

진부2터널(인천)



2종성능평가 결과 요약문

1.1 과업의 목적

본 과업은 “시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법”(이하 “시설물안전법”이라 한다.)에 따른 성능평가를 시행하여 현장조사 및 각종시험에 의해 시설물의 성능을 종합적으로 평가하여 시설물의 객관적인 현재의 상태와 장래의 성능 변화를 파악·예측하고, 이를 통해 관리주체가 보수·개량·교체 등의 최적시기 결정 등 합리적 유지관리 전략을 마련하는 데에 있다.

1.2 과업의 범위 및 내용

1.2.1 과업의 범위

가. 자료수집 및 분석

- 1) 자료수집 및 분석
- 2) 현장조사 및 시험
- 3) 안전성능평가
- 4) 내구성능평가
- 5) 사용성능평가
- 6) 종합평가
- 7) 유지관리 전략 제안
- 8) 보고서 작성

1.2.2 과업수행기간

- 2019. 05. 27 ~ 2019. 06. 24 (29일간)

1.3 대상터널의 현황

1.3.1 인천방향

구 분		내 용	구 분	내 용
시설물명		진부2터널(인천)	시설물번호	TU1999-000037
준공년월일		1999년 12월 18일	관리번호	터널3-1
시설물위치		강원도 평창군 진부면 하진부리 산251-1		
공 법		NATM	노선명(이정)	고속국도50호선
제원	연장	L=185.0m	평면선형	-
	폭원	9.6m(2차로)	종단선형	-2.5%
터널형식		난형	갱문형식	시점:면벽식, 종점:면벽식
도로부		콘크리트 포장	배수형식	측면배수
부속설비		환기-자연환기, 조명-형광등, 할로젠, 전기-한전수전, 소방-소화전		

2.1 자료수집 현황

본 과업에 대한 조사자료는 주변현황 자료와 시설물의 설계, 시공 및 유지관리자료로 대별되며, 자료 분석을 통하여 과업 수행의 추진방향과 세부계획을 수립하였다.

또한, 본 과업 대상구조물의 관련자료를 수집·분석하여 구조물의 이력 확인, 결함 및 손상의 원인 분석, 손상의 변화 및 진행성 여부, 보수보강대책 및 유지관리방안을 수립하기 위한 기초자료로 활용하였다.

2.1.1 자료수집 현황

보존대상 목록		관리주체 보유현황	비 고
설계도서	공 통 - 준공내역서, 공사시방서 - 각종계산서, 토질조사 보고서 - 기타 특이사항 보고서	○	한국도로공사 시스템 내 준공도서
	설계도면, 준공도면 - 위치도, 평면도, 단면도, 상하부 구조물도, 빔 상세도, 신축이음, 교량받침 상세도	○	한국도로공사 시스템 내 준공도서
시설물 관리대장	기본현황, 상제제원, 유지관리 이력	○	한국도로공사 시스템 내 교량관리대장
정기점검 및 정밀점검 자료		○	한국도로공사 시스템 내 보수 및 점검이력
시설물 보수 · 보강 자료		○	

2.1.2 자료분석 결과요약

구 분	수집 자료	자료분석 결과	진단과업 진행방향
유 지 관 리 자 료	◇정밀안전점검 보고서 (2017) ◇보수·보강 이력 ⇒ 한국시설안전공단 FMS 참조	◇라이닝 : 균열(0.3mm이상), 균열(0.3mm미만) 망상균열, 조인트부 박락 ◇타일 : 타일균열, 타일탈락, 타일들뜸 및 탈락, 타일파손, 균열(1.0mm이상) ◇포장부 : 포장파손 ◇갯문 : 대리석 균열	◇부재별 기 손상부 추가 손상 발생 여부 확인

3.1 현장조사 및 시험

3.1.1 전회차 손상물량 비교

가. 인천방향

구 분	손상 내용	단위	2017년	금회	증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	물량		
라이닝 천단부	횡균열(cw=0.3mm미만)	m	4.6	4.6	-	
	횡균열(cw=0.3mm이상)	m	28.4	28.4	-	
	망상균열	m ²	105.0	140.0	▲35.0	
	조인트부 들뜸/박락	m ²	2.4	1.34	▼1.06	
	백태	m ²	-	0.1	▲0.1	
라이닝 측벽부	횡균열(cw=0.3mm이상)	m	3.0	3.0	-	
	타일 균열	m	1.2	2.4	▲1.2	
	타일 들뜸/탈락	EA	10	19.0	▲9.0	
	타일 파손	EA	5	18.0	▲13.0	
갯 문	대리석 균열	m	0.3	0.3	-	
공동구	덮개 파손	EA	-	2.0	▲2.0	
포장부	포장 균열	m	-	4.0	▲4.0	
	포장 파손	m ²	0.09	1.27	▲1.23	
	스폴링	m ²	-	0.04	▲0.04	

3.1.2 현장조사 결과요약

가. 인천방향

1) 라이닝

- 천단부는 폭 0.3mm내 · 외의 횡방향 균열 및 망상균열, 백태, 조인트부 들뜸, 박락 등이 일부 구간에 조사되었다. 균열은 라이닝 콘크리트의 계절변화에 따른 건조수축 및 온도변화에 의한 구속과 시공초기 발생된 균열에 대해 미보수된 비구조적 균열로 판단되며, 누수의 경우 균열부를 통한 누수가 원인 것으로 추정된다. 본 구조물에 발생된 균열은 구조물의 안전성에는 큰 영향이 없으나 장기적으로 내구성 저하방지를 위한 표면보수, 주입보수 등의 적절한 보수가 필요할 것으로 판단되며, 조인트부 들뜸 및 박락의 경우, 손상부를 제거하고 단면보수를 실시하더라도 경과년수가 증가함에 따라 기존 콘크리트와 보수재와의 불연속면에서 박리가 발생하여 재손상의 가능성이 높다. 따라서 안전사고 예방차원에서 유지관리하는 것이 적절하다고 판단된다.

- 측벽부는 폭0.3mm이상 균열, 타일균열, 들뜸 및 탈락, 파손 등이 국부적으로 발생한 것으로 조사되었다. 측벽부에 발생된 균열, 타일균열, 들뜸 및 탈락, 파손 등의 손상은 건조수축 및 온도변화, 시공미흡, 공용중 열화 등에 의해 발생된 것으로 판단된다. 조사된 균열은 구조물의 안전성에는 영향이 없으나 내구성 저하 방지를 위한 표면보수, 주입보수 등이 요구되며, 타일에 발생된 손상들에 대해서는 안전사고예방 및 미관 확보를 위해 타일 재시공 등 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

2) 갯문

- 갯문 외관조사 결과 시점측 일부구간에서 대리석 균열이 발생한 것으로 확인되었다. 반면 종점측은 양호한 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, 일부구간 공동구 덮개 파손이 조사되었으며, 배수 시설은 특이손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다. 공동구에 일부 발생된 덮개 파손 등은 공용중 외부충격 등에 의한 것으로 판단되며, 공동구는 점검자의 안전점검시 보 도로써 활용하는 만큼 안전사고 예방차원에서 파손된 덮개에 대해서는 교체가 바람직 할 것으로 판단된다.

5) 포장면

- 포장부 외관조사 결과, 전 구간에 국부적으로 포장 균열 및 파손, 스폴링 등의 손상이 발생한 것으로 확인되었다. 콘크리트 포장에 발생한 균열, 파손 등은 중차량의 반복통 행에 의해 발생된 것으로 판단되며, 현재 손상의 크기가 작으나, 내구성 확보를 위해 보수가 필요하며 보수 후에도 차량하중으로 인한 재손상이 우려되므로 점검을 통한 유 지관리가 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 것 으로 확인되었으며, 소화시설 점검결과, 터널내부 차량 화재시 진압을 위한 소화설비는 측벽부에 설치되어 있으며, 내부에 분말소화기 2조가 비치되어 것으로 조사되었다.

3.1.3 내구성조사 결과요약

가. 인천방향

시 험 명		시험부위		시험 결과		비 고
				시험값	기준값	
진부2터널 (인천)	비파괴 강도 (MPa)	반발 경도	라이닝	25.2~26.7	fck=24.0	· 설계강도를 만족하 는 것으로 측정됨
	탄산화 깊이(mm)	라이닝		58.0~59.0 (잔여깊이)	a 등급	· 탄산화에 의한 철근 부식 가능성은 없음

4.1 시설물의 안전성능 평가

4.1.1 인천방향

구분	결합지수(a)	평가등급(b)	연장(m)	연장비	b × 연장비
철근콘크리트라이닝	0.050	a	40	0.216	0.011
무근콘크리트라이닝	0.041	a	145	0.784	0.032
기본시설 결합지수					0.043
상태안전성능 평가 등급					A

구분	상태안전성능 평가		구조안전성능 평가		비고
	평가지수	평가등급	평가지수	평가등급	
진부2터널(인천)	0.043	A	0.14	A	
안전성능등급	안전성능 평가지수는 0.14로 평가 되었으며, 안전성능 평가등급은 A등급으로 산정되었다.				

5.1 시설물의 내구성능 평가

5.1.1 인천방향

세부 부재명 (가중치, %)	항목별 평가결과				
	염화물 침투량	탄산화 깊이	피복콘크리트의 품질	부재평가결과 (결합도지수)	평가결과 (내구성능평가지수)
본선라이닝(70)	a	a	a	a (0.08)	A (pd=0.08)
갯문(30)	-	a	a	a (0.08)	
평가지수		(0.08×70+0.08×30)/100 = 0.08			
등급		A			

열화환경지표	평가등급	비고
제설제 염해환경	C	
비래염분염해환경	A	
동해환경	B	

6.1 시설물의 사용성능 평가

6.1.1 인천방향

성능의 구분	특 징		세부지표의 분류	가중치	평가 결과	등급 점수
사용성	주행성	포장상태		0.182	b	4
		터널내 휘도		0.139	e	1
	방재성	방재시설		0.187	a	5
		비상대피시간		0.184	a	5
기능성	유지관리성		기전설비	0.144	b	4
	수요 및 용량		교통량	0.164	a	5
결합점수	(4×0.182)+(1×0.139)+(5×0.187)+(5×0.184)+(4×0.144)+(5×0.164) =					4.118
등 급	A: 4.5 ≤ 결합점수 B: 3.5 ≤ 결합점수 < 4.5 C: 2.5 ≤ 결합점수 < 3.5 D: 1.5 ≤ 결합점수 < 2.5 E: 결합점수 < 1.5					B
사용성능 평가지수	A	B	C	D	E	0.08
	0.08	0.23	0.43	0.65	0.88	

7.1 종합평가 및 안전등급의 지정

7.1.1 인천방향

시설물 종합성능 평가 결과 산정표			
시설물명	진부2터널(인천)		
평가구분	성능평가점수	평가등급	성능간 중요도 (Wn)
안전성능 평가 (ps)	0.14	a	0.72
내구성능 평가 (pd)	0.08	a	0.20
사용성능 평가 (pu)	0.23	b	0.08
종합평가 결과	- 터널의 종합평가 지수(P) $= \sum \text{평가지수}(pn) \times \text{성능간 가중치}(Wn)$ $= 0.14 \times 0.72 + 0.08 \times 0.20 + 0.23 \times 0.08 = 0.135$ - 터널의 종합평가 지수(P) : 0.135 - 터널의 종합평가 결과 : A		

8.1 시설물의 유지관리 전략 제언

8.1.1 성능목표 등급 선정

가. 인천방향

도로터널	일교통량	고속국도: 20,000대 이상
	대상터널의 차단 시 우회거리	8.4km
성능목표등급		B($0.15 \leq X < 0.23$)

8.1.2 성능을 고려한 보수 우선순위

가. 인천방향

구분		비용 Cost (천원)	요소별 가중치			성능별 가중치(ED)			합계 (ED)	우선순위 지수(PD) EI/Cost	순 위
			안전 성능 (E1)	내구 성능 (E2)	사용 성능 (E3)	안전 성능 (E1*P1)	내구 성능 (E2*P2)	사용 성능 (E3*P3)			
라이닝 상태 관련	균열	15,577	15.7	50	-	0.1130	0.1	-	0.2130	0.000014	4
	누수	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	파손 및 손상	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	박리	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	충분리 및 박락	285	40.3	50	-	0.2901	0.1	-	0.3901	0.001369	1
	재료분리	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	철근노출	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
터널 주변 관련	줄눈부 열화	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	내공단면 축소여부	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	배수상태	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	지반상태	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	공동구상태	240	38.8	-	-	0.2793	-	-	0.2793	0.001164	2
배면공동유무		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
지진 발생 관련		-	5.2	-	-	0.0374	-	-	0.0374	-	-
주행성(포장부손상)		690	-	-	100	-	-	0.08	0.08	0.000116	3
주) 성능간 가중치 : P1=72%, P2=20%, P3=8%(고속국도)											
주) 공사비는 순공사비임(부대비용, 제잡비 별도)											

8.1.3 유지관리 전략 제언

가. 인천방향

해당 터널은 종합성능평가 결과가 0.135로 평가되었으며, 성능목표인 $0.13 \leq X < 0.20$ 을 만족하므로 터널에 대한 지속적인 유지관리 및 내구연한 증진을 위하여 경제성을 고려한 우선순위를 대상으로 보수를 실시한다면 성능목표인 $0.13 \leq X < 0.20$ 을 지속적으로 만족할 것으로 판단된다.

9.1 종합결론

9.1.1 인천방향

- 이상과 같이 자료조사, 외관조사, 내구성 조사 등의 결과를 분석하여 평가된 구조물의 성능평가 결과를 종합적으로 평가한 진부2터널(인천)의 안전등급은 「외관상 결함, 손상 등의 요인에 대한 문제점이 없고 내구성능 저하 가능성이 낮으며 외부 환경조건 변화 등을 수용할 수 있는 성능 수준」인 「A」등급으로 평가되었다. 구조적인 손상 및 결함은 없는 것으로 판단되며, 본 보고서에 제시된 방안으로 보수를 시행하고 지속적인 유지관리를 실시한다면 구조물의 사용성을 확보하는데 문제가 없을 것으로 사료된다.