

제 출 문

신대구부산고속도로 주식회사 귀중

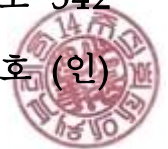
귀사에서 의뢰하신 『2015년 하반기 시설물 안전점검용역(1구간 정밀안전진단)』을 성실히 수행하고 청도2터널(대구, 부산)의 결과를 본 보고서에 수록하여 부속자료와 함께 제출합니다.

2015년 12월

주식회사 아워브레인

서울시 강남구 역삼로 542

대표이사 김정호 (인)



청도2터널(대구) 정밀안전진단 결과표

가. 일반현황					
용역명	2015년 하반기 시설물 안전점검용역(1구간 정밀안전진단)	진단기간	2015. 08. 05 ~ 2015. 12. 31		
관리주체명	신대구부산고속도로(주)	대표자	정 상 호		
공동수급	독자수행 100%	계약방법	일반경쟁		
시설물 구분	터널	종 류	도로터널	종 별	1종
준공일	2006년 02월 10일	진단금액 (천원)	59,400	안전등급	B
시설물 위치	경상북도 청도군 청도읍 덕암리 (부산기점 68.8km)	시설물 규모	L=1,550m, B=11.7m H=8.4m(2차로)		
나. 진단 실시결과 현황					
중대결함	· 없음				
진단 주요결과	· 천정부 중·횡방향 균열 및 균열보수부 재균열 · 타일벽체 균열 및 타일탈락, 타일파손 · 조인트부 반달형 균열, 콘크리트 들뜸 · 공동구 덮개 및 벽체 파손, 옥외공동구 누수 및 체수 · 포장부 스폐링 및 스켈링, 파손, 균열, 망상균열 · 시·중점측 절토사면 산마루측구 균열 및 녹생토 유실, 전석 적치, 뜯돌				
주요 보수·보강	· 균열부 주입보수공법, 조인트부 들뜸 깨어내기 · 타일정비 정비				
다. 책임(참여)기술자 현황					
구분	성명	과업 참여기간	기술등급		
사업책임	성 태 균	2015. 08. 05 ~ 2015. 12. 31	특급기술자		
분야별책임	인 승 철	2015. 08. 05 ~ 2015. 12. 31	특급기술자		
참여기술자	서영노외 5인	2015. 08. 05 ~ 2015. 12. 31	고급기술자		
라. 참고사항					

청도2터널(대구) 정밀안전진단 실시결과 요약표

책임기술자 종합의견	
▪ 청도2터널(대구)은 재료적·시공적 특성에 의해 비구조적인 손상 및 결함이 일부 조사되었으나, 구조적 안전성을 저하시킬 만한 손상은 없었으며, 내구성 저하는 없는 상태로 조사됨. 다만, G.P.R탐사시 일부 국소부위에서 라이닝 두께가 시방기준에 미달되고 있는 구간이 확인되었으나, 두께부족으로 인한 손상은 없었으며, 이상 손상 발생 여부에 대하여 지속적인 주의관찰이 필요함 ▪ 상태평가 결과 "B(0.215)"로 평가됨 ▪ 수치해석에 의한 안전성평가는 허용기준치 이내였으며, 구조검토에 의한 안전성평가는 최소안전율이 1.47이상으로 확인되어 "A"로 평가됨 ▪ 안전등급은 B등급(양호)으로 평가되었으며, 제시된 바와 같이 보수를 실시하고 지속적인 유지관리가 수행된다면, 시설물의 안전성 및 사용성에는 문제가 없을 것으로 판단됨	
책임기술자 : 성 태 	

가. 정밀안전진단 외관조사 결과 기본사항

상태평가 결과 및 보수·보강				상태평가 결과 : B
결함발생 부재		상태평가 결과	결함종류	보수·보강(안)
라이닝	철근구간	a	- 균열, 들뜸	- 주입보수 - 깨어내기
	무근구간	a	- 균열, 들뜸	- 주입보수 - 깨어내기
주변 상태	공 동 구	0.5	- 덮개파손	- 지속관찰
	지반상태	1	- 영향범위 외	- 지속관찰
기타	포 장 부	-	- 스켈링, 스폐링, 균열	- 지속관찰
	부대시설	-	- 옥외공동구 누수, 누수흔적	- 지속관찰
	시·중점측사면부	-	- 산마루측구 균열, 녹생토 유실	- 주입보수공법 - 지속관찰

나. 안전성평가 결과

안전성평가 수행 부재	해석방법	안전성평가 결과 요약	안전율	안전성평가 결과
라이닝	강도설계법	최소 안전율 1.47으로 양호	1.0이상	A

다. 내진성능 검토 수행 여부

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
해당사항 없음	미적용	-	-

라. 현장시험(비파괴 및 추가시험)

시 험 명	시험부위		시험 결과	비 고
비파괴 강도 (MPa)	라이닝	반발경도	24.1~27.0	▪ 설계기준강도 대비 100%이 상으로 공용년수 경과에 따 른 콘크리트강도 저하는 없 는 것으로 판단됨
		초음파	24.8~31.7	
철근탐사 (mm)	라이닝 주철근	배근간격	123.0~127.0	▪ 전반적으로 철근간격 및 피 복두께가 설계값과 근사함
		피복두께	51.0~58.0	
	라이닝 배력철근	배근간격	192.0~208.0	
		피복두께	54.0~59.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	라이닝	탄산화깊이	2.0~7.0	▪ 잔여깊이가 30mm이상“a등급” 으로 탄산화로 인한 내구성 저하 가능성은 없는 것으로 검토됨
		진여깊이	47.0~56.0	
염화물 함유량시험 (kg/m³)	라이닝	Cl⁻(%)	0.0006~0.0038	▪ 염화물 함유량은 0.3kg/m³ 이 하로 확인되어 염화물로 인한 내구성 저하 가능성은 없는 것 으로 검토됨
		Cl⁻(kg/m³)	0.013~0.086	
균열깊이 (mm)	라이닝	균열깊이	26.0	▪ 균열깊이가 최소 파복두께까지 진행되지 않은 것으로 확인되 어 균열로 인한 내구성 저하는 없는 것으로 판단됨
		피복두께	55.0	

청도2터널(대구) 현황표

작성일 : 2015년 12월 31일

구 분	내 용	구 분	내 용
시설물번호	청도2터널(대구) TU2006-0000222	관리번호	dbw T.13
노 선 명	고속국도55호선	시 행 자	신대구부산고속도로(주)
시 점	경상북도 청도군 청도읍 덕암리 [부산기점 68.8k]	종 점	경상북도 경산시 남천면 하도리 [부산기점 70.4k]
터널형식	NATM	관리주체	신대구부산고속도로(주)
차 선 수	2차로	환기방식	Jet-Fan
연 장	1,550m	설 계 사	극동엔지니어링(주)
내공단면	폭 : 11.7m, 높이 : 8.4m	시 공 사	금호건설(주)
배수형식	THP관 Ø400, 유공관 Ø200	감 리 사	한국건설관리공사, (주)용마ENG (주)동일기술공사
종단기울기	+1.5665%	착 공	2001년 10월 17일
평균선형	직선	준 공	2006년 2월 10일
연결통로	-	개문형식	Bell Mouth, 면벽식
주요공법	샷크리트, 락볼트	보조공법	Fore poling, Pipe Roof Fre-Grouting

청도2터널(부산) 정밀안전진단 결과표

가. 일반현황					
용역명	2015년 하반기 시설물 안전점검용역(1구간 정밀안전진단)	진단기간	2015. 08. 05 ~ 2015. 12. 31		
관리주체명	신대구부산고속도로(주)	대표자	정상호		
공동수급	독자수행 100%	계약방법	일반경쟁		
시설물 구분	터널	종류	도로터널	종별	1종
준공일	2006년 02월 10일	진단금액 (천원)	59,400	안전등급	B
시설물 위치	경상북도 청도군 청도읍 덕암리 (부산기점 68.8k)	시설물 규모	L=1,550m, B=11.7m H=8.4m(2차로)		
나. 진단 실시결과 현황					
중대결함	· 없음				
진단 주요결과	· 천정부 종·횡방향 균열 및 균열보수부 재균열 · 측벽부 타일 균열 및 타일탈락, 파손 · 조인트부 반달형 균열, 콘크리트 들뜸 · 공동구 덮개 및 벽체 파손 · 포장부 스폐링 및 스켈링, 표면박리, 균열 · 시·종점측 절토사면 산마루측구 균열 및 녹생토 유실, 전석 적치, 뜬돌 · 집수정 막힘(배수구 이물질퇴적)				
주요 보수·보강	· 균열부 주입보수공법, 조인트부 들뜸 깨어내기 · 집수정 정비				
다. 책임(참여)기술자 현황					
구분	성명	과업 참여기간		기술등급	
사업책임	성태균	2015. 08. 05 ~ 2015. 12. 31		특급기술자	
분야별책임	인승철	2015. 08. 05 ~ 2015. 12. 31		특급기술자	
참여기술자	서영노외 5인	2015. 08. 05 ~ 2015. 12. 31		고급기술자	
라. 참고사항					

청도2터널(부산) 정밀안전진단 실시결과 요약표

책임기술자 종합의견	
▪ 청도2터널(부산)은 재료적·시공적 특성에 의해 비구조적인 손상 및 결함이 일부 조사되었으나, 지형적·구조적으로 불리한 위치에 집중되지 않고 다양하게 분포하고 있었으며, 내구성 저하는 없는 상태로 조사됨 ▪ G.P.R탐사시 일부 국소부위에서 라이닝 두께가 시방기준에 미달되고 있는 것으로 확인되었으나, 두께 부족으로 인한 손상은 없었으며, 이상 손상 발생 여부에 대하여 지속적인 주의관찰이 필요함 ▪ 상태평가 결과 "B(0.232)"로 평가됨 ▪ 수치해석에 의한 안전성평가는 허용기준치 이내였으며, 구조검토에 의한 안전성평가는 최소안전율이 1.30이상으로 확인되어 "A"로 평가됨 ▪ 안전등급은 B등급(양호)으로 평가되었으며, 제시된 바와 같이 보수를 실시하고 지속적인 유지관리가 수행된다면, 시설물의 안전성 및 사용성에는 문제가 없을 것으로 판단됨	
책임기술자 : 성 태 	

가. 정밀안전진단 외관조사 결과 기본사항

상태평가 결과 및 보수·보강				상태평가 결과 : B
결함발생 부재		상태평가 결과	결함종류	보수·보강(안)
라이닝	철근구간	a	- 균열, 들뜸	- 주입보수 - 깨어내기
	무근구간	a	- 균열, 들뜸	- 주입보수 - 깨어내기
주변 상태	공 동 구	0.5	- 덮개 파손	- 지속관찰
	지반상태	1	- 영향범위 외	- 지속관찰
기타	포 장 부	-	- 스켈링, 스폐링, 균열	- 지속관찰
	부대시설	-	- 옥외공동구 누수, 누수흔적	- 지속관찰
	시·중점측사 면 부	-	- 산마루측구 균열, 녹생토 유실	- 주입보수공법 - 지속관찰

나. 안전성평가 결과

안전성평가 수행 부재	해석방법	안전성평가 결과 요약	안전율	안전성평가 결과
라이닝	강도설계법	최소 안전율 1.30으로 양호	1.0이상	A

다. 내진성능 검토 수행 여부

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
해당사항 없음	미적용	-	-

라. 현장시험(비파괴 및 추가시험)

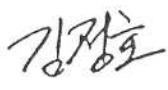
시 험 명	시험부위		시험 결과	비 고
비파괴 강도 (MPa)	라이닝	반발경도	24.1~27.7	▪ 설계기준강도 대비 100%이 상으로 공용년수 경과에 따 른 콘크리트강도 저하는 없 는 것으로 판단됨
		초음파	26.2~30.7	
철근탐사 (mm)	라이닝 주철근	배근간격	123.0~125.0, 198.0~203.0	▪ 전반적으로 철근간격 및 피 복두께가 설계값과 근사함
		피복두께	50.0~59.0	
	라이닝 배력철근	배근간격	198.0~203.0	
		피복두께	44.5~56.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	라이닝	탄산화깊이	3.0~9.0	▪ 잔여깊이가 30mm이상“a등급” 으로 탄산화로 인한 내구성 저하 가능성은 없는 것으로 검토됨
		진여깊이	44.5~56.0	
염화물 함유량시험 (kg/m³)	라이닝	CI(%)	0.0007~0.0020	▪ 염화물 함유량은 0.3kg/m³ 이 하로 확인되어 염화물로 인한 내구성 저하 가능성은 없는 것 으로 검토됨
		CI(kg/m³)	0.016~0.046	
균열깊이 (mm)	라이닝	균열깊이	124.0	▪ 균열깊이가 부재 두께를 관통 하지 않은 것으로 확인되어 균 열로 인한 내구성 저하는 경미 할 것으로 판단됨
		부재두께	300.0	

청도2터널(부산) 현황표

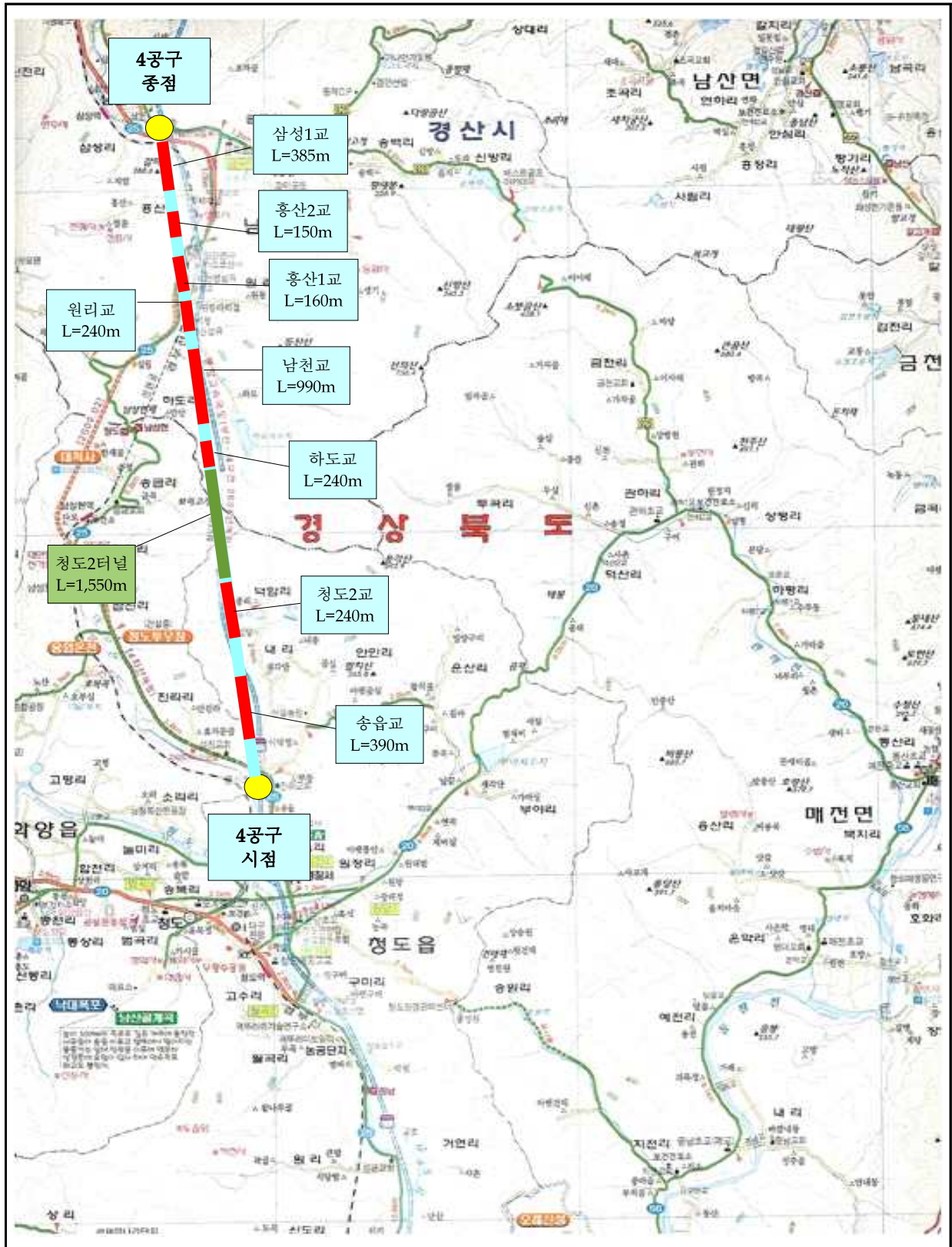
작성일 : 2015년 12월 31일

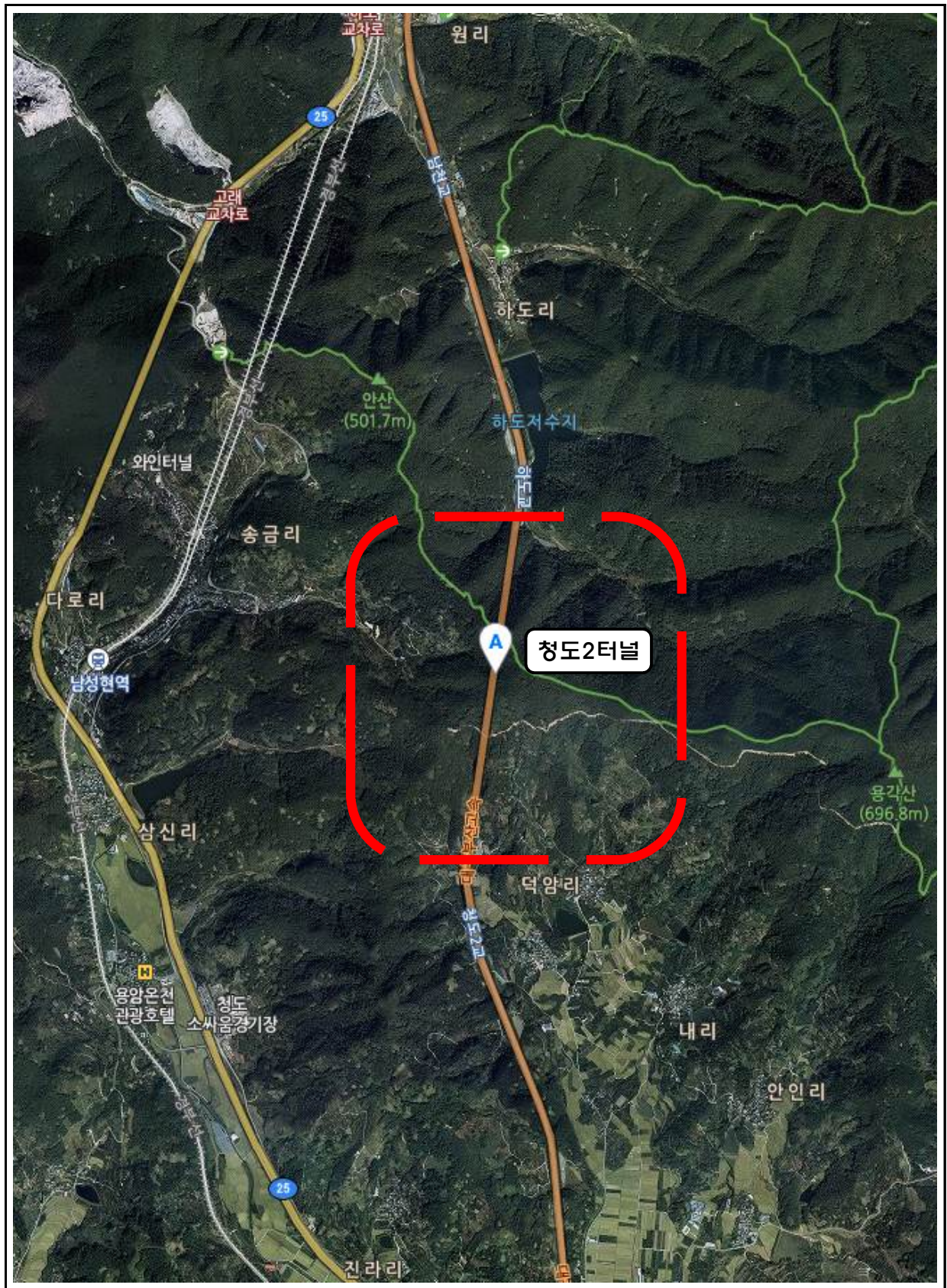
구 분	내 용	구 분	내 용
시설물번호	청도2터널(부산) TU2006-0000223	관리번호	dbw T.13
노 선 명	고속국도55호선	시 행 자	신대구부산고속도로(주)
시 점	경상북도 청도군 청도읍 덕암리 [부산기점 68.8k]	종 점	경상북도 경산시 남천면 하도리 [부산기점 70.4k]
터널형식	NATM	관리주체	신대구부산고속도로(주)
차 선 수	2차로	환기방식	Jet-Fan
연 장	1,550m	설 계 사	극동엔지니어링(주)
내공단면	폭 : 11.7m, 높이 : 8.4m	시 공 사	금호건설(주)
배수형식	THP관 Ø400, 유공관 Ø200	감 리 사	한국건설관리공사, (주)용마ENG (주)동일기술공사
종단기울기	-1.5652%	착 공	2001년 10월 17일
평균선형	직선	준 공	2006년 2월 10일
연결통로	-	개문형식	Bell Mouth, 면벽식
주요공법	숏크리트, 락볼트	보조공법	Fore poling, Pipe Roof Fre-Grouting

정밀안전진단 참여기술진

참여구분	소 속	직 위	성 명	참여기간	서 명
책임기술자	(주)아워브레인	이 사	성 태 군	8월05일~12월31일 (149일)	
분야별 책임기술자	"	부 장	인 승 철	8월05일~12월31일 (149일)	
참여기술자	"	이 사	김 정 호	8월05일~12월31일 (149일)	
	"	부 장	서 영 노	8월05일~12월31일 (149일)	
	"	과 장	곽 민 수	8월05일~12월31일 (149일)	
	"	과 장	정 지 운	8월05일~12월31일 (149일)	
	"	과 장	유 정 완	8월05일~12월31일 (149일)	
	"	대 리	황 상 윤	8월05일~12월31일 (149일)	

시설물 위치도





○ 시설물 위치 : 경상북도 청도군 청도읍 덕암리(부산기점 68.8k)

시설물의 전경사진(1)



시점부 갭문



종점부 갭문

시설물의 전경사진(2)



내부 전경



포장부 전경

시설물의 전경사진(3)



공동구 전경



타일벽체 전경

정밀안전진단 결과 요약문

1. 과업의 개요

1.1 과업의 목적

본 과업은 “시설물의 안전관리에 관한 특별법”(이하 “시특법”이라 한다.) 제7조 및 동법 시행령 제9조에 의한 정밀안전진단으로서 시설물의 물리적·기능적 결함과 손상을 조사·측정하고 원인을 분석하여 신속하고 적절한 조치를 취하며, 상태 및 구조적 안전성, 사용성을 종합적으로 검토·평가하여 적절한 보수·보강 방법 및 유지관리방안을 수립하여, 고속도로 시설물의 재난 예방과 안전성 확보를 통해 공공의 안전을 확보하는데 그 목적이 있다.

1.2 과업의 범위

가. 정밀안전진단

- 1) 자료수집 및 분석
- 2) 현장조사 및 시험
- 3) 상태평가
- 4) 안전성평가
- 5) 종합평가 및 안전등급 지정
- 6) 보수·보강방법 및 유지관리방안 제시
- 7) 보고서 작성
- 8) 신축이음장치 및 슈 점검(사진, 신축량 등)은 별도 시행방안에 따라 결과물 작성 및 제출
- 9) 교량 및 터널 하자보고서 작성
- 10) 선택과업 : 대상시설 별첨(구조해석, GPR탐사, 단면측량, 내공변위 등)

나. 과업기간

2015. 08. 05 ~ 2015. 12. 31

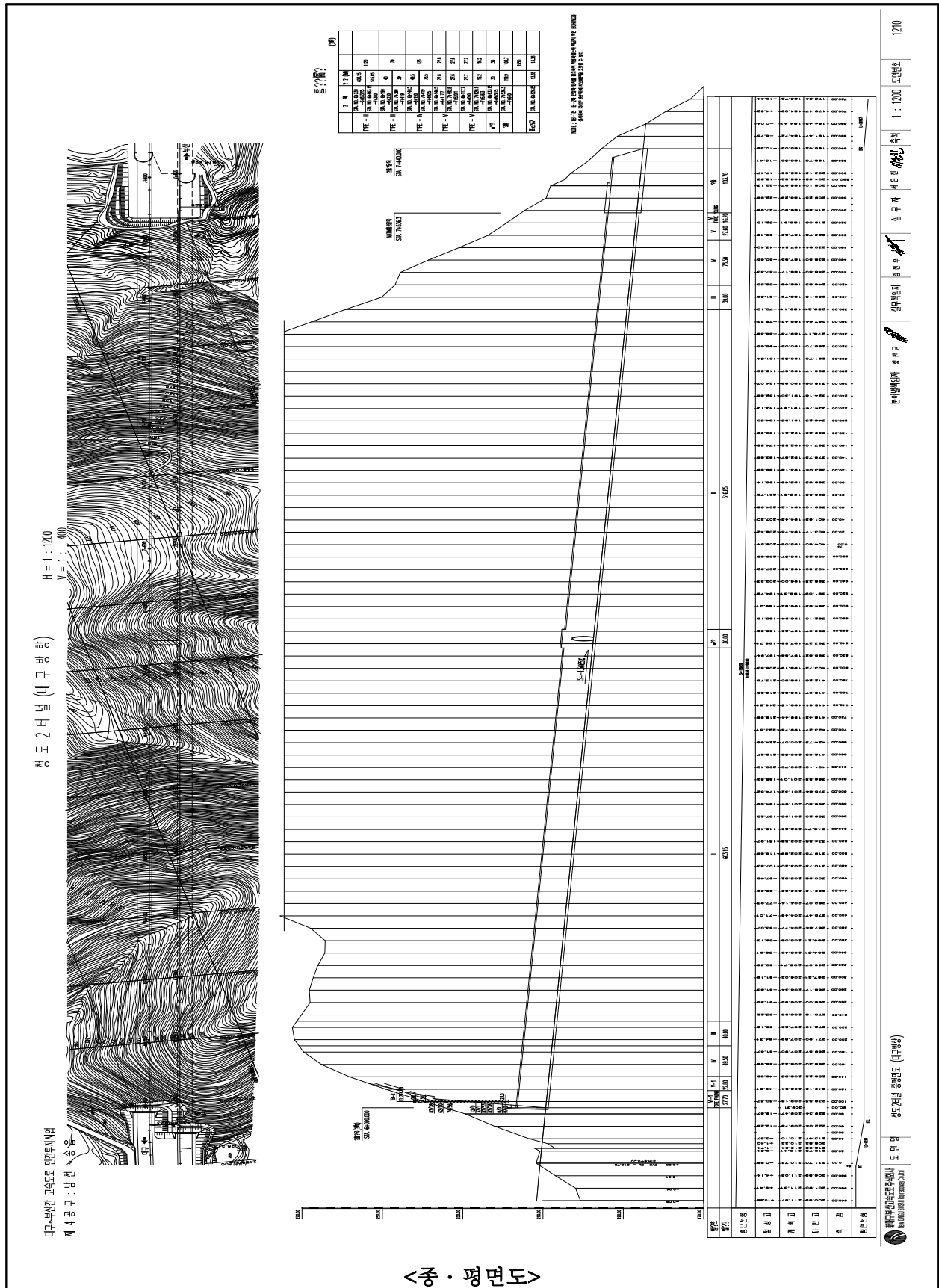
1.3 시설물의 개요

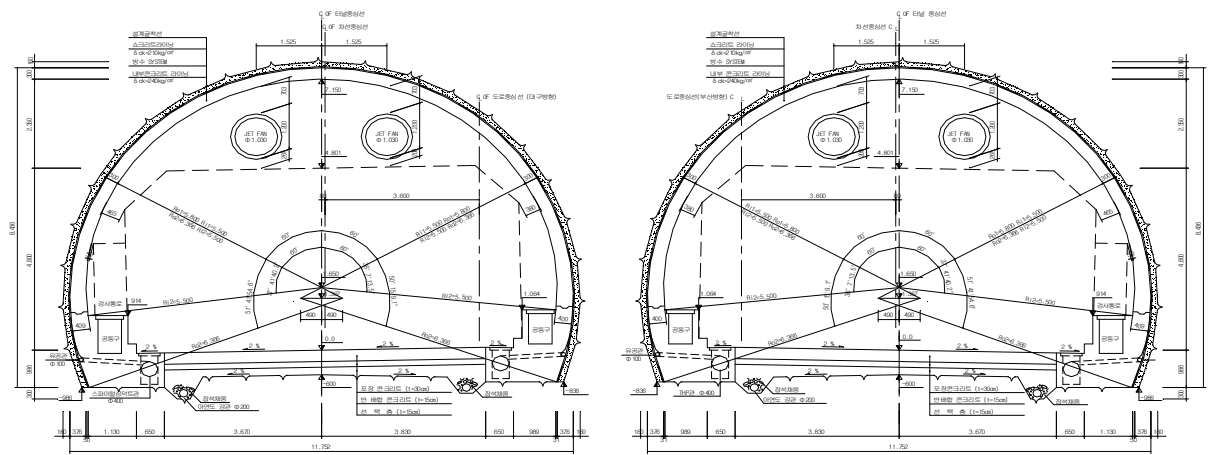
가. 대구방향

1) 시설물의 현황

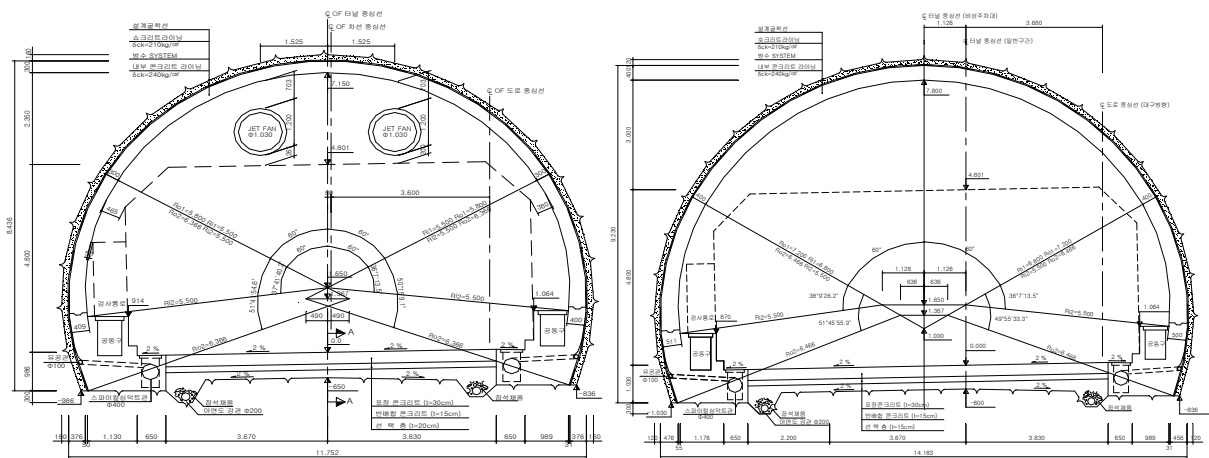
구 분	내 용	구 분	내 용
시설물번호	청도2터널(대구) TU2006-0000222	관리번호	dbw T.13
노 선 명	고속국도55호선	시 행 자	신대구부산고속도로(주)
시 점	경상북도 청도군 청도읍 덕암리 [부산기점 68.8k]	종 점	경상북도 경산시 남천면 하도리 [부산기점 70.4k]
터널형식	NATM	관리주체	신대구부산고속도로(주)
차 선 수	2차로	환기방식	Jet-Fan
연 장	1,550m	설 계 사	극동엔지니어링(주)
내공단면	폭 : 11.7m, 높이 : 8.4m	시 공 사	금호건설(주)
배수형식	THP관 Ø400, 유공관 Ø200	감 리 사	한국건설관리공사, (주)용마ENG (주)동일기술공사
종단기울기	+1.5665%	착 공	2001년 10월 17일
평균선형	직선	준 공	2006년 2월 10일
연결통로	-	개문형식	Bell Mouth, 먼벽식
주요공법	샷크리트, 락볼트	보조공법	Fore poling, Pipe Roof Fre-Grouting

2) 시설물의 주요도면



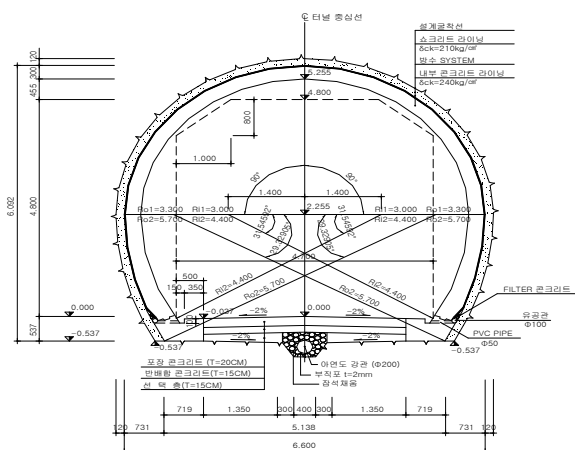


<표준단면>



<동상방지층 구간>

<비상주차대 구간>



<피난연결통로 구간>

표 준 지 보 패 턴 도

구 분	지 보 패 턴 1	표 준 단 면	지 보 패 턴 2	표 준 단 면	지 보 패 턴 3	지 보 패 턴 4
표 준 단 면						
대 상 토 질	경 양 토		보 통 양 토		연 양 토	충 화 양 토
결 작 공 법 / 1 회 결 작 량	전 단 면 / 3.5 m		전 단 면 / 2.0 m		전 단 면 / 2.0 m	전 단 면 / 2.0 m
지 보	5.0 m		5.0 m		8.0 m	12.0 m
벽	3.0 m		3.0 m		4.0 m	4.0 m
보 통	1000mm		3.0 m		2.0 m	1.5 m
토 간			1.5 m		1.5 m	1.5 m
정	1000mm		-		-	1.5 m
강 제 지 보 공 간 각	-		-		-	1.5 m
내 부 라 아 넣 두께	30.0 cm		30.0 cm		30.0 cm	30.0 cm
비 고						

구 분	지 보 패 턴 5	표 준 단 면	지 보 패 턴 6	표 준 단 면	배 상 주 지 대	파 난 연 결 통 로
표 준 단 면						
대 상 토 질	충 화 토		경 구 부		경 양 토	경 양 토
결 작 공 법 / 1 회 결 작 량	전 단 면 / 2.0 m		전 단 면 / 2.0 m		전 단 면 / 2.0 m	전 단 면 / 2.0 m
지 보	5.0 m		5.0 m		5.0 m	5.0 m
벽	4.0 m		4.0 m		5.0 m	5.0 m
보 통	1.2 m		1.2 m		1.5 m	1.5 m
토 간	1.5 m		1.5 m		1.5 m	1.5 m
정	1.2 m		0.6 m		1.5 m	1.5 m
강 제 지 보 공 간 각	30.0 cm		30.0 cm (철근보강)		40.0 cm (철근보강)	30.0 cm (철근보강)
내 부 라 아 넣 두께	30.0 cm		30.0 cm		30.0 cm	30.0 cm
비 고						

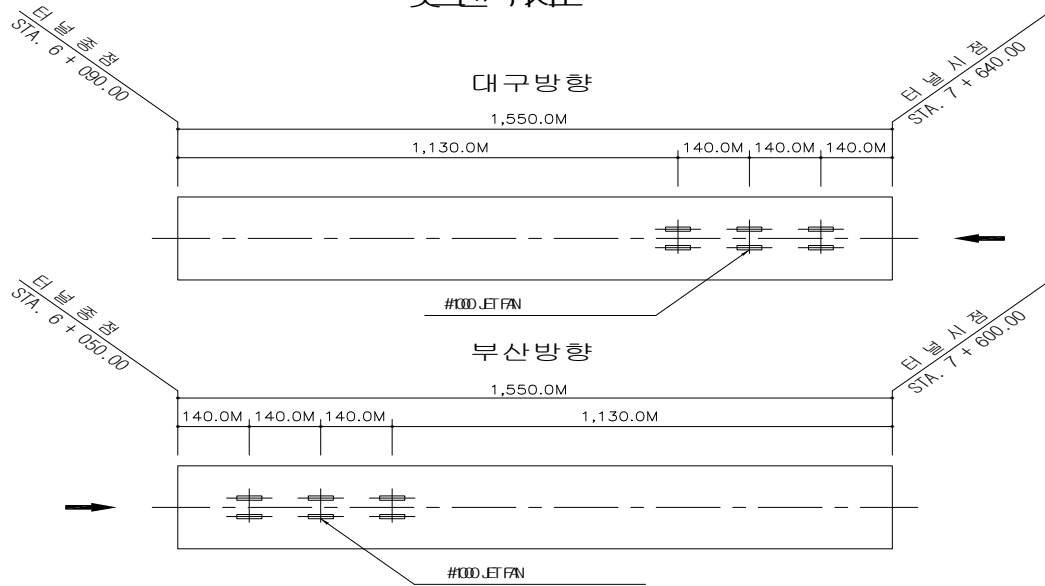
* NOTE : 본 지보패턴은 현장 여건에 따라 변경 할수 있다.

* 규 격 : 소 크 리 트 : 50x210x100 (cm)
벽 폭 두께 : 025, 30, 35
강 보 보 강 : H-100(1000x65 (3MS 400))
강 보 보 강 두께 : 40mm (소 크 리 트 보 강)
내 부 라 아 넣 콘 크 리 트 : 50x210x100 (cm)
내 부 라 아 넣 두께 : 30, 30

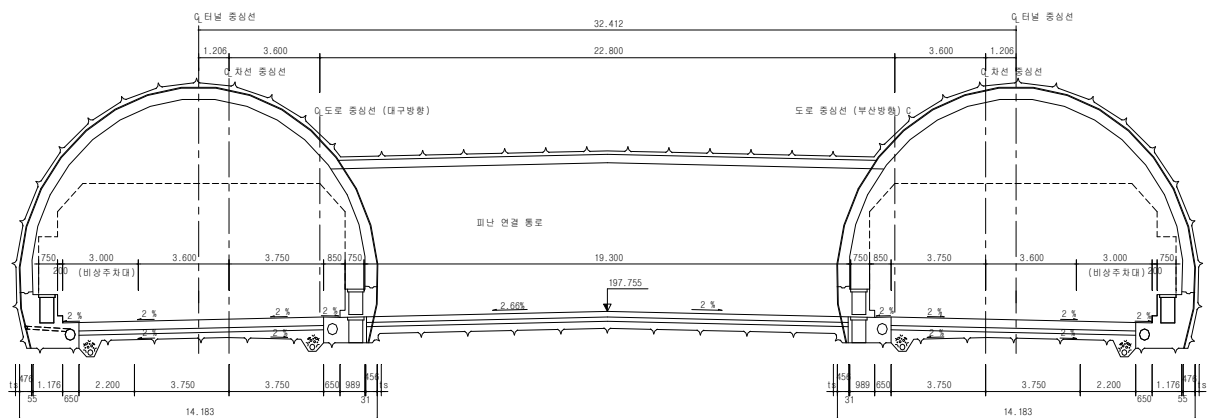
[illegible][illegible][illegible][illegible]

– vi –

제트팬 위치도



<제트팬 위치도>



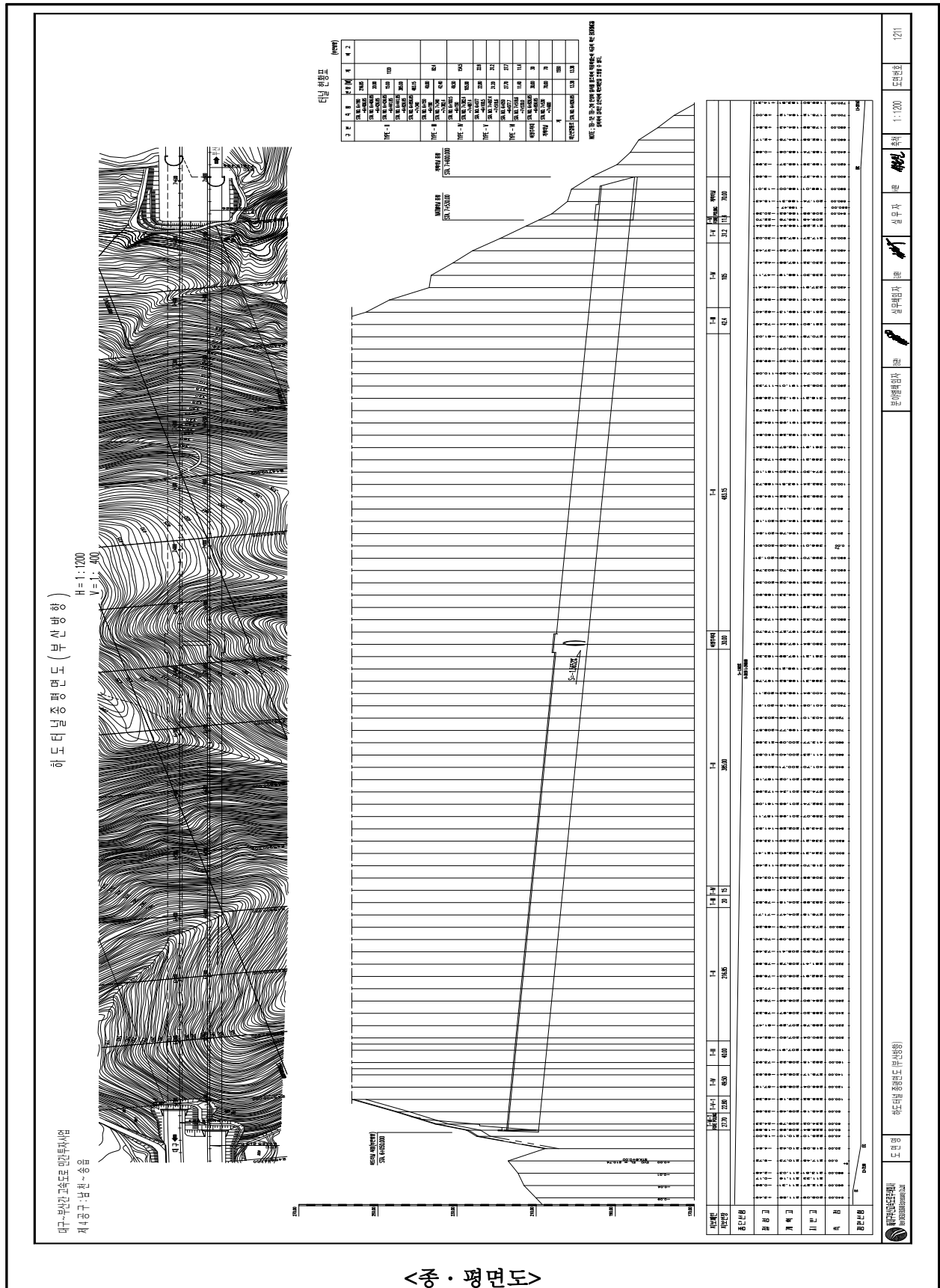
<비상주차대 및 피난 연결 통로 구간>

나. 부산방향

1) 시설물의 현황

구 분	내 용	구 분	내 용
시설물번호	청도2터널(부산) TU2006-0000223	관리번호	dbw T.13
노 선 명	고속국도55호선	시 행 자	신대구부산고속도로(주)
시 점	경상북도 청도군 청도읍 덕암리 [부산기점 68.8k]	종 점	경상북도 경산시 남천면 하도리 [부산기점 70.4k]
터널형식	NATM	관리주체	신대구부산고속도로(주)
차 선 수	2차로	환기방식	Jet-Fan
연 장	1,550m	설 계 사	극동엔지니어링(주)
내공단면	폭 : 11.7m, 높이 : 8.4m	시 공 사	금호건설(주)
배수형식	THP관 Ø400, 유공관 Ø200	감 리 사	한국건설관리공사, (주)용마ENG (주)동일기술공사
종단기울기	-1.5652%	착 공	2001년 10월 17일
평균선형	직선	준 공	2006년 2월 10일
연결통로	-	개문형식	Bell Mouth, 먼벽식
주요공법	샷크리트, 락볼트	보조공법	Fore poling, Pipe Roof Fre-Grouting

2) 시설물의 주요도면



2. 자료수집 및 분석

2.1 보수·보강 이력

가. 대구방향

구분	공사기간	설계자	시공자	보수·보강공법/내용	비고
보수	'11.04	-	신기원건설	천정부 균열보수 측벽부 타일보수 공동구 덮개보수	-
보수	'12.01	-	주영건설	옥외공동구 정비, 균열보수, 트렌치 설치	-
보수	'12.06	-	금호산업(주)	천정부 균열보수 및 들뜸보수 공동구(측면) 타일보수	-
보수	'13.06	-	금호산업(주)	천정부 균열보수 및 들뜸보수	-
보수	'14.06	-	금호산업(주)	측벽부 타일보수 부대시설 제트팬 정비	-
보수	'15.02	-	금호산업(주)	측벽부 및 공동구 측면 타일보수	-

나. 부산방향

구분	공사기간	설계자	시공자	보수·보강공법/내용	비고
보수	'11.04	-	신기원건설	천정부 균열보수 측벽부 타일보수 공동구 덮개보수	-
보수	'12.01	-	주영건설	옥외공동구 정비, 균열보수, 트렌치 설치	-
보수	'12.06	-	금호산업(주)	천정부 균열보수 및 들뜸보수 공동구(측면) 타일보수	-
보수	'13.06	-	금호산업(주)	천정부 균열보수 및 들뜸보수	-
보수	'14.06	-	금호산업(주)	부대시설 제트팬 정비	-

2.2 자료수집 및 분석 결과요약

구 분	수집 자료	자료분석 결과	진단과업 진행방향
건 설 관 련 자 료	◇ 준공도면 및 구조계산서 : 대구~부산간 고속도로 민간 투자사업(제 4공구) - 설계서 - 내역서 - 수량산출서, 단가산출서 - 구조물도 - 실시설계보고서 - 토질조사보고서 - 품질시험총괄표 - 시공기록보고서	◇ 구조계산서 및 구조물도, 일 반보고서는 설계당시 기준 에 준하여 작성된 것으로 확인됨 ◇ 구조계산서 및 구조물도의 구조물 치수는 동일한 것으 로 확인됨 ◇ 주요 설계변경 내용 및 시 공시 문제점이 없는 것으로 파악됨	◇ 현장조사 시 부재치수를 실 측하여 준공도면과 비교 · 검토함 ⇒ 치수가 상이할 경우 도면 을 재작성하며 실측치를 구조계산에 반영 ⇒ 치수가 동일할 경우 준공 도면을 기준으로 과업 진 행
유 지 관 리 자 료	◇ 정밀점검 보고서(2007.10) ◇ 정밀점검 보고서(2009.12) ◇ 정밀점검 보고서(2011.12) ◇ 정밀점검 보고서(2013.12) ◇ 보수 · 보강 이력 - 시설물 관리대장 - 시설물정보관리종합시스템 보수 및 점검이력	◇ 천장부 균열, 보수부 재균열 ◇ 라이닝 조인트부 들뜸 ◇ 콘크리트 포장 스폴링, 스켈 링, 균열 ◇ 사면 녹생토 유실, 식생불량, 전석, 낙석적치, 뜯돌, 배수로 손상 ◇ 갯문 마구리면 이음부 이격 ◇ 내구성 조사결과, 제기준을 만족하고 있는 상태로 확인됨 ◇ 라이닝 균열보수, 단면보수, 뜯뜸보수, 타일보수, 덮개보수 ◇ 옥외공동구 정비, 트렌치 설 치 ◇ 부대시설 제트팬 정비	◇ 전회 점검결과와 금회 진단 결과를 비교 · 검토하여 추가 손상 및 진전 여부를 확인하 여 대책방안 마련 ◇ 전회 점검결과와 비교 · 검토 하여 내구성 저하 여부 확인 ◇ 구조물의 재원변경확인 및 추가손상 발생에 대한 상세구 조해석을 실시하여 안정성 확 보여부 확인 ◇ 보수부 상태 확인

3. 현장조사 및 시험

3.1 대구방향

가. 외관조사 결과요약

1) 금회 진단 외관조사 결과요약

구 분		결함내용 및 손상, 열화내용		원인	수량	조치방안	비고
본선 터널	라이닝	균열	0.3㎜미만	온도 및 건조수축	49.0m/18개소	지속관찰	
			0.3㎜이상	온도 및 건조수축	132.5m/27개소	주입보수	
		보수부 재균열	0.3㎜미만	온도 및 건조수축	121.0m/22개소	지속관찰	
			0.3㎜이상	온도 및 건조수축	624.5m/76개소	주입보수	
		망상균열		양생미흡, 건조수축	2.5m²/1개소	지속관찰	
		단면손상 (비철근노출)	들뜸, 박락	양생미흡/온도변화	1.23m²/15개소	깨어내기	
			보수부 들뜸	보수미흡	0.08m²/1개소	깨어내기	
			파손	물리적인 충격	0.06m²/3개소	지속관찰	
		타일균열		라이닝 균열	30개소	지속관찰	
		타일탈락		부착력 저하	6개소	지속관찰	
		타일파손		차량충돌	15개소	지속관찰	
		마감재 탈락		시공미흡	1개소	마감재 재설치	
	공동구	덮개 파손		물리적인 충격	3개소	지속관찰	
		파손		물리적인 충격	0.33m²/2개소	지속관찰	
		경계석 균열	0.3㎜미만	건조수축	0.5m/1개소	지속관찰	
		경계석 재료분리		다짐부족	0.16m²/1개소	지속관찰	
	도로부 (포장면)	스켈링		제설제+불순물혼입	3.0m²/1개소	지속관찰	
		스폴링		불순물혼입+차량통행	1.7m²/54개소	지속관찰	
		표면박리		차량 반복통행	40.0m²/2개소	지속관찰	
		파손		물리적인 충격	0.13m²/3개소	지속관찰	
		균열		차량 반복통행+온도	7.5m/2개소	지속관찰	
		망상균열		차량 반복통행+온도	180.7m²/7개소	지속관찰	
부대 시설	옥외 공동구	누수		지하수 및 우수유입	4개소	지속관찰	
		누수흔적		지하수 및 우수유입	4개소	지속관찰	

2) 기 점검(2013년 정밀점검)결과와의 비교, 분석

구 분		결합내용 및 손상, 열화내용		2013년 정밀점검	금회 진단	증감	비고
본선 터널	라이닝	균열	0.3㎜미만	9.0m/4개소	49.0m/18개소	증	
			0.3㎜이상	88.0m/18개소	132.5m/27개소	증	
		보수부 재균열	0.3㎜미만	93.0m/13개소	121.0m/22개소	증	
			0.3㎜이상	334.0m/40개소	624.5m/76개소	증	
		망상균열		2.0㎡/1개소	2.5㎡/1개소	증	
		단면손상 (비철근노출)	들뜸, 박락	0.63㎡/7개소	1.23㎡/15개소	증	
			보수부 들뜸	-	0.08㎡/1개소	추가	
			파손	0.06㎡/3개소	0.06㎡/3개소	-	
		타일균열		5개소	30개소	증	
		타일탈락		16개소	6개소	감	보수
		타일파손		-	15개소	추가	
		마감재 탈락		-	1개소	추가	
	공동구	덮개 파손		3개소	3개소	-	
		파손		0.33㎡/2개소	0.33㎡/2개소	-	
		경계석 균열	0.3㎜미만	-	0.5m/1개소	추가	
		경계석 재료분리		-	0.16㎡/1개소	추가	
	도로부 (포장면)	스켈링		0.5㎡/9개소	3.0㎡/1개소	증	
		스폴링		1.7㎡/54개소	1.7㎡/54개소	-	
		표면박리		-	40.0㎡/2개소	추가	
		파손		-	0.13㎡/3개소	추가	
		균열		-	7.5m/2개소	추가	
		망상균열		20.0㎡/1개소	180.7㎡/7개소	증	
부대 시설	옥외 공동구	누수		4개소	4개소	-	
		누수흔적		4개소	4개소	-	

전차 점검 이후 공용기간의 증가 및 점검장비를 이용한 근접조사에 의해 전반적으로 손상이 추가되었으나, 구조적인 손상의 발생은 없는 상태로 확인되었다.

나. 내구성 결과요약

1) 금회 진단 내구성조사 결과요약

시험명	시 험 위 치		시 험 결 과			비 고	
비파괴 강도 (MPa)	부재	시험종류	추정강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)		
	라이닝	반발경도법	24.1~27.0	24.0	100.4~112.5		
		초음파속도법	24.8~31.7		103.3~132.0		
	검토의견		▪ 설계기준강도 대비 100%이상으로 공용년수 경과에 따른 콘크리트강도 저하는 없는 것으로 판단됨				
철근탐사 (mm)	부재	철근종류	측정치		설계치		
			배근간격	피복두께	배근간격	피복두께	
	라이닝	주철근	123.0~127.0	51.0~58.0	125.0	50.0	
		배력철근	192.0~208.0	54.0~59.0	200.0	50.0	
	검토의견		▪ 전반적으로 철근간격 및 피복두께가 설계치과 근사함				
탄산화 잔여깊이 (mm)	부재	탄산화깊이	피복두께	잔여깊이	평가	잔존수명	
	라이닝	2.0~7.0	51.0~58.0	47.5~56.0	a	630~8,400	
	검토의견		▪ 탄산화 잔여깊이가 30mm이상인 “a”로 평가되며, 탄산화로 인한 내구성 저하 가능성은 없는 것으로 검토됨				
염화물 함유량	부재	Cl ⁻ (%)		Cl ⁻ (kg/ m ³)		평가	
	라이닝	0.0006~0.0038		0.013~0.086		a	
	검토의견		▪ 염화물에 의한 부식이 발생할 우려가 없는 상태인 “a”로 평가됨				
균열 깊이	부재	균열폭		균열깊이		피복두께	
	라이닝	0.3		26.0		55.0	
	검토의견		▪ 균열깊이가 최소 피복두께까지 진행되지 않은 것으로 확인 되어 균열로 인한 내구성 저하는 없는 것으로 판단됨				

2) 기 점검(2013년 정밀점검)결과와의 비교, 분석

시험명	시 험 위 치		시 험 결 과			비 고
비파괴 강도 (MPa)	시험종류	부재	'13년 정밀점검	금회('15년) 정밀안전진단	설계기준강도	
	반발경도법	라이닝	24.8~28.6	24.1~27.0	24.0	
	검토의견		▪ 설계기준강도 대비 100%이상으로 공용년수 경과에 따른 콘크리트강도 저하는 없는 것으로 판단됨 ▪ 기 정밀점검('13년)과 비교·분석한 결과, 측정위치에 따른 편차가 일부 존재하나 전반적으로 공용기간 경과에 따른 콘크리트 구조물에 강도저하는 없는 것으로 판단됨			
탄산화 잔여깊이 (mm)	부재		'13년 정밀점검	금회('15년) 정밀안전진단	평가	
	라이닝		46.0~47.0	47.5~56.0	a	
	검토의견		▪ 탄산화 잔여깊이가 30mm이상인 “a”로 평가되어, 탄산화로 인한 철근의 부식환경은 없는 상태로 평가됨 ▪ 기 정밀점검('13년)과 비교·분석한 결과, 측정위치에 따른 편차가 일부 존재하나 전반적으로 공용기간 경과에 따른 탄산화의 급격한 진전은 없는 것으로 판단됨.			

다. GPR 탐사 결과요약

GPR탐사 자료를 분석한 결과, 천단부의 라이닝 두께 범위는 190~390mm, 우측어깨부의 라이닝 두께 범위는 190~410mm, 횡측선의 라이닝 두께 범위는 270~340mm 로 측정되었다. 라이닝부족 구간은 총 탐사연장 3,147m 중에 3.5m로 0.11%이며, 천단부 0.1%, 우측어깨부 0.13%로 정도로 탐사되어 부족구간은 비교적 적은 것으로 확인되었다.

라. 단면측량 결과요약

단면측량 결과, 청도2터널(대구)은 전 단면에서 「도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙」에 따른 시설한계(높이 4.8m, 폭 9.95~12.15m)를 확보하고 있었으며, 이상변위의 발생은 없는 것으로 확인되었다.

마. 내공변위 결과요약

준공 이후 터널의 내공변위를 측정한 결과값이 없는 상태이므로 금번 측정값은 초기치로 활용할 수 있도록 하였으며, 향후 진단시에는 3회 반복 측정치의 평균치를 계측치로 사용하고, 15일이나 30일 단위로 측정된 결과를 통해 변위의 진행성 여부(계절적인 일시적인 현상인지, 지반의 변형에 따른 장기적인 현상인지 검토)를 판단한다.

3.2 부산방향

가. 외관조사 결과요약

1) 금회 진단 외관조사 결과요약

구 분		결함내용 및 손상, 열화내용		원인	수량	조치방안	비고
본선 터널	라이닝	균열	0.3㎜미만	온도 및 건조수축	49.0m/18개소	지속관찰	
			0.3㎜이상	온도 및 건조수축	132.5m/27개소	주입보수	
		보수부 재균열	0.3㎜미만	온도 및 건조수축	121.0m/22개소	지속관찰	
			0.3㎜이상	온도 및 건조수축	624.5m/76개소	주입보수	
		망상균열		양생미흡, 건조수축	2.5㎡/1개소	지속관찰	
		단면손상 (비철근노출)	들뜸, 박락	양생미흡/온도변화	1.23㎡/15개소	깨어내기	
			보수부 들뜸	보수미흡	0.08㎡/1개소	깨어내기	
			파손	물리적인 충격	0.06㎡/3개소	지속관찰	
		타일균열		라이닝 균열	30개소	지속관찰	
		타일탈락		부착력 저하	6개소	지속관찰	
		타일파손		차량충돌	15개소	지속관찰	
		마감재 탈락		시공미흡	1개소	마감재 재설치	
	공동구	덮개 파손		물리적인 충격	3개소	지속관찰	
		파손		물리적인 충격	0.33㎡/2개소	지속관찰	
		경계석 균열	0.3㎜미만	건조수축	0.5m/1개소	지속관찰	
		경계석 재료분리		다짐부족	0.16㎡/1개소	지속관찰	
	도로부 (포장면)	스켈링		제설제+불순물혼입	3.0㎡/1개소	지속관찰	
		스폴링		불순물혼입+차량통행	1.7㎡/54개소	지속관찰	
		표면박리		차량 반복통행	40.0㎡/2개소	지속관찰	
		파손		물리적인 충격	0.13㎡/3개소	지속관찰	
		균열		차량 반복통행+온도	7.5m/2개소	지속관찰	
		망상균열		차량 반복통행+온도	180.7㎡/7개소	지속관찰	
부대 시설	옥외 공동구	누수		지하수 및 우수유입	4개소	지속관찰	
		누수흔적		지하수 및 우수유입	4개소	지속관찰	

2) 기 점검(2013년 정밀점검)결과와의 비교, 분석

구 분		결합내용 및 손상, 열화내용		2013년 정밀점검	금회 진단	증감	비고
본선 터널	라이닝	균열	0.3㎜미만	9.0m/4개소	49.0m/18개소	증	
			0.3㎜이상	88.0m/18개소	132.5m/27개소	증	
		보수부 재균열	0.3㎜미만	93.0m/13개소	121.0m/22개소	증	
			0.3㎜이상	334.0m/40개소	624.5m/76개소	증	
		망상균열		2.0㎡/1개소	2.5㎡/1개소	증	
		단면손상 (비철근노출)	들뜸, 박락	0.63㎡/7개소	1.23㎡/15개소	증	
			보수부 들뜸	-	0.08㎡/1개소	추가	
			파손	0.06㎡/3개소	0.06㎡/3개소	-	
		타일균열		5개소	30개소	증	
		타일탈락		16개소	6개소	감	보수
		타일파손		-	15개소	추가	
		마감재 탈락		-	1개소	추가	
	공동구	덮개 파손		3개소	3개소	-	
		파손		0.33㎡/2개소	0.33㎡/2개소	-	
		경계석 균열	0.3㎜미만	-	0.5m/1개소	추가	
		경계석 재료분리		-	0.16㎡/1개소	추가	
	도로부 (포장면)	스켈링		0.5㎡/9개소	3.0㎡/1개소	증	
		스폴링		1.7㎡/54개소	1.7㎡/54개소	-	
		표면박리		-	40.0㎡/2개소	추가	
		파손		-	0.13㎡/3개소	추가	
		균열		-	7.5m/2개소	추가	
		망상균열		20.0㎡/1개소	180.7㎡/7개소	증	
부대 시설	옥외 공동구	누수		4개소	4개소	-	
		누수흔적		4개소	4개소	-	

전차 점검 이후 공용기간의 증가 및 점검장비를 이용한 근접조사에 의해 전반적으로 손상이 추가되었으나, 구조적인 손상의 발생은 없는 상태로 확인되었다.

나. 내구성 결과요약

1) 금회 진단 내구성조사 결과요약

시험명	시 험 위 치		시 험 결 과			비 고	
비파괴 강도 (MPa)	부재	시험종류	추정강도(A)	설계기준강도(B)	A/B×100(%)		
	라이닝	반발경도법	24.1~27.0	24.0	100.4~112.5		
		초음파속도법	24.8~31.7		103.3~132.0		
	검토의견		▪ 설계기준강도 대비 100%이상으로 공용년수 경과에 따른 콘크리트강도 저하는 없는 것으로 판단됨				
철근탐사 (mm)	부재	철근종류	측정치		설계치		
			배근간격	피복두께	배근간격	피복두께	
	라이닝	주철근	123.0~127.0	51.0~58.0	125.0	50.0	
		배력철근	192.0~208.0	54.0~59.0	200.0	50.0	
	검토의견		▪ 전반적으로 철근간격 및 피복두께가 설계치과 근사함				
탄산화 잔여깊이 (mm)	부재	탄산화깊이	피복두께	잔여깊이	평가	잔존수명	
	라이닝	2.0~7.0	51.0~58.0	47.5~56.0	a	630~8,400	
	검토의견		▪ 탄산화 잔여깊이가 30mm이상인 “a”로 평가되며, 탄산화로 인한 내구성 저하 가능성은 없는 것으로 검토됨				
염화물 함유량	부재	Cl ⁻ (%)		Cl ⁻ (kg/ m ³)		평가	
	라이닝	0.0006~0.0038		0.013~0.086		a	
	검토의견		▪ 염화물에 의한 부식이 발생할 우려가 없는 상태인 “a”로 평가됨				
균열 깊이	부재	균열폭		균열깊이		피복두께	
	라이닝	0.3		26.0		55.0	
	검토의견		▪ 균열깊이가 최소 피복두께까지 진행되지 않은 것으로 확인 되어 균열로 인한 내구성 저하는 없는 것으로 판단됨				

2) 기 점검(2013년 정밀점검)결과와의 비교, 분석

시험명	시 험 위 치		시 험 결 과			비 고
비파괴 강도 (MPa)	시험종류	부재	'13년 정밀점검	금회('15년) 정밀안전진단	설계기준강도	
	반발경도법	라이닝	24.8~28.6	24.1~27.0	24.0	
	검토의견		▪ 설계기준강도 대비 100%이상으로 공용년수 경과에 따른 콘크리트강도 저하는 없는 것으로 판단됨 ▪ 기 정밀점검('13년)과 비교·분석한 결과, 측정위치에 따른 편차가 일부 존재하나 전반적으로 공용기간 경과에 따른 콘크리트 구조물에 강도저하는 없는 것으로 판단됨			
탄산화 잔여깊이 (mm)	부재		'13년 정밀점검	금회('15년) 정밀안전진단	평가	
	라이닝		46.0~47.0	47.5~56.0	a	
	검토의견		▪ 탄산화 잔여깊이가 30mm이상인 “a”로 평가되어, 탄산화로 인한 철근의 부식환경은 없는 상태로 평가됨 ▪ 기 정밀점검('13년)과 비교·분석한 결과, 측정위치에 따른 편차가 일부 존재하나 전반적으로 공용기간 경과에 따른 탄산화의 급격한 진전은 없는 것으로 판단됨.			

다. GPR 탐사 결과요약

G.P.R탐사 결과, 일부 국소부위에서 라이닝 두께가 시방기준에 미달되고 있었으나, 라이닝 두께 부족으로 인한 손상은 없는 것으로 확인되어 대책방안은 필요하지 않으며, 유지관리시 두께가 부족한 구간에 대하여 주의관찰을 실시하는 것이 바람직하다.

라. 단면측량 결과요약

단면측량 결과, 설계도면과 유사한 것으로 확인되어 이상변위는 없는 것으로 판단되며, 금회 측정된 내공변위값은 초기치로 설정하여 향후 유지관리시 활용하는 것이 바람직하다.

4. 시설물의 상태평가

4.1 대구방향

가. 시설물 전체 상태평가 결과

시설물명	구조 형식	기본시설물		부대시설 가중치 (W)	전체시설물 상태평가 (F×W)
		상태평가결과	결합지수(F)		
청도2터널 (대구)	NATM	B	0.215	1.00	0.215

결합지수	0.215
전체시설물 상태평가결과	B

▶ 시설물의 결합지수(F) = $\frac{0.215}{\text{기본시설물 결합지수(F)}} \times \frac{1.00}{\text{부대시설 가중치(W)}} = \frac{0.215}{1.00} = 0.215$ [B]

▶ 결함도 범위 = $0.150 \leq \text{결함도 지수}(0.215) < 0.300$

나. 기 점검(2013년 정밀점검)결과와의 비교, 분석

- 최종 상태평가 결과, 상태기준은 “B”로 평가되었으며, '13년 정밀점검 이후 구조적인 손상은 없는 것으로 확인되었다.
- 일부 보수부 재손상이 조사되었으나, 보수가 미흡한 부위에서 발생한 것으로 판단되며, 기 발생한 손상의 진전은 없는 것으로 조사되었다.
- 상기와 같은 사유로 인하여 추가적인 손상이 조사됨에 따라 결합지수가 0.106 ⇨ 0.215로 증가한 것으로 분석되었다.

구 분		'13년 정밀점검		금회('15년) 진단		결합지수 변화요인
		등급	결합지수	등급	결합지수	
라이닝	철근콘크리트	a	0.011	a	0.112	· 추가적인 손상 발생 · 근접조사에 따른 손상 증가 · 보수부 재손상
	무근콘크리트	a	0.096	b	0.234	
부대 시설	파난연락갱	a	0.000	a	0.000	
전체시설물 (연장비 적용)		A	0.106	B	0.215	

4.2 부산방향

가. 시설물 전체 상태평가 결과

시설물명	구조 형식	기본시설물		부대시설 가중치 (W)	전체시설물 상태평가 (F×W)
		상태평가결과	결합지수(F)		
청도2터널 (대구)	NATM	B	0.215	1.00	0.215

결합지수	0.215
전체시설물 상태평가결과	B

▶ 시설물의 결합지수(F) = $\frac{0.215}{\text{기본시설물 결합지수(F)}} \times \frac{1.00}{\text{부대시설 가중치(W)}} = \frac{0.215}{1} = 0.215$  「 B 」

▶ 결함도 범위 = $0.150 \leq \text{결함도 지수}(0.215) < 0.300$

나. 기 점검(2013년 정밀점검)결과와의 비교, 분석

- 최종 상태평가 결과, 상태기준은 “B”로 평가되었으며, '13년 정밀점검 이후 구조적인 손상은 없는 것으로 확인되었다.
- 일부 보수부 재손상이 조사되었으나, 보수가 미흡한 부위에서 발생한 것으로 판단되며, 기 발생한 손상의 진전은 없는 것으로 조사되었다.
- 상기와 같은 사유로 인하여 추가적인 손상이 조사됨에 따라 결합지수가 0.106 ⇨ 0.215로 증가한 것으로 분석되었다.

구 분		'13년 정밀점검		금회('15년) 진단		결합지수 변화요인
		등급	결합지수	등급	결합지수	
라이닝	철근콘크리트	a	0.011	a	0.112	· 추가적인 손상 발생 · 근접조사에 따른 손상 증가 · 보수부 재손상
	무근콘크리트	a	0.096	b	0.234	
부대 시설	파난연락갱	a	0.000	a	0.000	
전체시설물 (연장비 적용)		A	0.106	B	0.215	

5. 안전성평가

5.1 대구방향(부산기점 70.200k)

구 분			변위(응력) 또는 안전율	안전성 여부 또는 평가등급	비 고
NATM 구간	터널주변지반 변위		◦ 최대수직변위 : 0.31mm ◦ 최대수평변위 : 0.77mm	안 전	
	지 보 재	쏫크리트	◦ 압축응력 0.96 MPa < 8.4 MPa	a	
		록볼트	◦ 1.346kN < 89 kN	a	
		라이닝	◦ 압축응력 4.054 MPa < 9.6 MPa ◦ 전단응력 0.073 MPa < 1.22 MPa	a	원설계
			◦ 압축응력 6.549 MPa < 9.6 MPa ◦ 전단응력 0.139 MPa < 1.22 MPa	a	라이닝두께 탐사결과
안전성 평가결과			◦ 최저 안전성 평가등급 = A 등급 ◦ 정성적 평가결과 = 안 전		

5.4 부산방향(부산기점 68.960k)

구 분			변위(응력) 또는 안전율	안전성 여부 또는 평가등급	비 고
NATM 구간	터널주변지반 변위		◦ 최대수직변위 : 1.86mm ◦ 최대수평변위 : 2.134mm	안 전	
	지 보 재	shotcrete	◦ 압축응력 7.86 MPa < 8.4 MPa	a	
		rockbolt	◦ 23kN < 89 kN	a	
		라이닝	◦ 압축응력 7.41 MPa < 9.6 MPa ◦ 전단응력 0.24 MPa < 1.22 MPa	a	원설계
			◦ 압축응력 7.238 MPa < 9.6 MPa ◦ 전단응력 0.205 MPa < 1.22 MPa	a	라이닝두께 탐사결과
안전성 평가결과			◦ 최저 안전성 평가등급 = A 등급 ◦ 정성적 평가결과 = 안 전		

6. 종합평가 및 안전등급의 지정

6.1 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결합도점수	기준	S·F	기준	
청도2터널(대구)	0.215	B	1.47	A	B
청도2터널(부산)	0.232	B	1.30	A	B
종합평가	• 청도2터널(대구)의 외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성확보를 위해 일부 보수가 필요한 "B"로 평가되었으며, 구조검토에 의한 안전성평가 결과는 최소 안전율 1.0이상으로 "A"로 평가됨 • 청도2터널(부산)의 외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성확보를 위해 일부 보수가 필요한 "B"로 평가되었으며, 구조검토에 의한 안전성평가 결과는 최소 안전율 1.0이상으로 "A"로 평가됨 • 상태평가 및 안전성평가 결과를 통한 종합평가 결과, 청도2터널은 양방향 모두 "B"로 평가됨				

6.2 안전등급 지정

안전등급	구조물명	안전등급
	청도2터널(대구)	B등급(양호)
	청도2터널(부산)	B등급(양호)

7. 보수·보강 및 유지관리방안

7.1 보수·보강 및 개략공사비

가. 대구방향

구 분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위	비고
라이닝	균열(0.3mm미만)	지속관찰	170.0	63.75	m²	49	3,124	-	표면처리보수
	균열(0.3mm이상)	주입보수	757.0	1,135.50	m	130	147,615	2	
	망상균열	지속관찰	2.5	3.75	m²	49	184	-	표면처리보수
	들뜸, 박락	깨어내기	1.31	1.97	m²	20	39	3	
	파손	지속관찰	0.06	0.09	m²	215	19	-	단면보수
	타일탈락	재설치	6	6	개소	4	24	3	
	마감재 탈락	재설치	1	1	개소	200	200	3	
사면	측구, 배수로 균열	주입보수	21.0	31.50	m	130	4,095	3	
	측구 파손	단면보수	0.8	1.20	m²	215	258	3	
순공사비 합계(천원)							155,558		
제경비(순공사비×50%)(천원)							77,779		
순위별 공사비(천원) (제경비 포함)		1순위					-		
		2순위					221,423		
		3순위					6,924		
		지속관찰					4,990		
유지보수 개략공사비 총계(천원)							233,337		

※ 보수물량은 확실한 보수효과를 얻기 위하여 손상물량의 50%를 할증하였음.

※ 철근노출 단면복구 → 30mm(잡철물 제외)

※ 정확한 수량산출이 가능한 공종은 할증 미반영.

※ 일부 손상은 보수물량 산정시 보수단가 및 방법을 고려하여 단위 및 물량 변경.

※ 상기 개략공사비는 2015년 하반기 현장조사시 확인한 물량으로 산정하였으며, 이후의 실시설계시 공법선정, 단가변동 및 현장여건상 부대공의 추가 등으로 변동될 수 있음.

나. 부산방향

구 분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위	비고
라이닝	균열(0.3㎜미만)	지속관찰	144.0	54.0	㎡	49	2,646	-	표면처리보수
	균열(0.3㎜이상)	주입보수	948.2	1,422.3	m	130	184,899	2	
	망상균열	지속관찰	51.0	76.5	㎡	49	3,749	-	표면처리보수
	들뜸, 박락	깨어내기	5.69	8.54	㎡	20	171	3	
	타일탈락	재설치	2	2	개소	4	8	3	
배수시설	집수정 막힘	청소	1	1	개소	50	50	2	
순공사비 합계(천원)							191,523		
제경비(순공사비×50%)(천원)							95,762		
순위별 공사비(천원) (제경비 포함)		1순위					-		
		2순위					277,424		
		3순위					269		
		지속관찰					9,592		
유지보수 개략공사비 총계(천원)							287,285		

※ 보수물량은 확실한 보수효과를 얻기 위하여 손상물량의 50%를 할증하였음.

※ 철근노출 단면복구 → 30mm(잡철물 제외)

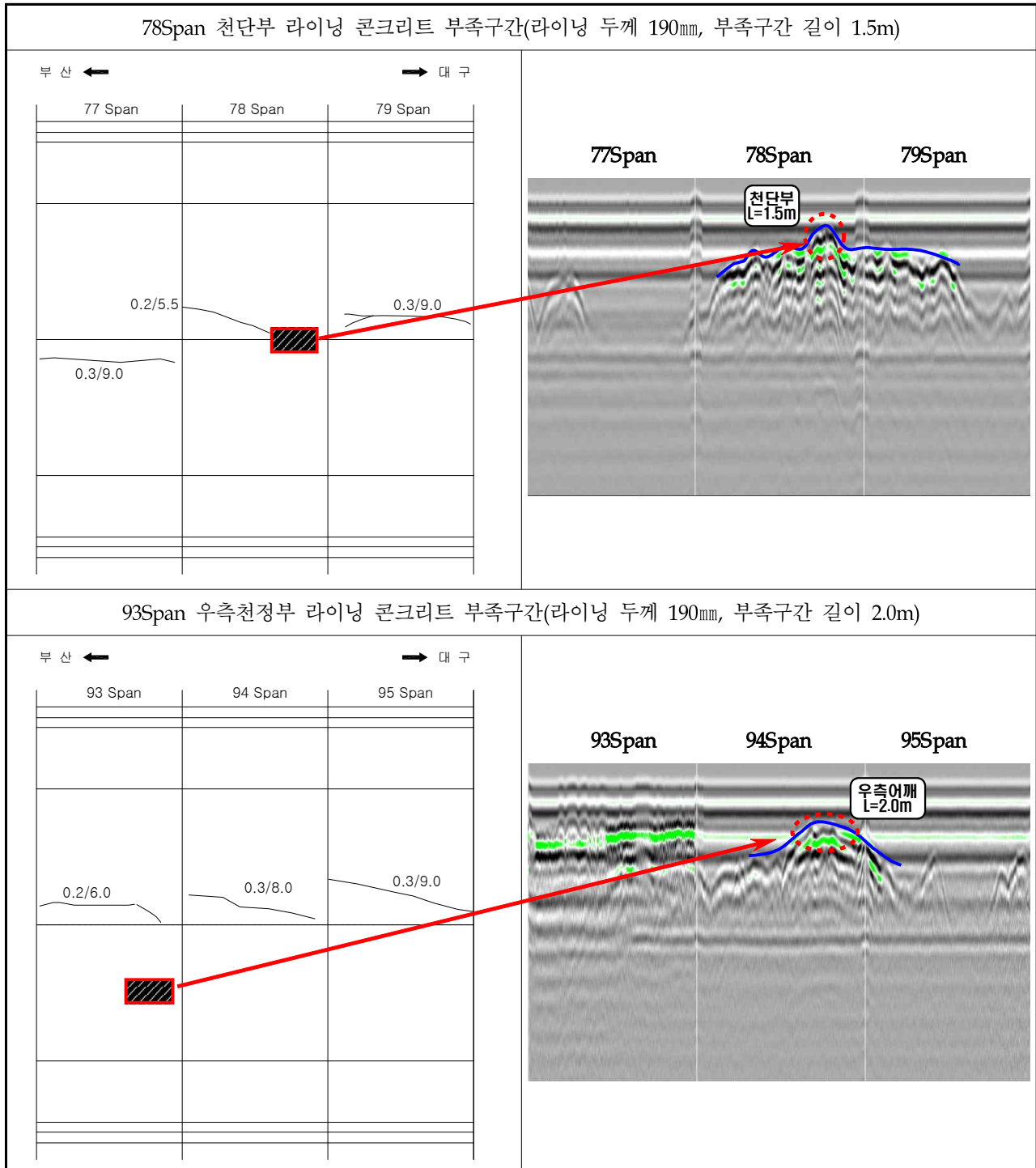
※ 정확한 수량산출이 가능한 공종은 할증 미반영.

※ 일부 손상은 보수물량 산정시 보수단가 및 방법을 고려하여 단위 및 물량 변경.

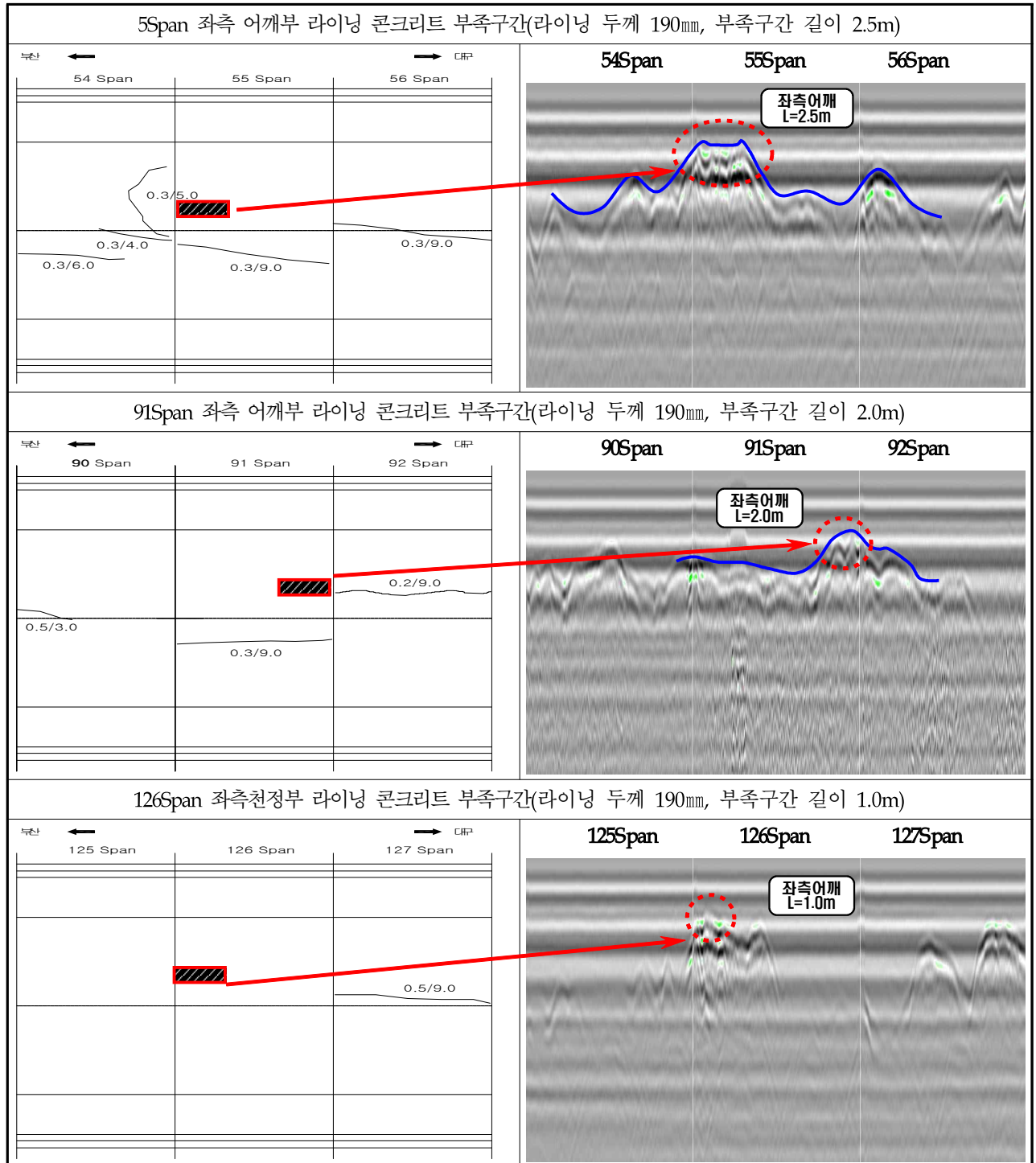
※ 상기 개략공사비는 2015년 하반기 현장조사시 확인한 물량으로 산정하였으며, 이후의 실시설계시 공법선정, 단가변동 및 현장여건상 부대공의 추가 등으로 변동될 수 있음.

7.2 유지관리방안

가. 대구방향 중점유지관리 항목



나. 부산방향 중점유지관리 항목



다. 부재별 중점유지관리 사항

부재구분	중 점 점 검 내 용
갯문	• 균열, 누수, 변상(박리, 박락, 백태 등), 경사도(부등침하), 배수로 손상 • 배수로 뒷채움 유실, 배수로 식생, 배수로 파손
라이닝	• 종·횡방향 균열 진전여부 • 조인트부 들뜸·박락 낙하 위험성 여부
라이닝 접속시설	• 신규 손상의 발생 여부
바닥부	• 포장손상(스켈링, 스폴링, 포장균열, 파손, 표면박리)의 진전 및 주행차량의 통행에 미치는 영향 • 공동구 사용성 여부 • 배수시설 기능상태 이상 여부(집수정 이물질 퇴적량 확인) - 부산방향 98Span 우측 집수정은 이물질로 가득 차 있어 제거 후 이물질 퇴적 재발생 여부 확인
부속시설	• 작동상태 • 보관상태 • 내장내 이상 여부

8. 종합결론

청도2터널(대구방향)은 2006년 2월 준공된 터널로 경상북도 청도군 청도읍 덕암리~경산시 남천면 하도리에 위치하고 있으며 연장 1,550.0m, 폭 11.7m, 높이 8.4m의 2차선 터널로 이루어져 있고, 평면선형은 직선이며 종단선형은 시점에서 종점으로 (+)1.5665%의 경사를 이루고 있다. 본 과업은 청도2터널의 준공 이후 최초로 시행하는 정밀안전진단이며, 시공자료 분석을 포함, 현장 외관조사, 각종시험 및 구조안전성평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

8.2 대구방향

가. 현장조사, 시험 및 상태평가 결과

- 청도2터널(대구)의 라이닝에서는 종방향 균열들이 다수 발생하였으나, 라이닝에서는 발생용력이 허용용력 미만으로 검토되었으며, 균열의 발생 위치는 지형적, 구조적으로 불리한 위치에 집중되지 않고 다양하게 분포하였으며, 균열의 양상은 시공 특성상 가장 취약한 부위

인 천정부에서 종방향으로 Span의 시공이음부를 경계로 발생위치가 서로 어긋나 있는 상태로 균열의 연속성이 없게 발생되어 있는 것으로 확인되어 시공적·환경적·재료적 요인에 의한 비구조적인 균열로 판단되며, 균열보수 후 지속적으로 이력관리를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

- 시공이음부에 발생한 들뜸 및 박락은 탈락할 경우 주행차량의 안전에 영향을 미칠 수 있으므로 깨어내기를 실시하여 위험요소를 미연에 제거하는 것이 바람직하다.
- 포장면은 용출수 및 체수 등이 없는 것으로 확인되어 지하배수관(맹암거)의 기능상태는 양호한 것으로 판단되며, 노면배수관의 유지관리용 집수정은 주기적으로 이물질 제거하여 배수시설의 기능상태를 확보하는 것이 바람직하다.
- 콘크리트 내구성 조사 결과, 콘크리트의 강도, 철근배근상태, 탄산화, 염화물함유량 등의 시험항목에 대해서 제기준을 만족하는 양호한 품질을 유지하고 있는 상태로 평가되었다.
- G.P.R탐사 결과, 일부 국소부위에서 라이닝 두께가 시방기준에 미달되고 있었으나, 라이닝 두께 부족으로 인한 손상은 없는 것으로 확인되어 대책방안은 필요하지 않으며, 유지관리시 두께가 부족한 구간에 대하여 주의관찰을 실시하는 것이 바람직하다.
- 단면측량 결과, 설계도면과 유사한 것으로 확인되어 이상변위는 없는 것으로 판단되며, 금회 측정된 내공변위값은 초기치로 설정하여 향후 유지관리시 활용하는 것이 바람직하다.
- 상태평가결과, 공용 경과에 따른 신규 손상이 일부 조사되었으나, 구조적인 손상의 발생은 없는 상태였으며, 내구성증진을 위한 보수 및 유지관리를 필요로 하는 “B(0.215)”의 상태로 평가되었다.

나. 안전성평가 결과

- 수치해석에 의한 안전성평가는 허용기준치 이내였으며, 구조검토에 의한 안전성평가는 최소안전율이 1.47이상으로 확인되어 “A”로 평가되었다.

다. 결 언

- 청도2터널(대구)에 대한 정밀안전진단 결과, 안전등급은 양호한 상태인 B등급으로 평가되어 사용제한 등의 조치는 필요하지 않은 상태로 조사되었다. 조사된 손상 및 결함들은 경미한 상태이나 내구성 및 사용성 확보 차원에서 제시한 바와 같이 보수조치가 요구되며, 지속적인 유지관리를 실시한다면 구조물의 안전성 및 사용성과 더불어 공공의 안전을 확보할 수 있을 것으로 판단된다.

8.3 부산방향

가. 현장조사, 시험 및 상태평가 결과

- 청도2터널(부산)의 라이닝에서는 종방향 균열들이 다수 발생하였으나, 라이닝에서는 발생응력이 허용응력 미만으로 검토되었으며, 균열의 발생 위치는 지형적, 구조적으로 불리한 위치에 집중되지 않고 다양하게 분포하였으며, 균열의 양상은 시공 특성상 가장 취약한 부위인 천정부에서 종방향으로 Span의 시공이음부를 경계로 발생위치가 서로 어긋나 있는 상태로 균열의 연속성이 없게 발생되어 있는 것으로 확인되어 시공적·환경적·재료적 요인에 의한 비구조적인 균열로 판단되며, 균열보수 후 지속적으로 이력관리를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 시공이음부에 발생한 들뜸 및 박락은 탈락할 경우 주행차량의 안전에 영향을 미칠 수 있으므로 깨어내기를 실시하여 위험요소를 미연에 제거하는 것이 바람직하다.
- 포장면은 용출수 및 체수 등이 없는 것으로 확인되어 지하배수관(맹암거)의 기능상태는 양호한 것으로 판단된다. 노면배수관의 경우 터널의 시점측에서 지하수 및 우수가 배출되고 있었으나, 98Span 우측 집수정의 경우 이물질로 가득 차 있는 것으로 확인되어 사용성 확보 차원에서 이물질 제거가 요구된다.
- 콘크리트 내구성 조사 결과, 콘크리트의 강도, 철근배근상태, 탄산화, 염화물함유량 등의 시험항목에 대해서 제기준을 만족하는 양호한 품질을 유지하고 있는 상태로 평가되었다.
- G.P.R탐사 결과, 일부 국소부위에서 라이닝 두께가 시방기준에 미달되고 있었으나, 라이닝 두께 부족으로 인한 손상은 없는 것으로 확인되어 대책방안은 필요하지 않으며, 유지관리시 두께가 부족한 구간에 대하여 주의관찰을 실시하는 것이 바람직하다.
- 단면측량 결과, 설계도면과 유사한 것으로 확인되어 이상변위는 없는 것으로 판단되며, 금회 측정된 내공변위값은 초기치로 설정하여 향후 유지관리시 활용하는 것이 바람직하다.
- 상태평가결과, 공용 경과에 따른 신규 손상이 일부 조사되었으나, 구조적인 손상의 발생은 없는 상태였으며, 내구성증진을 위한 보수 및 유지관리를 필요로 하는 “B(0.232)”의 상태로 평가되었다.

나. 안전성평가 결과

- 수치해석에 의한 안전성평가는 허용기준치 이내였으며, 구조검토에 의한 안전성평가는 최소안전율이 1.30이상으로 확인되어 "A"로 평가되었다.

다. 결 언

- 청도2터널(부산)에 대한 정밀안전진단 결과, 안전등급은 양호한 상태인 B등급으로 평가되어 사용제한 등의 조치는 필요하지 않은 상태로 조사되었다. 조사된 손상 및 결함들은 경미한 상태이나 내구성 및 사용성 확보 차원에서 제시한 바와 같이 보수조치가 요구되며, 보수 후에는 지속적인 이력관리를 실시하여 터널의 건전성을 확보하는 것이 바람직하며, 추가적으로 지속적인 유지관리를 실시한다면 구조물의 안전성 및 사용성과 더불어 공공의 안전을 확보할 수 있을 것으로 판단된다.

보고서 목차

◎정밀안전진단 결과 요약문

- I 공통편 -

제 1장 정밀안전진단 개요	I -3
1.1 과업의 목적	I -3
1.2 과업의 범위 및 내용	I -3
1.2.1 과업의 범위	I -3
1.2.2 과업수행기간	I -3
1.2.3 과업의 내용	I -4
1.3 과업수행 절차 및 일정	I -5
1.3.1 과업수행 절차	I -5
1.3.2 과업수행 일정	I -6
1.4 대상시설물의 현황	I -7
1.4.1 현황	I -7
1.4.2 터널 주요도면	I -8
1.5 사용장비 및 시험기기의 현황	I -14
1.6 기호의 정의	I -15
 제 2장 자료수집 및 분석	I -29
2.1 자료수집 현황	I -29
2.1.1 자료수집 현황	I -29
2.2 건설 관련자료 검토결과 요약	I -30
2.2.1 기본사항	I -30
2.3 기 점검 실시결과 요약	I -39
2.3.1 기 점검이력	I -39

2.3.2 기 점검 실시결과(2013년 12월)	I -43
2.4 보수 · 보강 이력	I -49
2.5 내진설계 여부	I -49
2.6 자료분석 결과요약	I -50

제 3장 현장조사 및 시험 개요 I -43

3.1 현장조사 개요	I -43
3.1.1 현장조사 수행 현황	I -43
3.2 내구성 시험 및 측정 개요	I -46
3.2.1 콘크리트 내구성 조사	I -46
3.2.2 시험내용 및 평가기준	I -46
3.3 G.P.R 탐사 개요	I -59
3.3.1 개요	I -59
3.3.2 탐사현황	I -59
3.3.3 자료 분석	I -67

제 4장 상태평가 개요 I -73

4.1 개요	I -73
4.2 상태평가 항목 및 기준	I -73
4.2.1 상태평가 기준	I -73
4.2.2 상태평가 항목 및 기준	I -79
4.1.3 상태평가 등급 산정방법	I -85

제 5장 안전성평가 개요 I -91

5.1 개요	I -91
5.2 해석단면 선정시 고려 사항	I -91
5.3 안전성평가 기준	I -91
5.4 사용 프로그램	I -92

제 6장 종합평가 및 안전등급 지정 개요 I -95

6.1 종합평가 기준	I -95
-------------------	-------

6.2 안전등급 기준	I -96
-------------------	-------

제 7장 보수·보강 및 유지관리방안 I -99

7.1 개 요	I -99
7.2 보수 · 보강 방안	I -100
7.2.1 보수 · 보강 대상	I -100
7.2.2 보강의 필요성 평가	I -100
7.2.3 보수 · 보강 방법	I -100
7.3 유지관리 방안	I -107
7.3.1 개요	I -107
7.3.2 부위별 점검요령	I -107

- II 청도2터널(대구) -

제 1장 현장조사 및 시험 II -3

1.1 외관조사 결과	II -3
1.1.1 Span별 측점분할 및 시공현황	II -3
1.1.2 현장조사 결과	II -8
1.1.3 이전 상태와 현 상태 비교	II -27
1.2 내구성 조사 결과	II -28
1.2.2 철근탐사시험	II -32
1.2.3 탄산화 깊이 측정	II -33
1.2.4 염화물함유량 시험	II -34
1.2.5 균열깊이 측정결과	II -35
1.2.6 현장시험 결과 요약	II -36
1.3 G.P.R 탐사 결과	II -38
1.3.1 준공도면 검토	II -38
1.3.2 탐사측선 선정 및 연장	II -42
1.3.3 콘크리트 라이닝 두께	II -43

1.3.4 라이닝 두께부족 구간	II-45
1.3.5 강지보공(Steel-Rib)	II-47
1.3.6 탐사 결과	II-48
1.4 측량 결과	II-49
1.4.1 개요	II-49
1.4.2 측량 현황	II-49
1.4.3 측량 결과 및 분석	II-50
1.5 내공변위 결과	II-55
1.5.1 개 요	II-55
1.5.2 평가기준	II-55
1.5.3 측정 결과	II-56
 제 2장 시설물의 상태평가	II-61
2.1 구간분할	II-61
2.2 상태평가 결과	II-62
2.2.1 기본시설 상태평가	II-62
2.2.2 부대시설 상태평가	II-66
2.2.3 터널 상태평가 결과 산정	II-67
2.2.4 기 점검('13년 정밀점검) 결과와의 비교	II-68
 제 3장 시설물의 안전성 평가	II-71
3.1 개요	II-71
3.1.1 검토 개요	II-71
3.1.2 검토위치 선정	II-72
3.2 해석조건 및 방법	II-72
3.2.1 일반사항	II-72
3.2.2 적용된 수치해석 프로그램	II-72
3.2.3 해석조건	II-78
3.2.4 지반정수 결정	II-79
3.2.5 지보재 재료특성	II-83
3.2.6 검토하중	II-83

3.3 해석결과 및 분석	II-84
3.3.1 청도2터널 2차원 연속체 해석결과 (부산기점 70.200k)	II-84
3.3.2 청도2터널(대구) 라이닝 해석결과 (부산기점 70.200k)	II-92
3.4 구조해석 결론	II-94
3.5 안전성 평가	II-95
3.5.1 개요	II-95
3.5.2 안전성 평가결과	II-96
제 4장 종합평가 및 안전등급의 지정	II-99
4.1 종합평가 결과	II-99
4.1.1 검토 개요	II-99
4.1.2 기 점검과의 비교	II-99
4.2 시설물의 안전등급	II-100
제 5장 보수·보강 및 유지관리방안	II-103
5.1 보수·보강 방안	II-103
5.1.1 결함내용별 보수·보강방안	II-103
5.1.2 보수·보강 개략공사비	II-104
5.2 유지관리방안	II-105
5.2.1 부재별 유지관리 사항	II-105
5.2.2 중점 유지관리 사항	II-110
제 6장 종합 결론	II-113
6.1 개요	II-113
6.2 현장조사 및 시험	II-113
6.3 시설물의 상태평가	II-114
6.4 시설물의 안전성평가	II-114
6.4.1 수치해석에 의한 안전성평가	II-114
6.4.2 구조검토에 의한 안전성평가	II-114
6.5 안전등급 지정	II-115
6.6 종합결론	II-115

- Ⅲ 청도2터널(부산) -

제 1장 현장조사 및 시험	Ⅲ-3
1.1 외관조사 결과	Ⅲ-3
1.1.1 Span별 측점분할 및 시공현황	Ⅲ-3
1.1.2 현장조사 결과	Ⅲ-8
1.1.3 이전 상태와 현 상태 비교	Ⅲ-23
1.2 내구성 조사 결과	Ⅲ-24
1.2.2 철근탐사시험	Ⅲ-28
1.2.3 탄산화 깊이 측정	Ⅲ-29
1.2.4 염화물함유량 시험	Ⅲ-30
1.2.5 균열깊이 측정결과	Ⅲ-31
1.2.6 현장시험 결과 요약	Ⅲ-32
1.3 G.P.R 탐사 결과	Ⅲ-34
1.3.1 준공도면 검토	Ⅲ-34
1.3.2 탐사측선 선정 및 연장	Ⅲ-38
1.3.3 콘크리트 라이닝 두께	Ⅲ-39
1.3.4 라이닝 두께부족 구간	Ⅲ-41
1.3.5 강지보공(Steel-Rib)	Ⅲ-43
1.3.6 탐사 결과	Ⅲ-44
1.4 측량 결과	Ⅲ-45
1.4.1 개요	Ⅲ-45
1.4.2 측량 현황	Ⅲ-45
1.4.3 측량 결과 및 분석	Ⅲ-46
1.5 내공변위 결과	Ⅲ-51
1.5.1 개 요	Ⅲ-51
1.5.2 평가기준	Ⅲ-51
1.5.3 측정 결과	Ⅲ-52

제 2장 시설물의 상태평가	III-57
2.1 구간분할	III-57
2.2 상태평가 결과	III-58
2.2.1 기본시설 상태평가	III-58
2.2.2 부대시설 상태평가	III-62
2.2.3 터널 상태평가 결과 산정	III-63
2.2.4 기 점검('13년 정밀점검) 결과와의 비교	III-64
 제 3장 시설물의 안전성 평가	 III-67
3.1 개요	III-67
3.1.1 검토 개요	III-67
3.1.2 검토위치 선정	III-68
3.2 해석조건 및 방법	III-68
3.2.1 일반사항	III-68
3.2.2 적용된 수치해석 프로그램	III-68
3.2.3 해석조건	III-74
3.2.4 지반정수 결정	III-75
3.2.5 지보재 재료특성	III-79
3.2.6 검토하중	III-79
3.3 해석결과 및 분석	III-80
3.3.1 청도2터널 2차원 연속체 해석결과 (부산기점 68.960k)	III-80
3.3.2 청도2터널 라이닝 해석결과 (부산기점 68.960k)	III-88
3.4 구조해석 결론	III-90
3.5 안전성 평가	III-91
3.5.1 개요	III-91
3.5.2 안전성 평가결과	III-92
 제 4장 종합평가 및 안전등급의 지정	 III-95
4.1 종합평가 결과	III-95
4.1.1 검토 개요	III-95
4.1.2 기 점검과의 비교	III-95

4.2 시설물의 안전등급	III-96
---------------------	--------

제 5장 보수·보강 및 유지관리방안 III-99

5.1 보수·보강 방안	III-99
5.1.1 결함내용별 보수·보강방안	III-99
5.1.2 보수·보강 개략공사비	III-100
5.2 유지관리방안	III-101
5.2.1 부재별 유지관리 사항	III-101
5.2.2 중점 유지관리 사항	III-106

제 6장 종 합 결 론 III-109

6.1 개요	III-109
6.2 현장조사 및 시험	III-109
6.3 시설물의 상태평가	III-110
6.4 시설물의 안전성평가	III-110
6.4.1 수치해석에 의한 안전성평가	III-110
6.4.2 구조검토에 의한 안전성평가	III-110
6.5 안전등급 지정	III-111
6.6 종합결론	III-111

● 부 록

1. 과업지시서
2. 구조해석 및 안전성평가 자료
3. 측정, 시험, 계측 성과표
4. 상태평가 결과자료
5. 현장조사 및 외관조사 사진첩
6. 시설물관리대장 사본
7. 사용장비 및 기기의 사진
8. 사전조사 자료 일체

● 부 록(별책)

1. 외관조사망도

표 목 차

- I 공통편 -

【표 1.2.1】 과업의 내용	I -4
【표 1.3.1】 정밀안전진단 과업수행 일정	I -6
【표 1.4.1】 청도2터널 현황표	I -7
【표 1.5.1】 주요 사용장비 및 시험기기 일반사항	I -14
【표 1.6.1】 터널 기호의 정의	I -15
【표 2.1.1】 자료수집 현황	I -19
【표 2.2.1】 터널 환기기 산정결과	I -21
【표 2.2.2】 터널위치	I -23
【표 2.2.3】 단면해석에 활용된 물성치	I -24
【표 2.2.4】 지보패턴	I -25
【표 2.2.5】 지보패턴 일반도	I -25
【표 2.2.6】 해석단면 위치	I -26
【표 2.3.1】 청도2터널(대구) 기 점검이력	I -29
【표 2.3.1】 청도2터널(대구) 기 점검이력(계속)	I -30
【표 2.3.2】 청도2터널(부산) 기 점검이력	I -31
【표 2.3.2】 청도2터널(부산) 기 점검이력(계속)	I -32
【표 2.4.1】 청도2터널(대구) 보수·보강 이력	I -39
【표 2.4.2】 청도2터널(부산) 보수·보강 이력	I -39
【표 2.6.1】 자료분석 결과요약	I -40
【표 3.1.1】 부재별 주요조사 항목	I -45
【표 3.2.1】 보정반발경도(Ro)	I -47
【표 3.2.2】 기존의 비파괴강도 추정 제안식(반발경도시험)	I -47
【표 3.2.3】 재령계수 α 값	I -48
【표 3.2.4】 기존의 비파괴강도 추정 제안식(초음파전달속도시험)	I -50
【표 3.2.5】 탄산화 속도에 영향을 미치는 요인	I -54
【표 3.2.5】 탄산화 속도에 영향을 미치는 요인(계속)	I -55
【표 3.2.6】 탄산화 상태평가 기준	I -56
【표 3.2.7】 염화물 평가기준(콘크리트 구조설계기준(2007))	I -57
【표 3.2.8】 염화물 상태평가 기준(안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2010.12))	I -57
【표 3.3.1】 Zond-12e 제원	I -59
【표 3.3.2】 탐사측선 현황	I -60

【표 3.3.3】 매질에 따른 유전상수	I -62
【표 3.3.3】 매질에 따른 유전상수(계속)	I -63
【표 3.3.4】 주파수별 안테나 특성	I -63
【표 3.3.5】 진동수별 파장	I -64
【표 4.2.1】 터널의 기본시설물과 부대시설물의 종류	I -73
【표 4.2.2】 터널 상태평가 항목	I -74
【표 4.2.3】 NATM터널(무근콘크리트 라이닝) 결합지수 산정기준	I -74
【표 4.2.4】 NATM터널(철근콘크리트 라이닝) 결합지수 산정기준	I -75
【표 4.2.5】 개착식터널 결합지수 산정기준	I -75
【표 4.2.6】 부대시설 상태평가 항목	I -76
【표 4.2.7】 부대시설의 가중치	I -77
【표 4.2.8】 부대시설(무근콘크리트) 결합지수 산정기준	I -78
【표 4.2.9】 부대시설(철근콘크리트) 결합지수 산정기준	I -78
【표 4.2.10】 균열 상태평가 기준	I -79
【표 4.2.11】 누수 상태평가 기준	I -80
【표 4.2.12】 파손 및 손상 상태평가 기준	I -80
【표 4.2.13】 재질열화 상태평가 기준	I -81
【표 4.2.14】 배수상태 상태평가 기준	I -82
【표 4.2.15】 지반상태 상태평가 기준	I -82
【표 4.2.16】 갯문(접속부)상태 상태평가 기준	I -83
【표 4.2.17】 공동구상태 상태평가 기준	I -83
【표 4.2.18】 특수조건(추가점수) 상태평가 기준	I -83
【표 4.2.19】 균열 상태평가 기준	I -84
【표 4.2.20】 파손 및 손상 상태평가 기준	I -84
【표 4.2.21】 터널 상태평가 결과 산정	I -85
【표 4.2.22】 부대시설의 가중치	I -87
【표 5.3.1】 안전성평가 기준	I -92
【표 5.4.1】 사용 프로그램	I -92
【표 6.1.1】 종합평가 결과 산정 흐름도	I -95
【표 6.2.1】 안전등급 기준	I -96
【표 7.1.1】 보수·보강 우선순위 결정 기준	I -99

- II 청도2터널(대구) -

【표 1.1.1】 Span별 축점분할 및 시공현황	II -3
【표 1.1.1】 Span별 축점분할 및 시공현황(계속)	II -4
【표 1.1.1】 Span별 축점분할 및 시공현황(계속)	II -5
【표 1.1.1】 Span별 축점분할 및 시공현황(계속)	II -6
【표 1.1.1】 Span별 축점분할 및 시공현황(계속)	II -7
【표 1.1.2】 청도2터널 절토사면 현황	II -8
【표 1.1.3】 지보패턴별 균열발생 빈도	II -14

【표 1.1.4】 단면손상(비철근노출) 손상발생 현황	II-18
【표 1.1.5】 기타 손상 발생 현황	II-19
【표 1.1.6】 공동구 손상발생 현황	II-20
【표 1.1.7】 배수시설 손상발생 현황	II-21
【표 1.1.8】 교면포장 손상발생 현황	II-23
【표 1.1.9】 옥외공동구 손상발생 현황	II-25
【표 1.1.10】 외관조사 결과	II-26
【표 1.1.11】 기 점검결과와 손상물량 비교표	II-27
【표 1.2.1】 청도2터널(대구) 콘크리트 비파괴시험 현황	II-28
【표 1.2.2】 비파괴강도 시험결과	II-30
【표 1.2.3】 비파괴강도시험 결과분석	II-31
【표 1.2.4】 비파괴강도 기 점검결과와의 비교	II-31
【표 1.2.5】 철근탐사 시험결과	II-32
【표 1.2.6】 탄산화깊이 측정결과 및 평가	II-33
【표 1.2.7】 탄산화깊이 기 점검결과와의 비교	II-34
【표 1.2.8】 염화물함유량 시험결과 및 평가	II-34
【표 1.2.9】 균열깊이 측정결과	II-35
【표 1.2.10】 현장시험 결과 요약	II-36
【표 1.2.11】 현장시험 기 점검(‘13년)결과 비교	II-37
【표 1.3.1】 표준지보공 패턴	II-38
【표 1.3.1】 표준지보공 패턴 (계속)	II-39
【표 1.3.2】 탐사측선 현황	II-42
【표 1.3.3】 콘크리트 라이닝 두께 요약	II-43
【표 1.3.4】 라이닝 두께부족 요약	II-43
【표 1.3.5】 구간별 라이닝 현황	II-44
【표 1.3.6】 라이닝 두께부족 구간	II-45
【표 1.3.7】 강지보공 탐지구간	II-47
【표 1.4.1】 종단측량 결과분석	II-50
【표 1.5.1】 일본의 내공변위 판정기준	II-55
【표 2.1.1】 Span별 시공현황 및 구간분할(대구)	II-61
【표 2.2.1】 무근콘크리트 구간 라이닝 결함지수 산정	II-62
【표 2.2.1】 무근콘크리트 구간 라이닝 결함지수 산정(계속)	II-63
【표 2.2.2】 철근콘크리트 구간 라이닝 결함지수 산정	II-63
【표 2.2.3】 무근콘크리트 구간 라이닝 상태평가 결과 산정	II-64
【표 2.2.3】 무근콘크리트 구간 라이닝 상태평가 결과 산정(계속)	II-65
【표 2.2.4】 철근콘크리트 구간 라이닝 상태평가 결과 산정	II-65
【표 2.2.5】 터널 주변 상태 결함점수 산정	II-66
【표 2.2.6】 피난연락갱 라이닝 결함지수 산정	II-66
【표 2.2.7】 피난연락갱 라이닝 상태평가 결과 산정	II-66
【표 2.2.8】 기본시설 상태평가 산정 결과	II-67
【표 2.2.9】 기본시설 상태평가 결과	II-67

【표 2.2.10】 부대시설 상태평가 결과	II-67
【표 2.2.11】 전체시설물의 상태평가 결과	II-68
【표 2.2.12】 기 점검('13년 정밀점검) 결과와의 상태평가 결과 비교	II-68
【표 3.1.1】 안전성 평가항목	II-71
【표 3.2.1】 지반의 종류에 따른 탄성계수	II-79
【표 3.2.2】 지반의 종류에 따른 탄성계수 및 포아송비	II-80
【표 3.2.3】 지반의 탄성계수와 N치와의 관계	II-80
【표 3.2.4】 통일분류법으로 분류한 지반상태에 따른 일반적인 토질정수	II-81
【표 3.2.5】 N치, 상대밀도 및 내부마찰각의 관계	II-82
【표 3.2.6】 N치를 이용한 내부마찰각(ϕ)의 추정식	II-82
【표 3.2.7】 청도2터널(대구) 적용 지반정수	II-82
【표 3.2.8】 지보재 재료특성	II-83
【표 3.2.9】 하중분배율	II-83
【표 3.5.1】 안전성 평가등급기준	II-96
【표 3.5.2】 안전성 평가결과	II-96
【표 4.1.1】 종합평가 결과 변화 비교	II-99
【표 4.2.1】 시설물의 안전등급	II-100
【표 5.1.1】 결함내용별 보수·보강방안	II-103
【표 5.1.2】 보수·보강 개략공사비	II-104
【표 5.2.1】 갯문 점검항목	II-105
【표 5.2.2】 라이닝 점검항목	II-106
【표 5.2.3】 라이닝 접속시설 점검항목	II-107
【표 5.2.4】 바닥부 점검항목	II-108
【표 5.2.5】 부속시설 점검항목	II-109

- III 청도2터널(부산) -

【표 1.1.1】 Span별 축점분할 및 시공현황	III-3
【표 1.1.1】 Span별 축점분할 및 시공현황(계속)	III-4
【표 1.1.1】 Span별 축점분할 및 시공현황(계속)	III-5
【표 1.1.1】 Span별 축점분할 및 시공현황(계속)	III-6
【표 1.1.1】 Span별 축점분할 및 시공현황(계속)	III-7
【표 1.1.2】 지보패턴별 균열발생 빈도	III-10
【표 1.1.3】 단면손상(비철근노출) 손상발생 현황	III-14
【표 1.1.4】 기타 손상 발생 현황	III-15
【표 1.1.5】 공동구 손상발생 현황	III-16
【표 1.1.6】 배수시설 손상발생 현황	III-17
【표 1.1.7】 교면포장 손상발생 현황	III-19
【표 1.1.8】 외관조사 결과	III-22
【표 1.1.9】 기 점검결과와 손상물량 비교표	III-23
【표 1.2.1】 청도2터널(부산) 콘크리트 비파괴시험 현황	III-24

【표 1.2.2】 비파괴강도 시험결과	III-26
【표 1.2.3】 비파괴강도시험 결과분석	III-27
【표 1.2.4】 비파괴강도 기 점검결과와의 비교	III-27
【표 1.2.5】 철근탐사 시험결과	III-28
【표 1.2.6】 탄산화깊이 측정결과 및 평가	III-29
【표 1.2.7】 탄산화깊이 기 점검결과와의 비교	III-30
【표 1.2.8】 염화물함유량 시험결과 및 평가	III-30
【표 1.2.9】 균열깊이 측정결과	III-31
【표 1.2.10】 현장시험 결과 요약	III-32
【표 1.2.11】 현장시험 기 점검('13년)결과 비교	III-33
【표 1.3.1】 표준지보공 패턴	III-34
【표 1.3.1】 표준지보공 패턴 (계속)	III-35
【표 1.3.2】 탐사측선 현황	III-38
【표 1.3.3】 콘크리트 라이닝 두께 요약	III-39
【표 1.3.4】 라이닝 두께부족 요약	III-39
【표 1.3.5】 구간별 라이닝 현황	III-40
【표 1.3.6】 라이닝 두께부족 구간	III-41
【표 1.3.7】 강지보공 탐지구간	III-43
【표 1.4.1】 종단측량 결과분석	III-46
【표 1.5.1】 일본의 내공변위 판정기준	III-51
【표 2.1.1】 Span별 시공현황 및 구간분할(부산)	III-57
【표 2.2.1】 무근콘크리트 구간 라이닝 결합지수 산정	III-58
【표 2.2.1】 무근콘크리트 구간 라이닝 결합지수 산정(계속)	III-59
【표 2.2.2】 철근콘크리트 구간 라이닝 결합지수 산정	III-59
【표 2.2.3】 무근콘크리트 구간 라이닝 상태평가 결과 산정	III-60
【표 2.2.3】 무근콘크리트 구간 라이닝 상태평가 결과 산정(계속)	III-61
【표 2.2.5】 철근콘크리트 구간 라이닝 상태평가 결과 산정	III-61
【표 2.2.6】 터널 주변 상태 결합점수 산정	III-62
【표 2.2.7】 피난연락갱 라이닝 결합지수 산정	III-62
【표 2.2.8】 피난연락갱 라이닝 상태평가 결과 산정	III-62
【표 2.2.9】 기본시설 상태평가 산정 결과	III-63
【표 2.2.10】 기본시설 상태평가 결과	III-63
【표 2.2.11】 부대시설 상태평가 결과	III-63
【표 2.2.12】 전체시설물의 상태평가 결과	III-64
【표 2.2.13】 기 점검('13년 정밀점검) 결과와의 상태평가 결과 비교	III-64
【표 3.1.1】 안전성 평가항목	III-67
【표 3.2.1】 지반의 종류에 따른 탄성계수	III-75
【표 3.2.2】 지반의 종류에 따른 탄성계수 및 포아송비	III-76
【표 3.2.3】 지반의 탄성계수와 N치와의 관계	III-76
【표 3.2.4】 통일분류법으로 분류한 지반상태에 따른 일반적인 토질정수	III-77
【표 3.2.5】 N치, 상대밀도 및 내부마찰각의 관계	III-78

【표 3.2.6】 N치를 이용한 내부마찰각(ϕ)의 추정식	III-78
【표 3.2.7】 청도2터널(부산) 적용 지반정수	III-78
【표 3.2.8】 지보재 재료특성	III-79
【표 3.2.9】 하중분배율	III-79
【표 3.5.1】 안전성 평가등급기준	III-92
【표 3.5.2】 안전성 평가결과	III-92
【표 4.1.1】 종합평가 결과 변화 비교	III-95
【표 4.2.1】 시설물의 안전등급	III-96
【표 5.2.1】 갯문 점검항목	III-101
【표 5.2.2】 라이닝 점검항목	III-102
【표 5.2.3】 라이닝 접속시설 점검항목	III-103
【표 5.2.4】 바닥부 점검항목	III-104
【표 5.2.5】 부속시설 점검항목	III-105

그림 목 차

- I 공통편 -

【그림 1.3.1】 정밀안전진단 과업수행 흐름도	I -5
【그림 1.4.1】 청도2터널(대구) 종·평면도	I -8
【그림 1.4.2】 청도2터널(부산) 종·평면도	I -9
【그림 1.4.3】 청도2터널 단면도	I -10
【그림 1.4.4】 청도2터널 표준지보패턴도	I -11
【그림 1.4.5】 청도2터널 지보패턴개요도	I -12
【그림 1.4.6】 청도2터널 제트팬, 비상주차대, 피난 연결통로 일반도	I -13
【그림 1.6.1】 터널 기호의 정의	I -15
【그림 3.2.1】 반발경도시험 및 측정기 점검 등의 절차	I -46
【그림 3.2.2】 초음파전달속도시험 및 측정기 점검 등의 절차	I -48
【그림 3.2.3】 초음파전달속도시험을 위한 탐촉자 배치방법	I -49
【그림 3.2.4】 표면법에 의한 초음파전달속도의 측정	I -50
【그림 3.2.5】 철근탐사 측정원리	I -51
【그림 3.2.6】 철근탐사시험 및 장비 점검 등의 절차	I -52
【그림 3.2.7】 탄산화에 의한 콘크리트 성능저하	I -54
【그림 3.2.8】 Tc-To법에 의한 탐촉자 배치 및 균열깊이 측정방법	I -58
【그림 3.3.1】 GPR 단면도 예 (좌 : 위글표시, 우 : 색상표시)	I -67
【그림 3.3.2】 GPR의 기본 신호처리 시스템 및 탐사 모식도	I -68
【그림 3.3.3】 라이닝 탐사 모식도 및 예시	I -69
【그림 3.3.4】 철근신호 예시	I -69
【그림 3.3.5】 강지보공 탐사 예시	I -70
【그림 3.3.6】 철근 및 강지보공 탐사 예시	I -70
【그림 4.2.1】 부대시설 분류	I -76
【그림 4.2.2】 상태평가 결과 산정절차	I -86

- II 청도2터널(대구) -

【그림 1.1.1】 균열 발생 현황	II -13
【그림 1.1.2】 종방향 균열 발생 현황	II -15
【그림 1.1.3】 이물질 퇴적 높이	II -22
【그림 1.2.1】 청도2터널(대구) 콘크리트 내구성조사 위치도	II -29
【그림 1.2.2】 평균압축강도 추정결과	II -31
【그림 1.2.3】 청도2터널(대구) 탄산화깊이 측정결과	II -33
【그림 1.2.4】 염화물시험 측정결과	II -35
【그림 1.3.1】 표준지보공 패턴도	II -40
【그림 1.3.1】 표준지보공 패턴도(계속)	II -41

【그림 1.3.2】 GPR 탐사 축선도	Ⅱ-42
【그림 1.3.3】 라이닝 두께부족 탐지구간 현황도	Ⅱ-45
【그림 1.3.4】 탐사결과예시(대구방향 92~94 Span)	Ⅱ-46
【그림 1.3.5】 탐사결과예시(대구방향 170~171 Span)	Ⅱ-46
【그림 1.3.6】 강지보공 탐사 예시	Ⅱ-47
【그림 1.4.1】 종단측량 측정결과	Ⅱ-50
【그림 1.4.1】 종단측량 측정결과(계속)	Ⅱ-51
【그림 1.4.1】 종단측량 측정결과(계속)	Ⅱ-52
【그림 1.4.2】 단면측량 측정결과	Ⅱ-53
【그림 1.4.2】 단면측량 측정결과(계속)	Ⅱ-54
【그림 1.5.1】 내공변위 측정결과(단위:m)	Ⅱ-56
【그림 1.5.1】 내공변위 측정결과(단위:m)(계속)	Ⅱ-57
【그림 3.3.1】 잔류수압 작용형	Ⅱ-92
【그림 3.5.1】 안전성 평가등급 산정절차	Ⅱ-95
【그림 4.1.1】 종합평가 결과 산정	Ⅱ-99
【그림 5.2.1】 라이닝 콘크리트 두께 부족 및 진단 결과	Ⅱ-110

- Ⅲ 청도2터널(부산) -

【그림 1.1.1】 균열 발생 현황	Ⅲ-8
【그림 1.1.1】 균열 발생 현황(계속)	Ⅲ-9
【그림 1.1.2】 종방향 균열 발생 현황	Ⅲ-11
【그림 1.1.3】 이물질 퇴적 높이	Ⅲ-18
【그림 1.2.1】 청도2터널(부산) 콘크리트 내구성조사 위치도	Ⅲ-25
【그림 1.2.2】 평균압축강도 추정결과	Ⅲ-27
【그림 1.2.3】 청도2터널(부산) 탄산화깊이 측정결과	Ⅲ-29
【그림 1.2.4】 염화물시험 측정결과	Ⅲ-31
【그림 1.3.1】 표준지보공 패턴도	Ⅲ-36
【그림 1.3.1】 표준지보공 패턴도 - 계속	Ⅲ-37
【그림 1.3.2】 GPR 탐사 축선도	Ⅲ-38
【그림 1.3.3】 라이닝 두께부족 탐지구간 현황도	Ⅲ-41
【그림 1.3.4】 탐사결과예시(부산방향 53~55 Span)	Ⅲ-42
【그림 1.3.5】 탐사결과예시(부산방향 12~14 Span)	Ⅲ-42
【그림 1.3.6】 강지보공 탐사 예시	Ⅲ-43
【그림 1.4.1】 종단측량 측정결과	Ⅲ-46
【그림 1.4.1】 종단측량 측정결과(계속)	Ⅲ-47
【그림 1.4.1】 종단측량 측정결과(계속)	Ⅲ-48
【그림 1.4.2】 단면측량 측정결과	Ⅲ-49
【그림 1.4.2】 단면측량 측정결과(계속)	Ⅲ-50
【그림 1.5.1】 내공변위 측정결과(단위:m)	Ⅲ-52
【그림 1.5.1】 내공변위 측정결과(단위:m)(계속)	Ⅲ-53
【그림 3.3.1】 잔류수압 작용형태	Ⅲ-88
【그림 3.5.1】 안전성 평가등급 산정절차	Ⅲ-91
【그림 4.1.1】 종합평가 결과 산정	Ⅲ-95
【그림 5.2.1】 라이닝 콘크리트 두께 부족 및 진단 결과	Ⅲ-106

사 진 목 차

- I 공통편 -

【사진 3.1.1】 외관조사 전경	I -44
--------------------------	-------

- II 청도2터널(대구) -

【사진 1.1.1】 조사구간 전경	II -9
【사진 1.1.2】 터널 주변 외관조사 결과(1)	II -10
【사진 1.1.3】 터널 주변 외관조사 결과(2)	II -11
【사진 1.1.4】 터널 주변 외관조사 결과(3)	II -12
【사진 1.1.5】 라이닝 외관조사 결과(1)	II -16
【사진 1.1.6】 라이닝 외관조사 결과(2)	II -17
【사진 1.1.7】 라이닝 외관조사 결과(3)	II -18
【사진 1.1.8】 기타 손상 외관조사 결과	II -19
【사진 1.1.9】 공동구 외관조사 결과	II -20
【사진 1.1.10】 배수시설 외관조사 결과	II -22
【사진 1.1.11】 도로부 외관조사 결과	II -23
【사진 1.1.12】 부대시설 현황	II -24
【사진 1.1.13】 옥외공동구 외관조사 결과	II -25
【사진 1.2.1】 콘크리트 내구성조사 전경	II -28
【사진 1.4.1】 측량 현황	II -49

- III 청도2터널(부산) -

【사진 1.1.1】 라이닝 외관조사 결과(1)	III -11
【사진 1.1.2】 라이닝 외관조사 결과(2)	III -12
【사진 1.1.3】 라이닝 외관조사 결과(3)	III -13
【사진 1.1.4】 라이닝 외관조사 결과(4)	III -14
【사진 1.1.5】 기타 손상 외관조사 결과	III -15
【사진 1.1.6】 공동구 외관조사 결과	III -16
【사진 1.1.7】 배수시설 외관조사 결과	III -18
【사진 1.1.8】 도로부 외관조사 결과	III -19
【사진 1.1.8】 도로부 외관조사 결과(계속)	III -20
【사진 1.1.9】 부대시설 현황	III -21
【사진 1.2.1】 콘크리트 내구성조사 전경	III -24
【사진 1.4.1】 측량 현황	III -45