

2017년 하반기

정밀점검보고서

- 백옥포교(인천) -

2017. 9.

 한국도로공사

강원지역본부 대관령지사

< 목 차 >

서	두		2
1. 정밀점검 개요			10
2. 자료수집 및 분석			14
3. 외관조사 및 분석			28
4. 시설물의 상태평가			48
5. 종합결론			49

※ 첨 부

1. 시설물의 점검사항
2. 콘크리트 비파괴 조사방법
3. 상태평가 기준 및 방법

부 록

- A. 외관조사망도
- B. 측정·시험성과표
- C. 상태평가 결과 자료
- D. 시설물관리대장 사본
- E. 현황조사 및 외관조사 사진첩
- F. 사용장비 및 기기의 사진

백옥포교(인천) 정밀점검 결과표

가. 일반현황					
용역명	백옥포교(인천) 정밀점검	점검기간	2017. 05. 21. ~ 2017. 09. 24(126일)		
관리주체명	한국도로공사 강원지역본부 대관령지사	대표자	박해천		
시설물 구분	교량	종류	도로교량	종별	2종
준공일	1999년 08월 19일	점검금액 (천원)	-	안전등급	B
시설물 위치	강원도 평창군 용평면 백옥포리 (고속국도 50호선 180.45km)	시설물 규모	L = 120.0m(4@30), B=12.5m		
나. 점검 실시결과 현황					
중대결함	· 없음				
점검 주요결과	· 바닥판 백태, 재료분리, 박락 및 철근노출 · 가로보 균열(0.3mm미만) · 교대 및 교각 균열 및 망상균열, 들뜸, 박락, 박락 및 철근노출, 점검로 부식 · 교량받침 받침콘크리트 균열, 플레이트 부식 · 신축이음 후타재 박리, 본체 부식, 토사퇴적 · 방호벽 균열(0.3mm미만), 박락 · 배수시설 배수관 길이부족				
주요 보수·보강	· 표면처리보수 · 단면복구 · 단면복구(방청) · 청소 · 점검로 정비				
다. 책임(참여)기술자 현황					
구분	성명	참여기간		기술등급	
책임기술자	오문석	2017. 05. 21. ~ 2017. 09. 24(126일)		특급	
참여기술자	이수동	2017. 05. 21. ~ 2017. 09. 24(126일)		특급	
참여기술자					
참여기술자					
라. 참고사항					
차기점검시 중점점검사항	- 교각(P2) 점검로 발판 부식 손상 진전 여부 및 점검자 안전 유의				
진단필요성	- 없음				

위 치 도



전 경 사 진

상 부 전 경



하 부 전 경



부 재 별 사 진



바닥판하면 전경



거더 전경



가로보 전경



교대(A1) 전경



교대(A2) 전경



교각 전경

부 재 별 사 진



교량반침 전경



신축이음 전경



교면포장 전경



난간 전경



배수시설 전경



교명판 전경

백옥포교(인천) 정밀점검 실시결과 요약표

책임기술자 종합의견

- 백옥포교(인천)는 전반적으로 양호한 상태로 조사되었으며, 일부 조사된 손상들은 구조물의 안전성에 미치는 영향은 없을 것으로 판단된다.
- 바닥판의 신축이음하부 누수 및 노면수 유입으로 인해 균열부에 백태를 유발시켰으며, 유입된 우수로 인해 동결융해의 반복을 통해 철근이 부식 및 팽창하여 박락 및 철근노출이 발생한 것으로 판단된다.
- 교대 및 교각에서는 콘크리트 양생시 발생하는 수화열 및 시공초기 건조수축에 의한 균열 및 망상균열, 들뜸, 박락, 박락 및 철근노출 등이 조사되었다. 조사된 손상들은 콘크리트의 재료적·시공적 특성에 기인하여 발생하는 비구조적인 손상들로 판단되며, 구조물의 내구성 향상을 위해 보수를 실시하는 것이 사용성 증대 차원에서 바람직 할 것으로 판단된다.
- 교각(P2) 점검로에서 발생한 점검로 발판 부식은 안전점검자의 안전 및 생명에 위협을 끼칠 수 있는 상황이므로 조속한 보수를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 플레이트 부식은 공용중 외기 및 우수의 접촉 등 경년열화에 의해 발생하였으며, 플레이트 부식은 교량받침의 기능성 및 사용성에 미치는 영향은 없을 것으로 판단되나 현재 부식이 많이 진행되어 미관성을 저하시키므로 미관성 제고 차원에서 도장보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.
- 콘크리트에 대한 내구성조사 결과, 강도 및 탄산화깊이는 제 기준을 만족하는 것으로 조사되었다.
- 현장조사 및 시험 결과를 바탕으로 상태평가를 실시한 결과, 상태평가 결과는 $B(F=0.165)$ 로 평가되었다.
- 백옥포교(인천)에 대한 정밀점검 결과, 안전등급은 양호한 상태인 B등급으로 평가되었으며, 긴급정밀안전진단이나 사용제한 등의 조치는 필요하지 않은 것으로 확인되었다. 조사된 손상 및 결함들은 경미한 상태로 구조물의 안전성에 영향을 미치지 않는으나, 사용성 및 미관성 확보 차원에서 일부 손상들은 보수조치가 요구되며, 제시한 바와 같이 보수조치 후 지속적인 유지관리를 실시한다면 구조물의 사용성 및 안전성을 증진시켜 공공의 안전을 확보할 수 있을 것으로 판단된다.

가. 점검 외관조사 결과 기본사항

상태평가 결과 및 보수·보강				상태평가 결과 : B
결합발생 부재		상태 평가	결합종류	보수·보강 방안
상부 구조	바닥판	b	▶ 백태 ▶ 재료분리 ▶ 박락 및 철근노출	▶ 표면처리보수 ▶ 단면복구 ▶ 단면복구(방청)
	거 더	a	▶ 상태양호	▶ 주의관찰
	가로보	b	▶ 균열(0.3mm미만)	▶ 표면처리보수
하부 구조	교대 및 교각	c	▶ 균열(0.3mm미만) ▶ 망상균열 ▶ 들뜸 ▶ 박락 ▶ 박락 및 철근노출 ▶ 점검로 부식	▶ 표면처리보수 ▶ 표면처리보수 ▶ 단면복구 ▶ 단면복구 ▶ 단면복구(방청) ▶ 점검로 정비
교량받침		a	▶ 받침콘크리트 균열(0.3mm미만) ▶ 플레이트 부식	▶ 표면처리보수 ▶ 주의관찰
기타 부재	신축이음	b	▶ 후타재 박리 ▶ 본체 부식 ▶ 토사퇴적	▶ 주의관찰 ▶ 주의관찰 ▶ 청소
	교면포장	a	▶ 상태양호	▶ 주의관찰
	난간/연석	b	▶ 균열(0.3mm미만) ▶ 박락	▶ 표면처리보수 ▶ 단면복구
	배수시설	b	▶ 배수관 길이부족	▶ 배수관 길이연장

나. 안전성평가 결과

안전성평가 수행 부재	해석방법	안전성평가 결과 요약	안전율	안전성평가 결과
-	-	과업범위 외		

다. 내진성능 검토 수행 여부

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
받침	Y	-	설계시 내진검토 반영
교대	Y	-	설계시 내진검토 반영
교각	Y	-	설계시 내진검토 반영

라. 현장시험

시 험 명	시 험 부 위	시험결과	책임기술자 의견
콘크리트 비파괴	S1 바닥판	- 시험결과 : 31.5MPa - 설계강도 : 27Mpa	전체부재가 설계강도를 상회함
콘크리트 비파괴	S2 바닥판	- 시험결과 : 29.2MPa - 설계강도 : 27Mpa	
콘크리트 비파괴	S4 바닥판	- 시험결과 : 27.1MPa - 설계강도 : 27Mpa	
콘크리트 비파괴	하부구조 A1	- 시험결과 : 25.1MPa - 설계강도 : 24Mpa	
콘크리트 비파괴	하부구조 P1	- 시험결과 : 24.6MPa - 설계강도 : 24Mpa	
콘크리트 비파괴	하부구조 A2	- 시험결과 : 24.3MPa - 설계강도 : 24Mpa	
탄산화	S1 바닥판	- 탄산화깊이 1.0mm - 피복두께 : 60mm	잔여깊이가 30mm 이상 으로 상태등급은 a로 평 가됨
탄산화	S4 바닥판	- 탄산화깊이 2.0mm - 피복두께 : 60mm	
탄산화	하부구조 A2	- 탄산화깊이 2.0mm - 피복두께 : 100mm	

1. 점검의 개요

1.1 점검의 목적

본 점검은 『시설물의 안전관리에 관한 특별법』 제6조에 따라 실시하는 정밀점검으로써 시설물에 내재되어 있는 위험요인이나 시설물의 상태 등을 정확하게 검사, 평가하고 그에 대하여 적절하게 조치함으로써 시설물의 효용성을 증진시킴과 더불어 체계적인 구조물 관리를 도모코자 함.

1.2 점검의 범위 및 내용

1.2.1 시설물의 개요 및 이력사항

<1.4.1 현황표>, <2.4 기존 점검·진단 실시결과>, <2.5 보수보강이력> 참조

1.2.2 점검의 범위

- ① 자료 수집 및 분석
- ② 현장조사 및 시험
- ③ 상태평가
- ④ 종합평가 및 안전등급 지정
- ⑤ 보수·보강방안 및 유지관리방안 제시
- ⑥ 보고서 작성

1.2.3 점검의 내용

본 점검을 수행하기 위하여 실시한 정밀점검의 세부내용은 <표>와 같다.

<표> 점검의 내용

점검의 범위		점 검 의 내 용	비 고
설계도서 및 관련자료 수집·검토		1) 설계자료 검토 2) 기존 점검 및 유지관리자료 검토	
현장조사 및 시험	외관 조사	1) 교량의 제원 및 시공상태 조사 2) 상·하부구조 외관 결함 및 손상 조사 3) 신축이음, 받침 등 기능상태 조사	
	내구성 조사	1) 콘크리트 강도조사 (반발경도 시험) 2) 콘크리트 물성조사 (탄산화 시험)	
상태평가		1) 부재별 상태평가 2) 부재별 중요도에 따른 가중치를 고려하여 전체 평가등급 산정 3) 탄산화시험 결과를 상태평가에 반영 4) 상태평가 결과를 종합평가로 산정 5) 안전등급의 결정	
보수 및 보강 대책수립		1) 결함 및 손상부위에 대한 원인 분석 및 대책 수립 2) 기능 회복 및 향상을 위한 보수·보강 공법제시	
유지관리 대책수립		1) 유지관리상 중점 점검사항 작성 2) 효율적인 유지관리를 위한 방안 제시	

1.3 점검수행 일정

본 점검 기간은 2017. 05. 21. ~ 2017. 09. 24(126일) 이다.

구 분	기 간	비 고
1. 설계도서등 사전검토	05.21 ~ 06.07	
2. 기존 정밀점검 및 정밀안전진단 결과 분석	06.08 ~ 06.25	
3. 현장조사	06.26 ~ 07.13	
4. 외관조사망도 작성	07.14 ~ 07.31	
5. 시설물의 상태평가	08.01 ~ 08.18	
6. 보수보강 및 유지관리방안 제시	08.19 ~ 09.05	
7. 보고서 작성 및 검토	09.06 ~ 09.24	

1.4 대상시설물 현황

1.4.1 백옥포교(인천) 현황표

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명		백옥포교(인천)		시설물번호		BR1998-0000027	
준공년도		1999.08.19.		관리번호		0500B3140101	
위 치		강원도 평창군 용평면 백옥포리 산199-4 ~ 강원도 평창군 용평면 백옥포리 산150-3					
설계하중		DB-24/DL-24		노선명(이정)		영동선(180.45km)	
제원	연 장	L = 120.0m, (4@30)					
	폭	B = 12.5m, 편도2차로					
구조 형식	상 부	PSCI		기초 형식	교대	전면기초	
	하 부	교대: 역T형 교각: T형교각식			교각	전면기초	
교량받침		고무받침		신축이음		모노셀	
교차시설물 (도로,철도,하천)		RO5359		통과높이		18.2m	
부착시설내용		-		종 별		2종	
기 타							

1.5 사용장비 및 시험기기 현황

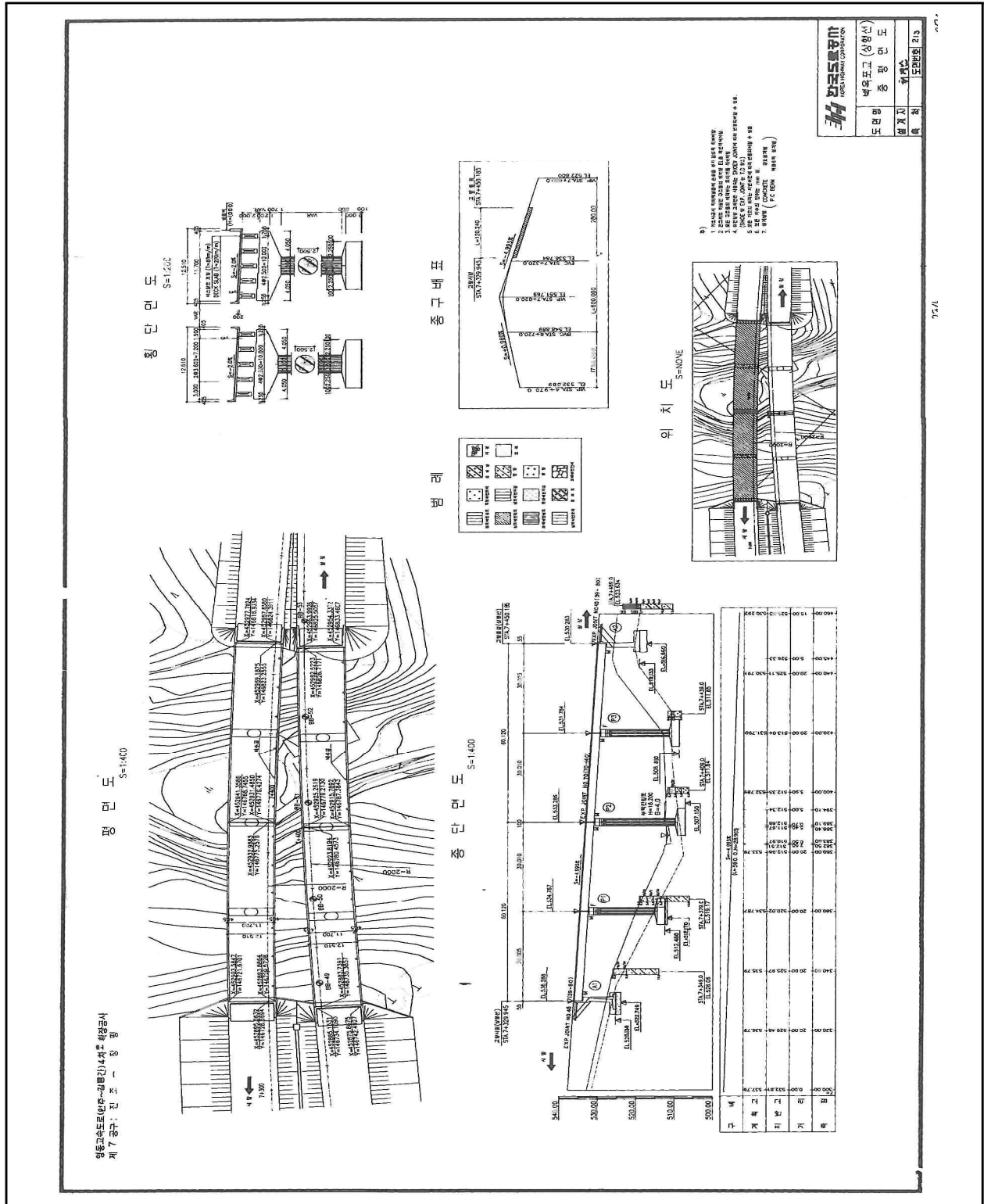
본 과업의 수행에 사용된 장비의 목록은 다음과 같다.

<표> 장비 및 시험기기 목록

기기명		제조회사 (제조국)	측정능력/활용	사진
반발경도 측정기	NSR	SANYO (일)	콘크리트표면강도 측정	
탄산화 측정장비	페놀프 탈레인 시약	국산	페놀프탈레인 시약 사용 /콘크리트 탄산화깊이 측정	
버니어 캘리퍼스	SH8H76043	AND (일)	측정장비, 50mm /탄산화 깊이, 철근직경 측정	
균열확대경	PEAK2028	PEAK (일)	균열 확대경, 10배 /균열폭 실측	
기타	발전기, 줄자, 스타프, 안전장구, 작업용사다리, 점검망치, 무전기, 개인 안전장비(안전모, 안전화, 신호봉 등), 휴대용 랜턴 등			

2. 자료수집 및 분석

2.1 설계도면



<그림> 종평면도

時
時
天
下
之
事
無
不
成

135 TON	+	7	38
	+	2	2

하루하루

135 TON	7	30	2
	7	30	

時
作
和
之

[illegible]

한글서체

[illegible]

신력장치 | 제원표

	市井	寺佛の分不	台所新築費金	鎌倉火災後	力米屋廻	力米吉可	江戸川運賃	(円) 年々(元)
①	35.2	N0 46	NO 48	90	55	80	39	
②	60.4	NO 70	NO 70	50	100	140	70	
③	31.7	NO 48	NO 48	80	55	80	39	

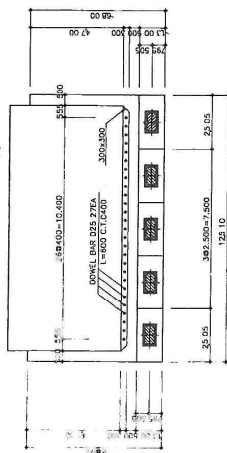
- 1) L = 30.0 m 일때
상사기 운동 10°C 거점으로부터 할 때
속도 $v = 0.4$, L = 10 , 30.2 이므로
상사 NO 48을 사용하되 수직을 30로 한다
- 2) L = 60.0 m 일때
상사기 운동 10°C 거점으로부터 할 때
속도 $v = 0.4$, L = 10 , 60.4 이므로
상사 NO 70을 사용하되 수직을 60으로 한다

도입명	비록포고 합병제도	도입번호	239
설계자	이영진	출처	

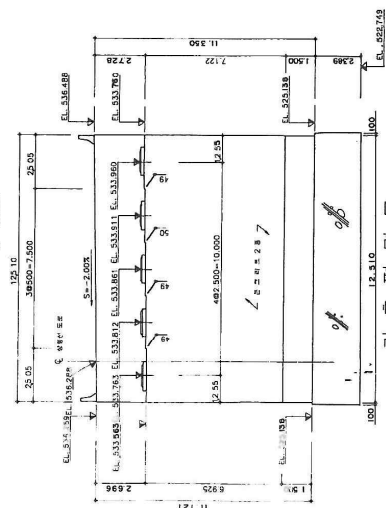
영동고속도로(원주~강릉간) 4차로 확장공사
제 7 공구 : 진 조 - 장 평

교대 일반도

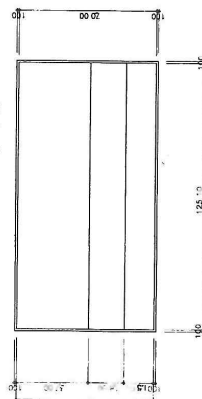
평 면 도
S=1:100



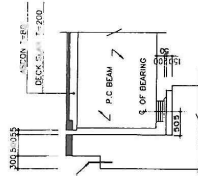
장 평 면 도
S=1:100



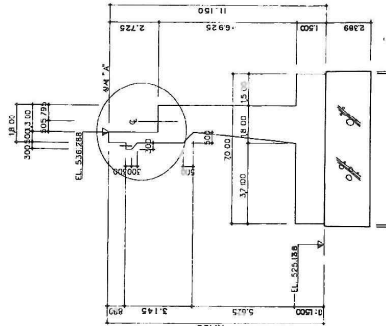
기 초 평 면 도
S=1:100



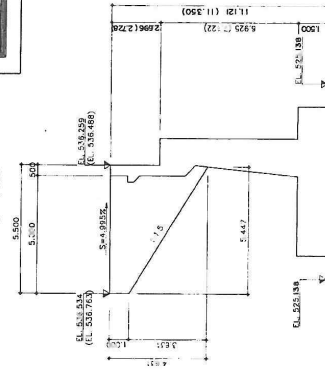
상 세 "A"
S=1:50



측 면 도
S=1:100

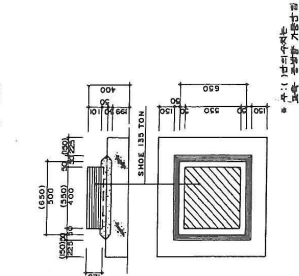


날 개 벽
S=1:100



*참 () 안의 치수는 명세서에 준함.

135 TON SHOE 상세
S=NON



신 축 제 원 표

구분	종류	단위	수량
1	콘크리트	m³	39.80
2	철근	kg	45.00

NOTE : 1) 명세서에 준함
2) 콘크리트 콘크리트는 600~200kg/Cm³, 철근은 600~200kg/Cm³
3) 콘크리트 콘크리트는 600~200kg/Cm³, 철근은 600~200kg/Cm³
4) 콘크리트 콘크리트는 600~200kg/Cm³, 철근은 600~200kg/Cm³
5) 콘크리트 콘크리트는 600~200kg/Cm³, 철근은 600~200kg/Cm³

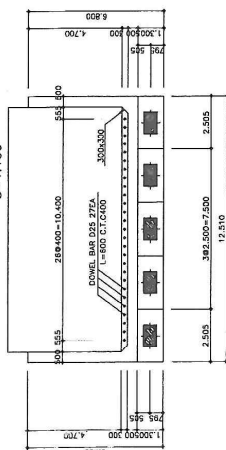
회사명	신축제원
도면명	교대 일반도
설계자	김영진
검核者	도면번호 218

<그림> 교대(A1) 일반도

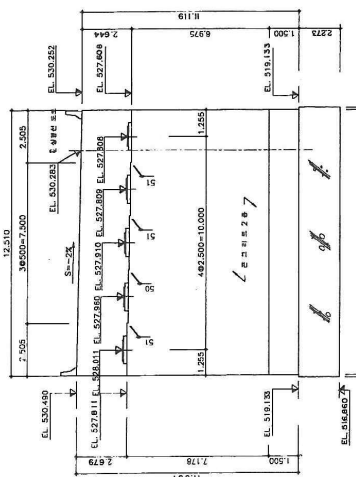
영통고속도로(원주~강릉간) 4차선 확장공사
제 7 공구 : 진 조 - 장 평

교대 일반도

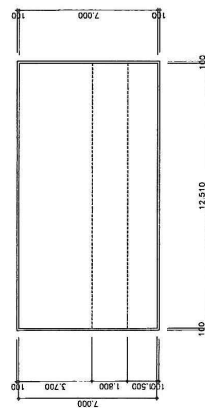
평면도
S=1:100



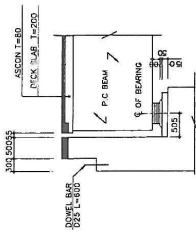
정면도
S=1:100



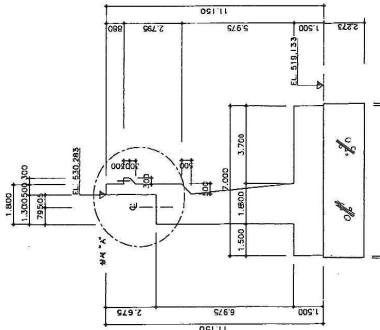
기초평면도
S=1:100



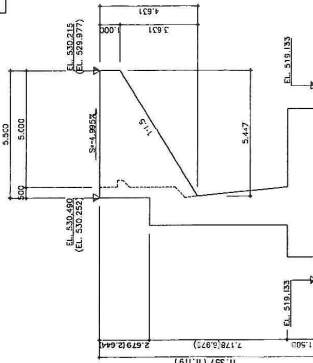
상세 "A"
S=1:50



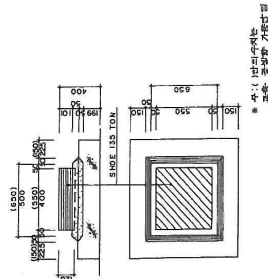
측면도
S=1:100



날개벽
S=1:100



135 TON SHOE 상세
S=NON



신축방지원표

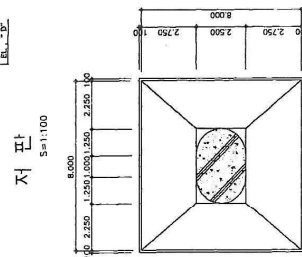
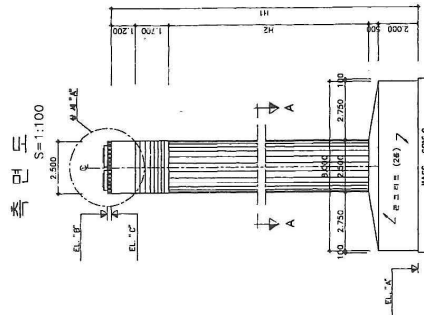
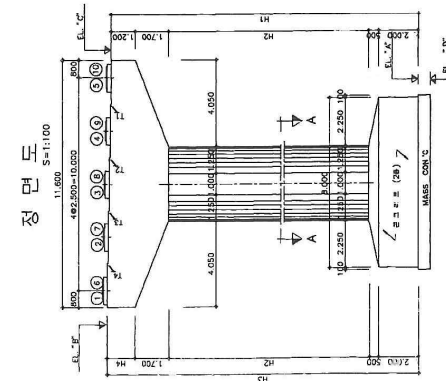
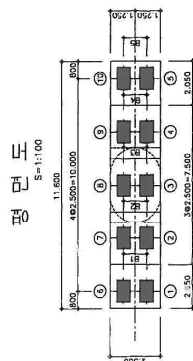
구분	포크	크크	시공	비고
신축	39	80	80	40

NOTE: 1) 상판은 250kg/m² 이하
2) 30cm 이하 콘크리트는 G₂₅-240kg/m² 이하
3) 30cm 이하 콘크리트는 G₂₅-240kg/m² 이하
4) 30cm 이하 콘크리트는 G₂₅-240kg/m² 이하
5) 30cm 이하 콘크리트는 G₂₅-240kg/m² 이하

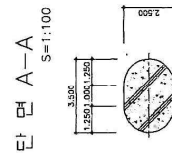
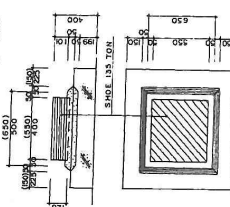
영통고속도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	
도면명	평면도
제기	제기
도면번호	223

<그림> 교대(A2) 일반도

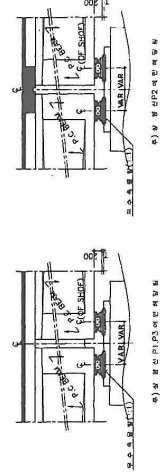
영동고속도로(민주~갈매간) 4차선 확장공사
제 7 권구 : 진 조 - 장 평



저판 S=1:10

단면 A-A
S=1:100

상세 "A"
S=1:50



(1) 또 수

	ρ	ε	ε ₁	ε ₂	ε ₃	ε ₄	ε ₅	ε ₆	ε ₇	ε ₈	ε ₉	ε ₁₀	ε ₁₁	ε ₁₂	ε ₁₃	ε ₁₄	ε ₁₅	ε ₁₆	ε ₁₇	ε ₁₈	ε ₁₉	ε ₂₀	ε ₂₁	ε ₂₂	ε ₂₃	ε ₂₄	ε ₂₅	ε ₂₆	ε ₂₇	ε ₂₈	ε ₂₉	ε ₃₀	ε ₃₁	ε ₃₂	ε ₃₃	ε ₃₄	ε ₃₅	ε ₃₆	ε ₃₇	ε ₃₈	ε ₃₉	ε ₄₀	ε ₄₁	ε ₄₂	ε ₄₃	ε ₄₄	ε ₄₅	ε ₄₆	ε ₄₇	ε ₄₈	ε ₄₉	ε ₅₀	ε ₅₁	ε ₅₂	ε ₅₃	ε ₅₄	ε ₅₅	ε ₅₆	ε ₅₇	ε ₅₈	ε ₅₉	ε ₆₀	ε ₆₁	ε ₆₂	ε ₆₃	ε ₆₄	ε ₆₅	ε ₆₆	ε ₆₇	ε ₆₈	ε ₆₉	ε ₇₀	ε ₇₁	ε ₇₂	ε ₇₃	ε ₇₄	ε ₇₅	ε ₇₆	ε ₇₇	ε ₇₈	ε ₇₉	ε ₈₀	ε ₈₁	ε ₈₂	ε ₈₃	ε ₈₄	ε ₈₅	ε ₈₆	ε ₈₇	ε ₈₈	ε ₈₉	ε ₉₀	ε ₉₁	ε ₉₂	ε ₉₃	ε ₉₄	ε ₉₅	ε ₉₆	ε ₉₇	ε ₉₈	ε ₉₉	ε ₁₀₀	ε ₁₀₁	ε ₁₀₂	ε ₁₀₃	ε ₁₀₄	ε ₁₀₅	ε ₁₀₆	ε ₁₀₇	ε ₁₀₈	ε ₁₀₉	ε ₁₁₀	ε ₁₁₁	ε ₁₁₂	ε ₁₁₃	ε ₁₁₄	ε ₁₁₅	ε ₁₁₆	ε ₁₁₇	ε ₁₁₈	ε ₁₁₉	ε ₁₂₀	ε ₁₂₁	ε ₁₂₂	ε ₁₂₃	ε ₁₂₄	ε ₁₂₅	ε ₁₂₆	ε ₁₂₇	ε ₁₂₈	ε ₁₂₉	ε ₁₃₀	ε ₁₃₁	ε ₁₃₂	ε ₁₃₃	ε ₁₃₄	ε ₁₃₅	ε ₁₃₆	ε ₁₃₇	ε ₁₃₈	ε ₁₃₉	ε ₁₄₀	ε ₁₄₁	ε ₁₄₂	ε ₁₄₃	ε ₁₄₄	ε ₁₄₅	ε ₁₄₆	ε ₁₄₇	ε ₁₄₈	ε ₁₄₉	ε ₁₅₀	ε ₁₅₁	ε ₁₅₂	ε ₁₅₃	ε ₁₅₄	ε ₁₅₅	ε ₁₅₆	ε ₁₅₇	ε ₁₅₈	ε ₁₅₉	ε ₁₆₀	ε ₁₆₁	ε ₁₆₂	ε ₁₆₃	ε ₁₆₄	ε ₁₆₅	ε ₁₆₆	ε ₁₆₇	ε ₁₆₈	ε ₁₆₉	ε ₁₇₀	ε ₁₇₁	ε ₁₇₂	ε ₁₇₃	ε ₁₇₄	ε ₁₇₅	ε ₁₇₆	ε ₁₇₇	ε ₁₇₈	ε ₁₇₉	ε ₁₈₀	ε ₁₈₁	ε ₁₈₂	ε ₁₈₃	ε ₁₈₄	ε ₁₈₅	ε ₁₈₆	ε ₁₈₇	ε ₁₈₈	ε ₁₈₉	ε ₁₉₀	ε ₁₉₁	ε ₁₉₂	ε ₁₉₃	ε ₁₉₄	ε ₁₉₅	ε ₁₉₆	ε ₁₉₇	ε ₁₉₈	ε ₁₉₉	ε ₂₀₀	ε ₂₀₁	ε ₂₀₂	ε ₂₀₃	ε ₂₀₄	ε ₂₀₅	ε ₂₀₆	ε ₂₀₇	ε ₂₀₈	ε ₂₀₉	ε ₂₁₀	ε ₂₁₁	ε ₂₁₂	ε ₂₁₃	ε ₂₁₄	ε ₂₁₅	ε ₂₁₆	ε ₂₁₇	ε ₂₁₈	ε ₂₁₉	ε ₂₂₀	ε ₂₂₁	ε ₂₂₂	ε ₂₂₃	ε ₂₂₄	ε ₂₂₅	ε ₂₂₆	ε ₂₂₇	ε ₂₂₈	ε ₂₂₉	ε ₂₃₀	ε ₂₃₁	ε ₂₃₂	ε ₂₃₃	ε ₂₃₄	ε ₂₃₅	ε ₂₃₆	ε ₂₃₇	ε ₂₃₈	ε ₂₃₉	ε ₂₄₀	ε ₂₄₁	ε ₂₄₂	ε ₂₄₃	ε ₂₄₄	ε ₂₄₅	ε ₂₄₆	ε ₂₄₇	ε ₂₄₈	ε ₂₄₉	ε ₂₅₀	ε ₂₅₁	ε ₂₅₂	ε ₂₅₃	ε ₂₅₄	ε ₂₅₅	ε ₂₅₆	ε ₂₅₇	ε ₂₅₈	ε ₂₅₉	ε ₂₆₀	ε ₂₆₁	ε ₂₆₂	ε ₂₆₃	ε ₂₆₄	ε ₂₆₅	ε ₂₆₆	ε ₂₆₇	ε ₂₆₈	ε ₂₆₉	ε ₂₇₀	ε ₂₇₁	ε ₂₇₂	ε ₂₇₃	ε ₂₇₄	ε ₂₇₅	ε ₂₇₆	ε ₂₇₇	ε ₂₇₈	ε ₂₇₉	ε ₂₈₀	ε ₂₈₁	ε ₂₈₂	ε ₂₈₃	ε ₂₈₄	ε ₂₈₅	ε ₂₈₆	ε ₂₈₇	ε ₂₈₈	ε ₂₈₉	ε ₂₉₀	ε ₂₉₁	ε ₂₉₂	ε ₂₉₃	ε ₂₉₄	ε ₂₉₅	ε ₂₉₆	ε ₂₉₇	ε ₂₉₈	ε ₂₉₉	ε ₃₀₀																																																																																																																																																																																																																																																																						
P1	512.405	532.881	532.084	16.614	14.314	10.811	1.397	50	49	49	1.050	1.013	375	937	900	58.72																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				

(2) 五斗

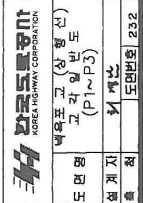
子 集	排 序 号										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
P1	EL	532	461632	417523	351532	14332	264532	55332	465432	511532	300523350
	T	50	50	50	50	50	102	100	98	96	95
P2	EL	530	457530	3008330	501410330	76331	410130	415330	415330	412530	801950110
	T	50	50	50	50	50	107	105	102	101	99
P3	EL	528	458249	4091528	3055331	1239	2620528	51028	46528	404528	352632307
	T	50	50	50	50	50	102	100	98	96	95

매
일
제
로
강
진

15	12	11	10	9	8
12	10	140	70	140	70

이 책은 1994년 12월 15일

NOTE : 1) 부피는 밀도상에서이다
2) 그라노르의 CON'C 밀도는 $6\text{Kw}=240\text{kg/Cm}^3$, 밀도의 정도는 $\rho=3000\text{kg/Cm}^3$ 이다
3) 그라노르의 CON'C 밀도는 $6\text{Kw}=150\text{kg/Cm}^3$ 이다
4) 수 수직의 SETTING 치에서 그 그라노르의 상면에는 수평을 유지해야 한다
5) 부속의 밀도과 관계가 깊어지는 것은 SHIPPING 하여 시공시 밀도의 밀도도록 하여야 한다



2.2 구조계산서 검토

기존 구조계산서 자료를 검토분석 하였으며, 하중조합을 고려하여 구조계산서를 검토한 결과 모두 허용응력 범위내에 존재하므로 설계하중에 대해서 구조적으로 안전한 것으로 판단된다.

2.3 자료수집 현황

본 과업을 수행하기 위하여 실시한 자료수집의 세부내용은 다음과 같다.

자료수집 목록		자료수집 여부	비고
설계도서	◦ 설계도, 구조물도, 구조계산서	○	
시설물 관리대장	◦ 기본현황 ◦ 상세제원 ◦ 유지관리 이력	○	
시공관련 자료	◦ 시공관련 자료 ◦ 유지관리 이력	○	
점검·진단 자료		○	
보수보강 자료		○	
내진설계 관련 자료		○	

2.4 기존 점검 · 진단 실시결과

가. 안전점검 및 진단 현황

번호	점검구분	점검기관	비용(천원)	주요 점검결과
	점검기간	책임기술자	안전등급	주요 보수보강(안)
1	정기점검 (상반기)	자체수행	-	- 금회 정기점검 결과, 구조적인 손상 및 결함은 발생되지 않았으며, 빙단부 녹물오염, 빙하부 단부 파손, 가로보 하부 들뜸, 신축이음하부 바닥판 열화, 백태, 보수부 들뜸, 단부 파손, 받침부식, 받침콘크리트파손, 들뜸, 교대 홍벽 파손, 교각현치부 백태, 기둥 오염, 백태, 교각코핑 보수부 들뜸, 표면박리, 신축이음장치 후타콘크리트 파손, 박리, 균열, 토사퇴적, 포장균열, 포장파손, 백태, 보수부재파손, 난간균열, 중분대 방호벽 상부 열화, 배수구 막힘 등이 관찰됨
	2017.06.28	오문석	양호	- 받침재도장, 단면보수, 신축이음교체, 교면개량, 난간 단면보수, 배수시설보수, 청소, 주의관찰 부재에 대해서는 손상의 진전여부를 판단하여 적기에 보수보강이 이루어 질 수 있도록 조치해야 함.
2	정기점검 (하반기)	자체수행	-	- 금회 정기점검 결과, 구조적인 손상 및 결함은 발생되지 않았으며, 빙단부 녹물오염, 빙하부 단부 파손, 가로보 하부 들뜸, 신축이음하부 바닥판 열화, 백태, 보수부 들뜸, 단부 파손, 받침부식, 받침콘크리트파손, 들뜸, 교대 홍벽 파손, 교각현치부 백태, 기둥 오염, 백태, 교각코핑 보수부 들뜸, 표면박리, 신축이음장치 후타콘크리트 파손, 박리, 균열, 토사퇴적, 포장균열, 포장파손, 백태, 보수부재파손, 난간균열, 중분대 방호벽 상부 열화, 배수구 막힘 등이 관찰됨.
	2016.09.20	정의천	양호	- 받침재도장, 단면보수, 신축이음교체, 교면개량, 난간 단면보수, 배수시설보수, 청소, 주의관찰 부재에 대해서는 손상의 진전여부를 판단하여 적기에 보수보강이 이루어 질 수 있도록 조치해야 함.
3	정기점검 (상반기)	자체수행	-	- 금회 정기점검 결과, 구조적인 손상 및 결함은 발생되지 않았으며, 빙단부 녹물, 백태, 파손, 균열, 가로보 균열, 하면백태, 재료분리, 바닥판 단부백태, 균열, 기보수부위 홍벽간 블럭아웃 미흡, 받침장치 부분부식, 무수축물탈 및 콘크리트 균열, 교대홍벽 오염, 녹물, 망상균열, 백태, 교각코핑 보수부 들뜸, 교각코핑부 콘크리트 표면박리, 옹벽접속부 열화, 철근노출, 신축이음장치 후타균열, 표면박리, 교면 포장균열, 백태, 난간 및 방호벽 상부파손, 열화, 배수구막힘 등이 관찰됨.
	2016.05.10	정의천	양호	- 열화부 단면보수, 후타콘크리트 보수, 주의관찰 부재에 대해서는 손상의 진전여부를 판단하여 적기에 보수보강이 이루어 질 수 있도록 조치해야 함.
4	정밀점검	자체수행	-	- 금회 정기점검 결과, 구조적인 손상 및 결함은 발생되지 않았으며, 바닥판 난간하부 열화, 파손(철근노출), 거더 균열 발생, 교대 구체 및 홍벽 열화, 파손, 교각 코핑부 열화 파손, 콘크리트포장 균열 등이 관찰됨.
	2015.09.24	정의천	B등급	- 바닥판 난간하부 열화, 파손(철근노출) : 단면보수, 거더 균열 발생 : 주입보수, 교대 구체 및 홍벽 열화, 파손, 교각 코핑부 열화 파손 : 단면보수, 콘크리트포장 균열 : 주입보수, 주의관찰 부재에 대해서는 손상의 진전여부를 판단하여 적기에 보수보강이 이루어 질 수 있도록 조치해야 함.

번호	점검구분	점검기관	비용(천원)	주요 점검결과
	점검기간	책임기술자	안전등급	주요 보수보강(안)
5	정기점검 (상반기)	자체수행	-	- 점검결과 중대한 결함사항은 발견되지 않았으며, 거더 단부 표면박리, 가로보 표면박리, 균열, 바닥판하부 기보수부 박락, 신축이음 장치가 설치된 경간의 바닥판 하부 열화, 백태오염, 받침장치 부식, 받침콘크리트 파손, 교대홍벽 녹물, 백태오염, 균열, 코핑균열, 교대벽체 균열, 신축이음장치 후타콘크리트 파손, 박락, 교면포장 균열 등이 관찰됨.
	2015.05.14	정의천	양호	- 열화부 단면보수, 후타콘크리트 보수, 기타 주의관찰
6	정기점검 (하반기)	자체수행	-	- 점검결과 구조적인 결함사항은 발견되지 않았으며, 빔단부 녹물오염, 하단 부분파손, 균열, 가로보 하부 들뜸, 바닥판단부 열화, 백태, 받침장치 부식, 무수축물탈 파손, 교좌부 부분열화, 교각(P2)백태, 코어채취후 마감조치미흡, 신축이음장치 토사퇴적, 후타콘크리트 균열, 포장균열 등이 관찰됨.
	2014.09.25	정의천	양호	- 열화부 단면보수, 기타 주의관찰
7	정기점검 (상반기)	자체수행	-	- 점검결과 구조적인 결함은 발견되지 않았으며, 거더단부 녹물오염, 파손, 박리, 균열, 가로보 하부 들뜸, 균열, 바닥판 단부열화, 백태, 녹물오염, 받침장치 부분 부식, 받침콘크리트 균열, 파손, 받침물탈 균열, 받침도장 탈리, 교대녹물, 백태오염, 균열, 교각 코핑상부 국부적인 박리, 열화, 교각기 등 백태, 신축이음장치 토사퇴적, 후타박리, 균열, 교면포장 균열, 난간 보호도장 박락, 난간상부 열화 등이 관찰됨.
	2014.04.24	정의천	양호	- 신축이음장치 청소, 받침 재도장, 바닥판 및 교대 열화부 단면보수
8	정밀점검	자체수행	-	- 점검결과 구조적인 결함은 발견되지 않았으며, 거더단부 녹물오염, 국부적인 파손, 균열, 가로보 표면들뜸, 균열, 바닥판 단부 박락, 열화, 받침부식, 균열, 교대 열화, 홍벽오염, 교각 코핑벽체들뜸, 교면포장균열, 신축이음장치 토사퇴적, 후타파손, 균열, 난간도장 박락, 중분대열화 등이 발견되었고, 탄산화시험 및 비파괴강도시험 결과 이상없음
	2013.08.14	김태훈	B등급	- 교대 단면보수, 신축이음장치 개량, 청소, 후타보수 등이 필요하며, 나머지 부재의 손상부는 지속적인 주의관찰이 필요함.
9	정기점검 (상반기)	자체수행	-	- S2G1 빔단부 균열, S1 외측 바닥판 단부열화, S3 단부열화, 백태, S4 바닥판 단부열화 및 백태, A1-sh1 슈 녹발생, A1-sh5 슈 녹발생, 무수축물탈 파손, A2-sh2 받침 균열, P2-sh2-A1, A2 슈 녹발생, P2-sh3-A1, A2 슈 녹발생, 무수축물탈 균열, A1 교대상부 열화, 홍벽녹물 백태, 오염, A2 교대벽체 녹물, 누수흔적, 홍벽열화 백태, P2 코핑부 균열, 열화, 백태, A1, A2 신축이음 토사퇴적, 후타 균열, 박리, P2 신축이음 토사퇴적, 후타 균열, 박리, S1~S4 포장균열, S1 포장균열, 아스콘포장 균열, S1~S4 보호도장 박락, S1, S4 난간단부 파손, S1~S4 배수구 토사퇴적
	2013.04.25	김태훈	양호	- 백태제거, 단면보수, 슈재도장, 토사제거, 팻칭보수, 주의관찰

번호	점검구분	점검기관	비용(천원)	주요 점검결과
	점검기간	책임기술자	안전등급	주요 보수보강(안)
10	정기점검 (하반기)	자체수행	-	- S2 P2지점 바닥판 단부 외측 열화 및 오염, P2-sh1-A1,A2, P2-sh2-A1,A2 슈 녹발생, A2 교대 벽체 녹물, P2 코핑상부 보수부 재균열, 교량점검시설 발판 부식, A1 후타콘크리트 균열, A2 갓길측 후타 및 신축이음장치 파손, S1~S4 난간보호도장 탈리
	2012.07.16	김태훈	양호	- 바닥판 단면보수, 교량받침 채도장, 교량점검시설보수, 신축이음장치 후타콘크리트보수, 난간보호도장 지속관찰
11	정기점검 (상반기)	자체수행	-	- S2G2 거더 단부 균열, A2 바닥판 단부 열화 및 오염, S2 바닥판 단부 외측 열화 및 오염, P2-1-A1,A2, 2-A1 슈 녹발생, P2-2-A2 슈 녹발생, 받침콘크리트 균열, P2 코핑상부 열화, A2 교대 홍벽 백태, A1 후타콘크리트 균열, A2 갓길측 후타 및 신축이음장치 파손, S1~S4 난간표면 보호도장 박락
	2012.04.06	이해수,김태훈	양호	- 균열보수, 오염제거, 백태제거, 후타보수, 채도장
12	정기점검 (하반기)	자체수행	-	- 양호함
	2011.09.30	이해수,박광일	양호	- 없음
13	정기점검 (상반기)	자체수행	-	- A1-1,2,3,4,5 슈 녹발생, A1 교대 열화, P2 코핑부 주변 열화, 파손, 부속시설물 이상없음
	2011.04.13	이해수,박광일	양호	- 채도장, 단면보수
14	정기점검 (하반기)	자체수행	-	- 양호함
	2010.09.02	박광일	양호	- 없음
15	정밀점검	자체수행	-	- 양호함, 부속시설물 이상없음
	2010.04.02	-	A등급	- 없음
16	정기점검 (하반기)	자체수행	-	- 양호함
	2009.08.04	김태훈	양호	- 없음
17	정기점검 (상반기)	자체수행	-	- A1-갓길측 무수축파손, 슈 녹발생, P2 교량점검시설 볼트 녹발생, P2 받침콘크리트 표면 박리, 코핑부열화
	2009.04.08	김태훈	양호	- 녹제거 및 도장, 단면보수

번호	점검구분	점검기관	비용(천원)	주요 점검결과
	점검기간	책임기술자	안전등급	주요 보수보강(안)
18	정기점검 (하반기)	자체수행	-	- 양호함
	2008.09.09. ~2008.09.12	강현억	양호	- 없음
19	정밀점검	자체수행	-	- 교량받침 하부들뜸 및 발청, 바닥판 백태 및 열화, 교각 코핑상단열화관찰 및 보수
	2008.4.14	강현억	A등급	- 관찰 및 보수
20	정기점검 (하반기)	자체수행	-	- 양호함
	2007.12.10	이권찬	양호	- 없음
21	긴급점검 (특별)	자체수행	-	- 양호함
	2007.10.08	이원석	A등급	- 없음
22	정기점검 (상반기)	자체수행	-	- 교면포장파손(포트홀), A2단부 슬래브 열화, A1교대점검로 파손
	2007.06.12	한광수	양호	- 교면재포장, 점검로보수
23	정밀점검	자체수행	-	- 양호함
	2006.11.21. ~2006.11.30	석선원	A등급	- 없음
24	정기점검 (하반기)	자체수행	-	- 양호함
	2006.11.20	이진만	양호	- 없음
25	정기점검 (상반기)	자체수행	-	- 양호함
	2006.07.06	이진만	양호	- 없음
26	정기점검 (하반기)	자체수행	-	- 양호함
	2005.12.06	이권찬	양호	- 없음
27	정기점검 (상반기)	자체수행	-	- 양호함
	2005.06.07	석선원	양호	- 없음
28	정밀점검	자체수행	-	- 양호함
	2004.11.12	유민상	A등급	- 양호함

번호	점검구분	점검기관	비용(천원)	주요 점검결과
	점검기간	책임기술자	안전등급	주요 보수보강(안)
29	정기점검 (상반기)	자체수행	-	- 신축이음장치 덮개판 파손
	2004.06.01	양승렬	양호	- 신축이음장치 덮개판 해체
30	정기점검 (하반기)	자체수행	-	- 양호함
	2003.10.06	정우관	양호	- 없음
31	정기점검 (상반기)	자체수행	-	- 교면포장, 배수시설, 난간, 바닥판, 신축이음, 주형, 교좌장치, 교각, 교대 등
	2003.06.17. ~2003.06.18	정우관	양호	- 없음
32	정밀점검	한국도로공사	-	- 교량 교대·교각의 균열발생
	2002.10.28. ~2002.10.29	최기용	A등급	- 없음
33	정기점검 (상반기)	자체수행	-	- 교면포장, 배수시설, 난간, 바닥판, 신축이음, 주형, 교좌장치, 구체(교각, 교대) 점검 양호
	2002.03.26. ~2002.03.29	김태훈	양호	- 없음
34	정기점검 (하반기)	자체수행	-	- 구조적으로 이상없으나 P2-A1측 NO1 슈들뜸발생
	2001.11.30	김윤섭	양호	- 슈 들뜸부 보수
35	정기점검 (상반기)	자체	-	- 교각점검시설에 녹발생(p1,p2,p3,3개소), 교각상면 마무리 미흡
	2001.06.26. ~2001.06.29	김윤섭	양호	- 녹발생부 제거 및 교각상면 면정리
36	정기점검 (하반기)	자체수행	-	- 교좌장치, 배수파이프 발청, 교면포장 균열
	2000.12.29	이상주	양호	- 발청부위 도장시행, 포장 균열부 재포장
37	정밀점검	본부	-	- 교좌장치 및 콘크리트 균열 조사
	2000.07.26	구조물과장	A등급	- 없음
38	기타 (부분점검·진단 등)	본부	-	- 상판 및 신축이음장치 누수 교면포장 균열
	2000.05.16	구조물과장	양호	- 누수부위 균열보수 포장 균열부 재포장

2.5 보수·보강이력

번호	공사기간	공사내역	공사비(원)	비고
1	2004.04.13	아스팔트 패칭보수(1개소)	200,000	
2	2006.05.11	아스팔트 패칭보수(1개소)	3,200,000	
3	2007.05.04	신축이음장치(모노셀) 보수(1개소)	2,460,000	
4	2007.08.28	초속경LMC포장(1개소)	253,440,216	
5	2008.05.01	신축이음장치(모노셀) 보수(1개소)	20,716,254	
6	2008.07.01	바닥판 기타보수(1개소)	-	하차
7	2009.03.19	신축이음장치 후타콘크리트 보수(1개소)	1,470,344	
8	2011.05.20	하부구조 보수(1개소)	300,000	
9	2011.05.20	교량받침 도장보수(1개소)	280,000	
10	2012.01.09	하부구조 보수(1개소)	5,899,037	
11	2012.01.09	바닥판 보수(1개소)	117,557	
12	2013.01.02	신축이음장치(강평거조인트) 보수(1개소)	12,586,131	
13	2014.01.01	신축이음장치 보수(1개소)	40,000	
14	2014.01.01	교량받침 도장보수(1개소)	320,000	
15	2014.01.01	하부구조 퍼티보수(1개소)	30,000	
16	2015.01.01	2015년 대관령지사 도로시설물 연간 유지보수공사(교면포장)	15,988,000	
17	2015.01.01	2015년 대관령지사 도로시설물 연간 유지보수공사(신축이음장치)	2,966,000	
18	2015.05.27	2015년 대관령지사 관내 교량 보수보강공사	5,200,000	
19	2016.01.01	2016년 대관령지사 도로시설물 연간 유지보수공사(교면포장)	1,240,200	
20	2016.01.01	2016년 대관령지사 관내 포장 연간유지보수공사(배수시설)	1,000,000	
21	2016.01.01	2016년 대관령지사 관내 포장 연간유지보수공사(교면포장)	5,000,000	
	2016.01.01	2016년 대관령지사 관내 포장 연간유지보수공사(신축이음장치)	670,000	

	2016.01.01	2016년 대관령지사 관내 포장 연간유지보수공사(난간연석)	2,100,000	
	2016.01.01	2016년 대관령지사 관내 포장 연간유지보수공사(하부구조)	3,029,505	
	2016.01.01	2016년 대관령지사 관내 포장 연간유지보수공사(배수시설)	3,225,884	
	2016.01.01	2016년 대관령지사 관내 포장 연간유지보수공사(난간연석)	19,551,580	
	2016.01.01	2016년 대관령지사 관내 포장 연간유지보수공사(교면포장)	353,000	
	2016.01.01	2016년 대관령지사 관내 포장 연간유지보수공사(교면포장)	3,244,000	

2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
반침	Y	-	설계시 내진검토 반영
교대	Y	-	설계시 내진검토 반영
교각	Y	-	설계시 내진검토 반영

2.7 자료수집 분석 결과

기 점검 수집자료 분석결과, 금회 정밀점검 시 중점 점검진행 방향은 다음과 같다.

수집 자료	자료 분석 결과	정밀점검 방향
◦ 점검 및 진단 이력	◦ 이전 점검 및 진단 이력을 검토한 결과, 바닥판하면 열화, 파손, 철근노출, 거더 균열, 가로보 균열, 교대 및 교각 열화, 들뜸, 파손, 점검로 부식, 교량반침 반침 콘크리트 파손, 반침부식, 신축이음장치 후타재 박리, 본체 부식, 토사퇴적, 교면 포장 포장균열, 방호벽 열화 등이 조사됨. ◦ 내구성 저하방지를 위해 균열보수 및 단면보수 실시 등 보수가 필요한 것으로 검토됨.	◦ 점검 시 조사된 손상에 대한 사항을 상세외관조사 시 면밀히 조사하고, 추가 손상 확인, 보수여부 및 대책방안 마련. ◦ 금회 정밀점검 자료를 활용하여, 차후 안전성 변화 여부에 대한 비교, 검토를 실시함.
◦ 보수·보강 이력	◦ 보수·보강 이력을 검토한 결과, 포장보수, 하부구조 보수, 교량반침 도장보수, 바닥판 보수 등이 수행되어, 본 교량은 지속적인 유지관리가 진행된 것으로 평가됨.	◦ 보수·보강 이력사항에는 보수부에 대한 위치가 제시되어 있지 않으므로 보수된 손상명에 대한 사항을 상세외관조사 시 면밀히 조사함.

3. 외관조사 및 분석

3.1 바닥판

가. 점검결과

구 분		단위	물량	개소	비 고
바닥판	백태	m ²	20.6	5	
	재료분리	m ²	0.06	1	
	박락 및 철근노출	m ²	0.16	1	

나. 점검결과 분석

점 검 결 과	손상 현황	• 백태 • 재료분리 • 박락 및 철근노출
	원인 분석	• 콘크리트 타설시 수화열에 의한 부재의 내·외부 온도차 및 시공초기 건조수축 등에 의해 균열이 발생되었으며, 우수가 유입되어 균열부에서 백태를 유발시킨 것으로 판단됨 • 시공초기 다짐미흡으로 인한 재료분리 발생 • 바닥판에 발생한 박락 및 철근노출은 신축이음부 하부 노면수 유입으로 인해 우수가 유입되어 동결융해의 반복으로 발생한 것으로 판단됨
	대책	• 백태 : 표면처리보수 • 재료분리 : 단면복구 • 박락 및 철근노출 : 단면복구(방청)



바닥판하면 S1 백태



바닥판하면 S2 백태

	
바닥판하면 S2 백태	바닥판하면 S3 백태
	
바닥판하면 S4 박락 및 철근노출	바닥판하면 S4 재료분리

3.2 거더 및 가로보

가. 점검결과

구 분		단위	물량	개소	비 고
거더	상태양호	-	-	-	
가로보	균열(cw 0.3mm 미만)	m	0.3	1	

나. 점검결과 분석

점 검 결 과	손상 현황	• 가로보 균열(cw 0.3mm 미만)
	원인 분석	• 가로보 균열은 콘크리트 타설시 소성수축 및 시공초기 건조수축 등에 의해 발생한 비구조적인 균열로 판단됨
	대책	• 가로보 균열(cw 0.3mm 미만) : 표면처리보수



거더 상태양호



가로보 S4 균열(0.3mm미만)

3.3 하부구조

가. 점검결과

구 분		단위	물량	개소	비고
교대	들뜸	m ²	0.1	1	
	박락	m ²	0.12	1	
교각	균열(cw 0.3mm 미만)	m	1.2	2	
	망상균열	m ²	1.0	1	
	들뜸	m ²	2.25	1	
	박락 및 철근노출	m ²	0.8	1	
	점검로 부식	EA	1.0	1	

나. 점검결과 분석

점 검 결 과	손상 현황	• 균열(cw 0.3mm 미만) • 망상균열 • 들뜸 • 박락 • 박락 및 철근노출 • 점검로 부식
	원인 분석	• 교대 및 교각에 발생된 폭0.1~0.2mm 수직균열 및 망상균열은 콘크리트 타설시 수화열에 의한 부재의 내·외부 온도차 및 시공초기 건조수축 등에 의한 발생된 비구조적인 균열로 판단됨 • 우수접촉 및 경년열화에 의해 들뜸 발생 • 노면수의 유입으로 인해 콘크리트 동결융해의 반복으로 인해 박락 발생 • 우수접촉으로 인해 점검로 부식발생(추락위험 높음)
	대책	• 균열(cw 0.3mm 미만) : 표면처리보수 • 망상균열 : 표면처리보수 • 들뜸 : 단면복구 • 박락 : 단면복구 • 박락 및 철근노출 : 단면복구(방청) • 점검로 부식 : 점검로 부식



교대 A1 구체 들뜸



교대 A1 구체 박락



교각 P1 코핑 균열(0.3mm미만)



교각 P2 코핑 박락 및 철근노출



교각 P2 코핑 들뜸



교각 P2 점검시설 부식(추락위험)



교각 P2 코핑 균열(0.3mm미만)



교각 P2 코핑 균열(0.3mm미만)

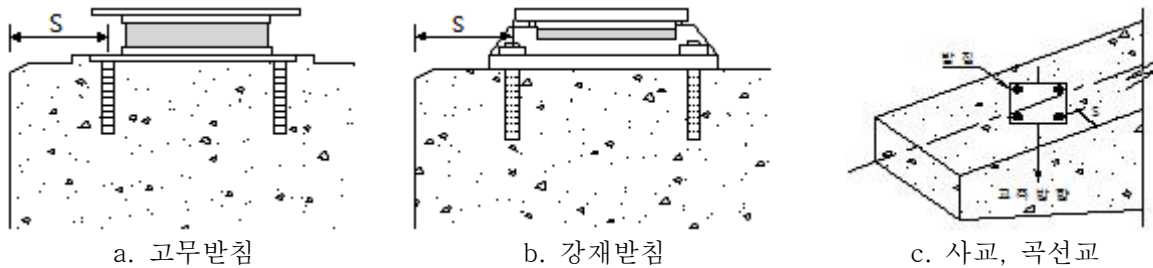
3.4 받침

① 연단거리 검토

교대 및 교각 상부의 교좌면은 상부구조로부터 집중하중을 받는 부위로 연단거리가 짧으면 고정단에서는 앵커부 콘크리트가 파손되거나 받침이 파손되고 가동단에서는 받침이 벗어나 심한 경우 거더가 낙하할 수도 있기 때문에 교량의 교축방향의 받침연단과 하부구조 정부(頂部)연단 사이의 거리는 다음 값(S) 이상이어야 한다.

- 거더의 경간길이 100m이하 : $S = 20 + 0.5L$
- 거더의 경간길이 100m이상 : $S = 30 + 0.4L$

여기서, S : 받침연단거리(cm), L : 거더의 경간길이(m)



<그림> 교량받침 연단거리 측정 방법

가. 조사결과

위치		경간길이 (m)	최소연단거리 S(cm)	실측 연단거리(cm)	판정
				Sh1 ~ Sh5	
A1		30.000	35	63	OK
P1	전면	30.000	35	54	OK
	배면	30.000	35	37	OK
P2	전면	30.000	35	46	OK
	배면	30.000	35	45	OK
P3	전면	30.000	35	50	OK
	배면	30.000	35	40	OK
A2		30.000	35	58	OK

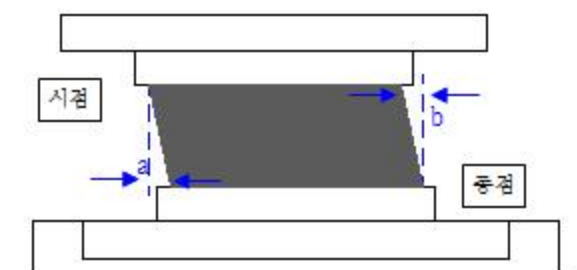
나. 조사결과 분석

연단거리 측정결과, 전반적으로 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있었으며, 외관조사 결과, 두부 파손 등의 손상은 없는 것으로 확인되어, 교량받침은 상부구조로부터 받침으로 전달되는 연직력과 수평력에 대하여 충분한 강도를 갖도록 시공되어 있는 것으로 판단된다.

② 이동여유량 검토

가. 받침장치 신축거동상태검토

받침장치의 허용 이동량은 설계도면상에 나타나지 않았으나, 일반적으로 탄성받침 파단점에서의 전단변형률은 상시 유효 고무 층두께의 70%를 허용하는 전단변형량으로 산정하므로 유효고무층 두께 65mm의 70%인 $\pm 45.5\text{mm}$ 를 허용 이동량으로 산정하였다.



<그림> 교량받침 가동량 측정방법

나. 조사일시 및 조건

측정일시	위 치	일평균기온(℃)	신축장(m)	지방구분	상부구조	온도범위	비 고
6월26일	A1	19.3	30	한랭지방	PSCI (상로교)	-15℃ ~ +35℃	조인트
	P1		고정단				
	P2		70				조인트
	P3		고정단				
	A2		30				조인트

다. 이동여유량 검토

구 분		계산가동량(mm)		실측가동량(mm)		가동여유량(mm)		허용변위 (mm)	비고
		하절기	동절기	가동방향	가동량	하절기	동절기		
A1	Sh1	4.71	-10.29	-	0	45.5	-45.5	±45.5	OK
	Sh2			-	0	45.5	-45.5	±45.5	OK
	Sh3			-	0	45.5	-45.5	±45.5	OK
	Sh4			-	0	45.5	-45.5	±45.5	OK
	Sh5			-	0	45.5	-45.5	±45.5	OK
P1	Sh1~5	-	-	-		-	-	-	고정단
P2	A1측	9.42	-20.58	-	0	45.5	-45.5	±45.5	OK
				-	0	45.5	-45.5	±45.5	OK
				-	0	45.5	-45.5	±45.5	OK
				-	0	45.5	-45.5	±45.5	OK
				-	0	45.5	-45.5	±45.5	OK
	A2측	9.42	-20.58	A2측	10	55.5	-35.5	±45.5	OK
				A2측	10	55.5	-35.5	±45.5	OK
				A2측	10	55.5	-35.5	±45.5	OK
				A2측	10	55.5	-35.5	±45.5	OK
				A2측	10	55.5	-35.5	±45.5	OK
P3	Sh1~5	-	-	-		-	-	-	고정단
A2	Sh1	4.71	-10.29	A1측	10	55.5	-35.5	±45.5	OK
	Sh2			A1측	10	55.5	-35.5	±45.5	OK
	Sh3			A1측	10	55.5	-35.5	±45.5	OK
	Sh4			A1측	10	55.5	-35.5	±45.5	OK
	Sh5			A1측	10	55.5	-35.5	±45.5	OK

라. 조사결과 분석

교량받침의 이동량 검토 결과, 가동여유량이 계산 가동량보다 큰 것으로 확인되어 동절기 및 하절기시 이동여유량을 확보하고 있었으며, 이동량 부족에 의한 2차손상(무수축 몰탈 파손, 고정단 파손, 신축이음장치 파손 등)이 없었으며, 상부플레이트 하면에서는 원활한 이동흔적이 확인되어 교량받침의 가동상태는 양호한 것으로 판단된다.

③ 주요손상 및 결과분석

가. 점검결과

구 분		단위	물량	개소	비 고
받침	받침콘크리트 균열(cw 0.3mm 미만)	m	2.2	7	
	플레이트 부식	EA	12	12	

나. 점검결과 분석

점 검 결 과	손상 현황	● 받침콘크리트 균열(cw 0.3mm 미만) ● 플레이트 부식
	원인 분석	● 받침콘크리트 균열은 콘크리트 타설 경화 시 수화열에 의해 하부플레이트가 팽창하게 되며, 건조수축 시 하부플레이트의 열팽창계수의 차이로 인하여 마찰력이 발생하여 균열을 발생시킨 것으로 판단됨 ● 플레이트 부식은 공용중 외기 및 우수의 접촉 등 경년열화에 의해 발생 플레이트 부식은 교량받침의 기능성 및 사용성에 미치는 영향은 없을 것으로 판단되므로 주의관찰을 실시하는 것이 바람직하며, 추후 부식이 진전되어 미관성을 저하시킬 경우 미관성 제고 차원에서 도장보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단됨
	대책	● 받침콘크리트 균열(cw 0.3mm 미만) : 표면처리보수 ● 플레이트 부식 : 주의관찰

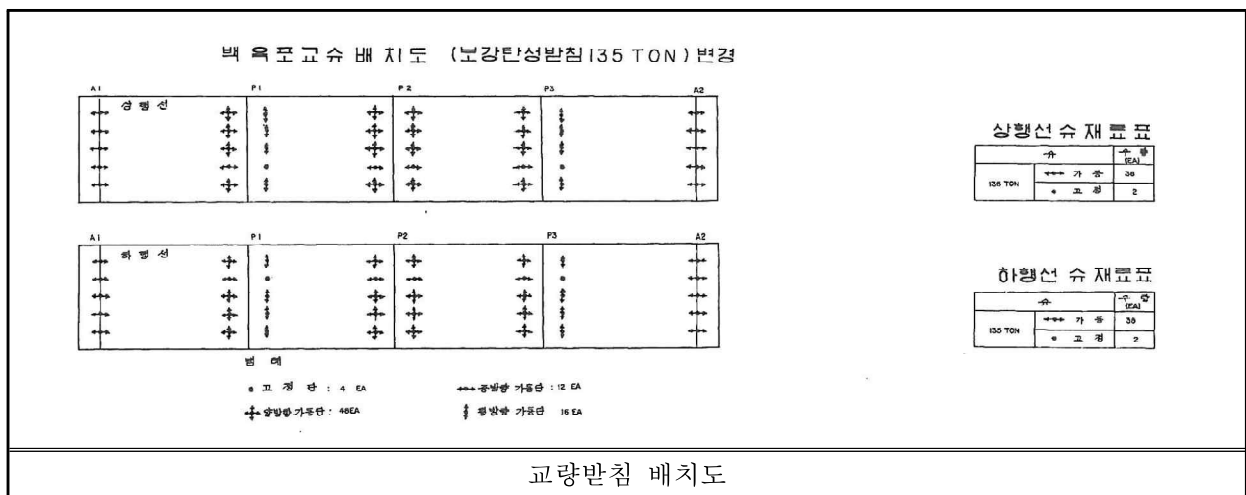


교대 A1SH1 플레이트 부식

교각 P2SH1(A1) 플레이트 부식



교량받침 이동량 측정



교량받침 배치도

<그림> 교량받침 배치도

3.5 신축이음

① 신축이음 유간조사

가. 조사일시 및 조건

측정일시	위 치	형식	규격 (m/m)	일평균기온 (℃)	신축장 (m)	지방 구분	상부구조	온도범위
6월 26일	A1	NMC	45	19.3	30	한랭 지방	PSCI (상로교)	-15℃ ~ +35℃
	P2	NMC	70		60			
	A2	평거식	45		30			

나. 유간 검토

구분	위치	이론적 필요유간				실측유간 (mm)	판정
		선팅창계수	온도변화 (℃)	신축거더길이 (m)	필요유간 (mm)		
신축이음장치	A1	1.0×10^{-5}	15.7 (=35-19.3)	30	4.71	30.0	OK
	P2	1.0×10^{-5}		60	9.42	35.0	OK
	A2	1.0×10^{-5}		30	4.71	15.0	OK
바닥판	A1	1.0×10^{-5}	15.7 (=35-19.3)	30	4.71	65.0	OK
	P2	1.0×10^{-5}		60	9.42	-	측정불가
	A2	1.0×10^{-5}		30	4.71	30.0	OK

다. 조사결과 분석

신축이음의 유간량 검토시에는 신축이음장치, 바닥판의 유간에 대해서 교량받침 이동량 검토시와 동일한 방법으로 검토를 실시하였다. 신축량 검토 결과, 하절기(온도상승시) 신축 여유량을 확보하고 있는 것으로 검토되어 신축이음의 가동상태는 양호한 것으로 판단된다.

② 주요손상 및 결과분석

가. 점검결과

구 분		단위	물량	개소	비 고
신축이음	후타재 박리	m ²	3.2	2	
	본체 부식	m	4.5	2	
	토사퇴적	m	2.9	2	

나. 점검결과 분석

점 검 결 과	손상 현황	• 후타재 박리 • 본체 부식 • 토사퇴적
	원인 분석	• 겨울철 제설제로 인하여 발생한 후타재 박리는 골재가 노출되어 있는 상태였으나, 단차 및 이격 등의 손상이 없는 상태이므로 지속적인 주의관찰을 실시하는 것이 바람직함 • 공용중 우수접촉으로 인하여 본체 부식 발생 • 공용중 이물질 유입으로 인한 토사퇴적 발생
	대책	• 후타재 박리 : 주의관찰 • 본체 부식 : 주의관찰 • 토사퇴적 : 청소



Exp.J1(A1) 본체 부식 및 토사퇴적



Exp.J2(P2) 후타재 박리



신축이음장치 유간 측정



바닥판 유간 측정

3.6 기타부재

가. 점검결과

구 분		단위	물량	개소	비 고
교면포장	상태양호	-	-	-	
방호벽	균열(cw 0.3mm 미만)	m	22.4	20	
	박락	m ²	0.3	1	
배수시설	배수관 길이부족	EA	1.0	1	

나. 점검결과 분석

점 검 결 과	손상 현황	• 방호벽 균열(0.3mm미만) • 방호벽 박락 • 배수시설 배수관 길이부족
	원인 분석	• 방호벽 균열은 시공초기 건조수축에 의해 발생 • 철근부식 + 경년열화에 의해 박락 발생 • 배수관 길이부족으로 인하여 점검시설에 노면수가 유입되어 부식을 유발하기 때문에 배수관 길이를 연장해야 하는 것이 바람직 할 것으로 판단 됨
	대책	• 방호벽 균열(0.3mm미만) : 표면처리보수 • 방호벽 박락 : 단면복구 • 배수시설 배수관 길이부족 : 배수관 길이연장



교면포장 상태양호



방호벽 S1 균열(0.3mm미만)



방호벽 S2 균열(0.3mm미만)



방호벽 S3 박락



방호벽 S4 균열(0.3mm미만)



배수시설 P2 배수관 길이부족

3.7 기 점검 · 진단 결과와의 비교

기 정밀점검(2015년) 이후 일부 손상에 대해서 보수를 실시하였으나, 전반적으로 손상물량이 다소 증가된 상태이다. 이는 기 정밀점검 시 누락된 일부개소 손상과 공용중 신규손상이 발생된 것으로 판단된다.

<표> 기 정밀점검 결과와의 비교

부재	손상내용	단위	2015년		2017년		물량증감
			개소	물량	개소	물량	
바닥판	백태	m ²	-	-	5	20.6	▲20.6
	재료분리	m ²	-	-	1	0.06	▲0.06
	박락 및 철근노출	m ²	-	-	1	0.16	▲0.16
	열화, 파손, 철근노출	m ²	2	1.5	-	-	▼1.5
거더	균열(cw 0.3mm 미만)	m	1	0.3	-	-	▼0.3
	균열(cw 0.3mm 이상)	m	1	0.6	-	-	▼0.6
가로보	균열(cw 0.3mm 미만)	m	1	1.2	1	0.3	▼0.9
교대 및 교각	균열(cw 0.3mm 미만)	m	-	-	2	1.2	▲1.2
	망상균열	m ²	-	-	1	1.0	▲1.0
	들뜸	m ²	2	1.2	2	2.35	▲1.15
	열화	m ²	4	5.3	-	-	▼5.3
	파손	m ²	2	4.0	-	-	▼4.0
	박락	m ²	-	-	1	0.12	▲0.12
	박락 및 철근노출	m ²	-	-	1	0.8	▲0.8
	점검로 부식	EA	2	2.0(5.0m ²)	1	1.0	▼1.0
교량받침	받침콘크리트균열(cw 0.3mm 미만)	m	-	-	7	2.2	▲2.2
	받침콘크리트 파손	m ²	2	0.2	-	-	▼0.2
	플레이트 부식	EA	15	15.0(2.0m ²)	12	12.0	▼3.0
신축이음	후타재 박리	m ²	2	1.8	2	3.2	▲1.4
	본체 부식	m	2	3.0	2	4.5	▲1.5
	토사퇴적	m	3	6.0	2	2.9	▼3.1
교면포장	포장균열(cw 0.3mm 이상)	m	11	29.0	-	-	▼29.0
방호벽	균열(cw 0.3mm 미만)	m	-	-	20	22.4	▲22.4
	박락	m ²	-	-	1	0.3	▲0.3
	열화	m ²	12	0.8	-	-	▼0.8
배수시설	배수관 길이부족	EA	-	-	1	1.0	▲1.0
	배수관 하부 녹발생	m ²	1	0.1	-	-	▼0.1

3.8 재료시험 및 측정 결과

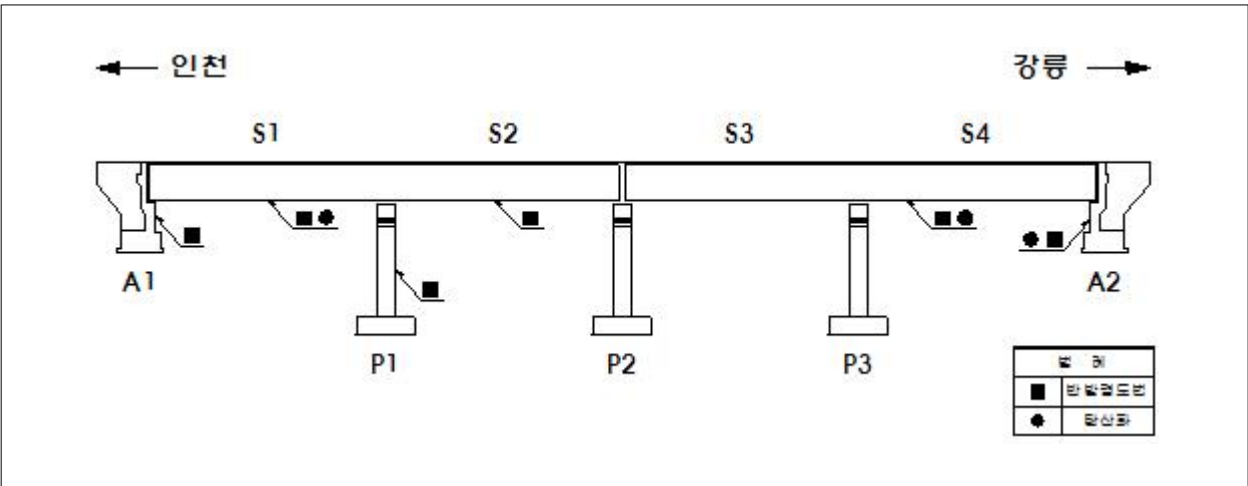
가. 시험 및 측정 현황

본 점검에서 부재별 재료시험 및 측정은 크게 콘크리트 강도시험(반발경도법)과, 콘크리트 부재의 탄산화 깊이 측정 등으로 구분되며, 시험항목별 개소수 및 시험위치는 다음과 같다.

<표> 시험 및 측정 수량 산출

구 분		세부지침 기준	기준산출 수량	금회 시험 수량	비고
반발 경도 시험	상부 구조	50m 마다	3	3	
	하부 구조	50m 마다	3	3	
탄산화 시험	상부 구조	5경간 이내 : 2~3개소(상부구조에 서 최소 1개소 이상 실시)	2	2	
	하부 구조	5경간 이상 : 3~6개소(상부구조에 서 최소 2개소 이상 실시)	1	1	

나. 시험 및 측정 위치도



<그림> 시험 및 측정 위치도 및 전경

다. 콘크리트 비파괴 강도시험

시 험 결 과				
구 분	세부 측정위치	시험결과(MPa)	설계강도(MPa)	판 정
상부구조	S1 바닥판	31.5	27.0	OK
	S2 바닥판	29.2	27.0	OK
	S4 바닥판	27.1	27.0	OK
하부구조	교대 A1	25.1	24.0	OK
	교각 P1	24.6	24.0	OK
	교대 A2	24.3	24.0	OK
시험 전경 사진				
				
시험결과 분석				
○ 콘크리트 비파괴 강도 시험결과 설계 강도보다 높은 값이 측정되었으며, 따라서 비파괴 강도면에서 전반적 상태가 양호한 것으로 측정됨.				

라. 탄산화시험

시 험 결 과						
측 정 위 치	탄산화 깊이(mm)	철근피복 두께(mm)	탄산화속도계 수(A)	잔존수명 예측(년)	탄산화잔여 깊이(mm)	상태평가 등급
S1 바닥판	1.0	60.0	0.236	100년이상	59.0	a
S4 바닥판	2.0	60.0	0.471	100년이상	58.0	a
교대 A2	2.0	100.0	0.471	100년이상	98.0	a

※ 탄산화 속도계수 산정

$$C = A \times \sqrt{t}$$
여기서, C : 탄산화깊이(mm), A : 탄산화속도계수, t : 재령(년)

시험 전경 사진		

시험결과 분석
○ 탄산화 시험결과 상부구조는 잔존깊이가 58.0~59.0mm로써 'a'로 평가 되었으며, 하부구조는 탄산화 잔존깊이가 98.0mm로서 'a'로 평가 되었다. 향후 탄산화 진행 상태를 지속적으로 관찰하여야 할 것으로 판단됨.

3.9 기 점 검 · 진 단 결 과 와 의 비 교

구 분		2015년 정밀점검	2017년 정밀점검	비 고
반발경도 (MPa)	상부구조	30.3 ~ 31.7	27.1 ~ 31.5	· 반발경도 시험 결과 기 점검결과와 비교시 일부 차이가 있으나 비파괴강도는 설계기준 강도를 만족하고 있는 것으로 조사됨.
	교대	24.1 ~ 28.5	24.3 ~ 25.1	
	교각	26.3	24.6	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조	56.0	58.0 ~ 59.0	· 탄산화 잔여깊이 측정 결과 기 점검과 비교시 다소 차이가 있는 것으로 조사 되었으나, 탄산화 진행으로 인한 철근부식 영향은 적은 것으로 조사됨.
	교대	97.0 ~ 99.0	98.0	
	교각	-	-	

4. 시설물의 상태평가

가. 상태평가 결과

부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재				교량 받침	하부구조		내구성 요소	
번호	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음		하부	기초	탄산화 상부	하부
S1/A1	P.S.C Girder	b	a	a	a	a	b	b	b	b	Q	a	x
S2/P1		b	a	a	a	a	b	x	a	b	Q	x	x
S3/P2		a	a	a	a	b	b	b	b	c	Q	x	x
S4/P3		c	a	b	a	a	b	x	b	b	Q	a	x
A2		x	x	x	x	x	x	b	a	a	Q	x	a
평균(a)		0.225	0.100	0.125	0.100	0.125	0.200	0.200	0.160	0.220	N/A	0.100	0.100
가중치(b)		18	20	5	7	3	2	9	9	20	N/A	4	3
(a×b)/100		0.041	0.020	0.006	0.007	0.004	0.004	0.018	0.014	0.044	N/A	0.004	0.003
									환산결합도 점수			0.165	
									상태평가 결과			B	

나. 전차 점검 결과와 비교·분석

구조물명	전회차 정밀점검(2015년)		금회차 정밀점검(2017년)	
	안전등급	평가지수	안전등급	평가지수
백옥포교(인천)	B	0.175	B	0.165

다. 결과분석

백옥포교(인천)는 상태평가 결과를 전차 점검과 비교·분석한 결과, 평가 결과는 B로 동일하나 평가지수는 하향되었다. 전차 정밀점검 실시 후 일부손상에 대해서 보수를 실시하였으며, 신규 손상이 추가로 조사되어 평가지수가 변동되었다. 그러나 현장조사 결과 구조적인 손상 및 내구성 저하 등은 없는 것으로 확인되어 특이사항은 없는 것으로 판단된다.[상태평가 산출근거 부록에 수록]

라. 종합평가 및 안전등급 지정

백옥포교(인천)는 정밀점검 대상으로 안전성평가를 수행하지 않고 상태평가만을 수행하였으며, 상태평가결과 "B"를 종합평가로 결정함

5. 종합결론

5.1 보수·보강 방안

부 재	손상내용	손상 물량	단위	손상원인	보수방안	우선 순위
바닥판	백태	20.6	m ²	균열부 우수접촉	표면처리보수	3
	재료분리	0.06	m ²	다짐부족	단면복구	3
	박락 및 철근노출	0.16	m ²	우수접촉 + 피복두께 부족	단면복구(방청)	2
가로보	균열(cw 0.3mm미만)	0.3	m	건조수축균열	표면처리보수	3
교대 및 교각	균열(cw 0.3mm미만)	1.2	m	수화열 + 건조수축	표면처리보수	3
	망상균열	1.0	m ²	수화열 + 건조수축	주입보수	2
	들뜸	2.35	m ²	우수접촉 + 경년열화	단면복구	3
	박락	0.12	m ²	우수유입 + 동결융해 반복	단면복구	3
	박락 및 철근노출	0.8	m ²	우수접촉 + 피복두께 부족	단면복구(방청)	2
	점검로 부식	1	EA	우수접촉	점검로 재정비	1
교량받침	받침콘크리트균열(cw 0.3mm 미만)	2.2	m	건조수축균열	표면처리보수	3
	플레이트 부식	12	EA	우수접촉 + 경년열화	주의관찰	-
신축이음	후타재 박리	3.2	m	제설제 살포	주의관찰	-
	본체 부식	4.5	m	우수접촉 + 경년열화	주의관찰	-
	토사퇴적	2.9	m	공용중 이물질 유입	청소	3
방호벽	균열(cw 0.3mm미만)	22.4	m	건조수축균열	표면처리보수	3
	박락	0.3	m ²	우수접촉 + 경년열화	단면복구	3
배수시설	배수관 길이부족	1	EA	시공미흡	배수관길이연장	3

5.2 중점유지관리사항

백옥포교(인천)에 대한 금회 정밀점검 결과, 외관조사시 구조적인 결함은 발생되지 않았으나 유지관리시의 중점점검 사항 및 내구성 확보차원에서의 보수가 필요한 부분에 대하여 보수 후에도 보수상태나 손상의 진전을 일상점검시 중점적으로 점검해야 한다.

구 분	중점 유지관리 사항	
바닥판		• 교면 방수층 기능저하에 의한 바닥판 하면 백태·누수 발생 유무 확인 • 윤하중 작용에 의한 1방향 또는 망상균열 발생 유무
거더		• 받침부 복부 사인장 균열 및 경간 중앙부 휨균열 발생 유무 확인 • 연속구간 상부 부모멘트에 의한 균열 발생 유무 확인 • 강선 정착부 균열 및 파손 유무 확인 • 중앙부 쉬스관 노출 및 파손 유무 확인 • 프리플렉스 거더 복부 균열 유무 확인
가로보		• 이상처짐에 의한 균열의 발생 및 가로보 파손 유무 확인
하부 구조		• 균열의 보수후 재발생 여부 • 백태, 재료분리, 박리, 들뜸, 파손, 철근노출부의 보수후 보수상태 점검
받침		• 받침 가동상태 이상유무 확인

구 분	중점 유지관리 사항	
신축이음		• 신축이음 부식, 누수, 가동불량 확인 • 후타재 균열, 이물질 퇴적 등의 손상발생 빈도가 높으므로 주기적인 관찰이 필요함 • 신축이음 여유량에 대한 정기적인 체크 필요
교면 포장		• 포장면 파손부 보수후 재발생 여부 • 포장면에 발생된 균열의 진전 및 박락 발생 여부
방호울타리 및 방음벽		• 방호울타리 균열, 백태, 파손, 들뜸, 철근노출부 보수후 보수상태 및 외부충격으로 인한 추가 손상 발생 여부 확인 • 방음벽의 외부충격으로 인한 추가 손상 발생 여부 확인
배수 시설		• 일상유지관리를 통해 배수시설 청소 • 이물질 유입으로 인한 배수관 막힘과 배수관 탈락 여부 확인

5.3 정밀안전진단 및 사용제한 여부

현 상태에서 긴급정밀안전진단이나 사용제한 등의 조치는 필요하지 않을 것으로 조사되었으며, 추후 적절한 시기에 점검계획을 수립하여 지속적인 유지관리가 이루어져야 할 것이다.

5.4 종합 결론

- 1) 백옥포교(인천)는 전반적으로 양호한 상태로 조사되었으며, 일부 조사된 손상들은 구조물의 안전성에 미치는 영향은 없을 것으로 판단된다.
- 2) 바닥판의 신축이음하부 누수 및 노면수 유입으로 인해 균열부에 백태를 유발시켰으며, 유입된 우수로 인해 동결융해의 반복을 통해 철근이 부식 및 팽창하여 박락 및 철근노출이 발생한 것으로 판단된다.
- 3) 교대 및 교각에서는 콘크리트 양생시 발생하는 수화열 및 시공초기 건조수축에 의한 균열 및 망상균열, 들뜸, 박락, 박락 및 철근노출 등이 조사되었다. 조사된 손상들은 콘크리트의 재료적·시공적 특성에 기인하여 발생하는 비구조적인 손상들로 판단되며, 구조물의 내구성 향상을 위해 보수를 실시하는 것이 사용성 증대 차원에서 바람직 할 것으로 판단된다.
- 4) 교각(P2) 점검로에서 발생한 점검로 발판 부식은 안전점검자의 안전 및 생명에 위해를 끼칠 수 있는 상황이므로 조속한 보수를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 5) 플레이트 부식은 공용중 외기 및 우수의 접촉 등 경년열화에 의해 발생하였으며, 플레이트 부식은 교량받침의 기능성 및 사용성에 미치는 영향은 없을 것으로 판단되나 현재 부식이 많이 진행되어 미관성을 저하시키므로 미관성 제고 차원에서 도장보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.
- 6) 내구성 조사결과 콘크리트 비파괴강도는 설계기준강도를 상회하는 것으로 조사되었으며, 탄산화 시험결과 상태평가 등급은 a등급으로 조사되어 탄산화에 의한 철근부식 가능성은 적은 것으로 조사되었다.
- 7) 본 시설물에 대한 상태평가 결과는 B등급으로 평가 되어 종합평가 등급 및 안전등급은 B등급으로 기능발휘에는 지장이 없으며, 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 것으로 평가되었다.

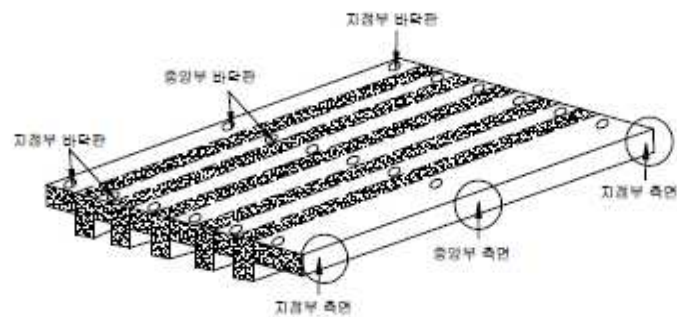
따라서, 금회 조사된 결함 및 손상 부위에 대하여 보고서에 제시된 보수와 병행하여 중점 유지관리 항목들에 대한 주기적인 점검을 시행한다면 구조물의 안전성 및 사용성을 유지하는데 문제가 없을 것으로 판단된다.

1. 시설물의 점검사항

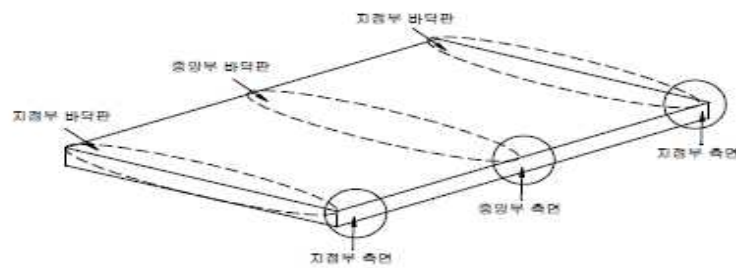
부재별 점검 사항은 평가결과를 기초로 판단하며, 이는 점검 부위별 각각의 점검사항에 대한 주요 손상상태를 파악하는데 활용할 수 있다.

1) 콘크리트 바닥판

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



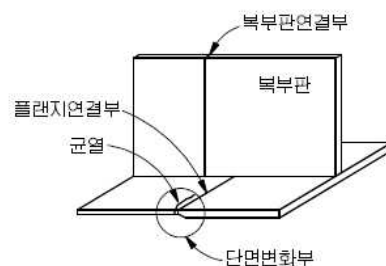
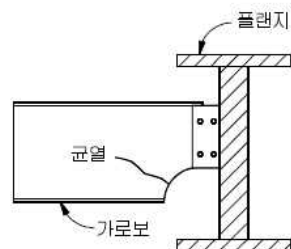
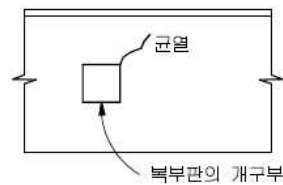
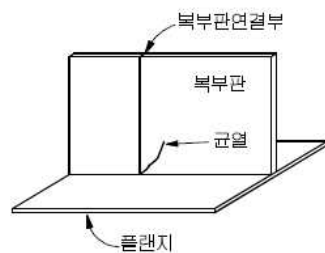
< 거더가 있는 경우의 바닥판검査부위 >

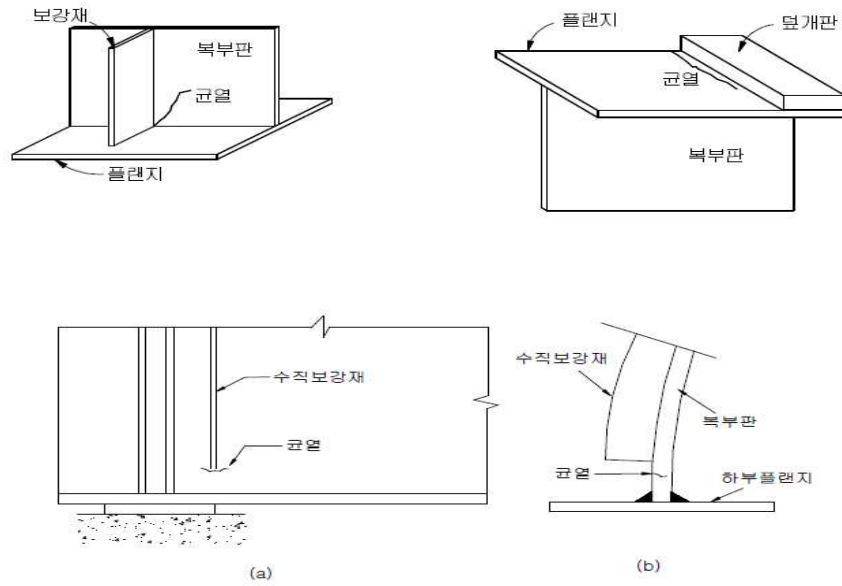


< 거더가 없는 경우의 바닥판 검査부위 >

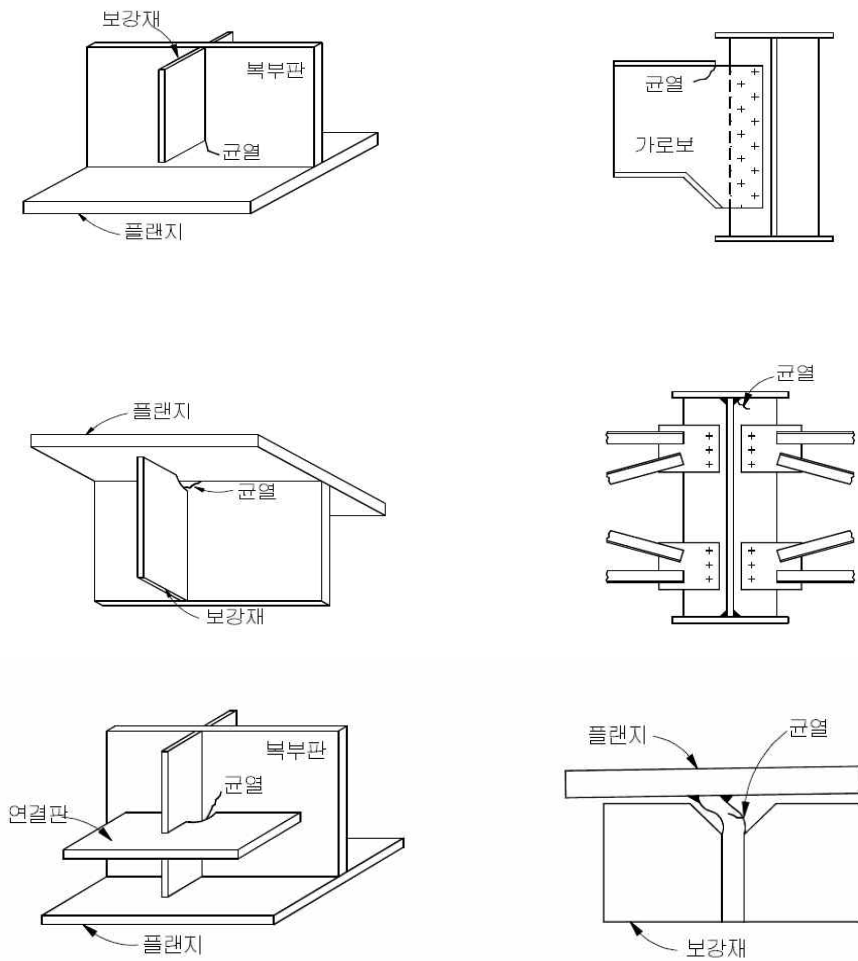
2) 강 바닥판, 강 거더 및 강 교량(강 주탑)

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 편 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





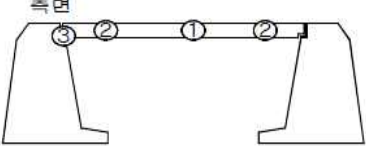
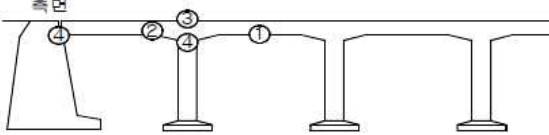
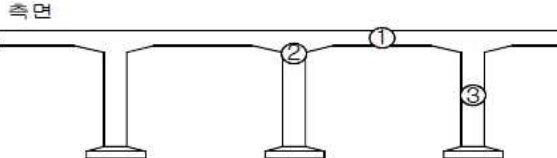
< 피로균열이 발생하기 쉬운 구조상세 >

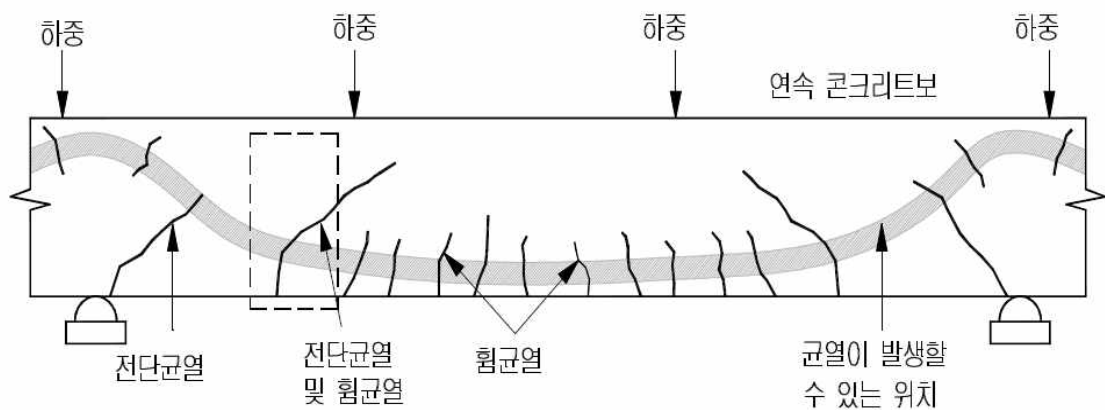


< 피로균열이 발생하기 쉬운 구조상세 >

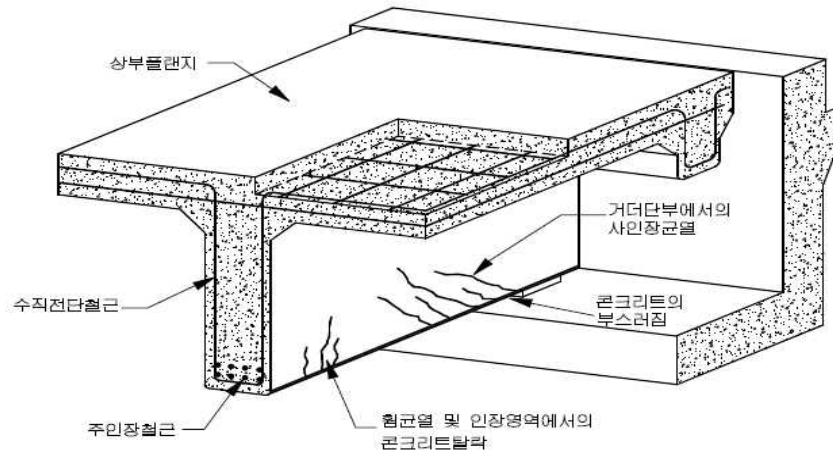
3) 철근콘크리트 거더

점 검 부 위	손 상 종 류
▷공통	• 박리, 박락, 층분리, 파손, 철근노출, 백태(유리석회)
▷받침부	• 부스러짐 • 복부 사인장 균열
▷중양부	• 횡방향 균열

구조형식	점 검 부 위	비 고
단순보		① 지간중앙부 ② 지간 1/4부 ③ 받침부
연속보 게르버보		① 지간중앙부 ② 변곡점부(약L/4) ③ 교각상부 ④ 받침부
라멘보		① 지간중앙부 ② 우각부 ③ 교각부



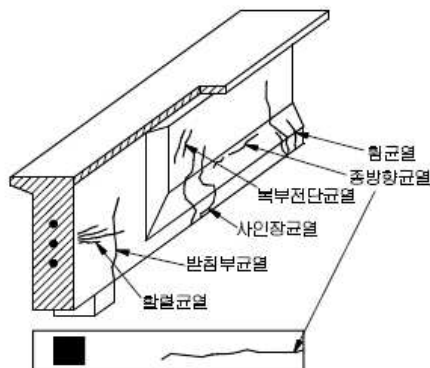
< 콘크리트 거더에 발생하는 균열의 유형과 위치 >



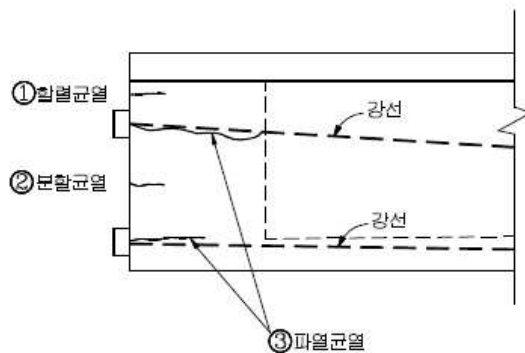
< 철근콘크리트 거더의 점검부위 >

4) 프리스트레스 콘크리트 거더

점 검 부 위	손 상 종 류
▷공통	• 박리, 박락(파손), 철근노출, 백태
▷받침부	• 부스러짐 • 복부 사인장 균열 • 연속교 상단 휨균열 • 격벽 개구부 모서리 균열
▷중앙부	• 휨균열, 거더처짐 • 쉬스관 노출 및 파손 • 박스내부 플랜지 및 복부의 강선방향 균열 • 시공이음부 균열 및 누수
▷강선정착부	• 정착부 균열 및 파손



< PSC I빔의 점검부위 >



< 정착구역의 국부균열 >

5) 콘크리트 가로보

점 검 부 위	손 상 종 류
▷공통	• 박리, 박락, 층분리, 파손, 철근노출, 백태(유리석회)
▷철근콘크리트 가로보	• 박락(파손), 철근노출 • 경사균열(거더의 상대처짐 의심)
▷프리스트레스트 콘크리트 가로보	• 쉬스관 노출 및 파손 • 정착부 균열 및 파손

6) 강 가로보와 세로보

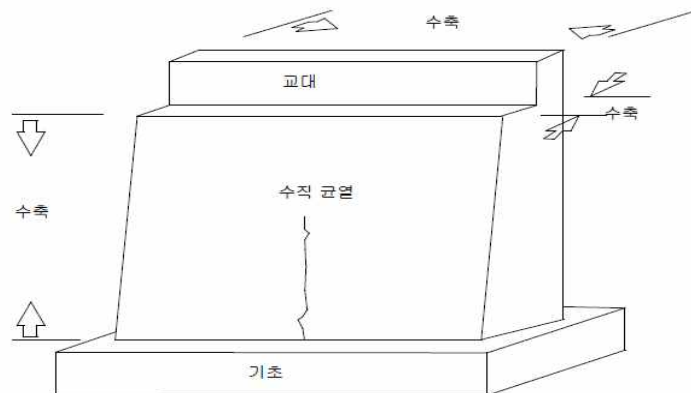
점 검 부 위	손 상 종 류
▷공통	• 도장 손상 및 부식 • 현장이음부 볼트손상, 누수 • 이상음 발생
▷철피로강도등급 낮은 용접 상세부(D,E급)	• 피로균열
▷2차부재	• 가로보, 세로보, 브라켓 및 브레이싱 변형 • 하중집중점, 가로보와 세로보 교차부 균열 • 거세트관 용접부 끝부분 균열
▷보수부위	• 용접부 및 용접부 주변 균열

7) 케이블

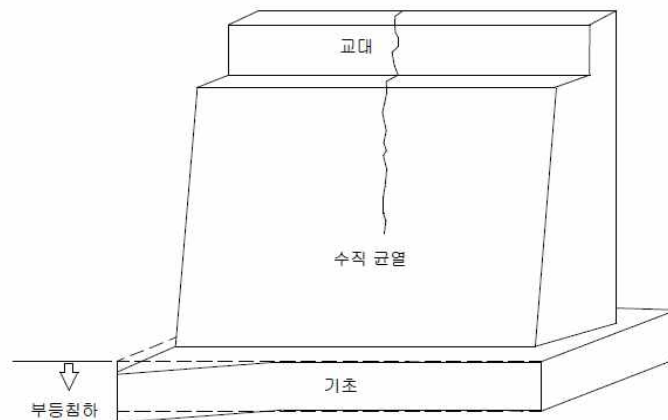
점 검 부 위	손 상 종 류
▷케이블 부재	• 도장 손상 및 부식 • 부식으로 인한 케이블 단면 손상 • 케이블 변형 및 꺾임 • 외부 및 내부 소선 단선
▷보호관	• 보호관의 파손
▷정착구	• 강재 정착구의 도장손상 및 부식 • 콘크리트 정착구의 파손, 누수 및 체수 • 정착구 댐퍼 파손
▷행어밴드, 새들	• 도장 열화 및 부식 • 고정볼트 이완, 탈락 • 변형 및 파손

8) 교대

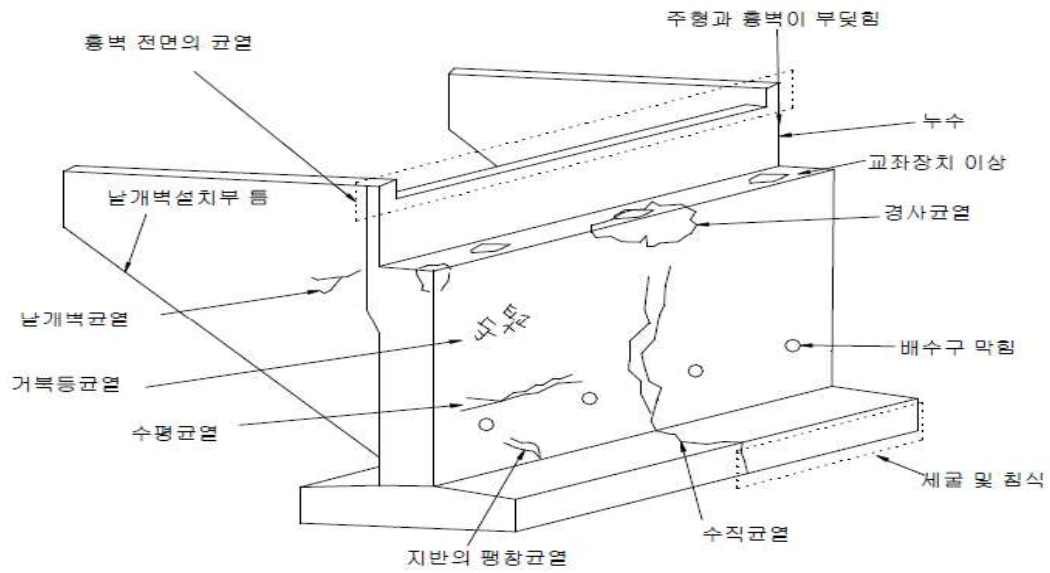
점 검 부 위	손 상 종 류
▷공통	• 교대 기울음 및 전도 • 균열, 박리, 박락, 층분리, 철근노출, 백태(유리석회)
▷두부(Coping)	• 두부 물고임 • 받침부 균열 및 파손 • 두부와 홍벽 경계부 균열 • 거더와 홍벽 신축유간 부족
▷벽체	• 수직균열 및 침하 • 구체와 날개벽 분리 • 구체부 배수구 막힘 • 수면접촉부 침식
▷날개벽(옹벽 포함)	• 날개벽 이동, 전도 • 석축이 있는 경우 사면붕괴



< 온도응력, 건조수축에 의한 교대의 수직균열 >



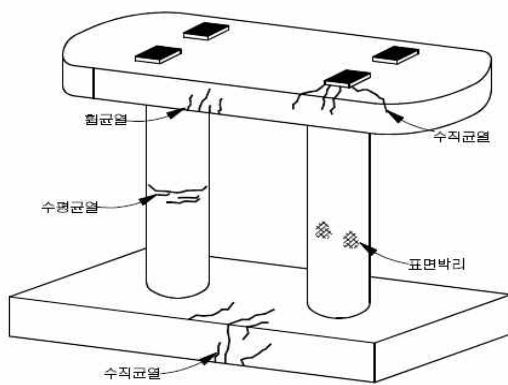
< 부등침하로 인한 교대의 수직균열 >



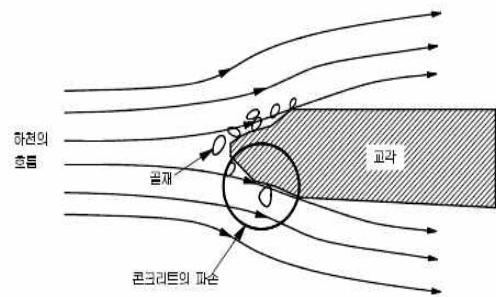
< 교대의 점검부위 >

9) 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
▷ 벽체	• 시공이음부 균열 • 이동 또는 기울음 • 수면접촉부 침식



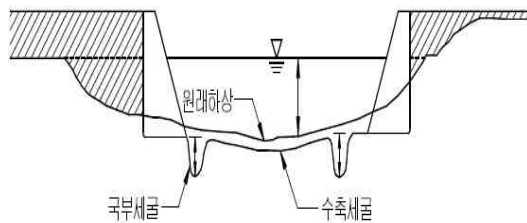
< 콘크리트 교각의 점검부위 >



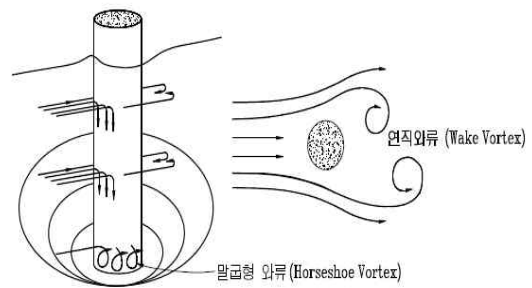
< 유수에 의한 콘크리트 교각의 침식 >

10) 기초

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



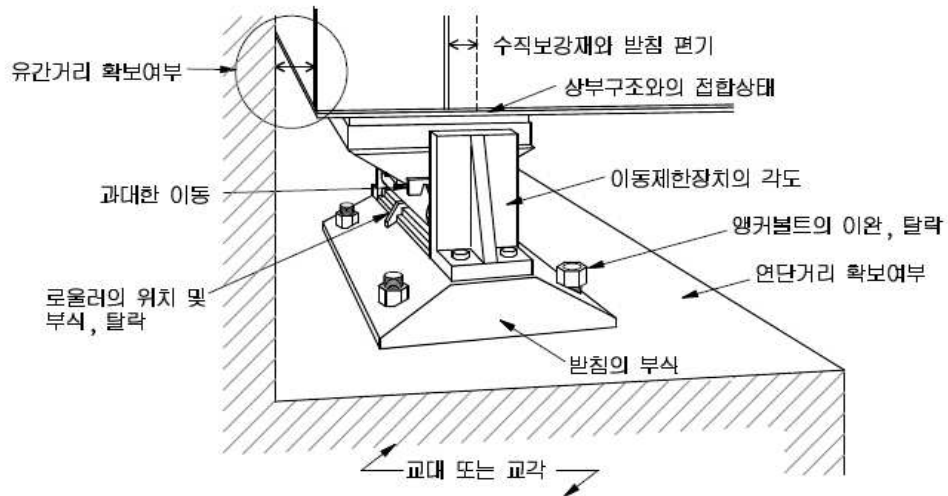
< 수축세굴과 국부세굴 >



< 원형기초의 국부세굴 >

11) 교량받침

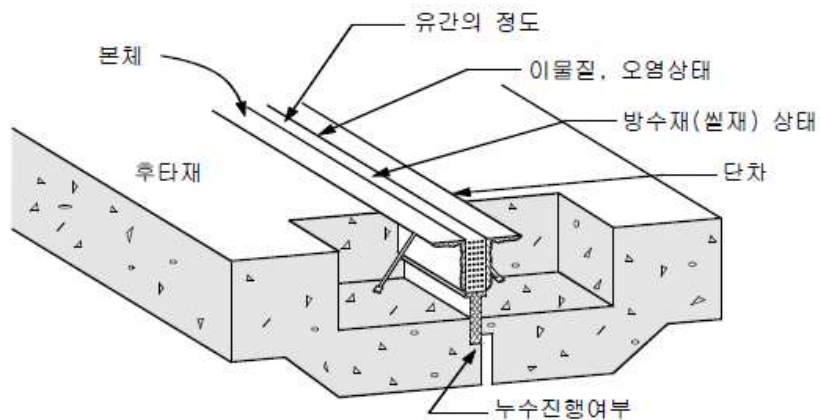
점 검 부 위	손 상 종 류
▷본체	- 공통 • 가동받침의 신축유간 부족 • 가동받침 전·후방의 가동장애 요소 • 받침과 주형의 밀착상태 • 수직보강재와 받침 편기상태 • 받침 물고임 및 부식
	- 강재받침 • 가동면 부식 • 부속물 파손(부상방지장치 및 이동제한장치)
	- 탄성받침 • 부풀음 및 갈라짐 • 고무판의 과도한 변형
▷받침콘크리트	• 앵커볼트 파손, 절단 • 콘크리트 파손, 하부공동 및 침하 • 교각두부 균열



< 교량받침 점검부위 >

12) 신축이음

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



< 신축이음 점검부위 >

13) 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

14) 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 및 설치간격 넓음
▷배수관		• 관의 연결부 어긋남, 파손 • 이물질에 의한 막힘 • 지지철물의 이완 및 파손 • 배수관 길이 부족(짧음) • 유출구 위치 부적절(도로구간)

15) 난간 및 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
	- 철근 콘크리트	• 균열, 박리, 파손 • 철근노출 및 부식 • 전체적인 처짐 및 선형불량

2. 콘크리트 비파괴 조사방법

1) 개 요

콘크리트 비파괴 조사는 내구성 평가를 위해 비파괴시험을 실시하였으며, 외관조사 결과와 함께 구조물의 상태평가, 보수·보강 및 유지관리 방안을 수립하는 기초자료로 활용할 수 있도록 하였다. <표 1.3>은 철근콘크리트 재료시험 및 측정조사 내용을 표기하였다.

<표> 철근콘크리트 재료시험 및 측정 조사 내용

구 분	조사 항목	내 용	비고
재료시험 및 측정	콘크리트강도 (반발경도법)	슈미트 해머를 이용하여 콘크리트 강도 조사	
	탄산화 시험	탄산화시험기를 이용하여 콘크리트 구조물의 탄산화 깊이 조사	

2) 콘크리트 강도 시험

콘크리트 구조물의 압축강도를 추정하는 방법에는 현장에서 코어를 직접 채취하여 시험실 내에서 일축압축강도시험을 통하여 구하는 방법과 비파괴시험에 의해 추정하는 방법이 있다. 정확한 강도를 평가하기 위해서는 코어에 의한 강도를 활용하여야 하나 코어채취부의 누수, 코어개수 증가에 따른 구조물의 악영향 등을 고려하여 코어채취에 의한 강도조사는 발주처 협의 및 사업책임기술자의 판단하에 평가항목에서 제외하였으나 반발경도법에 의해 대표강도를 추정할 수 있도록 충분한 조건하에 비파괴강도 시험을 실시하였다. 또한 콘크리트 강도조사 구간 선정은 외관조사결과 콘크리트 결함이나 불량부의 개소수가 적어 육안조사에 따라 각 부재를 대표할 수 있는 구간을 랜덤으로 선정하여 시험을 시행하였다.

1) 반발경도법

가) 개요

콘크리트 표면의 반발경도를 측정하여, 이 측정치로부터 콘크리트의 압축강도를 추정하는 검사방법이다. 반발경도를 구하는 방법으로는 슈미트 해머법이 가장 널리 사용되는데, 슈미트 해머는 경화된 콘크리트 표면을 타격시, 반발도(R)와 콘크리트의 압축강도(f_c')와의 사이에 특정 상관관계가 있다는 실험적 경험을 기초로 한다.

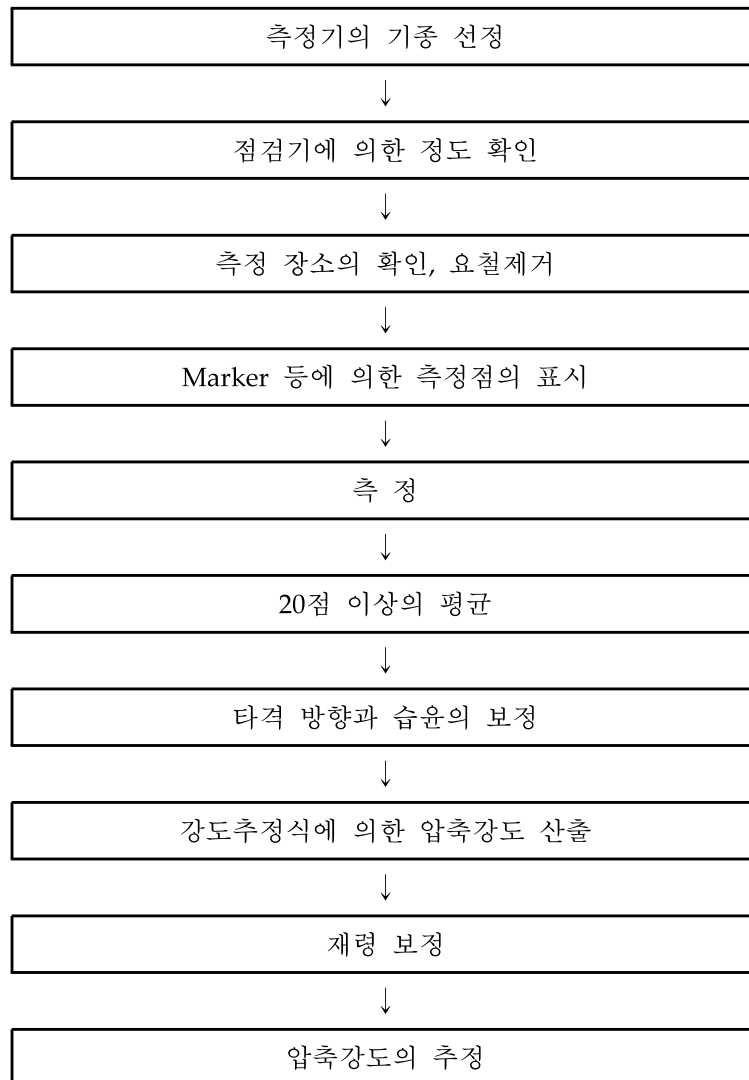
나) 시험방법

① 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 ± 7 의 범위(또는 $\pm 15 \sim 20\%$)를 벗어나는 값들은 제외시키고 나머지 값들을 다시 산술평균하여 반발경도를 결정함.

② 측정점간의 최소간격은 30~60mm로 하고, 측정부재의 최소두께는 반발도의 영향을 고려하여 100mm 이상을 원칙으로 함

③ 측정치는 원칙적으로 정수값을 읽고, 표면 건조상태의 부위를 선정, 측정하여 건조에 따른 보정, 압축응력에 따른 반발도의 보정과 타격 방향에 대한 보정 및 재령에 따른 보정을 적용함

반발경도시험에 의한 압축강도 추정 흐름도는 다음과 같다.



<그림> 압축강도 추정 흐름도

다) 보정방법

보정반발경도(R0)는 아래 식과 같이 측정경도 R값에 보정값 $\Delta R1$, $\Delta R2$, $\Delta R3$ 을 더한 값으로 한다.

$$R0 = R + \Delta R1 + \Delta R2 + \Delta R3$$

여기서, $\Delta R1$: 타격방향에 따른 보정값

$\Delta R2$: 압축부재의 고정하중 응력에 따른 보정값

$\Delta R3$: 콘크리트의 습윤상태에 따른 보정값

① 타격 방향에 따른 반발경도의 보정

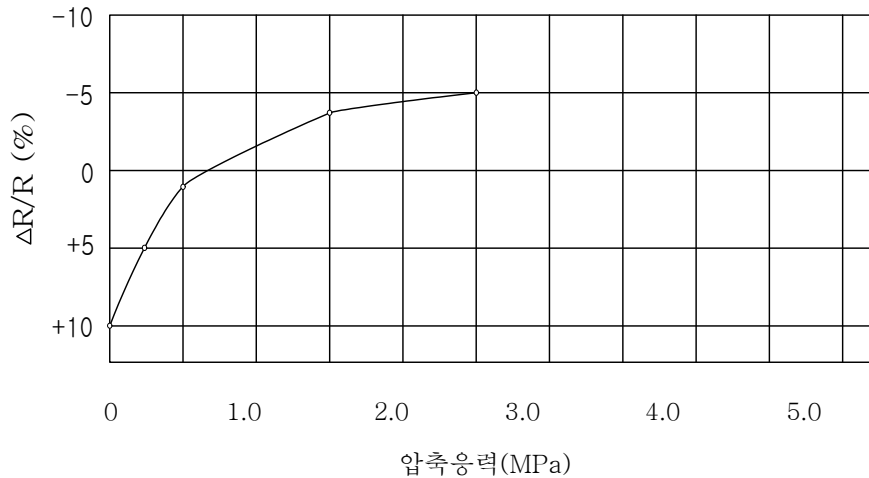
수평방향의 타격에 의한 측정치가 안정된 값을 나타내지만 타격방향이 다른 경우에는 반발치를 보정해 주어야 한다. 반발경도 보정치는 <표 1.4>와 같다. 하향 타격(-90°)의 경우에는 슈미트 해머(Schmidt Hammer) 내부의 해머중량에 의해서 실제보다 반동량이 작아지므로 +값으로 수정해 주고, 상향의 타격(+90°)의 경우에는 반대현상에 의해서 -값으로 수정해 주어야 한다.

<표> 반발경도 보정치

반발경도 (R)	수평과 이루는 각도				비 고
	+90°	+45°	-45°	-90°	
10	-	-	+2.4	+3.2	‘상향수직타 격 +90° 하향수직타 격 -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	

② 압축응력에 따른 반발경도 보정

타격방향과 직각방향으로 압축응력을 받는 부재는 압축응력이 커짐에 따라 반발경도에 의한 압축강도가 실제보다 커진다는 사실이 시험결과 입증되었다. 그 크기는 대략 압축응력이 0.1MPa 인 경우 $\Delta R2 = -0.015R$, 0.25 인 경우 $\Delta R2 = -0.05R$ 이다.



<그림> 압축응력에 따른 반발경도의 보정곡선

③ 콘크리트 습윤 상태에 따른 보정

콘크리트 표면이 습윤 상태에 있으면 기건 상태 보다 반발도가 작게 나오게 된다. 따라서, 완전습윤상태에서는 기건 상태를 기준으로 $\Delta R3 = +5$ 로 보정한다.

④ 콘크리트 재령 년수에 따른 보정

시간이 오래되어 건조한 콘크리트는 큰 반발경도를 나타내는 경향이 있다. 또한 재령에 따른 콘크리트 강도를 추정하는 경우, <표 1.5>와 같이 현재 상태의 압축강도를 기준으로 재령계수 α 를 곱하여 재령 28일의 압축강도를 추정할 수 있다.

<표> 재령에 의한 반발경도의 보정계수

재령	4일	5일	6일	7일	8일	9일	10일	11일	12일	13일	14일	15일
α	1.90	1.84	1.78	1.72	1.67	1.61	1.55	1.49	1.45	1.40	1.36	1.32
재령	16일	17일	18일	19일	20일	21일	22일	23일	24일	25일	26일	27일
α	1.28	1.25	1.22	1.18	1.15	1.12	1.10	1.08	1.06	1.04	1.02	1.01
재령	28일	29일	30일	32일	34일	36일	38일	40일	42일	44일	46일	48일
α	1.00	0.99	0.99	0.98	0.96	0.95	0.94	0.93	0.92	0.91	0.90	0.89
재령	50일	52일	54일	56일	58일	60일	62일	64일	66일	68일	70일	72일
α	0.87	0.87	0.87	0.87	0.86	0.86	0.85	0.85	0.85	0.84	0.84	0.84
재령	74일	76일	78일	80일	82일	84일	86일	88일	90일	100일	125일	137일
α	0.83	0.83	0.82	0.82	0.82	0.81	0.81	0.80	0.80	0.78	0.76	0.75
재령	150일	175일	200일	250일	300일	350일	400일	500일	750일	1000일	2000일	3000일
α	0.74	0.73	0.72	0.71	0.70	0.69	0.68	0.67	0.66	0.65	0.64	0.63

라) 압축강도 추정

반발경도 값으로부터 콘크리트 압축강도를 추정하기 위해 주로 적용되는 기존의 제안식은 다음과 같으며, 본 진단에서는 각 기존 제안식에 따라 약간의 편차가 있으므로 제안식의 평균값으로 압축강도를 추정하였다.

<표> 콘크리트 압축강도 제안식

구 분	제안식(MPa)		적용 대상
식 1	$f_c = -18.0 + 1.27R_o$	일본재료학회	보통 콘크리트 (30.0MPa 미만)
식 2	$f_c = (7.3R_o + 100) \times 0.098$	일본건축학회	
식 3	$f_c = (17.2R_o - 241) \times 0.098$	한국시설안전공단	고강도 콘크리트 (30.0MPa 이상)
식 4	$f_c = (15.2R_o - 112.8) \times 0.098$	과학기술부	

마) 평가 근거

반발경도법의 강도조사결과에 대한 평가근거 및 내용은 아래와 같다.

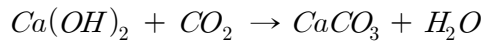
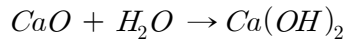
<표> 반발경도법의 평가근거 및 내용

구 분	내 용	비 고
평가근거	▪ 준공도면의 설계기준 강도	
평가내용	▪ 각 제안식의 평균값으로 압축강도를 산정함. ▪ 부재별 압축강도는 조사개소의 평균값으로 산정함. ▪ 측정치는 설계기준강도와 비교, 검토하여 구조계산에 반영하며 설계값이상일 경우 안전측으로 설계값을 적용하고 설계값 미만일 경우 측정치를 구조계산에 반영토록 함.	

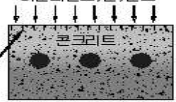
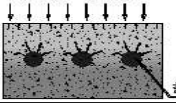
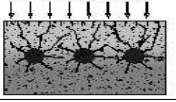
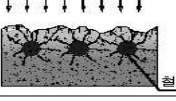
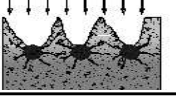
3) 탄산화 시험

1) 개요

탄산화란 경화콘크리트와 공기 중의 탄산가스가 반응하면서 알칼리성을 잃게 되는 현상을 말한다. 즉 건전한 콘크리트는 경화 시멘트풀의 수산화 화합물중 약 25%를 차지하는 수산화칼슘($Ca(OH)_2$)의 영향으로 pH가 12~13인 강알칼리성을 나타내나 탄산가스가 수산화칼슘과 반응하면 탄산칼슘($Ca(CO)_3$)으로 환원되면서 표면부터 콘크리트의 pH가 서서히 10 이하로 낮아지는 현상이다.



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

◆ 1단계		재질 및 강도상의 변화는 거의 없다. (약간의 건조수축에 의한 균열)
◆ 2단계		녹의 발생에 의한 팽창압이 콘크리트 내부에 발생하여 미세한 균열이 발생한다.
◆ 3단계		철근의 윗면이 팽창하며 균열이 표면까지 연장되고 동해 등의 다른 열화를 유발시키며 녹물이 보인다.
◆ 4단계		철근 윗면의 피복이 탈락되기 시작하고 철근노출이 시작된다. 철근의 단면적이 감소한다.
◆ 5단계		철근 윗면이 거의 없어지고 철근은 공기 중에 직접 노출된다. 내구성능 저하가 가속된다.

<그림> 탄산화에 의한 철근부식 메커니즘

2) 시험방법

본 과업에서는 콘크리트의 미소구간을 파취하여 시험을 시행하였으며, 철근 위치를 파악한 후 시험 위치를 결정한다.

시험개소 · 부위 · 노면 아래조건 · 주위 환경 등에 의한 방법을 적시에 선택한 후에 분진의 비산방지책을 검토해야 한다. 깎아낸 콘크리트 표면에 콘크리트 조각이나, 가루를 완전히 제거한다.

3) 탄산화깊이 측정

가) 측정 준비

① 측정면의 처리가 종료된 후 바로 측정면에 시약을 분무기로 액체가 떨어지지 않을 정도로 분무한다.

② 측정면의 처리가 종료된 후 바로 측정할 수 없는 경우에는 비닐필름 등으로 측정면을 밀봉한다.

나) 탄산화깊이 측정

- ① 콘크리트 표면으로부터 적자색으로 변색한 부분까지의 거리를 0.5mm단위로 측정한다.
- ② 선명한 적자색으로 변색된 부분보다 옅은 부분에 흐린 적자색의 부분이 나타나는 경우 선명한 적자색 단면까지의 거리를 탄산화 깊이로서 측정함과 동시에 연한적자색 부분까지의 거리도 함께 측정한다.
- ③ 평균 탄산화깊이는 측정값의 합계를 측정 개수로 나누어 구하고, 반올림하여 소수점 이하 한 자리까지 구한다.

다) 측정 지점

- ① 공시체의 할렬면이나 절단면을 측정면으로 하는 경우 탄산화의 상황에 따라 10~15mm간격마다 1곳을 측정한다.
- ② 코어 공시체의 측면을 측정면으로 하는 경우는 5곳 이상을 측정한다.
- ③ 콘크리트 구조물의 깎아낸 면에서 측정하는 경우 깎아낸 면의 크기에 따라 4~8곳 정도를 측정한다.

<표> 페놀프탈레인 분무 시기와 측정 시기

측 정 면	청소방법 전처리법	시약의 분무시기	탄산화깊이 측정시기 (분무 후의 경과시간)
• 현장 깎아낸 면 • 코어 할렬면	blow 뿜기	직후	직후
		3~6시간 직후	1~10분 후
		1~7일 후	1분~2일 후
	blow 뿜기 후 물축임	직후~1일 후	직후
		2~4일 후	직후~2일 후
		5~7일 후	직후
• 임의 추출 코어 표면 • 콘크리트 커터 절단면	물씻기 후 표면 건조	1일 후	10분~2일 후
• 수중 양생 후의 할렬면	blow 뿜기	직후~1일 후	직후
• 수중 양생 후 콘크리트 커터 절단면	물씻기 후 표면건조, 분무 전 물축임	1일 후	10분~2일 후

※안전점검 및 정밀점검 세부지침 (한국시설안전공단, 2010.12)

※본 과업에서는 현장 깎아낸 면으로 탄산화를 측정하였음.

라) 탄산화 진행에 따른 상태평가

탄산화 진행상태는 피복두께의 절대값이 클수록 탄산화 잔여 절대값이 커지므로 피복두께가 클수록 일반적으로 철근부식까지의 탄산화도달시간에 대한 여유가 크다. 피복두께와 탄산화 측정깊이를 고려한 철근 콘크리트 구조물에서의 탄산화 진행상태에 대한 상태평가 결과는 다음과 같다.

<표> 탄산화 상태평가 기준

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

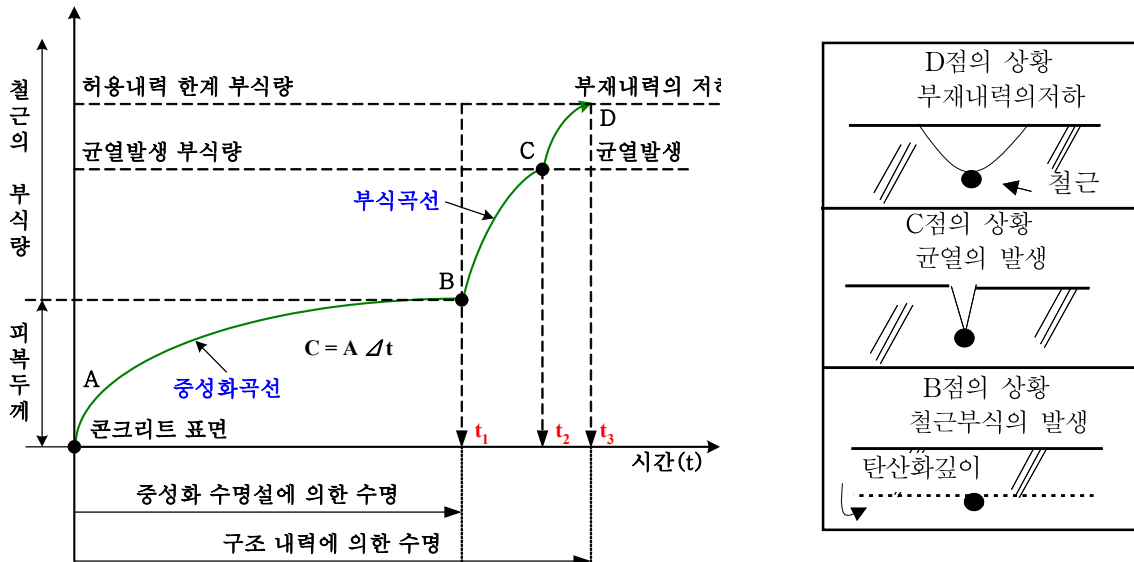
※ 안전점검 및 정밀점검 세부지침 (한국시설안전공단, 2010.12)

마) 내구수명 평가

콘크리트의 탄산화가 진행하여 철근에 다다르게 되면 철근의 부식이 시작된다. 그러나 철근주변까지 콘크리트가 탄산화가 되었다고 해서 바로 부식이 발생하여 철근의 단면 결손이 발생하는 것은 아니다. 또한 실내외의 환경조건에 따라 철근부식 조건이 달라지며, 실외에서는 탄산화영역이 철근위치에 도달하면 급속하게 철근의 부식이 발생하는 반면, 실내의 경우는 탄산화영역이 철근에 도달해도 급속하게 부식하는 경우는 없고, 탄산화영역이 피복두께를 20~30mm 지나치는 시점에서 부식이 시작된다.

콘크리트가 탄산화되어 철근의 부식이 시작되고, 수명에 이르는 개념을 <그림 1.5>에 나타내었다. 즉 t1은 탄산화영역이 철근표면에 도달하는 시점, t2는 그 결과 철근이 부식되고 콘크리트에 균열을 발생시키는 시점, t3은 부재내력이 한계에 달하는 시점을 의미한다.

지금까지 철근콘크리트 구조물의 수명은 t1의 시점이라고 판단되어 왔으나 실제 구조물에 적용할 경우 많은 문제점이 나타나게 된다. 전문가에 따라서는 t1의 시점이 반드시 철근의 유해한 부식량의 시점이라고는 생각되지 않기 때문에, t2의 시점을 수명으로 산정하는 것이 적절하다는 의견이 있으므로 아직까지는 명확한 수명을 판단하기가 어렵다. 또한 다양한 환경조건에 따라 t1에서 t2 도달까지의 시간이 다르기 때문에 본 과업에서는 탄산화에 대한 내구수명으로서 t1에 도달할 때까지의 시간으로 결정하고 내구수명을 산정하였다.



<그림> 콘크리트 내부에서의 철근부식의 개념

대기 중의 탄산가스에 의한 콘크리트 표면으로부터의 탄산화 진행을 경과시간의 함수로서 표현한 것이 탄산화 속도식이다. 탄산화가 정상상태에서 탄산가스의 콘크리트내부 확산에 따라 생긴다고 가정하면, 탄산화깊이 C 는 경과시간 t 의 평방근에 비례한다고 하는 식이 도출된다. 이것은 통상, $\sqrt{t}$ 법으로 불리며, 가장 일반적으로 사용되고 있다.

$$C = A\sqrt{t}$$

위의 식에서 계수 A 는 탄산화속도 계수라고 하며, A 의 수치가 큰 만큼 탄산화 속도가 크게 된다. 계수 A 는 콘크리트의 재료적 요인 및 환경조건에 의해 정해지는 복잡한 함수이다.

본 과업에서 탄산화에 의한 수명 평가는 경과년수와 탄산화깊이와의 관계를 통해 탄산화 속도계수를 역추적하여 탄산화가 철근에 도달하는 시간을 계산하였다. 앞서 언급한 식 $C = A\sqrt{t}$ 에서 준공 후 현재까지의 경과년수 t 는 설계도로부터 구할 수 있고 탄산화 깊이 C 는 현장조사를 통하여 얻을 수 있으므로 탄산화 속도계수 A 를 계산할 수 있다. 이에 따라 다음 식을 통하여 현재로부터 탄산화가 철근에 도달하는데 걸리는 시간을 추정할 수 있다.

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

여기서, t_d 는 현재로부터 탄산화가 철근에 도달하는데 걸리는 시간, D_c 는 현장조사로부터 얻어진 철근까지의 피복두께(mm), A 는 탄산화시험으로부터 계산된 계수, t_o 는 현재의 구조물 경과시간이다.

3. 상태평가 기준 및 방법

1) 개 요

시설물의 상태평가는 육안조사에 의한 외관상태 항목(결함, 손상, 열화 등)과 함께 재료시험 항목(탄산화)을 포함하여 『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침-교량편(2010. 12, 국토해양부, 한국시설안전공단)』에 명시되어 있는 상태평가 기준을 적용하여 실시하였다.

2) 상태평가 기준

정밀점검에서는 기본시설물 또는 주요부재에 대하여 점검하고, 외관조사망도를 작성하여 상세히 상태평가를 실시하며, 외관조사망도를 작성하지 않은 부위는 이전의 안전점검 및 정밀안전진단 보고서에 수록된 상태평가 결과를 참조하여 책임기술자가 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 산정한다.

3) 상태평가 항목 및 기준

가. 부재별 상태평가 적용범위

1) 부재별 상태평가 기준은 교량의 거더와 가로보를 분리하고, 콘크리트의 탄산화에 대한 평가항목을 포함하여 세분화하였으며, 아래의 표와 같이 부재별 상태평가 기준을 부재의 중요도를 감안하여 차등화 함으로써 가능한 한 전체 상태평가 기준과 부합되도록 조정하였다.

2) 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.

3) 부재별 상태평가는 전체 수량에 대한 손상수량의 비율에 의해 평가하는 정량적 평가와 시설물의 상태에 대한 점검자의 주관적인 의견에 의한 정성적 평가를 동시에 수행하며 정성적 평가시 점검자에 의한 편차를 줄이기 위해 손상수량 및 손상현황에 대한 정도를 정확히 파악하여 적용하였다.

<표> 부재별 상태평가 적용 범위

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	교량받침	a, b, c, d, e
기타부재	신축이음, 난간 및 연석, 배수시설, 교면포장	a, b, c, d
콘크리트 재료	탄산화, 염화물	a, b, c, d

(1)콘크리트 바닥판

기준	균 열		열화 및 손상
	1방향균열	2방향균열	
a	· 균열폭 0.1mm 미만	· 망상균열폭 0.1mm미만	· 없음
b	· 균열폭 0.1mm이상 ~0.3mm미만 · 균열율 2%미만	· 망상균열폭 0.1mm이상~0.3mm 미만	· 표면 손상면적 2%미만
c	· 균열폭 0.3mm이상~0.5mm미만 · 균열율 2%이상~10%미만	· 망상균열폭 0.3mm이상	· 표면 손상면적 2%이상~10%미만 · 철근부식 손상면적 2%미만 · 데크플레이트 박리 및 누수 발생
d	· 균열폭 0.5mm이상~1.0mm미만 · 균열율 10%이상~20%미만	· 망상균열의 진전으로 인 한 콘크리트 박리 발생	· 표면 손상면적 10%이상 · 철근부식 손상면적 2%이상 · 데크플레이트 박리가 심하고 누수 로 인한 부식 발생
e	· 균열폭 1.0mm 이상 · 균열율 20%이상	· 망상균열에 의한 박리가 심하여 편칭과괴 발생 가능성 있음	· 부식으로 인한 철근의 단면감소가 심 하여 바닥판의 안전성이 저하되는 경 우

(2) 강 바닥판, 강 거더

항목	모재 및 연결부 손상				표면열화
	부재 균열	변형, 파단	연결 볼트 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	· 보조부재 2%이상~10%미만 · 주부재 2% 미만	· 주부재의 심한 용접불량(기공, 슬래그, 언더컷) · 부분적 용입부족, 용접누락	· 도장탈락 면적 10%이상 · 부식발생 면적 2% 이상 ~ 10% 미만
d	· 주부재의 전반적 균열	· 주부재의 전반적 변형 및 파단 · 좌굴에 의한 주부재 변형	· 보조부재 10%이상 · 주부재 2%이상~10%미만	· 인장플랜지 용접연결부 용입부족 및 용접누락으로 인한 안전성저하	· 부식발생 면적 10%이상 · 부식에 의한 단면 손상 면적 10%미만
e	· 균열이 주부재 단면의 20% 이상 진전	· 좌굴에 의한 과대변형 및 파단으로 주부재의 안전성 저하	· 주부재 10%이상	· 인장플랜지 용접 연결부 균열 진전으로 인해 연결 기능 상실	· 부식에 의한 단면 손상 면적 10%이상

(3) 강 가로보와 세로보

항목	모재 및 연결부 손상				표면열화
	부재 균열	변형, 파단	연결 볼트 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)	· 도장손상 면적 10%미만 · 부식발생 면적 2%미만
c	· 보조부재의 전반적 균열 · 주부재의 국부적 균열	· 주부재의 국부적 변형 · 변형 및 충격에 의한 손상 발생	· 보조부재 2 % 이상 ~ 10%미만 · 주부재 2% 미만	· 주부재의 심한 용접불량(기공, 슬래그, 언더컷) · 부분적 용입부족, 용접누락	· 도장손상 면적 10%이상 · 부식발생 면적 2% 이상 ~ 10% 미만 · 부식에 의한 단면 손상 면적 2% 미만
d	· 주부재의 전반적 균열	· 주부재의 압축부 좌굴에 의한 변형 · 부재의 파단 발생	· 보조부재 10%이상 · 주부재 2%이상	· 인장플랜지 용접연결부 용입부족 및 용접누락으로 인한 안전성저하	· 부식발생 면적 10%이상 · 부식에 의한 단면 손상 면적 2%이상
e	-	-	-	-	-

(4) 교대

기준	균열, 변위	열화 및 손상
a	· 구체 균열폭 0.1mm미만	· 없음
b	· 구체 균열폭 0.1mm이상~0.3mm미만	· 표면 손상면적 2%미만
c	· 구체 균열폭 0.3mm이상~0.5mm미만 · 교대와 날개벽사이에 폭 1.0mm이상의 균열발생	· 표면 손상면적 2%이상~10%미만 · 철근부식 손상면적 2%미만
d	· 구체균열폭 0.5mm이상~1.0mm미만 · 날개벽 기울음 및 손상 심화(배면토 유출) · 기초의 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

(5) 콘크리트 교각

기준	균열, 변위	열화 및 손상, 철근부식
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 거더 탈락 가능성 있음 · 심한 철근부식으로 인하여 교각의 안전성이 저하됨

(6) 기초

기준	기초(직접, 말뚝, 케이슨) 손상	지반의 안전성
a	· 없음	· 없음
b	· 직접기초(확대기초)에 폭 0.3mm 미만의 균열 발생	· 매립된 직접기초(확대기초)의 상부가 세굴 등에 의해 노출됨
c	· 직접기초(확대기초)에 폭 0.3mm 이상의 균열 및 단면손상 발생 · 침식, 충돌 등에 의한 말뚝 및 케이슨 기초의 단면손상 발생	· 침하가 20mm 미만 발생 · 세굴이 직접기초(확대기초)의 하단까지 진행되어 말뚝 및 케이슨기초가 부분적으로 노출됨
d	· 직접기초(확대기초)의 파손으로 인한 철근 노출 발생 · 침식, 충돌 등에 의한 말뚝 및 케이슨 기초의 철근노출 발생	· 침하가 20mm 이상 발생 · 세굴에 의해 말뚝 및 케이슨기초가 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

(7) 교량받침

기준	받침본체		받침 콘크리트
	탄성받침	강재받침	
a	· 양호	· 양호	· 양호
b	· 미세균열, 갈라짐 등 경미한 열화	· 외부 도장탈락 및 부식 · 도장도색, 먼지 쌓임	· 부분적 박리, 탈락 등 손상
c	· 측면 부풀음 · 받침두께의 0.3배 미만의 전단변형	· 미끄럼판 부식 발생 · 부분적 변형, 고정장치 파손 및 이완	· 받침 콘크리트에 0.3mm 이상 균열 발생 · 박리, 탈락 등 손상으로 지지단면 감소, 기능상 장애
d	· 고무재 파손 및 단차, 균열 심화 · 받침두께의 0.3배 이상의 전단변형 · 받침이 밀착되지 않고 떠있는 부분이 전체면적의 1/2 미만 · 받침의 신축기능 불량	· 받침 본체 부식으로 인한 받침 신축거동 장애발생 · 받침 본체 파손 · 받침이 밀착되지 않고 떠있는 부분이 전체면적의 1/2 미만	· 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 1/2 이상	· 받침 신축기능 불량 인하여 거더 등 주부재의 파손 발생 · 받침이 밀착되지 않고 떠있는 부분이 전체면적의 1/2 이상 · 작동불능 상태	-

(8) 신축이음

기준	본체	후타재
a	· 없음	· 양호
b	· 토사, 이물질 퇴적 · 고무판 노후화	· 미세균열이 발생
c	· 물받이 미설치 또는 파손으로 부분적으로 누수 · 유간사이 이물질로 기능 불량, 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 연결불량으로 이상음 발생 · 신축유간 밀착으로 인한 거동 불량 · 신축유간이 넓어 차량통행에 지장 초래 · 신축이음 본체 탈락, 파손 및 작동 불능	· 신축이음의 심한 파손 및 단차로 인하여 차량통행시 충격발생 · 파손 범위가 후타재 폭 이상으로 큼
e	-	-

(9) 교면포장

기준	포장불량		배 수
a	· 미세균열	· 없음	· 없음
b	· 포장불량 2% 미만	· 포장손상이 미미하여 주행에 영향 없음	· 배수구배 및 배수시설 불량에 의한 부분적 물고임
c	· 포장불량 2%~10% 미만	· 포장손상으로 인하여 차량의 통행에 영향 있음	· 배수구배 및 배수시설 불량에 의한 물고임 발생으로 주행성 저하
d	· 포장불량 100% 이상	· 전반적인 재포장이 필요한 상태	· 배수불량에 의한 물고임으로 통행 차량의 안전성 저하
e	-	-	-

(10) 배수시설

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	-

(11) 난간 및 연석

기준	강 재		콘크리트
a	· 양호	· 양호	· 양호
b	· 도장 불량 10%미만	· 고정장치 및 연결재의 이완이 국부적으로 발생	· 경미한 손상, 0.3mm이하 균열
c	· 도장불량 10%이상 · 부식으로 인한 단면 손상 10%미만	· 파손 및 탈락 10%미만	· 0.3mm이상 균열 · 박리, 파손, 철근노출, 10% 미만 · 철근부식손상 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 · 철근부식손상 길이 2%이상
e	-	-	

나. 구조형식에 따른 부재별 가중치

<표> 구조형식에 따른 부재별 가중치

구분	결합도 평가항목		슬래브 교량	거더교량						라멘교			
				일반거더교			바닥판·거더 일체형		아치, 트러스		거더 없음	거더있음 (복개구조물)	
				일반	2차부재 없음	바닥판 없음	강 바닥판	PSC 박스	콘크리트 바닥판	강 바닥판			
상부	바닥판		34	18	18	-	20	20	15	34	20	21	
	주형		-	20	25	37	18	20	23	-	21	23	
	2차부재		-	5	-	11	5	3	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

4) 상태평가 결과 산정방법

가. 경간(지점)별 부재 상태평가 산정

- 1) 개별부재에서 발견된 결함 및 손상에 대하여 평가한 후 각 상태평가 결과 중 최저값을 개별부재 상태평가 결과로 산정하였다.
- 2) 한 경간 내에서 여러 부재가 있을 경우는 각 부재의 상태평가 기준 중 최저값을 경간(지점) 상태평가 결과로 산정하였다.

나. 전체 시설물의 상태평가 결과 결정

구조형식이 같은 부재에 대해 부재별로 평균하여 부재 상태평가를 결정한 후 구조형식에 따른 부재별 가중치를 적용하여 환산 결함도 점수를 구하였다. 환산 결함도 점수는 시설물 전체의 상태평가 결과를 산정하기 위한 기준값이며, 결함도 점수범위에 따른 기준을 적용하여 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 구하였다.

<표> 결함도 점수 범위에 따른 기준

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

다. 상태평가 결과 산정방법

