
국도37호선 세종대교외 4개소 정밀점검 과업수행계획서

2010. 11

**수원국도관리사무소
〔주〕천마기술단**

- 목 차 -

1. 개 요

1.1 과업의 목적	1
1.2 과업의 개요	1
1.3 과업의 범위	3
1.4 과업수행 흐름도	5

2. 세부과업 수행계획

2.1 세부과업 내용	6
2.2 과업수행 일정표	13

3. 현장조사 및 시험

3.1 현장조사 및 시험	14
---------------------	----

4. 과업수행 일반사항

4.1 과업참여기술진	20
4.2 보유장비	20

5. 사전검토 보고서

5.1 과업명	23
5.2 배경 및 목적	23
5.3 과업의 범위	23
5.4 사전검토 내용	23
5.5 결 론	26

1. 개 요

1.1 과업의 목적

본 영역은 ‘시설물의 안전관리에 관한 특별법’대상 시설물에 대한 정밀점검을 전문진단기관에 의뢰하여 시설물의 기능 및 사용재료의 성능저하 등을 신속 정확히 조사, 측정, 평가함으로써 이에 대한 적절한 조치를 취하여 사고를 예방하고 시설물의 과학적이고 체계적인 유지관리 하고자 함.

1.2 과업의 개요

▣ 과 업 명 : 국도37호선 세종대교외 4개소 정밀점검

▣ 과업기간 : 2010년 11월 22일 ~ 2011년 1월 10일(50일간)

▣ 대상시설물

순번	노선	교 량 명	위 치	종 별	교 량 제 원					비고
					연장	연면적	차선수	구조형식	준공년도	
1	37	세종대교	여주 여주 하	1종	1875	-	4	STB	2007	
2	42	교리IC교	여주 여주 홍문	1종	135	-	4	STB	2007	
3	37	영릉2교	여주 능서 왕대	1종	58.2	-	6	STB	2007	
4	38	숙성교	평택 오성 숙성	기타	36.0	-	4	라멘	1997	
5	45	만세터널 관리동	안성 원곡 칠곡	기타	-	692.35	-	철근콘크리트	2005	



세종대교



세종대교



교리IC교



영릉2교



숙성교



만세터널 관리동

1.3 과업의 범위

1.3.1 자료수집 및 분석

- 1) 준공도면, 구조계산서, 특별시방서, 수리·수문계산서
- 2) 시공·보수·보강도면, 제작 및 작업도면, 재료증명서, 품질시험기록, 재하시험자료, 계측자료
- 3) 보수·보강이력
- 4) 시설물관리대장
- 5) 기존 안전점검·정밀안전진단 실시결과

1.3.2 현장조사 및 시험

- 1) 주요부재의 외관조사(육안검사)
 - (1) 콘크리트 균열, 누수, 박리, 박락, 층분리, 백태, 철근노출
 - (2) 강재균열 및 도장, 부식상태
- 2) 간단한 비파괴 현장시험
 - (1) 반발경도시험
 - (2) 탄산화시험
- 3) 결함이 신규로 발생 또는 진전된 부재에 대한 외관조사망도 작성

1.3.3 상태평가

- 1) 외관조사 결과분석
- 2) 비파괴 현장시험 결과분석
- 3) 문제부위 부재에 대한 상태평가 및 시설물 전체의 상태평가등급에 관한 책임기술자 소견

1.3.4 종합평가 및 안전등급 지정

- 1) 정밀점검을 실시하는 사람은 상태평가 및 안전성평가(필요시) 등을 종합적으로 평가하여 당해 시설물의 안전등급을 지정하여야 한다.
- 2) 정밀점검 시 안전성 평가를 수행하지 않고 상태평가 만을 수행한 경우는 상태평가 결과

를 해당시설물의 종합평가 결과로 한다.

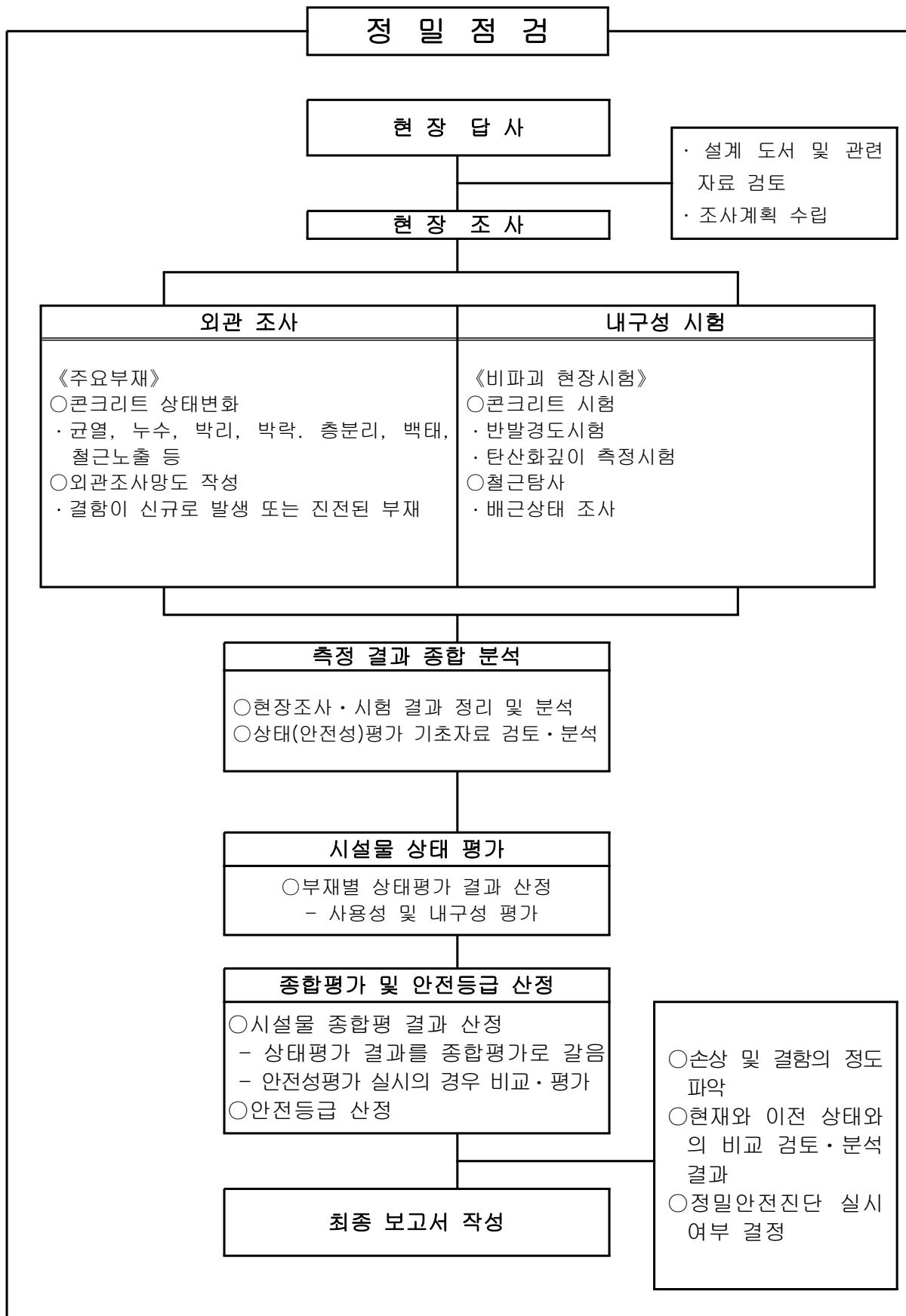
1.3.5 효율적인 유지관리방안 제시

- 1) 시설물의 기능을 유지할 수 있도록 시설물별 특성에 맞는 효율적인 방안 제시

1.3.6 종합결론 및 건의

- 1) 정밀점검 결과의 종합평가
- 2) 유지관리시 특별관리가 필요 되는 사항
- 3) 기타 필요한 사항

1.4 과업수행 흐름도



2. 세부과업 수행계획

2.1 세부과업 내용

1) 안전점검 자료수집 및 분석·평가

- (1) 시설물 관리부서의 안전점검 자료를 수집·분석
- (2) 교량의 이력사항과 변형상태조사 분석·평가
- (3) 기존의 안전점검 자료를 활용하되 기존자료 미흡부분에 대하여 정밀현장조사 시행
- (4) 기타 안전점검에 필요한 설계도서, 시방서 등 관련자료 수집·분석
- (5) 시설물의 유지관리를 철저히 하기 위한 교량관리 대장 작성에 필요한 자료 수집

2) 제원 및 외관조사

- (1) 부재별 제원 및 현황 조사
- (2) 육안조사를 통한 성능저하 현상파악
- (3) 균열, 파손, 탈락 및 국부손상이 발생한 부분에 대해 시공당시 도출된 문제점 등을 면밀히 조사분석
- (4) 변형, 열화상태 및 물성(강도, 탄성률) 상태를 기존 점검 및 진단보고서와 비교하여 변화상태를 기록
- (5) 부재별 점검항목

점검부위		손상유형	점검사항	비고
교 면 포 장	아스 팔트	균열	초기 미세균열	
			선상균열	
			격자상 균열	
		요철, 단차	바퀴자국, 소성변형, 단차발생 팻칭 및 보수부위 소성변형	
		함몰	포장면 패임 및 함몰	
		물고임(체수)	횡단 및 종단구배 불량	
배수구 설치간격 부적절 및 유출구 크기 작음				
배수시설	파손, 배수관 길이	연결 고정부 탈락으로 흔들림		
		배수관 파손, 부식		
		길이부족으로 거더에 물 떨어짐		
	누수, 물고임(체수)	배수관 내부 막힘		
	오염	배수구 및 배수관 오물퇴적		
	위치불량	배수관이 도로상이나 구조물 위에 위치		

점검부위		손상유형	점검사항	비고
방호울타리 및 연석	강재	부식	강재 도막탈락 및 녹 발생	
			고정볼트 이완 및 지주부 하단 부식	
		변형, 파손	난간 충돌, 파손	
	콘크리트	균열	부모멘부 균열, 종방향 콘크리트 침하균열	
		박리, 철근노출, 파손	콘크리트 난간 박리 및 철근노출	
			난간 충돌, 파손	
바닥판	철근콘크리트	균열	거더사이, 헌치부 종방향 (횡)균열 슬래브교 받침부 측면 경사(전단)균열	
		박리, 철근노출, 파손	피복두께 부족, 철근노출	
		백태, 오염	누수, 백태, 철근노출 백태, 유리석회	
		강판, 시트등 부착상태 불량	구조물과 분리, 처짐, 누수	
신축이음	고무형본체	누수, 오염	배수시설누락, 하부구조물 부식 유간의 오물 퇴적	
		유간	신축유간 폐쇄 및 유간과다	
		노화, 탈락	충격음, 본체 흔들림, 고정앵카 파손	
	강재형본체	누수, 오염	배수시설누락, 하부구조물 부식 유간의 오물 퇴적	
		유간, 이상진동	충격음, 본체 흔들림, 고정앵카 파손 신축유간 폐쇄 및 유간과다	
		부식, 변형	고무판 마모, 강재노출 및 부식	
		균열, 파손	슬래브 하부 보강부 콘크리트 파손	
	후타재	균열, 파손	후타재 패임 및 요철	
		전·후의 단차	교면포장 혹은 신축이음부와의 단차	

점검부위		손상유형	점검사항	비고
교량 받침	강재	받침장치 부식, 변형	강재받침 및 가동면 부식	
		받침장치 균열, 파손	균열발생으로 파손진행	
		받침부 균열, 파손	콘크리트 파손 및 침하흔적 교각 두부 연단부 및 하부균열	
	고무재	받침장치 노화, 균열	고무재 균열, 부풀음	
		받침장치 탈락, 파손	고무재 찢그러짐, 압출	
		받침부 균열, 파손	콘크리트 파손 및 침하흔적 교각 두부 연단부 및 하부균열	
	기타	신축유간부족	신축방향으로 이동제한장치와 접촉	
		수직보강재와 받침편기	플랜지 및 복부판 국부 변형	
		받침과 거더의 분리	받침과 거더 밀착되지 않음 (국선교, 사교)	
		받침수평 설치불량	받침을 경사지게 설치, 소울 플레이트, 경사 미고려	
		받침과 부속물의 접촉장애	받침과 부속품 접촉으로 가동장애	
		받침가동방향 오물퇴적	콘크리트 덩어리 등 오물퇴적	
		가동방향과 다르게 설치	고정, 가동 받침의 설치방향 착오	
		앵커볼트 파손	앵커볼트 파손, 절단	
		물고임	받침대 높이가 낮은 부위 물고임	
철근콘크리트 거더	중앙부	균열	하면 및 난간부 횡방향 균열	
		박리, 파손, 철근노출, 파단	피복두께 부족, 철근노출, 부식	
	받침부	균열	받침부 측면 경사균열 하면 및 난간부 횡방향 균열	
		박리, 파손, 철근노출, 파단	피복두께 부족, 철근노출, 부식	
	기타	충돌손상	파손, 철근노출	
		강판, 시트등 부착상태불량	구조물과 분리, 처짐, 누수	
		균열 주입보수부 누수, 백태	백태, 유리석회	
		받침부 부스러짐	받침부 균열, 파손	

점검부위		손상유형	점검사항	비고
프리스트 레스트 거더	중앙부	균열	하면 및 난간부 횡방향 균열	
		박리, 파손	피복두께 부족, 철근노출, 부식	
		철근, PC강재, 쉬스관 노출, 부식, 파단	내부공동, 피복두께 부족	
	받침부	균열	받침부 측면 경사균열 하면 및 난간부 횡방향 균열	
		박리, 파손	정착부 주변 수평균열 및 파손	
		철근, PC강재, 쉬스관 노출, 부식, 파단	내부공동, 피복두께 부족	
	기타	외부강선 보강부 불량	강선 정착부 및 새들부 이완, 텐던 선형 불량	
교대		균열, 박리, 백태, 파손	홍벽하부 시공이음부 횡방향 균열 구체부 수직균열 및 침식 두부 중앙부 하면 횡균열 연단부 균열 및 받침하부 전단균열	
			두부 물고임	
		교대회전	구체와 날개벽 분리 및 날개벽 이동 홍벽 후면으로 기울음. 신축이음부 유간 벌어져 충격음 발생	
교각		균열	두부 중앙부 하면 횡균열	
		박리, 철근노출, 파단, 파손	구체부 수직균열 및 침식	
		배수구 막힘	구체부 배수구 막힘, 두부 물고임	
		거더와 맞닿음	홍벽과 거더 접촉으로 유간없음	
기초		세 굴	기초침식 및 철근노출 기초 세굴 및 이동	
		침하	세굴 및 침하	
		말뚝손상	홍수시 급류로 인한 말뚝손상	

3) 비파괴 시험

- (1) 부재의 단면치수, 철근의 피복두께, 철근의 배치간격
- (2) 구성재료의 강도 및 균열조사
 - 비파괴 강도평가(반발경도법)에 의한 콘크리트 강도추정
 - 초음파속도법($T_o - T_c$)을 이용한 균열깊이 조사

4) 시설물의 상태평가

- (1) 기본시설물 또는 주요부재에 대하여 점검하고, 외관조사망도를 작성하여 상세히 상태평가를 실시한다.
- (2) 외관조사망도를 작성하지 않은 부위는 이전의 안전점검 및 정밀안전진단 보고서에 수록된 상태평가 결과를 참조하여 책임기술자가 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 결정한다.

5) 종합평가 및 안전등급

- (1) 시설물에 대한 종합평가는 상태평가만 실시하는 경우에는 상태평가 결과를 종합평가 결과로 가름하여 상태평가 결과가 종합평가 결과로 결정된다.
- (2) 정밀점검을 실시하는 사람은 상태평가 및 안전성평가(필요시) 등을 종합적으로 평가하여 당해 시설물의 안전등급을 지정하여야 한다.

【안전등급】

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

5) 시설물의 효율적인 유지관리방안 제시

- (1) 시설물의 기능을 유지할 수 있도록 교량의 구조형식별 특성에 맞는 안전점검(CHECK LIST)작성 등 효율적인 유지관리 방안을 제시하여야 한다.
- (2) 본 과업 수행중 파악한 유지관리상 문제점은 적절한 보완대책을 작성하여 유지관리 개선사항으로 제시하도록 한다.
- (3) 구조 부위별 붕괴유발 부재나 부위를 명시하고 적절한 유지관리방안을 제시하여야 한다.
- (4) 향후 반기별 정기점검시 점검항목의 우선순위를 제안하여야 한다.

6) 대상교량의 정밀점검 결과 요약

- (1) 외관조사 및 현장시험, 상태평가, 안정성평가, 종합평가 결과를 종합하여 보고서 작성
- (2) 외관조사망도, 측정 성과표 및 기타 참고자료는 부록으로 첨부한다.

2.1.2 점검보고서

- 1) 안전점검보고서는 「지침」 규정의 의거 작성함을 원칙으로 하며 보고서의 결론에는 현장 조사의 주요사항과 상태평가, 안전성평가(필요시) 및 종합평가에 대한 요약 및 평가등급이 기재되어야 하고 중대한 결함이 있는 경우에는 필요한 후속 조치사항이 강구되어야 함은 물론 정밀안전진단의 실시여부를 결정하여야 한다.
- 2) 정밀점검 보고서는 「지침」에 제시된 다음과 같은 내용이 포함되도록 하고 표준점검서식은 필요에 따라 부록으로 수록한다.

(1) 서 두

보고서의 표지 다음에 정밀점검의 개략을 쉽게 알 수 있도록 다음의 서류를 붙인다.

- 제출문(안전진단 전문기관의 장)
- 참여기술자 명단
- 시설물의 위치도
- 시설물의 전경사진
- 정밀점검 실시결과 요약문
- 보고서 목차

(2) 정밀점검의 개요

정밀점검의 범위와 과업내용 등 정밀점검 계획 및 실시와 관련되 주요사항을 기술한다.

- 점검의 목적

- 시설물의 개요 및 이력사항
- 점검의 범위 및 과업내용
- 사용장비 및 기기
- 점검수행일정

(3) 시설물의 상태평가

과업내용에 의거 실시한 육안검사, 조사·시험 및 측정의 결과에 의거하여 분석과 시설물의 상태평가 결과를 작성한다.

- 외관조사 결과분석
- 현장시험결과의 분석
- 주요 결함(붕괴)의 발생원인 분석
- 콘크리트 또는 강재의 내구성 평가
- 대상 부재별 상태 평가 및 시설물 전체의 상태평가 결과 결정

(4) 시설물의 안전성 평가 필요한 경우 추가로 실시

(5) 시설물의 종합평가 및 안전등급

- 과업내용(기본과업 및 대가기준 제9조의 선택과업)에 의거 상태평가 및 안전성 평가를 시행한 경우는 두 가지 결과를 비교하여 최저등급을 시설물에 대한 종합평가 등급으로 작성하며 안전성 평가를 실시하지 않고 상태평가만을 실시한 경우에는 상태평가 결과를 종합평가로 갈음한다.
- 안전등급 지정

(6) 종합결론 및 건의

보고서의 결과표에는 외관조사 및 상태평가 등을 종합적으로 검토·분석한 결과를 기재하여야 하며 점검대상 시설물 전체에 대한 종합평가등급을 기재하여야 한다. 또 점검결과 「영」 제 12조의 중대한 결함이 있는 경우에는 필요한 후속 조치 사항을 기재하여야 한다.

- 정밀점검 결과의 종합결론
- 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성 여부
- 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항
- 기타 필요한 사항

2.2 과업 수행 일정표

공 종	2010년								2011년		비 고
	11월		12월						1월		
	25	30	5	10	15	20	25	30	5	10	
1. 현장 답사 ·착수 및 예비답사 ·점검 및 보수이력 자료수집 및 검토 ·현장조사 계획수립											- 11/22 착수
2. 현장 조사 ·외관조사 ·비파괴조사											
3. 외관조사망도 작성 ·외관조사망도 작성											
5. 측정결과 종합분석 ·상태평가 ·종합평가 ·보수보강대책 수립											
6. 보고서 작성 ·보고서 보완 ·최종보고서작성 ·준공											- 1/10 준공

3. 현장조사 및 시험

3.1 현장조사 및 시험

3.1.1 내구성시험

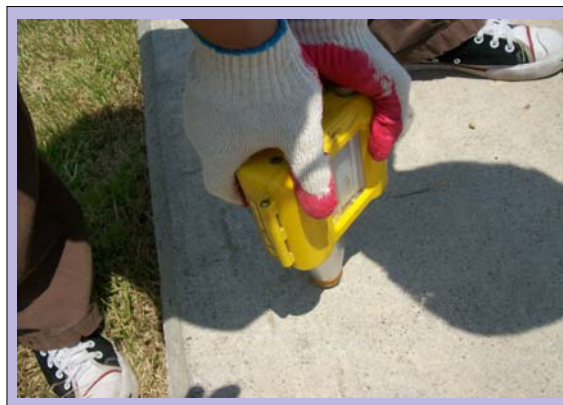
내구성 조사는 구조물에 열화손상이 이미 현저하게 진행되었을 경우 열화의 정도 및 그 원인 관계를 조사하고 보수·보강 여부의 판정을 하며, 아직 열화손상이 없거나 경미한 구조물은 비파괴 조사에 의해서 향후 열화 경향을 예측하고 예방보전을 검토하기 위한 자료를 수집하는 것을 목적으로 하며, 현장 재하시험은 교량 또는 선정된 부재의 육안점검에 의한 구조물의 열화손상상태의 정성적 평가를 바탕으로 가장 열화손상이 심한 지간에 대하여 각종 센서와 계측기기 및 재하차량을 이용하여 정량적 평가를 수행함으로써 보다 객관적인 판단을 위한 근거자료를 수집하여, 구조물의 실제거동과 안전성을 평가하는 효과적인 수단이다.

1) 콘크리트 강도시험

가. 반발경도법

(1) 시험개요

본 시험법은 콘크리트의 표면강도를 측정하는 시험으로 보편적으로 가장 손쉽게 시험할 수 있는 장점을 가지고 있다. 그러나 표면의 상태에 따라 오차를 가져올 수 있으며 콘크리트 재령이나 타격각도, 화학작용 즉 수화반응, 탄산화반응 등에 의하여 ±요인이 생겨나므로 반드시 이러한 요인에 대한 정확한 보정을 하여야 한다.



【반발경도법에 의한 강도 측정】

(2) 시험장비

Schmidt test hammer

(3) 시험방법

대상시설물의 콘크리트 표면에 요철이 없도록 연마석을 이용하여 콘크리트 표면을 평탄하게 갈아내고 측정면에 있는 요철이나 부착물, 분말 등을 제거하여 표면을 처리한 후 1개소당 20점의 타격점을 타격하여 콘크리트 표면의 반발경도를 측정하였다.

(4) 측정치의 판독 및 측정치의 처리

측정치는 원칙적으로 정수값을 읽도록 하였다. 측정치의 처리는 타격시 반향음이 이상하거나 타격점이 움푹 들어가는 경우의 값과 평균타격치의 $\pm 20\%$ 를 상회하는 경우를 제외시킨 나머지 측정치의 평균을 그 측정개소의 반발치로 하였다.

(5) 콘크리트 압축강도의 추정

슈미트 햄머에 의한 콘크리트 압축강도는 일본재료학회 강도 추정식에 의하여 추정하였다. 기준경도 R_0 값은 슈미트 햄머에서 읽은 반발경도 R 값에 타격방향에 대한 보정치 ΔR 을 더하여 준 값이다. 이때 보정치 ΔR 은 수평타격시는 $\Delta R=0$ 이며, 경사타격시는 【표 1】과 같이 일본재료학회에서 규정한 보정치를 사용하여 그 비례값으로 구하였다.

또한 재령에 의한 보정치는 【표 2】에 나타내었다.

$$\text{☞ } F = (13R_0 - 184) \times \Delta R \text{ (kg/cm}^2\text{)} \quad \text{-----} \quad \text{【식】}$$

(일본 재료학회 강도 추정식)

【표 1】 타격방향에 따른 보정계수

각 도 R0	+90	+45	-45	-90
10	-	-	+2.4	+3.2
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

【표 2】 재령보정계수 α 의 값

재령	4일	5일	6일	7일	8일	9일	10일	11일	12일	13일
α	1.90	1.84	1.75	1.72	1.67	1.61	1.55	1.49	1.45	1.40
재령	14일	15일	16일	17일	18일	19일	20일	21일	22일	23일
α	1.36	1.32	1.28	1.25	1.22	1.18	1.15	1.12	1.10	1.08
재령	24일	25일	26일	27일	28일	29일	30일	32일	34일	36일
α	1.06	1.04	1.02	1.01	1.00	0.99	0.99	0.98	0.96	0.95
재령	38일	40일	42일	44일	46일	48일	50일	52일	54일	56일
α	0.94	0.93	0.92	0.91	0.90	0.89	0.87	0.87	0.87	0.86
재령	58일	60일	62일	64일	66일	68일	70일	72일	74일	76일
α	0.86	0.86	0.85	0.85	0.85	0.84	0.84	0.84	0.83	0.83
재령	78일	80일	82일	84일	86일	88일	90일	100일	125일	150일
α	0.82	0.82	0.82	0.81	0.81	0.80	0.80	0.78	0.76	0.74
재령	175일	200일	250일	300일	400일	500일	750일	1000일	2000일	3000일
α	0.73	0.72	0.71	0.70	0.68	0.67	0.66	0.65	0.64	0.63

2) 탄산화시험

가. 개 요

탄산화란 콘크리트의 탄산화(Carbonation) 과정에서 나타나는 현상으로 탄산화에 의해서 문제가 발생하는 것은 콘크리트 자체에서 생기는 것이 아니고, 콘크리트 중의 철근에 녹이 발생함으로써 문제를 일으키는 것이다.



(pH 12~13) (대기중에 존재) (pH 8.5~10)

탄산화가 일어나는 메카니즘을 보면 (식 3.6) 에서 시멘트의 수화 반응에서 생성되는 수산화칼슘 $[Ca(OH)_2]$ 은 pH 12~13정도의 강알칼리성을 나타내지만 대기중에 포함되어 있는 약산성의 탄산가스(약 0.03%)와 접촉하면 탄산칼슘과 물로 변화하고 탄산칼슘으로 변화한 부분의 pH가 8.5~10정도로 낮아지게 된다. 따라서, 콘크리트의 탄산화는 일반 환경하에서도 확실하게 진행되기 때문에 매입된 철근의 부식에 따른 문제가 가장 기본적이며 중요하다.



【탄산화 시험】

콘크리트 내부의 pH가 11이상에서 철근은 표면에 $1 \times 10^{-6} \text{mm}$ 두께의 수산화물($\gamma - \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) 부동태막을 형성하므로 산소 침입을 막아 철근의 부식을 방지하지만 탄산화에 의하여 pH가 11보다 낮아지면 부동태막이 파괴되면서 철근에 녹이 발생하게 된다. 이러한 녹은 원래 부피의 약 2.5배에서 최대 7배까지 팽창하며 녹의 팽창압력에 의해 콘크리트 내부에는 균열이 발생하게 되며 철근의 부착강도 저하, 피복 콘크리트의 탈락, 철근 단면적의 감소 등 구조물의 내구성 저하를 초래하게 된다. 이러한 원인으로 녹의 진행과 함께 콘크리트 표면에 균열, 박리, 박락 등을 초래하기 때문에 콘크리트 구조물의 내구성 면에서 탄산화를 파악하는 것이 중요하다.

나. 탄산화 깊이의 측정

콘크리트 구조물에서의 탄산화 시험은 구조체에서 채취한 코어 또는 구조체 안전 (내하력 등)에 영향을 미치지 않는 부위를 선정 일부분을 파손하여 노출된 대상 측정면에 가능한 한 빨리 분무하여 탄산화 깊이를 측정하며, pH 8.2~10.0이상의 알칼리측에서 홍 색으로 발색하며 중성측에서는 무색으로 나타나게 되는데, 탄산화 진행 깊이의 측정은 콘 크리트 표면에서 발색점까지의 깊이를 깊이계, 버어니어 캘리퍼스 등으로 측정한다.

다. 평가 방법

탄산화가 진행하는 속도는 시멘트의 종류, 콘크리트의 품질, 환경조건에 따라 다르지 만 현재 일반적으로 사용되는 탄산화 속도식은 다음에 제시되는 안곡식을 이용한다.

$$y = \frac{0.3(1.15 + 3X)}{R^2(X - 0.25)^2} C^2 \dots (X \geq 0.6) \text{일 경우} \text{-----} \text{【식】}$$

$$y = \frac{7.2}{R^2(4.6X - 1.76)^2} C^2 \dots (X \leq 0.6) \text{일 경우} \text{-----} \text{【식】}$$

여기서, y = 탄산화깊이 C까지 도달하는데 소요되는 년수

X = 물 시멘트비 (강도상의 물 시멘트비)

C = 탄산화 깊이 (cm)

R = 탄산화 비율

(골재, 화학 혼화제, 시멘트의 종류 등에 의해 정해지는 정수)

【콘크리트의 종류별 탄산화 비율 (R)】

골재의 종류 혼화제 종류 시멘트의 종류	강모래·강자갈			강모래·화산자갈			화산자갈		
	Plain	AE제	AE 감수제	Plain	AE제	AE 감수제	Plain	AE제	AE 감수제
보통포틀랜드 시멘트	1.0	0.6	0.4	1.2	0.8	0.5	2.9	1.8	1.1
조강포틀랜드 시멘트	0.6	0.4	0.2	0.7	0.4	0.3	1.8	1.0	0.7
고로 슬래그 시멘트 (slag 30~40%)	1.4	0.8	0.6	1.7	1.0	0.7	4.1	2.4	1.6
고로 슬래그 시멘트 (slag 60% 전후)	2.2	1.3	0.9	2.6	1.6	1.1	6.4	3.8	2.6
silica 시멘트	1.7	1.0	0.7	2.0	1.2	0.8	4.9	3.0	2.0
fly-ash 시멘트 (fly-ash 20%)	1.9	1.1	0.8	2.3	1.4	0.9	5.5	3.3	2.2

※ 경량 콘크리트(1종·2종)의 R은 강모래·강자갈 콘크리트와 강모래·화산자갈 콘크리트의 중간정도임

【탄산화 깊이에 의한 측정값의 구분】

측정값의 구분	구분의 기준 (탄산화 깊이)	비 고
A1	측정값 < 0.5 D	D : 철근피복 두께의 최소값
A2	0.5 D ≤ 측정값 < D	
A3	D ≤ 측정값	

【탄산화 속도에 의한 구분】

탄산화속도의 구분	구분의 기준 (탄산화 깊이)	비 고
B1	측정값 < 0.5×계산값	계산값 : 공식이용
B2	0.5×계산값 ≤ 측정값 < 1.5×계산값	
B3	1.5×계산값 ≤ 측정값	

【탄산화에 의한 기능저하의 구분】

기능저하의 구분	구분의 기준 (탄산화 깊이)	비 고
I	A1 + B1, A1 + B2, A2 + B1	경미 : 예방 조치
II	A1 + B3, A2 + B2	보통 : 부위의 부분적 보수
III	A2 + B3, A3 + B1, A3 + B2, A3 + B3	과대 : 전면적 보수

라. 판 정

탄산화에 의한 콘크리트 성능저하 등급은 아래표에 의하고 이표에서 등급 A, B, C, D, E에서 D이하인 경우는 보수가 필요하다. 등급 E의 경우는 철근의 부식도를 검토하여야 하며, 필요한 경우에는 보수·보강을 하여야 한다.

【탄산화에 의한 성능저하 등급】

등급	탄산화 잔여 깊이	철근부식의 가능성
a	· 30mm	탄산화에 의한 부식발생 우려 없음
b	· 10mm이상~30mm미만	향후 탄산화에 의한 부식발생 가능성 있음
c	· 0mm이상~10mm미만	탄산화 의한 부식발생 가능성 높음
d	· 0mm미만	철근부식 발생
e	-	-

4. 과업수행 일반사항

4.1 과업참여기술진

참여구분		성 명	학위 및 자격	비 고
책임기술자		송근혁	토목기사 (93201010383A)	
도로분야	분야책임기술자	차운호	토목기사 (90207010242)	
	참여기술자	민경성	토목공학학사	
	참여기술자	전훈	토목공학학사	

4.2 보유장비

4.2.1 안전진단 부문

품 명	기 종	수 량	비 고
초음파 측정기	Pundit	1	
철근 탐지기	RC-RADAR	1	

품 명	기 종	수 량	비 고
반발경도측정기	Proceq, NR-Type	1	
균열폭 측정 현미경	PEAK 2028	1	
염분측정장비	AG - 100	1	
탄산화측정장비	CONKIT	1	
측량기	CONSTRUCTOR 100 A/P	1	
철근부식도 측정기	HPM-II	1	

품 명	기 종	수 량	비 고
도막두께측정기	HI - 8601	1	
락볼트 측정기	30 ton	1	
침투탐상(PT)	DYE CHECK	1	
자분탐상(MT)	MP-A-3	1	
강재 초음파 시험기	LA-1	1	
정적,동적응력장치	STC - 16NB	1	
내공 변위계	EM-20A	1	

5. 사전검토 보고서

5.1 과업명

국도37호선 세종대교외 4개소 정밀점검

5.2 배경 및 목적

시설물의 안전점검 및 정밀안전진단지침(국토해양부고시 제2008-838호, 2008.12.31)의 3.1.4항 및 3.9.2항에 따라 과업 대상 시설물의 과업지시서 또는 용역설계서 내용이 법령 및 지침, 세부지침 등에 부합되는지 여부를 검토하고 그 결과를 관리주체에 보고하고 과업수행 계획서에 수록하고자 함.

5.3 과업의 범위

▣ 과업명 : 국도37호선 세종대교외 4개소 정밀점검

▣ 과업기간 : 2010년 11월 22일 ~ 2011년 1월 10일(50일간)

5.4. 사전검토 내용

5.4.1 정밀점검 대상시설물 범위

구분	시설물명		점검 및 진단실시범위			금회 실시범위 (정밀점검)	비고
			정기 점검	정밀 점검	정밀 안전진단		
주요 부재	· 상부구조	바다판, 거더	-	-	-	○	
	· 하부구조	교대 및 교각, 기초	-	-	-	○	
	· 받침	교량받침	-	-	-	○	
보조 부재	· 2차부재	가로보 및 세로보			-	○	

5.4.2 정밀점검 유지관리자료 보유 현황 검토

보존대상 목록		관리주체 보유현황	비고
설계도서	· 공통 - 준공내역서 - 공사시방서 - 각종계산서 - 토질조사 보고서 - 기타 특이사항 보고서	보유	
	· 설계도면 - 교량 및 복개구조물 - 위치도, 평면도, 단면도(종·횡), 상부·하부 구조물도, 빔상세도, 신축이음, 교량받침 상세도	보유	
시설물 관리대장	· 기본현황 · 상세제원 · 유지관리이력	보유	
시공관련 자료	· 시공관련 자료 · 품질관리 관련자료 - 재료증명서 - 품질시험기록 - 관리 및 선정시험 기록 등 각종시험 기록 - 시설물의 주요 구조 부위에 대한 계측 관련자료 · 사고기록	보유	
안전점검 및 정밀안전진단 자료		보유	
보수보강자료		보유	

5.4.3 정밀점검 과업의 범위

과업항목	지침상 기본과업	금회과업내용	
자료수집 및 분석	· 설계도서 · 시설물 관리대장 · 시공관련자료 · 안전점검·정밀안전진단 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	· 반발경도시험 · 탄산화 시험 · 철근탐사	
상태평가	· 외관조사 결과분석 · 재료시험 결과분석 · 대상시설물(부재)에 대한 상태평가 · 시설물 전체의 상태평가 결과에 대한 책임 기술자의 소견(안전등급 지정)	· 좌동	
안전성평가	-	-	
보수·보강방법	-	-	
보고서작성	· CAD 도면 작성 등 보고서 작성	· 좌동	
과업항목	지침상 선택과업	금회 과업 내용	비용 반영
자료수집 및 분석	· 구조·수리계산(계산서가 없는 경우) · 실측도면 작성(도면이 없는 경우)	-	
현장조사 및 시험	· 전체부재에 대한 외관조사망도 작성 · 시설물조사에 필요한 임시접근로, 가설물의 안전시설 설치 및 해체 등 · 조사용 접근장비 운용 · 조사부위 표면청소 · 마감재의 해체 및 복구 · 수종조사 · 기타 관리주체의 추가 요구 및 안전성 평가 등에 필요한 조사·시험	· 전체부재에 대한 외관조사망도 작성 · 반발경도시험 · 탄산화 시험 · 철근탐사	
상태평가	-	-	
안전성 평가	· 필요한 부위의 구조·수리해석 등 안전성 평가 · 임시 고정하중에 대한 안전성 평가	-	
보수·보강방법	· 보수·보강방법 제시	-	

5.4.4 정밀점검 기본과업 재료시험 수량

1) 기준수량

구분	교 량		비고
	상부구조	하부구조	
반발경도시험	·50m 마다	·연장 50m 마다	
탄산화 깊이측정	·5경간 이내 : 2~3개소(교량 상부구조에서 최소 1개소이상 실시) ·5경간 이상 : 3~6개소(교량 상부구조에서 최소 2개소 이상실시)		

2) 산출수량

구분		산출수량		비고
		반발경도시험	탄산화깊이측정	
세종대교	상부구조	40	10	
	하부구조	40	10	
교리IC교	상부구조	3	3	
	하부구조	3	3	
영릉2교	상부구조	2	2	
	하부구조	2	2	
숙성교	상부구조	1	2	
	하부구조	1	2	
만세터널 관리동		2	2	

5.5 결론

과업지시서와 용역설계서 검토결과 정밀점검의 범위, 유지관리 자료, 과업범위, 기본과업의 재료시험수량은 모두 지침, 세부지침과 부합됨.