

공통편

제1장

서 언

1.1 과업의 목적

1.2 과업의 개요

1.3 과업의 범위 및 내용

1.4 과업 수행 흐름도

1.5 과업 수행 일정표

1.6 측정 장비

제 1 장 서 언

1.1 과업의 목적

본 용역은 ‘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 유지관리하고자 함.

1.2 과업의 개요

▣ 과 업 명 : 국도37호선 세종대교외 4개소 정밀점검

▣ 과업기간 : 2010년 11월 22일 ~ 2010년 12월 29일(37일간)

▣ 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	45	만세터널 관리동	안성 원곡 철곡	기타	-	692.35	-	철 근 콘크리트	2005	

1.3 과업의 범위 및 내용

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) 철근배근 조사
 - (3) 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 결과를 해당시설물의 종합평가 결과로 한다.

1.3.5 효율적인 유지관리방안 제시

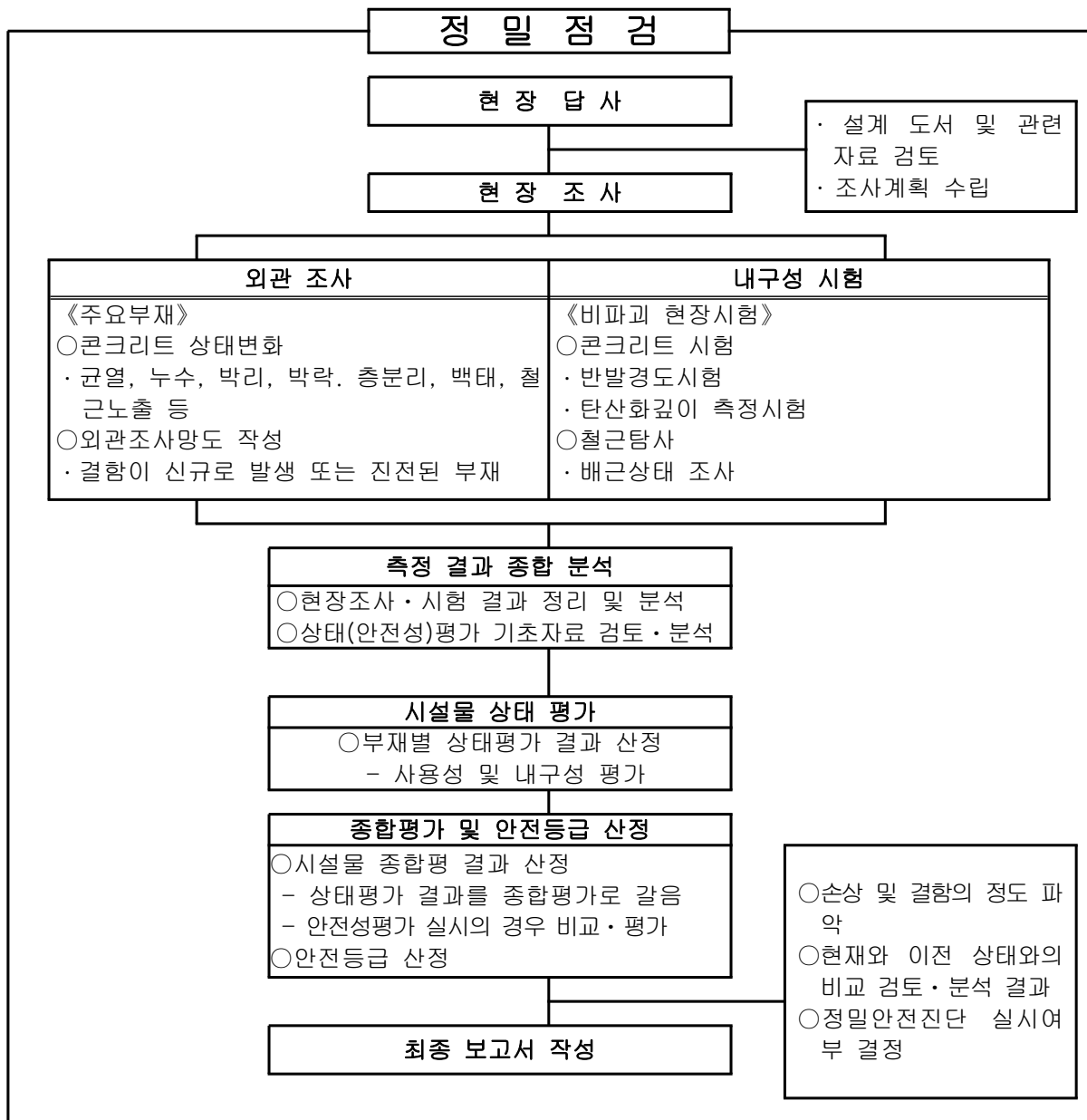
- 1) 시설물의 기능을 유지할 수 있도록 시설물별 특성에 맞는 효율적인 방안 제시

1.3.6 종합결론 및 건의

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

1.4 과업 수행 흐름도

본 정밀점검은 다음과 같은 흐름에 의해서 실시되었다.



1.5 과업 수행 일정표

▣ 과업기간 : 2010년 11월 22일 ~ 2010년 12월 29일(37일간)

<표 1.2> 과업수행 일정표

구분 \ 일정		37일간								비고
		11월		12월						
		22~27	30	1~5	6~10	11~15	16~20	21~25	26~29	
기본 계획 수립	· 현장답사 및 계획수립 · 현장 야장 작성 · DATA SHEET 작성	■								
관련자료 수집·검토	· 설계자료 수집·검토 · 보수이력조사 · 기타 자료수집 및 검토	■								
외관조사	· 외관 상태조사 · 시공 및 구조적 취약부 조사 · 철근노출 조사 · 기타 상세조사		■	■	■	■	■	■		
비파괴시 험 및 품질조사	· 강도시험 · 탄산화 시험 · 철근탐사					■	■			
현장조사 자료평가	· 현장 조사자료 정리 · 비파괴 조사자료 분석 · 추가조사 자료 정리 및 분석 · 기타 자료 분석						■			
상태평가 및 종합평가							■	■		
보수보강 및 유지관리방안제시 보고서 작성									■	
성과품 제출										■

1.6 측정장비

본 과업을 수행하기 위하여 사용한 주요 측정 장비는 <표 1.3>과 같다.

<표 1.3> 측정 장비

품 명	기 종	수 량	비 고
철근 탐지기	RC-RADAR	1	
반발경도측정기	ALPHA-750Rx	1	
균열폭 측정 현미경	PEAK 2028	1	
탄산화측정장비	CONKIT	1	
광파 측량기	SET4B	1	

제2장

외관조사

2.1 개 요

2.2 조사 방법

2.3 손상 개요

2.4 주요 부재별 점검표

제 2 장 외관조사

2.1 개 요

과업 수행 시 외관조사는 현장조사 단계에서 가장 먼저 시행하는 사항으로서 구조물에 접근하여 외관의 상태를 육안으로 조사하고 그 결과를 『국토해양부, 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2009. 3)』에 따라 주요 구조부재별 열화손상 및 변상의 정도를 평가하여 구조물의 보수방법 선정 및 구조물의 유지관리 대책을 수립하기 위한 기본 자료로 활용된다.

2.2 조사방법

- 1) 본 과업은 시설물별로 예비조사(현장조사 및 자료수집, 분석)를 통하여 얻은 결과를 종합 정리하여 외관조사의 분석 및 평가에 기초자료로 삼았다.
- 2) 예비조사는 각 시설물의 전체적인 구조체의 변형여부와 외형상 나타나는 구조물의 노후화 현상의 여부 및 정도를 육안검사와 실측을 통하여 전개도면에 표시하고, 분석 평가하였다.
- 3) 외관조사는 주요 손상조사 위주로 실시하였고 필요한 경우에는 버니어캘리퍼스, 줄자, 디지털 카메라 등을 이용하여 손상의 위치, 유형, 크기 등을 측정하여 기록하였다.
- 4) 대상부재는 상부구조(슬래브, 주형 및 가로보, 교면포장)와 하부구조(교대, 교각)로 구분하여 조사를 실시하였으며, 점검자는 사전에 주요점검부위 및 접근방법 등을 충분히 숙지한 후 현장점검이 가능하도록 실시하였다.
- 5) 점검대상물의 점검부위는 육안관찰을 기본으로 하였으며, 사다리 등을 이용하여 슬래브하면에 접근하여 균열자, 균열경, 줄자, 디지털카메라, 버니어캘리퍼스 등을 이용하여 손상상태 및 현황을 조사하였다.

2.3 손상 개요

- 1) 균열(열화:Deterioration) : 자연적 및 인위적 작용으로 시간이 경과함에 따라 콘크리트 표면에 물리적 화학적으로 변질, 변형 되어 가는 현상
- 2) 박리(Scaling) : 콘크리트 표면의 모르타르가 점진적으로 손실되는 현상
- 3) 박락(Spalling) : 콘크리트가 균열을 따라서 원형으로 떨어져 나가는 현상
- 4) 층분리(Delamination) : 철근의 상부 또는 하부에서 콘크리트가 층을 이루며, 분리되는 현상
- 5) 백태(Efflorescence) : 노후화된 콘크리트 표면에 생기는 백색의 결정. 콘크리트 중의 황산칼슘, 황산 마그네슘, 수산화 칼슘 등이 물에 녹아 침출되어 공기중의 탄산가스와 화합한 것
- 6) 부식, 변형, 좌굴

2.4 주요 부재별 점검표

2.4.1 교면포장

점 검 부 위		손 상 종 류
▷ 공통	▷ 아스팔트	• 균열, 함몰, 단차 및 요철, 블리딩, 마모
	▷ 콘크리트	• 균열, 마모, 박리, 파손
▷ 신축이음 전후, 구조물 경계부		• 단차, 파손
▷ 곡선부, 중차량 통행차로		• 마모, 바퀴자국
▷ 배수구 주변		• 물고임

2.4.2 배수시설

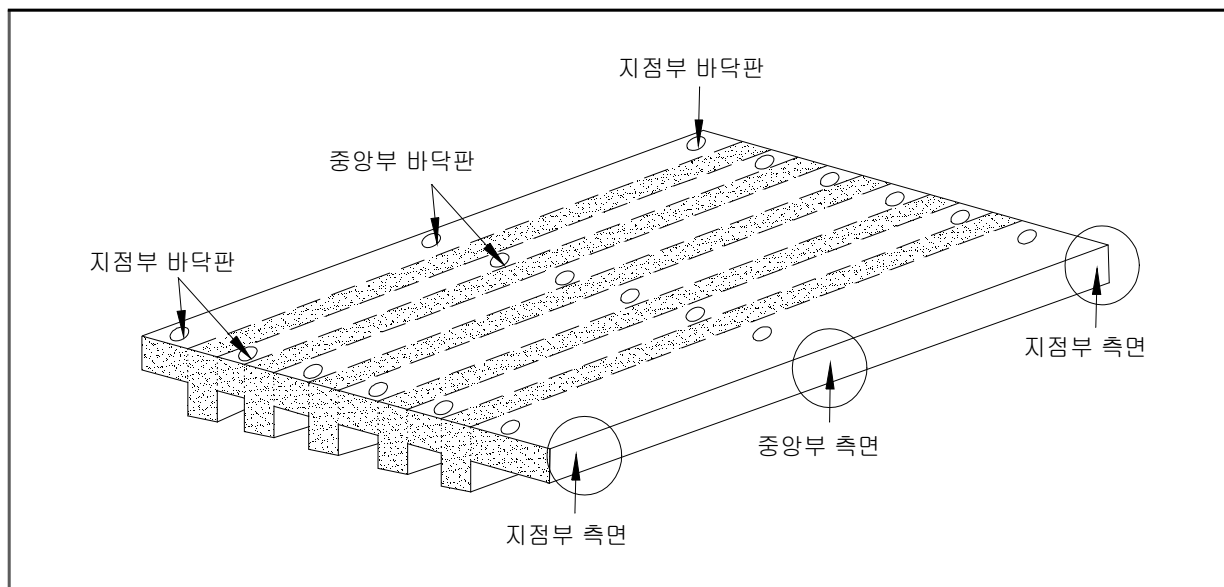
점 검 부 위	손 상 종 류
▷ 배수구(유입구) - 뚜껑(그레이팅)	• 뚜껑파손 및 주변파손, 누락 • 오물퇴적, 막힘 • 배수구의 설치높이가 높음 • 배수구 설치위치 불량 • 배수구 설치간격 넓음
▷ 배수관	• 관의 연결부 어긋남, 파손 • 이물질에 의한 막힘 • 지지철물의 이완 및 파손 • 배수관 길이 부족(짧음) • 유출구 위치 부적절(도로구간)

2.4.3 난간 · 연석

점 검 부 위		손 상 종 류
▷ 난간 · 연석	▷ 강재, 알루미늄	• 강재의 경우 도장 손상 및 부식 • 난간과 상판연결부의 결함, 파손 • 전체적인 처짐 및 선형불량
	▷ 철근콘크리트	• 균열, 박리, 파손 • 철근노출 및 부식 • 전체적인 처짐 및 선형불량

2.4.4 바닥판

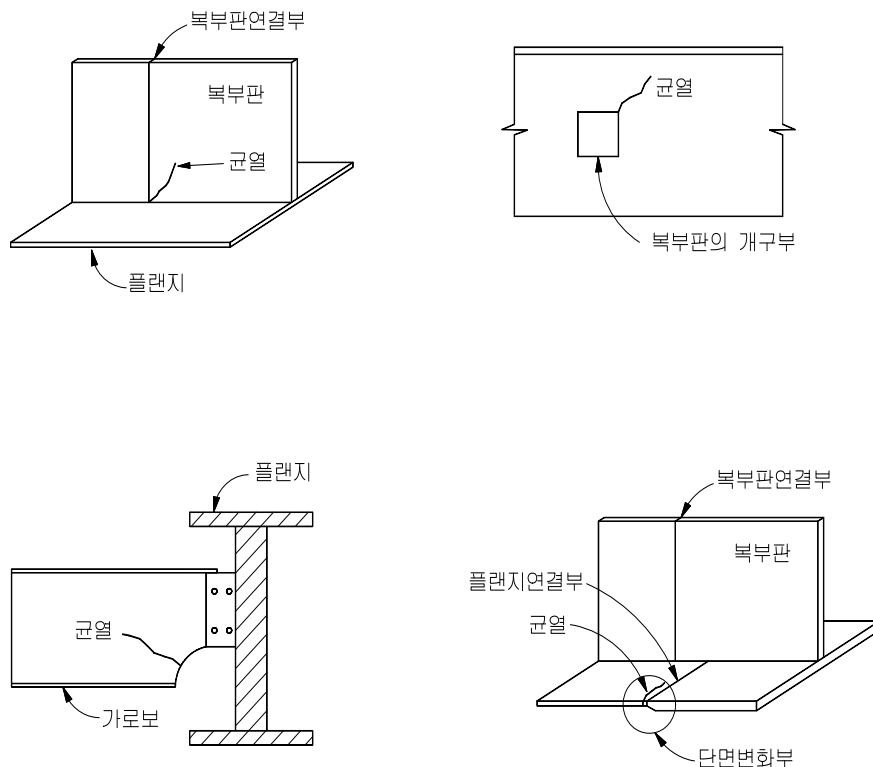
점 검 부 위		손 상 종 류
▷ 공동		• 균열, 박리, 박락, 층분리, 철근노출 • 재료분리(공동, 공극), 누수 및 백태(유리석회)
▷ 거더교		• 종방향 균열, 망상균열
▷ 슬래브, 라멘상부	- 받침부(단부)	• 부스러짐 • 사인장균열
	- 중앙부	• 휨균열
▷ 라멘하부연석	- 측벽	• 균열(수직, 수평)



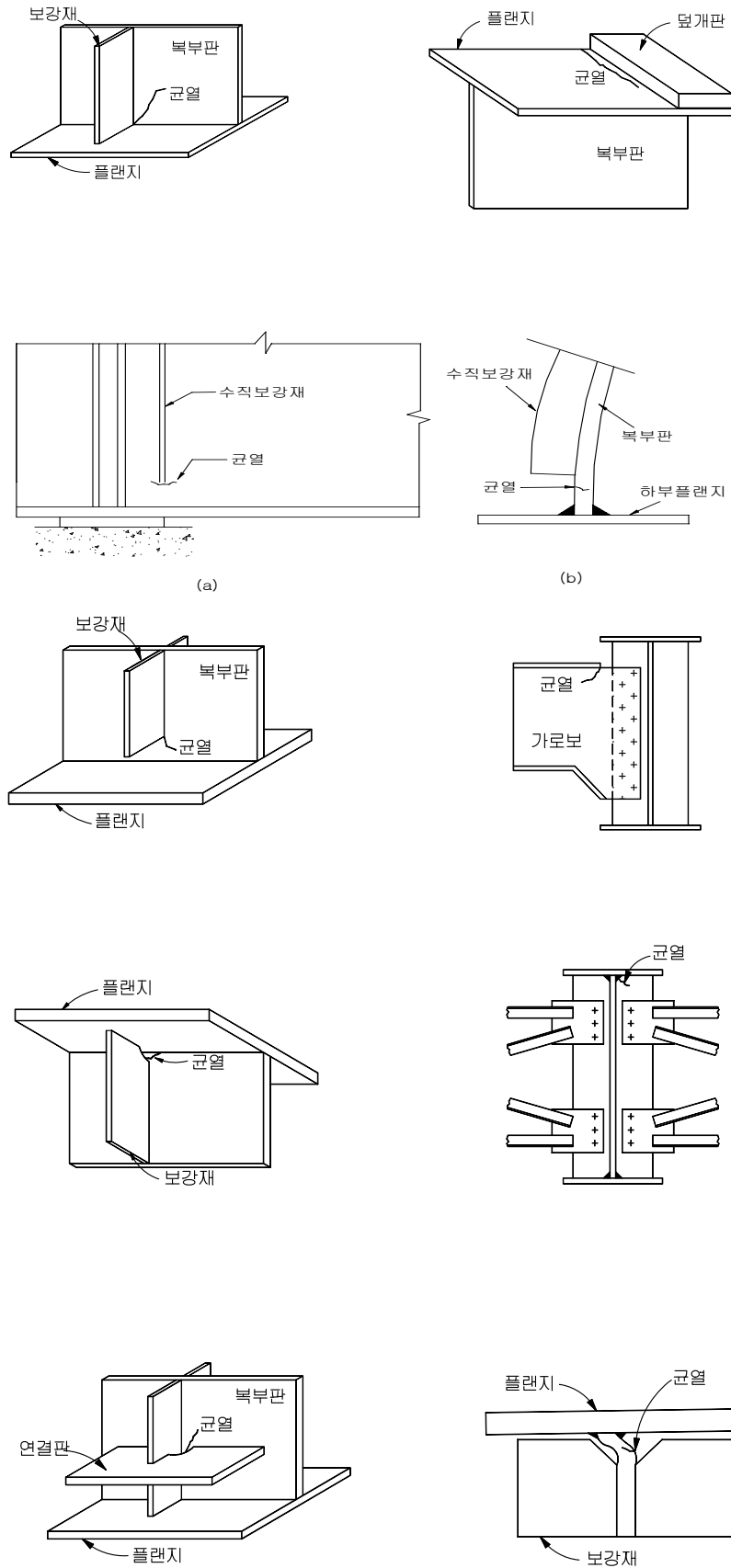
<그림 2.1> 거더가 있는 경우의 바닥판 점검부위

2.4.5 강 바닥판, 강 거더 및 강 교각

점 검 부 위	손 상 종 류
▷ 공통	• 도장 손상 및 부식 • 현장이음부 볼트손상, 누수 • 신축이음 하면, 배수구 주변, 난간하면 누수, 부식 • 이상음 발생
▷ 피로강도등급 낮은 용접상세부(D, E급)	• 피로균열
▷ 받침부	• 복부판 부식 및 국부좌굴 • 거더와 받침연결부 부식 • 게르버교의 경우 핀 연결부 부식 • 지점보강재 하단 용접부 균열 • 박스내부 출입구 방치 • 박스내부 바닥 물고임 및 부식
▷ 중앙부	• 부식 • 플랜지 변형 및 처짐 • 맞대기 용접부, 덮개판 덧댐부 끝부분 균열
▷ 주탑	• 주탑하단부 연결볼트 부식 및 파단
▷ 보수부위	• 용접부 및 용접부 주변 균열
▷ 부재연결판	• 트러스교, 아치교의 현재, 사재, 수직재 연결판의 부식, 균열 및 변형 • 사장교, 현수교의 케이블 정착부 연결판의 부식, 균열 및 변형



<그림 2.2> 피로균열이 발생하기 쉬운 구조상세



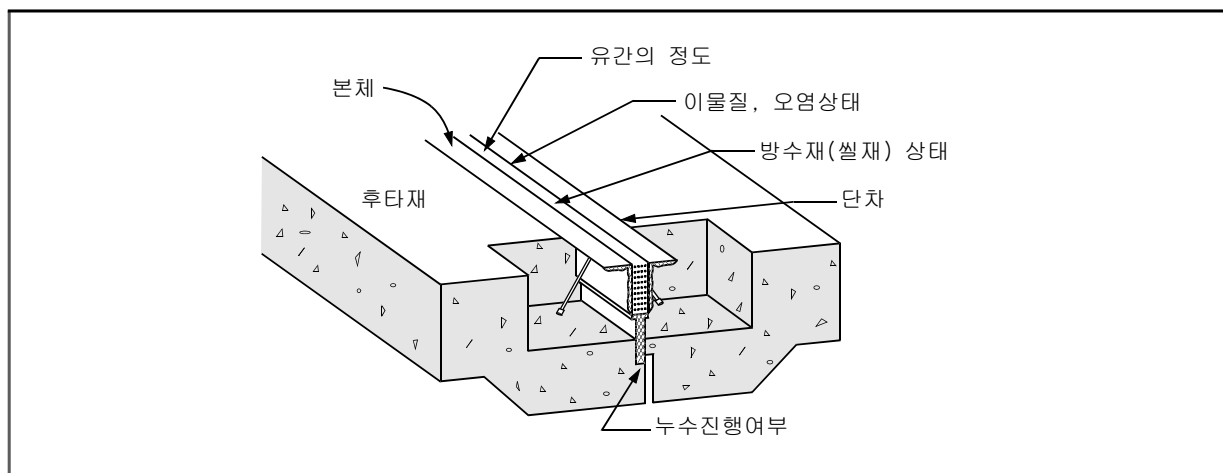
<그림 2.2> 피로균열이 발생하기 쉬운 구조상세 - 계속

2.4.6 강 가로보와 세로보

점 검 부 위	손 상 종 류
▷ 공통	• 도장 손상 및 부식 • 현장이음부 볼트손상, 누수 • 이상음 발생
▷ 피로강도등급 낮은 용접상세부(D, E급)	• 피로균열
▷ 2차부재	• 가로보, 세로보, 브라켓 및 브레이싱 변형 • 하중집중점, 가로보와 세로보 교차부 균열 • 거세트판 용접부 끝부분 균열
▷ 중앙부	• 부식 • 플랜지 변형 및 처짐 • 맞대기 용접부, 덮개판 덧댐부 끝부분 균열
▷ 보수부위	• 용접부 및 용접부 주변 균열

2.4.7 신축이음

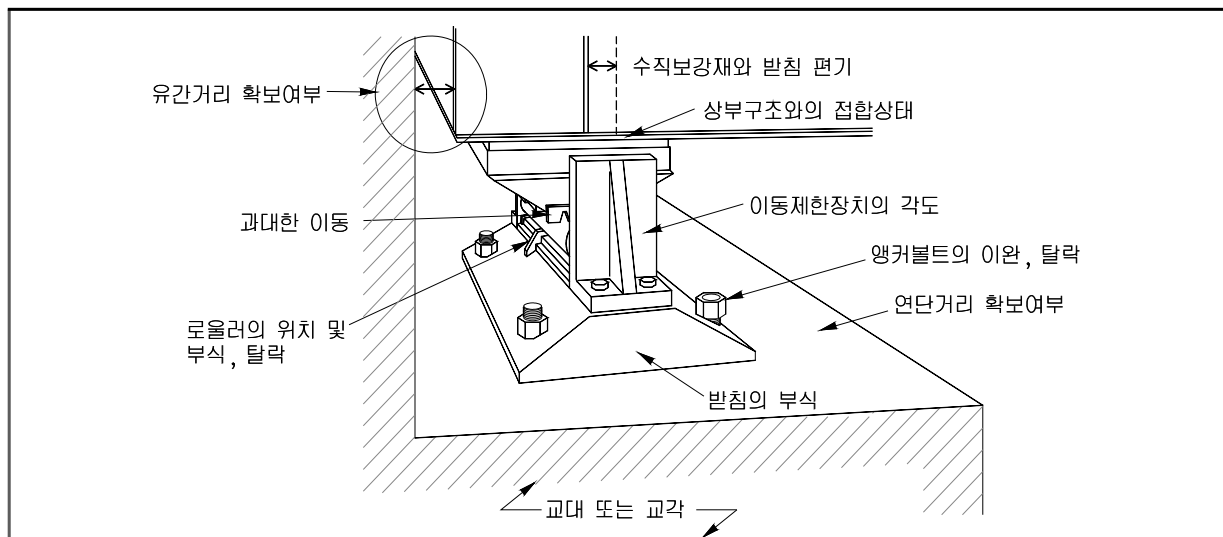
점 검 부 위	손 상 종 류
▷ 본체	- 공통 • 충격음, 본체유동 및 파손 • 누수 • 유간부족 및 유간 과다 • 유간 오물퇴적 - 고무재 • 고무판 마모, 강판노출 및 부식 - 강재 • 강재 연결부 이완 및 파손
▷ 후타재	• 단차(본체, 교면포장, 접속슬래브) • 균열 및 파손



<그림 2.3> 신축이음 점검부위

2.4.8 교량받침

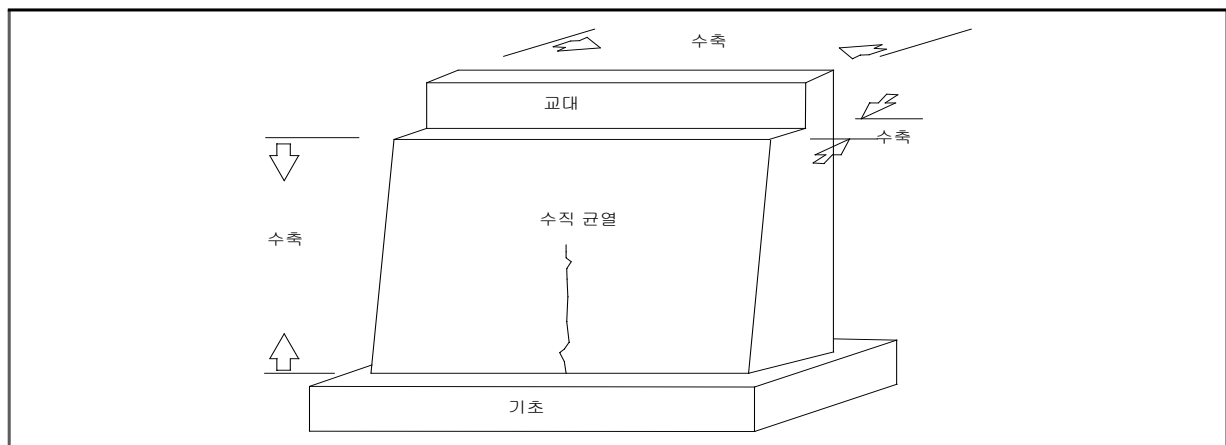
점 검 부 위		손 상 종 류
▷ 본체	- 공통	• 가동받침의 신축유간 부족 • 가동받침의 전·후방의 가동장애 요소 • 받침과 주형의 밀착상태 • 수직보강재와 받침 편기상태 • 받침 물고임 및 부식
	- 강재받침	• 가동면 부식 • 부속물 파손(부상방지장치 및 이동제한장치)
	- 고무받침	• 부풀음 및 갈라짐 • 고무판의 과도한 변형
▷ 받침대		• 앵커볼트 파손, 절단 • 콘크리트 파손, 하부공동 및 침하 • 교각두부 균열



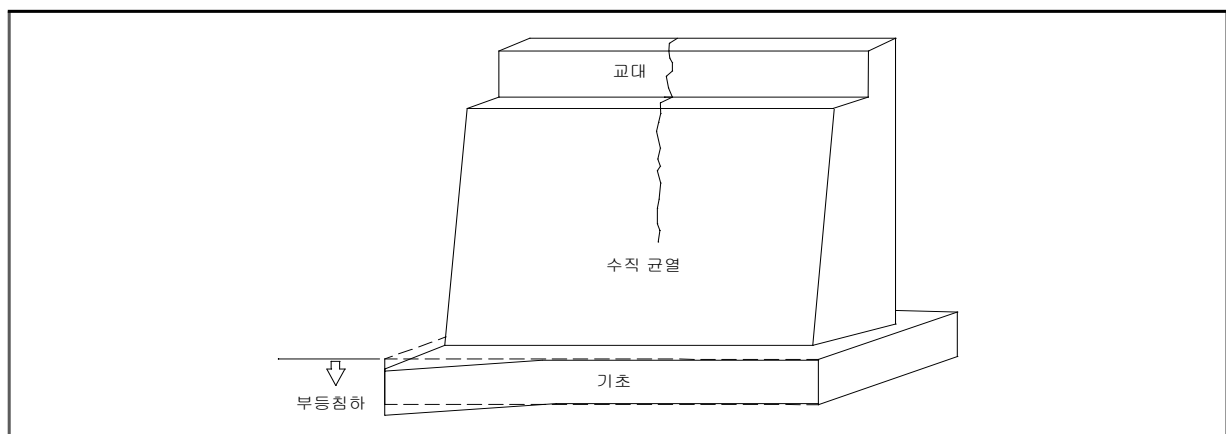
<그림 2.4> 교량받침 점검부위

2.4.9 교 대

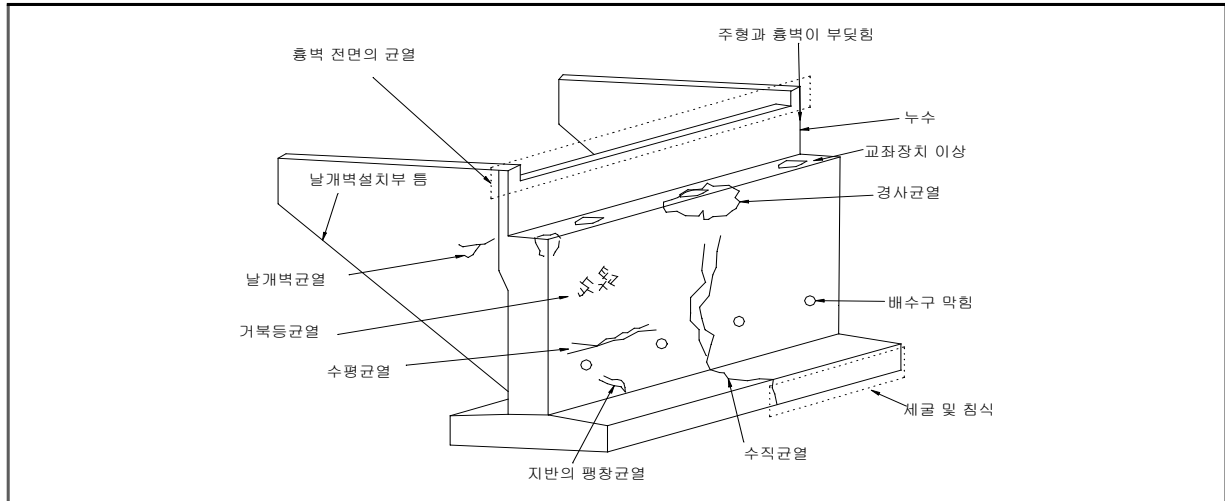
점 검 부 위	손 상 종 류
▷ 공통	- 교대 기울음 및 전도 - 균열, 박리, 박락, 층분리, 철근노출, 백태(유리석회)
▷ 두부(Coping)	- 두부 물고임 - 받침부 균열 및 파손 - 두부와 홍벽 경계부 균열 - 거더와 홍벽 신축유간 부족
▷ 벽체	- 수직균열 및 침하 - 구체와 날개벽 분리 - 구체부 배수구 막힘 - 수면접촉부 침식
▷ 날개벽(옹벽 포함)	- 날개벽 이동, 전도 - 석축이 있는 경우 사면 붕괴



<그림 2.5> 온도응력, 건조수축에 의한 교대의 수직균열



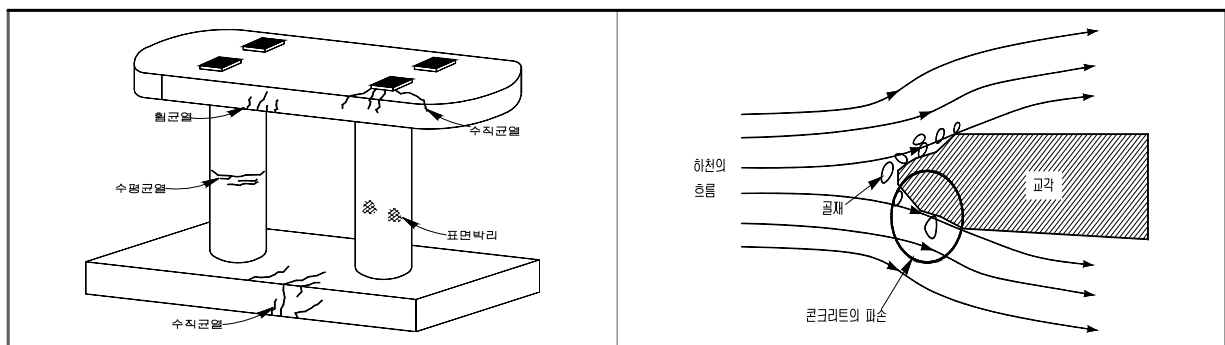
<그림 2.6> 부등침하로 인한 교대의 수직균열



<그림 2.7> 교대의 점검부위

2.4.10 콘크리트 교각

점 검 부 위	손 상 종 류
▷ 공통	- 교각 기울음 및 전도 - 균열, 박리, 박락, 층분리, 철근노출, 백태(유리석회)
▷ 두부(Coping)	- 두부 물고임 - 받침부 하부 균열 및 파손
▷ 구체	- 시공이음부 균열 - 이동 또는 기울음 - 수면접촉부 침식



<그림 2.8> 교각의 점검부위

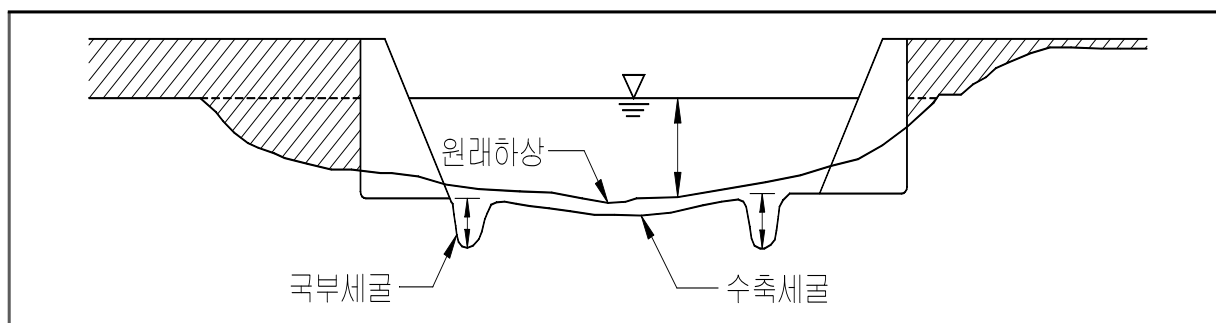
<그림 2.9> 유수에 의한 교각의 침식

2.4.11 기 초

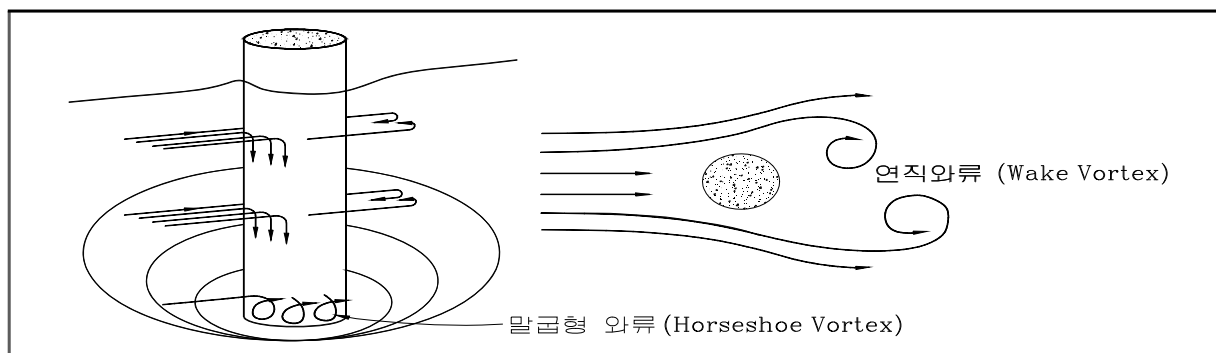
기초의 대표적인 손상은 세굴로 인하여 발생할 수 있다. 세굴이란 흐르는 물의 침식작용에 의한 결과로서 하천 바닥이나 제방으로부터 파인 물질이 이동되는 현상으로 정의되며 하상 재료의 구성에 따라 서로 다른 세굴양상을 보여준다.

하천에서의 세굴은 시간에 따라 장기적인 변화와 단기적인 변화로 구분할 수 있다. 장기변화는 하상의 상승이나 저하로 하천과 유역의 수리특성과 하천 단면변화와 관련이 있고, 단기 변화로는 교량 등의 인공구조물에 의한 하천내의 통수단면적이 축소되어 발생하는 세굴이 있다. 또한 국부세굴은 흐름 속에 설치된 구조물에 의한 흐름의 간섭에서 발생한다.

점 검 부 위	손 상 종 류
▷ 공통	• 박리, 박락, 철근노출, 백태 • 침식, 세굴, 이동, 침하 • 하부구조물 기울음 및 전도
▷ 직접기초	• 콘크리트 균열 및 파손
▷ 말뚝기초	• 말뚝 노출 및 침식
▷ 케이슨기초	• 케이슨 노출 및 침식 • 충돌파손



<그림 2.10> 수축세굴과 국부세굴



<그림 2.11> 원형기초의 국부세굴

제3장

내구성 시험

2.1 개 요

2.2 콘크리트 강도조사

2.3 철근탐사

2.4 탄산화 시험

제 3 장 내구성 시험

3.1 개 요

3.1.1 목 적

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 한다.

대상구조물에 실시한 내구성 시험은 콘크리트 강도조사(반발경도법, 초음파법, 조합법), 철근 배근 탐사, 페놀프탈레인용액 1%에 의한 탄산화시험, 균열깊이 조사를 실시하였다.

3.1.2 내구성 시험 실시현황

구분		산출수량			비고
		강도시험	철근배근조사	탄산화시험	
세종대교	상부구조	32	32	32	
	하부구조	34	34	34	
교리IC교	상부구조	6	6	6	
	하부구조	8	8	8	
영릉2교	상부구조	2	2	2	
	하부구조	4	4	4	
만세터널 관리동	상부구조	1	1	1	
	하부구조	1	1	1	

3.2 콘크리트 강도

3.2.1 콘크리트 반발경도 시험

가. 개 요

비파괴 시험을 통해 콘크리트의 압축강도를 추정하는 방법은 여러 가지가 있으나 그 중 가장 널리 쓰이고 있는 방법은 콘크리트의 표면경도를 측정하여 콘크리트의 압축강도를 추정하는 반발경도법이다. 반발경도법은 콘크리트의 표면을 타격하여 타격 후 손상정도나 반발도를 통해 강도를 추정하는 타격법 중 하나의 방법이다.

나. 측정원리

경화콘크리트의 표면을 슈미트 햄머로 타격하여 해머내부에 있는 추가 튀어 오르는 반발량을 반발경도(Rebound number : R)로 나타내고 이 반발경도의 크기에 의해 콘크리트의 압축강도를 측정한다.

다. 적용범위

적용범위는 콘크리트 공사시의 콘크리트 강도관리 및 기존 구조물의 콘크리트 강도추정을 위한 보조수단으로 이용된다. 본 방법은 압축강도가 10.0MPa이상 60MPa이하의 콘크리트에 적용한다.

라. 측정방법

콘크리트 압축강도 측정은 콘크리트의 반발경도에 의하여 강도를 측정할 수 있는 Rebound Hammer Test에 의해 조사하였다. 시험은 대상 구조물의 콘크리트 표면에 요철이 없는 곳을 1개소당 20점을 표준으로 선정하여 측정하였으며 평균 반발경도 값 중 신뢰도를 생각하여 $\pm 20\%$ 를 상회하는 값은 제외하였다. 타격 방법은 측정면에 대해 슈미트 햄머에 서서히 힘을 가하여 측정하였다.

마. 계산방법

리바운드 햄머에 의한 콘크리트 압축강도는 다음과 같은 방법에 의하여 추정하였다. 기준경도 R_o 값은 슈미트 햄머에서 읽은 반발경도 값이다.

보 통 콘크리트	$F = (13R_o - 184) \times \Delta R$ (MPa) (일본 재료학회 강도 추정식)
고강도 콘크리트	$F = (15.2 R_o - 112.8) \times 0.1$ (MPa) : 재령28일 이후 강도 추정 (서울대학교, 에너지자원신기술연구소 고강도콘크리트 강도계산)

여기서, R_o : 수정반발경도
 R : 측정반발경도
 F : 표면강도 (MPa)

바. 보정반발경도(R_o)

보정반발경도 R_o 는 다음 식과 같이 측정경도 R 에 보정값을 더한 값으로 한다.

$$R_o = R + \Delta R_1 + \Delta R_2 + \Delta R_3$$

여기서, $\Delta R1$: 타격 방향에 따른 보정값

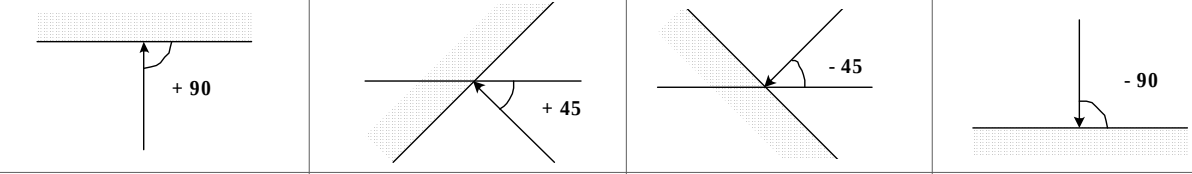
$\Delta R2$: 압축응력에 따른 보정값

$\Delta R3$: 콘크리트의 습윤상태에 따른 보정값

사. 타격 방향에 의한 보정(R1)

반발경도법은 수평방향 타격을 원칙으로 하며 부득이 타격 방향이 다른 경우 <표 3.1>에 의하여 타격 각도에 의한 보정을 하여야 한다.

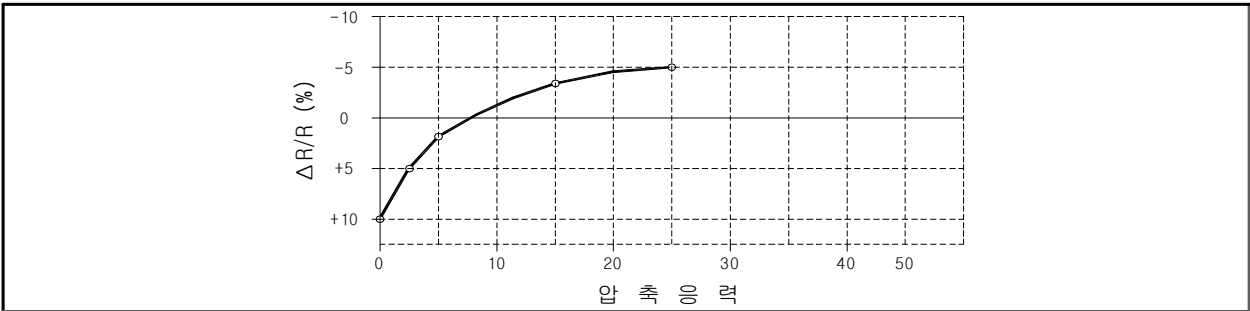
<표 3.1> 반발경도 보정치

반발경도 R	보정치 ΔR			
	+ 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
				
상향수직 : +90° 상향수직 : +45° 상향수직 : -45° 상향수직 : -90°				

※ 수평방향에 대한 보정값은 0 임

아. 압축응력에 따른 반발경도의 보정(R2)

타격방향과 직각방향으로 압축응력을 받는 부재는 압축응력이 커짐에 따라 반발경도에 의한 압축강도가 실제보다 커진다는 사실이 시험결과 입증되었다. 그 크기는 <그림 3.1>과 같이 대략 압축응력이 1.0MPa 인 경우 $\Delta R2 = -0.015R$, 2.5MPa 인 경우 $\Delta R2 = -0.05R$ 이다.



<그림 3.1> 압축응력에 따른 반발경도의 보정

자. 콘크리트 습윤상태에 따른 보정(R3)

콘크리트의 표면이 습윤 상태에 있으면 건조 상태 보다 반발도가 작게 나오게 된다. 따라서 습윤 상태에서는 건조 상태를 기준으로 $\Delta R3 = +5$, 측정위치가 습하고 타격흔적이 흑점으로 나타나는 경우 $\Delta R3 = +3$ 을 적용한다.

차. 시간경과 계수

일반적으로 타설 후 시간이 경과할수록 콘크리트의 표면강도는 실제 강도보다 높게 되므로, 구해진 표면강도는 재령에 따른 영향을 보정하여 실제 압축강도를 추정하여야 한다.

재령에 따른 보정은 아래와 같이 표면강도 값(F)에 재령기간에 대한 보정계수 α 를 곱하여 준다. 여기서, 재령에 따른 보정계수 α_n 는 다음 표 <표 3.2>에 의해 결정되고, 3000일 이상의 재령에 대해서는 0.63을 적용한다. 수년이 경과한 콘크리트의 구조물은 표면경도가 높기 때문에 <표 3.2>와 같이 재령계수(α)를 곱하여 압축강도를 추정하며, 3000일 이상의 재령에 대해서는 0.63을 적용한다.

<표 3.2> 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

3.3 철근배근 탐사

3.3.1 개 요

철근콘크리트 구조물의 내구성 및 안전성은 균열 및 강도와 더불어 철근 배근상태에 크게 의존한다. 철근의 배근상태가 설계도면 보다 적은 개수로 넓은 간격으로 배근된 경우 구조물의 내력이 감소하게 되어 구조물의 내구성 및 안전성에 치명적인 약점을 가질 수 있으며, 설계도면 보다 과도하게 많은 개수로 좁은 간격으로 배근된 경우에는 구조물의 내력은 충분히 만족하지만 예기치 못한 갑작스러운 붕괴(취성파괴)를 초래할 수도 있는 약점이 있다. 일반적으로 철근 배근상태 조사는 부재의 국부파괴법과 비파괴 시험법이 있다. 부재의 국부 파괴법은 경제적인 측면과 구조물 피해 등을 발생시킬 수 있는 부정적인 영향이 있으므로 비파괴 시험법을 통한 방법으로 구조물의 전반적인 철근 배근상태를 확인하는 것이 일반적이며 본 조사에서는 자기법의 원리를 이용한 RC Radar를 이용하였다.

3.3.2 시험 장비

자기법으로 철근의 배근상태를 조사하기 위해서 사용한 비파괴 조사장비는 RC Radar이며, 주요사양은 다음과 같다.

제 조 회 사	JRC (JAPAN)
모 델 명	NJJ-85A

3.3.3 시험 방법

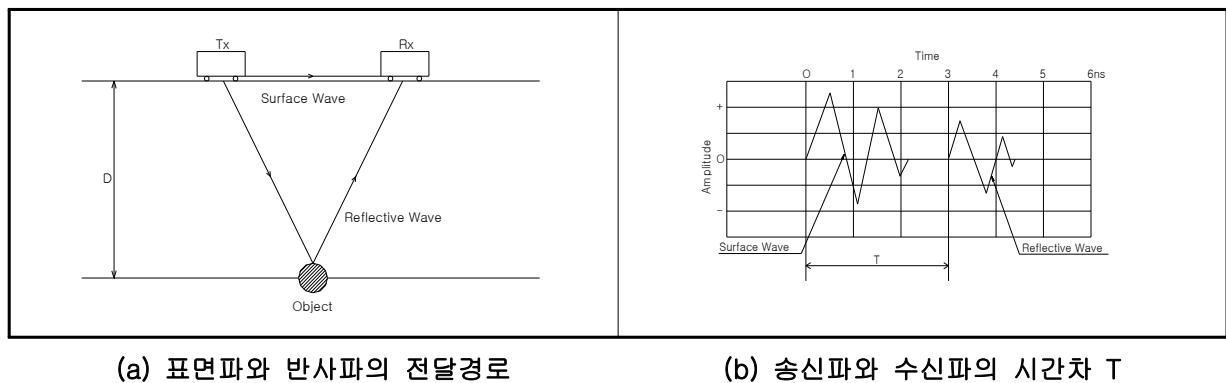
전자파를 안테나로부터 콘크리트에 방사해 그 전자파가 콘크리트와 전기적 성질이 다른 물질, 예를 들면 철근, 공동 등의 반사물체와의 경계면에서 반사되어 다시 콘크리트 표면에 나와서 표면 가까이 위치한 수신안테나에 도달할 때까지의 시간으로, 반사물체까지의 거리를 알 수 있다.

본 장치는 콘크리트의 얇은 부분을 높은 분해능으로 탐사하는 것을 목적으로 하기 때문에, Pulse 폭이 극히 짧은 약 1nsec(10억분의 1초)의 pulse파를 송신에 이용하고 있다. 콘크리트 중의 전자파의 속도 V 는 다음의 식으로 나타낼 수 있다.

$V = \frac{C}{\sqrt{\epsilon\gamma}} \text{ (m/s)}$	C : 진공중(공기중)에서의 전자파의 속도($3 \times 10^8 \text{ m/s}$) $\epsilon\gamma$: 콘크리트의 비유전율
---	---

또 반사 물체까지의 거리 D 는 송신시각부터 반사파의 수신시각까지의 시간차 T 에서 아래의 식으로 구할 수 있다.(<그림 3.2> 참조)

$D = \frac{1}{2} VT(m)$	V : 콘크리트 내부의 전파의 전파속도 T : 송신파와 수신파의 시간차(Two-Way Travel Time)
-------------------------	---



<그림 3.2> 측정 원리도

3.3.4 적용 조건

가. 적용 가능한 조건

콘크리트중의 측정대상물에서 반사 Pulse가 충분히 수신할 수 있는 것이 필요하며 현장에 따라 다소 다르다.

- 측정심도 20cm 이내
- 측정대상 철근지름이 6mm이상
- 콘크리트의 질이 대부분 균일한 것
- 철근이 안테나 진행방향에 직교하고 있는 것

나. 적용 곤란한 조건

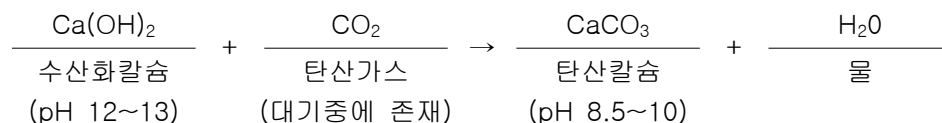
- 표면에 금속 등의 전파를 반사하는 것이 있고 그 이하의 철근 등을 측정하는 경우
- 100mm 이하의 피치에서 배근되어 있는 경우
- 안테나의 진행방향과 평행으로 철근이 있는 경우

3.4 탄산화 시험

3.4.1 콘크리트의 탄산화

탄산화란 콘크리트가 강알칼리성(pH12~13)에서 대기의 CO₂와 접촉하여 탄산화 되어 가는 현상이다. 콘크리트 구조물의 성능저하의 요인으로 동해, 염해, 알칼리 골재반응 등을 볼 수 있으나 이러한 것들은 대체적으로 각각의 지역적인 요인과 재료적 요인에 기인하고 있다. 그러나 콘크리트의 탄산화는 일반 환경 하에서도 확실하게 진행되기 때문에 철근부식에 따른 가장 기본적인 중요한 문제이다.

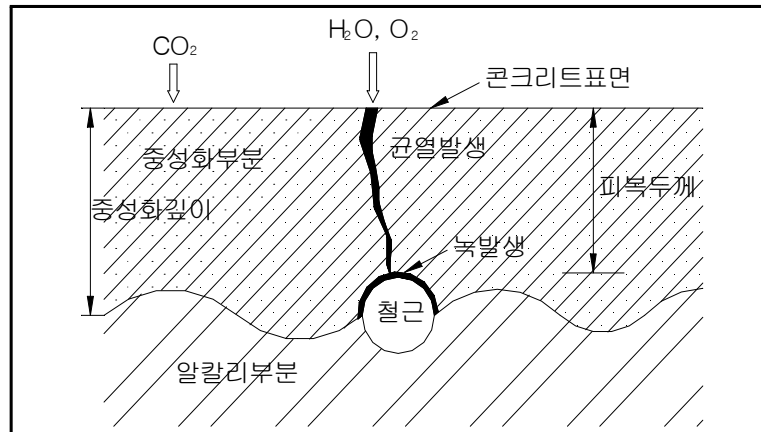
탄산화가 일어나는 메카니즘을 보면 시멘트의 수화 반응에서 생성되는 수산화 칼슘[Ca(OH)₂]은 pH12~13정도의 강알칼리성을 나타내지만 대기중에 포함되어 있는 약산성의 탄산가스(약 0.03%)와 접촉하면 탄산칼슘과 물로 변화하고 탄산칼슘으로 변화한 부분의 pH가 8.5~10정도로 낮아지게 된다.



3.4.2 탄산화에 의한 성능저하 특성 및 기준

탄산화는 콘크리트 표면에서 내부를 향하여 진행하며 콘크리트는 탄산가스와 반응한 종량만큼 무거워지고 치밀해 진다. 따라서, 탄산화에 의해서는 물리적 성능저하 보다는 콘크리트 내부의 철근 부식이 문제가 된다. 콘크리트 내부의 pH가 11이상에서 철근은 표면에 1×10⁻⁶mm 두께의 수산화물 부동태 막을 형성하므로 산소의 침입을 막아 철근의 부식을 방지하지만 탄산화에 의하여 pH가 11보다 낮아지면 부동태 막이 파괴되면서 철근에 녹이 발생하기 된다. 이러한 녹은 원래 부피의 약 2.5배에서 최대 7배까지 체적이 팽창하며 녹의 팽창압력에 의하여 콘크리트 내부에는 균열이 발생하게 되고 철근의 부착강도 저하, 피복콘크리트의 박락, 철근단면적의 감소 등 구조물이 내구성 저하를 초래하게 된다.

다음 <그림 3.3>는 탄산화에 의한 철근의 녹 발생을 나타내고 있다. 탄산화가 진행되는 속도는 시멘트의 종류, 콘크리트의 품질, 환경조건에 따라 다르다.



<그림 3.3> 탄산화에 따른 철근의 녹 발생

탄산화 진행속도를 물/시멘트비, W/C와 기간, t(년)에 대한 상관관계를 이용하여 탄산화 깊이 x(cm)를 구할 수 있으며, 그 식은 다음과 같다.

$$\bullet W/C \geq 0.6 \text{인 경우} : t = \frac{X^2[0.3(1.15+3W/C)]}{R^2(4.6W/C-0.25)^2}$$

$$\bullet W/C < 0.6 \text{인 경우} : t = \frac{7.2X^2}{R^2(4.6W/C-1.76)^2}$$

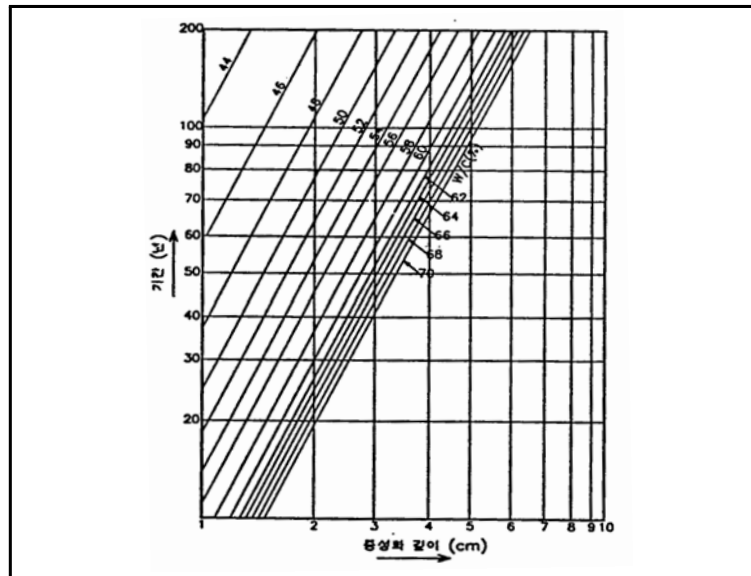
상기의 식에서 R은 시멘트의 종류, 골재의 종류, 표면활성제의 사용 등에 따른 정수이고, 강 모래·강자갈 콘크리트에 표면 활성제를 사용하지 않을 때에는

보통 포틀랜드 시멘트 사용 시 $R = 1.0$

조강 포틀랜드 시멘트 사용 시 $R = 0.6$

혼합시멘트(고로·실리카·플리아애쉬 시멘트 등) $R=1.7\sim 2.2$ 이고,

조강 포틀랜드 사용 시에는 현저하게 탄산화가 늦어진다. 또한 AE제·분산제 등의 표면 활성제를 이용하면 탄산화 깊이는 사용하지 않을 때의 1/2 이하로 되고, 상기의 R값은 0.4~0.6 배 정도가 된다. 천연 경량골재를 사용한 콘크리트는 탄산화가 빠르고, 물/시멘트 비에 대해서는 전 쪽에 기술한 식에서 알 수 있듯이 물/시멘트비가 작은 콘크리트 일수록 탄산화가 늦다. <그림 3.4>은 R=1일 경우에 대한 식을 도표화 한 것으로서 이 상황을 잘 알 수 있다.



<그림 3.4>물/시멘트비, 탄산화 깊이, 기간과의 관계

3.4.3 조사 방법 및 상태평가 기준

콘크리트 부재의 부식 정도를 측정하는 방법으로는 페놀프탈레인법이 가장 일반적으로 사용되고 있다. 페놀프탈레인은 pH 지시약의 일종으로서, 95% 에틸알콜에 증류수 및 1%의 페놀프탈레인 분말을 혼합하여 만들어지며, 이 지시약을 대상 부재에 분사하면, 원 콘크리트의 특성을 보유한 pH 8.2~10.0 이상의 알칼리성 콘크리트에서는 붉은 색으로 발색되고, 콘크리트가 부식되어 탄산화가 진행된 면에서는 무색으로 변화가 없다. 페놀프탈레인을 이용하여 콘크리트 부식심도를 측정할 때, 분진 및 기타 오염물질이 없는 상태에서 측정하여야 높은 정도의 결과를 얻을 수 있다.

대상 시설물에 대한 콘크리트 부식 측정은 부재의 단면 결손을 최소화하기 위하여 DRILL로 측정 부위를 천공하였고, 천공된 부위를 증류수로 충분히 세척한 후 페놀프탈레인 용액을 분무하여 콘크리트의 원 표면으로부터 발색 면까지의 수직 길이를 측정함으로써 콘크리트 탄산화 심도를 측정하였다.

<표 3.3> 탄산화 상태평가 기준

등 급	탄산화 잔여깊이	철근부식의 가능성
a	• 30mm이상	• 탄산화에 의한 부식발생 우려 없음
b	• 10mm이상 ~ 30mm미만	• 향후 탄산화에 의한 부식발생 가능성 있음
c	• 0mm이상 ~ 10mm미만	• 탄산화에 의한 부식발생 가능성 높음
d	• 0mm미만	• 철근부식 발생
e	-	-

제4장

상태평가

4.1 개 요

4.2 상태평가 항목 및 기준

4.3 상태평가 항목 및 기준

제 4 장 상태평가

4.1 개 요

본 장에서는 점검대상 시설물에 대하여 정밀 외관조사 및 내구성 조사결과에 의해 상태평가를 실시하였다. 각 부재별, 시설물별로 손상 및 결함에 대한 외관조사망도를 작성하여 상태평가 기준에 의해 상태평가 등급을 매기며 이를 기초로 진단대상 시설물의 전체에 대한 상태평가를 실시하고 상태평가 등급을 부여하였다. 외관조사망도 및 내구성 시험 자료는 부록에 수록하였다.

4.2 상태평가 항목 및 기준

4.2.1 부재별 상태평가 적용범위

부재별 상태평가 기준은 교량의 거더와 가로보를 분리하고, 콘크리트의 탄산화와 염화물에 대한 평가항목을 포함하여 세분화하였으며, 아래의 표와 같이 부재별 상태평가기준을 부재의 중요도를 감안하여 차등화 함으로서 가능한 한 전체 상태평가 기준과 부합하도록 조정하였다.

교량의 안전에 직접적인 영향을 미치는 바닥판, 거더, 하부구조 및 받침은 평가기준을 a~e로 범위를 적용하고, 내구성에 영향을 미치는 신축이음, 배수시설, 교면포장과 2차부재인 가로보와 세로보는 a~d로 범위를 조정하였다.

<표 4.1> 상태평가등급 기준

부재의 분류		차등 적용범위
상부구조	바닥판, 거더, 케이블	a, b, c, d, e
	2차부재(가로보 및 세로보)	a, b, c, d
하부구조	교대 및 교각, 기초, 주탑	a, b, c, d, e
받침	교대 및 교각, 기초, 주탑	a, b, c, d, e
기타부재	신축이음, 난간 및 연석, 배수시설, 교면포장	a, b, c, d
콘크리트 재료	탄산화, 염화물	a, b, c, d

4.2.2 부재별 상태평가 기준

가. 교면포장

- 1) 본 상태평가 기준은 아스팔트 포장과 콘크리트 포장을 포함하여 모든 교면포장의 상태평가에 적용한다.
- 2) 기타부재인 교면포장의 상태평가 기준 범위를 "a~d"로 한다.
- 3) 평가기준 "d"는 균열율을 포함하여 포장불량이 10%이상인 상태 즉, 전반적인 재포장이 필요한 상태로 평가한다.
- 4) 포장 불량율은 균열 발생부, 표면이 노화되어 마모된 부분, 기 보수된 부분 등의 면적을 전부 더한 값을 경간 면적으로 나눈 비율이다.

평가 기준	포 장 불 량		배 수
a	· 미세균열	· 없음	· 없음
b	· 포장불량 2%미만	· 포장손상이 미미하여 주행에 영향이 없음	· 배수구배 및 배수시설 불량에 의한 부분적 물고임
c	· 포장불량 2%이상~10%미만	· 포장손상으로 인하여 차량의 통행에 영향 있음	· 배수구배 및 배수시설 불량에 의한 물고임 발생으로 주행성 저하
d	· 포장불량 10%이상	· 전반적인 재포장이 필요한 상태	· 배수불량에 의한 물고임으로 통행차량의 안전성 저하
e	-	-	-

나. 배수시설

- 1) 본 상태평가 기준은 모든 배수시설의 상태평가에 적용한다.
- 2) 기타부재인 배수시설의 상태평가 기준 범위를 "a~d"로 한다.
- 3) 평가기준 "d"는 파손이나 노후화로 인하여 재설치가 필요한 상태로 정의한다.
- 4) 한 경간에 두 개 이상의 배수시설이 있는 경우 각 배수시설의 평가기준 중 최적값을 배수시설의 평가결과로 한다.

평가 기준	상태기준 설명
a	· 양호
b	· 다소의 퇴적물이 있으나 배수에는 이상 없음
c	· 배수시설의 상태불량, 길이부족 · 많은 퇴적물, 누수 · 누수로 인하여 구조물 부식 발생 · 배수관 유출구 위치가 부적절하여 하부통행에 따른 위험 초래
d	· 파손이나 노후화로 인하여 재설치가 필요한 상태
e	-

다. 난간·연석

- 1) 본 상태평가 기준은 강재 및 콘크리트 난간 및 연석을 포함하여 모든 난간과 연석의 상태평가에 적용한다.
- 2) 기타부재인 난간과 연석의 상태평가 기준 범위를 "a~d"로 하며, 점검단위는 부재의 길이로 한다.
- 3) 중앙분리대, 방호벽, 방음벽의 상태평가 시 난간 및 연석의 평가기준을 적용한다.
- 4) 강재의 경우 도장 변색 및 손상 점검길이의 10%이상 즉, 단면 결손으로 차량이나 사용자에게 위험 가능성이 있는 상태의 기준은 "c"로 평가한다.
- 5) 콘크리트는 0.3mm이상의 균열이 발생할 경우 평가기준은 "c"로 평가하며, 보수 및 보강을 실시한다.

평가 기준	강 재		콘크리트
a	· 양호	· 양호	· 양호
b	· 도장 불량 10%미만	· 고정장치 및 연결재의 이완이 국부적 발생	· 경미한 손상, 0.3mm이하 균열
c	· 도장 불량 10%이상 · 부식으로 인한 단면 손상 10%미만	· 파손 및 탈락 10%미만	· 0.3mm이상 균열 · 박리, 파손, 철근노출 10%미만 · 철근부식 손상 길이 2%미만
d	· 부식으로 인한 단면 손상 10%이상	· 파손 및 탈락 10%이상 · 낙석으로 인한 손상발생 · 고정부 열화 및 손상으로 인한 전도의 위험이 있음(방음벽)	· 박리, 파손, 철근노출 10%이상 · 철근부식 손상 길이 2%이상
e	-	-	-

라. 바닥판

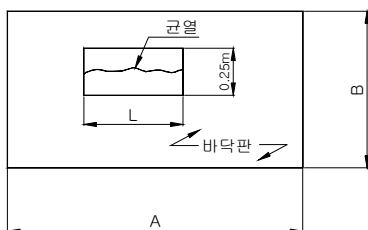
평가 기준	손상 및 열화		열화 및 손상
	1방향 균열	2방향 균열	
a	· 균열폭 0.1mm미만	· 망상균열폭 0.1mm미만	· 없음
b	· 균열폭 0.1mm~0.3mm미만 · 균열율 2%미만	· 망상균열폭 0.1mm~0.3mm미만	· 표면 손상면적 2%미만
c	· 균열폭 0.3mm~0.5mm미만 · 균열율 2%~10%미만	· 망상균열폭 0.3mm이상	· 표면 손상면적 2%~10%미만 · 철근부식 손상면적 2%미만 · 데크플레이트 박리 및 누수 발생
d	· 균열폭 0.5mm~1.0mm미만 · 균열율 10%~20%미만	· 망상균열의 진전으로 인한 콘크리트 박리 발생	· 표면 손상면적 10%이상 · 철근부식 손상면적 2%이상 · 데크 플레이트 박리가 심하고 누수로 인한 부식 발생
e	· 균열폭 1.0mm이상 · 균열율 20%이상	· 망상균열에 의한 박리가 심하여 편칭파괴 발생 가능성이 있음 발생	· 부식으로 인한 철근의 단면 감소가 심하여 바닥판의 안전성이 저하되는 경우

< 해설 >

- 본 상태평가 기준은 교량형식의 RC 및 PC 바닥판과 RC 및 PSC 박스 거더 교량의 상부플랜지 상태평가에 적용한다.
- 1방향 균열의 경우 0.3mm미만의 균열평가 기준을 "b"로 1.0mm이상의 균열과 균열율 20%이상인 상태를 "e"로 평가한다.
- 2방향 균열의 경우 망상균열로 인한 박리 발생 시 평가기준을 "d", 편칭파괴의 발생 가능성이 있으면 "e"로 평가한다.
- “열화 및 손상” 손상항목은 표면손상 면적과 철근부식손상 면적으로 평가하며, 철근부식에 따르는 내하력 저하의 가능성이 없으면 표면손상으로, 부식에 의한 철근의 단면감소로 인하여 내하력 저하의 가능성이 있으면 철근부식손상으로 규정한다.
- 표면손상은 파손, 박락, 층분리, 재료분리 등과 같이 손상이 콘크리트 부분에 국한된 경우를 말하며, 철근부식손상은 철근노출 및 노출된 철근이 부식된 경우나, 탄산화 또는 콘크리트내의 염화물로 인해 내부철근의 부식이 발생하고, 이로 인해 콘크리트의 팽창, 균열 및 박리가 발생한 경우를 말한다.
- PSC 박스 거더교의 경우 상하부 플랜지와 복부판이 일체가 되어 주형으로써 거동을 하지만, 활하중을 직접 받는 상부플랜지는 콘크리트 바닥판으로 복부판과 하부플랜지는 PSC 거더로 구분하여 상태평가를 수행한다.
- 균열율은 폭 0.2mm이상의 균열을 대상으로 산정한다.
- 바닥판 하면이 데크 플레이트로 보호된 경우 강 바닥판이 아닌 콘크리트 바닥판으로 평가한다.
- 콘크리트 균열에 의한 평가기준은 콘크리트 부재에 대한 설계, 시공 및 유지관리 분야간의 일관성을 위해 2007년 12월 개정된 콘크리트 설계기준에 명시된 허용 균열 폭을 참고하였다.

※ 균열율 산정 방법

㉠ 1방향 균열인 경우

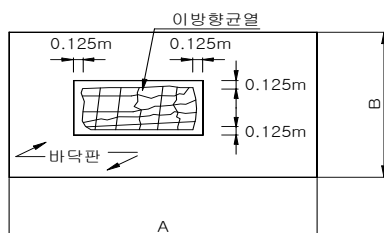


- 균열발생 면적은 균열길이 당 0.25m의 폭을 차지하는 것으로 하며, 균열의 개수가 2개 이상일 경우는 각 균열길이에 0.25m의 폭을 곱해서 합산하여 구한다.

- 균열 면적율은 아래 식으로 산정한다

$$\frac{\text{균열발생면적}}{\text{조사단위면적}} \times 100 = \frac{\text{균열길이}(L) \times 0.25}{A(m) \times B(m)} \times 100 = \%$$

㉡ 2방향 균열인 경우



- 균열발생 면적은 균열발생 부위를 가로, 세로의 최외측 균열을 경계로 하여 사각형 형태로 구획한 후, 점선내면 면적인 (가로길이 + 0.25m) × (세로길이 + 0.25m)로 구한다.

- 균열 면적율은 아래 식으로 산정한다

$$\frac{\text{균열발생면적}}{\text{조사단위면적}} \times 100 = \frac{\text{균열발생면적}(m^2)}{A(m) \times B(m)} \times 100 = \%$$

※ 표면손상에 대한 면적을 산정 방법

$$\text{표면손상면적율(\%)} = \frac{\text{결함 손상발생면적}}{\text{조사단위면적}} \times 100$$

※ 철근부식 손상면적을 산정 방법

노출의 발생면적은 철근노출 길이당 0.25m의 폭을 차지하는 것으로 함.

$$\text{철근노출면적율(\%)} = \frac{\text{철근노출면적}}{\text{조사단위면적}} \times 100 = \frac{\text{철근노출길이(L)} \times 0.25}{A(m) \times B(m)} \times 100$$

마. 강 바닥판, 강 거더 및 강 교각

평가 기준	모재 및 연결부 손상				표면열화
	부재 균열	변형, 파단	연결볼트 이완, 탈락	용접연결부 결함	
a	· 없음	· 없음	· 없음	· 없음	· 없음
b	· 보조부재의 국부적 균열	· 보조부재의 국부적 변형	· 보조부재 2%미만	· 부분적 용접불량 (기공, 슬래그, 언더컷)	· 도장탈락 면적 10%미만 · 부식발생 면적 2%미만
c	· 보조부재의 전반적 균열 · 주부재의 국부적 균열	· 보조부재의 전반적 변형 및 파단 · 주부재의 국부적 변형 · 주탑하단부 연결볼트 부식	· 보조부재 2%~10% 미만 · 주부재 2%미만	· 주부재의 심한 용접불량 (기공, 슬래그, 언더컷) · 부분적 용입부족, 용접누락	· 도장탈락 면적 10%이상 · 부식발생 면적 2%~10%미만
d	· 주부재의 전반적 균열	· 주부재의 전반적 변형 및 파단 · 좌굴에 의한 주부재 변형 · 주탑하단부 연결볼트 파단	· 보조부재 10%이상 · 주부재 2%~10% 미만	· 인장플랜지 용접 연결부 용입부족 및 용접누락으로 인한 안전성 저하	· 부식발생 면적 10%이상 · 부식에 의한 단면손상 면적 10%미만
e	· 균열이 주부재 단면의 20%이상 진전	· 좌굴에 의한 과대 변형 및 파단으로 주부재의 안전성 저하	· 주부재 10%이상	· 인장플랜지 용접 연결부 균열진전으로 인해 연결기능 상실	· 부식에 의한 단면손상 면적 10%이상

< 해설 >

- 본 상태평가 기준은 강 바닥판, 강 거더, 강 교각 및 케이블 교량의 보강형과 강 주탑의 상태평가에 적용한다.
- 강재 거더에 대한 상태평가 시 용접연결부에 대한 육안조사 및 비파괴조사 결과를 반영하여 상태평가를 수행한다.
- 주부재라 함은 바닥판(거더)의 구성요소 중 하중을 직접 전달하는 요소를 말하며, 보조부재라 함은 주부재의 변형을 방지하기 위한 보강재를 말한다. 즉, 강 박스의 경우 상·하부 플랜지, 복부판, 종리브, 지정부 격벽은 주부재이며, 수평·수직보강재, 횡리브는 보조부재이다.
- 용접불량의 종류를 내하력 저하를 유발하지 않는 가벼운 용접결함(기공, 슬래그, 언더컷)과 내하력 저하 가능성이 있는 중대 용접결함(용접누락, 용입부족)으로 구분하여 서로 다른 평가기준을 적용한다.
- 부식발생 면적과 도장탈락 면적을 구분하여 평가한다. 즉, 도장탈락은 부재의 내하력 저하와 무관하므로 평가기준을 완화하며, 부식이 발생하였을 경우에는 부식에 의한 단면손상이 시작되었다고 볼 수 있으므로 보다 엄격한 평가기준을 적용한다.
- 강 부재의 균열은 모재 및 용접연결부 균열을 포함한다.
- 강 주탑의 경우 케이블 정착구와 새들은 케이블 시스템에 포함하여 평가하며, 주탑 본체는 강 교각의 평가기준을 적용한다. 강 주탑 평가 시 보조 주탑 및 기초와의 연결부볼트의 부식 및 파단에 대한 손상항목을 추가한다.
- 하중이 집중되는 부재 연결판(트러스교의 현재, 사재, 수직재, 아치교의 아치부재, 수직재, 케이블 교량의 정착구)에 심한 부식, 균열, 변형과 같은 손상이 발생된 경우에는 연결판의 안전성을 별도로 평가한다.

바. 강 가로보와 세로보

평가 기준	모재 및 연결부 손상				표면열화
	부재 균열	변형, 파단	연결볼트 이완, 탈락	용접연결부 결함	
a	· 없음	· 없음	· 없음	· 없음	· 없음
b	· 보조부재의 국부적 균열	· 보조부재의 국부적 변형	· 보조부재 2%미만	· 부분적 용접불량 (기공, 슬래그, 언더컷)	· 도장 손상 면적 10%미만 · 부식발생 면적 2%미만
c	· 보조부재의 전반적 균열 · 주부재의 국부적 균열	· 주부재의 국부적 변형 · 변형 및 충격에 의한 손상발생	· 보조부재 2%~10%미만 · 주부재 2%미만	· 주부재의 심한 용접불량 (기공, 슬래그, 언더컷) · 부분적 용입 부족, 용접누락	· 도장 손상 면적 10%이상 · 부식발생 면적 2%~10%미만 · 부식에 의한 단면 손상 면적 2%미만
d	· 주부재의 전반적 균열	· 주부재의 압축부좌굴에 의한 변형 · 부재의 파단 발생	· 보조부재 10%이상 · 주부재 2%이상	· 인장플랜지 용접 연결부 용입 부족 및 용접누락으로 인한 안전성 저하	· 부식 발생 면적 10%이상 · 부식에 의한 단면 손상 면적 2%이상
e	-	-	-	-	-

< 해설 >

- 본 상태평가 기준은 강 I 거더교, 플레이트 거더교, 강박스 거더교, 트러스교, 아치교 및 케이블 교량의 강 가로보와 세로보의 상태평가에 적용한다.
- 2차부재인 강재 가로보 및 세로보의 경우, 상태평가 기준 범위를 "a~d"로 한다.
- 주부재라 함은 가로보(세로보)의 구성요소 중 하중을 직접 전달하는 요소를 말하며, 보조부재라 함은 주부재의 변형을 방지하기 위한 보강재를 말한다. 즉, 가로보의 경우 상·하부 플랜지, 복부판은 주부재이며, 수직보강재는 보조부재이다.
- 용접연결부 결함에 대한 상태평가 기준을 용접불량의 종류에서 내하력 저하를 유발하지 않는 가벼운 용접결함(기공, 슬래그, 언더컷)과 내하력 저하 가능성이 있는 중대 용접결함(용접누락, 용입부족)으로 구분하여 서로 다른 평가기준을 적용한다.
- 부식발생 면적과 도장손상 면적을 구분하여 평가한다. 즉, 도장손상은 도장탈락, 변색 등 강재를 보호하는 도장의 기능이 저하된 상태를 말하며, 부재의 내하력 저하와 무관하므로 평가기준을 완화하고, 부식이 발생하였을 경우에는 부식에 의한 단면손상이 시작되었다고 볼 수 있으므로 보다 엄격한 평가기준을 적용한다.
- 강 부재의 균열은 모재 및 용접연결부 균열을 포함한다.

사. 신축이음

평가 기준	본체	후타재
a	• 없음	• 양호
b	• 토사, 이물질 퇴적 • 고무판 노화	• 미세균열 발생
c	• 물받이 미설치 또는 파손으로 부분적인 누수 • 유간사이 이물질로 기능불량, 고무판 마모, 국부적인 부식 등의 열화 • 고무판 균열, 볼트 또는 너트의 부분 탈락 • 누수로 인하여 신축이음 하부의 받침 및 코핑부에 이물질 퇴적 및 부식발생	• 균열이 50cm 이하의 간격으로 발생 • 국부적인 박리, 박락, 파손
d	• 강판유동 및 연결 불량으로 이상음 발생 • 신축유간 밀착으로 인한 거동불량 • 신축유간이 넓어 차량통행에 지장 초래 • 신축이음 본체 탈락, 파손 및 작동 불능	• 신축이음의 심한 파손 및 단차로 인하여 차량통행 시 충격발생 • 파손 범위가 후타재 폭 이상으로 큼
e	-	-

< 해설 >

- 본 상태평가 기준은 모든 신축이음의 상태평가에 적용한다.
- 기타부재인 신축이음의 상태평가 기준 범위를 "a~d"로 한다.
- 신축이음 본체 하부의 전체적인 부식 및 변형이 발생하는 경우 "d"로 평가하며, 긴급 보수·보강을 실시한다.
- 후타재 균열이 30cm이하의 간격으로 발생하거나, 전반적인 파손과 단차가 발생하면 평가를 "d"로 한다.

아. 교량받침

평가 기준	받침 본체		받침 콘크리트
	탄성받침	강재받침	
a	• 양호	• 양호	• 양호
b	• 미세균열, 갈라짐 등 경미한 열화	• 외부 도장탈락 및 부식 • 도장탈색, 먼지 쌓임	• 부분적 박리, 탈락 등 손상
c	• 측면 부풀음 • 받침두께의 0.3배 미만의 전단 변형	• 미끄럼판 부식 발생 • 부분적 변형, 고정장치 파손 및 이완	• 받침 콘크리트에 0.3mm이상 균열 발생 • 박리, 탈락 등 손상으로 지지단면 감소, 기능상 장애
d	• 고무재 파손 및 단차, 균열 심화 • 받침두께의 0.3배 이상의 전단 변형 • 받침이 밀착되지 않고 떠있는 부분이 전체면적의 1/2미만 • 받침의 신축기능 불량	• 받침 본체 부식으로 인한 받침 신축거동 장애발생 • 받침 본체 파손 • 받침이 밀착되지 않고 떠있는 부분이 전체면적의 1/2미만	• 받침 콘크리트 파손 및 하부 공동으로 받침의 탈락 및 침하 발생 가능성 있음
e	• 받침 신축기능 불량으로 인하여 받침 본체 및 거더(바닥판)의 파손 발생 • 받침이 밀착되지 않고 떠있는 부분이 전체면적의 1/2이상	• 받침 신축기능 불량으로 인하여 거더 등 주부재의 파손 발생 • 받침이 밀착되지 않고 떠있는 부분이 전체면적의 1/2이상 • 작동불능 상태	-

< 해설 >

- 본 상태평가 기준은 강재 및 탄성받침의 상태평가에 적용하며, 기타 특수받침의 경우에도 본 상태평가 기준을 적용한다.
- 받침 본체의 상태평가 기준 범위는 "a~e"를 유지하고, 받침 콘크리트는 본체에 비하여 중요도가 낮으므로 "a~d"로 한다.

자. 교 대

평가 기준	균 열	열화 및 손상
a	· 구체 균열폭 0.1mm미만	· 없음
b	· 구체 균열폭 0.1mm이상 ~ 0.3mm미만	· 표면 손상면적 2%미만 · 앵커블록 내부 결로 발생
c	· 구체 균열폭 0.3mm이상 ~ 0.5mm미만 · 교대와 날개벽 사이에 폭 1.0mm이상의 균열 발생	· 표면 손상면적 2%이상 ~ 10%미만 · 철근부식 손상면적 2%미만 · 앵커블록 내부 결로에 의한 체수
d	· 구체 균열폭 0.5mm이상 ~ 1.0mm미만 · 날개벽 기울음 및 손상 심화(배면토 유출) · 기초부 부등침하로 인한 구체 기울음	· 표면 손상면적 10%이상 · 철근부식 손상면적 2%이상
e	· 구체 균열폭 1.0mm이상 · 날개벽 전도 위험 있음 · 부등침하로 인한 교대 안전성 저하	· 코핑부 파손으로 인하여 거더의 탈락 가능성 있음 · 심한 철근부식으로 인하여 교대의 안전성이 저하됨

< 해설 >

- 본 상태평가 기준은 콘크리트로 시공된 모든 형식의 교대와 현수교의 앵커블록의 상태평가에 적용한다.
- 균열폭에 관한 상태평가 기준은 교대 구체에서 발생한 균열에 국한한다.
- 열화 및 손상과 철근부식은 표면손상 면적과 부식으로 인한 철근의 단면손상 발생면적으로 평가한다.
- 상부구조의 침하 및 단차가 발생하거나, 받침 연단부 파손으로 거더의 탈락이 우려되는 경우 "e"로 평가하며, 즉시 보강 또는 개축을 실시한다.
- 타정식 현수교의 앵커블록은 교대의 상태평가기준에 준하여 평가하며, 앵커블록을 제외한 하부 구조물 중에서 하중지지와 토류벽체의 기능을 동시에 갖고 있으면 교대로, 하중지지 기능만 있을 경우에는 교각으로 평가한다.
- 자정식 현수교의 주케이블이 정착되는 교각은 교각의 상태평가 기준에 준하여 평가한다.

차. 콘크리트 교각

평가 기준	균 열	열화 및 손상
a	· 균열폭 0.1mm미만	· 없음
b	· 균열폭 0.1mm이상 ~ 0.3mm미만	· 표면 손상면적 2%미만
c	· 균열폭 0.3mm이상 ~ 0.5mm미만	· 표면 손상면적 2%이상 ~ 10%미만 · 철근부식 손상면적 2%미만
d	· 균열폭 0.5mm이상 ~ 1.0mm미만 · 기초의 부등침하로 인한 교각 기울음	· 표면 손상면적 10%이상 · 철근부식 손상면적 2%이상
e	· 균열폭 1.0mm이상 · 부등침하로 인한 교각 안전성 저하	· 코핑부 파손으로 인하여 거더의 탈락 가능성 있음 · 심한 철근부식으로 인하여 교대의 안전성이 저하됨

< 해설 >

- 본 상태평가 기준은 콘크리트로 시공된 모든 형식의 교각의 상태평가에 적용한다.
- 열화 및 손상과 철근부식은 표면손상 면적과 부식으로 인한 철근의 단면손상 발생면적으로 평가한다.
- 코핑부 파손으로 거더의 탈락이 우려되는 경우 "e"로 평가하며, 즉시 보강 또는 개축을 실시한다.

카. 기 초

평가 기준	기초(직접, 말뚝, 케이슨) 손상	지반의 안정성
a	· 없음	· 없음
b	· 직접기초(확대기초)에 폭 0.3mm미만의 균열 발생	· 매립된 직접기초(확대기초)의 상부가 세굴 등에 의해 노출됨
c	· 직접기초(확대기초)에 폭 0.3mm이상의 균열 및 단면손상 발생 · 침식, 충돌 등에 의한 말뚝 및 케이슨 기초의 단면손상 발생	· 침하가 20mm미만 발생 · 세굴이 직접기초(확대기초)의 하단까지 진행되어 말뚝 및 케이슨 기초가 부분적으로 노출됨
d	· 직접기초(확대기초)의 파손으로 인한 철근 노출 발생 · 침식, 충돌 등에 의한 말뚝 및 케이슨 기초의 철근노출 발생	· 침하가 20mm이상 발생 · 세굴에 의해 말뚝 및 케이슨 기초가 전반적으로 노출됨 · 기초의 부등침하 및 측방유동에 의해 교대/교각이 기울음
e	· 기초의 파손 및 침식으로 인한 하부구조물의 안전성 저하	· 기초의 부등침하 및 측방유동에 의한 교대/교각의 기울음으로 인해 상부구조의 단차 및 파손 발생

< 해설 >

- 본 상태평가 기준은 케이블 교량의 주탑 기초를 포함하여 모든 하부구조물의 기초의 상태평가에 적용한다.
- 기초 자체의 손상항목에는 직접기초(파일두부)의 파손, 파일의 손상 및 결함 등이 있으며, 지반의 안정성 항목으로는 기초의 근입장 부족, 측방유동, 세굴 등에 의한 기초의 부등침하가 중요한 평가항목이 된다.
- 기초의 침하는 20mm미만이 발생하면 평가기준은 "c", 20mm이상이 발생하면 "d"로 평가한다.
- 지반의 안정성 평가항목의 경우, 세굴이 진행하여 기초 하부의 국부적인 노출이 발생하면 평가기준은 "c"로 평가하고, 기초하부의 전반적인 노출 및 부등침하 발생시 "d"로 평가하며, 부등침하로 인한 상부구조물의 안전에 위해가 발생할 경우 "e"로 평가한다.

타. 탄산화

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

< 해설 >

- 탄산화 깊이에 대한 평가는 철근으로부터 탄산화의 남은 깊이를 지표로 하여 탄산화에 의한 강재부식 가능성을 나타낸 것으로 탄산화에 의한 단독 열화에 대하여 적용한다.
- 콘크리트 품질평가 기준인 탄산화는 직접적인 손상항목이 아닌 철근부식을 유발할 수 있는 환경에 관한 항목으로서 상태평가 기준 범위를 "a~d"로 한다.
- 탄산화 조사는 상·하부구조로 구분하여 6.7절의 콘크리트 탄산화 깊이 측정에 따라 시행하며, 시험개소별로 평가한다.
- 철근의 피복은 조사 위치에서의 실측치를 기준으로 한다.

4.2.3 구조형식에 따른 일반교량의 부재별 가중치

구분	결 함 도 평가항목		슬래브 교 량	거더교량						라멘교			
				일반 거더교			바닥판 · 거더 일체형		아치, 트러스		거더 없음	거더있음 (복개구조물)	
				일반	2차부재 없 음	바닥판 없 음	강 바닥판	PSC 박스	콘크리트 바닥판	강 바닥판			
상부	바닥판		34	18	18	－	20	23	15	34	20	21	
	주 형		－	20	25	37	18	20	23	－	21	23	
	2차부재		－	5	－	11	5	－	5	－	5	－	
하부	교대/교각		20	13	13	18	13		13	34	22	24	
	기초		7	7	7	7	7		7	7	7	7	
받침	교량받침		10	9	9	14	9		9	3	3	3	
기타	신축이음		10	9	9	－	9		9	3	3	3	
	교면포장		7	7	7	－	7		7	7	7	7	
	배수시설		3	3	3	－	3		3	3	3	3	
	난간/연석		2	2	2	6	2		2	2	2	2	
콘크리트	탄산화	상부	2(4)	2(4)		－	－	2(4)	2(4)	－	4(7)		
		하부	2(3)	2(3)		4(7)	4(7)	2(3)	2(3)	4(7)			
	염화물	상부	2(0)	2(0)		－	－	2(0)	2(0)	－	3(0)		
		하부	1(0)	1(0)		3(0)	3(0)	1(0)	1(0)	3(0)			

() : 정밀점검 시 적용 가중치

< 해설 >

- 하부구조물이 무근콘크리트로 시공된 경우, 하부구조물의 탄산화 및 염화물 항목에 할당된 가중치를 상부구조물의 탄산화 및 염화물 항목의 가중치에 포함시킨다.
- 하부구조물은 무근콘크리트, 상부구조물은 강재로 시공된 경우, 상부구조물의 탄산화 및 염화물 항목에 할당된 가중치는 상부구조물의 상태평가 항목(바닥판, 거더)의 가중치에 균등 분배하고 하부구조물의 탄산화 및 염화물 항목에 할당된 가중치는 하부구조물(교대/교각)의 가중치에 포함시킨다.
- 교량받침이 없는 라멘교의 경우, 교량받침에 할당된 가중치를 바닥판, 거더, 교대/교각의 가중치에 균등하게 배분한다.
- 기타시설물(신축이음, 교면포장, 배수시설, 난간/연석)이 없는 경우, 기타시설물에 할당된 가중치는 바닥판의 가중치에 포함시킨다.
- 기초에 대한 평가가 수행되지 않았을 경우, 기초에 할당된 가중치는 교대/교각의 가중치에 포함시킨다.

4.3 상태평가 결과 산정 방법

4.3.1 경간(지점)별 부재 상태평가 산정

- 1) 개별부재에서 발견된 결함 및 손상에 대하여 평가한 후 각 상태평가 결과 중 최저값을 개별부재 상태평가 결과로 산정한다.
- 2) 한 경간 내에서 여러 부재가 있을 경우는 각 부재의 상태평가 기준 중 최저값을 경간(지점) 상태평가 결과로 산정한다.
- 3) 복개구조물은 바닥판의 장변방향으로 경간을 구분하고, 1경간의 길이는 약 50M 범위 또는 신축이음부를 경계로 경간을 구분하는 것으로 한다.

4.3.2 전체 시설물의 상태평가 결과 결정

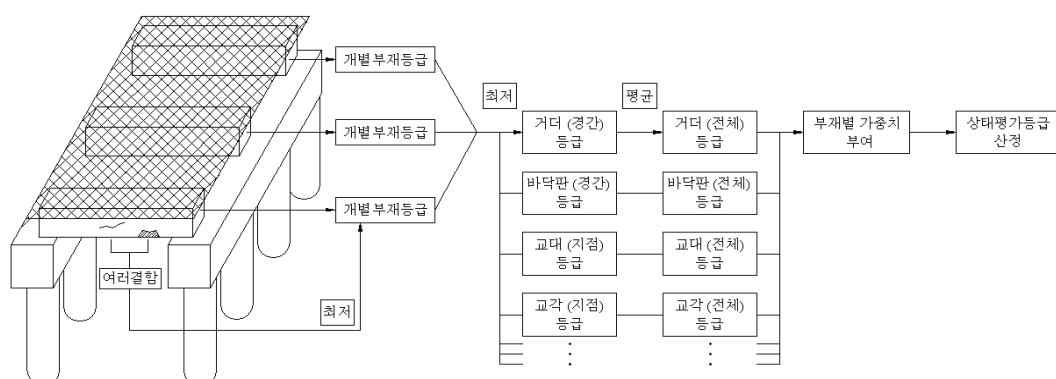
구조형식이 같은 부재에 대해 부재별로 평균하여 부재 상태평가를 결정한 후 구조형식에 따른 부재별 가중치를 적용하여 환산 결함도 점수를 구한다. 환산 결함도 점수는 시설물 전체의 상태평가 결과를 산정하기 위한 값이며 <표 4.2>의 결함도 점수 범위에 따른 기준을 적용하여 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 구한다.

<표 4.2> 결함도 점수 범위에 따른 기준

기 준	a	b	c	d	e
결함도 범위	$0 \leq x < 0.13$	$0.13 \leq x < 0.26$	$0.26 \leq x < 0.49$	$0.49 \leq x < 0.79$	$0.79 \leq x$

◎ 램프교가 포함된 교량의 경우

본교와 각 램프교에 대해서 각각 상태평가 결과를 산정하며, 길이와 차선에 따른 가중치를 적용하여 종합평가 시 본교와 접속교 및 램프교를 모두 포함하여 최종 상태평가 결과를 산정한다. 또한 경간 및 부재의 상태가 좋지 않은 경우 부가적인 설명을 명시한다.



<그림 4.1> 전체 교량의 상태평가 결과 산정방법 예

제5장

보수방안

5.1 보수공법에 대한 개요

5.2 보수공법 비교

제 5 장 보수방안

5.1 보수공법의 개요

5.1.1 개 요

구조물의 완공 후 구조물에 대한 주기적인 점검 활동을 통해 구조물의 현상을 파악하고 구조물의 내구성 및 성능저하에 따른 손상상태를 조기에 발견, 적절한 조치를 취함으로써, 사용자의 재해예방은 물론 구조물의 효용증진을 꾀할 목적으로 실시한다.

본 구조물의 초기점검은 시설물에 대한 유지관리 자료가 없는 상태에서 실시되고 시설물과 관련된 유지관리 자료가 불충분하여 손상 및 손상의 진행성 여부를 확인하는데 제한적일 수밖에 없었다. 따라서 지금까지 조사한 내용을 종합·분석하여 보면, 시설물의 안전성에 문제가 될 만한 손상은 발생되지 않았으나, 국부적으로 발생한 손상들이 향후 구조물의 공용성 및 내구성 등에 영향을 줄 수 있으므로 국부적인 보수를 실시하는 것으로 판단하였다.

본 구조물의 보수방안은 구조물의 열화상태, 구성 재료의 물성과 내구성능, 구조물의 내하력 등을 기초로 보수방안을 선정하여 구조물의 장기적인 내구성 확보와 안전성을 유지하도록 하는데 그 기초를 두었다.

5.1.2 보수공법의 선정기준

가. 보수공법의 선정기준

1) 일 반

구조물에 대한 보수는 손상구조물의 영향정도, 구조물의 중요도, 사용 환경조건 및 경제성 등에 의해서 보수방법 및 수준을 정하여야 한다. 보수는 구조물에 작용한 위해요인에 의해 발생한 구조물의 손상을 치유하는 것을 말한다. 따라서 보수를 위해서는 상태평가 결과 등을 정밀검토 후 보수 필요성, 방법, 수준을 결정하여야 한다.

2) 보수 및 보강의 필요성 판단

보수의 필요성은 발생한 균열 등의 손상이 어느 정도까지 허용되는가의 판단에 의하여야 하며, 이를 위해 각종 기준 및 표준시방서 등을 참조한다.

3) 보수 수준의 결정

보수의 수준은 위험도, 경제성 등을 고려하여 현상유지(진행억제), 실용상 지장이 없는 성능까지 회복, 초기 수준이상으로 개선, 개축 중에서 선택한다.

4) 공법의 선정

구조물 결함에 따른 보수는 보수재료와 공법 선정 시 공법의 적용성, 구조적 안전성, 경제성 등을 검토하여 결정한다. 이 때 중요한 것은 구조물의 결함 발생 원인에 대한 정확한 분석이며, 이를 통해 적절한 공법을 선정할 수 있고, 또한 적절한 보수재료를 선택할 수 있다. 따라서 시설물관련 제반자료, 진단 시 수행한 각종 상태평가 및 안전성 평가 결과를 기초로 하여, 결함 발생 원인에 대한 정확한 분석 후 결함부위 또는 부재에 가장 적합한 보수공법을 선택하여야 한다.

나. 보수재료의 종류

1) 균열보수재료

구 분	보수재료의 종류	표면처리공법	주입공법	충전공법
수 지 계 재	폴리머 모르터			○
	에폭시수지		○	○
	가소성에폭시수지		○	○
	탄성실링재	○		○
	도막탄성방수재	○		
시멘트계 재 료	폴리머시멘트슬러리		○	
	폴리머시멘트페이스트	○		
	폴리머시멘트모르터			○
	시멘트충전재	○		
	팽창시멘트주입재		○	

무기질계 재료	수지계 재료
· 폴리머시멘트슬러리, 폴리머시멘트페이스트,	· 에폭시계
폴리머시멘트모르터	· 폴리에스테르계
· 시멘트 충전재	· 폴리우레탄계, 고무, 아스팔트계
· 팽창시멘트주입재	

2) 콘크리트 구체 처리재

방수성을 개선시키거나 취약한 콘크리트의 표면을 강화시키며, 철근의 부식 환경을 개선하는 등의 목적으로 콘크리트 표면에 도포하고 함침시키는 재료

침투성 흡수방지재	• 콘크리트 표면에 도포 함침하는 것에 의해 콘크리트 표층부에 흡수방지층을 형성하여 외부로부터의 물과 염화물 이온의 침투를 억제하는 재료
침투성 고화재	• 취약한 콘크리트의 표면층을 강화함과 동시에 마감재의 부착성을 개선할 수 있는 재료 사용 시 취약층을 완전하게 강화할 필요가 있음
무기질 침투성방수재	• 콘크리트 표층부에 도포하는 것에 의해 재료중의 활성성분이 함침하고, 콘크리트 내부의 물에 용출하고 있는 칼슘이온과 반응해석, 표층부에 치밀한 방수층 형성
침투성 알카리부여재	• 중성화된 콘크리트에 알카리성을 부여하여 철근을 보호하는 것으로, 콘크리트 표면에 도포하여 그 함침부분의 철근부식을 방지
도포형 방청재	• 염화물을 함유한 콘크리트의 철근부식환경을 개선하는 것으로, 콘크리트 혼화용의 방청재가 전기화학적 효과에 의해 철근의 부식을 억제
폴리머 함침재	• 폴리머계 함침재를 콘크리트에 함침시킨 후 중합조작을 거쳐 경화시키고, 콘크리트의 기공을 충전, 콘크리트 조직을 치밀하게 함과 동시에 내하력 개선효과가 우수

3) 단면복원재

- 단면 복원재는 보수부위의 불건전부를 잘라낸 콘크리트 손상부를 메우기 위해서 사용되는 것으로 바탕콘크리트에 대한 접착성, 열화인자 침입의 억제효과가 기대
- 보수단면이 큰 경우와 구조보수를 하는 경우에는 보수부의 콘크리트와 역학적인 성질이 유사한 단면 복원재를 선택하여야 함

폴리머시멘트 모르터	• SBR계, EVA계, PAE계 등의 폴리머시멘트모르터(방청제첨가제를 포함) 등이 있으며 재유화형 분말수지를 배합한 기 조합제품의 이용이 증가되고 있다.
폴리머모르터	• 폴리에스테르 수지계, 에폭시 수지계, 아크릴 수지계 등의 폴리머모르터(레진 모르터)등이 있으며, 경량골재를 사용한 것이 많다.
시멘트모르터	• 보통포틀랜드시멘트, 조강포틀랜드시멘트, 초속경포틀랜드시멘트, 골재, 혼화제 등을 배합한 보통시멘트모르터 또는 콘크리트가 사용된다.

4) 철근방청처리재

- 철근방청처리재는 녹 제거작업이 되어있는 철근에 도포해서 사용되는 것으로 에폭시수지계, 타르 에폭시수지계 등의 방청도료 또는 방청제를 함유한 폴리머시멘트페이스트 및 모르터 등이 사용됨
- 일본의 경우 시스템화 된 보수공법으로 최근에는 폴리머의 시멘트계의 비율이 증가하는 추세

폴리머시멘트계	합성수지계
• SBR계와 PAE계가 많이 시판 • SBR계는 방수성, 중성화 저항성 우수 • PAE계는 초기접착성, 시공성 우수	• 에폭시수지도료, 아크릴수지, 우레탄수지 • 경화가 빠르고, 도장작업 간단 → 공기단축 • 에폭시수지 → 철근부식 발생우려

항 목	폴리머시멘트계 방청처리재	에폭시수지계 방청처리재
방청성	• 도장방법 등에 주의가 필요함	• 경화제의 종류에 따라서 역효과 가능함
부착성, 방수성, 차염성	• 첨가되는 폴리머의 효과에 의한 것으로 그 종류 및 혼화량에 따라 상이함	• 수지의 효과에 의한 것으로 폴리머시멘트계에 비해 성능이 우수함
내화성, 내열성	• 콘크리트와 같은 정도이나 폴리머의 혼화량이 많으면 내화성이 저하됨	• 온도가 높게 될수록 변형되기 쉬움

5.1.3 보수재료의 선정

가. 선정 시 고려사항

재료특성	➡	강도, 탄성계수, 연신율, 부착강도 등
재료성질	➡	내구성, 내화성, 내화학성, 차수성, 내염성 등
기 타	➡	경제성, 시공성, 미관, 시공실적 등

나. 보수재료 선정

1) 각 항목별 우수 보수재료 선정

구 분	내 구 성		사 용 성		유지관리	
	보수효과	내구수명	친환경성	경관조화	유지관리	유사실적
균 열 보수재	수지계재료	수지계재료	수지계재료	시멘트계 재료	시멘트계 재료	수지계재료
구 체 처리재	폴리머 함침재	폴리머 함침재	침투성 알카리부여재	도포형 방청재	폴리머 함침재	폴리머 함침재
단 면 복원재	폴리머 모르터	폴리머 모르터	폴리머 모르터	폴리머 시멘트모르터	폴리머 시멘트모르터	폴리머 모르터

2) 보수재료 선정결과

구 분	선정결과	선정사유
균열보수재	수지계 재료 (에폭시 수지)	• 균열의 진행을 억제 • 시공사례가 많아 시공경험 풍부 • 짧은 양생기간 및 재균열 발생을 저감
구체처리재	폴리머 함침재	• 화학적 반응에 의해 조직을 치밀하게 함 • 콘크리트 열화부의 기공을 충전 • 내하력 개선효과가 우수
단면복원재	폴리머 모르터	• 콘크리트와 역학적인 성질이 비슷함 • 기존 콘크리트와 부착효과 우수 • 시공사례가 많음

5.2 보수방안

5.2.1 표면처리공법에 의한 균열보수 공법

가. 표면처리공법의 개요

이 공법은 균열을 따라 콘크리트 표면에 피막층을 형성하는 공법과 광범위한 콘크리트 표면 전체를 피복하는 방법으로 분류할 수 있다. 전자는 통상 0.2mm 이하의 잔균열에 대하여 방수성, 내구성을 확보할 목적으로 실시되며, 구조 성능, 미관성의 확보를 위해서는 사용되지 않는다. 한편 후자는 일반의 건축 마감 공법 가운데 콘크리트의 내구성, 방수성, 미관성을 확보하기 위해서 사용하며 구조 성능의 회복에는 유효하지 않다.

나. 균열부 표면처리공법

이 공법은 비교적 간단한 공법이며 주로 균열폭의 변동 유무에 의해 선택하는 것이 중요하다. 일반적으로 균열폭의 변동이 작은 경우에는 에폭시수지, 균열폭의 변동이 큰 경우는 타르 에폭시, 폴리우레탄이 사용되고 있다. 더구나 간단한 보수에는 시멘트 모르타르, 아스팔트 등을 사용하는 일이 있다.

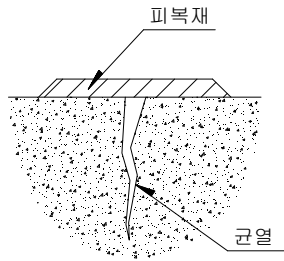
시공에 있어서는 일반적으로 합성 수지계의 마감 재료의 시공과 똑같은 주의가 필요하다. 즉, 표면 처리전에 콘크리트 표면을 와이어 브러쉬, 물 따위로 충분히 청소한다. 더우기 처리 부분에 콘크리트와 보수재료의 접착성을 저해하는 불규칙한 표면이 있는 경우에는 합성수지 퍼티 또는 합성수지 에멀전으로 혼입한 시멘트 페이스트, 모르타르로 콘크리트 표면을 조정한다.

여기에서 외부에는 내수성의 문제가 있는 합성수지 에멀전과 같은 퍼티는 사용하지 않는편이 바람직하다.

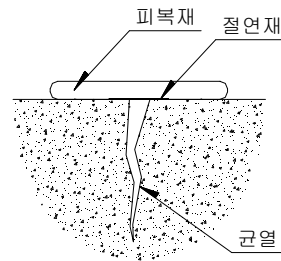
다. 전면처리공법

이 공법은 본질적으로 마감공법과 비슷하며, 콘크리트 구조체의 내구성, 방수성을 향상시키는 효과가 큰 마감재료 공법의 일부가 보수 효과를 노려 많이 사용되고 있다. 그러므로 이 공법은 매우 가는 균열이 콘크리트 표층에 광범위하게 발생되었을 때 실시되며, 다른 특별한 보수공법을 시공한 후에 미관성을 향상시키기 위하여 실시된다. 시공 방법은 마감 공법의 시방에 준하여 실시된다. 보수(마감)재료의 경화 기구에 따라 적합한 콘크리트 표면의 상태, 시공, 양생의 방법이 크게 달라진다.

라. 표면처리공법 개요도



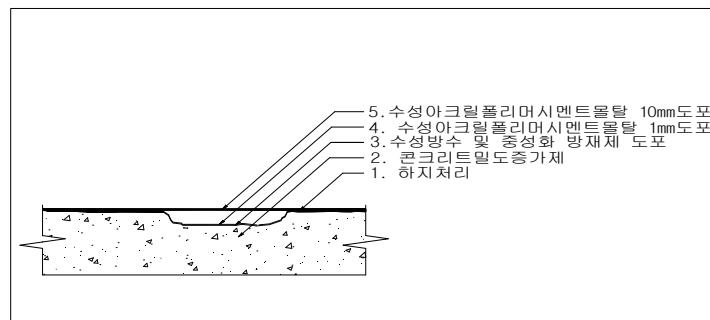
(a) 표면처리공법



(b) 균열폭의 변동이 큰 경우의 표면처리공법의 일례

<그림 5.1> 표면처리공법 개요도

바. 표면처리공법 시공순서도



<그림 5.2> 표면처리공법 시공순서도

사. 시공방법 및 시공 시 주의사항

- 기존 콘크리트의 백화 및 백태 부분을 그라인더를 이용하여 콘크리트 표면을 처리한다.
- 콘크리트 표면처리 시 파편 및 분진이 발생되므로 보호안경 착용 후 작업을 한다.
- 콘크리트 표면처리 후 고압세척기를 이용하여 표면을 고압 세척한다.
- 압력이 높으므로 노즐방향이 사람을 향하지 않도록 하며, 보호 장구 착용 후 작업을 한다.
- 물세척(고압세척)후 건조시킨다.
- 기존 콘크리트의 구체 및 표면안정을 위하여 수성폴리머수지 1~2회 도포
- 물과 1 : 1~2로 희석하여 사용. ※ 5℃ 이하에서는 작업을 중지해야 한다.
- 건조면에는 콘크리트의 탄산화 방지 및 방수를 위하여 면 처리재를 2회 도포한다.
- 5℃ 이하에서는 작업을 중지해야 한다.
- 1회 도포 후 상온(30℃이하)에서 표면 상태를 확인하고 2회 도포한다.
- 작업장 주위를 깨끗하게 정리한다.

5.2.2 주입에 대한 균열 보수공법

가. 균열보수 공법의 개요

콘크리트는 시멘트 경화체(Matrix)와 골재의 합성재료로서 비균질성이기 때문에 인장강도가 전 부재에서 일정치 않다. 따라서 콘크리트 구조물 설계에서는 인장측 콘크리트에 균열이 발생되어 있다고 가정하여 모든 인장력을 철근이 부담하도록 계산되어진다. 발생한 균열은 근본적으로 구조적인 결함을 의미하지는 않지만 균열후의 철근 응력이 탄성범위 내에 머무르도록 해야 한다. 균열은 구조물의 내구성, 안전성을 감소시키고 최악의 경우에는 구조물의 파괴를 예시한다.

균열부위에는 항상 대기의 먼지나 오물이 집결되어 미관을 해치고 방수성을 악화시킨다. 이들 균열보수의 목적은 구조물의 성능회복, 일체화, 방수 및 철근 부식방지이고 보수작업 검토 이전에 균열원인을 명확히 분석해야 한다. 이를 위해서는 균열의 위치, 균열 폭 간격 깊이, 구조물 형태, 균열의 이동성 여부, 균열 발생 시기 등의 조사가 선행되어야 한다.

구조물의 균열 보수공법은 다음과 같다.

- 주입공법
- 충전공법
- 동성균열 보수
- 누수보수공법

나. 주입공법

균열에 보수재료를 직접 주입함으로써 구조물의 성능, 방수성, 구조물의 일체화 및 내구성을 회복하는 보수방법을 주입 공법이라 한다. 이것은 가장 대표적인 콘크리트 균열 보수공법이다. 주입공법은 크게 나누어 고압·고속으로 단시간에 주입하는 직접주입공법과 저속·저압으로 장시간에 주입하는 간접주입공법이 있다.

다. 직접(고압·고속)주입공법

주입공법은 일반적으로 콘크리트구조물의 응력상 지장이 없는 부분의 균열진행을 방지하고 콘크리트 구조물의 일체화를 도모하기 위하여 균열부에 주로 에폭시계 수지를 주입하여 보수하는 공법이다. 에폭시계 수지의 주입은 주입펌프로 시행하나, 균열부분 및 그 주변에 부착되어 있는 유리석회, 먼지, 흙 등을 제거하고 청소한 후에 시공해야 한다. 또한 이 공법은

시공이 확실하게 이루어졌는가의 여부를 확인하기가 일반적으로 어렵기 때문에 시공관리를 잘 하여야 한다. 특히 본 공법에 의해 균열이 완전히 채워지는 경우에는 구조물의 열화를 방지하고 내구성을 유지하는 본래의 목적을 달성할 수 있지만, 구조물의 일체화에 있어서 강성과 강도가 균열발생 전의 상태로 회복되기 어렵다. 이의 원인으로는 콘크리트와 수지 사이의 강성의 차이, 주입시공의 완전성, 연속성 등으로 크게 3가지 요인에서 기인된다.

- 현재 주입에 사용되는 수지의 강도는 일반적으로 높지만 탄성계수는 콘크리트의 1/10 전후의 것이 많기 때문에 콘크리트 사이에 주입된 수지형태로는 완전한 강성을 바랄 수 없다.
- 내부의 미세한 균열까지 완전히 주입해야 하는 구조물에 있어서 완전 주입을 기대할 수 없는 경우가 있다.
- 주입 시 균열에 흙, 유리석회 등이 부착되어 있는 경우에는 콘크리트와 충분한 접착을 갖지 못하므로 구조체로서의 연속성, 특히 인장응력을 받는 부분의 역학적인 연속성의 복원을 기대하기가 곤란하다.

이와 같이 수지주입에 의한 강성과 강도의 완전회복은 곤란하지만, 내하력과 사용성의 회복에는 어느 정도 효과가 있는 것으로 밝혀져 다음과 같은 경우에 주로 사용된다.

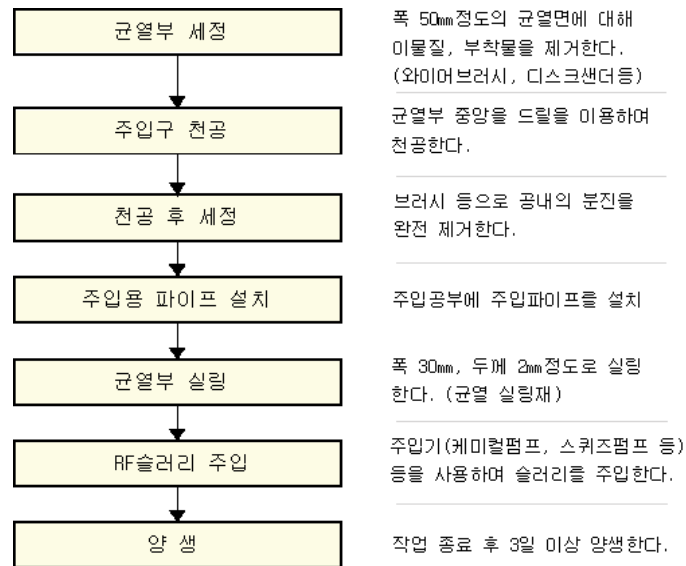
- 콘크리트 구조물의 균열보수
- 콘크리트 결함부의 주입보강
- 받침의 간극주입
- 앵커 볼트의 간극주입
- 콘크리트와 철근의 간극부분 주입

라. 간접(저압·저속)주입공법

직접(고속·고압) 주입공법은 시일재 사이로 수지가 노출되기 쉽고 깊숙한 부위에 주입재가 도달하기 전에 입구 가까운 얇은 곳에서 확산해 버리는 결점이 있다.

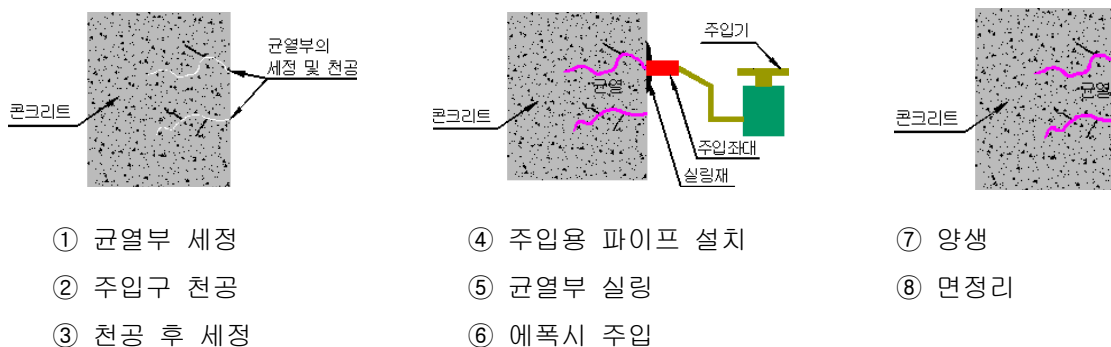
저압·저속 주입공법은 확실하게 주입되는 반면 숙련을 요하고 시간이 오래 걸리므로 작업성이 오래 걸리는 결점이 있다. 또한 직접(고속·고압) 주입공법은 시공자가 수지가 얼마만큼 주입되었는지 알 수 없을 뿐만 아니라, 숙련된 기능공이나 작업원의 감각에 의해 의존하는 방법이므로 균열부에 완전히 주입하는 것이 어려우며, 재차 균열이 발생하여 보수를 반복하는 결점이 있어 이러한 문제를 보완한 공법이 간접(저속·저압) 주입공법(BICS : Balloon Injection for Concrete Structure)이다.

마. 주입공법의 개요도



<그림 5.3> 주입공법의 개요도

바. 주입공법의 시공순서도



<그림 5.4> 주입공법의 시공순서도

사. 철근부식 보호성능 회복을 위한 주입

구조물의 내구성은 무엇보다도 철근 피복층의 두께와 치밀성에 좌우된다. 또한 피복두께에 따라서 균열 폭이 철근부식에 영향을 주게 된다. 대체로 정상적인 환경조건에서는 균열 폭이 0.3mm 까지는 피복두께가 20mm 이상, 시멘트 함량이 300 kg/m³ 이상인 치밀한 콘크리트에서는 문제되지 않는다. 그러나 용빙 제설제등의 침투가 가능한 환경조건에서는 아주 작은 폭의 균열에서도 콘크리트내의 보강재(철근, PS-강재)의 부식을 초래할 수 있는 요인이 될 수 있다. 따라서 균열보수의 주요목적은 철근부식을 촉진시키는 물질이 균열을 통해 콘크리트 속으로 침투하는 것을 차단하는 것이다. 만일 균열보수의 목적이 단순히 철근의 부식보호에만 있다면 저점성도, 모세관력이 강한 Epoxy Resin의 침투로서 충분하다. 이를 위해서 균열부

위는 압축공기나 진공청소기에 의해서 오물, 먼지 등의 이물질을 제거해야 한다. 그리고 나서 Resin 을 붓으로 여러 번 칠하고 더 이상의 Resin 이 흡수되지 않을 때까지 반복한다.

이와 같은 보수방법으로 Resin 의 침투깊이는 약 5mm 또는 균열 폭의 10~15 배 정도에 달한다. 그러나 일체성 회복을 위해 균열을 완전히 보수할 필요가 있을 때에는 '가압식 주입공법'을 적용해야 한다. 이 방법으로 물에 포화된 균열 폭 0.1~ 0.2mm 까지 보수가 가능하다.

사. 안정성(일체성) 회복을 위한 주입

균열폭이 클 경우에는 구조물의 안정성을 검토해야 한다. 구조물 설계 시에는 전체 인장력을 철근이 받도록 돼있어서 미세한 균열은 안정성에 큰 위험요소가 아니라고 할 수 있으나 균열 폭이 크거나 관통균열일 경우에는 철근응력증가 및 부재내력감소로 인해 구조체 안정성 문제가 된다. 주입 공법의 성공여부는 사용된 재료와 시공방법에 좌우된다.

시공 시 외부온도, 재료의 습도 등은 간단히 측정되나 주입재료(Resin)와 균열벽과의 접착 강도를 정확히 판단하기는 어렵다. 이것은 균열부위의 오물 정도, 습도 및 탄산화 정도에 의해서 결정되기 때문이다. 따라서 주입한 균열부위는 인장하중 시 응력을 100% 감당할 수 없기 때문에 보수설계 시 이점을 유의해야 할 것이다.

아. 주입 작업

작업 전에 균열발생원인과 진행성 여부를 조사해야 한다. 보수작업의 성패는 우선 균열원인을 제거하는데 있다. 즉, 신축이음, 기초개선, 구조적 보강 등. 부분적으로 아주 미세한 균열의 보수를 위해서는 주입구멍이 필요하다. 이를 위해서 반발 밸브가 장치된 주입 Packer를 사용하며 이것은 주입 후 Resin 이 균열에 고루 분포할 수 있도록 하는 압력을 유지시키는 역할을 한다.

Packer는 필요압력과 균열종류에 따라서 Bore Packer나 접합 Packer 로 설치할 수 있다.

각 Packer 사이의 간격은 균열 폭, 깊이(부재 두께)에 따라서 정해진다. Packer 사이의 균열은 밀봉을 하여 Resin 방출을 방지해야 한다.

그러나 Polyurethane을 사용할 경우에는 밀봉 작업이 필요 없다. Resin 주입기로는 1 요소 기구와 2요소 기구가 있는데, 2요소 기구에서는 주입 직전에 서로 다른 관을 통해서 운반된 Resin 과 경화제가 Pistol 에서 혼합된다.

Resin은 가압하여 주입하고 수직면의 균열은 하부에서부터 주입한다. 주입압력은 약5 분 동안 유지해야 하는데 이것은 콘크리트 공극의 모세관 현상을 고려해야 하기 때문이다.

주입 작업은 압력이 너무 높이 오르거나(주입이 불가능) 다음 주입구나 뒷면에서 Resin 이 방출되면(이상적인 경우) 정지한다. 콘크리트의 모세관 현상 때문에 균열 측면에서 Resin 이

흡수되는 것을 고려하여 Resin 경화 전에 최종적으로 다시한번 주입할 필요가 있다. 주입 작업 중에 다음과 같은 사항을 기록하여 보수체의 품질 상태 판정에 자료가 되도록 한다.

- 주입부 위치 및 균열 형상
- 주입 시기 및 주입 지속 시간
- 주입 압력
- Resin 소모량 및 부재 흡수량(추정)
- 기타 특기 사항, 즉 비정상적으로 높은 소모량, 압력 감소, 작업 중단 등

5.2.3 콘크리트 단면보수공법

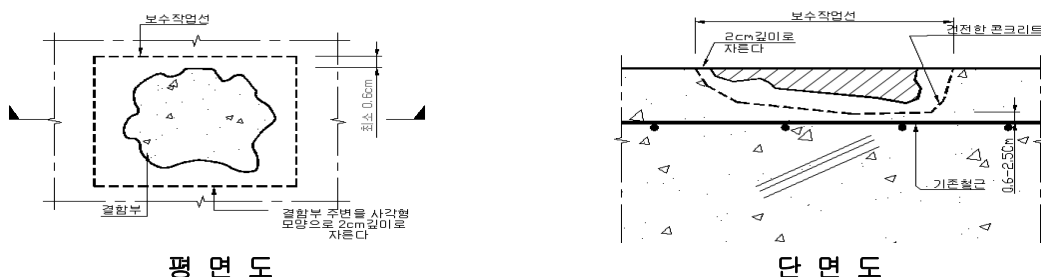
콘크리트 부재의 손상(박리, 재료분리, 박락, 철근노출 등)의 깊이 및 정도에 따라 다음과 같이 보수·보강 공법이 있다.

가. 얇은 보수 (Shallow Repairs)

얇은 보수는 콘크리트 손상 깊이가 얇고 철근이 노출되지 않는 경우에 적용된다. 손상 콘크리트는 직사각형이나 정사각형으로 2cm정도 깊이까지 철근 덮개를 제거하고 압축공기해머나 수압분쇄기로 제거하며, 콘크리트의 제거(Saw cutting)시 철근에 손상을 입혀서는 안 된다.

▷ 시공순서

- 콘크리트의 백태 부분을 그라인더 등을 이용하여 표면 처리
- 표면처리 후 고압살수기 등을 이용하여 표면 고압세척
- 바탕조정 후 표면강화제와 표면 보호재 도포



<그림 5.5> 콘크리트 부재의 얇은 보수

나. 깊은 보수 (Deep Repairs)

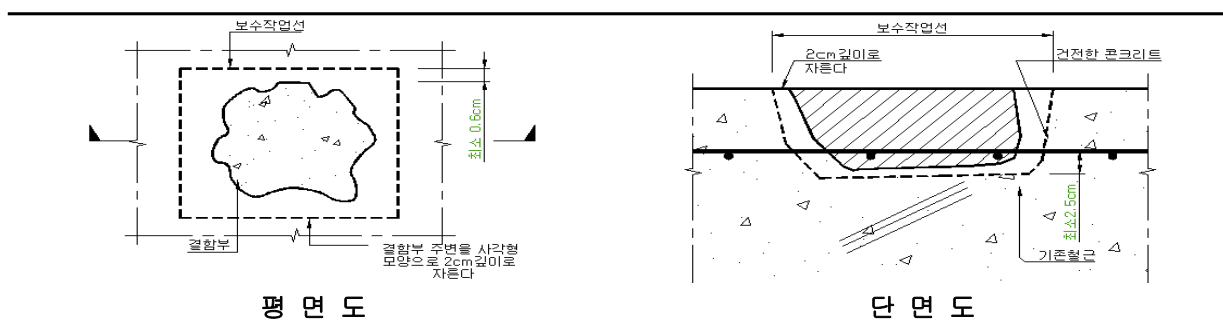
깊은 보수는 손상 깊이가 철근피복두께보다 더 깊을 때 적용된다. 손상 콘크리트는 얇은 보수에서처럼 제거하지만 철근은 완전히 노출시키며, 콘크리트의 제거시 철근에 손상을 입혀서는 안 된다.

철근 안쪽 콘크리트를 2.5cm정도 깊이까지 제거하고 철근은 샌드블라스팅이나 수압분쇄기로 완전히 청소하며, 만일 중앙부의 철근에 단면손실이 있다면 보강철근으로 보강하고 철근에는 방청도료를 칠하여 방식효과를 높이도록 한다.

▷ 시공순서

- 손상 콘크리트 표면 청소 및 정리
- 철근 단면손실 시 철근 보강 및 방청도료 칠하기
- 신구콘크리트 접착제 바르기
- 몰탈 채우기
- 중성화 방지재 및 방수재 도포

또한 신구 콘크리트 이음면에서 접착이 불량할 경우는 에폭시 콘크리트가 양생된 후 이음면에 균열 보수에서와 같은 주입공법을 시행한다.



<그림 5.6> 콘크리트 부재의 얇은 보수

다. 단면보수공법의 사용재료 선정

정수장, 가압장 등은 용수를 공급해야 하므로 보수공사를 할 수 있는 시간이 짧고 보수면이 주로 벽체 또는 천장에 집중되어 있다. 따라서 이런 현장여건을 만족할 수 있는 보수재료를 선정하는 것이 필요하다.

단면보수공법 적용부위가 벽체 등에 집중되어 있어 경화시간이 비교적 긴 에폭시모르터 사용시 흘러내림, 바탕과 분리 등이 발생되어 양생에 어려움이 예상되며 양생기간 또한 많이

필요하다. 무수축 모르터는 바탕과의 접착이 양호하고 공사비가 저렴하나 인력 시공해야 하므로 공기가 길다. 따라서 본 현장의 짧은 공사가능시간을 감안할 때, 기계화된 스프레이공법이 적절한 것으로 판단된다. 스프레이 공법중 강도가 높아 제반 모르터 성질이 양호하고 바탕과의 접착이 양호하며 공사비나 공기가 적은 폴리머 모르터를 사용할 수 있다. 이들 공법을 비교하면 다음과 같다.

구 분	에폭시모르터 공법	무수축모르터 공법	폴리머모르터 공법
공 개 요	손상부위를 치핑 후 에폭시 모르터를 흑손 등으로 수차례에 걸쳐 도포	손상부위를 치핑 후 무수축 모르터를 흑손 등으로 수차례에 걸쳐 도포	손상부위를 치핑 후 폴리머 모르터를 스프레이로 수차례에 걸쳐 도포
장 점	부분적 방수기능이 있음.	- 바탕과의 접착이 양호 (벽체, 기둥) - 공사비가 비교적 저렴	- 바탕과의 접착이 양호하고 여타 모르터보다 강도, 내염성 등 품질이 양호 - 기계화시공으로 공사비가 저렴 - 공사기간이 짧다.
단 점	- 양생기간이 길다. - 바탕과의 분리예상 - 공사비가 많다.	공사기간이 길다.	리바운드량이 일부 발생

5.2.3 아스팔트 패칭공법

가. 개 요

포장면에 발생된 망상균열 및 소성변형 등의 손상에 대한 부분적인 아스팔트포장의 보수에 사용되는 공법으로 보수의 긴급성에 따라 가열혼합식과 상온혼합식으로 나누며 보수효과가 좋은 가열혼합식을 사용하는 것으로 한다. 패칭 보수 완료 후 신·구 아스콘 접속부에서 체수가 될 수 있으므로 접속부의 마무리에 유의하여야 한다. 포장의 절취는 상판 면까지 행하고 택코우트 및 도막방수는 상판뿐만 아니라 측면까지 잘 도포 한다. 아스팔트 패칭 보수는 작업을 효율성 및 보수효과를 위해 1.0m×1.0m를 기준으로 한다.

나. 시공방법

- 1) 아스팔트 손상부분을 브레이커나 노면 커팅기를 이용하여 장방형으로 절취한다.
- 2) 내측에 있는 먼지와 부스러기를 깨끗이 청소한다.
- 3) 젖어있는 경우는 버너 등을 사용하여 가열 건조시킨다.
- 4) 콘크리트 상부에 방수 처리한다.
- 5) 택코우트(도막방수)를 실시한다.
- 6) 가열혼합물을 투입하여 고르게 편다.

- 7) 전업기계를 사용하여 다진다.
- 8) 표면온도가 손으로 댈 수 있을 정도가 되면 석분이나 가는 모래를 얇게 살포하고 교통을 개방한다.

다. 보수효과

- 1) 평탄한 표면 유지로 승차감 확보
- 2) 미끄럼에 대한 저항능력, 마찰저항성, 진동에 따른 응력 흡수 및 충격 저항 확보
- 3) 차량의 제동, 추진 및 기후환경에 대한 안정성 확보로 유지보수 주기 감소
- 4) 방수성능 유지로 제빙염, 우수의 침투로 인한 구조물 손상 방지

5.2.4 아스팔트 실링

가. 개 요

도로면에 발생한 균열(크랙)은 보조기층 또는 노상면에 우수가 침투하여 수분이 기층에 쌓이면 포장의 강도를 떨어뜨리게 되고, 노상층의 부분 침하를 초래해 차량통행 등의 압력에 의하여 크랙이 급속도로 진행되게 된다. 그러므로 크랙 부위를 적시에 실링하지 않으면 주변의 포장도로까지 훼손하여 최악의 경우 도로붕괴의 위험을 초래할 수 있다. 또한 이렇게 갈라진 부분에 돌, 먼지 등과 같은 신축 불가능한 이물질이 침투되면 도로의 수명을 현저하게 감소시키게 된다. 아스팔트 포장 도로의 유지관리방안 구축 시(균열처리대책 수립 시), 발생한 균열에 대한 특성에 맞는 재료(아스팔트 모르터)로 균열 실링 공법을 시행하는 것이 도로상태의 악화를 방지하여 수명을 연장하고, 방수효과로 인한 도로의 하부구조를 보호하여 유지보수 비용의 감소효과를 볼 수 있다.

나. 시공방법

- 1) 균열부 절단 및 균열부에 대한 이물질제거(물청소) 및 건조
- 2) 봉합재 주입(아스팔트 모르터)
- 3) 표면정리 및 양생

다. 보수효과

- 1) 후속크랙의 발전을 지연시키며, 포트홀, 처짐을 감소시킨다.
- 2) 물과 이물질의 침입을 방지하여 동결 피해를 방지한다.
- 3) 도로구조의 파손을 최소화하고 단층을 방지, 승차감을 유지시킨다.

제6장

유지관리 방안

6.1 유지관리의 목적

6.2 유지관리 업무

6.3 점검요령

제 6 장 유지관리 방안

6.1 유지관리의 목적

구조물은 건설 후 각종 자연환경 및 인위적인 사용 환경의 영향을 받아 시간경과와 함께 물리적, 화학적으로 열화되어 사용성 및 안전성이 저하된다.

유지관리란 이렇게 열화, 손상되어 가는 구조물의 기능을 항상 양호한 상태로 유지하고 통행의 편의와 안전을 확보함은 물론 운행에 지장을 주는 요소를 사전에 발견·제거하며, 점검을 통하여 이상이 발견된 개소에 대하여는 보수·보강을 실시하는 작업을 말한다.

6.1.1 용어의 정의

유지관리와 관련된 용어의 정의는 다음과 같다.

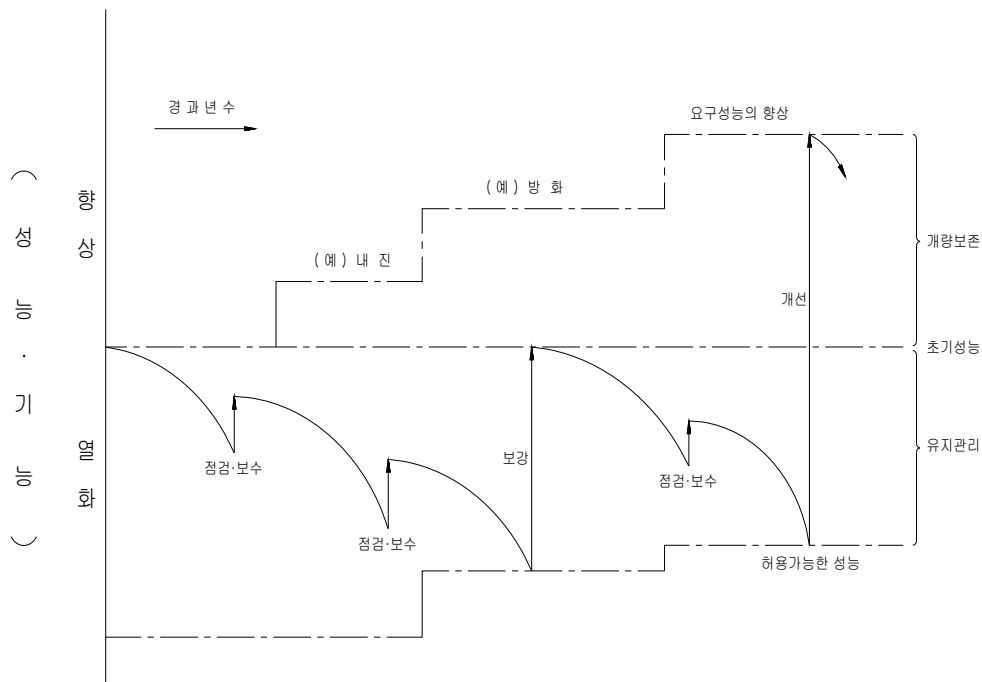
- 1) 유지관리 : 구조물의 건설당시의 성능 및 기능을 유지하기 위해 행하는 모든 행위
- 2) 예방유지관리 : 손상발생의 징후 또는 그 원인을 사전에 발견해 조치를 취하는 행위
- 3) 사후유지관리 : 손상발생 후 조치를 취하는 경우
- 4) 점검 : 구조물 전체 또는 부재의 상태를 파악하기 위해 조사하는 행위
- 5) 보수 : 손상을 회복시키거나 더 이상 진전되지 않도록 조치하는 행위
- 6) 보강 : 구조물의 변형과 내력을 개량하기 위하여 조치하는 행위
- 7) 교체 : 성능 및 기능이 저하된 부재, 부위의 전부 또는 부분을 교체하는 것

6.2 유지관리 업무

구조물은 건설 후 각종의 자연력 및 인위작용을 받아 시간경과와 함께 물리적, 화학적으로 변질 변형되거나 성능저하가 진행되어 손상의 형태로 나타나게 된다. 이러한 손상형태의 원인은 여러 가지 요인으로 분류할 수 있지만 크게 외적요인, 설계조건, 재료, 시공상 요인 등으로 대별될 수 있으며 단일요인에 의해서보다는 여러 가지 요인이 복합하여 일어난다고 할 수 있다. 특히, 사용조건이나 환경조건이 가혹하여 어떤 구조물에 손상이 발생하게 되면 구조물에 대해 불리한 조건으로 작용되어 사용년간 중 구조물의 효용을 극대화할 수 없을 뿐만 아니라 성능저하 및 손상의 진행으로 구조물의 안전성을 보장받을 수 없게 된다.

기존구조물에 대하여 유지관리를 한다는 것은 구조물의 손상상태를 사전에 파악함으로써 인적, 물적 등의 재해예방은 물론 구조물의 내구성과 사용성 및 안정성을 확보한다는 차원에서 큰 의미를 찾아볼 수 있으며, 이를 위해서 구조물의 일상적인 점검 활동을 통하여 구조물의 내구성 및 성능저하에 따른 손상상태를 조기에 발견, 적절한 조치를 취하는 등의 일련의 유지관리 업무형태는 매우 중요하다고 할 수 있다.

결국 적절한 유지관리 실시로 시간경과에 따른 구조물의 상태예측과 당초구조물의 설계·시공이 가능해짐으로써 결과적으로 구조물의 수명연장과 결부시키게 된다는 점이다. <그림 6.1>은 구조물의 성능 및 기능이 시간경과에 따라 감소할 때 적절한 유지관리를 통하여 사용연수가 연장됨을 보여주고 있다.



<그림 6.1> 유지관리의 개념도

6.2.1 유지관리업무

구조물 유지관리 실시 시 관리주체는 구조물의 기능 및 안전을 유지하기 위하여 본 유지관리 지침에 따라 소관 구조물별로 안전점검 및 정밀안전진단을 실시하여야 하며 다음 각항에 의한다.

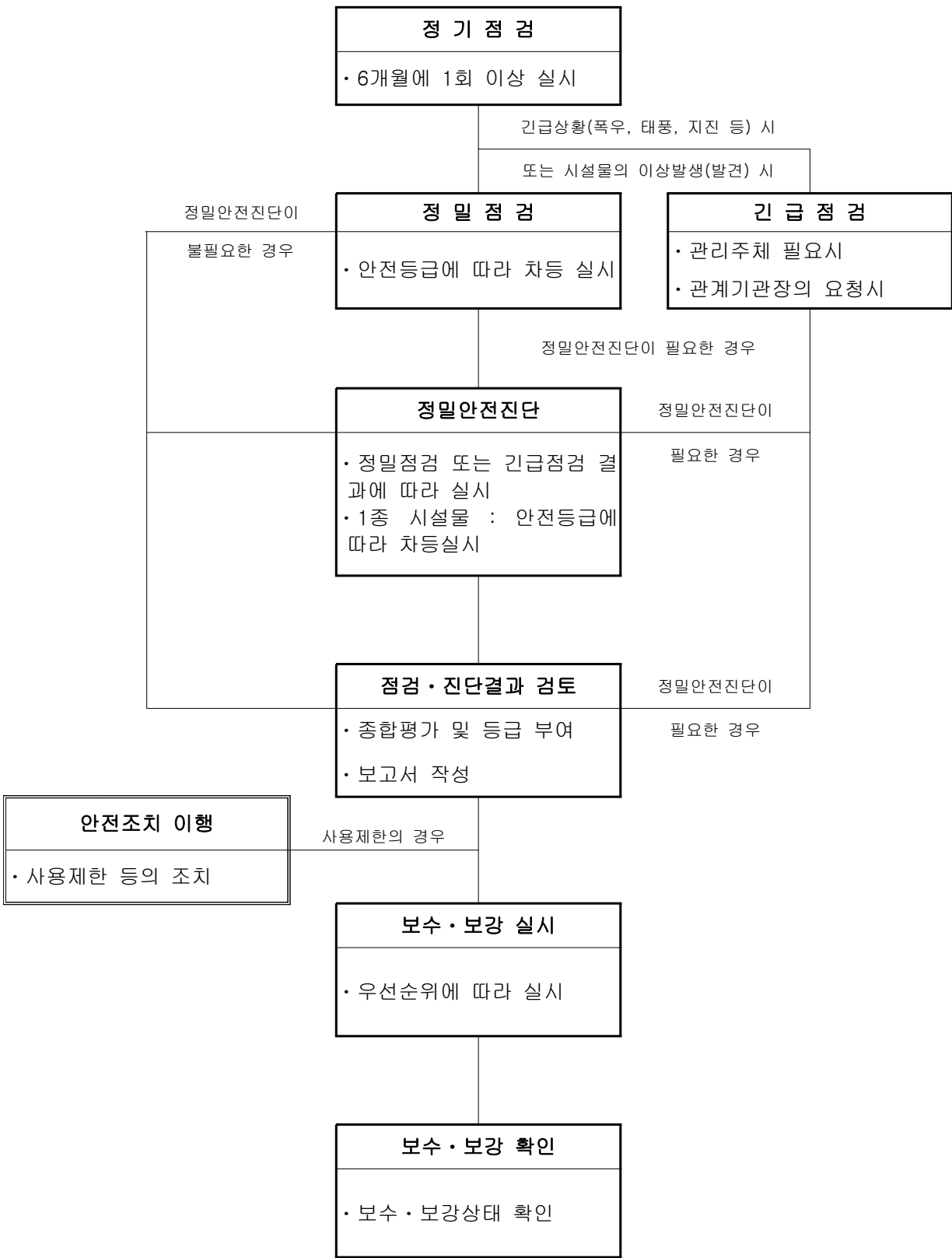
- 1) 구조물의 관리주체는 대상구조물의 규모, 수, 종류, 건설후의 경과년수, 조직과 인원의 관리체계 구성, 장비, 예산, 안전점검 및 정밀안전진단의 실시에 관한 사항을 고려하여 정기적으로 유지관리계획을 세워 실시하여야 한다.
- 2) 관리주체는 안전점검을 직접 실시하는 경우 외에는 지정된 안전진단전문기관이나 유지관리업에 등록된 업체로 하여금 안전점검을 실시하게 하여야 한다.
- 3) 관리주체는 안전점검을 실시한 결과 구조물의 재해예방 및 안전성 확보 등을 위하여 필요하다고 인정하는 경우에는 정밀안전진단을 실시하여야 하며 이의 실시기관으로는 안전진단전문기관에 지정된 업체나 시설안전기술공단으로부터 실시한다. 단, 관리주체가 안전진단전문기관에 정밀안전진단을 의뢰하여서는 아니된다.
- 4) 안전점검 또는 정밀안전진단을 실시하는 자는 성실하게 그 업무를 수행하여야 하며 그 결과는 지체 없이 관리주체에게 통보하여야 한다.
- 5) 안전점검 및 정밀안전진단에 소요되는 비용은 관리주체가 부담한다. 다만, 하자담보 책임기간에 시공자의 귀책사유로 인하여 정밀안전진단을 실시하여야 할 경우에는 그에 소요되는 비용은 시공자가 부담한다.
- 6) 구조물의 관리주체는 점검, 조사, 안전진단 및 보수보강에 대한 기록대장 및 보고서를 정리, 보존할 의무를 지닌다.

<표 6.1> 유지관리 실시형태 및 기관

구 분	안전점검	정밀안전진단
실시기관	• 관리주체 • 유지관리업에 등록된 업체 • 안전진단전문기관 지정업체	• 안전진단전문기관 지정업체 • 시설안전기술공단

6.2.2 안전관리업무 흐름

안전관리에 대한 업무의 흐름은 다음과 같은 순서로 진행된다.



<그림 6.2> 안전관리업무의 흐름도

6.2.3 유지관리 관련 자료수집

구조물을 유지관리 할 때 반드시 사전에 숙지해야할 데이터 항목은 다음과 같다.

- 1) 구조물의 규모 및 용도, 건설이력, 건설비용, 유지관리비용
- 2) 구조형식, 설계조건, 시공방법, 시공조건, 사용재료, 기초와 토질의 상황
- 3) 설비장치의 용적 및 중량, 설비운전 이력
- 4) 도면(설계도와 시공도 등), 구조계산서, 공사 기록지, 관계공문서, 설계·시공 및 감독책임자, 관계회사 목록
- 5) 점검기록, 조사기록, 보수이력 또는 개축 등 용도변경에 관한정보
- 6) 시설물 환경조사 및 지역특성

구조물을 보다 합리적으로 유지관리를 하기위해서는 구조물에 이상이 일어나기전의 상태에서 그 구조물 특성, 사용상황 이력 등에 대해 충분히 파악해두어야 하며 이상이 발생되거나 노후화가 진행될 때 또는 사용조건에 변화가 발생할 때는 충분히 이에 대응할 수 있도록 해 두지 않으면 안된다. 따라서 구조물의 유지관리자는 기존 구조물에 대한 유지관리를 효과적으로 수행해나가기 위해 현행상태에 있는 시설물의 환경 및 조건 등의 조사와 설계도서 등 관계도서를 이용한 기존현황 파악 및 가스나 열 등의 구조물 내부에 영향을 미치는 환경조사 등 유지관리 관련 데이터의 수집이 필요하다.

6.3 점검요령

6.3.1 점검의 목적

점검의 구체적인 목적은 다음과 같다.

- 1) 구조물이 구조적으로 안전하고 용도에 적합한가를 확인
- 2) 장애의 원인이 되는 결함을 조기에 발견
- 3) 구조물의 상태를 조직적·정기적으로 기록
- 4) 유지관리상 문제가 될 우려가 있는 사항을 지적하여 설계자, 시공자 및 관리자에게 적절한 정보를 제공
- 5) 구조물의 공용하중 변화에 의한 영향을 조사
- 6) 조물의 보수·보강 및 교체공사를 행하기 위한 자료획득

7) 유지관리 경비의 효과적인 배분을 위해 다수의 구조물에서 보이는 공통적인 결함 파악 준공 초기단계에서부터 구조물에 내재되어 있는 위험요인을 지속적으로 점검한다는 것은 유지관리차원에서 중요한 의미를 부여할 수 있다. 즉, 점검활동을 통하여 구조물의 소요 내용기간중 구조물의 노후화에 따른 이상 현상(손상)이나 구조물의 건전도(내구성, 내하력, 사용성 등)에 대한 문제를 조기에 발견함으로써 관리자에게 정보제공은 물론 건축물의 보수, 보강 및 교체공사를 위한 기초자료로 활용된다는데 있다.

앞서 제시된 이상 현상은 구조물에 발생한 볼트, 리벳의 이완이나 파단, 부재의 파손 및 응력집중부에 발생한 균열 등 구조물에 부분적으로 생긴 손상이 이에 해당되는 것으로 보수·보강으로 대응해 나가야 된다는 것이 전제가 되며, 건전도에 대한 문제는 구조물의 오랜 사용에 따른 열화로 전면적인 부위의 부식이나 응력의 반복 작용에 따른 부재의 누적된 피로가 여기에 해당되어 이들에 대한 평가결과가 구조물의 교체시기를 좌우하게 된다는 점이다. 또한 여기서 간과하기 쉬운 점은 구조물에 변형이나 열화가 없는 경우라 할지라도 주 부재의 처짐이나 진동이 크게 되면 사용상에 큰 영향을 준다는 점으로 점검 시 이에 대한 파악이 필요하다.

따라서 점검은 이상과 같이 구조물에 내재되어 있는 열화손상이나 건전성의 문제를 조기에 발견함으로써 구조물물의 상태보존은 물론 사용성을 확보하기 위해 필요한 조치를 행할 목적으로 실시하게 된다.

6.3.2 점검의 종류

점검을 다음과 같이 구분한다.

1) 정기점검

정기점검은 손상의 조기발견을 도모하기 위해 주기적으로 실시하는 육안점검을 말한다.

2) 정밀점검

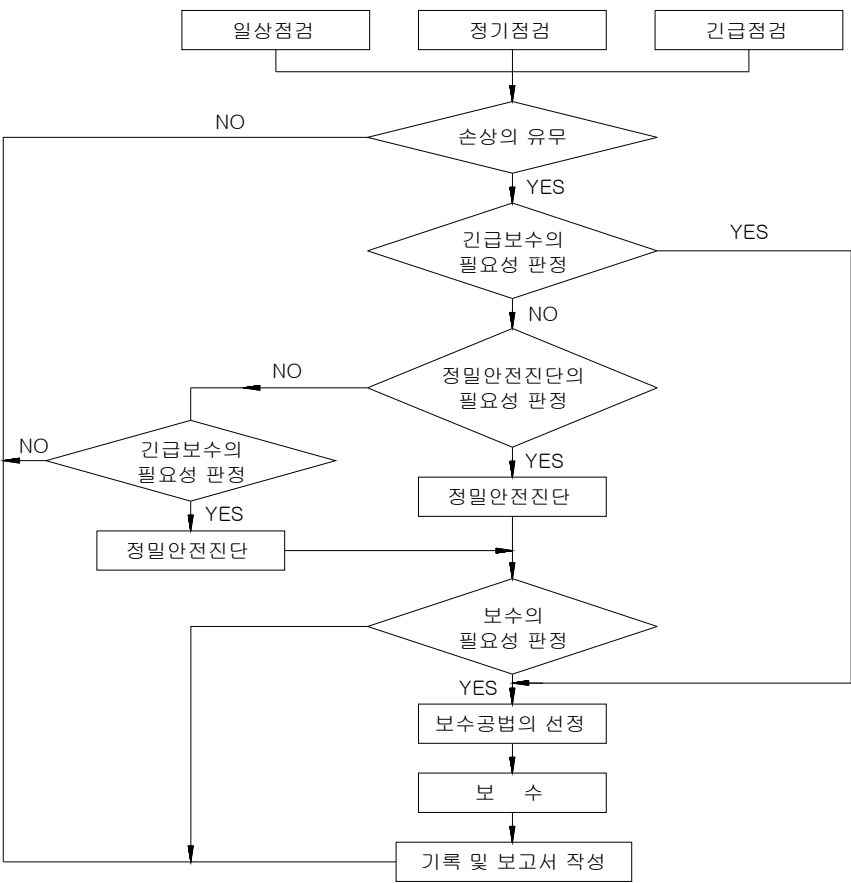
정밀점검은 구조물의 안전을 도모하기 위해 정기적으로 실시하는 것으로 주로 정밀육안점검 또는 간단한 점검기계·기구 등의 장비를 이용한 점검을 말한다.

3) 긴급점검

긴급점검은 지진, 태풍, 집중호우, 화재, 폭발 등의 돌발성재해가 발생한 경우나 관리주체가 구조물의 안정성을 확보하기 위하여 필요하다고 판단되는 경우 행하는 점검을 말한다.

6.3.3 점검의 흐름도

점검은 아래와 같은 순서에 따라서 행하도록 한다.



<그림 6.3> 점검의 흐름도

6.3.4 점검의 빈도 및 방법

<표 6.2> 점검의 실시시기

구 분	안전점검		정밀안전진단
	건축물	그 외 시설물	
A 등급	4년에 1회 이상	3년에 1회 이상	6년에 1회 이상
B·C 등급	3년에 1회 이상	2년에 1회 이상	5년에 1회 이상
D·E 등급	2년에 1회 이상	1년에 1회 이상	4년에 1회 이상