

5. 삼랑진터널

삼랑진터널 현황표

작성일 : 2013년 11월 20일

터널명	삼랑진터널		
시설물번호	상행선 : TU2006-0000218 하행선 : TU2006-0000219	관리번호	dbw T.7
노선명	고속국도55호선	시행자	신대구부산고속도로(주)
시점	경상남도 밀양시 삼랑진읍 미전리 [부산기점 33.27km]	종점	경상남도 밀양시 삼랑진읍 미전리 [부산기점 34.00km]
터널형식	NATM	관리주체	신대구부산고속도로(주)
차선수	상행선 : 2차로 하행선 : 2차로	환기방식	상행선 : 자연환기 하행선 : 자연환기
연장	상행선 : 722m 하행선 : 740m	설계사	(주)용마ENG
내공단면	폭 : 9.7m, 높이 : 7.9m	시공사	대림산업(주), 두산중공업(주)
배수형식	T.H.P Ø400, 유공관 Ø200	감리사	한국건설관리공사, (주)용마ENG (주)동일기술공사
종단기울기	상행선 : -1.5545% 하행선 : +1.5605%	착공	2001년 10월 17일
평균선형	직선	준공	2006년 2월 10일
연결통로	-	갱문형식	면벽식
주요공법	샷크리트, 락볼트	보조공법	Fore poling Fre-Grouting
기타	■ 차기 점검시 중점 점검사항 - 천정부 종방향 균열 및 균열보수부 재균열, 조인트부 콘크리트 들뜸, 종점측 자연사면부 결함 발생 및 진전 여부 주의관찰 [위치, 균열폭, 길이, 진행성, 형태등] ■ 관련도면 본문참조		

삼랑진터널 전경사진



[시점측 전경]



[종점측 전경]



[상행선 내부전경]



[하행선 내부 전경]

목 차

제1장 서론

1.1 시설물 개요	285
1.2 자료수집 및 분석	295

제2장 현장조사 및 시험

2.1 외관조사 결과	299
2.2 내구성조사 결과	313

제3장 상태평가 및 안전등급산정

3.1 상태평가	315
3.2 안전등급산정	317

제4장 종합결론

4.1 점검결과 요약	318
4.2 결 언	319

제5장 보수 및 유지관리 방안

5.1 보수 방안	320
5.2 유지관리방안	323

제 1 장 서 론

1.1 시설물 개요

삼랑진터널은 경상남도 밀양시 삼랑진읍 미전리에 위치한 직선형터널로, 터널의 연장은 상행선 722m, 하행선 740m로 2종 시설물에 해당된다. 터널의 본선은 NATM 공법으로 시공되었으며 시점부 및 종점부 갭문은 면벽식으로 시공되었다. 양측면 배수방식을 채택한 배수형 터널이고 환기방식은 자연환기방식이 적용되었다.

1.1.1 일반사항

<그림 1.1.1> 삼랑진터널 전경



[시점측 전경]



[종점측 전경]

[표 1.1.1] 삼랑진터널 기본현황

터널명	삼랑진터널		
시설물번호	상행선 : TU2006-0000218 하행선 : TU2006-0000219	관리번호	dbw T.7
노선명	고속국도55호선	시행자	신대구부산고속도로(주)
시점	경상남도 밀양시 삼랑진읍 미전리 [부산기점 33.27km]	종점	경상남도 밀양시 삼랑진읍 미전리 [부산기점 34.00km]
터널형식	NATM	관리주체	신대구부산고속도로(주)
차선수	상행선 : 2차로 하행선 : 2차로	환기방식	상행선 : 자연환기 하행선 : 자연환기
연장	상행선 : 722m 하행선 : 740m	설계사	(주)용마ENG
내공단면	폭 : 9.7m, 높이 : 7.9m	시공사	대림산업(주), 두산중공업(주)
배수형식	T.H.P Ø400, 유공관 Ø200	감리사	한국건설관리공사, (주)용마ENG (주)동일기술공사
종단기울기	상행선 : -1.5545% 하행선 : +1.5605%	착공	2001년 10월 17일
평균선형	직선	준공	2006년 2월 10일
연결통로	-	갱문형식	면벽식
주요공법	샷크리트, 락볼트	보조공법	Fore poling Fre-Grouting

■ 시설물 유지관리 이력사항

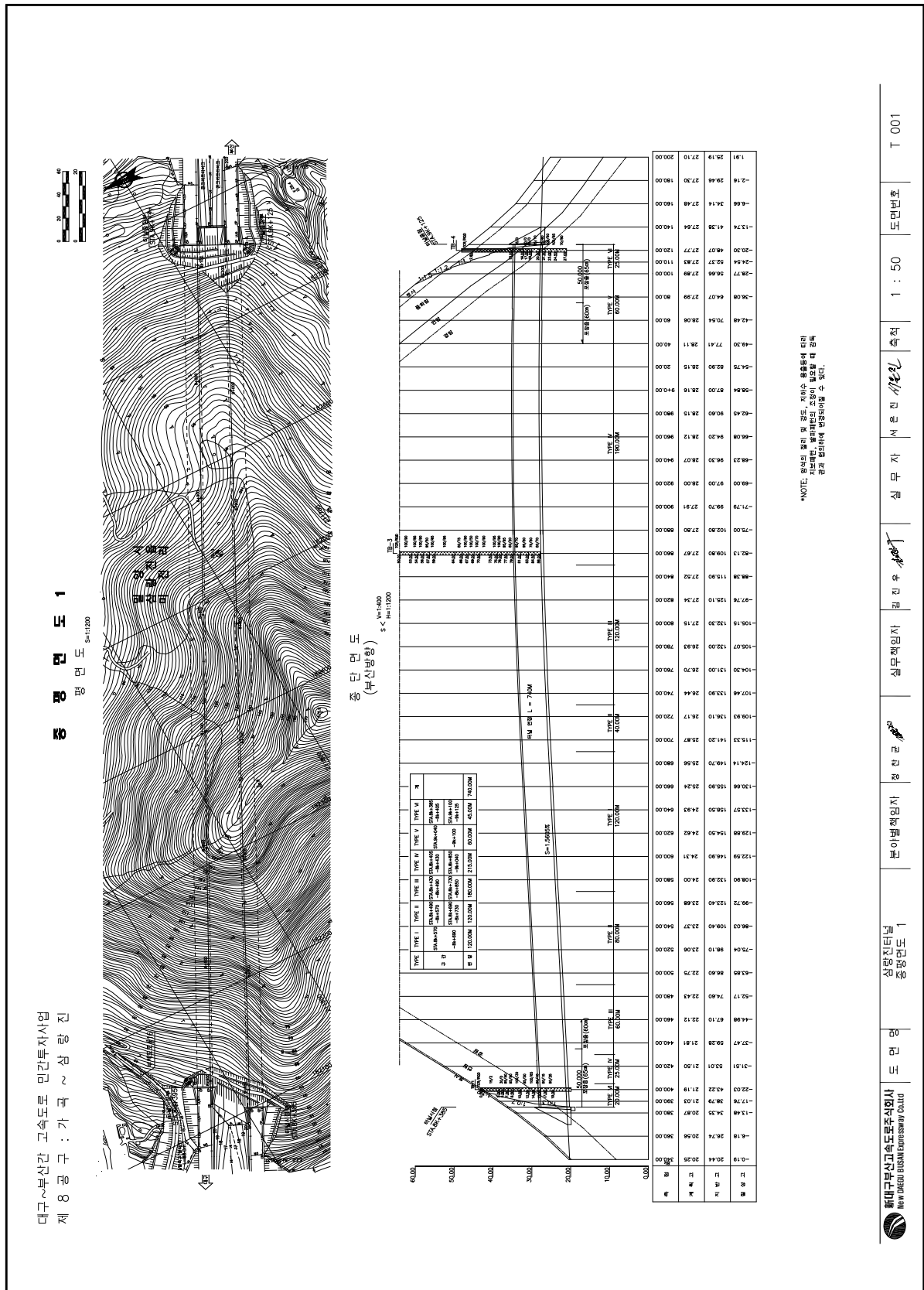
- 점검 이력

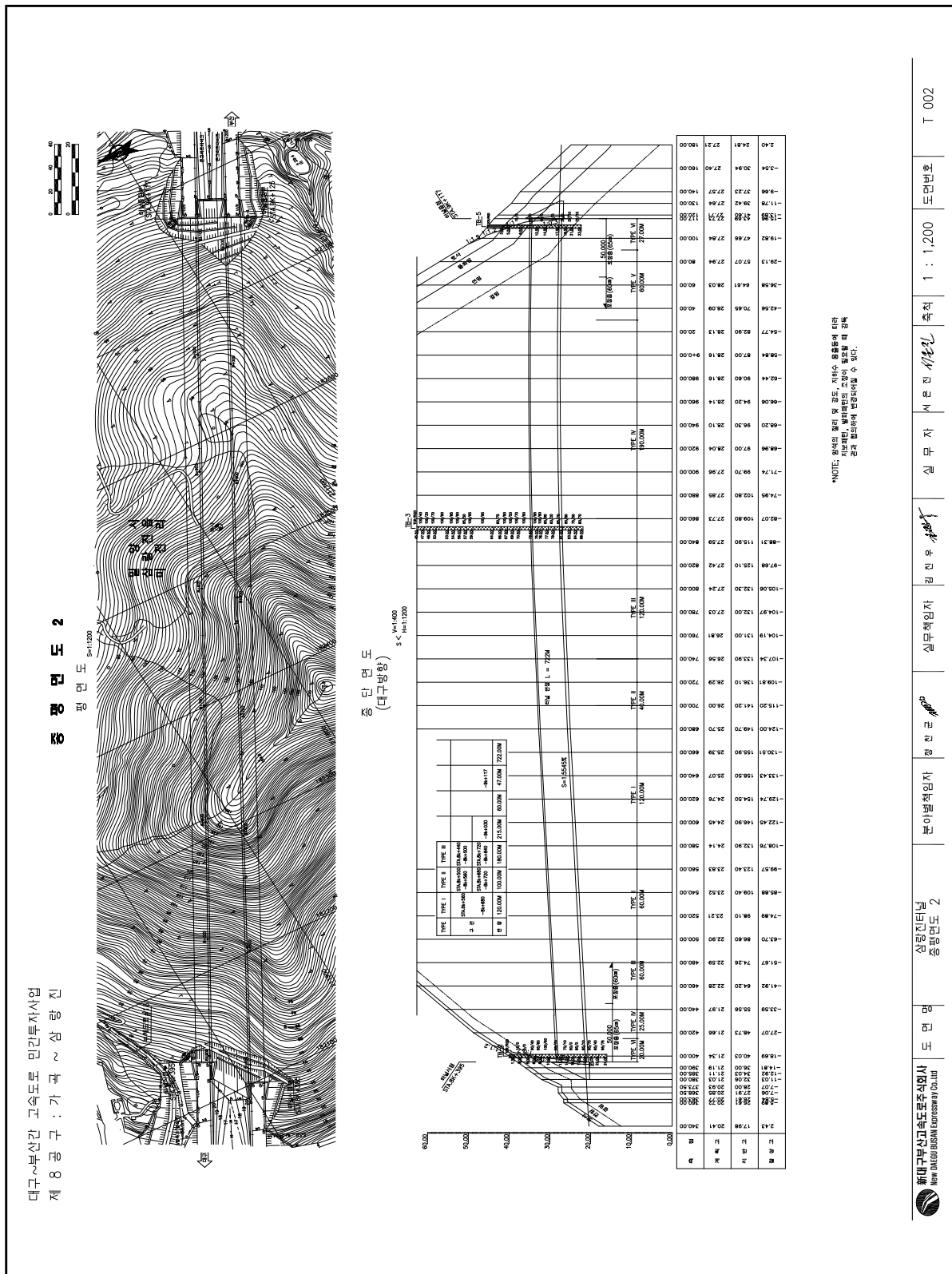
번호	기간	구 분	비고
1	2005.10.28 ~ 2006.04.25	초기점검	A등급
2	2006.09.19 ~ 2006.12.31	정기점검	
3	2007.05.10 ~ 2007.06.30	정기점검	
4	2007.08.22 ~ 2007.12.20	정밀점검	B등급
5	2008.03.10 ~ 2008.06.30	정기점검	
6	2008.09.30 ~ 2008.12.31	정기점검	
7	2009.03.10 ~ 2009.06.30	정기점검	
8	2009.10.01 ~ 2009.12.31	정밀점검	A등급
9	2010.03.08 ~ 2010.06.30	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	

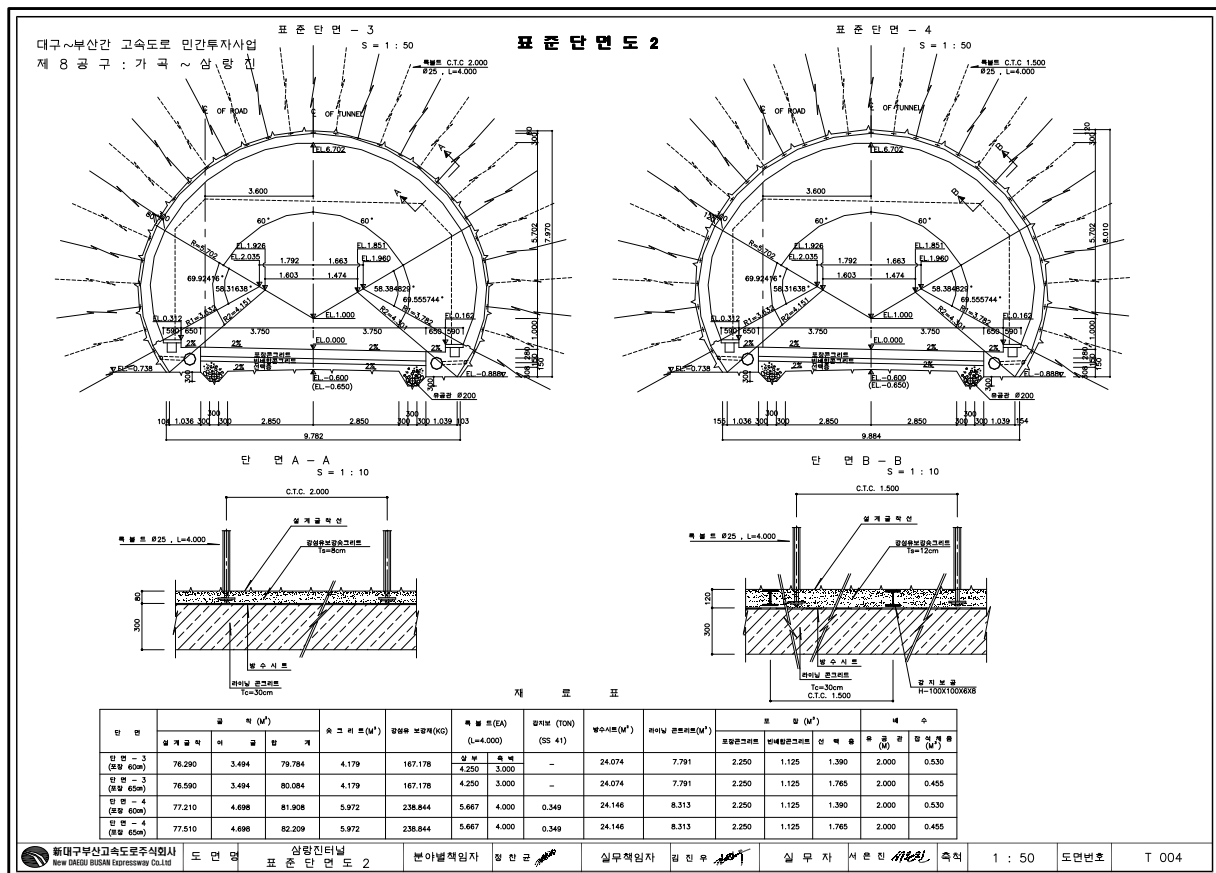
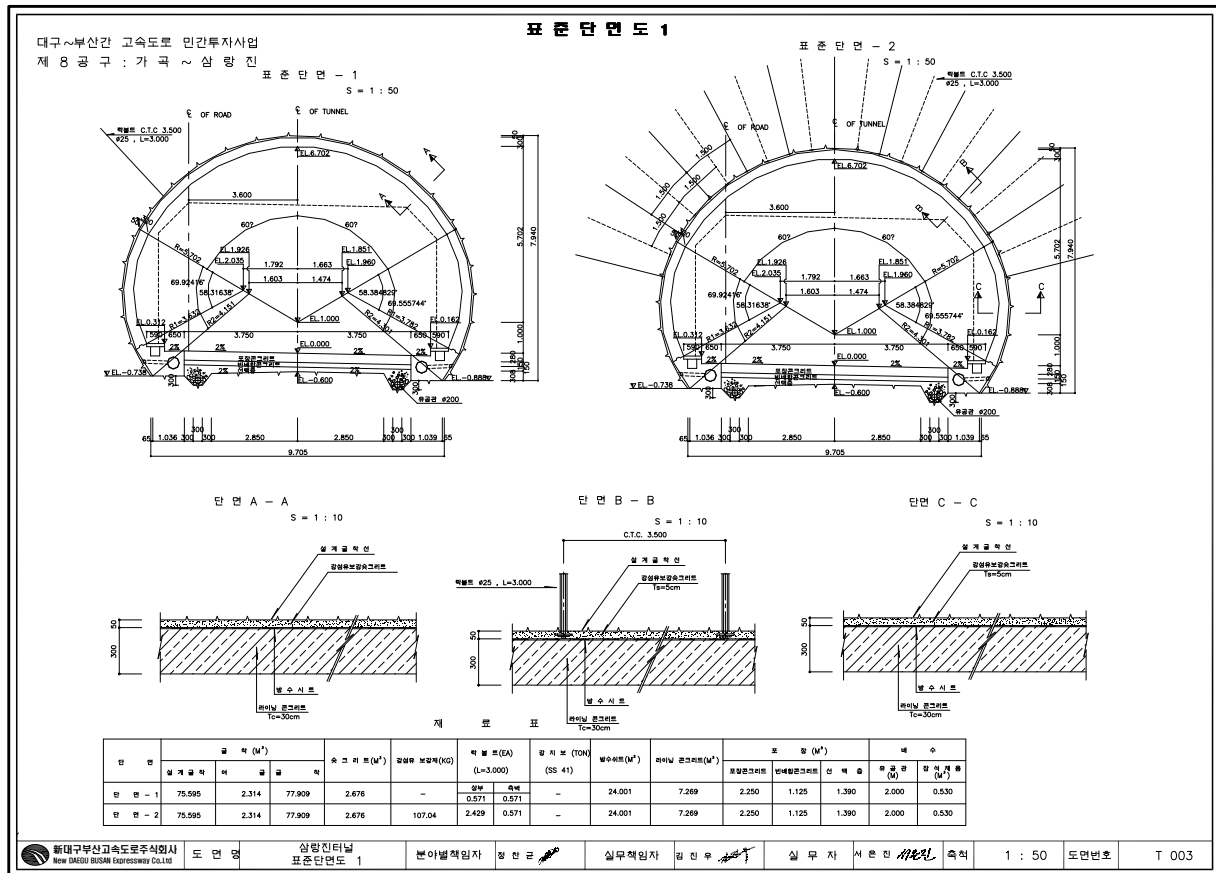
- 보수 이력

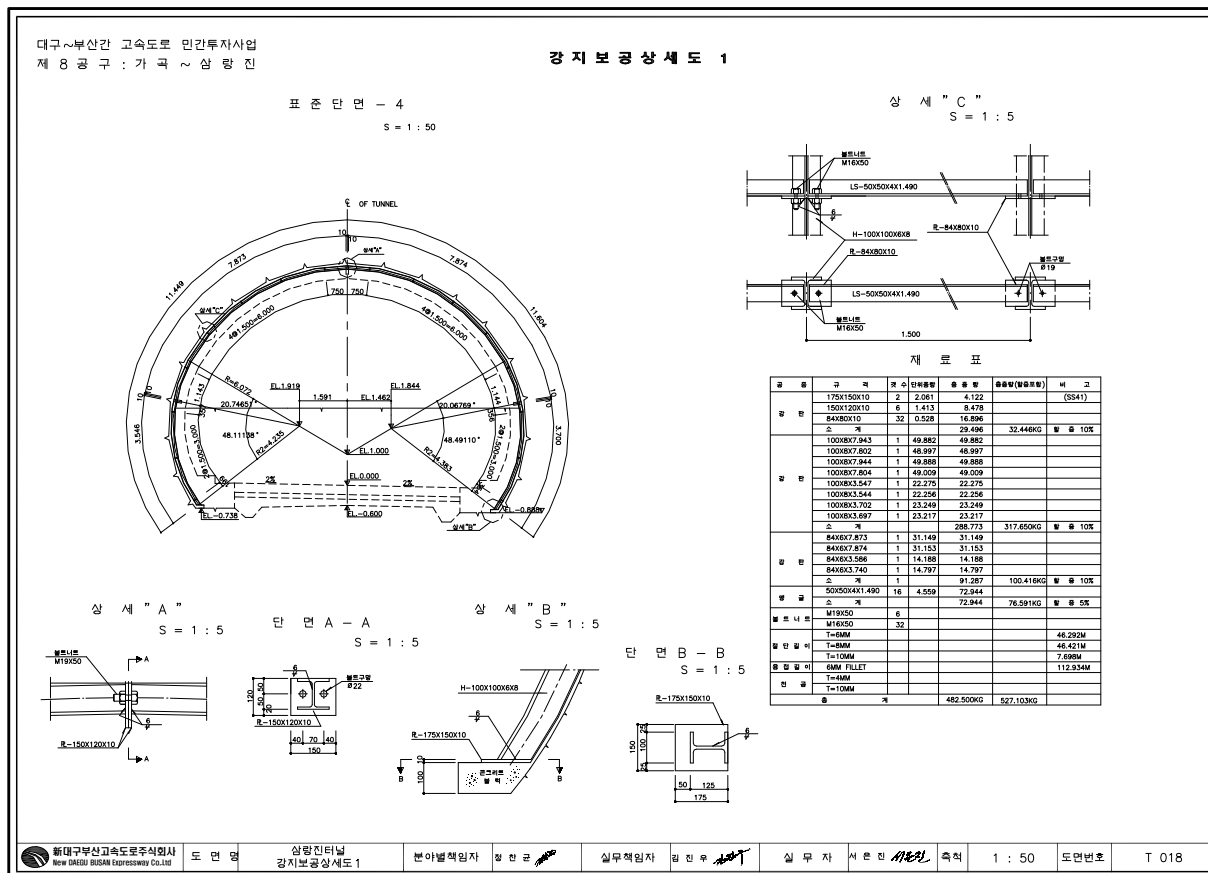
번호	공사 기간	부 위	공사내역	비고
1	2008년 9월	천정부 측벽부	균열보수(수지주입) 타일보수, 표면처리	
2	2011년 5월	천정부	균열보수 단면보수	
3	2012년 6월	천정부 측벽부 공동구	균열보수 타일보수 덮개보수	

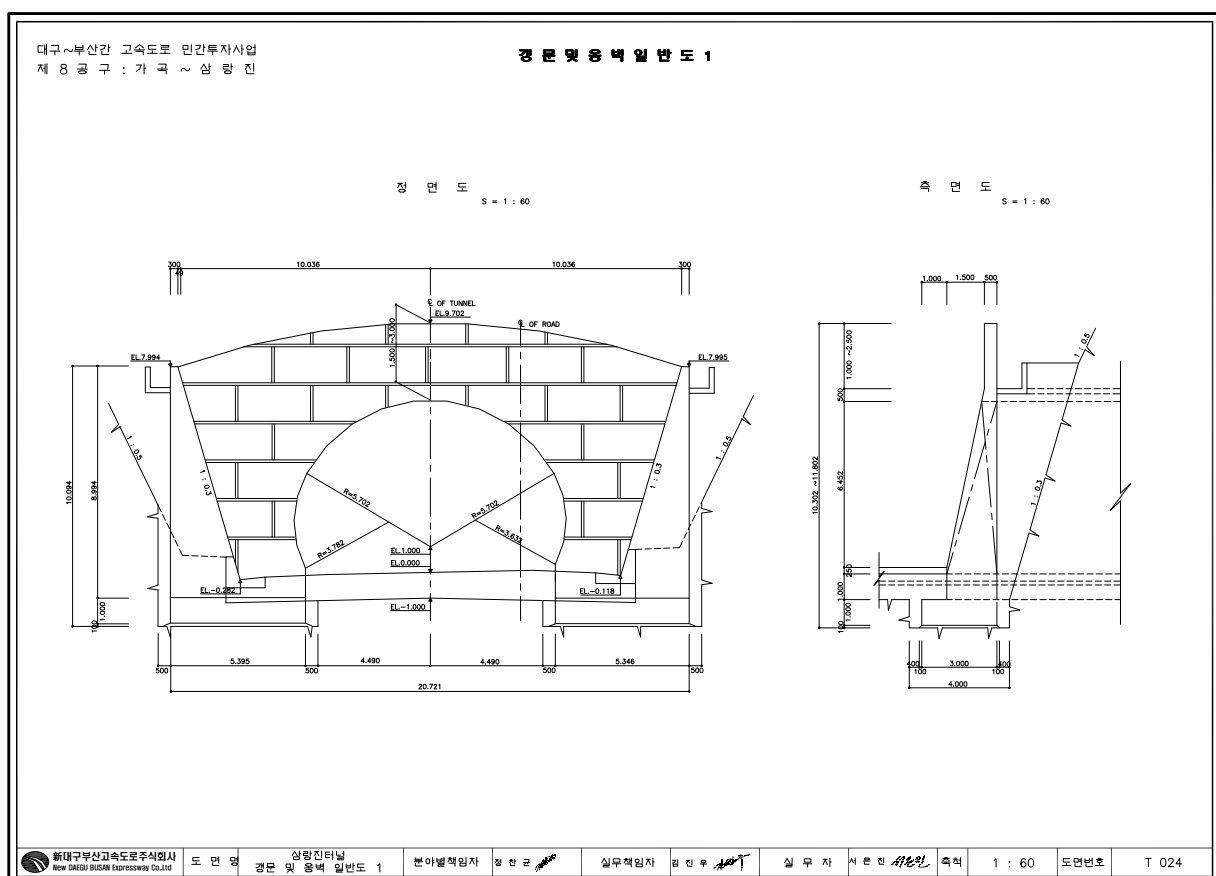
1.1.2 관련도면

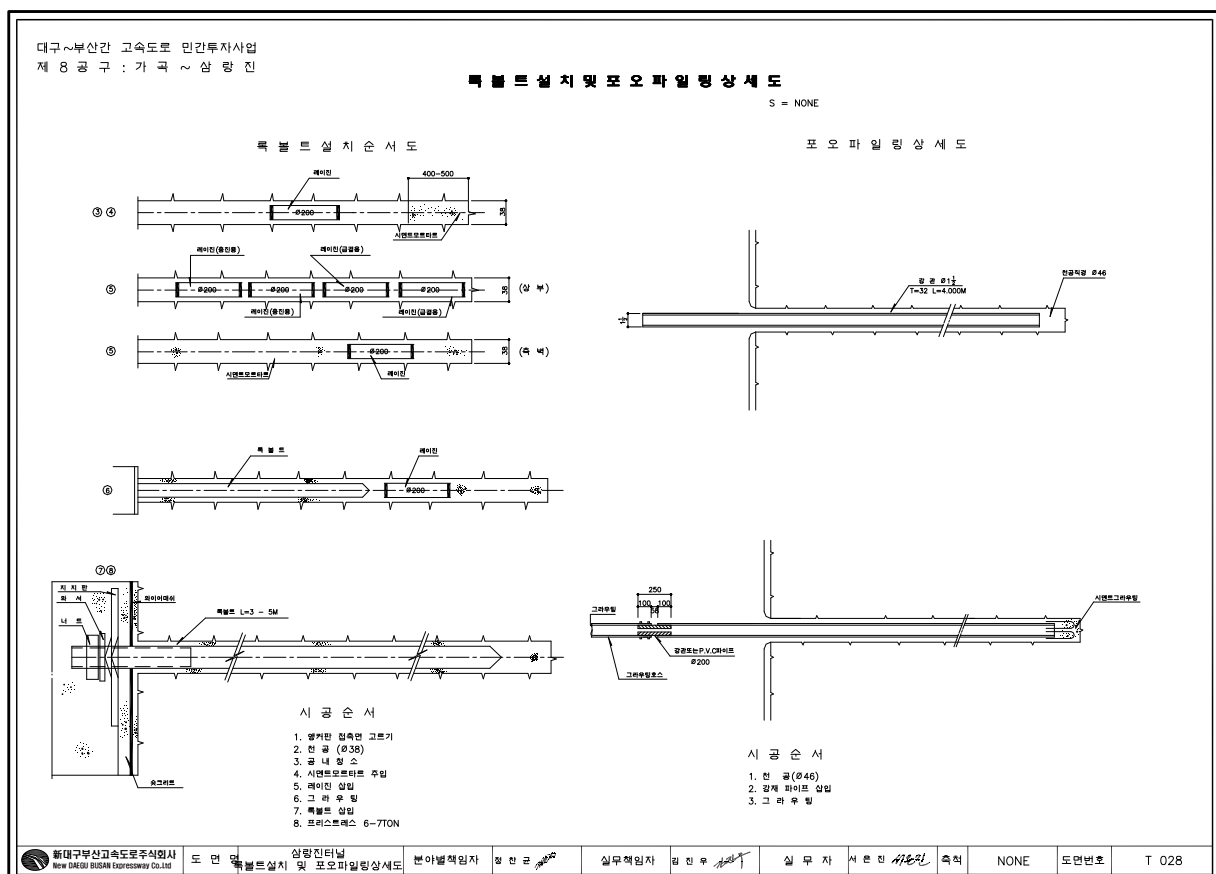
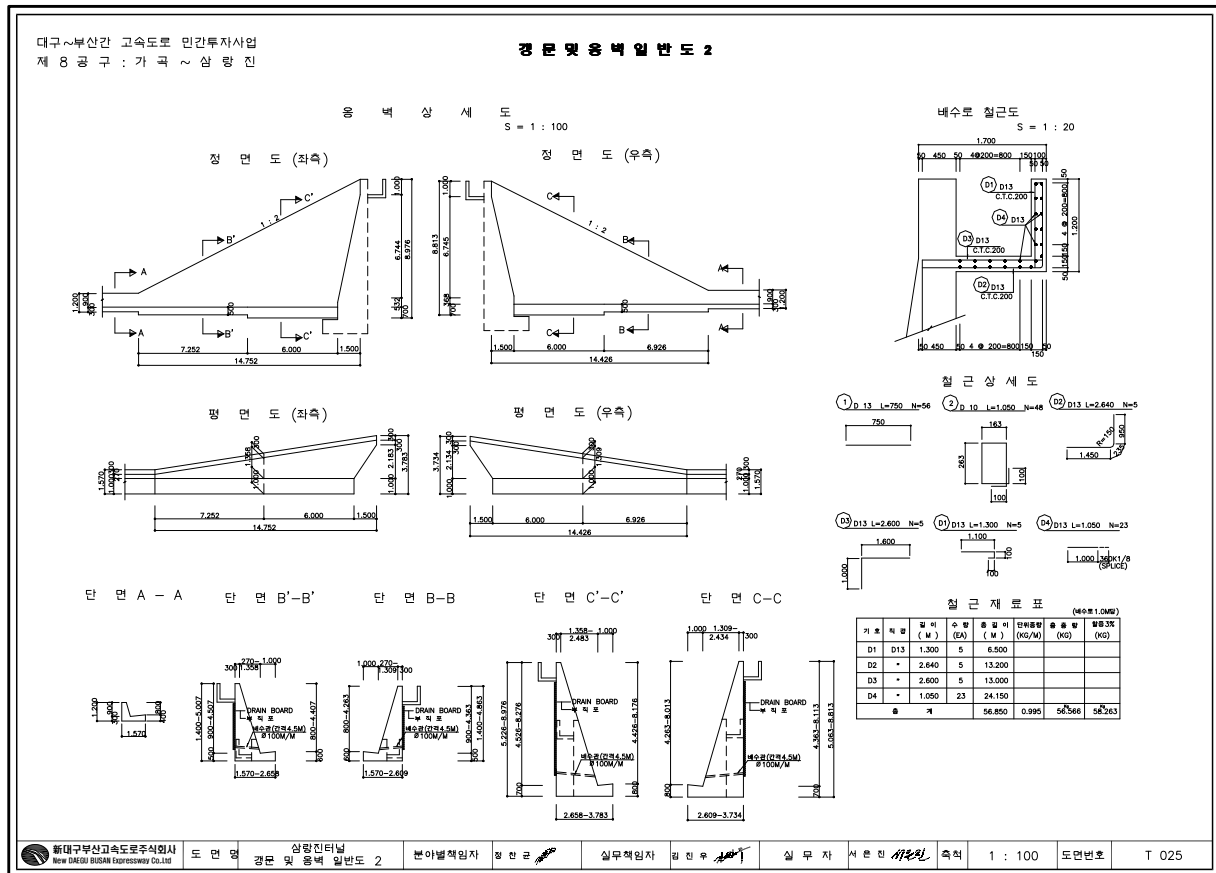


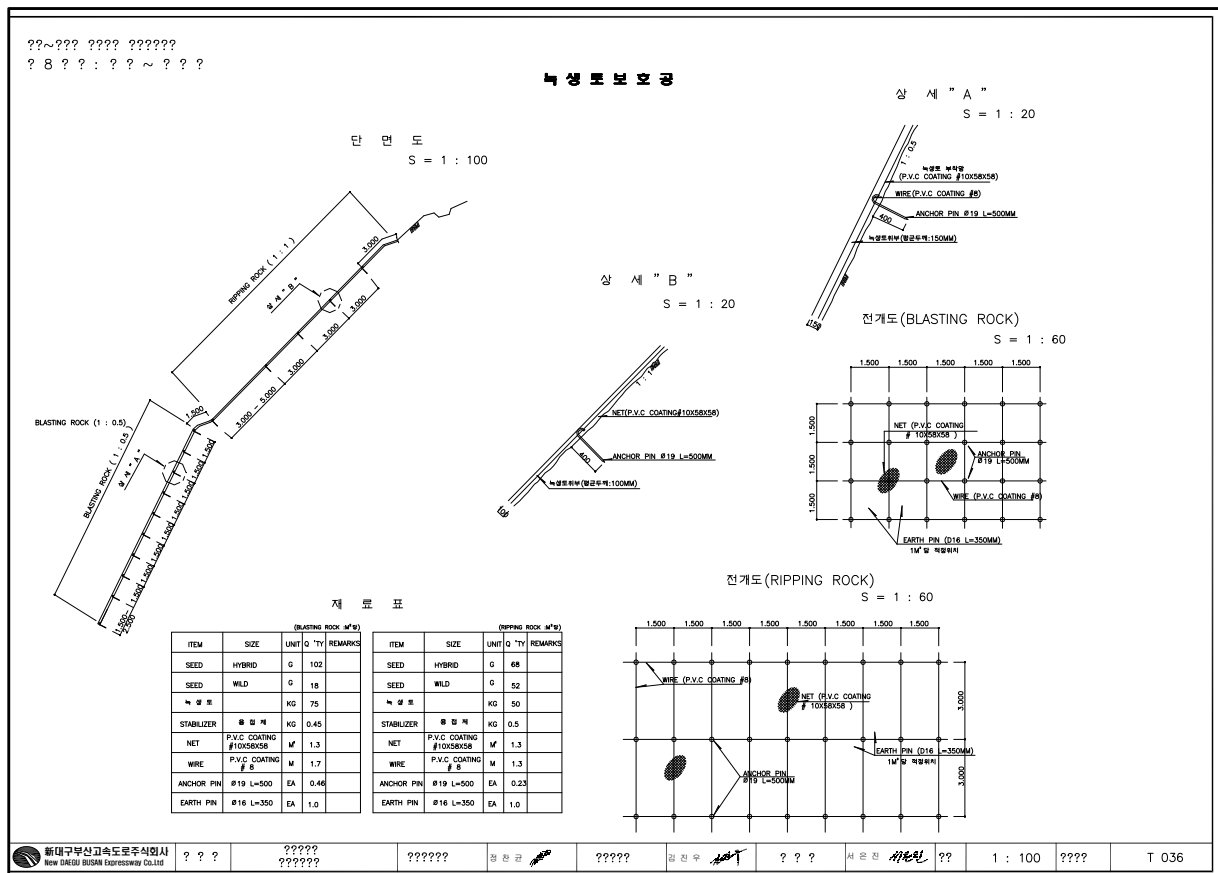
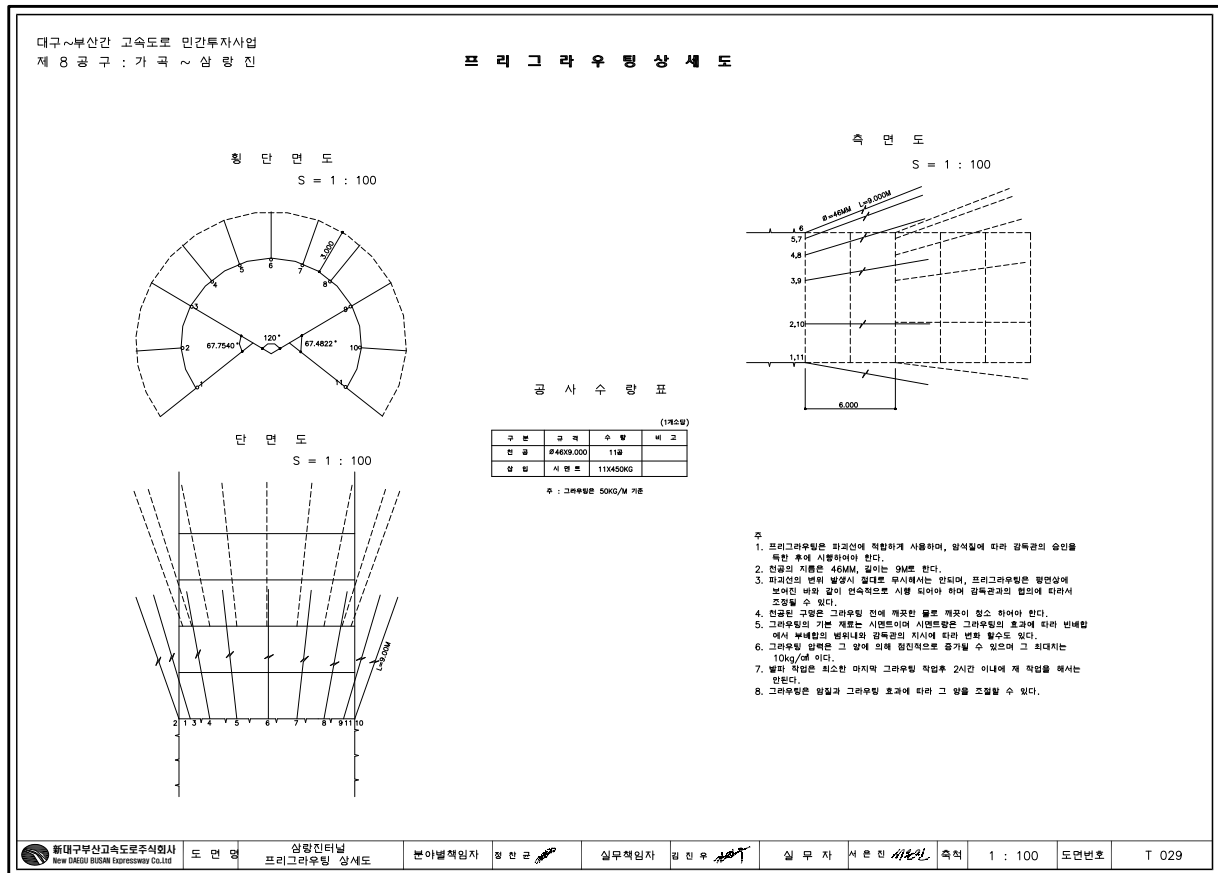












1.2 자료수집 및 분석

1.2.1 지형 및 지질[터널해석보고서 참조]

본 지역은 행정구역상 경상남도 밀양시 삼랑진읍에 속하며 낙동강을 경계로 북부에 위치한다. 주위에는 본 노선우측으로 경부선 철로가 통과하며 서쪽에는 25번 국도가 남북방향으로 대구와 연결되어 있다.

산계는 태백산맥의 남단부에 위치하며 산성산(394m), 음달산(354m), 매봉산(283m)이 남북 방향으로 짧은 능선을 형성하고 있으며 이러한 능선의 발달은 주위에서 불규칙하게 분포하고 있다.

본 지역은 화산활동과 심성활동이 존재했으므로 능선이 일정한 곳에 넓게 몰려 있는 것이 아니고 분리되어 분포하는 현상을 보이며, 이들 암층은 층리 및 주향의 변화가 일정치 않은 양상을 보인다.

수계는 남서에서 남동방향으로 통과하는 낙동강이 조사지역의 남동쪽에 (폭 약 1km 정도) 분포하며, 본 노선을 따라 남류하는 밀양강이 삼랑리 부근에서 낙동강에 유입되고 있으며 이 유역에서 넓은 충적평야가 형성되어 있다.

본 조사지역의 지질은 백악기의 유천층군으로 운문사 유문암질 암류와 주사산 안산암질 암류로 대별되며 분포 석영안산암질 회류 응회암, 밀양안산암, 각섬석 흑운모 화강암 유문암으로 세분된다.

본 터널구간에 대한 지표지질조사의 결과를 요약하면 다음과 같다.

본 터널은 해발 200m 이내의 구릉성 산지를 통과하는 곳으로 산세는 비교적 완만하며, 수계는 터널 예정구간 서쪽의 밀양강이 남쪽으로 흘러 낙동강에 유입되고 있다. 기반암 상부에는 표토층 및 풍화대층이 분포하고 있으며, 풍화대층은 시축조사 결과 심도 약 4.2-13.0m 까지 형성되어 있다.

풍화도는 완전 풍화내지 심한 풍화도를 보이며, 외력에 쉽게 흐트러질 정도로 약한 강도를 나타낸다. 기반암인 안산암의 절리면은 Very rough, Very altered한 상태이며, Calcite가 표면에 얇게 피복되어 있다.

현장에서 조사한 절리면의 주향과 경사에 대하여 컴퓨터 프로그램을 이용 평사투영한 결과, 입구부에는 주향이 N40, 절리면의 주향은 N20-35E, N40-60E, N55-85E의 세 방향이 주로 나타나며, 경사는 NE80-90, NW70-90으로 이루어져 있다.

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	A	천정부에 기 발생된 균열부에 보수가 실시된 상태이며, 추후 지속적인 유지관리를 실시하여 구조물의 안전성 및 사용성을 확보하여야 함.
2	2006.12(하반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	양호	공용년수 증가로 천단 및 측벽부에 손상 현상이 추가 발생되거나 보수부 재균열이 일부 조사되었으나 터널전반에 걸쳐 양호한 상태로 조사됨. 향후 지속적인 점검을 통한 구조물의 유지관리가 필요함.
3	2007.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	양호	공용년수 증가로 천단 및 측벽부에 손상 현상이 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 현상이 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 스켈링 등이 다수 발생된 상태이나, 안전성을 저해할 만한 수준은 아닌 것으로 판단됨. 다만, 라이닝의 조인트부에 발생된 콘크리트 박리 및 파손은 탈락시 통행차량에 심각한 피해를 줄 우려가 있으므로 조속한 조치가 필요함. 기 발생된 손상에 대해 내구성 및 사용성 확보 차원의 보수를 실시하고, 보수가 실시된 이후에도 재발생 및 진전 여부에 대한 주기적으로 점검이 필요함.
6	2008.12(하반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	양호	기 발생된 손상에 대한 보수를 다수 실시한 상태이며, 일부 미 보수된 손상은 구조적으로 큰 문제가 없는 것으로 사료되나, 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부에 대한 보수를 실시하며, 향후 균열 진행 여부를 주기적으로 점검하는 등의 지속적인 유지관리가 필요함.
7	2009.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	양호	일부 손상에 대한 보수를 실시한 상태이며, 미 보수된 손상은 구조적으로 큰 문제가 없는 것으로 사료되나, 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부에 대한 보수를 실시하며, 향후 손상의 재발생 및 진전성 여부를 주기적으로 점검하는 등의 지속적인 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	A	주요현황으로는 천정부 종방향 균열 및 균열보수부 재균열, 측벽부 타일 파손 및 균열, 조인트부 들뜸, 공동구 덮개 파손, 포장부 손상(균열, 스켈링, 스폐링), 갱문부 마감 파손, 절토사면부 녹생토 유실, 산마루측구, 배수로 균열 및 파손 등이 발생한 상태이다. 기 발생한 손상현황에 대해서는 내구성 확보를 위한 보수가 필요하며 조인트부 들뜸현황은 탈락시 주행차량의 안전사고 위험을 내포하고 있으므로 유지관리가 필요하며, 종점측 상부 자연사면은 구배가 급하여 강우시 표층유실(유실시 식목 낙하)이 우려되므로 주의관찰 및 조치가 필요함.
9	2010.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	양호	주요현황으로는 천정부 종방향 균열 및 균열보수부 재균열, 측벽부 타일 파손 및 균열, 조인트부 들뜸, 공동구 덮개 파손, 포장부 손상(균열, 스켈링, 스폐링), 갱문부 마감 파손, 절토사면부 녹생토 유실, 산마루측구, 배수로 균열 및 파손 등이 발생한 상태이다. 기 발생한 손상현황에 대해서는 내구성 확보를 위한 보수가 필요하며 조인트부 들뜸현황은 탈락시 주행차량의 안전사고 위험을 내포하고 있으므로 유지관리가 필요하며, 종점측 상부 자연사면은 지하수유출과 구배가 급하여 강우시 표층유실(유실시 식목 낙하)이 우려되므로 주의관찰 및 조치가 필요함.
10	2010.12(하반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	양호	주요현황으로는 천정부 종방향 균열 및 균열보수부 재균열, 측벽부 타일 파손 및 균열, 조인트부 들뜸, 공동구 덮개 파손, 포장부 손상(균열, 스켈링, 스폐링), 갱문부 마감 파손, 절토사면부 녹생토 유실, 산마루측구, 배수로 균열 및 파손 등이 발생한 상태이다. 기 발생한 손상현황에 대해서는 내구성 확보를 위한 보수가 필요하며 조인트부 들뜸현황은 탈락시 주행차량의 안전사고 위험을 내포하고 있으므로 유지관리가 필요하며, 종점측 상부 자연사면은 별목적치가 조사되어 강풍시 본선유입의 우려가 있으므로 주의관찰 및 적절한 조치가 요망됨.
11	2011.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	양호	주요현황으로는 천정부는 종방향 균열 및 재균열, 측벽부 타일 파손 및 라이닝부 균열, 조인트부 들뜸, 공동구 덮개 파손, 포장부 손상(균열, 스켈링, 스폐링), 갱문 마감재 파손, 절토사면부 녹생토 유실, 지하수유출, 산마루측구, 배수로 균열 및 파손 등이 발생한 상태이다. 기 발생한 손상현황에 대해서는 내구성 확보 및 주행차량의 안전을 위해 보수 및 유지관리가 필요하며, 종점측 상부 자연사면부 표층유실부는 강우시 추가 유실이 우려되므로 주의관찰 및 정비 필요함.

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, 2011년 5월 경에 기 발생한 손상에 대한 보수를 실시하였다. 주요현황으로는 갹문 마감재 파손, 천정부 보수부 재균열, 측벽부 타일 균열 및 라이닝부 균열, 조인트부 들뜸, 공동구 덮개 파손, 포장부 균열, 스켈링, 스펀링, 사면부 녹생토 유실, 배수로 균열, 전석, 수목, 벌목적치 및 누수 등이 발생한 상태이다. 기 발생한 손상은 진전 유무에 대한 주의관찰 및 내구성 확보를 위한 보수가 필요하며, 조인트부 콘크리트 들뜸은 주행차량의 안전사고 위험성이 내포되어 있으므로 신속한 조치가 요망된다.
13	2012.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 김영진	양호	삼랑진 터널은 2011년 5월 경에 기 발생한 손상에 대한 보수를 실시하였으며, 보수 상태는 양호한 상태이나, 미 보수된 일부 구간의 손상은 내구성 증진을 위한 보수 및 진전 유무에 대한 주의관찰이 필요하다. 급회 조사된 주요 손상은, 갹문 마감재 파손, 라이닝부 균열, 보수부 재균열 및 조인트부 콘크리트 들뜸, 측벽부 타일 균열, 포장면 손상(균열, 스펀링, 스켈링), 공동구 덮개 파손, 시·종점부 사면의 녹생토 유실, 절리부 누수, 토석류, 세굴, 표층유실 및 배수시설의 균열등이 확인되었다.
14	2012.12(하반기) 정기점검	(주)아워브레인 김영진	양호	삼랑진 터널의 주요 손상으로 라이닝에 균열 및 재균열, 조인트부 콘크리트 들뜸, 측벽부 타일 균열, 파손, 포장면 손상(균열, 스펀링, 스켈링), 공동구 덮개 파손, 시·종점부 사면의 녹생토 유실, 절리부 누수, 토석류, 세굴, 표층유실 및 배수시설의 균열 등이 확인되었다. 기 손상부 중, 일부 균열은 터널의 내구성 증진을 위한 보수 및 손상의 진전 유무에 대한 주의관찰이 필요하다.
15	2013.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 김영진	양호	삼랑진 터널의 주요 손상으로 라이닝에 균열 및 보수부 재균열, 조인트부 콘크리트 들뜸, 측벽부 타일 균열, 파손, 라이닝부 균열, 포장면 손상(균열, 파손, 스펀링, 노면불량), 공동구 덮개 파손, 시·종점부 사면의 녹생토 유실, 절리부 누수, 토석류, 세굴, 표층유실 및 배수시설의 균열 등이 확인되었다. 기 발생한 손상은 터널의 내구성 증진을 위한 보수 및 손상의 진전 유무에 대한 주의관찰이 필요하다. 특히, 종점부 표층유실, 녹생토 유실 및 토석류 등의 손상은 강우시 추가 손상의 우려가 있으므로 세심한 관찰 및 보수가 요망된다.

제 2 장 현장조사 및 시험

2.1 외관조사 결과

삼랑진터널은 경상남도 밀양시 삼랑진읍 미전리에 위치한 직선형터널로, 터널의 연장은 상행선 722m, 하행선 740m로 2종 시설물에 해당된다. 터널의 본선은 NATM 공법으로 시공되었으며 시점부 및 종점부 갭문은 면벽식으로 시공되었다. 양측면 배수방식을 채택한 배수형 터널이고 환기방식은 자연환기방식이 적용되었다. 터널의 시·종점부 방향은 부산방향을 터널시점, 대구방향을 터널종점으로 하여 외관조사를 수행하였다.

대상시설물은 상행선 81개, 하행선 83개의 Segment로 구성되어 터널 및 부대시설을 각 스펠별로 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·종점부 모두 면벽식으로 구성되어 있으며, 갯문의 마감은 대리석으로 시공되어 있다. 갯문과 접속옹벽 이음부 및 갯문 상부 배수로의 상태는 전반적으로 양호한 상태이나, 시·종점측 하행선 갯문에서 국부적인 마감재 파손, 시점부 하행선 갯문배면에 균열이 발생한 것으로 조사되었다.

			
위 치	시점측 하행선		
현 황	갯문 배면 균열		
			
위 치	종점측 하행선	위 치	시점부
현 황	마감재 파손	현 황	갯문 상부 전경

2.1.2 콘크리트 라이닝

1) 천정부

천정부에 폭 0.2~0.5mm 정도의 균열 및 재균열이 다수 발생한 것으로 조사되었으며, 기 발생한 손상은 내구성 증진을 위한 보수가 필요하면, 손상의 진전 유무에 대한 주의관찰이 요망된다.

			
위 치	상행선 SPAN 3		
현 황	보수부 재균열 (폭 0.3mm)		
			
위 치	상행선 SPAN 66	위 치	상행선 SPAN 77
현 황	균열 (폭 0.3mm)	현 황	보수부 재균열 (폭 0.5mm)

			
위 치	하행선 SPAN 33		
현 황	균열 (폭 0.3mm)		

			
위 치	하행선 SPAN 76		
현 황	보수부 재균열 (폭 0.3mm)		

			
위 치	하행선 SPAN 2	위 치	하행선 SPAN 2
현 황	균열 (폭 0.3mm)	현 황	표면균열

2) 측벽부

타일 상부 라이닝은 건조수축 등의 원인에 의한 폭 0.3mm 정도의 균열이 일부 발생하였으며, 타일 마감 처리된 측벽은 타일 균열 및 파손 등이 조사되었다. 기 발생한 손상은 터널의 내구성 확보 및 미관을 위해 보수가 필요하다.

			
위 치	하행선 SPAN 70	위 치	상행선 SPAN 5
현 황	수직 균열 (폭 0.3mm)	현 황	타일 파손
			
위 치	하행선 SPAN 57	위 치	하행선 SPAN 46
현 황	수직균열(폭 0.3mm)	현 황	타일 균열

3) 조인트부

조인트부는 미 보수된 들뜸부 및 보수 상태가 미흡하여 재들뜸이 발생한 구간이 일부 조사되었으며, 들뜸부는 탈락시 하부 주행차량의 안전사고 위험성을 내포하고 있으므로 신속한 조치가 필요하다.

			
위 치	상행선 JOINT 9	위 치	상행선 JOINT 72
현 황	콘크리트 재들뜸 (A=0.1*0.5)	현 황	콘크리트 재들뜸 (A=0.1*0.4)
			
위 치	하행선 JOINT 71	위 치	하행선 JOINT 72
현 황	콘크리트 재들뜸 (A=0.1*0.2)	현 황	콘크리트 재들뜸 (A=0.1*0.2)

4) 공동구

공동구 내부는 침수 및 이물질 퇴적 등의 손상이 없는 상태이나, 공동구 덮개 파손이 일부에서 조사되었다.

			
위 치	상행선 SPAN 2	위 치	하행선 SPAN 83
현 황	덮개 파손	현 황	덮개 파손

2.1.3 바닥부

1) 포장부

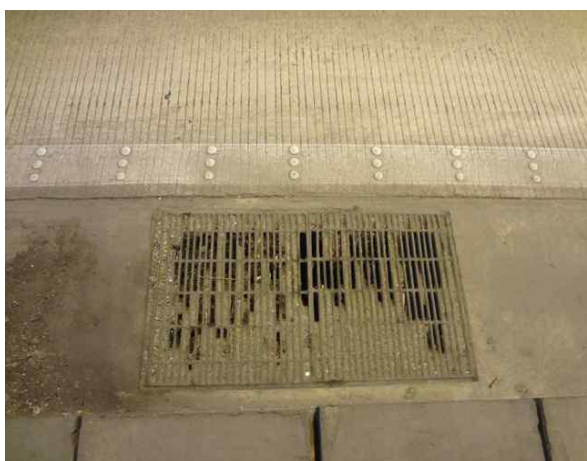
콘크리트로 시공된 포장면은 일부에서 보수를 실시하였고, 손상으로 국부적인 균열, 스폴링 및 스켈링 등의 손상이 일부 조사된바, 주행차량의 안전성 및 터널의 내구성 확보를 위한 보수가 필요하다.

			
위 치	상행선 SPAN 24	위 치	하행선 SPAN 4
현 황	노면 불량	현 황	균열

			
위 치	하행선 SPAN 18	위 치	하행선 SPAN 2
현 황	스폴링	현 황	스폴링 보수

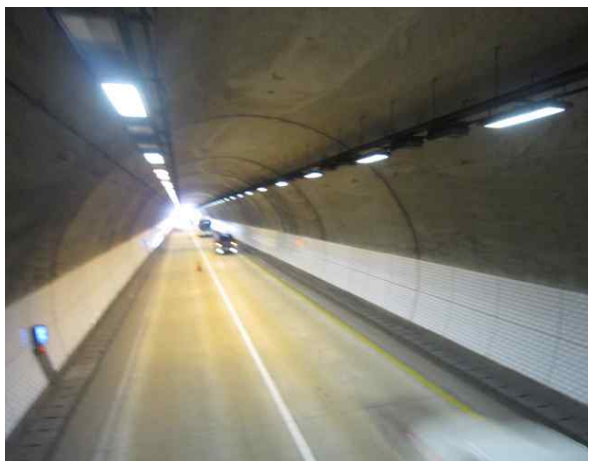
2) 배수시설

배수구는 좌·우측 바닥에 위치하고 있으며, 일부에서 오염 및 이물질 퇴적 등에 의한 배수구 막힘이 조사되었다.

			
위 치	상행선	위 치	하행선
현 황	배수구 전경	현 황	배수구 막힘

2.1.4 기타 시설물(조명, 표지판, 소화전등)

- 조명은 상부 천정부 양측으로 2열 설치되어 있고, 조명설치를 위한 고정앵커부의 상태 및 작동상태 등 전반적으로 양호한 것으로 조사되었다.
- 안전 표시판 및 반사판, 소화전 등의 설치 상태도 전반적으로 양호한 상태인 것으로 확인되었다.

			
위 치	상행선	위 치	상행선
현 황	소화기함 전경	현 황	소화기함 내부 전경
			
위 치	상행선	위 치	상행선
현 황	전기시설 전경	현 황	이정표 전경

2.1.5 터널부 절토사면

조사대상 절토사면은 연장 215m, 최대높이 32m인 시점부(부산방향) 절토사면과 연장 195m, 최대높이 30m인 종점부(대구방향) 절토사면으로 일반현황은 <표 2.1.1>와 같으며, 조사영역은 다음 <그림 2.1.1>와 같이 접속사면을 포함한 총 연장이 짧고 접속사면에 손상이 발생되지 않은 양호한 상태이므로 별도로 조사구간을 분할하지 않았다.

<표 2.1.1> 삼랑진터널 시·종점부 절토사면 현황

시점부 절토사면	시설물명		삼랑진터널 시점부 절토사면	시설물구분	절토사면
	위 치	행정구역	경상남도 밀양시 삼랑진읍 미전리		
	제 원	연 장	215m	높 이	32m
		경사/방향	60/117	위 치	STA.23+020~23+200
	관리주체		신대구부산고속도로(주)	관리주체구분	민영기업
	주 변 환 경	인공구조물			
		주변지형	능선부	상부사면경사	
	시 공 현 황	준공년도	2006.2	시공자	대림산업(주), 두산중공업(주)
		부대시설	산마루 측구, 면벽식 갭문, 점검계단		
	비 고		녹생토공법, 거적덮기공법		
종점부 절토사면	시설물명		삼랑진터널 종점부 절토사면	시설물구분	절토사면
	위 치	행정구역	경상남도 밀양시 삼랑진읍 미전리		
	제 원	연 장	195m	높 이	30m
		경사/방향	60/297	위 치	STA.23+700~23+890
	관리주체		신대구부산고속도로(주)	관리주체구분	민영기업
	주 변 환 경	인공구조물			
		주변지형	능선부	상부사면경사	
	시 공 현 황	준공년도	2006. 2	시공자	대림산업(주), 두산중공업(주)
		부대시설	산마루 측구, 면벽식 갭문, 점검계단		
	비 고		녹생토공법		



<그림 2.1.1> 조사구간 분할도

1) 삼랑진터널 시점부(부산측) 절토사면

- 시점부 절토사면의 외관조사결과 절개면 및 보호공의 시공상태가 양호하고 사면에 인장균열, 지반변형 등 주요 손상이 없는 상태이다.
- 산마루 측구는 사면의 우측부에만 시공되었으며, 갯문 배수로 및 산마루측구에 폭 0.2~3.0mm 정도의 균열이 조사되었다.
- 좌측사면 하단부 및 갯문 배후부에 급한 경사에 의한 세굴, 녹생토 유실, 표층유실, 전석 등이 조사되었고, 상부자연사면 표층유실 및 이완암이 일부 확인된 바, 진전 유무에 대한 주의관찰 및 조치가 필요하다.

			
위 치	자연사면 STA.0+0	위 치	갯문 배면 STA.0+20
현 황	표층유실 및 이완암	현 황	균열
			
위 치	1단 사면부 STA.0+25	위 치	1단 좌측사면 STA.23+060
현 황	녹생토 유실	현 황	녹생토 유실

2) 삼랑진터널 종점부(대구측) 절토사면

- 본 사면은 보호공으로 녹생토공법이 시공되었다.
- 산마루측구 및 갯문 배수로, 소단측구가 설치되어 있으며, 기능 발휘에 큰 문제는 없는 것으로 판단되나, 국부적인 균열이 조사되었다.
- 갯문 배후 2단 및 3단 사면과 우측 사면에 녹생토 유실 및 탈락이 조사되었다.
- 자연사면부에 절리부 누수, 폐목적치 및 계곡부 토석류가 일부 확인되었다.
- 기 발생한 손상은 진전 유무에 대한 주의관찰 및 보수가 필요하다.

			
위 치	2단 사면부 STA.0+10	위 치	갯문 배후부 STA.0+10
현 황	녹생토 유실	현 황	균열
			
위 치	2단 사면부 STA.0-10	위 치	소단배수로
현 황	녹생토 유실	현 황	전경

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)
■ 하행선 갱문 마감 파손 ■ 천정부 종방향균열 및 보수부 재균열 ■ 측벽부 타일 균열, 파손 및 라이닝부 균열 ■ 조인트부 콘크리트 들뜸 ■ 공동구 덮개 파손 ■ 포장부 균열, 스폴링 및 스켈링, 노면불량 ■ 텔리네이터 파손 ■ 시점부 사면 배수로 균열, 녹생토 유실 ■ 시점부 좌측사면 녹생토유실, 전석 및 뜯돌 ■ 종점부 사면 산마루측구, 배수로 균열, 파손 절리부 누수, 녹생토 유실 및 폐목적치	■ 하행선 갱문 마감 파손 ■ 천정부 종방향균열 및 보수부 재균열 ■ 측벽부 타일 균열, 파손 및 라이닝부 균열 ■ 조인트부 콘크리트 들뜸 ■ 공동구 덮개 파손 ■ 포장부 균열, 스폴링 및 스켈링, 노면불량 ■ 시점부 사면 배수로 균열, 녹생토 유실 ■ 시점부 좌측사면 표층유실, 전석 및 뜯돌 ■ 종점부 사면 산마루측구, 배수로 균열, 파손 절리부 누수, 녹생토 유실 및 폐목적치
기 시행된 점검이후 손상의 진전은 미미하나, 기 발생된 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	S1 천정부	51.90	24.0	28.6	26.3	
	2	라이닝	S5 천정부	51.15	23.5	28.0	25.7	
	3	라이닝	S82 천정부	54.50	25.7	30.8	28.2	
하 행 선	4	라이닝	S2 천정부	51.45	23.7	28.2	26.0	
	5	라이닝	S4 천정부	49.50	22.5	26.6	24.5	
	6	라이닝	S82 천정부	51.00	23.4	27.8	25.6	

콘크리트 강도 측정 결과, 라이닝은 약 24.5~28.2Mpa(평균 26.0Mpa, 102%~117%) 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	3	50	47	a
	2	라이닝	S81 천정부	8	2	50	48	a
하 행 선	3	라이닝	S2 천정부	8	1	50	49	a
	4	라이닝	S82 천정부	8	2	50	48	a

라이닝 요소에서 측정된 콘크리트 탄산화 심도는 약 1mm~3mm(평균 2mm) 깊이 까지 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 연장 상행선 722m, 하행선 740m의 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, 터널주변 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 [S4-78]	3.47	0	0	0.03	0	0	0	0	0	3.49	0.13	a
철근 구간 [S1-3, S79-81]	4.50	0	0	0	0	0	0	0	0	4.50	0.13	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 [S4-80]	3.08	0	0	0.04	0	0	0	0	0	3.12	0.12	a
철근 구간 [S1-3, S81-83]	2.67	0	0	0	0	0	0	0	0	2.67	0.07	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	3.47	0	0	0.03	0	0	0	1	0	0.5	0	5.00	0.15	0.146	1.00	0.146	A
철근	4.50	0	0	0	0	0						6.00	0.14				

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	3.08	0	0	0.04	0	0	0	1	0	0.5	0	4.62	0.14	0.13	1.00	0.13	A
철근	2.67	0	0	0	0	0						4.17	0.10				

3.2 안전등급 지정

삼랑진터널에 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	갱 문	시·중점측 갱구형식은 면벽식으로 전반적으로 양호하나, 갱문 마감 파손, 갱문 배면 균열이 국부적으로 발생	
	콘크리트 라이닝	천 정 부	천정부에 폭 0.2~0.5mm 정도의 균열 및 보수부 재균열이 다수 발생
		측 벽 부	- 타일 상부 라이닝에 폭 0.3mm 수직 균열 일부 발생 - 타일 마감 처리된 측벽은 타일 균열 및 파손이 일부 발생
		조인트부	조인트부 들뜸이 국부적으로 발생
		공 동 구	- 공동구 내부는 침수 및 이물질퇴적 등의 손상이 없는 양호한 상태임 - 공동구 덮개에 국부적인 파손 발생
	바닥부	포 장 부	콘크리트 포장면은 일부에서 스폴링 및 스켈링 균열, 노면불량 발생
		배수시설	좌·우측의 배수시설은 오염 및 이물질퇴적 등이 없는 양호한 상태임
	기타 시설물	조명시설 표지판 소화전등	터널내 조명시설, 소화전, 각종표지판 등은 전반적으로 양호한 상태임
	터널부 사면	시점측	세굴, 녹생토 유실, 표층유실, 전석, 배수로 균열 발생
		중점측	녹생토 유실 및 탈락, 절리부 누수, 폐목적치, 계곡부 토석류 발생
비 파 괴 시 험	콘크리트 강 도	콘크리트 라이닝 : 24.5~28.2Mpa (설계강도 24Mpa)	
		평 가	콘크리트 강도는 설계기준강도를 상회하는 양호한 수준임
	콘크리트 탄 산 화	콘크리트 라이닝 : 1~3mm (피복두께 50mm)	
		평 가	탄산화 정도가 시설물의 내구성에 미치는 영향은 미미한 수준임
상태 평가	환산결함도 점수	상행선 0.146 ▷ 「A」 등급 · 하행선 0.13 ▷ 「A」 등급	

4.2 결 언

삼랑진터널에 대한 정밀점검 결과, 본 시설물은 문제점이 없는 최상의 상태인 “A” 등급의 우수한 상태로 평가되었다. 주요현황으로는 갭문 마감재 파손 및 배면 균열, 천정부 균열 및 보수부 재균열, 측벽부 타일 균열, 파손 및 라이닝부 균열, 조인트부 들뜸, 공동구 덮개 파손, 포장부 균열, 스켈링, 스폐링, 노면불량, 사면부 녹생토 유실, 절리부 누수, 폐목적치, 전석, 배수로 균열 등이 발생한 상태이다. 기 발생한 손상은 진전 유무에 대한 주의관찰 및 내구성 확보를 위한 보수가 필요하며, 조인트부 콘크리트 들뜸은 주행차량의 안전사고 위험성이 내포되어 있으므로 신속한 조치가 요망된다.

제 5 장 보수 및 유지관리 방안

5.1 보수 방안

삼랑진터널은 2006년 2월에 준공되어 현재 공용중인 터널으로 상행선 722m, 하행선 740m의 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 외관 조사망도에 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)	12.0 (3)	표면처리공법	
		0.3mm이상	M (개소)	11.0 (4)	수지주입공법	
	재균열	0.3mm미만	M (개소)	271.0 (31)	표면처리공법	
		0.3mm이상	M (개소)	207.0 (23)	수지주입공법	
	콘크리트 들뜸		M ² (개소)	0.09 (2)	단면보수공법	
측벽부	균 열	0.3mm미만	M (개소)	2.0 (1)	표면처리공법	
	타 일	균 열	개소	4	교 체	
		파 손	개소	7	교 체	
공동구	덮개 파손		개소	17	교 체	
포장부	노면불량		M ² (개소)	12.0 (2)	단면보수공법	
	균 열		M (개소)	7.0 (3)	단면보수공법	

[표 5.1.2] 하행선 손상현황에 대한 보수 일람표

구 분	손 상 현 황		단 위	합 계	보수공법	비 고
천정부	균 열	0.3mm이상	M (개소)	17.0 (3)	수지주입공법	
	재균열	0.3mm미만	M (개소)	307.0 (34)	표면처리공법	
		0.3mm이상	M (개소)	147.0 (17)	수지주입공법	
	표면 균열		M ² (개소)	4.0 (1)	표면처리공법	
	콘크리트 들뜸		M ² (개소)	0.07 (3)	단면보수공법	
측벽부	균 열	0.3mm이상	M (개소)	3.5 (2)	수지주입공법	
	타일	균열	개소	20	교 체	
		파손	개소	2	교 체	
공동구	덮개 파손		개소	7	교 체	
갯문부	대리석 파손		개소	2	교 체	
포장부	스폴링		M ² (개소)	0.02 (1)	단면보수공법	
	파 손		M ² (개소)	0.3 (1)	단면보수공법	
	균 열		M (개소)	3.0 (1)	단면보수공법	

[표 5.1.3] 시점측 터널부사면 손상현황에 대한 보수 일람표

손상유형	위치 및 수량	조치내용	비고
표층유실	좌측 STA.23+40m 1단 표층유실 A=10m*5m	주의관찰	
	좌측 STA.23+60m 1단 녹생토유실 A=10m*1m	주의관찰	
	좌측 STA.23+60m 2단 세굴 및 표층유실 A=3m*3m	주의관찰	
	정면 STA.0-20m 2단 녹생토유실 A=10m*2m	주의관찰	
	정면 STA.0+0m 자연사면 표층유실 A=4m*1m	주의관찰	
	정면 STA.0+25m 2단 표층유실 A=3m*1m	주의관찰	
낙석위험			
배수시설	갱문배면 균열 L=4m (2EA)	균열보수	
	산마루측구 균열 L=0.5m	균열보수	
수 목	좌측 SAT.23+60m 2단 수목	벌목	
	정면 STA.0+0m 3단 수목	벌목	
기 타	좌측 STA.23+50m 1단 전석 다수	주의관찰	

[표 5.1.3] 종점측 터널부사면 손상현황에 대한 보수 일람표

손상유형	위치 및 수량	조치내용	비고
표층유실	정면 STA.0+10~30m 3단 녹생토 유실 A=20m*2m	주의관찰	
	정면 STA.0+10~20m 2단 녹생토 유실 A=10m*10m	주의관찰	
	정면 STA.0-10~-20m 2단 녹생토 유실 A=10m*10m	주의관찰	
	우측 STA.23+815m 1단 녹생토 유실 A=10m*10m	주의관찰	
낙석위험			
배수시설	정면 STA.0+0m 2소단부 횡균열 L=1m	균열보수	
	정면 STA.0+15m 갱문배면 균열 L=3m	균열보수	
수 목	정면 STA.0-10~+10m 자연사면 벌목적치	정비	
기 타	정면 STA.0-10m 자연사면 절리부 누수	주의관찰	

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 함 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	· 진전 여부	육안조사
포장부	◦ 균열, 스켈링, 스폴링	· 진전 여부	육안조사
사면부	◦ 시·종점측 배수로 균열 및 녹생토 유실, 절리부 누수	· 진전 여부	육안조사

부 록 I

1. 사진첩
2. 과업지시서
3. 과업수행계획서
4. 시설물관리대장 사본
5. 상태평가 결과 자료
6. 콘크리트 비파괴강도자료

1. 사진첩

2. 과업지시서

3. 과업수행계획서

4. 시설물관리대장 사본

5. 상태평가 결과자료

6. 콘크리트 비파괴강도 자료