

8. 무척산터널

무척산터널 현황표

작성일 : 2013년 11월 20일

터널명	무척산터널		
시설물번호	상행선 : TU2006-0000204 하행선 : TU2006-0000205	관리번호	dbw T.4
노선명	고속국도55호선	시행자	신대구부산고속도로(주)
시점	경상남도 김해시 상동면 여차리 [부산기점 24.53km]	종점	경상남도 김해시 생림면 안양리 [부산기점 26.54km]
터널형식	NATM	관리주체	신대구부산고속도로(주)
차선수	상행선 : 2차로 하행선 : 2차로	환기방식	상행선 : Jet-Fan 하행선 : Jet-Fan
연장	상행선 : 2,010m 하행선 : 2,030m	설계사	동명기술동단
내공단면	폭 : 10.6m, 높이 : 7.6m	시공사	대우건설(주)
배수형식	THP관 Ø400, 유공관 Ø200	감리사	한국건설관리공사, (주)용마ENG (주)동일기술공사
종단기울기	상행선 : -0.4280% 하행선 : +0.4200%	착공	2001년 10월 17일
평균선형	곡선	준공	2006년 2월 10일
연결통로	-	갱문형식	Bell Mouth, 먼벽식
주요공법	샷크리트, 락볼트	보조공법	Fore poling, Pipe Roof Fre-Grouting
기타	■ 차기 점검시 중점 점검사항 - 천정부 중·횡방향 균열 및 균열보수부 재균열, 조인트부 콘크리트들뜸, 신호기 및 표지판 접합부 라이닝균열, 시·중점측 사면 손상부 결함 발생 및 진진 여부 주의관찰 [위치, 균열폭, 길이, 진행성, 형태등] ■ 관련도면 본문참조		

무척산터널 전경사진



[시점측 전경]



[종점측 전경]



[상행선 내부전경]



[하행선 내부 전경]

목 차

제1장 서론

1.1 시설물 개요	418
1.2 자료수집 및 분석	429

제2장 현장조사 및 시험

2.1 외관조사 결과	434
2.2 내구성조사 결과	449

제3장 상태평가 및 안전등급산정

3.1 상태평가	451
3.2 안전등급산정	453

제4장 종합결론

4.1 점검결과 요약	454
4.2 결 언	455

제5장 보수 및 유지관리 방안

5.1 보수 방안	456
5.2 유지관리방안	461

제 1 장 서 론

1.1 시설물 개요

무척산터널은 경상남도 김해시 상동면 여차리~생림면 안양리에 위치한 곡선형터널로, 터널의 연장은 상행선 2,010m, 하행선 2,030m로 1종 시설물에 해당된다. 터널의 본선은 NATM 공법으로 시공되었으며, 시·종점부 갭문은 Bell Mouth 및 면벽형식으로 시공되었다. 양측면 배수방식을 채택한 배수형 터널이고 환기방식은 Jet-Fan을 이용한 환기방식이 적용되었다.

1.1.1 일반사항

<그림 1.1.1> 무척산터널 전경



[시점측 전경]



[종점측 전경]

[표 1.1.1] 무척산터널 기본현황

터널명	무척산터널		
시설물번호	상행선 : TU2006-0000204 하행선 : TU2006-0000205	관리번호	dbw T.4
노선명	고속국도55호선	시행자	신대구부산고속도로(주)
시점	경상남도 김해시 상동면 여차리 [부산기점 24.53km]	종점	경상남도 김해시 생림면 안양리 [부산기점 26.54km]
터널형식	NATM	관리주체	신대구부산고속도로(주)
차선수	상행선 : 2차로 하행선 : 2차로	환기방식	상행선 : Jet-Fan 하행선 : Jet-Fan
연장	상행선 : 2,010m 하행선 : 2,030m	설계사	동명기술동단
내공단면	폭 : 10.6m, 높이 : 7.6m	시공사	대우건설(주)
배수형식	THP관 Ø400, 유공관 Ø200	감리사	한국건설관리공사, (주)용마ENG (주)동일기술공사
종단기울기	상행선 : -0.4280% 하행선 : +0.4200%	착공	2001년 10월 17일
평균선형	곡선	준공	2006년 2월 10일
연결통로	-	갱문형식	Bell Mouth, 면벽식
주요공법	쑏크리트, 락볼트	보조공법	Fore poling, Pipe Roof Fre-Grouting

시설물 유지관리 이력사항

- 점검 이력

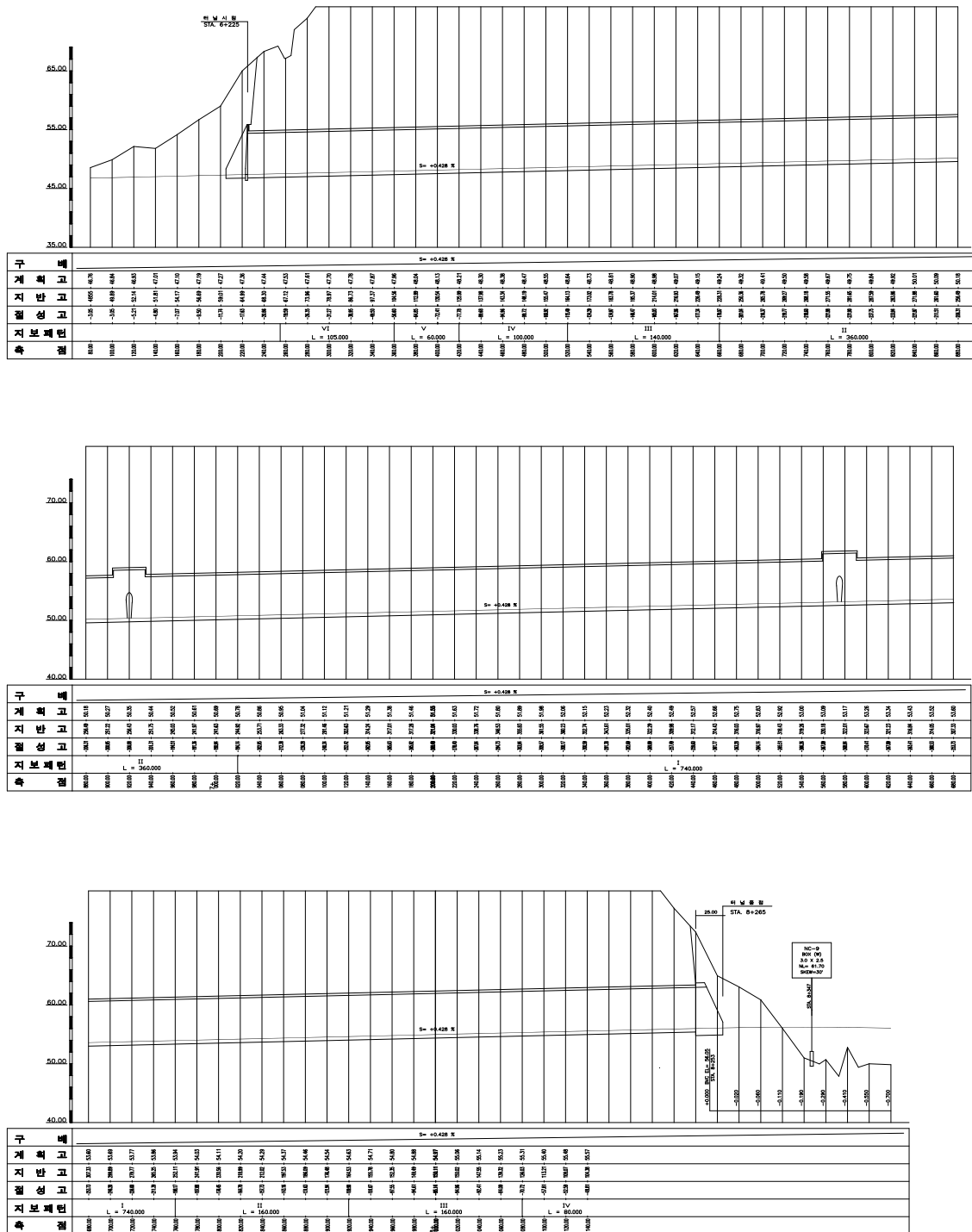
번호	기간	구 분	비고
1	2005.10.28 ~ 2006.04.25	초기점검	B등급
2	2006.09.19 ~ 2006.12.31	정기점검	
3	2007.05.10 ~ 2007.06.30	정기점검	
4	2007.08.22 ~ 2007.12.20	정밀점검	B등급
5	2008.03.10 ~ 2008.06.30	정기점검	
6	2008.09.30 ~ 2008.12.31	정기점검	
7	2009.03.10 ~ 2009.06.30	정기점검	
8	2009.10.01 ~ 2009.12.31	정밀점검	B등급
9	2010.03.08 ~ 2010.06.30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

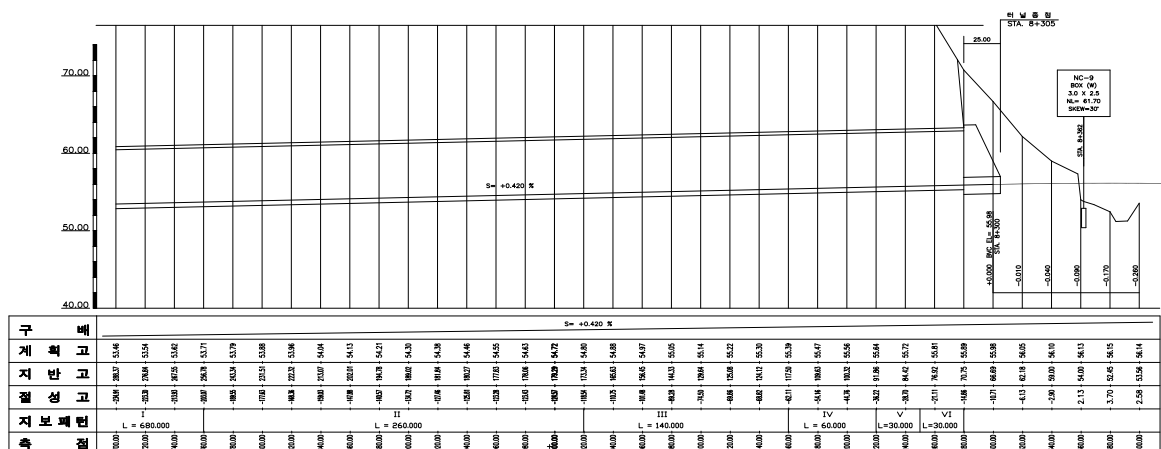
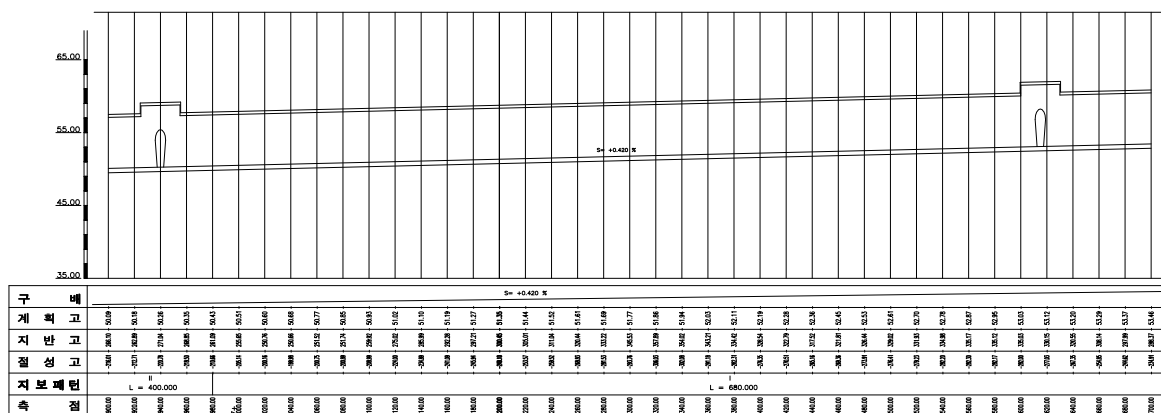
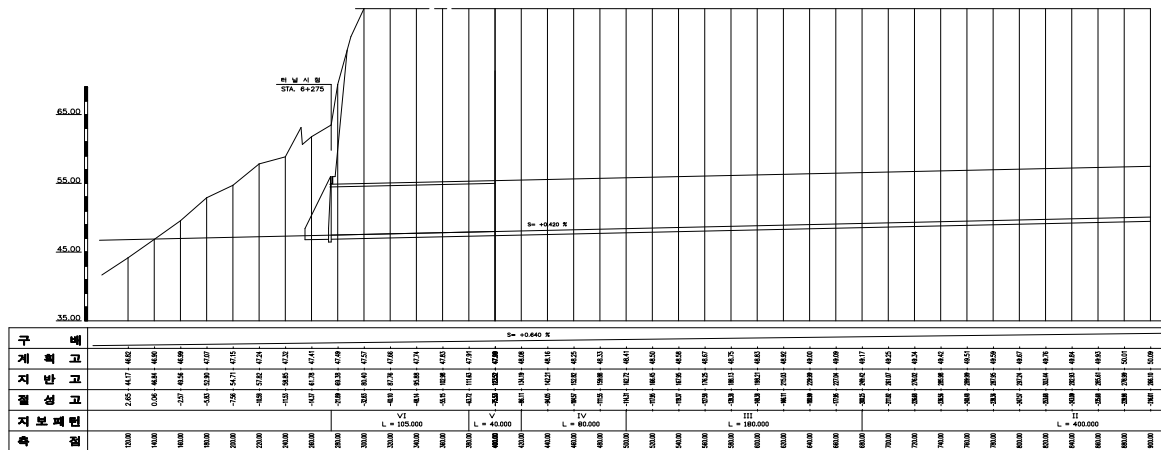
번호	공사 기간	부 위	공사내역	비고
1	2010년 4월	천정부 측벽부	균열보수(수지주입) 타일보수, 표면처리	
2	2010년 6월	천정부 측벽부	균열보수(수지주입) 타일보수, 표면처리	
3	2011년 7월	옥외공동구	균열보수(수지주입) 누수부 정비	
4	2012년 6월	측벽부 공동구 포장부	타일보수 덮개보수 포장보수	
5	2013년 6월	천정부	균열, 들뜸, 백태보수	

1.1.2 관련도면

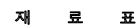
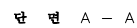
무척산터널 종단면도 (상행선)



무척산터널종단면도(하행선)



치 수 표



구분	구분	면적(㎡)		수조면적(㎡)	용량(톤)		강제냉방 (SS41)	방수처리 (W)	기타보존처리 (W)
		냉방용	기타		냉방용 (SS41)	기타			
0	77,304	2,299	79,996	2,652	0.667	0.667	-	22,603	8,140
1	77,307	2,291	79,996	2,652	0.667	0.667	-	22,603	8,140
2	77,304	2,299	79,994	2,650	0.667	0.667	-	22,603	8,140
3	77,304	2,291	79,985	2,651	0.667	0.667	-	22,603	8,140
4	77,288	2,291	79,549	2,652	0.667	0.667	-	22,603	8,140
5	76,996	2,076	79,242	2,634	0.667	0.667	-	22,603	8,140

구분	모 장 (M ²)			비 수	
	모장면적의 1/3 (T=300m)	모장면적의 1/2 (T=150m)	전 면 적 (T=150m)	공 용 면 (M)	장 역 면적(M ²)
0	2.250	1.125	1.390	2.000	0.502
1	2.250	1.125	1.390	2.000	0.502
2	2.250	1.125	1.390	2.000	0.502
3	2.250	1.125	1.390	2.000	0.502
4	2.250	1.125	1.390	2.000	0.502
5	2.250	1.125	1.390	2.000	0.502

TYPE - 2
S = 1 : 50

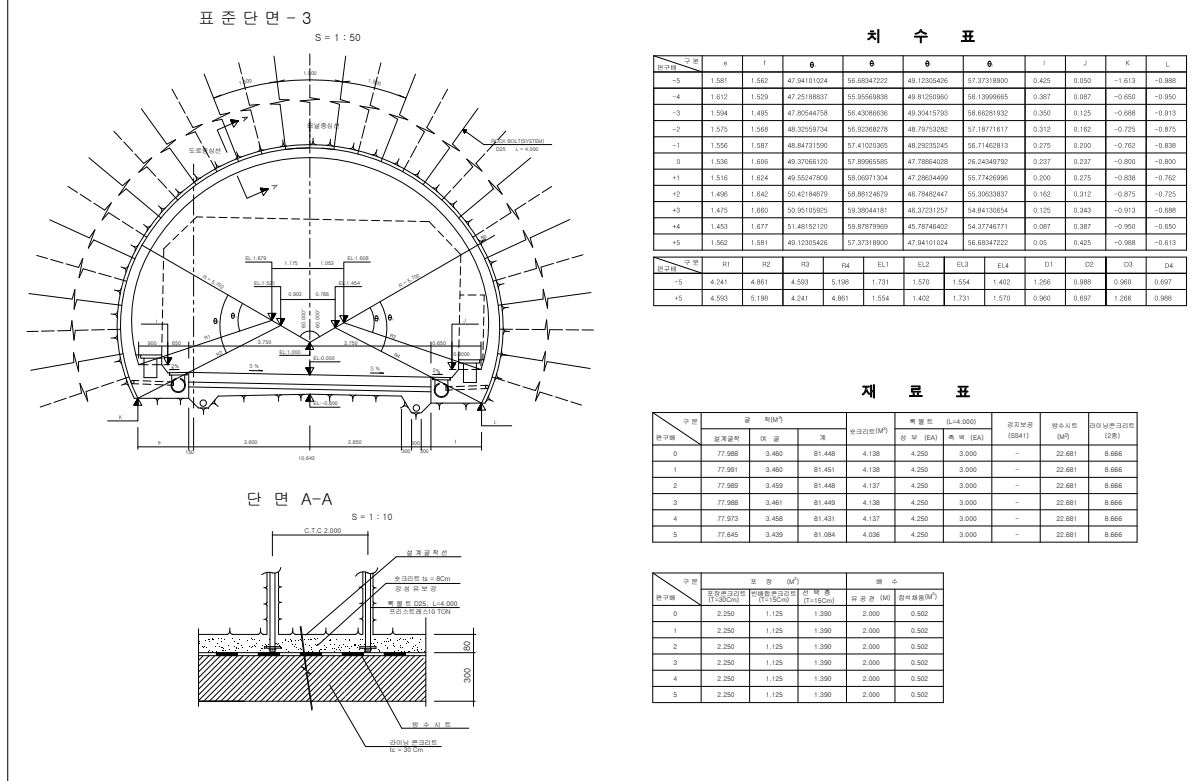
[illegible]

재 료 표

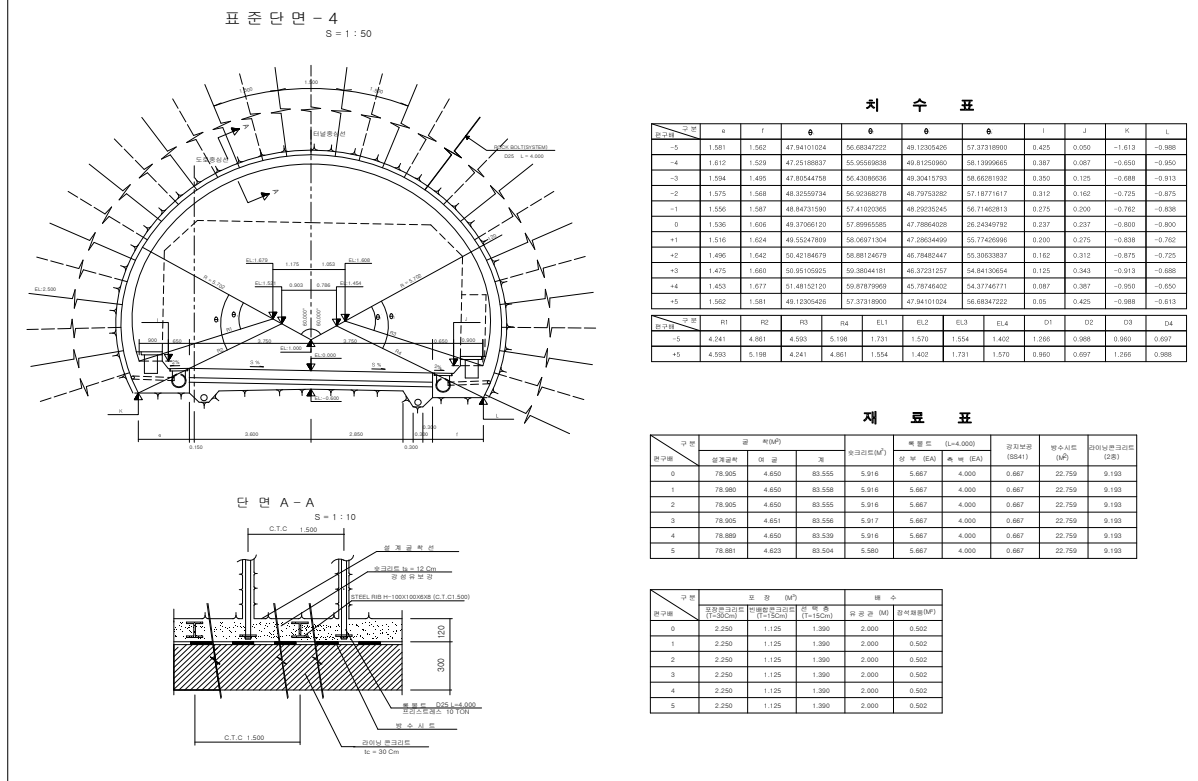
순서	구분	면적(㎡)		부속면적(㎡)		총면적 (㎡)	용도 (㎡)	용도비율 (%)	공적비율 (%)	면적승인 (㎡)	면적비율 (%)
		정면	측면	정면	측면						
0	77.3504	2.592	79.596	2.650	2.833	0.987	-	-	22.803	0.140	
1	77.3507	2.594	79.594	2.650	2.833	0.987	-	-	22.803	0.140	
2	77.3504	2.591	79.594	2.650	2.833	0.987	-	-	22.803	0.140	
3	77.3504	2.591	79.596	2.651	2.833	0.987	-	-	22.803	0.140	
4	77.2888	2.591	79.579	2.652	2.833	0.987	-	-	22.803	0.140	
5	76.9966	2.278	79.240	2.634	2.833	0.987	-	-	22.803	0.140	

구분	모 양 (M ²)			개 수	
	중앙정지대 (T=30cm)	외측정지대 (T=150cm)	잔 배 (T=150cm)	강 강 (M)	잔 배 (M)
0	2.250	1.125	1.390	2.000	0.502
1	2.250	1.125	1.390	2.000	0.502
2	2.250	1.125	1.390	2.000	0.502
3	2.250	1.125	1.390	2.000	0.502
4	2.250	1.125	1.390	2.000	0.502
5	2.250	1.125	1.390	2.000	0.502

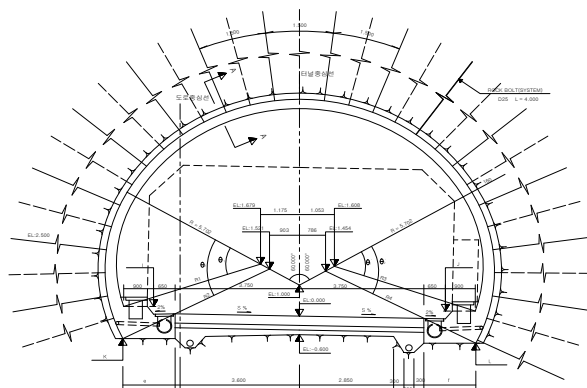
표준단면도 (3)



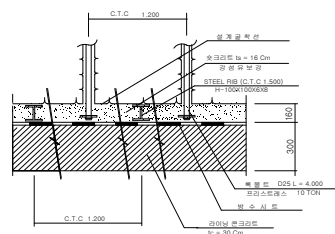
표준단면도 (4)



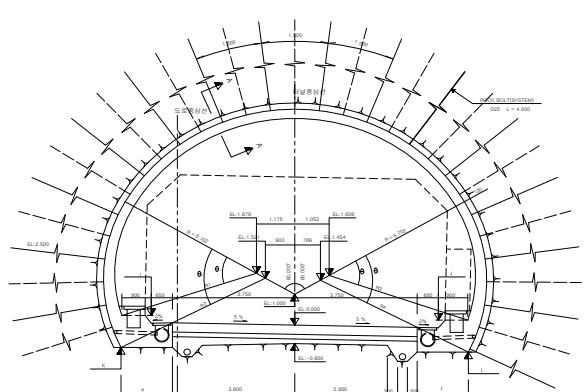
TYPE - 5
S = 1 : 50



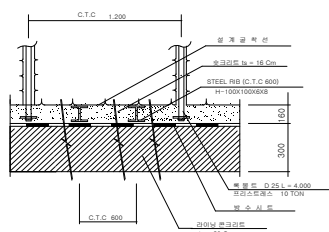
단 면 A - A S = 1 : 10

[illegible][illegible]

구분	모 양 (mm)			단 계	
	모 양의 길이 (T=300mm)	모 양의 폭 (T=150mm)	단 계 폭 (T=150mm)	단 계 (mm)	단 계의 길이
0	2.250	1.125	1.390	2.000	0.502
1	2.250	1.125	1.390	2.000	0.502
2	2.250	1.125	1.390	2.000	0.502
3	2.250	1.125	1.390	2.000	0.502
4	2.250	1.125	1.390	2.000	0.502
5	2.250	1.125	1.390	2.000	0.502

표준 단면 - 6
S = 1 : 50

단 면 A - A
S = 1 : 10

[illegible]

구분	종 (원/㎡)		수요지역(M)	복합용 (6~4,000)		주차면적(㎡)	방수소요(M²)	기타비밀요구(㎡)
	일반지역	특수		방수	기타			
0	79,825	84,501	7,012	7,083	5,000	0.833	22,759	9,193
1	79,827	84,503	7,012	7,083	5,000	0.833	22,759	9,193
2	79,825	84,501	7,012	7,083	5,000	0.833	22,759	9,193
3	79,825	84,502	7,012	7,083	5,000	0.833	22,759	9,193
4	79,869	84,657	7,083	7,083	5,000	0.833	22,759	9,193
5	79,733	84,443	6,333	7,083	5,000	0.833	22,759	9,193

구분	면적 (㎡)			총 수	
	정원면적 (T=300M)	인공면적 (T=150M)	잔디 면적 (T=150M)	유관구 (M)	정원면적 (M ²)
0	2,250	1,125	1,390	2,000	0.502
1	2,250	1,125	1,390	2,000	0.502
2	2,250	1,125	1,390	2,000	0.502
3	2,250	1,125	1,390	2,000	0.502
4	2,250	1,125	1,390	2,000	0.502
5	2,250	1,125	1,390	2,000	0.502

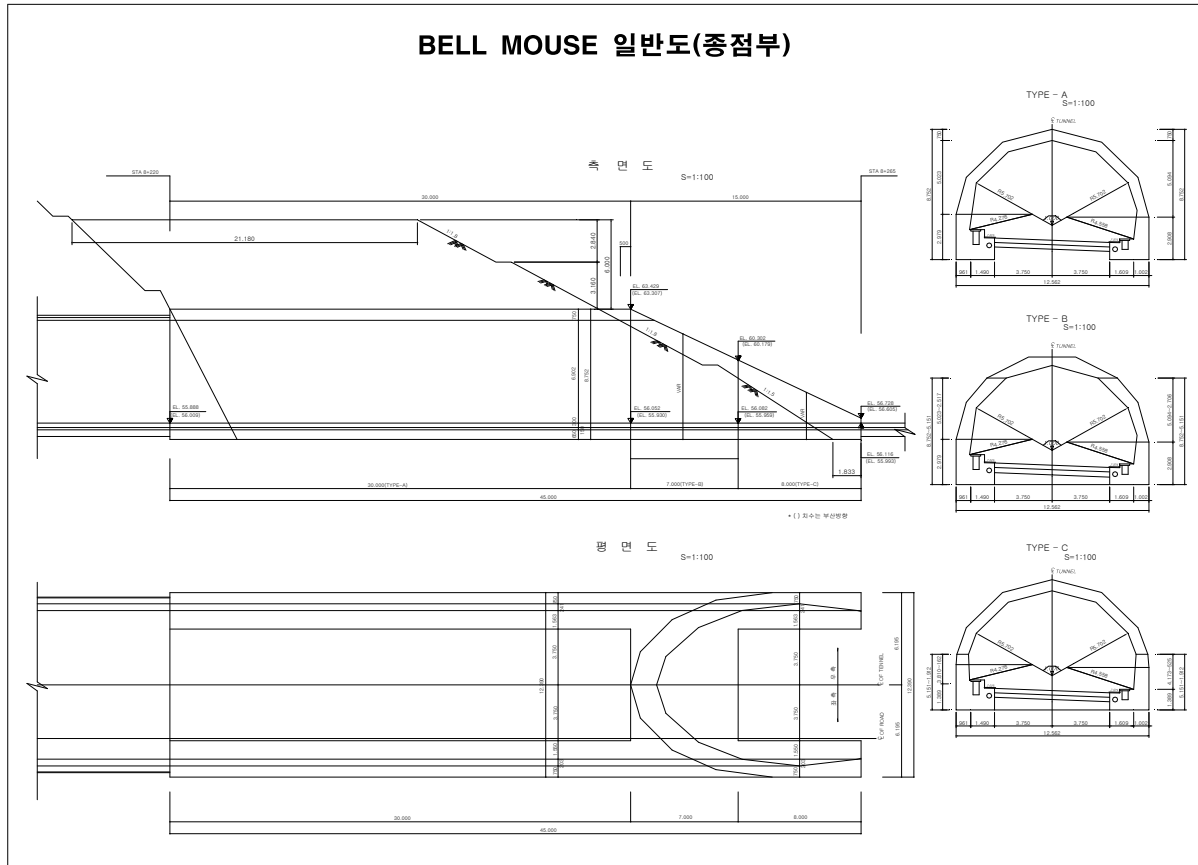
터널 공법 개요도 (1)

구 분		표 준 TYPE - 1	표 준 TYPE - 2	표 준 TYPE - 3	
표 준 단 면 도					
적 용 구 간		대구방향: 7+020 ~ 7+760 부산방향: 7+080 ~ 7+760	대구방향: 6+660~7+020, 7+760~7+920 부산방향: 6+680~7+080, 7+760~8+020	대구방향: 6+520~6+660, 7+920~8+080 부산방향: 6+500~6+680, 8+020~8+160	
대 상 토 질		경 암	보 통 암	연 암	
굴 착	굴 착 공 법	전 단 면 굴 착	전 단 면 굴 착	전 단 면 굴 착	
	1회 굴진장/ 굴 진 장	3.0M / 6.0M	3.0M / 3.0M	2.0M / 2.0M	
지 보	췁크리트(SHOTCRETE)	5CM	5CM	8CM	
	록 볼트 (ROCK BOLT)	길 이	3.0M	3.0M	4.0M
		갯 수	1.334 {상부:0.667, 하부:0.667}	3.500 {상부:2.833, 하부:0.667}	7.250 {상부:4.250, 하부:3.000}
패 턴	위 치	R A N D O M	천 정	천 정 및 측 벽	
	강 성 유 보 강	—	? 0.5mm, L=30mm	? 0.5mm, L=30mm	
	강 지 보 공 (STEEL RIB)	강재규격	—	—	
라이닝 콘크리트 (LINING CONCRETE)	설 치 간격	—	—	—	
	두 개	30CM	30CM	30CM	
		철근배근	—	—	

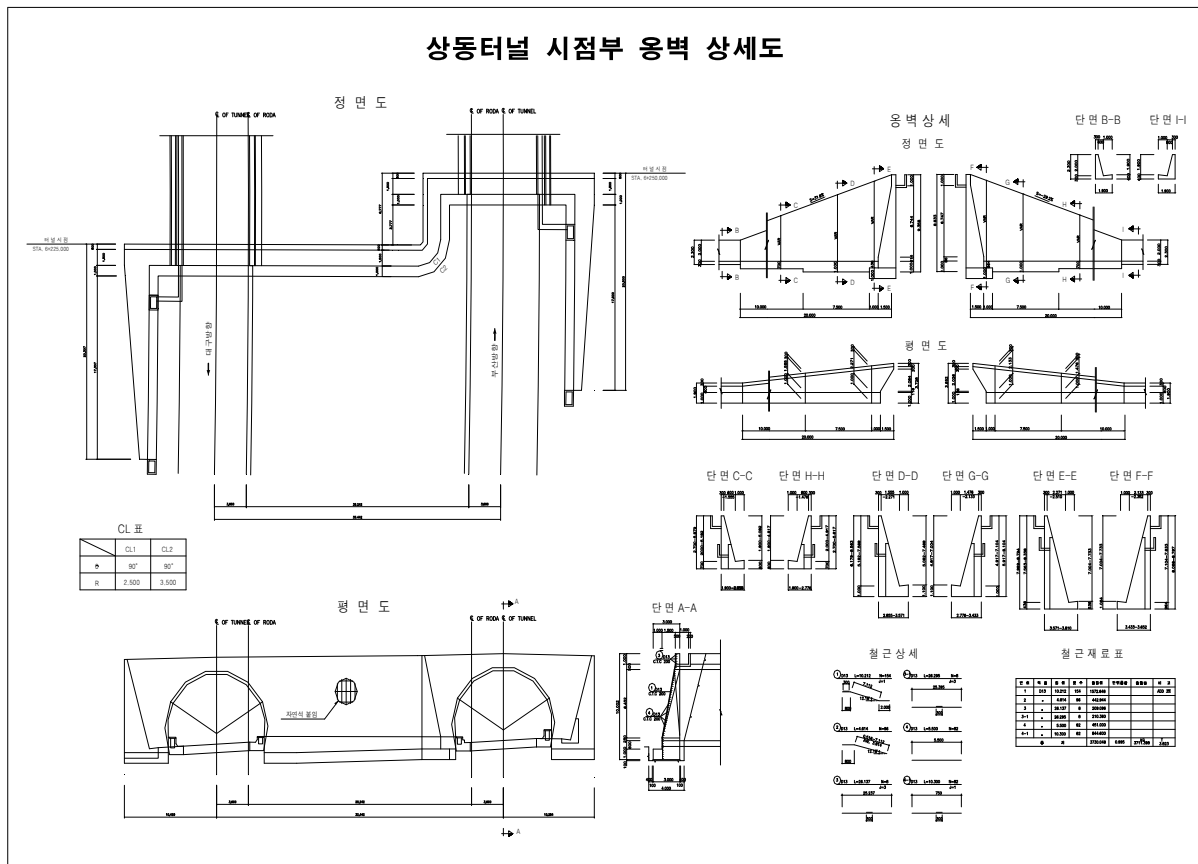
터널 공법 개요도 (2)

구 분		표 준 TYPE - 4	표 준 TYPE - 5	표 준 TYPE - 6
표 준 단 면 도				
적 용 구 간		대구방향: 6+420~6+520, 8+080~8+160 부산방향: 6+420~6+500, 8+160~8+220	대구방향: 6+360~6+420, 8+160~8+210 부산방향: 6+380~6+420, 8+220~8+250	대구방향: 6+255~6+360, 8+210~8+240 부산방향: 6+275~6+380, 8+250~8+280
대 상 토 질		풍 화 암	풍 화 암(토)	풍 화 암(토)
굴 착	굴 착 공 법	반 단 면 굴 착	반 단 면 굴 착	반 단 면 굴 착
	1회 굴진장 / 굴 진 장	(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
지 보	췁크리트(SHOTCRETE)	12CM	16CM	16CM
	록 볼트 (ROCK BOLT)	길 이	4.0M	4.0M
		갯 수	9.667 {상부:5.667, 하부:4.000 }	12.083 {상부:7.083, 하부:5.000 }
위 치		천 정 및 측 벽	천 정 및 측 벽	
패 턴	강 성 유 보 강	? 0.5mm, L = 30mm	? 0.5mm, L = 30mm	? 0.5mm, L = 30mm
	강 지 보 공 (STEEL RIB)	강재규격	H 100 x 100 x 6 x 8	H 100 x 100 x 6 x 8
		설치간격	1.5M	1.2M
라이닝 콘크리트 (LINING CONCRETE)	두 개	30CM	30CM	
	철근배근	—	—	D25 @ 150

BELL MOUSE 일반도(중점부)



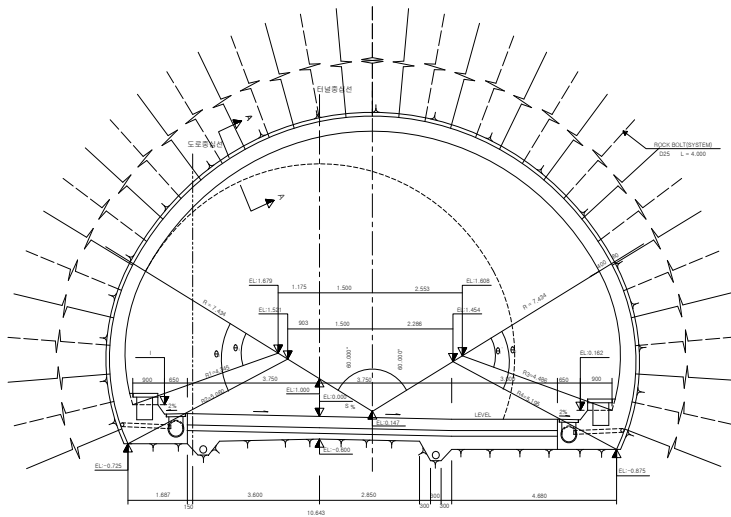
상동터널 시점부 웅벽 상세도



비상주차대 표준단면도

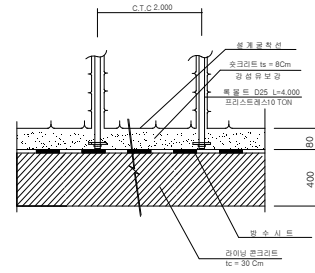
표준단면

S = 1 : 50



단면 A-A

S = 1 : 10



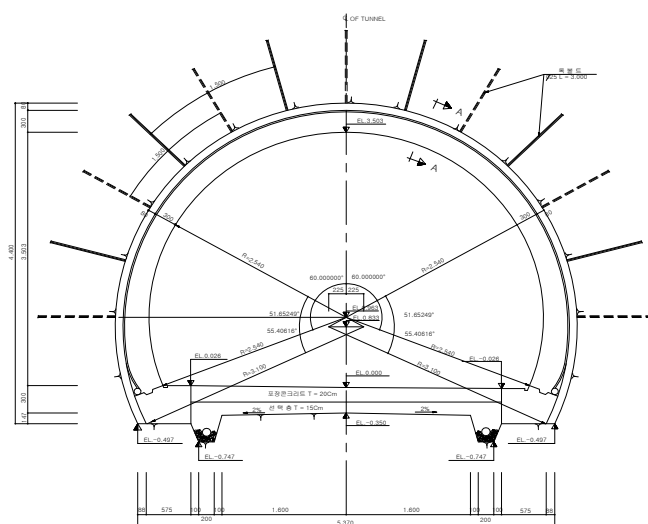
재료표

구분	구경 (M)	구경 (M)	구경 (M)	구경 (M)	구경 (M)	구경 (M)	구경 (M)	구경 (M)	구경 (M)
상부	54.133	1.912	56.045	2.917	-	26.535	12.016	5.250	3.500
하부	55.802	0.780	56.632	1.127	-	26.535	12.016	5.250	3.500

피난연락갱 표준지보공도

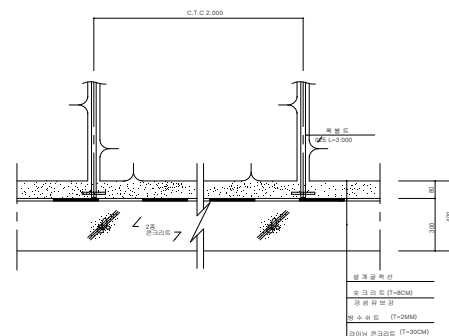
표준단면

S=1:30



단면 A-A

S=1:10



재료표

구분	구경 (M)	구경 (M)	구경 (M)	구경 (M)	구경 (M)	구경 (M)	구경 (M)	구경 (M)	구경 (M)
상부	54.133	1.912	56.045	2.917	-	26.535	12.016	5.250	3.500
하부	55.802	0.780	56.632	1.127	-	26.535	12.016	5.250	3.500

1.2 자료수집 및 분석

1.2.1 지형 및 지질[터널해석보고서 참조]

1) 지형특성

본 지역은 행정구역상 경상남도 김해시 생림면 생철리 일원으로 해발고도가 다소 높고, 산사면의 경사가 매우 가파르며 일반적인 화학적 풍화에 약한 심성암류의 분포지에 비해 화산암류의 분포지가 협준한 편이다. 본 지역은 산계로는 북동부에 사망산(855m)이 위치하며, 사망산에서 하독산 방향으로 능선이 발달하고 있다. 수계로는 북쪽에서 동·남쪽으로 낙동강이 큰 지류를 이루고 있다.

2) 지질 특성

본 지역은 여러 차례의 화산작용에 의해 형성된 응회암이 여러 층리면을 이루고 있으며, 세립질이고 결정질인 안산암질 응회암(Andesitic tuff), 유문암질 응회암(Rhyolitic tuff)이 퇴적된 이후 염기성 암맥(Mafic dyke)이 관입된 특징을 보이고 있다. 또한 층리면내에 변질에 의한 점토(seam)가 수cm내외로 협재하고 있다.

- ① 안산암질 응회암(Andesitic tuff) : 구성입자가 작고 쪼개짐(Fissility)특성이 강하여 풍화에 상당히 약한 특성을 보이고 있다.
- ② 유문암질 응회암(Rhyolitic tuff) : 석영과 장석입자를 다량 함유하고 있으며, 소량의 암편을 함유하고 대부분 회색을 띠고 있다.
- ③ 염기성 암맥(Mafic dyke) : 신선한 암석의 암석강도는 강하나, 화학적 풍화에 약하여 잘게 부서지며, 표면의 철산화물로 인해 적갈색을 띤다.

3) 지층개요

- ① 붕적토층(Colluvial deposit) : 본 지층은 사면의 활동, 붕괴 및 기타 요인에 의하여 형성된 층으로서 조사지역 전역에 0.5~2.4m 내외의 두께로 분포하고 있으며, 대체로 실트 및 세립 내지 조립의 모래섞인 자갈, 소량의 자갈 및 세립 내지 조립의 모래섞인 실트로 구성되어 통일분류법에 의한 흙의 분류는 GP, GM 및 ML로 분류되고 지층의 상대밀도는 느슨 내지 매우 조밀한 상태이다.
- ② 풍화토층(Residual soil) : 모암인 유문암질회류 응회암이 풍화되어 원위치에 잔류되어 있는 지층으로서 4.8m 정도의 두께로 분포되어 있으며, 대체로 암편 및 실트섞인 세립 내지 조립의 모래로 구성되어 통일분류법에 의한 분류는 SM으로 분류되고 지층의 상대밀도는 매우 조밀한 상태이다.
- ③ 연암층(Soft rock) : 모암인 유문암질회류 응회암이 부분적으로 풍화되어 형성된 지층으로서 0.5~5.3m 내외의 심도에 있으며, 코아회수율은 10~100%정도로 저조한 상태이다.
- ④ 경암층(Hard rock) : 1.4~9.0m내외의 심도에서 확인되고 있으며 코아회수율은 41~100% 정도이며 R.Q.D는 0~100%이다.

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 스킨링 등이 다수 발생된 상태이나, 안전성을 저해할 만한 수준은 아닌 것으로 판단됨. 다만, 포장면의 파단, 다우엘바 노출에 대해서는 조속한 조치가 필요하며, 터널부 사면에 발생된 침식 및 세굴에 대해서는 손상의 진전방지를 위한 적절한 조치가 요구된다. 기발생된 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	터널전반에 걸쳐 양호한 상태로 조사됨. 기 발생된 손상현황은 현재 구조적으로 큰 문제가 없는 것으로 사료되나, 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위하여 손상부에 대한 보수를 실시하고, 향후 손상 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 실시하고, 향후 손상 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 갱문 마구리면 균열, 천정부 중·횡방향 균열, 표면망상균열 및 균열보수부 재균열, 측벽부 균열 및 타일 파손, 조인트부 들뜸 및 반원형균열, 공동구 내부 균열, 누수 및 체수, 공동구 덮개 파손, 포장부 균열, 스케링, 스폴링, 사면부 표층유실 및 침식, 배수로 균열, 편책보수부 파손, 숏크리트 파손, 녹생토유실, 신호기 및 표지판 접합부 라이닝 균열 등이 발생함. 기 발생된 손상은 내구성 확보를 위한 보수가 필요하며, 시·중점부 사면은 추가 손상(표층파괴, 유실)의 우려가 있으므로 보호공 및 주의관찰이 필요함.
9	2010.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	양호	주요현황으로는 천정부 중·횡방향 균열, 표면망상균열 및 균열보수부 재균열, 측벽부 균열 및 타일 파손, 조인트부 들뜸 및 반원형균열, 공동구 내부 균열, 누수 및 체수, 공동구 덮개 파손, 포장부 손상(균열, 스케링, 스폴링), 사면부 표층유실 및 침식, 배수로 균열, 편책보수부 파손, 숏크리트 파손, 녹생토유실, 신호기 및 표지판 접합부 라이닝 균열 등이 발생함. 기 발생된 손상현황에 대해서는 내구성 확보를 위한 보수가 필요하며, 시·중점부 사면은 추가 손상(표층파괴, 유실)의 우려가 있으므로 보호공 및 주의관찰이 필요함.
10	2010.12(하반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	양호	주요현황으로는 천정부 중·횡방향 균열, 표면망상균열 및 균열보수부 재균열, 측벽부 균열 및 타일 파손, 조인트부 들뜸 및 반원형균열, 공동구 내부 균열, 누수 및 체수, 소화등 파손, 공동구 덮개 파손, 배수구 이물질퇴적, 포장부 손상(균열, 스케링, 스폴링), 사면부 표층유실 및 침식, 배수로 균열, 편책보수부 파손, 숏크리트 파손, 녹생토유실, 신호기 및 표지판 접합부 라이닝 균열 등이 발생된 상태이다. 기 발생된 손상현황에 대해서는 내구성 확보를 위한 보수가 필요하며, 시·중점부 사면은 추가 손상(표층파괴, 유실)의 우려가 있으므로 보호공 및 주의관찰이 필요함.
11	2011.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	양호	무척산터널의 천정부는 중·횡방향 균열, 표면망상균열 및 재균열, 측벽부는 균열 및 타일파손, 조인트부는 들뜸 및 반원형균열, 공동구는 덮개 파손, 공동구 내부는 균열, 누수 및 체수, 조명등 파손, 배수구 이물질퇴적, 포장부는 손상(균열, 스케링, 스폴링), 사면부는 표층유실 및 침식, 배수로 균열, 편책보수부 파손, 숏크리트 파손, 녹생토유실 등이 발생함. 발생된 손상에 대해서는 내구성 확보를 위한 보수가 필요하며, 시·중점부 사면은 추가 손상(표층유실, 침식)의 우려가 있으므로 격자블럭 및 배수공 등의 조치가 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 갭문 마구리면 균열, 라이닝부에 균열 및 보수부 재균열, 표면당상균열, 측벽부 타일균열 및 파손, 조인트부 들뜸 및 반원형균열, 공동구 내부 균열보수 미흡, 누수, 등파손, 공동구 덮개 파손, 포장부 균열, 파손, 스케링, 스폐링, 사면부 뜬돌 및 이완암, 절리부 누수, 표층유실, 침식, 배수로 균열, 편책보수부 파손, 숏크리트 파손, 녹생토유실 등이 발생한 상태이다. 기 발생한 손상현황에 대해서는 내구성 확보를 위한 보수가 필요하며, 시·중점부 사면에 기 발생한 표층유실부는 추가 손상의 우려가 있으므로 표면보호공 등의 조치가 요망된다.
13	2012.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 김 영 진	양호	무척산터널의 주요 손상은 라이닝부 균열 및 보수부 재균열, 조인트부 콘크리트 들뜸, 측벽부 타일균열, 파손 및 누수, 포장면 손상(균열, 파손, 스폐링, 스킨링), 공동구 측면 타일탈락, 본체 및 덮개 파손, 공동구 내부 백태, 누수 및 등파손, 시·중점부 사면의 이완암 및 뜬돌, 절리부 누수, 세굴, 표층유실, 수목 등이 조사되었다. 기 발생한 손상은 내구성 증진 및 통행차량의 주행성 확보 차원의 보수 및 진전 유무에 대한 주의관찰이 필요하다. 특히, 시·중점부 사면에 발생한 손상은 우수 유입 및 풍화 진행에 따른 추가 손상의 우려가 있으므로 표면보호공 등의 조치가 요망된다.
14	2012.12(하반기) 정기점검	(주)아워브레인 김 영 진	양호	무척산터널은 금회 조사시, 일부에서 공동구 측면 타일 탈락부를 보수한 것을 확인할 수 있었고, 양호한 상태이다. 터널의 주요 손상현황은 라이닝 균열 및 보수부 재균열, 조인트부 콘크리트 들뜸, 측벽부 타일균열, 파손 및 누수, 포장면 손상(균열, 파손, 스폐링, 스킨링), 공동구 본체 및 덮개 파손, 공동구 측면 타일탈락 및 파손, 옥외공동구 누수 및 백태, 결로, 등 파손이 조사되었다. 기 손상부는 지속적인 주의관찰과 더불어 손상의 진전이 있을시, 터널의 내구성 증진과 주행차량의 안전성을 위해 보수가 필요하다. 시·중점부 사면은 이완암 및 뜬돌, 절리부 누수, 세굴, 표층유실, 수목 등이 조사되었고, 특히, 시·중점부 사면 중·상단부에 발생한 세굴, 표층유실, 뜬돌 등은 우수 유입 및 풍화 진행에 따른 추가 손상의 우려가 있으므로 주의관찰 및 표면보호공 등의 조치가 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	무척산터널의 주요 손상현황은 라이닝 균열 및 보수부 재균열, 조인트부 콘크리트 들뜸, 측벽부 타일균열, 탈락, 파손 및 누수흔적, 포장면 손상(균열, 스폐링, 스켈링), 공동구 본체 및 덮개 파손, 공동구 측면 타일균열, 탈락 및 파손, 옥외공동구 균열, 누수 및 백태, 조명등파손, 시·중점부 사면 이완암 및 뜯돌, 절리부 누수, 세굴, 표층유실, 수목전도 위험, 배수시설 균열 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 내구성 및 통행차량의 안전성 확보를 위한 보수가 필요하다. 특히, 시·중점부 사면 중·상단부에 발생한 세굴, 표층유실, 뜯돌 등은 우수 유입 및 풍화 진행에 따른 추가 손상의 우려가 있으므로 주의관찰 및 표면보호공 등의 조치가 요망된다.

제 2 장 현장조사 및 시험

2.1 외관조사 결과

무척산터널은 경상남도 김해시 상동면 여차리~생림면 안양리에 위치한 곡선형터널로, 터널의 연장은 상행선 2,010m, 하행선 2,030m로 1종 시설물에 해당된다. 터널의 본선은 NATM 공법으로 시공되었으며, 시·중점부 갱문은 Bell Mouth 및 면벽형식으로 시공되었다. 양측면 배수방식을 채택한 배수형 터널이고 환기방식은 Jet-Fan을 이용한 환기방식이 적용되었다. 터널의 시·중점부 방향은 부산방향을 터널시점, 대구방향을 터널종점으로 하여 외관조사를 수행하였다.

대상시설물은 상/하행선 231/233개씩의 Segment로 구성되어 터널 및 부대시설을 각 스팬별로 구분하여 외관망도를 작성하였으며, 비파괴 측정자료 등과 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 Bell Mouth 및 면벽형식이며, 전반적으로 손상이 없는 양호한 상태이나, 시점측 상행선 Bell Mouth 마구리면에 균열이 발생한 것으로 조사되었다.

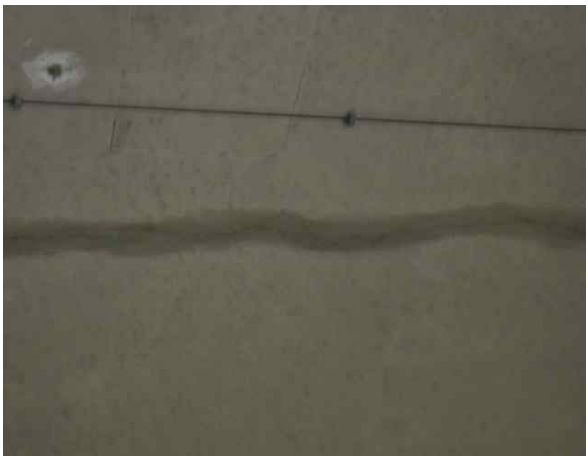
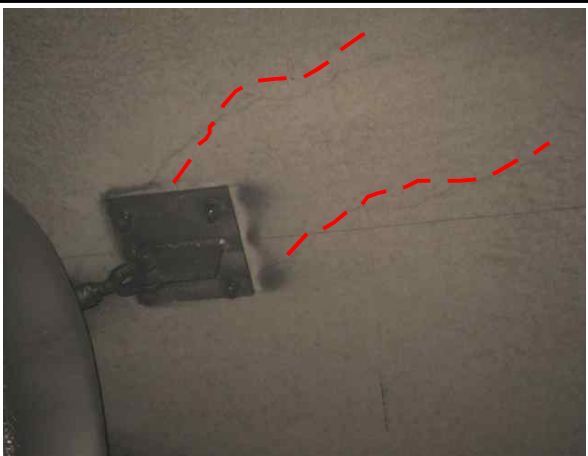
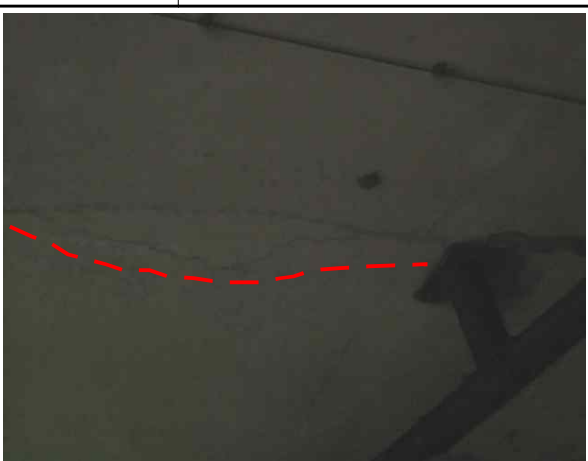
			
위 치	시점측 상행선	위 치	시점측
현 황	마구리면 균열	현 황	갯문 전경

2.1.2 콘크리트 라이닝

1) 천정부

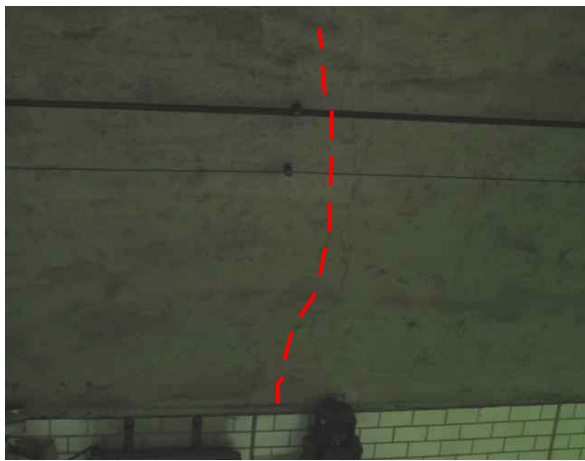
천정부는 금회 조사시, 일부에서 균열 보수를 실시하였고, 양호한 상태이다. 손상으로는 폭 0.1~0.8mm 정도의 중·횡방향 균열 및 재균열, 표면균열 등의 손상이 발생하였으며, 기 발생한 손상은 내구성 확보차원의 보수 및 균열의 진전 유무에 대한 주의관찰이 필요하다.

			
위 치	상행선 SPAN 42	위 치	하행선 SPAN 100
현 황	균열 보수	현 황	균열 보수

			
위 치	상행선 SPAN 12		
현 황	보수부 재균열 (폭 0.3mm)		
			
위 치	상행선 SPAN 48	위 치	하행선 SPAN 36
현 황	보수부 재균열 (폭 0.5mm)	현 황	균열 (폭 0.3mm)
			
위 치	하행선 SPAN 139	위 치	하행선 SPAN 152
현 황	균열 (폭 0.3mm)	현 황	균열 (폭 0.3mm)

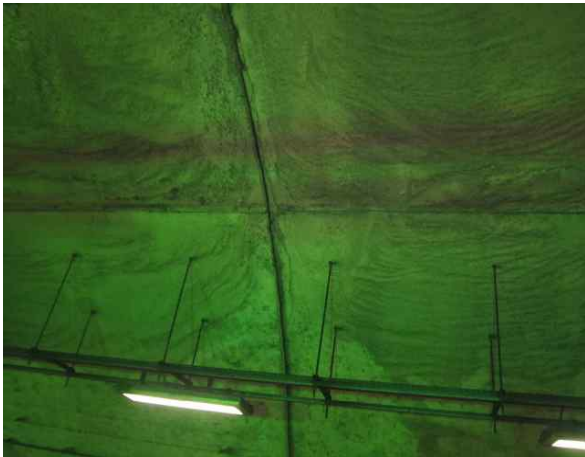
2) 측벽부

측벽 상부 라이닝에 균열, 표면균열이 확인되었으며, 타일 마감 처리된 측벽은 일부 구간에서 타일 균열, 탈락, 파손 및 누수흔적 등의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상부에 대해서는 손상의 진전 유무에 대한 주의관찰 및 적절한 보수를 실시하는 유지관리가 필요하다.

			
위 치	상행선 SPAN 78	위 치	하행선 SPAN 120
현 황	수직균열(폭 0.3mm)	현 황	타일탈락
			
위 치	하행선 SPAN 48	위 치	하행선 SPAN 227
현 황	표면균열	현 황	반원형 균열(폭 0.2mm)

3) 조인트부

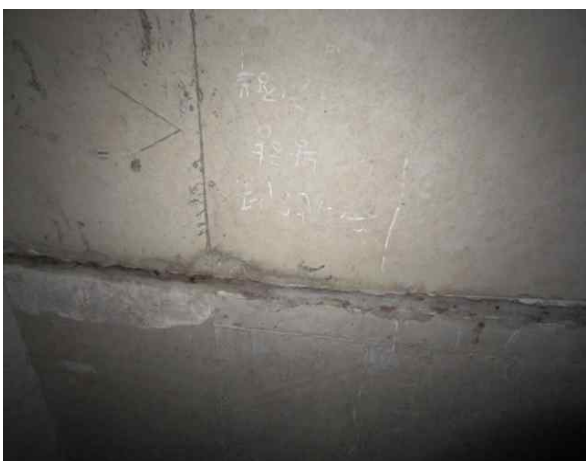
조인트부는 금회 조사시, 일부에서 들뜸 보수를 실시하였고, 양호한 상태이다. 일부 미보수된 국부적인 콘크리트 들뜸 및 박락 등의 손상은 탈락시 하부 주행차량의 안전 사고 위험성을 내포하고 있으므로 신속한 조치가 필요하다.

			
위 치	하행선 JOINT 57	위 치	상행선 JOINT 76
현 황	들뜸 보수	현 황	콘크리트 들뜸(A=0.1*3.0)
			
위 치	하행선 JOINT 38	위 치	하행선 JOINT 202
현 황	콘크리트 들뜸(A=0.1*3.0)	현 황	콘크리트 들뜸(A=0.1*0.3)

4) 공동구

프리캐스트 콘크리트 블록으로 시공된 공동구는 본체 및 덮개 일부 구간에서 파손이 조사되었으며, 측면에 국부적인 타일파손, 탈락이 확인되었다. 기 발생한 손상은 터널의 내구성 확보 및 주행차량의 안정성을 위한 보수 및 손상의 진전 유무에 대한 주의관찰이 필요하다. 공동구 내부는 국부적인 균열 및 재균열, 백태 및 누수, 등파손, 상부 환기구 및 공동구 개구부를 통한 우수 유입 등의 손상이 조사되었다.

			
위 치	상행선 SPAN 78	위 치	상행선 SPAN 142
현 황	덮개 파손	현 황	측면 타일파손
			
위 치	하행선 SPAN 137	위 치	시점부 D면 내부 전구간
현 황	측면 타일탈락	현 황	균열 (폭 0.1mm)

			
위 치	시점부 A면 내부 STA.12m	위 치	시점부 B면 내부 STA.5m
현 황	재균열 (폭 0.1mm)	현 황	조인트부 누수
			
위 치	중점부 A“면 내부 STA.23m	위 치	중점부 A면 내부 STA.25m
현 황	등 덮개 탈락	현 황	백태
			
위 치	중점부 C면 내부 STA.15m		
현 황	공동구 연결홀 누수		

5) 횡갱부

터널내 상·하행선을 연결하는 횡갱(피난연결통로)은 2개소가 있으며, 파손 및 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

			
위 치	상행선 SPAN 78	위 치	하행선 SPAN 81
현 황	횡갱 전경	현 황	횡갱 전경

2.1.3 바닥부

1) 포장부

콘크리트로 시공된 포장면은 국부적인 균열, 스폴링 및 스켈링 등의 손상이 조사되었고, 기 발생한 손상은 주행차량의 안전 및 주행성 향상을 위해 보수가 필요하다.

			
위 치	하행선 SPAN 181	위 치	하행선 SPAN 33
현 황	균열	현 황	스폴링

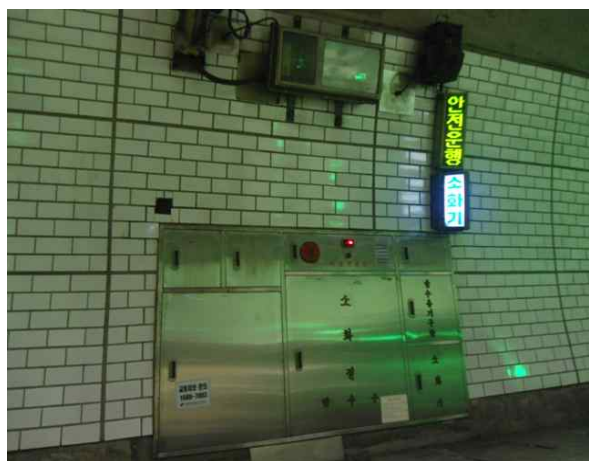
2) 배수시설

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

2.1.4 기타 시설물(조명, 환기, 표지판, 소화전등)

- 조명은 천정부 양측으로 2열 설치되어 있고, 고정 앵커부의 상태 및 작동상태 등 전반적으로 양호하나, 앵커부 균열, 트레이 변형이 발생하였다.
- 차량의 주행안전성 및 시인성 향상을 위한 안전 표지판 및 반사판, 교통신호시설 등의 설치 상태는 전반적으로 양호한 상태이다
- 환기시설은 Jet-Fan이 상·하행선 각각 11개소가 설치되어 있으며, 일부 구간 접합부 균열, Jet-Fan에 녹발생이 확인되었다.
- 소화시설은 전반적으로 설치상태가 양호한 상태로 확인되었다.
- 기 발생한 손상은 내구성 확보 차원의 균열보수 및 재도장 등의 보수가 필요하며, 진전 유무에 대한 주의관찰이 요망된다.

		
위 치	상행선 SPAN 2	상행선
현 황	트레이 변형	신호기 전경

				
위 치	상행선	위 치	상행선	
현 황	소화기함 전경	현 황	소화기함 내부 전경	
				
위 치	상행선			
현 황	Jet-Fan 녹 발생			
				
위 치	하행선			
현 황	Jet-Fan 녹 발생			

2.1.5 터널부 절토사면

조사대상 절토사면은 연장 75m, 최대높이 40m인 시점부(부산방향) 절토사면과 연장 305m, 최대높이 27m인 종점부(대구방향) 절토사면으로 일반현황은 <표 2.1.1>와 같다.

<표 2.1.1> 무척산터널 시·종점부 절토사면 현황

시점부 절토사면	시설물명		무척산터널 시점부 절토사면	시설물구분	절토사면
	위 치	행정구역	경상남도 김해시 상동면 여차리		
	제 원	연 장	75m	높 이	40m
		경사/방향	60/114(우측사면)	위 치	STA.58+570~58+870
	관리주체		신대구부산고속도로(주)	관리주체구분	민간
	주 변 환 경	인공구조물	-		
		주변지형	능선부	상부사면경사	20°~30°
	시 공 현 황	준공년도	2006.2	시공자	대우건설(주)
		부대시설	산마루 측구, 배수로, Bell Mouth식 갭문		
	비 고		녹생토, 목본식생		
종점부 절토사면	시설물명		무척산터널 종점부 절토사면	시설물구분	절토사면
	위 치	행정구역	경상남도 김해시 생림면 안양리		
	제 원	연 장	305m	높 이	27m
		경사/방향	45/214(좌측사면)	위 치	STA.60+060~60+360
	관리주체		신대구부산고속도로(주)	관리주체구분	민간
	주 변 환 경	인공구조물	-		
		주변지형	계곡부	상부사면경사	10°~20°
	시 공 현 황	준공년도	2006. 2	시공자	대우건설(주)
		부대시설	산마루 측구, 면벽식 갭문, 소단배수로, 점검로, 도수로		
	비 고		녹생토, 숯크리트, 낙석방지 울타리, 편책보수		



<그림 2.1.1> 조사구간 전경

1) 시점부 절토사면

- 연장 75m, 최대높이 40m인 시점부 절토사면은 사면경사각은 60°이며, 사면의 경사는 1:0.58인 총 2단으로 구성되었으며, Bell Mouth 상부 1차소단 하부는 사질토 및 자갈질 성토사면이고, 상부는 절토사면임.
- 주요 손상으로 2단 사면부는 전반적으로 경사가 급하고, 암+토사 혼재구간으로 식생이 불량하며, 세굴, 표층유실 및 녹생토 유실이 다수 발생함. 이는 강우시 우수 유입에 의한 추가 손상의 우려가 있으므로 표면보호공이 필요함
- 소단배수로에 국부적인 균열이 일부 발생함.

			
위 치	2단 사면부 STA.10		
현 황	침식 및 세굴		
			
위 치	2단 사면부 STA.60	위 치	2단 사면부 STA.60~90
현 황	세굴 및 표층 유실	현 황	표층 유실

2) 종점부 절토사면

- 연장 305m, 최대높이 27m인 종점부 절토사면은 사면경사각은 1차 소단은 50°~55°이며, 상부사면은 40°~45° 까지 분포함. 면벽식 갱구부 위로 2단의 소단 배수로가 시공된 절토사면임.
- 사면에 슛크리트, 몰탈격자블럭, 도수로 설치 등의 보수가 실시된 상태임.
- 사면은 보통 풍화상태로 확인되었으며, 발달된 절리를 중심으로 뜯돌, 이완암 및 절리부 누수가 일부 조사되었으며, 표층유실, 녹생토 유실, 슛크리트 파손, 수목전도 위험, 배수로 체수 및 파손 등의 손상이 발생함.
- 기 발생한 손상은 우수 유입 및 풍화 진행에 의한 추가 손상의 우려가 있으므로 보수 및 지속적인 주의관찰이 요망됨.

			
위 치	1단 사면부 STA.30	위 치	1단 사면부 STA.80
현 황	뜯돌 및 부석	현 황	녹생토 탈락
			
위 치	자연사면 STA.110	위 치	배수로 STA.260
현 황	표층유실 및 수목전도위험	현 황	낙석 적치

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)
■ 시점부 갱문 마구리면 균열 ■ 천정부 종·횡방향 균열 및 보수부 재균열, 표면균열 ■ 측벽부 균열, 타일 파손, 탈락, 누수흔적 라이닝부 균열, 표면균열 ■ 조인트부 콘크리트 들뜸 ■ 공동구 덮개 및 본체 파손, 측면 타일탈락 ■ 공동구 내부 균열, 표면균열, 백태, 누수 ■ 포장부 스폐링, 스켈링, 균열 ■ Jet-Pan 녹발생 ■ 시·중점측 사면 세굴, 녹생토유실, 표층유실, 수목전도위험, 절리부 누수, 배수시설 균열 및 파손 발생	■ 시점부 갱문 마구리면 균열 ■ <u>천정부 일부 균열 보수</u>, 종·횡방향 균열 및 보수부 재균열, 표면균열 ■ 측벽부 균열, 타일 파손, 탈락, 누수흔적 라이닝부 균열, 표면균열 ■ <u>조인트부 들뜸 보수</u>, 콘크리트 들뜸 ■ 공동구 덮개 및 본체 파손, 측면 타일탈락 ■ 공동구 내부 균열, 표면균열, 백태, 누수 ■ 포장부 스폐링, 스켈링, 균열 ■ Jet-Pan 녹발생 ■ 시·중점측 사면 세굴, 녹생토유실, 표층유실, 수목전도위험, 절리부 누수, 배수시설 균열 및 파손 발생
일부 손상에 대한 보수를 실시한 상태이며, 손상의 진전은 미미한 상태이나, 기 발생한 손상현황에 대해서는 내구성 저하 방지를 위한 보수가 필요함. 시·중점측 사면은 강우시 추가 손상의 우려가 있으므로 보호공 및 주의관찰이 요구됨.	

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	51.90	24.0	28.6	26.3	
	2	라이닝	S34 천정부	50.11	22.9	27.1	25.0	
	3	라이닝	S81 천정부	53.00	24.7	29.5	27.1	
	4	라이닝	S115 천정부	55.15	26.1	31.3	28.7	
	5	라이닝	S155 천정부	49.05	22.2	26.2	24.2	
	6	라이닝	S197 천정부	50.15	22.9	27.1	25.0	
	7	라이닝	S229 천정부	50.55	23.1	27.4	25.3	
하 행 선	8	라이닝	S2 천정부	50.70	23.2	27.6	25.4	
	9	라이닝	S36 천정부	50	22.8	27.0	24.9	
	10	라이닝	S78 천정부	52.60	24.5	29.2	26.8	
	11	라이닝	S113 천정부	56.60	27.1	32.5	29.8	
	12	라이닝	S151 천정부	52.5	24.2	28.9	26.6	
	13	라이닝	S185 천정부	53.50	25.1	29.9	27.5	
	14	라이닝	S232 천정부	52.40	24.3	29.0	26.7	

콘크리트 강도 측정 결과, 라이닝은 약 24.2~29.8Mpa(평균 26.3Mpa, 100%~124%) 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	
	2	라이닝	S81 천정부	8	4	50	46	
	3	라이닝	S155 천정부	8	7	50	43	
	4	라이닝	S229 천정부	8	7	50	43	
하 행 선	5	라이닝	S2 천정부	8	3	50	47	
	6	라이닝	S78 천정부	8	4	50	46	
	7	라이닝	S151 천정부	8	4	50	46	
	8	라이닝	S232 천정부	8	7	50	43	

라이닝 요소에서 측정된 콘크리트 탄산화 심도는 약 3mm~7mm(평균 4.8mm) 깊이까지 진행된 상태로서 탄산화 결과 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 2,010m, 하행선 2,030m의 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	결함지수	등급
				박리	충분리 및 박락	백태	재료 분리	철근 노출	탄산화			
무근 구간 [S8-218]	2.73	0	0	0.23	0	0	0	0	0	2.96	0.11	a
철근 구간 [S1-7, 219-231]	2.81	0	0	0.14	0	0	0	0	0	2.94	0.08	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 [S8-220]	2.32	0	0	0.22	0	0	0	0	0	2.54	0.09	a
철근 구간 [S1-7, 221-233]	1.81	0	0	0.19	0	0	0	0	0	2.00	0.06	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	2.73	0	0	0.23	0	0	0	1	0	0.5	0	4.46	0.13	0.13	1.00	0.13	A
철근	2.81	0	0	0.14	0	0						4.45	0.10				

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	2.32	0	0	0.22	0	0	0	1	0	0.5	0	4.04	0.12	0.11	1.00	0.11	A
철근	1.81	0	0	0.19	0	0						3.50	0.08				

3.2 안전등급 지정

무척산터널에 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		▪ 갱구형식은 Bell Mouth 및 면벽식으로 전반적으로 양호한 상태이나, 시점부 Bell Mouth 마구리면에 균열 발생	
	콘크리트 라이닝	천 정 부	▪ 천정부에 일부에서 균열 보수 실시 폭 0.1~0.8mm 정도의 균열 및 재균열, 표면균열 발생	
		측 벽 부	▪ 측벽 상부 라이닝에 균열 및 표면균열, 타일 마감 처리된 측벽은 일부 구간에서 타일 균열, 탈락, 파손 및 누수흔적 등의 손상이 발생	
		조인트부	▪ 조인트부 일부에서 들뜸 보수 실시 손상으로 콘크리트 들뜸, 박락 국부적으로 발생	
		공 동 구	▪ 공동구 내부에 균열 및 재균열, 백태 및 누수, 등파손, 우수 유입 발생 ▪ 공동구 본체 및 덮개 파손, 측면 타일 탈락 및 파손 일부 발생	
		횡 갱	▪ 특별한 손상이 없는 양호한 상태임.	
	바닥부	포 장 부	▪ 콘크리트로 시공된 포장면은 균열, 스폴링 및 스켈링 발생	
		배수시설	▪ 내부 좌·우측의 배수시설은 오염 및 이물질퇴적 등이 없는 양호한 상태임	
	기타 시설물	조명시설 표지판 소화전등	▪ Jet-Fan 녹발생 ▪ 일부에서 신호기 및 표지판 접합부에 라이닝 균열 발생	
	터널부 사면	시점측	▪ 녹생토 유실, 세굴, 배수로에 국부적인 균열 ▪ 손상부(표층유실, 침식, 식생불량) 추가 손상 우려됨	
중점측		▪ 녹생토유실, 표층유실, 수목전도위험 발생 ▪ 발달된 절리를 중심으로 뜯돌, 이완암 및 누수, 배수로 체수 발생		
비 파 괴 시 험	콘크리트 강 도		▪ 콘크리트 라이닝 : 24.2~29.8MPa, (설계강도 24Mpa)	
			평 가	콘크리트 강도는 설계기준강도를 상회하는 양호한 수준임
	콘크리트 탄 산 화		▪ 콘크리트 라이닝 : 3~7mm (피복두께 50mm)	
			평 가	탄산화 정도가 시설물의 내구성에 미치는 영향은 미미한 수준임
상태 평가	환산결함도 점수		▪ 상행선 0.13 ▷ 「A」 등급 · 하행선 0.11 ▷ 「A」 등급	

4.2 결 언

무척산터널에 대한 정밀점검 결과, 본 시설물은 문제점이 없는 최상의 상태인 “A” 등급의 우수한 상태로 평가되었다. 금회 조사시, 라이닝에 균열 및 들뜸에 대해 일부 보수가 실시되었고, 양호한 상태이다. 주요현황으로는 갯문 마구리면 균열, 라이닝부에 균열 및 보수부 재균열, 표면균열, 측벽부 타일균열 및 파손, 조인트부 들뜸, 공동구 내부 균열, 누수, 등파손, 공동구 덮개 파손, 포장부 균열, 스케링, 스폴링, 사면부 뜬돌 및 이완암, 절리부 누수, 녹생토유실 및 세굴, 표층유실, 배수로 균열, 숏크리트 파손 등 이 발생한 상태이다. 기 발생한 손상현황에 대해서는 내구성 확보를 위한 보수가 필요하며, 시·종점부 사면에 기 발생한 세굴 및 표층유실은 추가 손상의 우려가 있으므로 표면보호공 등의 조치가 요망된다.

제 5 장 보수 및 유지관리 방안

5.1 보수 방안

무척산터널은 2006년 2월에 준공되어 현재 공용중인 터널으로 상행선 2,010m, 하행선 2,030m의 NATM 공법으로 시공된 1종 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)	96.0 (45)	표면처리공법	
		0.3mm이상	M (개소)	139.2 (55)	수지주입공법	
	재균열	0.3mm미만	M (개소)	130.0 (18)	표면처리공법	
		0.3mm이상	M (개소)	258 (32)	수지주입공법	
	제트팬 녹발생		개소	11	재도장	
	콘크리트 들뜸, 파손		M ² (개소)	3.42 (58)	단면보수공법	
측벽부	균 열	0.3mm미만	M (개소)	7.5 (8)	표면처리공법	
		0.3mm이상	M (개소)	27.2 (16)	수지주입공법	
	재균열	0.3mm이상	M (개소)	1.0 (1)	수지주입공법	
	타 일	균 열	개소	54	교 체	
		탈락	개소	3	교 체	
공동구	균 열	0.3mm이상	M (개소)	23.5 (56)	수지주입공법	
	덮개 파손		개소	7	교 체	
	측면타일 탈락		개소	1	교 체	
포장부	스폴링		M ² (개소)	3.86 (54)	단면보수공법	
	스켈링		M ² (개소)	1.21 (26)	단면보수공법	
	균 열		M (개소)	16.5 (5)	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)	62.2 (43)	표면처리공법	
		0.3mm이상	M (개소)	134.0 (41)	수지주입공법	
	재균열	0.3mm미만	M (개소)	37.0 (5)	표면처리공법	
		0.3mm이상	M (개소)	182.0 (21)	수지주입공법	
	표면 균열		M ² (개소)	2.25 (1)	표면처리공법	
	제트펜 낙발생		개소	11	재도장	
	콘크리트 들뜸		M ² (개소)	3.14 (56)	단면보수공법	
측벽부	균 열	0.3mm미만	M (개소)	17.8 (15)	표면처리공법	
		0.3mm이상	M (개소)	27.5 (14)	수지주입공법	
	재균열	0.3mm미만	M (개소)	2.0 (1)	표면처리공법	
		0.3mm이상	M (개소)	3.0 (1)	수지주입공법	
	표면 균열		M ² (개소)	7.5 (1)	표면처리공법	
	타 일	균 열	개소	117	교 체	
		파손 및 탈락	개소	32	교 체	
공동구	균 열	0.3mm이상	M (개소)	28.9 (61)	수지주입공법	
	콘크리트 파손		M ² (개소)	0.3 (1)	단면보수공법	
	덮개 파손		개소	26	교 체	
	측면타일 파손		개소	5	교 체	
포장부	스폴링		M ² (개소)	4.78 (57)	단면보수공법	
	스켈링		M ² (개소)	0.04 (3)	단면보수공법	
	균 열		M (개소)	6.5 (4)	단면보수공법	

[표 5.1.3] 옥외공동구 시점부 손상현황에 대한 보수 일람표

구 분		손 상 현 황		단 위	합 계	보수공법	비고
A면	천정부	재균열	0.3mm 미만	m (개소)	1 (1)	표면처리공법	
B면	천정부	균열	0.3mm 미만	m (개소)	22 (1)	표면처리공법	
		누수		개소	2	배수유도	
		등파손		개소	1	정비	
		백태		m ² (개소)	0.25 (1)	표면처리공법	
	벽체부	표면균열		m ² (개소)	6.0 (1)	배수유도	
D면	천정부	균열	0.3mm 미만	m ² (개소)	20.0 (1)	표면처리공법	
		누수		개소	1	배수유도	
		등파손		개소	1	정비	
E면	천정부	균열	0.3mm 미만	m (개소)	12.0 (1)	표면처리공법	
		등파손		개소	1	정비	
부속 시설	관리동 내부	균열		개소	1	표면처리공법	

[표 5.1.4] 옥외공동구 종점부 손상현황에 대한 보수 일람표

구 분		손 상 현 황		단 위	합 계	보수공법	비고
A면	천정부	균열	0.3mm 미만	m (개소)	3.0 (1)	표면처리공법	
	벽체부	백태		m ² (개소)	0.06 (2)	표면처리공법	
B면	천정부	균열	0.3mm 미만	m (개소)	30 (1)	표면처리공법	
		등파손		개소	1	정비	
		누수		개소	2	배수유도	
	벽체부	균열	0.3mm 미만	m (개소)	12 (12)	표면처리공법	
		균열부 누수		m ² (개소)	0.05 (1)	습식균열보수	
		백태		m ² (개소)	0.03 (1)	표면처리공법	
C면	천정부	균열	0.3mm 미만	m (개소)	15.0 (3)	표면처리공법	
		누수		개소	2	배수유도	
	벽체부	백태		m ² (개소)	0.25 (5)	표면처리공법	
	바닥부	체수		m ² (개소)	2 (2)	배수유도	

[표 5.1.5] 시점측 터널부사면 손상현황에 대한 보수 일람표

손상유형	위치 및 수량	조치내용	비고
표층유실	STA.0+10m 2단 세굴 A=20m*10m STA.0+55m 2단 표층유실 A=6m*3m STA.0+60~90m 2단 표층유실 A=40m*10m STA.0+80~100m 1단 녹생토 유실 A=18m*1.5m	몰탈격자블럭 몰탈격자블럭 몰탈격자블럭 주의관찰	
낙석위험			
배수시설	1소단배수로 균열 L=4m (4EA)	균열보수	
수 목			
기 타			

[표 5.1.6] 종점측 터널부사면 손상현황에 대한 보수 일람표

손상유형	위치 및 수량	조치내용	비고
표층유실	STA.0+40m 2단 표층유실 A=4m*4m STA.0+50m 2단 표층유실 A=3m*3m STA.0+70m 2단 녹생토 유실 및 누수 A=20m*2m STA.0+110m 자연사면 표층유실 및 수목전도위험 A=5m*5m STA.0+175~+200m 자연사면 표층유실 A=25m*1m STA.0+190m 3단 식생불량 및 표층유실 A=8m*3m STA.0+270m 1단 침식 STA.0+305m 1단 녹생토유실 A=10m*10m	주의관찰 녹생토 주의관찰 주의관찰 주의관찰 주의관찰 주의관찰 주의관찰	
낙석위험	STA.0+30m 1단 뜯돌 및 부석 STA.0+145m 1단 심한풍화 STA.0+245m 1단 슛크리트 파손 A=3m*6m	표면보호공 주의관찰 단면보수	
배수시설	STA.0+100m 산마루측구 체수 L=10m 산마루측구 파손 A=0.1m*1.5m 산마루측구 균열 L=3.0m (2EA)	정비 단면보수 단면보수	
수 목	3단 수목 (3EA)	별목	
기 타	STA.0+130m 1단 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 ◦ 공동구 내부 균열, 누수	· 이물질퇴적, 파손 및 균열 진전 여부	육안조사
포장부	◦ 균열, 스켈링, 스폐링	· 진전 여부	육안조사
사면부	◦ 시·중점측 사면 표층유실 및 세굴, 녹생토 유실	· 진전 여부	육안조사
갯문부	◦ 마구리면 균열	· 진전 여부	육안조사
부대시설	◦ Jet-Fan 녹발생	· 진전 여부	육안조사