

제7장

유지관리 방안

7.1 개 요

7.2 유지관리의 목적

7.3 유지관리 업무 및 흐름

7.4 부재별 유지관리 방안

7.5 중점 유지관리 항목

제 7 장 유지관리 방안

7.1 개 요

터널은 도로망을 구성하는데 있어 중요한 역할을 하는 필수적인 구조물이다. 그러므로 사용 기간 중 필요한 수준의 안전성을 확보하도록 설계 및 시공이 되어야 하며 시간이 경과함에 따라 발생하는 사용 재료의 부식 및 예기치 않은 구조물의 파손을 미연에 방지할 수 있도록 최대한 조치를 취하여야 할 것이다. 도로의 한 구성을 이루고 있는 구조물의 파손 및 부식은 도로의 기능을 마비시킬 뿐만 아니라 국가의 기간산업 발전에도 막대한 영향을 끼칠 것이다.

이러한 관점에서 유지관리는 필수적인 것이며 조기에 이상 유무를 발견하여 조치를 강구하는 것이 필요하다. 예측되는 파손 부위의 등급 규정, 원인 규명, 단면력 평가, 보수의 필요성 평가, 보수 순서 및 방법 선택 등에 대한 준비 및 검토가 이루어져야 하고 아울러 예비 조치를 위한 재료의 선택, 보수 공법 설계가 가설년도에 따른 사용 재료의 수명 예측, 장래 교통량 예측 등도 검토 대상이 되어야 한다.

결과적으로 공로로서의 안전성을 보장하여야 하고, 장애 요인을 조기에 발견하여 구조물의 유지관리를 최소화하고, 보전 상황의 기록 등을 유지하는데 그 목적을 두어야 할 것이다.

7.2 유지관리의 목적

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

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

7.3 유지관리 업무 및 흐름

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

7.3.1 자료 관리

자료 관리는 본 구조물에 관련된 설계도서, 구조물 대장, 보수·보강 대장, 사고 이력 등의 자료를 정리, 관리하는 일을 말한다. 그 목적은 본 구조물이 처해 있는 상황을 문서를 통하여 객관적으로 확인할 수 있도록 하기 위해서이다.

자료는 구조물의 점검, 보수·보강시마다 자료가 계속 증가하므로 수정이 편리하도록 작성되어야 하며, 이런 점에서 관련 내용을 전산화하여 데이터베이스를 구축하여 관리하면 효율적이다.

유지관리 시 필요한 관련 자료를 열거하면 다음과 같다.

- 가. 설계도서(종합보고서, 구조계산서, 준공도면, 보수부 상세 도면)
- 나. 공사 내역서 및 시공 시방서
- 다. 사진 자료
- 라. 시험 결과 성적표
- 마. 사고 기록 및 조치 사항
- 바. 시설물 관리 대장(점검 및 진단 이력, 보수·보강 이력)
- 사. 상태 및 안전성 평가 기록

7.3.2 일상관리

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

7.3.3 점검 및 진단

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

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

가. 안전점검 및 정밀안전진단 실시

안전점검과 동시에 필요 시 적기에 정밀안전진단을 실시하여 사전에 사고를 예방하여야 한다. 안전점검 및 정밀안전진단은 다음의 표를 기준으로 실시한다.

【표 7.1】 정밀점검 및 정밀안전진단 실시시기

안전등급	정밀점검	정밀안전진단
A등급	3년에 1회 이상	6년에 1회 이상
B·C등급	2년에 1회 이상	5년에 1회 이상
D·E등급	1년에 1회 이상	4년에 1회 이상

- 1) 정기점검: 6개월에 1회 이상
- 2) 긴급점검: 관리주체가 필요하다고 판단한 때 또는 관계 행정기관의 장이 필요하다고 판단하여 관리주체에게 긴급점검을 요청한 때
- 3) 최초로 실시하는 정밀점검은 시설물의 준공일 또는 사용승인일(임시 사용승인 포함)을 기준으로 3년 이내에 실시하여야 한다.
- 4) 위 정밀점검 실시주기에 따라 정밀점검을 실시한 경우에도 제9조에 따라 정밀안전진단을 받은 경우에는 진단 완료일을 기준으로 정밀점검의 실시주기를 정한다.

나. 점검 및 진단기록

안전점검부터 정밀안전진단까지 모든 기록이 유지되어야 한다.

다. 정밀점검 및 정밀안전진단 지침

1) 일 반

시설물의 점검항목이 빠지지 않도록 현장점검을 체계적이고도 조직적인 방식으로 수행하여야 하며, 시설물 점검 및 진단 절차를 표준화하여야 한다.

2) 현장검사

현장검사는 기존 시설물에 관한 최소한의 기초자료를 얻고, 시간이 경과함에 따라 변화되는 균열폭과 길이 등의 변화를 추적하기 위하여 수행한다. 시설물 현장에서의 측정은 도면이 없거나 도면상에 나타난 자료를 확인하기 위하여 필요하다. 측정의 정확성은 원하는 목적을 달성하는 정도이면 충분하다.

3) 점검 및 진단부위의 청소

부식, 노후화 또는 기타 식별이 어려운 결함을 발견하기 위하여 정밀 육안 근접 점검 전에 조사 부위를 깨끗이 청소하여야 한다.

4) 시설물의 상태평가

서로 다른 책임기술자에 의하여 다른 시간대에 수행된 점검 및 진단결과의 일관성을 확보하기 위하여 책임기술자 등은 시설물, 부위별 상태평가를 위하여 제시된 통일된 점검 및 진단양식과 기준에 의하여 조사하여야 한다.

5) 중대한 위험이 예견되는 결함

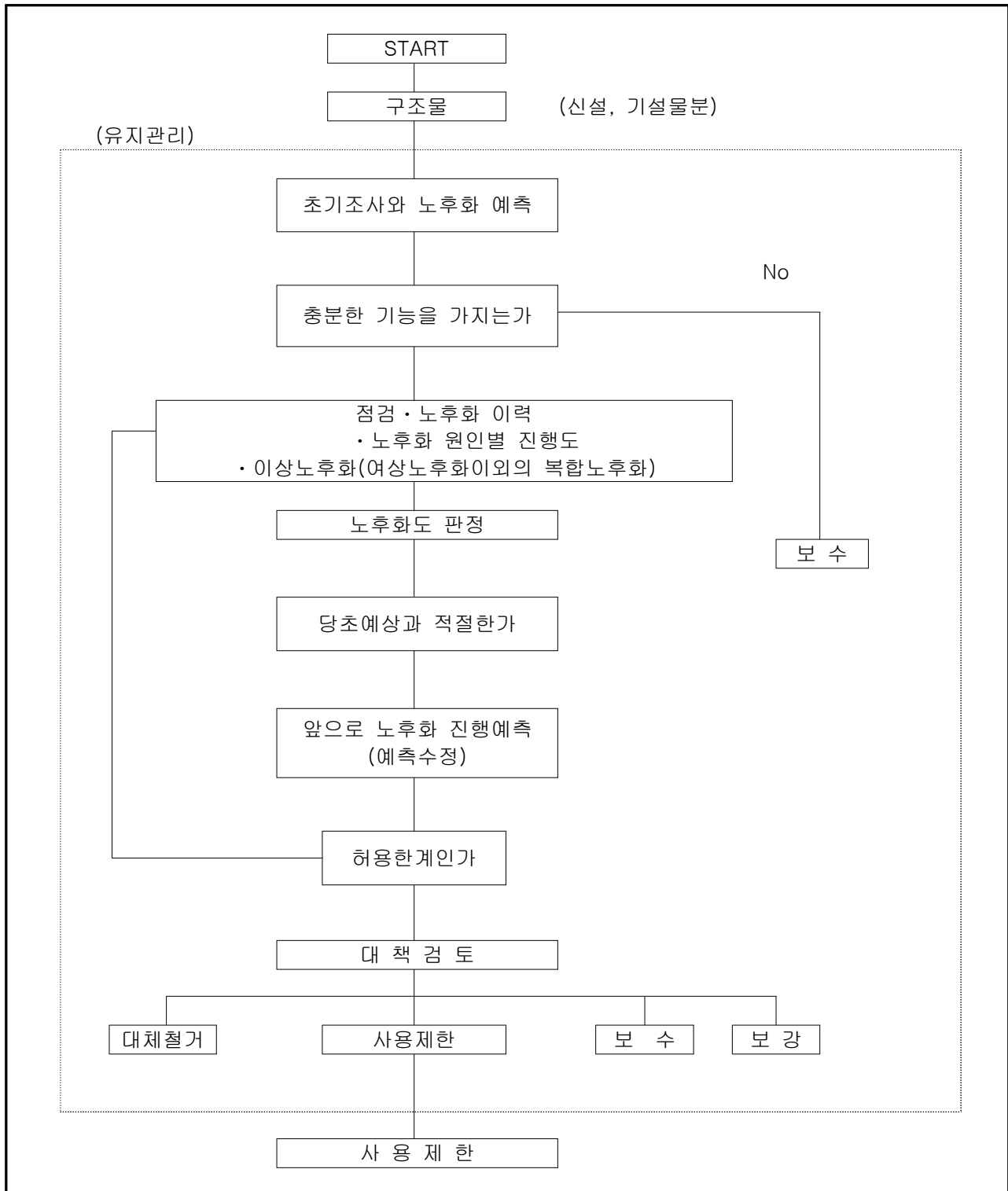
현장에서의 점검 및 진단결과 공중에 위험을 끼칠 수 있는 구조 또는 안전과 관련된 위험이 존재하는 경우에는 즉시 관리주체에 통보하여야 하며 관리주체는 다음과 같은 사항에 대하여 체계화된 조치를 취하여야 한다.

- ① 결함에 대하여 소관행정기관의 장에게 신속한 보고
- ② 경찰과 주민에 대한 긴급통지
- ③ 발견된 결함에 대한 신속한 평가
- ④ 신속한 후속조치
- ⑤ 후속 조치 결과의 확인
- ⑥ 다른 사고 시설물에서 발견된 결함부와 유사한 구조부위를 가지고 있는지 여부의 확인
- ⑦ 기타 필요한 사항

7.3.4 보수 및 보강

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

상기 유지관리에 대한 절차를 흐름도로 나타내면 다음 【그림 7.1】과 같다.



【그림 7.1】 유지관리 흐름도

7.4 부재별 유지관리 방안

유지점검의 체계화를 위하여 점검부위와 손상 및 결함(이하 “손상”이라 한다) 종류를 분류하였다.

※ 용어설명

- 박리(Scaling) : 콘크리트 표면의 모르타가 점진적으로 손실되는 현상
- 박락(Spalling) : 콘크리트가 균열을 따라서 원형으로 떨어져 나가는 현상
- 층분리(Delamination) : 철근의 상부 또는 하부에서 콘크리트가 층을 이루며 분리되는 현상으로 철근의 부식에 의한 팽창이 주요원인 임.
- 백태(Efflorescence) : 노후화된 표면에 생기는 백색의 결정. 콘크리트 중의 황산칼슘, 황산마그네슘, 수산화칼슘 등이 물에 녹아 침출되어 공기중의 탄산가스와 화합한 것.
- 열화(Deterioration) : 자연력 및 인위작용을 받아 시간이 경과함에 따라 물리적, 화학적으로 변질, 변형되어가는 현상

본 과업대상 시설물의 안정성과 기능성, 사용성, 노후화 정도 등을 파악하여 재해를 사전에 예방하기 위해서는 주기적이고 체계적인 정기점검, 정밀점검, 특별점검, 정밀안전진단 등을 통한 유지관리가 최선의 방법이라고 사료된다.

7.4.1 입·출구부(갱문)

점 검 부 위	점 검 항 목
▷점검항목	· 균열조사 : 균열폭, 길이, 깊이, 진행성 여부 · 누수조사 : 누수량, 수질, 기온변화 · 손상조사 : 박리, 박락, 층분리, 백태, 동해, 파손, 오염 등에 대한 현황조사 · 경사도 조사 : 갱문의 기울어짐, 침하, 이동, 단차 여부 · 갱문상부 배수로조사 : 토사유입, 오물, 물고임, 식생여부
주요 사진	 <입구부 갱문 전경>  <출구부 갱문 전경>
점검 방법	- 갱문의 양측부나 상부에서 관찰하되 근접 육안검사가 필요한 경우는 사다리나 고소차 등을 이용하여 실시한다. - 망치 등의 장비로 타격음을 청취, 갱문의 외관상태를 파악한 후 기술한다. - 측량장비를 이용하여 갱문의 경사, 침하, 이동 등에 대한 조사를 실시한다. - 동해나 열화가 심한 부위에는 코어를 채취, 실내시험을 실시한다. - 상세조사가 필요한 경우 비파괴조사에 의한 상태평가를 실시한다.
손상 발생시 조치	- 균열 및 단차, 누수 등 각 변상에 대한 외관망도 작성 후 변상 사진촬영 - 진행성 판단을 위한 측정자 설치 - 변상의 진행성이 관측되면 즉시 전문가에 의한 현장자문 의뢰
점검시 유의 사항	- 철도, 도로터널의 경우 통행차량에 대한 안전조치(신호수 배치 등)를 취한후 조사를 실시하되 2인1조로 점검을 시행한다, - 접근장비를 이용한 상세조사가 필요한 경우 교통소통 및 안전에 유의한다.
점검 도구	- 사진기, 줄자(5m자), 드라이버(driver) - 균열자, 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필), 유성펜(매직) 및 청소용 걸레

7.4.2 터널 라이닝

점 검 부 위		점 검 항 목
▷공통사항		· 균열조사 : 위치, 균열폭, 길이, 깊이, 진행성 여부, 형태(종방향, 횡방향, 망집도 등) · 누수조사 : 위치, 누수량, 수질, 온도 · 변상조사 : 두께부족, 박리·박락, 백태, 단차, 압좌 파손 등에 대한 위치, 규모 정도 · 동해조사 : 동해, 고드름, 측빙
▷천 정 부		· 기타 : 오염, 브라켓·환기팬 등의 장착
▷아치부(어깨부)		· 기타 : 오염, 조명시설의 장착
▷측 벽 부		· 기타 : 철근부식, 오염, 타일탈락, 각종케이블의 고정
▷시공이음부		· 변상조사 : 압좌, 단차, 파손, 시공불량 여부 · 기타 : 토사유입 여부
주요 사진		
	<라이닝 전경> <천단부 종균열> <접속부 박리>	
점검 방법	- 좌·우측 배수구나 점검로를 이용. 도보로 이동하면서 상세조사를 실시한다. - 천정부와 어깨부는 변상에 대한 의심이 가는 부분은 사다리나 고소차 등을 이용하여 근접 육안조사를 실시한다 - 망치 등의 장비로 타격음을 청취, 라이닝의 외관상태를 파악하고 외관망도에 기술한다. - 신축이음부는 특히 누수가 많은 부위로서 누수조사와 아울러 경계부 단차, 압좌 등의 변상에 대해서 점검한다. - 터널의 기능발휘를 위한 각종 설비 주변 라이닝의 변상여부를 확인한다. - 터널 라이닝의 변형이 많이 조사된 위치에서는 내공변위 측정을 실시한다. - 동해나 열화가 심한 부위에서는 코어를 채취, 실내시험을 실시한다. - 상세조사가 필요한 경우 비파괴조사에 의한 상태평가를 실시한다.	
손상 발생시 조치	- 균열 및 단차, 누수 등 각 변상에 대한 외관망도 작성 후 변상 사진촬영 - 진행성 판단을 위한 측정자 설치 - 변상의 진행성이 관측되면 즉시 전문가에 의한 현장자문 의뢰	
점검시 유의 사항	- 철도, 도로터널의 경우 통행차량에 대한 안전조치(신호수 배치 등)를 취한후 조사를 실시하되 2인1조로 점검을 시행한다, - 접근장비를 이용한 상세조사가 필요한 경우 교통소통 및 안전에 유의한다. - 수로터널의 경우에는 단수조치가 선행된 후 조사가 가능하므로 짧은 시간에 조사를 완료할 수 있도록 터널 내부구조를 미리 숙지한 후 점검한다.	
점검 도구	- 사진기, 줄자(5m자), 드라이버(driver) - 균열자, 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필), 유성펜(매직) 및 청소용 걸레	

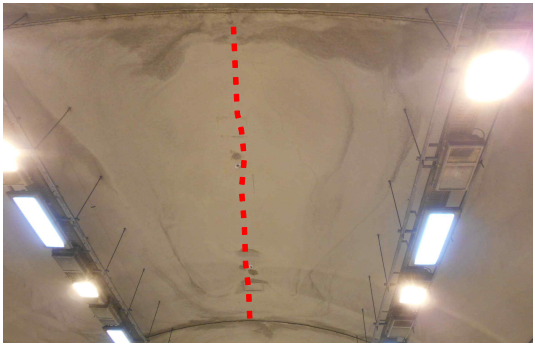
7.4.3 터널 바닥부

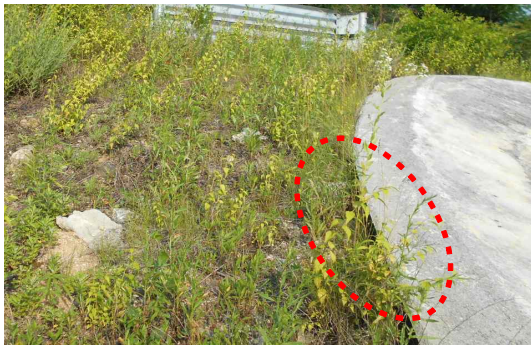
점 검 부 위		점 검 항 목
▷공통사항		· 파손, 침수, 결빙, 이물질 퇴적, 파손
▷포장·도상		· 균열, 세굴, 융기, 침하, 도색
▷궤도	레일	· 균열, 마모, 비틀림, 부식
	침목	· 균열, 이동, 오염
	체결구	· 부식, 체결결손, 오염
▷배수구(맨홀)		· 통수량·흐름, 오염
▷배수구덮개		· 균열, 개폐성
주요 사진	 <바닥부 전경> <바닥부 전경>	
점검 방법	- 점검은 차량의 통행이 없을 때 이용하거나 좌·우측 배수구나 점검로를 이용하여 도보로 이동하면서 상세조사를 실시한다. - 바닥부의 물기나 결빙이 된 경우 물기의 출처 및 원인을 확인 기록한다. - 철도터널의 궤도부는 손전등을 이용, 근접 육안조사를 실시한다. - 배수구는 덮개를 연 후 내부상태를 조사하며, 덮개와 구조재의 파손여부를 확인한다. - 도로터널의 경우 포장 덧씌우기 공사로 인해 배수덮개가 열리지 않는 구간도 있으므로 이에 대한 조사도 실시한다.	
손상 발생시 조치	- 균열 및 침하, 융기 등 각 변상에 대한 외관망도 작성 후 변상 사진촬영 - 바닥부의 누수자국에 대한 누수출처를 확인한 후 다른 변상으로의 전이 여부를 파악한다. - 궤도이상이 발견되면 정확한 원인규명을 위해 전문가에게 의뢰	
점검시 유의 사항	- 철도, 도로터널의 경우 통행차량에 대한 안전조치(신호수 배치 등)를 취한후 조사를 실시하되 2인1조로 점검을 시행한다, - 좌·우측 배수구나 점검로를 이용할 경우는 차량진행방향의 반대방향으로 도보 이동하면서 조사를 실시한다. - 접근장비를 이용한 상세조사가 필요한 경우 교통소통 및 안전에 유의한다. - 수로터널의 경우에는 단수조치가 선행된 후 조사가 가능하므로 짧은 시간에 조사를 완료할 수 있도록 터널 내부구조를 미리 숙지한 후 점검한다.	
점검 도구	- 사진기, 줄자(5m자), 드라이버(driver) - 균열자, 필기 도구(소형 보드판, 매직, 분필), 유성펜(매직) 및 청소용 걸레	

7.4.4 터널 부속시설

점 검 부 위		점 검 항 목
▷ 환기시설		· 용량의 적정성, 자동여부, 오염, 부식, 장착상태, 장착부 라이닝 균열
▷ 내 장 재		· 균열, 탈락, 오염, 반사율
▷ 조명시설		· 조도, 전구교환, 파손, 오염
▷ 소 화 전		· 보관한 개폐. 소화기압력, 부식, 분망유지여부, 노즐노화, 안전핀상태
▷ 전원설비		· 파손, 작동여부, 개폐기 상태, 누수, 오염, 누전
▷ 브라킷		· 균열, 휨, 부식, 장착상태, 누수, 장착부 라이닝 균열, 박락, 파손
▷ 각종 케이블		· 피복훼손, 절선, 오염, 거치 불량 여부
▷ 각종 표지판		· 파손, 위치의 적정성, 작동여부, 오염
주요 사진	  <조명시설 현황> <소화전 현황>	
점검 방법	- 터널의 측벽이나 노면에 설치된 표지판, 전원설비, 비상시설의 점검은 도보로 이동하면서 장착여부 및 오염에 대한 조사를 실시하고, 청정부나 어깨부에 위치한 환기시설, 브라킷, 안내등 등은 상태파악 후 필요하면 점검차량을 이용, 접근하여 점검을 실시한다. - 터널의 부속시설들은 차량의 매연에 의한 오염이 심하므로 점검시 물세척을 실시하고 기능발휘 여부를 확인한다.	
손상 발생시 조치	- 작동이 안되거나 장착이 불량한 설비의 경우 접근하여 파손 및 배설불량, 고장 등을 확인한 후 전문가에 의한 수리를 요청한다, - 오염이 심한 표지판은 물세척을 실시하고 교체가 필요한 설비(전구)는 확인 후 즉시 교체한다.	
점검시 유의 사항	- 철도, 도로터널의 경우 통행차량에 대한 안전조치(신호수 배치 등)를 취한후 조사를 실시하되 2인1조로 점검을 시행한다, - 좌·우측 배수구나 점검로를 이용할 경우는 차량진행방향의 반대방향으로 도보 이동하면서 조사를 실시한다. - 접근장비를 이용한 상세조사가 필요한 경우 교통소통 및 안전에 유의한다. - 전기시설의 접근시에는 안전장구를 반드시 착용 후 점검한다.	
점검 도구	- 사진기, 줄자(5m자), 드라이버(driver) - 균열자, 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필), 유성펜(매직) 및 청소용 걸레	

7.5 중점 유지관리 항목

구 분		조사내용
▷ 라이닝		· 균열(c.w=0.3mm이상)
주요 사진		
	<라이닝 천단부 종균열>	<라이닝 천단부 종균열>
중점 점검 사항	- 라이닝 천단부 종균열이 다수 발생한 상태이므로 보수 후에도 균열의 재발 여부	

구 분		조사내용
▷ 입출구부		· 토사사면 공동
주요 사진		
	<시점측 사면 공동>	
중점 점검 사항	- 하절기 집중호우 발생 시 손상의 진행 여부	