

시설물 정밀안전진단 및 기술검토 용역(2구역)
과 업 수 행 계 획 서

2017. 10



천안논산고속도로(주)
(주) 한국구조물안전연구원
(주) 한 맥 기 술

목 차

I. 과업의 목적

II. 과업의 개요

1. 대상시설물
2. 과업기간
3. 대상시설물 위치도 및 전경
4. 과업의 범위

III. 과업수행계획

1. 정밀안전진단 업무흐름도
2. 과업추진일정
3. 세부과업 수행계획
4. 측정결과 종합분석
5. 보수·보강 및 유지관리방안 제시
6. 보고서 작성

IV. 과업수행 조직체계 및 인원투입계획

1. 과업수행 조직체계
2. 인원투입계획

V. 안전관리계획

1. 업무별 안전관리계획
2. 안전교육 시행계획
3. 안전관리조직 및 비상연락망

VI. 사용진단장비 목록

VII. 사전검토 보고서

I . 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·보강방법 및 유지관리방안을 수립하여, 고속도로 시설물의 재난예방과 안전성 확보를 통해 공공의 안전을 확보하는데 그 목적이 있다.

II . 과업의 개요

1. 대상시설물

NO	구분	시 설 물 명	이정 (km)	연장 (m)	차선수	상부 형식	비고
1	교량	웅진대교	237.7	1,135.0	4	STB	
2		검상교	235.9	130.0	4	STB	
3		검상천교	234.6	130.0	6	STB	
4		초봉교	228.9	130.0	4	STB	
5		용성2교	227.9	165.0	4	STB	
6		논산천교	206.7	550.0	4	PSC BOX	
7		연무IC교	R-A 0+378	200.0	2	STB	
8		논산JC T교	R-A 0+975	114.0	2	STB	
9	터널	차령터널	263.18	2,420.0	2	NATM	
10	기타	기술검토	—	—	—	—	

2. 과업기간

■ 2017년 10월 20일 ~ 2018년 6월 30일

3. 대상시설물 전경



웅진대교



검상교



검상천교



초봉교



용성2교



논산천교



연무IC교



논산JCT교



차령터널

—

4. 과업의 범위

1) 정밀안전진단

- (가) 과업수행 계획 수립
- (나) 자료수집 및 분석
- (다) 현장조사 및 시험
- (라) 상태평가
- (마) 안전성평가
- (바) 종합평가 및 안전등급 지정
- (사) 보수·보강방법 및 유지관리방안 제시
- (아) 내진성능평가
- (자) 보고서 작성

2) 기술검토

- (가) 교대 수평이동 원인 및 대책방안수립(특별시방서 참조)
- (나) 보고서 작성

4.1 기본과업

(가) 과업수행계획 수립

(나) 자료수집 및 분석

- 1) 준공도면, 구조계산서, 특별시방서 등
- 2) 시공·보수도면, 제작 및 작업도면 등
- 3) 재료증명서, 품질시험기록, 계측자료 등
- 4) 시설물관리대장
- 5) 기존 안전점검 및 정밀안전진단 등 실시결과 검토·분석
- 6) 보수·보강 이력 등의 관련자료 수집, 분석
- 7) 기초자료의 미흡한 부분에 대한 조사 등

(다) 현장조사 및 시험

1) 주요부재의 외관조사(육안검사)

- － 전체부재의 외관조사 및 외관조사망도 작성 등
- － 콘크리트 상태변화 : 균열, 누수, 박리, 박락, 층 분리, 백태, 철근노출 등
- － 강재 상태변화 : 균열 및 도장, 부식상태 및 접합(용접 및 볼트 등 연결부) 상태 등

2) 현장 재료시험, 실내시험 및 간단한 비파괴 현장시험

- 콘크리트 시험 : 반발경도시험, 초음파전달속도시험, 철근탐사시험, 탄산화 깊이측정 등
- 강재시험 : 도막상태, 용접결함부 강재 비파괴 시험 등(시험량, 시험부위 등)
- 실내시험 : 압축강도 등(책임기술자 판단하에 필요시 실시)

(라) 상태평가

- 1) 외관조사 결과분석
- 2) 현장시험 및 재료시험 측정결과 분석
- 3) 콘크리트 및 강재 등의 내구성 평가
- 4) 부재별 상태평가 및 시설물 전체의 상태평가등급결과에 대한 책임기술자의 소견

(마) 안전성평가

- 1) 조사, 시험, 측정 결과의 분석
- 2) 기존의 구조계산서 또는 안전성평가 자료 검토·분석
- 3) 내하력 및 구조 안전성평가
- 4) 시설물의 안전성평가 결과에 대한 소견

(바) 종합평가 : 시설물의 안전상태 종합평가 등급에 대한 소견 및 안전등급 지정

(사) 보수·보강방법 및 유지관리방안 제시

- 1) 시설물의 상태평가와 안전성평가 결과에 따라 손상 및 결함이 있는 부재에 대하여 적용할 보수, 보강방법을 비교 검토하여 최적의 보수·보강 방법 제시
- 2) 구조물의 변형이나 손상을 유형별로 원인을 분석하여 상태등급 평가와 보수·보강방안을 제시하고 시설물의 사용년도 경과에 따른 유지관리 방향 등을 제시

(아) 시설물 유지관리시 중점 착안사항 제시

- 1) 구조물의 특성에 맞는 시설물관리대장 및 정기점검표 작성 등 효율적인 유지관리 방안제시

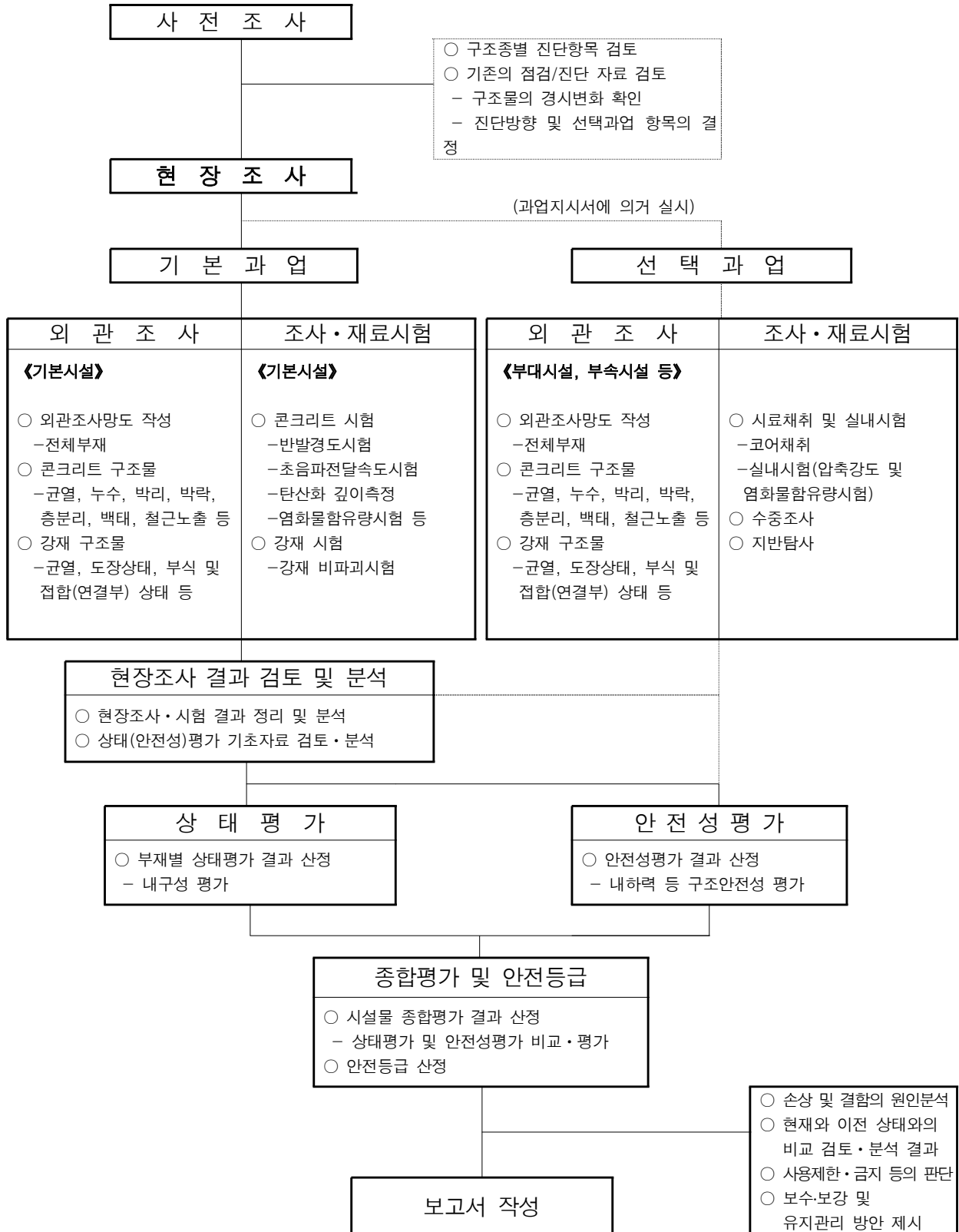
(자) 보고서 작성 : CAD 도면 작성 등 보고서 작성

4.2 선택과업

선택과업은 시설물의 여건에 따라 실시하여야 하는 과업으로서 용역의 목적을 달성하기 위하여 대상시설물 특성 및 현지 여건 등을 감안하여 발주처와 수행여부 및 범위, 수량 협의 후 실시

Ⅲ. 과업수행계획

1. 정밀안전진단 업무흐름도



2. 과업추진일정

구 분	세 부 사 항	일 정
사전협의	- 과업수행 일정 협의 - 과업수행 내용 협의 - 기타 과업에 필요한 사항 협의	착수 전
수시협의	- 자료수집 및 분석 - 주요 외관조사 결과 분석 및 요약 - 현장 측정, 분석 및 추가 위치 설정 - 구조해석 위치 및 결과 도출 - 긴급 보수·보강 필요 유무 및 대책 제시 - 과업수행 중 예기치 않은 긴급문제 발생시 - 과업내용에 대한 긴급검토가 필요한 경우 - 기타 협의사항이 발생한 경우	과업기간 중 수시
최종보고	- 보수·보강 대책 및 유지관리 방안제시 - 최종 업무 협의 - 최종보고서 내용 협의 - 용역성과품 사전검토	최종보고서 작성 완료 후

공 종	2017년									2018년																		비 고
	10월			11월			12월			1월			2월			3월			4월			5월			6월			
	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30			
1. 사전조사 ·착수 및 예비답사 ·자료 수집 및 검토 ·현장조사 계획수립																											－ 착수 10.20	
2. 현장조사 ·외관,비파괴조사 ·수중 및 지반조사 ·조사결과 정리																												
3. 상태평가 ·외관조사 결과분석 ·비파괴조사결과분석																												
4. 안전성평가 ·안전성평가 ·종합평가																												
5. 보수보강대책 수립 ·보수보강방안 제시 ·유지관리방안 제시																												
6. 기술검토																												
7. 보고서 작성 ·중간보고서작성 ·최종보고서작성 ·성과품제출																											－ 준공 06.30	

3. 세부과업 수행계획

3.1 현황조사(자료수집 및 분석)

(가) 목 적

- 1) 정밀안전진단의 계획, 방법, 안전대책 등의 수립

(나) 내 용

- 1) 시설물 관리부서의 안전점검 자료를 수집·분석
- 2) 교량의 이력사항과 변형상태 조사 분석·평가
- 3) 기존 관리부서의 안전점검 자료를 활용하되, 기존 자료 미흡부분에 대하여는 정밀 현장조사를 시행
- 4) 기타 정밀안전진단에 필요한 설계도서, 시방서 등 관련자료 수집·분석
- 5) 시설물의 유지관리를 철저히 하기 위한 교량관리대장 작성에 필요한 자료수집

3.2 외관조사

(가) 목 적

- 1) 본 조사는 주요 구조부재와 부속 구조물 각각에 대하여 현 상태를 조사하며, 특히 교량의 안전성을 저해할 만한 구조적인 결함의 유무를 확인하고, 조사에 따른 외관조사망도를 작성하여 향후 점검 및 유지관리시에 효율적으로 활용할 수 있도록 한다.

(나) 내 용

- 1) 접근방법으로는 교량점검차 및 사다리 등을 사용하여 부재에 최대한 접근한 상태에서 조사한다.
- 2) 콘크리트의 균열, 박락, 철근부식, 표면상태로 구분하여 상태를 조사한다.
- 3) 바닥판 하면은 검사 가능한 위치에서 누수 및 백태 등을 중심으로 조사한다. 특히 백화현상이 집중된 부위는 탈락 등의 큰 손상을 초래할 위험이 있기 때문에 노면의 균열상황 등도 조사한다.
- 4) 받침장치는 육안검사에 의하여 기능과 상황점검을 하지만, 차량 통과시의 이상음, 필요한 경우 테스트 해머로 타격시 발생하는 소리에 의하여 조사한다.
- 5) 신축이음장치가 자유롭게 이동 가능하고 간격은 적당한가를 조사하며 충전재의 방수성과 상태를 조사하기 위하여 교면하부의 누수흔적을 조사한다.

- 6) 배수로 상태파악 등 기타 결함부위에 대한 제반 상태를 파악한다.
- 7) 난간, 연석의 손상여부와 교면포장의 균열, 단차, 함몰 등을 조사한다.
- 8) 교량 상, 하부 주변의 지장물을 조사한다.
- 9) 기 실시한 보수상태의 적정성 여부를 조사한다.

3.3 콘크리트 비파괴조사

(가) 목 적

- 1) 콘크리트 및 강재 비파괴시험의 목적은 구조물의 기능이나 내하력을 훼손하지 않고 강도 및 재료적 특성을 규명하기 위한 시험임.

(나) 내 용

1) 콘크리트 강도시험

① 반발경도법

슈미트 햄머에 의해 콘크리트 표면반발경도를 측정하는 방법임.

② 초음파법(Ultrasonic Techniques)

초음파법은 콘크리트에 밀착된 발진자와 수신자간의 초음파 전달속도를 측정하여 콘크리트의 내부강도를 추정하는 방법임.

③ 조합법

조합법은 콘크리트의 강도추정시 신뢰성을 높이기 위하여 두가지 이상의 비파괴 검사방법(반발경도법과 초음파속도법)을 병행하여 수행한다.

2) 철근탐사시험

표면에서 발사된 파의 간섭 및 반사특성을 이용하여 철근의 위치, 방향, 피복두께를 추정한다.

3) 탄산화 깊이 측정

탄산화 시험은 구조체에서 채취한 코어 또는 구조체 안전에 영향을 미치지 않는 부위를 선정 일부분을 파손하여 노출된 대상 측정면에 페놀프탈레인 1% 용액을 대상 부위의 파단면에 분무하여 탄산화 깊이를 측정하며, pH 8.2 ~ 10.0 범위의 중성에서는 변색하지 않고, pH10 이상의 알칼리성에서는 붉은색으로 발생하는데, 이때 표면에서 발색점까지의 깊이를 측정하며, 이를 탄산화 깊이로 한다.

4) 염화물 함유량시험

채취된 시료의 표면에서부터 주철근 깊이까지 깊이별(10mm 또는 20mm)로 단계를 구분하여, 염화물함유량 시험을 수행한다.

5) 강재초음파시험

① 개요

가청 주파수 이상의 주파수를 갖는 초음파(20000Hz이상)를 시험체 내에 전달하여 초음파 진행경로 상에 존재하는 결함부로부터 반사하는 초음파 신호를 수신하여 탐상기 CRT 스크린상에서 에코파형을 확인함으로써 결함의 존재여부 및 결함정보를 알아내는 검사방법이다. 초음파법의 종류는 크게 수직법과 사각법으로 대별되며, 수직법은 탐촉자를 시험체에 접촉하여 시험체에 수직으로 초음파를 전파시켜 검사하는 방법으로 통상적으로 판재 및 봉재, 주·단강품 결함 검사와 부재의 부식두께 측정 등에 이용되며, 사각법은 시험체에 임의의 일정각으로 초음파를 전파시켜 검사하는 방법으로 주로 강 구조물 용접부 검사에 적용된다.

② 탐상방법(사각법)

일반적으로 강교 용접부의 사각탐상에서는 주로 용접부 내부에 존재하는 기공, 슬래그, 융합불량, 용입부족 등의 결함과 균열에 대한 조사가 실시되고 있으며, 각각의 결함부로부터 반사한 에코파형의 펄스형태(펄스폭&높이), 반사체(결함)까지의 진행거리, 초음파 입사각도, 에코의 반사패턴 등을 종합적으로 분석하여 결함의 입체적인 위치를 산출하고 결함종류 및 길이 등을 측정한다.

3.4 교량의 적용방법 및 기준수량(세부지침 기준)

항 목	내 용	기 준 수 량		비 고
반발경도시험	반발경도법	상부	- 철근콘크리트 : 2개소/50m - 강합성교 : 1개소/50m	
		하부	1개소/50m - 교대, 교각 개소수 (경간장 50m 이상)	
초음파 전달속도시험	초음파법	상부	- 철근콘크리트 : 2개소/50m - 강합성교 : 1개소/50m	
		하부	1개소/50m - 교대, 교각 개소수 (경간장 50m 이상)	
철근탐사시험	레이다법	상부	- 철근콘크리트 : 2개소/50m - 강합성교 : 1개소/50m	
		하부	1개소/50m - 교대, 교각 개소수 (경간장 50m 이상)	
탄산화 깊이 측정	페놀프탈레인법	5경간 이내 : 4 ~ 6개소¹⁾ 5경간 이상 : 6 ~ 9개소²⁾		
염화물함유량시험	화학분석법	3개소 이상³⁾		
균열깊이 조사	초음파법	부재의 중요도를 고려 책임기술자의 판단에 따라 수량결정		
강재용접부 초음파탐상시험	맞대기용접부	- 플레이트거더교 : 1개소/경간별 거더 - 박스거더교 : 2개소/경간별 거더		
수중조사	—	과업내용에 의한 수량		
지반조사	—	과업내용에 의한 수량		

3.5 터널의 적용방법 및 기준수량(세부지침 기준)

구 분		재료시험 기준수량	비 고
기 본 과 업	측점분할	◦5~50m 간격	◦책임기술자 조정 가능
	단면측량	◦총수량 = (총연장/200m) + 1개소	◦책임기술자 조정 가능
	반발경도시험	◦총수량 = (총연장/100m) * 2개소	◦동일 부위 시험 원칙 ◦책임기술자 상향 조정 가능
	초음파 전달속도시험		
	철근탐사시험	◦총연장 1,000m 이상 = 최초 4개소 + 500m당 1개소 추가	◦가능한 한 이전의 시험부위와 중복 피함 ◦책임기술자 상향 조정 가능
	탄산화 깊이 측정	◦상 동	◦책임기술자 상향 조정 가능
	염화물 함유량시험	◦상 동	◦책임기술자 상향 조정 가능
	철근부식도시험	◦책임기술자의 판단에 따라 조사 및 수량 결정	
	균열깊이 조사	◦책임기술자의 판단에 따라 수량 결정	◦Cw=0.3mm 이상 균열
선택 과업	GPR 탐사	◦책임기술자의 판단에 따라 수량 결정	

4. 측정결과 종합분석

4.1 상태평가

(가) 목 적

- 1) 시설물의 육안조사에 의한 외관상태 항목과 함께 내구성요소인 탄산화 등의 항목도 포함하여 부재별로 상태등급을 매긴 후, 부재별 중요도를 고려한 가중치를 고려하여 전체 평가결과를 산정함.

(나) 내 용

- 1) 부재별 가중치

구분	결함도평가항목		거 더 교 량				
			일반 거더교			바닥판·거더 일체형	
			일반	2차부재 없음	바닥판 없음	강 바닥판	PSC 박스
상부	바닥판		18	18	—	20	20
	주 형		20	25	37	18	20
	2차부재		5	—	11	5	3
하부	교대/교각		13	13	18	13	
	기 초		7	7	7	7	
받침	교량받침		9	9	14	9	
기타	신축이음		9	9	—	9	
	교면포장		7	7	—	7	
	배수시설		3	3	—	3	
	난간/연석		2	2	6	2	
콘크리트	탄산화	상부	2		—	—	2
		하부	2		4	4	2
	염화물	상부	2		—	—	2
		하부	1		3	3	1

- 2) 결함도 점수 범위에 따른 기준

기 준	A	B	C	D	E
결함도 범위	$0 \leq x < 0.13$	$0.13 \leq x < 0.26$	$0.26 \leq x < 0.49$	$0.49 \leq x < 0.79$	$0.79 \leq x$

4.2 안전성 평가

(가) 목 적

- 1) 구조물의 설계도서 및 현장 측정자료 등을 고려한 구조해석 결과를 이용하여 수행하게 되며, 구조물에 대한 안전성 및 내하력을 평가함으로써 구조물을 안전하게 사용하기 위함.

(나) 내 용

1) 안전성평가 기준

기준	안전성평가 기준	비 고
A	$SF > 1.0$	$\circ$ 허용응력설계법 $SF(\text{안전율}) = \frac{\text{허용응력}}{\text{발생응력}} = \frac{f_a}{f_{d+1}}$
B	$0.9 \leq SF < 1$ 이나, 공용내하력이 설계하중보다 크게 평가된 경우	
C	$0.9 \leq SF < 1$	
D	$0.75 \leq SF < 0.9$	$\circ$ 강도설계법 $SF(\text{안전율}) = \frac{\text{설계강도}}{\text{소요강도}} = \frac{\phi M_n}{M_u}$
E	$SF < 0.75$	

2) 안전성평가의 고려사항

① 상부구조

- 콘크리트 재료의 실제강도
- 균열, 박리, 박락, 층분리
- 철근, 프리스트레싱 텐던의 부식
- 구조부재의 실측단면적과 철근의 위치
- 처짐
- 신축 이음부와 받침부의 구속력

② 하부구조

- 우물통과 교각기초 사이의 거동
- 기초가 암반에 근입된 상태
- 교대의 부등침하
- 전방이동

3) 내하력평가

① 허용응력법에 의한 기본내하력평가

$$\text{내하율(RF)} = \frac{f_a - f_d}{f_l(1+i)}$$

여기서, f_a = 허용응력

f_d = 고정하중에 의한 응력

f_l = 설계 활하중(DB 또는 DL하중)에 의한 응력

i = 충격계수는 도로교 설계기준에서 제시한 설계 충격계수를 적용

$$\text{기본내하력} = \text{내하율(RF)} \times P_r$$

(내하율이 1.0 이상일 경우의 기본내하력은 설계활하중으로 표현)

② 강도설계법에 의한 기본내하력평가

$$\text{내하율(RF)} = \frac{\phi M_n - \gamma_d M_d}{\gamma_l M_l(1+i)}$$

여기서, ϕM_n = 극한 저항모멘트

(강구조물 $\phi = 1$, RC·PC구조물의 휨부재 $\phi = 0.85$)

M_d = 실측 고정하중모멘트

M_l = 설계 활하중(DB 또는 DL하중)에 의한 모멘트

γ_l = 활하중 계수 = 2.15

γ_d = 고정하중 계수 = 1.30

i = 도로교설계기준에서 제시한 설계 충격계수를 적용

$$\text{기본내하력} = \text{내하율(RF)} \times P_r$$

3) 재진단인 경우는 전차진단보고서의 안전성평가 결과를 활용

4.3 종합평가

(가) 목 적

- 1) 상태평가와 안전성평가를 각각 실시한 후 이들 결과를 토대로 구조물에 대한 객관적이고 정량적인 평가를 통해 통일성 있는 종합평가가 이루어지도록 함.

(나) 내 용

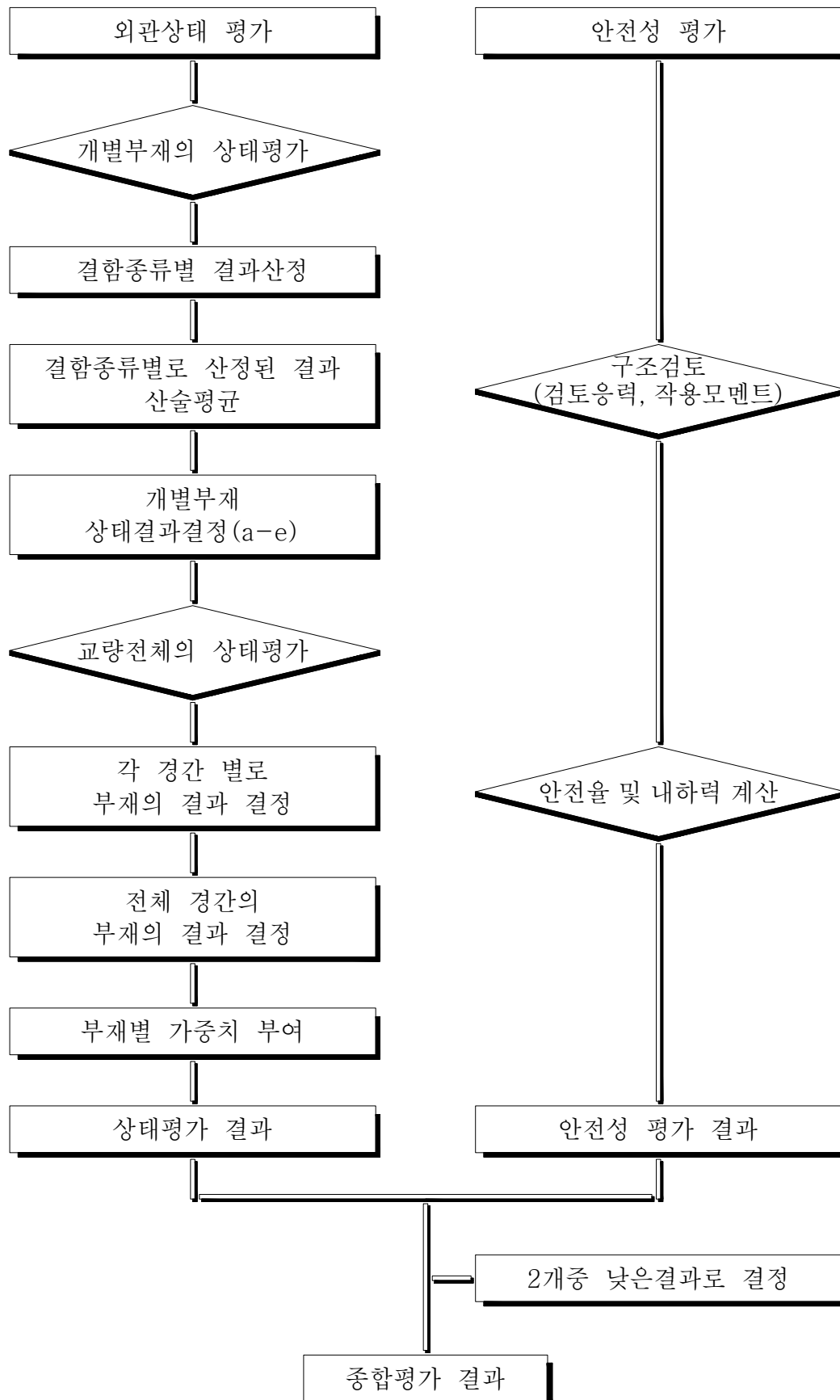
1) 안전등급

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

- 2) 외관조사에 따른 상태평가 결과와 안전성 검토에 근거한 안전성평가 결과 중 낮은 결과를 시설물의 종합평가 결과로 결정한다.

종합평가 결과 = MIN(상태평가 결과, 안전성평가 결과)

※ 종합평가 결과의 산정흐름도



5. 보수·보강 및 유지관리방안 제시

(가) 목 적

- 1) 구조물의 설계성능 확보 및 효율적인 유지관리

(나) 내 용

- 1) 보수·보강 대상 부재의 결정

- ① 육안조사 및 비파괴시험을 통하여 손상부위 및 부재 결정
- ② 필요시 구조해석을 통하여 안전성에 문제가 있는 부재선정 및 거동규명

- 2) 합리적인 보수·보강공법 및 우선순위 제시

- ① 보수·보강공법 비교·분석 및 자문의견 수렴을 통한 합리적인 보수·보강 공법 제시
- ② 필요시 구조해석 또는 실험을 통하여 보수 및 보강공법의 적정성 확인
- ③ 구조적으로 중요한 손상 또는 대규모의 손상에 대해서는 보수 및 보강효과의 확인을 위한 검증방법 제시

- 3) 효율적인 유지관리 방안제시

- ① 공용수명 연장을 위한 효율적인 유지관리 방안 제시
- ② 기 보강되어 있는 부재의 유지관리 방안 검토
- ③ 관찰대상 결함에 대한 향후 유지관리 방안 제시

6. 기술검토

(가) 목 적

- 1) 콘크리트 포장 및 교대의 변위 계측, 콘크리트 내구성 실험, 포장판 해석, 성토부 교대의 수치해석, 팽창줄눈 변위량 계측을 통한 원인 분석을 실시하여 가장 합리적인 보수 방안과 효율적인 유지관리 방법을 도출한다.

(나) 내 용

- 1) 교대 수평이동 원인 및 대책방안 수립
 - ① 조사 및 계측
 - ② 수평변위 발생원인 파악
 - ③ 실내시험 및 해석
 - ④ 교대 변위 방지 대책 수립

7. 보고서 작성

(가) 목 적

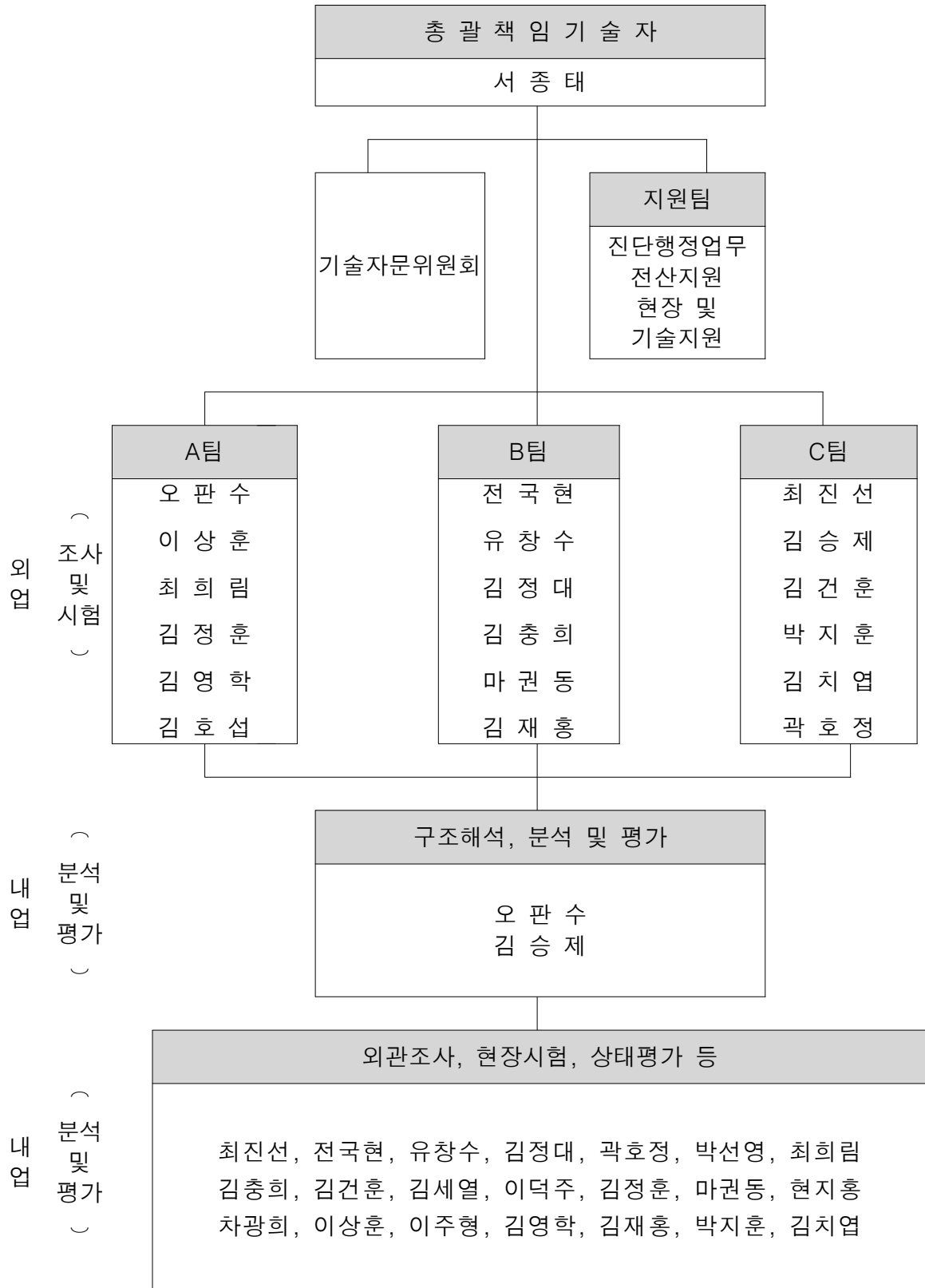
- 1) 진단결과에 대한 최종보고서 작성

(나) 내 용

- 1) 외관조사 및 내구성조사에서 유지관리방안까지 실시한 최종보고서를 작성
- 2) 부록사항으로 육안검사 사진, 제원 및 외관조사도, 상태평가 및 안전성평가 결과 자료, 비파괴시험결과, 보수·보강공법 등 조사자료를 첨부한다.

IV. 과업수행 조직체계 및 인원투입계획

1. 과업수행 조직체계



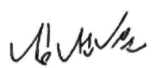
2. 인원 투입 계획

분 류	성 명	등 급	수행내용
총괄책임기술자	서종태	특급기술자	사업책임기술자
분야별책임기술자	오판수	특급기술자	조사 및 진단 분석 및 평가
분야별책임기술자	최진선	특급기술자	조사 및 진단 분석 및 평가
분야별참여기술자	전국현	특급기술자	분석 및 평가
분야별참여기술자	유창수	특급기술자	분석 및 평가
참여기술자	김정대	초급기술자	조사 및 진단 분석 및 평가
참여기술자	곽호정	고급기술자	분석 및 평가
참여기술자	박선영	초급기술자	분석 및 평가
참여기술자	최희림	고급기술자	조사 및 진단 분석 및 평가
참여기술자	김충희	특급기술자	조사 및 진단 분석 및 평가
참여기술자	김승제	특급기술자	조사 및 진단 분석 및 평가
참여기술자	김건훈	특급기술자	조사 및 진단 분석 및 평가

인원투입계획(계속)

분 류	성 명	등 급	수행내용
참여기술자	김세열	초급기술자	분석 및 평가
참여기술자	이덕주	특급기술자	분석 및 평가
참여기술자	김정훈	중급기술자	조사 및 진단 분석 및 평가
참여기술자	마권동	고급기술자	조사 및 진단 분석 및 평가
참여기술자	현지홍	고급기술자	분석 및 평가
참여기술자	차광희	초급기술자	분석 및 평가
참여기술자	이상훈	초급기술자	조사 및 진단 분석 및 평가
참여기술자	이주형	초급기술자	분석 및 평가
참여기술자	김영학	초급기술자	조사 및 진단 분석 및 평가
참여기술자	김재홍	초급기술자	조사 및 진단 분석 및 평가
참여기술자	박지훈	중급기술자	조사 및 진단 분석 및 평가
참여기술자	김치엽	초급기술자	조사 및 진단 분석 및 평가
참여기술자	김인하	초급기술자	조사 및 진단 분석 및 평가
참여기술자	김호섭	초급기술자	조사 및 진단 분석 및 평가

3. 투입인원 사용인감 및 서명

분 류	성 명	등 급	서 명
총괄책임기술자	서종태	특급기술자	
분야별책임기술자	오판수	특급기술자	
분야별책임기술자	최진선	특급기술자	
분야별참여기술자	전국현	특급기술자	
분야별참여기술자	유창수	특급기술자	
참여기술자	김정대	초급기술자	
참여기술자	곽호정	고급기술자	
참여기술자	박선영	초급기술자	
참여기술자	최희림	고급기술자	
참여기술자	김충희	특급기술자	
참여기술자	김승제	특급기술자	
참여기술자	김건훈	특급기술자	

투입인원 사용인감 및 서명

분 류	성 명	등 급	수행내용
참여기술자	김세열	초급기술자	
참여기술자	이덕주	특급기술자	
참여기술자	김정훈	중급기술자	
참여기술자	마권동	고급기술자	
참여기술자	현지홍	고급기술자	
참여기술자	차광희	초급기술자	
참여기술자	이상훈	초급기술자	
참여기술자	이주형	초급기술자	
참여기술자	김영학	초급기술자	
참여기술자	김재홍	초급기술자	
참여기술자	박지훈	중급기술자	
참여기술자	김치엽	초급기술자	김 치 엽
참여기술자	김인하	초급기술자	
참여기술자	김호섭	초급기술자	

VI. 사용진단장비 목록 및 검교정 성적서

장 비 명	기 종	모델(규격)	용 도
진단차량	교량점검차	—	교량 점검용
비파괴검사기기 (콘크리트)	반발경도측정기(NR형)	α 750-RX	콘크리트 강도추정
	초음파 비파괴 시험기	PUNDIT	콘크리트 강도추정 및 균열깊이 측정
	철근탐지기	RC-Radar	철근배근간격 및 피복두께 측정
	탄산화진행측정기	CONKIT	콘크리트 탄산화진행상태 측정
공 기 구	크랙측정 현미경	PEAK	균열폭 측정
	카메라(디지털)	OLYMPUS	사진촬영
	비디오카메라	SV-N35	비디오촬영
	망원경	ta800	접근 불가능한 구조물 조사
	무전기	GP2000S	진단현장 통신연락
	그라인더	HK-9	콘크리트 및 강재 연마
	사다리	—	구조물 외관조사
	줄 자	5m, 50m	거리측정
	콘크리트용 드릴	보쉬	콘크리트용 천공
	발전기	4Kw	전력공급

시험 성적서 (TEST REPORT)

한국산업기술시험원
Korea Testing Laboratory

성적서 번호 : 17-006782-01-1
 Report No.
 페이지 (1) / (총 2)
 Page of Pages

Korea Testing Laboratory

1. 의뢰자 (Client)
 기 관 명 (Name) : (주)한라구조물안전연구원
 주 소 (Address) : 서울특별시 중랑구 송림길 147 (당우동, 당원제1차1층)
 의뢰일자 (Date of Receipt) : 2017. 02. 03.

2. 시험성적서의 용도 (Use of Report) : QC

3. 시험대상품목/물질/시표명 (Test Sample)
 제 품 명 (Description) : 테스트 형머
 제작회사 (Manufacturer) : MSK ALPHA
 모 델 명 (Model Name) : α-3000cn / Digital Type
 제조번호 (Serial Number) : 0085
 기 타 (Remark)

4. 시험일자 (Date of Test) : 2017년 02월 08일 ~ 2017년 02월 08일

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

6. 시험환경 (Testing Environment)
 온도 (Temperature) : (23.1 ± 0.1) °C, 습도 (Humidity) : (48 ± 1) % RH

7. 시험결과 (Test Results) : 시험결과 참조

비고 (Note) : 1. 이 성적서는 의뢰자가 제공한 시료에 대한 시험결과이며,
 (The test results contained apply only to the test sample(s) supplied by the client.)
 2. 우리 원의 사전 동의 없이 본 성적서의 전부 혹은 일부를 복사할 경우 처벌받는다.
 (This test report shall not be reprinted or full or in part without approval of the KTL in advance.)

확 인
 Affirmation

국장자 (Tested by)
 성 명 (Name) : 김태영

기술책임자 (Technical Manager)
 성 명 (Name) : 유숙필

2017. 02. 08.

한국산업기술시험원

경기도 성남시 중구로 723 (Jisan-ro 723, Seongnam-si, Gyeonggi-do, KOREA) | Tel. 031-500-0217 Fax. 031-500-0386

FP204-01-03

시험 결과 (Test Results)

1. 일반 사항

◇ 재 품 명 : 테스트 형머
 ◇ 제작회사 : MSK ALPHA
 ◇ 모 델 명 : α-3000cn / Digital Type
 ◇ 제조번호 : 0085

2. 시험 결과

1) Test Anvil (KAMEKURA)을 이용한 비교시험결과

표 준 값	치 시 값					평 균 값
	1 회	2 회	3 회	4 회	5 회	
74 ± 2	76	77	77	77	77	77.0
	76	77	77	77	77	
	76	77	77	77	77	
	76	77	77	77	77	
	76	77	77	77	77	

2) Test Anvil (PROCEQ)을 이용한 비교시험결과

표 준 값	치 시 값					평 균 값
	1 회	2 회	3 회	4 회	5 회	
80 ± 2	82	82	83	83	82	82.6
	82	82	83	83	82	
	82	82	83	83	82	
	82	82	83	83	82	
	82	82	83	83	82	

3. 시험 방법

- 기존 Test Anvil과 비교 시험함, 공.

FP204-02-02

장비명

Schmidt Hammer(NR Type)

시험 성적서 (TEST REPORT)

한국산업기술시험원
Korea Testing Laboratory

성적서 번호 : 17-001606-01-2
 Report No.
 페이지 (1) / (총 2)
 Page of Pages

Korea Testing Laboratory

1. 의뢰자 (Client)
 기 관 명 (Name) : (주)한라구조물안전연구원
 주 소 (Address) : 경기도 성남시 중원구 상대동 5442-1 코엑스테크노 1511호
 의뢰일자 (Date of Receipt) : 2017. 01. 09.

2. 시험성적서의 용도 (Use of Report) : QC

3. 시험대상품목/물질/시표명 (Test Sample)
 제 품 명 (Description) : 테스트 형머
 제작회사 (Manufacturer) : PROCEQ
 모 델 명 (Model Name) : NR-10 / NR Type
 제조번호 (Serial Number) : 66266
 기 타 (Remark)

4. 시험일자 (Date of Test) : 2017년 01월 18일 ~ 2017년 01월 18일

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

6. 시험환경 (Testing Environment)
 온도 (Temperature) : (23.1 ± 0.1) °C, 습도 (Humidity) : (48 ± 1) % RH

7. 시험결과 (Test Results) : 시험결과 참조

비고 (Note) : 1. 이 성적서는 의뢰자가 제공한 시료에 대한 시험결과이며,
 (The test results contained apply only to the test sample(s) supplied by the client.)
 2. 우리 원의 사전 동의 없이 본 성적서의 전부 혹은 일부를 복사할 경우 처벌받는다.
 (This test report shall not be reprinted or full or in part without approval of the KTL in advance.)

확 인
 Affirmation

국장자 (Tested by)
 성 명 (Name) : 김태영

기술책임자 (Technical Manager)
 성 명 (Name) : 유숙필

2017. 01. 18.

한국산업기술시험원

경기도 성남시 중구로 723 (Jisan-ro 723, Seongnam-si, Gyeonggi-do, KOREA) | Tel. 031-500-0217 Fax. 031-500-0386

FP204-01-03

시험 결과 (Test Results)

1. 일반 사항

◇ 재 품 명 : 테스트 형머
 ◇ 제작회사 : PROCEQ
 ◇ 모 델 명 : NR-10 / NR Type
 ◇ 제조번호 : 66266

2. 시험 결과

1) Test Anvil (KAMEKURA)을 이용한 비교시험결과

표 준 값	치 시 값					평 균 값
	1 회	2 회	3 회	4 회	5 회	
74 ± 2	73	73	72	74	72	73.4
	73	73	72	74	72	
	73	73	72	74	72	
	73	73	72	74	72	
	73	73	72	74	72	

2) Test Anvil (SANYO)을 이용한 비교시험결과

표 준 값	치 시 값					평 균 값
	1 회	2 회	3 회	4 회	5 회	
80 ± 2	80	80	80	79	80	79.9
	80	80	80	79	80	
	80	80	80	79	80	
	80	80	80	79	80	
	80	80	80	79	80	

참고) 기존 Test Anvil과 비교 시험함, 공.

FP204-02-02

장비명

Schmidt Hammer(NR Type)

시험 결과 TEST RESULTS

3. 측정 시간 정확도(Accuracy of timer)

- HP 8112A의 delay 시간을 10 μ s, 100 μ s 및 1,000 μ s 간격으로 변경하면서 측정한 결과임.
- 일렉 신호 주파수 : 50 kHz
- 감쇠기 : 30 dB
- 일렉 전압 : 1 V x 10⁻¹⁰ (4차기동전압 / 30)

HP 8112A Delay 설정값	PM 6554 측정값(A)	pundit lab 측정값(B)	Δt (B-A)
10 μ s	10.17 μ s	10.4 μ s	0.2 μ s
20 μ s	19.83 μ s	20.4 μ s	0.6 μ s
30 μ s	29.61 μ s	29.9 μ s	0.1 μ s
40 μ s	39.63 μ s	40.4 μ s	0.5 μ s
50 μ s	50.12 μ s	50.4 μ s	0.3 μ s
60 μ s	60.34 μ s	60.9 μ s	0.6 μ s
70 μ s	70.55 μ s	70.9 μ s	0.3 μ s
80 μ s	80.86 μ s	81.4 μ s	0.5 μ s
90 μ s	91.26 μ s	91.4 μ s	0.1 μ s
100 μ s	101.84 μ s	102.4 μ s	0.6 μ s
200 μ s	198.93 μ s	199.4 μ s	0.5 μ s
300 μ s	298.74 μ s	299 μ s	0.3 μ s
400 μ s	398.93 μ s	400 μ s	0.1 μ s
500 μ s	501.78 μ s	502 μ s	0.2 μ s
600 μ s	603.98 μ s	604 μ s	0.0 μ s
700 μ s	706.43 μ s	707 μ s	0.6 μ s
800 μ s	808.13 μ s	809 μ s	-0.1 μ s
900 μ s	913.16 μ s	913 μ s	-0.2 μ s
1000 μ s	1006.94 μ s	1.01 ms	4.1 μ s
2000 μ s	1989.30 μ s	1.99 ms	0.7 μ s

끝(End of the Results).

장비명

Pundit(초음파속도 측정)

SHINWOO TECH CORP.

SHINWOO

시험 성적서 (Certificate of Testing)

의뢰처 :
회사명 : (주)한국구조물안전연구원
대표이사 : 이 채 규
주 소 : 서울특별시 중랑구 송암길147 (당주동, 양원역사1층)
시험품명 : 철근탐사기
모델 : NJJ-95A (S/N ED73453)
교정기 : Test Block (Test Point 15, 30, 60, 90mm)
제조국 : 일본
수량 : 1set

상기 장비에 대한 시험 결과는 아래와 같습니다.

상기 교정기(Test Block (Test Point 15, 30, 60, 90mm))에 의한 시험 결과는 Test Block의 4개 Point에서 측정된 측정치 아래 내용에 의하며, 상기 장비는 오차 범위에 들지 시험성적서를 발행합니다.

2017년 1월 25일

** 시험 결과 : Test Block에 의한 측정 값

시험편	15mm	30mm	60mm	90mm
측정값	15mm	30.2mm	59.9mm	90.1mm

발행처 :

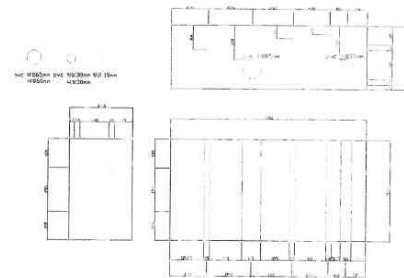
회사명 : 신우테크상사
대표 : 김 재 부
주 소 : 서울특별시 강남구 서초3동 984 (유동상가 A4-320호)

(특이사항) 상기 시험성적서는 장비를 수리 후의 발행되는 성적서로 별첨된 효력이 없기 때문에 공학적인 효력은 없음을 상기하시기 바랍니다.

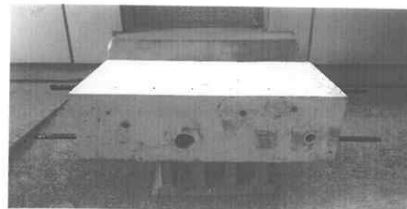
信宇 테크 상사

代表 金 載 奉

서울 강남구 서초3동 984번지(서초유동상가 A4동 320호) TEL : (02)896 - 8428 FAX : (02)896 - 8429
E-mail : shinwootech95@yahoo.co.kr



(테스트 블록(시편)의 도면)



(테스트 블록(시편)의 사진)

장비명

철근탐사기

Ⅶ. 사전검토 보고서

1. 과업명

시설물 정밀안전진단 기술검토 용역(2구역)

2. 배경 및 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·보강방법 및 유지관리방안을 수립하여, 고속도로 시설물의 재난예방과 안전성 확보를 통해 공공의 안전을 확보하는데 그 목적이 있다.

3. 과업 대상시설물

NO	구분	시 설 물 명	이정 (km)	연장 (m)	차선수	상부 형식	비고
1	교량	웅진대교	237.7	1,135.0	4	STB	
2		검상교	235.9	130.0	4	STB	
3		검상천교	234.6	130.0	6	STB	
4		초봉교	228.9	130.0	4	STB	
5		용성2교	227.9	165.0	4	STB	
6		논산천교	206.7	550.0	4	PSC BOX	
7		연무IC교	R-A 0+378	200.0	2	STB	
8		논산JC T교	R-A 0+975	114.0	2	STB	
9	터널	차령터널	263.18	2,420.0	2	NATM	
10	기타	기술검토	—	—	—	—	



웅진대교



검상교



검상천교



초봉교



용성2교



논산천교



연무IC교



논산JCT교



차령터널

—

4. 사전검토 내용

4.1 정밀안전진단 대상시설물의 범위

가. 교 량

구 분	시 설 물 명		점검 및 진단 실시범위			금회 실시범위	제외 사유
			정기점검	정밀점검	정밀안전진단		
주요 부재	◦상부구조	바닥판, 거더	○	○	○	○	
	◦하부구조	교대 및 교각, 기초	○	○	○	○	
	◦받침	교량받침	○	○	○	○	
	◦케이블	케이블, 정착구, 행어밴드, 새들	○	○	○	×	대상시설 없음
	◦기타부재	신축이음, 배수시설, 난간/연석, 교면포장	○	○	○	○	
보조 부재	◦2차부재	가로보 및 세로보			○	○	

4.2 정밀안전진단 유지관리자료 보유 현황 검토

보존대상 목록		관리주체 보유현황	비 고
설계도서	◦공통 - 준공내역서 - 공사시방서 - 각종계산서 - 토질 및 지반조사 보고서 - 기타 특이사항 보고서	× × ○ ○ ×	
	◦설계도면 - 교량 및 터널 - 위치도, 평면도, 단면도(종·횡) 상·하부 구조물도, 빔상세도, 신축이음·교량받침 상세도 등	○ ○	
시 설 물 관리대장	◦기본현황 ◦상세제원 ◦유지관리 이력	○ ○ ○	
시공관련 자 료	◦시공관련 자료 ◦품질관리 관련자료 - 재료증명서 - 품질시험기록 - 관리 및 선정시험 기록 등 각종 시험 기록 - 시설물의 주요 구조 부위에 대한 계측 관련자료 ◦사고기록	× × × × × × ×	
안전점검 및 정밀안전진단 자료		○	
보수보강 자료		○	

4.3 정밀안전진단 과업의 범위

과업항목	지침상 기본과업	금회 과업 내용	
자료수집 및 분석	- 설계도서 - 시설물관리대장 - 시공관련자료 - 안전점검·정밀안전진단 실시결과 자료 - 보수보강이력 검토·분석	좌 등	
현장조사 및 시험	- 전체부재의 외관조사 및 외관조사망도 작성 - 현장 재료시험 등 - 콘크리트 시험 : 비파괴강도(등), 탄산화 깊이측정, 염화물함유량시험 - 강재시험 : 강재 비파괴시험 - 지반조사, 수중조사	- 전체부재 외관조사 및 외관조사망도 작성 - 현장 재료시험 - 콘크리트 시험 : 반발경도시험, 초음파전달속도시험, 철근탐사시험, 탄산화 깊이측정, 염화물함유량 시험, 균열깊이측정 등 - 강재초음파(UT)	
상태평가	- 외관조사 결과분석 - 현장시험 및 재료시험 결과분석 - 콘크리트의 내구성평가 - 부재별 및 시설물 전체 상태평가 결과에 대한 소견	좌 등	
안전성평가	- 조사, 시험, 측정결과의 분석 - 기존 구조계산서 또는 안전성평가 자료 검토·분석 - 내하력 및 구조 안전성평가 - 시설물의 안전성평가 결과에 대한 소견	- 좌 등 - 웅진대교, 차령터널 내진성능평가	
종합평가	- 시설물의 종합평가 결과에 대한 소견 - 안전등급 지정	좌 등	
보수보강방법	보수보강 방법 제시	좌 등	
보고서작성	CAD 도면 작성 등 보고서 작성	좌 등	
과업항목	지침상 선택과업	금회 과업 내용	비용반영
자료수집 및 분석	- 구조·수리·수문 계산(계산서가 없는 경우) - 실측도면 작성(도면이 없는 경우)	—	
현장조사 및 시험	- 시료채취 및 실내시험 - 지형, 지질, 지반조사 및 탐사, 토질조사 - 수중조사 - 조사용 접근장비 운용 - 기본과업 범위를 초과하는 강재비파괴시험 - 기타 관리주체의 추가 요구 및 안전성평가 등에 필요한 조사시험	조사용 접근장비 운용	○
안전성평가	- 구조해석 - 구조안전성평가 등 전문기술을 요하는 경우의 전문가 자문 - 내진성능 평가 및 사용성 평가 - 임시 고정하중에 대한 안전성평가	- 구조해석 및 내하력평가 (전차 진단보고서 활용) - 웅진대교, 차령터널 내진성능평가	○
보수보강방법	- 내진보강 방안 제시 - 시설물 유지관리 방안 제시	- 웅진대교, 차령터널 내진보강 방안 제시 - 시설물 유지관리방안 제시	○

4.4 정밀안전진단 재료시험 수량

구 분	교 량		비 고(수량)	
	상부구조	하부구조	산출 수량	실시 수량
반발경도시험	- 철근콘크리트 : 2개소/50m - 강합성교 : 1개소/50m	1개소/연장50m - 교대, 교각 개소수 (경간장 50m 이상)	162	162
초음파 전달속도시험	- 철근콘크리트 : 2개소/50m - 강합성교 : 1개소/50m	1개소/연장50m - 교대, 교각 개소수 (경간장 50m 이상)	162	162
철근탐사시험	- 철근콘크리트 : 2개소/50m - 강합성교 : 1개소/50m	1개소/연장50m - 교대, 교각 개소수 (경간장 50m 이상)	162	162
탄산화 깊이 측정	5경간 이내 : 4~6개소 5경간 이상 : 6~9개소		80	80
염화물함유량시험	3개소 이상		48	48
균열깊이 조사	- 부재의 중요도를 고려 - 책임기술자의 판단에 따라 수량 결정		—	필요시
강재용접부 초음파탐상시험	- 플레이트거더교 : 1개소/경간별 거더 - 박스거더교 : 2개소/경간별 거더		108	108

구 분		터 널	비 고	
		재료시험 기준수량	산출 수량	실시 수량
기본 과 업	측점분할	5~50m 간격	49	49
	단면측량	총수량 = (총연장/200m) + 1개소	13	13
	반발경도시험	총수량 = (총연장/100m) * 2개소	49	49
	초음파 전달속도시험			
	철근탐사시험	- 총연장 1,000m 이상 = 최초 4개소 + 500m당 1개소 추가	5	5
	탄산화 깊이 측정	상 동	5	5
	염화물 함유량시험	상 동	5	5
	철근부식도시험	책임기술자의 판단에 따라 조사 및 수량 결정	—	필요시
	균열깊이 조사	책임기술자의 판단에 따라 수량 결정	—	필요시
선택 과업	GPR 탐사	책임기술자의 판단에 따라 수량 결정	—	2 LINE

5. 결 론

- 1) 과업지시서와 용역설계서 검토결과, 정밀안전진단의 범위, 유지관리자료, 기본과업의 재료시험수량은 지침과 전반적으로 부합됨.
- 2) 기 점검 및 진단보고서 검토결과를 토대로 손상물량의 증대, 진전여부 검토를 통한 보수보강방안을 제시함.
 - 기존 점검 및 진단결과의 손상부에 대한 상세조사를 실시하여 손상의 추가발생 및 진전여부 평가
- 3) 재료시험의 수량 및 위치는 과업지시서에 별도로 언급되어 있지 않으나, 기본과업 재료시험은 안전점검 및 정밀안전진단 지침에 준하여 최소수량 이상으로 실시예정임.
- 4) 기술 검토는 추후 관리주체와 협의 하여 과업을 실시할 예정임.