

개봉고가외 8개소 정밀점검 용역

개 봉 철 도 고 가 정 밀 점 검 보 고 서



2009. 08.

서울특별시 강서도로교통사업소

점검기관: 융 성 건 설(주)

제 출 문

서울특별시 강서도로교통사업소장 귀하

용역명 : 개봉고가외 8개소 정밀점검 용역 【개봉철도고가】

귀 사업소와 계약에 의하여 본 용성건설(주)에서 수행한 “개봉고가외 8개소 정밀점검 용역 【개봉철도고가】” 의 과업을 완료하고, 그 결과를 본 보고서로 작성 제출합니다.

2009년 08월 일

서울특별시 동대문구 답십리 469번지
용 성 건 설 (주)
대 표 이 사 이 점



참 여 기 술 자

과 업 명 : 개봉고가외 8개소 정밀점검 용역

번호	성 명	주민등록번호	분 야	담당업무	비 고
1	조용걸		사업책임기술자	과업총괄 (현장조사, 내업)	
2	이점구		구조분야	현장조사 / 기술분석 보수·보강 방법 검토	
3	김 철		설계분야	현장조사 / 기술분석 보수·보강 방법 검토	
4	윤태희		시공분야	현장조사 / 보고서 작성 비파괴시험 / 분석	
5	김경훈		설계분야	현장조사 외관조사망도작성(CAD)	

위치도 및 전경



위치 : 서울특별시 구로구 개봉동 253



시설물 상부 전경



시설물 측면 전경

정밀점검 결과표

작성일 : 2009년 08월

1. 시설물명 : 개봉철도고가

1.1. 주 용 도 : 도로교 (P.S.C.I)

1.2. 종 별 : 2종 시설물

1.3. 준공년월 : 1977년

2. 관리주체 : 서울특별시 강서도로교통사업소

3. 주 소 : 서울특별시 강서구 마곡동 67-1

4. 위 치 : 서울특별시 구로구 개봉동 253

5. 점검의 목적 :

본 과업은 시설물의 안전관리에 관한 특별법 제6조 규정에 의거 구조물에 대한 상세외관조사 및 콘크리트 내구성시험을 통하여 시공상태를 평가함과 동시에 구조물에 대한 안전성을 확인하여 향후 점검 및 진단 등 유지관리에 활용할 수 있는 기초자료를 제공하며, 시설물의 기능 및 안전 확보를 통해 재해예방을 목적으로 한다.

6. 시설물 종합평가등급 : “B” 등급

7. 점검 결과 총평 및 건의 :

개봉철도고가는(1977년 준공) 공용기간이 32년 경과된, 서울특별시 구로구 개봉동 253에 위치한 구조물로서 상부구조는 PSC Beam Girder형식으로 구성되어진 상태이며, 금번 정밀점검결과 교량구조의 안전성에 영향을 미치는 구조적으로 문제가 되는 결함이나 손상이 발생하지 않은 대체로 양호한 상태로 조사되었으며, 일부 발생된 손상에 대해서는 내구성확보를 위하여 부분적인 보수와 지속적인 점검이 필요함.

8. 점 검 기 간 : 2009. 02. 06 ~ 2009. 08. 05 (180일간)

9. 책임기술자 : 조 용 걸 (인)



- 요약문 -

1. 과업의 목적

본 용역은 강서도로교통사업소에서 유지관리하고 있는 개봉철도고가에 대해 “시설물의 안전관리에 관한 특별법”에 따라 시행하는 정밀점검 용역으로서, 정밀점검 대상 시설물의 물리적 기능적 결함을 발견하고 그에 대한 신속하고 적절한 조치를 취하기 위하여 구조적 안전성 및 결함의 원인 등을 조사 측정 평가하여 손상등급을 판정하고, 이에 따른 대상 시설물의 손상 또는 구조적 결함부위에 대한 보수·보강방안을 결정하는데 그 목적이 있음.

2. 과업대상 교량

구분		내용		구분		내용	
시설물명		개봉철도고가		시설물번호			
준공년도		1977년		관리번호			
위 치		서울시 구로구 개봉동 253					
설계하중		DB-18		허용통행하중		32.4ton	
제원	연장	L = 148m(6경간 연속, 철도구간:2경간)					
	폭	B = 22.0m(4차선)					
구조 형식	상부	PSC Beam Girder		기초 형식	교대	-	
	하부	교대:중력식, 교각:벽식			교각	-	
교량받침		탄성받침, 포트받침		신축이음		A1:NEW Monocell Joint A2:NEW Monocell Joint, Gai top Joint	
교차시설물 (도로, 철도, 하천)		도로: 남부순환도로 철도 : 국철 1호선		통과 높이			
기 타		※ 교면포장 : 아스팔트 포장 ※ 평면형상 : 사교					

3. 과업의 범위 및 내용

3.1 과업의 개요

- 가. 용역명 : 개봉고가외 8개소 정밀점검 용역
- 나. 용역기간 : 2008. 02. 06 ~ 2009. 08. 05(180일간)
- 다. 시행처 : 서울특별시 강서도로교통사업소
- 라. 용역수행사 : 용성건설(주)

3.2 과업의 범위

- 가. 현황조사 및 조사자료 분석
- 나. 외관조사(변형, 균열, 구조적 결함 등) 및 비파괴 현장시험
- 다. 시설물의 상태평가
- 라. 시설물의 보수·보강 공법 제시 및 보수·보강 범위 결정
- 마. 시설물의 효율적인 유지관리 방안 제시
- 바. 종합평가 및 보고서 작성

3.3 과업의 내용

가. 현황조사 및 조사자료 분석

대상시설물의 상태를 파악하기 위하여 구조도면, 보수이력카드 등의 기초자료를 입수·검토하고 관련자료가 미흡한 교량은 현장답사를 통하여 교량의 특성 등을 면밀히 분석하였다.

나. 외관조사

- 1) 교량의 현황조사 및 이력조사
- 2) 노면 및 배수시설의 상태조사
- 3) 난간 및 연석부 상태조사
- 4) 신축이음(본체, 후타재) 및 교량받침의 상태 및 기능조사
- 5) 콘크리트 구조물의 균열, 콘크리트 탈락, 박리, 철근부식 등의 조사
- 6) 콘크리트 구조물의 표면열화 등 조사

다. 비파괴시험

- 1) 콘크리트 강도 측정(반발경도법)
- 2) 철근 배근 탐사(RC-Rader)
- 3) 콘크리트 탄산화 시험(페놀프탈레인 용액)

라. 시설물의 상태(안전성)평가

- 1) 외관조사 결과를 각 평가기준과 비교하여 A, B, C, D, E의 5단계로 상태등급 표시
- 2) 손상상태 평가는 손상부위별로 작성하고, 전체부재의 조사 결과를 분석하여 교량별로 종합 평가 실시 후 정밀안전진단 여부를 판단하고 손상부위에 대한 외관조사망도 작성

마. 보수·보강공법의 제시 및 개략공사비 산출

- 1) 손상상태 평가 결과에 따라 보수·보강을 요하는 C, D, E 등급에 해당하는 사항은 부재별, 경간별 총괄표 작성 및 개략공사비 산정
- 2) 시설물의 상태평가 결과에 따라 보수대상 및 보수 우선순위 등 보수범위를 결정

바. 유지관리 방안의 제안

시설물의 기능유지 및 교량 특성에 맞는 중점 유지관리 항목 및 향후 효율적인 유지관리 방안 제시

사. 종합평가 및 보고서 작성

4. 과업수행 일정

■ 2009. 2. 06 ~ 2009. 08. 05 (착수일로부터 180일간)

- 자료수집 및 분석 : 2009. 02. 06 ~ 2009. 02. 14
- 현장답사 : 2009. 02. 16 ~ 2009. 02. 28
- 현장조사 : 2009. 03. 01 ~ 2009. 05. 30
- 보고서작성 : 2009. 06. 01 ~ 2009. 07. 08
- 중간보고 : 2009. 07. 09
- 보고서 수정 및 최종 보고서 납품 : 2009. 07. 10 ~ 2009. 08. 05

5. 시설물 상태평가 결과

5.1 전회차 용역과 비교검토

부재명		2007년도 정밀점검	금회(2009년) 정밀점검	검토의견	등급
용역명		개봉고가교외 6개소 정밀점검 용역	개봉고가외 8개소 정밀점검 용역		
용역사		건명기업(주)	용성건설(주)		
과업기간		2007. 03. 30 ~ 08 .27	2009. 02. 06 ~ 08. 05		
종합평가	등급	B	B		
	종합의견	본 과업 대상 시설물은 전반적으로 양호한 상태를 유지하고 있으며, 구조물 자체의 구조적인 원인에 의한 결함사항을 발견할 수 없는 상태이나, 공용에 따른 부재의 결함이 국부적으로 발생된 상태이므로 내구성 및 기능성 증진을 위해서 보수를 실시한다면 안전성과 잔존수명은 유지될 수 있을 것으로 판단됨.	금번 정밀점검결과 교량구조의 안전성에 영향을 미치는 구조적으로 문제가 되는 결함이나 손상이 발생하지 않은 대체로 양호한 상태로 조사되었으나, 발생한 손상에 대해서는 구조물의 내구성 및 안전성 확보를 위해서 적절한 공법으로 보수가 필요함.		
교면포장		■아스콘 균열,마모,소성변형(A=68.35㎡) ■슬래브 하부측 누수(A=400.0㎡)	■상태양호	· 전체보수(교면방수+재포장)	A
난간 및 연석		■연석 파손(A=1.0㎡)	■연석부 몰탈 탈락(A=0.25㎡)	· 기보수 후 추가손상	B
배수시설		■그레이팅 유실(5EA)	■그레이팅 유실(7EA)	· 추가손상 · 미조치	B
신축이음		■토사퇴적(1EA) ■-	■- ■후타재 마모(A=11.15㎡)	· 기보수 완료 · 신규손상	B
바닥판하면		■균열0.3mm미만(L=1.02m)	■균열0.3mm미만(L=3.4m)	· 일부보수	B
		■배수파이프 유실/길이부족(5EA)	■배수관 주변 누수(A=0.36㎡)	· 일부보수 · 추가손상	
		■철근노출(A=10.23㎡)	■철근노출(A=5.94㎡)	· 일부보수	
		■열화/백태,재료분리,들뜸,박락(A=37.13㎡)	■박리,박락, 콘크리트 탈락 및 재료분리(A=22.95㎡)	· 일부보수	
		■누수/백태(A=107.65㎡)	■백태 및 누수, 표면열화(A=352.7㎡)	· 추가손상 · 일부 보수	
주형 및 가로보		■균열0.3mm미만(L=5.73m)	■균열0.3mm미만(L=19.1m)	· 추가손상 · 미조치	B
		■백태 (A=2.14㎡)	■백태 (A=7.19㎡)	· 추가손상 · 미조치	
		■박락, 들뜸, 재료분리(A=0.19㎡)	■박락, 재료분리, 들뜸(A=0.84㎡)	· 추가손상 · 미조치	
		■철근노출/박락(A=12.01㎡)	■철근노출/탈락(A=17.61㎡)	· 추가손상 · 미조치	
받침장치		■상태양호	■상부 플레이트 녹발생(6EA)	· 신규손상	B
교대 및 교각		■균열0.3mm미만(L=6.27m)	■균열0.3mm미만(L=20.2m)	· 추가손상 · 미조치	B
		■균열0.3mm이상(L=1.0m)	■균열0.3mm이상(L=7.0m)	· 추가손상 · 미조치	
		■-	■도장박리(A=28.0㎡)	· 신규손상	
		■망상균열/백태,누수(A=47.0㎡)	■백태/누수(A=47.0㎡)	· 미조치	
		■철근노출(A=0.51㎡)	■철근노출(A=0.51㎡)	· 미조치	
		■박락및재료분리(A=6.54㎡)	■들뜸, 탈락, 재료분리(A=8.38㎡)	· 추가손상	

5.2 외관조사에 의한 상태평가 결과

부재명		정밀점검 결과	손상원인	손상 물량	등급
상 부	포장	■상태양호	-	-	A
	난간 및 연석	■연석부 울타 탈락	■피복부족 및 철근부식	0.25m ²	B
배수시설		■배수구 그레이팅 유실	■공용중 차량의 통행	7EA	B
신축이음장치		■후타재 마모	■공용중 지속적인 차량통행	11.15m ²	B
바닥판 하면		■균열(0.3mm미만)	■온도 및 건조수축	3.4m	B
		■백태 및 누수, 표면열화	■상부 노면수 유입, 외부 습기 침투	352.7m ²	
		■박리, 박락, 콘크리트 탈락 및 재료분리	■다짐불량, 공용중 노후화	22.95m ²	
		■철근노출	■피복부족	5.94m ²	
		■배수관 주변 누수	■배수관 마감 불량	0.36m ²	
주 형	콘크리트	■균열(0.3mm미만)	■온도 및 건조수축	19.1m	B
		■콘크리트 들뜸, 재료분리	■공용중 노후화	0.84m ²	
		■콘크리트 탈락/철근노출	■피복부족	17.61m ²	
		■백태	■상면 노면수 유입	7.19m ²	
받침장치		■플레이트 녹발생	■공용중 노후화, 노면수 유입	6EA	B
교대/교각		■0.3mm 미만 균열	■온도 및 건조수축	20.2m	B
		■0.3mm 이상 균열	■온도 및 건조수축	7.0m	
		■박리/박락, 탈락, 골재분리	■공용중 노후화	8.38m ²	
		■철근노출	■공용중노후화, 피복부족	0.51m ²	
		■백태/누수	■상부 노면수 유입	47m ²	
		■도장박리	■공용중 노후화, 외기	28m ²	

5.3 내구성 조사 결과

시 험 항 목	결 과 분 석	판정결과
강도 시험	•반발경도법에 의한 콘크리트 압축강도를 측정한 결과 설계강도 교대·교각 21.0MPa, 바닥판 하면 24.0MPa, 주형 32Mpa를 상회하는 건전한 상태로 평가됨.	I (건전)
철근배근조사	•본 점검 대상 시설물의 콘크리트 부재에 대하여 철근 배근상태를 조사한 결과, 일반적인 자료와 비교시 배근간격은 전체적으로 양호한 상태이나, 피복두께는 슬래브 구간 일부에서 추정설계치 조금 못미치는 것으로 조사되었으며, 이는 시공초기 타설불량에 의한 것으로 판단된다.	상태양호
탄산화 시험	•페놀프탈레인용액을 이용하여 탄산화 시험을 실시한 결과 대부분 탄산화 깊이는 철근 피복두께의 1/2범위 이하로서 탄산화에 따른 철근부식 등의 내구성 저하가 없는 안전한 상태이나 일부 바닥판하면에 피복두께 1/2범위 이상으로 측정되어 보수가 필요한 것으로 평가됨.	b~d등급
코아압축강도시험	•S1 2개소에 대하여 코아압축강도를 측정한 결과 설계강도 24.0MPa를 상회하는 건전한 상태로 평가됨.	I (건전)

5.4 상태평가 결과종합

【외관조사 및 내구성 평가결과에 의한 상태평가 결과표】

경간번호	형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간	지점번호	신축	발침	하부	기초	중성화	염화물	결함도	환산결함도		
1	PSC거더	c	c	c	a	b	b	A1	b	b	b	Q	c		29,3	,293		
2	PSC거더	b	a	b	a	b	b	P1	X	b	b	Q	c		16,9	,186		
3	PSC거더	c	b	c	a	a	b	P2	X	b	c	Q	c		27,2	,299		
4	PSC거더	b	b	b	a	b	b	P3	X	b	b	Q	c		18,9	,208		
5	PSC거더	b	b	b	a	b	b	P4	X	c	b	Q	c		20,7	,227		
6	PSC거더	c	b	b	a	b	b	P5	X	c	b	Q	c		24,3	,267		
								A2	c	b	c	Q	c		30,1	,301		
																상태평가점수	,254	
																	상태평가등급	B

상태평가 점수	0.254
상태평가 등급	B

개봉철도고가의 상태평가 결과 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 B등급의 상태로 평가되었음.

6. 보수·보강 및 개략공사비

6.1 부재별 보수·보강 방안

부재명		정밀점검 결과	손상원인	손상 물량	보수방안	등급
상 부	포장	■상태양호	-	-		A
	난간 및 연석	■연석부 몰탈 탈락	■피복부족 및 철근부식	0.25m ²	■단면복구공법	B
배수시설		■배수구 그레이팅 유실	■공용중 차량의 통행	7EA	■재설치	B
신축이음장치		■후타재 마모	■공용중 지속적인 차량통행	11.15m ²	■후타재 보수공	B
바닥판 하면		■균열(0.3mm미만)	■온도 및 건조수축	3.4m	■주의관찰	B
		■백태 및 누수, 표면열화	■상부 노면수 유입, 외부 습기 침투	352.7m ²	■탄산화방지공법	
		■박리, 박락, 콘크리트 탈락 및 재료분리	■다짐불량, 공용중 노후화	22.95m ²	■단면복구공법	
		■철근노출	■피복부족	5.94m ²	■철근방청공법	
		■배수관 주변 누수	■배수관 마감 불량	0.36m ²	■배수관 재설치	
주 형	콘크리트	■균열(0.3mm미만)	■온도 및 건조수축	19.1m	■주의관찰	B
		■콘크리트 들뜸, 재료분리	■공용중 노후화	0.84m ²	■단면복구공법	
		■콘크리트 탈락/철근노출	■피복부족	17.61m ²	■단면복구공법	
		■백태	■상면 노면수 유입	7.19m ²	■표면처리공법	
받침장치		■플레이트 녹발생	■공용중 노후화, 노면수 유입	6EA	■재도장	B
교대/교각		■0.3mm 미만 균열	■온도 및 건조수축	20.2m	■주의관찰	B
		■0.3mm 이상 균열	■온도 및 건조수축	7.0m	■수지주입공법	
		■박리/박락, 탈락, 골재분리	■공용중 노후화	8.38m ²	■단면복구공법	
		■철근노출	■공용중노후화, 피복부족	0.51m ²	■단면복구공법	
		■백태/누수	■상부 노면수 유입	47m ²	■표면처리공법	
		■도장박리	■공용중 노후화, 외기	28m ²	■재도장	

6.2 부재 별 개략공사비

부재명		정밀점검 결과	보수공법	단위	손상물량	단가	공사비	보수시기
상부	포장	■상태양호	-	-	-	-	0	-
	난간 및 연석	■연석부 몰탈 탈락	■단면복구공법	m ²	0.25	108,900	27,225	중기
배수시설		■배수구 그레이팅 유실	■재설치	EA	7	10,000	70,000	중기
신축이음장치		■후타재 마모	■후타재 보수공	m ²	11.15	147,032	1,639,407	중기
바닥판 하면		■균열(0.3mm미만)	■주의관찰	m	3.4	-	0	단기
		■백태 및 누수, 표면열화	■탄산화방지공법	m ²	352.7	44,817	15,806,956	단기
		■박리, 박락, 콘크리트 탈락 및 재료분리	■단면복구공법	m ²	22.95	108,900	2,499,255	단기
		■철근노출	■철근방청공법	m ²	5.94	111,672	663,332	단기
		■배수관 주변 누수	■배수관 재설치	EA	1	450,000	450,000	중기
주형	콘크리트	■균열(0.3mm미만)	■주의관찰	m	19.1	-	0	-
		■콘크리트 들뜸, 재료분리	■단면복구공법	m ²	0.84	108,900	91,476	단기
		■콘크리트 탈락/철근노출	■철근방청공법	m ²	17.61	111,672	1,966,544	단기
		■백태	■표면처리공법	m ²	7.19	44,817	322,234	단기
받침장치		■플레이트 녹발생	■재도장	EA	6	20,000	120,000	중기
교대/교각		■0.3mm 미만 균열	■주의관찰	m	20.2	-	0	-
		■0.3mm 이상 균열	■수지주입공법	m	7.0	97,719	684,033	단기
		■박리/박락, 탈락, 골재분리	■단면복구공법	m ²	8.38	108,900	912,582	단기
		■철근노출	■철근방청공법	m ²	0.51	111,672	56,953	단기
		■백태/누수	■표면처리공법	m ²	47	44,817	2,106,399	단기
		■도장박리	■재도장	m ²	28	33,475	937,300	중기
순공사비							28,353,696	

※ 2009년도 서울특별시 도로 및 시설물 유지보수공사 설계지침Ⅱ(시설물분야)적용

▶ 우선순위 별 보수·보강 개략공사비

구분	단기방안	중기방안	총공사비	비고
순공사비	25,109,764원	3,243,932원	28,353,696원	
제경비	12,554,882원	1,621,966원	14,176,848원	
총공사비	37,664,646원	4,865,898원	42,530,544원	

7. 정밀안전진단 및 사용제한 필요성

정밀점검 대상 시설물인 개봉철도고가는 시공상태가 양호하고, 활하중 작용 등 외력에 의한 구조적 결함이나 손상이 없는 상태로 국부적으로 발생한 손상·결함부에 대해 보수·보강을 시행하면 사용재료의 건전성, 구조물의 기능성과 안전성을 더욱 확보할 수 있으므로 현재는 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한 등의 필요성이 없으며 향후 “시설물의 안전관리에 관한 특별법”에 의한 정기점검, 정밀점검 등의 시행과 동절기와 해빙기를 전·후하여 특별점검 시행 등 지속적 유지관리를 행하면 설계시 의도한 내구연한을 확보할 수 있을 것으로 판단됨.

8. 종합결론

▶ 본 정밀점검 대상 교량인 개봉철도고가는(1977년 준공) 공용기간이 32년 경과된, 서울특별시 구로구 개봉동 253에 위치한 구조물로서 상부구조는 PSC Beam Girder형식으로 이루어진 상태이다.

- 1) 금번 정밀점검결과 교량구조의 안전성에 영향을 미치는 구조적으로 문제가 되는 결함이나 손상이 발생하지 않은 대체로 양호한 상태이나, 바닥판하면에 발생된 백태, 누수흔적, 표면열화와 철근부식부 부피 증가로 인한 콘크리트 들뜸, 탈락등이 조사되어, 코아압축강도를 측정된 결과 설계기준강도를 상회하는 양호한 상태이나, 피복부족과 철근녹발생이 조사되어 구조물의 내구성 및 안전성 확보를 위해서 탄산화방지공법, 표면처리공법, 철근방청+단면복구공법으로 보수가 필요하다.
- 2) 콘크리트 내구성시험을 실시한 결과 콘크리트 비파괴 강도, 철근탐사, 탄산화 시험, 코아압축강도시험은 전반적으로 시방기준에 만족하는 것으로 측정 조사되었으나, 바닥판하면 피복부족구간에 탄산화 깊이가 피복 두께의 1/2범위 이상으로 측정되어 보수가 필요한 상태이다.
- 3) 본 개봉철도고가의 상태평가 결과 0.254 B등급 교량으로서 향후 정기적인 점검과 지속적인 유지관리가 이루어진다면 안전성 및 내구성 확보가 유지될 수 있을 것이다.

목 차

제1장 서론	1
1.1 과업의 목적	2
1.2 과업의 범위 및 내용	2
1.3 과업수행 흐름도	4
1.4 과업수행 투입장비	5
1.5 과업수행 일정	5
1.6 대상교량의 일반현황	6
1.7 시설물 관련도면	8
제2장 시설물 상태평가	9
2.1 일반사항 및 상태평가 기준	10
2.2 외관조사	11
2.3 내구성 조사	28
2.4 상태평가 결과종합	47
제3장 보수·보강 및 유지관리방안	48
3.1 개요	49
3.2 보수·보강 및 개략공사비	50
3.3 손상에 따른 보수·보강공법	53
3.4 유지관리 방안	69
제4장 종합결론	70
4.1 상태평가 결과	71
4.2 정밀안전진단 및 사용제한 필요성	73
4.3 보수·보강 개략공사비	74
4.4 종합결론	75
부록	
1. 외관조사망도 및 손상현황표	
2. 콘크리트 비파괴 조사	
3. 자문회의 조치결과	
4. 시험성적서	

제 1 장 서 론

- 1.1 과업의 목적
- 1.2 과업 범위 및 내용
- 1.3 과업수행 흐름도
- 1.4 과업수행 투입장비
- 1.5 과업수행 일정
- 1.6 대상교량의 일반현황
- 1.7 시설물 관련도면

제 1 장 서 론

1.1 과업의 목적

본 용역은 강서도로교통사업소에서 유지관리하고 있는 개봉철도고가에 대해 “시설물의 안전관리에 관한 특별법”에 따라 시행하는 정밀점검 용역으로서, 정밀점검 대상 시설물의 물리적 기능적 결함을 발견하고 그에 대한 신속하고 적절한 조치를 취하기 위하여 구조적 안전성 및 결함의 원인 등을 조사 측정 평가하여 손상등급을 판정하고, 이에 따른 대상 시설물의 손상 또는 구조적 결함부위에 대한 보수·보강방안을 결정하는데 그 목적이 있음.

1.2 과업의 범위 및 내용

1.2.1 과업의 개요

- 가. 용역명 : 개봉고가외 8개소 정밀점검 용역
- 나. 용역기간 : 2009. 02. 06 ~ 2009. 08. 05(180일간)
- 다. 시행처 : 서울특별시 강서도로교통사업소
- 라. 용역수행사 : 용성건설(주)

1.2.2 과업의 범위

- 가. 현황조사 및 조사자료 분석
- 나. 외관조사(변형, 균열, 구조적 결함 등) 및 비파괴 현장시험
- 다. 시설물의 상태평가
- 라. 시설물의 보수·보강 공법 제시 및 보수·보강 범위 결정
- 마. 시설물의 효율적인 유지관리 방안 제시
- 바. 종합평가 및 보고서 작성

1.2.3 과업의 내용

가. 현황조사 및 조사자료 분석

대상시설물의 상태를 파악하기 위하여 구조도면, 보수이력카드 등의 기초자료를 입수·검토하고 관련자료가 미흡한 교량은 현장답사를 통하여 교량의 특성 등을 면밀히 분석하였다.

나. 외관조사

- 1) 교량의 현황조사 및 이력조사
- 2) 노면 및 배수시설의 상태조사
- 3) 난간 및 연석부 상태조사
- 4) 신축이음(본체, 후타재) 및 교량받침의 상태 및 기능조사
- 5) 콘크리트 구조물의 균열, 콘크리트 탈락, 박리, 철근부식 등의 조사
- 6) 콘크리트 구조물의 표면열화 등 조사

다. 비파괴시험

- 1) 콘크리트 강도 측정(반발경도법)
- 2) 콘크리트 탄산화 시험(페놀프탈레인 용액)
- 3) 철근 탐사 시험(RC-Rader)

라. 시설물의 상태(안전성)평가

- 1) 외관조사 결과를 각 평가기준과 비교하여 A, B, C, D, E의 5단계로 상태등급 표시
- 2) 손상상태 평가는 손상부위별로 작성하고, 전체부재의 조사 결과를 분석하여 교량별로 종합 평가 실시 후 정밀안전진단 여부를 판단하고 손상부위에 대한 외관조사망도 작성

마. 보수·보강공법의 제시 및 개략공사비 산출

- 1) 손상상태 평가 결과에 따라 보수·보강을 요하는 C, D, E 등급에 해당하는 사항은 부재별, 경간별 총괄표 작성 및 개략공사비 산정
- 2) 시설물의 상태평가 결과에 따라 보수대상 및 보수 우선순위 등 보수범위를 결정

바. 유지관리 방안의 제안

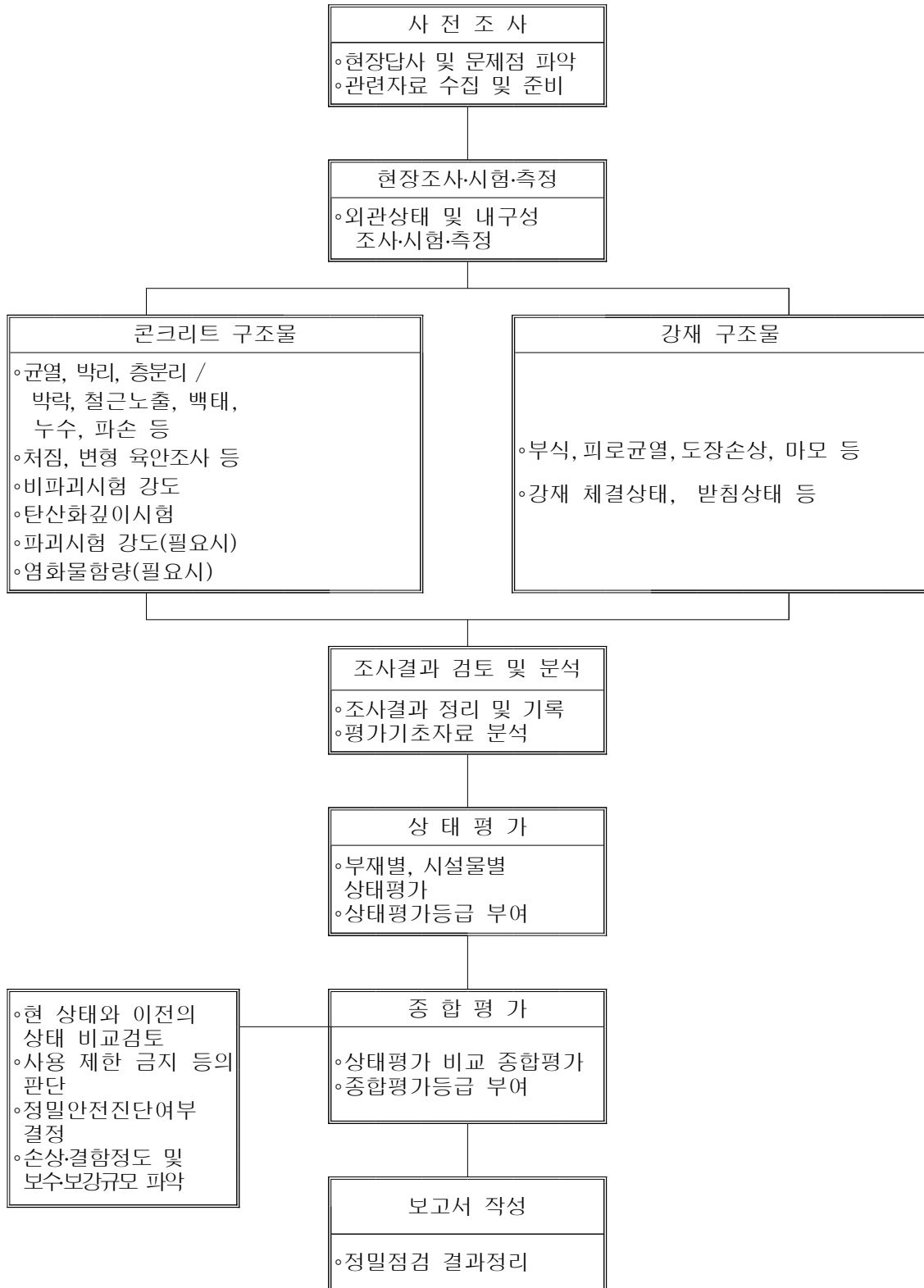
시설물의 기능유지 및 교량 특성에 맞는 중점 유지관리 항목 및 향후 효율적인 유지관리 방안 제시

사. 종합평가 및 보고서 작성

1.3 과업수행 흐름도

대상 시설물의 정밀점검을 위한 과업수행 흐름은 다음 【그림 1.3.1】 과 같다.

【그림 1.3.1】 정밀점검 과업수행 흐름도



1.4 과업수행 투입장비

본 과업 수행을 위하여 투입된 장비는 다음【표 1.4.1】와 같다.

【표 1.4.1】 콘크리트 비파괴시험 및 외관조사 장비목록

구 분	기 기 명	제 조 국	비 고(검교정)
반발 경도 측정	Schmidt Hammer (NR Type)	스위스	2008년 10월 검수
외관 조사	사다리 교량점검차	한 국	-
균열깊이 측정	PUNDIT	한 국	2008년 10월 검수
균열폭 조사	Crack Meter	한 국	2008년 10월 검수
도막두께 측정	Digital Coating Thickness Gauge	한 국	2008년 10월 검수
사진 촬영	휴대용 디지털 카메라 (Zoom형)	한 국	-
기 타	기타 장비		-

1.5 과업 수행일정

■ 2009. 2. 06 ~ 2009. 08. 05 (착수일로부터 180일간)

- 자료수집 및 분석 : 2009. 02. 06 ~ 2009. 02. 14
- 현장답사 : 2009. 02. 16 ~ 2009. 02. 28
- 현장조사 : 2009. 03. 01 ~ 2009. 05. 30
- 보고서작성 : 2009. 06. 01 ~ 2009. 07. 08
- 자문회의 : 2009. 07. 09
- 보고서 수정 및 최종 보고서 납품 : 2009. 07. 10 ~ 2009. 08. 05

1.6 대상교량의 일반현황

1.6.1 개요

개봉철도고가는(1977년 준공) 공용기간이 32년 경과된, 서울특별시 구로구 개봉동 253에 위치한 구조물로서 상부구조는 PSC Beam Girder형식으로 이루어진 상태이다.

1.6.2 교량 일반사항

【표 1.6.1】 교량 일반사항

구분		내용		구분		내용	
시설물명		개봉철도고가		시설물번호			
준공년도		1977년		관리번호			
위치		서울시 구로구 개봉동 253					
설계하중		DB-18		허용통행하중		32.4ton	
제원	연장	L = 148m(6경간 연속, 철도구간:2경간)					
	폭	B = 22.0m(4차선)					
구조 형식	상부	PSC Beam Girder		기초 형식	교대	-	
	하부	교대:중력식, 교각:벽식			교각	-	
교량받침		탄성받침, 포트받침		신축이음		A1:NEW Monocell Joint A2:NEW Monocell Joint, Gai top Joint	
교차시설물 (도로, 철도, 하천)		도로: 남부순환도로 철도: 국철 1호선		통과 높이			
기타		※ 교면포장 : 아스팔트 포장 ※ 평면형상 : 사교					

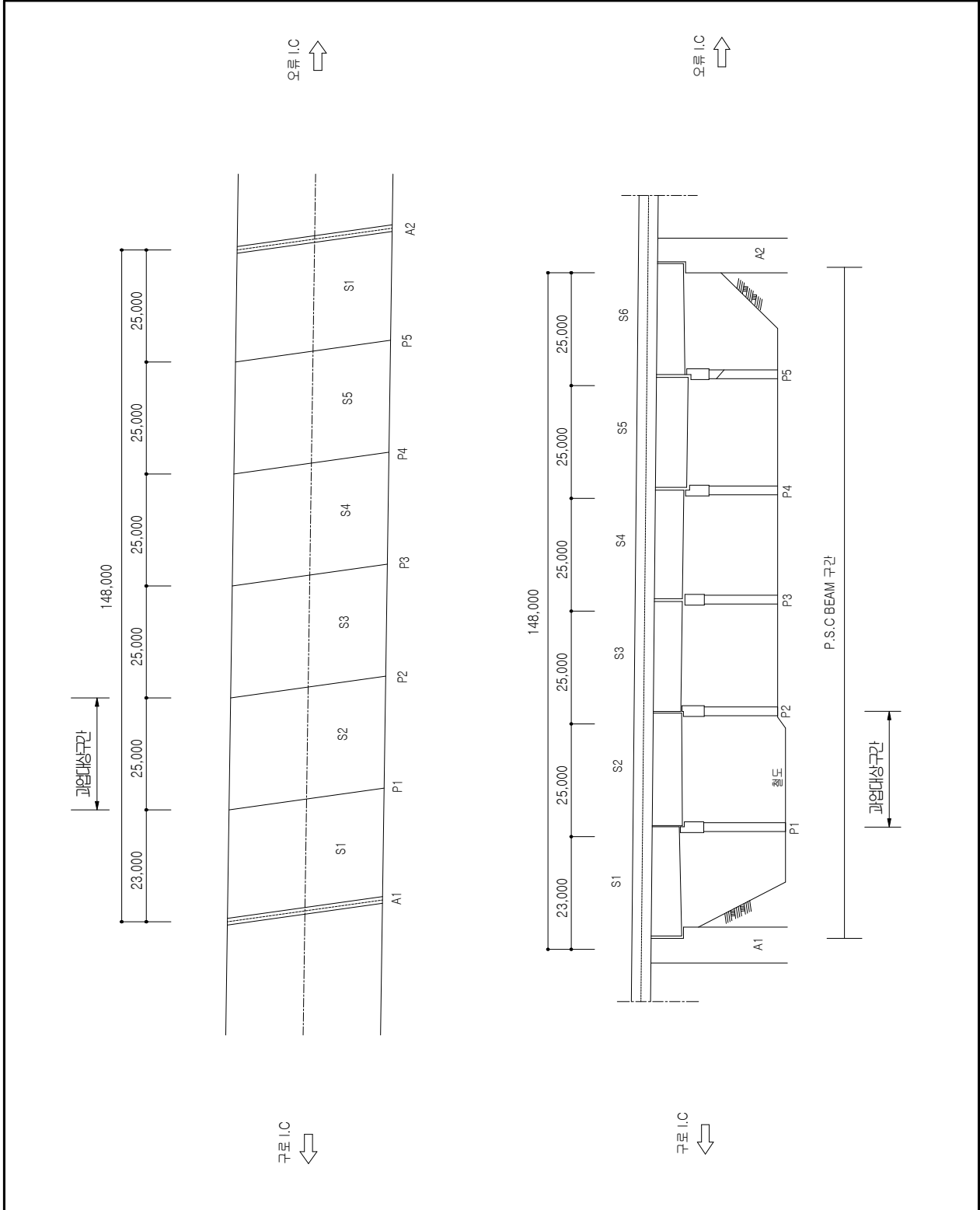


1.6.3 대상시설물 보수·보강 및 점검이력사항

일자	공사내용	시공자	시행청
1998.10.29~ 1998.12.03	·화기염금경고관(90×120):2개소 ·사면정비 1개소 ·콘크리트면보수:616㎡	강서도로관리사업소	강서도로관리 사업소
1999.09.10~ 1999.12.20	·철근부식부 보수:0.4㎡	강서도로관리사업소	강서도로관리 사업소
2000.04.01~ 2000.09.05	·받침장치교체:65EA ·신축이음보수:10.8m ·점검통로설치:100m	강서도로관리사업소	강서도로관리 사업소
2000.07.18~ 2000.10.24	·콘크리트면보수:916.0㎡	강서도로관리사업소	강서도로관리 사업소
2001.10.11~ 2001.12.09	·충격흡수시설 설치(kw-102)-A1 ·신축이음장치보수:A1, A2	따블유 에이취건설(주)	강서도로관리 사업소
2001.12.29~ 2002.02.25	·방호방수조인트 ·콘크리트면보수	따블유 에이취건설(주)	강서도로관리 사업소
2001.04.25~ 2001.06.23	·정밀안전점검	(주)케이에스알	강서도로관리 사업소
2002.04.08~ 2002.09.04	·정밀안전점검	(주)하이콘 엔지니어링	강서도로관리 사업소
2003.04.25~ 2003.09.21	·정밀안전점검	(주)청원건설	강서도로관리 사업소
2003.03.04~ 2003.03.04	·해빙기	동아기술공사(주)	강서도로관리 사업소
2004.04.12~ 2004.10.08	·정밀안전점검	거진건설(주)	강서도로관리 사업소
2006.05.03~ 2006.09.29	·정밀점검	트리플엔지니어링(주)	강서도로관리 사업소

1.7 시설물 관련도면

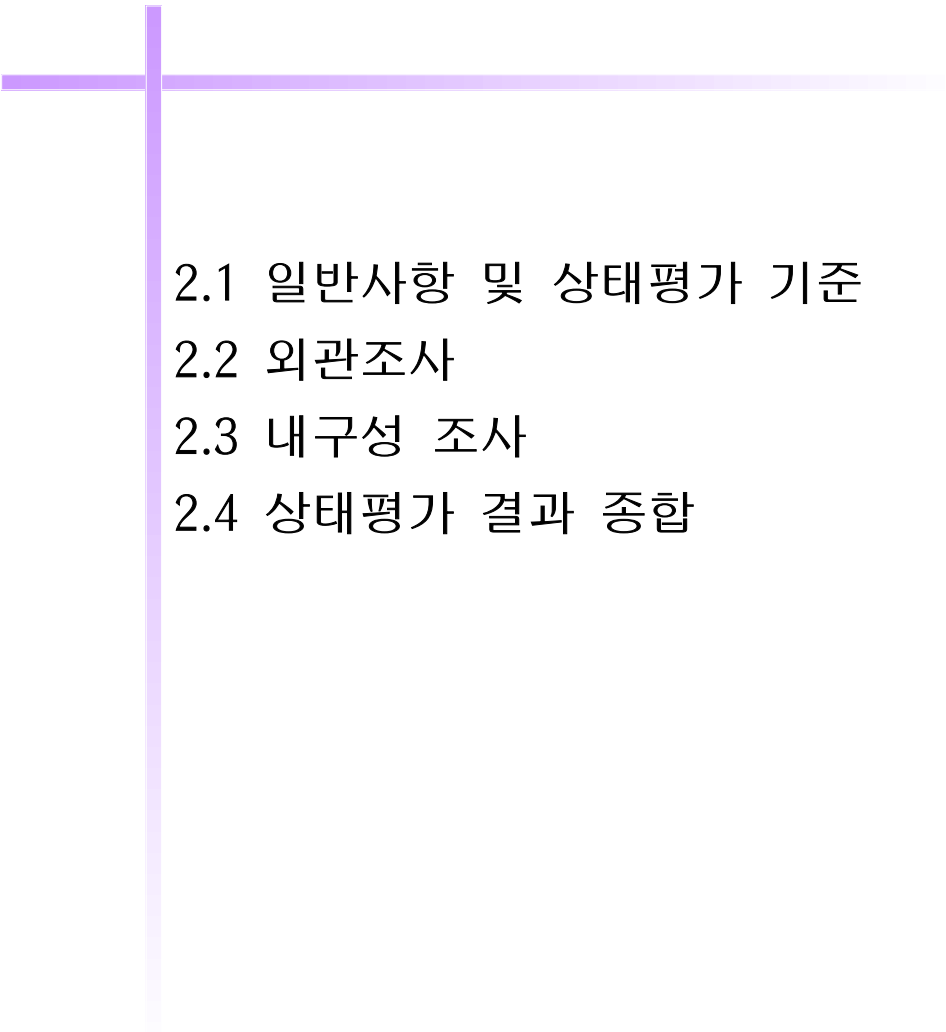
현재 개봉철도고가는 복원도면이 보존되어 있음.



【그림 1.7.1】 평면 및 종단면도



제 2 장 시설물 상태평가

- 
- 2.1 일반사항 및 상태평가 기준
 - 2.2 외관조사
 - 2.3 내구성 조사
 - 2.4 상태평가 결과 종합

제 2 장 시설물 상태평가

2.1 일반사항 및 상태평가 기준

2.1.1 일반사항

상태평가란 시설물의 외관을 조사하여 결함의 정도를 포함한 시설물에 대한 상태를 평가하는 행위로서 정확한 상태평가를 하기 위하여서는 평가부위의 노후화 및 파손의 정도뿐만 아니라 그 발생원인과 평가부위 주위의 전반적인 상태를 고려하여 시설물 전체에 미치는 영향을 평가하여야 한다. 외관조사 상태에 대한 판정기준은 건교부 및 한국시설안전기술공단에서 제시한 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2009. 03.)서에 준하여 적용하였으며, 시설물의 육안조사에 의한 외관상태 항목과 함께 내구성요소인 탄산화 시험항목도 상태평가기준의 요소로 포함하였다.

2.1.2 상태평가등급 기준

【표 2.1.1】 상태평가등급 기준

부 호	상 태
A	문제점이 없는 최상의 상태
B	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태
C	주요부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 주요부재에 내구성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태
D	주요부재에 결함이 발생하여 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태
E	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태
주 기	<ul style="list-style-type: none"> ● A,B,C,D,E : 점검부재의 손상정도에 따라 상태가 양호한 경우 A등급에서 손상이 심할 경우 E로 손상의 정도에 따라 5등급으로 구분한다. 이에 대한 자세한 평가기준은 점검 부재별로 세분한다. ● Q : 점검 부재에 대한 접근이 불가능한 경우 등급Q를 사용하여 점검되지 않은 부재임을 표시하고, 반드시 향후 실시하는 점검시에 접근장비를 동원하여 점검한다. ● X : 점검대상 구조물에 해당 점검부위가 없을 경우 등급X를 사용하여 점검 필요성이 없음을 표시한다

2.2 외관조사

2.2.1 개요

외관조사는 시설물의 상태평가를 위하여 손상, 결함부에 대해 육안조사에 의한 외관 상태를 평가하는 행위로서 부재별로 점검하여 평가기준에 의해 각각의 상태등급을 판정한다.

2.2.2 외관조사 기간

본 개봉철도고가의 외관조사기간은 총 13일로 세부일정은 3월 21일~ 4월 02일 사이에 걸쳐 수행되었으며, 세부수행내용은 다음 【표 2.2.1】 과 같다.

【표 2.2.1】 본교 외관조사 세부수행 내용

일 정	조 사 구 간	조 사 방 법
3. 21 ~ 3. 25	교면포장, 난간·연석, 배수구, 신축이음 외관조사	육안조사
3. 26 ~ 4. 02	주형, 슬래브 하면, 교량받침, 교대, 교각 외관조사 및 내구성조사	육안조사 (점검 통로, 고소차 이용)

2.2.3 외관조사 수행자 ☞ 용성건설(주)

- 1) 상부구조 ⇒ 조용걸, 김철 [총2인 투입]
- 2) 하부구조 ⇒ 조용걸, 윤태희, 김경훈 [총3인 투입]

2.2.4 조사방법

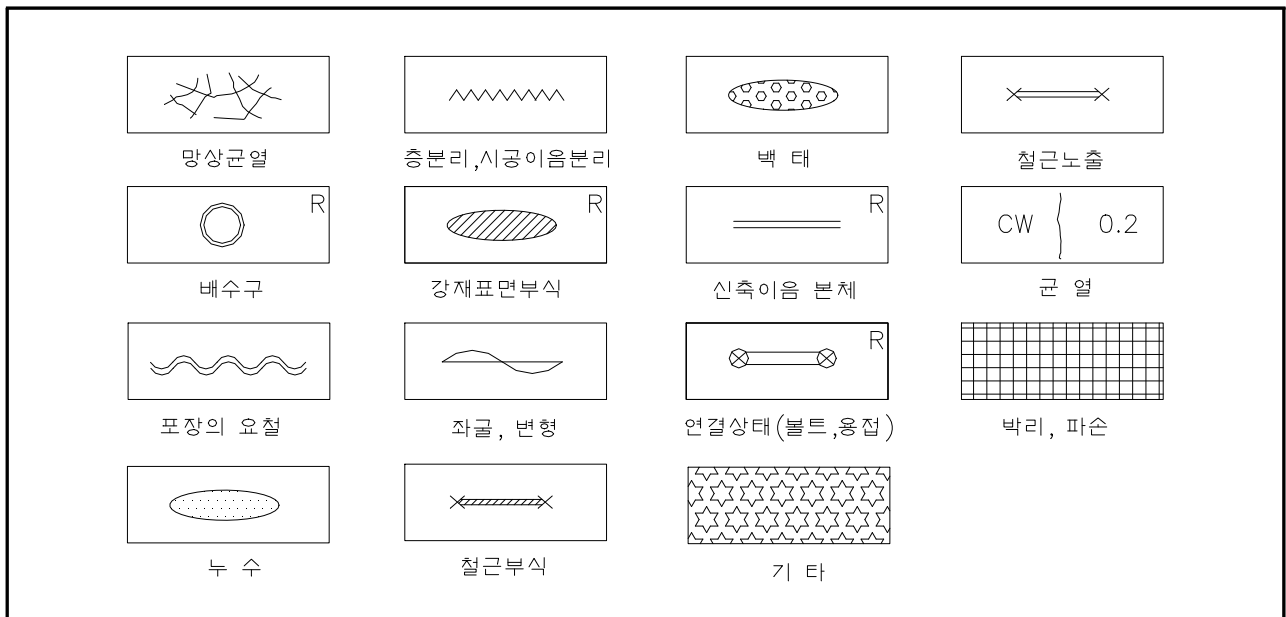
- 1) 상부구조(교면포장, 난간 및 연석, 배수구, 신축이음)와 하부구조(주형, 슬래브, 교대, 교각, 기타 시설물)로 각각 나누어 조사를 실시함.
- 2) 점검자는 사전에 주요점검부위 및 접근방법, 외관조사망도 등을 충분히 숙지한 후 현장에서 점검이 가능하도록 교육을 실시함.
- 3) 직접 근접이 어려운 주형, 슬래브 하면, 교대, 교각부는 고소차와 점검통로를 이용하여 모든 부재에 접근이 가능하도록 하였으며, 특히 주부재인 주형, 슬래브, 교대, 교각의 균열 및 단면파손, 누수 발생여부에 주안점을 두고 조사를 실시함.
- 4) 점검대상 부위는 육안관찰을 기본으로 하여 필요한 경우 망원경, 균열자, 균열경,

줄자, 점검망치 등을 이용하였고 디지털 카메라를 이용하여 손상발생부를 근접 촬영함.

5) 외관조사 결과에 따른 교량의 상태평가는 “교량 안전점검 및 정밀안전진단 세부 지침(2009. 03, 건설교통부, 시설안전관리공단)에 준하여 실시함.

2.2.5 외관조사 결과의 표기

현장조사시 나타난 손상, 결함부에 대한 외관조사망도 작성시 다음 【그림 2.2.1】의 범례를 기준으로 작성하였다.



【그림 2.2.1】 외관조사 범례

2.2.6 본교 부재별 외관조사 결과

가. 교면포장부

- 1) 교면포장은 아스팔트 포장 형식으로서 차도부로만 구분되어 있는 왕복4차선 형식이며, 중앙부에 중앙분리대(연석)가 위치해 있으며, 외관조사 결과 전체적으로 양호한 상태임.
- 2) 이전(2007년) 정밀점검 결과와 비교·검토 : 이전 점검결과는 아스콘 중·황방향 균열, 소성 변형이 조사되었으나, 점검 이후 전면 재포장으로 기보수 완료된 상태임.
 - ① 점검일시 : 2009. 03. 21 ~ 03. 25
 - ② 점검구간 : S1~S6(B=22.0m, L=148.0m)
 - ③ 조사방법 : 2인이 교량 좌, 우 난간측에서 포장부에 최대한 근접하여 외관조사 수행.
 - ④ 사용장비 : 줄자, 카메라, 신호봉

【표 2.2.2】 교면포장 일반사항

구 분	주 요 내 용	구 분	주 요 내 용
교면전경		주요 손상 현황	·상태양호
시공상태	아스팔트 포장(차도부)	보수이력	-전면 재포장 보수
포장면적	148 x 22.0 = 3,256㎡		

【표 2.2.3】 교면포장 외관조사 결과

구 분	정밀점검 결과	손상원인	보수방안	손상물량	등급
교면포장	■ 상태양호	-	-	-	A

나. 난간, 연석

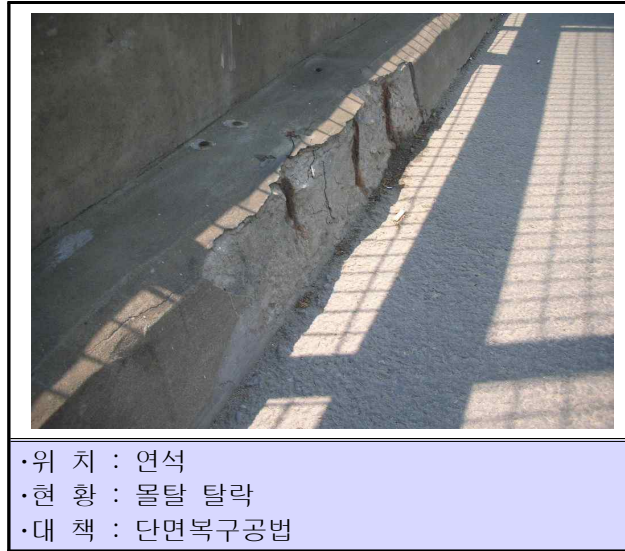
- 1) 본 교량의 난간, 연석의 외관조사 결과, 전체적으로 양호한 상태이나, 피복부족 및 철근부식으로 인한 일부 단면보수부 몰탈 탈락이 조사되었으며, 탈락부위에 철근이 부식되어 있는 상태로 내구성 확보를 위하여 철근방청+ 단면복구공법으로 보수가 요망된다.
- 2) 이전(2007년) 정밀점검 결과와 비교·검토 : 이전 점검결과는 연석부 파손등이 조사되었으며, 기보수 완료된 상태임.
 - ① 점검일시 : 2009. 03. 21 ~ 03. 25
 - ② 점검구간 : 난간, 연석
 - ③ 조사방법 : 2인이 도보로 알루미늄 난간, 연석의 파손 유무를 근접하여 육안으로 조사하였음.
 - ④ 사용장비 : 줄자, 점검망치, 카메라

【표 2.2.4】 난간, 연석 일반사항

구 분	주 요 내 용	구 분	주 요 내 용
난간 및 연석 전경		주요 손상 현황	연석부 몰탈 탈락
시공상태	알루미늄	보수이력	-
길 이	L = 148.0m		

【표 2.2.5】 난간, 연석 외관조사 결과

구 분	정밀점검 결과	손상원인	보수방안	손상물량	등급
난간,연석	■연석부 몰탈 탈락	■피복부족 및 철근부식	■단면복구공법	0.25m ²	B



·위 치 : 연석
 ·현 황 : 몰탈 탈락
 ·대 책 : 단면복구공법

다. 배수시설

- 1) 본 구조물의 배수관은 강제 배수관으로 설치 되어있으며, 현재 배수시설은 배수구 막힘이 없는 양호한 상태이나, 일부 배수구 그레이팅 유실이 조사되었다.
- 2) 하부 배수관은 바닥판 하면 접합부 마감불량으로 인한 배수관 주변 누수 및 백태가 조사되었다.
- 2) 이전(2007년) 정밀점검 결과와 비교·검토 : 이전 점검시 발생된 배수구 그레이팅 유실은 미보수된 상태임.
 - ① 점검일시 : 2009. 03. 21 ~ 03. 25
 - ② 점검구간 : S1~S6(B=22.0m, L=148.0m)
 - ③ 조사방법 : 배수구 및 배수관에 근접하여 배수구 막힘, 연결이음부 누수, 배수관 길이연장 상태 등을 육안으로 세밀히 조사하였다.
 - ④ 사용장비 : 줄자, 점검망치, 카메라

【표 2.2.6】 배수시설 일반사항

구 분	주 요 내 용	구 분	주 요 내 용
배수시설		주요 손상 내용	·배수구 그레이팅 유실
시공상태	강재 배수관	보수이력	-
개 소	72EA		

【표 2.2.7】 배수시설 외관조사 결과


구 분	정밀점검 결과	손상원인	보수방안	손상물량	등급
배수 시설	■배수구 그레이팅 유실	■공용층 차량의 통행	■재설치	7EA	B



라. 바닥판 하면

- 1) 본 교량의 바닥판 하면은 철근콘크리트 바닥판으로 시공되어 있으며, 점검결과 상부 노면 수 유입 및 하부 습기 침투에 의한 균열부 백태, 누수, 표면 열화등이 다수 조사되어, 백태/누수부에 대한 탄산화시험을 실시한 결과 16~23mm로 조사되었으며, 일부 구간(S1)은 파취하여 상태를 확인 한 결과 철근 피복까지 백태가 진행되었으며, 철근 부식부 부피 증가로 인한, 콘크리트 들뜸, 탈락등이 조사되었다. 또한, S1에 대한 코아 채취후 압축 강도를 측정한 결과 24.4~31.8MPa로 설계기준(24.0MPa)에 상회하는 것으로 측정되었으나, 피복 부족과 철근녹발생이 조사되어 철근 체적팽창으로 인한 균열/박리등의 손상이 발생할 수 있는 바, 구조물의 내구성 확보를 위하여 탄산화방지공법으로 보수를 실시한 후 손상의 진전여부 판단등의 지속적인 유지관리가 필요하다.
- 2) 공용중 노후화, 피복부족으로 인한 콘크리트 파손/탈락, 철근노출과 배수구 주변 마감 불량에 의한 백태/누수가 조사되었다.
- 3) 이전(2007년) 정밀점검 결과와 비교·검토 : 이전 점검시 발생된 손상은 일부 표면처리공법으로 보수가 완료되었으나, 백태등이 일부 신규로 조사되었으며, 이는 상부 교면방수+재포장 보수전에 발생된 손상으로 판단됨.
 - ① 점검일시 : 2009. 03. 26 ~ 04. 02
 - ② 점검구간 : S1~S6(B=22.0m, L=148.0m)
 - ③ 조사방법 : 점검통로와 고소차를 이용하여 근접조사를 실시함.
 - ④ 사용장비 : 분필, 줄자, 점검망치, 카메라

【표 2.2.8】 바닥판 하면 일반사항

구 분	주 요 내 용	구 분	주 요 내 용
바닥판하면		주요 손상 내용	·0.3mm 미만 균열 ·백태, 누수, 표면열화 ·균열부 백태, 백태 및 누수, 표면열화 ·콘크리트 탈락, 재료분리 ·철근노출 ·배수관 주변 누수
시공상태	철근콘크리트 슬래브	보수이력	
경간수	6경간		

【표 2.2.9】 바닥판 하면 외관조사 결과

구 분	정밀점검 결과	손상원인	보수방안	손상물량	등급
바닥판하면	■균열(0.3mm미만)	■온도 및 건조수축	■표면처리공법	3.4m	B
	■백태 및 누수, 표면열화	■상부 노면수 유입, 외부 습기 침투	■탄산화방지공법	352.7m ²	
	■박리, 박락, 콘크리트 탈락 및 재료분리	■다짐불량, 공용중 노후화	■단면복구공법	22.95m ²	
	■철근노출	■피복부족	■철근방청공법	5.94m ²	
	■배수관 주변 누수	■배수관 마감 불량	■배수관 재설치	0.36m ²	



·위 치 : 바닥판 하면
·현 황 : 백태/누수
·대 책 : 탄산화방지 공법

·위 치 : 바닥판 하면
·현 황 : 백태
·대 책 : 탄산화방지 공법



·위 치 : 바닥판 하면
·현 황 : 철근노출
·대 책 : 철근방청+단면복구공법

·위 치 : 바닥판 하면
·현 황 : 망상균열/백태
·대 책 : 탄산화방지 공법

	
<p>·위 치 : 바닥판 하면 ·현 황 : 철근노출/백태/탈락 ·대 책 : 철근방청+단면복구공법</p>	<p>·위 치 : 바닥판 하면 ·현 황 : 콘크리트 들뜸/탈락 ·대 책 : 단면복구공법</p>
	
<p>·위 치 : 바닥판 하면 ·현 황 : 코아시편을 이용한 탄산화시험</p>	<p>·위 치 : 바닥판 하면 ·현 황 : 코아시편 철근녹발생</p>

마. 받침장치

- 1) 본 교량의 받침장치는 탄성받침 형식으로 총108개가 설치되어 있으며, 외관조사 결과 전반적인 받침의 가동상태는 양호하나, 상부 주형 단부보강강판 측면에 녹발생이 일부 조사되었으며, 일부 받침 콘크리트 미세균열이 조사되었음.
- 2) 이전(2007년) 정밀점검 결과와 비교·검토 : 이전 점검시 발생된 단부보강강판 녹발생은 일부 진전된 것으로 조사되었음.
 - ① 점검일시 : 2009. 03. 26 ~ 04. 02
 - ② 점검구간 : S1~S6(B=22.0m, L=148.0m)
 - ③ 조사방법 : 점검통로 및 고소차를 이용하여 근접 육안조사를 실시하였음.
 - ④ 사용장비 : 줄자, 점검망치, 카메라

【표 2.2.14】 받침장치 일반사항

구 분	주 요 내 용	구 분	주 요 내 용
받침장치		주요 손상 내용	·단부보강강판 녹발생
시공상태	탄성받침, 포트받침	보수이력	-
개 소	108EA		

【표 2.2.15】 받침장치 외관조사 결과

구 분	정밀점검 결과	손상원인	보수방안	손상물량	등급
받침 장치	■플레이트 녹발생	■공용중 노후화, 노면수 유입	■재도장	6EA	B

	
<ul style="list-style-type: none"> ·위 치 : 받침장치 ·현 황 : 단부 보강 강판 녹발생 ·대 책 : 재도장 	<ul style="list-style-type: none"> ·위 치 : 받침장치 ·현 황 : 단부 보강 강판 녹발생 ·대 책 : 재도장

바. 주형 및 가로보

- 1) 본 교량은 PSC Beam Girder 형식으로 이루어져 있으며, 각 경간당 9개의 주형이 설치되어 있다. 외관조사결과 PSC Beam은 전체적으로 양호하나 일부 주형 측면 0.3mm 미만의 균열, 들뜸/탈락, 재료분리와 주형 하면의 피복부족에 의한 철근노출등이 조사되었음.
- 2) 이전(2007년) 정밀점검 결과와 비교·검토 : 이전 점검결과 발생한 손상 중 백태, 탈락 및 철근노출등의 손상은 진전된 것으로 조사되었음.
 - ① 점검일시 : 2009. 03. 26 ~ 04. 02
 - ② 점검구간 : S1~S6(B=22.0m, L=148.0m), G1~G9
 - ③ 조사방법 : 점검통로 및 고소차를 이용하여 근접 육안조사를 실시하였음.
 - ④ 사용장비 : 줄자, 점검망치, 카메라

【표 2.2.16】 주형,가로보 일반사항

구 분	주 요 내 용	구 분	주 요 내 용
주형		주요 손상 내용	·0.3mm 미만 균열 ·콘크리트 들뜸, 재료분리, 박락 ·콘크리트 탈락/철근노출 ·백태
시공상태	PSC Beam Girder	보수이력	-
개 소	54EA		

【표 2.2.17】 주형, 가로보 외관조사 결과


구 분	정밀점검 결과	손상원인	보수방안	손상물량	등급
주형, 가로보	■균열(0.3mm미만)	■온도 및 건조수축	■주의관찰	19.1m	B
	■콘크리트 들뜸, 재료분리	■공용중 노후화	■단면복구공법	0.84㎡	
	■콘크리트 탈락/철근노출	■피복부족	■단면복구공법	17.61㎡	
	■백태	■상면 노면수 유입	■표면처리공법	7.19㎡	

	
<ul style="list-style-type: none"> ·위 치 : 주형 및 가로보 ·현 황 : 백태 ·대 책 : 표면처리공법 	<ul style="list-style-type: none"> ·위 치 : 주형 및 가로보 ·현 황 : 탈락/철근노출 ·대 책 : 철근방청공법

사. 신축이음장치

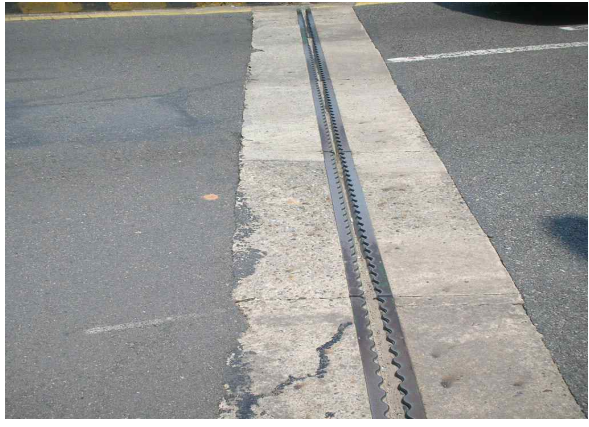

- 1) 신축이음장치는 A1, A2 2개소가 New Monocell Joint, GAI Top Joint로 설치되어 있음. 점검결과 신축이음장치 후타재 마모등이 일부 조사되었음.
- 2) 일부 신축이음장치 고무재 파손으로 인한 하부로의 누수가 일부 조사되었음.
- 3) 이전(2007년) 정밀점검 결과와 비교·검토 : 이전 점검 결과 발생한 손상에 대해서는 미보수된 상태로 조사되었음.
 - ① 점검일시 : 2009. 03. 21 ~ 03. 25
 - ② 점검구간 : A1, A2(2개소)
 - ③ 조사방법 : 2인이 교량 좌,우 연석부에서 신축이음에 최대한 근접하여 외관조사 수행.
 - ④ 사용장비 : 줄자, 카메라, 신호봉

【표 2.2.18】 신축이음 일반사항

구 분	주요 내용	구 분	주요 내용
신축이음		주요 손상 내용	·후타재 마모
시공상태	New Monocell Joint GAI Top Joint	보수이력	-
개 소	2EA		

【표 2.2.19】 신축이음 외관조사 결과


구 분	정밀점검 결과	손상원인	보수방안	손상물량	등급
신축이음 장치	■후타재 마모	■공용중 지속적인 차량통행	■후타재 보수공	11.15㎡	B

	
<ul style="list-style-type: none"> ·위 치 : 신축이음장치 ·현 황 : 후타재 마모 ·대 책 : 후타재 보수공 	<ul style="list-style-type: none"> ·위 치 : 신축이음장치 ·현 황 : 후타재 마모 ·대 책 : 후타재 보수공

아. 교대 및 교각

- 1) 본 교량의 교대는 국부적인 상부 노면수 유입에 의한 백태/누수와 일부 온도 및 건조수축 균열(CW:0.1~0.3mm), 재료분리, 철근노출등이 발생한 상태이다.
- 2) 교각은 일부 0.1~0.3mm의 균열과 공용중 노후화에 의한 콘크리트 박리/박락, 탈락등이 조사되었으며, P2~P4의 교각 측면에 도장 박리가 조사되어 재도장등의 보수가 요망된다.
- 3) 이전(2007년) 정밀점검 결과와 비교·검토 : 전년도 점검시 발생된 손상에 대해서는 일부 기 보수 완료된 상태로 조사되었으나, 일부 균열, 콘크리트 박락, 도장박리등은 신규로 조사되었음.
 - ① 점검일시 : 2009. 03. 26 ~ 04. 02
 - ② 점검구간 : A1,A2, P1~P6
 - ③ 조사방법 : 점검통로 및 고소차를 이용하여 근접 육안조사를 실시하였음.
 - ④ 사용장비 : 줄자, 점검망치, 카메라

【표 2.2.20】 교대 및 교각 일반사항

구 분	주 요 내 용	구 분	주 요 내 용
교대 및 교각		주요 손상 내용	·균열(0.1~0.3mm) ·박리/박락, 탈락, 재료분리, 철근노출 ·백태/누수 ·도장박리
시공상태	교대:중력식, 교각:벽식	보수이력	-
개소	교대 2기, 교각 6기		

【표 2.2.21】 교대 및 교각 외관조사 결과

구 분	정밀점검 결과	손상원인	보수방안	손상물량	등급
교대 및 교각	■0.3mm 미만 균열	■온도 및 건조수축	■주의관찰	20.2m	B
	■0.3mm 이상 균열	■온도 및 건조수축	■수지주입공법	7.0m	
	■박리/박락, 탈락, 골재분리	■공용중 노후화, 디짐불량	■단면복구공법	8.38㎡	
	■철근노출	■피복부족	■단면복구공법	0.51㎡	
	■백태/누수	■상부 노면수 유입	■표면처리공법	47㎡	
	■도장박리	■공용중 노후화, 외기	■재도장	28㎡	



·위 치 : 교대
·현 황 : 균열(0.3mm미만)
·대 책 : 표면처리공법



·위 치 : 교대
·현 황 : 망상균열/백태
·대 책 : 표면처리공법

	
<ul style="list-style-type: none"> ·위 치 : 교각 ·현 황 : 콘크리트 탈락 ·대 책 : 단면복구공법 	<ul style="list-style-type: none"> ·위 치 : 교대 ·현 황 : 박락/철근노출 ·대 책 : 단면복구공법
	
<ul style="list-style-type: none"> ·위 치 : 교각 ·현 황 : 콘크리트 탈락 ·대 책 : 단면복구공법 	<ul style="list-style-type: none"> ·위 치 : 교각 ·현 황 : 도장박리 ·대 책 : 재도장

2.2.7 외관조사 결과 요약(전년도 정밀점검 결과와 비교, 검토)

부재명		2007년도 정밀점검	금회(2009년) 정밀점검	검토의견	등급
용역명		개봉고가외 6개소 정밀점검 용역	개봉고가외 8개소 정밀점검 용역		
용역사		건명기업(주)	용성건설(주)		
과업기간		2007. 03. 30 ~ 08 .27	2009. 02. 06 ~ 08. 05		
종합평가	등급	B	B		
	종합의견	본 과업 대상 시설물은 전반적으로 양호한 상태를 유지하고 있으며, 구조물 자체의 구조적인 원인에 의한 결함사항을 발견할 수 없는 상태이나, 공용에 따른 부재의 결함이 국부적으로 발생한 상태이므로 내구성 및 기능성 증진을 위해서 보수를 실시한다면 안전성과 잔존수명은 유지될 수 있을 것으로 판단됨.	금번 정밀점검결과 교량구조의 안전성에 영향을 미치는 구조적으로 문제가 되는 결함이나 손상이 발생하지 않은 대체로 양호한 상태로 조사되었으나, 발생한 손상에 대해서는 구조물의 내구성 및 안전성 확보를 위해서 적절한 공법으로 보수가 필요함.		
교면포장		■아스콘 균열,마모,소성변형(A=68.35㎡) ■슬래브 하부측 누수(A=400.0㎡)	■상태양호	· 전체보수(교면방수+재포장)	A
난간 및 연석		■연석 파손(A=1.0㎡)	■연석부 몰탈 탈락(A=0.25㎡)	· 기보수 후 추가손상	B
배수시설		■그레이팅 유실(5EA)	■그레이팅 유실(7EA)	· 추가손상 · 미조치	B
신축이음		■토사퇴적(1EA)	■-	· 기보수 완료	B
		■-	■후타재 마모(A=11.15㎡)	· 신규손상	
바닥판하면		■균열0.3mm미만(L=1.02m)	■균열0.3mm미만(L=3.4m)	· 일부보수	B
		■배수파이프 유실/길이부족(5EA)	■배수관 주변 누수(A=0.36㎡)	· 일부보수 · 추가손상	
		■철근노출(A=10.23㎡)	■철근노출(A=5.94㎡)	· 일부보수	
		■열화/백태,재료분리,들뜸,박락(A=37.13㎡)	■박리,박락, 콘크리트 탈락 및 재료분리(A=22.95㎡)	· 일부보수	
		■누수/백태(A=107.65㎡)	■백태 및 누수, 표면열화(A=352.7㎡)	· 추가손상 · 일부 보수	
주형 및 가로보		■균열0.3mm미만(L=5.73m)	■균열0.3mm미만(L=19.1m)	· 추가손상 · 미조치	B
		■백태 (A=2.14㎡)	■백태 (A=7.19㎡)	· 추가손상 · 미조치	
		■박락, 들뜸, 재료분리(A=0.19㎡)	■박락, 재료분리, 들뜸(A=0.84㎡)	· 추가손상 · 미조치	
		■철근노출/박락(A=12.01㎡)	■철근노출/탈락(A=17.61㎡)	· 추가손상 · 미조치	
받침장치		■상태양호	■상부 플레이트 녹발생(6EA)	· 신규손상	B
교대 및 교각		■균열0.3mm미만(L=6.27m)	■균열0.3mm미만(L=20.2m)	· 추가손상 · 미조치	B
		■균열0.3mm이상(L=1.0m)	■균열0.3mm이상(L=7.0m)	· 추가손상 · 미조치	
		■ -	■도장박리(A=28.0㎡)	· 신규손상	
		■망상균열/백태,누수(A=47.0㎡)	■백태/누수(A=47.0㎡)	· 미조치	
		■철근노출(A=0.51㎡)	■철근노출(A=0.51㎡)	· 미조치	
		■박락및재료분리(A=6.54㎡)	■들뜸, 탈락, 재료분리(A=8.38㎡)	· 추가손상	

2.2.8 외관조사에 의한 상태평가 결과

【표 2.2.39】 외관조사에 의한 상태평가 결과

부재명		정밀점검 결과	손상원인	손상 물량	등급
상 부	포장	■상태양호	-	-	A
	난간 및 연석	■연석부 몰탈 탈락	■피복부족 및 철근부식	0.25m ²	B
배수시설		■배수구 그레이팅 유실	■공용중 차량의 통행	7EA	B
신축이음장치		■후타재 마모	■공용중 지속적인 차량통행	11.15m ²	B
바닥판 하면		■균열(0.3mm미만)	■온도 및 건조수축	3.4m	B
		■백태 및 누수, 표면열화	■상부 노면수 유입, 외부 습기 침투	352.7m ²	
		■박리, 박락, 콘크리트 탈락 및 재료분리	■다짐불량, 공용중 노후화	22.95m ²	
		■철근노출	■피복부족	5.94m ²	
		■배수관 주변 누수	■배수관 마감 불량	0.36m ²	
주 형	콘크리트	■균열(0.3mm미만)	■온도 및 건조수축	19.1m	B
		■콘크리트 들뜸, 재료분리	■공용중 노후화	0.84m ²	
		■콘크리트 탈락/철근노출	■피복부족	17.61m ²	
		■백태	■상면 노면수 유입	7.19m ²	
받침장치		■플레이트 녹발생	■공용중 노후화, 노면수 유입	6EA	B
교대/교각		■0.3mm 미만 균열	■온도 및 건조수축	20.2m	B
		■0.3mm 이상 균열	■온도 및 건조수축	7.0m	
		■박리/박락, 탈락, 골재분리	■공용중 노후화	8.38m ²	
		■철근노출	■공용중노후화, 피복부족	0.51m ²	
		■백태/누수	■상부 노면수 유입	47m ²	
		■도장박리	■공용중 노후화, 외기	28m ²	

2.3 내구성 조사

2.3.1 목적

내구성 조사목적은 부재별로 선정된 시험부위에 대하여 콘크리트 비파괴 강도 및 탄산화 시험 등을 실시하여 콘크리트 품질상태를 파악하기 위하여 시행한다.

- 내구성 조사 대상으로 하는 구조물은 강·콘크리트 구조물에 한한다.
- 내구성 조사는 구조구체를 중심으로 수행한다.

2.3.2 비파괴시험 기간

본 개봉철도고가의 비파괴시험 수행기간은 총 2일로 세부 수행내용은 다음【표 2.3.1】과 같다.

【 표 2.3.1 】 비파괴시험 세부수행 내용

일 정	비파괴 시험내용		사 용 장 비
	부재	측정항목	
3. 22	주형/슬래브 하면	비파괴 강도조사 철근배근조사 탄산화 시험 코아압축강도시험	슈미트 햄머 철근탐사기 페놀프탈레인용액 코아채취기
3. 27	교대 및 교각	비파괴 강도조사, 철근배근조사 탄산화 시험	슈미트 햄머 철근탐사기 페놀프탈레인용액

2.3.3 비파괴시험 실시현황

본 개봉철도고가의 비파괴시험은 강도조사, 탄산화시험 등을 실시하였으며 세부내용 및 시험위치는 다음【표 2.3.2】과 같다.

【표 2.3.2】 비파괴 시험항목 및 시험위치

비파괴시험 항목	시 험 위 치	시험 개소수
1) 압축강도 측정 조사	- 교대 : A1, A2 - 교각 : P1, P3, P4, P5 - 슬래브 하면 : S1, S3, S4, S5 - 주형 : S1, S3, S4, S5	14개소
2) 철근배근 조사	- 교대 : A1, A2 - 교각 : P1, P3, P4, P5 - 슬래브 하면 : S1, S3	8개소
3) 탄산화깊이 측정 조사	- 교대 : A1, A2 - 교각 : P1, P3, P4, P5 - 슬래브 하면 : S1, S3, S5	9개소
4) 코아압축강도시험	- 슬래브 하면 : S1 G1~G2 #1, S1 G1~G2 #2	2개소

2.3.4 반발 경도 시험

가. 개요

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

나. 슈미트해머의 종류

슈미트해머의 종류는 다음 【표 2.3.3】 과 같다.

【 표 2.3.3 】 슈미트해머의 종류

기종	충격에너지 (kg·m)	강도측정범위 (kg/cm ²)	자중 (kg)	비고
N형(보통콘크리트)	0.225	150~600	1.0	반발경도R을 직접 읽음
NR형(동상)	0.225	150~600	1.4	반발경도R을 자동 기록
NP형(동상)	0.225	150~600	1.6	반발경도R을 자동 기록
ND형(동상)	0.225	150~600	1.6	반발경도RdI 디지털 표시기에 나타남
MTC형(동상)	0.225	150~1,000	1.6	콘크리트 압축강도기록
P형(저강도콘크리트용)	0.09	50~150	2.7	전자식 초기강도 추정
L(R)형(경량콘크리트용)	0.075	100~600	1.2	자동기록
M형(매스콘크리트용)	3.0	600~1,000	12.0	댐이나 활주로 등의 매스콘크리트용

슈미트 햄머를 사용하는 경우 사전에 테스트엔빌(TEST ANVIL)에 의한 정밀점검을 실시하여야 한다.

다. 비파괴 강도 측정방법

1) 적용방법

- 측정개소의 측정

- 두께 10cm 이하의 판재, 1변이 15cm 이하인 단면의 기둥·보 등 작은 치수의 부재는 피한다.
- 측정면은 균질하고, 평활한 평면부를 고른다.

2) 반발경도 측정방법

Schmidt Hammer법에 의한 압축강도 시험은 외관조사 결과에 의해서 결정된 측정개소에 대해

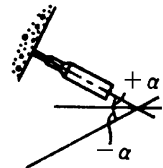
서 타격점간의 간격 3cm를 표준으로 종으로 5열, 횡으로 5열의 선을 그어 직교되는 25점을 타격하여 반발경도 값의 산술 평균값(Rm)을 구한다.

산술평균값 Rm에 대해서 Recommendation에 따라 각 반발경도의 값이 $Rm \pm 15\%$ 범위를 벗어나는 값들은 제외시키고 나머지 값들을 다시 산술 평균하여 반발경도 R을 구한다. 타격방향은 측정면에서 직각이 되게 하였으며, 측정값에 현격한 차이가 있는 곳은 그 옆에서 다시 타격하는 방법을 사용하였다.

3) 타격 방법

타격방향은 수평방향이 일반적이나, 수평 이외의 타격시에는 반발경도(R)가 중력에 의해 변화하는 것을 보정하기 위하여 타격각도에 따른 보정치를 보정하여야 한다

【 표 2.3.4 】 타격방향에 따른 반발경도 보정

Rebound value R_α	Correction for inclination angle				타격 방향 
	Upwards		Downwards		
	+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	

라. 콘크리트 강도의 환산

- 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

• 보정반발경도(R_0)

보정반발경도 R_0 은 다음 식과 같이 측정경도 R 에 보정값 $\Delta R_1, \Delta R_2$ 을 더한 값으로 한다.

$$R_0 = R + \Delta R_1 + \Delta R_2$$

여기서, R : 측정 반발경도

ΔR_1 : 타격 방향에 따른 보정값

ΔR_2 : 콘크리트의 습윤성에 따른 보정값

한편 보정치 ΔR 은 다음과 같은 방법으로 구한다.

• 압축강도 추정

보정 반발경도 R_0 로부터 압축강도 F_c 를 추정하는 식은 여러 가지가 제안되어 있으나 일반적으로 가장 널리 사용되고 있는 아래와 같은 식으로 압축강도를 추정하였다.

$$F_c = 13R_0 - 184 \text{ (kg/cm}^2\text{)} \quad (\text{일본재료학회})$$

F_c = 테스트 햄머에 표시된 반발경도곡선에 의한 방법

• 28일 강도의 추정

시공 후 건조상태로 수년이 경과한 콘크리트 구조물은 표면강도가 높기 때문에 다음식과 같이 시간경과 계수(α)을 압축강도 F_c 에 곱해 재령 28일 강도 (F_{28}')로 환산한 압축강도로 수정하여 콘크리트의 설계 압축강도로 추정한다.

$$F_{28}' = \alpha \cdot F_c$$

• 고강도 콘크리트 대한 제안식

$$F_c = (15.2 R_0 - 122.8) \text{ (kg/cm}^2\text{)} \quad (\text{서울대학원신기술연구소})$$

$$F_c = (13.8R_0 - 44) \text{ (kg/cm}^2\text{)} \quad (\text{구조물진단학회})$$

$$F_c = (17.2R_0 - 214) \text{ (kg/cm}^2\text{)} \quad (\text{시설안전기술공단 - 일반양생})$$

$$F_c = (13.3R_0 - 124) \text{ (kg/cm}^2\text{)} \quad (\text{시설안전기술공단 - 증기양생})$$

F_c = 테스트 햄머에 표시된 반발경도곡선에 의한 방법

마. 반발경도시험 전경

NR Type의 반발경도시험기를 사용하였으며, 그 측정전경은 다음과 같다.



사. 반발경도시험 결과

본 구조물에 대한 콘크리트 강도시험 결과 측정치는 설계기준강도를 상회하는 것으로 평가되므로 구조물의 콘크리트 상태 및 품질상태는 전반적으로 양호한 상태이다.

【표 2.3.6】 콘크리트 비파괴시험 결과

부위		반발경도 (R ₀)	반발경도법(MPa)		설계강도 (MPa)	
			측정강도	평균강도		
개봉 철도 고가	슬래브	S1 하면	47.0	25.4	25.4	24.0
		S3 하면	46.1	24.9		
		S4 하면	47.9	26.0		
		S5 하면	46.7	25.3		
	주형	S1-G1	63.2	35.6	35.5	32.0
		S3-G2	62.4	35.1		
		S4-G4	63.1	35.5		
		S5-G3	63.8	36.0		
	교각	P1	42.8	22.8	22.5	21.0
		P3	43.6	23.3		
		P4	41.2	21.8		
		P5	41.6	22.1		
교대	A1	44.1	23.6	22.9	21.0	
	A2	41.8	22.2			

2.3.5 철근 배근 탐사 시험

가. 시험개요

철근콘크리트 구조물의 내구성 및 안전성은 콘크리트의 균열 및 강도와 더불어 철근의 배근 상태에 따라 크게 달라진다. 콘크리트의 강도조사에 대해서는 앞 절에서 언급하였으며, 본 절에서는 철근의 배근 상태에 대해서 다루고자 한다. 철근의 배근 상태가 설계도면 보다 적은 개수로 넓은 간격으로 배근된 경우 구조물의 내력이 감소하게 되어 구조물의 내구성 및 안전성에 치명적인 약점을 가져올 수 있으며, 설계도면보다 과도하게 많은 개수로 좁은 간격으로 배근된 경우에도 구조물의 내력은 충분히 만족하지만, 예기치 못한 갑작스런 붕괴를 초래할 수도 있는 약점이 있다. 따라서, 철근콘크리트 구조물에서 철근의 배근 상태를 조사하는 것은 구조물의 내구성 및 안전성을 확인하기 위해서 중요한 부분이다.

나. 시험장비

JEI-60B의 표준구성품은 【표 2.3.7】 과 같다.

【 표 2.3.7 】 표준구성품

품 명		형 식	수 량	비 고
본체표시기		NJJ-53B	1	-
안 테 나		NJJ-43A	1	송·수신안테나 내장
부	신호케이블	CFQ-2861	1	5m
	전원케이블	-	1	변환아답터 첨부
속	퓨즈	-	2	-
	취급설명서	-	1	-
품	부속품수납상자	-	1	안테나 보관기능

JEI-60B의 Option품목은 【표 2.3.8】 와 같다.

【 표 2.3.8 】 Option품목

품 명	형 식	비 고
프린터	NKG-51	계조부착 감열식 라인프린터
Battery pack	NBB-229	연속사용시간 : 약 2시간
충전기	NBB-230A	충전시간 : 약 1시간
데이터레코더	PC-204A	-
데이터레코더용 접속케이블	CFQ-3154	2개
신호케이블	CFQ-2861-1	10m

□ 주요성능

【 표 2.3.9 】 JEJ-60B의 주요성능

측정방식	레이더 방식(화면모니터방식)
측 정 물	철근, 염화비닐관, 공동
피복두께(측정심도)	0.5~20cm(철근직경 6mm이상)
심도스케일	cm정보표시(특히 제2028226호) 및 기산(ns)표시
피치(수직수평분해능)	60mm이상 수평면, 수직면 단, 직경이 6mm의 철근이 깊이 60mm에 있는 경우
측정거리	최대 5m
디스플레이	256×128 DOT, 5×10화면(1화면은 50cm로 10화면분)
화상처리	2조 흑백, 백라이트 부착
제어기능	표면파처리(특히 제2096816호), 피크처리 안테나로 측정 ON/OFF, 커서로 X·Y좌표 표시
메모리용량	10화면의 데이터보관, 판독가능
안 테 나	0.4m/sec이하, 속도알람기능
조건설정	감 도 : 자동 및 수동 4단전환 천·심 : 천·심 2단전환 날짜설정 : 날짜, 시간, 데이터번호를 설정
외부메모리	데어터레코더 접속가능
기 타	시계내장, 배터리 알람, 안테나속도
전 원	AC100V±10%, 50/60Hz 또는 DC12V 전환가능 AC100V : 38VA, DC12V : 1.5A
치수·중량	본 체 : 225(폭)×173(높이)×300(길이)mm, 6.7kg 안테나 : 125(폭)×130(높이)×200(길이)mm, 1.1kg

다. 철근배근상태 측정방법

전자파를 콘크리트 내부에 방사해 그 전파가 콘크리트와 전기적 성질이 다른 물질(철근, 공동 등)의 반사물체와의 경계면에서 반사되어, 다시 콘크리트 표면의 수신안테나까지의 도달시간으로 반사물체까지의 거리를 알 수 있다.

콘크리트의 얇은 부분을 높은 분해력으로 탐사하는 것으로 목적으로 하기 때문에 pulse폭이 극히 짧은 약 1ns(1/10억)의 pulse를 사용한다.

콘크리트 중의 전자파의 속도(V)는 다음 식과 같다.

$$V = \frac{C}{\sqrt{\epsilon\gamma}} \text{ (m/s)}$$

여기서, C : 전자파의 속도(3×10^8 m/s)

$\epsilon \gamma$: 콘크리트의 비유전율

【 표 2.3.10 】 비유전율

재 질 명	비 유 전 율	재 질 명	비 유 전 율
공 기	1	화 강 암	7
해 수	81	점 토	2.4
모 래	2.6	석 회 석	8
현 무 암	8	콘크리트	9

반사물체까지의 거리(D)는 다음 식과 같다.

$$D = \frac{1}{2} VT(m)$$

여기서, V : 전자파의 속도(m/s)
 T : 반사파의 송수신 시간차

라. 철근 배근 조사 전경

본 구조물의 철근배근조사는 RC Radar를 이용하여 조사하였고, 그 측정전경은 다음과 같다.



철근탐사장비

마. 철근 배근 조사

본 구조물의 철근배근조사 결과 일반적인 자료와 비교시 배근간격은 전체적으로 양호한 상태이나, 피복두께는 슬래브 구간 일부에서 추정설계치 조금 못미치는 것으로 조사되었으며, 이는 시공초기 타설볼량에 의한 것으로 판단된다.

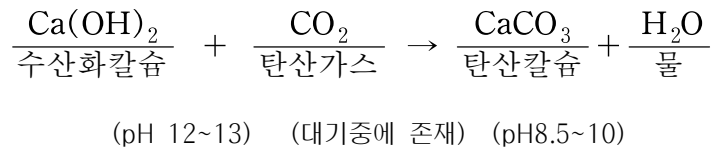
【표 2.3.11】 철근 배근 조사 결과

구 분		측정결과(mm)		추정설계치(mm)		
		주철근/배력철근	피복두께	주철근/배력철근	피복두께	
개봉 철도 고가	슬래브	S1	110/210	40	-	-
		S3	120/200	42	-	-
	교각	P1	250/300	95	-	-
		P3	240/290	100	-	-
		P4	270/300	110	-	-
		P5	260/280	95	-	-
	교대	A1	150/250	95	-	-
		A2	200/250	105	-	-

2.3.6 탄산화 시험

가. 시험개요

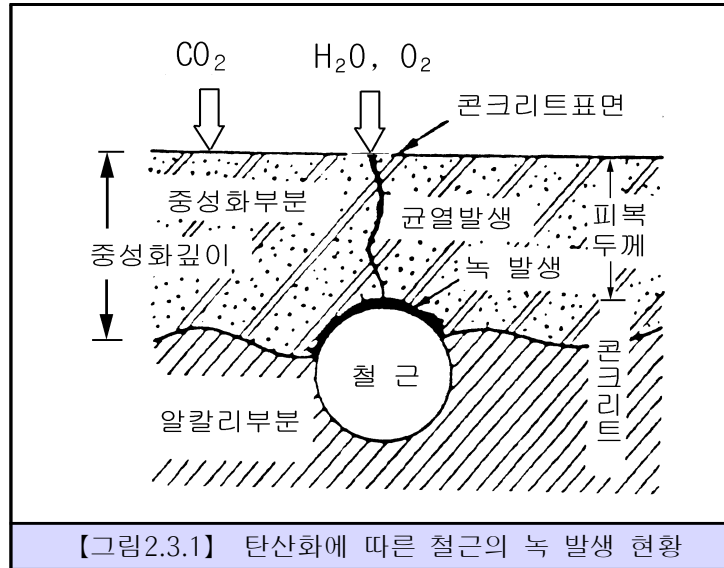
탄산화란 콘크리트가 강알카리성(pH 12~13)에서 대기의 CO₂와 접촉하여 탄산화되어 가는 현상이다. 콘크리트 구조물의 성능저하의 요인으로 동해, 염해, 알카리 골재반응 등을 들 수 있으나 이러한 것들은 대체적으로 각각의 지역적인 요인과 재료적인 요인에 기인하고 있다. 그러나 콘크리트의 탄산화는 일반 환경하에서도 확실하게 진행되기 때문에 철근 부식에 따른 가장 기본적인 중요한 문제이다. 탄산화가 일어나는 메카니즘을 보면 시멘트의 수화 반응에서 생성되는 수산화칼슘 [Ca(OH)₂]은 pH 12~13정도의 강알카리성을 나타내지만 대기중에 포함되어 있는 약산성의 탄산가스(약 0.03%)와 접촉하면 탄산칼슘과 물로 변화하고 탄산칼슘으로 변화한 부분의 pH가 8.5~10정도로 낮아지게 된다.



나. 탄산화에 의한 성능저하 특성 및 기준

탄산화는 콘크리트 표면에서 내부를 향하여 진행하며 콘크리트는 탄산가스와 반응한 중량만큼 무거워지고 치밀해 진다. 따라서 탄산화에 의해서는 물리적 성능저하보다는 콘크리트 내부의 철근부식이 문제가 된다. 콘크리트 내부의 pH가 11이상에서 철근은 표면에 1×10⁻⁶mm 두께의 수산화물(γ-Fe₂O₃·nH₂O) 부동태막을 형성하므로 산소의 침입을 막아 철근의 부식을 방지하지만 탄산화에 의하여 pH가 11보다 낮아지면 부동태막이 파괴되면서 철근에 녹이 발생하게 된다. 이러한 녹은 원래부피의 약 2.5배에서 최대 7배까지 체적이 팽창하게 녹의 팽창압력에 의하여 콘크리트 내부에는 균열이 발생하게 되며 철근의 부착강도 저하, 피복 콘크리트의 탈락, 철근 단면적의 감소등 구조물의 내구성저하를 초래하게 된다.

【그림2.3.1】는 탄산화에 의한 철근의 녹 발생을 나타내고 있다. 탄산화가 진행되는 속도는 시멘트의 종류, 콘크리트의 품질, 환경조건에 따라 다르다.



岸谷의 실험에 의하면 물-시멘트비 W/C, 기간 t년에 대한 탄산화 깊이 x(cm)의 관계는 다음과 같다.

$$W/C \geq 0.6 \text{ 일 때, } t = \frac{0.3(1.15 + 3W/C)}{R^2 (W/C - 0.25)^2} x^2$$

$$W/C \leq 0.6 \text{ 일 때, } t = \frac{7.2}{R^2 (4.6W/C - 1.76)^2} x^2$$

여기서, y = 탄산화깊이 C까지 도달하는데 소요되는 년수

X = 물 시멘트비 (강도 상의 물 시멘트비)

C = 탄산화 깊이 (cm)

R = 탄산화 비율

(골재, 화학 혼화제, 시멘트의 종류 등에 의해 정해지는 정수)

【표2.3.12】 콘크리트의 종류별 탄산화 비율 (R)

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

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

【표 2.3.13】 탄산화 깊이에 의한 측정값의 구분

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

【표 2.3.14】 탄산화 속도에 의한 구분

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

【표 2.3.15】 탄산화에 의한 기능저하의 구분

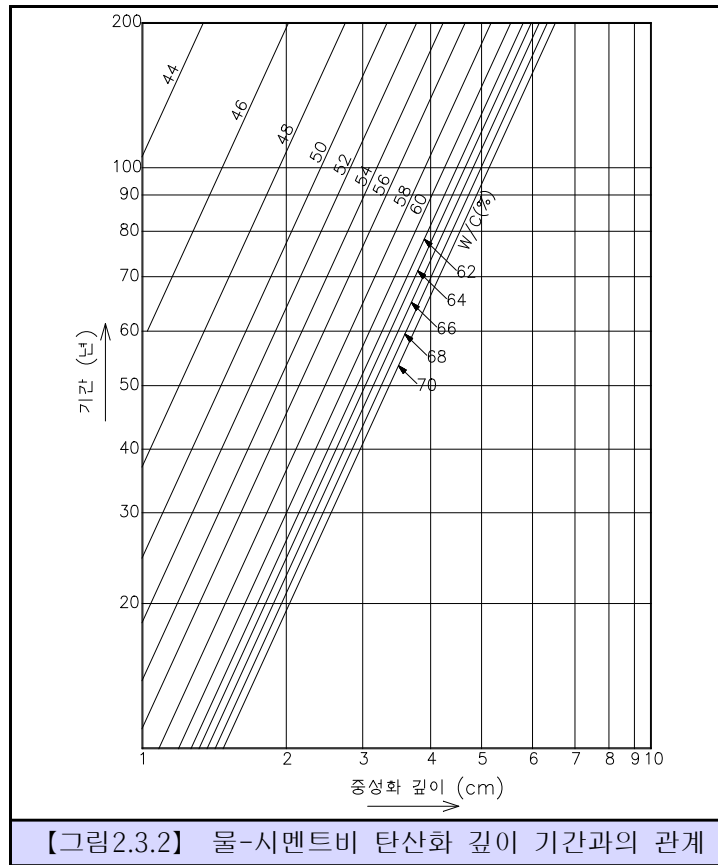
기능저하의 구분	구분의 기준 (탄산화 깊이)	비 고
I	A1 + B1, A1 + B2, A2 + B1	경미 : 예방 조치
II	A1 + B3, A2 + B2	보통 : 부위의 부분적 보수
III	A2 + B3, A3 + B1, A3 + B2, A3 + B3	과대 : 전면적 보수

앞의 식에서 R은 시멘트의 종류, 골재의 종류, 표면활성제의 사용 등에 의해 따른 정수이고, 강 모래·강자갈 콘크리트에 표면활성제를 사용하지 않을 때에는,

보통 포틀랜드 시멘트 사용시 R = 1.0

조강 포틀랜드 시멘트 사용시 R = 0.6

혼합 시멘트(고로·실리카·플리아애쉬 시멘트 등) R = 1.7~2.2 이고, 조강 포틀랜드 사용시에는 현저하게 탄산화가 늦어진다. 또한 AE제·분산제 등의 표면활성제를 이용하면 탄산화깊이는 사용하지 않을 때의 1/2이하로 되고, 위의 R값은 0.4~0.6배 정도가 된다. 천연경량골재 사용 콘크리트는 탄산화가 빠르고, 물-시멘트비에 대해서는 위의 식에서 알 수 있듯이 물-시멘트비가 작은 콘크리트일수록 탄산화가 늦다. 【그림2.3.2】은 R=1일 경우에 대한 식을 도표화한 것으로, 이 상황을 잘 알 수 있다.



다. 등급판정

탄산화에 의한 콘크리트 상태평가 등급은 아래 【표2.3.16】에 의하고 이 표에서 등급 A, B, C, E에서 D이하인 경우는 보수가 필요하다. 등급 E의 경우는 철근의 부식도를 검토하여야 하며, 필요한 경우에는 보수보강을 하여야 한다.

【표 2.3.16】 탄산화깊이에 의한 상태평가 등급

등급	탄산화 깊이	
a	·미진행	
b	·피복두께/2 > 탄산화깊이	
c	·피복두께 ≥ 40mm 인 경우	·피복두께 > 탄산화깊이 ≥ 피복두께/2
d	·피복두께 < 40mm 인 경우	
e	·탄산화깊이 ≥ 피복두께	

라. 조사방법 및 전경

콘크리트 부재의 부식정도를 측정하는 방법으로는 페놀프탈레인법이 가장 일반적으로 사용되고 있다. 페놀프탈레인은 ph 지시약의 일종으로서, 99% 에틸알콜에 증류수 및 1%의 페놀프탈레인 분말을 혼합하여 만들어지며, 이 지시약을 대상 부재에 분사하면 원 콘크리트의 특성을 보유한 ph 8.2~10.0 이상의 알카리성 콘크리트에서는 붉은색으로 발색되고, 콘크리트가 부식되어 탄산화가 진행된 면에서는 무색으로 변화가 없다. 측정부위의 선정 및 절취는 측정의 오차를 최소화하기 위하여 상태가 비교적 양호한 단면을 선정하여 코아, 보링 또는 다이아몬드 CUTTER로 천공 및 절단하여 성형한다. 대상구조물에 대한 콘크리트 부식측정은 대상 부재의 단면 결손을 최소화하기 위하여 DRILL로 측정부위를 천공하였고, 천공된 부위를 증류수로 충분히 세척한 후 페놀프탈레인 용액을 분무하여 콘크리트의 원 표면으로부터 발색면까지의 수직길이를 측정함으로써, 콘크리트의 탄산화깊이를 측정한다.

마. 탄산화 시험 결과

본 구조물의 탄산화시험 결과 대부분 탄산화 깊이가 측정된 피복두께의 1/2이하이므로 탄산화에 대하여서는 양호한 상태이나 바닥판 하면의 일부 구간에 피복두께 1/2 이상으로 조사되어 보수가 필요한 상태이다.

【표 2.3.17】 탄산화시험 결과

구 분		측정결과(mm)		판정	
		탄산화깊이	피복두께		
개봉철도 고가 상행	슬래브 하면	S1	23	40	탄산화깊이 > 피복두께/2(40mm이하) "D"등급
		S3	16	42	
		S5	18	45	
	교대 교각	P1	21	95~110	탄산화깊이 < 피복두께/2 이므로 "B"등급
		P3	16	95~110	
		P4	18	95~110	
		P5	20	95~110	
		A1	17	95~110	
		A2	20	95~110	

2.3.7 코아 압축강도 시험

가. 목적

코아를 채취하여 압축강도를 추정하는 방법으로는, 비파괴시험과는 구별되지만 구조물의 실 강도는 측정한다는 관점에서 비파괴적인 방법과 함께 실시한다. 코어시험은 KSF 2405, KSF 2438에 준하여 실시하며, 압축강도 시험결과로부터 얻어진 압축강도에 대해서 KSF 2422에 따라 직경(d)에 대한 높이(h)의 형상비(h/d)에 의한 강도 보정계수를 곱하여 산출된 보정수치를 공시체의 압축강도로 하였다.

코아 공시체의 단면은 골재단면치수의 3배 이상으로 하며, 여기서는 10cm를 적용하였다.

나. 압축 강도 조사 방법

이 검사법은 콘크리트의 코아시편을 채취하여 실내에서 시편을 압축하여 강도를 판정하는 방법이다.

1) 강도 조사방법

압축강도 측정을 위해 코아드릴로 $\Phi 100\text{mm}$ 시편을 채취하였으며, 시편채취후 마감을 실시함.



【그림 2.3.3】 코아 채취 전경

다. 압축강도시험 결과

본 구조물에 대한 콘크리트 압축강도시험 결과 측정치는 설계기준강도를 상회하는 것으로 평가되므로 구조물의 콘크리트 상태 및 품질상태는 전반적으로 양호한 상태이다.

측정 위치	측정 NO.	측정강도 (MPa)	설계강도 (MPa)	판정
S1 G1~G2	#1	31.8	24.0	O . K
S1 G1~G2	#2	24.4	24.0	O . K

2.3.8. 염화물 함유량 시험

가. 개요

이 시험은 콘크리트 내에 함유되어 있는 염화물량을 측정하는 시험으로 콘크리트내의 철근부식에 영향을 미치는지의 여부를 판단하기 위해 실시한다. 경화된 콘크리트내의 염화물은 물에 녹는 수용성과 녹지 않는 고정화염으로 분류되며 철근에 녹이 발생하는 임계발청농도 기준은 수용성인 경우와 전염화물의 경우로 분류 되어 다르게 적용되고 있다.

【표2.3.18】 콘크리트내 염화물의 존재 형태

전염화물	
고전화된 염화물	가용성 염화물
시멘트 수화물과 화학적으로 결합하여 고정화된 염화물	세공용액, 시멘트 수화물 층간에 용해되었거나 흡착되어 있는 염화물
질산 용액에 의해 추출	온수에 의해 추출
규준에 의한 규제 근거 콘크리트의 염화물 총량한도 (CL ⁻ 이온 0.3 kgf/m ³)	철근콘크리트 구조물의 부식원인

나. 평가기준 및 방법

1) 평가기준

【표2.3.19】 염분함유량 평가기준

등급	철근 위치의 전염화물
a	·염화물 < 0.3 kgf/m ³
b	·0.3 kgf/m ³ < 염화물 ≤ 0.6 kgf/m ³
c	·0.6 kgf/m ³ < 염화물 ≤ 0.9 kgf/m ³
d	·0.9 kgf/m ³ < 염화물 ≤ 1.2 kgf/m ³
e	·염화물 ≥ 1.2 kgf/m ³

2) 평가방법

콘크리트 내에 염화물이 철근부식을 발생시키지 않도록 각종 규정에서는 다음과 같이 제한을 두고 있다.

- 국내 콘크리트 표준시방서 기준
 - 굳지 않은 콘크리트의 경우는 철근의 부식 방지하기 위하여 0.3 kgf/m³ 이하로 규정하며 책임기술자의 승인이 있는 경우 0.6 kgf/m³ 까지 허용하고 있다.
- 국내 콘크리트 구조설계기준
 - 재령 28~42일까지의 경화 콘크리트에서 최대로 물에 용해되는 염소이온농도는 다음 표의 한계값에 의해서도 검토할 수 있다.

【표2.3.20】 부식방지를 위한 최대 염소이온 비율

부재의 종류	콘크리트속에 최대 수용성 염소이온(CL ⁻), 시멘트질량에 대한 백분율(%)
프리스트레스 콘크리트	0.06
염화물에 노출된 철근콘크리트	0.15
건조상태이거나 또는 습기로부터 차단된 철근콘크리트	1.00
기타 철근콘크리트	0.30

다. 염화물 함유량 시험 결과

본 구조물에 대한 염화물 함유량 시험 결과 콘크리트 속의 수용성 염소이온량의 기준치인 0.3% 이내로 양호한 상태로 조사되었다.

【표 2.3.21】 염화물 함유량 시험 결과

측정위치	최대수용성염소이온(Cl^-)에 대한 백분율 (%)	상태 평가 등급
S1 G1~G2 #1	0.002	· 콘크리트 속의 수용성 염소이온량의 기준치 0.3% 이므로 측정치는 양호한 상태로 판단됨.
S1 G1~G2 #2	0.001	

2.4 상태평가 결과종합

2.4.1 상태평가등급 산정

【 표 2.4.1】 외관조사 및 내구성 평가결과에 의한 상태평가등급 산정

경간번호	형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간	지정번호	신축	받침	하부	기초	중성화	염화물	결합도	환산결합도
1	PSC거더	c	c	c	a	b	b	A1	b	b	b	Q	c		29.3	.293
2	PSC거더	b	a	b	a	b	b	P1	X	b	b	Q	c		16.9	.186
3	PSC거더	c	b	c	a	a	b	P2	X	b	c	Q	c		27.2	.299
4	PSC거더	b	b	b	a	b	b	P3	X	b	b	Q	c		18.9	.208
5	PSC거더	b	b	b	a	b	b	P4	X	c	b	Q	c		20.7	.227
6	PSC거더	c	b	b	a	b	b	P5	X	c	b	Q	c		24.3	.267
								A2	c	b	c	Q	c		30.1	.301
															상태평가점수	.254
															상태평가등급	B

상태평가 점수	0.254
상태평가 등급	B

2.4.2 상태평가등급 평가

등급	A	B	C	D	E
결함도범위	$0 \leq x < 0.13$	$0.13 \leq x < 0.26$	$0.26 \leq x < 0.49$	$0.49 \leq x < 0.79$	$0.79 \leq x$

개봉철도고가의 상태평가 결과 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 B등급의 상태로 평가되었음.



제3장 보수·보강 및 유지관리방안



3.1 개 요

3.2 보수·보강 및 개략공사비

3.3 손상에 따른 보수·보강 공법

3.4 유지관리방안

제 3 장 보수·보강 및 유지관리방안

3.1 개 요

3.1.1 일반사항

본 장에서는 외관상태평가에서 확인된 결함과 손상상태를 토대로 교량의 안전성과 건전성을 유지하기 위한 보수·보강 방법의 제안 및 각 부재별 손상상태에 따른 부재별 개선방향 및 범위를 제시하여 시설물의 효율적인 보수·보강이 행해질 수 있도록 하였으며, 보수·보강방법의 기본방향은 장기적으로 설계 내하력을 유지시키고 내구성 저하를 방지하는데 그 목적을 두었으며, 주요손상 및 결함에 따른 보수·보강방법을 일람표를 작성하여 요약하였고, 이에 따른 보수·보강방법을 상세히 기술하였다.

또한, 유지관리는 시설물과 부대시설의 기능을 보존하고 이용자의 편익과 안전을 도모하기 위하여 수시점검, 일상점검, 정기점검 등을 통하여 시설물의 상태를 조사하고 손상부에 대한 조치를 취하는 일련의 행위로서 본 장에서는 대상 시설물의 제반 특성 등을 고려한 유지관리 방안을 제시함으로써 향후 효율적 유지관리가 행해질 수 있도록 하였다.

3.1.2 우선순위 선정기준

본 구조물에 필요한 보수의 우선순위는 손상 및 결함의 종류, 성상 및 원인 등을 고려하여 보수의 완급성을 판단하여 다음과 같이 정하였다.

- ① 구조물의 직접적인 안전성과 관련있는 손상을 최우선으로 하였다.
- ② 주부재의 균열 또는 철근부식 등으로 주철근과 같은 주요구조물의 내구성 및 성능저하를 유발할 수 있는 손상으로 정하였다.
- ③ 방치시 규모가 증대되거나 사용성을 위한 손상으로 정하였다.

【표 3.1.1】 보수·보강 우선 순위 선정기준

구 분	내 용
단기 대책	· 주요부재에 발생된 결함 및 손상이 커 내구성, 기능성 저하방지를 위한 보수가 필요한 경우(철근이 노출되어 철근부식에 의한 내하력 저하 가능성이 있는 손상)
중기 대책	· 기능발휘에는 지장이 없으나, 내구성 증진을 위해 연차보수가 필요한 경우 (방치시 규모가 증대될 수 있는 손상 및 사용성을 위해 보수가 필요한 경우)
주의 관찰	· 발생된 손상이 경미하여, 유지관리를 통한 점검이 필요한 경우

3.2 보수·보강 및 개략공사비

3.2.1 부재별 보수·보강 방안

개봉철도고가의 부재별 손상·결함부에 대한 보수·보강방안은 다음【표 3.2.1】과 같다.

【표 3.2.1】 부재별 보수·보강 방안

부재명		정밀점검 결과	손상원인	손상 물량	보수방안	등급
상 부	포장	■상태양호	-	-		A
	난간 및 연석	■연석부 몰탈 탈락	■피복부족 및 철근부식	0.25㎡	■단면복구공법	B
배수시설		■배수구 그레이팅 유실	■공용중 차량의 통행	7EA	■재설치	B
신축이음장치		■후타재 마모	■공용중 지속적인 차량통행	11.15㎡	■후타재 보수공	B
바닥판 하면		■균열(0.3mm미만)	■온도 및 건조수축	3.4m	■주의관찰	B
		■백태 및 누수, 표면열화	■상부 노면수 유입, 외부 습기 침투	352.7㎡	■탄산화방지공법	
		■박리, 박락, 콘크리트 탈락 및 재료분리	■다짐불량, 공용중 노후화	22.95㎡	■단면복구공법	
		■철근노출	■피복부족	5.94㎡	■철근방청공법	
		■배수관 주변 누수	■배수관 마감 불량	0.36㎡	■배수관 재설치	
주 형	콘크리트	■균열(0.3mm미만)	■온도 및 건조수축	19.1m	■주의관찰	B
		■콘크리트 들뜸, 재료분리	■공용중 노후화	0.84㎡	■단면복구공법	
		■콘크리트 탈락/철근노출	■피복부족	17.61㎡	■단면복구공법	
		■백태	■상면 노면수 유입	7.19㎡	■표면처리공법	
받침장치		■플레이트 녹발생	■공용중 노후화, 노면수 유입	6EA	■재도장	B
교대/교각		■0.3mm 미만 균열	■온도 및 건조수축	20.2m	■주의관찰	B
		■0.3mm 이상 균열	■온도 및 건조수축	7.0m	■수지주입공법	
		■박리/박락, 탈락, 골재분리	■공용중 노후화	8.38㎡	■단면복구공법	
		■철근노출	■공용중노후화, 피복부족	0.51㎡	■단면복구공법	
		■백태/누수	■상부 노면수 유입	47㎡	■표면처리공법	
		■도장박리	■공용중 노후화, 외기	28㎡	■재도장	

3.2.3 보수·보강 개략공사비

【표 3.2.3】 보수·보강 개략공사비

부재명		정밀점검 결과	보수공법	단위	손상물량	단가	공사비	보수 시기
상부	포장	■상태양호	-	-	-	-	0	-
	난간 및 연석	■연석부 몰탈 탈락	■단면복구공법	m ²	0.25	108,900	27,225	중기
배수시설		■배수구 그레이팅 유실	■재설치	EA	7	10,000	70,000	중기
신축이음장치		■후타재 마모	■후타재 보수공	m ²	11.15	147,032	1,639,407	중기
바닥판 하면		■균열(0.3mm미만)	■주의관찰	m	3.4	-	0	단기
		■백태 및 누수, 표면열화	■탄산화방지공법	m ²	352.7	44,817	15,806,956	단기
		■박리, 박락, 콘크리트 탈락 및 재료분리	■단면복구공법	m ²	22.95	108,900	2,499,255	단기
		■철근노출	■철근방청공법	m ²	5.94	111,672	663,332	단기
		■배수관 주변 누수	■배수관 재설치	EA	1	450,000	450,000	중기
주형	콘크리트	■균열(0.3mm미만)	■주의관찰	m	19.1	-	0	-
		■콘크리트 들뜸, 재료분리	■단면복구공법	m ²	0.84	108,900	91,476	단기
		■콘크리트 탈락/철근노출	■철근방청공법	m ²	17.61	111,672	1,966,544	단기
		■백태	■표면처리공법	m ²	7.19	44,817	322,234	단기
받침장치		■플레이트 녹발생	■재도장	EA	6	20,000	120,000	중기
교대/교각		■0.3mm 미만 균열	■주의관찰	m	20.2	-	0	-
		■0.3mm 이상 균열	■수지주입공법	m	7.0	97,719	684,033	단기
		■박리/박락, 탈락, 골재분리	■단면복구공법	m ²	8.38	108,900	912,582	단기
		■철근노출	■철근방청공법	m ²	0.51	111,672	56,953	단기
		■백태/누수	■표면처리공법	m ²	47	44,817	2,106,399	단기
		■도장박리	■재도장	m ²	28	33,475	937,300	중기
순공사비							28,353,696	

※ 2009년도 서울특별시 도로 및 시설물 유지보수공사 설계지침Ⅱ(시설물분야)적용

【표 3.2.4】 우선순위별 보수·보강 개략공사비

구분	단기방안	중기방안	총공사비	비고
순공사비	25,109,764원	3,243,932원	28,353,696원	
제경비	12,554,882원	1,621,966원	14,176,848원	
총공사비	37,664,646원	4,865,898원	42,530,544원	

3.3 손상에 따른 보수·보강 공법

과업대상 구조물에 대한 부재별 손상에 따른 보수·보강 대상 부재는 각 부재별 외관 조사에 의한 상태등급이 C등급 이하인 부재로 선정하고 각 부재별 손상에 대한 보수·보강 방법은 다음과 같다.

3.3.1 콘크리트 균열보수 공법

가. 표면처리공법

1) 보수목적

콘크리트의 염해, 알칼리 골재반응, 화학작용, 동결융해작용을 완화 또는 정지시키기 위해서 콘크리트 표면에 표면코팅이 행하여진다. 콘크리트 표면코팅의 역사는 대단히 짧기 때문에 재료의 내구성 및 유지방법 등 충분히 밝혀져 있지 않은 점이 많으나, 표면코팅 방법을 대체할 수 있는 방법이 아직 없기 때문에 앞으로 표면코팅의 사용은 증가할 것이다.

콘크리트 표면코팅에 요구되는 기능으로서는

- 콘크리트의 충분한 접착력(예를들면, 기포콘크리트의 인장강도 이상)을 갖는것
- 콘크리트 균열의 추종성이 좋은 것
- 목적으로 하는 환경작용의 정지 또는 완화성능이 있는 것(습기, 염소이온, 산소, 탄산가스 등에 대해서)
- 내후성이 좋은 것
- 필요에 따라서 난연성인 것 등이 중요하다.

2) 사 용 재 료

- , 폴리머 수지

주 재료인 아크릴계의 고분자 정밀 화학수지에 규사(골재)와 혼합함으로써 콘크리트 및 금속류 등에 접착력이 강해지고 내약품성이 우수하며 종래 MORTAR의 결함인 충격과 수축에 의한 균열이 방지되며, 특히 아크릴계 수지가 갖고 있는 강인한 방수막은 CONCRETE의 공극을 막아준다. 또한 점도가 낮아 골재와의 혼합성이 용이하므로 작업능률을 향상시킬 수 있다.

- , SILICA SAND

점토분이 없으며 완전 건조되고 정확한 입도를 나타내는 규사는 수지와 접착성 및 강도를 높여 준다.

-, RESIN MORTAR

항 목	시 험 값	시 험 방 법
압 축 강 도	500 ~ 800 kg/cm ²	KS L5201
휨 강 도	100 ~ 250 kg/cm ²	KS L 5201
압축 탄성계수	1.35 × 10 ⁵ kg/cm ²	신장계이지
접 착 강 도	강재 : 80 kg/cm ²	KS M 3734
	콘크리트 : 콘크리트 파괴	압 축 전 단
열 전 도 율	0.9 Kcal / m. h.℃	비정상열선법
흡 수 율	0.3 무게 %	
열팽창 계수	2.25 × 10 ⁻⁵ / ℃	다이얼계이지
경 화 수 축 율	0.1% 이하	
비 중	2.08	

-, RESIN CONCRETE

항 목	시 험 값	시 험 방 법
압 축 강 도	500 ~ 1000 kg/cm ²	JIS - 1183
휨 강 도	100 ~ 250 kg/cm ²	JIS - A 1184
탄 성 계 수	2.5 × 10 ⁵ kg/cm ²	신장계이지
내 마 모 성	3.9mm	스파이크 타이어 주행식 회전
		마모시험기 10만회
접 착 강 도	58.8 kg/cm ²	둥근강봉 인장시험
열팽창 계수	1.30 × 10 ⁻⁵ / ℃	마이크로미터로 실측(-20~20℃)
열 전 도 율	0.5 Kcal / m. h.℃	비정상선열선법
흡 수 율	0.3%	상온24시간 (침전후 중량변화)
경 화 수 축 율	0.1% 이하	
비 중	2.35	

3) 시 공 순 서

- , 콘크리트면 청소

- 사용장비는 동력식 철술 및 그라인더 등을 사용한다.
- 콘크리트면에 상기 장비를 이용하여 콘크리트 표면을 약 1mm정도로 정교하게 갈아낸다.
- 연마시 콘크리트 피복에 손상이 생기지 않도록 연마하여야 하며 연마로 인하여 구조상 문제가 발생할 정도로 깊게 갈아서는 안된다.
- 콘크리트 면청소시 주변에 박리, 박락 및 열화된 부분은 치핑을 하고 신규콘크리트 접착제를 바른후 무수축몰탈로 채운다.
- 연마시 분진이 발생하여 주변환경을 더럽히지 않도록 스프레이 등을 이용하여 적당량의 물을 뿌려준다.
- 표면에 수분을 함유하고 있으면 부착성이 불량함으로 건조시켜야 한다.

- , PRIMER 도포

모체 침식 방지 및 접착을 원활히 하기 위하여 먼저 하지처리된 표면에 주재료인 아크릴계 수지에 경화제를 중량비에 맞추어 첨가 경화제가 주재료에 완전히 용해되도록 3~4분간 잘 저은후에 시공면에 붓 및 페인트 로라로 골고루 도포한다. PRIMER를 1차 도포후 10~20분 후 표면 흡수가 심해 PRIMER액에 부족한 부분에는 추가로 도포하여 모체에 수지가 침식되지 않도록 하여야 한다.

(1회 도포량 : 0.3 ~ 0.5 kg/cm², 주제 : 경화제 = 95 : 5)

- , MORTAR 및 CONCRETE 시공

- PRIMER 도포가 완료되면 PRIMER가 경화되는 동안 준비된 골재를 계량하여 RESIN MORTAR 및 CONCRETE를 준비한다.
- PRIMER 도포 완료후 20 ~ 30분 지난후에 몰탈 바르기를 해야 한다.
- 소량의 혼합에는 몰탈 비빔용기(대야)를 사용해도 무방하다.
- 먼저 골재를 용기에 투입, 혼합 한후 계속해서 수지액(투입 2~3분전에 경화제를 넣어 충분히 혼합)을 투입하여 충분히 혼합한다.
- 시공시 기온 및 경화제의 첨가량에 의하여 경화 가사 시간이 변함으로 완전히 혼합하여 즉시 계속해서 바름 작업을 해야한다.
- 지정된 배합 비율로 비벼진 몰탈을 쇠 흙손으로 소정의 두께로 타설하여 상부를 수지액이 부상 하도록 다쳐주면서 미장을 하되 너무 강력히 눌러 미장하지 말도록 해야하며 미장 방향을 일정

하게 해야한다. 특히 아크릴계 수지는 점도가 낮아 작업성이 좋은 반면 가사 시간이 짧아 신속하게 블록 단위로 미장해 나가야 한다. 작업은 배합후 20 ~ 30분 이내에 완료해야 하며 부정기 방향의 미장 작업은 평탄성 및 균열 발생의 원인이 된다.

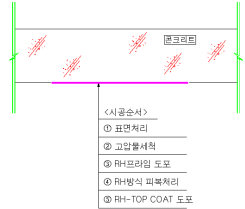
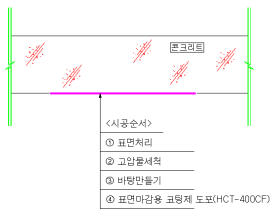
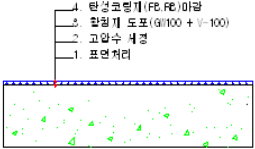
- . 마감조정 (TOP COATING)

특히 내약품성이 요구되는 경우에는 (동절기 염화칼슘 살포 등) Resin Mortar이 양성된 후에 아크릴계 수지에 경화제를 용해시켜 Mortar 표면에 도포한다. (도포량은 0.3 kg/cm²)

4) 특 기 사 항

- , PRIMER 도포시 하지의 불량 부위나 좀더 높은 강도 및 접착성을 주기 위해 SILICA SAND #6호를 RESIN 중량비 40%정도 추가 배합 할 수 있다.
- , 마감 조정시는 NON-SLIP을 주기위해 SILICA SAND #6호를 적당량 (RESIN이 경화 되기전) 살포한다.
- , RESIN CONCRETE는 RESIN MORTAR와 시공법은 동일하나 교반기가 없을 경우에는 일반 CONCRETE 인력 비빔식으로 하되 바닥에는 반드시 철판을 깔아 RESIN의 흘러내림을 방지하기 위해 2 ~ 3회에 걸쳐 혼합 골재에 충분히 혼합 되도록 해야 한다.

■ 표면처리공법 비교표

구분	REFRESH 공법 (신기술 제 330호)	리노 SYSTEM (신기술 제 363호)	MDF스프레이 공법 (신기술 제246호)
명칭	무기질 단면피복재(RH방식 피복재) 및 항균성개질재(RH 프라이م)와의 복합에 의한 RC구조물의 방식·보수공법	알콕시 실란계 무기질 폴리머가 혼합된 표면처리제(세라탑)와 표면개질처리된 섬유 및 3원계 폴리머가 함유된 난용성 충전용 모르타르(리노몰탈)를 이용한 콘크리트 보수공법	스프레이 분사장치를 이용한 대단면 보수 공법
개발자	리플레시기술(주)	(주)세라캠, 티엔알비(주)	중앙크리텍
개요도			
장점	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 습윤면에서의 부착이 가능한 소재 (특히 제180759)로 습윤면 부착 우수 ◇ 무기계 재료로서 기존 콘크리트와 물리적 성질이 유사하여 시공 후 온도/하중변화에 의한 재손상 발생 가능성 없음 ◇ 내약품성 우수하며, 인체에 무해함 ◇ 항균기능이 있음 	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 구조물 내부 및 외부로부터의 열화 인자 차단 ◇ 탄성 마감재 사용 	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 Con'c 물성치와 유사 • 작업환경 제약 작음 • 인건비 절감, 작업시간 단축 • 고압스프레이에 의한 높은 접착력 • 대형 전력장비 필요 • 리바운드로 인한 재료의 손실 • 탈리 발생 가능성 • 습윤면의 부착이 다소어려움
단점	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 다소 고가임 	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 공사기간 단축을 위해서 계면처리재의 강제 건조 필요 ◇ 표면 마감 발수재의 침투깊이 불충분으로 내구성 증진 효과 단축 	
자재현황	RH프라이미 및 RH 모르타르 국내생산	모르타르 및 자재 국내생산	

나. 주입공법

1) 보수목적

기존의 파손 사례의 범위내에서 상판의 압축측 콘크리트의 압괴나 철근의 인장파단에 의해 상판이 파괴된 경우는 거의 없고, 콘크리트의 인장면에 생긴 균열이 시간과 함께 차차 발달하고, 이른바 거북 모양의 균열망이 형성되어 부분적으로 콘크리트가 함몰되거나 누락하는 경우가 대부분이다. 이처럼 철근콘크리트 상판의 파손은 콘크리트에 생긴 균열이 큰 역할을 하는 것으로 판단된다.

이처럼 중요한 콘크리트의 균열에 대한 보수 방법으로 수지 주입이 자주 행해지고 있으며, 수지재의 탄성계수는 콘크리트의 그것과 비교하여 일반적으로 상당히 적으므로 수지주입을 행하는 것만으로 상판의 직접적인 내력보강을 기대하기는 어렵지만, 콘크리트 균열부분을 수지로 보충하는 것에 의해 상판의 수밀성을 증가시키고, 콘크리트 및 철근의 열화를 막는 효과가 있다.

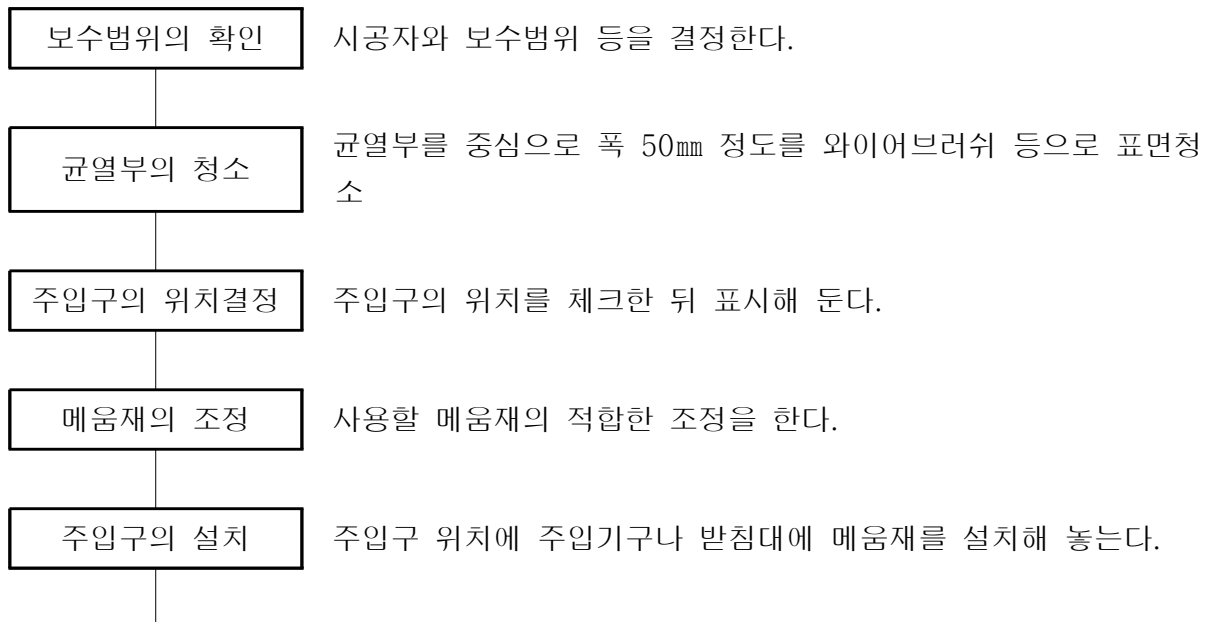
콘크리트의 균열이나 모르타르의 들뜸에 에폭시수지를 주입하여 보수하는 공사에 사람의 손으로 주입하는 방법을 주로 사용해 왔다. 이 방법은 시공하는 기술자의 경험이나 숙련도나 균열폭에 따라서 비교적 저압력으로 자동주입하는 공법인 자동식 저압수지주입공법으로 균열 보수 공사를 하게 되면 위의 문제를 해결할 뿐만 아니라 종래의 주입이 어려웠던 미세한 균열에도 충분히 주입할 수 있다.

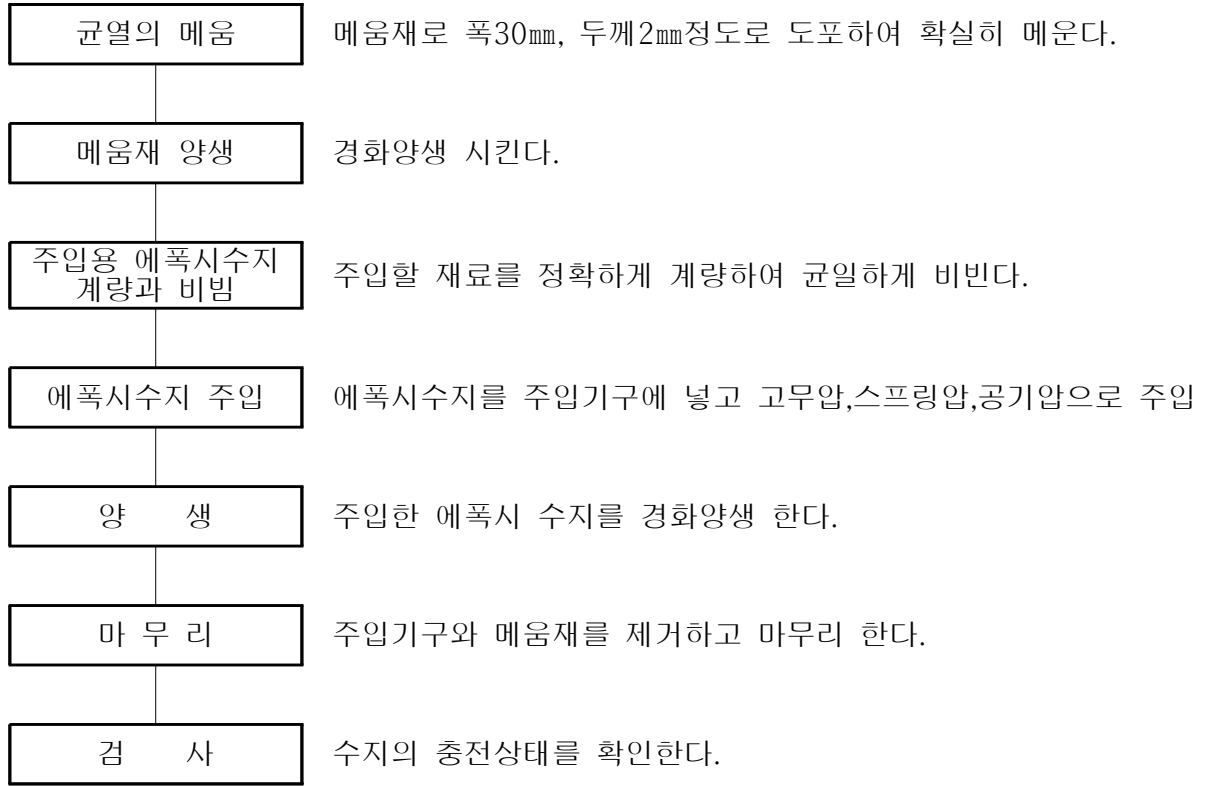
자동식 저압수지주입공법의 기본원리는 고무압, 스프링압 또는 압축공기 등으로 가압 가능한 합력용기를 균열 1m당 3~4개 장소에 설치, 낮은 압력으로 오랜 시간동안 에폭시수지를 주입하는 것이다. 자동식 저압수지주입공법과 종래의 주입공법을 비교하면 【표 3.3.1】와 같으며, 이공법의 시공순서는 【그림 3.3.1】와 같고 상세는 <도면 : 균열보수공법>과 같다.

[표 3.3.1] 자동식 저압수지공법과 종래주입공법의 비교

구분	적용균열폭(mm)	주입용구	주입압력	특 징	결 점
종래공법	주로 1mm이상의 균열폭에 적용되며, 1mm이하에서는 시간이 걸려 실용적이지 못함.	압력펌프를 사용하여 직접 균열 부위에 주입	조작에 의해 자유롭게 조절할 수 있으나, 일반적으로 10kg/cm ² 의 압력으로 주입	펌프를 사용해 저항없이 주입되는 커다란 균열(1mm이상)에는 경제적 이고 작업능률도 높고 간편하다.	주입된 수지가 콘크리트에 침투하여 완전하게 매워지지 않을 수 있음. 1mm이하의 균열은 1개소에 오랜시간을 필요로 하므로 시공이 곤란
저압공법	주로 1.5mm이하의 균열폭에 적용되며, 특히 1mm이하의 미세한 균열에도 완전 충전이 가능.	고무의 복원력, 스프링의 복원력, 공기압 등이 항상 작용하는 캡슐을 고정하여 지속적인 주입이 가능.	4 kg / cm ² 이하로 오랜시간 동안 주입할 수 있고, 모세관 현상도 활용.	0.1mm이하의 미세한 균열에도 주입할수 있다. 주입량의 관리가 쉽다. 작업원의 기술차가 나타나지 않음.	특수한 기구를 필요로 하므로 간단하게 시공할 수 있는 곳에는 적합 하지 않음. 공사는 최저 2일이 필요함.

[그림 3.3.1] 자동식 저압수지 주입공법 공정도

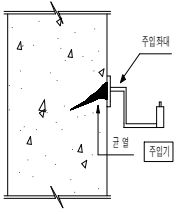
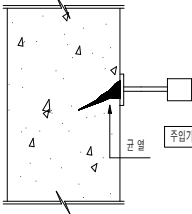
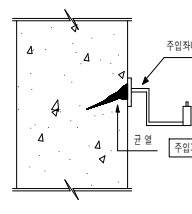
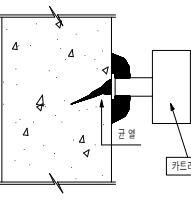




주입위치 조사시에는 균열스케일을 사용하여 균열의 상태, 범위를 확인하고 다음표에 기초하여 주입위치를 결정한다.

균 열 폭(mm)	주입용 플러그의 간격(mm)
0.3 이하	50 ~ 100
0.3 ~ 0.5	100 ~ 200
0.5 ~ 1.0	150 ~ 250
1.0 이상	200 ~ 300

■ 수지주입공법 비교표

구분	주입공법	슬러리 시멘트 주입공법	에폭시 주입공법	에폭시 주입 (BICS 공법)
개요도				
공법개요	▶ 콘크리트 균열부위에 유기질계+무기질계 재료인 수성 에폭시계 재료를 주입기를 통하여 주입하는 공법	▶ 콘크리트 균열부위에 무기질계 재료인 RF슬러리를 주입기를 통하여 주입하는 공법	▶ 균열부에 에폭시 충전 및 주입	▶ 콘크리트 구조물의 균열에 에폭시 수지를 고무압 주입기로 주입시키는 공법
시공방법	▶ 표면처리 → V컷팅 → 주입기설치 → 균열부 썰링 → 수성에폭시계 주입 → 단면복구(충전)	▶ 표면처리 → V컷팅 → 주입기설치 → 균열부썰링 → RF슬러리주입 → 단면복구	▶ 균열 V컷트 및 주입구 뚫기 → 균열부에 에폭시충전 및 주입기 설치 → 주입제 주입 → 균열부 표면정리	▶ 균열조사 → 균열부 위청소 → 주입기 받침부착(BL injector) → 균열부 썰링(BL seal) → 주입기설치에 에폭시 주입 (BL grout) → 주입량 확인 → 주입기구·썰제거 → 마무리
장점	▶ 미세균열주위 콘크리트 강도 증가 ▶ 내지하수, 내해수, 내약품성, 화학적 침식성 우수 ▶ 경화속도가 무기질계에 비해 빠르다	▶ 모체와 탄성계수, 열팽창계수가 동일하여 재균열 발생이 없다 ▶ 모체와 일체화 가능	▶ 습윤면 시공가능 ▶ 숙련된 기술 필요 없음	▶ 습윤면 시공가능 ▶ 숙련된 기술 필요 없음
단점	▶ 재료의 특성상 전문기능공 필요	▶ 유기질계에 비하여 접착강도가 떨어짐 ▶ 경화속도가 무기질계에 비해 지연됨 ▶ 재료의 특성상 전문기능공 필요	▶ 하중변화에 의한 재균열 발생 우려 ▶ 물성의 차이로 인해 시간의 경과 후 접착면 균열 발생	▶ 하중변화에 의한 재균열 발생 우려 ▶ 물성의 차이로 인해 시간의 경과 후 접착면 균열 발생

3.3.2 콘크리트 단면복구공법

가. 퍼티공법의 개요 및 사용재료

콘크리트 표면에 박리 및 열화 등의 결함이 생긴 경우에 그 결함부 주변을 내부의 건전한 콘크리트와 같은 정도의 강도를 얻어지는 부분까지 깨어내고 퍼티용 에폭시계 수지를 채워 내부 콘크리트를 방호하고 철근의 부식을 방지할 목적으로 실시하는 보수공법으로 그 개요는 <도면 : 단면 보수공법> 참조.

이 공법은 주입공법과 같이 에폭시계 수지의 강도는 높아도 탄성계수가 낮기 때문에 완전히 구조물의 일체화를 도모하기 어렵고 인장응력이 작용하는 부분의 보수에는 피하는 것이 좋다.

이 공법은 표면처리만으로는 불충분한 경우에 이용되는 공법으로 균열면 주위의 콘크리트를 V 또는 U자형으로 커트하여 충전시키는 충전공법의 일종이라 할 수있다. 통상 0.5mm이상의 비교적 큰균열에 적용하며 철근이 부식되지 않은 경우와 철근이 부식된 경우로 나누어 시공한다.

사용재료는 결함부의 크기, 깊이, 면적 등에 따라 퍼티 형태의 에폭시수지나 레진콘크리트, 시멘트 모르타르, 콘크리트 등이 사용된다.

-, 레진콘크리트 (Resin Concrete)

결함재로서 시멘트 대신에 합성수지를 쓰는 콘크리트가 레진콘크리트로서 장점으로는 부착성, 내약품성, 내동결 용해성 등이 우수하고 경화시간을 폭넓게 조절할 수가 있고 단기간에 소요강도를 얻을 수 있으나 단점으로는 내화성, 내열성이 약하고 고가이다. 이런 특징을 충분히 살려 활용하면 유력한 보수재료가 될 수 있다

현재 사용되는 레진콘크리트에는 에폭시 수지나 폴리에스테르 수지가 사용되는데 이것이 미립의 충전재 (중탄산 칼슘, 미립 실리카)나 세굴재, 조골재등을 첨가하여 사용하고 경화시간을 조절할 수 있도록 경화제 및 그의 혼합율을 적절히 조절하여 사용할 수 있다.

-, 콘크리트용 혼화재료

시멘트 그라우트, 모르타르, 콘크리트 등에 사용되는 AE제, 감수제, 경화촉진제, 급결제 등을 사용하는 것은 일반공사와 보수 즉 비수축성이 중요한 부분에는 각종 수축 감소제와 팽창성 혼화제가 주로 사용되고 있다. 또한 제조시 미리 첨가된 시멘트계 등도 유용하게 사용될 수 있다.

-, 골재

일반 공사용 콘크리트 골재와 별로 틀린 것은 없으며 때때로 인공경량 골재가 쓰이는 경우가 있

다. 또한 상기에서 언급한 레진콘크리트용의 골재는 자갈, 모래, 규사, 안산암, 석회암의 쇄석등이 쓰이며 입경은 20mm 이하, 잔골재인 경우는 5mm 이하가 일반적으로 사용되고 있다.

레진콘크리트용 골재로써 요구되는 성질은 다음과 같다.

- 강도가 클 것
- 수분이 거의 없을 것
- 수지의 경화반응을 저해하는 불순물을 함유하지 말 것
- 공극율이 적도록 입자의 크기가 알맞고 입도분포가 좋은 것을 사용할 것

나. 철근이 부식되지 않은 경우의 퍼티공법

순서	점 검 내 용	공 정	시 공 순 서	기 자 재
①	마 킹	균열조사	균열을 스케일로 확인	균열스케일,초크
②	폭, 깊이, 확인	U 및 V 커트	전동커터로 실시	전동커터
③		청 소	커트 주변청소	와이어브러쉬 등
④		프라이머 도포	솔 등으로 프라이머를 도포	솔
⑤	필 요 시	백업재 삽입		
⑥		충전재 충전	시일 작업	주입펌프
⑦	평탄성 확인	양 생		
⑧		종 료		

다. 철근이 부식된 경우의 퍼티공법

순서	점 검 내 용	공 정	시 공 순 서	기 자 재
①	철근의 녹확인	균열조사	균열 크기 확인	균열스케일,초크
②	철근의 노출	콘크리트 절삭	균열면의 철근 녹손 부위까지 절삭	허머드릴, 전동커터
③		철근의 녹제거	철근의 녹을 제거함	진동블라스트 그라인더
④		철근에 방청재 도포	솔 등으로 방청재 도포	솔
⑤	가능한 철근의 배면까지 도포	콘크리트면에 프라이머 도포	절삭된 콘크리트면에 프라이머 도포	솔
⑥	프라이머 건조확인	충전재 충전	충전 시킴	주입펌프
⑦	평탄성 확인	양 생		
⑧		종 료		

라. 철근방청공법

콘크리트가 파괴되어 철근이 노출되어 있으면 철근방청공법에 의한 처리가 필요하다. 노출이 오래도록 방지되면 파괴면 및 철근에 염분, 탄산화물, 부착 저해물 등이 부착되어 이것을 제거하는 데에는 브ラスト 처리가 가장 적당하다. 시공방법은 아래와 같다.

- 콘크리트 결손부 주위의 건전한 부분까지 마킹한 곳을 콘크리트 커터로 심도 3 ~ 5mm 정도로 눈금을 넣는다.
- 에어칩퍼나 절삭정 등으로 눈금을 넣은 부분의 내측 콘크리트를 건전한 부분이 나올때까지 깎아낸다.
- 철근의 녹을 와이어브러쉬, 진동 블라스트 등을 사용하여 완전히 녹을 제거한다.
- 붓이나 스프레이를 사용하여 방청제를 도포하고 건조시간을 확인하여 건조후 단면보수를 한다.

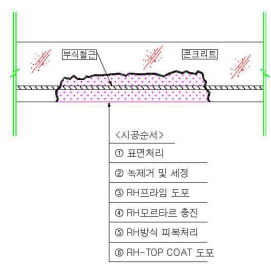
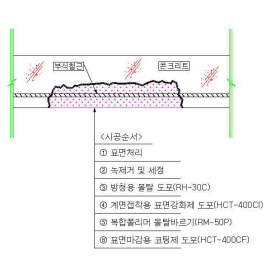
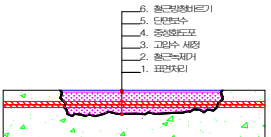
☞ 사용재료로는 다음과 같은 것들이 있다.

- 녹전환형 방청제 (인산, 유기산, 킬제리트제)
- 수지계 방청제 (에폭시수지, 아크릴수지)
- 폴리머시멘트계 방청제 (SBR계, PAE계)
- 변성 에폭시수지계 방청제 (에폭시수지, 녹전환형 방청제의 복합형)

■ 단면보수공법(미노출부) 비교표

구분	REFRESH 공법 (신기술 제 330호)	리노 SYSTEM (신기술 제 363호)	MDF스프레이 공법 (신기술 제246호)
명칭	무기질 단면피복재(RH방식 피복재) 및 항균성개질재(RH 프라임)와의 복합에 의한 RC구조물의 방식·보수 공법	알콕시 실란계 무기질 폴리머가 혼합된 표면처리제(세라탑)와 표면개질처리된 섬유 및 3원계 폴리머가 함유된 난용성 충전용 모르타르(리노 몰탈)를 이용한 콘크리트 보수공법	스프레이 분사장치를 이용한 대단면 보수 공법
개발자	리플래시기술(주)	(주)세라캡, 티엔알비(주)	중앙크리텍
개요도	<p>시공순서</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 표면처리 2. 고압분쇄제 3. RH프라임 도포 4. RH모르타르 충전 5. RH방식 피복처리 6. RH-TOP COAT 도포 	<p>시공순서</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 표면처리 2. 고압분쇄제 3. 계면접착용 표면양화제 도포(HCT-400CD) 4. 복합폴리머 몰탈바크기(RM-50P) 5. 표면마감용 표형제 도포(HCT-400CF) 	<p>시공순서</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 표면처리 2. 고압수 세정 3. 중성피방지제 도포 4. 단면보수(TS200, TS250) 5. 보포막설치 및 완성
장점	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 습윤면에서의 부착이 가능한 소재 (특히 제180759)로 습윤면 부착 우수 ◇ 무기계 재료로서 기존 콘크리트와 물리적 성질이 유사하여 시공후 온도/하중변화에 의한 재손상 발생 가능성 없음 ◇ 내약품성 우수하며, 인체에 무해함 ◇ 기존콘크리트와 보수콘크리트의 열팽창계수의 상이성에 따른 계면 탈락현상을 방지할 수 있음 	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 구조물 내부 및 외부로부터의 열화 인자 차단 ◇ 탄성 마감재 사용 ◇ 기존콘크리트와 보수콘크리트의 열팽창계수의 상이성에 따른 계면 탈락현상을 방지할 수 있음 	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 기존 Con'c 물성치와 유사 ◇ 작업환경 제약 작음 ◇ 인건비 절감, 작업시간 단축 ◇ 고압스프레이에 의한 높은 접착력 ◇ 대형 전력장비 필요 ◇ 리바운드로 인한 재료의 손실 ◇ 탈리 발생 가능성 ◇ 습윤면의 부착이 다소어려움
단점	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 다소 고가임 ◇ 전문기술이 필요함 	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 발수성 계면처리재에 의해 충전 모르타르의 부착력 감소 ◇ 다소 고가임 ◇ 전문기술이 필요함 	
자재현황	RH프라임 및 RH 모르타르 국내생산	모르타르 및 자재 국내생산	-

■ 단면보수공법(철근노출부) 비교표

구분	REFRESH 공법 (신기술 제 330호)	리노 SYSTEM (신기술 제 363호)	MDF스프레이 공법 (신기술 제246호)
명칭	무기질 단면피복재(RH방식 피복재) 및 항균성개질재(RH 프라이م)와의 복합에 의한 RC구조물의 방식·보수 공법	알콕시 실란계 무기질 폴리머가 혼합된 표면처리제(세라탑)와 표면개질처리된 섬유 및 3원계 폴리머가 함유된 난용성 충전용 모르타르(리노 몰탈)를 이용한 콘크리트 보수공법	스프레이 분사장치를 이용한 대단면 보수 공법
개발자	리플래시기술(주)	(주)세라캠, 티엔알비(주)	중앙크리텍
개요도	 <p>《시공순서》 ① 표면처리 ② 녹제거 및 세정 ③ RH프라이م 도포 ④ RH모르타르 충전 ⑤ RH방식 피복처리 ⑥ RH-TOP COAT 도포</p>	 <p>《시공순서》 ① 표면처리 ② 녹제거 및 세정 ③ 방청용 불활 도포(RH-30C) ④ 계면결착용 표면개질제 도포(HCT-400C) ⑤ 복합폴리머 불활바르크(RM-50P) ⑥ 표면마감용 코팅제 도포(HCT-400CF)</p>	 <p>①. 철근망바르크기 ②. 단면보수 ③. 중성화도포 ④. 고압수 세정 ⑤. 철근부재거 ⑥. 표방처리</p>
장점	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 습윤면에서의 부착이 가능한 소재 (특히 제180759)로 습윤면 부착 우수 ◇ 무기계 재료로서 기존 콘크리트와 물리적 성질이 유사하여 시공후 온도/하중변화에 의한 재손상 발생 가능성 없음 ◇ 내약품성 우수하며, 인체에 무해함 ◇ 기존콘크리트와 보수콘크리트의 열팽창계수의 상이성에 따른 계면 탈락현상을 방지할 수 있음 	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 구조물 내부 및 외부로부터의 열화 인자 차단 ◇ 탄성 마감재 사용 ◇ 기존콘크리트와 보수콘크리트의 열팽창계수의 상이성에 따른 계면 탈락현상을 방지할 수 있음 	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 기존 Con'c 물성치와 유사 ◇ 작업환경 제약 작음 ◇ 인건비 절감, 작업시간 단축 ◇ 고압스프레이에 의한 높은 접착력 ◇ 대형 전력장비 필요 ◇ 리바운드로 인한 재료의 손실 ◇ 탈리 발생 가능성 ◇ 습윤면의 부착이 다소어려움
단점	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 다소 고가임 ◇ 전문기술이 필요함 	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 발수성 계면처리재에 의해 충전 모르타르의 부착력 감소 ◇ 다소 고가임 ◇ 전문기술이 필요함 	
자재현황	RH프라이م 및 RH 모르타르 국내생산	모르타르 및 자재 국내생산	-

3.3.3 단면보수 (백태)공법

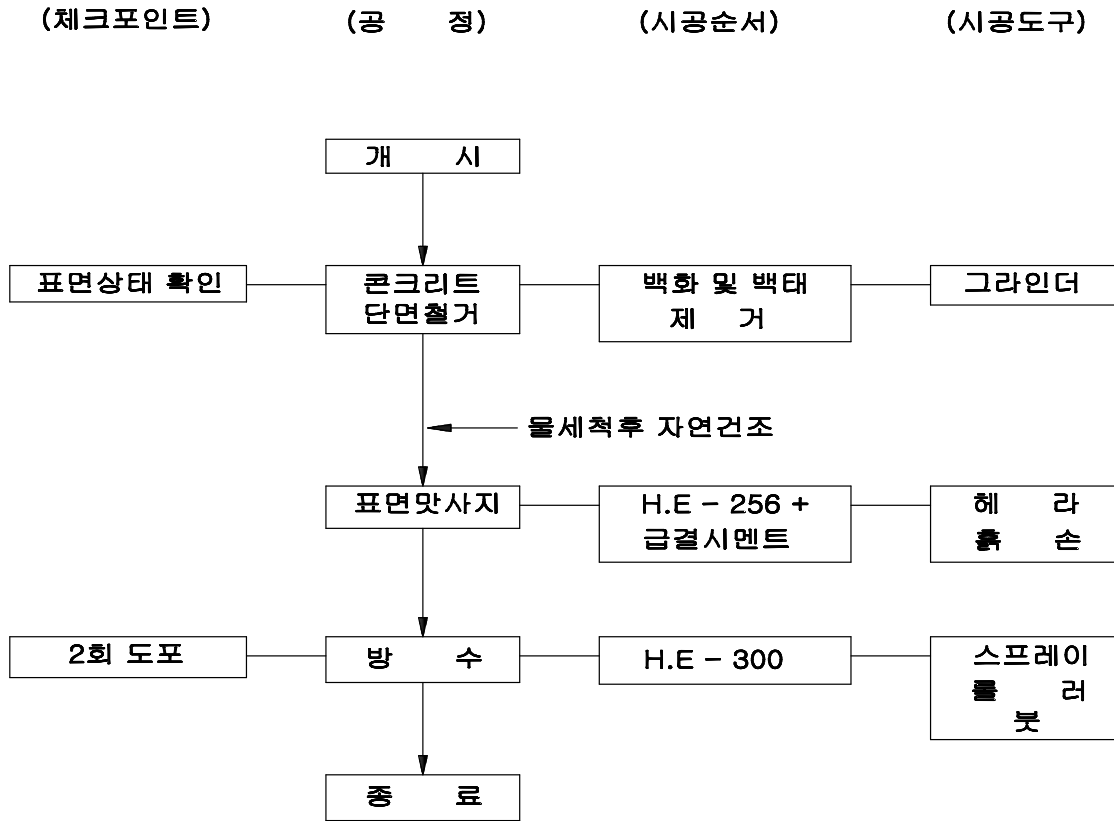
가. 공법의 개요

백화는 콘크리트의 품질을 더욱 열화시키는데 촉매적인 역할을 하므로 이에 대해서는 필히 보수하여야 하고, 이에 따른 더 이상의 열화를 방지하기 위한 공법이다.

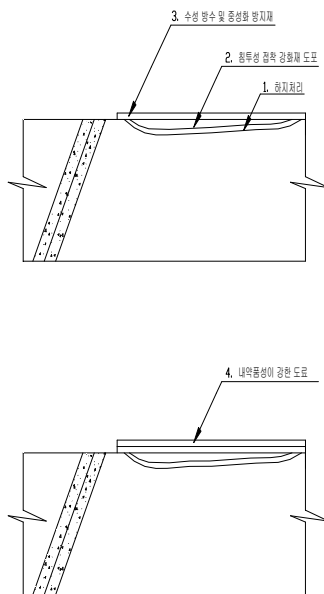
나. 시공방법

- 1) 기존 콘크리트의 백태 부분을 그라인더를 이용하여 콘크리트 표면을 처리한다
 - ※ 콘크리트 표면처리시 파편 및 분진이 발생되므로 보호안경 착용 후 작업을 한다
- 2) 콘크리트 단면철거 후 고압 살수기를 이용하여 표면을 고압세척 한다
 - ※ 고압세척은 압력은 TIP에서 300SI(21kg/cm²)의 압력으로 한다.
- 3) 기존 콘크리트의 구체 및 표면강화를 위하여 H.E-256(침투성 접착 강화제)+금결시멘트로 표면을 맞사지 한다.
 - ※ 5℃이하에서는 작업을 중지해야 한다.
- 4) 콘크리트의 탄산화 방지 및 방수를 위하여 H.E-300(탄산화 방지 및 방수제)을 2회 도포 한다.
 - ※ 5℃이하에서는 작업을 중지해야 한다.
 - ※ 1회 도포 후 상온(30℃ 이하)에서 2시간 건조시킨 후 2차 도포 한다.
- 5) 작업장 주위를 깨끗하게 한다.

다. 시공순서



라. 개요도



【그림 3.3.1】 누수 및 백화부위 보수공법

3.4 유지관리방안

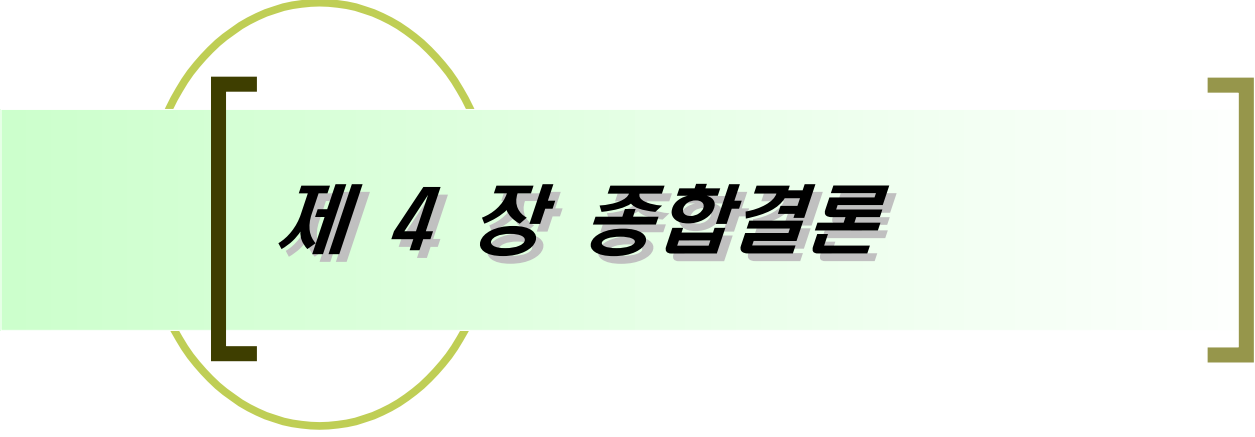
3.4.1 개요

본 구조물에 대한 정밀점검을 통하여 시설물의 구조적·기능적 결함을 발견하고, 그에 대한 적절한 조치를 취하기 위하여 외관조사 및 결함의 원인 등을 조사·측정·평가하고, 보수·보강 등의 방법을 제시함으로써 재해 및 재난을 예방하고 시설물의 효용증진과 공공의 안전을 확보해야한다. 금번 실시한 점검에서 이상이 발견된 개소에 대하여는 향후 반드시 보수·보강을 실시하여야 하고 다음에 제시하는 유지관리방안 및 중점점검방안에 따라 정기점검 ◀분기별 1회 이상▶이 이루어져야 한다.

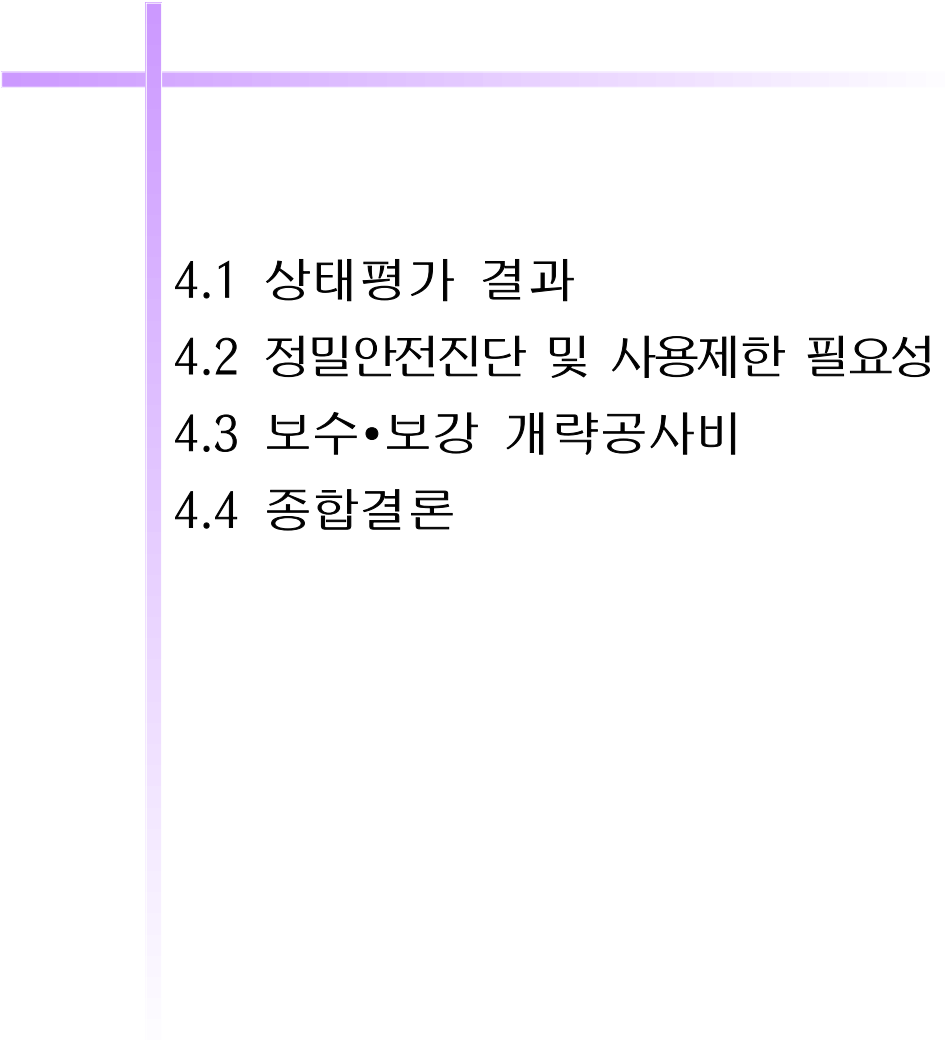
3.4.2 유지관리방안

정밀점검의 실시결과에 근거하여 구조물의 전체적인 안전성, 기능성, 내구성 등을 향상 및 유지하기 위한 유지관리방안을 다음과 같이 제안한다.

부재명	점검현황	유지 관리 방안	보수시기
바닥판 하면	<ul style="list-style-type: none"> 백태/누수, 표면열화, 들뜸, 탈락, 철근노출 	<ul style="list-style-type: none"> 상부 노면수 유입으로 인한 바닥판하면 백태/누수, 표면열화, 들뜸, 탈락, 철근노출등의 손상은 내구성 확보를 위하여 탄산화방지공법, 표면처리공법, 단면복구공법으로 보수를 실시하여 지속적인 유지관리가 요망됨. 	분기



제 4 장 종합결론

- 
- 4.1 상태평가 결과
 - 4.2 정밀안전진단 및 사용제한 필요성
 - 4.3 보수·보강 개략공사비
 - 4.4 종합결론

제 4 장 종합결론

4.1 상태평가 결과

4.1.1 외관조사

부재명		정밀점검 결과	손상원인	손상 물량	등급
상 부	포장	■상태양호	-	-	A
	난간 및 연석	■연석부 몰탈 탈락	■피복부족 및 철근부식	0.25m ²	B
배수시설		■배수구 그레이팅 유실	■공용중 차량의 통행	7EA	B
신축이음장치		■후타재 마모	■공용중 지속적인 차량통행	11.15m ²	B
바닥판 하면		■균열(0.3mm미만)	■온도 및 건조수축	3.4m	B
		■백태 및 누수, 표면열화	■상부 노면수 유입, 외부 습기 침투	352.7m ²	
		■박리, 박락, 콘크리트 탈락 및 재료분리	■다짐불량, 공용중 노후화	22.95m ²	
		■철근노출	■피복부족	5.94m ²	
		■배수관 주변 누수	■배수관 마감 불량	0.36m ²	
주 형	콘크리트	■균열(0.3mm미만)	■온도 및 건조수축	19.1m	B
		■콘크리트 들뜸, 재료분리	■공용중 노후화	0.84m ²	
		■콘크리트 탈락/철근노출	■피복부족	17.61m ²	
		■백태	■상면 노면수 유입	7.19m ²	
받침장치		■플레이트 녹발생	■공용중 노후화, 노면수 유입	6EA	B
교대/교각		■0.3mm 미만 균열	■온도 및 건조수축	20.2m	B
		■0.3mm 이상 균열	■온도 및 건조수축	7.0m	
		■박리/박락, 탈락, 골재분리	■공용중 노후화	8.38m ²	
		■철근노출	■공용중노후화, 피복부족	0.51m ²	
		■백태/누수	■상부 노면수 유입	47m ²	
		■도장박리	■공용중 노후화, 외기	28m ²	

4.1.2 내구성 조사

시험 항목	결과 분석	판정결과
강도 시험	•반발경도법에 의한 콘크리트 압축강도를 측정한 결과 설계강도 교대·교각 21.0MPa, 바닥판 하면 24.0MPa, 주형 32Mpa를 상회하는 건전한 상태로 평가됨.	I (건전)
철근배근조사	•본 점검 대상 시설물의 콘크리트 부재에 대하여 철근 배근상태를 조사한 결과, 일반적인 자료와 비교시 배근간격은 전체적으로 양호한 상태이나, 피복두께는 슬래브 구간 일부에서 추정설계치 조금 못미치는 것으로 조사되었으며, 이는 시공초기 타설불량에 의한 것으로 판단된다.	상태양호
탄산화 시험	•페놀프탈레인용액을 이용하여 탄산화 시험을 실시한 결과 대부분 탄산화 깊이는 철근 피복두께의 1/2범위 이하로서 탄산화에 따른 철근부식 등의 내구성 저하가 없는 안전한 상태이나 일부 바닥판하면에 피복두께 1/2범위 이상으로 측정되어 보수가 필요한 것으로 평가됨.	b~d등급
코아압축강도시험	•S1 2개소에 대하여 코아압축강도를 측정한 결과 설계강도 24.0MPa를 상회하는 건전한 상태로 평가됨.	I (건전)

4.1.3 상태평가 결과종합

경간번호	형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간	지점번호	신속	발침	하부	기초	중성화	염화물	결함도	환산결함도		
1	PSC거더	c	c	c	a	b	b	A1	b	b	b	Q	c		29,3	,293		
2	PSC거더	b	a	b	a	b	b	P1	X	b	b	Q	c		16,9	,186		
3	PSC거더	c	b	c	a	a	b	P2	X	b	c	Q	c		27,2	,299		
4	PSC거더	b	b	b	a	b	b	P3	X	b	b	Q	c		18,9	,208		
5	PSC거더	b	b	b	a	b	b	P4	X	c	b	Q	c		20,7	,227		
6	PSC거더	c	b	b	a	b	b	P5	X	c	b	Q	c		24,3	,267		
								A2	c	b	c	Q	c		30,1	,301		
																상태평가점수	,254	
																	상태평가등급	B

상태평가 점수	0.254
상태평가 등급	B

개봉철도고가의 상태평가 결과 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 B등급의 상태로 평가되었음.

4.2 정밀안전진단 및 사용제한 필요성

정밀점검 대상 시설물인 개봉철도고가는 시공상태가 양호하고, 활하중 작용 등 외력에 의한 구조적 결함이나 손상이 없는 상태로서 국부적으로 발생한 손상·결함부에 대해 보수·보강을 시행하면 사용재료의 건전성, 구조물의 기능성과 안전성을 더욱 확보할 수 있으므로 현재는 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한 등의 필요성이 없으며 향후 “시설물의 안전관리에 관한 특별법”에 의한 정기점검, 정밀점검 등의 시행과 동절기와 해빙기를 전·후하여 특별점검 시행 등 지속적 유지관리를 행하면 설계시 의도한 내구연한을 확보할 수 있을 것으로 판단됨.

4.3 보수·보강 개략공사비

부재명		정밀점검 결과	보수공법	단위	손상물량	단가	공사비	보수 시기
상부	포장	■상태양호	-	-	-	-	0	-
	난간 및 연석	■연석부 몰탈 탈락	■단면복구공법	m ²	0.25	108,900	27,225	중기
배수시설		■배수구 그레이팅 유실	■재설치	EA	7	10,000	70,000	중기
신축이음장치		■후타재 마모	■후타재 보수공	m ²	11.15	147,032	1,639,407	중기
바닥판 하면		■균열(0.3mm미만)	■주의관찰	m	3.4	-	0	단기
		■백태 및 누수, 표면열화	■탄산화방지공법	m ²	352.7	44,817	15,806,956	단기
		■박리, 박락, 콘크리트 탈락 및 재료분리	■단면복구공법	m ²	22.95	108,900	2,499,255	단기
		■철근노출	■철근방청공법	m ²	5.94	111,672	663,332	단기
		■배수관 주변 누수	■배수관 재설치	EA	1	450,000	450,000	중기
주형	콘크리트	■균열(0.3mm미만)	■주의관찰	m	19.1	-	0	-
		■콘크리트 들뜸, 재료분리	■단면복구공법	m ²	0.84	108,900	91,476	단기
		■콘크리트 탈락/철근노출	■철근방청공법	m ²	17.61	111,672	1,966,544	단기
		■백태	■표면처리공법	m ²	7.19	44,817	322,234	단기
받침장치		■플레이트 녹발생	■재도장	EA	6	20,000	120,000	중기
교대/교각		■0.3mm 미만 균열	■주의관찰	m	20.2	-	0	-
		■0.3mm 이상 균열	■수지주입공법	m	7.0	97,719	684,033	단기
		■박리/박락, 탈락, 골재분리	■단면복구공법	m ²	8.38	108,900	912,582	단기
		■철근노출	■철근방청공법	m ²	0.51	111,672	56,953	단기
		■백태/누수	■표면처리공법	m ²	47	44,817	2,106,399	단기
		■도장박리	■재도장	m ²	28	33,475	937,300	중기
순공사비							28,353,696	

※ 2009년도 서울특별시 도로 및 시설물 유지보수공사 설계지침Ⅱ(시설물분야)적용

▶ 우선순위별 보수·보강 개략공사비

구분	단기방안	중기방안	총공사비	비고
순공사비	25,109,764원	3,243,932원	28,353,696원	
제경비	12,554,882원	1,621,966원	14,176,848원	
총공사비	37,664,646원	4,865,898원	42,530,544원	

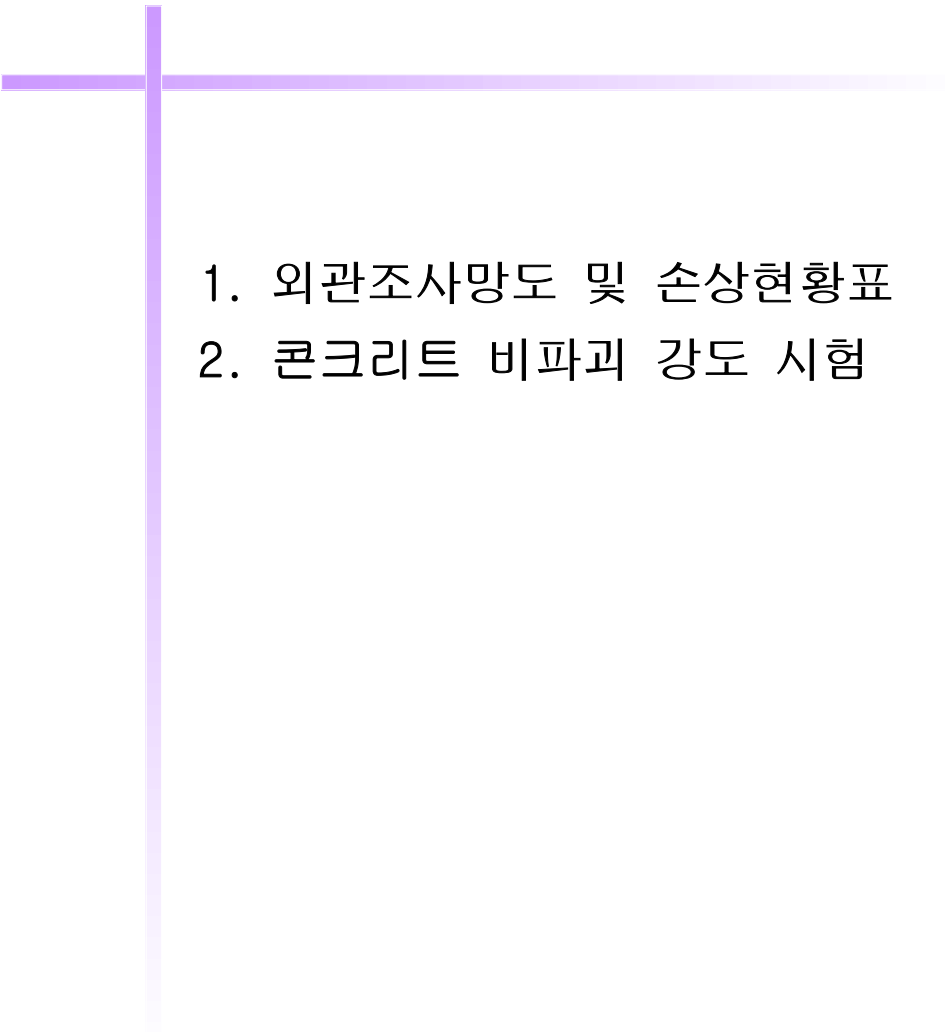
4.4 종합결론

▶ 본 정밀점검 대상 교량인 개봉철도고가는(1977년 준공) 공용기간이 32년 경과된, 서울특별시 구로구 개봉동 253에 위치한 구조물로서 상부구조는 PSC Beam Girder형식으로 이루어진 상태이다.

- 1) 금번 정밀점검결과 교량구조의 안전성에 영향을 미치는 구조적으로 문제가 되는 결함이나 손상이 발생하지 않은 대체로 양호한 상태이나, 바닥판하면에 발생된 백태, 누수흔적, 표면열화와 철근부식부 부피 증가로 인한 콘크리트 들뜸, 탈락등이 조사되어, 코아압축강도를 측정 한 결과 설계기준강도를 상회하는 양호한 상태이나, 피복부족과 철근녹발생이 조사되어 구조물의 내구성 및 안전성 확보를 위해서 탄산화방지공법, 표면처리공법, 철근방청+단면복구공법으로 보수가 필요하다.
- 2) 콘크리트 내구성시험을 실시한 결과 콘크리트 비파괴 강도, 철근탐사, 탄산화 시험, 코아압축강도시험은 전반적으로 시방기준에 만족하는 것으로 측정 조사되었으나, 바닥판하면 피복부족구간에 탄산화 깊이가 피복 두께의 1/2범위 이상으로 측정되어 보수가 필요한 상태이다.
- 3) 본 개봉철도고가의 상태평가 결과 0.254 B등급 교량으로서 향후 정기적인 점검과 지속적인 유지관리가 이루어진다면 안전성 및 내구성 확보가 유지될 수 있을 것이다.



부록

- 
1. 외관조사망도 및 손상현황표
 2. 콘크리트 비파괴 강도 시험

1. 외관조사망도 및 손상현황표

2. 콘크리트 비파괴 조사

3. 자문회의 조치결과

4. 시험성적서