

2018년도 정밀안전진단 및 정밀점검 용역[터널]

과업수행계획서

2018. 8.



부산울산고속도로(주)



(주) 동성엔지니어링

목 차

제1장 과업의 개요

1.1 과업의 목적	1
1.2 과업의 범위	1
1.2.1. 과업의 기간	1
1.2.2. 과업대상 시설물 개요	1
1.2.3. 기본과업	2
1.2.4. 선택과업	3
1.3 과업대상 구조물 위치도	4
1.4 대상구조물 전경	5

제2장 과업추진 계획

2.1 과업수행흐름도	10
2.2 과업수행 일정	11

제3장 과업수행 방법

3.1 자료수집 및 검토	13
3.2 현장조사 및 시험	13
3.2.1. 일반사항	13
3.2.2. 외관조사	14
3.2.3. 터널 기호의 정의	22
3.2.4. 재료시험 및 측정	23
3.3 상태평가	29
3.3.1. 목적	29
3.3.2. 내용	29
3.4 안전성평가	31
3.4.1. 안전성평가 방법	31
3.4.2. 안전성평가 흐름	31
3.4.3. 안전성평가 기준	32
3.5 종합평가 및 안전등급	32

3.5.1. 종합평가	32
3.5.2. 안전등급 지정	33
3.6 보수·보강 방안	33
3.6.1. 보수·보강 필요성 판단 및 업무 흐름도	33
3.6.2. 보수·보강 선정 기준	34
3.6.3. 보수·보강 물량	34
3.7 유지관리 방안[필요시]	35
3.8 종합결론	35

제4장 과업수행 인력 및 장비

4.1 과업수행 조직표	37
4.2 투입장비	38

제5장 과업수행상 안전대책

5.1 업무별 안전관리계획	41
5.2 안전교육 시행계획	42
5.2.1. 안전교육	42
5.2.2. 안전관리 보고	42
5.3 교통통제 계획	43
5.3.1. 목적	43
5.3.2. 교통 제한시 착안사항	43
5.3.3. 점검구간 내 통제 계획	43
5.4 안전관리 조직구성	47

첨부 : 검교정 성적서

제1장 과업의 개요

1.1 과업의 목적

1.2 과업대상 시설물 개요

1.3 과업의 범위

1.4 구조물 위치도

1.5 대상구조물 전경

1. 과업의 개요

1.1 과업의 목적

본 과업은 “시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법”(이하 “시설물안전법”이라 한다.) 제12조 및 동법 시행령 제10조에 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·보강방법 및 유지관리방안을 수립하여, 고속도로 시설물의 재난예방과 안전성 확보를 통해 공공의 안전을 확보하는데 그 목적이 있다.

1.2 과업의 범위

1.2.1. 과업의 기간

착수일로부터 210일간 (2018. 08. 16 ~ 2019. 03. 13)

1.2.2. 과업대상 시설물 개요

본 과업 대상구조물은 터널 11개소이며 상세 현황은 다음과 같다.

지역 본부	관리 지사	구조물명	노 선	연장 (m)	형식	준공 년도	안전 등급	점검 구분	비 고
부산 경남	울산 지사	문수터널(부산)	부산포항선	1508.0	NATM	2008	A	진단	
		문수터널(포항)	부산포항선	1599.0	NATM	2008	A	진단	
		온양터널(부산)	부산포항선	240.0	PAB	2008	A	진단	
		온양터널(포항)	부산포항선	240.0	PAB	2008	A	진단	
		일광터널(부산)	부산포항선	127.9	PAB	2008	A	진단	
		일광터널(포항)	부산포항선	127.9	PAB	2008	A	진단	
		기장2터널(부산)	부산포항선	265.0	NATM	2008	B	진단	
		기장2터널(포항)	부산포항선	304.0	NATM	2008	B	진단	
		기장1터널(부산)	부산포항선	522.0	NATM	2008	B	진단	
		기장1터널(포항)	부산포항선	460.0	NATM	2008	B	진단	
		해운대터널(부산)	부산포항선	680.0	NATM	2008	B	점검	

1.2.3. 기본과업

과업항목		지침상 기본과업	금회 과업내용 (과업내용서)
기 본 과 업	자료수집 및 분석	▶ 설계도서, 시설물 관리대장, 시공관련자료 등 ▶ 기존 안전점검·정밀안전진단 실시결과 자료 검토·분석 ▶ 보수·보강이력 검토·분석	좌동
	현장조사 및 시험	▶ 전체부재의 외관조사 및 외관조사망도 작성 ▶ 콘크리트 강도 － 반발경도, 초음파속도 ▶ 철근탐사 － 철근 배근상태, 철근 피복두께 ▶ 콘크리트 탄산화 깊이 측정 ▶ 콘크리트 염화물 함유량시험* ▶ 균열깊이 조사 ▶ 철근부식도 조사* ▶ 측정분할 ▶ 단면측량	좌동
	상태평가	▶ 외관조사 결과분석 ▶ 현장시험 및 재료시험 결과 분석 ▶ 대상 시설물(부재)에 대한 상태평가 ▶ 시설물 전체의 상태평가 결과에 대한 책임기술자의 소견	좌동
	안전성평가	▶ 조사, 시험, 측정결과의 분석 ▶ 기존의 구조계산서 또는 안전성 평가 자료 검토 및 분석 ▶ 안전성 평가 ▶ 시설물의 안전성평가 결과에 대한 소견	좌동
	종합평가	▶ 시설물의 종합평가 결과에 대한 소견 ▶ 안전등급 지정	좌동
	보수·보강방법	▶ 보수·보강 방법 제시	좌동
	보고서작성	▶ CAD 도면 작성 등 보고서 작성	좌동

주) *가 표기된 시험은 과업내용서 및 세부지침에 의거하여 책임기술자 판단 하에 발주기관과 협의 후 실시여부 결정

1.2.4. 선택과업

과업항목		지침상 선택과업	금회 과업내용 (과업내용서)	비용 반영여부
선택 과 업	자료수집 및 분석	▶ 구조·수리·수문 계산 (계산서가 없는 경우) ▶ 실측도면 작성(도면이 없는 경우)	▶ 해당없음 ▶ 해당없음	— —
	현장조사 및 시험	▶ 시료채취 및 실내시험 ▶ 지형, 지질, 지반조사 및 탐사, 토질조사 ▶ 누수탐사 ▶ 조사용 접근장비 운용 ▶ 침하, 변위, 거동 등의 측정 ▶ 시설물 조사에 필요한 임시접근로 ▶ 조사부위 표면청소 ▶ 마감재의 해체 및 복구 ▶ 기본과업 범위를 초과하는 강제 비파괴시험 ▶ 기계·전기설비 및 계측시설의 성능검사 ▶ 기타 관리주체의 추가 요구 및 안전성평 가 등에 필요한 조사·시험	▶ 해당없음 ▶ 해당없음 ▶ 해당없음 ▶ 교통통제 및 고소작업차 ▶ 해당없음 ▶ 해당없음 ▶ 해당없음 ▶ 해당없음 ▶ 해당없음 ▶ 해당없음 ▶ 해당없음	— — — ○ — — — — — — —
	안전성 평 가	▶ 구조·지반해석 ▶ 구조안전성 평가 등 전문기술을 요하는 경우의 전문가 자문 ▶ 내진성능 평가 및 사용성 평가 ▶ 임시 고정하중에 대한 안전성 평가	▶ 해당없음 ▶ 해당없음 ▶ 해당없음 ▶ 해당없음	— — — —
	보수·보강 방안	▶ 내진보강 방안제시 ▶ 시설물 유지관리 방안제시	▶ 해당없음 ▶ 해당없음	— —

1.3 과업대상 구조물 위치도



1.4 대상구조물 전경



문수터널(부산) 갱구부 전경



문수터널(부산) 내부 전경



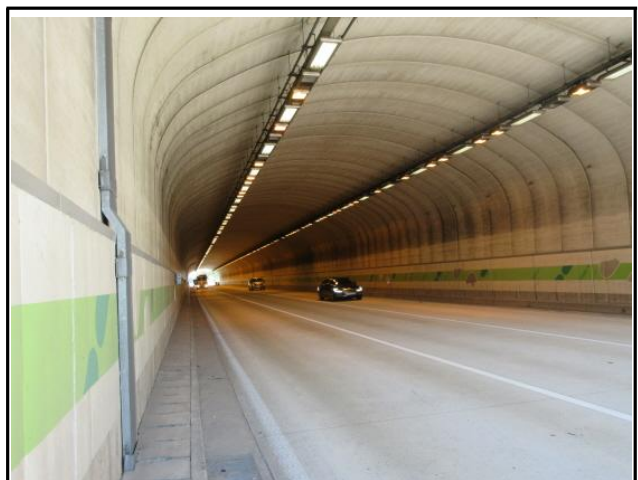
문수터널(포항) 갱구부 전경



문수터널(포항) 내부 전경



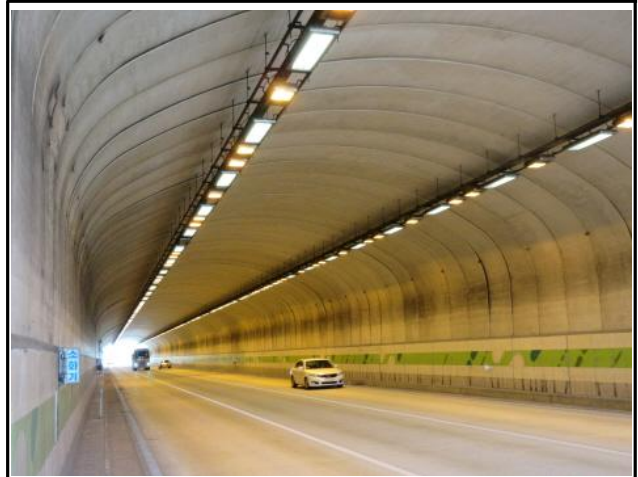
온양터널(부산) 갱구부 전경



온양터널(부산) 내부 전경



은양터널(포항) 갱구부 전경



은양터널(포항) 내부 전경



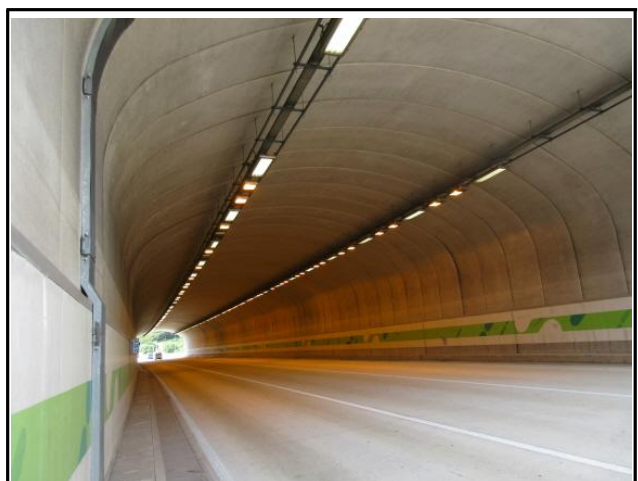
일광터널(부산) 갱구부 전경



일광터널(부산) 내부 전경



일광터널(포항) 갱구부 전경



일광터널(포항) 내부 전경



기장2터널(부산) 갱구부 전경



기장2터널(부산) 내부 전경



기장2터널(포항) 갱구부 전경



기장2터널(포항) 내부 전경



기장1터널(부산) 갱구부 전경



기장1터널(부산) 내부 전경



기장1터널(포항) 갱구부 전경



기장1터널(포항) 내부 전경



해운대터널(부산) 갱구부 전경



해운대터널(부산) 내부 전경

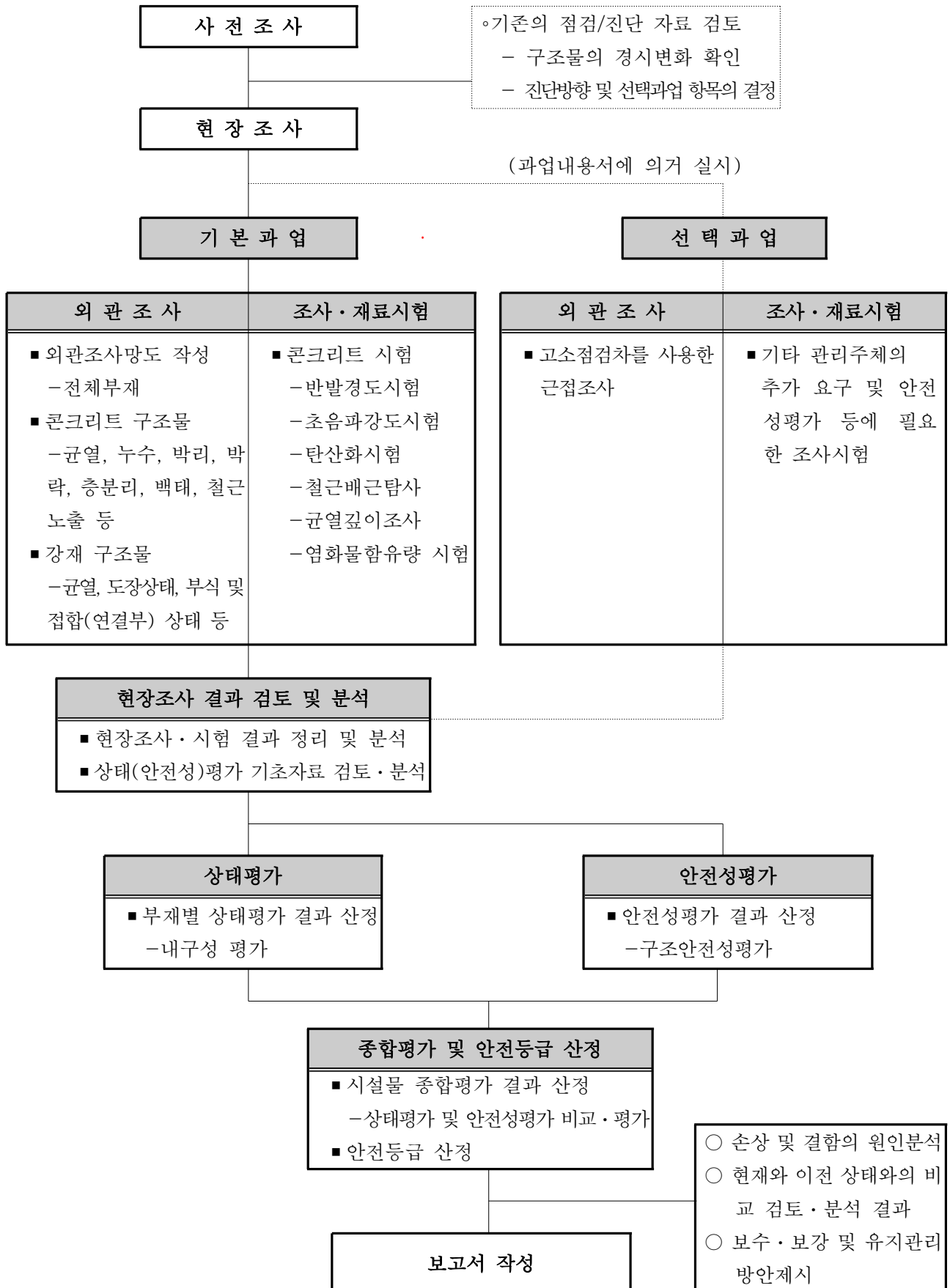
제2장 과업추진 계획

2.1 과업수행 흐름도

2.2 과업수행 일정

2. 과업추진 계획

2.1 과업수행흐름도



2.2 과업수행 일정

공 종	2018년					2019년			비 고
	8월	9월	10월	11월	12월	1월	2월	3월	
1. 사전조사 · 착수계 작성 및 제출 · 현장답사 · 관련자료 수집 및 분석 · 사전검토서 작성 및 제출 · 과업수행계획서 작성 및 제출									- 8/16 착수 - 착수 10일 이내 사전검토 보고서 제출 - 착수 14일 이내 과업수행 계획서 제출
2. 현장조사 및 상태조사 · 현장조사 계획 및 준비 · 현장재료시험 및 실내시험 · 시험결과 해석 및 평가 · 외관조사 · 현장조사결과 정리 · 상태평가									- 전체부재 정밀 조사 - 추가조사
3. 안전성평가 및 종합평가 · 안전성평가를 위한 조사 · 안전성평가 · 종합평가 결과 제출									
4. 보수·보강 등 제시 · 보수보강 방안 및 우선순위 결정 · 유지관리방안 제시									
5. 심 의 · 심의용 보고서 작성 · 심의의뢰 및 보고서 제출 · 심의결과 조치 · 심의완료									- 심의요청서 제출 - 기술심의 : 관리주체와 일정협의
6. 보고서 작성 · 외관조사사망도 작성 · 최종보고서 작성 · e-보고서 작성									- 3/13 준공

제3장 과업수행 방법

3.1 자료수집 및 검토

3.2 현장조사 및 시험

3.3 상태평가

3.4 안전성평가

3.5 종합평가 및 안전등급

3.6 보수 · 보강 방안

3.7 유지관리 방안

3.8 종합결론

3. 과업수행 방법

3.1 자료수집 및 검토

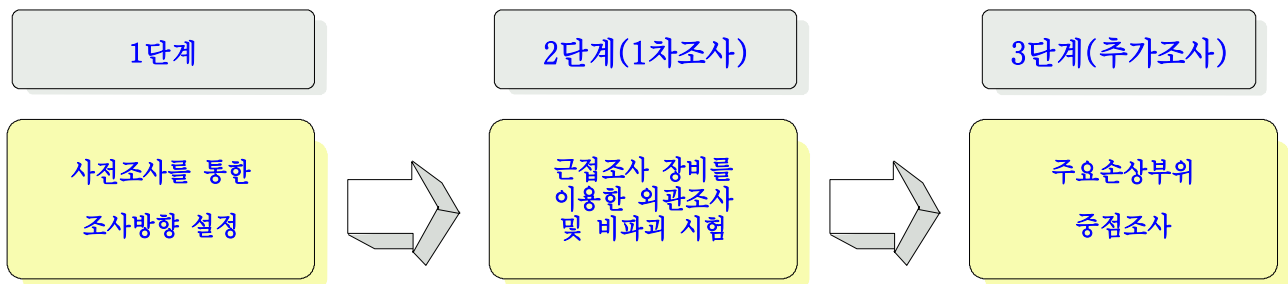
대상구조물에 대한 자료수집과 현장예비 조사를 통해 과업대상 구조물의 중점조사내용, 현장조사 및 시험의 방향설정과 조사방법 및 계획 등을 수립하도록 계획하였다.

또한, 상기 조사내용을 토대로 현장조사 요원에게 사전교육을 실시하여 중점조사 내용 및 현장시험 등을 숙지시켜 정확한 조사가 시행되도록 한다.

구 분	내 용
관련자료조사	① 준공도면의 검토 - 구조계산서 및 특별시방서 ② 과거 점검기록 검토 ③ 시설물 증·개축 및 유지보수 이력 검토 ④ 과거의 기록사진 및 자료의 검토 - 준공 이후의 제반 시방서 및 설계기준 변경사항 ⑤ 시설물 안전진단, 점검 세부지침에 의한 해당시설물 표준점검표 (Check list) 작성 ⑥ 보고서에 첨부할 대상시설물 도면 준비
현장답사	① 대상 시설물에 대한 개괄적 현황 파악, 시설물 이용현황, 입지환경조성 및 외형형상 조사 ② 발주처의 의견 수렴

3.2 현장조사 및 시험

3.2.1. 일반사항



- ① 기존에 실시한 점검 및 진단용역 및 보수보강이력, 현장예비조사 등의 사전조사를 통해 파악된 중점조사 사항(주요손상 및 결함)에 대한 발생 현황과 원인을 파악하기 위해 심도 있는 조사를 실시하고, 외관조사망도(지장물포함)를 작성하여 향후 점검 및 유지관리시에 효율적으로 활용할 수 있도록 한다.
- ② 접근방법으로는 점검로, 점검사다리, 고소점검차 등을 사용하여 부재에 최대한 접근한 상태에서 조사한다.
- ③ 콘크리트의 균열, 박락, 철근부식, 표면상태로 구분하여 상태를 조사한다.
- ④ 구조물을 검사 가능한 위치에서 누수, 백태 등을 중심으로 조사한다.
- ⑤ 구조물 주변의 지장물을 조사한다.
- ⑥ 비구조적 부재 상태도 빠짐없이 외관조사 실시한다.

3.2.2. 외관조사

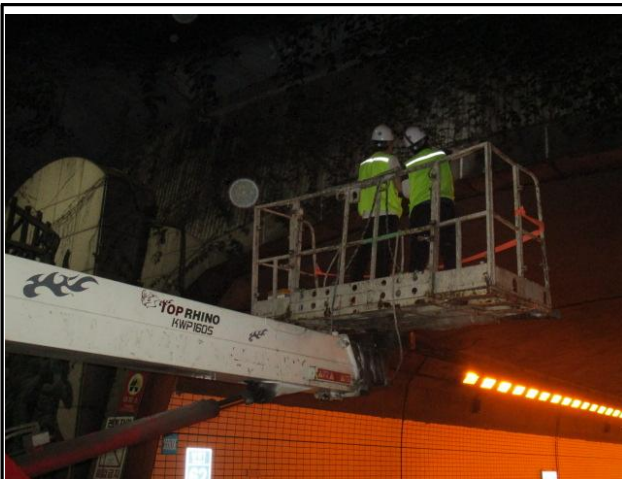
가. 조사방법



고소작업차를 이용한 현장조사(내부)



고소작업차를 이용한 현장조사(외부)



갯구부 근접 외관조사



터널내부 도보점검



현장조사시 교통통제 ①



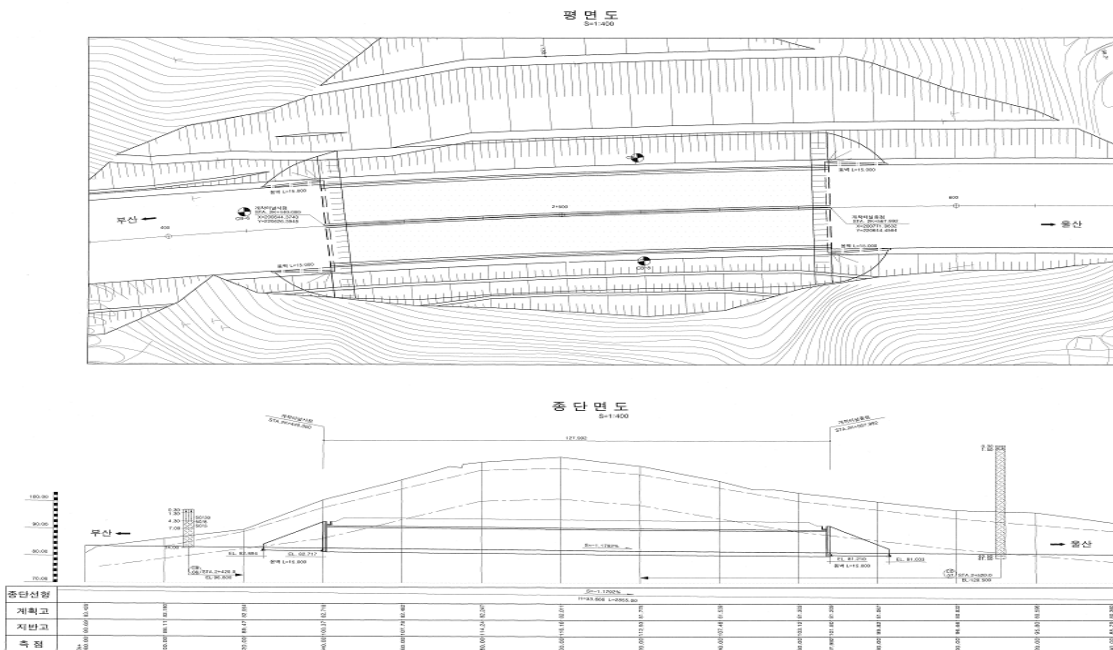
현장조사시 교통통제 ②

1) 터널의 일반적인 정밀안전진단 항목 및 방법

점검부위	진단항목	검사방법
터널내부	■ 균열조사 - 위치, 균열폭, 길이, 깊이, 균열의 진행성여부 등	초음파 검사법 균열측정기 육안조사 등
	■ joint부 조사(조적식라이닝) - 위치, 크기, 진행성, Seal재열화 등	육안조사 균열측정기 등
	■ 누수조사 - 위치, 누수량, 탁도, 수질 등	적외선 탐사법 육안조사 등
	■ 콘크리트라이닝 - 콘크리트 두께조사 - 콘크리트 강도 - 철근배근 탐사 및 철근부식도 측정 - 열화조사 · 파손 및 손상, 박리, 층분리 및 박락, 백태, 철근노출 - 탄산화 및 염화물함유량 조사	탄산화시험 레이다탐사법 충격 탄성과 시험 염화물함유량 시험 표면타격법 코아채취 시험 초음파 속도 육안조사 등
	■ 내부결함 탐사 - 공동 및 공극 조사 - 강지보공 조사, 설치간격, 규격 등	레이다 탐사법 내시경조사 육안조사 등
	■ 터널 계측 - 내공변위, 단면측량, 라이닝응력측정, 변형률측정	광파측량기 내공변위계 등
	■ 지반상태 - 풍화정도, 일축압축 강도, R.Q.D	시추조사 육안조사 등
	■ 배수·공동구 상태조사 - 배수상태 - 퇴적물 상태 - 뚜껑파손 상태	육안조사 내시경 조사 등
	■ 진동 및 소음 상태	진동 및 소음측정기 등
	■ 기타조사	육안조사 등
터널외부	■ 균열조사 - 위치, 균열폭, 길이, 깊이, 균열의 진행성여부	초음파 검사법 균열 측정기 육안조사 등
	■ 누수조사 - 위치, 누수량, 탁도, 수질 등	수질 검사 육안조사 등
	■ 콘크리트 강도 - 반발경도 시험, 일축압축강도	반발경도법 코아채취시험
	■ 터널주변 조사 - 지표 및 지질조사 - 사면조사 - 토지이용조건 - 환기구 상태(덮개 등)	보링조사 육안조사 등
	■ 기타조사	
기 타	- 표지판 여부 - 퇴적물 상태 - 안전 및 유지관리 계획여부, 청소상태 - 시설물 이력카드 작성 여부 및 보수이력 확인 - 진동 및 소음상태	

2) 조사장비 투입계획

문수터널(부산)		문수터널(포항)																	
■ 터널형식 및 연장 : NATM, L=1,508.0m ■ 터널 차로수 : 3차로 ■ 터널 상부현황 : 임야		■ 터널형식 및 연장 : NATM, L=1,590.0m ■ 터널 차로수 : 3차로 ■ 터널 상부현황 : 임야																	
평면 및 종단면도	문수터널(부산)																		
	문수터널(포항)																		
문수터널(부산) 전경		문수터널(포항) 전경																	
< 현장조사 장비투입계획 > <table><tr><th>구 분</th><th>고소 점검차</th><th>도보 및 기타</th><th>비 고</th></tr><tr><td>갱구부</td><td>갱구부 및 주변사면</td><td>갱구부 및 주변사면</td><td></td></tr><tr><td>라이닝</td><td>스프링라인, 어깨부, 천단부 등</td><td>벽체부, 공동구, 포장부, 비상주차대, 피난갱 등</td><td></td></tr><tr><td>비 고</td><td colspan="3">- 내부 라이닝 조사 시 교통통제 실시 - 갱구부 및 주변사면은 도보 및 고소점검차를 이용하여 조사 실시</td></tr></table>				구 분	고소 점검차	도보 및 기타	비 고	갱구부	갱구부 및 주변사면	갱구부 및 주변사면		라이닝	스프링라인, 어깨부, 천단부 등	벽체부, 공동구, 포장부, 비상주차대, 피난갱 등		비 고	- 내부 라이닝 조사 시 교통통제 실시 - 갱구부 및 주변사면은 도보 및 고소점검차를 이용하여 조사 실시		
구 분	고소 점검차	도보 및 기타	비 고																
갱구부	갱구부 및 주변사면	갱구부 및 주변사면																	
라이닝	스프링라인, 어깨부, 천단부 등	벽체부, 공동구, 포장부, 비상주차대, 피난갱 등																	
비 고	- 내부 라이닝 조사 시 교통통제 실시 - 갱구부 및 주변사면은 도보 및 고소점검차를 이용하여 조사 실시																		

일광터널(부산)		일광터널(포항)																	
■ 터널형식 및 연장 : PAB, L=127.9m ■ 터널 차로수 : 3차로 ■ 터널 상부현황 : 임야		■ 터널형식 및 연장 : PAB, L=127.9m ■ 터널 차로수 : 3차로 ■ 터널 상부현황 : 임야																	
일광터널(부산) , 일광터널(포항) 평면 및 종단면도	부산-울산간 고속도로 민간투자 시설사업 제4공구 : 회전 - 회동 일광터널(Precast Arch Box) 종평면도 																		
	 일 광터널(부산) 전경		 일 광터널(포항) 전경																
	< 현장조사 장비투입계획 > <table><tr><th>구 분</th><th>고소 점검차</th><th>도보 및 기타</th><th>비 고</th></tr><tr><td>갱구부</td><td>갱구부, 주변사면, 옹벽 등</td><td>갱구부, 주변사면, 옹벽 등</td><td></td></tr><tr><td>라이닝</td><td>스프링라인, 어깨부, 천단부 등</td><td>벽체부, 공동구, 포장부 등</td><td></td></tr><tr><td>비 고</td><td colspan="3">- 내부 라이닝 조사 시 교통통제 실시 - 갱구부 및 주변사면은 도보 및 고소점검차를 이용하여 조사 실시</td></tr></table>				구 분	고소 점검차	도보 및 기타	비 고	갱구부	갱구부, 주변사면, 옹벽 등	갱구부, 주변사면, 옹벽 등		라이닝	스프링라인, 어깨부, 천단부 등	벽체부, 공동구, 포장부 등		비 고	- 내부 라이닝 조사 시 교통통제 실시 - 갱구부 및 주변사면은 도보 및 고소점검차를 이용하여 조사 실시	
구 분	고소 점검차	도보 및 기타	비 고																
갱구부	갱구부, 주변사면, 옹벽 등	갱구부, 주변사면, 옹벽 등																	
라이닝	스프링라인, 어깨부, 천단부 등	벽체부, 공동구, 포장부 등																	
비 고	- 내부 라이닝 조사 시 교통통제 실시 - 갱구부 및 주변사면은 도보 및 고소점검차를 이용하여 조사 실시																		

– 20 –

3.2.3. 터널 기호의 정의

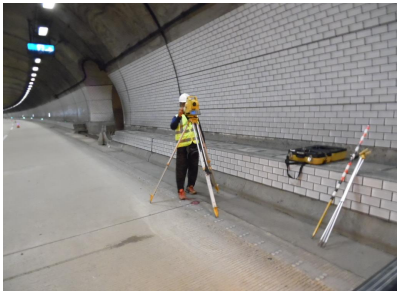
현장에서 조사된 손상에 대하여 다음과 같이 부재별로 별도의 기호를 정의하여 통일성을 기한다.

구 분		기 호 정 의	내 용	비 고
터 널	우측천장부	RC	우측어깨에서 천단까지의 구간	
	좌측천장부	LC	좌측어깨에서 천단까지의 구간	
	우측벽	RW	터널진행방향상의 우측 어깨에서 바닥사이이의 구간	
	좌측벽	LW	터널진행방향상의 좌측 어깨에서 바닥사이이의 구간	
	스프링라인	S.L	터널 단면중 최대폭을 형성하는 점 중 최상부의 점을 중 방향으로 연결하는 선	
	우측어깨	RS	터널 천단과 우측스프링 라인의 중간점	
	좌측어깨	LS	터널 천단과 좌측스프링 라인의 중간점	
	천단	C	터널의 좌우를 구분하는 천정부 중앙	

3.2.4. 재료시험 및 측정

가. 개 요

시험종류	내 용	비 고
반발경도시험	슈미트 해머를 이용하여 경화된 콘크리트 표면을 타격시 내부에 내장된 중추의 반동량을 반발도(R)로 표시하며, 이 반발도의 크기에 따라 콘크리트의 압축강도를 추정	
초음파시험	초음파시험기(Pundit)를 이용하여 경화된 콘크리트 표면에 초음파를 통하여 거리에 따른 전달속도를 분석하여 압축강도 및 균열 깊이 등을 추정	
철근탐사시험	표면에서 발사된 파의 간접 및 반사특성을 이용하여 철근의 위치, 방향, 피복두께를 추정	
탄산화 깊이 측정	페놀프탈레인 용액을 이용하여 탄산화 깊이를 측정하며, pH 8.2~10.0 이상의 알칼리측에서 홍색으로 발색하며 중성측에서는 무색으로 나타나게 되는데, 탄산화 진행 깊이의 측정은 콘크리트 표면에서 발색점까지의 깊이를 버니어캘리퍼스 등으로 측정	
균열깊이 측정	건전부와 비건전부의 초음파 특성값의 차이를 이용하여 균열의 깊이를 측정	
단면측량	터널 내부의 단면을 측량하여 건축한계, 시설한계 등과 간섭유무 검토	

		
반발경도시험	초음파강도시험	철근탐사시험
		
탄산화 깊이 측정	단면측량	측점부위 그라인딩

나. 재료시험 수량

1) 시설물별 재료시험 수량

가) 문수터널(부산) : NATM, L=1,508m

구 분	세부지침 기준	산출수량	금회 시험 수량	비 고
측점분할	• 5~50m 간격	5~50m	5m	
단면측량	• (총연장 / 200m) + 1개소	9개소	9개소 이상	
반발경도시험	• (총연장 / 100m) × 2개소	32개소	32개소 이상	동 일 부 위 시 험
초음파 전달속도시험		32개소	32개소 이상	
철근탐사시험	• 총연장 1,000m 미만 4개소 • 총연장 1,000m 이상 = 최초 4개소 + 500m당 1개소 추가	6개소	6개소 이상	
탄산화깊이측정		6개소	6개소 이상	
염화물함유량 시험		6개소	6개소 이상	
균열깊이 조사	• 부재의 중요도를 고려 책임기술자의 판단에 따라 수량 결정	• 좌 동		
코어채취	• 과업 내용에 의해 조사 및 수량 결정	• 발주처와 협의 후 실시여부 결정		
철근부식도	• 과업 내용에 의해 조사 및 수량 결정	• 발주처와 협의 후 실시여부 결정		

나) 문수터널(포항) : NATM, L=1,599m

구 분	세부지침 기준	산출수량	금회 시험 수량	비 고
측점분할	• 5~50m 간격	5~50m	5m	
단면측량	• (총연장 / 200m) + 1개소	9개소	9개소 이상	
반발경도시험	• (총연장 / 100m) × 2개소	32개소	32개소 이상	동 일 부 위 시 험
초음파 전달속도시험		32개소	32개소 이상	
철근탐사시험	• 총연장 1,000m 미만 4개소 • 총연장 1,000m 이상 = 최초 4개소 + 500m당 1개소 추가	6개소	6개소 이상	
탄산화깊이측정		6개소	6개소 이상	
염화물함유량 시험		6개소	6개소 이상	
균열깊이 조사	• 부재의 중요도를 고려 책임기술자의 판단에 따라 수량 결정	• 좌 동		
코어채취	• 과업 내용에 의해 조사 및 수량 결정	• 발주처와 협의 후 실시여부 결정		
철근부식도	• 과업 내용에 의해 조사 및 수량 결정	• 발주처와 협의 후 실시여부 결정		

다) 온양터널(부산) : PAB, L=240m

구 분	세부지침 기준	산출수량	금회 시험 수량	비 고
측점분할	• 5~50m 간격	5~50m	5m	
단면측량	• (총연장 / 200m) + 1개소	3개소	3개소 이상	
반발경도시험	• (총연장 / 100m) × 2개소	6개소	6개소 이상	동 일 부 위 시 험
초음파 전달속도시험		6개소	6개소 이상	
철근탐사시험	• 총연장 1,000m 미만 4개소 • 총연장 1,000m 이상 = 최초 4개소 + 500m당 1개소 추가	4개소	4개소 이상	
탄산화깊이측정		4개소	4개소 이상	
염화물함유량 시험		4개소	4개소 이상	
균열깊이 조사	• 부재의 중요도를 고려 책임기술자의 판단에 따라 수량 결정	• 좌 동		
코어채취	• 과업 내용에 의해 조사 및 수량 결정	• 발주처와 협의 후 실시여부 결정		
철근부식도	• 과업 내용에 의해 조사 및 수량 결정	• 발주처와 협의 후 실시여부 결정		

라) 온양터널(포항) : PAB, L=240m

구 분	세부지침 기준	산출수량	금회 시험 수량	비 고
측점분할	• 5~50m 간격	5~50m	5m	
단면측량	• (총연장 / 200m) + 1개소	3개소	3개소 이상	
반발경도시험	• (총연장 / 100m) × 2개소	6개소	6개소 이상	동 일 부 위 시 험
초음파 전달속도시험		6개소	6개소 이상	
철근탐사시험	• 총연장 1,000m 미만 4개소 • 총연장 1,000m 이상 = 최초 4개소 + 500m당 1개소 추가	4개소	4개소 이상	
탄산화깊이측정		4개소	4개소 이상	
염화물함유량 시험		4개소	4개소 이상	
균열깊이 조사	• 부재의 중요도를 고려 책임기술자의 판단에 따라 수량 결정	• 좌 동		
코어채취	• 과업 내용에 의해 조사 및 수량 결정	• 발주처와 협의 후 실시여부 결정		
철근부식도	• 과업 내용에 의해 조사 및 수량 결정	• 발주처와 협의 후 실시여부 결정		

마) 일광터널(부산) : PAB, L=127.9m

구 분	세부지침 기준	산출수량	금회 시험 수량	비 고
측점분할	• 5~50m 간격	5~50m	5m	
단면측량	• (총연장 / 200m) + 1개소	2개소	2개소 이상	
반발경도시험	• (총연장 / 100m) × 2개소	4개소	4개소 이상	동 일 부 위 시험
초음파 전달속도시험		4개소	4개소 이상	
철근탐사시험	• 총연장 1,000m 미만 4개소 • 총연장 1,000m 이상 = 최초 4개소 + 500m당 1개소 추가	4개소	4개소 이상	
탄산화깊이측정		4개소	4개소 이상	
염화물함유량 시험		4개소	4개소 이상	
균열깊이 조사	• 부재의 중요도를 고려 책임기술자의 판단에 따라 수량 결정	• 좌 동		
코어채취	• 과업 내용에 의해 조사 및 수량 결정	• 발주처와 협의 후 실시여부 결정		
철근부식도	• 과업 내용에 의해 조사 및 수량 결정	• 발주처와 협의 후 실시여부 결정		

바) 일광터널(포항) : PAB, L=127.9m

구 분	세부지침 기준	산출수량	금회 시험 수량	비 고
측점분할	• 5~50m 간격	5~50m	5m	
단면측량	• (총연장 / 200m) + 1개소	2개소	2개소 이상	
반발경도시험	• (총연장 / 100m) × 2개소	4개소	4개소 이상	동 일 부 위 시험
초음파 전달속도시험		4개소	4개소 이상	
철근탐사시험	• 총연장 1,000m 미만 4개소 • 총연장 1,000m 이상 = 최초 4개소 + 500m당 1개소 추가	4개소	4개소 이상	
탄산화깊이측정		4개소	4개소 이상	
염화물함유량 시험		4개소	4개소 이상	
균열깊이 조사	• 부재의 중요도를 고려 책임기술자의 판단에 따라 수량 결정	• 좌 동		
코어채취	• 과업 내용에 의해 조사 및 수량 결정	• 발주처와 협의 후 실시여부 결정		
철근부식도	• 과업 내용에 의해 조사 및 수량 결정	• 발주처와 협의 후 실시여부 결정		

사) 기장2터널(부산) : NATM, L=265m

구 분	세부지침 기준	산출수량	금회 시험 수량	비 고
측점분할	• 5~50m 간격	5~50m	5m	
단면측량	• (총연장 / 200m) + 1개소	3개소	3개소 이상	
반발경도시험	• (총연장 / 100m) × 2개소	6개소	6개소 이상	동 일 부 위 시 험
초음파 전달속도시험		6개소	6개소 이상	
철근탐사시험	• 총연장 1,000m 미만 4개소 • 총연장 1,000m 이상 = 최초 4개소 + 500m당 1개소 추가	4개소	4개소 이상	
탄산화깊이측정		4개소	4개소 이상	
염화물함유량 시험		4개소	4개소 이상	
균열깊이 조사	• 부재의 중요도를 고려 책임기술자의 판단에 따라 수량 결정	• 좌 동		
코어채취	• 과업 내용에 의해 조사 및 수량 결정	• 발주처와 협의 후 실시여부 결정		
철근부식도	• 과업 내용에 의해 조사 및 수량 결정	• 발주처와 협의 후 실시여부 결정		

아) 기장2터널(포항) : NATM, L=304m

구 분	세부지침 기준	산출수량	금회 시험 수량	비 고
측점분할	• 5~50m 간격	5~50m	5m	
단면측량	• (총연장 / 200m) + 1개소	3개소	3개소 이상	
반발경도시험	• (총연장 / 100m) × 2개소	8개소	8개소 이상	동 일 부 위 시 험
초음파 전달속도시험		8개소	8개소 이상	
철근탐사시험	• 총연장 1,000m 미만 4개소 • 총연장 1,000m 이상 = 최초 4개소 + 500m당 1개소 추가	4개소	4개소 이상	
탄산화깊이측정		4개소	4개소 이상	
염화물함유량 시험		4개소	4개소 이상	
균열깊이 조사	• 부재의 중요도를 고려 책임기술자의 판단에 따라 수량 결정	• 좌 동		
코어채취	• 과업 내용에 의해 조사 및 수량 결정	• 발주처와 협의 후 실시여부 결정		
철근부식도	• 과업 내용에 의해 조사 및 수량 결정	• 발주처와 협의 후 실시여부 결정		

자) 기장1터널(부산) : NATM, L=522m

구 분	세부지침 기준	산출수량	금회 시험 수량	비 고
측점분할	• 5~50m 간격	5~50m	5m	
단면측량	• (총연장 / 200m) + 1개소	4개소	4개소 이상	
반발경도시험	• (총연장 / 100m) × 2개소	12개소	12개소 이상	동 일 부 위 시험
초음파 전달속도시험		12개소	12개소 이상	
철근탐사시험	• 총연장 1,000m 미만 4개소	4개소	4개소 이상	
탄산화깊이측정	• 총연장 1,000m 이상	4개소	4개소 이상	
염화물함유량 시험	= 최초 4개소 + 500m당 1개소 추가	4개소	4개소 이상	
균열깊이 조사	• 부재의 중요도를 고려 책임기술자의 판단에 따라 수량 결정	• 좌 동		
코어채취	• 과업 내용에 의해 조사 및 수량 결정	• 발주처와 협의 후 실시여부 결정		
철근부식도	• 과업 내용에 의해 조사 및 수량 결정	• 발주처와 협의 후 실시여부 결정		

차) 기장1터널(포항) : NATM, L=460m

구 분	세부지침 기준	산출수량	금회 시험 수량	비 고
측점분할	• 5~50m 간격	5~50m	5m	
단면측량	• (총연장 / 200m) + 1개소	4개소	4개소 이상	
반발경도시험	• (총연장 / 100m) × 2개소	10개소	10개소 이상	동 일 부 위 시험
초음파 전달속도시험		10개소	10개소 이상	
철근탐사시험	• 총연장 1,000m 미만 4개소	4개소	4개소 이상	
탄산화깊이측정	• 총연장 1,000m 이상	4개소	4개소 이상	
염화물함유량 시험	= 최초 4개소 + 500m당 1개소 추가	4개소	4개소 이상	
균열깊이 조사	• 부재의 중요도를 고려 책임기술자의 판단에 따라 수량 결정	• 좌 동		
코어채취	• 과업 내용에 의해 조사 및 수량 결정	• 발주처와 협의 후 실시여부 결정		
철근부식도	• 과업 내용에 의해 조사 및 수량 결정	• 발주처와 협의 후 실시여부 결정		

카) 해운대터널(부산) : NATM, L=680m

구 분	세부지침 기준	산출수량	금회 시험 수량	비 고
측점분할	• 5~20m 간격	5~20m	5m	
반발경도시험	• (총연장 / 300m)	3개소	3개소 이상	
탄산화깊이측정	• 총연장 1,000m 미만 2개소 • 총연장 1,000m 이상 = 최초 2개소 + 1,000m당 1개소 추가	2개소	2개소 이상	

2) 시설물별 기준수량

구 분	반발경도 시험	초음파 전달속도 시험	철근탐사 시험	탄산화 깊이 측정	염화물 함유량 시험	균열깊이 조사	단면측량	측점분할
문수터널(부산)	32	32	6	6	6	기술자 판단	9	5m
문수터널(포항)	32	32	6	6	6	기술자 판단	9	5m
온양터널(부산)	6	6	4	4	4	기술자 판단	3	5m
온양터널(포항)	6	6	4	4	4	기술자 판단	3	5m
일광터널(부산)	4	4	4	4	4	기술자 판단	2	5m
일광터널(포항)	4	4	4	4	4	기술자 판단	2	5m
기장2터널(부산)	6	6	4	4	4	기술자 판단	3	5m
기장2터널(포항)	8	8	4	4	4	기술자 판단	3	5m
기장1터널(부산)	12	12	4	4	4	기술자 판단	4	5m
기장1터널(포항)	10	10	4	4	4	기술자 판단	4	5m
해운대터널(부산)	3	—	—	2	—	—	—	5m

3.3 상태평가

3.3.1. 목적

시설물의 육안조사에 의한 외관상태 항목과 함께 내구성요소인 탄산화 등의 항목도 포함하여 부재별로 상태등급을 매긴 후, 부재별 중요도를 고려한 가중치를 고려하여 전체 평가등급을 산정한다.

3.3.2. 내용

· 상태평가등급 기준

상태평가등급	시설물의 상태	비고
A	문제점이 없는 최상의 상태	
B	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태	
C	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	주요부재에 결함이 발생하여 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태	
E	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태	

· 결함점수 및 결함도 지수(f) 산정기준(터널) : NATM터널(무근콘크리트 라이닝)

결 합 등 급		a	b	c	d	e	
		$0 \leq f < 0.15$	$0.15 \leq f < 0.30$	$0.30 \leq f < 0.55$	$0.55 \leq f < 0.75$	$0.75 \leq f$	
라 이 닝	균 열	0~2	3~5	6~8	9~11	12~13	
	누 수	0	1	2	3	4~5	
	파손 및 손상	0	0	1	2	3	
	재질 열화	박 리	0	0	1	1	1
		층분리 및 박락	0	0	1	2	3
		백 태	0	0	1	1	1
		재료분리	0	0	1	1	1
터 널 주 변	배수상태	오 염 됨 : 1					
		배수불량 또는 막힘 : 2					
	지반상태	풍화변질 및 단층파쇄대	영향범위 내 : 2 ~ 3				
			영향범위 외 : 1				
	갱문상태	손 상 : 0.5~1					
	공동구상태	덮개파손 및 오염됨 : 0.5					
이물질 퇴적 및 침수 : 1							
특수조건		도심지 토사터널전력구터널, 전차선을 설치한 터널에서 낙수 및 동결위험 (추가점수) : 1~3					
라이닝 결함지수 (f) = $\frac{\Sigma \text{결함점수}}{27}$, 터널결함지수 (F) = $\frac{\Sigma \text{결함점수}}{34}$							

· 결함점수 및 결함도 지수(f) 산정기준(터널) : NATM터널(철근콘크리트 라이닝)

결 함 등 급		a	b	c	d	e	
		0 ≤ f < 0.15	0.15 ≤ f < 0.30	0.30 ≤ f < 0.55	0.55 ≤ f < 0.75	0.75 ≤ f	
라 이 닝	균 열	0~2	3~5	6~8	9~11	12~13	
	누 수	0	1	2	3	4~5	
	파손 및 손상	0	0	1	2	3	
	재질 열화	박 리	0	0	1	1	1
		층분리 및 박락	0	0	1	2	3
		백 태	0	0	1	1	1
		재료분리	0	0	1	1	1
		철근노출	0	1	2	3	4
		탄 산 화	0	1	2	3	—
염 화 물		0	1	1	2	—	
터 널 주 변	배수상태	오 염 됨 : 1					
		배수불량 또는 막힘 : 2					
	지반상태	풍화변질 및 단층파쇄대	영향범위 내 : 2 ~ 3				
			영향범위 외 : 1				
	갱문상태	손 상 : 0.5~1					
공동구상태	덮개파손 및 오염됨 : 0.5						
	이물질 퇴적 및 침수 : 1						
특수조건		도심지 토사터널전력구터널, 전차선을 설치한 터널에서 낙수 및 동결위험 (추가점수) : 1~3					
라이닝 결함지수 (f) = $\frac{\Sigma \text{결함점수}}{36}$, 터널결함지수 (F) = $\frac{\Sigma \text{결함점수}}{43}$							

· 결함도 점수 범위에 따른 등급

등급	A	B	C	D	E
결함도범위	$0 \leq f < 0.15$	$0.15 \leq f < 0.30$	$0.30 \leq f < 0.55$	$0.55 \leq f < 0.75$	$0.75 \leq f$

3.4 안전성평가

3.4.1. 안전성평가 방법

터널의 안전성 평가방법은 일반적으로 주변지반의 응력상태를 고려한 해석적 방법에 의해 이루어진다.

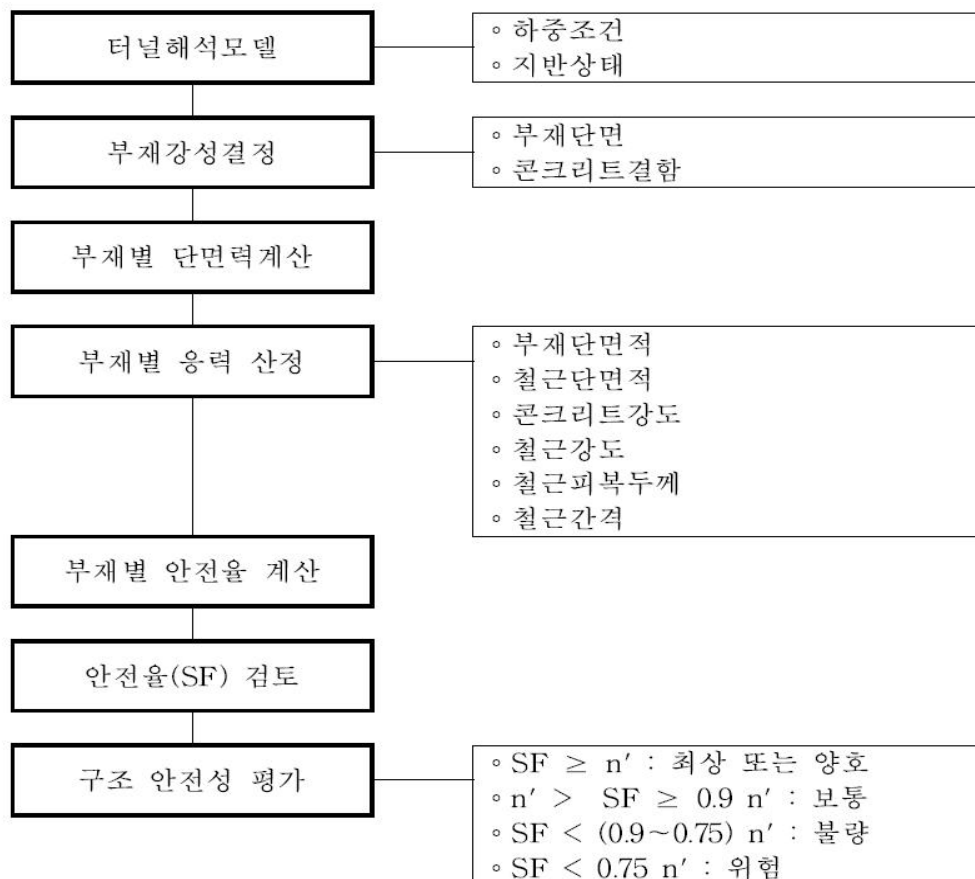
해석적 방법에 의해 구조물의 안전성을 평가하는 경우 현장조사 및 수집자료에 의해 얻어진 구조물의 치수, 시공상세도, 재료의 성질 및 구조물의 결함, 주변지반조건 등을 종합하여 실제상태에 대한 해석을 통해 올바른 평가를 기대할 수 있으므로 관련 설계 및 안전에 관한 제반기준을 적용하고 공인된 신뢰도가 있는 해석방법에 의해 평가되어야 한다.

구조물의 해석 시 안전여유율이 고려되어 있으므로 현재상태의 구조물에 대한 구조해석결과가 「콘크리트시방서」의 안전도 기준에 미흡하다고 해서 구조물이 불안전 하다는 것이 아니라 단지, 구조물의 안전여유율이 적다는 것을 의미한다.

따라서 구조해석에 의한 구조물의 안전성 평가는 현재상태의 구조물이 얼마나 안전여유율을 확보하고 있는지의 정도를 평가하는 것이 합리적이라 할 수 있다.

즉, 구조해석 결과 안전여유율이 등가안전율(n') 이상인 경우는 안전성이 충분히 확보된 구조물로 평가하고 등가안전율 미만이나 안전여유율이 등가안전율의 약 75% 이상일 때는 안전성은 있지만 충분치 못한 상태로서 구조물의 상태를 주기적으로 점검 및 과대하중 재하억제 등의 관리가 필요한 상태로 평가하며, 안전여유율이 등가안전율의 약 75% 미만인 경우에는 사용제한여부의 판단이 요구되거나 사용금지를 요하는 안전성이 결여된 구조물이라고 평가할 수 있다.

3.4.2. 안전성평가 흐름



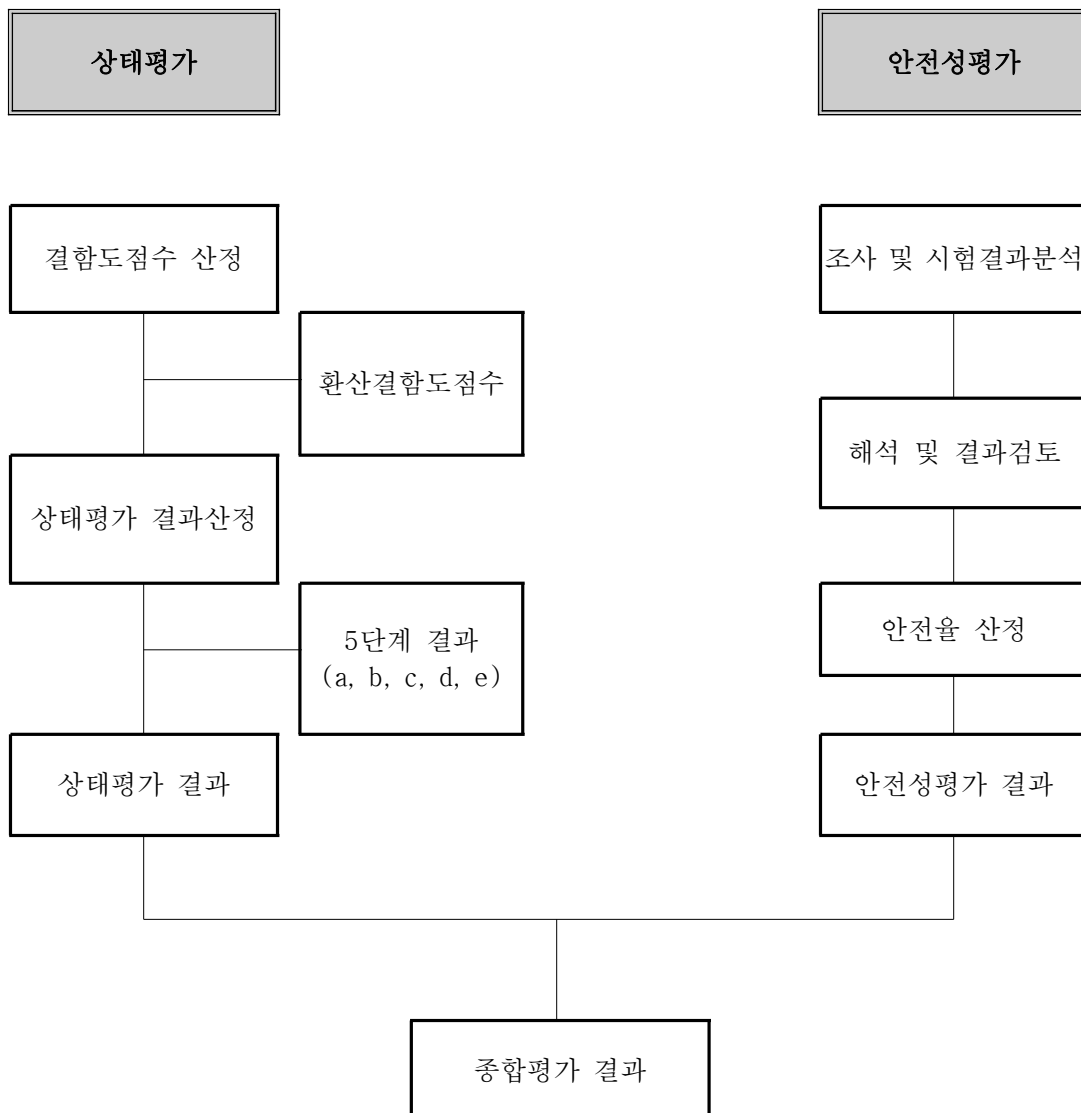
3.4.3. 안전성평가 기준

기 준	내 용	비 고
a	■ $SF \geq 1.0$	■ 허용응력설계법 $SF = \frac{\text{허용응력}}{\text{발생응력}} = \frac{f_a}{f_{d+l}}$ ■ 강도설계법 $SF = \frac{\text{설계강도}}{\text{소요강도}} = \frac{\phi M_n}{M_u}$
b	■ $0.9 \leq SF < 1$ 이나, 공용내하력이 설계하중보다 크게 평가된 경우	
c	■ $0.9 \leq SF < 1$	
d	■ $0.75 \leq SF < 0.9$	
e	■ $SF < 0.75$	

3.5 종합평가 및 안전등급

3.5.1. 종합평가

- 종합평가 결과 = MIN(상태평가 결과, 안전성평가 결과)



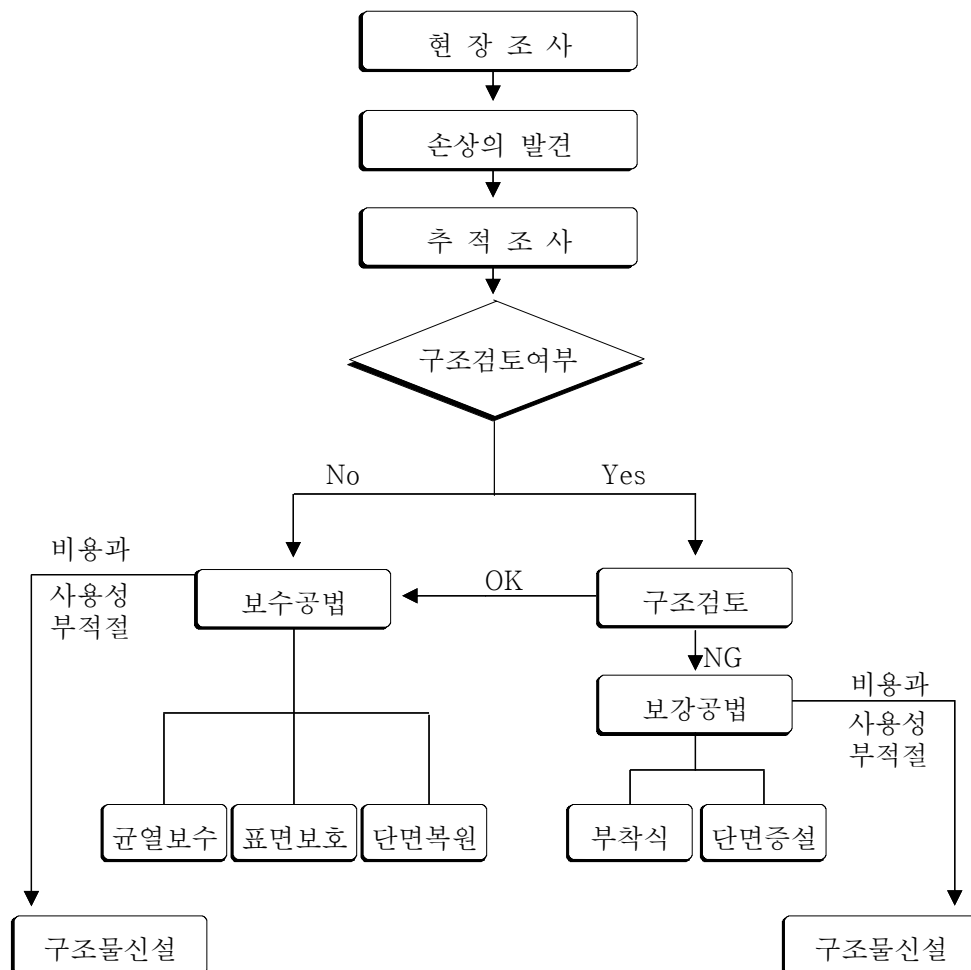
3.5.2. 안전등급 지정

안전등급	시설물의 상태
A	■ 문제점이 없는 최상의 상태
B	■ 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태
C	■ 주요부재의 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 주요부재에 내구성, 기능성저하방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태
D	■ 주요부재에 결함이 발생하여 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태
E	■ 주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물의 안전에 위협이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태

3.6 보수·보강 방안

보수·보강공법의 선정 시에는 발생한 결함 및 손상에 대해 보수·보강이 필요한 지를 평가한 뒤 고속도로상 작업여건, 안전성, 시공성, 경제성 및 유지관리차원, 이용객의 불편을 최소화할 수 있는 방안을 고려한 보수·보강공법에 대하여 우선순위 장단기 대책을 수립하여 제시하며 각 구조물별로 작성한다.

3.6.1. 보수·보강 필요성 판단 및 업무 흐름도



3.6.2. 보수·보강 선정 기준

보수·보강공법	내 용		
우선순위 결정	구 분	순 위	내 용
	단 기	1순위	■ 시설물의 안전관리에 관한 특별법 제12조(중대한 결함)의 “대통령이 정하는 중대한 결함”에 포함되는 손상 - 철근콘크리트 시설물의 염해 또는 탄산화에 따른 내력손실 ■ 주요부재에 발생된 결함 및 손상이 커 상태평가 기준 “d”이하인 경우 ■ 철근부식에 의한 내하력 저하가 우려되거나, 부식가능성이 큰 경우
	중장기	2순위	■ 보조부재에 발생된 결함 및 손상이 커 내구성에 영향을 미치는 경우 ■ 상부 차량 통행에 지장을 줄 수 있는 손상 ■ 즉각적인 보수는 요구되지 않지만 내구성, 기능성, 사용성 저하방지를 위한 보수가 필요한 경우
		3순위	■ 기능발휘에는 지장이 없으나, 방치시 규모가 증대될 수 있는 손상 및 사용성 증진을 위해 보수가 필요한 손상
	지속관찰		■ 1-3순위를 제외한 손상으로서 지속적인 관찰을 통해 향후 발전상태에 따라 보수·보강 여부를 판단할 수 있는 정도의 손상 - 콘크리트의 0.2mm이하의 비구조적 미세균열(단, 균열집중구간은 제외) - 경미한 강재의 용접결함 - 후타재 등의 보조부재에서의 주행에 지장을 주지 않는 균열 등의 손상(빈번한 차량통행으로 인한 보수효과가 없는 경우, 향후 교체가 시행될 부재 등) - 기타 경미한 손상으로서 내구성 및 사용성에 지장을 주지 않는 경우
공 법	■ 보수공법은 비교표를 통해 작성하여 각 공법의 장·단점 비교 검토 ■ 보수공법 비교 검토 후 최적안을 선정제시(필요시)		
안 전 성	■ 보수, 보강실시 후 공용하중에 대한 안전성을 확보할 수 있는지를 검토		
시 공 성	■ 보수대상별 보수시기, 보수 우선순위, 보수대책은 도로상 작업여건을 감안, 교통 불편을 최소화 할 수 있는 방안으로 각 구조물별로 작성		
경 제 성	■ 시공 가능한 공법 중 내구성·안전성을 고려하여 가장 경제적인 공법 선정		
유지관리 차원	■ 공학적인 측면에서 보수·보강공법을 검토하고 시설물의 효율적인 유지관리에 문제가 없는 공법 선정		

3.6.3. 보수·보강 물량

보수·보강 물량 및 개략공사비는 다음과 같은 내용을 정리하여 보고서에 수록한다.

- 구조체별 손상발생 물량 총괄 정리
- 구조체별 보수·보강 물량, 개략공사비 및 우선순위 총괄정리
- 우선순위별로 물량 및 개략공사비 정리

3.7 유지관리 방안(필요시)

시설물의 유지관리는 관리 주체자가 체계적으로 유지관리를 시행하고 있으나 주요 손상부재 및 취약부재의 손상상태 및 손상원인을 파악한 후 유지관리를 실시한다면 효율적인 유지관리가 이루어질 수 있다.

따라서 본 과업에서는 주요 손상부재 및 손상원인을 파악하고 유지관리를 효율적으로 실시할 수 있는 건의사항 및 방안을 제시한다.

유지관리방안		내 용
기 본 방 향		현장 정밀진단 결과를 근거로 공용기간 중 대상시설물에 발생 가능한 손상을 조기에 발견함으로써 사용성, 안전성 및 내구성이 확보될 수 있도록 유지관리방안 검토
제시내용 결정		- 효율적인 점검을 위한 방안 검토 - 유지관리방법 개선의 필요성 검토
유지관리방법 제시		- 점검경로 제시 - 유지관리편람 제시 - 장기 유지관리 체계 개선 대책 제시
중점 점검 위치 결정	정기점검	육안조사시 확인하여야 할 점검 위치 제시
	정밀안전 점검	- 근접조사시 확인하여야 할 점검 위치 제시 - 비파괴시험 실시구간 제시
	정밀안전 진단	- 금회 안전진단 결과에 의거 구조적 문제 발생구간 제시 - 향후 안전진단시 고려해야 될 전반적인 내용이 기록될 수 있는 점검사항 제시

3.8 종합결론

종합결론부에는 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침[교량·터널편](2017, 국토교통부·한국시설안전공단)에 제시한 내용을 포함한 결론을 작성하여 제출한다.

종합결론부 내용 (교량·터널 세부지침사항)	종합결론부 세부 목차
- 정밀안전진단 실시결과의 종합결론 - 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항 - 기타 필요한 사항	- 외관조사 결과 - 현장 시험 및 측정결과 - 시설물의 안전성 평가 - 종합평가 결과(안전등급 지정 포함) - 보수보강 방법 - 종합결론

제4장 과업수행 인력 및 장비

4.1 과업수행 조직표

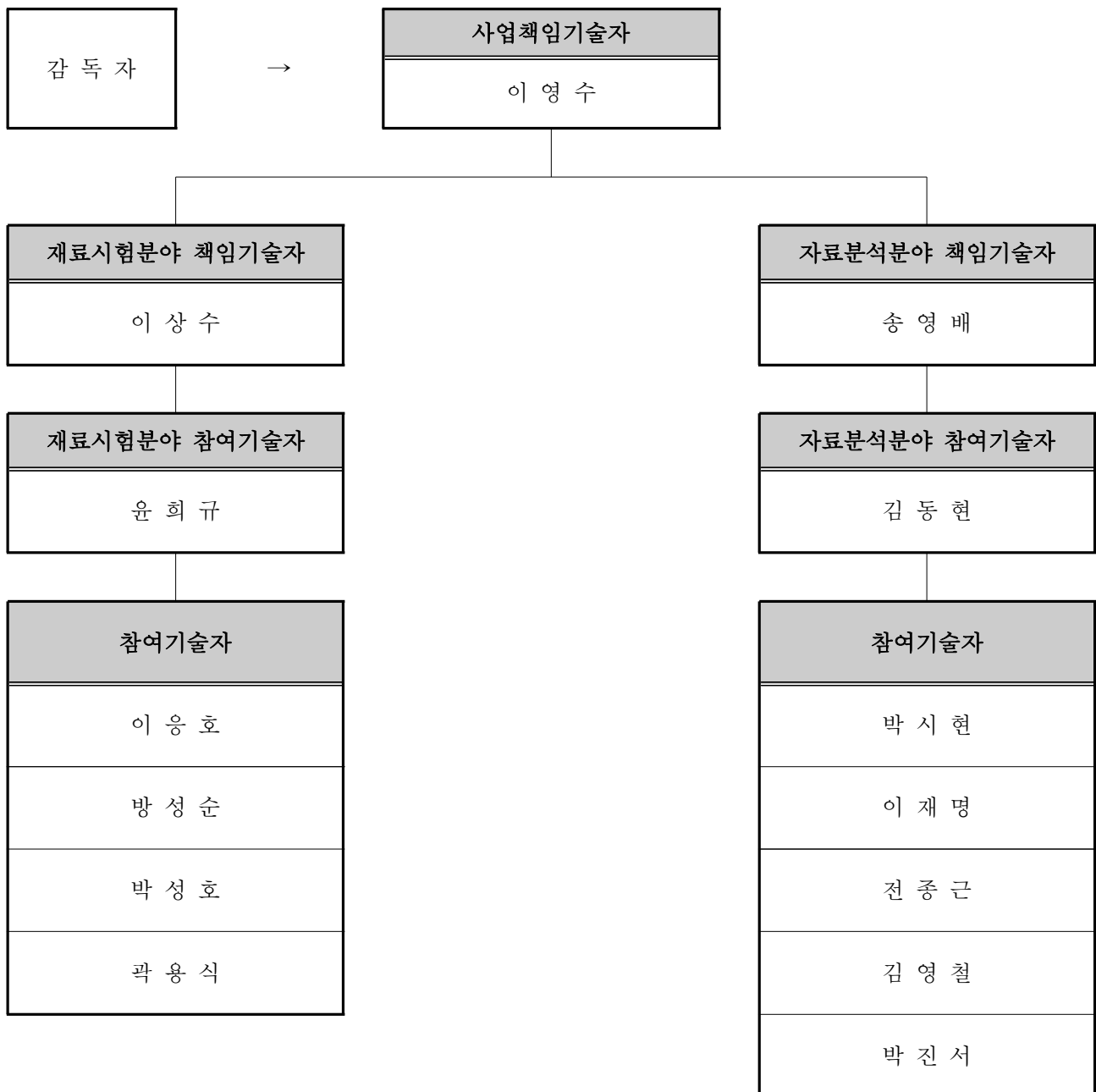
4.2 인원투입계획

4.3 투입장비

4. 과업수행 인력 및 장비

4.1 과업수행 조직표

- 시설물의 안전진단 업무가 국민의 재산과 생명은 물론 시설물의 효용증진과 안전확보 차원과 직결되므로 이 분야의 기술과 경험이 풍부한 전문가로 인적자원을 구성
- 사업책임기술자 : 안전진단 전문분야의 풍부한 경력과 학문을 겸비한 기술자
- 분야별 책임기술자 : 해당분야의 오랜 기술경험 있는 경력자로 구성
- 참여기술자 : 특급기술자 고급 · 중급 · 초급 기술자로 편성
- 행정지원 : 과업수행팀이 과업시작부터 완료시까지의 전 과정에 걸쳐 발주처와의 원활한 업무협조, 업무보고 및 관련사항에 대한 진단행정 지원을 실시함으로써 과업수행에 차질이 없도록 함



4.2 투입장비

장 비 명	규 격	용 도	활 용 방 법	비 고
균열 측정기	PEAK2028	균열폭 측정	■ 균열폭의 크기와 길이를 확대렌즈를 통해 육안으로 확인	
내시경	—	협소한 공간 조사	■ 협소한 공간에 기계를 삽입하여 조사가 가능하게 하기 위해 사용	
철근 탐사기	NJJ-95B	철근배근상태·피복두께 측정	■ 한쪽방향으로 이동하여 철근의 위치를 액정화면을 통해 측정	
반발경도 측정기	NR-10	콘크리트강도	■ 약 3cm 간격에 20회 정도 타격하여 그 값의 평균치를 구함	
초음파 탐지기	PUNDIT	콘크리트강도, 균열깊이 추정	■ 송신자와 수신자를 통해 건전부와 불 건전부의 초음파 진행속도의 차이로 측정	
탄산화 시험기	—	콘크리트 내부 탄산화 측정	■ 페놀프탈레인 용액 1%를 분사하여 대비 되는 색깔로 pH양을 측정	
광파측량기	GPT-6002C	현황측량	■ 필요시 터널의 제원, 경사도 등 측량 실시	
철근부식도 측정기	JC-2000	부식가능성 측정	■ 주철근 노출 작업 후 클립코드를 노출철근에 접속시키고 살수 작업 후, 전위센서를 측정	
도막두께 측정기	JT-501	도막두께측정	■ 0~5000 μ m의 측정범위로 도막두께를 $\pm 3.5\mu$ m의 오차로 측정	
그라인더	GWS 18V-LI	콘크리트 면처리	■ 반발경도 시험 및 초음파 강도 시험을 실시하기 전 콘크리트 면처리	
해머드릴	GBH36V-LI	드릴링	■ 탄산화를 위한 드릴링 및 들뜸부 파취를 위해 조사	
염분측정기	CL-1B	콘크리트의 염분측정	■ 콘크리트시료 40mg 정도를 정제수와 혼합시켜 추출되는 이온양을 측정	
disto	—	디지털 거리 측정기	■ 제원조사 및 거리측정시 이용	
버니어캘리퍼스	—	측정기	■ 제원조사 측정시 이용	
코어 채취기	—	코어 채취	■ 표장면 코어채취 및 분석	
사진기	CANON OLYMPUS	외관조사 보조기구	■ 외관조사시 손상이나 현황 등을 촬영	
소형랜턴	—	외관조사 조사보조기구	■ 내부 조사시 보다 정밀한 조사를 위해 소형랜턴을 휴대함	
망원경	CF	외관조사 보조기구	■ 원거리에서 근접육안 조사용	
고성능카메라	NICON	외관조사 보조기구	■ 원거리에서 근접육안 조사용	
점검망치	—	외관조사 보조기구	■ 콘크리트 및 강재의 청음조사에 이용	

			
균열 측정기	내시경	철근탐사기	반발경도 측정기
			
초음파 탐지기	탄산화 시험기	광파측량기	철근부식도 측정기
			
도막두께 측정기	그라인더	해머드릴	염분측정기
			
disto	버니어캘리퍼스	코어채취기	사진기
			
소형랜턴	망원경	고성능카메라	점검망치

제5장 과업수행상 안전대책

5.1 업무별 안전관리계획

5.2 안전교육 시행계획

5.3 교통통제 계획

5.4 안전관리 조직구성

5. 과업수행상 안전대책

5.1 업무별 안전관리계획

구 분	안전관리 항목 (유해, 위험요소)	안 전 관 리 대 책
공통사항	■ 현장작업 착수전 준비 및 확인 사항	■ 관리주체 감독원에게 현장조사 일정보고(전화) ■ 비상 연락처 위치 및 전화 번호 확인 - 관리주체, 경찰서, 소방서(119), 병원 ■ 작업전 현장 예상사고 발생요소 확인 후 교육 및 토의 ■ 안전장구 착용 및 진단자 복장 확인 ■ 안전 점검일지 작성 ■ 우천 시 작업 중단 ■ 팀장은 작업 중 수시 안전 확인
교통통제	■ 교통사고	■ 교통통제 - 관할 고속도로순찰대와 협조 - 관리주체 담당자와 합동 확인 ■ 각종 교통안전표지 - 표지판 내용, 훼손 여부 및 종류별 설치 위치 확인 - 라바콘 설치, 야광 성능 확인 - 작업 종료 후 철수 확인 ■ 신호수 - 신호방법 교육 - 적정인원 배치 및 위치 확인 - 복장 및 신호깃발, 호루라기 소지 확인 - 교대 근무자 대기 배치
점검차량 이 용	■ 장비에 승, 하차시 추락위험 ■ 점검차량 - 승차인원 과다로 장비 미작동 - 이동 중 부재와 점검자 머리 충돌	■ 장비 운전자는 점검자가 안전하게 승, 하차토록 운전 ■ 터널 점검시설 - 허용 승차인원 통제 - 구간이동 중 점검자의 자세 확인 - 사다리설치 시 고정 상태 확인
외관조사	■ 외관조사시 충돌 및 추락주의 ■ 내부조사시 주행차량에 의한 사고	■ 외관조사시 안전보호구 필히 착용 ■ 팀장은 조사중 수시 안전 확인
비 파 괴 시 험	■ 코어채취	■ 코어채취 - 코어 채취기 고정을 위한 양카 상태 확인

5.2 안전교육 시행계획

5.2.1. 안전교육

구 분	교육시기	대 상	내 용
정 기 교 육	최초작업 착수 전	진단자 전 원	■ 교육자 : 안전관리책임자, 안전관리자(현장) ■ 교육내용 - 작업(진단)개요 - 시설물현황(위험, 출입 통제장소 등) - 차량운전시 주의사항 - 현장유해, 위험요소, 기계, 기구에 대한 사전 점검항목 및 점검 방법에 관한 사항 - 각종장비 취급요령 및 작업(진단)방법에 관한 사항 - 보호용구 및 안전설비 취급과 사용에 관한 사항 - 상호연락, 비상연락체계 및 관리주체와 협의된 사항 - 기타안전 보전에 관한 사항 - 특별법 제34조의 규정에 의한 비밀유지 철저
수 시 교 육	작업변경사항 발생시	해 당 작업자	■ 교육자 : 안전관리자 ■ 교육내용 - 정기교육 내용 중 신규채용(현장보조인부 포함) 및 추가투입된 진단자에 필요한 사항 - 작업(진단) 공중 변경자(변경내용에 관한 사항)
특 별 교 육	특수공중 작업 전	해 당 작업자	■ 교육자 : 안전관리자 ■ 교육내용 - 현장유해, 위험요소, 기계, 기구에 대한 사전점검 항목 및 점검방법에 관한 사항 - 안전수칙에 관한 사항 - 사고시 응급처치 및 조치에 관한 사항 - 기타 안전 보전에 관한 사항 - 관리주체와 작업(진단)과 관련 협의된 사항

5.2.2. 안전관리 보고

- ① 현장작업 안전관리자는 현장작업 안전관리자는 현장작업 일체에 대한 안전관리업무를 수행하며 안전관리자 부재시 차 하급자가 대행한다.
- ② 장비점검은 매일 작업종료 후 실시하여 안전관리자의 확인을 받는다.
- ③ 현장작업 시 안전관리자는 매일 안전관리를 실시 점검하고 점검 내용을 안전관리책임자에게 보고한다.
- ④ 안전사고 및 긴급사태 발생 시 안전관리자는 응급조치를 수행함과 동시에 안전관리책임자에게 유선 선보고 후 사고보고서를 작성하여 서면보고 한다.
- ⑤ 시설물의 주요부위 출입 시는 관리주체에게 통보하여 허락을 득 하거나 관리주체의 감독원의 안내를 받도록 한다.

5.3 교통통제 계획

5.3.1. 목적

- ① 정밀안전진단 실시에 따른 자동차와 작업 및 작업의 안전성 확보
- ② 고속도로 교통소통 원활화
- ③ 도로관리의 효용성과 이용객 불편 최소화

5.3.2. 교통 제한시 착안사항

- ① 교통제한 7일 이전에 관할경찰서 신고
- ② 효과적인 교통제한의 방법 및 기간(소요시간)
- ③ 필요 안전장구 확보 및 점검
- ④ 안전원의 임무수행 능력
- ⑤ 기상이변 및 악천후시 필요한 조치

5.3.3. 점검구간 내 통제 계획

가. 유도차량 배치

차량유도를 실시하는 곳에 유도차량(방향 표시등 탑재한 차량)을 배치하여 통행차량을 유도한다.

나. 신호수 배치

구 분	임 무	비 고
서행신호수	■ 통제수는 1~2명으로 구성되며 전방에서 신호봉을 상하로 흔들어 차량속도를 감속시킴	
유 도 수	■ 작업구간 전·후방에서 차량의 서행을 유도	
교통감시원	■ 작업구간 부근에서 통행차량을 유도 및 감시	

다. 신호수 유의사항

- ① 안전장구 및 안전조끼를 착용하고 전자 신호봉 및 깃발로 차량을 통제한다.
- ② 신호수 및 작업원은 도로를 무단횡단 하여서는 안된다.
- ③ 신호수는 정위치를 무단이탈 하여서도 안된다.
- ④ 신호수는 무전기 등 휴대장구를 지참하여야 한다.

라. 안전표지판(시설물) 설치

- ① 안전표지판은 작업구간의 원거리로부터 설치하고 철거는 역순으로 한다.
- ② 안전표지판은 작업구간 내에 1개소, 작업구간 시점부의 2km지점에 위치한 갓길에 1개소 설치한다.
- ③ 차량유도구간은 라바콘 설치간격을 2~4m 간격으로 설치한다.
- ④ 안전시설물은 교통처리 계획도에 의거 기준에 맞게 설치한다.

<안전시설물 설치수량>

공사안내판	교통안내판	라바콘	싸인보드
8개	8개	100개	3 개
드림	경광등	신호수	에어간판
10개	3개	3명 (로봇 2개 포함)	1개(풍선)
기 타		3개(과속방지턱 등)	

주) 안전시설물 설치수량은 작업구간의 길이에 따라 다소 증·감될 수 있음.

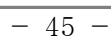
마. 교통 혼잡 방지대책

- ① 우천 및 안개 발생시 차로 차단 작업을 연기한다.
- ② 출퇴근 시간대(07:00 ~ 09:30, 17:30~20:00) 점검을 금지한다.
- ③ 점검이 종료되면 즉시 복구하여 차량소통에 불편을 주지 않도록 한다.

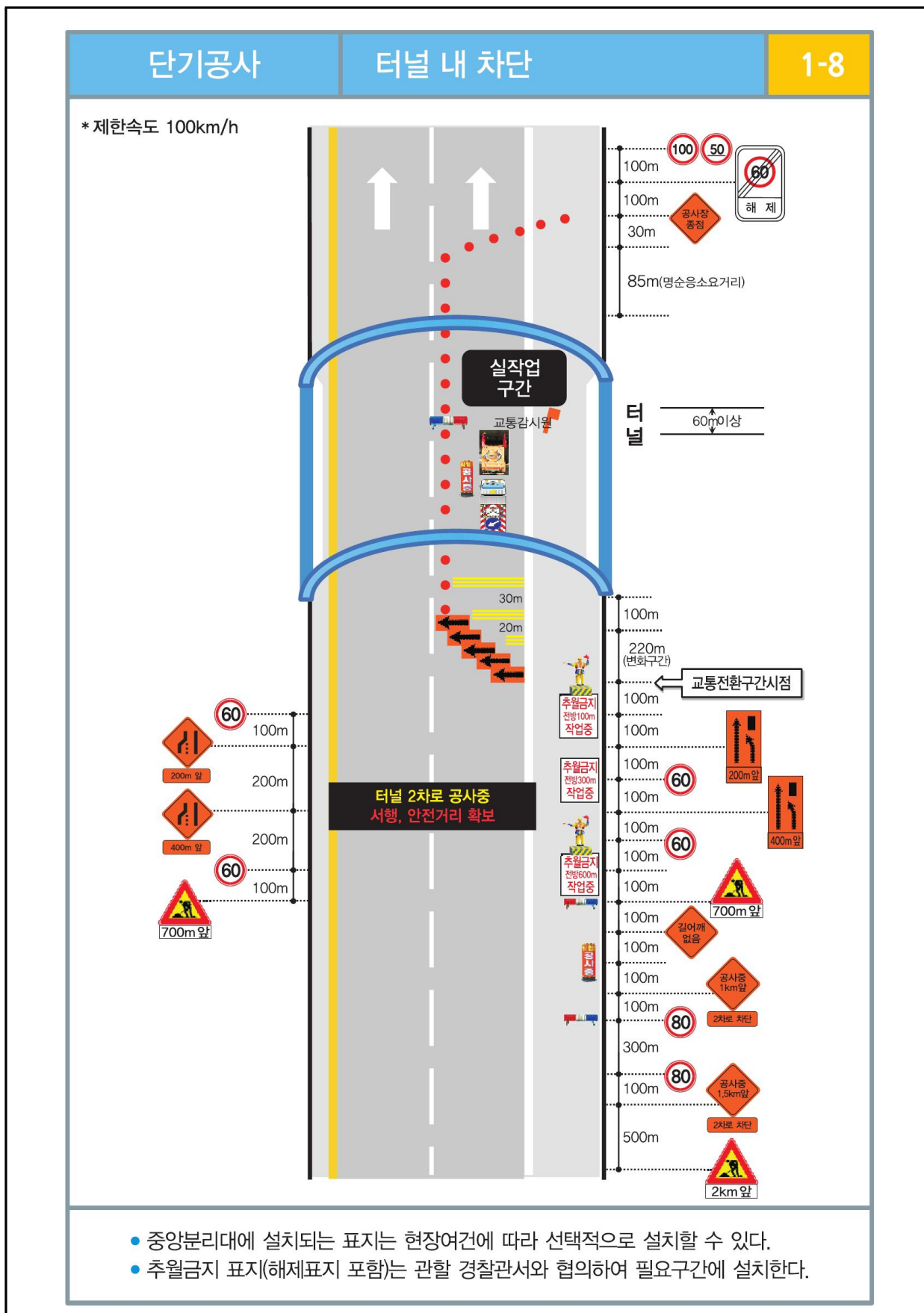
바. 홍 보

- ① 교통의 원활한 소통 및 통행차량의 안전을 위하여 사전에 안내간판을 설치하여 공사정보를 전달한다.
- ② 통제구간의 시점 및 통제구간 내에 안내간판을 설치하여 지속적으로 정보를 전달한다.

1) 터널 내 차단(3차로)



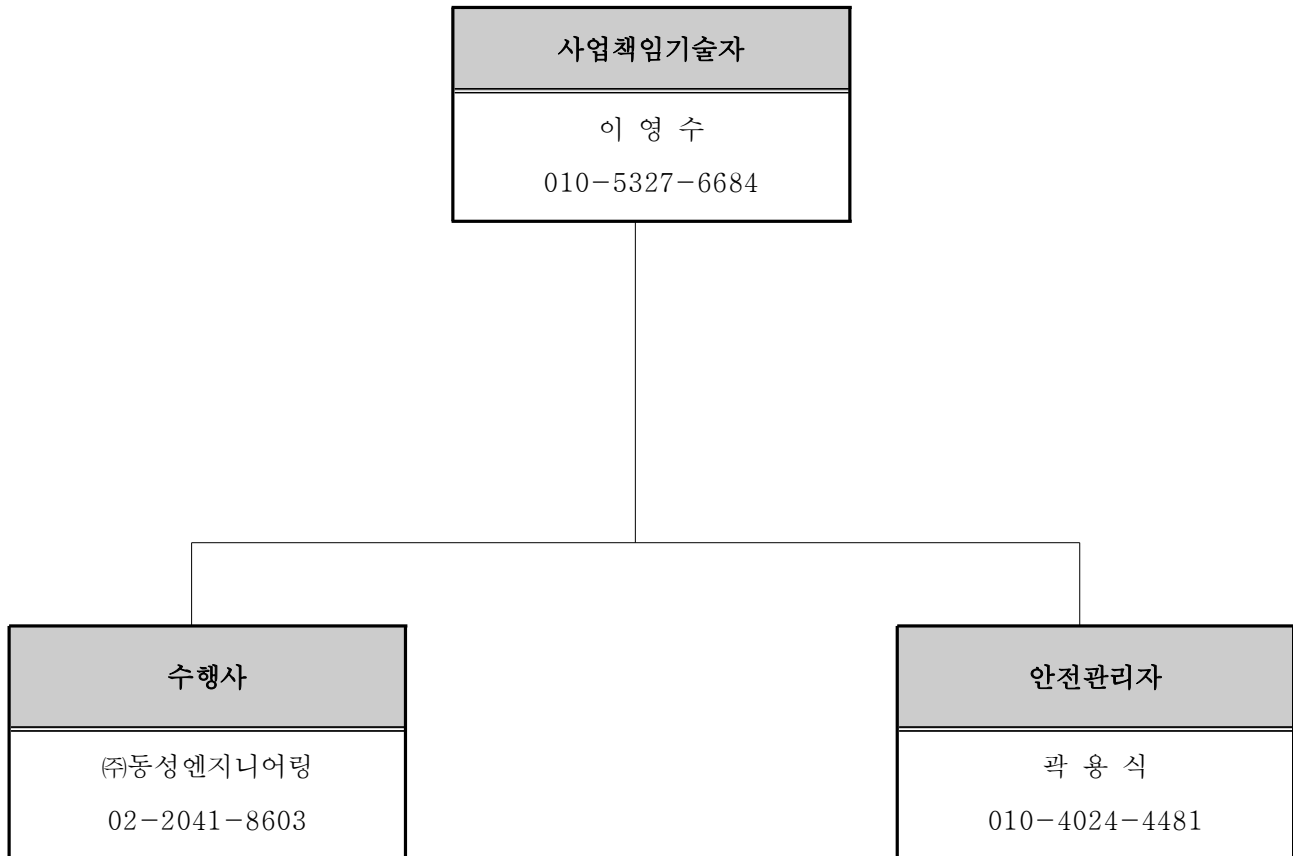
2) 터널 내 차단(2차로)



5.4 안전관리 조직구성

정밀안전진단 종사자의 안전은 물론 공공의 안전을 위하여 기구와 장비를 안전하게 운용하고 작업을 안전하게 수행하도록 안전관리계획을 수립한다.

특히, 금번 과업대상 구조물은 고속도로상의 터널으로서 빠른 차량의 이동속도에 대한 안전대책 수립에 중점을 두었다.



한국도로공사 부산경남본부	055-711-6000
한국도로공사 울산지사	052-701-6200
부산울산고속도로(주)	052-255-3378
고속도로 순찰대 제8지구대	051-508-5984
울산남부소방서	052-210-4723
해운대소방서	051-760-4880

－ 첨 부 －

사용장비 검교정 성적서

시험 성적서

(TEST REPORT)



한국산업기술시험원
Korea Testing Laboratory

성적서 번호 : 17-058060-02-1
Report No.

페이지 (1) / (총 2)
Page of Pages



1. 의뢰자 (Client)

기관명 (Name) : (주)동성엔지니어링
주소 (Address) : 경상북도 경산시 성암로21길 39 (옥산동)
의뢰일자 (Date of Receipt) : 2017. 09. 29.

2. 시험성적서의 용도 (Use of Report) : Q.C

3. 시험대상품목/물질/시료명 (Test Sample)

제품명 (Description) : 테스트 햄머
제조회사 (Manufacturer) : PROCEQ
모델명 (Model Name) : NR-10 / NR Type
제조번호 (Serial Number) : 66730
기타 (Remark) :

4. 시험기간 (Date of Test) : 2017년 10월 18일 ~ 2017년 10월 18일

5. 시험규격/방법 (Test Standard/Method) : 시험결과 참조

6. 시험환경 (Testing Environment)

온도 (Temperature) : (23.1 ± 0.1) °C, 습도 (Humidity) : (49 ± 1) % R.H.

7. 시험결과 (Test Results) : 시험결과 참조

비고 (Note) : 1. 이 성적서는 의뢰자가 제출한 시료에 대한 시험결과이며,
(The test results contained apply only to the test sample(s) supplied by the client)
2. 우리 원의 사전 동의 없이 본성적서의 전부 혹은 일부를 복사를 할 수 없습니다.
(This test report shall not be reproduced in full or in part without approval of the KTL in advance.)

화인 Affirmation	작성자 (Tested by)	기술책임자 (Technical Manager)
	성명 (Name) : 김태영 (Signature)	성명 (Name) : 유숙철 (Signature)

2017. 10. 18.

한국산업기술시험원장



경기도 안산시 상록구 해안로 723 (723, Hae-an-ro, Sangnok-gu, Ansan-si, Gyeonggi-do, KOREA) Tel.031-500-0217 Fax. 031-500-0389

FP204-01-03



본류 마크는 주위 전자확인을 대조 프로그램에서 원본대조시 사용되는 2D코드입니다.



심적서 번호 : 17-058060-02-1
Report No.
페이지 (2)(총 2)
Page of Pages



시험결과 (Test Results)

1. 일반 사항

- ◇ 제품명 : 테스트 헬머
- ◇ 제작회사 : PROCEQ
- ◇ 모델명 : NR-10 / NR Type
- ◇ 제조번호 : 66730

2. 사용된 표준장비

- Test ANVIL(KAMEKURA 74 , PROCEQ 81)

3. 시험 방법

- 기존 Test Anvil값과 비교 시험한다.

4. 시험 결과

1) Test Anvil (KAMEKURA)을 이용한 비교시험결과

표준값	지시값					평균값
	1회	2회	3회	4회	5회	
74 ±2	75	75	75	76	75	75.3
	6회	7회	8회	9회	10회	
	75	75	75	76	76	

2) Test Anvil (PROCEQ)을 이용한 비교시험결과

표준값	지시값					평균값
	1회	2회	3회	4회	5회	
81 ±2	80	80	80	80	80	80.0
	6회	7회	8회	9회	10회	
	80	80	80	80	80	

끝.

FP204-02-02



본 위 마크는 우후 전자측인용 대조 프로그램에서 원본대조시 사용되는 2D코드입니다.

원본확인번호 : 1321-4263-3635-9824

KRISS Korea Research
Institute of
Standards and Science

대전광역시 유성구 가월로 267 (우) 34113 Phone 042-868-5555, Fax 042-868-5556

시험번호_Report No : 1701-01004-001

Page 1 / 5 Pages

시험 성적서

TEST REPORT

의뢰기관_Applicant : (주)동성엔지니어링

* 주소_Address : 경상북도 경산시 성암로21길 39

시험대상_Test Item : 콘크리트용 초음파 펄스 속도 측정기

* 제작회사 및 형식_Manufacturer & Model : proceq / pundit lab

* 기기번호_Serial No : PL02-003-0426 B0

접수일자_Date of Receipt : 2017. 09. 19

시험일자_Date of Test : 2017. 10. 11

시험내용_Description of Test

* 시험명_Test Name : 콘크리트용 초음파 펄스 속도 측정기 성능 시험

* 시험장소_Test Site : ☒ KRISS표준실_KRISS Lab ☐ 이동시험실_Mobile Lab ☐ 현장_On-site

* 시험환경_Environmental Conditions

- 온도_Temperature : (25 ± 5) ℃

- 상대습도_Relative Humidity : (50 ± 20) %

* 시험방법_Test Method :

T-05-004, 콘크리트용 초음파 펄스 속도 측정기의 성능 시험

* 시험결과_Test Results :

다음 쪽 "시험결과" 참조

* 측정불확도_Measurement Uncertainty :

미요구

* 담당자_Tested by : 김영길

042-868-5338

kimyg@kriss.re.kr

* 책임자_Approved by : 김영주

042-868-5330

yjkim@kriss.re.kr

2017년 10월 11일

국가측정표준대표기관 National Metrology Institute

한국표준과학연구원장 璽

이 성적서는 한국표준과학연구원장이 수장 또는 부분 복제하여 사용할 수 없음. 위 내용은 의뢰자가 제공한 시험품에 한하여 유효하며, 광고에 사용할 수 없음.
This report shall not be reproduced except in full, without the written approval of KRISS. The results described above are valid only for attached sample, and cannot be used for advertisement of any product. The name of the sample has been submitted by the applicant.

본 성적서에는 QR코드와 함께 2D바코드 스틱을 통해 원본 여부 확인 가능
본 성적서에는 QR코드와 함께 2D바코드 스틱을 통해 원본 여부 확인 가능

원본확인번호 : 1321-4263-3635-9824

KRISs

Korea Research
Institute of
Standards and Science

대전광역시 유성구 가정로 267 (우) 34113 Phone 042-868-5403, Fax 042-868-5555

시험번호_Report No.: 1701-01004-001

Page 2 / 5 Page(s)

시험 결과

TEST RESULTS

사용 장비

- PM 6654C : Timer/Counter
- HP 8112A : Pulse Generator
- HP 8116A : Pulse/Function Generator
- Wave Surfer 452 : Oscilloscope
- KAY 837 : Attenuator(50 Ω)

별첨 성능 시험 결과는 의뢰한 성능 시험 절차(T-05-004)에 따라 콘크리트용 초음파 펄스 속도 측정기 각부의 전기적 성능을 측정한 결과임.

* 본 성적서는 콘크리트용 초음파 펄스 속도 측정기 자체에 대하여 성능을 측정한 결과이며, 그 외의 부대 부품(초음파 탐촉자, 교정 블록, 케이블 등)과는 무관함.



본 성적서의 진위를 <http://eshop.viss.kr.kr/>에서 본 측정기 인증서 또는 원본확인번호 또는 QR코드 스캔을 통해 원본 여부 확인 가능
또한 QR코드는 위변조방지 검사용 지코드는 복사시에 복사되어도 무관합니다.

광파 측량기

[별지 제88호서식]

측량기 성능검사서

회 사 명	(주)동성엔지니어링	사업자 등록번호	513-81-09001		
등록번호 (측량업)			등록기관 (측량업)		
대 표 자	김영중		생 년 월 일		
주 소	경상북도 경산시 성암로21길39 (옥산동)		전 화 번 호		
측 량 기 기 명	규 격	기기번호	제 조 회 사 명	검사결과	
				등 급	검 사 유효기간
토탈스테이션	GPT-6002C	WT0303	TOPCON	각도부 : 1	2015-06-09 - 2018-06-08
				거리부 : 2	
특기사항	검사필증 일련번호 : 157461				
「공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률」 제92조 및 같은 법 시행규칙 제103조제1항에 따라 측량기 성능검사서를 발급합니다. 2015년 06월 09일 한국측량기검정센터 (인) 붙임: 성능검사 결과서					

염분측정기

교정성적서

CALIBRATION CERTIFICATE

한국산업기술시험원 경기도 안산시 상록구 해안로 723 TEL : 031-500-0217 FAX : 031-500-0389	성적서 번호 : 17-033980-01-1 Certificate No. 페이지 (1) / (총 2) Page of Pages	
---	---	--

1. 의뢰자 (Client)

기관명 (Name) : (주)동성엔지니어링

주소 (Address) : 경상북도 경산시 성영로21길 39 (옥산동)

2. 측정기 (Calibration Subject)

기기명 (Description) : 염화물측정기

제조회사 및 형식 (Manufacturer and Model Name) : RIKEN KEIKI / CL-1B

기기번호 (Serial Number) : 9510

3. 교정일자 (Date of Calibration) : 2017년 06월 12일

4. 교정환경 (Environment)

온도 (Temperature) : (20.0 ± 0.3) °C 습도 (Humidity) : (54 ± 4) % R.H.

교정장소 (Location) : ☒ 고정표준실 (KTL Lab.) ☐ 이동교정 (Mobile Lab.) ☐ 현장교정 (On Site Calibration)

5. 측정표준의 소급성 (Traceability)

교정방법 및 소급성 서술 (Calibration method and/or brief description) :
위의 기기는 염화물측정기의 교정업무기준(CP801-20707-1)에 따라 국가측정표준기관으로부터 소급성이 유지된 표준기를 사용하여 교정되었음.

교정에 사용한 표준장비 명세 (List of used standards/specifications)

기기명 Description	제조회사 및 형식 Manufacturer and Model	기기번호 Serial Number	차기교정예정일자 The due date of next Calibration	교정기관 Calibration Laboratory
Density meter	Anton Paar / DMA5000	80120643	2019. 01. 13	한국산업기술시험원
Sodium chloride	KRISS / 104-02-001	150212-57	2019. 06. 30	한국표준과학연구원

6. 교정결과 (Calibration Results) : 교정결과 참조

7. 측정불확도 (Measurement uncertainty) : 교정결과 참조

확인 (Affirmation)	작성자 (Measurements performed by) 성명 (Name) : 박준일	승인자 (Approved by) 직위 (Title) : 기술책임자 성명 (Name) : 이민수
	(The above calibration certificate is the accredited calibration items by Korea Laboratory Accreditation Scheme, which signed the KAC-MRA.)	

2017년 06월 12일

한국인정기구 인정
Accredited by KOLAS, Republic of KOREA

한국산업기술시험원장

Korea Testing Laboratory

(주) 이 성적서는 측정기의 정밀정확도에 영향을 미치는 요소(과부하, 온도, 습도 등)의 급격한 변화가 발생한 경우에는 무효가 됩니다.
(NOTE) If any significant instability or other adverse factor(overload, temperature, humidity etc.) manifests itself before, during or after calibration, and is likely to affect the validity of the calibration.

FP812-01-01

※ 위 마크는 주위 전자파에 의해 오류가 발생할 수 있으므로 사용자는 20코드를 읽습니다.

교 정 결 과 CALIBRATION RESULTS 경기도 안산시 상록구 해안로 723 TEL : 031-500-0217 FAX : 031-500-0360 E-mail : standard@kti.re.kr	성적서 번호 : 17-033960-01-1 Certificate No. 페이지 (2) / (총 2) Page of Pages	  																	
◇ 기 기 명 : 염화물측정기 ◇ 제작회사 및 형식 : RIKEN KEIKI / CL-1B ◇ 기 기 번 호 : 9510																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">기 준 값 (%)</th> <th style="width: 25%;">지 시 값 (%)</th> <th style="width: 25%;">보 정 값 (%)</th> <th style="width: 25%;">측정불확도 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">0.301</td> <td style="text-align: center;">0.310</td> <td style="text-align: center;">-0.009</td> <td style="text-align: center;">0.005</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0.597</td> <td style="text-align: center;">0.697</td> <td style="text-align: center;">-0.100</td> <td style="text-align: center;">0.005</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0.901</td> <td style="text-align: center;">0.970</td> <td style="text-align: center;">-0.069</td> <td style="text-align: center;">0.005</td> </tr> </tbody> </table>				기 준 값 (%)	지 시 값 (%)	보 정 값 (%)	측정불확도 (%)	0.301	0.310	-0.009	0.005	0.597	0.697	-0.100	0.005	0.901	0.970	-0.069	0.005
기 준 값 (%)	지 시 값 (%)	보 정 값 (%)	측정불확도 (%)																
0.301	0.310	-0.009	0.005																
0.597	0.697	-0.100	0.005																
0.901	0.970	-0.069	0.005																
◇ 기준 온도 : 20 ℃ ◇ 측정불확도(신뢰수준 약 95 %, k=2) 끝.																			
※ 국가교정기관지정제도운영요령 제40조 관련주기 : 12개월 FP812-02-01																			
  ※ 위 마크는 주위 손상확인을 위해 전용그림에서 원본대조시 사용되시는 20곡도입니다.																			