

10. 생 림2터 널

생림2터널 현황표

작성일 : 2013년 11월 21일

터널명	생림2터널		
시설물번호	상행선 : TU2006-0000202 하행선 : TU2006-0000203	관리번호	dbw T.6
노선명	고속국도55호선	시행자	신대구부산고속도로(주)
시점	경상남도 김해시 생림면 안양리 [부산기점 29.23km]	종점	경상남도 김해시 생림면 안양리 [부산기점 29.75km]
터널형식	NATM	관리주체	신대구부산고속도로(주)
차선수	상행선 : 2차로 하행선 : 2차로	환기방식	상행선 : 자연환기 하행선 : 자연환기
연장	상행선 : 526m 하행선 : 495m	설계사	동명기술공단
내공단면	폭 : 9.5m, 높이 : 7.9m	시공사	대우건설(주)
배수형식	THP관 Ø400, 유공관 Ø200	감리사	한국건설관리공사, (주)용마ENG (주)동일기술공사
종단기울기	상행선 : -0.6400% 하행선 : +0.6400%	착공	2001년 10월 17일
평균선형	직선	준공	2006년 2월 10일
연결통로	-	개문형식	면벽식
주요공법	샷크리트, 락볼트	보조공법	Fore poling Fre-Grouting
기타	☒ 차기 점검시 중점 점검사항 - 천정부 중·횡방향 균열 및 균열보수부 재균열, 조인트부 콘크리트들뜸, 시·중점측 사면 손상부 결함 발생 및 진전 여부 주의관찰 [위치, 균열폭, 길이, 진행성, 형태등] ☒ 관련도면 본문참조		

생림2터널 전경사진



[시점측 전경]



[중점측 전경]



[상행선 내부전경]



[하행선 내부 전경]

목 차

제1장 서론

1.1 시설물 개요	503
1.2 자료수집 및 분석	510

제2장 현장조사 및 시험

2.1 외관조사 결과	515
2.2 내구성조사 결과	529

제3장 상태평가 및 안전등급산정

3.1 상태평가	530
3.2 안전등급산정	532

제4장 종합결론

4.1 점검결과 요약	533
4.2 결 언	534

제5장 보수 및 유지관리 방안

5.1 보수 방안	535
5.2 유지관리방안	538

제 1 장 서 론

1.1 시설물 개요

생림2터널은 경상북도 김해시 생림면 안양리에 위치한 직선형터널로, 터널의 연장은 상행선 526m, 하행선 495m로 2종 시설물에 해당된다. 터널의 본선은 NATM 공법으로 시공되었으며, 시·종점부 갱문은 면벽식으로 시공되었다. 양측면 배수방식을 채택한 배수형 터널이고 환기방식은 자연환기방식이 적용되었다.

1.1.1 일반사항

<그림 1.1.1> 생림2터널 전경



[시점측 전경]



[종점측 전경]

[표 1.1.1] 생림2터널 기본현황

터널명	생림2터널		
시설물번호	상행선 : TU2006-0000202 하행선 : TU2006-0000203	관리번호	dbw T.6
노선명	고속국도55호선	시행자	신대구부산고속도로(주)
시점	경상남도 김해시 생림면 안양리 [부산기점 29.23km]	종점	경상남도 김해시 생림면 안양리 [부산기점 29.75km]
터널형식	NATM	관리주체	신대구부산고속도로(주)
차선수	상행선 : 2차로 하행선 : 2차로	환기방식	상행선 : 자연환기 하행선 : 자연환기
연장	상행선 : 526m 하행선 : 495m	설계사	동명기술공단
내공단면	폭 : 9.5m, 높이 : 7.9m	시공사	대우건설(주)
배수형식	THP관 Ø400, 유공관 Ø200	감리사	한국건설관리공사, (주)용마ENG (주)동일기술공사
종단기울기	상행선 : -0.6400% 하행선 : +0.6400%	착공	2001년 10월 17일
평균선형	직선	준공	2006년 2월 10일
연결통로	-	갱문형식	면벽식
주요공법	샷크리트, 락볼트	보조공법	Fore poling Fre-Grouting

■ 시설물 유지관리 이력사항

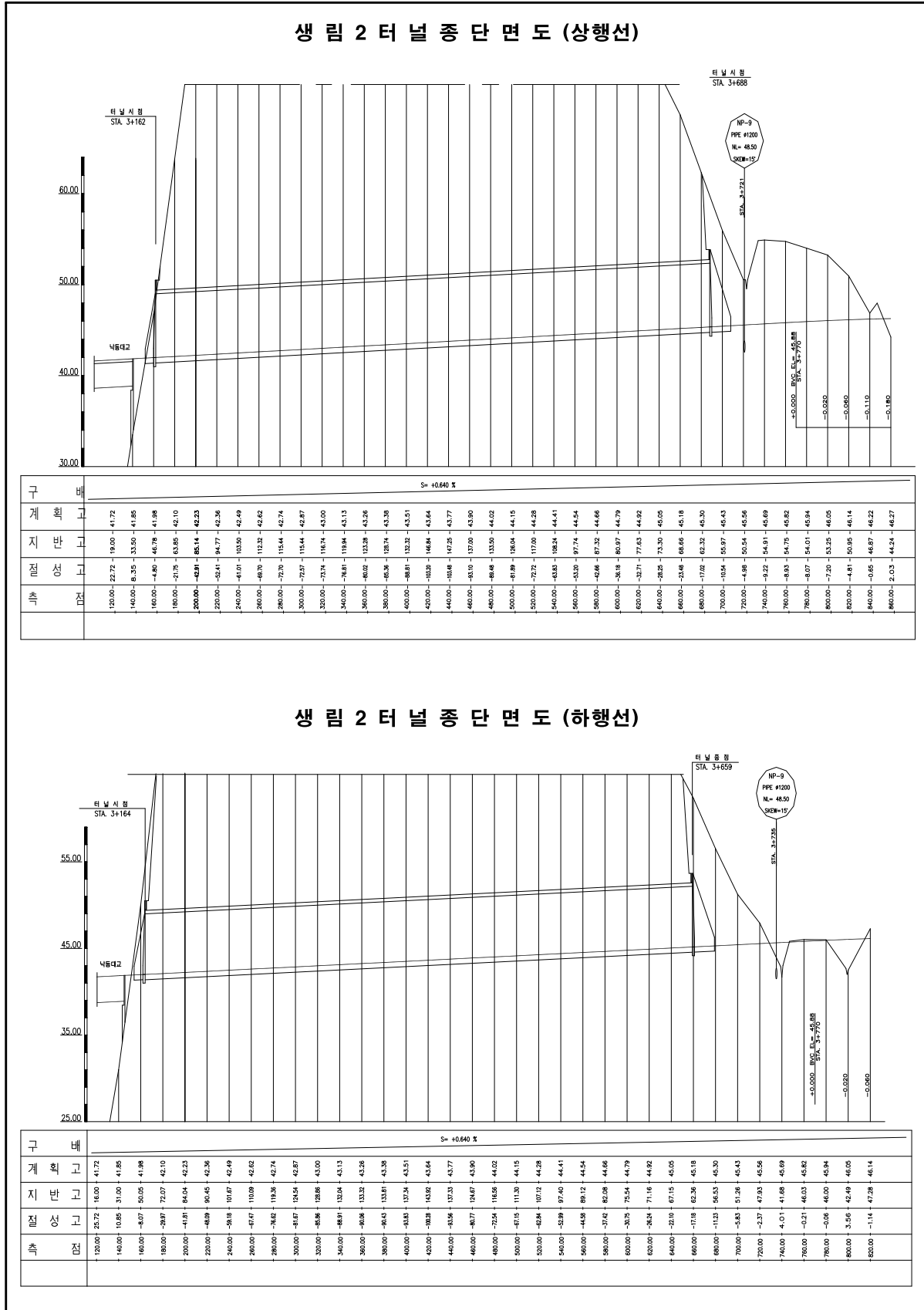
- 점검 이력

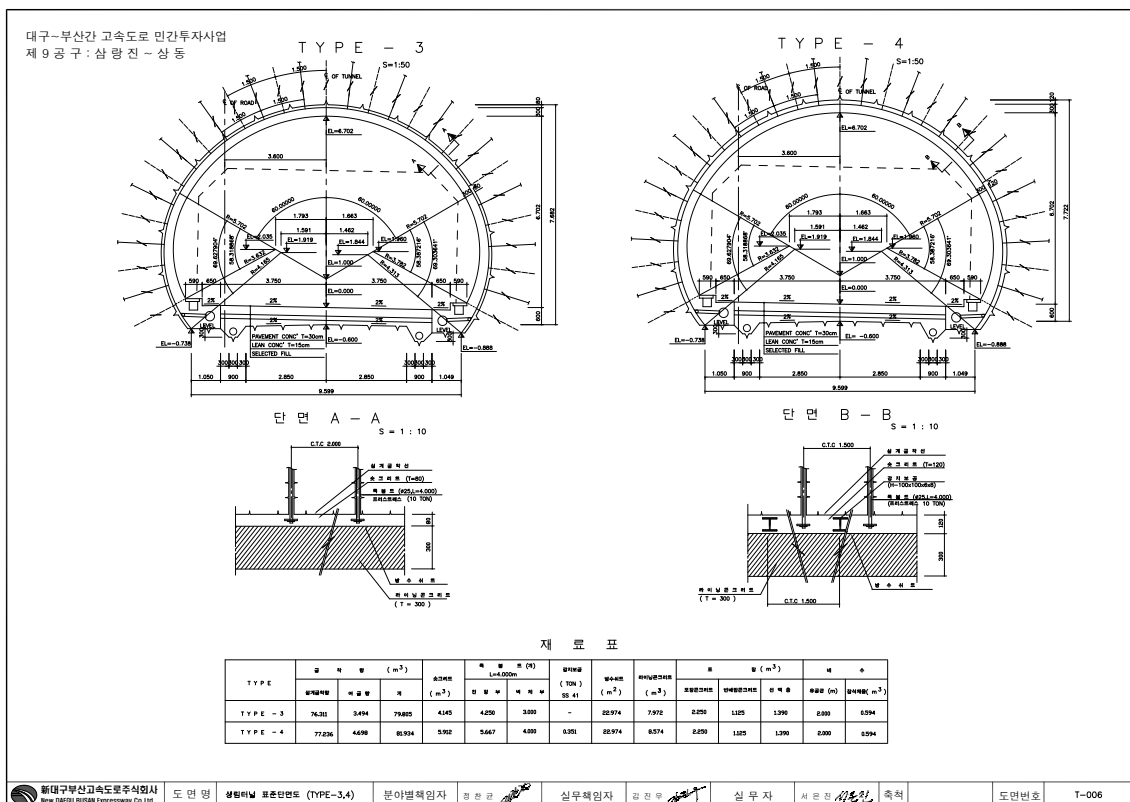
번호	기간	구 분	비고
1	2005.10.28 ~ 2006.04.25	초기점검	B등급
2	2006.09.19 ~ 2006.12.31	정기점검	
3	2007.05.10 ~ 2007.06.30	정기점검	
4	2007.08.22 ~ 2007.12.20	정밀점검	B등급
5	2008.03.10 ~ 2008.06.30	정기점검	
6	2008.09.30 ~ 2008.12.31	정기점검	
7	2009.03.10 ~ 2009.06.30	정기점검	
8	2009.10.01 ~ 2009.12.31	정밀점검	B등급
9	2010.03.08 ~ 2010.06.30	정기점검	
10	2010.09.06 ~ 2010.12.31	정기점검	
11	2011.02.10 ~ 2011.06.30	정기점검	
12	2011.07.29 ~ 2011.12.31	정밀점검	A등급
13	2012.02.20 ~ 2012.06.30	정기점검	
14	2012.08.20 ~ 2012.12.31	정기점검	
15	2013.02.25 ~ 2013.06.30	정기점검	

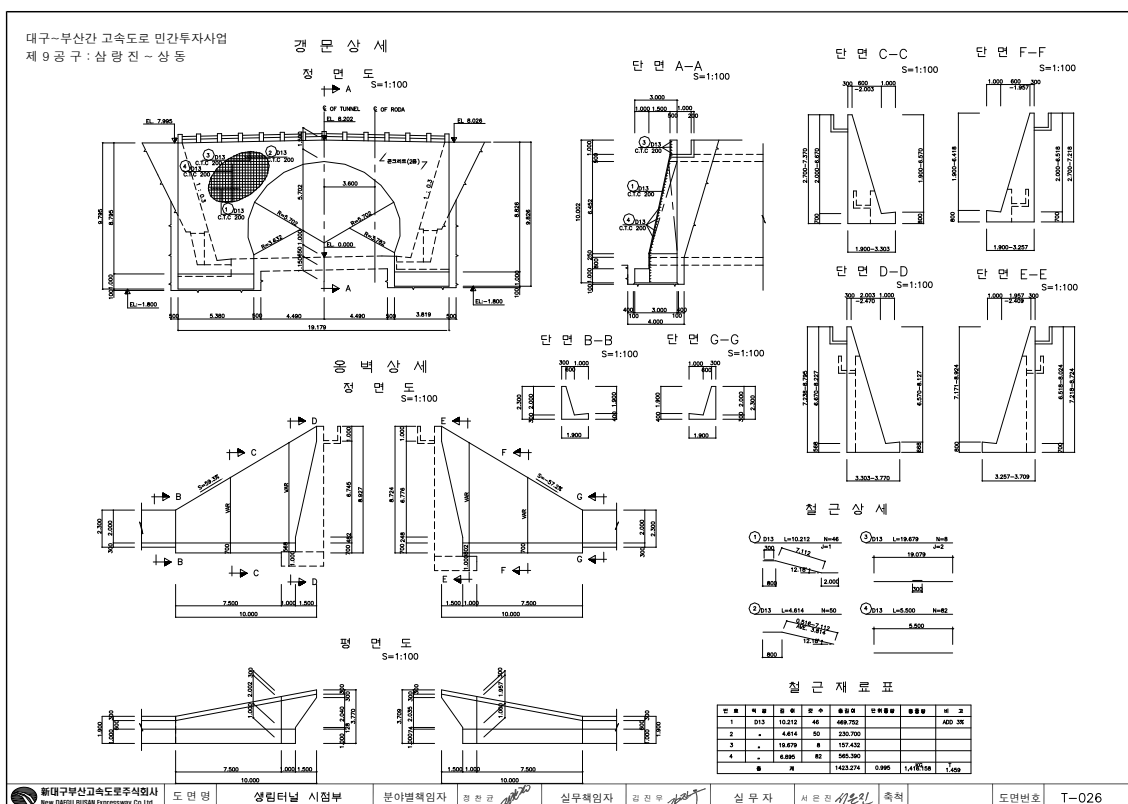
- 보수 이력

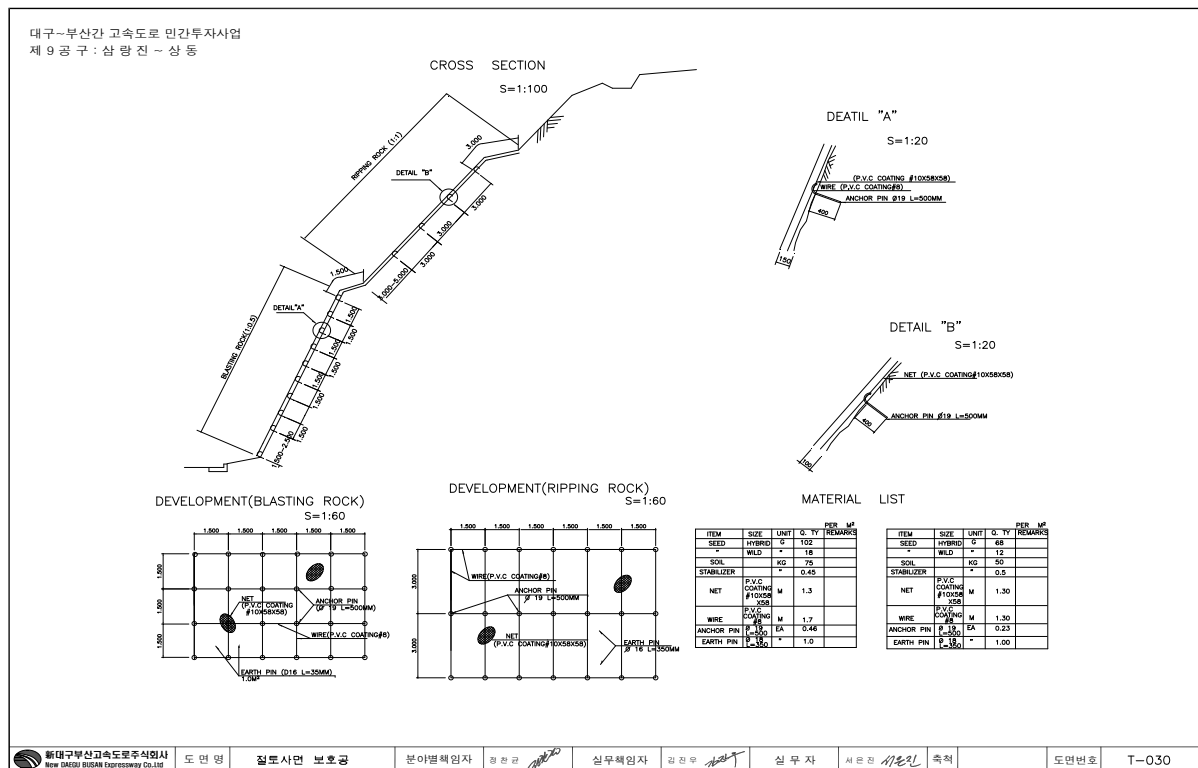
번호	공사 기간	부 위	공사내역	비고
1	2010년 5월	천정부 공동구	균열보수(수지주입) 덮개교체	
2	2011년 3월	사면부 [29.7K]	점검계단 설치	
3	2012년 6월	사면부 [29.7K]	점검계단 설치	
4	2012년 6월	공동구 포장부	덮개보수 포장보수	
5	2013년 5월	라이닝 터널부사면	균열보수(에폭시) 점검계단, 낮은울타리 설치	

1.1.2 관련도면









1.2 자료수집 및 분석

1.2.1 지형 및 지질[터널해석보고서 참조]

본 지역은 하행 기점 3km+180-3km+675(총길이 0.495km) 부근에 위치하는 구간으로서 N37W 방향을 향하고 있으며, 이 구간에서 터널토피의 최대 두께는 약 94m로 과거 석산으로 이용되었던 지역이다.

가) 암상

본 구간은 백악기의 유천층군 운문사 유문암질 암류에 속하는 유문암질 회류 응회암이 기반암을 이루고 있다. 이 유문암질 회류 응회암의 주구성 광물인 석영, 사장석, K-장석, 자철석 등이 결정립으로 유문암 및 안산암 등의 암편에 포함되고 부석을 가지며, 기질은 유리질로서 용결되어 있고 유상구조를 나타내고 있다. 비교적 신선한 경암 상태의 암석은 슈미트해머수치 SHV=40 정도로 나타났다.

나) 불연속면의 발달

본 구간은 기반암이 지표면에 잘 발달하여 노두 관찰의 어려움이 없었으며, 측정된 절리면의 평사투영 분석결과 주절리의 주향과 경사는 N34-79E, N12-84E/67-85NW, N6-87W/32-89E, N21-75W/53-89SW, N28W/90 및 EW/45이고, 절리면의 상태는 대체로 비교적 평탄하다.

다) 지층개요

- 붕적토층

본 지층은 사면의 활동, 붕괴 및 기타 요인에 의하여 형성된 층으로서 0.5-1.5m 내외의 두께로 분포하고 있으며, 대체로 세립 내지 조립의 모래 및 자갈섞인 전석, 세립 내지 조립의 모래섞인 자갈, 자갈 및 실트섞인 세립 내지 조립의 모래 및 세립 내지 조립의 모래섞인 실트로 구성되어 통일분류법에 의한 흙의 분류는 GM, SM 및 ML로 분류되고 지층의 상대밀도는 느슨한 상태이다.

- 풍화암층

모암인 유문암질회류 응회암이 풍화작용에 의하여 형성된 지층으로 0.5m 정도의 심도에서 확인되고 있다. 또한, 표준관입시험 과정에서 가해지는 해머의 타격에너지에 의하여 실트, 모래 및 암편등으로 완전히 분쇄된 상태이다.

- 연암층

모암인 유문암질회류 응회암이 부분적으로 풍화되어 형성된 지층으로서 0.5-1.5m 내외의 심도에서 확인되고 있으며, 코아 회수율은 37-50% 정도로 저조한 상태이다.

- 경암층

1.5-3.0m 내외의 심도에서 확인되고 있으며 코아 회수율은 39-100% 정도이며, R.Q.D는 0-100% 정도이다.

1.2.2 기존 점검결과의 검토

번호	점검·진단기간	점검 및 진단 기관명	상태 등급	주요점검·진단내용
	점검·진단구분	점검·진단 책임기술자		
1	2006.4(상반기) 초기점검	(주)아워브레인 유 근 무	B	천정부에 균열 등의 결함이 발생된 상태이며, 보수를 실시하고 지속적인 유지관리를 실시하여 구조물의 안전성 및 사용성을 확보하여야 함.
2	2006.12(하반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	양호	공용년수 증가로 슬래브 및 측벽부 기존 현황에 균열, 망상균열, 백태 등의 손상이 추가적으로 발생된 것으로 조사되었으나 터널전반에 걸쳐 양호한 상태로 조사됨. 기 발생된 손상 현황은 현재 구조적으로 큰 문제가 없는 것으로 사료되나, 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부에 대한 보수가 바람직함.
3	2007.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	양호	공용년수 증가로 천단 및 측벽부에 손상 현황이 추가 발생되거나 보수부 재균열이 일부 조사되었으나 터널 전반에 걸쳐 양호한 상태로 조사됨. 향후 지속적인 점검을 통한 구조물의 유지관리가 필요함.
4	2007.12(하반기) 정밀점검	(주)아워브레인 유 근 무	B	공용년수 증가로 천단 및 측벽부에 손상 현황이 추가 발생되거나 보수부 재균열이 일부 조사되었으나 터널 전반에 걸쳐 양호한 상태로 조사됨. 향후 지속적인 점검을 통한 구조물의 유지관리가 필요함.
5	2008.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	양호	라이닝 및 포장면에 균열, 파손, 스폴링 및 스퀔링 등이 다수 발생된 상태이나, 안전성을 저해할 만한 수준은 아닌 것으로 판단됨. 다만, 갭문 도수로 주위 공동에 대해서는 원활한 배수를 위하여 적절한 조치가 요구됨. 기 발생된 손상에 대해 내구성 및 사용성 확보 차원의 보수를 실시하고, 보수가 실시된 이후에도 재발생 및 진전여부에 대한 주기적으로 점검이 필요함.
6	2008.12(하반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	양호	터널전반에 걸쳐 양호한 상태로 조사됨. 기 발생된 손상현황은 현재 구조적으로 큰 문제가 없는 것으로 사료되나, 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부에 대한 보수를 실시하며, 향후 균열 진행 여부를 주기적으로 점검하는 등의 지속적인 유지관찰을 통한 구조물의 유지관리가 필요함.
7	2009.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	양호	터널전반에 걸쳐 양호한 상태로 조사됨. 기 발생된 손상현황은 현재 구조적으로 큰 문제가 없는 것으로 사료되나, 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부에 대한 보수를 실시하며, 향후 균열 진행 여부를 주기적으로 점검하는 등의 지속적인 유지관찰을 통한 구조물의 유지관리가 필요함.

번호	점검 · 진단기간	점검 및 진단 기관명	상태 등급	주요점검 · 진단내용
	점검 · 진단구분	점검 · 진단 책임기술자		
8	2009.12(하반기) 정밀점검	(주)아워브레인 유 근 무	B	주요현황으로는 천정부 중·횡방향 균열 및 균열 보수부 재균열, 측벽부 타일 파손, 조인트부 들뜸 및 박락, 공동구 덮개 파손, 포장부 손상(스케링, 스폐링, 접속부 파손), 사면부 녹생토 유실 및 표층유실, 배수로 공동, 숏크리트 파손, 지하수유출 등이 발생한 상태이다. 기 발생한 손상현황에 대해서는 내구성 확보를 위한 보수가 필요하며 조인트부 들뜸현황은 탈락시 주행차량의 안전사고 위험을 내포하고 있으므로 유지관리가 필요하다.
9	2010.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	양호	주요현황으로는 천정부 중·횡방향 균열 및 균열 보수부 재균열, 측벽부 타일 파손, 조인트부 들뜸 및 박락, 공동구 덮개 파손, 포장부 손상(스케링, 스폐링, 접속부 파손), 사면부 녹생토 유실, 표층파괴 및 유실, 배수로 공동, 숏크리트 파손, 지하수유출 등이 발생한 상태이다. 기 발생한 손상현황에 대해서는 내구성 확보를 위한 보수가 필요하며, 시점부 접속사면 표층파괴부는 강우시 손상의 진전이 우려되므로 보수가 필요하다.
10	2010.12(하반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	양호	주요현황으로는 천정부 중·횡방향 균열 및 균열 보수부 재균열, 측벽부 타일 파손, 조인트부 들뜸 및 박락, 공동구 덮개 파손, 배수구 이물질퇴적, 포장부 손상(스케링, 스폐링, 접속부 파손), 사면부 녹생토 유실, 표층파괴 및 유실, 배수로 공동, 숏크리트 파손, 지하수유출 등이 발생한 상태이다. 미보수된 손상현황에 대해서는 내구성 확보를 위한 보수가 필요하며, 시점부 접속사면 표층파괴부는 강우시 손상의 진전이 우려되므로 보수가 필요하다.
11	2011.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	양호	천정부 중·횡방향 균열 및 재균열, 측벽부는 타일파손, 조인트부는 들뜸 및 박락, 공동구 덮개 파손, 배수구 이물질퇴적, 포장부 손상(스케링, 스폐링, 접속부 파손), 사면부는 녹생토 유실, 표층유실, 배수로 공동, 숏크리트 파손, 지하수유출 등이 발생한 상태이다. 기 손상부는 내구성 확보 차원의 보수가 필요하며, 시점부 접속사면 표층유실부는 강우시 손상의 진전이 우려되므로 녹생토 및 배수공 등의 조치가 필요하다.

번호	점검·진단기간	점검 및 진단 기관명	상태 등급	주요점검·진단내용
	점검·진단구분	점검·진단 책임기술자		
12	2011.12(하반기) 정밀점검	(주)아워브레인 유근무	A	정밀점검 결과, 주요현황으로는 천정부 종·횡방향 균열 및 균열보수부 재균열, 측벽부 타일 균열, 파손 및 라이닝부 균열, 조인트부 들뜸 및 박락, 공동구 덮개 파손, 포장부 스폐링, 스켈링 및 접속부 파손, 사면부 녹생토 유실 및 표층유실, 숏크리트 파손, 누수, 수목 등이 발생한 상태이다. 기 발생한 손상현황에 대해서는 내구성 확보를 위한 보수가 필요하며 시점부 사면에 발생한 표층유실 및 숏크리트 파손은 우수 유입에 의한 추가 손상 및 주행차량의 안전사고 위험성이 내포되어 있으므로 보수 및 정비가 요망된다.
13	2012.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 김영진	양호	생림2터널에 발생한 주요 손상은 라이닝부 균열 및 보수부 재균열, 조인트부 콘크리트 들뜸, 측벽부 타일 균열 및 파손, 포장면 손상(스폴링, 스켈링, 접속부 아스콘 파손), 공동구 덮개 파손, 시·종점부 사면의 뜬돌, 세굴, 녹생토 유실, 표층유실, 절리부 누수 및 숏크리트 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 내구성 증진 및 주행성 확보를 위한 보수 및 진전 유무에 대한 주의관찰이 필요하다. 특히, 시점부 사면의 표층유실 및 숏크리트 파손부는 강우시 우수 유입에 의한 추가 손상이 우려되므로 표면보호공 등의 조치가 필요하며, 종점부 사면의 상부 자연사면은 경사가 급하여 점검 이동시 안전사고의 위험이 있으므로 점검계단 추가 설치가 요망된다.
14	2012.12(하반기) 정기점검	(주)아워브레인 김영진	양호	생림2터널은 금회 조사시, 종점부 사면 상부에 점검계단을 추가 설치한 것을 확인할 수 있었고, 이는 양호한 상태이다. 터널에 발생한 주요 손상은 라이닝부 균열 및 보수부 재균열, 조인트부 콘크리트 들뜸, 측벽부 타일 균열 및 파손, 포장면 손상(스폴링, 스켈링, 접속부 아스콘 파손), 공동구 덮개 파손이 있고, 시·종점부 사면에 뜬돌, 세굴, 녹생토 유실, 표층유실, 절리부 누수, 숏크리트 손상, 낙석퇴적 등이 조사되었다. 기 발생한 손상은 지속적인 주의관찰과 더불어 터널의 내구성 증진 및 차량의 주행성 확보를 위한 보수가 필요하다. 특히, 시·종점부의 표층유실, 숏크리트 파손부는 강우시 추가 손상의 우려가 있으므로, 주의관찰이 요망된다.

번호	점검 · 진단기간	점검 및 진단 기관명	상태 등급	주요점검 · 진단내용
	점검 · 진단구분	점검 · 진단 책임기술자		
15	2013.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 김 영 진	양호	생림2터널에 주요 손상현황은 라이닝부 균열 및 보수부 재균열, 조인트부 콘크리트 들뜸, 측벽부 타일 균열 및 파손, 포장면 손상(균열, 스폴링, 스켈링), 공동구 덮개 파손, 시·종점부 사면에 뜬 돌, 세굴, 녹생토 유실, 표층유실, 절리부 누수, 숏크리트 손상, 낙석퇴적 등이 조사되었다. 기 발생한 손상은 지속적인 주의관찰과 더불어 터널의 내구성 증진 및 차량의 주행성 확보를 위한 보수가 필요하다. 특히, 종점부 사면에 발생한 뜬돌 및 폐목은 본선유입에 의한 통행차량의 안전사고 위험이 있으므로 낙석방지책 설치 등의 조치가 요망된다.

제 2 장 현장조사 및 시험

2.1 외관조사 결과

생림2터널은 경상남도 김해시 생림면 안양리에 위치한 직선형터널로, 터널의 연장은 상행선 526m, 하행선 495m로 2종 시설물에 해당된다. 터널의 본선은 NATM 공법으로 시공되었으며, 시·종점부 갱문은 면벽식으로 시공되었다. 양측면 배수방식을 채택한 배수형 터널이고 환기방식은 자연환기방식이 적용되었다. 터널의 시·종점부 방향은 부산 방향을 터널시점, 대구방향을 터널종점으로 하여 외관조사를 수행하였다.

대상시설물은 상/하행선 61/57개의 Segment로 구성되어 터널 및 부대시설을 각 스펙별로 구분하여 외관망도를 작성하였으며, 비파괴 측정자료등과 함께 터널의 상태평가 및 유지관리 자료로 활용하였다. 본 현장에서는 고소점검차등의 접근장비를 이용하여 최대한 근접한 후 육안조사를 실시하였으며, 조사결과는 단면형상, 주변시설물의 상태, 지반상태등을 고려하여 분석하였다. 또한, 현장조사시 체계적인 조사 및 분석을 위하여 조사요령, 양식 및 평가기준을 『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(터널편), 국토해양부, 한국시설안전공단, 2010. 12』에서 제시하는 지침을 적용하여 객관성을 확보하고자 하였다.



2.1.1 갯문 및 접속옹벽

갯문 형식은 시·중점부가 면벽식이며 갯문의 마감은 대리석으로 시공되어 있으며, 중점부 하행선 갯문 마감재 파손이 조사되었다.

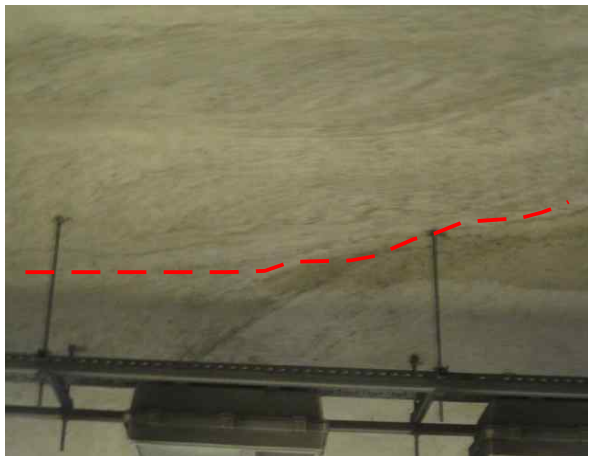
			
위 치	시점측 하행선	위 치	중점측 하행선
현 황	갯문 전경	현 황	마감재 파손

2.1.2 콘크리트 라이닝

1) 천정부

천정부는 금회 조사시, 일부에서 균열 보수를 실시하였고, 양호한 상태이다. 손상으로는 폭 0.2~0.7mm 정도의 균열 및 재균열이 발생하였으며, 기 발생한 손상은 내구성 확보를 위한 보수 및 진전 유무에 대한 주의관찰이 필요하다.

			
위 치	상행선 SPAN 18	위 치	하행선 SPAN 6
현 황	균열 보수	현 황	균열 보수

			
위 치	상행선 SPAN 23		
현 황	보수부 재균열 (폭 0.7mm)		
			
위 치	상행선 SPAN 44		
현 황	종방향 재균열 (폭 0.3mm)		
			
위 치	하행선 SPAN 2	위 치	하행선 SPAN 37
현 황	균열 (폭 0.3mm)	현 황	재균열 (폭 0.2mm)

2) 측벽부

타일 마감 처리된 측벽은 국부적인 타일 균열 및 파손이 조사되었으며, 라이닝부는 일부 균열 보수를 실시하였으며, 손상으로 폭 0.3mm 정도의 수직균열이 일부 확인되었다. 기 발생한 손상은 내구성 확보를 위한 보수 및 진전 유무에 대한 주의관찰이 필요하다.

			
위 치	상행선 SPAN 6	위 치	하행선 SPAN 2
현 황	타일 파손	현 황	수직균열 (폭 0.3mm)
			
위 치	하행선 SPAN 56	위 치	하행선 SPAN 2
현 황	타일 균열	현 황	균열 보수

3) 조인트부

조인트부는 금회 조사시, 일부에서 단면보수를 실시하였고, 보수부는 양호한 상태이다. 손상으로 국부적인 콘크리트 들뜸 및 재들뜸이 일부 발생한 것으로 조사되었다. 콘크리트 들뜸부는 탈락시 하부 주행차량의 안전사고 위험성을 내포하고 있으므로 신속한 조치가 필요하다.

			
위 치	하행선 JOINT 18	위 치	상행선 JOINT 25
현 황	콘크리트 재들뜸(A=0.1*0.1)	현 황	콘크리트 재들뜸(A=0.1*0.1)
			
위 치	하행선 JOINT 15	위 치	하행선 JOINT 33
현 황	콘크리트 들뜸(A=0.2*0.2)	현 황	콘크리트 들뜸(A=0.1*0.2)

4) 공동구

공동구 내부는 침수 및 이물질 퇴적 등의 손상이 없는 상태이나, 일부구간에서 공동구 덮개 파손 및 균열이 조사되었다.

			
위 치	상행선 SPAN 32	위 치	하행선 SPAN 2
현 황	덮개 파손	현 황	덮개 파손

2.1.3 바닥부

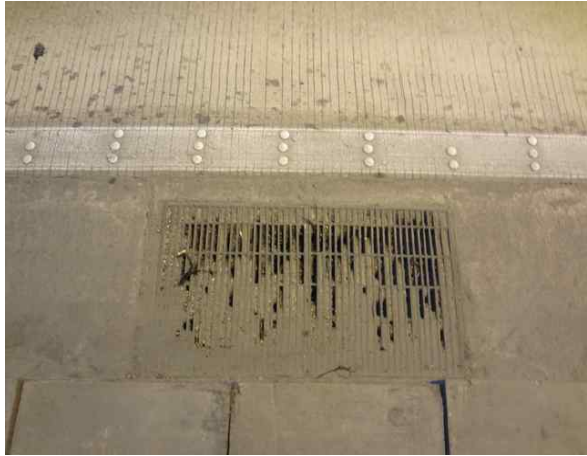
1) 포장부

콘크리트로 시공된 포장면은 국부적인 스폴링 및 스켈링, 균열 등의 손상이 일부 조사되었다. 기 손상부는 주행성 향상을 위한 보수가 필요하다.

			
위 치	상행선 SPAN 1	위 치	하행선 SPAN 20
현 황	균열	현 황	스폴링

2) 배수시설

배수구는 좌·우측 바닥에 위치하고 있으며, 국부적인 이물질퇴적이 조사된바, 원활한 배수를 위한 정비가 필요하다.

			
위 치	상행선 배수구	위 치	하행선 배수구
현 황	이물질 퇴적	현 황	이물질 퇴적
			
위 치	상행선	위 치	하행선
현 황	노면 배수 전경	현 황	노면 배수 전경

2.1.4 기타 시설물(조명, 표지판, 소화전등)

- 조명은 상부 천정부 양측으로 2열 설치되어 있고 조명설치를 위한 고정앵커부의 상태 및 작동상태 등이 양호한 상태임
- 차량의 주행안전성 및 시인성 향상을 위한 안전 표지판 및 반사판, 교통신호 시설 등의 설치 상태는 전반적으로 양호함
- 소화시설은 특별한 손상이 없는 양호한 상태임

			
위 치	상행선 비상전화	위 치	하행선
현 황	전 경	현 황	조명시설 전경
			
위 치	상행선	위 치	상행선
현 황	소화기함 전경	현 황	소화기함 내부 전경

2.1.5 터널부 절토사면

조사대상 절토사면은 연장 322m, 최대높이 33m인 시점부(부산방향) 절토사면과 연장 75m, 최대높이 42m인 종점부(대구방향) 절토사면으로 일반현황은 <표 3.2.11>과 같다. 조사영역은 시점부의 상·하행선 구간을 나누어 조사를 실시하였으며, 종점부는 상·하행선 통합하여 조사를 실시하였다.

<표 2.1.1> 생림2터널 시·종점부 절토사면 현황

시점부 절토사면	시설물명		생림2터널 시점부 절토사면	시설물구분	절토사면
	위 치	행정구역	경상남도 김해시 생림면 안양리		
	제 원	연 장	322m	높 이	33m
		경사/방향	65/240	위 치	STA.58+570~58+870
	관리주체		신대구부산고속도로(주)	관리주체구분	민간
	주 변 환 경	인공구조물	-		
		주변지형	계곡부	상부사면경사	10°미만
	시 공 현 황	준공년도	2006.2	시공자	(주)대우건설 (주)협성건설
		부대시설	산마루 측구,면벽식 갯문, 수직배수로,낙석방지 울타리		
	비 고		식생공, 슛크리트, 콘크리트 버트리스 옹벽		
종점부 절토사면	시설물명		생림2터널 종점부 절토사면	시설물구분	절토사면
	위 치	행정구역	경상남도 김해시 생림면 안양리		
	제 원	연 장	75m	높 이	42m
		경사/방향	65/11	위 치	STA.60+060~60+360
	관리주체		신대구부산고속도로(주)	관리주체구분	민간
	주 변 환 경	인공구조물	-		
		주변지형	능선부	상부사면경사	30°미만
	시 공 현 황	준공년도	2006. 2	시공자	(주)대우건설 (주)협성건설
		부대시설	산마루 측구, 면벽식 갯문, 수직배수로		
	비 고		식생공		



<그림 2.1.1> 조사구간 전경

1) 제1구간(생림2터널 시점부 상행선 절토사면)

- 연장 212m, 최대높이 33m인 시점부 상행선 절토사면은 총 4단으로 구성되었으며, 사면경사는 49°이고 면벽식 갱구부로 시공되어 있음.
- 주변지형 조사결과 우측부 60m 지점까지 노출된 암반은 보통 풍화 상태로 조사되었으며, 발달된 절리를 중심으로 뜯돌 및 절리부 누수가 일부 확인됨.
- 갱문 배후사면은 급한 경사에 의한 녹생토 탈락이 일부 확인된 상태임.
- 우측접속사면 3단 사면부에 표층유실 및 세굴 등의 손상이 확인되었고, 숯크리트부의 파손과 누수, 백태, 수목이 일부 조사됨.
- 기 발생한 손상은 주의관찰이 필요하며, 우수 유입에 의한 추가 손상이 우려되는 일부 구간은 보수를 통한 유지관리가 필요함.

			
위 치	자연사면부 STA.0+80	위 치	3단 사면부 STA.0+110
현 황	표층유실 (A=6.0*1.0)	현 황	수목
			
위 치	1단 사면부 STA.0+180	위 치	1단 사면부 STA.0+50
현 황	녹생토 유실 (A=5.0*3.0)	현 황	풍화

2) 제2구간(생림2터널 시점부 하행선 절토사면)

- 연장 110m, 최대높이 26m인 시점부 하행선 절토사면은 총 2단으로 구성되었으며, 사면경사는 65°이고 면벽식 갱구부로 시공되어 있음.
- 주변지형 조사결과 1단 사면부에 노출된 암반은 보통~심한 풍화 상태로 조사되었으며, 이완암 블록, 절리부 누수가 일부 확인됨.
- 사면보호공은 식생공 및 슛크리트공으로 표면보호가 되어 있으며, 국부적으로 슛크리트 파손 및 표층유실, 녹생토 유실, 수목이 조사됨.
- 기 발생한 손상은 진전 유무에 대한 주의관찰이 필요하며, 표층유실 및 슛크리트 파손부는 우수 유입에 의한 추가 손상 및 주행차량의 안전사고 위험성이 내포되어 있으므로 보수 및 정비를 통한 유지관리가 요망된다.

			
위 치	2단 사면부 STA.0+90		
현 황	표층유실 및 슛크리트 파손 (A=7.0*7.0)		
			
위 치	2단 사면부 STA.0+80	위 치	1단 사면부 STA.0+70
현 황	스틁크리트 파손	현 황	녹생토 유실

3) 생림2터널 종점부 절토사면

- 연장 75m, 최대높이 42m인 종점부 절토사면은 총 2단으로 구성되었으며, 사면경사는 83°인 상태임.
- 사면보호공은 갯구부 상단에 식생공으로 표면보호공이 시공되어 있으며 1차 소단 하부에 켜기파기 이력이 조사되었으나 추가 파괴징후 없는 것으로 판단됨.
- 갯문 배후부의 경사가 급하여 발생한 녹생토 유실 및 하부 낙석 퇴적은 진전 유무에 대한 주의관찰 및 보수, 정비가 필요함.

			
위 치	2단 사면부 STA.0+20	위 치	계곡부 STA.0+50
현 황	녹생토 유실	현 황	뜯돌
			
위 치	자연사면부 STA.0+60	위 치	종점부
현 황	수목	현 황	점검계단 및 낮은울타리 설치

2.1.6 이전 상태와 현 상태 비교

본 터널은 2013년 상반기에 정기점검을 기 시행한 바 있으며, 당시 점검결과와 현 상태를 비교하면 다음과 같다.

이전 상태(2013년 상반기)	현 상태(2013년 하반기)
■ 갹문 마감재 파손 ■ 천정부 중·횡방향 균열 및 보수부 재균열 ■ 측벽부 타일균열 및 파손 및 라이닝부 균열 ■ 조인트부 콘크리트 들뜸 ■ 공동구 덮개 파손 ■ 포장부 스폴링 및 스켈링, 균열 ■ 시·중점측 사면부 녹생토 유실, 세굴, 표층 유실, 숏크리트 파손, 절리부 누수, 뜬돌 및 폐목적치	■ 갹문 마감재 파손 ■ 천정부 중·횡방향 균열 및 보수부 재균열 <u>균열 및 들뜸 보수 실시</u> ■ 측벽부 타일균열 및 파손 및 라이닝부 균열 ■ 조인트부 콘크리트 들뜸 및 재들뜸 ■ 공동구 덮개 파손 ■ 포장부 스폴링 및 스켈링, 균열 ■ 시·중점측 사면부 녹생토 유실 및 세굴, 표층 유실, 숏크리트 파손, 절리부 누수, 뜬돌 <u>중점측 사면부 점검계단 및 낮은울타리 설치</u>
기 시행된 점검이후 손상의 진전은 미미하나, 기 발생한 손상현황에 대해서는 내구성 저하 방지를 위한 보수가 필요함.	

2.2 내구성조사 결과

2.2.1 강도 측정

대상 구조물에 대한 콘크리트 비파괴 강도 조사 결과는 다음 <표 2.2.1>에 정리하였다.

▶ 설계기준강도 : 라이닝 콘크리트 → 24 Mpa

<표 2.2.1> 콘크리트 강도 측정 결과

구분	측정 NO.	구조 요소	측정 위치	Raver	추정압축강도(Mpa)			비고
					동 경 도 검사소식	일본재료 학 회 식	평 균	
상 행 선	1	라이닝	S2 천정부	52.80	24.6	29.3	27.0	
	2	라이닝	S60 천정부	56.95	27.3	32.8	30.1	
하 행 선	3	라이닝	S2 천정부	49.15	22.2	26.3	24.3	
	4	라이닝	S56 천정부	51.05	23.5	27.9	25.7	

콘크리트 강도 측정 결과, 라이닝은 약 24.3~30.1Mpa(평균 26.7Mpa, 101%~125%) 분포로서 각 부재별 설계기준강도를 모두 상회하고 있는 바, 대상 구조물의 콘크리트 강도는 양호한 수준으로 사료된다.

2.2.2 탄산화 측정

대상 구조물에 대한 탄산화 측정 결과는 다음 <표 2.2.2>에 정리하였다.

<표 2.2.2> 탄산화 심도 조사 결과

구분	측정 NO.	구조 요소	측정위치	공용 년수	탄산화깊이 (mm)	피복두께 (mm)	잔여깊이 (mm)	손상 등급
상 행 선	1	라이닝	S2 천정부	8	6	50	48	a
	2	라이닝	S60 천정부	8	6	50	48	a
하 행 선	3	라이닝	S2 천정부	8	7	50	47	a
	4	라이닝	S56 천정부	8	7	50	47	a

라이닝 요소에서 측정된 콘크리트 탄산화 심도는 약 6mm~7mm(평균 6.5mm) 깊이까지 진행된 상태로서 잔여깊이가 30mm이상 이므로, 현재의 탄산화 정도가 구조물의 내구성에 미치는 영향은 거의 없는 것으로 사료된다.

제 3 장 상태평가 및 안전등급 산정

3.1 상태평가

본 터널은 상행선 526m, 하행선 496m의 철근 및 무근콘크리트 라이닝으로 시공된 NATM 터널로서 상태평가지 SPAN 연장은 손상의 발생 형태 및 빈도를 고려하여 5~10m 정도로 분할하였다. 터널의 상태평가는 터널 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(국토해양부, 한국시설안전공단 2010.12)을 활용하였으며, 현장조사 결과 확인된 라이닝결함, 터널 주변 및 탄산화에 대한 상태평가를 실시하여 터널결함지수를 산정하였으며, 라이닝 결함지수 및 상태평가등급에 대한 자세한 내용은 부록에 수록하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

3.1.1 라이닝 상태평가 결과

1) 상행선 콘크리트 라이닝 결함지수 산정

구 분	균열	누수	파손 및 손상	재질열화						합계	결함 지수	등급
				박리	충분리 및박락	백태	재료 분리	철근 노출	탄산화			
무근 구간 [S11-59]	1.57	0	0	0.10	0	0	0	0	0	1.67	0.06	a
철근 구간 [S1-10, 60-61]	0.83	0	0	0	0	0	0	0	0	0.83	0.02	a

2) 하행선 콘크리트 라이닝 결함지수 산정

구 분	균열	누수	파손 및 손상	재질열화						합계	결함 지수	등급
				박리	충분리 및박락	백태	재료 분리	철근 노출	탄산화			
무근 구간 [S7-55]	0.69	0	0	0.12	0	0	0	0	0	0.82	0.03	a
철근 구간 [S1-6, 56-57]	1.25	0	0	0	0	0	0	0	0	1.25	0.03	a

3.1.2 터널 주변상태 결함점수 산정

1) 상행선

항 목	배수상태	지반상태	갱문상태	공동구상태	특수조건	합 계
결함점수	0	1	0	0.5	0	1.5

2) 하행선

항 목	배수상태	지반상태	갯문상태	공동구상태	특수조건	합 계
결함점수	0	1	0	0.5	0	1.5

3.1.3 부대시설 상태평가

1) 상행선

항 목	균열	누수	손상	박리	박락	백태	철근 노출	중성화	합계	결함 지수	등급
결함점수	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	a

2) 하행선

항 목	균열	누수	손상	박리	박락	백태	철근 노출	중성화	합계	결함 지수	등급
결함점수	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	a

3.1.4 터널 상태평가 등급 산정

1) 상행선

구분	라 이 닝						터 널 주 변					합계	결함 지수	평균 결함 지수	부대 시설 가중치	환산 결함 지수	등급
	균열	누수	손상	재 질 열 화			배수 상태	지반 상태	갯문 상태	공동구 상태	특수 조건						
				박리	박락	백태											
무근	1.57	0	0	0.10	0	0	0	1	0	0.5	0	3.17	0.09	0.09	1.00	0.09	A
철근	0.83	0	0	0	0	0						2.33	0.06				

2) 하행선

구분	라 이 닝						터 널 주 변					합계	결함 지수	평균 결함 지수	부대 시설 가중치	환산 결함 지수	등급
	균열	누수	손상	재 질 열 화			배수 상태	지반 상태	갯문 상태	공동구 상태	특수 조건						
				박리	박락	백태											
무근	0.69	0	0	0.12	0	0	0	1	0	0.5	0	2.31	0.07	0.07	1.00	0.07	A
철근	1.25	0	0	0	0	0						2.75	0.07				

3.2 안전등급 지정

생림2터널에 대한 정밀점검결과 안전등급은 “A” 등급의 양호한 상태로 산정되었다.

[시설물의 안전등급 기준]

안전등급	시설물의 상태
A (우수)	문제점이 없는 최상의 상태
B (양호)	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 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 시설물의 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태

제 4 장 종합결론

4.1 점검결과 요약

구 분		점 검 결 과
외 관 조 사	개 문	▪ 시·중점측 갱구형식은 면벽식으로 마감재 파손 발생
	콘크리트 라이닝	천 정 부 ▪ 일부 균열 보수 실시 ▪ 천정부에 폭 0.2~0.7mm 정도의 균열 및 재균열 발생
		측 벽 부 ▪ 타일 마감 처리된 측벽은 타일 균열, 파손 및 라이닝부에 균열 발생
		조인트부 ▪ 조인트부 일부에서 들뜸 보수 ▪ 손상으로 들뜸 및 재들뜸이 국부적으로 발생
		공 동 구 ▪ 공동구 내부는 침수 및 이물질퇴적 등의 손상이 없는 양호한 상태임 ▪ 공동구 덮개 파손 및 균열 일부 발생
	바닥부	포 장 부 ▪ 콘크리트로 시공된 포장면은 국부적인 스폴링 및 스켈링, 균열 발생
		배수시설 ▪ 내부 좌·우측의 배수시설은 이물질퇴적이 일부 조사됨.
	기타 시설물	조명시설 표지판 소화전등 ▪ 터널내 조명시설, 소화전, 각종표지판 등은 전반적으로 양호한 상태임
	터널부 사면	시점측 ▪ 녹생토 유실, 표층유실, 세굴, 숏크리트 파손, 누수, 수목 발생
		중점측 ▪ 녹생토 유실 및 뜬돌 일부 발생, 점검계단 및 낮은울타리 설치
비 파 괴 시 험	콘크리트 강 도	콘크리트 라이닝 : 24.3~30.1Mpa, (설계강도 24Mpa)
		평 가 콘크리트 강도는 설계기준강도를 상회하는 양호한 수준임
	콘크리트 탄 산 화	콘크리트 라이닝 : 6~7mm (피복두께 50mm)
		평 가 탄산화 정도가 시설물의 내구성에 미치는 영향은 미미한 수준임
상태 평가	환산결함도 점수	▪ 상행선 0.09 ▷ 「A」 등급 · 하행선 0.07 ▷ 「A」 등급

4.2 결 언

생림2터널에 대한 정밀점검 결과, 본 시설물은 문제점이 없는 최상의 상태인 “A” 등급의 우수한 상태로 평가되었다. 금회 조사시, 라이닝 균열 및 들뜸 보수, 종점부 사면 점검계단 및 낮은울타리를 설치하였고, 현재 양호한 상태이다. 터널의 주요현황으로는 천정부 종·횡방향 균열 및 균열보수부 재균열, 측벽부 타일 균열, 파손 및 라이닝부 균열, 조인트부 들뜸, 공동구 덮개 파손, 포장부 스폐링, 스켈링 및 균열, 사면부 녹생토 유실 및 표층유실, 숏크리트 파손, 누수, 수목 등이 발생한 상태이다. 기 발생한 손상현황에 대해서는 내구성 확보를 위한 보수가 필요하며 시점부 사면에 발생한 표층유실 및 숏크리트 파손은 우수 유입에 의한 추가 손상 및 주행차량의 안전사고 위험성이 내포되어 있으므로 보수 및 정비가 요망된다.

제 5 장 보수 및 유지관리 방안

5.1 보수 방안

생림2터널은 2006년 2월에 준공되어 현재 공용중인 터널으로 상행선 526m, 하행선 496m의 NATM 공법으로 시공된 2종 시설물로 상·하행선이 분리되어 있다.

본 과업에서는 외관조사 및 내구성 조사 결과와 이전 점검이력 등을 검토하여 결함 및 손상에 대한 원인을 검토하고 그 결과를 활용하여 시설물의 안전성과 건전성을 유지하기 위한 보수방안을 제안하고자 한다.

이러한 보수방법의 기본방향은 장기적으로 내구성 저하를 방지하는데 그 목적이 있으며

- 1) 결함 및 손상에 대한 원인에 따른 보수
- 2) 콘크리트 및 철근의 내구성 확보차원의 보수
- 3) 외관상태의 결함에 대한 보수
- 4) 시설물의 유지관리 차원의 보수에 대한 방법을 제시하는데 있다.

주요손상 및 결함에 따른 보수방안은 각 요소별로 일람표를 작성 제시하였고 외관조사망도에 각 결함 및 손상을 표기하여 제시하였다.

또한, 시설물에 대한 보수는 손상현황의 영향정도, 시설물의 중요도, 사용환경조건 및 경제성 등에 의해서 보수의 수준을 정한다.

통상 보수는 시설물에 작용한 위해요인에 의해 발생한 시설물의 손상을 치유하는 것을 말하며, 보수를 위해서는 현장조사 결과와 상태평가 결과 등을 정밀검토한 후에 보수의 필요성, 공법 및 그 수준을 정한다.

[표 5.1.1] 상행선 손상현황에 대한 보수 일람표

구 분	손 상 현 황		단 위	합 계	보수공법	비 고
천정부	균 열	0.3mm미만	M (개소)	6.0 (6)	표면처리공법	
		0.3mm이상	M (개소)	24.0 (5)	수지주입공법	
	재균열	0.3mm미만	M (개소)	53.5 (7)	표면처리공법	
		0.3mm이상	M (개소)	45.0 (5)	수지주입공법	
	콘크리트 들뜸		M ² (개소)	0.21 (4)	단면보수공법	
측벽부	균 열	0.3mm이상	M (개소)	2.0 (1)	수지주입공법	
	타 일	파 손	개소	1	교 체	
공동구	균 열	0.3mm이상	M (개소)	10.5 (35)	수지주입공법	
	덮개 파손		개소	63	교 체	
포장부	스폴링		M ² (개소)	1.14 (25)	단면보수공법	
	스켈링		M ² (개소)	0.11 (9)	단면보수공법	
	균열		M (개소)	5.0 (1)	주의관찰	

[표 5.1.2] 하행선 손상현황에 대한 보수 일람표

구 분	손 상 현 황		단 위	합 계	보수공법	비 고
천정부	균열	0.3mm이상	M (개소)	21.0 (3)	수지주입공법	
	재균열	0.3mm미만	M (개소)	34.0 (4)	표면처리공법	
		0.3mm이상	M (개소)	9.0 (1)	수지주입공법	
	콘크리트 들뜸		M ² (개소)	0.26 (6)	단면보수공법	
측벽부	균 열	0.3mm미만	M (개소)	0.5 (1)	표면처리공법	
		0.3mm이상	M (개소)	5.0 (1)	수지주입공법	
	타 일	균 열	개소	36	교 체	
공동구	균 열	0.3mm이상	M (개소)	2.4 (8)	수지주입공법	
	덮개 파손		개소	100	교 체	
포장부	스폴링		M ² (개소)	2.27 (41)	단면보수공법	
	스켈링		M ² (개소)	0.08 (8)	단면보수공법	
	불순물 혼입		개소	1	단면보수공법	

[표 5.1.3] 시점측 터널부사면 손상현황에 대한 보수 일람표

손상유형	위치 및 수량	조치내용	비고
표층유실	STA.0+40m 상행 1단 표층유실 A=1.5m*1.5m	주의관찰	
	STA.0+75m 상행 3단 표층유실 A=10m*5m	주의관찰	
	STA.0+80m 상행 자연사면 표층유실 A=6m*1m	주의관찰	
	STA.0+95m 상행 3단 표층유실 A=10m*5m	주의관찰	
	STA.0+180m 상행 1단 녹생토 탈락 A=5m*3m	주의관찰	
	STA.0+70m 하행 1단 녹생토유실 A=10m*3m	주의관찰	
낙석위험	STA.0+30m 상행 1단 뜯돌	주의관찰	
	STA.0+30m 하행 1단 이완암	주의관찰	
배수시설			
수 목	STA.0+105m 상행 3단 수목	벌목	
	STA.0+70m 하행 3단 수목	벌목	
기 타	상행 1단 누수 (5EA)	주의관찰	
	STA.0+80~0+95m 하행 1단	단면보수	
	쫓크리트 파손 및 표층유실 A=7m*7m		

[표 5.1.4] 종점측 터널부사면 손상현황에 대한 보수 일람표

손상유형	위치 및 수량	조치내용	비고
표층유실	STA.0+5~45m 1단 전반적 녹생토 유실	주의관찰	
	STA.0+50~65m 1단 녹생토유실 A=20m*5m	주의관찰	
낙석위험	STA.0+55m 2단 뜯돌	주의관찰	
	STA.0+45m 자연사면 뜯돌 및 폐목적치	정비	
배수시설			
수 목			
기 타			

5.2 유지관리 방안

대상시설물에 대한 정밀점검 결과에 따라 본 절에서는 향후 유지관리시 터널의 안전성, 사용성 및 내구성 차원에서 중점적으로 관찰하고 유의하여 수행하여야 할 중점 유지관리 항목을 설정하여 제시하였다. 이러한 항목들은 결함의 진전여부 및 재발생 여부를 주기적으로 관찰함으로 향후 더 크게 발전할 가능성이 있는 결함부위에 대한 원인을 분석하여 사전에 예방하고자 하는 중점적인 유지관리 항목을 제시하였다.

[표 5.1.3] 중점 유지관리 항목

구 분	결 합 내 용	유 지 관 리 항 목	비 고
콘크리트 라이닝	◦ 균열 (폭 0.3mm 이상) ◦ 조인트부 손상(들뜸)	· 결함 발생 및 진전 여부 [위치, 균열폭, 길이, 진행성, 형태등]	육안조사
공동구	◦ 공동구 덮개 파손	· 이물질퇴적, 파손 및 균열 진전 여부	육안조사
포장부	◦ 스켈링, 스폐링 및 균열	· 진전 여부	육안조사
사면부	◦ 시·종점측 사면 녹생토유실, 표층유실, 숏크리트 파손, 누수	· 진전 여부	육안조사