

8. 상동1터널

상동1터널 현황표

작성일 : 2013년 11월 22일

터널명	상동1터널		
시설물번호	상행선 : TU2006-0000224 하행선 : TU2006-0000225	관리번호	dbw T.1
노선명	고속국도55호선	시행자	신대구부산고속도로(주)
시점	경상남도 김해시 상동면 매리 [부산기점 14.29km]	종점	경상남도 김해시 상동면 매리 [부산기점 14.84km]
터널형식	NATM	관리주체	신대구부산고속도로(주)
차선수	상행선 : 2차로 하행선 : 2차로	환기방식	상행선 : 자연환기 하행선 : 자연환기
연장	상행선 : 547m 하행선 : 550m	설계사	(주)동일기술공사
내공단면	폭 : 9.5m, 높이 : 7.6m	시공사	두산중공업(주)
배수형식	THP관 Ø400, 유공관 Ø200	감리사	한국건설관리공사, (주)용마ENG (주)동일기술공사
종단기울기	상행선 : -1.0380% 하행선 : +1.0433%	착공	2001년 10월 17일
평균선형	곡선	준공	2006년 2월 10일
연결통로	-	갱문형식	면벽식
주요공법	샷크리트, 락볼트	보조공법	Fore poling Fre-Grouting
기타	■ 차기 점검시 중점 점검사항 - 천정부 종방향 균열, 조인트부 콘크리트들뜸, 시·중점측 사면 손상부 결함 발생 및 진전 여부 주의관찰 [위치, 균열폭, 길이, 진행성, 형태등] ■ 관련도면 본문참조		

상동1터널 전경사진



[시점측 전경]



[종점측 전경]



[상행선 내부전경]



[하행선 내부 전경]

목 차

제1장 서론

1.1 시설물 개요	398
1.2 자료수집 및 분석	409

제2장 현장조사 및 시험

2.1 외관조사 결과	416
2.2 내구성조사 결과	429

제3장 상태평가 및 안전등급산정

3.1 상태평가	430
3.2 안전등급산정	432

제4장 종합결론

4.1 점검결과 요약	433
4.2 결 언	434

제5장 보수 및 유지관리 방안

5.1 보수 방안	435
5.2 유지관리방안	439

제 1 장 서 론

1.1 시설물 개요

상동1터널은 경상남도 김해시 상동면 매리에 위치한 곡선형터널로, 터널의 연장은 상행선 547m, 하행선 550m로 2종 시설물에 해당된다. 터널의 본선은 NATM 공법으로 시공되었으며, 시·종점부 갭문은 면벽식으로 시공되었다. 양측면 배수방식을 채택한 배수형 터널이고 환기방식은 자연환기방식이 적용되었다.

1.1.1 일반사항

<그림 1.1.1> 상동1터널 전경



[시점측 전경]



[종점측 전경]

[표 1.1.1] 상동1터널 기본현황

터널명	상동1터널		
시설물번호	상행선 : TU2006-0000224 하행선 : TU2006-0000225	관리번호	dbw T.1
노선명	고속국도55호선	시행자	신대구부산고속도로(주)
시점	경상남도 김해시 상동면 매리 [부산기점 14.29km]	종점	경상남도 김해시 상동면 매리 [부산기점 14.84km]
터널형식	NATM	관리주체	신대구부산고속도로(주)
차선수	상행선 : 2차로 하행선 : 2차로	환기방식	상행선 : 자연환기 하행선 : 자연환기
연장	상행선 : 547m 하행선 : 550m	설계사	(주)동일기술공사
내공단면	폭 : 9.5m, 높이 : 7.6m	시공사	두산중공업(주)
배수형식	THP관 Ø400, 유공관 Ø200	감리사	한국건설관리공사, (주)용마ENG (주)동일기술공사
종단기울기	상행선 : -1.0380% 하행선 : +1.0433%	착공	2001년 10월 17일
평균선형	곡선	준공	2006년 2월 10일
연결통로	-	갱문형식	면벽식
주요공법	샷크리트, 락볼트	보조공법	Fore poling Fre-Grouting
비고			

■ 시설물 유지관리 이력사항

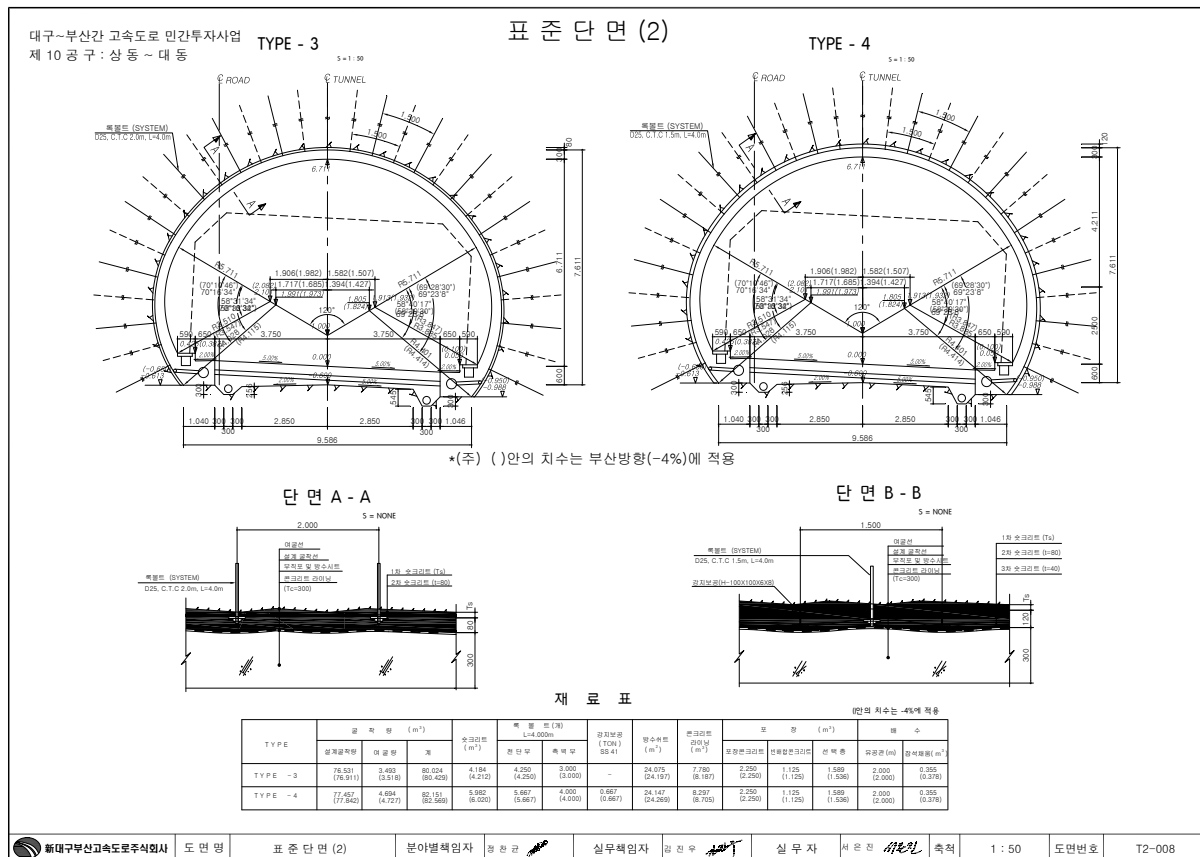
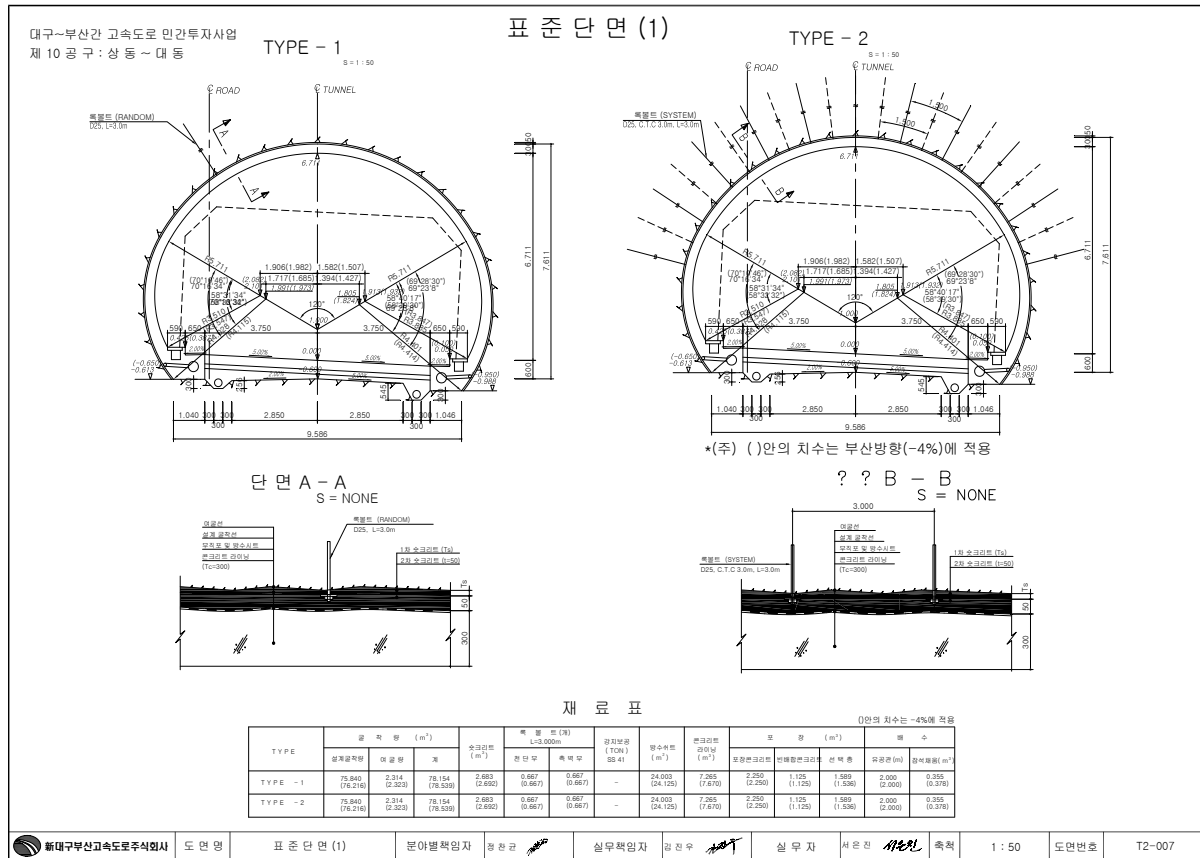
- 점검 이력

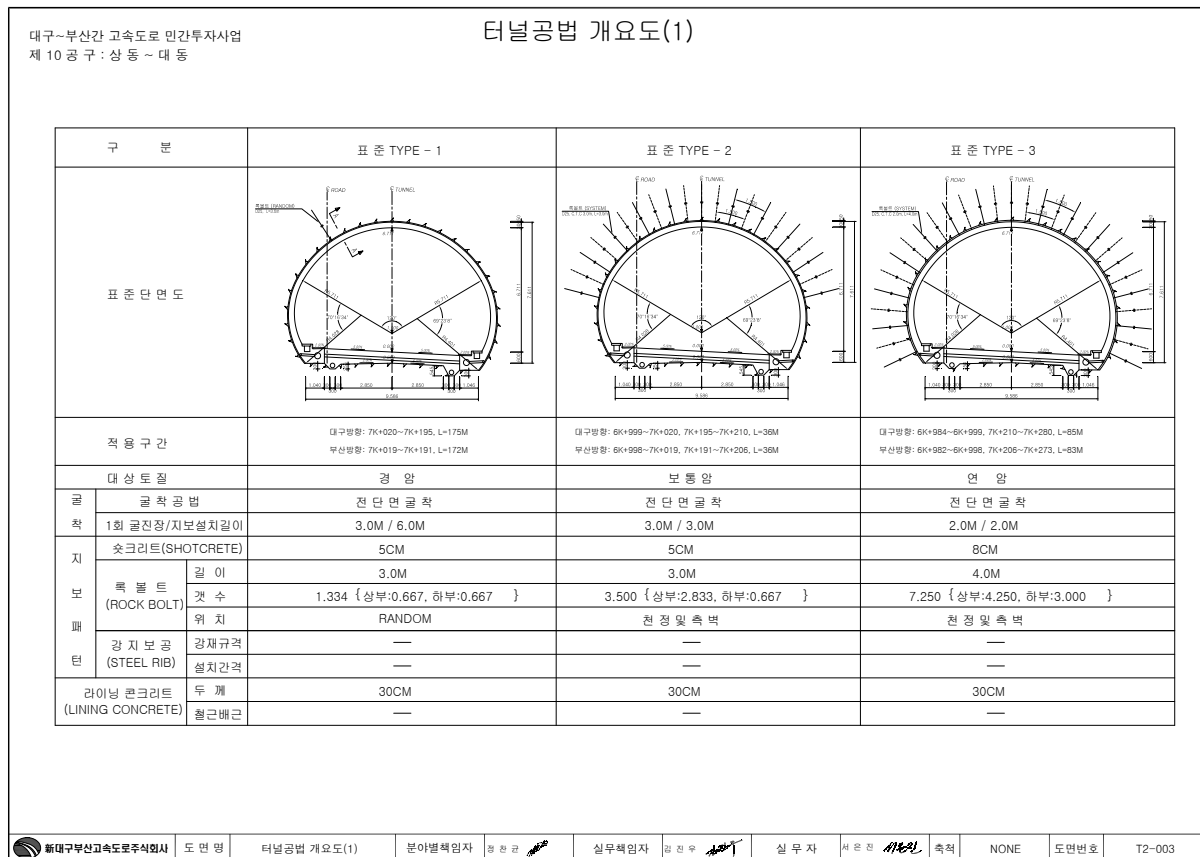
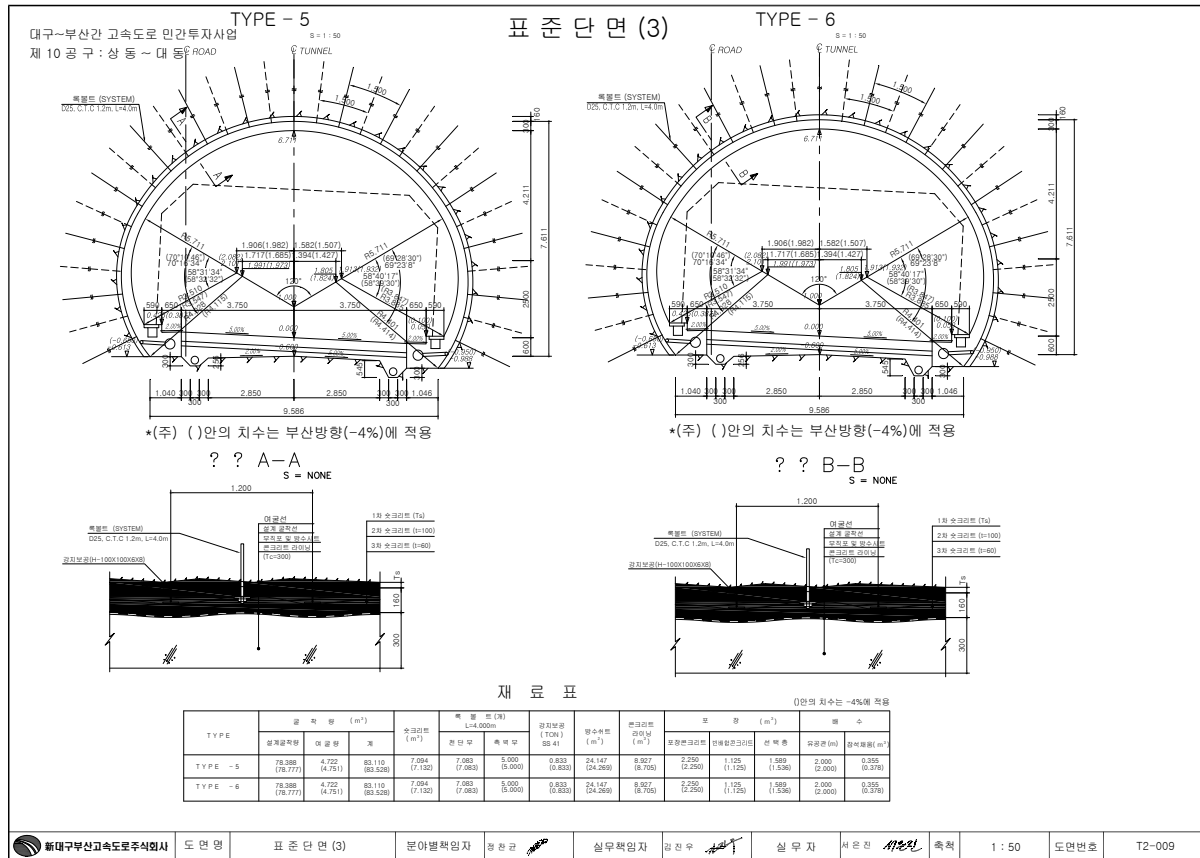
번호	기간	구 분	비고
1	2005.10.28 ~ 2006.04.25	초기점검	B등급
2	2006.09.19 ~ 2006.12.31	정기점검	
3	2007.05.10 ~ 2007.06.30	정기점검	
4	2007.08.22 ~ 2007.12.20	정밀점검	B등급
5	2008.03.10 ~ 2008.06.30	정기점검	
6	2008.09.30 ~ 2008.12.31	정기점검	
7	2009.03.10 ~ 2009.06.30	정기점검	
8	2009.10.01 ~ 2009.12.31	정밀점검	A등급
9	2010.03.08 ~ 2010.06.30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

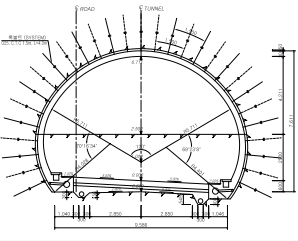
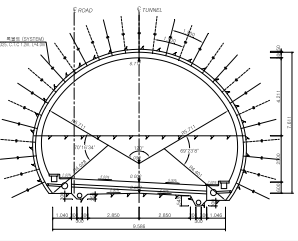
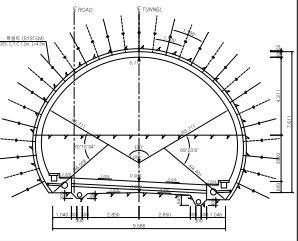
- 보수 이력

번호	공사 기간	부 위	공사내역	비고
1	2008년 3월	천정부	균열보수 단면보수	
2	2010년 9월	사면부	녹생토	
3	2012년 4월	천정부 측벽부	균열보수(수지주입) 단면보수, 표면처리	
4	2012년 6월	천정부 측벽부 갭문	균열보수, 들뜸보수 타일보수 재료분리 보수	
5	2013년 5월	라이닝	균열보수(에폭시주입) 들뜸보수	

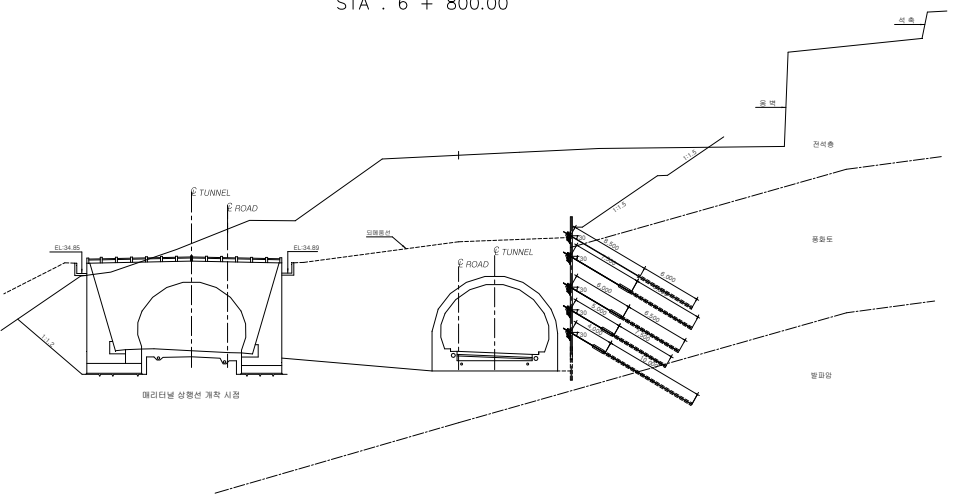


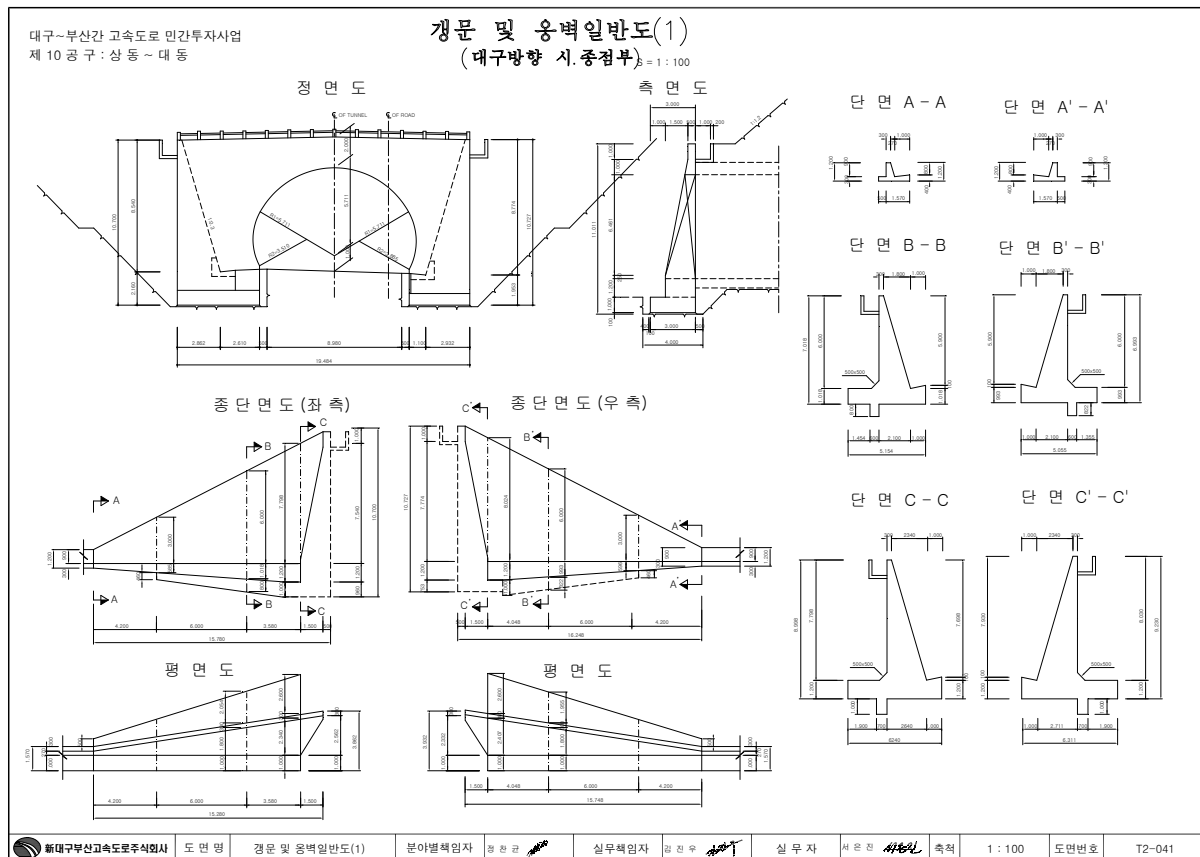
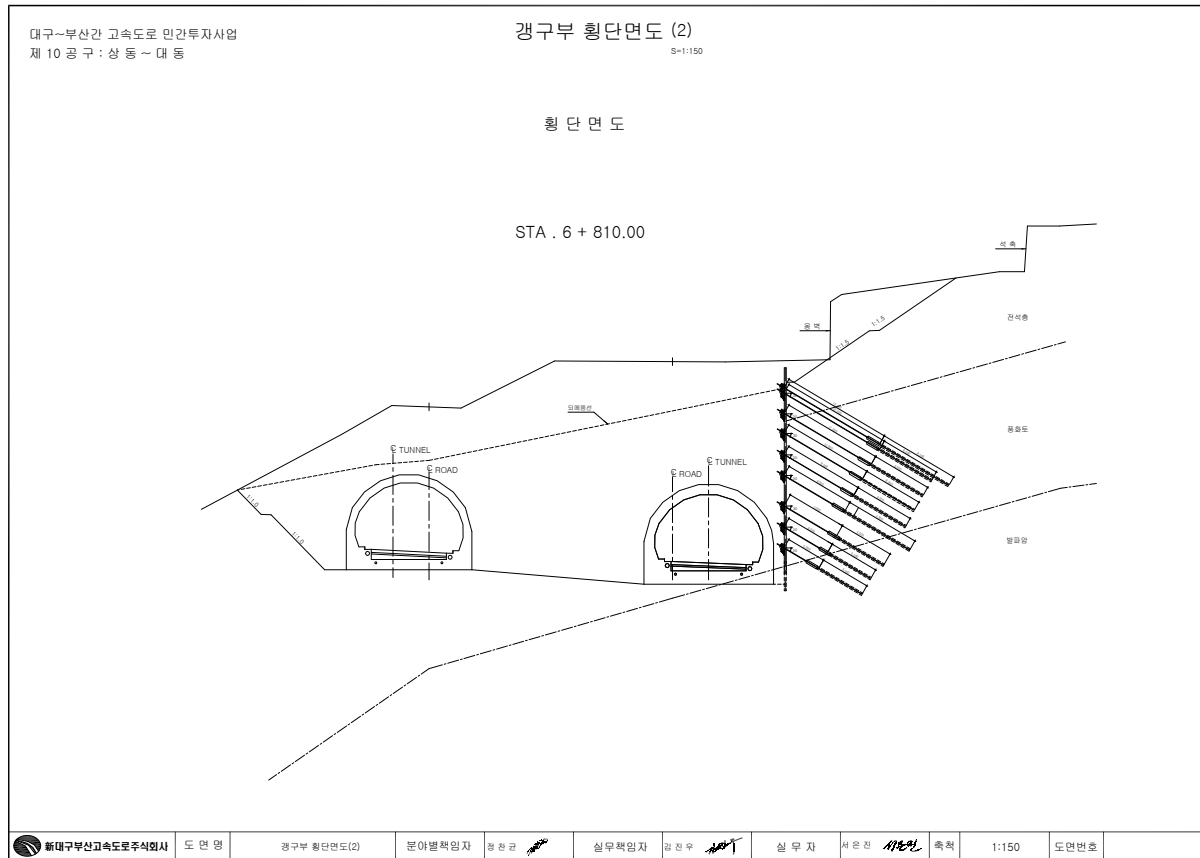


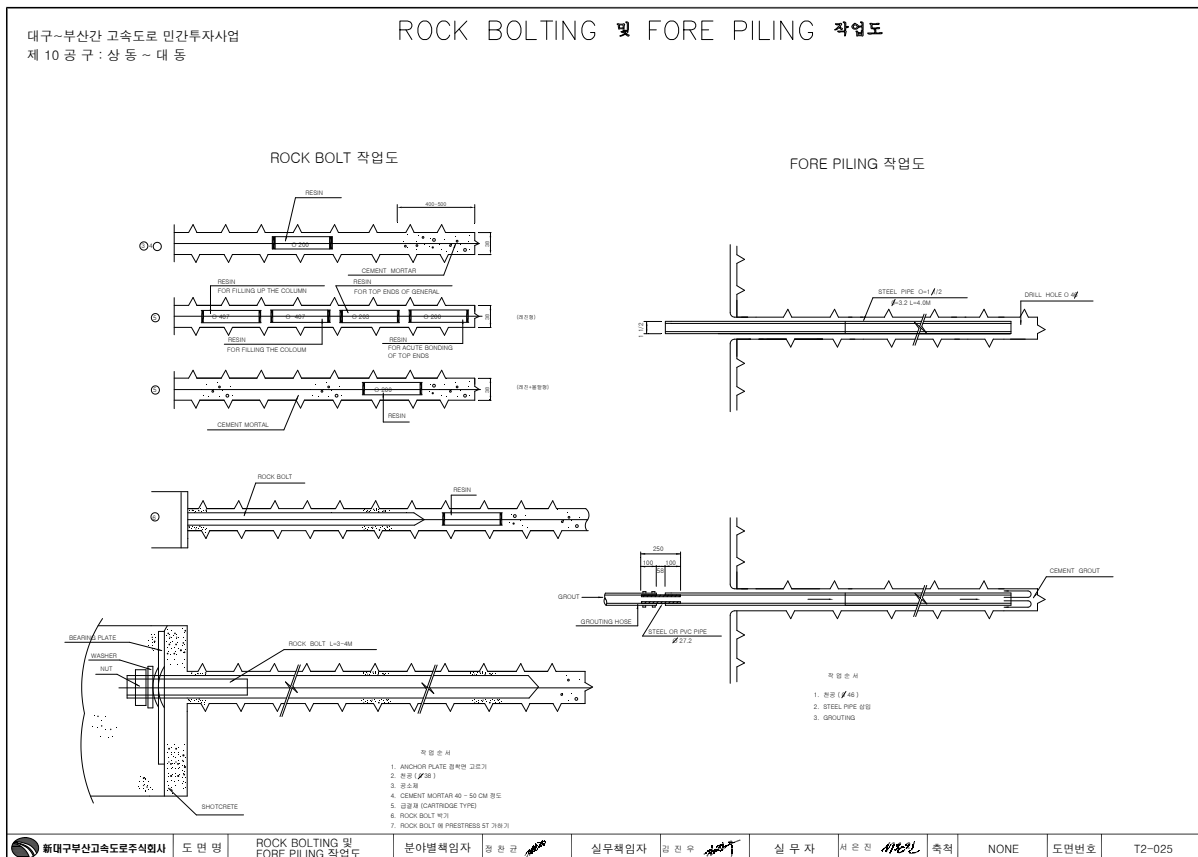
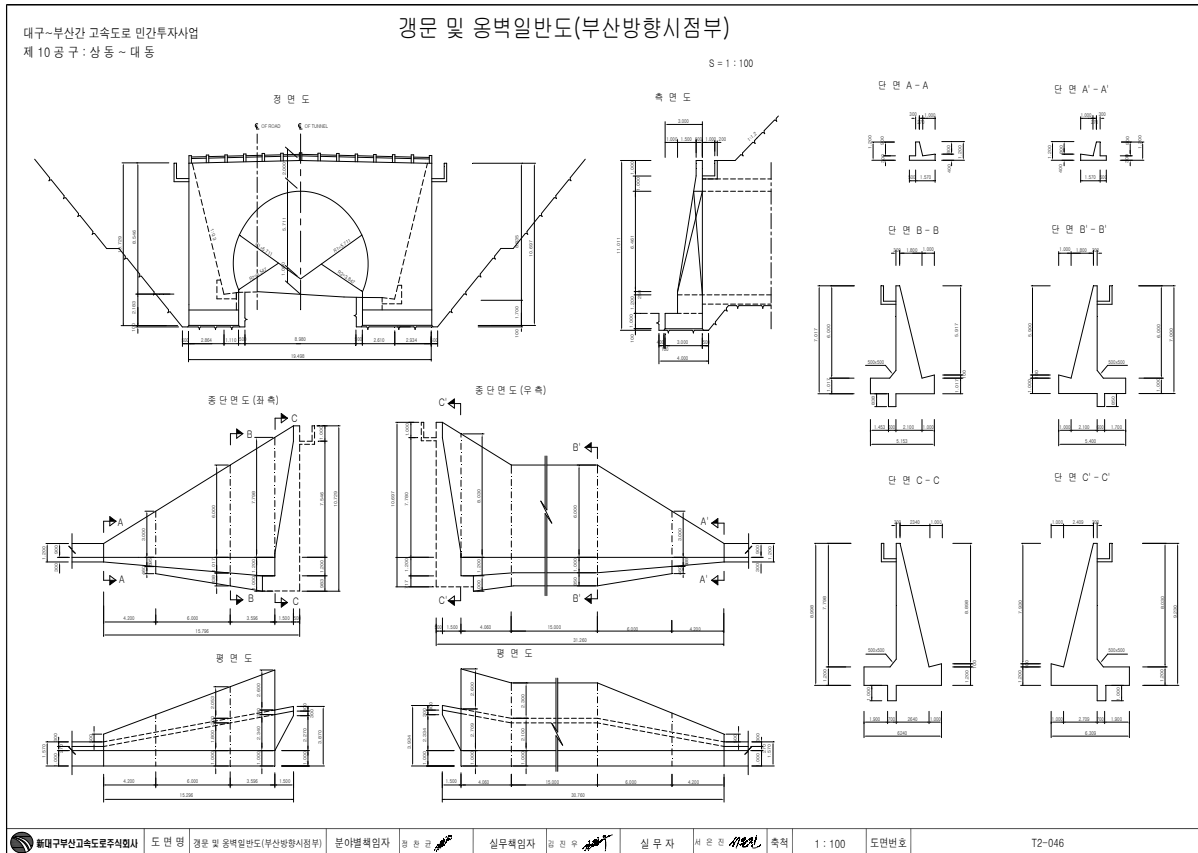


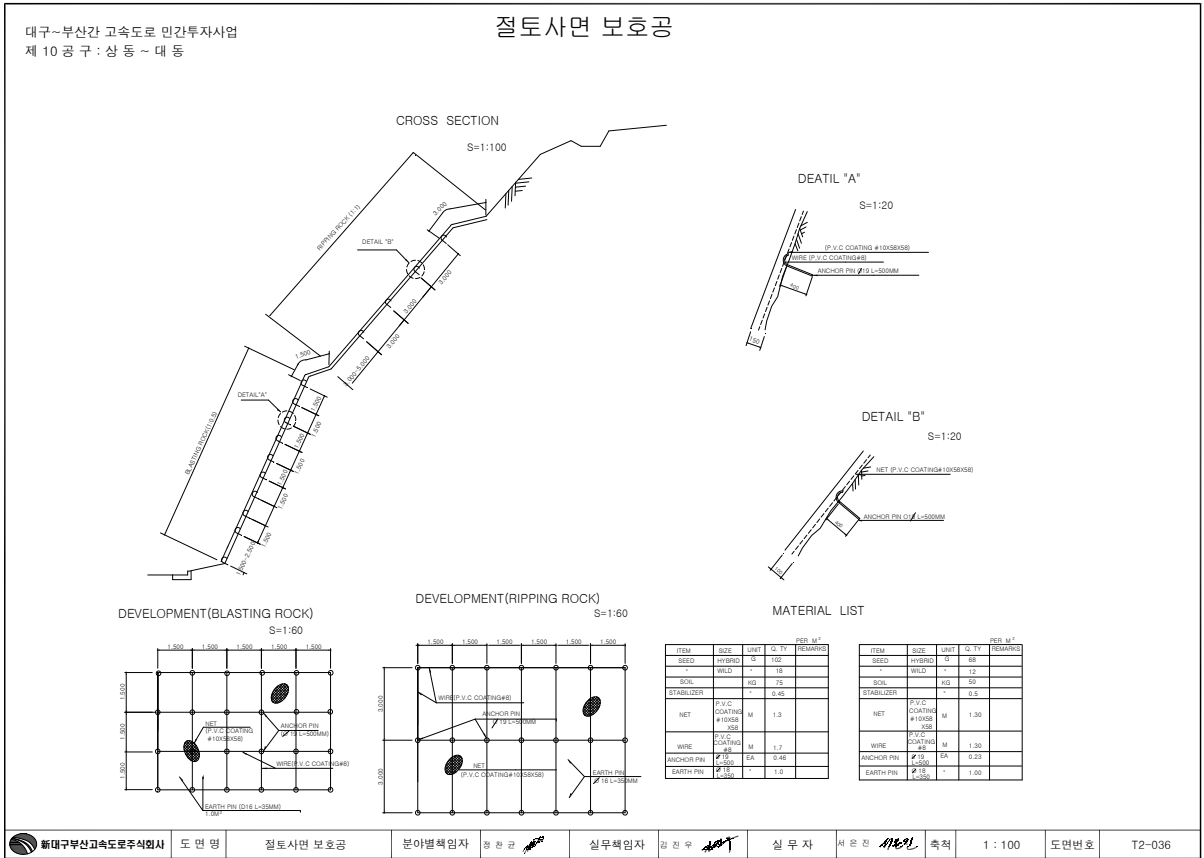
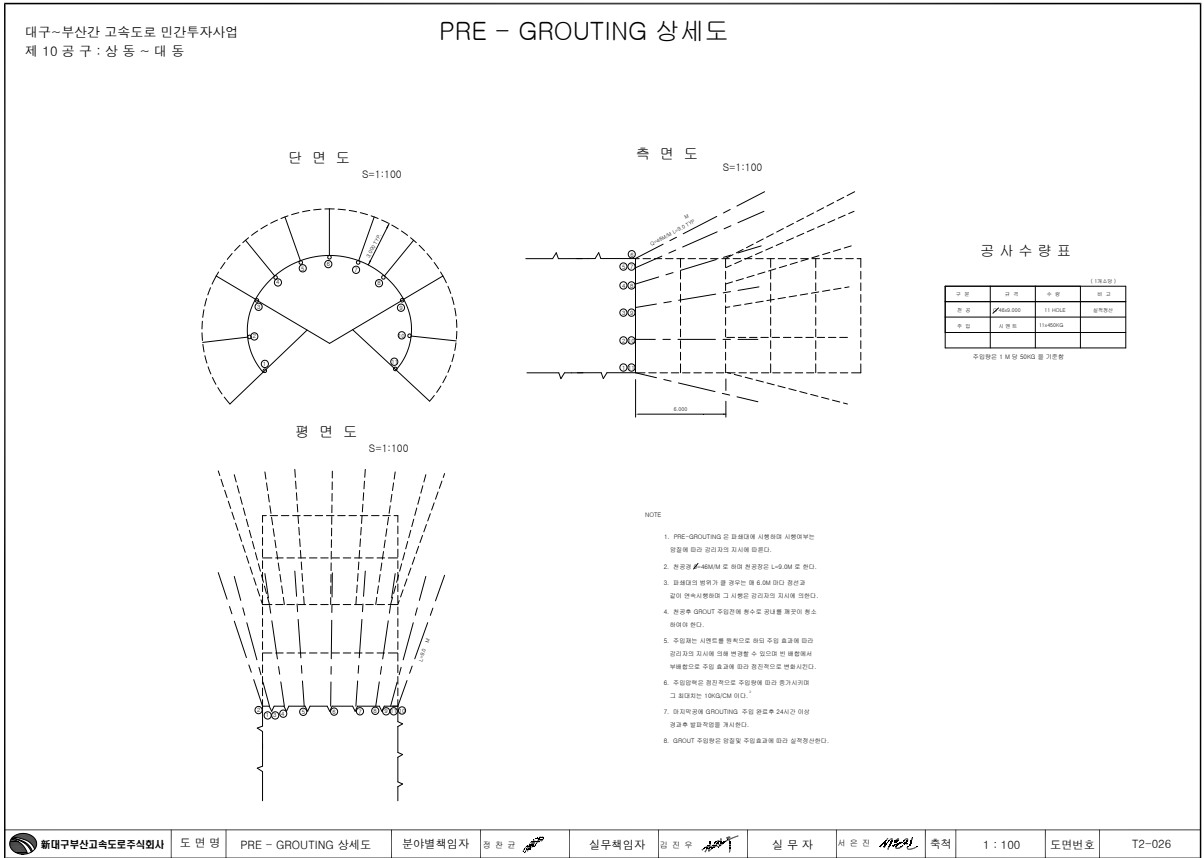
구 분		표 준 TYPE - 4	표 준 TYPE - 5	표 준 TYPE - 6
표 준 단 면 도				
적 용 구 간		대구방향 : 6K+963~6K+984, 7K+280~7K+303, L=44M 부산방향 : 6K+943~6K+982, 7K+273~7K+295, L=51M	대구방향 : 7K+303~7K+315, L=12M 부산방향 : 7K+295~7K+295, L=10M	대구방향 : 6K+948~6K+963, 7K+315~7K+330, L=30M 부산방향 : 6K+928~6K+943, 7K+295~7K+310, L=30M
대 상 토 질		풍 화 암	풍 화 암(토)	풍 화 암(토)
굴착	굴착공법	반 단 면 굴 착	반 단 면 굴 착	반 단 면 굴 착
	1회 굴진장/지보설치길이	(상)1.5M/1.5M, (하)1.5M/3.0M	(상)1.2M/1.2M, (하)1.2M/1.2M	(상)1.2M/1.2M, (하)1.2M/1.2M
	췌크리트(SHOTCRETE)	12CM	16CM	16CM
	록 볼트 (ROCK BOLT)	길 이 4.0M 갯 수 9.667 { 상부:5.667, 하부:4.000 }	길 이 4.0M 갯 수 12.083 { 상부:7.083, 하부:5.000 }	길 이 4.0M 갯 수 12.083 { 상부:7.083, 하부:5.000 }
	위 치	천 정 및 측 벽	천 정 및 측 벽	천 정 및 측 벽
터	강 지 보 공 (STEEL RIB)	강재규격 H 100 x 100 x 6 x 8 설치간격 1.5M	강재규격 H 100 x 100 x 6 x 8 설치간격 1.2M	강재규격 H 100 x 100 x 6 x 8 설치간격 1.2M
	라이닝 콘크리트 (LINING CONCRETE)	두께 30CM 철근배근 —	두께 30CM 철근배근 —	두께 30CM 철근배근 D25 @ 150


 신대구부산고속도로주식회사
 도 면 명 터널공법 개요도(2)
 분야별책임자 분 원 규
 실무책임자 김진우
 실 무 자 서준진
 축적 NONE
 도면번호 T2-004

대 구 ~ 부 산 간 고 속 도 로 민 간 투 자 사 업 제 10 공 구 : 상 동 ~ 대 동		갱구부 횡단면도 (1) S=1:150	
		횡 단 면 도 STA . 6 + 800.00 	
 신대구부산고속도로주식회사		도 면 명 갱구부 횡단면도(1) 분야별책임자 분 원 규 실무책임자 김진우 실 무 자 서준진 축적 1:150 도면번호	







1.2 자료수집 및 분석

1.2.1 지형 및 지질, 지반개황[터널해석보고서, 지반보고서 참조]

상동2터널의 STA.3+680과 STA.3+860, 상동1터널의 STA.6+948과 STA.7+300단면부근은 Shotcrete의 인장응력이 허용인장응력을 초과하며, 상동2터널의 STA.3+680 과 STA.860 상동1터널의 STA.6+999 과 STA.7+020 단면에서 Rock bolt의 최대응력이 허용응력을 다소 상회한다. 앞서 언급한 바와 같이 이러한 결과는 상·하반 굴착부 경계 및 모서리부에서만 집중적으로 발생하며 이는 굴착모서리부에서 급작스러운 경계조건의 변화에 기인한 응력집중현상의 결과이며, 실제 터널시공 시 응력의 재분재가 일어나 완화되리라고 판단되며, 이러한 응력이 허용응력 이하로 되게 지보패턴을 변경할 수도 있으나 과대설계가 될 것으로 판단된다. 따라서 유한요소 해석 결과 가정한 표준지보형식이 적절히 설계된 것으로 판명된다. 본 과업구간의 터널 중 상동1터널은 비교적 양호한 지질조건을 갖고 있으나 상동2터널은 시추조사 시 본 지역의 암반상태는 매우 파쇄가 심한상태의 시료로 채취되었으며 단층의 직접적인 증거인 단층점토, 파쇄대 및 단층경면(Slickenside)의 발달로 보아 단층으로 인지되며 시공 중 수 차례의 단층 및 파쇄대와 교우될 것으로 판단되며 이들과 교우 시 터널은 지하수의 다량누출을 동반하여 붕락 등 터널의 안정성이 우려되므로 시공 중 특별한 주의가 요망된다. 실제 굴착과정에서 터널의 지질조사를 병행하여 지보형식의 변경, 보조공법의 적용 등 상황에 대처한 합리적인 시공이 이루어져야 할 것으로 판단된다.

1) 지형 및 지질

① 지형

본 조사지역은 행정 구역상 경상남도 김해군 상동면 여차리, 대동면 월촌리에 해당된다. 본 지역 서측으로는 금동산, 신어산과 인접하며 북동에서 동측으로는 낙동강을 접하고 있다. 산계는 대체로 북향, 동남방향으로 발달하는 것으로 구성된다. 수계를 살펴보면 본지의 동부를 거쳐 남해로 유입되는 낙동강이 북부에서 남동향으로 흐르며 이의 유량은 우기와 건기에 현저한 차를 보인다.

본지의 지형을 개관하면 현저하게 지질 및 지질구조의 영향을 입은 듯하다. 대체로 험준한 산계는 풍화작용에 강인한 저항력을 갖는 안산암류 등이 우세하고 평야지대에는 그의 저항력에 약한 화강암류가 저반을 이루고 하천의 발달은 구조선에 일치하는 경향을 보여준다.

침식윤회론으로 보아 산계는 대체로 만장년기에 해당되고 평야지대는 노년기 지형을 형성한다.

② 지질

본지에 분포한 지질은 경상계 신라통에 속하는 퇴적암과 이를 관입한 반심성암 및 화산분출암 및 화강암류 등으로 구성된다. 화산활동의 뒤를 이어 비교적 소규모의 지반 변동이 일어나 습곡 작용과 단층활동이 있었다. 습곡은 완만하여 작은 배사와 향사구조를 이루어 놓았을 뿐이며 단층작용은 주로 북북동향의 주향을 갖는 단층대를 발달시켰다.

녹색각력암으로는 흑운모 화강암과 안산암이 주를 이룬다. 흑운모 화강암은 화강록암으로 각섬석 및 사장석의 양을 감하는 반면에 흑운모 및 담홍색의 가리장석(Ca-feldspars)의 양이 증가되어 생성된 암석이며, 안산암은 임상안산암, 조면암질 안산암으로 용암류, 관입암체 등의 암상 등으로 관찰된다. 또한 본 지층은 여러 다양한 색상과 조직(texture)을 갖고 있으며 장석, 각섬석, 또는 휘석의 반점을 가지고 암회색을 띠는 암상과 육안적 반정을 갖지 않는 Chert질 암상같이 흑색 치밀건질암 등에 관찰되나 초생변질로 사료되는 녹색암이 우세하다. 기반암인 흑운모 화강암의 주요광물은 석영, 장석, 운모 등이고 안산암의 주요광물은 각섬석, 휘석 등이다. 충적층은 모래, 자갈 등이 우세하다.

2) 지반개황

본 지역의 지층상태는 표토층, 퇴적토층, 풍화토층, 풍화암층, 연암층, 경암층 순으로 구성되고 있으며, 각 층의 특성은 다음과 같다.

① 표토층

본 토층의 층후는 지표면 하 0.4 ~ 11.0m 정도로 분포하고 있으며, 토성은 습윤 내지 포화상태의 함수비를 가진 실트질 모래, 입도 불량한 모래로 통일분류법상 SM, GP로 분류되며, 전석 및 자갈을 포함하고 있으며, 색조는 황갈색을 띄고 있다. 표준관입시험에 의한 N치는 5/30 - 50/0으로 느슨 내지 매우 조밀한 상대밀도를 나타낸다.

② 퇴적토층

본 토층은 심도 TB - 7지역에서 1.5 ~ 16.0m심도로 확인되며, 기반암이 퇴적되어 잔류된 것이다. 이 지층의 토성은 실트 섞인 모래로 통일분류법상 SM으로 분류된다. 색조는 황갈색을 띄고 있다. 표준관입시험에 의한 N치는 5/30 ~ 28/30으로 느슨 내지 보

통 조밀한 상대밀도를 나타낸다.

③ 풍화토층

본 토층은 TB 7, 8, 9, 13지역에서 심도 4.0 ~ 16.0m에서부터 확인되고 층후 2.5 ~ 12.0m로 분포하고 있다. 본 토층은 기반암이 풍화되어 잔류된 것이다. 이 층의 토성은 소량의 실트와 잔자갈을 함유한 풍화토이다. 표준관입시험에 의한 N치는 4/30 ~ 50/4로 느슨 내지 매우 조밀한 상대밀도를 나타낸다. 색조는 황갈색, 암회색을 띠고 있다.

④ 풍화암층

본 암층은 기반암이 풍화작용에 의하여 변질되어 형성된 것으로서 모암의 조직과 구조를 그대로 유지하고 있으며, TB - 8, 12, 13지역에서 심도 2.5 ~ 12.9m에서부터 확인되고 0.1 ~ 7.5m의 층후를 보이고 있다. 본층은 심한풍화 - 완전풍화를 받았으며, 암석의 강도는 약한 정도이고, 색조는 황갈색을 띠고 있다. TB - 8지역에서는 암편을 함유하고, TB -12지역의 6.5 - 7.0m 심도에서는 점토층진을 확인할 수 있다.

⑤ 연암층

본 암층은 TB - 8, 9, 12지역에서 심도 5.9 ~ 21.0m정도에서 확인되며, 0.3 ~ 3.1m 층후로 분포하고 있다. 본층은 완전풍화, 약한 풍화를 받았으며, 암석의 강도는 약함에서 보통 강함 정도이고 균열 및 파쇄가 심하다. 색조는 갈색, 회갈색, 황갈색을 띠고 있다. TB - 8지역에선 8.9 - 9.0m지점에 점토층진을 확인 할 수 있고, Joint Dip은 30 ~ 60°로 나타난다. 또한 TB - 8지역은 표토와 풍화토층 사이에 이 층이 존재한다. TB - 12에서의 코아 회수율은 50%정도이고, R.Q.D는 10%로 저조한 편이다.

⑥ 경암층

본 암층은 심도 0.4 -21.3m에서부터 확인되며, 0.7 - 331.m층 후로 분포하고 있다. 본층은 약한 풍화를 받았거나 매우 신선하다. 암석의 강도는 보통내지 매우 강하다. TB -12, 13지역은 균열 및 파쇄가 심하다. 색조는 회색, 회갈색, 암회색을 띠고 있다. TB - 10, 11의 Joint Dip은 30 - 60°로 측정된다. 또한 TB -12 지역에선 14.1 - 14.2m 지점에서 맥층을 발견할 수 있으며, R.Q.D는 0 - 100%로 나타난다. TB -7, 8지역은 나타나지 않는다.

TB - 8지역에서는 연암층 아래로 토사층인 풍화토층과 풍화암층이 나타난다. 지층이 관입된 것으로 예측되며 시공단계에 별도의 주의가 필요한 것으로 판단된다.

TB - 9 (STA. 6+840)지역은 추가로 시추된 지역으로 앞 공번은 연암이 3.1m정도가 관입되는 토사지역으로, 뒷 공번은 매우 신선한 암이 지표부근에서부터 CORE로 채취되므로 추가로 시추하게 되었다.

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 유근무	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 유근무	양호	공용년수 증가로 천단 및 측벽부에 손상 현황이 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 유근무	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 유근무	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 유근무	양호	천정부에 발생된 균열에 대해 보수를 실시하였으며, 측벽 및 포장면에 균열, 박리, 스폐링 및 스켈링 등이 다수 발생된 상태이나, 안전성을 저해할 만한 수준은 아닌 것으로 판단됨. 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 유근무	양호	터널전반에 걸쳐 양호한 상태로 조사됨. 기 발생된 손상현황은 현재 구조적으로 큰 문제가 없는 것으로 사료되나, 구조물의 미관 및 내구성, 사용성 확보를 위하여 손상부에 대한 보수를 실시하며, 향후 기보수 부위 및 미보수된 현황에 대해 주기적으로 점검하는 등의 지속적인 유지관찰을 통한 구조물의 유지관리가 필요함.
7	2009.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유근무	양호	터널의 전반적인 현황은 양호한 상태로 조사됨. 기 발생된 손상현황은 현재 구조적으로 큰 문제가 없는 것으로 사료되나, 구조물의 미관 및 내구성, 사용성 확보를 위하여 손상부에 대한 보수를 실시하며, 손상의 진전성 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	A	주요현황으로는 갭문 마감재 파손, 옹벽부 균열, 천정부 종방향 균열, 측벽부 타일파손, 백태 및 재료분리, 조인트부 들뜸, 공동구 덮개 파손, 포장부 균열, 스케링, 스폐링, 텔리네이터 파손, 사면부 표층유실, 녹생토 유실, 배수로 공동, 전석 및 낙석, 암반노출 등이 발생함. 기 발생된 손상현황에 대해서는 내구성 확보를 위한 보수가 필요하며 조인트부 들뜸현황은 탈락시 주행차량의 안전사고 위험을 내포하고 있으므로 유지관리가 필요함. 시점부 자연사면부 암반은 역학적인 형상이 불안정하며, 전석 및 이완암이 다수 발생하였으며, 종점부 배후사면은 적절한 배수시설이 없는 상태이므로 근본적인 대책 수립과 사면보수를 병행하여야 할 것으로 사료됨.
9	2010.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	양호	주요현황으로는 갭문 마감재 파손, 옹벽부 균열, 천정부 종방향 균열, 측벽부 타일파손, 백태 및 재료분리, 조인트부 들뜸, 공동구 덮개 파손, 포장부 균열, 스케링, 스폐링, 텔리네이터 파손, 사면부 표층유실, 녹생토 유실, 배수로 공동, 전석 및 낙석, 암반노출 등이 발생함. 기 발생된 손상현황은 내구성 확보를 위한 보수가 필요하며 조인트부 들뜸현황은 탈락시 주행차량의 안전사고 위험을 내포하고 있으므로 유지관리가 필요함. 특히, 시점부 자연사면부 암반은 역학적인 형상이 불안정하며, 전석 및 이완암이 발생된 상태이므로 장기적인 보수 및 보강대책이 필요함.
10	2010.12(하반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	양호	주요현황으로는 갭문 마감재 파손, 옹벽부 균열, 천정부 종방향 균열, 측벽부 타일파손, 백태 및 재료분리, 조인트부 들뜸, 공동구 덮개 파손, 배수구 이물질퇴적, 포장부 균열, 스케링, 스폐링, 텔리네이터 파손, 사면부 표층유실, 녹생토 유실, 배수로 공동, 전석 및 낙석, 암반노출 등이 발생함. 기 발생된 손상현황은 내구성 확보를 위한 보수가 필요하며 조인트부 들뜸현황은 탈락시 주행차량의 안전사고 위험을 내포하고 있으므로 유지관리가 필요함. 시점부 자연사면부 암반은 역학적인 형상이 불안정하며, 전석 및 이완암이 발생된 상태이므로 장기적인 보수 및 보강대책이 필요함.
11	2011.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	양호	상동1터널은 갭문 마감재 파손, 옹벽부 균열, 천정부는 종방향 균열, 측벽부는 타일파손, 백태 및 재료분리, 조인트부 들뜸, 공동구 덮개파손, 배수구 이물질퇴적, 포장부 균열, 스케링, 스폐링, 텔리네이터 파손, 사면부 녹생토 유실, 편책시공부 표층유실 및 방호벽 탈락, 배수로 균열 및 공동, 암반노출 등이 발생함. 기 발생된 손상은 주행차량의 안전성과 터널의 내구성 확보를 위한 보수가 필요하며, 특히, 시점부 자연사면부 암반은 주의관찰이, 종점부 편책시공부의 배후도로 방호벽 탈락은 정비가 필요함.

번호	점검 · 진단기간	점검 및 진단 기관명	상태 등급	주요점검 · 진단내용
	점검 · 진단구분	점검 · 진단 책임기술자		
12	2011.12(하반기) 정밀점검	(주)아워브레인 유 근 무	A	정밀점검 결과, 주요현황으로는 갯문 마감재 파손, 갯문 접속 용벽 균열, 라이닝부 균열 및 재균열, 표면망상균열, 조인트 들뜸 및 박락, 측벽부 타일균열 및 파손, 공동구 덮개 및 벽체부 파손, 포장부 균열, 스폐링 등의 손상이 조사되었다. 또한, 시점측 사면부는 녹생토탈락, 토석류, 배수로 균열, 파손 및 이격, 자연사면부 암반이 발생하였으며, 종점측 사면부는 용벽하부 공동, 토사유실, 침식, 표층유실, 배수로 균열 및 파손 등의 손상이 확인되었다. 기 발생한 손상은 내구성 증진 및 주행 차량의 안전성을 위한 보수가 필요하며, 사면부는 우수 유입에 의한 추가 손상의 우려가 있으므로 진전 유무에 대한 주의관찰 및 보수가 요망된다.
13	2012.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 김 영 진	양호	상동1터널에 발생한 주요 손상은 라이닝부의 균열 및 보수부 재균열, 표면망상균열, 재료분리, 백태, 조인트부 콘크리트 들뜸, 측벽부 타일 균열 및 파손, 갯문 마감재 파손 및 접속용벽 균열, 공동구 본체 및 덮개 파손, 포장면 손상(균열, 스폐링, 스켈링), 시·종점부 사면에 녹생토 유실, 표층유실, 낙석퇴적, 토석류, 용벽 균열 및 하부 토사유실, 배수로 균열, 파손, 이격 및 뒷채움 부족 등이 조사되었다. 기 발생한 손상은 내구성 증진 및 통행 차량의 주행성 확보 차원의 보수가 필요하다. 특히, 사면부에 발생한 낙석, 토석류, 암반 및 용벽 하부 토사유실은 손상의 진전시 통행차량의 안전사고에 위험이 있으므로 정비 등의 조치가 요망된다.
14	2012.12(하반기) 정기점검	(주)아워브레인 김 영 진	양호	상동1터널은 2012년 상반기에 보수를 실시하였고, 금회 점검시 양호한 상태로 조사되었다. 터널에 발생한 주요 손상으로 라이닝부의 국부적인 균열 및 보수부 재균열, 표면망상균열, 재료분리, 조인트부 콘크리트 들뜸, 측벽부 타일 균열 및 파손, 갯문 마감재 파손 및 접속용벽 균열, 누수, 공동구 본체 및 덮개 파손, 포장면 손상(균열, 스폐링, 스켈링), 시·종점부 사면에 녹생토 유실, 표층유실, 낙석퇴적, 토석류, 용벽 균열 및 하부 토사유실, 배수로 균열, 파손, 이격 및 뒷채움 부족 등이 조사되었다. 특히, 시점부 자연사면에 발생한 표층유실은 물탈격자블럭 등의 조치가 필요한 것으로 판단되며, 기 발생한 손상은 터널의 내구성과 통행 차량의 주행성 확보를 위해 보수가 필요하다.

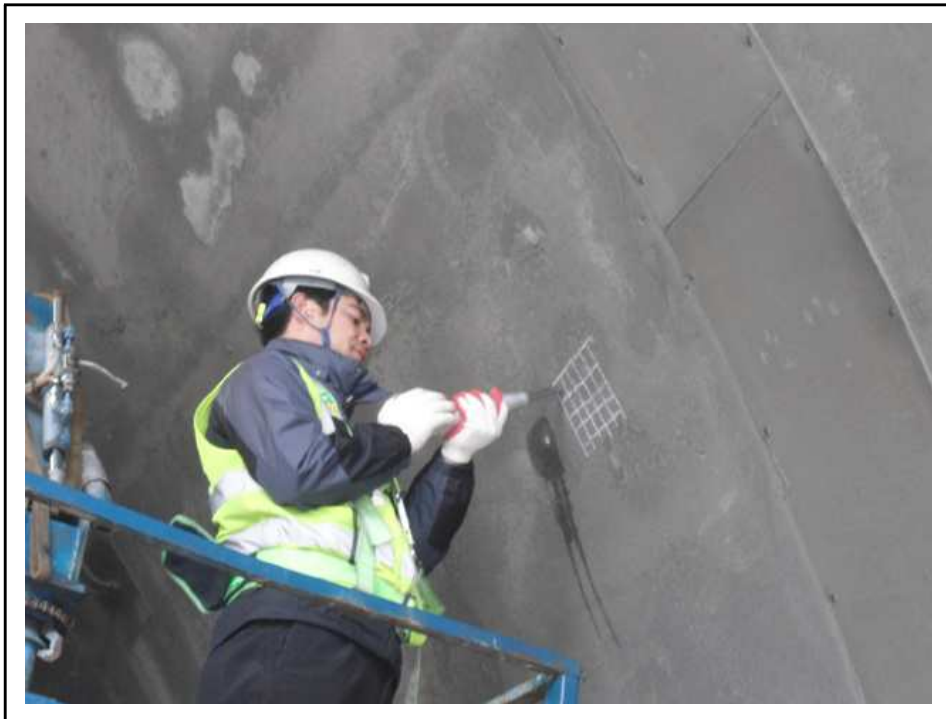
번호	점검·진단기간	점검 및 진단 기관명	상태 등급	주요점검·진단내용
	점검·진단구분	점검·진단 책임기술자		
15	2013.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 김 영 진	양호	상동1터널에 발생한 주요 손상으로 라이닝부의 국부적인 균열 및 표면망상균열, 조인트부 콘크리트 들뜸, 측벽부 타일 균열, 파손 및 백태, 갯문 마감재 파손 및 접속옹벽 균열, 누수흔적, 공동구 덮개 파손, 포장면 손상(균열, 스폴링), 시·종점부 사면에 녹생토 유실, 표층유실, 낙석퇴적, 토석류, 옹벽 균열 및 하부 토사유실, 배수로 균열, 파손, 이격 및 뒷채움 부족 등이 조사되었다. 특히, 시점부 자연사면에 발생한 표층유실은 몰탈격자블럭 등의 조치가 필요한 것으로 판단되며, 기 발생한 손상은 터널의 내구성과 통행 차량의 주행성 확보를 위해 보수가 필요하다.

제 2 장 현장조사 및 시험

2.1 외관조사 결과

상동1터널은 경상남도 김해시 상동면 매리에 위치한 곡선형터널로, 터널의 연장은 상행선 547m, 하행선 550m로 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 65/64개의 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

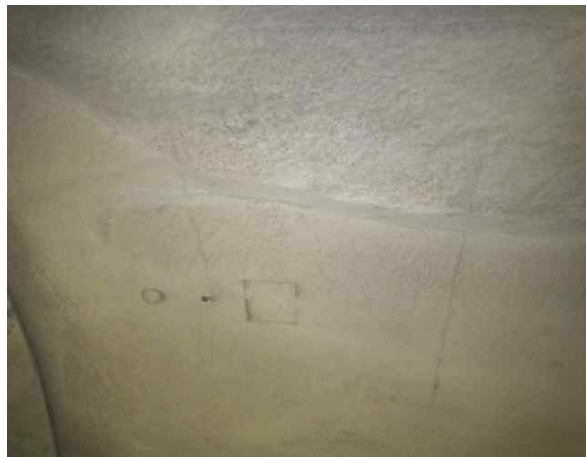
갯문 형식은 시·중점부가 면벽식이며 갯문의 마감은 대리석으로 시공되었으며, 중점부 갯문에 마감재 파손이 일부 조사되었으며, 시·중점 접속옹벽부에 국부적인 균열 및 백태가 확인된 바, 보수 및 정비가 요망된다.

			
위 치	상행선 중점부 갯문	위 치	하행선 시점부 접속 옹벽
현 황	마감재 파손	현 황	백태
			
위 치	상행선 중점부 접속 옹벽	위 치	하행선 중점부
현 황	누수흔적	현 황	갯문 전경

2.1.2 콘크리트 라이닝

1) 천정부

천정부는 일부에서 균열 보수를 실시하였고, 양호한 상태이다. 손상으로는 폭 0.1~0.5mm 정도의 종·횡방향 균열 및 재균열, 표면균열이 일부 조사되었다. 기 발생한 손상의 진전은 미미한 상태이나, 내구성 확보 차원의 보수가 필요하며, 균열의 연장 및 폭의 진전에 대한 지속적인 주의관찰이 요망된다.

			
위 치	하행선 SPAN 43		
현 황	종방향 재균열 (폭 0.2mm)		
			
위 치	하행선 SPAN 2	위 치	상행선 SPAN 20
현 황	표면균열	현 황	균열 보수

2) 측벽부

측벽부는 금회 조사시, 라이닝에 균열 및 표면균열에 대해 일부 보수를 실시하였고, 양호한 상태이다. 일부 라이닝에 미 보수된 폭 0.2~0.3mm 정도의 균열이 조사되었고, 타일 마감 처리된 측벽은 국부적인 타일균열 및 파손, 백태가 발생하였다. 기 발생한 손상부는 내구성 확보차원의 보수가 요망되며, 백태부는 누수 진행여부 대한 주의관찰이 필요하다.

			
위 치	상행선 SPAN 41	위 치	하행선 SPAN 33
현 황	균열 보수	현 황	표면균열 보수
			
위 치	하행선 SPAN 2	위 치	하행선 SPAN 63
현 황	백태	현 황	균열 (폭 0.2mm)

3) 조인트부

조인트부는 금회 조사시, 콘크리트 들뜸 보수를 실시하였고, 양호한 상태이다. 손상으로는 콘크리트 들뜸이 일부 조사되었다. 콘크리트 들뜸부는 탈락시 하부 주행차량의 안전사고 위험성을 내포하고 있으므로 신속한 조치가 필요하다.

			
위 치	상행선 JOINT 19	위 치	하행선 JOINT 30
현 황	콘크리트 들뜸 보수	현 황	콘크리트 재들뜸(A=0.2*0.3)
			
위 치	상행선 JOINT 45	위 치	상행선 JOINT 54
현 황	콘크리트 재들뜸(A=0.1*0.2)	현 황	콘크리트 재들뜸(A=0.1*0.1)

4) 공동구

공동구내부는 침수 및 이물질 퇴적 등의 손상이 없는 상태이나, 공동구 덮개 파손이 일부 조사되었다.

			
위 치	상행선 SPAN 61	위 치	하행선 SPAN 5
현 황	덮개 파손	현 황	덮개 파손
			
위 치	하행선 SPAN 17	위 치	상행선
현 황	덮개 파손	현 황	공동구 전경

2.1.3 바닥부

1) 포장부

콘크리트로 시공된 포장면은 일부에서 균열, 스폴링 및 파손이 국부적으로 발생한 것으로 조사되었다. 기 손상부는 주행성 향상을 위한 보수가 필요하다.

			
위 치	상행선 SPAN 44	위 치	하행선 SPAN 26
현 황	스폴링	현 황	균열

2) 배수시설

배수구는 좌·우측 바닥에 위치하고 있으며, 오염 및 이물질 퇴적 등의 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

	
위 치	하행선
현 황	배수구 전경

2.1.4 기타 시설물(조명, 표지판, 소화전등)

- 조명은 상부 천정부 양측으로 2열 설치되어 있고, 조명설치를 위한 고정앵커부의 상태 및 조명상태 등은 전반적으로 양호한 것으로 조사되었다.
- 차량의 주행안전성 및 시인성 향상을 위한 안전 표지판 및 반사판, 교통신호시설 등의 설치 상태도 전반적으로 양호한 상태이다.
- 소화시설은 전반적으로 설치상태가 양호한 것으로 조사되었다.

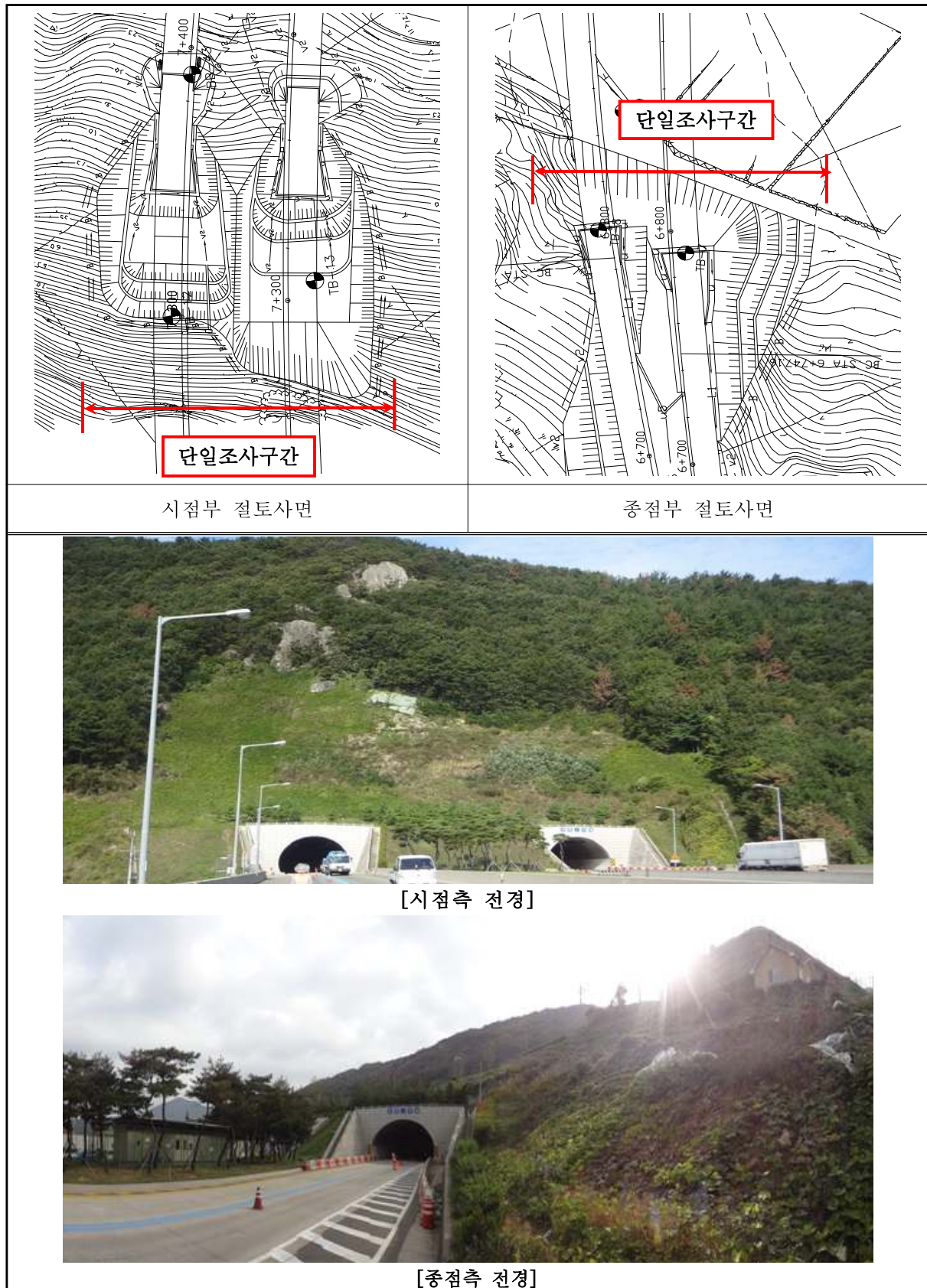
			
위 치	상행선	위 치	상행선
현 황	소화기함 전경	현 황	소화기함 내부 전경
			
위 치	상행선	위 치	상행선
현 황	비상전화 전경	현 황	전기시설 전경

2.1.5 터널부 절토사면

조사대상 절토사면은 연장 103m, 최대높이 38m인 시점부(부산방향) 절토사면과 연장 167m, 최대높이 18m인 종점부(대구방향) 절토사면으로 일반현황은 <표 2.1.1>와 같으며, 조사영역은 접속사면을 포함한 총 연장이 200m 이하이므로 별도로 조사구간을 분할하지 않는다.

<표 2.1.1> 상동1터널 시·종점부 절토사면 현황

시 점 부 절 토 사 면	시설물명		상동1터널 시점부 절토사면	시설물구분	절토사면
	위 치	행정구역	경상남도 김해시 상동면 매리		
	제 원	연 장	103m	높 이	38m
		경사/방향	40/160	위 치	
	관리주체		신대구부산고속도로(주)	관리주체구분	민영기업
	주 변 환 경	인공구조물			
		주변지형	능선부	상부사면경사	-
	시 공 현 황	준공년도	2006.2	시공자	두산중공업(주)
		부대시설	산마루 측구, 면벽식 갭문		
	비 고		거적덮기공법, 녹생토공법		
종 점 부 절 토 사 면	시설물명		상동1터널 종점부 절토사면	시설물구분	성토, 절토사면
	위 치	행정구역	경상남도 김해시 상동면 매리		
	제 원	연 장	167m	높 이	18m
		경사/방향	35/22	위 치	
	관리주체		신대구부산고속도로(주)	관리주체구분	민영기업
	주 변 환 경	인공구조물			
		주변지형	능선부	상부사면경사	
	시 공 현 황	준공년도	2006. 2	시공자	두산중공업(주)
		부대시설	면벽식 갭문, 옹벽		
	비 고		녹생토, 거적덮기, 수목식재		



<그림 2.1.1> 조사구간 전경

1) 상동1터널 시점부 절토사면

- 보호공은 녹생토가 전반적으로 시공되어 있으며, 상부자연사면부에 기 발생한 표층 유실은 몰탈격자블럭이 설치된 상태임
- 갯문 배후 하행선 사면구간에 10.0m×25.0m 규모로 기 발생한 사면붕괴부는 현재 식생이 양호한 것으로 조사됨
- 주요 현황으로는 표층유실, 녹생토 유실, 낙석퇴적, 절리부 누수, 배수로에 균열, 파손, 토사퇴적 등이 조사됨
- 상부 자연사면부의 암반은 역학적인 형상이 불안정하며, 토석류, 전석 및 이완암이 발생된 상태이므로 장기적인 대책이 필요함

			
위 치	자연사면 STA.0	위 치	갯문 배면 배수로 STA.80
현 황	토석류 및 전석	현 황	균열
			
위 치	상부자연사면부	위 치	갯문배후 배수로 STA.90
현 황	암반	현 황	배수로 이격 및 파손 보수

2) 상동1터널 종점부 절토사면

- 하행선 갱문부 및 우측접속사면에 기 발생된 붕괴 및 토사유실에 대해서는 편책, 개비온 및 옹벽 등으로 보수를 실시한 상태임
- 2~3단 세굴 및 표층유실은 현재 식생이 양호한 것으로 조사되었으나, 재발생 여부에 대한 지속적인 주의관찰이 필요함
- 주요 손상은 국부적인 표층유실, 옹벽 균열 및 토사유실, 갱문배수로 균열, 파손, 뒷채움 토사 유실, 공동 등이 조사됨
- 기 발생한 손상은 우수 유입에 의한 추가 손상의 우려가 있으므로 지속적인 주의관찰과 더불어 보수 및 정비가 필요함

			
위 치	1단 사면부 STA.60	위 치	1단 사면부 STA.100
현 황	표층유실	현 황	옹벽 하부 토사유실
			
위 치	1단 사면부 STA.100	위 치	갱문 배수로 STA.120
현 황	옹벽 균열	현 황	배수로 파손 보수

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, 옹벽부 균열, 누수흔적 ■ 천정부 종방향 균열 및 표면균열 ■ 측벽부 표면균열, 균열, 타일파손, 백태 ■ 조인트부 콘크리트 들뜸 ■ 공동구 덮개 파손 ■ 포장부 균열, 스폴링 ■ 시·중점측 사면 녹생토 유실, 표층유실, 배수로 균열, 이격 및 파손, 자연사면 암반 토석류	■ 갹문 마감재 파손, 옹벽 균열, 누수흔적, 백태 ■ 천정부 균열 및 채균열, 표면균열 <u>균열보수 실시</u> ■ 측벽부 균열, 표면균열, 타일 균열, 백태 <u>표면균열 보수 실시</u> ■ 조인트부 <u>들뜸 보수</u>, 콘크리트 들뜸 ■ 공동구 덮개 파손 ■ 포장부 균열, 스폴링 및 파손 ■ 시·중점측 사면 녹생토 탈락, 표층유실, 배수로 균열, 파손, 자연사면 암반, 토석류
기 발생한 손상의 진전은 미미하며, 사면부에 발생한 일부 손상은 보수를 실시한 상태이나, 미 보수된 손상 현황은 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>과 같다.

▶ 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	50.40	23.0	27.3	25.2	
	2	라이닝	S64 천정부	50.45	23.1	27.4	25.2	
하 행 선	3	라이닝	S2 천정부	49.90	22.7	26.9	24.8	
	4	라이닝	S63 천정부	49.30	22.3	26.4	24.4	

콘크리트 강도 측정 결과, 라이닝은 약 24.4~25.2Mpa(평균 24.9Mpa, 101%~105%) 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	2	50	48	a
	2	라이닝	S64 천정부	8	2	50	48	a
하 행 선	3	라이닝	S2 천정부	8	4	50	46	a
	4	라이닝	S63 천정부	8	2	50	48	a

라이닝 요소에서 측정된 콘크리트 탄산화 심도는 약 2mm~4mm(평균 2.5mm) 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 547m, 하행선 550m의 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	결함지수	등급
				박리	충분리 및 박락	백태	재료 분리	철근 노출	탄산화			
무근 구간 [S5-45]	0.15	0	0	0.05	0	0	0	0	0	0.20	0.01	a
철근 구간 [S1-4, 46-64]	0.58	0	0	0.08	0	0	0	0	0	0.67	0.02	a

2) 하행선 콘크리트 라이닝 결함지수 산정

구 분	균열	누수	파손 및 손상	재질열화						합계	결함지수	등급
				박리	충분리 및 박락	백태	재료 분리	철근 노출	탄산화			
무근 구간 [S7-47]	0.41	0	0	0.02	0	0	0	0	0	0.44	0.02	a
철근 구간 [S1, 6 48-64]	1.17	0	0	0	0	0	0	0	0	1.17	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	탄산화	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	탄산화	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	0.15	0	0	0.05	0	0	0	1	0	0.5	0	1.7	0.05	0.05	1.00	0.05	A
철근	0.58	0	0	0.08	0	0						2.14	0.05				

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	0.41	0	0	0.02	0	0	0	1	0	0.5	0	1.93	0.06	0.06	1.00	0.06	A
철근	1.17	0	0	0	0	0						2.67	0.06				

3.2 안전등급 지정

상동1터널에 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 갱문 마감재 파손, 옹벽부 균열, 백태	
	콘크리트 라이닝	천 정 부	▪ 천정부에 균열 보수 실시 손상으로 폭 0.1~0.5mm 정도의 균열 및 재균열, 표면균열	
		측 벽 부	▪ 라이닝에 균열 보수 실시, 손상으로 타일 마감 처리된 측벽은 타일균열 및 파손, 백태, 라이닝에 폭 0.2~0.3mm 정도의 균열, 표면균열	
		조인트부	▪ 조인트부에 들뜸 보수 실시 콘크리트 들뜸 및 박락 발생	
		공 동 구	▪ 공동구 내부는 침수 및 이물질퇴적 등의 손상이 없는 양호한 상태임 ▪ 공동구 덮개에 국부적인 파손 발생	
	바닥부	포 장 부	▪ 콘크리트로 시공된 포장면은 일부에서 균열, 스폴링 및 파손 발생	
		배수시설	▪ 내부 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	▪ 갱문 배면 배수로 이격 및 균열 보수 실시 ▪ 녹생토 유실, 낙석퇴적, 누수, 배수로 균열, 파손, 자연사면 토석류, 암반	
		중점측	▪ 갱문 배면 배수로 이격 및 파손 보수 실시 ▪ 옹벽 하부 토사유실, 표층유실, 배수로 균열 및 파손	
비 파 괴 시 험	콘크리트 강 도		▪ 콘크리트 라이닝 : 24.4~25.2MPa, (설계강도 24Mpa)	
			평 가	콘크리트 강도는 설계기준강도를 상회하는 양호한 수준임
	콘크리트 탄 산 화		▪ 콘크리트 라이닝 : 2~4mm (피복두께 50mm)	
			평 가	탄산화 정도가 시설물의 내구성에 미치는 영향은 미미한 수준임
상태 평가	환산결함도 점수		▪ 상행선 0.05 ▷ 「A」 등급 · 하행선 0.06 ▷ 「A」 등급	

4.2 결 언

상동1터널에 대한 정밀점검 결과, 본 시설물은 문제점이 없는 최상의 상태인 “A” 등급의 우수한 상태로 평가되었다. 금회 조사시, 라이닝에 균열 및 표면균열 보수, 들뜸 보수를 갱문 배수로로 이격 및 파손 보수를 실시하였고, 양호한 상태이다. 터널의 주요 현황으로는 갱문 마감재 파손, 갱문 접속 옹벽 균열, 백태, 라이닝부 균열 및 재균열, 표면균열, 조인트 들뜸, 측벽부 타일균열 및 파손, 공동구 덮개 파손, 포장부 균열, 스폴링 등의 손상이 조사되었다. 또한, 사면부는 녹생토 유실, 표층유실, 옹벽 하부 토사유실, 자연사면 토석류, 암반, 배수로 균열, 파손 및 이격 등의 손상이 확인되었다. 기 발생한 손상은 내구성 증진 및 주행 차량의 안전성을 위한 보수가 필요하며, 사면부는 우수 유입에 의한 추가 손상의 우려가 있으므로 진전 유무에 대한 주의관찰 및 보수가 요망된다.

제 5 장 보수 및 유지관리 방안

5.1 보수 방안

상동1터널은 2006년 2월에 준공되어 현재 공용중인 터널으로 연장 550m, 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	비고
천정부	균 열	0.3mm미만	M (개소)	8.0 (3)	표면처리공법	
		0.3mm이상	M (개소)	10.0 (2)	수지주입공법	
	재균열	0.3mm미만	M (개소)	18.0 (2)	표면처리공법	
	표면 균열		M ² (개소)	9.0 (1)	표면처리공법	
	콘크리트 들뜸		M ² (개소)	0.05 (4)	단면보수공법	
측벽부	타 일	균 열	개소	2	교 체	
갱문부	균 열 (옹벽)	0.3mm미만	M (개소)	2.0 (1)	표면처리공법	
	대리석 파손		개소	4	교 체	
공동구	덮개 파손		개소	4	교 체	
포장부	스폴링		M ² (개소)	0.1 (6)	단면보수공법	
	균 열		M (개소)	8.0 (1)	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	0.3mm미만	M (개소)	5.0 (1)	표면처리공법	
		0.3mm이상	M (개소)	11.0 (3)	수지주입공법	
	재균열	0.3mm미만	M (개소)	9.0 (1)	표면처리공법	
		0.3mm이상	M (개소)	5.0 (1)	수지주입공법	
	표면 균열		M ² (개소)	20.0 (2)	표면처리공법	
	백태		M ² (개소)	0.3 (1)	표면처리공법	
	콘크리트 들뜸		M ² (개소)	0.06 (1)	단면보수공법	
측벽부	균 열	0.3mm미만	M (개소)	1.0 (1)	표면처리공법	
		0.3mm이상	M (개소)	1.0 (1)	수지주입공법	
	표면 균열		M ² (개소)	0.6 (1)	표면처리공법	
	백태		M ² (개소)	1.0 (1)	단면보수공법	
	타 일	균 열	개소	5	교 체	
		파 손	개소	1	교 체	
갹문부	균 열 (옹벽)	0.3mm미만	M (개소)	6.0 (2)	표면처리공법	
	백태		M ² (개소)	0.06 (1)	단면보수공법	
공동구	덮개 파손		개소	246	교 체	
포장부	스폴링		M ² (개소)	0.15 (4)	단면보수공법	
	파 손		M ² (개소)	0.3 (1)	단면보수공법	
	균 열		M (개소)	21.0 (5)	단면보수공법	

[표 5.1.3] 시점측 터널부사면 손상현황에 대한 보수 일람표

손상유형	위치 및 수량	조치내용	비고
표층유실	STA.0+25m 2단 녹생토 유실 A=4m*3m	주의관찰	
	STA.0+55m 2단 녹생토 유실 A=8m*12m	주의관찰	
	STA.0+60m 자연사면 표층유실 A=5m*10m	주의관찰	
낙석위험	STA.0+5m, 90m 자연사면 토석류 및 전석	주의관찰	
배수시설	산마루측구 균열 L=3.0m (2EA)	균열보수	
	STA.0+80m 갯문배면 배수로 균열 L=1.5m	균열보수	
	STA.0+90m 1소단배수로 파손 A=0.5m*0.2m	단면보수	
	STA.0+90m 갯문배수로 이격 폭 1~2cm	실란트주입	
수 목			
기 타	STA.0+80m 자연사면 암반	주의관찰	

[표 5.1.4] 종점측 터널부사면 손상현황에 대한 보수 일람표

손상유형	위치 및 수량	조치내용	비고
표층유실	STA.0+40~65m 1단 표층유실 A=25m*5m	주의관찰	
	STA.0+85m 2단 토사유실 A=20m*15m	주의관찰	
	STA.0+95m 1단 표층유실 A=10m*10m	주의관찰	
	STA.0+150m 갯문배수로 뒷채움유실 A=1m*1m	주의관찰	
낙석위험			
배수시설	STA.0+100m 갯문배면 균열 L=4.0m (4EA)	균열보수	
	STA.0+120m 갯문배수로 파손	단면보수	
수 목			
기 타	STA.0+100m 1단 옹벽 전면 균열 및 옹벽 하부 공동	균열보수 및 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 5.2.1] 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	· 파손 진전 여부	육안조사
갯문부	◦ 마감재 파손, 웅벽부 균열, 백태	· 진전 여부	육안조사
포장부	◦ 균열, 스켈링, 스폴링	· 진전 여부	육안조사
사면부	◦ 시·중점측 사면 녹생토 유실, 표층유실, 배수로 균열 및 이격, 자연사면 토석류, 암반노출	· 진전 여부	육안조사