

제9장

종합결론

9.1 개요

9.2 제1종 성능평가결과

9.3 종합결론

9.4 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항

제9장 종합결론

9.1 개 요

본 과업은 “시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법”에 의거한 시설물의 성능평가 용역으로서 시설물에 대한 물리적, 기능적 결함을 조사하고 구조적 안전성 및 손상상태를 점검하여 시설물에 내재되어 있는 위험요인이나 시설물 기능, 성능저하 상태 등을 신속·정확하게 조사함으로써 대상 시설물의 안전성 및 적절한 종합성능 확보여부를 검토·분석·평가함과 더불어 그에 적절한 보수·보강방법과 전략적 유지관리 방안을 제시하는데 그 목적이 있다.

9.2 제1종 성능평가결과

9.2.1 안전성능평가

평가대상 터널에 대하여 상태안전성능과 구조안전성능을 실시한 후 그 결과를 비교하여 최저등급을 평가 결과로 결정하였고, 그 결과 “일부 부재에서 경미한 결함이 발생하였으며, 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정해야 하는 성능 수준”인 “B등급”으로 평가되었다.

〈표 9.1〉 안전성능 평가 결과

구조물명	상태안전성능 평가 결과		구조안전성능 평가 결과		안전 성능결과
	결함지수	기준	결함지수	기준	
문수터널(부산)	0.182	B	0.140	A	B
문수터널(포항)	0.252	B	0.140	A	B
안전성능평가 결과	- 문수터널(부산, 포항)의 외관조사 및 내구성조사에 의한 상태안전성능평가결과는 일부 부재에서 경미한 결함이 발생하였으며, 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정해야 하는 성능 수준인 “B” 로 평가됨 - 구조안전성능평가 결과, 최소 안전율이 1.0이상으로 “A” 로 평가됨 - 상태안전성능평가 및 구조안전성능평가 결과를 통한 안전성능 평가 결과, 문수터널(부산, 포항)은 “B” 로 평가됨				
안전성능 평가지수(Ps)	- 문수터널(부산) : 0.182 - 문수터널(포항) : 0.252				

9.2.2 내구성능평가

염화물 침투량, 탄산화 깊이 및 피복 콘크리트의 품질을 통한 내구성능 평가 결과, 문수터널(부산)은 “B”(Xn=0.080), 문수터널(포항)은 “A”(Xn=0.080)로 평가되었다.

〈표 9.2〉 내구성능 평가 결과

구분		세부 부재명 (가중치,%)	항목별 평가 결과				
			염화물 침투량	탄산화 깊이	피복 콘크리트의 품질	부재 등급	비고
문수터널	부산 방향	본선라이닝 (70)	a	a	a	a	0.08
		갱문 (30)	a	—	—	a	0.08
	포항 방향	본선라이닝 (70)	a	a	a	a	0.08
		갱문 (30)	a	—	—	a	0.08
결함도 지수				•문수터널(부산) : $(0.08 \times 70 + 0.08 \times 30) / 100 = 0.080$ •문수터널(포항) : $(0.08 \times 70 + 0.08 \times 30) / 100 = 0.080$			
등 급				•문수터널(부산) : A •문수터널(포항) : A			

9.2.3 사용성능평가

문수터널(부산, 포항)의 사용성능 평가 결과는 현재 수요 등을 만족하고 장래 수요 및 외부조건 변화등을 수용할 수 있는 성능 수준인 “A”로 평가되었다.

〈표 9.3〉 사용성능 평가 결과

구조물명	사용성능 평가 결과		종합 사용성능 평가 결과
	결합지수	기준	
문수터널(부산)	4.530	A	A
문수터널(포항)	4.530	A	A
사용성능평가 결과	• 문수터널(부산, 포항)의 현재 수요 등을 만족하고 장래 수요 및 외부조건 변화등을 수용할 수 있는 성능 수준인 “A”로 평가됨		

9.2.4 종합성능평가

외관조사에 의한 상태 안전성능 평가 결과와 구조검토에 의한 안전성능 평가 결과, 내구성능 및 사용성능 평가를 종합하여 검토한 결과, 문수터널(부산, 포항)은 “일부 부재에서 경미한 결함이나 내구성 저하 가능성이 조사되었으며, 외부 환경조건 등을 고려하여 진행 여부를 지속 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 성능 수준”인 “B등급”으로 평가되었다.

〈표 9.4〉 종합평가 결과(문수터널(부산))

시설물 종합성능등급 결과 산정표				
시설물명	문수터널(부산)			
평가구분	성능별 평가지수 (P_n)	평가등급	성능간 가중치 (W_n)	비 고
안전성능 평가	$P_s=0.182$	B	0.72	
내구성능 평가	$P_d=0.080$	A	0.20	
사용성능 평가	$P_u=0.080$	A	0.08	
종합성능평가 결과	• 종합 성능평가지수(P) $= \sum(\text{성능별 평가지수}(P_n) \times \text{성능간 가중치}(W_n))$ $= 0.182 \times 0.72 + 0.080 \times 0.20 + 0.080 \times 0.08 = 0.153$ • 종합 성능평가지수(P) : 0.153 • 종합성능평가 결과 : B			

〈표 9.5〉 종합평가 결과(문수터널(포항))

시설물 종합성능등급 결과 산정표				
시설물명	문수터널(포항)			
평가구분	성능별 평가지수 (P_n)	평가등급	성능간 가중치 (W_n)	비 고
안전성능 평가	$P_s=0.252$	B	0.72	
내구성능 평가	$P_d=0.080$	A	0.20	
사용성능 평가	$P_u=0.080$	A	0.08	
종합성능평가 결과	• 종합 성능평가지수(P) $= \sum(\text{성능별 평가지수}(P_n) \times \text{성능간 가중치}(W_n))$ $= 0.252 \times 0.72 + 0.080 \times 0.20 + 0.080 \times 0.08 = 0.204$ • 종합 성능평가지수(P) : 0.204 • 종합성능평가 결과 : B			

9.2.5 우선순위 선정

우선순위 선정은 대상시설물의 적절한 안전수준과 장기적인 유지관리의 효율성을 확보하기 위해 성능을 고려한 개별시설물의 우선순위를 다음과 같이 선정하였다.

〈표 9.6〉 개별시설물의 우선순위 선정(문수터널(부산))

부재	손상 내용	보수 방안	비용 (Cost) (천원)	부재별 가중치(%)			성능별 가중치			합계 (EI)	우선 순위 지수 (PI) EI/Cost	순위
				안전 성능 (E1)	내구 성능 (E2)	사용 성능 (E3)	안전 성능 E1×P1	내구 성능 E2×P2	사용 성능 E3×P3			
라이닝	잡철근노출	단면 보수 (방청)	5,000	7.8	70.0	—	5.616	14.000	—	19.616	0.00392320	1
라이닝	파손	단면 보수	24,200	8.7	70.0	—	6.264	14.000	—	20.264	0.00083736	2
배수시설	집수구 토사퇴적	청소	100,000	6.6	—	—	4.752	—	—	4.752	0.00004752	3
라이닝	박락	단면 보수	492,800	5.1	70.0	—	3.672	14.000	—	17.672	0.00003586	4
피난 연락갱	균열(cw=0.3mm이상)	주입 보수	516,000	—	—	35.8	—	—	2.864	2.864	0.00000555	5
라이닝	균열(cw=0.3mm미만)	표면 처리	6,747,200	15.7	70.0	—	11.304	14.000	—	25.304	0.00000375	6
라이닝	균열(cw=0.3mm이상)	주입 보수	11,580,000	15.7	70.0	—	11.304	14.000	—	25.304	0.00000219	7
공동구	파손	단면 보수	1,590,600	2.4	—	—	1.728	—	—	1.728	0.00000109	8
라이닝	타일탈락	타일 재시공	10,500	—	—	—	—	—	—	0.000	0.00000000	—

종합평가 가중치 : P1=72%, P2=20%, P3=8%

〈표 9.7〉 개별시설물의 우선순위 선정(문수터널(포항))

부재	손상 내용	보수 방안	비용 (Cost) (천원)	부재별 가중치(%)			성능별 가중치			합계 (EI)	우선 순위 지수(PI) EI/Cost	순위
				안전 성능 (E1)	내구 성능 (E2)	사용 성능 (E3)	안전 성능 E1×P1	내구 성능 E2×P2	사용 성능 E3×P3			
라이닝	파손	단면 보수	6,600	8.7	70.0	—	6.264	14.000	—	20.264	0.00307030	1
라이닝	마감불량	단면 보수	26,400	8.7	30.0	—	6.264	6.000	—	12.264	0.00046455	2
라이닝	박락	단면 보수	211,200	5.1	70.0	—	3.672	14.000	—	17.672	0.00008367	3
배수 시설	집수구 토사퇴적	청소	100,000	6.6	—	—	4.752	—	—	4.752	0.00004752	4
갱구부 웅벽	균열(cw=0.3mm이상)	주입 보수	264,000	—	30.0	—	—	6.000	—	6.000	0.00002273	5
피난 연락갱	균열(cw=0.3mm이상)	주입 보수	504,000	—	—	35.8	—	—	2.864	2.864	0.00000568	6
라이닝	균열(cw=0.3mm미만)	표면 처리	5,374,400	15.7	70.0	—	11.304	14.000	—	25.304	0.00000471	7
라이닝	균열(cw=0.3mm이상)	주입 보수	11,148,000	15.7	70.0	—	11.304	14.000	—	25.304	0.00000227	8
공동구	파손	단면 보수	891,000	2.4	—	—	1.728	—	—	1.728	0.00000194	9
라이닝	타일탈락	타일 재시공	3,000	—	—	—	—	—	—	0.000	0.00000000	—

종합평가 가중치 : P1=72%, P2=20%, P3=8%

9.3 종합결론

- 대상 터널은 공용년수가 증가함에 따라 손상의 급격한 진전은 없는 상태로써, 일부부재에 발생한 손상에 대해서는 보수·보강이 필요하며, 보고서에서 제시한 보수·보강 및 유지관리 방법에 따른 보수·보강과 지속적인 관리가 필요한 것으로 판단된다.
- 본 터널의 안전성능 및 내구성능, 사용성능 평가 결과를 토대로 종합성능평가 등급을 산정하면 문수터널(부산, 포항)은 『B등급(양호)』로 평가되었다.
- 이는 시설물의 성능평가 목표치인 B등급에 부합되는 결과로서 문수터널(부산, 포항)은 “일부 부재에서 경미한 결함이나 내구성 저하 가능성이 조사되었으며, 외부 환경조건 등을 고려하여 진행 여부를 지속 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 성능 수준”인 것으로 분석되었다.
- 대상 시설물에 발생한 손상중 라이닝에 발생한 손상은 시설물의 안전성 및 사용성 증대를 위해 우선보수가 필요하며, 성능목표(B등급)와 종합성능 평가등급(B등급)이 부합되는 수준으로 분석되었으므로, 시급한 보수를 요하진 않으나 우선순위 산정결과에 따라 시설물의 성능향상을 위해 순차적인 보수가 필요할 것으로 판단된다.

9.4 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 라이닝 시공이음부 박락 손상 발생부 단면보수 후 추가손상 및 신규손상 발생여부 관찰