
복 정 고 가 교 정밀점검보고서

◀ 복정고가교외 2개소 정밀점검 용역 ▶



2003. 12.

서울특별시 건설안전본부
점검기관 : (주)오 대 산

복정고가교 정밀점검보고서

2009.12



서울시

건설안전본부

위치도 / 전경



목 차

【요 약 문】

제 1 장. 서 론	1
1.1 과업의 목적	2
1.2 과업의 범위 및 내용	2
1.3 과업 수행 방법	3
1.4 측정 장비	4
1.5 과업 수행 흐름도	5
1.6 과업 수행 일정	6
1.7 대상교량의 일반현황	7
제 2 장. 외관조사	11
2.1 개 요	12
2.2 조사항목	14
2.3 평가기준	15
2.4 외관조사결과	23
2.5 외관조사결과 요약	43
제 3 장. 비파괴 시험	44
3.1 개 요	45
3.2 비파괴강도 조사	46
3.3 철근상태 조사	53
3.4 균열깊이 측정	59
3.5 중성화시험	61
3.6 내구성시험 결과분석	67

제 4 장. 보수보강 방안68

4.1 개 요 69
4.2 보수보강의 기본개념 70
4.3 보수보강 방안 제시 74
4.4 보수보강 공법검토 및 선정 75
4.5 보수보강 개략공사비 86

제 5 장. 중점 점검 사항88

5.1 개 요 89
5.2 일반사항 89
5.3 구조형식별 상세점검 요령 91
5.4 보수공사시 교통계획을 수립하기 위한 고려사항 103
5.5 유지 관리 방안 110
5.6 중점 점검 사항 111

제 6 장. 종합 결론112

부 록117

1. 외관조사망도
2. 콘크리트 비파괴 시험 DATA
3. 철근 배근 조사 DATA

요 약 문

1. 과업의 목적

본 용역은 건설안전본부에서 유지관리하고 있는 복정고가교에 대해 시설물의 안전관리에 관한 특별법 제6조 ②항 및 시행령 제6조의 규정에 따른 1·2종 시설물에 대하여 2년에 1회 이상 실시하는 정밀점검 용역으로서, 정밀육안점검 및 각종 비파괴시험을 통하여 시설물에 내재된 물리적, 기능적 결함을 조사하여, 구조물에 나타난 각종 결함의 손상정도 및 발생원인을 조사, 측정, 평가하며 이에 따른 보수·보강 대책의 수립과 향후 유지관리 방안을 제시하여 시설물의 효율을 증진시켜 공공의 안전을 확보하는 데 그 목적이 있다.

2. 과업의 범위 및 내용

2.1 과업의 개요

- 1) 용역명 : 복정고가교 정밀점검 용역
- 2) 용역기간 : 2003. 03. 28 ~ 2003. 12. 23 ◀ 270일간 ▶
- 3) 용역수행사 : (주) 오 대 산

2.2 과업의 범위

- 1) 시설물 준공도서, 기존 점검보고서 및 자료, 주변시설 및 환경조건 등 분석
- 2) 대상시설물에 대한 현장(외관)조사 및 각종 시험 및 분석
- 3) 조사 및 시험결과에 의한 시설물의 상태평가
- 4) 시설물의 내구성 조사
- 5) 시설물의 조사결과 분석 및 평가
- 6) 시설물의 보수 범위 및 보수 우선순위 결정
- 7) 시설물의 보수·보강 방법(공법)제시
- 8) 시설물의 효율적인 유지관리 방안 제시

3. 외관 조사 결과

부재명	주요 손상 내용	손상원인	보수필요여부
교면포장	▪미끄럼방지턱 파손	▪차량충격	불필요
난간및연석	▪균열(0.3mm이상,6개소) ▪덮개 미설치 ▪철근노출 ▪콘크리트 박락	▪건조수축 ▪시공불량 ▪피복부족 ▪콘크리트 열화	필요
신축이음장치	▪후타재 균열 ▪토사퇴적	▪건조수축 ▪토사 퇴적	불필요 필요(청소)
배수구	▪막힘(1개소)	▪토사 퇴적	필요 (청소)
바닥판하면	▪균열(0.3mm이상) ▪재료분리 ▪철근노출	▪건조수축 ▪다짐이흠 ▪피복부족	필요
PSC박스	▪철근노출 ▪보수부 들뜸 ▪콘크리트 박락, 들뜸 ▪재료분리	▪피복부족 ▪시공불량 ▪공용기간동안 열화 ▪다짐이흠	필요
교좌장치	▪받침콘크리트 균열 ▪받침콘크리트 파손, 탈락 ▪실링재 변형	▪건조수축, 차량하중 ▪공용기간동안 열화 ▪구조물 거동	필요 필요 주의관찰
교대 및 교각	▪수직균열 ▪재료분리, 철근노출 ▪파손, 박락	▪건조수축 ▪다짐이흠, 피복부족 ▪콘크리트 열화	필요

4. 비파괴시험 결과

구분	내구성시험 결과				평가의견	
비파괴 강도 (kgf/cm ²)	시험부위		시험결과(A)	설계추정(B)	(A/B)×100(%)	설계추정강도의 90% 이상을 확보하고 있어 강도상태는 양호함.
	본선	슬래브	395 ~ 426	400	98 ~ 106	
		교대/교각	243 ~ 261	240	101 ~ 108	
	A,D-RAMP	슬래브	416 ~ 439	400	104 ~ 109	
		교대/교각	247 ~ 262	240	102 ~ 109	
	B,C-RAMP	슬래브	440 ~ 448	400	110 ~ 112	
교대/교각		246 ~ 262	240	102 ~ 109		
철근탐사	본선	슬래브 (mm)	165 ~ 245	피복두께 (mm)	47 ~ 49 (50)	배근간격 및 피복두께는 준공도면과 비교한결과 양호한 상태로 확인되었음.
		교각 (mm)	167 ~ 264	피복두께 (mm)	97 ~ 102 (100)	
		PSC박스 (mm)	148 ~ 285	피복두께 (mm)	95 ~ 101 (100)	
	A,D 램프	슬래브 (mm)	153 ~ 265	피복두께 (mm)	48 ~ 55 (50)	
		교각 (mm)	153 ~ 264	피복두께 (mm)	98 ~ 103 (100)	
	B,C 램프	슬래브 (mm)	169 ~ 247	피복두께 (mm)	45 ~ 51 (50)	
		교각 (mm)	166 ~ 264	피복두께 (mm)	97 ~ 101 (100)	
	균열깊이	시험부위		균열깊이(mm)	피복두께(mm)	
본선 P12		52.6	100			
본선 A2		53.2	100			
C-RAMP P4		65.2	100			
D-RAMP P4		60.9	100			
중성화 깊이 (mm)	시험부위		중성화깊이(mm)	중성화정도(%)		중성화 진행정도의 기능저하구분은 Ⅰ등급으로 콘크리트 내구성은 확보됨.
	본선		2.7~4.2	2.7~4.2		
	A,D-RAMP		2.4~3.5	2.4~3.5		
	B,C-RAMP		2.3~3.0	2.3~3.0		

5. 보수·보강 검토

구분	손상현황	보수·보강 방안	보수공법	보수 시기
교좌장치	▪받침 콘크리트 균열	▪교좌장치를 지지하고 있는 받침 콘크리트에 시공초기의 균열이 공용기간동안 하중작용으로 일부 진전된 상태로서 일반적으로 받침 콘크리트에 보수를 시행해도 재균열이 발생할수 있으므로 만약 보수를 시행한다면 유지관리측면에서 보수를 시행하는 방안이 적절함.	수지주입	단기
교각	▪수직균열	▪교각 구체에 건조수축에 의한 균열이 허용균열폭을 초과한 상태로 발생되었으나 균열의 발생형태로 볼때 구조적인 균열이 아니므로 수지주입에 의한 보수를 시행한다면 특별한 문제점은 없을 것으로 판단된다.	수지주입	단기

6. 개략공사비

손상내용		보수물량	보수·보강방안	단가(원)	순공사비(원)	비고
난간	수직균열(0.3mm이상)	6개소(4.15m)	수지주입공법	102,064	423,565	
	철근노출	2개소(0.04㎡)	철근방청공법	196,000	7,840	
	박리	3개소(2.95㎡)	단면보수공법	150,000	442,500	
배수시설	배수구 막힘	1개소	청소	50,000	50,000	
슬래브하면	균열(0.3mm이상)	1.0m	수지주입공법	102,064	102,064	
	재료분리, 파손	1.46㎡	단면보수공법	150,000	219,000	
	철근노출	0.18㎡	철근방청공법	196,000	35,280	
	배수관파이프 지주파손	1개소	재시공	500,000	500,000	
	배수관길이부족	1개소	길이연장	200,000	200,000	
박스(내부)	철근노출	0.03㎡	철근방청공법	196,000	5,880	
	들뜸, 박락, 마감불량	1.54㎡	단면보수공법	150,000	231,000	
교좌장치	콘크리트 파손, 탈락	0.691㎡	단면보수공법	150,000	103,650	
	균열(0.3mm이상)	8.2m	수지주입공법	102,064	836,924	
	볼트부식	24개	재도장공법	31,818	763,632	
교대/교각	재료분리, 박락, 파손	3.1375㎡	단면보수공법	150,000	470,625	
	철근노출	0.005㎡	철근방청공법	196,000	980	
	균열(0.3mm이상)	15.1m	수지주입공법	102,064	1,541,166	
	배수관길이부족	1개소	길이연장	200,000	200,000	
개략공사비	◎ 순공사비(6,134,106) X 1.5(제잡비) = 9,201,159원					

7. 유지 관리 방안

부재명	손상현황	유지 관리 방안	보수시기
교좌장치	▪받침 콘크리트 균열	▪받침 콘크리트의 초기균열은 보수를 시행해도 재차 균열이 발생할수 있고 보수부가 균열이 발생되지 않더라도 인근부위에서 하중분배과정에서 재발생 될 수 있으므로 주기적인 관찰을 실시하여야 할것으로 판단된다.	년차
교각	▪수직균열	▪구체에 발생한 균열은 대부분 0.3mm미만의 허용 균열이내의 비구조적인 균열이나 공용기간이 경과 할수록 하중의 변화로 인해 균열폭이 증가할수 있으므로 0.3mm이상의 균열에 대해서는 보수를 시행하고 0.3mm미만의 균열에 대해서는 외관조사 망도에 기입하고 관리착 요망된다.	년차

8. 종합 결론

복정고가교의 종합적인 결과를 종합해 볼 때 현 구조물은 전체적으로 공용기간이 9년정도 경과하였고 일부 공용기간동안 구조물의 열화로 인한 경미한 손상은 있었으나 구조적인 문제점이 될 수 있는 손상은 조사되지 않았다. 그러나 일부 조사된 균열, 철근노출등의 손상확대를 예방을 위해서는 보수가 요구되고 있는 상태였다. 현 복정고가교의 종합적인 상태평가는 “B등급”으로서 현재 일부 발생한 손상은 구조물에 구조적인 문제점을 야기시키지는 않으나 유지관리 측면에서 적절한 보수로 유지관리가 요망된다.

그러므로 정밀점검 발생한 손상에 대하여 본 보고서에서 제시한 보수방안(제 4장 참조)을 참고하여 보수를 실시하고 적절한 유지관리를 실시하면 구조물의 사용성 및 기능성에는 문제가 없을 것으로 **복정고가교의 상태등급은 “B”등급**으로 판단된다.

7. 유지 관리 방안

부재명	손상현황	유지 관리 방안	보수시기
교좌장치	▪받침 콘크리트 균열	▪받침 콘크리트의 초기균열은 보수를 시행해도 재차 균열이 발생할수 있고 보수부가 균열이 발생되지 않더라도 인근부위에서 하중분배과정에서 재발생 될 수 있으므로 주기적인 관찰을 실시하여야 할것으로 판단된다.	년차
교각	▪수직균열	▪구체에 발생한 균열은 대부분 0.3mm미만의 허용 균열이내의 비구조적인 균열이나 공용기간이 경과 할수록 하중의 변화로 인해 균열폭이 증가할수 있으므로 0.3mm이상의 균열에 대해서는 보수를 시행하고 0.3mm미만의 균열에 대해서는 외관조사 망도에 기입하고 관리착 요망된다.	년차

8. 종합 결론

복정고가교의 종합적인 결과를 종합해 볼 때 현 구조물은 전체적으로 공용기간이 9년정도 경과하였고 일부 공용기간동안 구조물의 열화로 인한 경미한 손상은 있었으나 구조적인 문제점이 될 수 있는 손상은 조사되지 않았다. 그러나 일부 조사된 균열, 철근노출등의 손상확대를 예방을 위해서는 보수가 요구되고 있는 상태였다. 현 복정고가교의 종합적인 상태평가는 “B등급”으로서 현재 일부 발생한 손상은 구조물에 구조적인 문제점을 야기시키지는 않으나 유지관리 측면에서 적절한 보수로 유지관리가 요망된다.

그러므로 정밀점검 발생한 손상에 대하여 본 보고서에서 제시한 보수방안(제 4장 참조)을 참고하여 보수를 실시하고 적절한 유지관리를 실시하면 구조물의 사용성 및 기능성에는 문제가 없을 것으로 **복정고가교의 상태등급은 “B”등급**으로 판단된다.

제 1 장. 서 론

1.1 과업의 목적

1.2 과업의 범위 및 내용

1.3 과업 수행 방법

1.4 측정장비

1.5 과업 수행 흐름도

1.6 과업 수행 일정

1.7 대상교량의 일반현황

제 1 장. 서 론

1.1 과업의 목적

본 용역은 건설안전본부에서 유지관리하고 있는 복정고가교에 대해 시설물의 안전관리에 관한 특별법 제6조 ②항 및 시행령 제6조의 규정에 따른 1·2종 시설물에 대하여 2년에 1회 이상 실시하는 정밀점검 용역으로서, 정밀육안점검 및 각종 비파괴시험을 통하여 시설물에 내재된 물리적, 기능적 결함을 조사하여, 구조물에 나타난 각종 결함의 손상정도 및 발생원인을 조사, 측정, 평가하며 이에 따른 보수·보강 대책의 수립과 향후 유지관리 방안을 제시하여 시설물의 효율을 증진시켜 공공의 안전을 확보하는 데 그 목적이 있다.

1.2 과업의 범위 및 내용

1.2.1 과업의 개요

- 1) 용역명 : 복정고가교 정밀점검 용역
- 2) 용역기간 : 2003. 03. 28 ~ 2003. 12. 23 ◀ 270일간 ▶
- 3) 용역수행사 : (주) 오 대 산

1.2.2 과업의 범위

- 1) 시설물 준공도서, 기존 점검보고서 및 자료, 주변시설 및 환경조건 등 분석
- 2) 대상시설물에 대한 현장(외관)조사 및 각종 시험 및 분석
- 3) 조사 및 시험결과에 의한 시설물의 상태평가
- 4) 시설물의 내구성 조사
- 5) 시설물의 조사결과 분석 및 평가
- 6) 시설물의 보수 범위 및 보수 우선순위 결정
- 7) 시설물의 보수·보강 방법(공법)제시
- 8) 시설물의 효율적인 유지관리 방안 제시

1.2.3 과업의 내용

본 과업내용은 시설물의 안전관리에 관한 특별법 제13조 및 같은법 시행령 제13조의 규정에 의하여 제정한 안전점검 및 정밀안전진단 지침(건설교통부 고시 1999-409호, 99.12.27)의 세부지침에 의하여 본 복정고가교의 정밀점검에 대한 세부과업 내용은 다음과 같고 ◀표1.1▶ 과 같다.

◀표 1.1▶ 과업 세부 내용

과업의 범위	과업 세부 내용
현황조사, 점검·진단 자료수집 분석 및 평가	<ul style="list-style-type: none"> ■ 본 과업을 위해 관련자료(안전점검 자료, 보수·보강 이력사항, 기타 정밀점검에 필요한 설계도서, 시방서 등)를 검토하여 외관조사, 비파괴검사를 위한 사전조사를 수행하였으며, 시설물의 제원조사를 위해 교대, 교각, 슬래브, 교좌장치 등 시설물 전구간을 조사하여 설계도서와 비교·검토하였다.
시설물의 외관조사 / 비파괴시험	<ul style="list-style-type: none"> ■ 시설물의 전반적인 외관상태에 대한 면밀한 현장조사 <ul style="list-style-type: none"> ① 균열조사 ② 박리, 탈락조사 ③ 철근노출조사 ④ 노면상태조사 ⑤ 육안변형조사 ⑥ 받침부 상태조사 ■ 보수·보강부위에 대한 정밀한 외관상태 조사 ■ 시설물 부위별 손상상태에 대한 상세 외관조사망도 작성 ■ 콘크리트 비파괴시험 <ul style="list-style-type: none"> ① 강도 측정 (반발경도법) ② 철근배근 및 피복두께 측정 (레이다법) ③ 균열깊이 측정(PUNDIT) ④ 중성화시험(페놀프탈레인용액1%)
시설물의 상태(안전성)평가	<ul style="list-style-type: none"> ■ 외관조사에 의한 결과를 각 손상별로 평가 기준과 비교하여 A, B, C, D, E의 5단계로 상태등급을 표시 ■ 결함의 범위 및 정도에 따라 점검 구간을 대상으로 종합적으로 판단하여 A, B, C, D, E의 5단계로 상태등급을 표시
시설물의 보수·보강공법 제시	<ul style="list-style-type: none"> ■ 손상 및 결함이 있는 부재에 대하여 적용할 보수·보강 공법 결정 및 보수시기등 보완대책수립 ■ 시설물의 상태평가 결과에 따라 보수대상 및 시기, 보수우선순위등 보수범위를 결정
유지관리방안 제시	<ul style="list-style-type: none"> ■ 시설물의 기능을 유지할 수 있도록 교량 특성에 맞는 중점 유지관리 항목 및 향후 효율적인 유지관리 방안 제시
종합보고서 작성	<ul style="list-style-type: none"> ■ 상기사항들을 토대로 종합보고서 작성

1.3 과업 수행 방법

본 과업은 다음과 같이 4단계로 구분하여 단계별 수행방법을 수립하여 실시하였다.

- ① 1 단계 : 자료 수집 및 예비 조사단계
 - . 관련기준 검토
 - . 시공당시 및 현행시방서
 - . 대상 교량의 이력사항(점검 및 보수·보강)
 - . 주부재의 구조 손상 유무 확인
 - . 주변 여건 및 지형적 특성조사

- ② 2 단계 : 교량 제원조사 및 설계도면 작성
 - . 각 부재별 제원조사 및 비교
 - . 종평면도, 횡단면도, 교대·교각 일반도 등 관련 도면 작성

- ③ 3 단계 : 정밀 점검단계
 - . 경간별 부재의 상세 외관조사
 - . 콘크리트 내구성 평가 및 비파괴시험
 - . 기타 현장세부조사 실시
 - . 주요 부재별 상태평가

- ④ 4 단계 : 보수·보강공법 제시단계
 - . 부재별·손상별 보수, 보강방안 제시
 - . 유지관리시 특별히 관리가 요구되는 사항 제시

1.4 측정장비

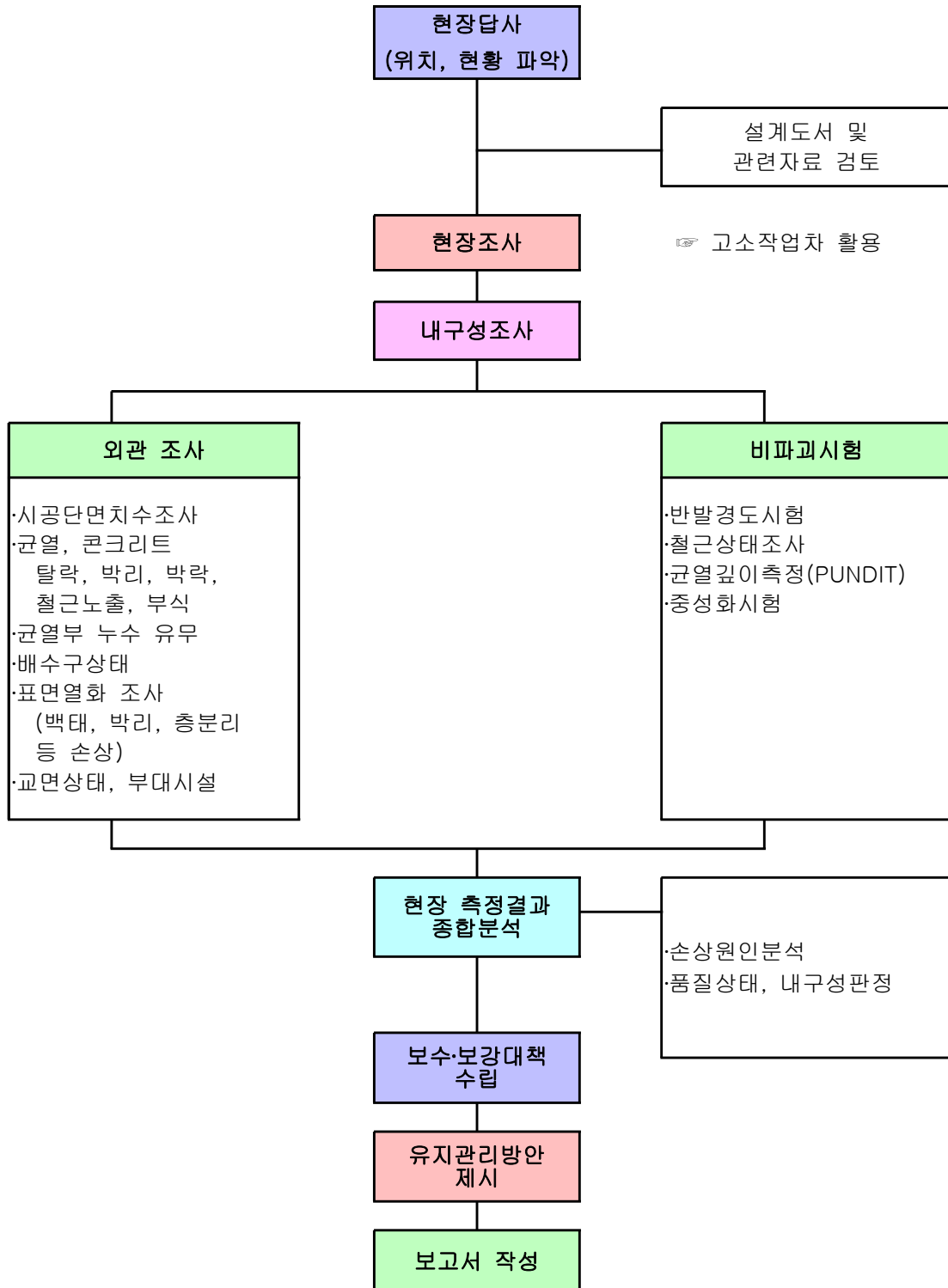
본 정밀점검을 위해 사용한 측정장비 목록은 다음 ◀표 1.2▶과 같다.

◀표 1.2▶ 측정장비 및 검교정이력

No.	장 비 명	MODEL 및 규격	검교정이력	용 도	장비사진
1	균 열 경	Proceq, 1/10 mm	불필요	외관조사	 (디지털균열측정기)
2	디지털균열 측정기	Crack EYE	불필요		
3	카 메 라	Nikon	불필요		
4	점검망치	Doctor Hammer	불필요		
5	RC-Radar	JEJ-60B	2001. 8.31 다우측기산업	철근배근상태 및 피복두께조사	
6	Rebound Hammer	Proceq, NR-Type	2001. 8.31 다우측기산업	콘크리트 비파괴 강도 측정	
7	중성화 시험기	페놀프탈레인용액 1%	불필요 (시약)	콘크리트 열화깊이 측정	

1.5 과업 수행 흐름도

본 복정고가교의 과업수행을 위한 전체적인 흐름도를 정리하면 다음 ◀그림 1.1▶과 같다.



◀그림 1.1▶ 과업 수행 흐름도

1.6 과업 수행 일정

1) 과업수행기간

2003년 03월 ~ 28월 ~ 2003년 12월 23일 <270일간>

◀표 1.3▶ 과업수행 일정표

과업내용	공정(일)									
	30	60	90	120	150	180	210	240	270	
1. 관련계획 검토 및 현황조사	[Progress bars for 1. 관련계획 검토 및 현황조사]									
1) 착수준비	[Progress bar for 1) 착수준비]									
2) 관련계획 검토	[Progress bar for 2) 관련계획 검토]									
3) 시설물의 주요 제원 파악	[Progress bar for 3) 시설물의 주요 제원 파악]									
4) 일반 현황조사	[Progress bar for 4) 일반 현황조사]									
5) 중점 진단 사항 착안	[Progress bar for 5) 중점 진단 사항 착안]									
2. 설계도서 및 관련자료 검토	[Progress bars for 2. 설계도서 및 관련자료 검토]									
1) 설계도서 및 시방서 검토	[Progress bar for 1) 설계도서 및 시방서 검토]									
2) 보수이력 검토	[Progress bar for 2) 보수이력 검토]									
3) 도출된 문제점 분석	[Progress bar for 3) 도출된 문제점 분석]									
3. 현장조사 및 비파괴 시험	[Progress bars for 3. 현장조사 및 비파괴 시험]									
1) 외관조사망도 작성	[Progress bar for 1) 외관조사망도 작성]									
2) 비파괴 시험	[Progress bar for 2) 비파괴 시험]									
4. 상태 평가 및 자료분석·검토	[Progress bars for 4. 상태 평가 및 자료분석·검토]									
1) 현장조사자료 분석·평가	[Progress bar for 1) 현장조사자료 분석·평가]									
2) 내구성 시험성과 분석·평가	[Progress bar for 2) 내구성 시험성과 분석·평가]									
3) 상태 평가	[Progress bar for 3) 상태 평가]									
4) 대책방안 분석 및 검토	[Progress bar for 4) 대책방안 분석 및 검토]									
5. 보수·보강 및 유지관리 방안 검토	[Progress bars for 5. 보수·보강 및 유지관리 방안 검토]									
1) 보수·보강공법 선정	[Progress bar for 1) 보수·보강공법 선정]									
2) 보수·보강 시기 검토	[Progress bar for 2) 보수·보강 시기 검토]									
3) 유지관리상 문제점 검토	[Progress bar for 3) 유지관리상 문제점 검토]									
4) 효율적인 유지관리 방안 제안	[Progress bar for 4) 효율적인 유지관리 방안 제안]									
6. 성과품 작성	[Progress bars for 6. 성과품 작성]									
1) 보고서 및 시험자료 등	[Progress bar for 1) 보고서 및 시험자료 등]									

1.7 대상교량의 일반현황

1.7.1 개요

본 과업 대상교량인 복정고가교는 서울특별시 송파구 장지동 장지동에 위치하고 있으며, 1994년 12월에 준공된 교량이다. 본 교량은 PSC 박스거더형식이며, 교장은 본교 : 550m 램프 : 650m, 교폭은 본선 : 25.3m, 확폭구간 : 34~43m, 램프 : 7.3m 왕복 6차선 교량으로 교면은 아스팔트로 포장되어 있다 교면부의 신축이음장치는 강핑거와 레일식이 설치되어 있다.

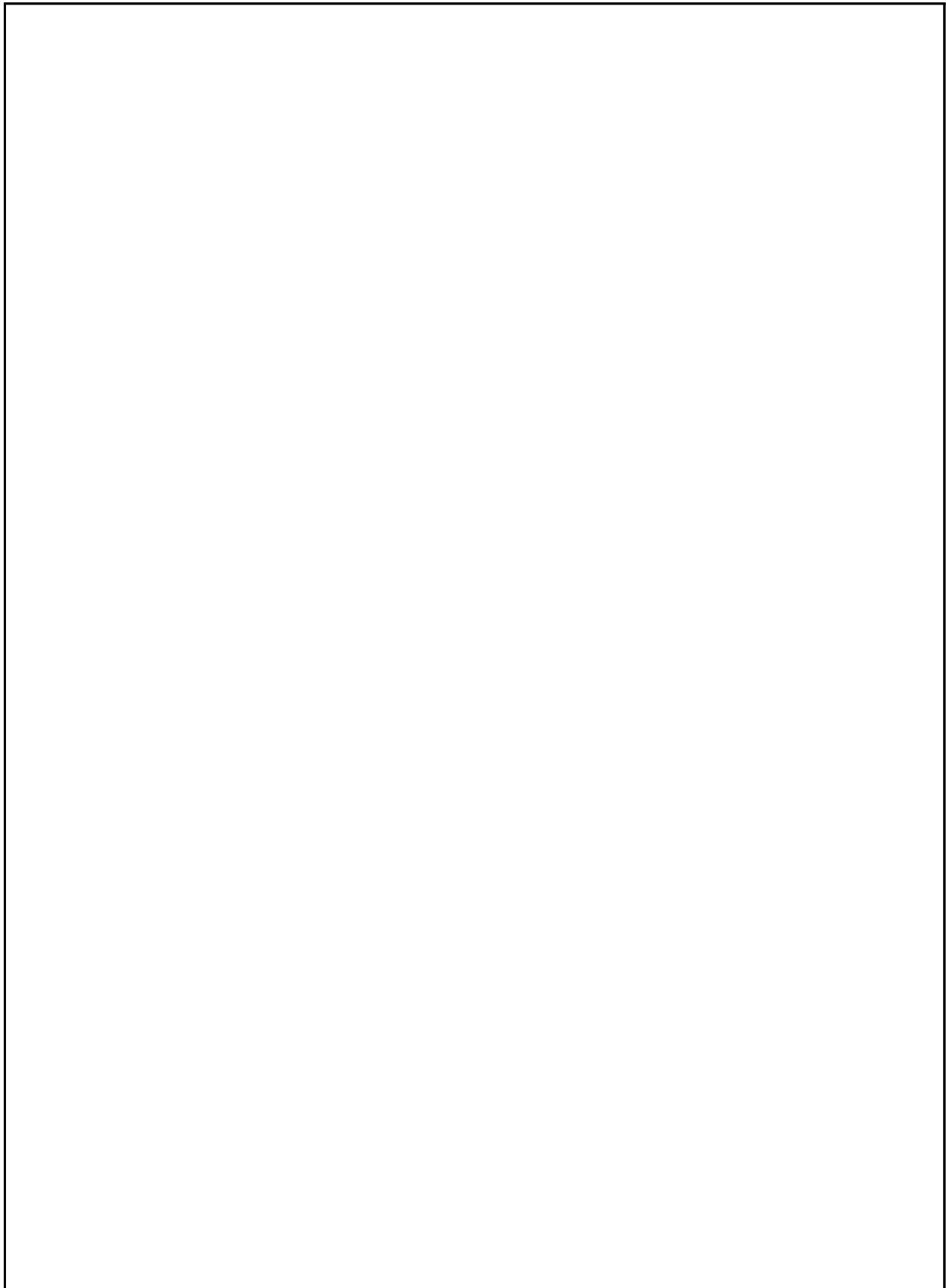
1.7.2 교량 일반현황

◀표 1.5▶ 교량 일반현황

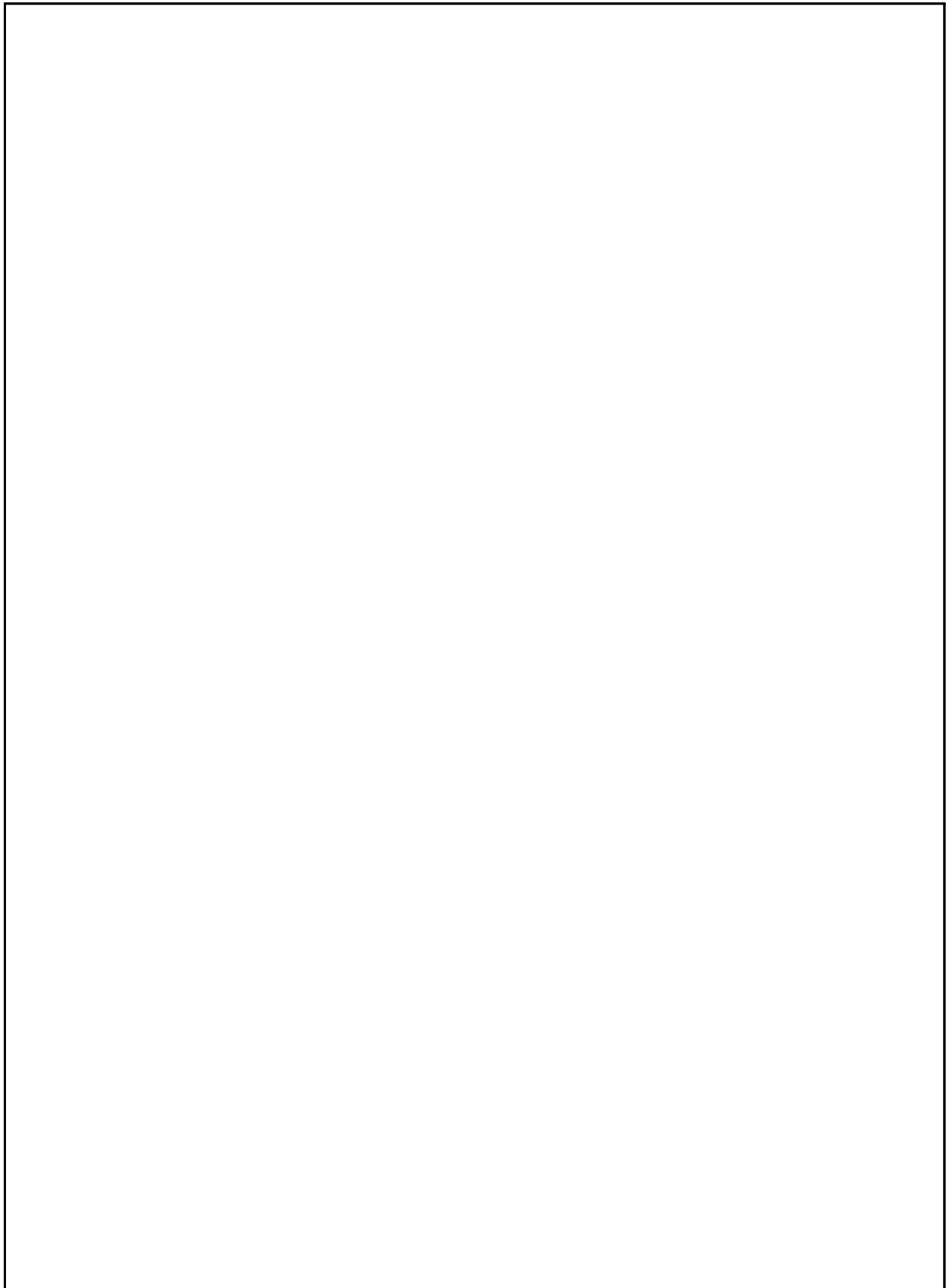
시설물명	복정고가교		관리주체	서울특별시 건설안전본부	
위 치	서울특별시 송파구 장지동				
준공년도	1994. 12		시 공 자	동아건설산업(주)	
설계하중	1등교(DB-24)		총 연 장	본선(550m), 램프(650m)	
상 부	형 식	PSC 박스거더			
	교 폭	본선 : 25.3m, 확폭구간 : 34~43m 램프 : 7.3m		차 선 수	왕복 6차선
	받침장치	포트받침(POT Bearing), 탄성받침		신축이음장치	레일식, 강핑거
	포 장	아스팔트		난 간	콘크리트 난간
하 부	교대(역 T형)+교각(T형)				



1.7.3 시설물 평면 및 종단면도



◀그림 1.2▶ 복정고가교 종·평면도



◀그림 1.3▶ 복정고가교 상·하부구조 표준단면도

제 2 장. 외관조사

2.1 외관조사 항목

2.2 조사항목

2.3 평가기준

2.4 외관조사결과

2.5 외관조사결과 요약

제 2 장. 외관조사

2.1 개 요

2.1.1 외관조사 목적

본 복정고가교의 현장조사에서 실시하는 외관(육안)조사는 구조물의 안전성과 사용성을 확보하기 위해 선행되는 상태평가 조사로서 구조물의 손상상태를 조사하여 평가기준에 의해 상태등급을 판단한다.

2.1.2 조사 방법

- ▶ 상부구조(교면포장, 바닥판하면, PSC박스, 교좌장치, 신축이음장치, 보도부, 배수구)와 하부구조(교대 및 교각, 기타)로 각각 나누어 조사를 실시함.
- ▶ 점검자는 사전에 주요점검부위 및 접근방법, 외관조사망도등을 충분히 숙지한후 현장에서 점검이 가능하도록 교육을 실시함.
- ▶ 직접 근접이 어려운 바닥판 하면, PSC박스, 교좌장치, 교대 및 교각 상부는 고소작업차를 근접접근시켜 모든 부재에 접근이 가능하도록 하며, 바닥판하면, PSC박스의 균열상태에 대해 주안점을 두고 조사를 실시함.
- ▶ 점검대상 부위는 육안관찰을 기본으로 하여 실시하였으며 필요한 경우 망원경, 균열자, 균열경, 줄자, 점검망치 등을 이용하였고 카메라를 이용하여 손상현황을 촬영함.
- ▶ 외관조사 결과에 따른 구조물의 상태평가는 “교량 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(1996. 3, 건설교통부, 시설안전기술공단)”에 준하여 실시함

2.1.3 교량 기호의 정의

복정고가교의 정밀점검을 수행하면서 과업의 효율성 및 통일성을 위해 교량 주요부재의 기호는 ◀표 2.2▶와 같이 부여하였으며, 이를 기준으로 하여 부록에 제시된 외관조사망도를 작성하였다.

◀표 2.2▶ 교량기호의 정의

구 분	사 용 기 호	정 의
경 간	Sa	Span번호 (제a번째 경간)
주 형	Ga	Main Girder번호 (좌측부터 제a번째 주형보)
가 로 보	Ca,b	Cross Beam번호(제a번째 좌측부터 b번째 가로보)
교 대	Aa	교대(Abutment)번호 (제a번째 교대)
교 각	Pa	교각(Pier)번호 (제a번째 교각)
교좌장치	Sha	교좌장치(Shoe)번호 (좌측부터 제a번째 교좌장치)
신축이음부	Exp.ja	신축이음(Expansion joint)번호 (시점부터 a번째 신축이음)

▶ 시점에서 종점순으로, 좌측에서 우측순으로 번호를 부여함.

예1) S₁ 교면, 슬래브 1경간

2.1.4 외관조사결과 표기

현장조사에서 나타난 구조부재별 손상상태에 대한 외관조사망도의 작성은 ◀그림 2.1▶의 범례를 기준으로 작성하였다.

	균열		양상균열
	표면 HONEYCOMB (재용분리)		편칭 또는 공동
	박리, 파손		시공이음 분리, 층분리
	누수, 습윤부		백화
	철근 노출		철근부식
	콘크리트 변색, 녹물, 오염		철판보강부
	포장의 요철		기초의 세굴
	좌굴, 변형, 단차		이물질
	보수, 보강		기타손상
	연결상태(볼트, 용접)		강재표면 부식
	발칭		배수구
	신축이음 본체		배수구 막힘

◀그림 2.1▶ 외관조사 범례

2.2 조사 항목

본 복정고가교의 부재별 주요 점검항목은 다음 ◀표 2.3▶과 같다.

◀표 2.3▶ 주요 점검 항목

부 재 구 분		점 검 항 목	
상부구조	콘크리트	주 형	①균열 ②박리, 철근노출 ③백화현상 ④공동, 공보 ⑤ 변색, 열 화 ⑥ 누수, 체수 ⑦ 손상
		가 로 보	①균열 ②박리, 철근노출 ③백화현상 ④공동, 공보 ⑤변색, 열 화 ⑥누수, 체수 ⑦손상
		바 닥 판	①박리, 철근노출 ②백화현상 ③공동, 공보 ④파손 ⑤강판접착부의 손상 ⑥상판 균열 ⑦변색, 열화 ⑧누수, 체수
하부구조	콘크리트	교각 구체 교대 구체	①균열 ②박리, 철근노출 ③백화현상 ④공동, 공보 ⑤마모, 침 식 ⑥백색, 열화 ⑦누수, 체수 ⑧손상
교좌장치	본체 (강재)		①부식 ②균열 ③이완 ④탈락 ⑤파단 ⑥도장열화 ⑦변형 ⑧누수, 체수 ⑨먼지, 토사 등 퇴적 ⑩침하 ⑪이동 ⑫경사
	받 침 올 탈 콘 크 리 트		①균열 ②손상
	양 카 볼 트		①부식 ②균열 ③이완 ④탈락 ⑤파단 ⑥변형
포장	아 스 팔 트		①단차, 요철 ②포트홀 ③균열 ④바퀴자국 ⑤누수, 체수
난간 / 연석	강 재		①부식 ②균열 ③이완 ④탈락 ⑤파단 ⑥도장열화 ⑦ 변형
	콘 크 리 트		①균열 ②박리, 철근노출 ③백화현상 ④공동, 공보 ⑤변색, 열 화 ⑥손상
신축장치	본체	강 재	①부식 ②균열 ③이완 ④탈락 ⑤파단 ⑥유간이상 ⑦이상음 ⑧변형(단차 등)
		고 무	①유간이상 ②파단 ③이상음 ④변형 ⑤손상
	후 타 설 재		①균열 ②손상 ③박리, 철근노출
배 수 시 설 (배수구, 배수관)			①부식 ②균열 ③이완 ④탈락 ⑤파단 ⑥도장열화 ⑦변형 ⑧변색, 열화 ⑨누수, 체수 ⑩토사 등의 퇴적 ⑪ 배수관 길이

2.3 평가기준

복정고가교의 외관조사 결과에 따른 구조물의 상태평가 기준은 “교량 안전점검 및 정밀 안전진단 세부지침(1996. 3, 건설교통부, 시설안전기술공단)”에 준하여 실시하였다.

2.3.1 총괄기준

1) 판정기준

◀ 표 24 ▶ 총괄 판정 기준

등급	상 태
A	문제점이 없는 최상의 상태
B	경미한 손상의 양호한 상태
C	보조부재에 손상이 있는 보통의 상태
D	주요 부재에 진전된 노후화(강재의 피로균열, 콘크리트의 전단균열, 침하 등)로 긴급한 보수·보강이 필요한 상태로 사용제한 여부를 판단
E	주요 부재에 심각한 노후화 또는 단면손실이 발생하였거나 안전성에 위험이 있어 시설물을 즉각 사용금지하고 개축이 필요한 상태

- ① A,B,C,D,E : 점검부재의 손상정도에 따라 상태가 양호한 경우 A등급에서 손상이심할 경우 E로 손상의 정도에 따라 5등급으로 구분한다.
- ② Q : 점검부재에 대한 접근이 불가능한 경우이거나 확인이 불가능한 부분은 등급 Q를 사용하여 점검되지 않은 부재임을 표시한다.
- ③ X : 점검대상교량에 해당 점검부위가 없을 경우 등급 X를 사용하여 점검 필요성이 없음을 표시한다.

2) 점검결과 조치

- ① A급 : 계속 진행사항 관찰
- ② B급 : 계속 진행사항 관찰
- ③ C급 : 당해연도 또는 차기연도 보수계획에 포함
- ④ D급 : 당해연도 보수
- ⑤ E급 : 상태에 따라 통행제한 조치 및 긴급보수 시행

2.3.2 항목별 평가기준

1) 교면포장

◀표 2.5▶ 교면포장 평가기준

등급	균열	요철, 단차	함몰
A	없음, 미세균열	없음	없음
B	일방향, 균열률 20%미만	없음	없음
C	균열률 20-30%	경미	부분적 얇은 함몰
D	거북등균열, 균열률 30%이상	주행성 저하	깊이 30mm이상 함몰
E	거북등균열, 균열률 30%이상	심한 충격	전반적인 함몰, 탈락

2) 배수시설

① 배수구

- ▷ 뚜껑의 파손 유무
- ▷ 배수구 주위의 파손 유무
- ▷ 배수구의 설치 높이 상태
- ▷ 배수구의 설치 위치 상태
- ▷ 배수구 주변의 토사 퇴적 상태

② 배수관

- ▷ 관의 파손 및 어긋남의 유무
- ▷ 관이 이물질에 의해 막혔는지의 유무
- ▷ 관 이음부의 파손 유무
- ▷ 지지 철물의 상태
- ▷ 배수관의 길이 부족

배수시설 점검시 상태평가기준은 다음과 같다.

◀표 2.6▶ 배수시설 평가기준

등급	파손	누수, 체수	오염
A	양호	없음	없음
B	양호	다소의 퇴적물	없음
C	상태불량	퇴적물, 일시적인 체수	상판하면 부식
D	일부파손	많은 퇴적물, 누수	주구조물 부식 초기
E	파손	심한 누수와 체수	전반적인 부식

3) 바닥판

① 균열

◀표 2.7▶ 바닥판(균열) 평가기준

등급	균열 (101)	
	일 방향 균열	이 방향 균열
A	없음, 0.1mm이하 부분적	없음
B	0.1-0.2mm 간헐적(30cm 이하)	없음
C	0.1-0.2mm 길이 50cm이상 (20cm 이하간격)	0.1-0.2mm 부분적
D	0.1-0.2mm 길이 50cm이상 (20cm 이하간격)	0.2-0.3mm 망상균열 형태
E	0.4mm이상 균열로 발전	0.2-0.3mm 망상균열 형태

② 박리 및 파손, 철근노출

◀표 2.8▶ 바닥판(박리 및 파손) 평가기준

등급	박리 (102)	파손 (104)	철근 노출 (201)
A	없음	없음	없음
B	없음	없음	없음
C	없음	국부적	없음
D	국부적	국부적	부분적, 부식동반
E	전반적	전반적	다수발생, 부식심화

③ 누수 및 백태

◀표 2.9▶ 바닥판(누수 및 백태) 평가기준

등급	백태 (103)	오염 (605)
A	없음, 보수 후 원상회복 상태 포함	없음
B	국부적 발생, 초기상태	없음
C	표면전반에 얇은 백태	균열사이로 누수
D	균열주변에 심한 백태	균열주변으로 누수 악화, 콘크리트 표면 부식
E	균열주변에 심한 백태	균열사이로 녹물이나 니토발생, 부식에 의한 탈락

4) 신축이음

신축이음장치의 점검에서는 강재로 제작된 본체와 콘크리트 후타재로 구분하여 점검을 실시하였으며, 신축이음의 작동여부, 유간, 본체의 재료적 열화, 균열, 파손, 본체 방수재(씰재)의 파손, 하부구조로의 누수여부, 앵커부의 이완, 탈락 및 파손상태, 본체의 이물질 유입 등 오염상태, 후타재의 파손 및 주행성에 대하여 점검하였다.

① 신축이음장치 본체(강재형)

◀표 2.10▶ 신축이음장치 본체(강재형) 평가기준

등급	누수 (601), 오염 (605)	유간 (603), 이상진동 (604)
A	없음	정상동작
B	먼지, 토사 등으로 오염	정상동작
C	물받이 파손 혹은 미설치	유간사이 이물질로 기능 불량, 이상음 발생
D	누수로 인한 신축이음 하부 구조물 부식발생	강판 유동으로 이상음 커짐
E	하부 구조물의 부식 심화	강판 유동으로 이상음 커짐

등급	부식 (301), 변형 (302)	균열 (303), 파손 (304)
A	없음	없음
B	없음	없음
C	없음	없음
D	국부적인 부식	볼트, 너트 부분 탈락
E	하부 전체적 부식, 국부적 변형	상부 강판 탈락, 본체 유동

② 신축이음장치 본체(고무형)

◀표 2.11▶ 신축이음장치 본체(고무형) 평가기준

등급	누수 (601), 오염 (605)	유간 (603)
A	없음	정상동작
B	먼지, 토사 등으로 오염	정상동작
C	물받이 파손 혹은 미설치	유간사이 이물질로 기능 불량
D	누수로 인한 신축이음 하부 구조물 부식발생	유간이 폐쇄 혹은 비정상적으로 넓음
E	하부 구조물의 부식 심화	유간 폐쇄 혹은 비정상적으로 넓음

등급	노 화 (801)	탈 락 (803)
A	없음	없음
B	고무판 노화	없음
C	물받이 고무의 부분파손	없음
D	고무판 균열	볼트, 너트 부분 탈락
E	고무판 파손	신축이음 본체 탈락

③ 신축이음장치 후타설재

◀표 2.12▶ 신축이음장치 후타설재 평가기준

등급	균 열 (101)	파 손 (103)
A	없음	없음
B	0.2mm균열 1m이하 간격	없음
C	0.3-0.5mm균열 50cm이하 간격	국부적인 파손
D	1mm이상 균열 30cm이하 간격	유간이 매몰, 단차에 의한 충격
E		전체적으로 파손 진행

5) 받침장치

① 고무형

◀표 2.13▶ 받침장치 고무형 평가기준

등급	받 침 장 치		받 침 부
	부식(301), 변형(302)	균열(303), 파손(304)	균열(101), 파손(104)
A	없음	없음	없음
B	부분적 녹발생	고정볼트 이완	미세 균열
C	부분적 녹발생	정상위치에서 이탈	박리, 토사 퇴적
D	부식 심화, 부분적 변형	균열, 경사발생 볼트탈락	토사퇴적 심화, 기능상 장애 발생
E	형태 손상	부분적인 파손	기능상실

6) 강재주형

◀표 2.14▶ PSC 주형 중앙부 평가기준

등 급	콘 크 리 트		철 근
	균열(101)	박리(102), 파손(104)	노출(201), 파단(202), 노출(203) 부식(204), 파단(205), 노출(206) 부식(207), 파단(208)
A	없음. 보수로 원상복구		
B	부분적으로 하부플랜지에 0.1mm이하의 횡방향균열		
C	하부플랜지 전폭에 0.1-0.2mm 균열이 복부의 1/5H 까지 발전	부분적 박리	철근, PC강재 쉬스관이 국부적으로 노출
D	0.2-0.3mm 횡방향균열 복부의 1/3H까지 발전	박리의 심화	철근, PC강재 쉬스관이 약 50cm가량 노출
E	0.3mm이상 횡방향 균열 복부1/2H까지 발전	균열 탈락이 우려됨	철근, PC강재 쉬스관의 노출이심화

◀표 2.14-1▶ PSC 주형 지점부 평가기준

등 급	콘 크 리 트		철 근
	균열(101)	박리(102), 파손(104)	노출(201), 파단(202), 노출(203) 부식(204), 파단(205), 노출(206) 부식(207), 파단(208)
A	없음. 보수로 원상복구		
B	0.1mm이하의 사인장균열 발전 시작		
C	하부플랜지 전폭에 0.1-0.2mm 사인장균열 복부의 1/5H까지 발전	부분적 박리	철근의 국부적인 노출, PC정착구 부근에 미세균열
D	0.2-0.3mm 사인장균열 복부의 1/3H까지 발전	박리의 심화	철근노출 50cm 가량, PC정착구 부근의 균열성장
E	0.3mm이상 사인장균열 복부1/2H까지 발전	단부후방 파손, 탈락	균열탈락으로 PC 정착구의 노출

7) 교대 및 교각

교대 및 교각의 주요 점검부위는 다음과 같다.

- ▷ 인장축에 발생한 인장균열
- ▷ 전단력에 의한 전단균열
- ▷ 교대, 교각 코핑부의 박리 및 철근노출
- ▷ 교대와 날개벽 사이 균열

① 교대

◀표 2.15▶ 교대 평가기준

등급	균열(101), 박리(102), 백태(103), 파손(104)		
	교대 본체	교대와 날개벽 사이	주형 받침부
A	없음.0.1mm이하 균열	없음	없음
B	0.2mm 균열 부분적. 표면부식	미세 균열	없음
C	0.2-0.4mm 종방향 균열 부분적 시공이음부와 단면변화부에 횡방향균열	부분적 균열	박리가 부분적 발생
D	0.5mm 종방향균열. 균열 사이 백태 심함	연결부가 분리되어 기울어짐	콘크리트 부식 및 탈락
E	0.5mm 이상 균열. 일부 탈락	날개벽이 토압에 의해 기울어짐	

② 교각

◀표 2.16▶ 교각 평가기준

등급	콘 크 리 트		철 근
	균 열 (101)	박리(102), 파손(104)	노출(201), 파단(202)
A	0.1mm이하	없음	없음
B	0.2mm 비구조적 균열	없음	없음,
C	0.2-0.3mm 균열 50cm간격, 사인장균열 코핑부 1/2H 정도	콘크리트 피복이 박리현상. 교좌하부 콘크리트 탈락	없음
D	0.5mm이상 균열 50cm간격	피복탈락.단면축소	철근 부분적 노출
E	0.5mm 이상균열	구체 콘크리트 탈락, 부분적 교각 파손	철근 노출, 부식 심화

2.3.3 보수필요도 - 긴급도

본 복정고가교의 부재별로 조사된 손상에 대해 보수·보강 우선률 정하기 위해 보수필요도에 따른 평가등급을 산정하여 보수를 시행하며, 그 평가등급은 다음 ◀표 2.17▶과 같다.

◀표 2.17▶ 보수필요도

코드	구 분
A	보수가 필요없는 상태
B	경미한 보수 및 추적조사가 필요한 상태
C	긴급한 보수 및 보강이 필요한 상태
D	보수 및 보강시까지 교량의 폐쇄가 필요한 상태 또는 통행은 가능하지만 개축이 필요한 상태
E	교량을 즉각 폐쇄하고 개축이 필요한 상태

2.4 외관조사 결과

현장에서 실시한 외관 조사의 평가 방법은 주로 육안 관찰 및 간단한 점검 기구에 의하여 손상 위치, 내용, 규모, 수량 등을 측정하여 정량적으로 평가하였다.

2.4.1 교면포장

1) 교면포장은 아스팔트포장으로 왕복6차선으로 시공되어 있으며, 포장의 주행성, 내구성은 양호한 상태로 조사되었으나, 교면포장상태는 양호한 것으로 확인되었으며, 일부 미끄럼방지턱이 파손이 조사되었으나 손상정도가 심하지 않아 긴급한 보수가 필요한 상태는 아니다.

◀표 2.18▶ 교면포장 일반사항

구 분	위 치	결함 및 손상내용	등급	발생 원인 추정
교면포장	본선구간	미끄럼방지파손(1개소, 0.2㎡)	B	강우, 차량충격



2.4.2 콘크리트 난간(방호벽)

1) 난간은 콘크리트로 시공되어 있으며, 구체 표면에 일부 건조수축에 의한 비구조적인 균열이 발생한 상태로 부분적인 보수가 요구되는 상태이다.

◀ 표 2.19 ▶ 콘크리트 난간 외관조사 결과

구 분	위 치	결함 및 손상내용	등급	발생 원인 추정
난 간	전 체	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 균열(B=0.3mm이상) : 6개소, 4.15m 균열(B=0.2mm이하) : 2개소, 1.8m ▪ 방호벽덮개 미설치(5개소) ▪ 방호벽볼트 이완(1개소) ▪ 철근노출(2개소, 0.04㎡) ▪ 방호벽콘크리트박리(3개소, 2.95㎡) 	B	균열(건조수축)



2.4.3 신축이음장치

1) 신축이음장치는 강핑거와 레일식으로 설치되어 있으며, 상부의 본체는 손상이 발생되지 않은 양호한 상태이나 일부 후타재 균열은 보수보다는 주의관찰이 요구되며, 본체의 신축 유간부의 토사퇴적은 청소가 요망된다.

◀ 표 2.20 ▶ 신축이음장치 외관조사 결과

구 분	위 치	결함 및 손상내용	등급	발생 원인 추정
신축이음장치	S14	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 후타재균열(16개소, L=11.2m) 	B	건조수축



■ 신축이음장치 이동량 검토

$$\Delta I = \Delta I_t + \Delta I_s + \Delta I_r$$

여기서, ΔI : 계산 이동량

ΔI_t : 온도변화에 의한 이동량

ΔI_s : 콘크리트의 건조수축에 의한 이동량

ΔI_c : 콘크리트의 크리프에 의한 이동량

ΔI_r : 활하중에 의한 보의 처짐에 의한 이동량

※ 설계시는 위 식과 같은 이동량에 대해 고려를 해야 되나, 준공후 9년정도 지난 구조물에 대해 건조수축과 크리프에 의한 이동량의 크기는 무시해도 될 정도이므로 온도변화만 검토하였음.

① 온도 변화에 의한 이동량

$$\Delta I_t = \Delta T \cdot \alpha \cdot l + 10(\text{설치여유량})$$

여기서, ΔT : 온도 변화 (도로교시방서 참조, 검토시 23℃ 적용), 측정당일 기온(10월경)

α : 선팽창 계수 (도로교시방서 참조, 검토시 1.0×10^{-5} 적용)

l : 교량 순연장

< 복정고가교 설계 신축량 결과 >

구분	위 치	설 계 신 축 량
본선	J1(A1) (상.하행선)	$23 \times 1.0 \times 10^{-5} \times 70 + 10 = 26.1 \text{mm}$
	J2(P3) (상.하행선)	$23 \times 1.0 \times 10^{-5} \times 40 + 10 = 19.2 \text{mm}$ 와 $23 \times 1.0 \times 10^{-5} \times 250 + 10 = 67.5 \text{mm}$ 신축량 $\Rightarrow 19.2 + 67.5 = 86.7 \text{mm}$
	J3(P14) (상.하행선)	$23 \times 1.0 \times 10^{-5} \times 190 + 10 = 53.7 \text{mm}$
A,D-RAMP	J1(A1)	$23 \times 1.0 \times 10^{-5} \times 110 + 10 = 35.3 \text{mm}$
	J2(P5)	$23 \times 1.0 \times 10^{-5} \times 70 + 10 = 26.1 \text{mm}$
B,C-RAMP	J1(A1)	$23 \times 1.0 \times 10^{-5} \times 75 + 10 = 27.2 \text{mm}$
	J2(P4)	$23 \times 1.0 \times 10^{-5} \times 70 + 10 = 26.1 \text{mm}$

< 복정고가교 실측에 의한 신축량 검토결과 >

구분	위 치		실측치(mm)	설계치(mm)	비 고
본선	J1(A1)	상행선	27	26.1	측정치>계산치 확보 - O.K
		하행선	28		
	J2(P3)	상행선	87	86.7	측정치>계산치 확보 - O.K
		하행선	86		
	J3(P14)	상행선	55	53.7	측정치>계산치 확보 - O.K
		하행선	56		
A,D-RAMP	J1(A1)	A-RAMP	36	35.3	측정치>계산치 확보 - O.K
		D-RAMP	37		
	J2(P5)	A-RAMP	28	26.1	측정치>계산치 확보 - O.K
		D-RAMP	27		
B,C-RAMP	J1(A1)	B-RAMP	29	27.2	측정치>계산치 확보 - O.K
		C-RAMP	28		
	J2(P4)	B-RAMP	28	26.1	측정치>계산치 확보 - O.K
		C-RAMP	30		

▶ 현장에서 캘리퍼스에 의해 실측할 당시 기온은 10월 초순경으로 23℃였다.

▶ 본 교량의 신축이음 이동량 검토결과 측정치가 계산치보다 전체적으로 높게 측정되어 신축량에 따른 유간을 확보한 것으로 조사되었다.(시방서 규정 도로교 P.99참조)

2.4.4 배수구

1) 배수구는 토사퇴적으로 인한 막힘이 1개소 조사되어 교면수가 채수되고 있으므로 청소를 통한 유지관리가 필요함.

◀표 2.21▶ 배수구 외관조사 결과

구 분	위 치	결함 및 손상내용	등급	발생 원인 추정
배수구	S13	▪배수구 막힘(1개소)	B	토사 퇴적

2.4.5 바닥판하면

1) 바닥판하면은 0.1~0.2mm의 미세한 횡방향(교축직각방향) 균열이 발생되었으니 이는 시공초기 건조수축균열이 강재의 전단연결재에 구속됨에 발생된 것으로 현재 진전은 거의 없는 상태이다.

◀표 2.22▶ 바닥판하면(상행) 외관조사 결과

구 분	위 치	결함 및 손상내용	등급	발생 원인 추정
슬래브하면 (상행)	S1 S2 S5 S7 S8	▪좌측 켈틸레버부 재료분리(0.05㎡) ▪우측 켈틸레버부 단차(이격거리1.0cm) ▪우측 켈틸레버부 배수파이프 지주파손(1개소) ▪우측 켈틸레버부 배수관주위 백태(0.09㎡) ▪하부 재료분리(0.27㎡)	B	균열 (건조수축) 재료분리 (다짐미흡) 지주파손 (외부충격)

◀표 2.23▶ 바닥판하면(하행) 외관조사 결과

구 분	위 치	결함 및 손상내용	등급	발생 원인 추정
슬래브하면 (하행)	S2 S4 S7 S8 S10 S13	▪우측벽체 콘크리트파손(0.1㎡) ▪하부플래지 재료분리 및 철근노출(0.08㎡) ▪좌측벽체 재료분리(0.5㎡) ▪좌측벽체 재료분리(0.06㎡) ▪우측 켈틸레버부 배수관길이부족(1개소) ▪하부플래지 재료분리(0.16㎡) ▪좌측벽체 균열(0.2~0.3/1.0m) ▪우측벽체 재료분리(0.16㎡) ▪하부플래지 재료분리(0.16㎡) ▪하부플래지 철근노출(0.1㎡)	B	균열(건조수축) 재료분리 (다짐미흡) 철근노출 (피복부족)

2.4.6 PC Box (내부)

1) PC박스는 총 3개(G1 ~ G3)로 구분되어 있으며, 일부 녹발청을 제외한 구조적인 손상은 조사되지 않은 상태였다.

◀표 2.24▶ 박스(내부-상행) 외관조사 결과(계속)

구 분	위 치	결함 및 손상내용	등급	발생 원인 추정
본 선 PSC박스 (내부)	S3	▪철근노출(0.03㎡) ▪단면보수들뜸(0.9㎡) ▪단면보수들뜸 마감불량(0.5㎡)	B	철근노출(피복부족) 보수부백태, 들뜸 (시공불량)
	S6	▪단면보수부위백태(0.1㎡) ▪단면보수부위백태(0.16㎡)		
	S7	▪백태(0.02㎡)		

◀표 2.25▶ 박스(내부-상행) 외관조사 결과

구 분	위 치	결함 및 손상내용	등급	발생 원인 추정
본 선 PSC박스 (내부)	S11	▪콘크리트박락(0.04㎡)	B	박락(열화)

◀표 2.26▶ 박스(내부-하행) 외관조사 결과

구 분	위 치	결함 및 손상내용	등급	발생 원인 추정
A-RAMP PSC박스 (내부)	S2 S9 S10	▪콘크리트들뜸(0.24㎡) ▪콘크리트들뜸(0.15㎡) ▪콘크리트들뜸(0.3㎡)	B	콘크리트 들뜸 (열화)

◀표 2.27▶ 박스(A램프-내부) 외관조사 결과

구 분	위 치	결함 및 손상내용	등급	발생 원인 추정
A-RAMP 박스 (내부)	S2	▪누수및백태(1.5㎡)	B	누수및백태 (균열부 누수)

◀표 2.28▶ 박스(B램프-내부) 외관조사 결과

구 분	위 치	결함 및 손상내용	등급	발생 원인 추정
B-RAMP PSC박스 (내부)	S1	▪재료분리(0.1㎡)	B	재료분리(다짐미흡)

◀표 2.29▶ 박스(C램프-내부) 외관조사 결과

구 분	위 치	결함 및 손상내용	등급	발생 원인 추정
C-RAMP PSC박스 (내부)	-	▪손상없음	B	-

◀표 2.30▶ 박스(D램프-내부) 외관조사 결과

구 분	위 치	결함 및 손상내용	등급	발생 원인 추정
D-RAMP PSC박스 (내부)	-	▪손상없음	B	-

2.8 교좌장치

1) 교좌장치는 전체적으로 POT Bearing으로 시공되어 있으며, 본체의 외관 상태와 기능 상에 문제점은 없는 상태로서 A1 Sh1의 신축이음부 고무 파손에 따른 부식이 촉진되어 일부 도장이 탈락된 상태여서 보수가 요구된다. 받침콘크리트에 균열은 발생되지 않은 것으로 확인되었다.

◀표 2.31▶ 본선 교좌장치 외관조사 결과

구 분	위 치	결함 및 손상내용	등급	발생 원인 추정
교좌장치	A1(상행)	▪Sh1볼트(부식4개소) ▪Sh2볼트(부식4개소)	B	균열 (시공초기 건조수축균열이 하중에 의해 진전) 볼트부식(열화) 파손, 탈락(열화)]
	P4(하행)	▪Sh2균열(0.5/0.07m) ▪Sh2균열(5개소, 0.1~0.8/0.1m)		
	P5(하행)	▪Sh2균열(0.4/0.1m) ▪Sh2균열(0.8/0.1m) ▪Sh2균열(0.8/0.07m)		
	P6(상행)	▪Sh1(볼트부식8EA) ▪Sh1균열(0.3/0.07m) ▪Sh2(볼트부식8EA)		
	P7(상행)	▪Sh1콘크리트파손(0.03㎡)		
	P8(상행)	▪Sh1균열(0.5/0.1m) ▪Sh1반침몰탈탈락(0.015㎡) ▪Sh2콘크리트파손(0.02㎡)		
	P8(하행)	▪Sh1균열(0.3/0.05m) ▪Sh1파손(0.16㎡) ▪Sh1파손(0.0025㎡) ▪Sh1파손(0.025㎡) ▪Sh2파손(0.03㎡) ▪Sh2반침몰탈탈락(0.08㎡) ▪Sh2균열(0.3m/0.2m) ▪Sh2균열(1.0m/0.2m) ▪Sh2균열(0.3m/0.1m)		
	P9(상행)	▪Sh2균열(0.3/0.06m) ▪Sh2균열(3개소, 0.1~0.5/0.1m)		
	P9(하행)	▪Sh1반침몰탈파손(0.006㎡)		
	P10(상행)	▪Sh2균열(1.5/0.1m)		
	P12(상행)	▪Sh2균열(1.0/0.07m)		
	P13(상행)	▪Sh2콘크리트탈락(0.02㎡)		
	A2(하행)	▪Sh1콘크리트파손(0.04㎡)		

◀표 2.32▶ A,B-RAMP 구간 교좌장치 외관조사 결과

구 분	위 치	결함 및 손상내용	등급	발생 원인 추정
교좌장치 A램프	P1 P4	<ul style="list-style-type: none"> ▪Sh1균열(5개소, 0.1/5.0m) ▪Sh2받침콘크리트파손(0.02㎡) ▪Sh2받침몰탈박리(0.08㎡) ▪Sh1균열(2개소, 0.3/3.0m) 	B	균열 (시공초기 건조수축균열이 하중에 의해 진전)
교좌장치 B램프	P1	<ul style="list-style-type: none"> ▪Sh2콘크리트파손(0.12㎡) 	B	파손(열화)

◀표 2.33▶ C,D-RAMP 구간 교좌장치 외관조사 결과

구 분	위 치	결함 및 손상내용	등급	발생 원인 추정
교좌장치 C램프	P2 P3	<ul style="list-style-type: none"> ▪Sh1콘크리트탈락(0.04㎡) ▪Sh1균열(1.0/0.2m) ▪Sh2콘크리트탈락(0.25㎡) ▪Sh1균열(0.5/0.12m) 	B	균열 (시공초기 건조수축균열) 탈락 (거푸집제거시 탈락)
교좌장치 D램프	P5	<ul style="list-style-type: none"> ▪Sh2실링재변형(1개소) ▪Sh3균열(0.4/0.06m) 	B	균열 (시공초기 건조수축균열)



	
<p>P8 (하행) 교좌장치 Sh.1 균열</p>	<p>P8 교좌장치 Sh.2 받침콘크리트 파손</p>

■ 본선 교좌장치 조사결과(총 64개소)

구 분		상행선			하행선			비고
		Sh.1	Sh.2	Sh.3	Sh.1	Sh.2	Sh.3	
A1	설치현황	↕	↓		↓	↕		POT (4개소)
	본체조사결과	양호	양호		양호	양호		
	받침물탈결과	녹발생	녹발생		양호	양호		
P1	설치현황	↕	↓		↓	↕		POT (4개소)
	본체조사결과	양호	양호		양호	양호		
	받침물탈결과	양호	양호		양호	양호		
P2	설치현황	↔	●		●	↔		POT (4개소)
	본체조사결과	양호	양호		양호	양호		
	받침물탈결과	양호	양호		양호	양호		
P3 (A1방향)	설치현황	↓			↓			POT (2개소)
	본체조사결과	양호			양호			
	받침물탈결과	양호			양호			
P3 (A2방향)	설치현황	↕	↓		↕	↓		POT (4개소)
	본체조사결과	양호	양호		양호	양호		
	받침물탈결과	양호	양호		양호	양호		
P4	설치현황	↕	↓		↓	↕		POT (4개소)
	본체조사결과	양호	양호		양호	양호		
	받침물탈결과	양호	균열(0.2)		균열(0.1)	균열(0.8)		
P5	설치현황	↕	↓		↓	↕		POT (4개소)
	본체조사결과	양호	양호		양호	양호		
	받침물탈결과	양호	양호		균열(0.1)	균열(0.8)		
P6	설치현황	↕	↓		↓	↕		POT (4개소)
	본체조사결과	양호	양호		양호	양호		
	받침물탈결과	균열(0.3)	균열(0.1)		양호	양호		
P7	설치현황	↕	↓		↓	↕		POT (4개소)
	본체조사결과	양호	양호		양호	양호		
	받침물탈결과	파손,균열	균열(0.1)		균열(0.2)	균열(0.1)		
P8	설치현황	↕	↓		↓	↕		POT (4개소)
	본체조사결과	양호	양호		양호	양호		
	받침물탈결과	균열,탈락	파손		파손,균열	파손,균열		
P9	설치현황	↔	●		●	↔		POT (4개소)
	본체조사결과	양호	양호		양호	양호		
	받침물탈결과	균열(0.1)	균열(0.5)		파손	양호		
P10	설치현황	↕	↓		↓	↕		POT (4개소)
	본체조사결과	양호	양호		양호	양호		
	받침물탈결과	양호	균열(1.5)		균열(0.1)	균열(0.1)		
P11	설치현황	↕	↓		↓	↕		POT (4개소)
	본체조사결과	양호	양호		양호	양호		
	받침물탈결과	양호	양호		균열(0.1)	균열(0.2)		
P12	설치현황	↕	↓		↓	↕		POT (4개소)
	본체조사결과	양호	양호		양호	양호		
	받침물탈결과	양호	균열(1.0)		양호	양호		
P13	설치현황	↕	↓		↓	↕		POT (4개소)
	본체조사결과	양호	양호		양호	양호		
	받침물탈결과	양호	탈락		균열(0.1)	균열(0.1)		
P14 (A1방향)	설치현황	↕	↓		↓	↕		POT (4개소)
	본체조사결과	양호	양호		양호	양호		
	받침물탈결과	양호	양호		양호	양호		
P14 (A2방향)	설치현황	↓			↓			POT (2개소)
	본체조사결과	양호			양호			
	받침물탈결과	균열,파손			양호			

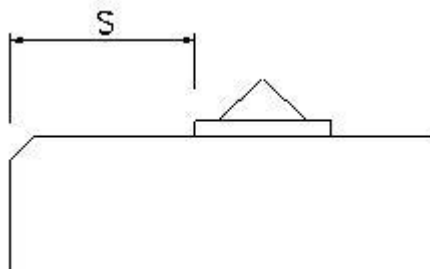
■ RAMP(A, B) 교좌장치 조사결과(총 28개소)

구 분		A-RAMP			B-RAMP			비 고
		Sh.1	Sh.2	Sh.3	Sh.1	Sh.2	Sh.3	
A1	설치현황	↕	↓		↓	↕		POT (4개소)
	본체조사결과	양호	양호		양호	양호		
	받침물탈결과	양호	양호		양호	양호		
P1	설치현황	↕	↓		↓	↕		POT (4개소)
	본체조사결과	양호	양호		양호	양호		
	받침물탈결과	균열(0.1)	균열, 파손		균열(0.1)	균열, 파손		
P2	설치현황	↕	↓		●	↔		POT (4개소)
	본체조사결과	양호	양호		양호	양호		
	받침물탈결과	균열(0.2)	균열(0.2)		균열(0.1)	균열(0.1)		
P3	설치현황	↔	●		↓	↕		POT (4개소)
	본체조사결과	양호	양호		양호	양호		
	받침물탈결과	양호	양호		균열(0.2)	균열(0.2)		
P4	설치현황	↕	↓		↓	↕	↕	POT (5개소)
	본체조사결과	양호	양호		양호	양호	양호	
	받침물탈결과	균열(0.3)	양호		양호	양호	양호	
P5	설치현황	↕	↓	↕				POT (3개소)
	본체조사결과	양호	양호	양호				
	받침물탈결과	양호	양호	양호				

■ RAMP(C, D) 교좌장치 조사결과(총 28개소)

구 분		C-RAMP			D-RAMP			비 고
		Sh.1	Sh.2	Sh.3	Sh.1	Sh.2	Sh.3	
A1	설치현황	↓	↕		↕	↓		POT (4개소)
	본체조사결과	양호	양호		양호	양호		
	받침물탈결과	양호	양호		양호	양호		
P1	설치현황	↓	↕		↕	↓		POT (4개소)
	본체조사결과	양호	양호		양호	양호		
	받침물탈결과	균열(0.2)	양호		양호	양호		
P2	설치현황	●	↔		↔	↓		POT (4개소)
	본체조사결과	양호	양호		양호	양호		
	받침물탈결과	균열, 탈락	균열, 탈락		양호	양호		
P3	설치현황	↓	↕		↔	●		POT (4개소)
	본체조사결과	양호	양호		양호	양호		
	받침물탈결과	균열(0.5)	균열(0.1)		균열(0.1)	양호		
P4	설치현황	↓	↕	↓	↕	↓		POT (5개소)
	본체조사결과	양호	양호	양호	양호	양호		
	받침물탈결과	양호	양호	양호	균열(0.1)	양호		
P5	설치현황				↕	↓	↕	POT (3개소)
	본체조사결과				양호	양호	양호	
	받침물탈결과				균열(0.1)	씰링변형	균열(4.0)	

■ 교좌장치 연단거리 측정

	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 지간길이 100m 이하일 경우 $S = 20 + 0.5L$ ▶ 지간길이 100m 이상일 경우 $S = 30 + 0.4L$ <p style="margin-left: 20px;">여기서 , S : 교좌연단거리(cm) L : 지간길이(m)</p>
연 단 거 리	연단거리 시방기준

1. 본선구간 연단거리 측정결과(단위 : cm)

위 치		상행선			하행선			
		Sh.1	Sh.2	Sh.3	Sh.1	Sh.2	Sh.3	
A1	설계치	41	41		41	41		
	실측치	56	62		61	60		
P1	설계치	24	24		24	24		
	실측치	25	29		28	31		
P2	설계치	24	24		24	24		
	실측치	27	30		28	27		
P3	설계치	10	10	10	10	10	10	
	실측치	22	25	40	24	27	39	
P4	설계치	26	26		26	26		
	실측치	43	42		43	42.5		
P5	설계치	26	26		26	26		
	실측치	41	40		46.5	44.5		
P6	설계치	26	26		26	26		
	실측치	43	45		45.5	47		
P7	설계치	26	26		26	26		
	실측치	42.5	43.5		48	50		
P8	설계치	26	26		26	26		
	실측치	34.5	41.5		41	45		
P9	설계치	26	26		26	26		
	실측치	40	44.5		43	43		
P10	설계치	26	26		26	26		
	실측치	42	45		45	44		
P11	설계치	26	26		26	26		
	실측치	43	44		44	43		
P12	설계치	26	26		26	26		
	실측치	40	43.5		45	45		
P13	설계치	26	26		26	26		
	실측치	44	41		40	42		
P14	설계치	26	26	26	26	26	26	
	실측치	24	24.5	43	30	28	45	

2. A,D-RAMP구간 연단거리 측정결과(단위 : cm)

위 치		A-RAMP			D-RAMP			
		Sh.1	Sh.2	Sh.3	Sh.1	Sh.2	Sh.3	
A1	설계치	52	52		52	52		
	실측치	70	69		60	67		
P1	설계치	37	37		37	37		
	실측치	48	49		55	55		
P2	설계치	37	37		37	37		
	실측치	55.5	57		56	60		
P3	설계치	37	37		37	37		
	실측치	56	58		52	55		
P4	설계치	37	37		37	37		
	실측치	56	57		50	55		
P5	설계치	46	46	46	46	46	46	
	실측치	30	42	18	48	72	28	

3. B,C-RAMP구간 연단거리 측정결과(단위 : cm)

위 치		B-RAMP			C-RAMP			
		Sh.1	Sh.2	Sh.3	Sh.1	Sh.2	Sh.3	
A1	설계치	52	52		52	52		
	실측치	69	70		69	72		
P1	설계치	37	37		37	37		
	실측치	55	56		52	54.5		
P2	설계치	37	37		37	37		
	실측치	55.5	53		54	53.5		
P3	설계치	37	37		37	37		
	실측치	53	52.5		52	54		
P4	설계치	46	46	46	46	46	46	
	실측치	56	57		50	55		

▶ 받침장치 연단거리 측정결과

강재받침의 규정에 의거 연단거리를 실측한결과 시방서의 규정치를 전체적으로 만족하고 있는 양호한 상태였다.

■ 교좌장치 가동량 검토결과

가동받침은 상부구조의 온도변화, 처짐, 콘크리트의 크리프 및 건조수축, 프리스트레싱에 의한 부재의 탄성변형 등에 의해 발생하는 이동량에 대해서 여유 있는 구조로 한다.

(1) 가동받침의 이동량(계산 이동량) 산정

$$\Delta I = \Delta I_t + \Delta I_s + \Delta I_c + \Delta I_r$$

여기서, ΔI : 계산 이동량

ΔI_t : 온도변화에 의한 이동량

ΔI_s : 콘크리트의 건조수축에 의한 이동량

ΔI_c : 콘크리트의 크리프에 의한 이동량

ΔI_r : 활하중에 의한 보의 처짐에 의한 이동량

① 온도 변화에 의한 이동량

$$\Delta I_t = \Delta T \cdot \alpha \cdot l$$

여기서, ΔT : 온도 변화

α : 선팽창 계수 (도로교시방서 참조, 검토시 1.0×10^{-5} 적용)

l : 교량 순연장

< 가동받침의 이동량 산정시 온도변화 및 선팽창계수 >

교량종류	온도변화		선팽창계수 (/ °C)
	보통 지방	한냉한 지방	
PSC교, RC교	- 5°C ~ +35°C	-15°C ~ +35°C	1.0×10^{-5}
강교(상로교)	-10°C ~ +40°C	-20°C ~ +40°C	1.2×10^{-5}
강교(하로교 및 강바닥판교)	-10°C ~ +50°C	-20°C ~ +40°C	1.2×10^{-5}

< 건조수축, 크리프의 저감계수 (β) >

콘크리트의 재령(월)	0.25	0.5	1	3	6	12	24
건조수축, 크리프의 저감계수(β)	0.8	0.7	0.6	0.4	0.3	0.2	0.1

< 복정고가교 설계 가동량 결과 >

구분	위 치	설 계 가 동 량
본선	A1	$23 \times (1.0 \times 10^{-5}) \times 70.0 = 16.1\text{m}$
	P1	$23 \times (1.0 \times 10^{-5}) \times 35 = 8.0\text{mm}$
	P2	고정단
	P3 (A1방향)	$23 \times (1.0 \times 10^{-5}) \times 40 = 9.2\text{mm}$
	P3 (A2방향)	$23 \times (1.0 \times 10^{-5}) \times 250 = 57.5\text{mm}$
	P4	$23 \times (1.0 \times 10^{-5}) \times 210 = 48.3\text{mm}$
	P5	$23 \times (1.0 \times 10^{-5}) \times 170 = 39.1\text{mm}$
	P6	$23 \times (1.0 \times 10^{-5}) \times 120 = 27.6\text{mm}$
	P7	$23 \times (1.0 \times 10^{-5}) \times 80 = 18.4\text{mm}$
	P8	$23 \times (1.0 \times 10^{-5}) \times 40 = 9.2\text{mm}$
	P9	고정단
	P10	$23 \times (1.0 \times 10^{-5}) \times 35 = 8.0\text{mm}$
	P11	$23 \times (1.0 \times 10^{-5}) \times 70 = 16.1\text{mm}$
	P12	$23 \times (1.0 \times 10^{-5}) \times 110 = 25.3\text{mm}$
P13	$23 \times (1.0 \times 10^{-5}) \times 150 = 34.5\text{mm}$	
P14	$23 \times (1.0 \times 10^{-5}) \times 190 = 43.7\text{mm}$	

▶ 측정당일 기온인 23℃를 적용하였음.

< 복정고가교 실측에 의한 가동량 측정결과 >

구 분		상행선			하행선			비고
		Sh.1	Sh.2	Sh.3	Sh.1	Sh.2	Sh.3	
A1	설치현황	↕	↓		↓	↕		POT (4개소)
	설계 가동량	16.1	16.1		16.1	16.1		
	실측 가동량	14.5	15.3		15.2	15.3		
P1	설치현황	↕	↓		↓	↕		POT (4개소)
	설계 가동량	8.0	8.0		8.0	8.0		
	실측 가동량	7.5	7.3		7.4	7.2		
P2	설치현황	↔	●		●	↔		POT (4개소)
	설계 가동량	-	-		-	-		
	실측 가동량							
P3 (A1방향)	설치현황	↓			↓			POT (2개소)
	설계 가동량	9.2	9.2		9.2	9.2		
	실측 가동량	8.4	8.3		8.5	8.3		
P3 (A2방향)	설치현황	↕	↓		↕	↓		POT (4개소)
	설계 가동량	57.5	57.5		57.5	57.5		
	실측 가동량	43.1	42.0		42.6	43.6		
P4	설치현황	↕	↓		↓	↕		POT (4개소)
	설계 가동량	48.3	48.3		48.3	48.3		
	실측 가동량	39.3	37.2		37.9	38.3		
P5	설치현황	↕	↓		↓	↕		POT (4개소)
	설계 가동량	39.1	39.1		39.1	39.1		
	실측 가동량	29.5	30.5		30.5	34.2		
P6	설치현황	↕	↓		↓	↕		POT (4개소)
	설계 가동량	27.6	27.6		27.6	27.6		
	실측 가동량	22.0	21.3		23.2	21.4		
P7	설치현황	↕	↓		↓	↕		POT (4개소)
	설계 가동량	18.4	18.4		18.4	18.4		
	실측 가동량	13.4	15.2		15.7	14.8		
P8	설치현황	↕	↓		↓	↕		POT (4개소)
	설계 가동량	9.2	9.2		9.2	9.2		
	실측 가동량	7.3	7.1		6.8	6.7		
P9	설치현황	↔	●		●	↔		POT (4개소)
	설계 가동량	-	-		-	-		
	실측 가동량							
P10	설치현황	↕	↓		↓	↕		POT (4개소)
	설계 가동량	8.0	8.0		8.0	8.0		
	실측 가동량	6.4	6.3		6.2	6.5		
P11	설치현황	↕	↓		↓	↕		POT (4개소)
	설계 가동량	16.1	16.1		16.1	16.1		
	실측 가동량	13.2	14.5		13.4	13.6		
P12	설치현황	↕	↓		↓	↕		POT (4개소)
	설계 가동량	25.3	25.3		25.3	25.3		
	실측 가동량	19.4	18.9		21.0	20.7		
P13	설치현황	↕	↓		↓	↕		POT (4개소)
	설계 가동량	34.5	34.5		34.5	34.5		
	실측 가동량	30.3	29.4		28.5	29.4		
P14 (A1방향)	설치현황	↕	↓		↓	↕		POT (4개소)
	설계 가동량	43.7	43.7		43.7	43.7		
	실측 가동량	35.7	38.2		40.1	39.4		
P14 (A2방향)	설치현황	↓			↓			POT (2개소)
	설계 가동량	43.7			43.7			
	실측 가동량	28.3			29.2			





▶ 눈금자가 있는 곳은 눈금자를 확인하였으며, 없는 곳은 슬라이딩판의 가동상태를 측정함.

2.9 교대/교각

1) 교대, 교각은 구조재의 단면이 커서 수화열에 의해 발생된 초기 건조수축이 공용기간 동안 상부하중의 작용에 의해 일부 균열이 진전된 것으로 조사되어 수지주입에 의한 보수가 요구되는 상태이다.

◀표 2.34▶ 교대/교각(본선) 외관조사 결과

구 분	위 치	결함 및 손상내용	등급	발생 원인 추정
본 선 교대/교각	P4(상행)	▪콘크리트파손(0.15㎡)	C	균열(건조수축) 재료분리, 파손 (열화) 철근노출 (피복부족)
	P4(하행)	▪콘크리트박락(0.01㎡)		
	P5(하행)	▪콘크리트파손(0.15㎡)		
		▪콘크리트파손(0.02㎡)		
		▪콘크리트파손(0.0625㎡)		
		▪콘크리트탈락(0.045㎡)		
		▪콘크리트파손(0.08㎡)		
	P7(하행)	▪콘크리트탈락(0.24㎡)		
		▪콘크리트탈락(0.42㎡)		
		▪배수관길이부족(1개소)		
	P8(상행)	▪콘크리트파손(0.21㎡)		
	P9(상행)	▪콘크리트파손(0.04㎡)		
	P9(하행)	▪재료분리(0.3㎡)		
	P11(하행)	▪균열(0.3/1.0m)		
▪재료분리(0.04㎡)				
P12(하행)	▪균열(0.3/1.0m)			
	▪콘크리트파손(0.04㎡)			
P13(상행)	▪균열(0.3/0.5m)			
	▪균열(0.3/0.8m))			
A2교대(상행)	▪콘크리트파손(0.06㎡)			
	▪콘크리트탈락(0.02㎡)			
	▪균열(0.3/0.8m)			
	▪철근노출(0.005㎡)			

	
P9(상행) 재료분리	P10(하행) 균열
	
P12(하행) 균열	P14(상행) 균열

◀표 2.35▶ 교대/교각(A-RAMP) 외관조사 결과

구 분	위 치	결함 및 손상내용	등급	발생 원인 추정
A-RAMP 교대/교각	P4	<ul style="list-style-type: none"> ▪균열(0.3/2.0m) ▪콘크리트탈락(0.18㎡) 	B	균열(건조수축) 탈락 (외부충격)

◀표 2.36▶ 교대/교각(B-RAMP) 외관조사 결과

구 분	위 치	결함 및 손상내용	등급	발생 원인 추정
B-RAMP 교대/교각	P1	<ul style="list-style-type: none"> ▪콘크리트탈락(0.05㎡) 	B	탈락(열화)

◀표 2.37▶ 교대/교각(C-RAMP) 외관조사 결과

구 분	위 치	결함 및 손상내용	등급	발생 원인 추정
C-RAMP 교대/교각	P3 P4	<ul style="list-style-type: none"> ▪재료분리(1.0㎡) ▪균열(0.3~0.5/5.0m) 	B	균열(건조수축)

◀표 2.38▶ 교대/교각(D-RAMP) 외관조사 결과

구 분	위 치	결함 및 손상내용	등급	발생 원인 추정
D-RAMP 교대/교각	P1 P5	<ul style="list-style-type: none"> ▪균열(0.4/1.0m) ▪균열(0.3/1.1m) ▪균열(0.3/1.1m) 	B	균열(건조수축)

2.5 외관조사 결과 요약

본 복정고가교에 대한 부재별, 손상별 외관조사 결과를 요약 정리하면 다음 ◀표 2.39▶과 같다.

◀표 2.39▶ 복정고가교 외관조사 결과 요약

부재명	주요 손상 내용	손상원인	보수필요여부
교면포장	▪미끄럼방지턱 파손	▪차량충격	불필요
난간및연석	▪균열(0.3mm이상,6개소) ▪덮개 미설치 ▪철근노출 ▪콘크리트 박락	▪건조수축 ▪시공불량 ▪피복부족 ▪콘크리트 열화	필요
신축이음장치	▪후타재 균열 ▪토사 퇴적	▪건조수축 ▪토사 퇴적	불필요 필요(청소)
배수구	▪막힘(1개소)	▪토사 퇴적	필요 (청소)
바닥판하면	▪균열(0.3mm이상) ▪재료분리 ▪철근노출	▪건조수축 ▪다짐미흡 ▪피복부족	필요
PSC박스	▪철근노출 ▪보수부 들뜸 ▪콘크리트 박락, 들뜸 ▪재료분리	▪피복부족 ▪시공불량 ▪공용기간동안 열화 ▪다짐미흡	필요
교좌장치	▪받침콘크리트 균열 ▪받침콘크리트 파손, 탈락 ▪실링재 변형	▪건조수축, 차량하중 ▪공용기간동안 열화 ▪구조물 거동	필요 필요 주의관찰
교대 및 교각	▪수직균열 ▪재료분리, 철근노출 ▪파손, 박락	▪건조수축 ▪다짐미흡, 피복부족 ▪콘크리트 열화	필요

제 3 장. 비파괴시험

3.1 개 요

3.2 비파괴강도 조사

3.3 철근상태 조사

3.4 균열깊이 측정

3.5 중성화시험

3.6 내구성시험 결과분석

제 3 장. 비파괴시험

3.1 개요

3.1.1 목 적

본 복정고가교에 실시한 비파괴시험은 콘크리트 비파괴 시험과 강재 비파괴시험으로 구분하여 실시하였으며, 콘크리트에 대한 비파괴시험은 반발강도에 의한 강도조사, RC-Radar에 의한 철근간격과 피복두께조사, 균열깊이측정, 중성화시험을 수행하였다.

3.1.2 비파괴시험 실시현황

본 복정고가교의 비파괴시험은 강도조사, 철근배근 및 피복조사, 균열깊이측정, 중성화시험을 실시하였으며 다음 ◀표 3.1▶과 같다.

◀표 3.1▶ 비파괴시험 실시현황

위 치	총수량	강도조사 (슈미트햄머)	철근상태조사 (RC-Radar)	균열깊이조사 (PUNDIT)	중성화시험
본 선	49	32	10	2	5
A,D-RAMP	13	6	4	1	2
B,C-RAMP	13	6	4	1	2

3.2 비파괴강도 조사

3.2.1 목 적

복정고가교의 비파괴강도시험은 슈미트햄머(Schmidt Hammer)를 활용하여 실시하였다. 강도측정을 통해 구조물의 설계기준강도와 비교하여 강도변화추이를 평가하였으며, 구조물에 강도측정 부위를 분필로 표기하여 추후 점검시 동일 부재에 측정하여 강도변화를 평가하도록 하였다.

3.2.2 강도 조사방법

이 검사법은 콘크리트의 표면 경도를 측정하여, 이 측정치로부터 콘크리트의 압축강도를 비파괴로 판정하는 방법이다. 반발경도법은 타격법 중 하나의 방법이며, 콘크리트의 표면을 해머로 타격하여 표면의 손상정도나 반발경도를 측정한다.

특히, 반발경도를 구하는 방법으로는 슈미트 해머(Schmidt hammer)법이 가장 널리 사용된다. 슈미트 해머로 경화된 콘크리트 표면을 타격시, 반발도(R)와 콘크리트의 압축강도(F'_c)와의 사이에 특정한 상관관계가 있다는 실험적 경험을 기초로 한다. 타격시 해머내의 중추 반동량을 반발도로 표시하며, 이 반발도(R)의 크기에 따라 콘크리트의 압축강도를 추정한다. 콘크리트와 같은 불균질한 재료는 슈미트 해머로 표면에서 국부적 타격을 하는 경우에 반발도(R)는 타격면에 존재하는 골재의 유무, 표면요철, 먼지, 습윤 상태 등에 따라 차이가 난다.

그러나 간편하고 신속한 강도의 추정과 구조물 전체에 대한 강도 측정이 가능하며 국제적으로 표준화된 이점이 있다.

▣ 반발경도(R)

측정위치는 구조요소별로 선정하고 측정면과 평탄한 면을 선정하고 미장 모르터나 도장이 되어있으면 제거하고 연마석을 사용하여 평탄하게 한다. 측정면에 부착된 요철이나 부착물 등을 제거하고 측정면내의 공보, 공극, 자갈이 노출된 부위는 제외한다.

측정위치에 대하여 각 개소의 타격점은 20점을 표준으로 한다. 타격점 상호간의 간격은 3cm를 표준으로 하며, 종으로 5열, 횡으로 4열의 선을 그어 직교되는 20점을 타격하여 반발경도 값의 산술 평균값(R_m)을 구한다. 산술 평균값에 대해서 $\pm 20\%$ 이상이 되는 값, ASTM, RILEM Recommendation에서는 평균값 $R_m \pm 7$ 의 범위를 벗어나는 값들은 제외시키고 나머지 값들을 다시 산술 평균하여 반발경도 R을 결정한다.

▣ 압축강도의 추정

반발경도법에 의한 콘크리트 강도의 평가에서 콘크리트의 강도와 반발경도의 측정치와의 이론적인 관계는 없으며 대상 콘크리트로부터 측정된 반발경도와 압축강도와의 상관관계에 의하여 작성된 추정식을 사용하여 강도를 평가할 수 있다. 추정식을 작성하지 못한 경우 반발경도로부터 압축강도(f_c)를 추정하는 식은 여러가지가 제안되어 있으며 일반적으로 국내에서 널리 사용되고 있는 추정식은 아래와 같이 일본재료학회와 동경도 시험소 그리고 건축학회에서 제안된 식이다.

- 일본재료학회 제안식

$$f_c = 13R_o - 184 \text{ (Kgf/cm}^2\text{)} \quad \text{----- (식 3.1)}$$

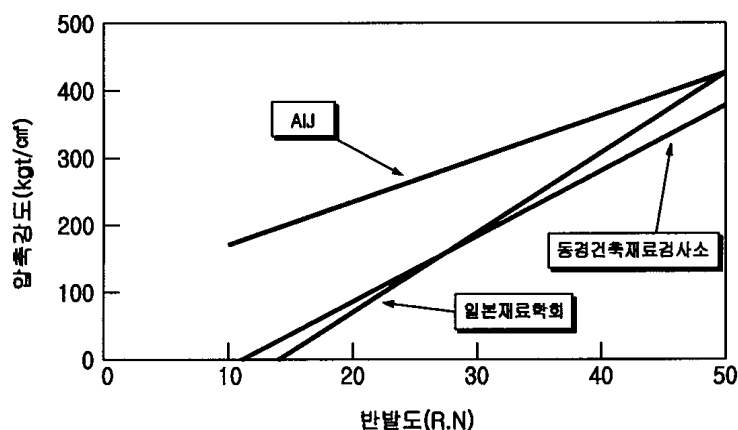
- 동경도 건축재료 시험소 제안식

$$f_c = 10R_o - 110 \text{ (Kgf/cm}^2\text{)} \quad \text{----- (식 3.2)}$$

- 일본건축학회 메뉴얼

$$f_c = 7.3R_o + 100 \text{ (Kgf/cm}^2\text{)} \quad \text{----- (식 3.3)}$$

앞의 제안식을 도표로 비교하면 ◀그림 3.1▶과 같다. 본 과업에서는 이 중에서 일반적으로 국내에서 많이 사용되고 있는 일본 재료학회식과 동경 건축재료 시험소식을 사용하여 설계추정강도와 비교하였다. 두 가지의 식이 반발값 40이상에서는 강도가 46kg/cm² 정도의 차이가 나기 때문에 추정압축강도 평가시는 두가지 식의 강도값을 평균하여 사용하였다.



◀그림 3.1▶ 압축강도추정식의 비교곡선

■ 반발경도의 보정(R₀)

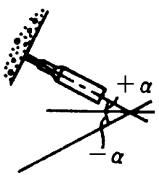
① 타격방향에 따른 반발경도의 보정

수평방향의 타격에 의한 측정치가 안정된 값을 나타내지만 타격방향이 다른 경우에는 반발치를 보정해 주어야 한다. 하향의 타격(-90°)의 경우에는 내부의 해머충량에 의해서 실제보다 반동량이 작아지므로 +값으로 수정해 주고, 상향의 타격(+90°)의 경우에는 반대 현상에 의해서 -값으로 수정해 주어야 한다. 타격방향에 따른 보정 계수는 ◀그림 3.2▶과 같다.

$$R_0 = R + \Delta R \quad \text{----- (식 3.4)}$$

여기서, R = 산술평균 반발 경도

ΔR = 타격방향에 따른 보정치

Rebound value R _a	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	

◀그림 3.2▶ 타격각도에 따른 반발경도 보정치

② 재령에 따른 보정

수년이 경과한 콘크리트 구조물은 표면강도가 높기 때문에 (식 3.5)와 같이 재령 28 일 강도 (F'28)를 추정하기 위하여서는 재령계수를 사용하여 보정한다.

콘크리트의 재령에 따른 보정계수 α는 ◀표 3.4▶과 같으며 3,000일 이상의 재령에 대해서는 0.63을 적용한다.

$$F'_{28} = \alpha \cdot F_c \quad \text{----- (식 3.5)}$$

◀표 3.2▶ 재령보정계수 α 의 값

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

③ 반발경도에 영향을 미치는 요인

이 밖에도 반발경도에 영향을 미치는 요인으로는 콘크리트의 표면 상태와 측정 대상 콘크리트의 크기 및 형태, 함수량, 굵은 골재의 크기, 온도, 콘크리트의 탄산화 등에 따라 반발경도에 영향을 주는 것으로 연구 결과 나타났다.

■ 강도 조사방법

- ▶ 슈미트햄머를 이용한 반발경도법을 활용하여 강도를 측정하였으며, 가로·세로 3cm 간격으로 20칸을 분필로 부재에 표시에 강도를 측정하였다.
- ▶ 콘크리트의 재령계수는 공용기간(준공 : 1994년) 9년을 감안해 0.63을 적용하였다.



강도시험 장비

◀사진 3.1▶ 반발경도법(Concrete Test Hammer)

▶ 강도시험 부재별 조사결과

◀표 3.3▶ 복정고가교 강도조사 결과(계속)

NO	측정 위치	평균 반발 경도	타격 각도	반 발 경 도 법			강도 최종 판정	평가
				일본재료	동경재료	스위스		
1	본선상행교대(A1)	45	0°	248.5	211.1	270.9	243	O.K
2	본선상행교각(P1)	45	0°	252.2	213.9	270.9	246	O.K
3	본선상행교각(P5)	45	0°	251.8	213.6	270.9	245	O.K
4	본선상행교각(P10)	45	0°	253.4	214.8	270.9	246	O.K
5	본선상행교각(P14)	45	0°	255.5	216.4	270.9	248	O.K
6	본선상행교각(P19)	45	0°	253.9	215.1	270.9	247	O.K
7	본선상행교각(P23)	46	0°	258.0	218.3	283.5	253	O.K
8	본선상행교각(P26)	46	0°	260.0	219.9	283.5	254	O.K
9	본선상행바닥판하면(S1)	70	90°	459.4	373.3	-	416	O.K
10	본선상행바닥판하면(S4)	72	90°	270.5	381.8	-	426	O.K
11	본선상행바닥판하면(S10)	69	90°	452.4	367.9	-	410	O.K

◀표 3.3▶ 복정고가교 강도조사 결과(계속)

NO	측정 위치	평균 반발 경도	타격 각도	반 발 경 도 법			강도 최종 판정	평가
				일본재료	동경재료	스위스		
12	본선상행바닥판하면(S12)	70	90°	455.5	370.2	-	413	O.K
13	본선상행바닥판하면(S17)	70	90°	459.0	372.9	-	416	O.K
14	본선상행바닥판하면(S20)	69	90°	447.5	364.1	-	406	O.K
15	본선상행바닥판하면(S22)	69	90°	447.6	364.2	-	406	O.K
16	본선상행바닥판하면(S26)	70	90°	460.8	374.3	-	418	O.K
17	본선하행교각(P1)	47	0°	265.7	224.3	293.0	261	O.K
18	본선하행교각(P5)	46	0°	262.0	221.4	283.5	256	O.K
19	본선하행교각(P9)	46	0°	264.5	223.3	283.5	257	O.K
20	본선하행교각(P11)	47	0°	265.3	224.0	293.0	261	O.K
21	본선하행교각(P16)	46	0°	263.7	222.7	283.5	257	O.K
22	본선하행교각(P19)	47	0°	270.6	228.1	293.0	264	O.K
23	본선하행교각(P22)	46	0°	260.4	220.2	283.5	255	O.K
24	본선하행교각(P25)	47	0°	267.4	225.56	293.0	262	O.K
25	본선하행바닥판하면(S1)	69	90°	447.4	364.0	-	406	O.K
26	본선상행바닥판하면(S5)	69	90°	446.3	363.2	-	405	O.K
27	본선상행바닥판하면(S7)	67	90°	453.6	355.0	-	395	O.K
28	본선상행바닥판하면(S11)	70	90°	461.2	374.6	-	418	O.K
29	본선상행바닥판하면(S14)	70	90°	458.0	372.1	-	415	O.K
30	본선상행바닥판하면(S17)	69	90°	449.3	365.5	-	407	O.K
31	본선상행바닥판하면(S21)	71	90°	461.6	375.0	-	418	O.K
32	본선상행바닥판하면(S25)	70	90°	458.2	372.3	-	415	O.K
33	A-RAMP 교각(P1)	47	0°	267.8	225.9	293.0	262	O.K

◀표 3.3▶ 복정고가교 강도조사 결과

NO	측정 위치	평균 반발 경도	타격 각도	반 발 경 도 법			강도 최종 판정	평가
				일본재료	동경재료	스위스		
34	A-RAMP 교각(P4)	46	0°	263.3	222.4	283.5	256	O.K
35	A-RAMP 바닥판하면(S1)	73	90°	485.0	393.0	-	439	O.K
36	B-RAMP 교각(P2)	45	0°	253.4	214.8	270.9	246	O.K
37	B-RAMP 교각(P3)	47	0°	267.0	225.2	293.0	262	O.K
38	B-RAMP 바닥판하면(S3)	75	90°	495.2	400.8	-	448	O.K
39	C-RAMP 교각(P1)	46	0°	263.3	222.4	283.5	256	O.K
40	C-RAMP 교각(P3)	46	0°	256.7	217.4	283.5	253	O.K
41	C-RAMP 바닥판하면(S1)	74	90°	486.3	394.0	-	440	O.K
42	D-RAMP 교각(P2)	46	0°	259.6	219.6	283.5	254	O.K
43	D-RAMP 교각(P4)	45	0°	255.1	216.1	270.9	247	O.K
44	D-RAMP 바닥판하면(S2)	70	90°	459.4	373.3	-	416	O.K

3.2.4 비파괴강도 조사결과

- ▶ 슬래브, 교대 및 교각의 강도평가는 점검통로와 고소작업차를 이용하여 평가하였고 평가결과는 슬래브는 395 ~ 448kgf/cm², 교대 및 교각은 243 ~ 262kgf/cm²로 고르게 강도가 분포하고 있는 것으로, 전반적으로 설계기준강도 (400, 240kgf/cm²)를 상회하고 있는 양호한 상태였다.

위 치	강도 시험 결과(kgf/cm ²)				평가
	시험부위	시험결과(A)	설계기준(B)	(A/B)×100(%)	
본 선	슬래브	395 ~ 426	400	98 ~ 106	양호
	교대/교각	243 ~ 261	240	101 ~ 108	
A,D- RAMP	슬래브	416 ~ 439	400	104 ~ 109	양호
	교대/교각	247 ~ 262	240	102 ~ 109	
B,C- RAMP	슬래브	440 ~ 448	400	110 ~ 112	양호
	교대/교각	246 ~ 262	240	102 ~ 109	

3.3 철근상태 조사

3.3.1 목 적

복정고가교의 철근상태조사는 철근탐지기(RC-Radar)를 활용하여 실시하였다. 철근상태 조사를 통해 철근배근간격과 피복두께를 조사하였으며, 설계도면과 비교평가를 통해 구조적인 이상유무를 판별하는데 사용하였다. 각 측정부위를 부재에 분필로 표기하여 추후 점검에서도 동일 부재를 측정하여 철근상태에 대한 세밀한 평가를 할 수 있도록 하였다.

3.3.3 철근상태 조사방법

철근배근상태 조사는 점검대상 시설물의 시공상태 및 구조적인 안전성을 검토하기 위한 기초자료를 제공함에 그 목적이 있다.

철근탐사는 기본적으로 배근된 철근의 직경 및 위치, 철근의 간격, 피복두께 등에 대하여 조사하였으며, 준공도면과 비교평가를 실시하였다. 복정고가교의 주요 부재에 대한 철근배근상태 조사는 구조적으로 중요한 곳을 중심으로 선별적으로 선택하여 수행되었다. 본 과업에서 사용된 철근배근상태 조사장비는 RC-Radar(JEJ-60B, Japan)를 사용하였으며, 그 구체적인 제원과 원리, 사용방법은 다음과 같다.

1. 사 양

1) 구성품

JEJ-60B의 표준구성품은 ◀표 3.4▶과 같다.

◀표 3.4▶ 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	퓨 즈	-	2	-
	취급설명서	-	1	-
품	부속품수납상자	-	1	안테나 보관기능

JEJ-60B의 Option품목은 ◀표 3.5▶과 같다.

◀표 3.5▶ Option 품목

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

2) 주요성능

◀표 3.6▶ JEJ-60B의 주요성능

측정방식	레이더 방식(화면모니터방식)
측 정 물	철근, 영화비닐관, 공동
피복두께(측정심도)	0.5 ~ 20cm(철근직경 6mm Φ 이상)
심도스케일	cm정보표시(특허 제2028226호) 및 기산(ns)표시
피치(수직수평분해능)	60mm이상 수평면, 수직면
측정거리	최대 5m
디스플레이	256×128 DOT, 5×10화면(1화면은 50cm로 10화면분)
화상처리	2조 흑백, 백라이트 부착
제어기능	표면파처리(특허 제2096816호), 피크처리 안테나로 측정 ON/OFF, 커서로 X·Y좌표 표시
메모리용량	10화면의 데이터보관, 판독가능
안 테 나	0.4m/sec이하, 속도알람기능
외부메모리	데이터레코더 접속가능
기 타	시계내장, 배터리 알람, 안테나속도
치수·중량	본 체 : 225(폭)×173(높이)×300(길이)mm, 6.7kg 안테나 : 125(폭)×130(높이)×200(길이)mm, 1.1kg

2. RC-Radar 측정방법

전자파를 콘크리트 내부에 방사해 그 전자파가 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 pulse 폭이 극히 짧은 약 1ns(1/10억)의 pulse를 사용한다.

콘크리트 중의 전자파의 속도(V)는 식 (3.7)과 같다

$$V = \frac{C}{\sqrt{\epsilon_Y}} \text{ (m/s)} \dots\dots\dots (3.7)$$

여기서, C : 전자파의 속도(3×10^8 m/s)
 ϵ_Y : 콘크리트의 비유전율

◀표 3.7▶ 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 식 (3.8)와 같다.

$$D = \frac{1}{2} VT \text{ (m)} \dots\dots\dots (3.8)$$

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

3.3.4 철근상태 조사결과

- ▶ 슬래브, 교대 및 교각의 각 부재별로 실시한 철근배근상태 조사결과 배근간격과 실측피복은 준공도면과 동일한 것으로 조사되었다.



◀사진 3.2▶ 철근상태조사(RC-Radar)

- ▶ 철근상태조사 부재별 조사결과

◀표 3.8▶ 복정고가교 철근상태조사 결과(계속)

NO	측 정 위 치		설 계상태(mm)	시 공상태(mm)	평 가
1	본선 바닥판하면 (S3)	주 철 근	철근간격 : - @	철근간격 : @ 165	양호
			피복두께 : mm	피복두께 : 47 mm	양호
		배력철근	철근간격 : - @	철근간격 : @ 235	양호
			피복두께 : mm	피복두께 : 48 mm	양호
2	본선 바닥판하면 (S7)	주 철 근	철근간격 : - @	철근간격 : @ 155	양호
			피복두께 : mm	피복두께 : 47 mm	양호
		배력철근	철근간격 : - @	철근간격 : @ 245	양호
			피복두께 : mm	피복두께 : 49 mm	양호
3	본선 교각 (P1)	주 철 근	철근간격 : - @	철근간격 : @ 145	양호
			피복두께 : mm	피복두께 : 104 mm	양호
		배력철근	철근간격 : - @	철근간격 : @ 253	양호
			피복두께 : mm	피복두께 : 96 mm	양호
4	본선 교각 (P3)	주 철 근	철근간격 : - @	철근간격 : @ 158	양호
			피복두께 : mm	피복두께 : 101 mm	양호
		배력철근	철근간격 : - @	철근간격 : @ 253	양호
			피복두께 : mm	피복두께 : 98 mm	양호

◀ 표 3.8 ▶ 복정고가교 철근상태조사 결과(계속)

NO	측 정 위 치		설계상태(mm)	시공상태(mm)	평가
5	본선 교각 (P8)	주 철 근	철근간격 : - @ 피복두께 : mm	철근간격 : @ 175 피복두께 : 101 mm	양호 양호
		배력철근	철근간격 : - @ 피복두께 : mm	철근간격 : @ 264 피복두께 : 98 mm	양호 양호
	본선 교각 (P12)	주 철 근	철근간격 : - @ 피복두께 : mm	철근간격 : @ 167 피복두께 : 102 mm	양호 양호
		배력철근	철근간격 : - @ 피복두께 : mm	철근간격 : @ 245 피복두께 : 98 mm	양호 양호
7	본선 교각 (P14)	주 철 근	철근간격 : - @ 피복두께 : mm	철근간격 : @ 186 피복두께 : 97 mm	양호 양호
		배력철근	철근간격 : - @ 피복두께 : mm	철근간격 : @ 246 피복두께 : 101 mm	양호 양호
	본선 PSC박스 (S3-우측)	주 철 근	철근간격 : - @ 피복두께 : mm	철근간격 : @ 148 피복두께 : 95 mm	양호 양호
		배력철근	철근간격 : - @ 피복두께 : mm	철근간격 : @ 245 피복두께 : 96 mm	양호 양호
9	본선 PSC박스 (S7-좌측)	주 철 근	철근간격 : - @ 피복두께 : mm	철근간격 : @ 167 피복두께 : 97 mm	양호 양호
		배력철근	철근간격 : - @ 피복두께 : mm	철근간격 : @ 285 피복두께 : 96 mm	양호 양호
	본선 PSC박스 (S10-우측)	주 철 근	철근간격 : - @ 피복두께 : mm	철근간격 : @ 169 피복두께 : 95 mm	양호 양호
		배력철근	철근간격 : - @ 피복두께 : mm	철근간격 : @ 275 피복두께 : 96 mm	양호 양호
11	A-RAMP 바닥판하면 (S2)	주 철 근	철근간격 : - @ 피복두께 : mm	철근간격 : @ 165 피복두께 : 53 mm	양호 양호
		배력철근	철근간격 : - @ 피복두께 : mm	철근간격 : @ 287 피복두께 : 55 mm	양호 양호
	A-RAMP 교각 (P3)	주 철 근	철근간격 : - @ 피복두께 : mm	철근간격 : @ 153 피복두께 : 98 mm	양호 양호
		배력철근	철근간격 : - @ 피복두께 : mm	철근간격 : @ 264 피복두께 : 101 mm	양호 양호
13	B-RAMP 바닥판하면 (S3)	주 철 근	철근간격 : - @ 피복두께 : mm	철근간격 : @ 169 피복두께 : 45 mm	양호 양호
		배력철근	철근간격 : - @ 피복두께 : mm	철근간격 : @ 247 피복두께 : 48 mm	양호 양호
	B-RAMP 교각 (P3)	주 철 근	철근간격 : - @ 피복두께 : mm	철근간격 : @ 234 피복두께 : 97 mm	양호 양호
		배력철근	철근간격 : - @ 피복두께 : mm	철근간격 : @ 188 피복두께 : 101 mm	양호 양호
15	C-RAMP 바닥판하면 (S2)	주 철 근	철근간격 : - @ 피복두께 : mm	철근간격 : @ 250 피복두께 : 47 mm	양호 양호
		배력철근	철근간격 : - @ 피복두께 : mm	철근간격 : @ 244 피복두께 : 51 mm	양호 양호

◀ 표 3.8 ▶ 복정고가교 철근상태조사 결과(계속)

NO	측 정 위 치		설계상태(mm)	시공상태(mm)	평가
16	C-RAMP 교각 (P2)	주 철 근	철근간격 : - @	철근간격 : @ 166	양호
			피복두께 : mm	피복두께 : 98 mm	양호
		배력철근	철근간격 : - @	철근간격 : @ 264	양호
			피복두께 : mm	피복두께 : 100 mm	양호
17	D-RAMP 바닥판하면 (S1)	주 철 근	철근간격 : - @	철근간격 : @ 163	양호
			피복두께 : mm	피복두께 : 48 mm	양호
		배력철근	철근간격 : - @	철근간격 : @ 265	양호
			피복두께 : mm	피복두께 : 49 mm	양호
18	D-RAMP 교각 (P2)	주 철 근	철근간격 : - @	철근간격 : @ 215	양호
			피복두께 : mm	피복두께 : 103 mm	양호
		배력철근	철근간격 : - @	철근간격 : @ 234	양호
			피복두께 : mm	피복두께 : 98 mm	양호

3.4 균열깊이 측정

3.4.1 목 적

균열 심도 조사의 목적을 살펴보면 균열은 균열폭과 균열깊이에 따라 철근을 부식시켜 구조물의 내구성을 저하시키므로, 대상구조물에 발생된 균열이 철근의 피복깊이까지 진전여부를 파악하여 구조물의 안전성을 확보하는데 목적이 있다.

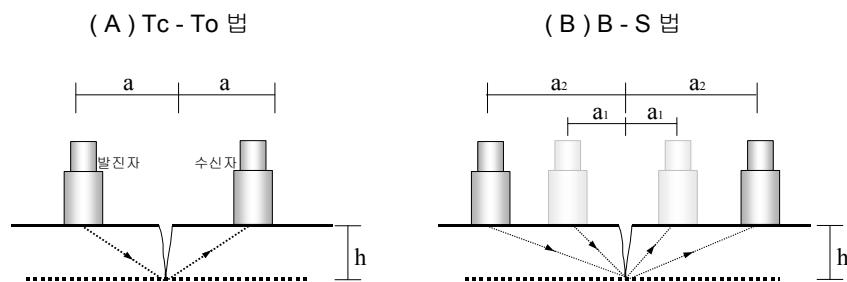
3.4.2 측정방법

본 복정고가교 균열깊이 측정을 위해 사용한 방법은 초음파법으로 초음파법은 검출파와 검출항목에 따라 많은 방법이 있으나, 본 구조물에서는 건전부와 균열부에 대한 초음파의 전파시간을 기초로 균열깊이를 환산하는 T_c-T_0 법을 적용하였다.

$$D = \frac{L}{2} \sqrt{\left(\frac{T_c}{T_0}\right)^2 - 1} \quad \text{----- (3.9)}$$

여기서, T_0 : 균열이 없는 건전부의 초음파 전달시간

T_c : 균열면 주위의 초음파 전달시간



◀그림. 3.3▶ 균열깊이 측정 방법 및 원리

3.4.3 균열깊이 측정결과

- ▶ 교대 및 교각에 대한 균열심도를 알아보기 위해 PUNDIT에 의해 균열깊이를 측정한 결과 전체적으로 피복두께(10cm)에는 미치지 못하고 있는 것으로 조사되었으나 허용균열폭을 초과하고 있어 수지주입에 의한 보수가 요구된다.



균열깊이조사 장비

◀사진 3.3▶ 균열깊이조사(PUNDIT)

▶ 균열깊이 부재별 조사결과

◀표 3.9▶ 복정고가교 균열깊이조사 결과

측 정 위 치		균열폭 (mm)	거리 (mm)	건전부 (T_o)	균열부 (T_c)	균열 심도 (mm)	피복 덮개 (mm)	비 고
복정고가교	본선 P12 코핑부	0.3	50	34.5	50.1	52.6	100	
	본선 A2 교대 구체	0.3	50	36.4	53.2	53.2	100	
	C-RAMP P4	0.5	50	39.1	64.3	65.2	100	
	D-RAMP P4	0.4	50	40.1	63.2	60.9	100	

3.5 중성화시험

3.4.1 목 적

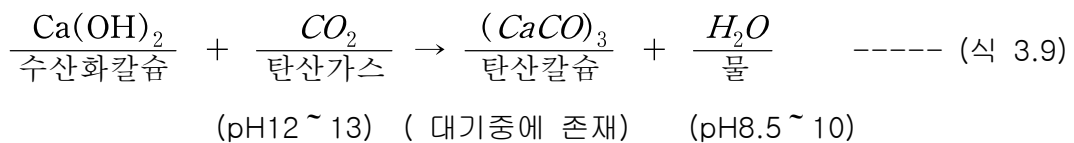
복정고가교의 중성화시험은 페놀프탈레인용액1%를 사용하여 콘크리트의 열화 상태를 측정하였으며, 측정방법은 콘크리트 일부를 파취하여 중성화시약을 표면에 분무한후 캘리퍼스로 중성화 심도를 측정하여 피복두께에 따른 중성화 열화 상태를 평가하였다. 중성화 시험은 측정부위를 부재에 분필로 표기하여 추후 점검에서도 동일 부재를 측정하도록 하였다.

3.4.2 중성화시험 방법

▣ 콘크리트 중성화란?

중성화란 콘크리트가 강알칼리성(pH12-13)에서 대기의 CO₂와 접촉하여 중성화 되어 가는 현상이다. 콘크리트 구조물의 성능저하의 요인으로 동해, 염해, 알칼리 골재반응 등을 볼 수 있으나 이러한 것들은 대체적으로 각각의 지역적인 요인과 재료적 요인에 기인하고 있다. 그러나 콘크리트의 중성화는 일반 환경하에서도 확실하게 진행되기 때문에 철근부식에 따른 가장 기본적이며 중요한 문제이다.

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

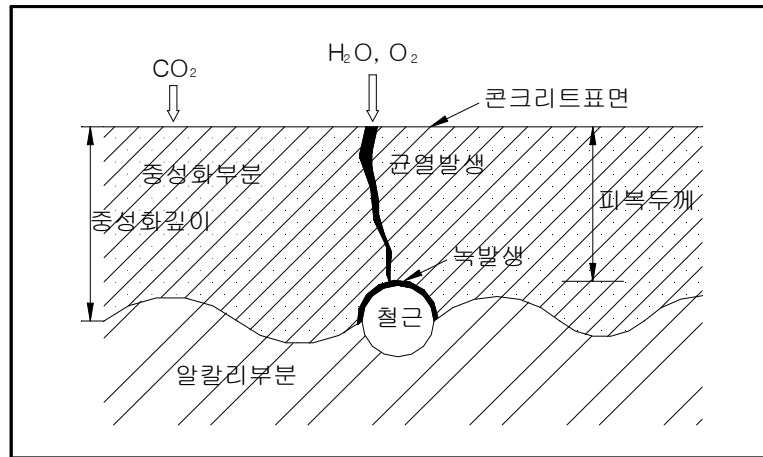


▣ 중성화에 의한 성능저하 특성 및 기준

중성화는 콘크리트 표면에서 내부를 향하여 진행하며 콘크리트는 탄산가스와 반응한 중량만큼 무거워지고 치밀해 진다. 따라서, 중성화에 의해서는 물리적 성능저하 보다는 콘크리트 내부의 철근 부식이 문제가 된다. 콘크리트 내부의 pH가 11이상에서 철근은 표면에 1×10⁻⁶mm 두께의 수산화물 부동태 막을 형성하므로 산소의 침입을 막아 철근의 부식을 방지하지만 중성화에 의하여 pH가 11보다 낮아지면 부동태막이 파괴되면서 철근에 녹이 발생하기 된다. 이러한 녹은 원래 부피의 약 2.5배에서 최대 7배까지 체

적이 팽창하며 녹의 팽창압력에 의하여 콘크리트 내부에는 균열이 발생하게 되고 철근의 부착강도 저하, 피복콘크리트의 박락, 철근단면적의 감소 등 구조물이 내구성 저하를 초래하게 된다.

다음 ◀그림 3.3▶은 중성화에 의한 철근의 녹발생을 나타내고 있다. 중성화가 진행되는 속도는 시멘트의 종류, 콘크리트의 품질, 환경조건에 따라 다르다.



◀그림 3.3▶ 중성화에 따른 철근의 녹 발생

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

- W/C ≥ 0.6 일 때,

$$t = \frac{0.3(1.15 + 3W/C)}{R^2(W/C - 0.25)^2} x^2 \quad \text{----- (식 3.10)}$$

- W/C ≤ 0.6 일 때,

$$t = \frac{7.2}{R^2(4.6W/C - 1.76)^2} x^2 \quad \text{----- (식 3.11)}$$

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

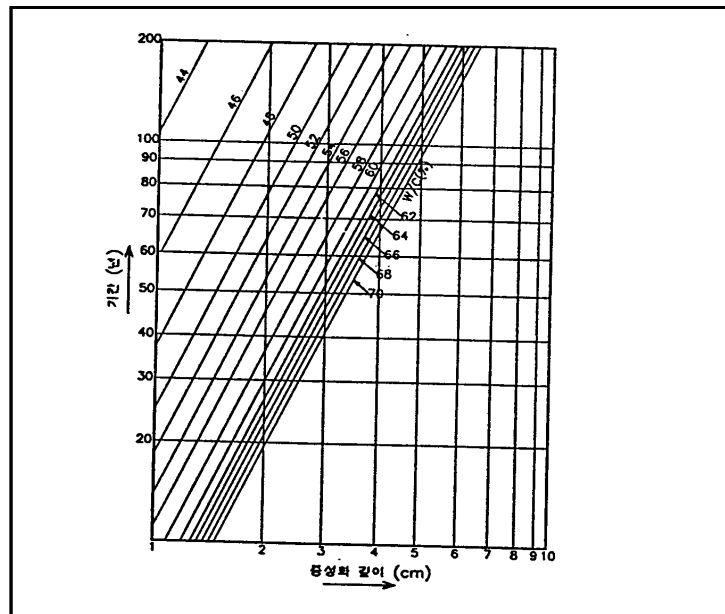
보통 포틀랜드 시멘트 사용시 R = 1.0

조강 포틀랜드 시멘트 사용시 R = 0.6

혼합시멘트(고로·실리카·플리아애쉬 시멘트 등) R=1.7~2.2 이고,

조강 포틀랜드 사용시에는 현저하게 중성화가 늦어진다. 또한 AE제·분산제 등의 표면

활성제를 이용하면 중성화 깊이는 사용하지 않을 때의 1/2 이하로 되고, 상기의 R값은 0.4~0.6배 정도가 된다. 천연 경량골재를 사용한 콘크리트는 중성화가 빠르고, 물/시멘트 비에 대해서는 전쪽에 기술한 식에서 알 수 있듯이 물/시멘트비가 작은 콘크리트 일수록 중성화가 늦다. ◀그림 3.4▶은 R=1일 경우에 대한 식을 도표화 한 것으로서 이 상황을 잘 알 수 있다



◀그림 3.4▶ 물/시멘트비, 중성화 깊이, 기간과의 관계

▣ 조사 방법

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

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

▣ 중성화 판정

중성화에 의한 콘크리트 성능저하 등급은 아래 【표 3.13】에 의하고 이표에서 등급 A, B, C, D, E에서 D이하인 경우는 보수가 필요하다. 등급 E의 경우는 철근의 부식도를 검토하여야 하며, 필요한 경우에는 보수·보강을 하여야 한다.

◀표 3.10▶ 중성화 깊이에 의한 측정값의 구분

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

◀표 3.11▶ 중성화 속도에 의한 구분

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

◀표 3.12▶ 중성화에 의한 기능저하의 구분

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

◀표 3.13▶ 중성화에 의한 성능저하 등급

등급	중 성 화 깊 이	조 치 사 항
A	표면으로부터 0.5cm 이하	중성화속도 추정
B	표면으로부터 피복두께의 1/3(1.0cm)이하	중성화속도 추정, 도장등 보호필요
C	표면으로부터 피복두께의 1/2(1.0cm)이하	중성화속도 추정, 도장등 보호필요
D	표면으로부터 피복두께(3.0cm)이하	중성화속도 추정, 염화물함량과 철근부식도 검토, 보수필요
E	표면으로부터 철근위치 이상	철근 부식도 검토, 보수·보강 필요

3.4.4 중성화시험 결과

- ▶ 중성화시험은 표면이 건전한 부위를 측정하여 콘크리트 열화 상태를 평가하였다.
- ▶ 중성화시험에 따른 평가결과 비교는 현장에서 조사된 최소피복두께를 적용하여 중성화 정도를 판별하였으며, 중성화는 피복두께와 비교해 미세한 것으로 조사되었다.
- ▶ 중성화속도 산출식

$$y = 7.2 C^2 \quad \text{or} \quad C = 3.726\sqrt{(\text{년})}$$

여기서, C : 피복두께 또는 중성화 깊이(cm)

y : C까지 중성화하는 기간(년)

※ 복정고가교 준공년도 → 1994년

- ▶ 실측된 중성화 깊이 = 1.2 ~ 4.7mm
- ▶ 실측 최소 피복 두께 : 교대 및 교각(100mm)



중성화시험 장비

◀사진 3.3▶ 중성화시험(페놀프탈레인용액1%)

▶ 중성화시험 부재별 조사결과

◀표 3.14▶ 복정고가교 중성화시험 결과

NO	시 형 위 치	중성화 깊 이 (mm)	철근 피복두께 (mm)	측정치 구 분	중 성 화 속도구분	기능저하 구 분	비 고 (%)
1	본선 교각(P2)	2.7	100	A1	B1	I	2.7
2	본선 교각(P5)	3.4	100	A1	B1	I	3.4
3	본선 교각(P9)	3.8	100	A1	B1	I	3.8
4	본선 교각(P11)	4.2	100	A1	B1	I	4.2
5	본선 교각(P14)	3.1	100	A1	B1	I	3.1
6	A-RAMP 교각(P1)	3.5	100	A1	B1	I	3.5
7	B-RAMP 교각(P2)	2.3	100	A1	B1	I	2.3
8	C-RAMP 교각(P2)	3.0	100	A1	B1	I	3.0
9	D-RAMP 교각(P3)	2.4	100	A1	B1	I	2.4

중성화 이론적인깊이 산정법

구 분	중성화깊이 산정방법
일 반 식	이론적인 중성화 깊이 : $3.726\sqrt{t(\text{년})} \Rightarrow 3.726\sqrt{9} = 11.1\text{mm}$
피복까지 중성화 기간	$y = 7.2 C^2$ 【여기서, C:피복두께 또는 중성화 깊이(cm), y:C까지 중 성화하는 기간(년)】

3.6 비파괴시험 결과분석

본 복정고가교에 대한 각 부재별로 실시한 강도조사, 철근상태조사, 균열깊이조사, 중성화시험결과를 종합분석하면 다음 ◀표 3.15▶과 같다.

◀표 3.15▶ 비파괴시험 결과분석

구 분	내구성시험 결과				평가의견	
비파괴 강도 (kgf/cm ²)	시험부위	시험결과(A)	설계추정(B)	(A/B)×100(%)	설계추정강도의 90% 이상을 확보하고 있어 강도상태는 양호함.	
	본선	슬래브	395 ~ 426	400		98 ~ 106
		교대/교각	243 ~ 261	240		101 ~ 108
	A,D-RAMP	슬래브	416 ~ 439	400		104 ~ 109
		교대/교각	247 ~ 262	240		102 ~ 109
	B,C-RAMP	슬래브	440 ~ 448	400		110 ~ 112
교대/교각		246 ~ 262	240	102 ~ 109		
철근탐사	본선	슬래브(mm)	165 ~ 245	피복두께(mm)	47 ~ 49 (50)	배근간격 및 피복두께는 준공도면과 비교한결과 양호한 상태로 확인되었음.
		교각(mm)	167 ~ 264	피복두께(mm)	97 ~ 102 (100)	
		PSC박스(mm)	148 ~ 285	피복두께(mm)	95 ~ 101 (100)	
	A,D 램프	슬래브(mm)	153 ~ 265	피복두께(mm)	48 ~ 55 (50)	
		교각(mm)	153 ~ 264	피복두께(mm)	98 ~ 103 (100)	
	B,C 램프	슬래브(mm)	169 ~ 247	피복두께(mm)	45 ~ 51 (50)	
교각(mm)		166 ~ 264	피복두께(mm)	97 ~ 101 (100)		
균열깊이	시험부위	균열깊이(mm)	피복두께(mm)		균열깊이는 측정부재 전체적으로 52.6 ~ 65.2%까지 진전되어 구조적인 문제점은 없으니 균열진전을 억제하기 위해서는 보수가 필요.	
	본선 P12	52.6	100			
	본선 A2	53.2	100			
	C-RAMP P4	65.2	100			
	D-RAMP P4	60.9	100			
중성화 깊이 (mm)	시험부위	중성화깊이(mm)	중성화정도(%)		중성화 진행정도의 기능저하구분은 Ⅰ등급으로 콘크리트 내구성은 확보됨.	
	본 선	2.7~4.2	2.7~4.2			
	A,D-RAMP	2.4~3.5	2.4~3.5			
	B,C-RAMP	2.3~3.0	2.3~3.0			

제 4 장. 보수·보강 방안

4.1 개 요

4.2 보수·보강의 기본개념

4.3 보수·보강 방안 제시

4.4 보수보강공법검토 및 선정

4.5 보수·보강 개략공사비

제 4 장. 보수·보강 방안

4.1 개 요

콘크리트 구조물에 발생하는 결함 중 가장 많은 것이 균열이며, 이러한 균열에는 콘크리트의 건조수축에 의한 균열, 시멘트의 수화열에 의한 균열, 동결 용해 등 기상작용에 의한 균열 등 어느 정도 피하기 어려운 것으로부터 재료의 불량, 설계 및 시공상의 결함, 과대 하중의 작용, 지반침하, 지진, 화재 등에 의한 것까지 여러가지가 있다. 균열의 발생 형태도 표층부에 발생 하는 것, 심층부까지 일어나는것, 전단면을 관통하는 것 등 다양하다.

일반적으로 극히 표층부에만 발생하는 균열이나 어느 정도 깊이까지 발생하는 균열이라 하더라도 폭이 0.2 mm 보다 작은 경우는 공기가 통하거나 누수가 될 염려가 거의 없으며, 심한 외적작용이 없는 한 콘크리트의 자체작용에 의하여 장기간에 걸쳐 내부가 채워지는 것이 보통이지만, 균열 폭이 0.3 mm 정도 이상이 되면 공기가 통하여 통수가 시작되며, 이렇게 생긴 균열이 성장하여 콘크리트의 열화와 철근 등 강재의 부식을 촉진시키게 된다.

그러므로 균열의 형태나 정도에 따른 보수의 필요성의 판단이나 보수방법을 선택이 필요 하다. 폭이 0.3 mm 이상 균열에 대해서는 계속적인 균열의 발달, 콘크리트의 열화, 철근 등의 부식방지를 위해 일반적인 보수를 실시하는 것이 필요하며, 보수의 긴급도, 계절, 균열의 안정도 등을 감안하여 보수의 시기를 결정하는 것이 중요하다. 아래 ◀표 4.1▶은 콘크리트의 보수 보강이 필요한 시기를 나타낸 것이다.

최근 들어 교통량의 증가와 교통하중의 중량화로 인해 교량에 대한 손상이 가중되고 있으며, 손상이 진행될수록 구조물 보수·보강에 따르는 막대한 시간과 비용이 증가하고 있고 차량의 안전통행에도 직접적인 영향을 끼치는 사례가 빈번히 발생하는 상황에서 도로구조물을 장기적으로 양호한 상태로 유지관리하기 위해서는 계속적인 점검과 조사가 이루어져야 한다. 본 제4장에서는 복정고가교 외관조사, 비파괴시험 등을 종합적으로 검토하여 효율적인 보수·보강방안이 되도록 제시하였다.

4.2 보수보강의 기본개념

1) 유지관리와 보수보강의 수준

구조물은 건설된 후 자연적인 노후화와 지속적인 사용으로 인한 내하력 저하가 시간 경과에 따라 나타난 균열, 탈락, 부식, 백태 등의 열화현상이 발생되어 교량의 사용성과 안전성에 문제가 발생할 가능성이 있으며 또한 산업발전과 더불어 차량이 대형화되어 통과차량 하중이 설계공용 하중을 초과함으로써 예상되는 과대한 피로현상 누적 등으로 구조물의 공용년수도 짧아지고 사회적 손실, 경제적 비용손실 등의 현상이 나타난다. 따라서 구조물의 안전성과 사용성을 확보하기 위해서는 시설물의 유지관리 활동, 즉 시설물의 안전점검, 진단, 보수보강조치, 교체, Database화 등의 활동이 따라야 하며, 이 일련의 유지관리(Maintenance)정책은 다음의 3가지 개념에 따라 수행되어야 한다.

① 안전성의 고려

구조물의 안전성은 안전확보 측면에서 구조 위험성 영향에 따라 정해지는 요인이다. 이 요인은 구조붕괴를 가장 지배하는 요인으로서 교통안전을 추구하기 위해서 재정적인 상승 요인에도 불구하고 더 높은 보수보강 수준을 요구하게 된다.

② 교통흐름에 관련한 고려

교량은 도로기능을 가지므로 인접 도로와의 교통류 흐름의 접근성, 사용성, 안전성 같은 수준으로 유지되어야 한다. 유지관리업무는 가능한한 교통의 장애가 최소화가 될 수 있는 방법으로 추구해야 한다.

③ 경제성과 기술적인 고려

교량은 반영구적인 시설물로서 재건축시의 비용뿐만 아니라 주요 간선도로의 임시적인 폐쇄 조치 등으로 비용이 저렴하고 긴급한 보수보강이 가능하도록 장래의 공용기간에 대비한 유지관리 활동이 이루어져야 한다. 교량의 유지관리는 사회간접자본에 투자되는 재정의 보호를 위해 경제적으로 대처할 수 있는 특별한 기술이 다양하게 적용되어야 한다.

이 3가지 요인들이 전체적으로 고려되어야 하며, 이 요인들은 서로 만족하고 균형을 유지할 수 있도록 하는 것이 원칙적이며, 이 요인들의 경중은 정책 당국에서 요구하는 수준, 내하력 평가에 따른 구조 안전성 확보, 공용하중 증가, 향후 보수수준의 범위 설정에 따라 정하여야 한다.

2) 보수·보강의 목표 및 기본개념

① 기본사상

보수·보강의 목표는 대상구조물의 중요도나 열화손상 정도에 따라 다르지만 기본적으로는 다음과 같이 분류된다.

- 현 상태의 내하력, 내구성, 기능성 등의 성능을 유지하기 위하여 열화손상의 진행을 억제하는 일
- 열화손상된 혹은 그럴 우려가 있는 구조물에 대해 공용상 지장이 없는 소요성능까지 회복시키고 나아가서 초기수준 이상으로 성능을 개선하는 일

이 두가지는 상황에 따라 적절하게 조화되어 실시된다. 보수·보강공법의 선정에 있어서는 대상 교량의 구조조건, 손상상황, 입지조건, 교통특성, 유지관리상황, 과거의 보수·보강이력 등을 감안하여 교통통제, 설계, 시공, 효과 등을 검토하고 이를 토대로 적절한 공법이 선정된다. 다만 현재의 보수·보강기술에는 불확실한 점도 많아 새로운 공법을 채용할 경우에는 사전에 시험 해석을 실시하거나 사후에 모니터링을 하는 등 그 효과나 시공성을 확인 평가하는 것이 중요하다. 또 필요없는 보수·보강을 실시하여 거꾸로 기존교량의 내하력이나 내구성을 저하시키는 일이 없도록 유의해야 한다. 더구나 보수·보강을 검토할 경우에는 필요에 따라 환경 개선(진동, 소음, 미관), 주행성 개선(조인트의 개선, 삭감) 혹은 유지관리의 개선 등도 염두에 두고 검토하는 것이 바람직하다.

② 목표 설정시 검토사항

보수·보강수준 결정은 이에 앞서 현 구조물을 보수·보강할 것인가 아니면 신설을 할 것인가를 먼저 판단하고, 교통량 분석, 보수·보강에 필요한 공중 및 물량, 내하력 수명 등을 고려하여야 할 것이다.

- ▶ 현 교량 보수·보강의 범위, 시공성, 내하능력의 검토
- ▶ 설계하중의 결정
- ▶ 도로기능
- ▶ 내구년한에 대한 검토

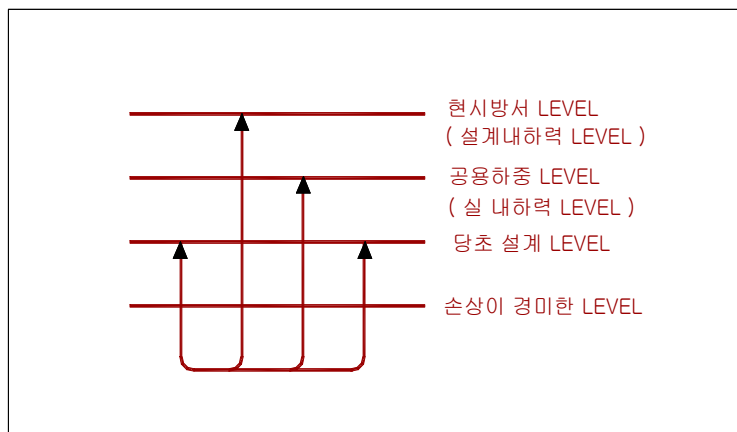
교량의 보수·보강의 범위에는 다음과 같은 활동이 있다.

- ▶ 구조물 원상태 능력의 보존을 위한 유지관리
- ▶ 유지관리 소홀로 인한 손상 보수

- ▶ 사고로 인한 손상 보수
- ▶ 개선된 능력을 준비하기 위한 확장이나 내하력 증가 보강방법
- ▶ 철거 및 교체

③ 구조물 복원 LEVEL

구조물의 보강을 내하력 측면에서 고찰하면 다음 그림과 같은 복원 LEVEL이 있으며, 이 복원 LEVEL 설정은 시공성, 경제성에 크게 영향을 받는다.



◀ 그림 4.1 ▶ 복원시 보수보강 LEVEL

현재시방서 수준까지의 복원은 ① 구조상 복원이 상당히 곤란한 경우 ② 경미한 손상 상태로 무보강으로 공용되고 있는 교량이 부위별 내하력 차가 심하여 적절한 조치로서 곤란한 경우에 해당하며, 당초 설계 LEVEL까지의 복원은 내하력이 적은 것, 보강으로도 공용기간의 연장이 가능한 상태의 경우이고, 복원시 투자액이 적게드는 등의 경우일 때는 공용하중 LEVEL까지로 복원 수준을 정하는 것을 원칙으로 한다.

◀표 4.1▶ 성능저하 요인별 콘크리트의 보수보강이 필요한 시기

성능저하 요 인	내 용
중 성 화	콘크리트의 중성화가 철근에 도달한 때
철근부식	콘크리트의 박락에 의해 기물 등에 손상을 줄 가능성이 나타날 때
균 열	구조적 요인, 부등침하 등에 의해 큰 균열이 나타나고, 이 균열이 진행성이 있을 때
강도부족 (시공불량)	코어에 의한 압축강도 / 설계기준강도 = 60 % 미만인 때
누 수	수차에 걸쳐 보수하였으나, 누수가 멈추지 않고 방수층을 전면 또는 신규로 설치할 필요가 있다고 판단될 때
동결융해	균열, 박리 박락 등이 현저하고 철근이 노출되어 있을 때
비 틀 림	균열폭 3 mm 이상, 최저 70 mm 이상, 최대처짐량 1/100 이상
표면열화	박리 균열 등이 현저하고 진행속도가 빨라 표면을 재마감할 필요가 있을 때

4.3 보수보강 방안 제시

4.3.1 주요 손상 내용

본 복정고가교의 주요 손상은 상부구조와 하부구조로 구분하여 볼 때 다음과 같은 손상이 조사되어 이에 대한 보수가 요망되는 상태이다.

◀표 4.2▶ 복정고가교 주요 손상 내용

부 재 명		손 상 내 용
상부구조	교면포장	1) 미끄럼방지턱 파손
	난간 및 연석	1) 균열 2) 덮개미설치 3) 철근노출 3) 박락
	신축이음장치	1) 후타재 균열 2) 토사토적
	배수구	1) 막힘
	바닥판하면	1) 균열 2) 재료분리 3) 철근노출
	PSC주형/가로보	1) 철근노출 2) 보수부들뜸 3) 박락, 들뜸 4) 재료분리
	교좌장치	1) 받침균열 2) 받침 파손, 탈락 3) 실링재 변형
하부구조	교 대	1) 수직균열
	교 각	1) 수직균열 2) 재료분리 3) 철근노출

4.3.2 주요 손상 분석

◀표 4.3▶ 주요 손상의 보수보강 방안(계속)

구 분	손상현황	보수·보강 방안	보수공법	보수 시기
교좌장치	▪받침 콘크리트 균열	▪교좌장치를 지지하고 있는 받침 콘크리트에 시공초기의 균열이 공용기간동안 하중작용으로 일부 진전된 상태로서 일반적으로 받침 콘크리트에 보수를 시행해도 재균열이 발생될 수 있으므로 만약 보수를 시행한다면 유지관리측면에서 보수를 시행하는 방안이 적절함.	수지주입	단기
교각	▪수직균열	▪교각 구체에 건조수축에 의한 균열이 허용 균열폭을 초과한 상태로 발생되었으나 균열의 발생형태로 볼때 구조적인 균열이 아니므로 수지주입에 의한 보수를 시행한다면 특별한 문제점은 없을 것으로 판단된다.	수지주입	단기

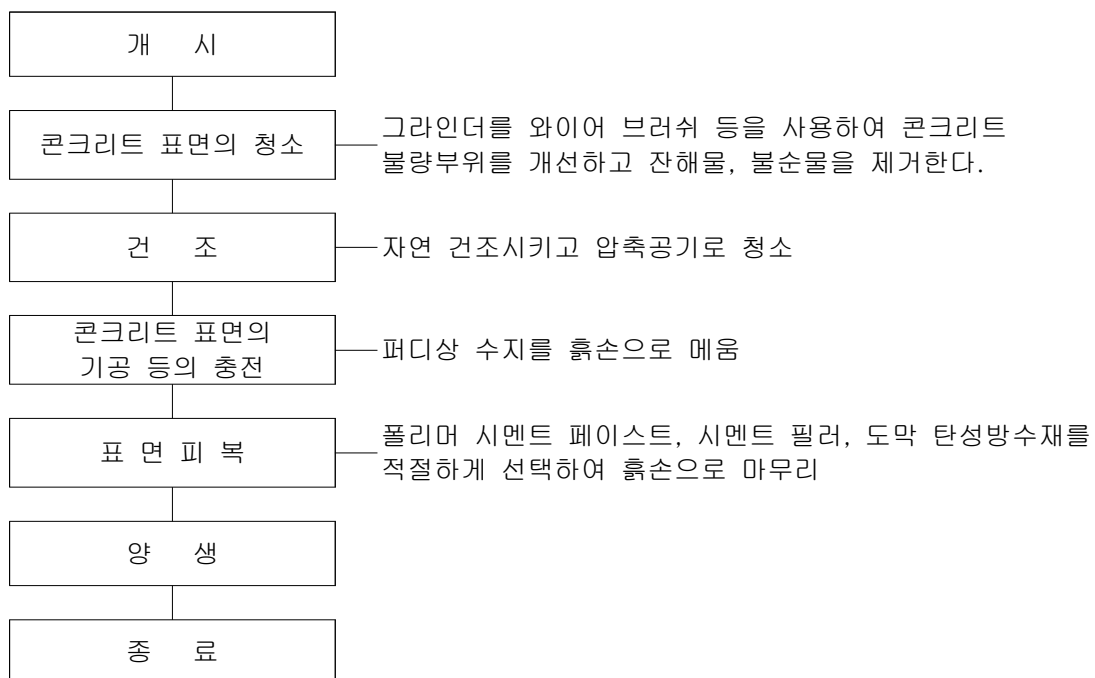
4.4 보수보강공법검토 및 선정

4.4.1 표면처리공법

▣ 개요

이 공법은 비교적 미세한 균열에 대해 직접 그 균열의 표면을 피복하여 방수성, 내구성을 지니도록 하는 것으로 피복의 범위도 전면 혹은 부분적으로 나뉘어 진다. 따라서 그 효과는 균열 표면의 보수에 그치므로 활성균열에 대해서는 대처할 수 없는 결점이 있다. 또한, 피복재의 두께가 얇으므로 시간에 따른 열화에 대해서는 주의해야 할 필요가 있다.

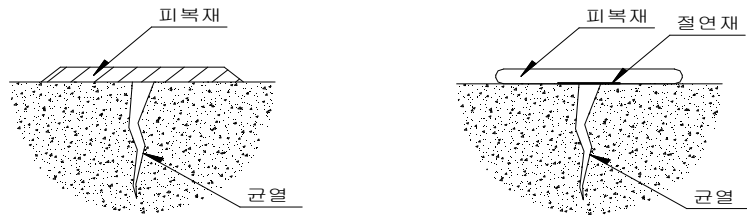
▣ 시공방법



▣ 주의사항

- 처리를 행할 범위를 확인하고 마크를 한다.
- 균열부분을 중심으로 폭 50mm 정도를 와이어 브러쉬로 청소한다.
- 시일재를 소정의 배합비에 따라 혼합 교반한다.
- 시일재를 퍼티 주걱 등으로 폭 10mm, 두께 2mm 정도로 도포하고, 그 후에 평활하게 마무리 한다.
- 시일재가 경화할 때까지 양생한다.
- 시일재가 경화 후에 오염 등을 주걱, 신나, 샌더 등으로 제거하고 청소한다.

▣ 개요도



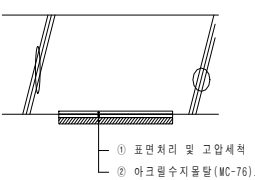
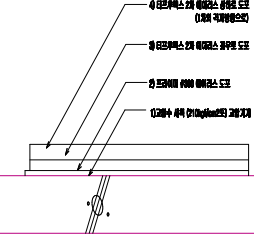
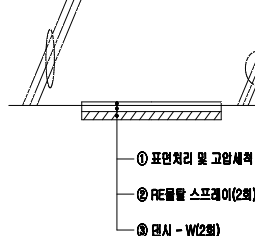
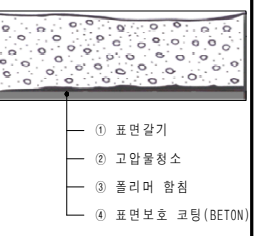
(a) 표면처리공법

(b) 균열폭의 변동이 큰경우의
표면처리공법의 일례

◀그림 4.2▶ 표면 처리 공법

▣ 표면처리공법 비교표

◀표 4.4▶ 표면처리공법 비교표

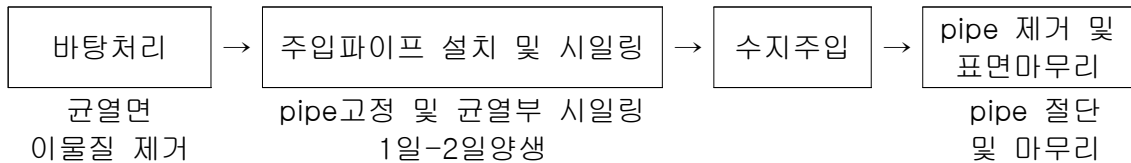
구분	제1안 (아크릴수지 몰탈공법)	제2안 (수성아크릴 폴리머 몰탈공법)	제3안 (방식 공법)	제4안 (BETON 코팅공법)
개요	기존 콘크리트를 표면 처리한 후 아크릴수지 몰탈로 도포하여 콘크리트의 내구성, 방수성, 중성화저항등을 향상시키는 공법	기존 콘크리트를 표면 처리한 후 프라이머와 수성아크릴 폴리머계의 탄성코팅제를 상하, 좌우로 도포하여 움직임이 있는 균열부에 대해 균열봉합효과(크랙브릿징효과)발휘	기존 콘크리트를 표면 처리한 후 RE-몰탈을 2회 스프레이한 후 덴시-W를 2회 도포하여 콘크리트 중성화를 방지함	기존 콘크리트를 표면 처리한 후 BMR 폴리머 수지를 경화제와 혼합하여 콘크리트 표면에 함침시키고 표면보호코팅을 실시하여 표면보호
단면도	 ① 표면처리 및 고압세척 ② 아크릴수지 몰탈(MC-76)	 ④ 에폭시계 에폭시 수지 도포 (0.5mm 두께) ③ 에폭시계 에폭시 수지 도포 (0.5mm 두께) ② 수성아크릴 폴리머 도포 (2.0mm 두께) ① 프라이머 도포 (0.5mm 두께)	 ① 표면처리 및 고압세척 ② RE몰탈 스프레이(2회) ③ 덴시-W(2회)	 ① 표면갈기 ② 고압물청소 ③ 폴리머 함침 ④ 표면보호 코팅 (BETON)
특징	·공사비가 저가임 ·내화학적 우수 ·시공성 양호 ·충격 및 압축강도 우수 ·방수성 및 방청성 양호	·공사비가 저가임 ·이산화탄소에 대한 저항이 우수함 ·신장을 우수 (최대 300%) ·균열에 대한 방지 가능 ·시공시 온도 변화에 민감	·이산화탄소에 대한 저항이 우수함 ·내화학적 우수함 ·방수성이 우수함 ·신기술 지정 ·시공시 온도 변화에 민감 ·신장을 없음	·이산화탄소에 대한 저항이 우수함 ·내화학적 우수함 ·작업이 용이 ·공사비 저가임
개략 공사비	34,000 원/㎡	49,000 원/㎡	157,000 원/㎡	32,000 원/㎡

4.4.2 수지주입공법(건식공법)

■ 개요

본 공법은 일반적으로 콘크리트 구조물의 응력상 지장이 없는 부분의 균열진행을 방지하고 콘크리트 구조물의 일체화를 도모하기 위하여 균열부에 주로 에폭시계 수지를 채움으로써 수밀성을 크게하고 콘크리트 및 철근의 열화를 방지하는 효과를 얻기 위한 공법이다.

■ 시공 방법



■ 주입용 수지의 재료 성질

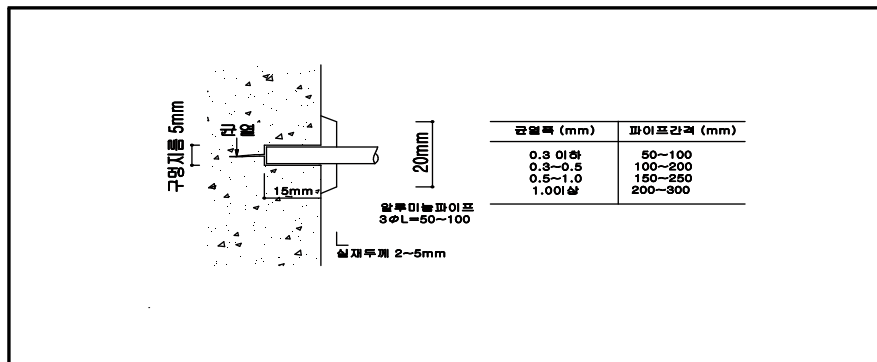
- ① 장시간 보관에도 재료의 성질 변화가 없을 것
- ② 균열폭의 크기에 따라 정도의 조정이 용이해야 하고 균열세부까지 가능할 것
- ③ 균열의 처리방법, 혼합, 주입 등의 조건변화에 대해 품질의 영향이 적을 것

■ 유의사항

- ① 주입압력이 너무 크면 균열이 확대되어 버린다.

평균주입압력	수동식 : 4 kg/cm
	페달식 : 15 kg/cm
	전동식 : 20 kg/cm
	자동식 : 4 kg/cm

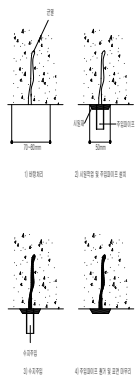
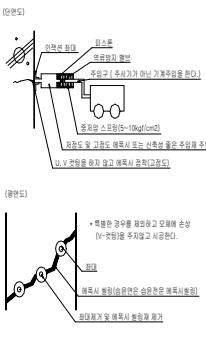
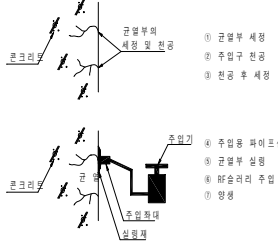
- ② 시공시의 기온은 일반적으로 10~30℃, 콘크리트 표면온도는 10℃를 표준.
- ③ 에폭시계 수지는 항상 냉암소에 밀봉 보관해야 하며, 제조후 6개월이상 경과한 것은 다시시험하여 품질의 변질 여부 확인.



◀그림 4.3▶ 수지주입공법

▣ 수지주입공법 비교표

◀표 4.5▶ 수지주입공법(건식) 비교표

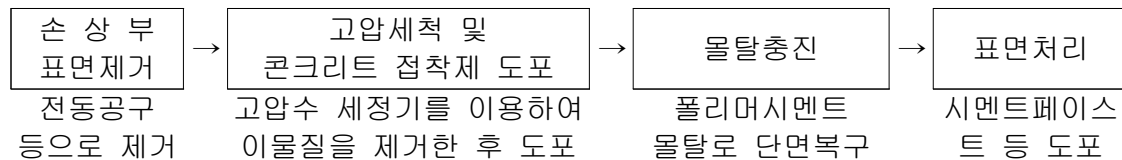
구 분	제1안 (에폭시수지 주입공법)	제2안 (폴리우레탄 주입공법)	제3안 (슬러리 주입공법)
개 요	<p>균열부를 바탕처리 한후 실링 및 주입파이프를 설치하여 균열부를 에폭시 수지를 주입하여 보수하는 공법.</p>	<p>균열손상부에 150~200mm 간격으로 좌대접착후 균열부에 썰링재 양생후 폴리우레탄을 주입하여 보수하는안.</p>	<p>균열손상부의 이물질을 제거한후 균열부 중앙에 천공을 하여 주입 파이프를 설치와 실링을 한후 주입기등을 삼입하여 RF 슬러리를 주입하여 보수하는안.</p>
개 요 도			
특 징	<ul style="list-style-type: none"> - 시공실적이 많음. - 시공이 간단하다. - 건조 및 습윤균열 적용성 다양. - 방수, 방식, 접착효과 양호. - 공기가 단축된다. 	<ul style="list-style-type: none"> - 실적이 비교적 적음. - 균열보수시 본체에 손상이 없음. - 누수부에 대해서도 보수 효과 양호. - 시공성 저하 - 공기가 지연된다. 	<ul style="list-style-type: none"> - 실적이 적음. - 균열부가 적은 경우 주입효과 감소 - 균열보수시 본체에 손상이 없음. - 시멘트와 같은 재료특성의 무기계 재료. - 시공성 저하 - 공기가 지연된다.
개략 공사비	119,000 원/m	115,000 원/m	145,000 원/m

4.4.3 단면보수공법

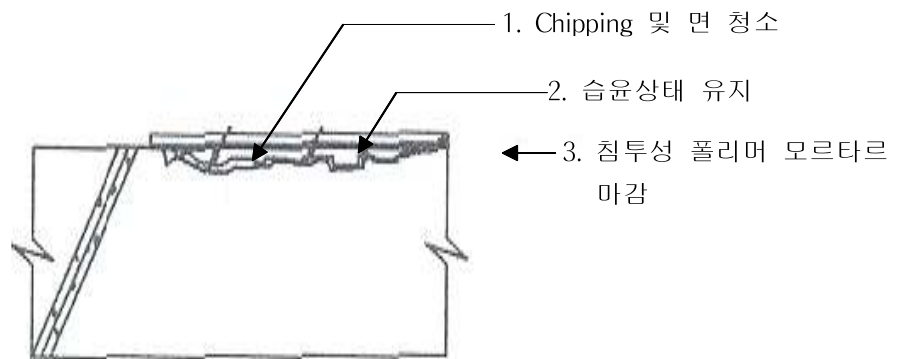
■ 개요

이 공법은 열화 된 구체를 강화하고 철근의 방청을 정지시킨 후 조강무수축 모르타르로 단면을 수복시키는 일반적인 공법이다.

■ 시공 방법



■ 개요도



◀ 그림 4.4 ▶ 단면보수공법

■ 결손 단면복구용 재료 성질

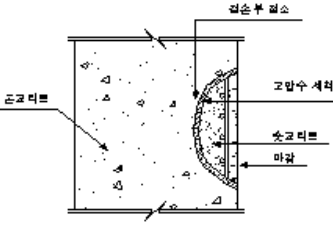
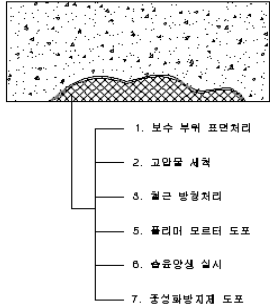
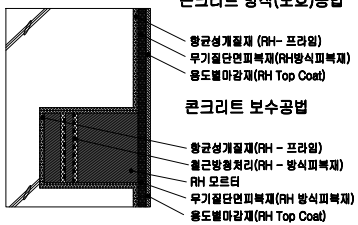
- ① 장시간 보관에도 재료의 성질 변화가 없을 것
- ② 부착력이 높은 재료

■ 유의사항

- ① 고압세정기의 용량은 100 ~ 150 kg/m²를 사용
- ② 폴리머시멘트 몰탈 파우더와 혼화제의 중량비는 1:1/5통 정도의 비율로 혼합
- ③ 1회 도포시 두께는 10MM 정도로 한다.

□ 단면(철근)보수공법 비교표

◀표 4.6▶ 단면보수공법 비교표

구분	침투성폴리머 모르타르공법 (RC 시스템, 신기술 제222호)	MDF공법 (신기술 제246호)	리플래시 공법(신기술 제 330호)
개요도			
공법개요	<p>▶ 노출된 철근 주위의 불량한 콘크리트 면을 치핑하여 제거한 후 침투성 폴리머 모르타르와 희석제 및 특수첨가제를 혼합하여 분사한 후 마감하는 공법</p>	<p>▶ 구조물의 용도별 특성에 따라서 제조된 분말형의 무기반응성 폴리머 몰탈을 물과 혼합하여 압축, 이송후 스프레이 하여 고속충돌, 집적시켜 단면수복 하는 공법</p>	<p>▶ 습윤면에 방식층을 형성하기 위한 무용제형 친수성 폴리머와 고강도 실리카 및 미립분 시멘트, 폴리아민계 경화제를 혼합하여 제조하며, 항균성 개질제를 이용하여 화학적 침식을 유발하는 세균발생을 억제하여 구조물의 내구성을 증진시키는 공법</p>
시공방법	<p>▶ 결손부 청소 → 고압수세척 → 슛크리트 (T≒1Cm) → 마감</p>	<p>▶ 콘크리트 표면처리 → 고압물세척 → 보수, 보강 단면 충전 → 양생 → 중성화 방지제 도포</p>	<p>▶ 표면처리→ 고압수 세척→ RH 프라임 A도포→ RH 모르타르 충전 → RH 방식피복처리 → RH TOP COAT 마감</p>
장점	<p>▶ 수성화 제품 ▶ 침투성, 내화, 내열, 내화학성 우수 ▶ 시공이 간단함</p>	<p>▶ 1회 시공두께가 아주 우수 ▶ 교통의 통제가 없음 ▶ 리바운드량이 적음 ▶ 기계시공으로 시공효율 및 품질관리가 용이</p>	<p>▶ 내약품성, 내마모성이 우수 ▶ 물성 특성이 콘크리트와 비슷한 시멘트계(열팽창 계수가 비슷)로서 균열, 탈락 등의 현상이 없음 ▶ 중성화에 강함</p>
단점	<p>▶ 시공실적이 다소 적음</p>	<p>▶ 몰탈시공방법의 개선사항이 필요 ▶ 기계소음이 있다. ▶ 타공법에 비해 시공실적이 적음</p>	<p>▶ 장기부착강도가 약함 ▶ 폴리머 몰탈의 부착시공은 숙련된 미장공에 의한 정밀시공이 요구 ▶ 최근 개발된 공법으로 시공실적이 적음</p>
공사비	140,000 원/㎡	150,000 원/㎡	162,000 원/㎡ (t=10mm)

4.4.4 철근방청공법

▣ 개요

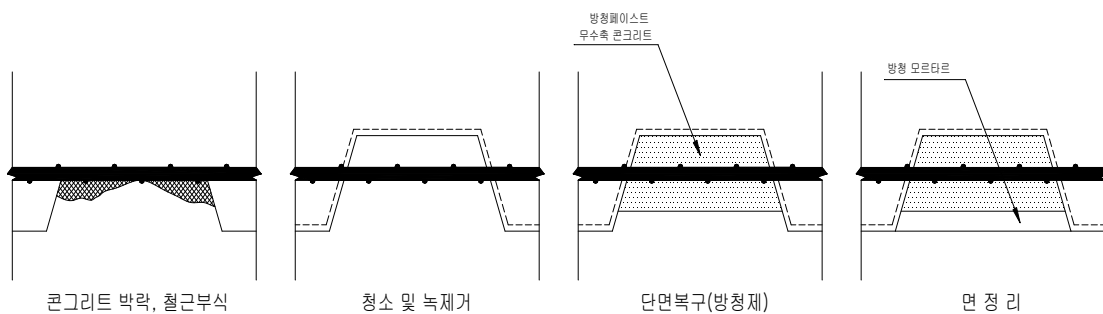
본 공법은 철근이 부식되면 일반적으로 콘크리트 피복이 파괴되어 구조물의 내구성 저하에 영향을 크게 미치므로 철근의 녹을 제거하고 단면을 복구하는 공법이다.

▣ 시공방법

◀표 4.7▶ 철근방청공법 시공방법

순서	점검내용	공정	시공순서	기자재
①	철근부 손상주의	절삭공	철근의 주위를 양호한 콘크리트가 나올 때 까지 절삭	해머드릴
②		녹제거 및 청소	블라스트로 녹제거	진공블라스트 그라인더
③	단면보수를 복합적으로 하는 경우는 패칭재의 프라이어적 역할을 공용할 수 있는 방청제도 있음.	방청처리	방청한 부분과 양호한 부분에 방청제를 도포하고 스프레이로 도포	붓, 스프레이
④		종료		

▣ 개요도



◀그림 4.5▶ 철근방청공법

▣ 사용재료

녹전환형 방청제, 수지계 방청재, 모르타르, 시멘트, 팽창제

▣ 주의사항

- 신, 구접착에 주의하여 2차 박락을 방지한다.
- 불량면을 확실하게 제거한다.
- 침투제 및 방청제의 도포를 충분히 한다.
- 필요시 형틀을 설치한다.
- 주입 파이프의 간격을 일정하게 한다.

▣ 철근보수공법 비교표

◀표 4.8▶ 철근보수공법 비교표(계속)

공 종		박리, 박락, 철근노출, 백태, 재료분리 보수		
		(콘크리트)	(REFORM SYSTEM)	(리프리트)
보수공법		(콘크리트)	(REFORM SYSTEM)	(리프리트)
공 법		폴리머몰탈 및 유리섬유공법 (신기술 233호)	수성아크릴 폴리머 콘크리트 공법 (신기술 59호)	SBR계 폴리머 시멘트 몰탈공법 (신기술 209호)
내 용		무기계	유기계 + 무기계	무기계
습윤면 시공성		▪무기계 재료로 습윤면 시공가능	▪유, 무기 복합재료로서 습윤면 시공 가능	▪무기계로서 습윤면 시공 가능
보수재 통기성		▪피복강화제가 발수 기능을 보유 하고 있으며, 마감재를 무수축 몰탈을 사용하므로 통기성 확보	▪타공법에 비해 통기성 다소 저 하	▪시멘트 계통의 재료를 사용하며 마감재로 발수제를 사용하므로 통기성 확보
재료적 유사성		▪무수축 시멘트 몰탈을 사용하므 로 온도에 따른 열팽창 및 탄성 계수가 콘크리트와 동일	▪유, 무기 복합재료이나, 열팽창 계수 및 탄성계수가 콘크리트와 유사	▪무기계 재료로서 열팽창계수 및 탄성계수가 콘크리트와 유사
중성화 대책		▪수용성 피복강화제를 도포하여 열화콘크리트의 알칼리화 가능	▪고알칼리성 표면강화재 도포로 열화부 알칼리화 가능	▪침투성 말카리 회복재 이용으로 중성화 회복 및 억제 가능
보수재 강도		·압축강도 : 400kg-f/cm ² ·휨 강도 : 100kg-f/cm ² ·부착강도 : 22kg-f/cm ²	·압축강도 : 540kg-f/cm ² ·휨 강도 : 160kg-f/cm ² ·부착강도 : 30kg-f/cm ²	·압축강도 : 430kg-f/cm ² ·휨 강도 : 95kg-f/cm ² ·부착강도 : 23kg-f/cm ²
특징	장 점	·무수축 몰탈을 사용하므로 건조 수축에 의한 손상 없음 ·열화재발억제효과가 큼	·아크릴 폴리머 몰탈 도포로 강 도 증가 큼 ·시공실적 다수	·내약품성 우수 ·시공실적 다수 ·공사비 저렴
	단 점	·재료특성상 시공전문가 필요	·재료특성상 시공전문가 필요	·공정 복잡하여 시공 전문가 필 요 ·타공법에 비해 재료강도 다소 적음 ·공사비 고사
공사비		238,000원/㎡	251,000원/㎡	191,000원/㎡

◀표 4.8▶ 철근보수공법 비교표

공종 보수공법	박리, 박락, 철근노출, 백태, 재료분리 보수		
	(RC-SYSTEM)	(중앙 크리텍)	(한국엘가드)
공법	침투성 폴리머 몰탈공법 (신기술 222호)	MDF시멘트 모르타르공법 (신기술246호)	폴리머변형시멘트 몰탈공법
내용	무기계	무기계	무기계
습윤면 시공성	수성화 제품으로 습윤면에 시공 가능	무기계로 습윤면 시공가능	치수성으로 습윤면 시공가능
보수재 통기성	무기계로서 통기성 우수.	무기계로서 통기성 우수	Premix된 특수 cement 계로 통기 성 우수
재료적 유사성	무기계 재료로서 콘크리트 모체와 구조거동 유사	무기계 재료로서 열팽창 계수 및 탄성계수가 콘크리트와 유사	Premix된 특수 cement 계로 콘크 리트와 특성 유사
중성화 대책	이산화탄소의 투과성이 적어 중성 화 예방가능	투과성이 적고, 중성화방지 코팅 재를 사용하여 내구성 향상	알칼리 골재반응 억제가 가능하여 중성화 예방
보수재 강도	·압축강도 : 434kg-f/cm ² ·휨 강도 : 136kg-f/cm ² ·부착강도 : 31kg-f/cm ²	·압축강도 : 615kg-f/cm ² ·휨 강도 : 139kg-f/cm ² ·부착강도 : 34kg-f/cm ²	·압축강도 : 701kg-f/cm ² ·휨 강도 : 106kg-f/cm ² ·부착강도 : 23kg-f/cm ²
특징	장 점	·기공이 적음 ·연속적 공정연결 ·내구성 향상 ·일체성 우수	·시멘트계로 콘크리트와 일체화 ·내구성·내약품성우수 ·차수성임
	단 점	·시공실적이 적다	·시공 시 복잡 ·양생기간 필요
공사비	196,000원/㎡	210,000원/㎡	275,000원/㎡

4.5 보수·보강 개략공사비

본 복정고가교의 주요 손상에 따른 보수·보강공법과 보수물량 및 개략공사비를 종합하면, 다음 ◀표 4.9▶ ~ ▶표 4.10▶과 같다.

▶표 4.9▶ 보수·보강 현황

손상내용		손상물량	보수수행주체		보수·보강방안	비고
			하차보수	사업소		
난간	수직균열(0.3mm이상)	6개소(4.15m)	-	6개소(4.15m)	수지주입공법	
	철근노출	2개소(0.04㎡)	-	2개소(0.04㎡)	철근방청공법	
	박리	3개소(2.95㎡)		3개소(2.95㎡)	단면보수공법	
배수시설	배수구 막힘	1개소	-	1개소	청소	
슬래브하면	균열(0.3mm이상)	1.0m	-	1.0m	수지주입공법	
	재료분리, 파손	1.46㎡	-	1.46㎡	단면보수공법	
	철근노출	0.18㎡	-	0.18㎡	철근방청공법	
	배수관파이프 지주파손	1개소	-	1개소	재시공	
	배수관길이부족	1개소	-	1개소	길이연장	
박스(내부)	철근노출	0.03㎡	-	0.03㎡	철근방청공법	
	들뜸, 박락, 마감불량	1.54㎡	-	1.54㎡	단면보수공법	
교좌장치	콘크리트 파손, 탈락	0.691㎡	-	0.691㎡	단면보수공법	
	균열(0.3mm이상)	8.2m	-	8.2m	수지주입공법	
	볼트부식	24개	-	24개	재도장공법	
교대/교각	재료분리, 박락, 파손	3.1375㎡	-	3.1375㎡	단면보수공법	
	철근노출	0.005㎡	-	0.005㎡	철근방청공법	
	균열(0.3mm이상)	15.1m	-	15.1m	수지주입공법	
	배수관길이부족	1개소	-	1개소	길이연장	

◀표 4.10▶ 보수보강 개략공사비

손 상 내 용		보수물량	보수.보강방안	단가(원)	순공사비(원)	비 고
난 간	수직균열(0.3mm이상)	6개소(4.15m)	수지주입공법	102,064	423,565	
	철근노출	2개소(0.04㎡)	철근방청공법	196,000	7,840	
	박리	3개소(2.95㎡)	단면보수공법	150,000	442,500	
배수시설	배수구 막힘	1개소	청소	50,000	50,000	
슬래브하면	균열(0.3mm이상)	1.0m	수지주입공법	102,064	102,064	
	재료분리, 파손	1.46㎡	단면보수공법	150,000	219,000	
	철근노출	0.18㎡	철근방청공법	196,000	35,280	
	배수관파이프 지주파손	1개소	재시공	500,000	500,000	
	배수관길이부족	1개소	길이연장	200,000	200,000	
박스(내부)	철근노출	0.03㎡	철근방청공법	196,000	5,880	
	들뜸, 박락, 마감불량	1.54㎡	단면보수공법	150,000	231,000	
교좌장치	콘크리트 파손, 탈락	0.691㎡	단면보수공법	150,000	103,650	
	균열(0.3mm이상)	8.2m	수지주입공법	102,064	836,924	
	볼트부식	24개	재도장공법	31,818	763,632	
교대/교각	재료분리, 박락, 파손	3.1375㎡	단면보수공법	150,000	470,625	
	철근노출	0.005㎡	철근방청공법	196,000	980	
	균열(0.3mm이상)	15.1m	수지주입공법	102,064	1,541,166	
	배수관길이부족	1개소	길이연장	200,000	200,000	
개략공사비	◎ 순공사비(6,134,106) X 1.5(제잡비) = 9,201,159원					

제 5 장. 중점 점검 사항

5.1 개 요

5.2 일반사항

5.3 구조형식별 상세점검 요령

5.4 보수공사시 교통계획을 수립하기 위한 고려사항

5.5 유지 관리 방안

5.6 중점 점검 사항

제 5 장. 중점 점검 사항

5.1 개 요

본 복정고가교에 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.

5.2 일반사항

5.2.1 점검결과에 의한 기간별 유지관리 방안

복정고가교 정밀점검 결과 교량의 손상에 대하여 “긴급, 중기, 장기” 3가지로 구분하여 보수보강대책을 수립하였다.

◀표 5.1▶ 기간별 유지관리 방안

구 분	조 치 사 항	비 고
긴 급	·정밀안전진단 과업중 또는 직후 보수공사실시	1년이내
중 기	·다음분기(5년후)정밀안전진단 실시전까지 보수공사 실시	5년이내
장 기	·다음분기 정밀안전진단 실시 후 손상의 진행정도를 재조사하여 보수공사 실시여부 판단	5년이후

5.2.2 점검결과에 의한 부재별 유지관리 방안

◀표 5.2▶ 부재별 유지관리 방안

부 재	유지관리 방안
포장면	1) 균열 및 우수 유입이 우려가 되는 손상이 발생되었는 지를 점검해야 한다.
신축 이음 장치	1) 신축이음장치 유간부에 토사 및 이물질이 퇴적되어 씰링재와 누수방지 고무재가 손상되므로 정기적인 청소와 이상유 유무를 조사해 주어야 한다. 2) 후타재의 파손 및 주행성 상태 조사 3) 신축이음 본체 파손여부 - 고무재 탈락 및 마모 - 앵커부의 이완, 탈락 및 덮개 고무 캡 유실여부
배 수 공	1) 배수공의 막힘여부 조사, 정기적인 청소실시 2) 배수관을 통한 누수 발생여부 조사 - 배수관파손으로 인한 누수 - 캔틸레버측 배수관 접합불량으로 인한 누수 3) 캔틸레버측 배수관 고정상태 확인
연석 및 난간	1) 차량충돌에 의한 파손 발생여부
슬 래 브	1) 슬래브는 현재 재료분리, 콘크리트 파손 등의 손상이 조사되었으며, 공용기간 사용 중의 열화로 인한 손상가능성이 있으므로 지속적인 정기점검을 실시하여야 한다. 2) 현재까지 양호한 곳이 향후에는 점진적으로 손상이 발생할 수 있으므로 항상 점검 시에는 추가적인 손상과 기존 손상의 심화여부를 확인해야 한다.
주형 구간	1) 보수 후에 추가균열여부 조사 2) 주형의 균열 발생여부 조사
교좌 장치	1) 복정고가교 교좌장치는 현재 상태는 양호하나 공용기간으로 인한 표면에 미세하게 녹발청이 발생되고 있으므로 주의관찰이 요구된다 2) 점검 시에는 교좌장치 작동 불량으로 인한 손상이 발생되었는지를 반드시 점검해야 한다. - 교각 코핑부파손, 무수축 콘크리트 파손 - 교각 코핑부 상면부 균열 발생
하부 구조	1) 교좌장치의 작동불량으로 인하여 교각 두부측에 구조적인 손상이 발생할수 있으므로 교각 두부에 발생한 손상은 교좌장치 작동불량에 의한 것인지를 조사해야 한다 2) 하부구조에 대한 전반적인 보수후에도 균열진전 여부와 추가 손상발생에 대한 체크가 요구된다.

5.3 구조형식별 상세 점검 요령

5.3.1 교면포장

교면포장의 상태는 차량의 주행성, 기상조건 등의 외적요인과 포장자체의 내적요인에 의해서 영향을 받으며, 교면포장에 발생한 균열 및 함몰은 교면의 방수층을 파괴하여 상부구조의 누수를 발생시키는 원인이 될 수 있다.

(1) 손상유형

- ① 균열
- ② 패임(Pot Hole)
- ③ 소성변형(요철, 단차)
- ④ 마모

(2) 손상의 종류 및 원인

◀표 5.3▶ 교면포장 손상의 종류 및 원인(1)

손상종류	현상	주요원인	공용성의 영향
단차	· 구조물과의 접합부에 생기는 단차	· 구조물과 성토부의 부등침하 · 구조물 매입과 전압부족 · 구조물 이음부 불량 · 아스팔트 혼합물 안정성 부족 · 구조물 이음부의 아스팔트혼합물 · 전압부족	· 소음발생 · 승차감의 저하 · 이음부포장, 구조물, 신축이음의 파손
변형	요철	· 종단방향으로 주기성 파형	· 주행안전성 저하 · 승차감 저하
	바퀴자국	· 횡단방향의 파형	· 주행안전성 저하 · 물고임에 의한 운전방해 · 미끄럼 저항성 저하
	블리딩	· 포장표면 에 아스팔트가 침출된 상태	· 강우시에 미끄럼 저항 불량 · 주행안전성 저하 · 바퀴자국, 요철등 발생
붕괴(마모)	라벨링	· 아스팔트 혼합물의 전압부족 · 연질골재 · 아스팔트량 부족 · 체인, 스파이트타이어 작용 · 노면에 낙하된 토사나 차량의 마모작용	· 강우시에 미끄럼저항 불량 · 주행안전성 저하 · 바퀴자국, 요철등 발생
	폴리싱	· 주행차량에 의해 포장이 연마된 상태	· 미끄럼 저항성 저하 (특히 습윤상태)
	포트홀 스케일링	· 포장면이 국부적으로 움푹 패인 상태	· 물의 침투에 의해 손상부위확대 · 주행안전성 저하

◀표 5.3▶ 교면포장 손상의 종류 및 원인(2)

손상 종류		현상	주요 원인	공용성의 영향
균열	미세균열	· 초기균열	· 아스팔트 혼합물의 품질불량 (피로저항 포함) · 아스팔트 균열 · 상판균열 · 교량의 진동	· 선상균열, 격자상 균열의 발전 · 물의 침투에 의한 구조물의 영향
	선형균열	· 차선의 횡단, 종단방향으로 직선화된 균열	· 비교적 변위가 큰 교량 · 교량의 진동특성에 의해 국부적으로 · 응력집중(강상판의 주거더부분등) · 상판의 변위특성(얇은 상판)	· 물의 침투로 포장파괴면의 확대 · 구조물의 영향
	격자형균열	· 균열의 상호연결된 격자형	· 교량의 진동변위 · 상판의 손상 · 아스팔트 혼합물의 품질불량 · 아스팔트 노화	· 주행안정성의 저하 · 물의 침투로 파괴면 확대 · 강상판의 경우 물의 침투에 의해 녹발생
기타	표면의 부풀음	· 부분적인 부풀음	· 치밀한 혼합물 · 표층하의 공기의 팽창 · 콘크리트 상판의 수분 증발	· 포트홀로 진전
	부분파손	· 부분파손	· 차동차에서 낙하물 사고	· 포트홀로 진전
	유류찌꺼기		· 교통량 정체 · 사고	

(3) 점검부위 및 점검항목

- ① 급제동구간이나 커브구간에서의 포장의 소성변형, 균열, 미끄럼방지포장의 마모 손상 점검
- ② 중차량통행이 많은 구간의 균열, 소성변형 및 패임 결함 점검
- ③ 신축이음부 전후방 : 후타콘크리트재 파손과 병행하여 포장의 균열 및 파손점검

- ④ 물고임구간 : 포장 배수구배가 불량한 구간에 대하여 비온 직후 물고임구간을 점검

5.3.2 배수시설

배수시설은 교면포장의 빗물을 배수하는 교량의 부속시설로서 배수시설의 상태가 불량하게 되면 교량을 주행하는 차량의 안전성을 위협하며, 누수로 인하여 구조물의 열화를 발생시키는 주요 원인을 제공하게 된다.

(1) 손상유형

① 배수구

- 뚜껑의 파손유무
- 배수구 주위의 파손유무
- 배수구의 설치높이 및 위치
- 배수구 주변의 토사퇴적상태

② 배수관

- 배수관의 파손 및 어긋남의 유무
- 배수관이 이물질에 의해 막혔는지의 유무
- 배수관의 길이
- 지지 철물의 상태

(2) 점검부위 및 점검항목

① 배수구

- 비온 직후 물이 고여있는 부분을 조사하여 배수구 설치간격 및 집수구 설치높이점검
- 그레이팅(철격자)부위에 풀, 쓰레기, 나무조각 등으로 막혀 있는지 점검하고, 그레이팅의 유무도 확인함

② 배수관

- 배수관 길이가 거더높이보다 길이가 짧아 거더에 물이 튀길 염려가 있는지 조사
- 배수관 유출구의 위치가 교각상에 있거나 도로상에 있어 차량통행에 지장초

래여부 조사

- 배수관을 지지하는 고정장치 등이 흔들리는지 여부 점검

5.3.3 난간 및 연석

교량의 난간과 연석은 구조적인 중요도는 낮으나, 파손되거나 재료적으로 열화된 경우 통행인에게 불안감을 느끼게 할 수 있다. 연석은 차량의 시선유도, 차량의 차도이탈방지, 사고시 완충작용 등의 역할을 하는 것으로서 난간 점검시에 같이 조사를 행하도록 한다.

(1) 손상유형

- ① 균열
- ② 탈락, 박리, 철근노출
- ③ 백화

(2) 점검부위 및 점검항목

- ① 난간의 종단선형이 급격하게 변화하는 부분이 있는지 확인이 필요하고 이러한 부분이 있다면 교각의 침하 혹은 난간 내민부의 처짐을 의심하여야 함
- ② 거더의 부모멘트가 발생하는 연속교에서 받침부 난간 균열 발생여부 점검
- ③ 차량충돌 등 외부의 강한 하중에 의한 손상일 경우에는 바닥판에도 손상이 발생할 수 있으므로 주의 깊게 점검
- ④ 신축이음부에서 교량의 신축작용에 의한 손상여부 확인

5.3.4 바닥판하면(슬래브)

슬래브는 교면포장으로부터 전달되는 차량의 운하중을 주형으로 직접 전달하는 역할을 하며 교량부재 중에서 차량하중 가장 많이 받으므로 손상이 가장 많이 발생하는 교량부재이다. 슬래브 상태는 바닥판 하부에 대한 점검을 통하여 판정한다.

(1) 손상유형

- ① 균열 및 탈락

- 일방향 및 이방향균열(망상균열 포함)
- 박리, 콘크리트탈락 및 함몰(철근노출 포함)

② 누수 및 백화

(2) 손상의 종류 및 원인

◀표 5.4▶ 슬래브 손상의 종류 및 원인

손상 종류	주요 원인
균열	<ul style="list-style-type: none"> · 작용하중의 증대(부재 내하력부족) · 구조적 취약부(바닥판 단부 등)에 작용하는 과대응력 · 지지구조의 불완전(주형의 강성부족 등) · 시공상의 결함(피복두께부족, 마감처리불량) · 환경작용(동결융해, 화학작용, 염해, 알카리-골재반응 등) · 재해(지진, 화재, 충돌 등)
함몰	<ul style="list-style-type: none"> · 차량주행시 바닥판의 반복진동에 의한 재료의 결합력이 상실하여 일부 탈락하는 현상
백화	<ul style="list-style-type: none"> · 누수에 의한 콘크리트의 탄산칼슘화
박리	<ul style="list-style-type: none"> · 시공상의 결함(피복두께부족, 다짐불량), 철근부식 · 환경작용(동결융해, 화학작용, 염해, 알카리-골재반응 등)
철근노출, 부식	<ul style="list-style-type: none"> · 구조적 취약부(바닥판 단부 등) · 시공상의 결함(피복두께부족, 마감처리불량) · 기상작용(동결융해, 화학작용, 염해 등)

(3) 점검부위 및 점검항목

① 철근 콘크리트 바닥판

- 거더와 거더사이
 - 거더와 거더사이의 중앙부 종방향 균열유무
 - 거더인접부의 종방향 균열
 - 거더와 거더사이의 횡방향 균열
- 균열 및 백화 발생부위

- 배수구 주변 물고임, 백화, 유리석회
 - 박락, 철근노출 및 부식
 - 공보, 공동 및 재료분리
 - 활하중 통과시 심한 진동 또는 처짐
- ② 정기점검시는 근접점검이 어려우므로 바닥판 하면의 이방향 균열, 백화 등의 손상규모를 육안 혹은 망원경으로 관찰하여 발전여부를 확인하고 손상규모가 급격하게 커지거나 정도가 심해질 경우 편칭파괴의 우려를 배제할 수 없으므로 근접 접근하여 정밀조사를 수행하여야 한다.
 - ③ 바닥판 균열상황은 정기적인 조사로 진행상황을 파악하도록 한다. 그러기 위해서는 현장에 균열의 시·종점과 함께 점검연도·연·월·일, 균열폭·길이·방향·진행경로 등을 표기해 두는 것이 필요하며 이후 점검자는 이의 진행 여부를 면밀히 관찰하여야 한다.
 - ④ 바닥판의 손상정도를 판단하는데 있어서 균열은 상당한 비중을 차지하므로 점검시에는 단순히 균열규모와 모양을 관찰하는데 그치지 말고, 여러 상태에 따른 원인을 파악하고 그에 따른 적절한 조치방법을 수립할 수 있도록 주의깊게 조사한다.
 - ⑤ 큰 균열일지라도 상당히 오래전에 발생하여 안정된 것이 있는 반면에 미세균열일지라도 운하중의 반복재하에 의해 점차 커지는 균열이 있으므로 균열조사 시에는 특별히 큰 균열에만 주목하지 말고 미세한 균열에도 주의한다.
 - ⑥ 균열로부터 녹물 유출 여부를 조사할 것(철근의 부식예측)
 - ⑦ 모든 휨모멘트 구간에서 층분리, 박락 등을 조사할 것
 - ⑧ 내부에 공동이나 층분리가 존재할 경우 육안으로 점검이 불가능하므로 점검망치를 두드려 소리로서 층분리 여부를 판단한다. 특히 콘트리트 내부의 열화상태가 심한 경우에는 외관상 건전한 부위에서도 편칭전단파괴의 우려가 있으므로 반드시 점검용 망치로 두드려 소리를 확인한다.
 - ⑨ 누수 및 백화가 발견된 부위는 배수구배 불량 등의 표면 물고임이 원인이 아닌 경우 교면포장 하부의 불량, 방수층의 파손, 수포(水泡)대의 형성 등 물고임의 원인일 수 있으므로 포장을 제거하여 조사하는 등 우수유입 경로와 물고임의 원인을 규명하여 배수가 원활히 되도록 하거나 누수의 원인을 제거하는 등의 조치가 필요함
 - ⑩ 휨 및 전단부위의 균열 및 철근노출 등의 결함은 철근탐사, 콘크리트피복두께

측정, 중성화시험, 깊이별 염화물 함량측정 등의 조사를 수행하여 상세검토를 실시한다.

- ⑪ 콘크리트 바닥판의 손상은 부모멘트가 발생하는 지점부(연속교의 경우)구간에서는 상부에서 하부로, 그리고 정모멘트가 발생하는 중앙부 구간에서는 하부에서 상부로 진행된다. 그러므로 하부에 경미한 손상이 발생한 경우라도 바닥판의 내부 또는 상부는 하부보다 심각한 손상이 진행될 가능성이 있다는 것을 염두에 두어야 한다.

5.3.5 콘크리트 주형(PSC BOX)

주형은 상부구조의 일부로서 작용하중을 지지하며 교량의 내하성과 직접적으로 관련되는 주요 교량부재이다. 콘크리트 주형의 점검에서는 균열, 열화, 지지상태, 처짐 등을 점검한다.

(1) 손상유형

- ① 콘크리트의 균열(횡균열, 사인장균열 및 종방향균열)
- ② 콘크리트의 박리 및 파손
- ③ 철근, PS강재, 쉬스관의 노출, 파단 및 부식
- ④ 콘크리트 누수 및 백화
- ⑤ 프리스트레싱 강재의 손상

(2) 점검부위 및 점검항목

- ① 거더하면의 횡방향균열 및 받침부 근처의 전단균열은 안전도 확보 측면에서 매우 중요하므로 상세한 점검이 필요하며, 특히 복부 전단균열은 예고없이 급격하게 진전될 가능성이 있으므로 균열폭, 균열깊이, 길이 등 균열 진전사항에 대하여 정밀조사가 필요함
- ② 받침부 부근의 균열, 거더 단부의 정착단 주변의 균열을 조사할 것
- ③ 가로보의 사인장균열은 거더의 부등침하 혹은 전단파괴의 징후가 될 수 있으므로 정밀한 조사가 필요함
- ④ 하부플랜지 바닥은 외관상 건전해 보이는 부분도 내부에 공동, 층분리와 같은 손상이 존재하므로 하부플랜지 바닥을 점검할 경우에는 점검망치를 두드려 소리로써 판단한다. 건전한 부분을 두들기면 “핑” 하는 소리가 나지만 층분리가 된 부분이나 공동이 발생한 부분은 “퍽” 하는 소리가 난다.

- ⑤ 받침부 및 가로보의 콘크리트 부스러짐 및 균열, 철근노출을 점검할 것
- ⑥ 플랜지의 휨균열과 병행하여 거더의 처짐이 육안으로 확인될 정도로 큰 경우에는 처짐원인에 대한 정밀조사가 필요하나 솟음량이 다른 거더에 비하여 상대적으로 덜 솟은 경우에는 강선의 도입력보다는 제작조건에 의한 원인이 대부분이므로 크게 중요한 문제는 아니다.
- ⑦ 지간중앙부(휨모멘트가 가장 큰 위치)
- ⑧ 지간 1/4부(철근이 절곡되어 올라오는 부분으로 철근량이 적은 위치)
- ⑨ 거더단부(받침작동 불량, 유간불량 등에 의하여 이동의 구속, 충격을 받기 쉬운 위치)
- ⑩ 받침주변부(받침반력, 온도변화에 의한 수평력 등에 의하여 손상을 받기 쉬운 위치)
- ⑪ 거더변단면부(단면의 급격한 변화에 의한 응력집중으로 손상을 받기 쉬운 위치)
- ⑫ PC 강재정착부(지압이 크고 연단거리가 짧은 경우 콘크리트에 균열이 생기기 쉬운 위치)
- ⑬ 콘크리트타설이음부(균열, 박리, 누수가 발생하기 쉬운 위치)
- ⑭ External Post Tensioning부(PC TENDON, PC정착부 용접부)

5.3.6 신축이음장치

교량의 신축이음장치는 온도변화, 건조수축, 활하중에 따른 상부구조의 신축을 원활하게 수용하고 상부구조 이음부에서 차량의 주행성을 확보하기 위한 중요한 부속시설이다. 신축이음장치는 교면에서 차량하중을 직접 받고 외부에 노출되어 있어서 변형 및 파손되기 쉽다. 신축이음의 점검에서는 재료적인 열화, 방수재의 기능, 외부충격에 의한 파손 등을 중점적으로 점검하여야 한다.

(1) 손상유형

- ① 신축이음의 유간, 이상음
- ② 신축이음본체의 재료적 열화, 균열, 파손
- ③ 본체 방수재(씰재)의 파손, 하부구조로의 누수여부
- ④ 앵커부의 이완, 탈락 및 파손상태
- ⑤ 본체의 이물질 유입등 오염상태
- ⑥ 후타재의 파손 및 주행성 상태

(2) 점검부위 및 점검항목

① 외관 및 청소상태

- 유간의 틈사이에 오물 등의 퇴적여부를 점검하며 이른 봄에 신축이음부의 청소가 필요함

② 평탄성 확보 및 소음발생여부

- 차량통과시 소음발생 및 단차(10mm이상)발생 여부 육안점검

③ 방수성 확보

- 교대, 교각 상면에서 누수여부에 대한 점검이 가능하며, 또한 교량 상부에서 고무재 파손, 충전재 노출 및 탈락한 부분이 있는지 점검

④ 정착볼트 파손에 따른 신축이음 유동 여부

- 차량통과시 충격음 발생, 신축이음의 움직임 등을 관찰

⑤ 후타설재 콘크리트 균열, 박락 징후 등을 점검하고, 인접부 포장에 균열이 다수 발견될 경우에는 교면포장 하부의 슬래브 상태가 불량한 경우도 많으므로 슬래브 콘크리트를 보수하여 포장파손 원인을 해소하여야 함

⑥ 고무재의 노화, 파손, 마모에 의한 강재노출

- 고무계 신축이음은 재료의 노화, 파손, 마모로 인하여 강재노출 등의 점검

⑦ 난간부 신축이음은 방호벽과 이음부 처리 점검

- 방호벽과 신축이음 틈사이로 노면수가 유입되지 않도록 접촉부 마감씰재 등의 손상여부 확인

⑧ 설치유간

- 교량 받침의 신축유간장 계산과 동일하며 점검당시 온도와 유간장을 측정

5.3.7 교좌장치

교좌장치는 상·하부구조 접속부에 있는 교량 부속물로서 교량의 구조 중 기계적 요소가 가장 강하며, 응력의 전달과 완충의 기능을 갖고 있어 응력 전달기능을 위해 견고하게 연결되어야 한다. 교좌장치를 점검할 때에는 교좌장치 설계시나 시공시에 의도한

대로 작동하고 있는가에 유의하며, 재료에 따라 그 손상의 특성이 다르므로 강재, 고무재 교좌장치에 대해 서로 다른 판정기준을 적용한다.

(1) 손상유형

- ① 거더의 받침부 수직보강재와 받침의 편기
- ② 종단구배가 있는 교량에서 받침의 수평설치 불량 - 받침이 수평으로 설치되도록 슬 플레이트를 경사도에 맞게 미리 재단하여 설치하는 것이 필요함
- ③ 수평이동량 여유량 부족 - 이동제한장치 확인
- ④ 받침 연단거리 부족 및 연단부 콘크리트 파손 유무
- ⑤ 받침의 침하
 - 특히 연속교에서 받침의 침하는 불균등 모멘트의 발생으로 인하여 인접지간이나 받침부에 취약부분이 발생함
- ⑥ 앵커볼트 변형 및 상부받침의 볼트설치 상태불량
- ⑦ 받침과 거더사이 들뜸 및 편심 작용 - 특히 곡선교의 양측 단부에서 주로 발생
- ⑧ 가동면의 이물질 부착 및 부속품과 받침본체 접촉으로 인한 작동장애
- ⑨ 받침 모르타의 높이부족, 받침하부 공극 및 파손
- ⑩ 받침 설치면인 교각 두부의 물고임 및 받침부식
- ⑪ 받침의 횡방향 이동 여부(곡선교)
- ⑫ 강재 받침의 녹, 부식의 범위, 고무재 받침의 균열
- ⑬ 받침부 콘크리트와 충전 모르타의 균열발생 상황

(2) 점검부위 및 점검항목

- ① 받침중심과 수직보강재가 편기되었는지 점검하고 특히 편기량이 약 10cm이상일 경우에는 하부플랜지의 국부변형이나 단부복부판의 좌굴여부 확인
- ② 신축이동량 조사 및 신축유간장 확보 여부 확인(온도와 주변환경고려)
- ③ 받침 전·후면의 오물퇴적으로 인한 받침부식 및 가동구속 여부 점검
- ④ 받침모르타 파손 및 하부공극 발생여부 점검
 - 받침모르타의 파손 및 받침하부에 공극이 있는 경우 장기적으로 받침의 침하유발 가능성 내재
- ⑤ 받침 전면부의 연단거리를 확인하고 특히 연단거리가 20cm 이내일 경우 연단부 콘크리트 균열 혹은 파손여부 점검

- ⑥ 받침 앵커볼트 이완, 파손 및 상부받침과 거더 연결 볼트체결 상태점검
- ⑦ 받침 모르타의 높이가 낮은 경우 물고임으로 인한 받침부식여부 점검
- ⑧ 받침의 부속품과 받침본체와 접촉, 콘크리트 덩어리 퇴적 등 받침작동에 장애 요소가 있는지 점검
- ⑨ 거더와 받침의 분리 등 설치상태 점검
 - 받침 설치시 수평도 확인 부족 등의 원인에 의해 거더와 받침이 부분적으로 떠있는 경우를 점검한다. 이러한 경우 이웃의 인접거더에 불리한 국부응력이 발생할 수 있다.
- ⑩ 곡선교의 받침 들뜸
 - 곡선반경이 작은 램프교량에서는 받침에 큰 부반력이 발생하여 받침이 들뜨는 경우가 있다.(주로 교량의 단부 곡선반경이 작은 쪽 받침) 받침의 들뜸은 중차량 통과시 충격음 발생 혹은 받침의 수직변위로 확인가능하므로 주의깊게 관찰한다. 또한 들뜬 받침의 반대쪽 받침은 과하중이 작용하므로 받침주위의 콘크리트 균열발생 여부를 확인하여야 한다.
- ⑪ 받침을 점검할 때에는 손상의 형태뿐 아니라 손상이 발생하게 된 원인을 추적하여 점검 후 적절한 조치가 이루어질 수 있도록 상세한 기록을 남겨야 한다.
- ⑫ 강재 받침은 부식의 정도가 받침의 작동에 지장을 초래하는지의 여부를 판단하여 평가해야 한다.
- ⑬ 받침의 점검에서는 받침의 작동은 물론, 받침의 방향이 구조적 거동에 적합하도록 가설되어 있는지를 점검한다. 받침의 방향이 잘못 설정되어 있는 경우 향후에 받침 방향을 교정할 수 있도록 별도로 기록한다.
- ⑭ 받침 점검은 일반적으로 고소(高所)에서 작업이 이루어지므로 추락에 대해 특히 주의를 해야 한다.

5.3.8 교대 및 교각

교각 및 교대는 교량 상부구조의 하중을 지반으로 전달하며, 교량 전체 구조의 안전성을 위해 아주 중요한 역할을 수행하는 구조부재이다. 일반적으로 교량을 점검할 때에 하부구조의 점검을 소홀히 하는 경우가 있는데, 교량 형식에 따라서는 하부구조에 약간의 손상이 발생되더라도 교량 전체의 안전에 중대한 위험이 발생되므로 하부구조의 점검에는 특별한 주의를 필요로 한다.

(1) 손상유형

- ① 침 하
- ② 균열(횡균열, 전단균열 등)
- ③ 재료분리
- ④ 누수, 백화
- ⑤ 콘크리트박락 및 철근노출

(2) 점검부위 및 점검항목

- ① 침하
 - 신축이음 유간점검
 - 균열발생여부 점검
 - 바닥판, 난간 등의 선형점검
- ② 회전 및 수평이동
 - 주형과 주형사이의 간격점검
 - 받침의 이동여부 점검
- ③ 균열
 - 주철근 배근위치의 횡균열
 - 구체수직균열
 - 교각두부상단의 횡균열
 - 부등침하에 대한 균열
- ④ 박리, 박락, 공동, 재료분리, 철근노출, 백화

5.4 보수공사시 교통계획을 수립하기 위한 고려사항

5.4.1 개요

복정고가교의 보수·보강공사를 위하여 복정고가교를 전면통제하는 경우 교통흐름의 장애가 매우 심각할 것으로 예측되는 바 이에 따른 민원대책 및 원활한 교통흐름을 위한 계획의 수립이 매우 중요하다 하겠다. 따라서 본 장에서는 보수·보강공사 시 교통계획을 수립하기 위해 고려하여야 할 사항에 대해서 제안한다.

5.4.2 검토되어야 할 주요 범위

- 1) 적절한 보수규모, 구간, 적절한 보수방법 및 보수·보강 기간의 설정
- 2) 복정고가교를 이용하는 일일 교통량의 조사 및 보수기간동안 교통량 분산 대책
- 3) 이용차 및 주변 주민에 대한 광고

5.4.3 공사구간 및 공사 기간의 설정

- 1) 공사구간은 다음 사항을 고려하여 전면통제 혹은 구간통제를 결정한다.
 - 구간별 공사를 위한 필요 공사일수와 전구간 공사를 위한 필요일수
 - 통제구간의 연장에 따른 교통흐름의 영향 및 교통 대책 가능성
 - 공사용 기계의 작업로 및 작업공간 확보 가능성
- 2) 공사 실시시기는 다음 영향을 고려하여 결정한다.
 - 년중 월별 교통량의 분포
 - 년중 공적 제행사
 - 주변구조물의 공사예정

5.4.4 교통 대책

교통대책으로는 다음 사항을 고려하여 결정한다.

- 수서방향 및 분당대교 방향의 교통량에 따른 차선수 조성

- 우회 가능도로 유도 가능성

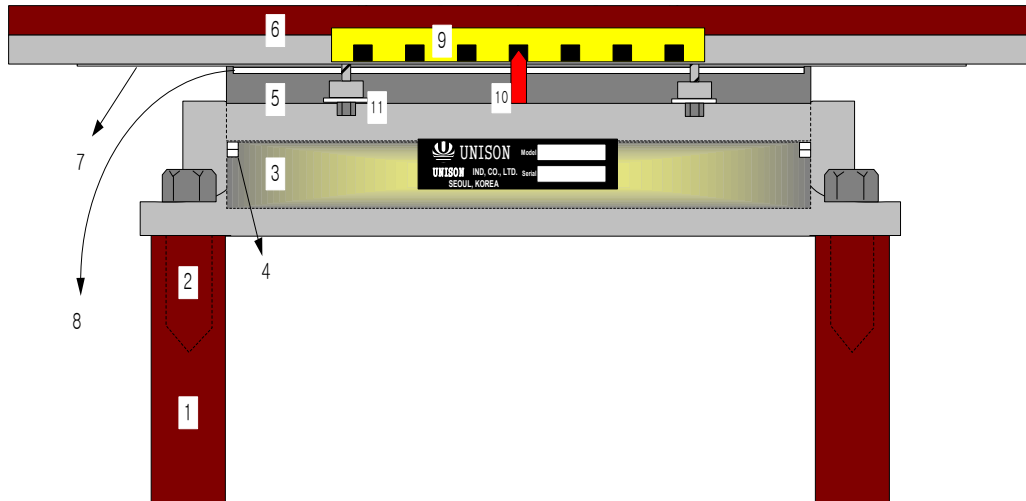
5.4.5 광고활동 및 주변 주민의 광고계획 수립시 고려사항

보수·보강공사를 위한 이용자 및 주민에 대한 홍보는 다음 사항을 고려하여 수립한다.

- 보수·보강공사 개시 전 일반시민 및 이용자가 보수공사의 목적을 충분히 인식하고 공사로 인한 민원유발을 최소화할 수 있는 적극적 홍보 방안
- 공사개시 전 보수·보강공사의 목적 및 교통통제에 대한 인식 정도를 확인 후 인식의 정도가 부족하다고 판단되는 경우 적극적 광고활동 방법

POT Bearing 점검 방법

1. POT Bearing 구성부품 및 기능



- (1) Socket : Pot받침이 받는 수평력을 무수축 몰탈에 전달한다.
- (2) Anchor Bolt : Pot받침이 수용하는 최대수평력까지에 저항한다.
- (3) Rubber : 수직하중의 완화와 회전변위를 수용한다.
- (4) Piston Ring : 탄성고무의 탈락을 방지하기 위해 황동링을 2겹 배치한다.
- (5) Piston : 상부 Plate의 하중을 고무에 전달하며 일방향 가동단에서는 Key 역할을 한다.
- (6) Top Plate : 상부판
- (7) Sliding Plate : 미끄럼 판.
- (8) P.T.F.E(PolyTetraFluoroEtylene) : 불소수지 판.
- (9) 눈금자
- (10) 눈금바늘
- (11) 운반용 bolt

2. POT Bearing 점검항목

구 분	점 검 항 목												
P.T.F.E (불소수지판) 의 조건	<ul style="list-style-type: none"> ■이탈, 찢어짐, 찢개짐, 갈라짐, 파손, 절단이 되어 있는지 등의 여부를 조심스럽게 점검한다. 상기 1항에서 명기한 이유외에도 다음의 원인에 의해서 P.T.F.E에 하자가 생길수 있다. <ul style="list-style-type: none"> - 뾰족하고 날카로운 조각, 구조물 등의 부정확한 거동 ■마찰 계수의 기능저하는 신축이음장치의 이동을 방해하므로 점검시에 상기의 하자가 발생했는지의 여부를 조심스럽게 정밀 검사한다. P.T.F.E와 상부미끄럼.판사이에 뾰족하고 날카로운 물체의 끼임, 어떤 종류의 오물등의 부착으로 본래의 거동을 방해하는 물질들을 P.T.F.E의 거동범위로부터 제거하여 P.T.F.E의 파손을 미연에 방지한다. ■P.T.F.E판은 강판위의 오목한 원형 홈에 그 두께의 반이상이 끼워져야 하며 판의 최소두께와 홈위로 돌출할 수 있는 최대 돌출높이는 다음과 같다. <table border="1" style="margin: 10px auto; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr style="background-color: #fce4ec;"> <th>P.T.F.E판의 평면 치수 D 지름 또는 대각선 길이</th> <th>P.T.F.E의 최소 두께 (mm)</th> <th>최대 돌출 높이 (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>D≤600</td> <td>4.5</td> <td>2.0</td> </tr> <tr> <td>600 < D ≤ 1200</td> <td>5.0</td> <td>2.5</td> </tr> <tr> <td>1200 < D ≤ 1500</td> <td>6.0</td> <td>3.0</td> </tr> </tbody> </table>	P.T.F.E판의 평면 치수 D 지름 또는 대각선 길이	P.T.F.E의 최소 두께 (mm)	최대 돌출 높이 (mm)	D≤600	4.5	2.0	600 < D ≤ 1200	5.0	2.5	1200 < D ≤ 1500	6.0	3.0
P.T.F.E판의 평면 치수 D 지름 또는 대각선 길이	P.T.F.E의 최소 두께 (mm)	최대 돌출 높이 (mm)											
D≤600	4.5	2.0											
600 < D ≤ 1200	5.0	2.5											
1200 < D ≤ 1500	6.0	3.0											
이상거동의 증거	<ul style="list-style-type: none"> ■교통하중, 온도변화등의 조건하에서 Pot 받침은 미리정해진 힘과 방향으로 운동을 하계끔 설계되어져 있다. 그러나 아무리 치밀하게 계산되었다 하더라도 구조물이나 자연조건을 정확하게 예측하기란 불가능하므로 이러한 이유로 구조물에는 이상이 발생할 수 있다. <ul style="list-style-type: none"> - Pot 받침의 편심 - 예상보다 넘어선 이동량 - 무수축 몰탈부의 파손 상기의 내용이 발견되면 원인분석후에 그 결과를 점검 보고서에 기재한다. 												

구 분	점 검 항 목							
강재부식 방지 도장의 조건	<p>■일반적인 사항 : 콘크리트에 묻히지 않는 강재부분은 부식방지 도장을 한다.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td rowspan="3" style="text-align: center;">일반적인 도장시방</td> <td>하도 : EPOXY PRIMER</td> <td>50 마이크론 이상</td> </tr> <tr> <td>중도 : EPOXY PAINT</td> <td>80 마이크론 이상</td> </tr> <tr> <td>상도 : EPOXY PAINT</td> <td>80 마이크론 이상</td> </tr> </table> <p>■지속적인 부식방지 도장은 분해액의 음극보호(cathodic protectetive)효과에 의해서 보장된다. 비록 작은 흠집이 있어도 아연의 강재보호 자체 치유능력 때문에 부식방지 능력을 감소시키지 않는다. 유기체(organic)의 코팅은 아연도금층을 화학 및 대기공격(atmospheric attack)으로부터 보호해 준다. 더욱이 도금된 강재위의 코팅은 피도금 강재에 코팅한 것보다 더 긴 수명을 보장 받는다는 것은 잘 알려진 사실이다.</p> <p>◎ 점검사항 :</p> <p>부식방지 도장된 Pot 받침부재는 궁극적인 하자 여부를 정밀히 검사해야 한다.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 눈에 즉시 띄는 상처난 부위가 있는지의 여부 - 페인트가 벗겨져 나갔는지의 여부 - 도장면이 갈라 터졌는지의 여부 - 녹이 발생되어 빨간 녹물의 흔적이 있는지의 여부 - 상부구조물과의 용접후 도장작업의 적정성 여부 <p>상기의 내용이 발견되면 원인 규명을 하여 재발 방지를 위한 보수가 즉시 행해져야 함.</p>	일반적인 도장시방	하도 : EPOXY PRIMER	50 마이크론 이상	중도 : EPOXY PAINT	80 마이크론 이상	상도 : EPOXY PAINT	80 마이크론 이상
일반적인 도장시방	하도 : EPOXY PRIMER		50 마이크론 이상					
	중도 : EPOXY PAINT		80 마이크론 이상					
	상도 : EPOXY PAINT	80 마이크론 이상						
용접의 조건	<p>■용접 부위에 균열(실크랙) 또는 터져서 갈라진 것 (fissures)이 있는지의 여부를 정밀하게 점검 할 것. 만일 표면에 약간의 균열, 또는 터진 것인지의 여부를 분간하기 어려울 경우에는 정밀검사(x-ray)를 행하여 원인을 규명한 후에 조치를 취한다.</p>							

구 분	점 검 항 목
상부 Joint부의 조건	<p>■교대 혹은 경간사이에 설치되는 Joint부의 방수작용 이상으로 인한 침입수, 또한 상부 구조물을 타고 흐르는 우수등이 교량받침강재에 직접·간접적으로 간섭을 끼치면 강재면의 도장이 부식을 입어 기능과 내구성, 미관을 저하시키므로 원인을 규명하여 적절한 조치를 취하여야 한다.</p>
이동량의 범위값	<p>■Pot받침 각개소의 이동량을 실측하여 점검보고서에 기록한다. 주 : Pot받침에 표기되어 있는 이동량의 량과 눈금계이기로 판단되는 량 및 실측한 량, 설계시 적용된 이동량과의 수치를 정확히 비교하여 이동량의 적정성을 판단한다.</p>
교량받침 이동량 점검	<p>■설계 이동량의 폭에서 일탈한 단일 이동량의 폭은 믿을만한 값으로서 총 이동량의 개별유간으로 분산이 허용오차 이내에 들어오는지의 여부를 점검할 수 있는 중요한 자료이다. 만일 특정 단일 이동량의 폭이 설계값보다 과도하게 클 경우에는 좀더 정밀한 조사가 이루어져야 한다.</p> <ul style="list-style-type: none"> · 비균등 이동량, 설계값과 상이한 이동량이 발생하는 이유 <ul style="list-style-type: none"> - 구조물에 고정단 교량받침을 배치하는 방법은 설계자의 판단에 따라 달라지지만 구조물에 가장유리한 방식으로 배치되고 고정단의 배치방법에 따라 이동량의 량이 달라짐(고정단과의 거리가 멀수록 이동량이 많아진다). - 상부구조물의 형식에 따라 신축량이 달라짐. - 설계당시 예상치 못한 하중등으로 인해 이동량이 많아짐. - 종단 구배가 심한교량에 설치된 Pot받침중 고정단과 멀리떨어진 교량받침은 구배없는 교량에서의 받침보다 이동량의 변화가 다소 심할 수 있다.
무수축 MORTAR 점검	<p>■Pot받침 점검중 무수축 몰탈부의 크랙 및 파손여부는 Pot받침의 본질적 기능과 직접적 관계가 있으므로 이상이 발견되는 즉시 조치되어야 한다. 추가적인 파손의 원인을 근절하기 위해 아래사항을 점검한다.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 0.1mm 이상의 몰탈부 균열 - 모서리가 떨어져 나감 - 무수축 몰탈의 파손 또는 터져 갈라짐 - 콘크리트 표면의 부식 - 무수축 몰탈의 연단거리 부족

구 분	점 검 항 목
볼트의 조건	<ul style="list-style-type: none"> ■상부판과 하부판의 연결을 위한 운반용 bolt는 무수축 몰탈의 시공이 끝난다음 제거하는 것이 아닌 상부구조물과 Pot받침의 연결이 끝난다음 제거해야 한다. ■Socket에 매립되어있는 고장력 하이텐션 Bolt는 수평력을 부담하는 부분으로, 볼트가 풀린다는 것은 이론적으로 불가능하지만 볼트의 풀림여부에 대한 무작위 점검을 해 볼것. 만일 점검시 풀린 볼트가 발견될 경우 다른 볼트도 점검할 것.
Pot 받침내 탄성Pad 조건	<ul style="list-style-type: none"> ■Pot용기안에 조립되어있는 탄성Pad는 강제적으로 제거하지 않는한 전혀 탈락됨이 없음을 정히 확인하는 바이다
Pot받침의 선형 (Alignment)	<ul style="list-style-type: none"> ■Pot받침의 선형은 받침Setting당시 결정하여 확정시킨다. <p>무수축 몰탈의 시공후에는 확인할 적절한 방법이 없으므로 무수축 몰탈의 타설전에 정확한 값으로 확정시켜야 한다.</p> <p>일반적으로 선형에서의 일탈은 전체적인 상부구조물에 부정적인 영향을 끼치게 되지만, 상부 구조물의 형식에 따라 보정이 가능하므로 그 오차한계치를 두어 선형과 Level을 결정하는 것이 통례이다.</p>

3. 예상되는 하자유형 및 보수대책

- 1) P.T.F.E 판의 손상 :
 - 점검로상에서 작업을 할 경우 : 유압잭을 이용하여 간단히 교체 가능 .
 - 점검로 설치가 없는 곳에서 작업을 할 경우 : 장비를 타고 유압잭을 이용한 교체작업. (경비, 시간의 부담이 크다)
- 2) 도장의 손상 : 페인트를 이용한 현장 TOUCH UP.
- 3) 녹 발생 : BRUSH와 페인트를 이용한 도색.
- 4) 눈금자, 눈금바늘의 손상 : SOLE PLATE 체결시 용접열에 타거나 바늘이 과도하게 휘어진 경우는 재부착한다.
- 5) 무수축 몰탈의 손상 :
 - 실 크랙 발생 : 그라인딩과 표면처리로 더 이상의 크랙진행을 차단.
 - 몰탈의 파손 : 원인을 규명하고 유압잭을 이용하여 재 시공.
- 6) 예기치 못한 거동으로 인한 이동량의 부족 : 현재 진행된 이동량보다 추후 이동량의 초과발생이 예상되는 경우는 유압잭을 이용하여 상부판의 SIZE를 키워 교체하거나, 적당한 위치로 상부 PLATE를 이동시킨다.

5.5 유지 관리 방안

정밀점검의 실시결과에 근거하여 구조물의 전체적인 안전성, 기능성, 내구성 등을 향상 및 유지하기 위한 유지관리방안을 ◀표 5.4▶과 같이 제안한다.

◀표 5.4▶ 유지관리방안 및 향후대책

부재명	손상현황	유지 관리 방안	보수시기
교좌장치	▪받침 콘크리트 균열	▪받침 콘크리트의 초기균열은 보수를 시행해도 재차 균열이 발생할수 있고 보수부가 균열이 발생되지 않더라도 인근부위에서 하중분배과정에서 재발생될 수 있으므로 주기적인 관찰을 실시하여야 할것으로 판단된다.	년차
교각	▪수직균열	▪구체에 발생된 균열은 대부분 0.3mm미만의 허용균열이 내의 비구조적인 균열이나 공용기간이 경과할수록 하중의 변화로 인해 균열폭이 증가할수 있으므로 0.3mm 이상의 균열에 대해서는 보수를 시행하고 0.3mm미만의 균열에 대해서는 외관조사망도에 기입하고 관리착요망된다.	년차

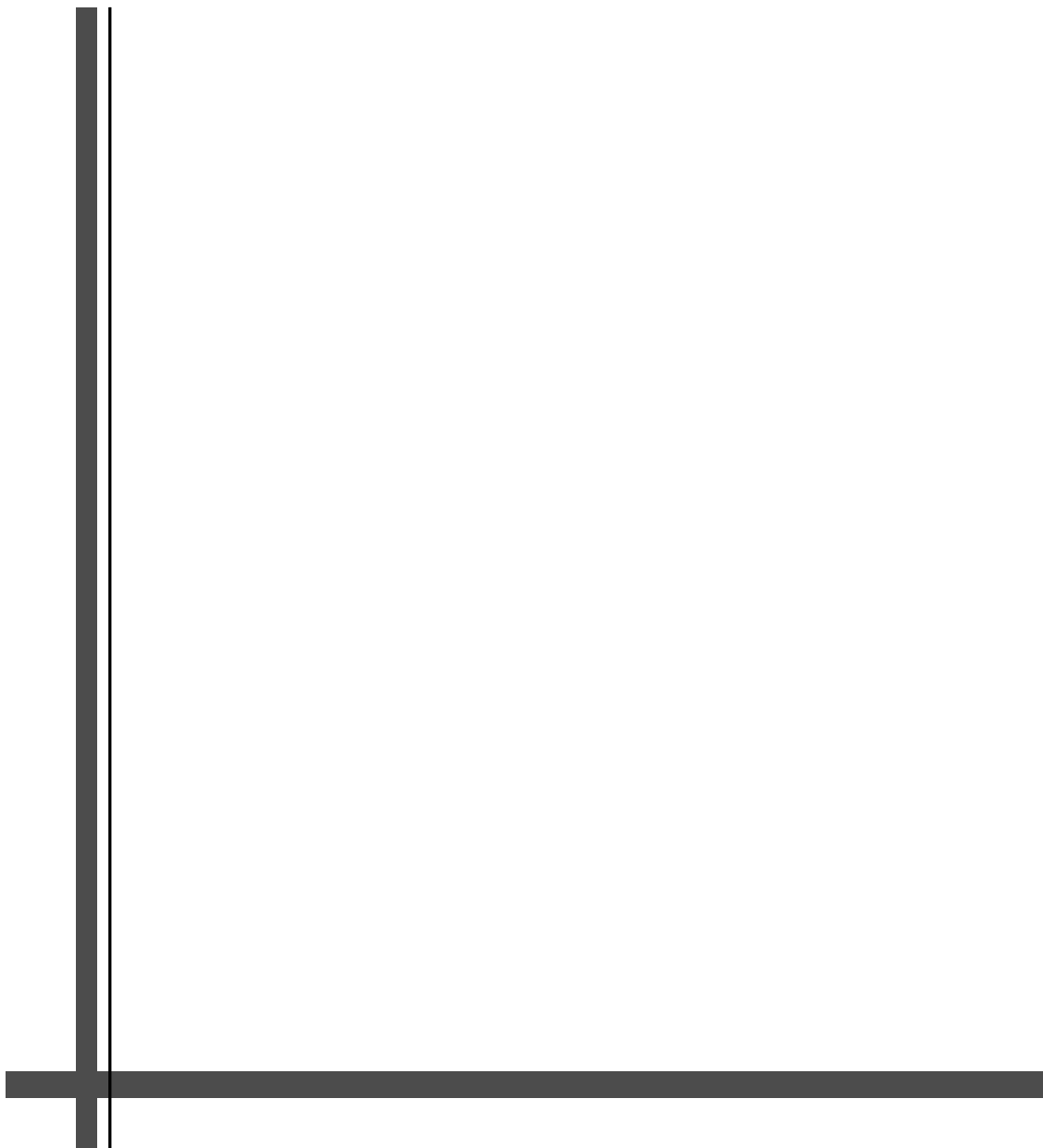
5.6 중점 점검 사항

정밀점검의 실시결과에 따른 향후 구조물의 주요 구조부재의 중점 사항은 다음 ◀표 5.5▶ 과 같다.

◀표 5.5▶ 중점 점검 사항

부 재 명		주요 유지관리 항목	중점점검사항	관리방법
상 부 구 조	교면포장	<ul style="list-style-type: none"> ▪활하중의 변화 유무 ▪충격의 영향 ▪구조물의 변형, 변위 상태 ▪주요부재의 결함 및 손상상태 ▪기타 부재의 안전상태 ▪보수부위에 대한 정기점검 	▪균열, 요철, 단차, 함몰	<ul style="list-style-type: none"> ▪보수부위 및 건전부에도 주기적인 점검 ▪콘크리트 탈락, 들뜸 부위는 우선 보수 실시 ▪기타 손상 발생시 적절한 보수 실시
	난간 및 연석		▪균열, 탈락, 박리, 철근노출, 백화	
	신축이음장치		▪균열, 누수, 백화	
	PSC 주형		▪박리, 들뜸, 탈락	
	교좌장치		<ul style="list-style-type: none"> ▪철근노출, 부식 ▪거더 단부측 전단균열 	
하 부 구 조	교대 · 교각	<ul style="list-style-type: none"> ▪구체의 손상이나 결함 유무 ▪기초의 침하이동, 경사 ▪차량의 충돌에 의한 파손 여부 ▪중차량 통과시 지반 진동 상태 	<ul style="list-style-type: none"> ▪콘크리트 탈락, 철근노출, 부식 ▪망상균열, 누수, 백화, 들뜸 ▪균열 ▪상단부 콘크리트 파쇄 	<ul style="list-style-type: none"> ▪보수부위 및 건전부에도 주기적인 점검 ▪콘크리트 탈락, 들뜸 부위는 우선 보수 실시 ▪상부누수에 의한 재산상 발생 여부 확인(교대측)

제 6 장. 종합 결론



제 6 장. 종합 결론

본 과업구조물인 복정고가교는 1994년에 준공되어 9년정도 공용된 구조물로 정밀점검을 통한 외관조사, 비파괴시험 등을 종합적으로 분석·평가한 결과는 다음과 같다.

1) 외관조사결과

부재명	주요 손상 내용	손상원인	보수필요여부
교면포장	▪미끄럼방지턱 파손	▪차량충격	불필요
난간및연석	▪균열(0.3mm이상,6개소) ▪덮개 미설치 ▪철근노출 ▪콘크리트 박락	▪건조수축 ▪시공불량 ▪피복부족 ▪콘크리트 열화	필요
신축이음장치	▪후타재 균열 ▪토사퇴적	▪건조수축 ▪토사 퇴적	불필요 필요(청소)
배수구	▪막힘(1개소)	▪토사 퇴적	필요 (청소)
바닥판하면	▪균열(0.3mm이상) ▪재료분리 ▪철근노출	▪건조수축 ▪다짐미흡 ▪피복부족	필요
PSC박스	▪철근노출 ▪보수부 들뜸 ▪콘크리트 박락, 들뜸 ▪재료분리	▪피복부족 ▪시공불량 ▪공용기간동안 열화 ▪다짐미흡	필요
교좌장치	▪받침콘크리트 균열 ▪받침콘크리트 파손, 탈락 ▪실링재 변형	▪건조수축, 차량하중 ▪공용기간동안 열화 ▪구조물 거동	필요 필요 주의관찰
교대 및 교각	▪수직균열 ▪재료분리, 철근노출 ▪파손, 박락	▪건조수축 ▪다짐미흡, 피복부족 ▪콘크리트 열화	필요

2) 비파괴시험 결과

▶ 강도시험 결과

위 치	강도 시험 결과(kgf/cm ²)				평가
	시험부위	시험결과(A)	설계기준(B)	(A/B)×100(%)	
본 선	슬래브	395 ~ 426	400	98 ~ 106	양호
	교대/교각	243 ~ 261	240	101 ~ 108	
A,D- RAMP	슬래브	416 ~ 439	400	104 ~ 109	양호
	교대/교각	247 ~ 262	240	102 ~ 109	
B,C- RAMP	슬래브	440 ~ 448	400	110 ~ 112	양호
	교대/교각	246 ~ 262	240	102 ~ 109	

- ① 슬래브의 비파괴강도는 설계기준강도(400kg/cm²)의 98~112%로 측정되어 강도 상태는 양호한 것으로 판정되었다.
- ② 교대 및 교각 비파괴강도는 설계기준강도(240kg/cm²)의 101~109%로 측정되어 강도평가 결과는 양호하였다.

▶ 철근상태조사 결과

- ① 철근배근 상태 및 피복두께는 조사 결과 배근간격과 피복은 일부 설계도면과 유사하게 시공된 것으로 확인되었다.

위 치	철근 상태 조사 결과				평가
	시험부위	측 정 치(mm)	피복두께(mm)	설계피복(mm)	
본 선	슬래브	164 ~ 245	47 ~ 49	50	양호
	교 각	167 ~ 264	97 ~ 102	100	
	PSC 박스	148 ~ 285	95 ~ 101	100	
A,D- RAMP	슬래브	153 ~ 265	48 ~ 55	50	양호
	교 각	153 ~ 264	98 ~ 103	100	
B,C- RAMP	슬래브	169 ~ 247	45 ~ 51	50	양호
	교 각	166 ~ 264	97 ~ 101	100	

▶ 균열깊이측정 결과

- ① 교대 및 교각에 발생한 균열부(4개소)에 대해 균열심도를 측정한결과 52.6 ~ 65.2mm까지 진전된 것으로 확인되어 피복두께인 100mm에는 미치지 못하고 있는 것으로 확인되었으나 진전을 억제하기 위해서 수지주입에 의한 보수가 요구된다.

▶ 중성화시험 결과

- ① 페놀프탈레인용액에 의한 중성화심도측정결과 중성화정도는 표면에 국한된 정도인 것으로 확인되어 중성화에 의한 열화정도는 문제점이 없는 것으로 확인되었다.

위 치	중성화 시험 결과			평가
	시험부위	측 정 치(mm)	중성화정도(%)	
본 선	슬래브/교각	2.7 ~ 4.2	2.7 ~ 4.2	양호
A,D-RAMP	슬래브/교각	2.4 ~ 3.5	2.4 ~ 3.5	
B,C-RAMP	슬래브/교각	2.3 ~ 3.0	2.3 ~ 3.0	양호

3) 보수·보강 방안

구 분	손상현황	보수·보강 방안	보수공법	보수 시기
교좌장치	▪받침 콘크리트 균열	▪교좌장치를 지지하고 있는 받침 콘크리트에 시공초기의 균열이 공용기간동안 하중작용으로 일부 진전된 상태로서 일반적으로 받침 콘크리트에 보수를 시행해도 재균열이 발생될수 있으므로 만약 보수를 시행한다면 유지관리측면에서 보수를 시행하는 방안이 적절함.	수지주입	단기
교각	▪수직균열	▪교각 구체에 건조수축에 의한 균열이 허용 균열폭을 초과한 상태로 발생되었으나 균열의 발생형태로 볼때 구조적인 균열이 아니므로 수지주입에 의한 보수를 시행한다면 특별한 문제점은 없을 것으로 판단된다.	수지주입	단기

4) 종합 평가

위와 같은 결과를 종합적으로 판단해 볼 때 복정고가교의 구조물은 전체적으로 공용기간이 9년정도 경과하였고 일부 공용기간동안 구조물의 열화로 인한 경미한 손상은 있었으나 구조적인 문제점이 될 수 있는 손상은 조사되지 않았다. 그러나 일부 조사된 균열, 철근노출등의 손상확대를 예방을 위해서는 보수가 요구되고 있는 상태였다. 현 복정고가교의 종합적인 상태평가는 “B등급”으로서 현재 일부 발생된 손상은 구조물에 구조적인 문제점을 야기시키지는 않으나 유지관리 측면에서 적절한 보수로 유지관리가 요망된다.

그러므로 정밀점검 발생된 손상에 대하여 본 보고서에서 제시한 보수방안(제 4장 참조)을 참고하여 보수를 실시하고 적절한 유지관리를 실시하면 구조물의 사용성 및 기능성에는 문제가 없을 것으로 **복정고가교의 상태등급은 “B”등급**으로 판단된다.