2025년 국도42호선 오천터널(상) 등 6개소

정밀안전점검 및 2종성능평가용역

과업수행계획서 및 사전검토보고서

2025. 03.

수원국토관리사무소

㈜ 명성엔지니어링

목 차

제1장 과업의 개요 ····· **1**

1.1 과 업 명 ····· 1

1.2 배경 및 목적 ····· 1

1.3 과업기간 ····· 1

1.4 과업 대상 시설물 ····· 1

1.5 전경사진 ····· 2

제2장 과업의 범위 ····· **7**

2.1 과업의 범위 ····· 7

2.2 과업수행 흐름도 ····· 8

제3장 과업수행 일정 및 내용 ····· **11**

3.1 예정공정표 ····· 11

3.2 현장조사 방법 ····· 12

제4장 과업수행 세부사항 ····· **13**

4.1 계획수립 ····· 13

4.2 현장조사 ····· 13

4.3 재료시험 ····· 19

4.4 시설물 평가 ····· 24

4.5 구조검토 ····· 26

4.6 보수·보강방안 제시 ····· 28

4.7 유지관리 방안 제시 ····· 29

4.8 성과품작성 ····· 30

제5장 인력 및 장비투입계획 ····· 31

5.1 과업수행 인력 ····· 31

5.2 과업참여자 명단 ····· 32

5.3 장비투입 계획 ····· 32

제6장 안전관리 계획 ····· 33

6.1 안전관리 조직구성 ····· 33

6.2 안전관리 운영계획 ····· 33

6.3 교통처리 계획 ····· 36

제7장 사전검토 보고서 ····· 41

제1장 과업의 개요

1.1 과 업 명

• 『 2025년 국도42호선 오천터널(상) 등 6개소 정밀안전점검 및 2종성능평가용역 』

1.2 배경 및 목적

본 용역은 「시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법」 제11조에 의한 정밀안전점검 및 2종성능평가, 내진성능평가를 실시함으로서 시설물의 물리적, 기능적 상태를 사전에 확보하고 이전 상태로부터의 변화를 확인하며 현재의 사용조건을 만족시키고 있는지를 확인하여 향후 시설물의 점진적 손상 및 노후화를 방지하고 공용기간 동안 유지 관리의 효율성을 제고시키는데 있으며, 이를 위하여 대상 시설물의 외관조사, 상태평가, 안정성평가(필요시), 정밀안전진단 여부판단, 중대결함의 여부 확인 및 시설물의 보수방법 등 향후 유지관리방안을 제시하여 적절한 보수계획을 수립하는데 있다.

1.3 과업기간

• 2025년 03월 14일 ~ 2025년 09월 09일(180일간)

1.4 과업 대상 시설물

• 정밀안전점검 대상 시설물 : 터널 1개소
• 2종성능평가 대상 시설물 : 터널 3개소
• 내진성능평가 대상 시설물 : 교량 1개소

순번	노선	시설물명	위 치	연장 (m)	차로수	준공 년도	비고
1	42	오천터널(상)	경기도 이천시 마장면 회억리	457.0	2	2004	2종성능평가
2	42	오천터널(하)	경기도 이천시 마장면 회억리	480.0	2	2004	
3	42	부평터널(하)	경기도 여주시 강천면 부평리	446.0	2	1999	
4	42	부평터널(상)	경기도 여주시 강천면 부평리	478.0	2	1999	정밀안전점검
5	39	제암1육교	경기도 화성시 향남읍 발안리 226-5	30.0	6	2002	내진성능평가

1.5 전경 사진

– 오천터널(상)

진출부	터널내부
라이닝	측벽부
배수구	소화시설

– 오천터널(하)

진입부	터널내부
라이닝	측벽부
배수구	소화시설

– 부평터널(상)

진입부	터널내부
라이닝	측벽부
배수로, 배수덮개	소화시설

– 부평터널(하)

진출부	터널내부
라이닝	측벽부
배수로, 배수덮개	소화시설

– 제암1육교

측면	교면포장
교대	교대
신축이음	교량받침

제2장 과업의 범위

2.1 과업의 범위

1) 자료수집 및 분석
- 준공도면, 구조계산서, 공사기록, 사용제한사항, 부대시설물, 기타 환경조건 등
- 시공·보수·보강도면, 제작 및 작업도면
- 시설물관리대장
- 보수·보강이력

2) 현장조사 및 시험
- 시설물 외관 상태조사, 외관조사망도 작성
- 간단한 비파괴 현장시험, 콘크리트 비파괴강도(반발경도시험)
- 콘크리트 탄산화 깊이 측정 등
- 필요시 추가 조사·시험

3) 상태평가
- 시설물의 부재별 외관조사 및 결과 분석
- 현장 재료시험 결과 분석
- 대상 시설물(부재)에 대한 상태평가
- 시설물 전체의 상태평가 결과에 대한 책임기술자의 소견 (안전등급 지정)

4) 성능평가
- 안전성능평가, 내구성능평가, 사용성능평가
- 종합성능평가
- 유지관리 전략 제안

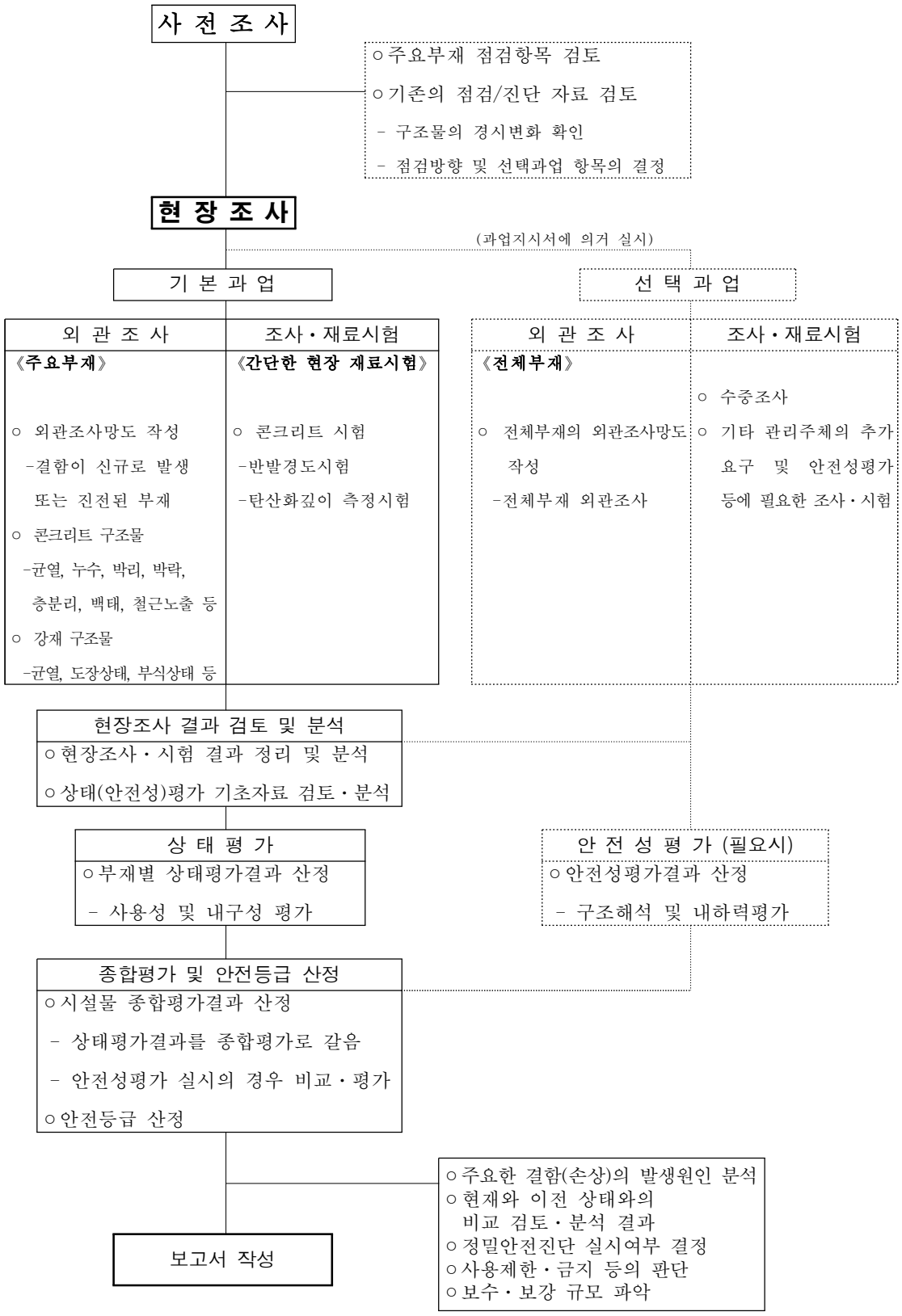
5) 내진성능평가
- 구조해석, 지진하중
- 구성요소별 평가결과, 내진성능 평가결과 및 분석
- 내진성능 향상방안

5) 보수보강 방법 및 대책수립
- 보수・보강 방안(공법, 우선순위 및 시기) 및 내진보강 방안 제시

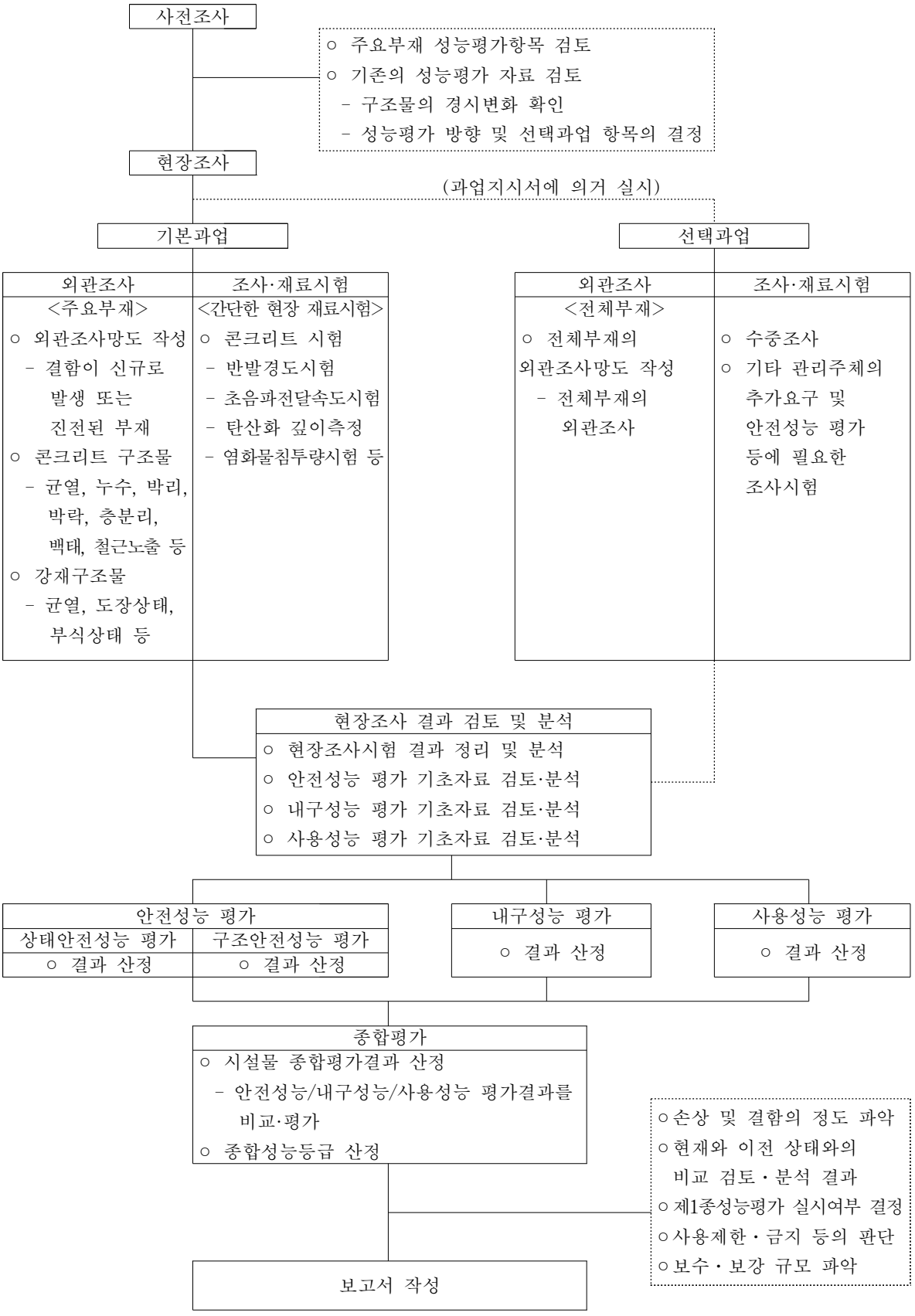
6) 종합보고서 및 성과물 작성제출

2.2 과업수행 흐름도

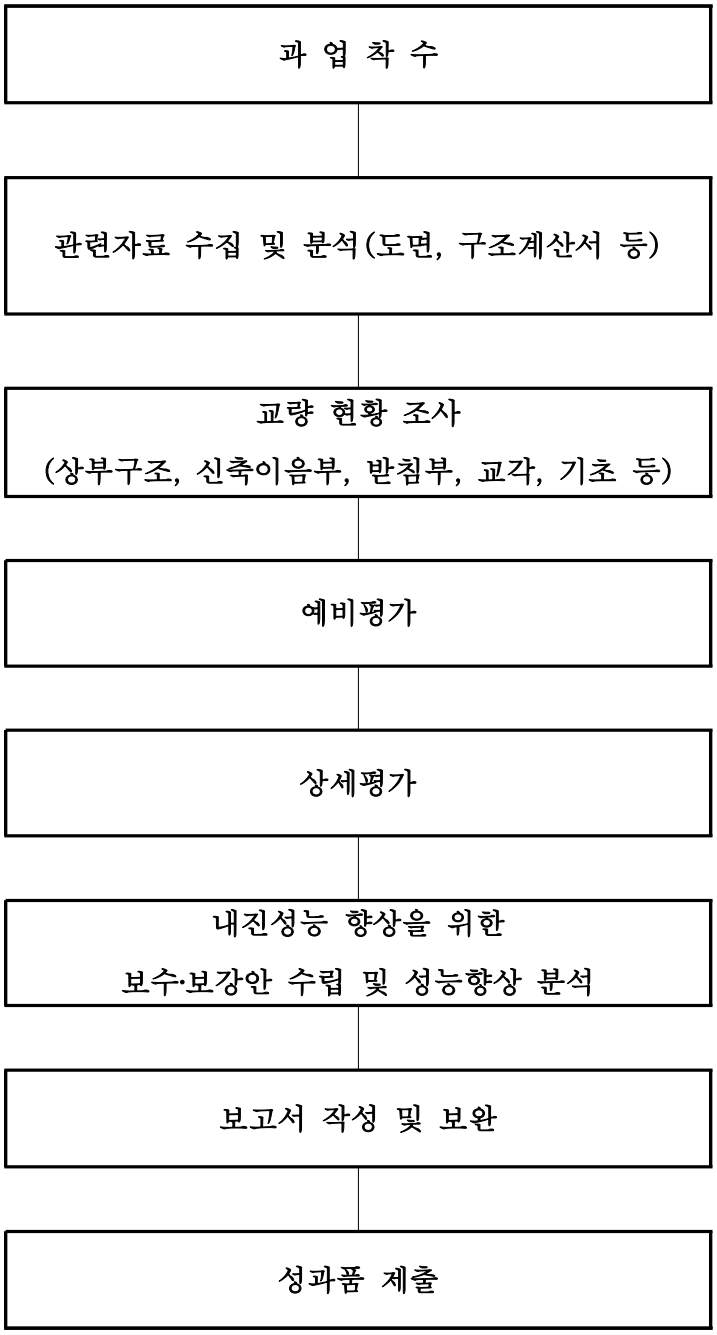
1) 정밀안전점검



2) 2종성능평가


사전조사
○ 주요부재 성능평가항목 검토
○ 기존의 성능평가 자료 검토
- 구조물의 경시변화 확인
- 성능평가 방향 및 선택과업 항목의 결정
현장조사
(과업지시서에 의거 실시)
기본과업
선택과업
외관조사
<주요부재>
○ 외관조사망도 작성
- 결함이 신규로 발생 또는 진전된 부재
○ 콘크리트 구조물
- 균열, 누수, 박리, 박락, 층분리, 백태, 철근노출 등
○ 강재구조물
- 균열, 도장상태, 부식상태 등
조사·재료시험
<간단한 현장 재료시험>
○ 콘크리트 시험
- 반발경도시험
- 초음파전달속도시험
- 탄산화 깊이측정
- 염화물침투량시험 등
외관조사
<전체부재>
○ 전체부재의 외관조사망도 작성
- 전체부재의 외관조사
조사·재료시험
○ 수중조사
○ 기타 관리주체의 추가요구 및 안전성능 평가 등에 필요한 조사시험
현장조사 결과 검토 및 분석
○ 현장조사시험 결과 정리 및 분석
○ 안전성능 평가 기초자료 검토·분석
○ 내구성능 평가 기초자료 검토·분석
○ 사용성능 평가 기초자료 검토·분석
안전성능 평가
상태안전성능 평가
○ 결과 산정
구조안전성능 평가
○ 결과 산정
내구성능 평가
○ 결과 산정
사용성능 평가
○ 결과 산정
종합평가
○ 시설물 종합평가결과 산정
- 안전성능/내구성능/사용성능 평가결과를 비교·평가
○ 종합성능등급 산정
○손상 및 결함의 정도 파악
○현재와 이전 상태와의 비교 검토・분석 결과
○제1종성능평가 실시여부 결정
○사용제한・금지 등의 판단
○보수・보강 규모 파악
보고서 작성

3) 내진성능평가


과 업 착 수
관련자료 수집 및 분석(도면, 구조계산서 등)
교량 현황 조사
(상부구조, 신축이음부, 받침부, 교각, 기초 등)
예비평가
상세평가
내진성능 향상을 위한
보수·보강안 수립 및 성능향상 분석
보고서 작성 및 보완
성과품 제출

제3장 과업수행 일정 및 내용

3.1 예정공정표

공 종	2025년 03월 14일 ~ 2025년 09월 09일													비 고
	3월		4월		5월		6월		7월		8월		9월	
	15	31	15	30	15	31	15	30	15	31	15	31	09	
1. 자료수집 및 분석 · 관계도서 수집 및 분석 현장답사 및 점검계획 수립														- 03/14 착수
2. 현장조사 및 시험 · 외관조사 ·재료시험 및 측정														- 현장조사 및 시험 - 구조물별 조사팀 운영 - 필요시 추가조사
3. 상태평가 · 상태평가 결과작성														- 현장조사와 내업작업 병행 실시
4. 종합평가 및 안전등급 지정 · 종합평가 · 안전등급 지정														
5. 성능평가, 내진성능평가 · 성능평가, 내진성능평가														
6. 보수보강 및 유지관리 방안 제시 · 보수보강방안 제시 · 유지관리방안 제시														
7. 보고서 작성 · 보고서 작성 · 보고서 수정 및 납품														- 09/09 준공예정
공정율(%) 진행	5	10	10	10	15	10	10	5	5	5	5	5	5	
공정율(%) 누계	5	15	25	35	50	60	70	75	80	85	90	95	100	

3.2 현장조사 방법

부재구분	평가항목	비고
라이닝상태 철근 콘크리트	◦ 균열 ◦ 누수 ◦ 파손 및 손상 ◦ 재질열화 (박리, 층분리 및 박락, 백태, 재료분리, 철근노출, 탄산화, 염화물)	
지하차도 주변상태 등	◦ 배수상태 ◦ 지반상태 ◦ 갱문상태 ◦ 공동구상태 ◦ 특수조건 : 추가점수 부여	

점검부위	점검항목	비고
공중이 이용하는 부위	◦ 추락방지시설의 상태 ◦ 도로부 포장 및 신축이음부 상태 ◦ 환기구 등의 덮개 상태 ◦ 기타조사	

부재	조사 방법	조사 항목
터널 내부	· 도보, 점검차를 통한 육안조사 (안전계획 수립 후 현장조사) [고소 점검차를 이용한 점검]	◦ 라이닝 등 주요변상 · 균열, 누수, 파손 및 손상 · 박리, 박락, 백태 · 철근노출 등 ◦ 하중상태의 변화 ◦ 기타조사 ◦ 반발경도법에 의한 강도조사 ◦ 탄산화 시험
터널 외부	· 도보를 통한 육안조사 (안전계획 수립 후 현장조사)	◦ 갱문의 주요변상 · 균열, 침하 등 ◦ 공중이 이용하는 부위 ◦ 결함원인분석을 위한 지상부조사

제4장 과업수행 세부사항

4.1 계획수립

사전조사는 육안검사와 간단한 계측을 중심으로 실시하며, 사업 책임기술자와 조사요원이 실시한다. 사전조사 결과에 의해서 정밀조사의 범위 및 방법을 결정하고, 진단의 전체적인 상세계획을 수립하며, 정밀조사가 필요하지 않을 경우에는 검사 대상 부위에 대한 확인검사를 거쳐서 상태 및 안전성 평가 그리고 보수·보강의 필요성을 검토, 판단하는 예비 자료로 활용한다. 특히 유지관리이력은 점검 및 진단 이력, 보수 및 보강 이력으로 구분 작성하며, 기 점검내용은 지적된 사항별 조치내용을 상세히 조사한다.

구 분	내 용
건설이력 조사	① 실시설계 보고서 검토 ② 구조계산서 검토 ③ 준공도면 검토 ④ 시공 상세도 및 지반조사 보고서 검토 등 ⑤ 건설지
안전점검 및 보수이력조사	① 안전점검 내역 검토 ② 보수·보강 이력사항 조사 ③ 기 안전점검 편람 ④ 기 점검 및 정밀안전점검 보고서

4.2 현장조사

현장조사는 사전조사의 결과에서 수립된 계획에 따라 체계적이고 정밀하게 실시되는 조사이다. 정밀조사는 정밀외관조사, 구조물에 대한 품질조사 등을 중심으로 이루어지며, 구조물의 외관상태, 안전성 여부, 기능장해 및 성능저하의 원인 규명을 비롯하여 적절한 보수·보강방법의 제시가 충분할 정도의 자료를 획득할 수 있을 정도로 실시한다. 특히 정밀조사는 「시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침, 2024.12」에 의거 실시하며 부재별 손상에 대한 발생현황 및 원인파악, 기 손상에 대한 조치여부 및 진행성 유무, 각종 지장물이 구조물에 미치는 영향과 유지관리의 지장여부, 기 보수·보강 부위에 대한 정밀조사를 실시하도록 한다.

가. 측점 분할

1) 일반사항

측점 분할 작업은 현장조사에서 최초로 실시하는 작업으로서 터널의 진행 방향으로 위치를 표시하는 작업을 말한다.

예비조사와 기타 사전조사 시에 입수한 자료를 검토하여 도면에서의 표기 방식을 참고로 현장에서 해당 위치를 표시하고, 위치 표시는 현장에서 쉽게 식별될 수 있도록 하여 추후 유지관리 시에도 활용할 수 있어야 한다.

2) 조사수량 및 측정방법

정밀안전점검 및 정밀안전진단 시 측점 분할 간격은 각종 현장 조사 시 좌우로 확인 가능한 거리인 5.0m 내외가 적당하며 면밀한 조사가 필요한 구간에 대하여는 별도로 세분해야 하고, 내업 정리 및 분석 작업은 필요에 따라 5～50m간격으로 조정 가능하다.

3) 결과분석

국부적인 표면 오염이나 습기 등이 있는 경우 이를 제거하고 스프레이, 매직, 유성 펜 등으로 표시 하며 석필, 분필 등으로 표시할 수도 있다. 철도 터널, 도로터널과 같이 현장에서 기 표시된 측점은 반드시 확인하여야 한다.

측점분할은 통상 터널 입구부터 시작하여 출구에서 끝나며 분할에 따른 오차를 최소화하고, 단면 변화 구간, 횡갱구간, 소화전, 응급 대피소 등 현장에서 직접 확인 가능한 위치는 현장조사 전에 위치를 파악하여, 측점 분할함으로써 오차를 줄인다.

나. 단면 측량

1) 일반사항

외관조사 결과 터널 내공단면이 불규칙한 곳에 대하여는 정확한 단면상태 및 시공상태의 파악을 위하여 터널의 종・횡단 측량 또는 선형 측량을 실시한다.

준공도상의 단면과 현 상태의 차이를 검토하고 건축한계선과 비교하여 보수・보강대책 수립 시와 유지・관리업무 수행 시에도 활용할 수 있도록 한다.

2) 조사수량 및 측량 방법

터널 정밀안전진단 시 터널단면 측량은 최소 200m마다 1개소씩 측량하며, 특히 단면 변화구간 및 육안조사 단면의 이상부위는 보다 정확한 측량이 필요하다.

추가적인 조사가 필요한 경우에는 종단측량 및 선형측량의 경우 설계 시점부터 종점까지(통상 터널 입구부터 출구) 측량한다.

사용하는 장비는 일반적으로 일체형 광파거리계에 의한 측량기를 사용하며, 측정간격은 100～200m 범위에서 변상정도에 따라 위치를 선정하여 측량한다.

3) 결과 분석

횡단측량 시 측정된 결과와 설계도면 및 건축 한계선과 비교하여, 도면과 일치 하는지 여부를 확인한다. 이때 건축 한계선을 초과하는 경우는 매우 심각한 단면 변화 구간으로서 이에 대한 적절한 조치가 필요하다.

다. 내공변위 측정

1) 일반 사항

측정 목적은 터널 라이닝의 상대변위 및 집중현상을 측정하여 터널내부의 붕괴예측과 굴착지반이나 구조물의 변위예측을 위하여 실시한다.

내공변위계는 앵커(Anchor)와 자(Tape)로 구성된다. 장점은 간편한 작동, 경량이므로 취급이 용이하다는 점이다.

2) 조사수량 및 측정 방법

터널 정밀안전진단 시 내공변위 측정은 변위가 예상되거나 발생된 지점에 최소 1개소를 측정한다. 이때의 다이얼게이지의 눈금을 읽어 측정치로 하고 3회 반복 측정치의 산술 평균치를 계측치로 한다.

측정하고자 하는 지점에 앵커를 삽입시킬 수 있도록 천공한 다음 앵커를 삽입한 후 그라우팅이나 레진(Resin) 또는 시멘트 모르터로 고정시키고, 고정된 양단의 앵커에 내공변위계의 후크를 걸고 일정한 장력이 되도록 조작한다.

3) 결과 분석

정밀안전진단 시의 내공 변위의 측정은 시공 현장이나, 유지관리 과정에서처럼 정기적으로 조사할 수는 없으므로, 통상 1차 조사 후 15일 또는 30일 단위로 실시하여 내공 변위의 진행성 여부 및 응력 집중 정도를 파악한다.

라. 내부결함 탐사

1) 일반사항

라이닝의 내부결함(라이닝 두께, 배면공동의 규모 등)과 라이닝 내부의 강지보 설치 및 철근의 배근 상태를 파악하기 위하여 비파괴검사 방법과 보링(Boring)등을 실시하여 조사한다.

2) 조사방법

① 타음검사

햄머(Hammer)로 라이닝 표면을 타격하여 햄머의 반발방향과 타격음에 의해 이상 유무를 조사하는 수단으로 정성적인 방법이지만 적정한 라이닝두께의 유무, 배면공동의 유무, 박리부분의 검사, 압축파괴의 유무, 라이닝표면의 열화상황을 조사하는 방법이다.

건전한 콘크리트라이닝은 타격음이 청음을 내고, 열화된 라이닝은 둔한 소리를 낸다. 또 라이닝배면에 공동이 있는 경우와 압축파괴된 부위도 역시 둔한 음을 낸다. 특히 벽돌·석적으로 시공된 경우의 건전한 라이닝은 금속성의 음을 낸다.

② 전자파법(레이다 탐사법, GPR)

250MHz~2.5GHz정도의 전자파를 콘크리트중에 방사하여 라이닝 배면에서의 반사파를 잡아 그 파형을 해석하는 것으로 라이닝 콘크리트의 두께, 공동의 유무를 판정하는 방법이다.

③ 라이닝 보링(Boring)조사

라이닝 두께와 배면의 공동, 지질상황 등을 직접 보링(Boring)에 의해 조사하는 방법으로 사전에 위치, 깊이 등에 대해 충분히 검토하여 실시할 필요가 있다.

④ 내시경조사

보링(Boring)또는 드릴링에 의해 천공 후 공내에 내시경 조사장비를 삽입하여 라이닝 배면의 상황을 육안 관찰하는 방법이다.

마. 진동 및 소음 측정

1) 일반 사항

터널 구조물을 통과하는 각종 차량 및 철도 객차 등에서 발생하는 진동과 주변공사장 및 중장비 주행 등에 따른 터널 라이닝에 미치는 진동의 영향을 파악하고자 진동측정을 실시할 수 있다.

2) 조사수량 및 측정방법

일반적으로 큰 소리 또는 음(Noise)에 의한 일상생활에 방해가 되는 소리, 감정적 혐오감을 주는 소리를 소음이라 하며, 터널의 사용성을 고려하여 진동측정과 동시에 소음측정도 실시할 수 있다.

터널 정밀안전진단 시 진동 및 소음측정은 주변건물 신축 및 열차, 차량 통과 등의 피해가 예상되는 경우 책임기술자 판단에 따라 실시 할 수 있다.

진동측정기는 물리적인 운동이나 압력을 전류로 바꾸어 주는 변환기 또는 센서, 전류를 전달하는 케이블, 증폭장치 및 최초 신호의 상대 시간변화를 보존하는 저장장치 및 이로부터 재생된 신호를 최후의 영구적인 기록으로 보존하는 출력기록장치로 구분된다.

시간적인 변동이 거의 없는 소음에서는 그 읽는 값을 그대로 소음의 크기로 평가하지만 도로터널, 철도터널과 같이 시간별로 소음이 변하거나, 인접의 공사장이 있는 경우 등은 그 소음치가 시간에 따라 변하므로 최고치 및 최저치 등을 조사하여 산출한다.

3) 결과 분석

일반적으로 진동규제기준치는 최대입자속도(Peak Particle Velocity)에 따라 결정하여 사용되고 있다. 전반적으로 최대입자속도 5cm/sec 보다 작은 발파나 진동의 경우 인접구조물에 손상이 생기지 않는 것으로 되어 있다. 그러나 이 기준치는 튼튼한 상가구조물에 대하여는 안전측이 되고 벽돌구조물과 같이 약한 구조물에 대하여는 위험측의 기준이 된다.

소음측정 시 유의할 점은 어떤 점의 소음레벨은 주위의 반사음이나, 타 소음원 등의 영향을 받아 나타나는 결과이다. 따라서 주위의 영향을 배제하고 음원의 음 자체를 측정하기 위해서는 가급적 주위에 반사물 등이 없는 곳에서 또한 음원에 접근하여 소음을 측정하는 것이 타당하다.

바. 수질 조사 및 침전물 분석 시험

수질분석 시험은 필요시 지하수 등의 침출수 및 유수가 콘크리트 구조물에 접하거나 침투하여 콘크리트와 화학반응을 일으켜 구조물을 노후화시킬 수 있는 성분을 함유하고 있는가를 판단하기 위한 시험이다.

시료채취 과정에서 오염물질이 혼입되지 않도록 주의해야 하며, 일반적으로 지하수 등

은 오염이 적어 전처리없이 시험을 해도 지장이 없는 때가 많다.

그러나 시료의 상태나 시험의 종류에 따라서는 공존 물질의 방해를 제거하기 위한 전처리를 필요로 하는 경우도 있다.

시료 채취 후 시험 실시까지의 기간 동안 보관은 시료 특성에 따라 냉암소 보관, 보관 유효기간 등의 지배를 받으므로 주의하여야 한다.

사. 배수상태조사

배수상태조사는 터널과 같은 시설물의 운영 중 발생하는 용수, 강수가 터널 주변의 지표수 및 지하수에 영향을 미쳐 시설물의 안전상태를 미리 예측하고 대처하기 위해 실시하며, 주요 내용은 다음과 같다.

시추자료, 지표의 용수지점, 우물의 수위 등으로 지하수위 등고선을 그리고 그 흐름방향이나 구배를 찾아서 터널용수의 유무나 갈수범위 등을 추정한다. 또한 지하수가 불투수층으로 막혀 낮은 지하수층과 지하수층으로 분리되는 경우 대수층으로 분류한다.

위의 결과를 참조하여 터널 주변의 배수상태 즉, 내부와 외부상태를 검토한다.

아. 지반상태조사 (지형 및 지질조사 포함)

1) 현장시험

현장시험은 지반정보를 구하는 중요한 방법으로서 특히 지층구성이나 거시적 지반정보를 얻는 것과 원지반 상태 그대로에서 각종 지반정보를 얻는 것이 특징이다.

불교란 시료를 채취하기 어려워서 실내시험에서 공학적 특성을 측정할 수 없는 구간에서는 현장 원위치 시험을 실시하여 지반특성을 측정한다.

2) 현장시험의 종류와 적용

시추공을 이용한 시험법에는 시추공 저면을 이용하는 것이 있으며, 시험목적으로 분류하면 원위치 지반의 강도와 변형계수 등의 역학적 정보를 얻기 위한 것과 지하수 정보나 물리 정보를 얻기 위한 것이 있다.

3) 풍화변질 및 단층파쇄대

터널에 영향을 줄 수 있는 범위 등을 조사한다.

자. 갱문상태 조사

갱문은 터널 입·출부에 위치하여 터널의 안전성에 유해요소를 작용하므로 손상상태를 파악하여 시설물 유지관리에 활용한다.

차. 특수조건조사

전력구 터널, 전차선을 설치한 터널 등에서 누수로 인한 낙수 및 동결위험도를 조사하여 시설물유지관리에 활용한다.

카. 공중이 이용하는 부위 조사

책임기술자는 추락방지시설, 도로부 포장 및 신축이음부, 환기구 등의 덮개와 같은 공중이 이용하는 부위가 대상시설물에 해당되는지 여부를 확인하고, 해당 부위의 결함조사를 실시한다.

단, 시설물에 공중이 이용하는 부위가 해당하지 않는 경우 책임기술자의 판단에 따라 조사부위를 제외할 수 있다.

대상시설물에 해당되는 공중이 이용하는 부위는 숙련된 점검자의 육안조사 또는 점검로보트 등을 활용한 외관조사 및 영상분석(법 시행령 별표 10의14)을 활용하여 결함 및 파손 등을 점검하고 각 평가항목 및 기준에 따라 중대한 결함 등의 해당 여부를 검토하여야 한다.

조사된 결함 및 파손 중 중대한 결함 등이 발견된 경우는 해당부위의 외관조사망도 및 사진대지를 작성하여 「법」제22조제2항에 따라 관리주체에게 통보하여야 한다.

4.3 재료시험

가. 조사범위 및 조사항목

구조물 품질시험은 전체 외관조사 결과를 종합 분석한 후 재료시험 부위를 선정하여 실시한다. 특히 비파괴 조사수량은 「시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침, 2024.12」에 의거하여 구조물별로 필요개소를 발주처와 협의하여 결정한다.

시 험 종 류	조 사 항 목	측 정 장 비	대상시설물	비 고
반발경도시험	콘크리트 강도	슈미트 햄머	터널	
탄산화깊이측정	탄산화 진행깊이	CONKIT (페놀프탈레인용액)	터널	

나. 재료시험 기준수량

구 분	세부지침 기준	비고
측점분할	• 5~20m간격	책임기술자 조정가능
반발경도시험	• 총수량 = (총연장 ÷ 300m)개소	
탄산화 깊이 측정	• 철근콘크리트 구조물 –총연장 1,000m미만 : 2개소 –총연장 1,000m이상 : 최소2개소+1,000m당 1개소 추가	

다. 주요 재료시험 실시 개요

(1) 반발경도시험

개 요

- 콘크리트 표면의 반발경도를 측정하여, 콘크리트의 압축강도를 추정하는 검사방법임
- 슈미트해머는 경화된 콘크리트 표면을 타격시, 반발도(R)와 콘크리트의 압축강도(f_c')와의 사이에 특정 상관관계가 있다는 실험적 경험을 기초로 적용함

시험 방법

- 반발경도 측정은 선정된 부위에 그라인딩 작업으로 표면 정리를 한 다음 타격점 상호간의 종·횡 간격을 30mm기준으로 그어 직교되는 부위에 20점 이상을 타격하여 반발경도 값의 산술 평균값을 구하고, 각 반발경도 값이 평균값의 ±20%범위를 벗어나는 값들은 제외시키고 나머지 값들을 다시 산술평균하여 반발경도를 결정
- 측정점간의 최소간격은 보, 기둥 등 모서리로부터 30~60mm 이상 떨어진 장소에서 측정 하고, 측정 부재의 최소두께는 반발도의 영향을 고려하여 100mm이상을 원칙으로 함
- 측정치는 원칙적으로 정수값을 읽고, 표면 건조상태의 부위를 선정, 측정하여 건습에 따른 보정, 압축응력에 따른 반발도의 보정과 타격 방향에 대한 보정 및 재령에 따른 보정을 적용함

측정기의 기종 선정
↓
점검기에 의한 정도확인
↓
측정 장소의 확인, 요철제거
↓
Marker 등에 의한 측정점의 표시
↓
측정, 20점 이상의 평균
↓
타격 방향, 습윤 및 재령의 보정
↓
강도추정식에 의한 압축강도 산출
↓
압축강도의 추정

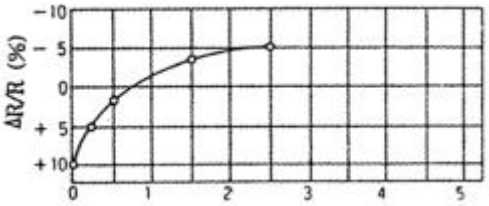
<반발경도법에 의한 강도추정 흐름도>

보정 방법

- 타격방향에 따른 보정(⊿R1)

반발경도 (R)	수평과 이루는 각도				비고
	+90°	+45°	−45°	−90°	
10	−	−	+2.4	+3.2	상향수직 : +90° 하향수직 : −90°
20	−5.4	−3.5	+2.5	+3.4	
30	−4.7	−3.1	+2.3	+3.1	
40	−3.9	−2.6	+2.0	+2.7	
50	−3.1	−2.1	+1.6	+2.2	
60	−2.3	−1.6	+1.3	+1.7	

- 압축부재의 고정하중 응력에 따른 보정(⊿R2) 압축응력 1.0kgf/㎠ 인 경우 ⊿R2 = −0.015R, 2.5kgf/㎠ 인 경우 ⊿R2 = −0.05R 정도임



〈압축응력에 따른 반발경도 보정곡선〉

- 콘크리트의 습윤상태에 따른 보정(⊿R3)
  기건상태:⊿R3 = 0, 습윤상태:⊿R3 = +5
- 콘크리트 재령에 따른 보정(α)

구분	7일	14일	21일	28일	100일	500일	750일	1000일	2000일	3000일
재령(α)	1.72	1.36	1.12	1.00	0.78	0.67	0.66	0.65	0.64	0.63

- Ro = R + ⊿R (⇒ ⊿R = ⊿R1 + ⊿R2 + ⊿R3)
  여기서, ⊿R1 : 타격방향에 따른 보정값
  ⊿R2 : 압축부재의 고정하중 응력에 따른 보정값
  ⊿R3 : 콘크리트의 습윤상태에 따른 보정값

압축 강도 추정식

- 일반 콘크리트
  - 방법 1 : Fc = −18.0+1.27×Ro (MPa) ⇒ 일본 재료학회 추정식
  - 방법 2 : Fc = (7.3Ro + 100)×0.098 (MPa) ⇒ 일본건축학회 추정식

※콘크리트 및 강재 비파괴시험 매뉴얼(국토안전관리원, 2006.12) 참조
※콘크리트 내구성 평가절차 수립(국토교통부, 국토안전관리원, 1999.12) 참조
※시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(국토교통부, 국토안전관리원, 2024.12) 참조

슈미트 해머 검교정 성적서

ktl 한국산업기술시험원
Korea Testing Laboratory

시 험 성 적 서
(TEST REPORT)

ktl 한국산업기술시험원 Korea Testing Laboratory

성적서 번호 : 24-082443-01-4
Report No.
페이지 (1)/(총 2)
Page of Pages

1. 의 뢰 자 (Client)

기 관 명 (Name) : (주)명성엔지니어링
주 소 (Address) : 경기도 성남시 분당구 야탑로69번길 18, 3층 301호(야탑동, 동아체인)
의뢰일자 (Date of Receipt) : 2024. 12. 11.

2. 시험성적서의 용도 (Use of Report) : Q.C

3. 시험대상품목/물질/시료명 (Test Sample)

제 품 명 (Description) : 테스트 햄머
제작회사 (Manufacturer) : 제일계측기
모 델 명 (Model Name) : NJ-80 (R value / N type)
제조번호 (Serial Number) : 008397
기 타 (Remark) :

4. 시험기간 (Date of Test) : 2024년 12월 17일 ~ 2024년 12월 17일

5. 시험장소 (Location of Test) :

■ KTL 고정시험실 (주소 : 경기도 안산시 상록구 해안로 723)
□ 현장시험

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

7. 시험결과 (Test Results) : 시험결과 참조

비고(Note) : 1. 이 성적서는 의뢰자가 제출한 시료에 한하며, 법적 및 기타분쟁의 근거 등으로의 사용을 금합니다.
2. 이 성적서는 원본만 유효하며, 임의로 제 가공된 사본 및 전자인쇄본 등은 유효하지 않습니다.
('원본'이란 KTL에서 정해진 절차에 따라 보안성을 포함시켜 제공하는 모든 성적서를 의미합니다.)
3. 아래의 2D바코드를 스캔하여 성적서의 원본내용 확인이 가능하며, KTL 보관 원본과의 동일성은 고객전용홈페이지(customer.ktl.re.kr)의 "성적서 원본 확인"창에서 비교가능 합니다.
4. 본 성적서는 KS Q ISO/IEC 17025 표준 및 KOLAS 인정과 관련이 없습니다.

확 인 Affirmation	작성자(Tested by) 성 명(Name): 나환용 나환용 (Signature)	기술책임자(Technical Manager) 성 명(Name): 문재택 문재택 (Signature)

2024. 12. 17.

한국산업기술시험원

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

FP104-05-00

※ 위 마크는 추후 전자확인증 대조 프로그램에서 원본대조시 사용되는 2D코드입니다.

ktl 한국산업기술시험원 Korea Testing Laboratory

ktl 한국산업기술시험원 Korea Testing Laboratory

성적서 번호 : 24-082443-01-4
Report No.
페이지 (2)/(총 2)
Page of Pages

시 험 결 과 (Test Results)

1. 일반사항

◇ 제품명 : 테스트 햄머
◇ 제작회사 : 제일계측기
◇ 모델명 : NJ-80 (R value / N type)
◇ 제조번호 : 008397

2. 사용된 표준장비 명세

사용장비명 Description	제작회사 및 형식 Manufacturer and Model	기기번호 Serial Number
Test Anvil	PROCEQ / 41 R ± 3 R	SA01-000-0059
Test Anvil	PROCEQ / 81 R ± 2 R	EC9-089

3. 시험방법

- 기준 Test Anvil 값과 비교 시험한다.

4. 시험결과

1) Test Anvil (PROCEQ, SA01-000-0059)을 이용한 비교시험결과 * 단위 : R

명 목 값	지 시 값					평균값	편차
	1회	2회	3회	4회	5회		
41 ± 3	39	39	40	40	40	39.2	-1.8
	6회	7회	8회	9회	10회		
	38	40	38	38	40		

2) Test Anvil (PROCEQ, EC9-089)을 이용한 비교시험결과 * 단위 : R

명 목 값	지 시 값					평균값	편차
	1회	2회	3회	4회	5회		
81 ± 2	79	76	78	77	79	77.4	-3.6
	6회	7회	8회	9회	10회		
	77	76	78	77	77		

끝.

FP104-06-00

※ 위 마크는 추후 전자확인증 대조 프로그램에서 원본대조시 사용되는 2D코드입니다.

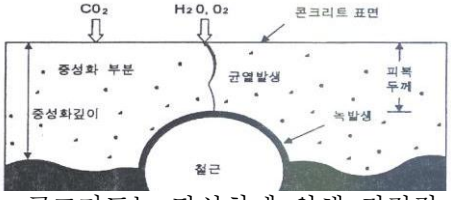
(2) 탄산화깊이측정

개 요

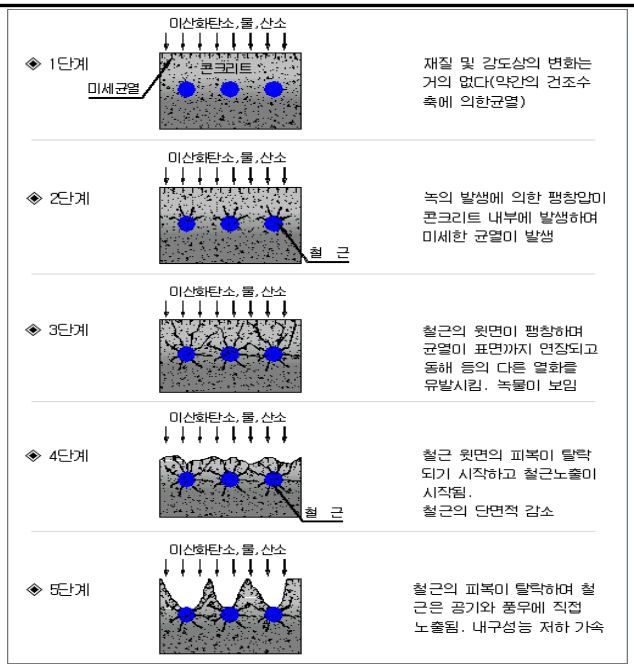
■ 경화콘크리트는 표면에서 서서히 탄산화 하여 pH값은 12~13에서 8~10이하로 감소한다. 이 과정을 콘크리트의 탄산화라고 한다.

$CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)^2$

$Ca(OH)^2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$



■ 콘크리트는 탄산화에 의해 직접적으로 성능이 저하되는 것은 아니며, 단지 탄산화가 문제가 되는 이유는 탄산화가 피복두께를 넘어서 철근의 표면에 도달하게 되면 철근 표면을 감싸고 있던 부동태 피막이 파괴되면서 철근표면에 부식이 시작되기 때문이다.



<탄산화에 의한 콘크리트 성능저하 과정>

위치 및 방법

① 코어 공시체 표면 또는 햄머드릴을 이용하여 직경 1~2 cm정도의 구멍을 뚫고 청소 후에 페놀프탈레인 용액을 분무하여 탄산화 깊이를 측정 또는 채취된 코어에 시험

② 페놀프탈레인 1% 용액 : 페놀프탈레인 1g + 에탄올 90cc(순도 95%) + 증류수 = 100㎖로 제조

시험 순서

① 햄머드릴을 이용 콘크리트 구조체의 철근의 위치까지 콘크리트를 긁어냄
② 콘크리트를 긁어낸 면을 붓, 솔 등으로 깨끗이 청소
③ 페놀프탈레인 1% 용액을 콘크리트를 벗겨낸 면에 분무기로 분무
④ 탄산화되지 않은 부분은 자주색으로 변하며, 탄산화된 부분은 착색되지 않음
⑤ 콘크리트 표면으로부터 색이 변화되지 않은 깊이(mm)를 측정, 평균값 산정

평가 기준

<탄산화 상태평가 기준>

구분 \ 등급	a	b	c	d	e
탄산화 잔여 깊이	30mm 이상	10 mm 이상 ~ 30mm 미만	0 mm 이상 ~ 10mm 미만	0mm 미만	–
철근부식의 가능성	탄산화에 의한 부식발생 우려 없음	향후 탄산화에 의한 부식발생 가능성 있음	탄산화에 의한 부식발생 가능성 높음	철근부식 발생	–

내구 수명 평가

■ t1 : 탄산화가 철근표면에 도달하는 시점
t2 : 철근 부식, 콘크리트 균열 발생 시점
t3 : 부재내력이 한계에 달하는 시점

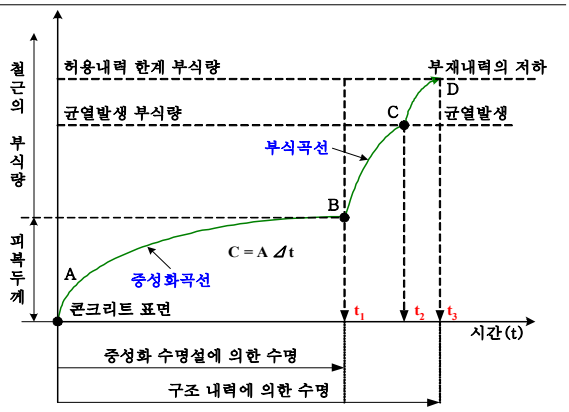
■ 탄산화속도 식 : $C = A\sqrt{t}$

여기서, C : 탄산화깊이(mm)
t : 경과년수(년)
A : 탄산화 속도계수(mm/√▬)

■ 탄산화가 철근에 도달하는 시간(t_d) :

$$t_d = \frac{D_c^2}{A^2} - t_0$$

여기서, D_c : 철근까지의 피복두께(mm)
t_0 : 현재의 구조물 경과시간(년)



<콘크리트 내부에서 철근부식의 개념>

※콘크리트 및 강재 비파괴시험 매뉴얼(국토안전관리원, 2006.12) 참조
※시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(국토교통부, 국토안전관리원, 2024.12) 참조

4.4 시설물 평가

가. 개 요

(1) 외관조사, 재료시험 등에 따라 종합분석

(2) 부재별, 구조별 등 전반적인 상태평가

(3) 구조물의 모든 결함 사항에 대해 도식화(외관조사망도 등)

(4) 위치, 방향, 종류, 손상규모, 발생원인 등 진행성 여부에 따라 등급기준설정, 분류하여 List 작성

(5) 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침, 2024.12』에 의거하여 실시

나. 상태평가

(1) 상태평가결과 산정과정

터널은 기본시설물과 부대시설물로 상태평가를 실시한다.

터널 부대시설물 중에서 시설물의 중요도가 상대적으로 작으며 본선 구조물에 부분적으로 확폭 또는 접속된 별도공간인 비상주차대, 대피소/변압기굴, 덕트슬래브, 배전실/통신실/기재갱 등은 상태평가시 기본시설물에 포함하여 평가한다.

시설물의 중요도 및 규모 등이 상대적으로 큰 연직갱/경사갱, 환기구, 피난연락갱, 연결터널 등은 별도 평가 후 부대시설물 가중치를 적용하여 시설물을 평가한다.

상태평가 대상구간에 무근콘크리트 라이닝과 철근콘크리트 라이닝 또는 개착터널과 굴착터널 구간이 교호하여 시공된 경우 각각 평가 후 각 길이를 환산한 가중치를 적용한 가중산술평균 방법으로 평가한다.

터널 갱구부에 절토사면 또는 옹벽 등이 존재하는 경우 상태평가기준은 본 세부지침에서 설정하고 있는 상태평가기준을 각각 적용한다.

(2) 상태평가결과 산정방법

1) 제1단계 : 라이닝 결함지수(f) 산정

① 라이닝 단위길이별 평가항목에 대해 최저 평가결과의 결함점수를 부여한다. 균열의 결함점수는 일반적으로 평균값으로 취하며 단차, 폭, 깊이 등을 고려하여 결정한다.

② 라이닝 단위길이별 결함지수를 구한다.

③ 라이닝 전체에 대한 결함지수(f)를 구한다. 이때에 라이닝 단위길이별 평가항목에 대한 결함점수를 산술평균하여 구한다.

2) 2단계 : 라이닝 상태평가결과 산정

① 라이닝 단위길이별 평가항목과 결함지수에 대한 평가를 5단계(a, b, c, d, e)로 매긴다.

② 라이닝 전체의 평가항목(산술평균값)과 결함지수(f)에 대한 평가를 5단계(a, b, c, d, e)로 매긴다.

3) 3단계 : 터널 주변 상태 결함점수 산정

① 터널 주변 상태에 대한 배수, 지반, 갱문, 공동구상태의 결함점수를 부여한다.

② 특수조건에 해당 될 경우에는 추가점수를 부여한다. 터널결함지수(F) 산정시 분모에

대한 영향은 고려하지 않는다.

4) 제4단계 : 터널 상태평가결과 산정

① 제1단계의 라이닝 결함지수(f) 산정시 사용한 평가항목별 결함점수 산술평균값과 제3단계의 터널 주변상태 평가 결함점수를 합한다.

② 터널 결함지수(F)를 산정하고, 터널 상태평가결과를 5단계(A, B, C, D, E)로 매긴다.

③ 터널 상태평가결과 산정

A등급(우수) : 터널 결함지수(F) $0.00 \leq F < 0.15$

B등급(양호) : 터널 결함지수(F) $0.15 \leq F < 0.30$

C등급(보통) : 터널 결함지수(F) $0.30 \leq F < 0.55$

D등급(미흡) : 터널 결함지수(F) $0.55 \leq F < 0.75$

E등급(불량) : 터널 결함지수(F) $0.75 \leq F$

다. 종합평가

정밀안전점검 시 안전성평가를 수행하지 않고 상태평가 만을 수행한 경우는 상태평가 결과를 해당시설물의 종합평가 결과로 하며, 안전성평가까지 모두 수행한 경우 상태평가 결과와 안전성평가 결과 중 낮은 결과를 시설물의 종합평가 결과로 결정한다.

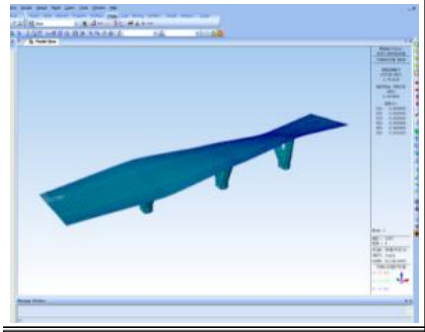
라. 안전등급 지정

외관조사 및 시험결과, 시설물평가 결과 등을 종합적으로 평가하여 책임기술자 판단에 따라 대상 시설물의 안전등급을 지정하며, 각 등급 별 시설물의 일반적인 상태는 다음과 같다.

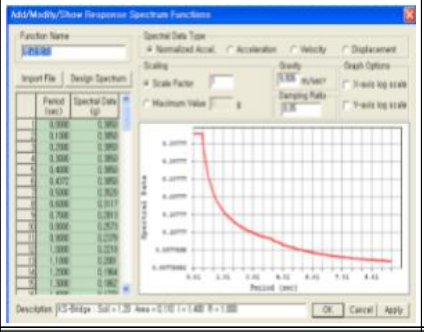
안전등급	구조물의 상태
A	문제점이 없는 최상의 상태
B	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태
C	주요부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 주요부재에 내구성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태
D	주요부재에 결함이 발생하여 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태
E	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물의 안전에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

4.5 구조검토

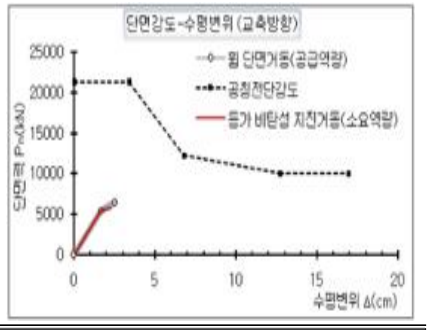
- 현장조사 결과 분석 및 구조물의 설계 시 구조검토 해석결과 분석
- 응력상태를 고려한 해석적 방법
- 현장조사 및 수집자료에 의해 얻어진 구조물의 치수, 시공상세도, 재료의 성질 및 구조물의 결함, 주변지반조건 등을 종합하여 해석
- 사용프로그램 : MIDAS Civil



지진에 의한 모드산정

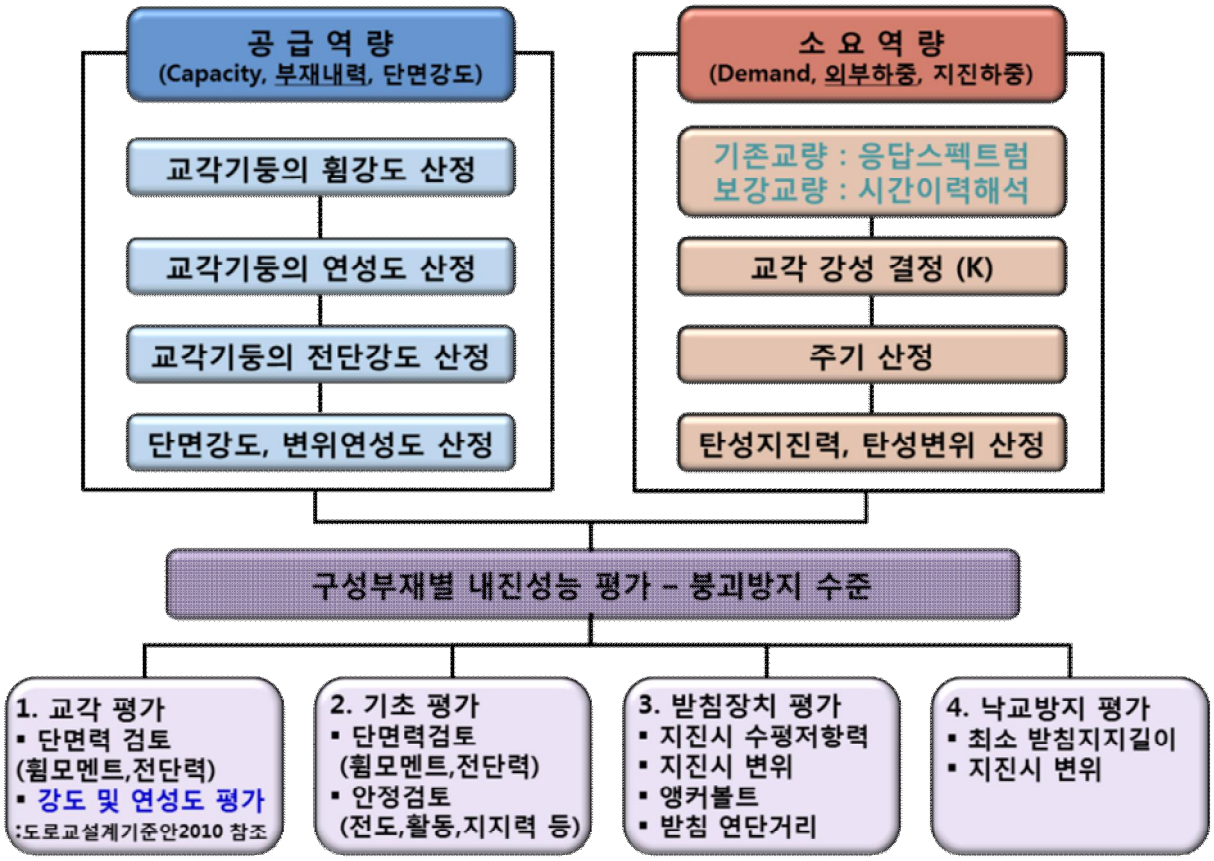


탄성지진 응답계수

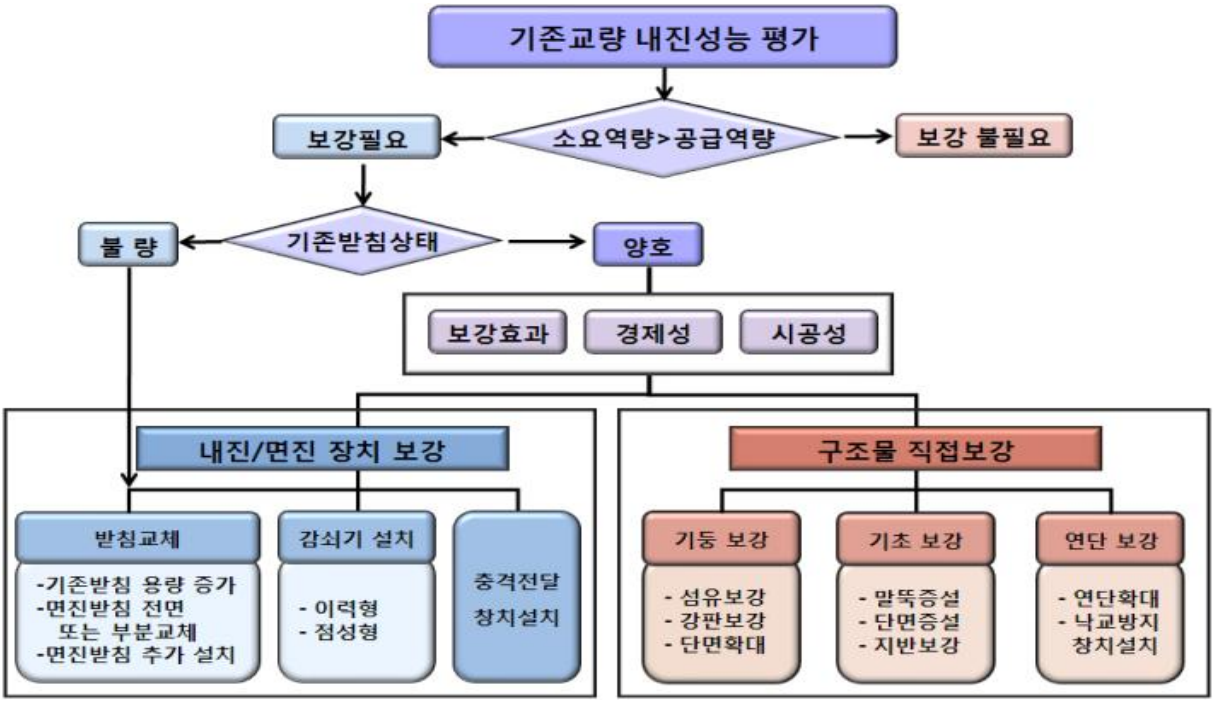


교각 연성도 평가

1) 내진성능평가 절차



2) 내진성능 보강방안 선정



4.6 보수 · 보강방안 제시

가. 보수 · 보강 개요

- 노후화된 구조물에 대한 보수·보강은 손상구조물의 영향정도, 구조물의 중요도, 사용환경조건 및 경제성 등에 의해서 보수·보강공법 및 보수·보강의 수준을 정한다.
- 보수는 구조물에 작용한 위해요인에 의해 발생된 구조물의 손상을 치유하는 것을 말하며, 보강이란 설계하중이상의 하중 등 위해요인에 구조물이 안전하도록 하기 위해서 구조물의 내하력을 확보하는 것을 말한다. 따라서 보수·보강을 위해서는 상태평가 결과와 안전성 평가결과 등을 정밀검토한 후에 보수 · 보강의 필요성, 공법 및 그 수준을 정한다.
- 보수 · 보강의 수준은 위험도, 경제성 등을 고려하여 다음의 경우 중에서 선택한다.
  - 현상 유지(진행억제)
  - 실용상 지장이 없는 성능 까지 회복
  - 초기 수준이상으로 개선
  - 개　축

나. 우선순위 결정

- 각 구조물은 주요부재와 보조부재로 이루어져 있으며, 이들 구조물에서 발생된 각종 결함에 대하여, 보강을 보수보다, 주요부재를 보조부재보다 우선하여 보수·보강 우선순위 결정
- 단계별 평가에서 구조물에 대한 종합평가는 부재 및 구조물에 발생한 결함 및 손상의 심각성과 부재 및 구조물의 중요도가 반영되어 있으므로 보수·보강의 우선순위는 평가단계의 역순으로 추적하여 평가등급이 낮고, 중요도가 큰 부재 및 구조물 순서로 우선순위를 결정

다. 보수 · 보강방안 선정 시 고려사항

보수·보강 공법	내　　용
필　요　성	외관 손상상태를 허용정도 및 각종 기준을 참조하여 보수 필요 여부 결정
우선순위 결정	손상정도 및 구조적 안전성 검토 결과에 의거 장·단기대책 수립
공　　법	국내외 최신 기술과 시공실적을 고려하여 각 손상별로 2-3가지 공법 검토
안　전　성	보수, 보강실시 후 공용하중에 대한 안전성을 확보할 수 있는 지를 검토
시　공　성	현장작업 여건과 교통불편을 최소화할 수 있는 공법 검토
경　제　성	시공 가능한 공법 중 내구성·안전성을 고려하여 가장 경제적인 공법 선정
유지관리 차원	공학적인 측면에서 보수·보강공법을 검토하고 구조물의 효율적인 유지관리에 문제가 없는 공법 선정

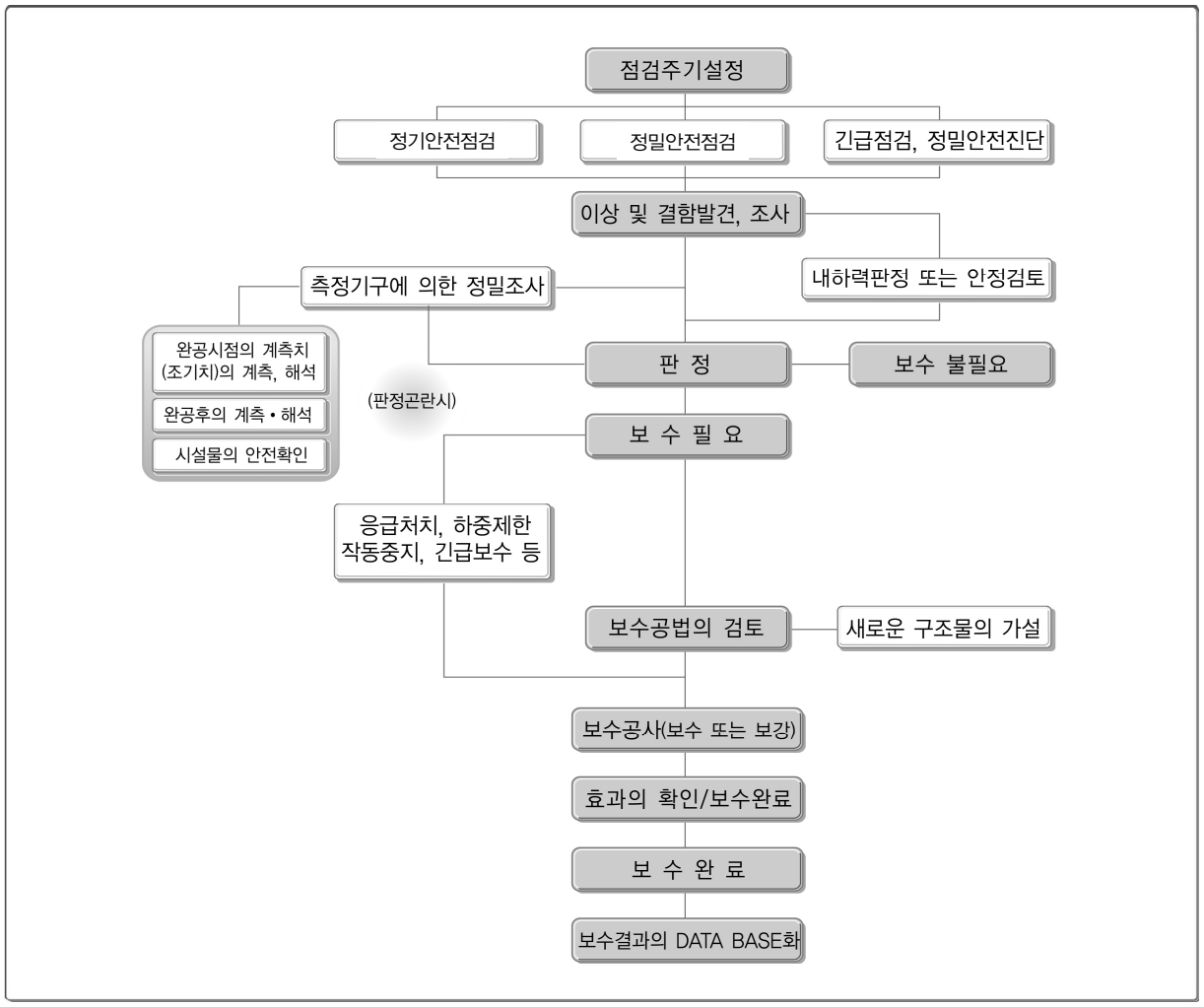
4.7 유지관리 방안 제시

가. 유지관리 기본개념

- 현장 정밀조사를 토대로 주요 손상부재 및 손상원인을 분석하여 유지관리를 효율적으로 실시할 수 있는 방안을 제시한다.

구 분	관 련 내 용
기 본 방 향	현장 정밀조사 결과를 근거로 공용기간 중 대상구조물에서 발생하거나 발생 가능한 손상 및 결함을 조기에 유출하여 검토함으로써 사용성, 안전성 및 내구성이 확보될 수 있도록 유지관리방안 검토
제시내용 결정	대상구조물 특성에 맞는 효율적인 유지관리방안 검토
	구조물 관리대장 및 정밀안전점검표 작성
제시방법	구조물 특성에 맞는 정밀안전점검 요령

나. 구조물 유지관리 업무의 수행절차



4.8 성과품 작성

가. 보고서 작성

서 두	과업의 개요	자료수집 및 분석	외관조사 및 분석
• 제출문, 정밀안전점검 결과표(안전등급) • 시설물 현황표 • 참여기술진 명단 • 시설물의 위치도 • 시설물의 전경사진 • 정밀안전점검 실시결과 요약문	• 과업의 목적 • 시설물의 개요 및 이력사항 • 과업의 범위 및 과업내용 • 사용장비 및 기기현황 • 과업수행일정	• 설계도면 및 구조계산서 • 기존 정밀안전점검 실시 결과 • 보수 · 보강이력 • 시설물의 내진설계 여부확인	• 기본시설물 또는 주요부재별 외관조사 결과 분석 • 주요한 결함(손상)의 발생원인 분석 • 주요부재 외관조사 및 결과분석 • 재료시험 및 측정결과 분석
시설물의 상태평가	**성능평가, 내진성능평가**	**종합평가 · 안전등급 지정**	**종합결론 및 건의**
• 대상 부재별 상태평가 및 시설물 전체의 상태평가 결과 산정 • 콘크리트 또는 강재의 내구성 평가	• 구조물에 대한 2종 성능평가 • 내진성능평가	• 시설물에 대한 종합적인 결과 • 책임기술자 소견	• 정밀안전점검 결과 • 2종성능평가 결과 • 기타 필요한 사항

나. 성과품 목록

성 과 품 목 록	납 품 부 수	비 고
1. 종합보고서 및 개별보고서	각3부	감독원 협의에 따라 조정 가능
2. 구조물별 보수보강 내역, 물량, 도면작성	1식	
3. 도급 점검파일	1식	
4. 보고서 CD/외장하드	3장/1개	

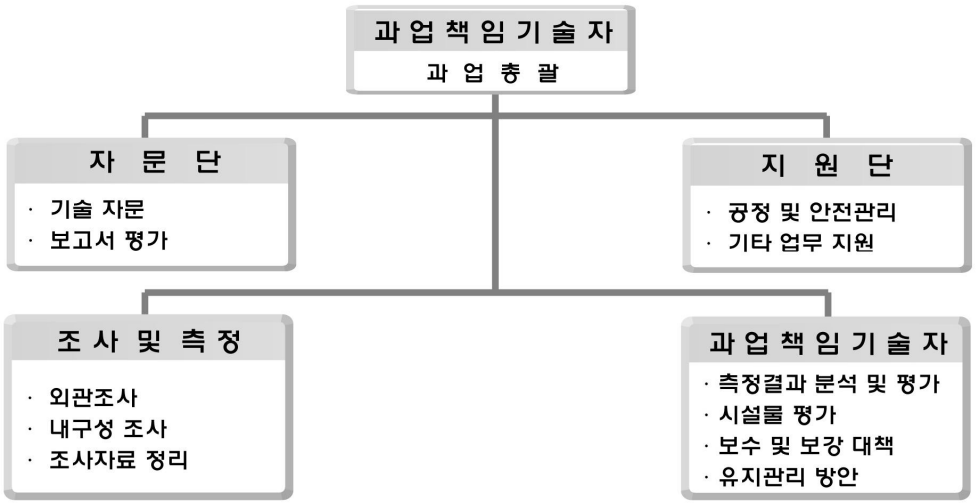
다. 관련지침 및 기준

- “시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법” 및 동법 시행령·규칙
- 시설물의 안전 및 유지관리 실시 등에 관한 지침(2021.12) : 국토교통부
- 시설물의 안전 및 유지관리 세부지침(2024.12) : 국토교통부, 국토안전관리원
- 시설물의 안전 및 유지관리 세부지침(성능평가)(2024.12) : 국토교통부, 국토안전관리원
- 기존 시설물(교량) 내진성능 평가요령(2019.10) : 국토교통부, 국토안전관리원

제5장 인력 및 장비투입계획

5.1 과업수행 인력

가. 과업수행 조직표



나. 인원구성 기준

- 구조물의 내진성능평가 업무가 원활하고 정밀하게 수행될 수 있도록 적정자격을 갖춘 인원을 전담 배치하고, 과업수행에 차질이 없도록 지원팀을 구성
- 특히, 상세 조사 및 분석활동을 철저히 수행할 수 있도록 중점적인 인원투입 및 관리

다. 수행인원의 자격 및 참여내용

구 분	과업수행인원 자격 및 참여내용
책임기술자	해당분야의 오랜 기술경험이 있는 특급기술자로 구성
참여기술자	특급~초급 기술자로 편성
지 원 단	과업시작부터 완료까지의 전과정에 걸쳐 발주처와의 원활한 업무협조, 업무 보고 및 관련사항에 대한 지원을 실시

5.2 과업참여자 명단

구 분	성 명	직 위	등 급	비 고
사 업 책 임 기 술 자	정 지 운	이 사	토목분야 특급기술자	
분야책임기술자	서 동 진	부 장	토목분야 특급기술자	
참 여 기 술 자	손 기 영	과 장	토목분야 초급기술자	
	양 주 윤	과 장	토목분야 초급기술자	
	전 희 균	대 리	안전관리분야 초급기술자	
	이 석 진	사 원	토목분야 초급기술자	

5.3 장비투입 계획

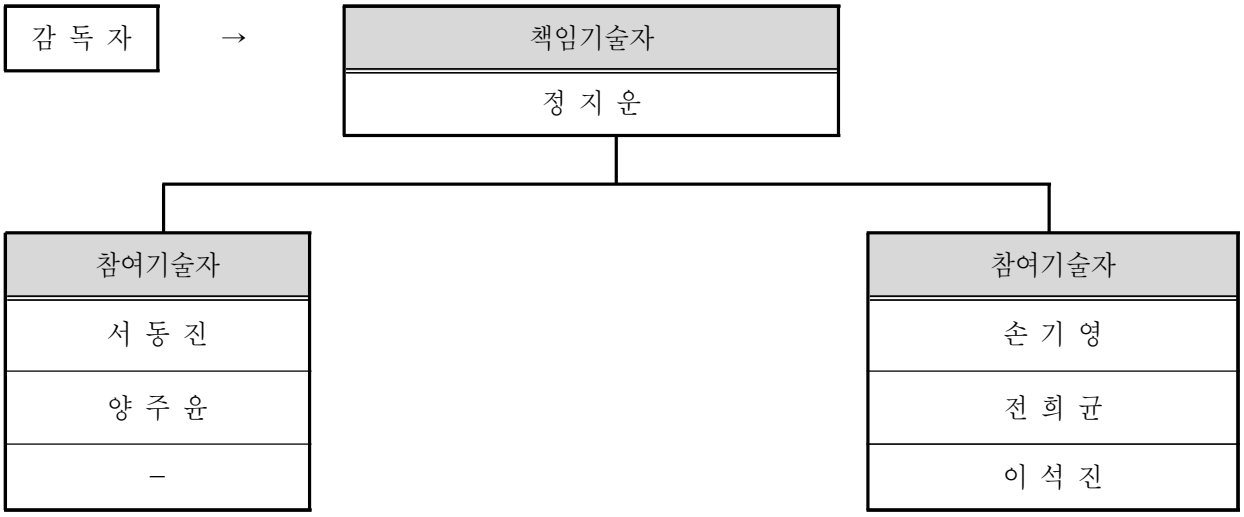
구 분	장 비 명	Model명, 규격	용 도
외 관 조 사	망 원 경	SONY DBV-50V	원거리 관찰
	줄 자	-	제원조사, 손상범위 조사
	디지탈카메라	-	손상 및 전경 촬영
	균 열 경	CRACK SCALE	균열폭 측정
	점 검 차	-	교량 상부구조 근접조사
	드 론	-	점검차 접근불가 구간-(필요시)
내구성 조사	Test Hammer	소형 망치	층상분리, 공동 유무 확인
	슈 미 트 햄 머	NR Type	콘크리트 압축강도 측정
	탄 산 화 측 정 기	CONKIT	콘크리트 탄산화깊이 측정
보 조 장 비	전기디스크그라인더	-	시험 대상부 표면처리
	전 기 드 릴	-	탄산화 진행깊이 측정 및 염화물 시료 채취
	무 전 기	-	교 신 용
	안 전 경 광 봉	-	시설물 점검 및 진단 시 차량통제
	안 전 모	-	안전점검시 낙하, 비례, 추락용
	도 로 안 전 장 비	싸인보드카 등 일체	도로 차량 안전 통제

제6장 안전관리 계획

6.1 안전관리 조직구성

• 본 과업을 수행함에 있어 진단참여자를 중심으로 안전관리조직을 구성하고 안전관리자를 선임함으로써 용역수행 중의 안전사고를 미연에 방지할 수 있도록 조치한다.

안전관리 조직표



6.2 안전관리 운영계획

가. 안전교육

• 대상구조물의 특성과 현장조사의 난이도와 위험도를 고려하여 안전수칙 등을 제정하고 이에 따라 안전교육을 실시하도록 하며 안전교육일지를 작성토록 한다.

나. 보호구

• 점검 및 진단참여자 모두는 노동부장관 검정합격품으로써 적정한 보호구를 착용하고 적합한 안전시설을 설치 사용한다.

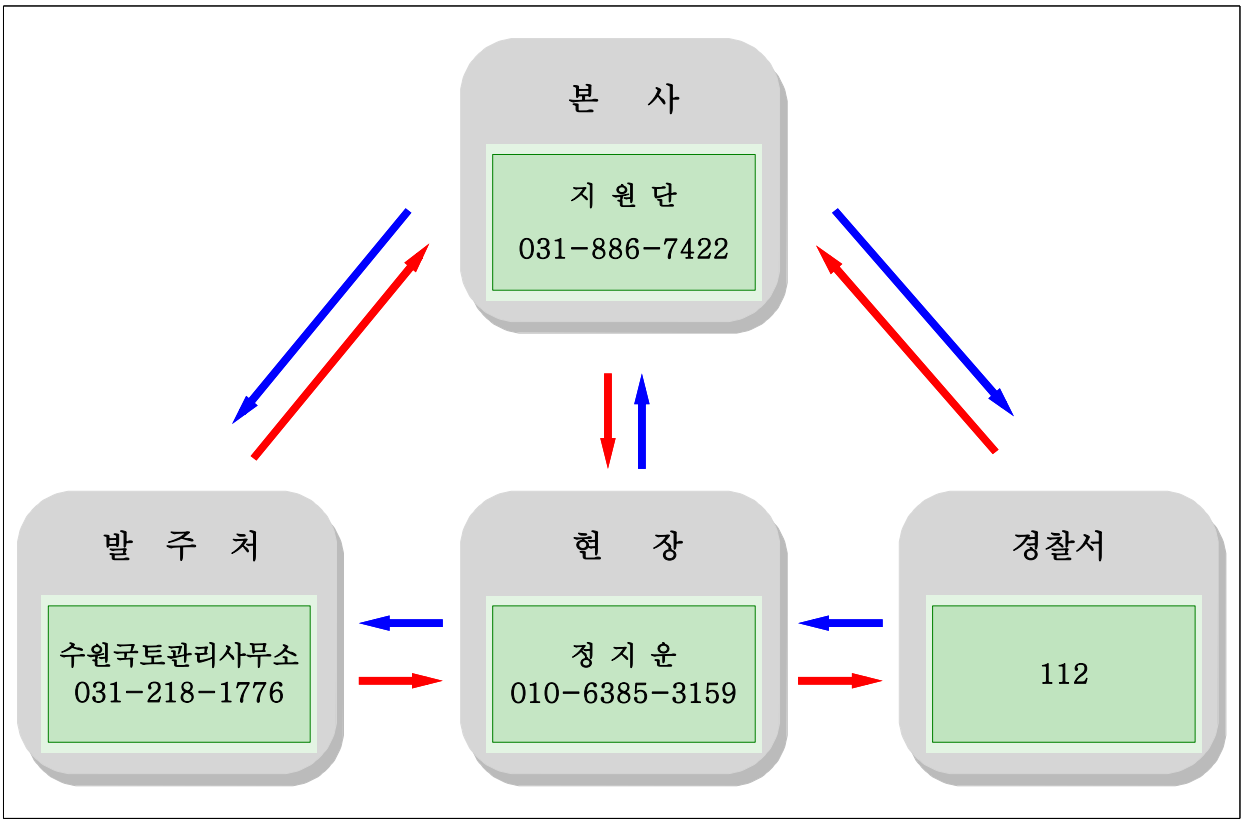
다. 안전사고의 처리

• 안전관리자는 안전사고 발생시 응급조치를 취할 수 있도록 하고 신속하게 인근 병원으로 후송하며 관리법에서 규정한 중대한 사고인 경우에는 규정된 시간내에 산업재해 조사표에 의하여 보고한다. 또한 비상연락망을 구성하여 발주처와 연계하여 안전사고 발생시 신속하게 대처한다.

라. 비상 연락망

- (주)명성엔지니어링 : 경기도 성남시 분당구 야탑로 69번길 18, 301호
- 전화 : 031-886-7422 FAX : 031-707-7473

마. 현장 비상연락망



바. 안전수칙

(1) 작업 전 항시 안전교육을 실시 후 작업을 실시하며, 일기조건으로 작업수행이 곤란한 경우에는 작업을 하지 않는다.

(2) 위험한 작업 시에는 안전 관리자가 입회하도록 하며, 특별교육을 실시한다.

(3) 작업 실시 전에 지장물(자동차 등)을 파악하여 관리주체의 협조를 얻어 안전조치를 취한 후 작업을 실시한다.

(4) 공공의 안전과 관계가 있는 경우에는 적절한 조치(출입금지, 접근금지 등의 표지판 설치, 감시인 배치 등)를 한다.

(5) 안전 관리자는 위험물 저장소, 통제구역 등의 출입에 대하여는 관리주체와 사전 협의를 하며, 관리주체가 위 장소의 사용자에게 작업사실을 공지할 수 있도록 사전 협조를 한다.

(6) 다음의 각 사항의 작업 시에는 반드시 보호구를 착용한다.
- 높이 2m 이상의 고소작업으로 추락위험이 있는 장소에서는 안전벨트를 착용한다.
- 낙하물에 의한 위험이 있는 장소에서는 안전모 및 안전화를 착용한다.
- 분진 등이 현저하게 발생되는 장소에서는 분진 방지 마스크를 착용한다.
- 유해가스 등에 의한 질식 등의 위험이 있는 장소에서는 방독 마스크 또는 방독면을 착용한다.
- 산소 결핍 등의 위험이 있는 장소에서는 산소마스크를 착용한다.
- 차도에서의 작업 시에는 형광 표시 의류, 반 벨트, 신호수 옷 등을 착용한다.
- 현저한 소음이 발생되는 작업 장소에서는 귀마개를 착용한다.
- 그라인더 작업 등 비산물에 의한 위험이 있는 작업 시에는 보안경 또는 보안면을 착용한다.

(7) 야간 또는 어두운 곳에서의 작업 시에는 충분한 밝기의 조명시설을 갖추고 식별이 용이하도록 조치를 하며 수시로 작업자 상호간에 연락을 취한다.

(8) 유해가스 발생 및 잔류가 예상되는 장소는 반드시 사전에 정밀 측정기에 의한 측정 및 확인, 안전조치를 한 후에 작업한다.

(9) 전기를 사용할 경우에는 감전사고 예방 조치를 취한다.

(10) 각종 측정 장비를 사용할 때 주의사항을 숙지하여야 하며 무리한 사용과 조작을 하지 않는다.

(11) 장비 사용에 있어 취급자격이 요구되는 장비는 유자격자 이외에는 사용할 수 없도록 한다.

(12) 하부구조진단시 안전사고 방지를 위하여 안전간판, 경광등 및 관련 안전조치 구조물의 설치와 안전요원을 위험이 예상되는 구간에 배치한다.

6.3 교통처리 계획

가. 점검 중 교통처리 안전계획

1) 목　　적

안전한 교통처리 및 시설물 점검을 실시하기 위하여 다음과 같이 실시한다.

2) 세부계획

공사구간	제한(작업)기간	공사내용	차단방법	비고
과업구간	2025. 04. 01~ 2025. 09. 09	정밀안전점검 및 성능평가	2차선 차단 도보점검	

3) 교통통제

차량통제 2주 전에 관할경찰서에 공문 요청을 시행하여 교통통제 계획을 사전에 통보한다.

4) 통제방법

교량점검차 사용에 의한 교통통제 필요시 도로공사장 교통관련 규정에 적합한 안내간판 및 교통 유도시설 등을 설치하고, 교통정리원을 배치시켜야 한다.

5) 기　　타

기타 교량점검차 사용에 필요한 세부사항은 장비사용 일정이 확정되면 담당감독관과 협의하여 장비사용에 따른 제안사항을 협의한다.

나. 안전관리 장비 및 사용계획

1) 안전시설물 설치 : 교통관리예시도 참조

2) 안전시설물 보유량 확보 계획(1개소 차단시)

품 명			단 위	수 량	비 고
교 통 콘			EA	50(△)	고속도로용, 높이75cm
안 내 입간판	공 사 안 내	2,000m 공사중	EA		
		1,500m 공사중	EA	1	
		1,000m 공사중	EA	1	
		500m 공사중	EA	1	
	교 통 안 내	차로규제 입간판	EA	3	
		속도규제 입간판	EA	2	60km 용
		공사해제 입간판	EA	2	110/50
싸 인 카			대	3	갓길 : 2대
로봇신호수			대	1	1,2차로 : 3명 갓길 : 2명
신 호 수			명	2	

※ 작업차 및 싸인카 : 트럭 장착 완충시설(TMA) 장착 및 깃발 설치
(한국도로공사 교통관리기준 공사장 임시 교통통제시설 준용)

3) 안전원 근무 및 안전장구 설치

(1) 안전요원 근무요령(국토교통부 지침 : 5명)

▸ 교통감시원

: 교통콘의 전도상태, 각종표지를 수시점검하며 작업장 내의 작업원의 안전에 관하여 감시 또는 감독하여야 한다.

▸ 서행 신호수

: 교통제한구간에 진입하려는 차량에게 서행을 유도하며 운전자들에게 전방에 작업장이 있음을 인지 할 수 있도록 신호깃발(주간), 신호봉(야간)을 사용하여 상, 하로 수신호 하여야 한다. [첫 신호수는 로봇 신호기(수)를 통한 신호 권장]

▸ 수신호 방법

정 지	진 행	주의하면서 서행

▸ 작 업 원

: 작업장을 무단 횡단하여서는 아니 되며, 작업 시에는 주행 차량의 주행방향을 바라보며 작업을 진행하여야 하고 항상 주행차량에 대한 자기 안전에 유의하여야 한다. (예외 : 사고처리 및 잡물처리 시)

▸ 안전요원(작업원 포함)은 반드시 소정의 복장을 착용하고 작업에 임하며, 교통감시원의 지시에 따라야 한다.

▸ 교통감시원과 서행신호수간 거리이격에 따른 연락과 전방교통흐름 및 위험성을 사전에 전달하기 위해 휴대용 무전기를 사용한다.

▸ 안전관리자 및 안전요원은 정위치(현장) 근무를 원칙으로 한다.

(2) 안전장비 설치 및 요령

▸ 차로차단 시 공사차량을 제외한 본선-싸인카 3대, 갓길-싸인카 2대를 배치한다.

(필요시 공사예고차량 1대를 공사장 전 2~4km에 배치하여야 한다)

▸ 작업장 표시는 작업장 원거리부터 설치하며, 철거는 역순으로 한다.

▸ 작업장 예고표지는 갓길에 설치하는 것이 원칙이며, 먼 곳에서 가까운 곳에 올수록 확실하고 구체적 행동의 변화를 요구하는 표지를 설치한다.

▸ 표지판은 지면에서 30cm 이상 떨어져야 하며, 갓길 차선에서 30cm이상의 간격을 두고 차량 진행방향에 직각으로 설치한다.

▸ 중앙분리대에 설치 시 폭이 협소할 경우 중앙분리대 구체위에 설치할 수 있다.

▸ 신호수 보호용 교통콘은 신호수 전방 10m ~ 30m 이상 거리에 2개 설치하여 운전자로 하여금 사전에 신호수(기) 위치를 인지할 수 있도록 한다.

▸ 곡선구간에는 서행신호수 전방 30m 부분에 경음기(경보싸이렌)을 설치할 수 있다.

▸ 싸인카는 작업장의 차로 통제가 시작되는 구간에 정차시켜 운전자들이 차로변경 등을 할 수 있도록 안내화살표를 방향에 맞게 표출하여야 한다.

▸ 공사장과 주행도로와의 사이에는 최소 30cm 이상이 유지되도록 교통콘 등으로 차단시설을 설치하여야 한다.

(3) 특별원칙

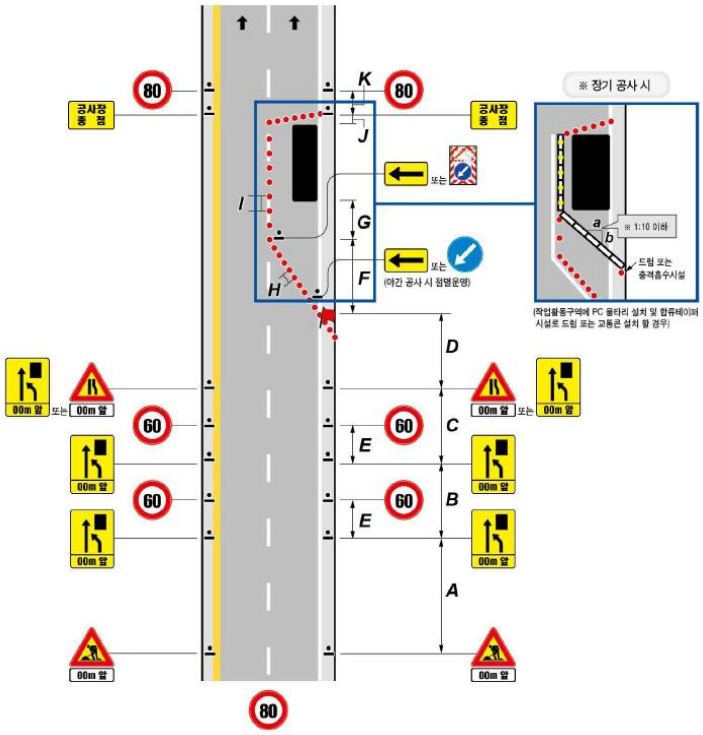
- 작업장의 안전관리자는 공사의 시작과 차단시점 및 해제 시 우리회사 교통정보센터로 통보하여 VMS 홍보가 원만히 진행될 수 있도록 하여야 한다.
- 안전상 저속차선 보다는 고속차선을 우선으로 차단한다.
- 추월로, 주행로 차단 시 예고표지는 작업장 후방 1.5km 지점부터 설치, 갓길차단 시 표지는 작업장 후방 1km 지점부터 설치한다.
- 작업장 예고표지의 위치 및 수량은 교통량 및 지형에 따라 증가시킬 수 있으며, 예기치 못한 사태로 교통정체가 발생하여 1차 예고표지 위치 이상까지 차량대열이 지체될 경우에는 교통정보센터로 신속히 연락하여 교통 지체상황을 VMS 및 방송매체를 통해 홍보해야 하며, 필요시 홍보내용에 우회도로 안내 등을 포함한다.
- 운전자는 비상시에 갓길을 사용할 수 있다고 보기 때문에, 고속 주행하는 도로에서 갓길을 차단할 때에는 도로의 일부를 차단하는 것으로 간주한다.
- 표지판 적정 설치위치가 교량, 터널, 곡선부, 수목성장 구간 등으로 식별이 곤란할 때는 교통정보센터와 협의 후 연장 및 단축하여 설치할 수 있다.
- 안전요원은 식별이 용이한 복장으로 주간에는 황색 또는 형광색 조끼, 안전모를 착용하고 동색의 깃발, 호루라기를 휴대하며, 야간에는 반사 X밴드 착용과 안전 신호봉을 휴대하여야 한다.
- 작업장의 교통콘과 교통콘 사이의 설치거리는, 완화구간, 완충구간, 작업구간, 종결구간 등 최대 30m를 초과해서는 안 된다.
- 종단구배 5%이상 구간 또는 시거 110m가 안 되는 구간에서는 가급적 신호대기지점을 선정하지 말아야 한다.
- 경광등, 싸인보드 등은 자동 점멸식으로 제작되어야 하며, 주간 및 야간에 상시 작동시키고, 단전되더라도 그 자체로서 효과를 낼 수 있는 것으로 한다.
- 교통콘의 규격은 높이 75cm, 밑면은 한 변의 길이가 40cm인 정사각형을 표준으로 하며, 고속도로용을 사용하여야 한다.
- 교통콘의 색상은 주황색으로 상, 하단 2개소에 백색 초고휘도 반사지를 부착한다.
- 공사시행 전 우리회사 교통안전 감독관이 실시하는 안전교육을 공사에 참여하는 모든 인원이 이수하여야 한다.
- 공사시행 전 공사에 사용되는 안전장구 및 표지판 등을 교통안전 감독관에게 검수 받는다. (교통안전교육 후 검수)
- 교통정보센터 및 안전순찰 근무자는 작업장 안전관리 미흡 시 현지시정 또는 공사를 통제, 제한할 수 있다.

(4) 공사(작업장)의 통제 및 제한

- ▸ 공사 전일 교통차단계획서 미제출
- ▸ 사전 협의 없이 안전관리자(현장대리인) 현장 부재
- ▸ 안전조치 미흡 및 개인안전장구 미착용
- ▸ 강우 등 기상악화 및 공사로 인한 지·정체 발생
- ▸ 작업장 주변 교통사고 발생 및 미신고(협의) 공사
- ▸ 교통정보센터 및 안전순찰 근무자의 시정, 개선요청 불응
- ▸ 차로차단 공사가 중복되어 민원예상 및 발생(5km 이내 작업)

다. 교통차단 계획 예시도

교통 통제(예시)



제7장 사전검토 보고서

1. 과업명:

- 『 국도42호선 오천터널(상) 등 6개소 정밀안전점검 및 2종 성능평가용역 』

2. 배경 및 목적

시설물의 안전 및 유지관리 실시 등에 관한 지침(국토교통부고시 제2018-45호, '18.01.18)의 제8조5항에 따라 과업대상 시설물의 과업지시서 또는 용역설계서의 내용이 법령 및 지침, 세부지침 등에 부합되는지 여부를 검토하고, 그 결과를 관리주체에 보고하고 사전검토보고서에 수록하고자 함.

3. 과업의 범위

3.1 시설물명 : 터널 4개소, 교량 1개소

순번	노선	시설물명	위 치	연장 (m)	차로수	준공 년도	비고
1	42	오천터널(상)	경기도 이천시 마장면 회억리	457.0	2	2004	2종성능평가
2	42	오천터널(하)	경기도 이천시 마장면 회억리	480.0	2	2004	
3	42	부평터널(하)	경기도 여주시 강천면 부평리	446.0	2	1999	
4	42	부평터널(상)	경기도 여주시 강천면 부평리	478.0	2	1999	정밀안전점검
5	39	제암1육교	경기도 화성시 향남읍 발안리 226-5	30.0	6	2002	내진성능평가

4. 사전검토 내용

4.1 정밀안전점검 대상시설물의 실시범위

구 분	시설물명	점검 및 진단 실시범위			금회실시
		정기안전점검	정밀안전점검	정밀안전진단	
기본 시설물	◦라이닝	○	○	○	○
	◦갱문	○	○	○	○
	◦개착터널	○	○	○	○
	◦지하차도	○	○	○	–
	◦지하역사	○	○	○	–
부대 시설물	◦연직갱 및 경사갱	○	–	○	–
	◦환기구	○	–	○	–
	◦피난연락갱	○	–	○	–
	◦연결터널(환기시설)	○	–	○	–
	◦갱구부옹벽	○	–	○	–
공중이 이용하는 부위	◦추락방지시설	○	○	○	○
	◦도로포장	○	○	○	○
	◦도로부 신축이음부	○	○	○	○
	◦환기구 등의 덮개	○	○	○	○

4.2 성능평가 대상시설물의 실시범위

구분	시설물명	금회실시
기본시설물	갱문	○
	굴착터널(굴착구간) 라이닝	○
	개착터널(개착구간) 라이닝	○
	터널주변(배수시설, 공동구 등)	○
부대시설물	연직갱 및 경사갱	–
	환기구	–
	피난연락갱	–
	연결터널(환기시설)	–
공중이 이용하는 부위	추락방지시설	○
	도로포장	○
	도로부 신축이음부	○
	환기구 등의 덮개	○

4.3 유지관리자료 보유 현황 검토

구 분	보존 대상 목록	관리주체 보유현황	비고
설계도서	◦공통 – 준공내역서 – 공사시방서 – 각종계산서 – 토질 및 지반조사 보고서 – 기타 특이사항 보고서	보유 FMS	
	◦설계도면 – 위치도, 평면도, 단면도(종 · 횡)	보유 FMS	
시설물 관리대장	◦기본현황, 상세제원 ◦유지관리 이력	보유 FMS	
시공관련 자료	◦시공관련 자료 ◦품질관리 관련자료 – 재료증명서, 품질시험기록 – 관리 및 선정시험 기록 등 각종시험 기록 – 시설물의 주요 구조 부위에 대한 계측 관련자료 ◦ 사고이력	보유 FMS	
안전점검 자료		보유 FMS	
보수 · 보강 자료		보유 FMS	

4.4 정밀안전점검 과업의 범위

과업항목	지침시 기본과업	금회 과업내용
자료수집 및 분석	· 설계도서, 시설물관리대장, 시공관련자료 · 안전점검 실시결과 자료 · 보수 · 보강이력 검토 · 분석	◦좌동
현장조사 및 시험	· 외관조사 및 외관조사망도 작성 · 간단한 현장 재료시험 등 – 콘크리트 비파괴강도(반발경도시험) – 콘크리트 탄산화 깊이 측정	◦좌동
상태평가	· 외관조사 결과분석 · 현장시험 결과분석 · 대상 시설물(부재)에 대한 상태평가 · 시설물 전체의 상태평가 결과에 대한 책임기술자소견(안전등급 지정)	◦좌동
보수 · 보강 방법	· 발생된 결함의 종류 및 정도, 구조물의 중요도, 사용 환경조건 및 경제성 등에 의해서 필요한 보수 · 보강 방법 및 수준을 정함	◦좌동
종합보고서 작성	· CAD도면 등 종합보고서 작성	◦ 좌동

4.5 성능평가 과업의 범위

과업항목	기본과업	금회 과업내용
성능평가	· 안전성능평가 · 내구성능평가 · 사용성능평가 · 종합성능평가	◦좌동
보수보강대책	· 발생된 결함의 종류 및 정도, 구조물의 중요도, 사용 환경조건 및 경제성 등에 의해서 필요한 보수·보강 방법 및 수준을 정함	◦좌동

4.6 내진성능평가 과업의 범위

과업항목	기본과업	금회 과업내용
예비평가	· 기존교량의 지진도, 취약도, 영향도를 고려하여 내진 그룹화하여 평가 · "내진보강 핵심교량", "내진보강 중요교량" "내진보강 관찰교량" 및 "내진보강 유보교량" 4개 그룹으로 분류하고 동 순서대로 우선순위를 부여 · 우선순위가 높은 내진그룹에 속하는 교량에 대하여 우선 적으로 내진성능 평가를 수행	◦좌동
상세평가	· 일반사항 · 지진하중 및 조합탄성지진력 · 구성요소의 내진성능 평가	◦좌동
내진보강대책	· 설계지진력에 대한 각 구조부재의 강도 및 변형성능에 따른 저항능력을 비교·검토하여 내진대책 수립 필요여부를 파악하고, 내진대책이 필요한 구조물(즉, 내진성능 상세평가 결과 내진성능이 부족할 경우)에 대해서는 내진보강 대책을 제시 · 내진 보강 대책 수립 시 구조물 부위별로 보강공사비를 산정 · 내진 보강 후 대상시설에 대한 내진성능을 재평가하여 내진성능이 확보되었음을 확인	◦좌동

4.7 정밀안전점검 기본과업 재료시험 수량

구 분	세부지침 기준	비고
측점분할	• 5~20m간격	책임기술자 조정가능
반발경도시험	• 총수량 = (총연장 ÷ 300m)개소	
탄산화 깊이 측정	• 철근콘크리트 구조물 –총연장 1,000m미만 : 2개소 –총연장 1,000m이상 : 최소2개소+1,000m당 1개소 추가	

4.8 2종성능평가 기본과업 재료시험 수량

구분	재료시험 기준수량	비고
측점분할	◦ 5 ~ 50m 간격	-
반발경도시험	◦ 총연장 ÷ 300m 개소	-
탄산화 깊이	◦ 총연장 1,000m 미만 : 2개소 ◦ 총연장 1,000m 이상 : 최소 2개소 + 1,000m 당 1개소 추가	-
염화물 침투량	◦ 총연장 1,000m 미만 : 2개소(갱문 1개소 포함) ◦ 총연장 1,000m 이상 : 최소2개소(갱문포함) + 1,000m 당 1개소 추가	-
휘도	◦ 총 10개소	-

4.9 금회 과업 실시 수량

구 분		연장 (m)	측점분할	반발경도 시험	탄산화깊이 측정	비고
부평터널(상)	기준	478.0	5~20m간격	2	2	정밀안전 점검
	적용		24개소이상 분할	2	2	

구 분		연장 (m)	측점분할	반발경도 시험	탄산화 깊이 측정	염화물 침투량시험	휘도	비고
오천터널(상)	기준	457.0	5~50m간격	2	2	2	10	2종 성능평가
	적용		23개소이상 분할	2	2	2	10	
오천터널(하)	기준	480.0	5~50m간격	2	2	2	10	
	적용		24개소이상 분할	2	2	2	10	
부평터널(하)	기준	446.0	5~50m간격	2	2	2	10	
	적용		23개소이상 분할	2	2	2	10	

5. 결론

- 과업지시서와 용역설계서 검토결과, 기본과업의 실시범위, 항목 및 수량은 세부지침과 부합하는 것으로 검토됨.
- 과업지시서 상 명시되지 않은 내용 및 과업진행 중 발생되는 추가사항 등은 필요 시 발주처와 협의하여 시행함.