

4. 청도1터널

청도1터널 현황표

작성일 : 2013년 11월 18일

터널명	청도1터널		
시설물번호	상행선 : TU2006-0000220 하행선 : TU2006-0000221	관리번호	dbw T.12
노선명	고속국도55호선	시행자	신대구부산고속도로(주)
시점	경상북도 청도군 청도읍 유흥리 [부산기점 55.78km]	종점	경상북도 청도군 청도읍 유흥리 [부산기점 56.36km]
터널형식	NATM	관리주체	신대구부산고속도로(주)
차선수	상행선 : 2차로 하행선 : 2차로	환기방식	상행선 : 자연환기 하행선 : 자연환기
연장	상행선 : 560m 하행선 : 575m	설계사	(주)신성ENG
내공단면	폭 : 9.5m, 높이 : 7.9m	시공사	현대산업개발(주)
배수형식	THP관 Ø400, 유공관 Ø200	감리사	한국건설관리공사, (주)용마ENG (주)동일기술공사
종단기울기	상행선 : +0.3214% 하행선 : -0.3214%	착공	2001년 10월 17일
평균선형	곡선	준공	2006년 2월 10일
연결통로	-	갱문형식	면벽식, Bell Mouth
주요공법	샷크리트, 락볼트	보조공법	Fore poling Fre-Grouting
기타	■ 차기 점검시 중점 점검사항 - 천정부 균열 및 균열보수부 재균열, 조인트부 콘크리트들뜸, 시·종점측 사면 손상부 결함 발생 및 진전 여부 주의관찰 [위치, 균열폭, 길이, 진행성, 형태등] ■ 관련도면 본문참조		

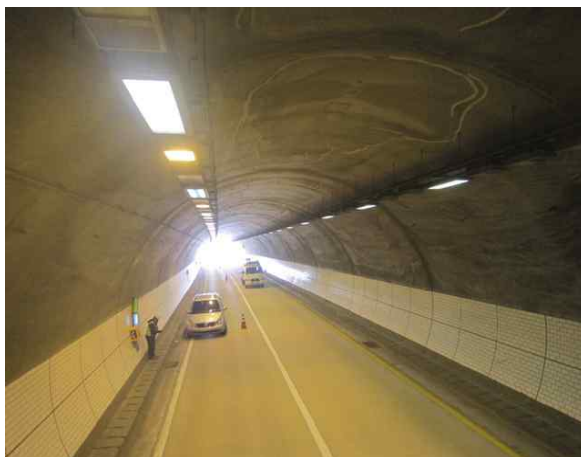
청도1터널 전경사진



[시점측 전경]



[종점측 전경]



[상행선 내부전경]



[하행선 내부 전경]

목 차

서 두

제1장 서론

1.1 시설물 개요	253
1.2 자료수집 및 분석	263

제2장 현장조사 및 시험

2.1 외관조사 결과	267
2.2 내구성조사 결과	280

제3장 상태평가 및 안전등급산정

3.1 상태평가	282
3.2 안전등급산정	284

제4장 종합결론

4.1 점검결과 요약	285
4.2 결 언	286

제5장 보수 및 유지관리 방안

5.1 보수 방안	287
5.2 유지관리방안	290

제 1 장 서 론

1.1 시설물 개요

청도1터널은 경상북도 청도군 청도읍 유흥리에 위치한 곡선형터널로, 터널의 연장은 상행선 560m, 하행선 575m로 2종 시설물에 해당된다. 터널의 본선은 NATM 공법으로 시공되었으며, 시점부 갭문은 Bell Mouth형, 종점부 갭문은 면벽식으로 시공되었다. 양측면 배수방식을 채택한 배수형 터널이고 환기방식은 자연환기방식이 적용되었다.

1.1.1 일반사항

<그림 1.1.1> 청도1터널 전경



[시점측 전경]



[종점측 전경]

[표 1.1.1] 청도1터널 기본현황

터널명	청도1터널		
시설물번호	상행선 : TU2006-0000220 하행선 : TU2006-0000221	관리번호	dbw T.12
노선명	고속국도55호선	시행자	신대구부산고속도로(주)
시점	경상북도 청도군 청도읍 유흥리 [부산기점 55.78km]	종점	경상북도 청도군 청도읍 유흥리 [부산기점 56.36km]
터널형식	NATM	관리주체	신대구부산고속도로(주)
차선수	상행선 : 2차로 하행선 : 2차로	환기방식	상행선 : 자연환기 하행선 : 자연환기
연장	상행선 : 560m 하행선 : 575m	설계사	(주)신성ENG
내공단면	폭 : 9.5m, 높이 : 7.9m	시공사	현대산업개발(주)
배수형식	THP관 Ø400, 유공관 Ø200	감리사	한국건설관리공사, (주)용마ENG (주)동일기술공사
종단기울기	상행선 : +0.3214% 하행선 : -0.3214%	착공	2001년 10월 17일
평균선형	곡선	준공	2006년 2월 10일
연결통로	-	갱문형식	면벽식, Bell Mouth
주요공법	샷크리트, 락볼트	보조공법	Fore poling Fre-Grouting

■ 시설물 유지관리 이력사항

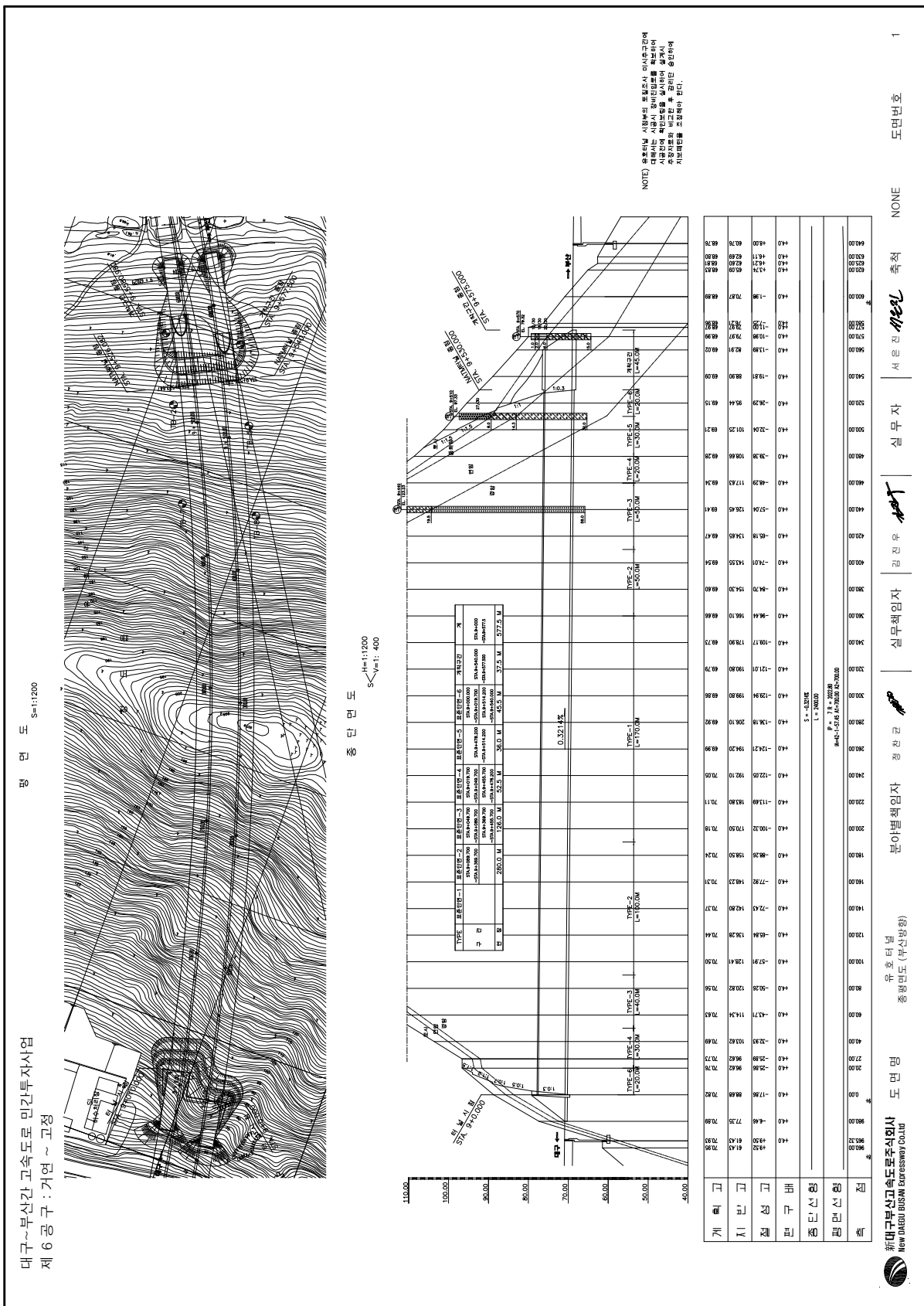
- 점검 이력

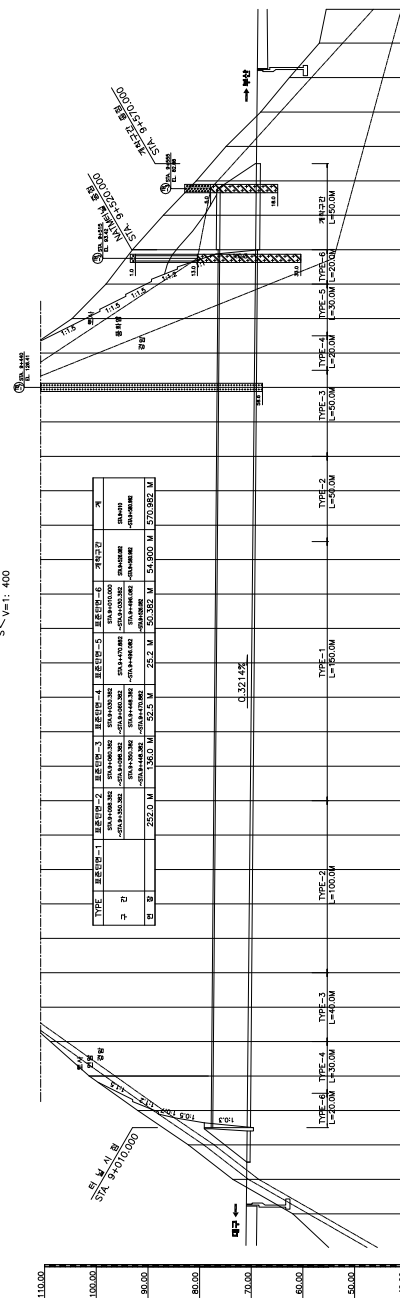
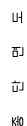
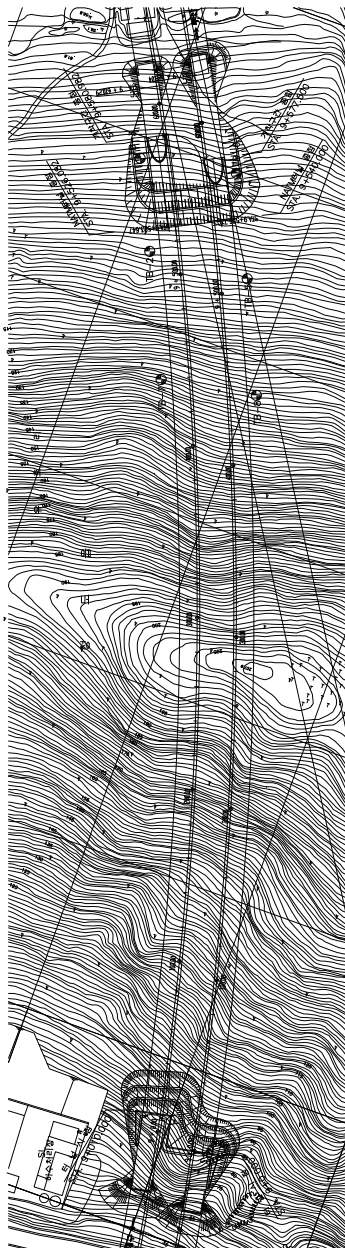
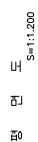
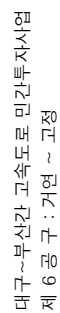
번호	기간	구 분	비고
1	2005.10.28 ~ 2006.04.25	초기점검	A등급
2	2006.09.19 ~ 2006.12.31	정기점검	
3	2007.05.10 ~ 2007.06.30	정기점검	
4	2007.08.22 ~ 2007.12.20	정밀점검	B등급
5	2008.03.10 ~ 2008.06.30	정기점검	
6	2008.09.30 ~ 2008.12.31	정기점검	
7	2009.03.10 ~ 2009.06.30	정기점검	
8	2009.10.01 ~ 2009.12.31	정밀점검	B등급
9	2010.03.08 ~ 2010.06.30	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	2007년 11월	천정부	균열보수	
2	2008년 3월	천정부	균열보수 단면보수	
3	2009년 12월	천정부	출구부 누수보수(부산)	
4	2010년 5월	천정부	균열보수 단면보수	
5	2011년 5월	천정부	균열보수 단면보수 실란트충전(조인트)	
6	2012년 6월	천정부 공동구	균열보수 덮개보수	
7	2013년 6월	갯문	실란트 보수	

1.1.2 관련도면





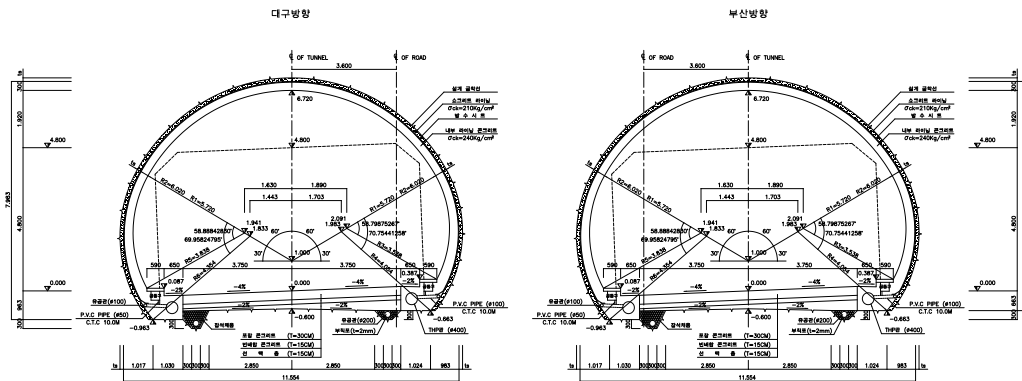
(NOTE) 유호태, 서정복의 표절조각 미수판권하여 발행한 서정복 시경시 장편집권행위와 유호태의 표절조각 미수판권하여 발행한 서정복 시경시 장편집권행위를 무효로 하는 판결이 있다.

[illegible]

대구~부산간 고속도로 민간투자사업
제 6 공 구 : 거연 ~ 고정

표준 단면도 (일반부)

S = 1 : 50

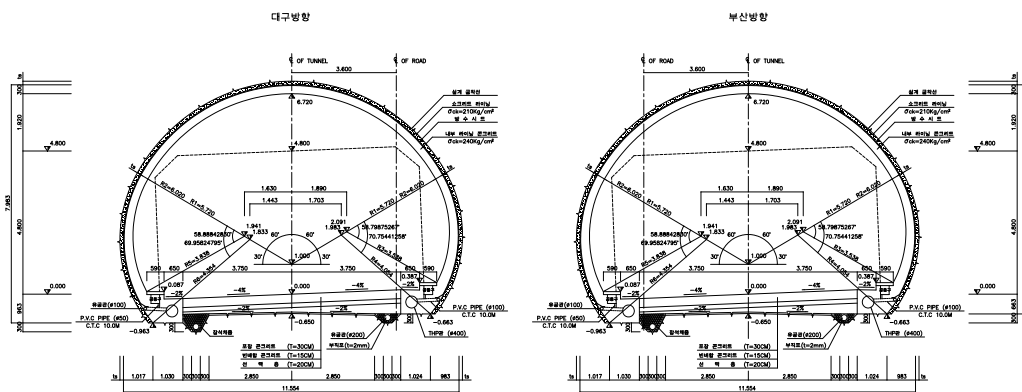


	도면명	유호터널 표준 단면도 (일반부)	분야별책임자	정찬규	실무책임자	김진우	실무자	서은진	축척	1 : 50	도면번호	5
--	-----	----------------------	--------	-----	-------	-----	-----	-----	----	--------	------	---

대구~부산간 고속도로 민간투자사업
제 6 공 구 : 거연 ~ 고정

표준 단면도 (동상방지층부)

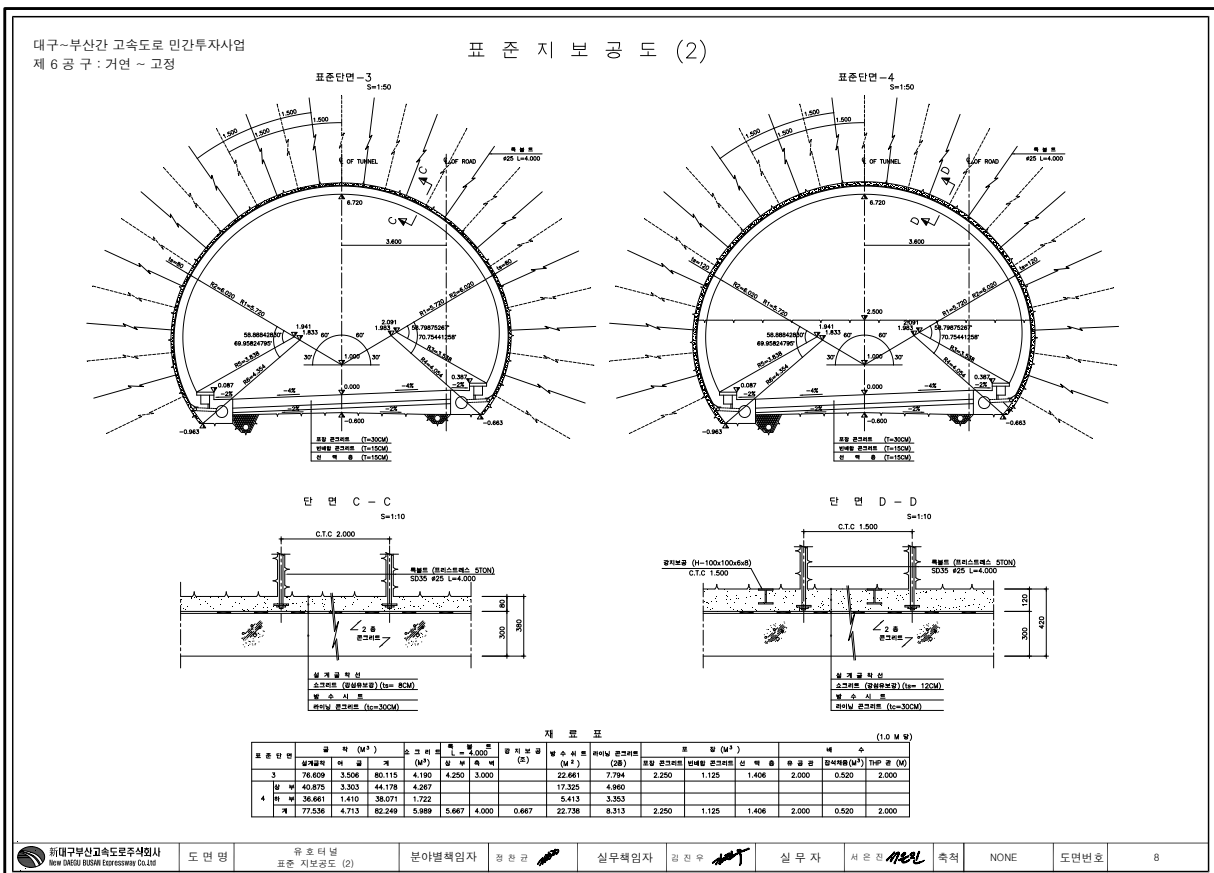
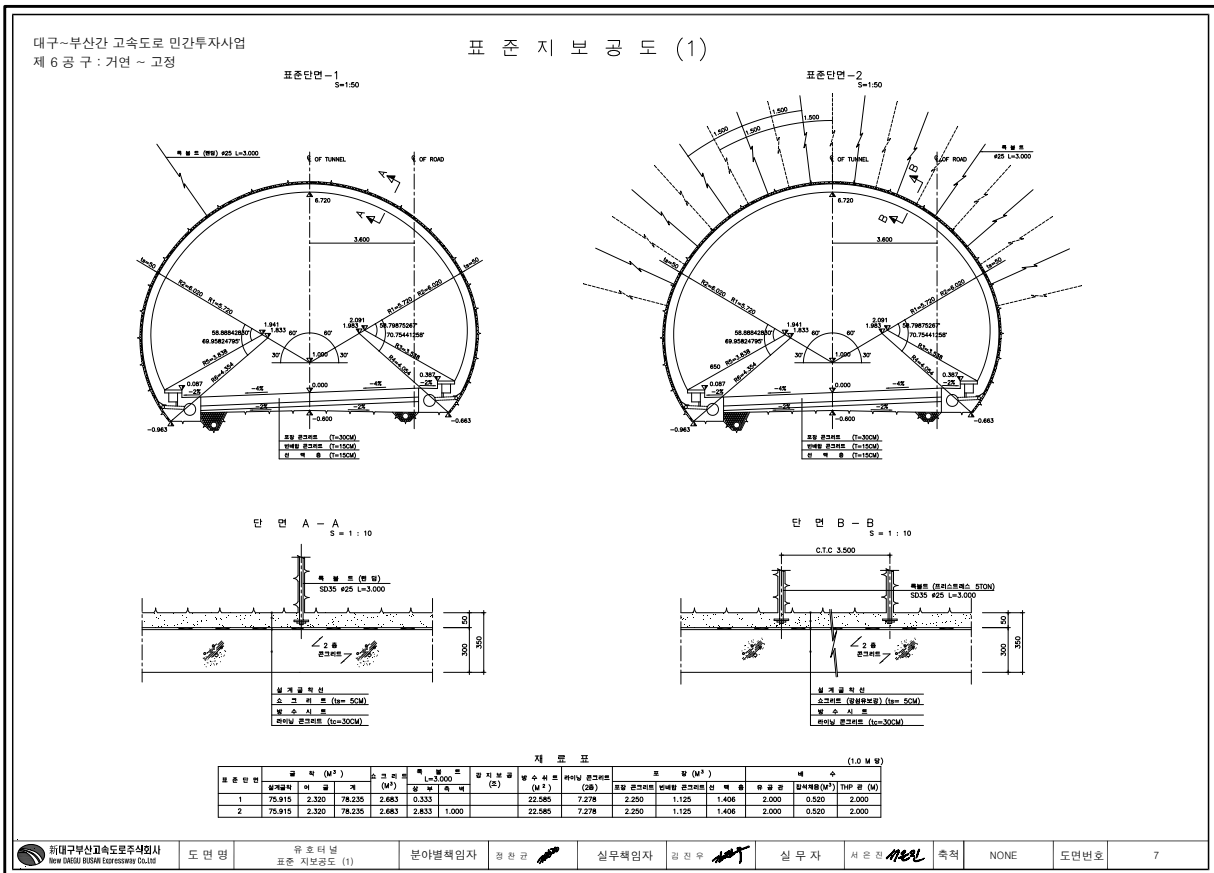
S = 1 : 50

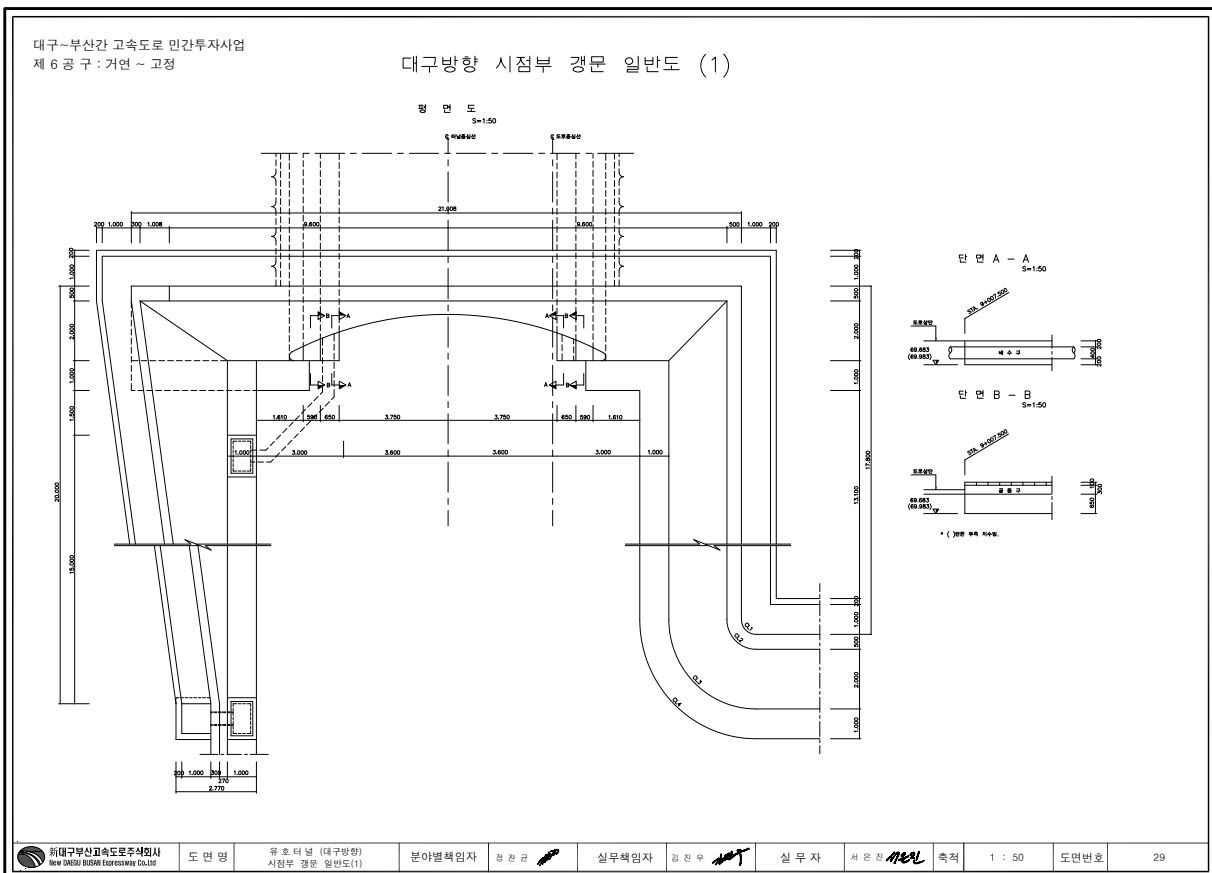


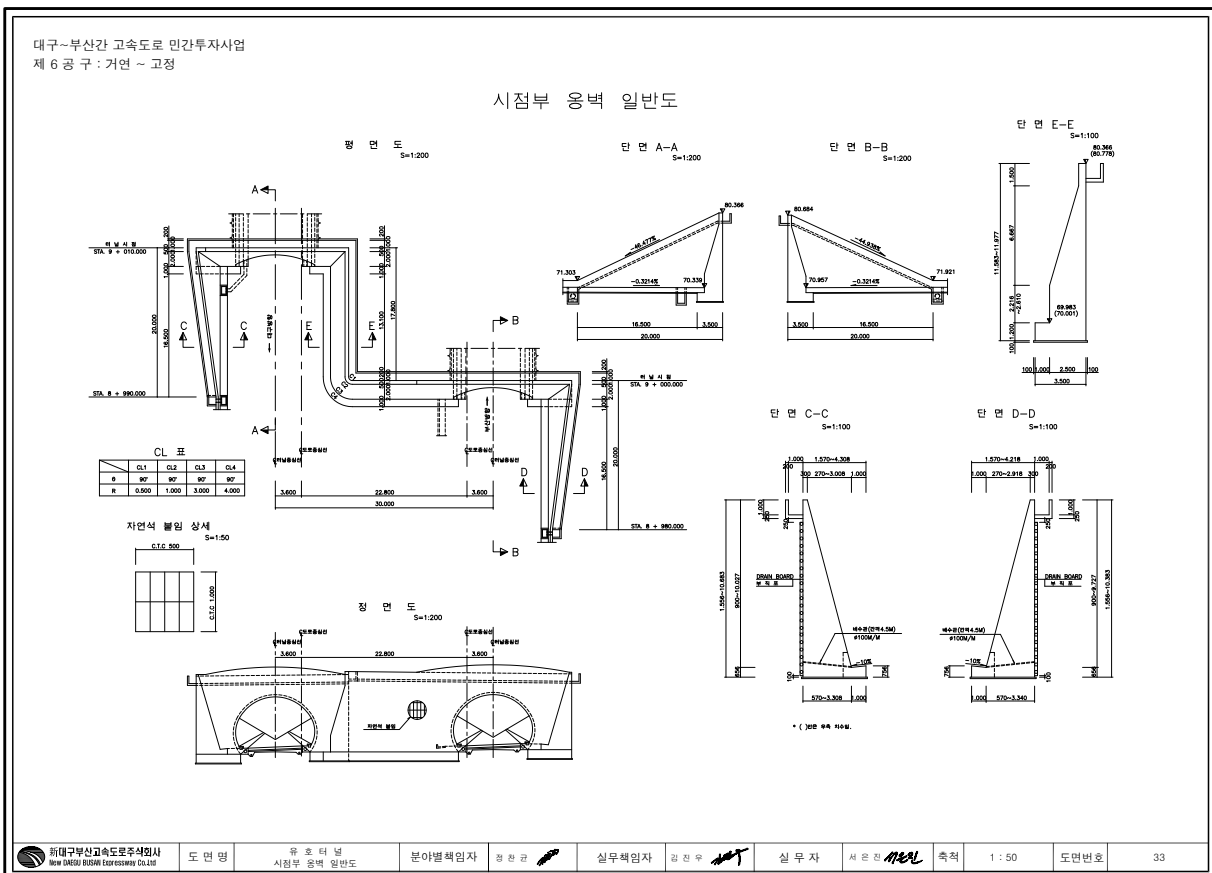
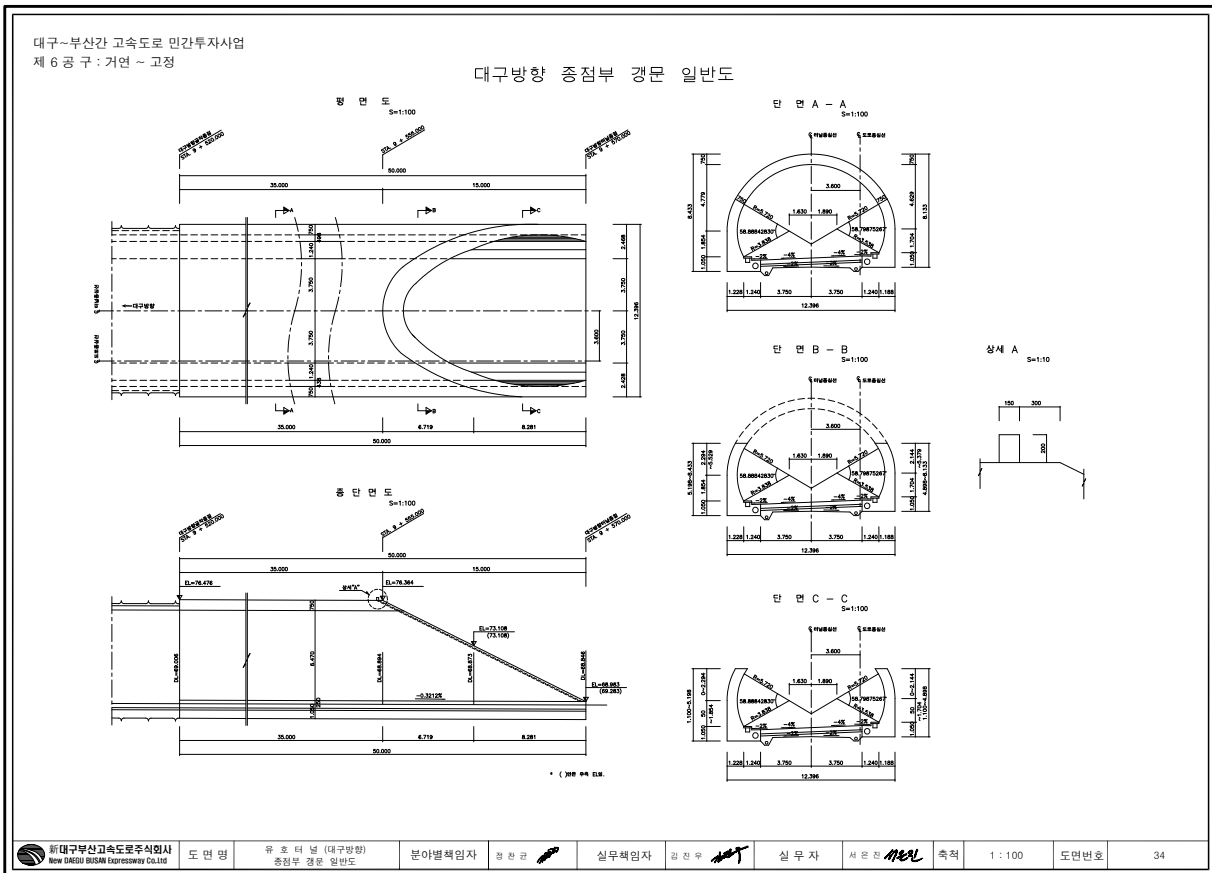
동상방지층 설치구간

구분	구간	연장
대구방향	STA. NO. 9 + 010.000 ~ STA. NO. 9 + 060.000	50.00 M
대구방향	STA. NO. 9 + 520.000 ~ STA. NO. 9 + 570.000	50.00 M
부산방향	STA. NO. 9 + 000.000 ~ STA. NO. 9 + 050.000	50.00 M
부산방향	STA. NO. 9 + 525.000 ~ STA. NO. 9 + 575.000	50.00 M

	도면명	유호터널 표준 단면도 (동상방지층부)	분야별책임자	정찬규	실무책임자	김진우	실무자	서은진	축척	1 : 50	도면번호	6
--	-----	-------------------------	--------	-----	-------	-----	-----	-----	----	--------	------	---

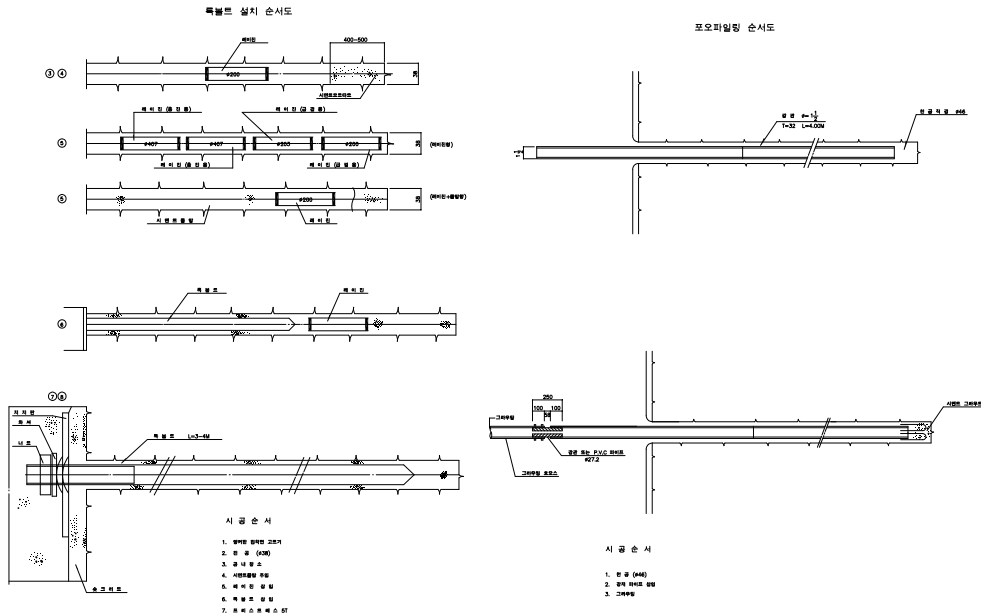






대구~부산간 고속도로 민간투자사업
제 6 공 구 : 거연 ~ 고정

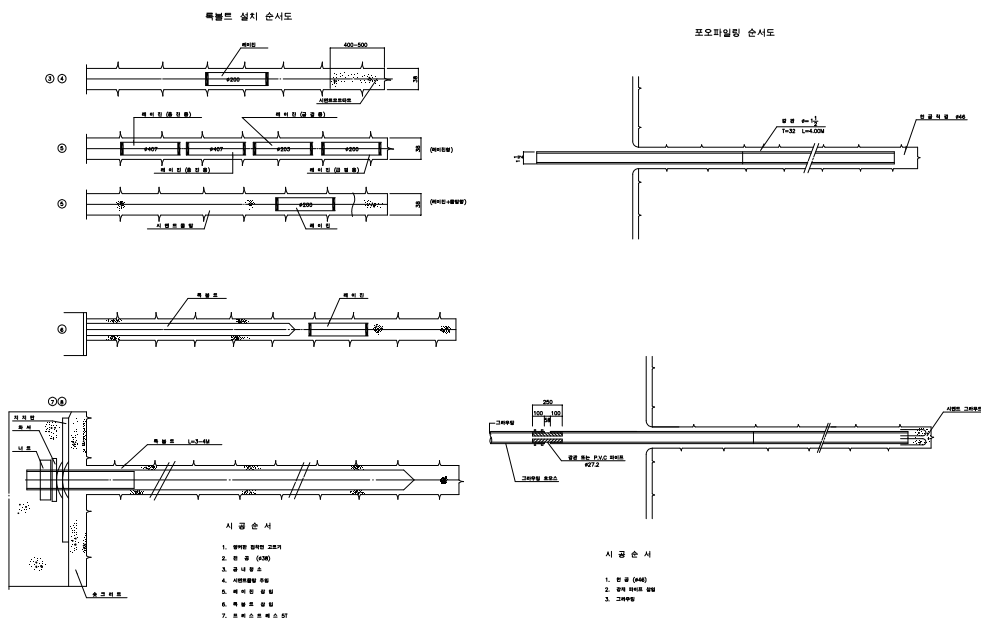
록볼트 설치 및 포오파일 상세도



	도면명	유호터널	분야별책임자	정찬균	실무책임자	김진우	실무자	서은진	축척	NONE	도면번호	46
		록볼트 설치 및 포오파일 상세도										

대구~부산간 고속도로 민간투자사업
제 6 공 구 : 거연 ~ 고정

록볼트 설치 및 포오파일 상세도



	도면명	유호터널	분야별책임자	정찬균	실무책임자	김진우	실무자	서은진	축척	NONE	도면번호	46
		록볼트 설치 및 포오파일 상세도										

1.2 자료수집 및 분석

1.2.1 지형 및 지질[지반보고서 참조]

본 지역은 경주-부산간 경부 고속도로와의 사이에 남북방향으로 형성된 가지산 및 천황산에서 연결된 능선이 본 지역에 대체로 북동-남서 방향으로 발달된 장년기 지형을 이루고 있으며 구성암층은 시기적으로 백악기말의 것들인데 대부분 유천층군과 부분적으로 후기 관입화성암류로 되어있다.

지질 계통중 본 구간에 분포하는 지층은 비현정질 안산암, 연약화강암 및 층적층이며 터널이 위치한 구간은 안산암이 기반암을 이루고 있다.

본 구간의 지형적 특징은 산 정상부를 기점으로 터널 시점까지는 Talus의 발달이 현저하며 노두의 발달 또한 현저하다. 반면 종점부에는 봉적층이 비교적 깊은 심도 8.5-9.5m 까지 분포하고 있어 노두의 관찰이 용이하지 않다.

시점 갱구부는 암반이 돌출되고 급사면으로서 시추조사가 시행되지 못하였다. 종점부에서는 봉적층의 분포상황을 고려하여 TB-3 및 TB-6 호공에서는 15-18m, TB-2 및 TB-5 호공에서는 32-33m 심도까지 시추조사를 시행하였다. TB-3 및 TB-6 호공에서는 4-5m 심도까지 토사(봉적층)가 분포하고 굴진심도까지 풍화암이 분포한다.

TB-2 및 TB-5 호공에서는 8-13m 심도까지 토사(봉적층)가 분포하고 TB-2 호공의 경우에는 굴진심도까지 풍화암층이 분포하며 TB-5 호공에서는 14m까지 풍화암이 분포하고 그 이하구간에서 연암층이 분포한다.

암반층의 분포를 확인하기 위하여 TB-7,8 호공의 조사가 추가되었으며, TB-7,8 호공의 경우 8-9.5m 심도까지 봉적층이 분포하며 그 하부에 연암 혹은 경암층이 분포하고 터널구간에는 경암반이 위치한다.

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	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 유근무	양호	공용년수 증가로 천단 및 측벽부에 손상 현황이 추가 발생되거나 보수부 재균열이 일부 조사되었으나 터널전반에 걸쳐 양호한 상태로 조사됨.
3	2007.6(상반기) 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
4	2007.12(하반기) 정밀점검	(주)아워브레인 유근무	B	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
5	2008.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유근무	양호	라이닝 및 포장면에 균열, 파손, 스폴링 및 스켈링 등이 다수 발생된 상태이나, 안전성을 저해할 만한 수준은 아닌 것으로 판단됨. 다만, 시점부 터널부 사면의 기존 표층유실부의 보수구간이 우천시 재유실이 우려되므로 적절한 조치가 요구됨. 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	구조물의 상태는 구조적으로 큰 문제는 없는 것으로 사료되나, 금회 점검시에 폭 0.5~1.0mm 정도의 균열이 추가 조사됨. 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 유근무	양호	구조물의 상태는 구조적으로 큰 문제는 없는 것으로 사료되나, 금회 점검시에 공동구 덮개 파손이 일부 추가 조사됨. 기 발생된 균열, 콘크리트 박리, 타일 균열, 스폴링 및 스켈링 등의 손상에 대해서는 내구성 및 사용성의 확보를 위해 보수를 실시하며, 주기적인 점검을 통한 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 및 균열, 조인트부 들뜸 및 박락, 공동구 덮개 파손, 포장부 손상(스케링, 스폐링), 절토사면부 녹생토 유실, 산마루측구 균열 및 이격, 시점측 상부 자연사면부 수목 낙하위험 등이 발생한 상태이다. 기 발생한 손상현황에 대해서는 내구성 확보를 위한 보수가 필요하며 조인트부 들뜸현황은 탈락시 주행차량의 안전사고 위험을 내포하고 있으므로 유지관리가 필요하다. 종점측 자연사면 암괴노출부는 역학적인 형상이 불리하므로 주기적인 관찰이 필요함.
9	2010.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	양호	주요현황으로는 천단부 중·횡방향 균열 및 균열 보수부 재균열, 측벽부 타일 파손 및 균열, 조인트부 들뜸 및 박락, 공동구 덮개 파손, 포장부 손상(스케링, 스폐링), 절토사면부 표층파괴, 녹생토 유실, 산마루측구 균열 및 이격, 시점측 인장균열, 상부 자연사면부 수목 낙하위험 등이 발생한 상태이다. 기 발생한 손상현황에 대해서는 내구성 확보를 위한 보수가 필요하며 조인트부 들뜸현황은 탈락시 주행차량의 안전사고 위험을 내포하고 있으므로 유지관리가 필요하다. 종점측 자연사면 암괴노출부는 역학적인 형상이 불리하므로 주기적인 관찰이 필요함.
10	2010.12(하반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	양호	주요현황으로는 천단부 중·횡방향 균열 및 균열 보수부 재균열, 측벽부 타일 파손 및 균열, 조인트부 들뜸 및 박락, 공동구 덮개 파손, 포장부 손상(스케링, 스폐링), 절토사면부 표층파괴, 녹생토 유실, 산마루측구 균열 및 이격, 시점측 인장균열, 상부 자연사면부 수목 낙하위험 등이 발생한 상태이다. 기 발생한 손상현황에 대해서는 내구성 확보를 위한 보수가 필요하며 조인트부 들뜸현황은 탈락시 주행차량의 안전사고 위험을 내포하고 있으므로 유지관리가 필요하다. 종점측 자연사면 암괴노출부는 역학적인 형상이 불리하므로 주기적인 관찰이 필요함.
11	2011.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	양호	주요현황으로는 측벽부 타일 파손 및 균열, 조인트부 들뜸, 공동구 덮개 파손, 포장부 손상(스케링, 스폐링), 절토사면부 녹생토유실, 산마루측구 균열 및 이격, 시점측 상부 자연사면부 수목 낙하위험 등이 발생한 상태이다. 기 발생한 손상현황에 대해서는 내구성 확보를 위한 보수가 필요하며 조인트부 들뜸현황은 탈락시 주행차량의 안전사고 위험을 내포하고 있으므로 유지관리가 필요하다. 종점측 자연사면 암괴노출부는 역학적인 형상이 불리하므로 주기적인 관찰이 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, 2011년 5월 경에 기 발생한 손상에 대한 보수를 실시하였다. 주요현황으로는 천정부 열보수부 재균열, 측벽부 균열, 파손, 탈락, 누수 및 라이닝부에 균열, 조인트부 들뜸 및 덮개 파손, 공동구 덮개 파손, 포장부 스펀링 및 스켈링, 델리네이터 파손, 소화기함 스위치 덮개 파손, 사면부 표층유실, 수목전도 위험, 녹생토 유실, 암반 노출부 낙석위험, 배수로 균열 및 누수 등의 손상이 발생하였다. 기 발생한 손상은 내구성 확보를 위한 보수가 필요하며, 시점측 사면부에 발생한 표층유실은 우수 유입에 의한 추가 손상의 우려가 있으므로 보수 및 진전 유무에 대한 주의관찰이 요망된다.
13	2012.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	양호	청도1터널은 2011년 5월 경에 기 발생한 손상에 대한 전반적인 보수를 실시하였으며, 보수 상태는 양호하나, 일부 미보수된 손상은 내구성 증진 및 통행 차량의 안전성 확보를 위한 보수가 필요하다. 주요 손상현황으로는 라이닝 균열, 보수부 재균열, 측벽부 타일 균열, 파손 및 탈락, 조인트부 콘크리트 들뜸, 공동구 덮개 파손, 포장면 스펀링 및 스켈링, 시·종점부 사면에 침식, 표층유실, 수목전도 위험, 배수시설 균열 및 파손, 암괴노출 등이 조사되었다. 특히, 종점부 사면 상부자연사면에 발생한 암괴노출부는 절리방향이 불리하므로 진전에 대한 주의관찰이 필요하다.
14	2012.12(하반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	양호	청도1터널의 주요손상으로는 라이닝 균열 및 재균열, 측벽부 타일 균열, 파손 및 탈락, 조인트부 콘크리트 들뜸, 공동구 덮개 파손, 포장면 스펀링 및 스켈링, 시·종점부 사면에 침식, 표층유실, 수목전도 위험, 배수시설 균열 및 파손, 암괴노출 등이 조사되었다. 기 손상부는 내구성 증진 및 통행 차량의 안전성 확보를 위한 보수가 필요하다. 특히, 종점부 사면 상부자연사면에 발생한 암괴노출부는 절리방향이 불리하므로 진전에 대한 주의관찰이 필요하다.
15	2013.6(상반기) 정기점검	(주)아워브레인 유 근 무	양호	청도1터널의 주요손상으로는 라이닝 보수부 재균열, 측벽부 타일 균열 및 파손, 조인트부 콘크리트 들뜸 보수부 재손상, 공동구 덮개 파손, 포장면 스펀링 및 스켈링, 시·종점부 사면에 표층유실, 수목전도 위험, 배수시설 균열 및 파손, 암괴노출 등이 조사되었다. 기 손상부는 내구성 증진 및 통행 차량의 안전성 확보를 위한 보수가 필요하다. 특히, 종점부 사면 상부자연사면에 발생한 암괴노출부는 절리방향이 불리하므로 진전에 대한 주의관찰이 필요하다.

제 2 장 현장조사 및 시험

2.1 외관조사 결과

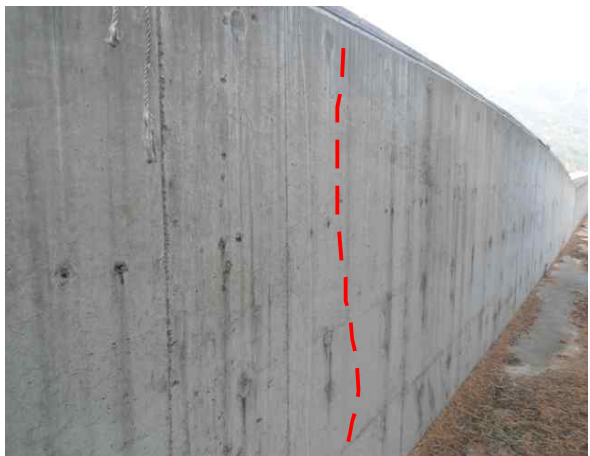
청도1터널은 경상북도 청도군 청도읍 유호리에 위치한 곡선형터널로, 터널의 연장은 상행선 560m, 하행선 575m로 2종 시설물에 해당된다. 터널의 본선은 NATM 공법으로 시공되었으며, 시점부 갱문은 Bell Mouth형, 종점부 갱문은 면벽식으로 시공되었다. 양측면 배수방식을 채택한 배수형 터널이고 환기방식은 자연환기방식이 적용되었다. 터널의 시·종점부 방향은 부산방향을 터널시점, 대구방향을 터널종점으로 하여 외관조사를 수행하였다.

대상시설물은 상·하행선 각 66개의 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 시점부가 Bell Mouth, 종점부는 면벽식으로 시공되었으며, 면벽식은 대리석으로 마감되었다. 전반적으로 양호한 상태이나, 시점부에 철근노출, 종점부에 갯문배면 균열이 일부 조사되었다.

			
위 치	상행선 시점부	위 치	상행선 시점부
현 황	갯문 전경	현 황	철근노출
			
위 치	하행선 종점부	위 치	하행선 종점측 갯문
현 황	전경	현 황	배면 균열

2.1.2 콘크리트 라이닝

1) 천정부

천정부는 폭 0.2~0.3mm 정도의 보수부 재균열이 일부 조사되었다. 기 발생된 균열에 대해서는 지속적인 주의관찰 후, 콘크리트 내구성 확보차원의 보수가 필요하다.

			
위 치	상행선 SPAN 49		
현 황	균열보수부 재균열 (폭 0.3mm)		
			
위 치	하행선 SPAN 16	위 치	하행선 SPAN 54
현 황	균열보수부 재균열 (폭 0.3mm)	현 황	균열보수부 재균열 (폭 0.3mm)

2) 측벽부

타일 마감 처리된 측벽은 타일 균열, 파손 및 누수가 일부 조사되었으며, 타일 상부 라이닝에 국부적인 균열이 확인되었다. 기 손상부는 지속적인 주의관찰이 필요하며, 일부 균열부는 터널의 내구성 확보를 위한 보수가 필요하다.

			
위 치	상행선 SPAN 7	위 치	하행선 SPAN 7
현 황	누수 흔적	현 황	타일균열
			
위 치	하행선 SPAN 56	위 치	하행선 SPAN 57
현 황	타일 파손	현 황	수직균열(폭 0.5mm)

3) 조인트부

조인트부는 국부적인 콘크리트 들뜸 및 재들뜸, 덮개 파손이 일부 조사되었다. 콘크리트 들뜸, 덮개파손부는 탈락시 하부 주행차량의 안전사고 위험성을 내포하고 있으므로 신속한 조치 및 보수가 필요하다.

			
위 치	상행선 JOINT 22	위 치	상행선 JOINT 40
현 황	콘크리트 들뜸(A=0.1*0.2)	현 황	콘크리트 들뜸(A=0.1*0.2)
			
위 치	하행선 JOINT 48	위 치	상행선 JOINT 7
현 황	콘크리트 들뜸(A=0.1*0.2)	현 황	조인트부 덮개 파손

4) 공동구

공동구 본체 내부는 침수 및 이물질 퇴적 등의 손상이 없는 상태이나, 국부적인 공동구 덮개 파손이 일부 조사되었다.

			
위 치	상행선 SPAN 40	위 치	상행선 SPAN 57
현 황	덮개 파손	현 황	덮개 파손
			
위 치	상행선 SPAN 4	위 치	하행선 SPAN 64
현 황	덮개 파손	현 황	덮개 파손

2.1.3 바닥부

1) 포장부

콘크리트로 시공된 포장면은 국부적인 스폴링 및 스켈링이 일부 조사된바, 내구성 확보 차원의 보수가 필요하다.

			
위 치	상행선 SPAN 1	위 치	하행선 SPAN 59
현 황	스폴링	현 황	스폴링

2) 배수시설

배수구는 좌·우측 바닥에 위치하고 있으며, 전반적으로 양호한 상태이나, 일부 배수구에 이물질 퇴적에 의한 배수구 막힘이 조사되었다.

	
위 치	상행선
현 황	배수구 이물질퇴적

2.1.4 기타 시설물(조명, 표지판, 소화전등)

- 조명은 천단부 양측으로 2열 설치되어 있고, 고정앵커부의 상태 및 작동상태 등 전반적으로 양호한 것으로 조사되었다.
- 차량의 주행안전성 및 시인성 향상을 위한 안전표지판 및 반사판, 교통신호시설 등의 설치상태는 양호한 상태이다.
- 소화시설은 전반적으로 양호상태로 확인되었다.

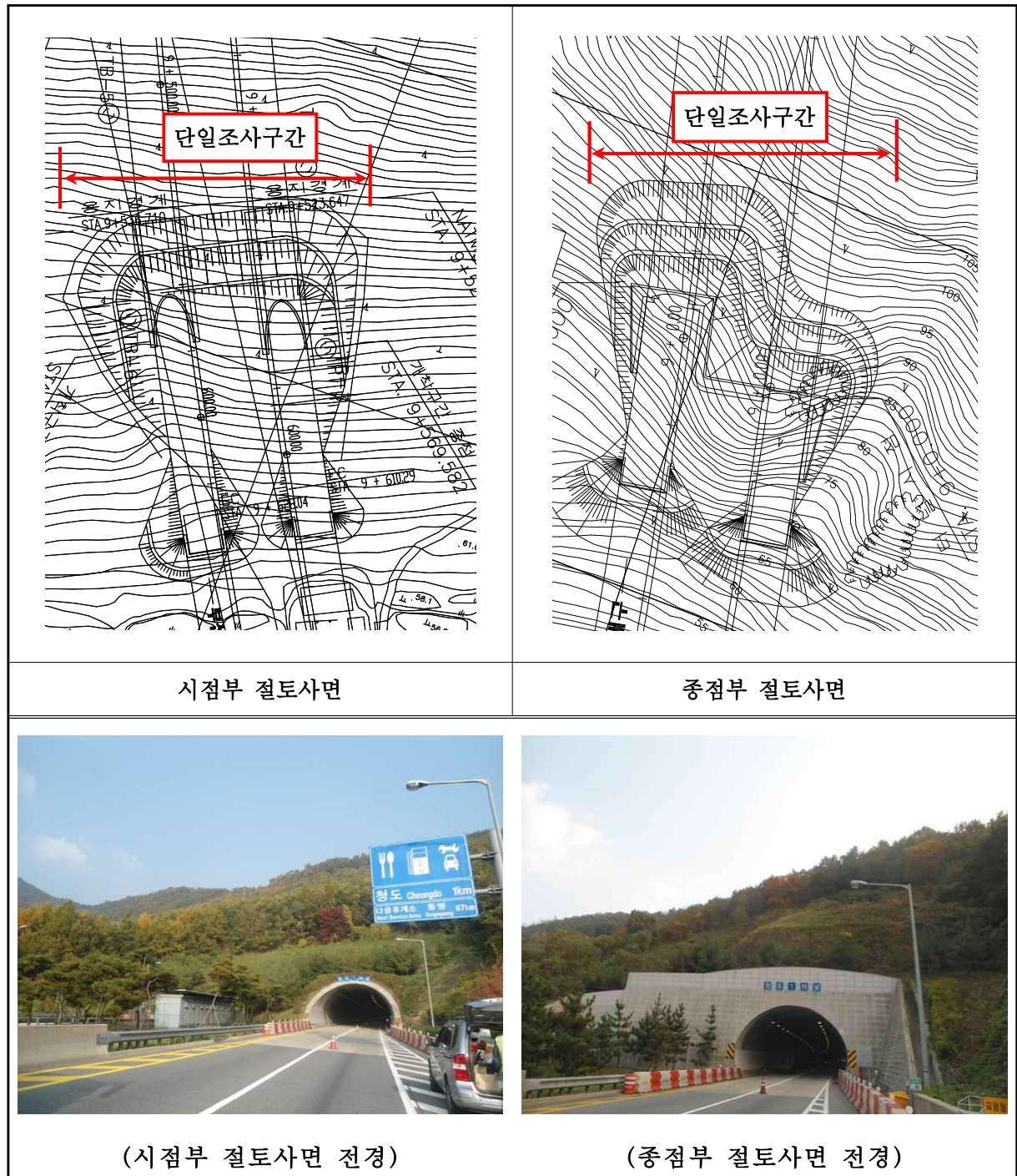
			
위 치	상행선	위 치	상행선
현 황	비상전화	현 황	전기시설
			
위 치	하행선	위 치	하행선
현 황	소화기함 전경	현 황	소화기함 내부 전경

2.1.5 터널부 절토사면

조사대상 절토사면은 연장 199m, 최대높이 34m인 시점부(부산측) 절토사면과 연장 66m, 최대높이 32m인 종점부(대구측) 절토사면으로 일반현황은 <표 2.1.1>와 같으며, 조사영역은 다음 <그림 2.1.1>와 같이 접속사면을 포함한 총 연장이 200m이하이고 접속사면에 손상이 발생되지 않은 양호한 상태이므로 별도로 조사구간을 분할하지 않았다.

<표 2.1.1> 청도1터널 시·종점부 절토사면 현황

시점부 절토사면	시설물명		청도1터널 시점부 절토사면	시설물구분	절토사면
	위 치	행정구역	경상북도 청도군 청도읍 유호리		
	제 원	연 장	199 m	높 이	34 m
		경사/방향	45/154	위 치	STA.44+921~44+996
	관리주체		신대구부산고속도로(주)	관리주체구분	민영기업
	주변 환경	인공구조물			
		주변지형	능선부	상부사면경사	
	시공 현황	준공년도	2006.2	시 공 자	현대산업개발(주)
		부대시설	산마루 측구, Bell Mouth식 갭문, 점검계단		
	비 고		거적덮기공법, 수목식재, 편책보수		
종점부 절토사면	시설물명		청도1터널 종점부 절토사면	시설물구분	절토사면
	위 치	행정구역	경상북도 청도군 청도읍 유호리		
	제 원	연 장	66 m	높 이	32 m
		경사/방향	60/349	위 치	STA.45+502~45+572
	관리주체		신대구부산고속도로(주)	관리주체구분	민영기업
	주변 환경	인공구조물			
		주변지형	능선부	상부사면경사	
	시공 현황	준공년도	2006.2	시 공 자	현대산업개발(주)
		부대시설	산마루 측구, 면벽식 갭문, 점검계단		
	비 고		녹생토, 거적덮기, 수목식재		



<그림 2.1.1> 조사구간 분할도

1) 청도1터널 시점부(부산측) 절토사면

- 보호공은 녹생토가 전반적으로 시공되어 있으며 2·3단 사면 우측 일부구간에 거적덮기가 Bell Mouth주변과 1단 소단에는 수목식재가 시공됨.
- 갯문 배후 4단 사면에 기 발생한 인장균열부는 현재 식생이 양호.
- 상부자연사면에 국부적인 표층유실 및 수목전도 위험이 조사되었으며, 배수로 균열 및 파손이 일부 확인됨.
- 갯문 배후사면은 큰 유역면적으로 우수 유입에 의한 기 손상부의 추가 손상 우려가 있으므로 보수가 필요하며, 진전 여부에 대한 주의관찰이 요망된다.

			
위 치	자연사면부 STA.0+30	위 치	자연사면부 STA.0+30
현 황	표층유실	현 황	수목 전도 위험
			
위 치	자연사면부 STA.0-20	위 치	배수로
현 황	표층유실	현 황	산마루측구 전경

2) 청도1터널 종점부(대구측) 절토사면

- 보호공은 녹생토공법이 적용되었으며, 1소단에는 수목식재가 시공되어있다. 상행선 갭문 좌측사면 일부에는 거적덮기가 시공됨.
- 2단 사면부에 녹생토 유실 및 하부 퇴적이 전반적으로 발생된 상태임.
- 산마루측구 일부에서 균열 및 누수 등의 손상이 국부적으로 발생.
- 상부 자연사면부의 암피노출부는 낙석 가능성은 적으나, 역학적 형상이 불리하므로 주의관찰이 필요함.

			
위 치	2단 사면부 STA.0-25~+25		
현 황	녹생토 유실 및 배수로 퇴적		
			
위 치	자연사면부 STA.0+10	위 치	갭문 배수로 STA.0-25
현 황	암피 노출	현 황	실란트 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 철근노출, 배면 균열, 실란트 파손 ■ 천정부 보수부 재균열 ■ 측벽부 타일 균열, 파손 및 라이닝부 균열, 누수 ■ 조인트부 콘크리트 들뜸 ■ 공동구 덮개 파손 ■ 포장부 스펀링 및 스퀘링 ■ 시·종점측 사면부는 표층유실, 녹생토 유실, 수목전도위험, 절리부 누수, 암괴 노출 및 산마루측구 균열, 단차	■ 갹문 철근노출, 배면 균열 ■ <u>갹문 배수로 실란트 파손 보수</u> ■ 천정부 보수부 재균열 ■ 측벽부 타일 균열, 파손 및 라이닝부 균열, 누수 ■ 조인트부 콘크리트 들뜸 및 덮개 파손 ■ 공동구 덮개 파손 ■ 포장부 스펀링 및 스퀘링 ■ 시·종점측 사면부는 표층유실, 녹생토 유실, 수목전도위험, 절리부 누수, 암괴 노출 및 산마루측구 균열, 단차
라이닝부에 기 보수부 재균열, 들뜸이 일부 조사되었으며, 사면부에 표층유실, 녹생토유실, 수목전도위험 등이 발생한 상태이다. 기 발생한 손상은 내구성 확보 차원의 보수가 필요하며, 진전 유무에 대한 주의관찰이 요망된다.	

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	49.70	22.6	26.7	24.7	
	2	라이닝	S65 천정부	49.40	22.4	26.5	24.4	
하 행 선	3	라이닝	S2 천정부	49.10	22.2	26.2	24.2	
	4	라이닝	S65 천정부	50.05	22.8	27.0	24.9	

콘크리트 강도 측정 결과, 라이닝은 약 24.2~24.9Mpa(평균 24.6Mpa, 101%~104%) 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 천단부	8	6	50	44	a
	2	라이닝	S65 천단부	8	3	50	47	a
하 행 선	3	라이닝	S2 천단부	8	3	50	47	a
	4	라이닝	S65 천단부	8	5	50	45	a

라이닝 요소에서 측정된 콘크리트 탄산화 심도는 약 3mm~6mm(평균 4mm) 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 연장은 상행선 571m, 하행선 557m의 철근 및 무근콘크리트 라이닝으로 시공된 NATM 터널로서 상태평가지 SPAN 연장은 손상의 발생 형태 및 빈도를 고려하여 5~10m 정도로 분할하였다. 터널의 상태평가는 『안전점검 및 정밀안전진단 세부 지침(터널편), 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 [S10-63]	1.06	0	0	0.06	0	0	0	0	0	1.11	0.04	a
철근 구간 [S1-9, 64-66]	0	0.08	0	0	0	0	0	0	0	0.08	0	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 [S9-63]	0.46	0	0	0.06	0	0	0	0	0	0.52	0.02	a
철근 구간 [S1-8, 64-66]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	a

3.1.2 터널 주변상태 결함점수 산정

1) 상행선

항 목	배수상태	지반상태	갱문상태	공동구상태	특수조건	합 계
결함점수	0	1	0.5	0.5	0	2

2) 하행선

항 목	배수상태	지반상태	갯문상태	공동구상태	특수조건	합 계
결함점수	0	1	0.5	0.5	0	2

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	1.06	0	0	0.06	0	0	0	1	0.5	0.5	0	3.12	0.09	0.08	1.00	0.08	A
철근	0	0.08	0	0	0	0						2.08	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	0.46	0	0	0.06	0	0	0	1	0.5	0.5	0	2.52	0.08	0.07	1.00	0.07	A
철근	0	0	0	0	0	0						2	0.05				

3.2 안전등급 지정

청도1터널에 대한 정밀점검결과 안전등급은 “A” 등급의 우수한 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		▪ 시종점측 갱구형식은 Bell Mouth 및 면벽식으로 시공되어 있으며, 철근노출, 갱문배면 균열이 일부 발생
	콘크리트 라이닝	천 정 부	▪ 천정부에 폭 0.2~0.3mm 정도의 보수부 재균열 발생
		측 벽 부	▪ 타일 마감 처리된 측벽은 타일 균열, 파손 및 누수 발생 ▪ 타일 상부 라이닝에 균열 일부 발생
		조인트부	▪ 조인트부 일부에서 들뜸 및 덮개 파손이 국부적으로 발생
		공 동 구	▪ 공동구 내부는 침수 및 이물질 퇴적 등의 손상이 없는 양호한 상태임 ▪ 공동구 덮개에 국부적인 파손 발생
	바닥부	포 장 부	▪ 콘크리트로 시공된 포장면은 일부에서 스폐링 및 스킐링 발생
		배수시설	▪ 내부 좌·우측의 배수시설은 일부 배수구에 이물질퇴적 발생
	기타 시설물	조명시설 표지판 소화전등	▪ 터널내 조명시설, 소화전, 각종표지판등은 전반적으로 양호한 상태임
	터널부 사면	시점측	▪ 표층유실, 수목전도 위험, 배수로 균열 및 파손 발생
		종점측	▪ 녹생토 유실 및 하부퇴적, 암반 노출, 산마루측구 균열, 누수 발생
비 파 괴 시 험	콘크리트 강 도		▪ 콘크리트 라이닝 : 24.2~24.9Mpa, (설계강도 24Mpa)
			평 가 콘크리트 강도는 설계기준강도를 상회하는 양호한 수준임
	콘크리트 탄 산 화		▪ 콘크리트 라이닝 : 3~6mm (피복두께 50mm)
			평 가 탄산화 정도가 시설물의 내구성에 미치는 영향은 미미한 수준임
상태 평가	환산결함도 점수		▪ 상행선 0.08 ▷ 「A」 등급 · 하행선 0.07 ▷ 「A」 등급

4.2 결 언

청도1터널에 대한 정밀점검 결과, 본 시설물은 문제점이 없는 최상의 상태인 “A” 등급의 우수한 상태로 평가되었다. 주요현황으로는 천정부 재균열, 측벽부 타일균열 및 파손, 누수 및 라이닝부 균열, 조인트부 들뜸 및 덮개 파손, 공동구 덮개 파손, 포장부 스폐링 및 스켈링, 사면부 표층유실, 수목전도 위험, 녹생토 유실, 암반 노출, 배수로 균열 및 누수 등의 손상이 발생하였다. 기 발생한 손상은 내구성 확보를 위한 보수가 필요하며, 지속적인 주의관찰이 요망된다.

제 5 장 보수 및 유지관리 방안

5.1 보수 방안

청도1터널은 2006년 2월에 준공되어 현재 공용중인 터널으로 연장 상행선 571m, 하행선 557m의 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
천단부	재균열	0.3mm미만	M (개소)	18 (2)	표면처리공법	
		0.3mm이상	M (개소)	64 (8)	수지주입공법	
	콘크리트 들뜸		M ² (개소)	0.11 (4)	단면보수공법	
	덮개손상		개소	1	정 비	
측벽부	누수		M ² (개소)	0.03 (1)	주의관찰	
	타 일	균 열	개소	26	교 체	
		파 손	개소	11	교 체	
갹문부	철근 노출		개소	2	주의관찰	
공동구	덮개 파손		개소	59	교 체	
포장부	스폴링		M ² (개소)	0.31 (14)	단면보수공법	
	스켈링		M ² (개소)	0.19 (2)	단면보수공법	

[표 5.1.2] 하행선 손상현황에 대한 보수 일람표

구 분	손 상 현 황		단 위	합 계	보수공법	비고
천단부	재균열	0.3mm이상	M (개소)	27 (3)	수지주입공법	
	콘크리트 들뜸		M ² (개소)	0.1 (3)	단면보수공법	
측벽부	균 열	0.3mm이상	M (개소)	1.5 (1)	수지주입공법	
	타 일	균 열	개소	9	교 체	
		파 손	개소	14	교 체	
공동구	덮개 파손		개소	46	교 체	
포장부	스폴링		M ² (개소)	0.53 (15)	단면보수공법	

[표 5.1.3] 시점측 터널부사면 손상현황에 대한 보수 일람표

손상유형	위치 및 수량	조치내용	비고
표층유실	정면 STA.0+25m 4단 인장균열 L=10m	주의관찰	
	정면 STA.0+30m 자연사면 침식 및 수목전도위험	주의관찰, 벌목	
	정면 STA.0-20m 자연사면 표층유실 A=3m*10m	주의관찰	
낙석위험			
배수시설	산마루측구 균열 L=3m (2EA)	균열보수	
수 목			
기 타	정면 STA.0+15m 갯문 철근노출 (2EA)	주의관찰	

[표 5.1.4] 종점측 터널부사면 손상현황에 대한 보수 일람표

손상유형	위치 및 수량	조치내용	비고
표층유실	STA.0-25m~+25m 2단 녹생토유실 A=50m*10m	주의관찰	
낙석위험	STA.0+10m 자연사면 압괴노출	주의관찰	
배수시설	산마루측구 균열 L=5m (3EA)	균열보수	
	STA.0+35m 산마루측구 파손 및 단차	단면보수	
	STA.0-10m 배수로 토사퇴적	정비	
수 목			
기 타	STA.0-20m 자연사면 절리부 누수	주의관찰	
	STA.0+15m 갯문배면 수직균열 L=2.0m	균열보수	

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, 형태 등]	육안조사
공동구	◦ 공동구 덮개 파손	· 진전 여부	육안조사
포장부	◦ 스폐링 및 스켈링	· 진전 여부	육안조사
기타시설	◦ 전기시설, 소화전, 배수구	· 작동 및 정차 상태 · 오염 및 부식 진전여부	육안조사
사면부	◦ 시·종점측 표층유실, 녹생토 유실, 수목 전도위험, 배수로 균열 및 파손	· 진전 여부	육안조사