 대책방안

콘크리트 포장에 발생한 균열, 망상균열, 파손, 마모 등은 건조수축 및 온도변화, 중차량의 반복통행, 공용기간 증가에 의해 발생된 것으로 판단되며, 현재 손상의 정도는 적으나, 내구성 확보를 위해 보수가 필요하며 보수 후에도 재손상이 우려되므로 점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다. 또한, 일부구간 발생된 체수의 경우 손상정도가 경미하며 주행차량의 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 아니므로 주의관찰 후 손상의 진전시 적절한 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

③ 기 점검 결과 비교

포장부는 23년 실시한 점검이후, 기 발생된 손상중, 망상균열, 파손 및 층분리 손상은 신규로 추가 발생되었으며, 체수흔적은 변동이 없는 것으로 조사되었다. 균열 손상은 부재가 변경되어 물량이 변화하였다.

【표 6.3.26】 포장부 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀점검		2025년 정밀점검		증·감		비고
			물량	개소	물량	개소			
포장부	균열	m	150.00	66	121.00	22	⇩	29.00	일부보수
	망상균열	㎡	24.00	3	36.00	4	⇧	12.00	신규손상
	파손, 층분리, 스폴링	㎡	2.26	6	3.58	18	⇧	1.32	신규손상
	박리, 표면불량	㎡	2413.19	76	2412.00	72	⇩	1.20	일부보수
	체수(흔적)	㎡	0.50	1	0.50	1	-	-	변동없음

2) 기타 부속시설

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

【사진 6.3.27】 기타 부속시설 전경

① 조사결과

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.

【표 6.3.27】 기타 부속시설 손상현황

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

현 황	차량지시등 상태양호
원 인	-
대 책	-

현 황	소화시설 상태양호
원 인	-
대 책	-

현 황	환기시설 상태양호
원 인	-
대 책	-

현 황	비상문 표지판 상태양호
원 인	-
대 책	-

【사진 6.3.28】 기타 부속시설 손상현황

② 손상 발생원인 및 대책방안

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

③ 기 점검 결과 비교

기타 부속시설은 전반적으로 양호한 상태이며, 신규 손상은 발생하지 않은 것으로 조사되었다.

【표 6.3.28】 기타 부속시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀점검		2025년 정밀점검		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.

6.3.4 외관조사 총괄표

가. 상주방향

【표 6.3.29】 상주방향 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
라이닝 천단부	균열(cw=0.3㎜미만)	m	26.00	12	
	균열(cw=0.3㎜이상)	m	21.50	11	
	재균열(cw=0.3㎜미만)	m	14.00	2	
	재균열(cw=0.3㎜이상)	m	14.50	3	
	망상균열	㎡	20.50	2	
	균열부 백태	m	0.5	5	
	조인트부 층분리, 재층분리, 박락	㎡	1.41	19	
	박락, 파손	㎡	0.05	4	
	누수흔적	㎡	0.20	1	
라이닝 측벽부	균열(cw=0.3㎜미만)	m	19.00	6	
	균열(cw=0.3㎜이상)	m	61.60	132	
	망상균열	㎡	48.00	3	
	조인트부 층분리, 박락	㎡	1.11	13	
갱문	균열(cw=0.3㎜이상)	m	5.00	1	
	백태	㎡	5.00	2	
	배면배수로 균열	m	14.10	11	
	배면배수로 파손	㎡	1.18	3	
공동구	균열(cw=0.3㎜미만)	m	1.50	1	
	균열(cw=0.3㎜이상)	m	10.80	22	
	덮개 파손, 박리	EA	8	8	
	파손	㎡	0.15	1	
배수시설	측구 균열	m	11.00	14	
	측구 파손	㎡	0.05	2	
	이물질퇴적	EA	2	2	
포장부	균열	m	436.50	100	
	망상균열	m	16.00	1	
	포장 파손, 스폴링	㎡	0.33	7	
	포장 마모	㎡	74.00	7	

나. 영천방향

【표 6.3.30】 영천방향 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
라이닝 천단부	균열(cw=0.3㎜미만)	m	59.00	20	
	균열(cw=0.3㎜이상)	m	48.00	13	
	재균열(cw=0.3㎜미만)	m	11.00	2	
	균열부백태	㎡	0.43	6	
	층분리, 박락, 파손	㎡	0.83	15	
	망상균열	㎡	25.00	2	
라이닝 측벽부	균열(cw=0.3㎜미만)	m	335.20	162	
	균열(cw=0.3㎜이상)	m	143.00	207	
	망상균열	㎡	58.00	4	
	층분리, 박락	㎡	17.27	32	
	긁힘, 누수흔적	㎡	11.67	9	
갱문	균열(cw=0.3㎜미만)	m	2.50	5	
	백태	㎡	0.30	1	
	파손	㎡	8.24	6	
	배수로 이격	m	5.00	1	
공동구	균열(cw=0.3㎜미만)	m	16.00	32	
	균열(cw=0.3㎜이상)	m	6.50	13	
	덮개 파손, 박리	EA	30	30	
	본체 파손, 박락	㎡	0.95	4	
배수시설	측구 균열	m	46.00	48	
	측구 층분리	㎡	0.04	1	
	이물질퇴적	EA	10	10	
포장부	균열	m	121.00	22	
	망상균열	㎡	36.00	4	
	파손, 층분리, 스폴링	㎡	3.58	18	
	박리, 표면불량	㎡	2412.00	72	
	체수(흔적)	㎡	0.50	1	

6.3.5 전회차 손상물량 비교

가. 상주방향

【표 6.3.31】 상주방향 손상물량 비교표

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀점검		2025년 정밀점검		증·감	비고
			물량	개소	물량	개소		
라이닝 천단부	균열(cw=0.3㎜미만)	m	39.00	14	26.00	12	⇩ 13.0	일부보수
	균열(cw=0.3㎜이상)	m	19.50	10	21.50	11	⇧ 2.0	신규손상
	재균열(cw=0.3㎜미만)	m	14.00	2	14.00	2	- -	변동없음
	재균열(cw=0.3㎜이상)	m	14.50	3	14.50	3	- -	변동없음
	망상균열	㎡	20.50	2	20.50	2	- -	변동없음
	균열부 백태	m	0.5	5	0.5	5	- -	변동없음
	조인트부 층분리, 재층분리, 박락	㎡	1.22	14	1.41	19	⇧ 0.2	신규손상
	박락, 파손	㎡	0.05	4	0.05	4	- -	변동없음
	누수흔적	㎡	0.20	1	0.20	1	- -	변동없음
라이닝 측벽부	균열(cw=0.3㎜미만)	m	19.00	6	19.00	6	- -	변동없음
	균열(cw=0.3㎜이상)	m	61.60	132	61.60	132	- -	변동없음
	망상균열	㎡	8.00	1	48.00	3	⇧ 40.00	신규손상
	조인트부 층분리/박락	㎡	1.11	13	1.11	13	- -	변동없음
갱문	균열(cw=0.3㎜이상)	m	5.00	1	5.00	1	- -	변동없음
	백태	㎡	5.00	2	5.00	2	- -	변동없음
	배면배수로 균열	m	13.50	9	14.10	11	⇧ 0.60	신규손상
	파손, 배수로 파손	m	-	-	1.18	3	⇧ 1.18	신규손상
공동구	균열(cw=0.3㎜미만)	m	1.50	1	1.50	1	- -	변동없음
	균열(cw=0.3㎜이상)	m	10.80	22	10.80	22	- -	변동없음
	덮개 파손, 박리	EA	9	9	8	8	⇩ 1.00	일부보수
	파손	㎡	-	-	0.15	1	⇧ 0.15	신규손상
배수 시설	측구 균열	m	-	-	11.00	14	⇧ 11.0	신규손상
	측구 파손	㎡	-	-	0.05	2	⇧ 0.05	신규손상
	이물질퇴적	EA	2	2	2	2	- -	변동없음
포장부	균열	m	356.50	91	436.50	100	⇧ 80.0	신규손상
	망상균열	m	6.00	2	16.00	1	⇧ 10.0	신규손상
	포장 파손, 스폴링	㎡	0.17	5	0.33	7	⇧ 0.2	신규손상
	포장 마모	㎡	74.00	7	74.00	7	- -	변동없음

나. 영천방향

【표 6.3.32】 영천방향 손상물량 비교표

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀점검		2025년 정밀점검		증·감		비고
			물량	개소	물량	개소			
라이닝 천단부	균열(cw=0.3㎜미만)	m	60.0	20	59.00	20	⇩	-1.0	표기오류
	균열(cw=0.3㎜이상)	m	33.0	9	33.00	9	-	-	변동없음
	재균열(cw=0.3㎜미만)	m	4.0	1	4.00	1	-	-	변동없음
	균열부백태	m	0.4	4	0.43	6	-	-	변동없음
	조인트부 층분리/박락	㎡	0.14	4	0.50	5	⇧	0.36	추가손상
	망상균열	㎡	25.0	2	25.00	2	-	-	변동없음
라이닝 측벽부	균열(cw=0.3㎜미만)	m	279.70	139	335.20	162	⇧	55.5	신규손상
	균열(cw=0.3㎜이상)	m	130.50	205	143.00	207	⇧	12.5	신규손상
	망상균열	㎡	58.00	4	58.00	4	—	-	변동없음
	층분리, 박락	㎡	18.95	32	17.27	32	⇩	1.7	일부보수
	긁힘, 누수흔적	㎡	11.07	6	11.67	9	⇧	0.6	신규손상
갱문	균열(cw=0.3㎜미만)	m	2.50	5	2.50	5	-	-	변동없음
	백태	㎡	0.30	1	0.30	1	-	-	변동없음
	파손	㎡	1.09	2	8.24	6	⇧	7.15	신규손상
	배수로 이격	m	10.00	2	5.00	1	⇩	5.00	일부보수
공동구	균열(cw=0.3㎜미만)	m	16.00	32	16.00	32	-	-	변동없음
	균열(cw=0.3㎜이상)	m	6.50	13	6.50	13	-	-	변동없음
	덮개 파손, 박리	EA	33	33	30	30	⇩	3.00	일부보수
	본체 파손, 박락	㎡	0.95	5	0.95	4	-	-	변동없음
배수 시설	측구 균열	m	-	-	46.00	48	⇧	46.00	부재변경
	측구 층분리	㎡	-	-	0.04	1	⇧	0.04	부재변경
	이물질퇴적	EA	10	10	10	10	-	-	변동없음
포장부	균열	m	150.00	66	121.00	22	⇩	29.00	일부보수
	망상균열	㎡	24.00	3	36.00	4	⇧	12.00	신규손상
	파손, 층분리, 스폴링	㎡	2.26	6	3.58	18	⇧	1.32	신규손상
	박리, 표면불량	㎡	2413.19	76	2412.00	72	⇩	1.20	일부보수
	체수(흔적)	㎡	0.50	1	0.50	1	-	-	변동없음

6.4 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(2024. 12, 국토교통부/국토안전관리원)』에 근거하여 시험방법, 시험빈도 및 평가방법 등을 실시하였다.

6.4.1 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 6.4.1】 콘크리트 비파괴시험 현황

구분	기준수량		실행수량	비고
측점분할	5~20m 간격			* 책임기술자 조정 가능
반발경도 시험	총수량 = (총연장 ÷ 300m)개소	상주방향:4개소 영천방향:4개소	8개소	
탄산화깊이 측정	총연장 1,000m 미만 = 2개소 총연장 1,000m 이상 = 최초 2개소 + 1,000m당 1개소 추가	상주방향:2개소 영천방향:2개소	4개소	

나. 콘크리트 내구성시험 위치 선정사유

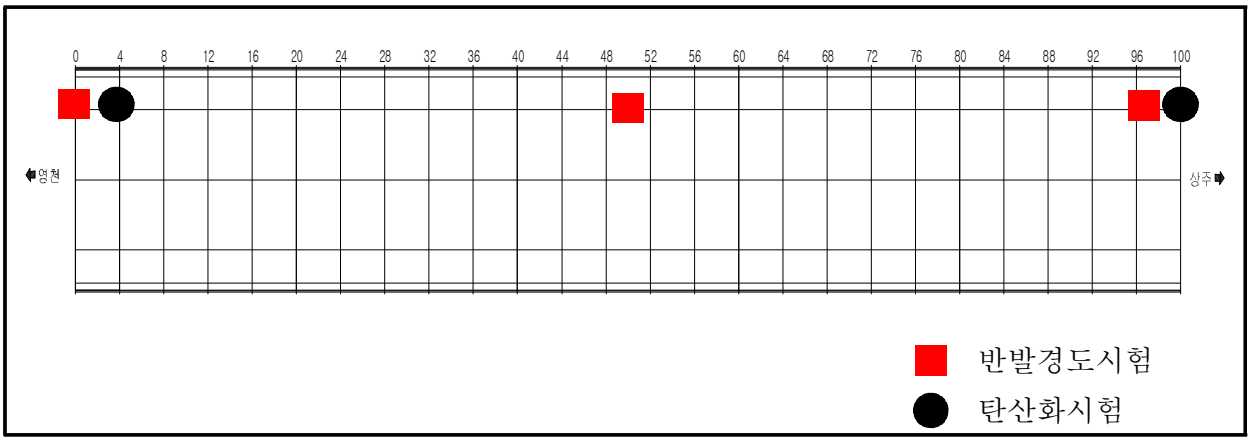
금회 점검에서 대상 구조물에 대한 재료시험 위치선정은 이전 시험과의 정확한 비교를 위해 기존 정밀안전점검 보고서를 참고하여 기존과 동일한 위치를 우선적으로 선정하였으며, 콘크리트 표면이 양호한 부위를 중심으로 선정하고 도보로 접근이 난해한 부위는 고소점검차 등을 이용하여 접근하였다. 콘크리트 강도시험의 경우 건전부와 비건전부의 비교·검토를 위하여 외관상 균열, 박리 등의 유무의 따라 양호한 부위와 불량한 부위를 선정하여 시험을 실시하였다.

다. 조사 사진

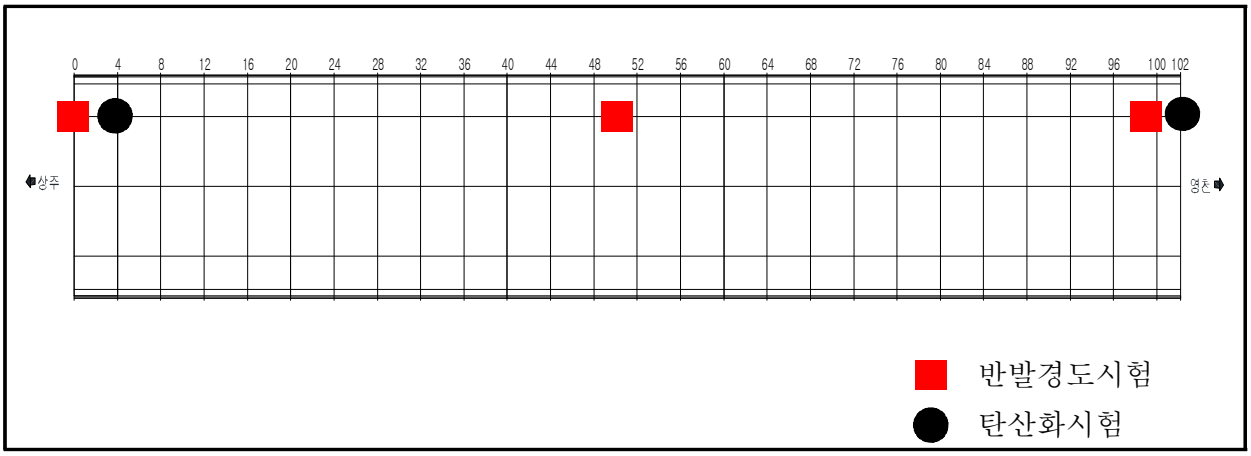
반발경도 시험 현황	탄산화깊이 측정 현황

【사진 6.4.1】 콘크리트 내구성조사 현황

라. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 6.4.1】 콘크리트 내구성조사 위치도 (상주방향)



【그림 6.4.2】 콘크리트 내구성조사 위치도 (영천방향)

6.4.2 시험결과 및 분석

가. 콘크리트 강도시험

콘크리트 비파괴강도시험은 반발경도시험(총 8개소)를 실시하였으며, 그라인더를 통해 표면 요철, 부착물, 이물질 등을 제거하고, 슈미트 해머를 사용하여 반발경도를 측정하였다. 측정결과는 2개 이상의 추정식을 통해 콘크리트 비파괴강도를 추정하고 표준편차와 변동계수가 적은 값을 적용하였다.

반발경도 시험

반발경도 시험

【사진 6.4.2】 반발경도시험 현장사진

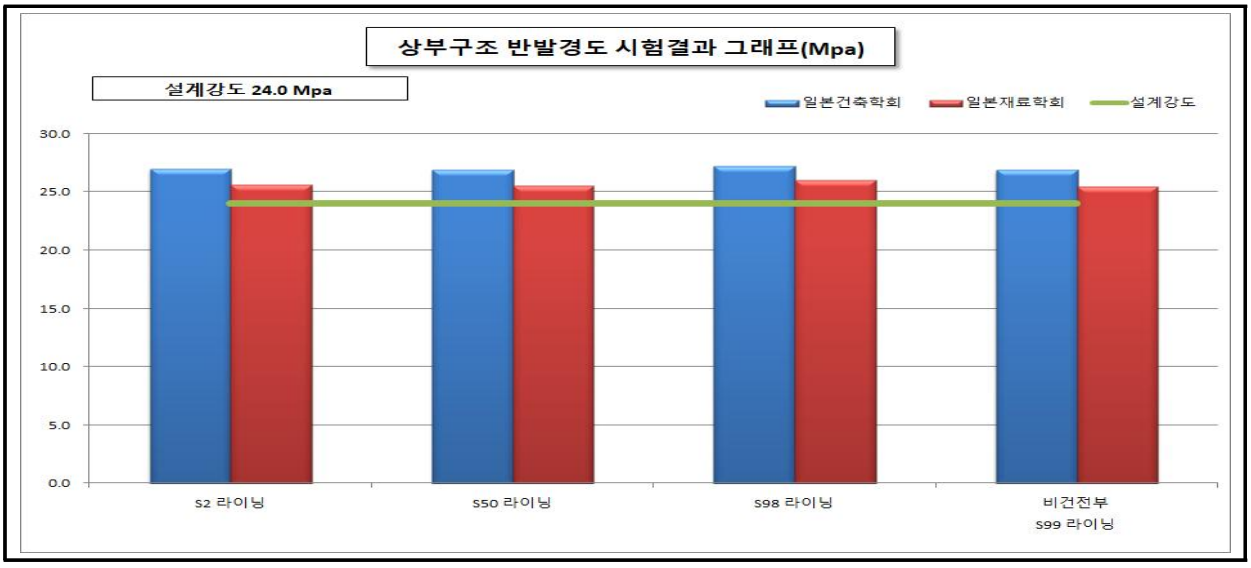
1) 비파괴강도 시험결과(상주방향)

【표 6.4.2】 콘크리트 라이닝 비파괴강도 시험결과 (상주방향)

시험위치		반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회			
S3	라이닝	46.2	25.6	27.0	0.63	24.0	건전부
S50	라이닝	46.1	25.5	26.9			건전부
S98	라이닝	46.7	26.0	27.2			건전부
S99	라이닝	46.0	25.4	26.9			비건전부
평균		-	25.6	27.0	-	-	
표준편차		-	0.14	0.08	-	-	
변동계수		-	0.006	0.003	-	-	
최대값		-	26.0	27.2	-	-	
최소값		-	25.4	26.9	-	-	

【표 6.4.3】 콘크리트 라이닝 비파괴강도 시험결과 분석 (상주방향)

시험위치	압축강도(㎫) 추정	설계기준강도 (㎫)	평균 추정강도 (㎫)	강도비교 (%)	비고
	일본건축학회				
라이닝	26.9 ~ 27.2	24.0	27.0	112.1 ~ 113.3	



【그림 6.4.3】 콘크리트 라이닝 반발경도시험 측정결과 (상주방향)

■ 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 26.9~27.2㎫로 측정되었으며, 설계기준 압축강도(24.0㎫)를 전반적으로 상회하여 콘크리트의 강도상태는 양호한것으로 확인된다. 또한 비건전부의 측정강도가 설계기준 압축강도를 상회하고, 건전부 대비 98.5%이상으로 콘크리트의 강도는 양호한 상태로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.

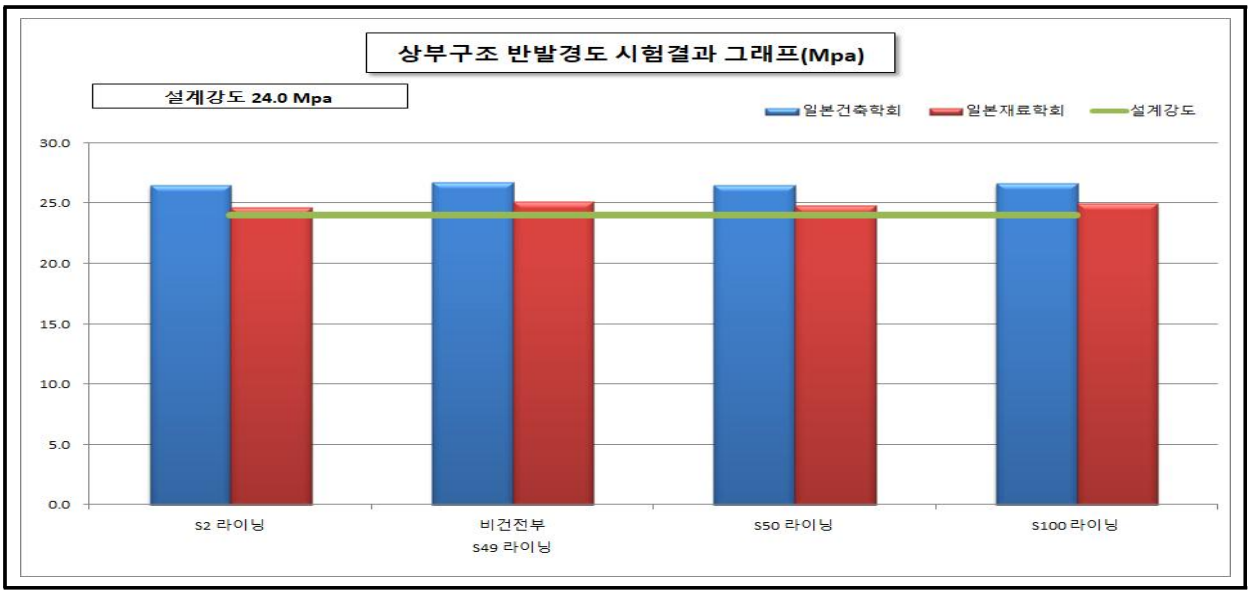
2) 비파괴강도 시험결과(영천방향)

【표 6.4.4】 콘크리트 라이닝 비파괴강도 시험결과 (영천방향)

시험위치		반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
		반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회			
S3	라이닝	45.0	24.7	26.5	0.63	24.0	건전부
S49	라이닝	45.6	25.2	26.7			비건전부
S50	라이닝	45.2	24.8	26.5			건전부
S100	라이닝	45.4	25.0	26.6			건전부
평균		-	24.9	26.6	-	-	
표준편차		-	0.21	0.12	-	-	
변동계수		-	0.008	0.004	-	-	
최대값		-	25.2	26.7	-	-	
최소값		-	24.7	26.5	-	-	

【표 6.4.5】 콘크리트 라이닝 비파괴강도 시험결과 분석 (영천방향)

시험위치	압축강도(MPa) 추정 일본건축학회	설계기준강도 (MPa)	평균 추정강도 (MPa)	강도비교 (%)	비고
라이닝	26.5 ~ 26.7	24.0	26.6	110.4 ~ 111.3	



【그림 6.4.4】 영천방향 콘크리트 라이닝 반발경도시험 측정결과

■ 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 26.5~26.7㎫로 측정되었으며, 설계기준 압축강도(24.0㎫)를 전반적으로 상회하여 콘크리트의 강도상태는 양호한것으로 확인된다. 또한 비건전부의 측정강도가 설계기준 압축강도를 상회하고, 건전부 대비 100.9%이상으로 콘크리트의 강도는 양호한 상태로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.

3) 기 점검결과와의 비교

【표 6.4.6】 비파괴강도 기 점검결과와의 비교 (상주방향)

구 분	2023년 정밀안전점검	2025년 정밀안전점검	설계기준강도(㎫)
반발경도법	25.5 ~ 25.6	26.9 ~ 27.2	24.0
검토의견	■기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과 측정부위에 따라 다소 차이는 있지만, 설계기준강도를 전반적으로 상회하므로 콘크리트의 강도상태는 양호한 것으로 판단된다.		

【표 6.4.7】 비파괴강도 기 점검결과와의 비교 (영천방향)

구 분	2023년 정밀안전점검	2025년 정밀안전점검	설계기준강도(㎫)
반발경도법	25.5 ~ 25.9	26.5 ~ 26.7	24.0
검토의견	■기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과 측정부위에 따라 다소 차이는 있지만, 설계기준강도를 전반적으로 상회하므로 콘크리트의 강도상태는 양호한 것으로 판단된다.		

4) 반발경도 시험보고서

【표 6.4.8】 반발경도 시험보고서 (상주방향)

반발경도시험 보고서	
1. 시험조건	
구 분	내 용
시험 일자 및 시간	일자 : 2025. 09. 16 시간 : 09:00 ~ 17:00
시험 위치	시험 성과표의 위치명 및 재료시험 위치도 참조
시험 대상 구조물	효령터널(상주방향)
시험 대상 표본 선정	재료시험 수량에 따라 표본 선정
콘크리트 설계 조건 (강도, MPa)	라이닝 : 24MPa
시험 위치의 표면 상태	건전부 :균열, 박리 등이 없는 양호한 부위 대상 표면정리(요철제거) 비건전부 : 균열, 박리 등이 있는 불량한 부위 대상 표면정리(요철제거)
시험시의 온도 및 콘크리트의 재령	26.2℃, 3000일 이상
콘크리트 내부의 함수 상태	기건 상태
2. 시험기기	
구 분	내 용
측정기의 종류	NR-Type(NR-10)
제품번호	28191
시험기기의 교정	한국산업기술시험원 교정(엔빌테스트 : 80±2)
3. 시험 방법	
구 분	내 용
반발경도 타격점 간격 및 수량	4 × 5, 20회 타격(30mm 간격)
반발경도 측정기의 타격방향	시험 성과표 참조
반발경도 유효값 기준	측정 평균치의 ±20% 범위 내
시험 부위별 반발경도의 평균값	시험 성과표 참조
버린 반발경도의 값 및 위치	시험 성과표 참조
4. 시험결과	
시험 성과표 참조	

【표 6.4.9】 반발경도 시험보고서 (영천방향)

반발경도시험 보고서	
1. 시험조건	
구 분	내 용
시험 일자 및 시간	일자 : 2025. 09. 16 시간 : 09:00 ~ 17:00
시험 위치	시험 성과표의 위치명 및 재료시험 위치도 참조
시험 대상 구조물	효령터널(영천방향)
시험 대상 표본 선정	재료시험 수량에 따라 표본 선정
콘크리트 설계 조건 (강도, MPa)	라이닝 : 24MPa
시험 위치의 표면 상태	건전부 :균열, 박리 등이 없는 양호한 부위 대상 표면정리(요철제거) 비건전부 : 균열, 박리 등이 있는 불량한 부위 대상 표면정리(요철제거)
시험시의 온도 및 콘크리트의 재령	26.2℃, 3000일 이상
콘크리트 내부의 함수 상태	기건 상태
2. 시험기기	
구 분	내 용
측정기의 종류	NR-Type(NR-10)
제품번호	28191
시험기기의 교정	한국산업기술시험원 교정(엔빌테스트 : 80±2)
3. 시험 방법	
구 분	내 용
반발경도 타격점 간격 및 수량	4 × 5, 20회 타격(30mm 간격)
반발경도 측정기의 타격방향	시험 성과표 참조
반발경도 유효값 기준	측정 평균치의 ±20% 범위 내
시험 부위별 반발경도의 평균값	시험 성과표 참조
버린 반발경도의 값 및 위치	시험 성과표 참조
4. 시험결과	
시험 성과표 참조	

나. 탄산화 깊이 측정

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

드릴링	탄산화깊이 측정

【사진 6.4.3】 탄산화 깊이 측정 현장사진

1) 탄산화 깊이 측정결과 (상주방향)

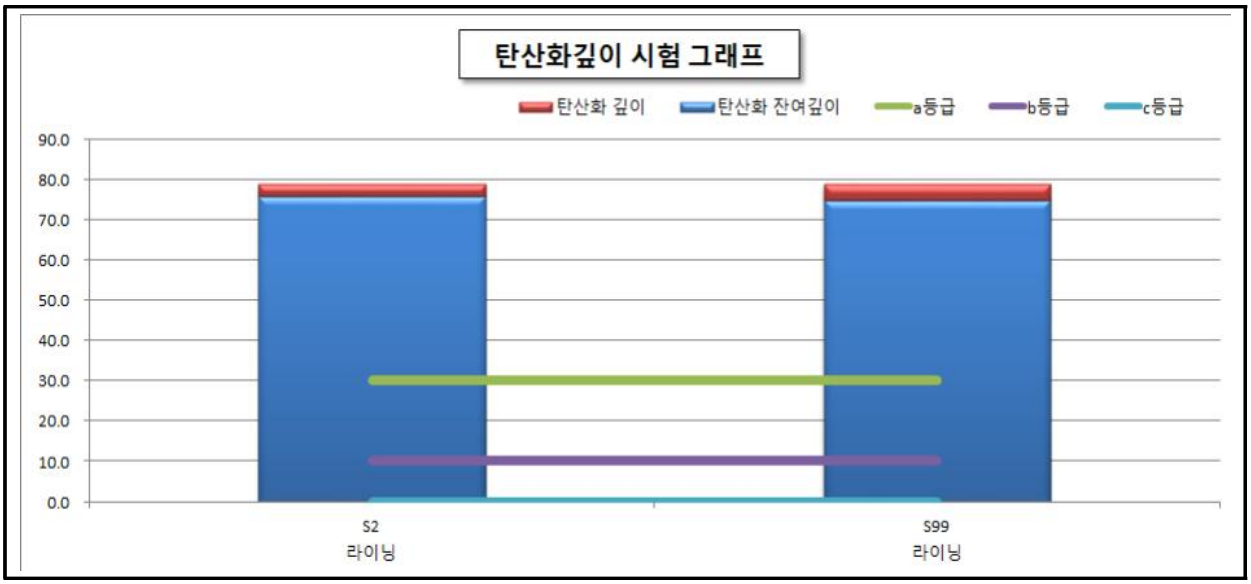
【표 6.4.10】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가 (상주방향)

시험위치	탄산화 깊이 (㎜)	실측 피복두께 (㎜)	탄산화 잔여깊이 (㎜)	경과년수	탄산화 속도계수 (A)	잔존수명 (년)	평가등급	비 고
S2 라이닝	3.0	79.0	76.0	8	1.06	100년 이상	a등급	
S99 라이닝	4.0	79.0	75.0	8	1.41	100년 이상	a등급	

- 탄산화 깊이 측정결과, 탄산화깊이는 3.0㎜~4.0㎜로 측정되었으며, 잔여깊이가 30㎜이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 6.4.11】 탄산화 시험결과 분석 (상주방향)

구 분	탄산화 깊이(㎜)	잔여깊이(㎜)	비고
라이닝	3.0~4.0	75.0~76.0	



【그림 6.4.5】 탄산화 깊이 측정결과 (상주방향)

2) 탄산화 깊이 측정결과 (영천방향)

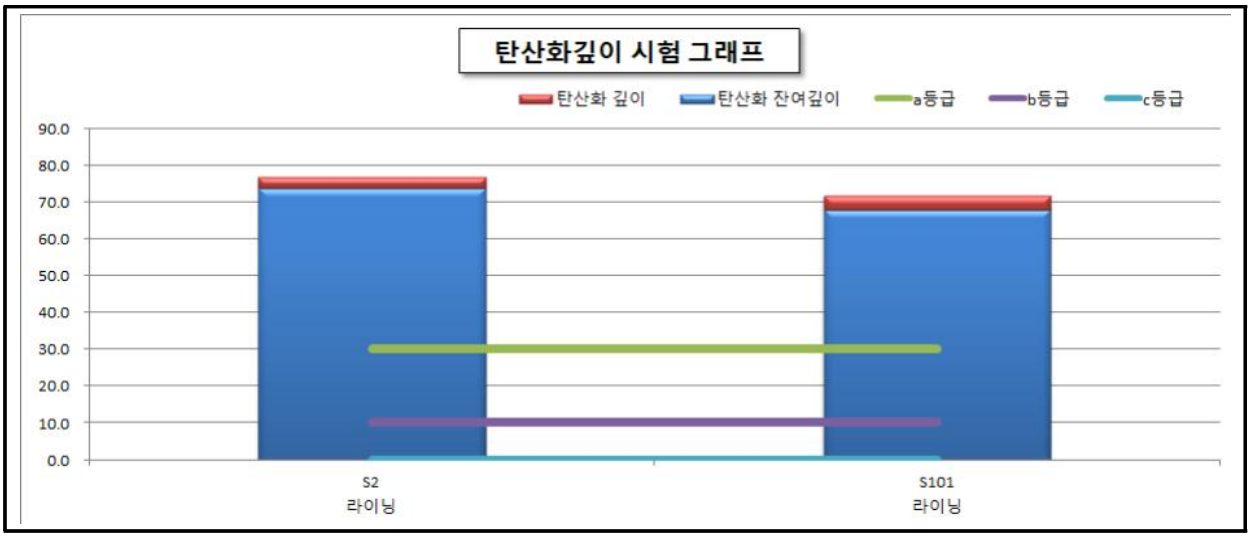
【표 6.4.12】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가 (영천방향)

시험위치	탄산화 깊이 (㎜)	실측 피복두께 (㎜)	탄산화 잔여깊이 (㎜)	경과년수	탄산화 속도계수 (A)	잔존수명 (년)	평가등급	비 고
S2 라이닝	3.0	77.0	74.0	8	1.06	100년 이상	a등급	
S101 라이닝	4.0	72.0	68.0	8	1.41	100년 이상	a등급	

■ 탄산화 깊이 측정결과, 탄산화깊이는 3.0㎜~4.0㎜로 측정되었으며, 잔여깊이가 30㎜이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 6.4.13】 탄산화 시험결과 분석 (영천방향)

구 분	탄산화 깊이(㎜)	잔여깊이(㎜)	비고
라이닝	3.0~4.0	68.0~74.0	



【그림 6.4.6】 탄산화 깊이 측정결과 (영천방향)

3) 시설물 내구성 예측 서비스를 활용한 내구성 예측

국토안전관리원에서 시행하고있는 시설물 내구성 예측 서비스를 활용하여 공용년수 증가에 따른 탄산화의 향후 추이를 예측해 보았다. 효령터널의 콘크리트 라이닝을 대상으로 내구성 예측 서비스를 활용하여 100년 후 탄산화 깊이 및 탄산화 속도계수를 예측하였으며, 그 결과는 아래 표와 같다.

【표 6.4.14】 탄산화 시험에 의한 내구성 예측

콘크리트 라이닝 S2 (상주방향)	
실측 피복두께(㎜)	79.0
탄산화 진행깊이(㎜)	3.0
잔여깊이(㎜)	76.0
탄산화 속도계수	1.06
공용년수	8년
잔존수명	100년 이상
평가	a

【표 6.4.14】 탄산화 시험에 의한 내구성 예측(계속)

콘크리트 라이닝 S99 (상주방향)	
실측 피복두께(㎜)	79.0
탄산화 진행깊이(㎜)	4.0
잔여깊이(㎜)	75.0
탄산화 속도계수	1.41
공용년수	8년
잔존수명	100년 이상
평가	a

콘크리트 라이닝 S2 (영천방향)	
실측 피복두께(㎜)	77.0
탄산화 진행깊이(㎜)	3.0
잔여깊이(㎜)	74.0
탄산화 속도계수	1.06
공용년수	8년
잔존수명	100년 이상
평가	a

【표 6.4.14】 탄산화 시험에 의한 내구성 예측(계속)

콘크리트 라이닝 S101 (영천방향)	
실측 피복두께(㎜)	72.0
탄산화 진행깊이(㎜)	4.0
잔여깊이(㎜)	68.0
탄산화 속도계수	1.41
공용년수	8년
잔존수명	100년 이상
평가	a

4) 기 점검결과와의 비교

【표 6.4.15】 탄산화 깊이 기 점검결과와의 비교 (상주방향)

구 분	2023년 정밀안전점검			2025년 정밀안전점검			비 고
	탄산화깊이 (㎜)	잔여깊이 (㎜)	평가 결과	탄산화깊이 (㎜)	잔여깊이 (㎜)	평가 결과	
라이닝	3.5~4.0	48.0~75.5	a	3.0~4.0	75.0~76.0	a	
검토의견	▪기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과, 시험 위치에 따른 편차로 인해 다소 차이는 있지만, 잔여깊이가 30㎜ 이상 확보하는 것으로 분석되어 탄산화에 진행에 따른 구조물의 내구성에 미치는 영향은 미미할 것으로 판단된다.						

【표 6.4.16】 탄산화 깊이 기 점검결과와의 비교 (영천방향)

구 분	2023년 정밀안전점검			2025년 정밀안전점검			비 고
	탄산화깊이 (㎜)	잔여깊이 (㎜)	평가 결과	탄산화깊이 (㎜)	잔여깊이 (㎜)	평가 결과	
라이닝	4.0~5.0	31.0~47.0	a	3.0~4.0	68.0~74.0	a	
검토의견	▪기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과, 시험 위치에 따른 편차로 인해 다소 차이는 있지만, 잔여깊이가 30㎜ 이상 확보하는 것으로 분석되어 탄산화에 진행에 따른 구조물의 내구성에 미치는 영향은 미미할 것으로 판단된다.						

5) 시험보고서

【표 6.4.17】 탄산화 깊이 시험 보고서 (상주방향)

구 분	내 용
시험일자	2025년 09월 16일
시험시간	09:00 ~ 17:00
시험 영역의 위치	콘크리트 라이닝
골재 종류	보통골재(추정)
측정면의 종류	햄머드릴을 이용해 뚫어낸 면
시약	페놀프탈레인 1% 용액
구조물경과년수	8년
측정 기구	햄머드릴, 버니어 캘리퍼스, 시험지
시약 분무로부터 탄산화 깊이까지의 시간	즉시
측정결과(측정값, 평균값, 최대값 등)	보고서 '콘크리트 강도시험' 참조
연한 적자색 변색 유무	유

【표 6.4.18】 탄산화 깊이 시험 보고서 (영천방향)

구 분	내 용
시험일자	2025년 09월 16일
시험시간	09:00 ~ 17:00
시험 영역의 위치	콘크리트 라이닝
골재 종류	보통골재(추정)
측정면의 종류	햄머드릴을 이용해 뚫어낸 면
시약	페놀프탈레인 1% 용액
구조물경과년수	8년
측정 기구	햄머드릴, 버니어 캘리퍼스, 시험지
시약 분무로부터 탄산화 깊이까지의 시간	즉시
측정결과(측정값, 평균값, 최대값 등)	보고서 '콘크리트 강도시험' 참조
연한 적자색 변색 유무	유

6.5 현장조사 및 시험 결과요약

6.5.1 상주방향

가. 외관조사 결과요약

【표 6.5.1】 외관조사 결과요약

구 분	결함내용 및 손상 열화내용		원인	단위	물량	개소	조치방안
라이닝 천단부	균열	cw=0.3㎜ 미만	건조수축 및 온도변화	m	26.00	12	표면보수
		cw=0.3㎜ 이상	건조수축 및 온도변화	m	21.50	11	주입보수
	재 균열	cw=0.3㎜ 미만	보수재료 열화	m	14.00	2	표면보수
		cw=0.3㎜ 이상	보수재료 열화	m	14.50	3	주입보수
	망상균열		건조수축 및 온도변화	㎡	20.50	2	표면보수
	균열부 백태		균열부 우수유입	m	0.5	5	표면보수
	조인트부 층분리, 재층분리, 박락		거푸집 조기탈형, 다짐불량 온도변화에 의한 신축작용	㎡	1.41	19	단면보수
	박락, 파손		앵커볼트 삽입부 응력발생 외부 충격	㎡	0.05	4	단면보수
	누수흔적		우수유입	㎡	0.20	1	표면보수
라이닝 측벽부	균열	cw=0.3㎜ 미만	건조수축 및 온도변화	m	19.00	6	표면보수
		cw=0.3㎜ 이상	건조수축 및 온도변화	m	61.60	132	주입보수
	망상균열		건조수축 및 온도변화	㎡	48.00	3	표면보수
	조인트부 층분리, 박락		거푸집 조기탈형, 다짐불량 온도변화에 의한 신축작용	㎡	1.11	13	단면보수
갱문	균열	cw=0.3㎜ 이상	건조수축 및 온도변화	m	5.00	1	주입보수
	백태		표면 우수유입	㎡	5.00	2	표면보수
	배면배수로 균열		건조수축 및 온도변화	m	14.10	11	표면보수
	배면배수로 파손		외부 충격, 공용년수 증가	㎡	1.18	3	단면보수
공동구	균열	cw=0.3㎜ 미만	건조수축 및 온도변화	m	1.50	1	표면보수
		cw=0.3㎜ 이상	건조수축 및 온도변화	m	10.80	22	주입보수
	덮개 파손, 박리		공용중 외부충격	EA	8	8	재설치
	파손		공용중 외부충격	㎡	0.15	1	단면보수
배수시설	측구 균열		건조수축 및 온도변화	m	11.00	14	표면보수
	측구 파손		공용중 외부충격	㎡	0.05	2	단면보수
	이물질퇴적		공용기간 증가	EA	2	2	정비
포장부	균열		건조수축 및 온도변화	m	436.50	100	표면보수
	망상균열		건조수축 및 온도변화	m	16.00	1	단면보수
	포장 파손, 스폴링		중차량 반복통행	㎡	0.33	7	단면보수
	포장 마모		중차량 반복통행, 공용기간 증가	㎡	74.00	7	단면보수

나. 내구성조사 결과요약

【표 6.5.2】 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과	비 고
비파괴 강도 (㎫)	반발경도 라이닝 (설계기준 : 24MPa)		27.9 ~ 28.3	■ 전반적으로 설계강도 이상(양호)
탄산화 잔여깊이 (㎜)	라이닝	잔여깊이(㎜)	71.0 ~ 86.0	■ 탄산화 잔여깊이 30㎜이상 확보 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
종합 평가	• 콘크리트 강도는 전반적으로 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임			

【표 6.5.3】 내구성조사 기 점검과의 비교결과요약

시험명	시험부위	2023년 정밀안전점검	2025년 정밀안전점검	비고
비파괴 강도 (MPa)	라이닝 (설계기준: 24MPa)	25.5 ~ 25.6	26.9 ~ 27.2	측정 위치에 따른 편차로 인하여 정밀한 비교는 어려우나 설계강도를 100% 상회하고 있는 것으로 확인되어 콘크리트의 강도 상태는 양호한 것으로 판단됨
탄산화 깊이 (㎜)	라이닝 잔여깊이	48.0 ~ 75.5	75.0 ~ 76.0	측정위치에 따른 편차가 일부 존재하나 전차와 비교해서 급격한 진전없이 30mm 이상의 잔여깊이를 확보하여 양호한 상태로 확인되며, 탄산화 진행으로 인한 철근부식의 영향은 없는 것으로 판단됨.

6.5.2 영천방향

가. 외관조사 결과요약

【표 6.5.4】 외관조사 결과요약

구 분	결함내용 및 손상 열화내용		원인	단위	물량	개소	조치방안
라이닝 천단부	균열	cw=0.3㎜ 미만	건조수축 및 온도변화	m	59.00	20	표면보수
		cw=0.3㎜ 이상	건조수축 및 온도변화	m	48.00	13	주입보수
	재균열	cw=0.3㎜ 미만	건조수축 및 온도변화	m	11.00	2	표면보수
	균열부 백태		균열부 우수유입	㎡	0.43	6	표면보수
	층분리, 박락, 파손		거푸집 조기탈형, 다짐불량 온도변화에 의한 신축작용	㎡	0.83	15	단면보수
	망상균열		건조수축 및 온도변화	㎡	25.00	2	표면보수
라이닝 측벽부	균열	cw=0.3㎜ 미만	건조수축 및 온도변화	m	335.20	162	표면보수
		cw=0.3㎜ 이상	건조수축 및 온도변화	m	143.00	207	주입보수
	망상균열		건조수축 및 온도변화	㎡	58.00	4	표면보수
	층분리, 박락		거푸집 조기탈형, 다짐불량 온도변화에 의한 신축작용	㎡	17.27	32	단면보수
	긁힘, 누수흔적		외부 충격, 표면 우수유입	㎡	11.67	9	단면보수
갱문	균열	cw=0.3㎜ 미만	건조수축 및 온도변화	m	2.50	5	표면보수
	백태		표면 우수유입	㎡	0.30	1	표면보수
	파손		외부 충격	㎡	8.24	6	단면보수
	배수로 이격		시공미흡	m	5.00	1	실링
공동구	균열	cw=0.3㎜ 미만	건조수축 및 온도변화	m	16.00	32	표면보수
		cw=0.3㎜ 이상	건조수축 및 온도변화	m	6.50	13	주입보수
	덮개 파손, 박리		공용중 외부충격	EA	30	30	재설치
	본체 파손, 박락		공용중 외부충격	㎡	0.95	4	단면보수
배수시설	측구 균열		건조수축 및 온도변화	m	46.00	48	표면보수
	측구 층분리		공용중 외부충격	㎡	0.04	1	단면보수
	이물질퇴적		공용기간 증가	EA	10	10	정비
포장부	균열		건조수축 및 온도변화	m	121.00	22	표면보수
	망상균열		건조수축 및 온도변화	㎡	36.00	4	단면보수
	파손, 층분리, 스폴링		중차량 반복통행, 공용년수 증가	㎡	3.58	18	단면보수
	박리, 표면불량		중차량 반복통행, 공용기간 증가	㎡	2412.00	72	단면보수
	체수(흔적)		구배불량	㎡	0.50	1	주의관찰

나. 내구성조사 결과요약

【표 6.5.5】 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과	비 고
비파괴 강도 (㎫)	반발경도 라이닝 (설계기준 : 24MPa)		26.7 ~ 27.1	■ 전반적으로 설계강도 이상(양호)
탄산화 잔여깊이 (㎜)	라이닝	잔여깊이(㎜)	70.0 ~ 79.0	■ 탄산화 잔여깊이 30㎜이상 확보 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
종합 평가	• 콘크리트 강도는 전반적으로 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임			

【표 6.5.6】 내구성조사 기 점검과의 비교결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과				비 고
			2023년 정밀점검		금회		
비파괴강도 (㎫)	라이닝	반발경도	24.6~26.8		25.5~25.9		· 설계강도를 100% 만족하는 것으로 측정됨
탄산화 잔여깊이 (㎜)	라이닝		52.0~58.5 (잔여깊이)	a	31.0~47.0 (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.						

6.6 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-2024. 12.)』의 상태평가 기준에 따라 실시한다. 정밀점검의 상태평가 기준은 시설물의 전체 부재에 대하여 외관조사망도를 작성하여 부재별로 상세히 상태평가를 실시하며, 책임기술자가 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 결정하게 된다.

6.6.1 상태평가 등급산정

가. 상주방향

1) 구간분할

정밀점검을 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 6.6.1】 상주방향 구간현황

구 분	구조형식	SPAN	구조형식별 가중치 적용	비고
효령터널 (상주)	NATM(철근)	S1~S4, S27~S29 S52~S54, S74~S76 S97~S100	철근콘크리트 구간	
	NATM(무근)	S5~S26, S30~S51 S55~S73, S77~S96	무근콘크리트 구간	

2) 시설물의 상태등급

① 철근콘크리트 라이닝 상태평가 등급산정

【표 6.6.2】철근콘크리트 라이닝 등급 산정 결과

Span No.	균 열	누 수	파손 및 손상	재 질 열 화						결함점수 합 계	라이닝 등 급
				박 리	층분리, 박락	백 태	재료 분리	철근 노출	탄산화		
1	c	a	a	a	a	b	a	a	-	6	b
2	c	a	a	a	a	a	a	a	a	6	b
3	c	a	a	a	a	a	a	a	-	6	b

【표 6.6.2】 철근콘크리트 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	층분리, 박락	백 태	재료 분리	철근 노출	탄산화		
4	c	a	a	a	a	a	a	a	–	6	b
27	c	a	a	a	a	a	a	a	–	6	b
28	c	a	a	a	a	a	a	a	–	6	b
29	c	a	a	a	a	a	a	a	–	6	b
52	c	a	a	a	a	a	a	a	–	6	b
53	c	a	a	a	a	a	a	a	–	6	b
54	c	a	a	b	a	a	a	a	–	6	b
74	c	a	a	a	a	a	a	a	–	6	b
75	c	a	a	a	a	a	a	a	–	6	b
76	c	a	a	a	a	a	a	a	–	6	b
97	c	a	a	a	a	a	a	a	–	6	b
98	c	a	a	a	a	a	a	a	–	6	b
99	c	a	a	a	a	a	a	a	a	6	b
100	c	a	a	a	a	b	a	a	–	6	b
산술평균	6.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	6.000	

② 무근콘크리트 라이닝 상태평가 등급산정

【표 6.6.3】 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	층분리, 박락	백 태	재료분리		
5	c	a	a	a	a	a	a	6	b
6	c	a	a	a	a	a	a	6	b
7	c	a	a	a	a	a	a	6	b
8	c	a	a	b	a	a	a	6	b
9	c	a	b	b	a	a	a	6	b
10	c	a	a	a	a	a	a	6	b
11	c	a	b	a	a	a	a	6	b
12	c	a	a	a	a	a	a	6	b
13	c	a	a	a	a	a	a	6	b
14	c	a	a	a	a	a	a	6	b
15	c	a	a	b	a	a	a	6	b
16	c	a	a	a	a	a	a	6	b

【표 6.6.3】 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	층분리, 박락	백 태	재료분리		
17	c	a	a	a	a	a	a	6	b
18	c	a	a	a	a	a	a	6	b
19	c	a	a	a	a	a	a	6	b
20	c	a	b	a	b	a	a	6	b
21	c	a	a	b	a	a	a	6	b
22	c	a	a	a	b	a	a	6	b
23	c	a	a	a	a	a	a	6	b
24	c	a	a	a	a	a	a	6	b
25	c	a	a	a	a	a	a	6	b
26	c	a	a	b	a	a	a	6	b
30	c	a	a	b	a	a	a	6	b
31	c	a	a	b	a	a	a	6	b
32	c	a	a	a	a	a	a	6	b
33	c	a	a	a	a	a	a	6	b
34	c	a	a	a	a	a	a	6	b
35	c	a	a	c	a	a	a	7	b
36	c	a	a	a	b	a	a	6	b
37	c	a	a	b	a	a	a	6	b
38	c	a	a	a	b	a	a	6	b
39	c	a	a	b	a	a	a	6	b
40	c	a	a	a	a	a	a	6	b
41	c	a	a	a	a	a	a	6	b
42	c	a	a	a	a	a	a	6	b
43	c	a	a	a	b	a	a	6	b
44	c	a	a	a	b	a	a	6	b
45	c	a	a	a	a	a	a	6	b
46	c	a	a	a	b	a	a	6	b
47	c	a	a	a	b	a	a	6	b
48	c	a	a	a	a	a	a	6	b
49	c	a	a	b	a	a	a	6	b
50	c	a	a	b	a	a	a	6	b
51	c	a	a	a	a	a	a	6	b
55	c	a	a	a	b	a	a	6	b
56	c	a	a	b	a	a	a	6	b
57	c	a	a	a	a	a	a	6	b
58	c	a	a	b	a	a	a	6	b
59	c	a	a	b	a	a	a	6	b
60	c	a	a	a	a	a	a	6	b
61	a	a	a	b	a	a	a	0	a

【표 6.6.3】 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	층분리, 박락	백 태	재료분리		
62	c	a	a	a	a	a	a	6	b
63	c	a	a	a	a	a	a	6	b
64	c	a	a	a	b	a	a	6	b
65	c	a	a	a	b	a	a	6	b
66	c	a	a	a	a	a	a	6	b
67	c	a	a	a	a	a	a	6	b
68	c	a	a	a	a	a	a	6	b
69	c	a	a	a	a	a	a	6	b
70	c	a	a	a	a	a	a	6	b
71	c	a	a	a	a	a	a	6	b
72	c	a	a	a	a	a	a	6	b
73	c	a	a	b	a	a	a	6	b
77	c	a	a	a	a	a	a	6	b
78	c	a	a	a	a	a	a	6	b
79	c	a	a	a	a	a	a	6	b
80	c	a	a	a	a	a	a	6	b
81	c	a	a	a	a	a	a	6	b
82	c	a	a	a	a	a	a	6	b
83	c	a	a	a	a	a	a	6	b
84	c	a	a	a	a	a	a	6	b
85	c	a	a	b	a	a	a	6	b
86	c	a	a	a	b	a	a	6	b
87	c	a	a	a	a	a	a	6	b
88	c	a	a	a	a	a	a	6	b
89	c	a	a	a	a	a	a	6	b
90	c	a	a	a	b	a	a	6	b
91	c	a	a	a	a	a	a	6	b
92	c	a	a	b	a	a	a	6	b
93	c	a	a	a	a	a	a	6	b
94	c	a	a	a	a	a	a	6	b
95	c	a	a	a	a	a	a	6	b
96	c	a	a	a	a	a	a	6	b
산술평균	5.930	0.000	0.000	0.010	0.000	0.000	0.000	5.940	

나. 영천방향

1) 구간분할

정밀점검을 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 6.6.4】 영천방향 구간현황

구 분	구조형식	SPAN	구조형식별 가중치 적용	비고
효령터널 (영천)	NATM(철근)	S1~S4, S27~S29 S49~S51, S74~S76 S99~S102	철근콘크리트 구간	
	NATM(무근)	S5~S26, S30~S48 S52~S73, S77~S98	무근콘크리트 구간	

2) 시설물의 상태등급

① 철근콘크리트 라이닝 상태평가 등급산정

【표 6.6.5】철근콘크리트 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	층분리, 박락	백 태	재료 분리	철근 노출	탄산화		
1	c	a	a	a	a	a	a	a	–	6	b
2	c	a	a	a	a	a	a	a	–	6	b
3	c	a	a	a	b	a	a	a	a	6	b
4	c	a	a	a	a	a	a	a	–	6	b
27	c	a	a	b	a	a	a	a	–	6	b
28	c	a	a	a	a	a	a	a	–	6	b
29	c	a	a	a	a	a	a	a	–	6	b
49	c	a	a	a	a	a	a	a	–	6	b
50	c	a	a	a	a	a	a	a	–	6	b
51	c	a	a	b	a	a	a	a	–	6	b
74	c	a	a	b	a	a	a	a	–	6	b
75	c	a	a	a	b	a	a	a	–	6	b
76	c	a	a	b	a	a	a	a	–	6	b

【표 6.6.5】 철근콘크리트 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	층분리, 박락	백 태	재료 분리	철근 노출	탄산화		
99	c	a	a	a	a	a	a	a	–	6	b
100	c	a	a	a	a	a	a	a	a	6	b
101	a	a	a	a	a	a	a	a	–	0	a
102	c	a	a	a	a	b	a	a	–	6	b
산술평균	5.650	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	5.650	

② 무근콘크리트 라이닝 상태평가 등급산정

【표 6.6.6】 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	층분리, 박락	백 태	재료분리		
5	c	a	a	b	a	a	a	6	b
6	c	a	a	b	a	a	a	6	b
7	c	a	a	a	a	a	a	6	b
8	c	a	a	a	a	a	a	6	b
9	c	a	a	a	b	a	a	6	b
10	c	a	a	a	a	a	a	6	b
11	c	a	a	b	a	a	a	6	b
12	c	a	a	a	a	a	a	7	b
13	c	a	a	a	a	a	a	6	b
14	c	a	a	b	a	a	a	6	b
15	c	a	a	b	a	a	a	6	b
16	c	a	a	a	a	a	a	6	b
17	c	a	a	b	a	a	a	6	b
18	c	a	a	b	a	a	a	6	b
19	c	a	a	a	a	a	a	6	b
20	c	a	a	a	a	a	a	6	b
21	c	a	a	b	a	a	a	6	b
22	c	a	a	a	a	a	a	6	b
23	c	a	a	a	a	a	a	6	b
24	c	a	a	a	a	a	a	6	b
25	c	a	a	a	a	a	a	6	b
26	c	a	a	a	a	a	a	6	b

【표 6.6.6】 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	층분리, 박락	백 태	재료분리		
30	c	a	a	a	a	a	a	6	b
31	c	a	a	a	a	a	a	6	b
32	c	a	a	a	a	a	a	6	b
33	c	a	a	b	a	a	a	6	b
34	c	a	a	a	a	a	a	6	b
35	c	a	a	a	a	a	a	6	b
36	c	a	a	b	a	a	a	6	b
37	c	a	a	a	a	a	a	6	b
38	c	a	a	a	a	a	a	6	b
39	c	a	a	a	a	a	a	6	b
40	c	a	a	a	a	a	a	6	b
41	c	a	a	a	a	a	a	6	b
42	c	a	a	a	a	a	a	6	b
43	c	a	a	a	a	a	a	6	b
44	c	a	a	a	a	a	a	6	b
45	c	a	a	a	a	a	a	6	b
46	c	a	a	a	a	a	a	6	b
47	c	a	a	b	a	a	a	6	b
48	c	a	a	b	a	a	a	6	b
52	c	a	a	b	a	a	a	6	b
53	c	a	a	b	b	a	a	6	b
54	c	a	a	a	a	a	a	6	b
55	c	a	a	b	a	a	a	6	b
56	c	a	a	b	a	a	a	6	b
57	c	a	a	b	a	a	a	6	b
58	c	a	a	b	a	a	a	6	b
59	c	a	a	a	a	a	a	6	b
60	c	a	a	a	a	a	a	6	b
61	c	a	a	a	a	a	a	6	b
62	c	a	a	a	a	a	a	6	b
63	c	a	a	a	a	a	a	6	b
64	c	a	a	a	a	a	a	6	b
65	c	a	a	a	a	a	a	6	b

【표 6.6.6】 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	층분리, 박락	백 태	재료분리		
66	c	a	a	a	a	a	a	6	b
67	c	a	a	a	a	a	a	6	b
68	c	a	a	a	a	a	a	6	b
69	c	a	a	a	a	a	a	6	b
70	c	a	a	a	a	a	a	6	b
71	c	a	a	a	a	a	a	6	b
72	c	a	a	b	a	a	a	6	b
73	c	a	a	a	a	a	a	6	b
77	c	a	a	a	a	a	a	6	b
78	c	a	a	a	a	a	a	6	b
79	c	a	a	a	a	a	a	6	b
80	c	a	a	a	a	a	a	6	b
81	c	a	a	b	a	a	a	7	b
82	c	a	a	a	a	b	a	6	b
83	c	a	a	a	a	a	a	7	b
84	c	a	a	a	a	b	a	6	b
85	c	a	a	a	a	a	a	6	b
86	a	a	a	b	a	a	a	0	a
87	c	a	a	a	a	a	a	6	b
88	c	a	a	a	a	a	a	6	b
89	c	a	a	a	a	a	a	6	b
90	c	a	a	a	a	a	a	6	b
91	c	a	a	a	a	a	a	7	b
92	c	a	a	b	a	a	a	6	b
93	c	a	a	a	a	a	a	6	b
94	c	a	a	a	a	a	a	7	b
95	c	a	a	a	a	a	a	6	b
96	c	a	a	a	a	a	a	6	b
97	c	a	a	a	a	a	a	6	b
98	c	a	a	a	a	a	a	6	b
산술평균	5.990	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	5.990	

6.6.2 상태평가 결과

가. 상주방향

1) 철근 콘크리트 상태평가 결과

철근콘크리트															
총 SPAN	균열	파손 및 손상	누수	재질열화					주변상태						합계
				박리	층분리 박락	백태	재료 분리	철근 노출	배수 상태	지반 상태	갱문 상태	공동구 상태	특수 조건	탄산화	
17	6.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	1.00	0.50	1.50	0.00	0.00	8.000 0.186

2) 무근 콘크리트 상태평가 결과

무근콘크리트													
총 SPAN	균열	파손 및 손상	누수	재질열화				주변상태					합계
				박리	층분리 박락	백태	재료 분리	배수 상태	지반 상태	갱문 상태	공동구 상태	특수 조건	
83	5.930	0.000	0.000	0.010	0.000	0.000	0.000	0.00	1.00	0.50	1.50	0.00	7.940 0.234

3) 터널 상태평가 결과

효령터널(상주)					
구조물	구간별 결함지수	라이닝 연장	연장별 가중치	전체결함점수 (F)	상태평가등급
철근콘크리트	0.186	145	0.151	0.226	B
무근콘크리트	0.234	815	0.849		

나. 영천방향

1) 철근 콘크리트 상태평가 결과

철근콘크리트															
총 SPAN	균열	파손 및 손상	누수	재질열화					주변상태						합계
				박리	층분리 박락	백태	재료 분리	철근 노출	배수 상태	지반 상태	갱문 상태	공동구 상태	특수 조건	탄산화	
17	5.650	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	1.00	0.50	1.50	0.00	0.00	7.650 0.178

2) 무근 콘크리트 상태평가 결과

무근콘크리트														
총 SPAN	균열	파손 및 손상	누수	재질열화				주변상태					합계
				박리	층분리 박락	백태	재료 분리	배수 상태	지반 상태	갱문 상태	공동구 상태	특수 조건	
85	5.990	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	1.00	0.50	1.50	0.00	7.990 0.235

3) 터널 상태평가 결과

효령터널(영천)					
구조물	구간별 결함지수	라이닝 연장	연장별 가중치	전체결함점수 (F)	상태평가등급
철근콘크리트	0.178	145	0.148	0.226	B
무근콘크리트	0.235	835	0.852		

6.6.3 상태평가 결과요약

본 과업대상은 정밀안전점검으로 현장조사 및 시험을 토대로 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침-터널편(2024.12)』에 따라 형식별로 상태평가를 실시한 후 서로 다른 가중치를 적용하여 환산결함도 점수를 산출하였다.

가. 상주방향

1) 상태평가 결과

상태평가 결과 결함지수 0.226으로 "기능수행에 영향이 없으나 일부 보수가 필요한 상태"인 B등급(양호, 0.15 < 결함지수 ≦ 0.30) 으로 평가되었다.

2) 기 정밀점검 결과와의 비교

구 분	2023년 정밀안전점검	금회 정밀안전점검	비 고
결함지수	0.226	0.226	
상태등급	B	B	

- 금회 상태평가 결과 "B등급"으로 평가되었으며, 초기점검 이후 구조적인 손상은 발생하지 않은 것으로 조사되었다.
- 환산결함도 점수가 0.226 ⇨ 0.226으로 동일한 것으로 분석되었으며, 동일한 원인으로는 라이닝부에 발생한 손상의 신규 및 추가 손상이 미미함에 따라 환산결함도 점수가 동일한 것으로 판단된다.

나. 영천방향

1) 상태평가 결과

상태평가 결과 결함지수 0.226으로 “기능수행에 영향이 없으나 일부 보수가 필요한 상태”인 B등급(양호, 0.15 < 결함지수 ≦ 0.30) 으로 평가되었다.

2) 기 정밀점검 결과와의 비교

구 분	2023년 정밀안전점검	금회 정밀안전점검	비 고
결함지수	0.226	0.226	
상태등급	B	B	

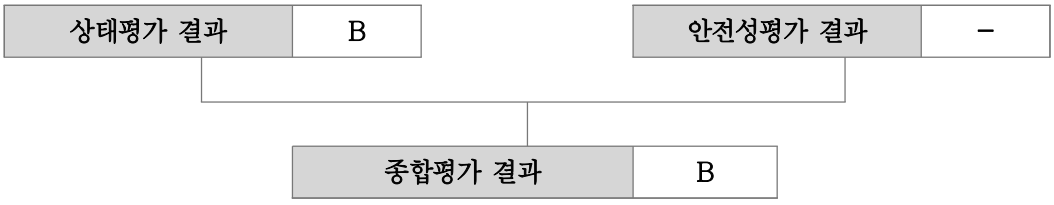
- 금회 상태평가 결과 “B등급”으로 평가되었으며, 초기점검 이후 구조적인 손상은 발생하지 않은 것으로 조사되었다.
- 환산결함도 점수가 0.226 ⇨ 0.226으로 동일한 것으로 분석되었으며, 동일한 원인으로는 라이닝부에 발생한 손상의 신규 및 추가 손상이 미미함에 따라 환산결함도 점수가 동일한 것으로 판단된다.

6.7 종합평가 및 안전등급 지정

6.7.1 종합평가 결과

가. 상주방향

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



【그림 6.7.1】 종합평가 결과

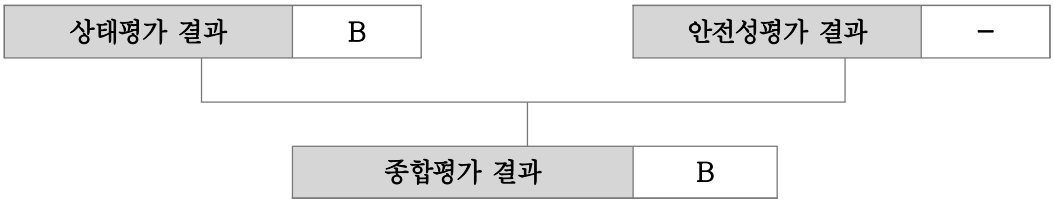
- 금회 상태평가 결과 “B등급”으로 평가되었으며, 초기점검 이후 구조적인 손상은 발생하지 않은 것으로 조사되었다.
- 환산결함도 점수가 0.226 ⇨ 0.226으로 동일한 것으로 분석되었으며, 동일한 원인으로는 라이닝부에 발생한 손상의 신규 및 추가 손상이 미미함에 따라 환산결함도 점수가 동일한 것으로 판단된다.

【표 6.7.1】 종합평가 등급 변화 비교

시행년도	분류	상태평가	안전성평가	종합평가	비 고
2023	정밀안전점검	B (0.226)	-	B	
2025	정밀안전점검	B (0.226)	-	B	

나. 영천방향

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



【그림 6.7.2】 종합평가 결과

- 금회 상태평가 결과 “B등급”으로 평가되었으며, 초기점검 이후 구조적인 손상은 발생하지 않은 것으로 조사되었다.
- 환산결함도 점수가 0.226 ⇨ 0.226으로 동일한 것으로 분석되었으며, 동일한 원인으로는 라이닝부에 발생한 손상의 신규 및 추가 손상이 미미함에 따라 환산결함도 점수가 동일한 것으로 판단된다.

【표 6.7.2】 종합평가 등급 변화 비교

시행년도	분류	상태평가	안전성평가	종합평가	비 고
2023	정밀안전점검	B (0.226)	-	B	
2025	정밀안전점검	B (0.226)	-	B	

6.7.2 안전등급 지정

가. 상주방향

종합평가 결과에 따른 본 시설물의 안전등급은 『보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태』인 **"B등급"** 으로 지정하였다.

【표 6.7.3】 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, 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태』인 **"A등급"** 으로 지정하였다.

【표 6.7.4】 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

6.8 보수·보강 및 유지관리방안

6.8.1 보수·보강 방안

가. 상주방향

【표 6.8.1】 손상별 보수·보강 방안

구분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
라이닝 천단부	균열(cw=0.3㎜미만)	m	26.00	12	표면보수	하자
	균열(cw=0.3㎜이상)	m	21.50	11	주입보수	하자
	재균열(cw=0.3㎜미만)	m	14.50	3	표면보수	하자
	재균열(cw=0.3㎜이상)	m	14.50	3	주입보수	하자
	망상균열	㎡	20.50	2	표면보수	하자
	균열부 백태	m	0.5	5	표면보수	하자
	조인트부 층분리, 재층분리, 박락	㎡	1.41	19	단면보수	하자
	박락, 파손	㎡	0.05	4	단면보수	하자
	누수흔적	㎡	0.20	1	표면보수	하자
라이닝 측벽부	균열(cw=0.3㎜미만)	m	19.00	6	표면보수	하자
	균열(cw=0.3㎜이상)	m	61.60	132	주입보수	하자
	망상균열	㎡	48.00	3	표면보수	하자
	조인트부 층분리, 박락	㎡	1.11	13	단면보수	하자
갱문	균열(cw=0.3㎜이상)	m	5.00	1	주입보수	2순위
	백태	㎡	5.00	2	표면보수	3순위
	배면배수로 균열	m	14.10	11	표면보수	3순위
	배면배수로 파손	㎡	1.18	3	단면보수	3순위
공동구	균열(cw=0.3㎜미만)	m	1.50	1	표면보수	3순위
	균열(cw=0.3㎜이상)	m	10.80	22	주입보수	2순위
	덮개 파손, 박리	EA	8	8	재설치	3순위
	파손	㎡	0.15	1	단면보수	3순위
배수시설	측구 균열	m	11.00	14	표면보수	3순위
	측구 파손	㎡	0.05	2	단면보수	3순위
	이물질퇴적	EA	2	2	정비	3순위
포장부	균열	m	436.50	100	표면보수	3순위
	망상균열	m	16.00	1	단면보수	3순위
	포장 파손, 스폴링	㎡	0.33	7	단면보수	2순위
	포장 마모	㎡	74.00	7	단면보수	3순위

나. 영천방향

【표 6.8.2】 손상별 보수·보강 방안

구분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
라이닝 천단부	균열(cw=0.3㎜미만)	m	59.00	20	표면보수	하자
	균열(cw=0.3㎜이상)	m	48.00	13	주입보수	하자
	재균열(cw=0.3㎜미만)	m	11.00	2	표면보수	하자
	균열부백태	㎡	0.43	6	표면보수	하자
	층분리, 박락, 파손	㎡	0.83	15	단면보수	하자
	망상균열	㎡	25.00	2	표면보수	하자
라이닝 측벽부	균열(cw=0.3㎜미만)	m	335.20	162	표면보수	하자
	균열(cw=0.3㎜이상)	m	143.00	207	주입보수	하자
	망상균열	㎡	58.00	4	표면보수	하자
	층분리, 박락	㎡	17.27	32	단면보수	하자
	긁힘, 누수흔적	㎡	11.67	9	단면보수	하자
갱문	균열(cw=0.3㎜미만)	m	2.50	5	표면보수	3순위
	백태	㎡	0.30	1	표면보수	3순위
	파손	㎡	8.24	6	단면보수	2순위
	배수로 이격	m	5.00	1	실링	3순위
공동구	균열(cw=0.3㎜미만)	m	16.00	32	표면보수	3순위
	균열(cw=0.3㎜이상)	m	6.50	13	주입보수	2순위
	덮개 파손, 박리	EA	30	30	재설치	3순위
	본체 파손, 박락	㎡	0.95	4	단면보수	2순위
배수시설	측구 균열	m	46.00	48	표면보수	3순위
	측구 층분리	㎡	0.04	1	단면보수	3순위
	이물질퇴적	EA	10	10	정비	3순위
포장부	균열	m	121.00	22	표면보수	3순위
	망상균열	㎡	36.00	4	단면보수	3순위
	파손, 층분리, 스폴링	㎡	3.58	18	단면보수	2순위
	박리, 표면불량	㎡	2412.00	72	단면보수	3순위
	체수(흔적)	㎡	0.50	1	주의관찰	-

6.8.2 개략공사비

가. 상주방향

대상 시설물의 손상별 보수방안, 개략공사비는 다음과 같다.

【표 6.8.3】 손상별 보수·보강 방안 및 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
라이닝 천단부	균열(cw=0.3㎜미만)	표면보수	26.00	9.75	㎡	-	-	하자
	균열(cw=0.3㎜이상)	주입보수	21.50	32.25	m	-	-	하자
	재균열(cw=0.3㎜미만)	표면보수	14.00	21.00	㎡	-	-	하자
	재균열(cw=0.3㎜이상)	주입보수	14.50	21.75	m	-	-	하자
	망상균열	표면보수	20.50	30.75	㎡	-	-	하자
	균열부 백태	표면보수	0.5	0.75	m	-	-	하자
	조인트부 층분리, 재층분리, 박락	단면보수	1.41	2.11	㎡	-	-	하자
	박락, 파손	단면보수	0.05	0.08	㎡	-	-	하자
	누수흔적	표면보수	0.20	0.30	㎡	-	-	하자
라이닝 측벽부	균열(cw=0.3㎜미만)	표면보수	19.00	7.13	㎡	-	-	하자
	균열(cw=0.3㎜이상)	주입보수	61.60	92.40	m	-	-	하자
	망상균열	표면보수	48.00	72.00	㎡	-	-	하자
	조인트부 층분리, 박락	단면보수	1.11	1.67	㎡	-	-	하자
갱문	균열(cw=0.3㎜이상)	주입보수	5.00	7.50	㎡	103	773	2순위
	백태	표면보수	5.00	7.50	㎡	299	2,243	3순위
	배면배수로 균열	표면보수	14.10	21.15	㎡	299	6,324	3순위
	배면배수로 파손	단면보수	1.18	1.77	m	1,152	2,039	3순위
공동구	균열(cw=0.3㎜미만)	표면보수	1.50	0.56	㎡	299	167	3순위
	균열(cw=0.3㎜이상)	주입보수	10.80	16.20	m	103	1,669	2순위
	덮개 파손, 박리	재설치	8	12.00	EA	25	300	3순위
	파손	단면보수	0.15	0.22	㎡	1,152	253	3순위
배수시설	측구 균열	표면보수	11.00	16.50	㎡	299	4,934	3순위
	측구 파손	단면보수	0.05	0.08	㎡	1,152	92	3순위
	이물질퇴적	정비	2	3.00	EA	8	24	3순위
포장부	균열	표면보수	436.50	654.75	㎡	299	195,770	3순위
	망상균열	단면보수	16.00	24.00	m	1,152	27,648	3순위
	포장 파손, 스폴링	단면보수	0.33	0.50	㎡	1,152	576	2순위
	포장 마모	단면보수	74.00	111.00	㎡	1,152	127,872	3순위
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위			3순위	
	순공사비	-		3,018			367,666	
	재경비 (순공사비의 50%)	-		1,509			183,833	
	합계	-		4,527			551,499	
개략공사비 총계(천원)		556,026						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.
주2) 0.3㎜미만 균열보수는 손상물량(m)×0.25(m)를 하여 면적(㎡)으로 산출하였음.
주3) 하자손상의 경우 금회 개략공사비 금액에서 제외함.

나. 영천방향

대상 시설물의 손상별 보수방안, 개략공사비는 다음과 같다.

【표 6.8.4】 손상별 보수·보강 방안 및 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
라이닝 천단부	균열(cw=0.3㎜미만)	표면보수	59.00	22.13	㎡	-	-	하자
	균열(cw=0.3㎜이상)	주입보수	48.00	72.00	m	-	-	하자
	재균열(cw=0.3㎜미만)	표면보수	11.00	4.13	㎡	-	-	하자
	균열부백태	표면보수	0.43	0.65	㎡	-	-	하자
	층분리, 박락, 파손	단면보수	0.83	1.24	㎡	-	-	하자
	망상균열	표면보수	25.00	37.50	㎡	-	-	하자
라이닝 측벽부	균열(cw=0.3㎜미만)	표면보수	335.20	125.70	㎡	-	-	하자
	균열(cw=0.3㎜이상)	주입보수	143.00	214.50	m	-	-	하자
	망상균열	표면보수	58.00	87.00	㎡	-	-	하자
	층분리, 박락	단면보수	17.27	25.91	㎡	-	-	하자
	긁힘, 누수흔적	단면보수	11.67	17.51	㎡	-	-	하자
갱문	균열(cw=0.3㎜미만)	표면보수	2.50	0.94	㎡	299	281	3순위
	백태	표면보수	0.30	0.45	㎡	299	135	3순위
	파손	단면보수	8.24	12.36	㎡	1,152	14,239	2순위
	배수로 이격	실링	5.00	7.50	m	10	75	3순위
공동구	균열(cw=0.3㎜미만)	표면보수	16.00	6.00	㎡	299	1,794	3순위
	균열(cw=0.3㎜이상)	주입보수	6.50	9.75	m	103	1,004	2순위
	덮개 파손, 박리	재설치	30	14	EA	25	350	3순위
	본체 파손, 박락	단면보수	0.95	1.42	㎡	1,152	1,636	2순위
배수시설	측구 균열	표면보수	46.00	17.25	㎡	299	5,158	3순위
	측구 층분리	단면보수	0.04	0.06	㎡	1,152	69	3순위
	이물질퇴적	정비	10	15.00	EA	8	120	3순위
포장부	균열	표면보수	121.00	45.38	㎡	299	13,569	3순위
	망상균열	단면보수	36.00	54.00	㎡	1,152	62,208	3순위
	파손, 층분리, 스폴링	단면보수	3.58	5.37	㎡	1,152	6,186	2순위
	박리, 표면불량	단면보수	2412.00	3,618.00	㎡	1,152	4,167,936	3순위

개략 공사비 (천원)	구 분	1순위	2순위	3순위
	순공사비	-	23,065	4,251,695
	재경비 (순공사비의 50%)	-	11,533	2,125,847
	합계	-	34,598	6,377,542
개략공사비 총계(천원)		6,412,140		

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.
주2) 0.3mm미만 균열보수는 손상물량(m)×0.25(m)를 하여 면적(㎡)으로 산출하였음.
주3) 하자손상의 경우 금회 개략공사비 금액에서 제외함.

6.8.3 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 6.8.5】 중점유지관리 항목

구 분	현 황	관리방안	관련사진
라이닝	•균열, 망상균열 •조인트부 층분리, 박락 •라이닝 박락, 파손	•정기 및 차기 정밀점검 시 손상수량 증가, 손상부 확대여부 확인 - 손상 확대에 따라 보수시기 결정 - 보수 시 품질 및 시공관리 - 보수 후 재손상 발생여부 확인	
측벽부	•균열, 망상균열 •조인트부 층분리, 박락	•정기 및 차기 정밀점검 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 정밀점검 시 손상수량 증가, 발생여부 확인	
포장면	•포장 균열, 망상균열 •포장 파손, 마모	•정기 및 차기 정밀점검 시 손상수량 증가, 발생여부 확인	

나. 영천방향

【표 6.8.6】 중점유지관리 항목

구 분	현 황	관리방안	관련사진
라이닝	•균열, 망상균열 •조인트부 박락, 파손	•정기 및 차기 정밀점검 시 손상수량 증가, 손상부 확대여부 확인 - 손상 확대에 따라 보수시기 결정 - 보수 시 품질 및 시공관리 - 보수 후 재손상 발생여부 확인	
측벽부	•균열, 망상균열 •층분리, 박락 •긁힘, 누수흔적	•정기 및 차기 정밀점검 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 정밀점검 시 손상수량 증가, 발생여부 확인	
포장면	•포장 균열, 망상균열 •포장 파손, 층분리 등	•정기 및 차기 정밀점검 시 손상수량 증가, 발생여부 확인	

6.9 종합결론

본 시설물은 대구광역시 군위군 효령면 중구리에 위치하며 연장 960.0m(상주), 980.0m(영천), 폭 10.3m, 높이 6.47m의 터널로, 종단선형은 시점에서 종점으로 (-) 약 0.8% 경사를 이루고 있다. 터널본선은 NATM으로 시공된 난형식의 터널로서, 시·종점측 갱문형식은 면벽식으로 시공되었고, 2017년도에 준공되어 약 8년간 공용중인 터널 구조물이며, 시공자료 분석을 포함, 현장외관조사 및 시험, 상태평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

6.9.1 상주방향

가. 현장조사 및 시험

1) 라이닝

- 천단부에 발생한 주요 손상은 균열 및 재균열(cw=0.3㎜미만, 이상), 망상균열 등의 균열손상과 균열부 백태, 층분리 및 재층분리, 박락, 파손, 누수흔적 등이 조사되었다. 천단부에 발생한 주요 손상인 균열 손상은 종·횡방향 균열, 망상균열 및 균열부 백태 등의 손상이 확인되었으며, 기 손상은 라이닝 콘크리트의 계절변화에 따른 온도변화 및 건조수축으로 인한 구속력에 따른 균열로 판단되며, 균열부 백태의 경우 균열부를 통한 우수유입이 원인인 것으로 사료된다. 기 발생된 손상은 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다. 조인트부에 발생된 층분리 및 박락의 경우 거푸집 조기탈형, 다짐불량, 온도변화에 의한 신축작용 등에 의해 발생된 손상으로 판단되며, 기 발생된 손상의 경우 구조물의 안전성을 저해할 만한 손상은 아니나, 손상의 진전시 2차피해가 우려되므로 단면보수 등의 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다. 천단부 일부구간에 발생된 박락 및 파손의 경우 조명시설 설치를 위한 앵커볼트 삽입부 응력발생 및 외부충격에 의한 손상으로 손상의 진전 방지를 위한 단면보수 등의 조치가 요구된다.
- 측벽부는 대체로 양호한 상태이며, 균열(cw=0.3㎜미만, 이상) 및 망상균열, 조인트부 층분리 및 박락드의 손상이 일부 구간에서 발생한 것으로 조사되었다. 측벽부에 발생된 손상으로는 균열 및 망상균열, 조인트부 층분리, 박락 등의 손상이 확인되었으며, 기 발생된 손상의 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 등이 요구되며, 조인트부에 발생된 층분리 및 박락의 경우 손상의 진전 방지를 위한 단면보수 등의 조치가 필요한 것으로 판단된다.

2) 갱문

- 갱문 외관조사 결과, 시·종점측 갱문에서 균열, 백태 손상이 일부 발생한 것으로 조사되었

으며, 배면 배수로에 균열 및 파손이 발생하였다. 기 발생된 손상은 건조수축 및 온도변화, 수분흡착, 외부충격 등에 의한 것으로, 손상부에 대해서는 부재의 내구성 저하방지를 위한 보수가 필요한 것으로 판단된다.

3) 사면

- 사면 외관조사 결과, 터널 주변 사면에 초본류 및 목본류의 식생상태는 양호하며, 사면의 슬라이딩, 토사유실 및 침식, 낙석, 식생부족 등의 손상이 없는 전반적으로 양호한 상태로 조사되었다.

4) 공동구 및 배수시설

- 공동구 및 배수시설 외관조사 결과, 공동구는 일부구간 균열, 덮개 박리 및 파손이 조사되었으며, 배수시설은 측구 균열, 파손 및 이물질 퇴적 등의 손상이 발생한 상태로 조사되었다. 공동구에 발생한 주요 손상인 균열은 초기 건조수축 및 공용년수 증가로 인해 일부 구간에서 진전된 것으로 판단되며, 내구성 저하방지 차원의 보수를 실시하는 것으로 바람직하다. 벽체 파손 및 덮개 파손은 공용중 외부충격 등에 의한 것으로 판단되며, 공동구는 점검자의 도보를 통한 안전점검시 보도로서 활용하는 만큼 안전사고 예방차원에서 정비가 필요하며, 벽체 파손은 시설물의 내구성 확보를 위하여 보수가 필요한 것으로 판단된다.
- 배수시설 손상은 포장 갓길측에 위치한 측구 손상으로 균열이 주로 발생하였으며, 기 발생된 손상은 초기 건조수축 및 공용년수 증가의 원인으로 판단되며, 내구성 저하방지를 위한 보수가 필요하다. 측구에 발생한 파손의 경우 포장부에서 전달되는 지속적인 충격 및 다짐미흡에 따른 손상으로 손상의 규모는 작으나, 사용성 향상을 위해 적절한 보수가 필요하다.

5) 포장면

- 포장부 외관조사 결과, 차량의 주행성에 영향을 미칠만한 손상은 없는 것으로 조사되었으며, 국부적으로 포장 균열 및 망상균열, 파손, 포장 마모가 발생된 것으로 확인되었다. 콘크리트 포장에 발생한 균열, 파손, 마모의 경우 건조수축, 온도변화, 중차량의 반복통행에 의해 발생된 것으로 판단되며, 현재 차량의 주행성에 영향을 미치는 정도는 아니나, 손상의 진전 및 내구성 확보를 위해 보수가 필요하며, 보수 후에도 차량하중으로 인한 재손상이 우려되므로 점검을 통한 유지관리가 필요한 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 확인되었으

며, 소화시설 점검결과, 터널내부 차량 화재시 진압을 위한 소화설비는 측벽부에 설치되어 있으며, 내부에 분말소화기 2조가 비치되어 것으로 조사되었다.

7) 내구성 조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 26.9~27.2㎫로 측정되었으며, 설계기준 압축강도(24.0㎫)를 전반적으로 상회하여 콘크리트의 강도상태는 양호한것으로 확인된다. 또한 비건전부의 측정강도가 설계기준 압축강도를 상회하고, 건전부 대비 98.5%이상으로 콘크리트의 강도는 양호한 상태로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.
- 탄산화 깊이 측정결과, 탄산화깊이는 3.0㎜~4.0㎜로 측정되었으며, 잔여깊이가 30㎜이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

나. 상태평가 결과

- 금회 상태평가 결과 “B등급”으로 평가되었으며, 초기점검 이후 구조적인 손상은 발생하지 않은 것으로 조사되었다. 환산결함도 점수가 0.226 ⇨ 0.226으로 동일한 것으로 분석되었으며, 동일한 원인으로는 라이닝부에 발생한 손상의 신규 및 추가 손상이 미미함에 따라 환산결함도 점수가 동일한 것으로 판단된다.

다. 중점유지관리 사항

- 효령터널(상주)에 대한 정밀안전점검결과 중점관리 사항은 아래와 같다.

① 라이닝 균열 : 균열의 진전 및 추가발생 여부 확인
② 라이닝 조인트부 층분리 및 박락 : 탈락으로 인한 안전사고 우려
③ 포장부 파손 : 콘크리트 탈락으로 주행차량의 안전성 우려

라. 결론

- 효령터널(상주)은 준공이후 약 8년의 공용기간이 경과한 시설물로 외관조사결과, 전반적으로 양호한 상태이나, 일부 보수를 요하는 비구조적인 손상이 조사된 상태로서 기 발생된 손상에 대해서는 내구성 저하방지를 위한 보수가 필요한 상태이다.
- 본 터널의 상태평가 결과를 종합적으로 평가하여 효령터널(상주)의 안전등급을 산정하면 「B」등급으로 평가되었으며, 본 보고서에 제시된 방안으로 보수를 시행하고 지속적인 유지관리를 실시한다면 구조물의 사용성을 확보하는데 문제가 없을 것으로 사료된다.

6.9.2 영천방향

가. 현장조사 및 시험

1) 라이닝

- 천단부에 발생한 주요 손상은 균열 및 재균열(cw=0.3㎜미만, 이상), 망상균열 등의 균열 손상과 일부 구간에 발생한 균열부 백태, 조인트부 층분리, 파손 손상 등이 조사되었다. 천단부에 발생한 주요 손상으로는 종·횡방향 균열 및 망상균열, 균열부 백태 등의 균열 손상으로 기 손상은 라이닝 콘크리트의 계절변화에 따른 온도변화 및 건조수축으로 인한 구속력으로 발생된 비구조적인 균열로 판단되며, 균열부 백태의 경우 균열부를 통한 우수유입이 원인인 것으로 판단된다. 또한 일부구간 발생된 재균열의 경우 보수시 마감미흡, 보수재료의 열화 등에 의해 발생된 손상으로 판단되며, 구조물에 발생된 손상부는 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 증진을 위한 보수를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다. 조인트부에 발생된 층분리 및 박락 손상은 거푸집 조기탈형, 다짐불량, 온도변화에 의한 신축작용 등에 의해 발생된 손상으로 판단되며, 기 발생된 손상의 경우 구조물의 안전성을 저해할 만한 손상은 아니나, 손상의 진전시 2차피해가 우려되므로 단면보수 등의 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 측벽부에 발생한 손상으로는 균열(cw=0.3㎜미만, 이상) 및 망상균열 등의 균열 손상이 주로 발생하였으며, 그 외 조인트부 층분리 및 박락, 표면 누수흔적 등의 손상이 국부적으로 발생한 것으로 조사되었다. 측벽부에 발생된 주요 손상은 균열, 조인트부 층분리 및 박락 등의 손상으로 발생 원인으로는 건조수축 및 온도변화, 거푸집 조기탈형, 다짐불량 등에 의해 발생된 것으로 판단된다. 균열 손상은 구조물의 안전성에는 영향이 없으나 내구성 저하 방지를 위한 보수가 요구되며, 조인트부 및 측벽부에 발생된 층분리 및 박락의 경우 손상의 진전 방지를 위한 단면보수를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다. 층분리 및 박락의 경우 거푸집 조기탈형, 다짐불량 등의 복합적인 원인으로 발생한 손상으로, 손상의 정도가 경미하여 시설물의 안전성에 미치는 영향은 적으나, 내구성 확보치원의 보수가 요구된다.

2) 갱문

- 갱문 외관조사 결과, 대체로 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었으며, 일부 구간에서 경미한 균열, 백태 및 파손, 배수로 이격 손상이 조사되었다. 갱문에 발생한 균열 손상은 건조수축 및 온도변화로 인해 발생된 비구조적 손상으로 보수보다는 손상 진전에 대한 주의관찰을 실시한다. 백태 및 파손은 공용중 재료의 열화, 표면 수분침투 등의 원인으로 인해 발생된 손상으로 시설물의 내구성 저하방지를 위한 보수가 필요한 상태이다.

3) 사면

- 사면 외관조사 결과, 터널 주변 사면에 초본류 및 목본류의 식생상태는 양호하며, 사면의 슬라이딩, 토사유실 및 침식, 낙석, 식생부족 등의 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

4) 공동구 및 배수시설

- 공동구 및 배수시설 외관조사 결과, 공동구는 균열(cw=0.3㎜미만, 이상), 벽체 파손 및 박락, 덮개 파손 등의 손상이 조사되었으며, 배수시설은 측구 균열, 층분리, 이물질퇴적 등의 손상이 발생한 것으로 조사되었다. 공동구에 발생한 주요 손상인 균열은 초기 건조수축 및 공용년수 증가로 인해 일부 구간에서 진전된 것으로 판단되며, 내구성 저하방지 차원의 보수를 실시하는 것으로 바람직하다. 벽체 파손 및 덮개 파손은 공용중 외부충격 등에 의한 것으로 판단되며, 공동구는 점검자의 도보를 통한 안전점검시 보도로서 활용하는 만큼 안전사고 예방차원에서 정비가 필요하며, 벽체 파손은 시설물의 내구성 확보를 위하여 보수가 필요한 것으로 판단된다.
- 배수시설 손상은 포장 갓길측에 위치한 측구 손상으로 균열이 주로 발생하였으며, 기 발생된 손상은 초기 건조수축 및 공용년수 증가의 원인으로 판단되며, 내구성 저하방지를 위한 보수가 필요하다. 측구에 발생한 층분리의 경우 포장부에서 전달되는 지속적인 충격 및 다짐미흡에 따른 손상으로 손상의 규모는 작으나, 사용성 향상을 위해 적절한 보수가 필요하다.

5) 포장면

- 포장부에 대한 외관조사 결과, 차량의 주행성에 영향을 미칠만한 손상은 발생되지 않았으며, 일부 구간에 포장 균열 및 망상균열, 파손, 박리, 층분리 등의 손상이 발생한 것으로 확인되었다. 콘크리트 포장에 발생한 균열, 망상균열, 파손, 마모 등은 건조수축 및 온도변화, 중차량의 반복통행, 공용기간 증가에 의해 발생된 것으로 판단되며, 현재 손상의 정도는 적으나, 내구성 확보를 위해 보수가 필요하며 보수 후에도 재손상이 우려되므로 점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다. 또한, 일부구간 발생된 체수의 경우 손상정도가 경미하며 주행차량의 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 아니므로 주의관찰 후 손상의 진전시 적절한 조치를 취하는 것이 바람직 할 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 26.5~26.7㎫로 측정되었으며, 설계기준 압축강도(24.0㎫)를 전반적으로 상회하여 콘크리트의 강도상태는 양호한것으로 확인된다. 또한 비건전부의 측정강도가 설계기준 압축강도를 상회하고, 건전부 대비 100.9%이상으로 콘크리트의 강도는 양호한 상태로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.
- 탄산화 깊이 측정결과, 탄산화깊이는 3.0㎜~4.0㎜로 측정되었으며, 잔여깊이가 30㎜이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

나. 상태평가 결과

- 금회 상태평가 결과 “B등급”으로 평가되었으며, 초기점검 이후 구조적인 손상은 발생하지 않은 것으로 조사되었다. 환산결함도 점수가 0.226 ⇨ 0.226으로 동일한 것으로 분석되었으며, 동일한 원인으로는 라이닝부에 발생한 손상의 신규 및 추가 손상이 미미함에 따라 환산결함도 점수가 동일한 것으로 판단된다.

다. 중점유지관리 사항

- 효령터널(영천)에 대한 정밀안전점검결과 중점관리 사항은 아래와 같다.

① 라이닝 균열 : 균열의 진전 및 추가발생 여부 확인
② 라이닝 조인트부 층분리 및 박락 : 탈락으로 인한 안전사고 우려
③ 공동구 및 배수시설 : 균열의 진전, 추가 손상 발생 여부 확인
④ 포장부 파손 : 콘크리트 탈락으로 주행차량의 안전성 우려

라. 결론

- 효령터널(영천)은 준공이후 약 8년의 공용기간이 경과한 시설물로 외관조사결과, 전반적으로 양호한 상태이나, 일부 보수를 요하는 비구조적인 손상이 조사된 상태로서 기 발생된 손상에 대해서는 내구성 저하방지를 위한 보수가 필요한 상태이다.
- 본 터널의 상태평가 결과를 종합적으로 평가하여 효령터널(영천)의 안전등급을 산정하면 「B」등급으로 평가되었으며, 본 보고서에 제시된 방안으로 보수를 시행하고 지속적인 유지관리를 실시한다면 구조물의 사용성을 확보하는데 문제가 없을 것으로 사료된다.

6.9.3 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.

6.9.4 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.