

강서시설 - 5

# 광 복 교 정 밀 점 검 용 역 보 고 서



서울특별시강서도로관리사업소

# 제 출 문

서울특별시 강서도로관리사업소장 귀하

귀 사업소와 2004년 4월 7일 계약 체결한 『오금교외 5개소 정밀점검 및 오금교외1개소 점검메뉴얼 용역』을 완료하였기에 그 결과를 본 보고서로 제출합니다.

2004년 9월 3일

동우유니온개발(주)

대표이사 김준언(인)

# 참 여 기 술 자

『용역명 : 오금교외 5개소 정밀점검 및 오금교외1개소 점검메뉴얼 용역』

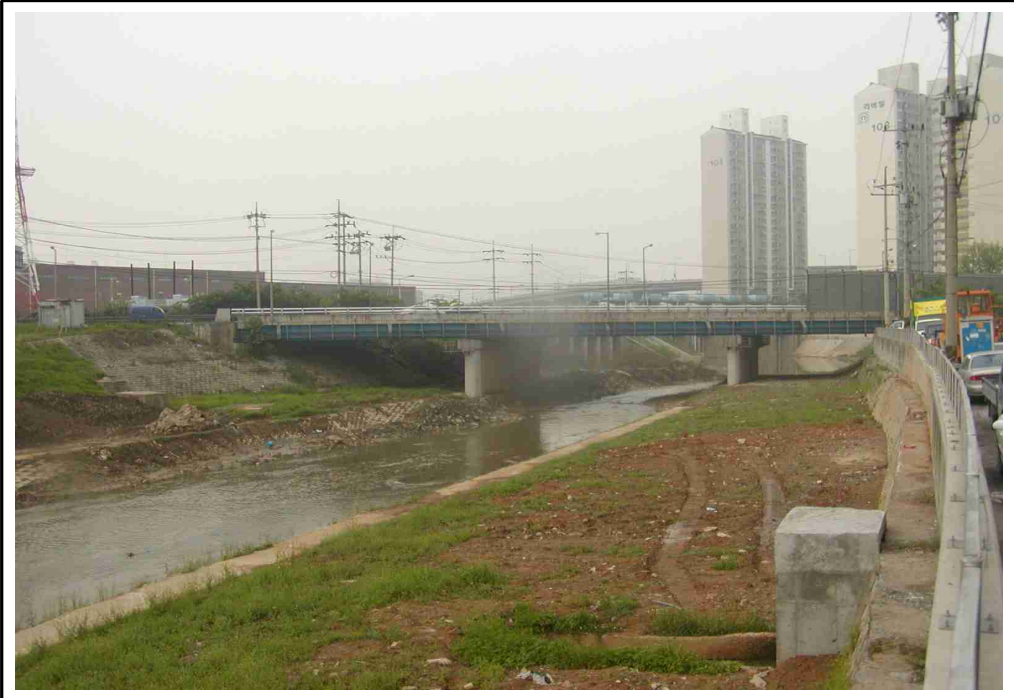
구 분	성 명	직 급	학위 및 자격	등 급	서명날인
책임기술자	이 문 식	이 사	공 학 사	특 급	
참여기술자	김 준 언	대표이사	공학사 토목기사	특 급	
	박 윤 균	부 장	토목기사	중 급	
	신 화 철	전문위원	공학박사	고 급	
	김 성 수	과 장	전문학사 토목산업기사	중 급	
	김 범 철	대 리	공학사	초 급	
	박 창 수	사 원	공학사	초 급	

# 위 치 도



# 전 경 사 진

시 설 물 명	광복교
---------	-----



사 진 설 명	광복교 측면현황
---------	----------

---

---

# 목 차

---

---

제 I 편 정밀점검 결과 .....	2
1. 현황	
1.1 개요 .....	2
1.2 종평면도 .....	4
2. 외관조사 결과 .....	5
2.1 외관조사 총괄표 .....	5
2.2 외관조사 내용 .....	9
3. 콘크리트 재료시험 결과 .....	12
3.1 콘크리트 재료시험 .....	12
3.2 시험결과 및 분석 .....	12
3.3 콘크리트 내구성 조사결과 .....	17
4. 상태평가 .....	18
5. 보수방안 및 개략공사비 .....	19
6. 정밀점검 결과 비교 .....	20

7. 종합평가 ..... 21

제 II 편 일반사항 ..... 23

제 1 장 서론 ..... 24

1.1 과업의 목적 ..... 24

1.2 과업의 범위 및 내용 ..... 24

1.3 과업수행 방법 ..... 26

1.4 진단장비 ..... 28

1.5 대상시설물 현황 ..... 29

제 2 장 외관조사 실시개요 ..... 31

2.1 외관조사망 작성 ..... 31

2.2 항목별 점검요령 ..... 34

제 3 장 콘크리트 재료시험 실시개요 ..... 45

3.1 콘크리트 강도조사 ..... 45

3.2 철근배근조사 ..... 55

3.3 콘크리트 중성화시험 ..... 56

제 4 장 보수·보강공법 ..... 60

4.1 개요 ..... 60

4.2 보수공법 ..... 64

4.3 보강공법 ..... 77

제 5 장 유지관리방안 ..... 84

5.1 개 요 .....	84
5.2 유지관리 절차 .....	85
5.3 유지관리 방안 .....	85

## 부 록

1. 외관조사망도
2. 비파괴시험자료
  - 2.1 반발경도시험자료
  - 2.2 초음파강도자료
  - 2.3 철근배근탐사자료
3. 사진첩
4. 자문회의조치결과

---

---

# 표 목 차

---

---

【표 I .1.1】 광복교 일반제원 .....	2
【표 I .2.1】 경간별 외관조사 총괄표 .....	5
【표 I .2.2】 하부구조 외관조사 총괄표 .....	8
【표 I .2.3】 신축이음장치 외관조사 총괄표 .....	8
【표 I .3.1】 부재별 비파괴시험 개소 .....	12
【표 I .3.2】 콘크리트강도 비파괴시험 결과 .....	13
【표 I .3.3】 부재별 강도 비교 .....	14
【표 I .3.4】 철근탐사 결과 .....	15
【표 I .3.5】 철근탐사요약결과 .....	16
【표 I .3.6】 중성화깊이 측정결과 .....	16
【표 II.1.1】 정밀점검 수행 일정 .....	27
【표 II.1.2】 진단장비 현황 .....	28
【표 II.2.1】 상태평가 등급기준 .....	32
【표 II.2.2】 교량 주요 점검항목 .....	33
【표 II.2.3】 아스팔트 교면포장 손상별 상태평가기준 .....	34
【표 II.2.4】 배수시설 손상별 상태평가기준 .....	35
【표 II.2.5】 난간 및 연석 상태평가 기준 .....	36
【표 II.2.6】 강재 와 콘크리트 재료 손상별 상태평가기준 .....	36
【표 II.2.7】 바닥판 상태평가기준 .....	37



【표 II.2.8】 바닥판(강상판) 상태평가기준 .....	37
【표 II.2.9】 철근콘크리트 거더 및 가로보 상태평가기준 .....	38
【표 II.2.10】 프리스트레스 콘크리트 거더 및 가로보 상태평가기준 .....	39
【표 II.2.11】 강재 거더 상태평가기준 .....	39
【표 II.2.12】 신축이음장치 상태평가기준 .....	40
【표 II.2.13】 교좌장치 상태평가기준 .....	41
【표 II.2.14】 교대 상태평가기준 .....	42
【표 II.2.15】 교각 상태평가기준 .....	42
【표 II.2.16】 기초의 상태평가기준 .....	43
【표 II.3.1】 슈미트 햄머의 종류 .....	47
【표 II.3.2】 재령에 의한 보정표 .....	49
【표 II.3.3】 반발경도( $R_o$ )와 압축강도(Fc) 환산표 .....	50
【표 II.3.4】 중성화에 의한 콘크리트 성능저하 등급 .....	58

---

---

# 그림 목 차

---

---

【그림 I .1.1】 중 · 평면도 및 횡단면도 .....	4
【그림 II .1.1】 과업수행 흐름도 .....	26
【그림 II .3.1】 타격방향 보정치 .....	48
【그림 II .3.2】 초음파속도법에 의한 압축강도 추정도 .....	52
【그림 II .3.3】 중성화에 의한 콘크리트 열화진행 모식도 .....	57
【그림 II .3.4】 중성화와 콘크리트의 수명 .....	58

# 요 약 문

## 1. 현 황

..... i

## 2. 재료시험 결과

..... ii

## 3. 외관조사 및 상태평가

..... iii

## 4. 종합결론

..... iv

1. 현 황

구 분		내 용	구 분	내 용
교 명		광복교	준공년도	1998. 2.
소재지		서울시 구로구 개봉동 192 ~ 광명시 철산동 산1	연 장	67.3m
설계하중		DB-24	시 공 사	(주)건 영
시 행 청		서울시 건설안전본부 강서도로관리사업소	경간구성	20.8m+25.6m+20.7m
상부 구조	형 식	Steel Plate Girder	차 선 수	4차선
	교 폭	19.1m	난 간	알루미늄 난간
	포 장	ASP	받침장치	포트받침
	신축이음 장 치	Gui Top	교 각	벽 식
하부 구조	교 대	반중력식	기 초	직접기초

## 2. 재료시험 결과

### <콘크리트 강도시험 결과>

부재명	반발경도 (kgf/cm <sup>2</sup> )	초음파강도 (kgf/cm <sup>2</sup> )	조합법 (kgf/cm <sup>2</sup> )	기준(2002) (kgf/cm <sup>2</sup> )
슬래브하면	242	222	272	351
교대·교각	256	248	281	339

광복교의 비파괴강도는 부재별 부재를 선정하여 총37개소의 강도조사를 실시하였다. 기존점검시(2002) 강도가 과대하게 평가되었으나 일반적인 슬래브 설계강도인 270kgf/cm<sup>2</sup>에 준하므로 대체적으로 양호한 것으로 판단되며, 강도저하로 인한 내구성문제는 없는 것으로 판단된다.

### <철근탐사 결과>

부재명	철근종류	철근간격(mm)			피복두께(mm)		
		금회	2002	설계치	금회	2002	설계치
슬래브하면	주 철 근	119	125	125	45	49	50
	배력철근	131	125	125	66	49	50
교대,교각	수 직 근	263	316	300	58	60	100
	수 평 근	290	316	300	69	60	100

철근배근상태 및 피복두께를 총 11개소 선정하여 측정하였다. 철근배근간격을 조사한 결과 슬래브하면의 주철근 간격은 119mm로 측정되어 설계도면의 값과 유사하게 시공된 것으로 조사되었으며, 피복두께는 45mm로 측정되 설계값에 상응하는 것으로 확인되어 철근배근상태는 양호한 것으로 판단된다.

### <중성화 시험 결과>

부재명	실 측 치(mm)	현장조사 최소피복두께 (mm)	평가등급	비 고
슬래브하면	4.5~5.0	39	b	피복두께/2>중성화깊이
교대·교각	7.0~8.0	42	b	

광복교에 대한 중성화 시험 결과, 세부지침 규정에 의해서 b등급으로 산정되었으며 대체로 양호한 것으로 판단된다.

### 3. 외관조사 및 상태평가

경간 번호	형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간	지점 번호	신축	받침	하부	기초	중성화	염화물	결함도	환산결 함도	
1	강거더	b	a	a	b	b	a	A1	b	a	c	X	b	-	20.4	0.204	
2	강거더	a	a	a	b	b	b	P4	X	a	b	X	b	-	12.8	0.141	
3	강거더	a	a	a	b	a	a	P5	X	a	b	X	b	-	12.5	0.137	
								A2	b	a	b	X	b	-	14.3	0.143	
														상태 평가 점수	상태 평가 점수	0.156	
등급		A		B		C		D		E							
결함도범위		0≤X<0.13		0.13≤X<0.26		0.26≤X<0.49		0.49≤X<0.79		0.79≤X							
														상태 평가 등급	상태 평가 등급	B	

주 부 재 명	점 검 결 과	대 책	상태 등급
교면포장	비교적 양호한 상태로 조사되었으나, 일부구간에서 아스콘포장부의 소성변형에 의한 종방향균열 발생	온도 및 상부하중에 의한 소성변형발생, 따라서 진행여부에 따라 보수를 실시.	b
배수시설	상부 이물질 유입으로 인한 배수구 막힘 .	정기적인 배수구 청소 및 이물질 제거가 필요함.	b
난간 및 연석	비교적 양호한 상태이나 2경간 난간부 충돌로 인한 파손 및 변형이 발생됨.	상부 보수공사 실시시, 신규 교체 설치.	b
바 닥 판	제1경간에 부분적인 망상균열 추가 발생됨.	누락된 미보수균열로 판단되며, 향후 추가 발생후 전면 보수시행.	b
신축이음	후타재 일부 파손 및 균열등이 발생된 것으로 조사됨.	중차량등의 통과로 인한 무수축 콘크리트의 파손으로 보수시행.	b
교좌장치	전반적으로 양호한 상태로 조사됨.	지속적인 유지관리 필요.	a
교 대	교대2번의 경우, 전면부 수직균열 및 망상균열이 발생된 상태이며, 상부 우수유입으로 인한 누수가 발생된 상태임.	상부 실링등으로 우수유입을 차단하고, 미보수된 손상등은 추가 보수 시행.	c
교 각	일부 면보수 시행된 상태이며, 부분적인 망상균열, 파손, 재료분리등이 조사됨.	향후 전면적인 면보수 시행함이를 것으로 판단됨	b
내구성조사	내구성조사 결과, 비파괴강도 값은 양호한 것으로 판단되며, 철근탐사결과, 배근 및 피복값은 적정한 것으로 판단된다. 또한 중성화시험 결과에 따른 철근의 부식 영향은 양호한 것으로 판단됨.		
시설물 상태등급	상기의 결과를 종합하면, 전체상태등급은 B로 판단된다. 전반적으로 공용중에 발생된 열화손상으로서 사용중 보수에 의한 내구성 향상을 기하고 향후 체계적이고 정기적인 유지관리가 필요할 것으로 판단됨.		B

4. 종합결론

<전 회 비 교 표>

구 분 (주요손상)	외관상태		비 고
	전회(2002)	금회(2004)	
교면포장	양호	도로포장 중앙부 중방향 균열 발생. 이물질에 의한 배수구막힘.	손상범위가 경미하므로 주기적인 점검 및 정비 필요.
난간 및 연석	연석 일부 균열발생	난간 일부 변형	지속적인 관리요망.
바 닥 판	부분적인 미세균열 발생 (0.1mm) 국부적인손상(재료분리,철근노출 등) 기존손상부 대부분 보수됨	1경간 현치부 망상균열 추가조사	당장 보수가 필요치는 않으나 발생된 균열등의 유지관리가 필요.
주 형	전반적으로 양호	부식 및 볼트이완, 탈락, 도장 박리등이 없는 양호한 상태로 조사됨	주기적인 점검
신축이음장치	본체파손 및 변형, 탈락	후타재 파손 및 균열	후타재파손 및 균열로 인한 우수유입이 우려됨. 보수필요.
교좌장치	전반적으로 양호	좌동	주기적인 점검
교 대	부분적인 백태, 수직균열	교대2번 망상균열 및 수직균열 발생된 상태이며, 상부 우수유입으로 인한 누수발생.	표면처리 및 상부 후타재 실링등에 의한 보수 시행.
교 각	부분적인 미세균열, 박락, 백태 등이 조사됨 0.3mm균열발생(기보수)	부분적인 콘크리트파손 및 재료분리, 백태 등이 조사됨.	열화에 의한 손상으로 판단되므로, 하부표면보수시 전면 보수 시행.

외관조사결과, 교면포장부의 소성변형에 의한 중방향균열이 조사되었으며, 바닥판 하면 및 강재주형등은 전반적으로 양호한 상태로 판단된다.

바닥판 하면은 기보수된 상태로 추가 발생된 손상 및 진행은 없는 것으로 판단되나, 일부 누락된 미세 망상균열등이 조사되어, 향후 유지관리 필요시 전면 보수를 시행함이 옳을 것으로 판단되며, 신축이음장치 후타재 파손으로 인한 노면 단차발생 및 하부 우수유입이 우려되므로 보수를 시행함이 옳을 것으로 판단된다.

하부구조의 경우, 교각 측면 유심부 면보수가 시행된 상태로 조사되었으며, 일부 미세균열 및 박락, 굽힘등이 조사되어 향후 유지관리 필요시 전면 면보수가 필요하다. 교대는 측면 및 상부 우수유입으로 인한 누수가 조사되어 강재 포트받침의 부식이 우려된다.

전반적인 손상정도는 국부적 열화손상 정도를 보이고 있으며, 2002년 정밀점검 보고서와 비교하여 거의 동일한 상태로 기 보수후 균열의 진행 및 2차손상 징후등은 조사되지 않았으므로 주기적인 점검 및 유지관리가 필요하다.

본 구조물의 비파괴 시험 결과, 기 시행된(2002년도 정밀점검 보고서)의 평균 강도보다 다소 낮게 조사되었으나 이는 전회 실시한 점검보고서에서 전부재에 측정된 강도값이 비교적 과대하게 측정된 것으로 판단되며, 일반적인 콘크리트 강도적용시 적정한 것으로 판단된다.

철근배근상태 및 콘크리트 피복, 중성화시험 결과는 양호한 것으로 판단된다.

조사결과에 따라 우선 보수 계약공사비는 다음과 같다.

분 류	보수공사비 (단위 : 천원)	보강공사비	비 고
개 략 공사비	1,900	해당사항 없음.	제경비포함 150%적용

상태평가 결과, 전체상태등급은 **B등급**으로 판정되었으며, 본 상태등급은 개정된 『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2003.12)』의 규정따라, 경간/지점별 부재등급 산정 및 평균 부재등급, 부재별 가중치의 산정결과이고 「보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능발휘에 지장이 없는 상태」로 발생된 손상에 대하여 사용성 여부에 따라 향후 보수시행 여부를 판단하여 유지관리에 만전을 기해야 한다.



# 제 I 편 정밀점검 결과

1. 현 황
2. 외관조사결과
3. 콘크리트 재료시험 결과
4. 상태평가
5. 보수방안 및 개략공사비
6. 정밀점검 결과 비교
7. 종합평가

## 제 I 편 정밀점검 결과

### 1. 현 황

#### 1.1 개 요

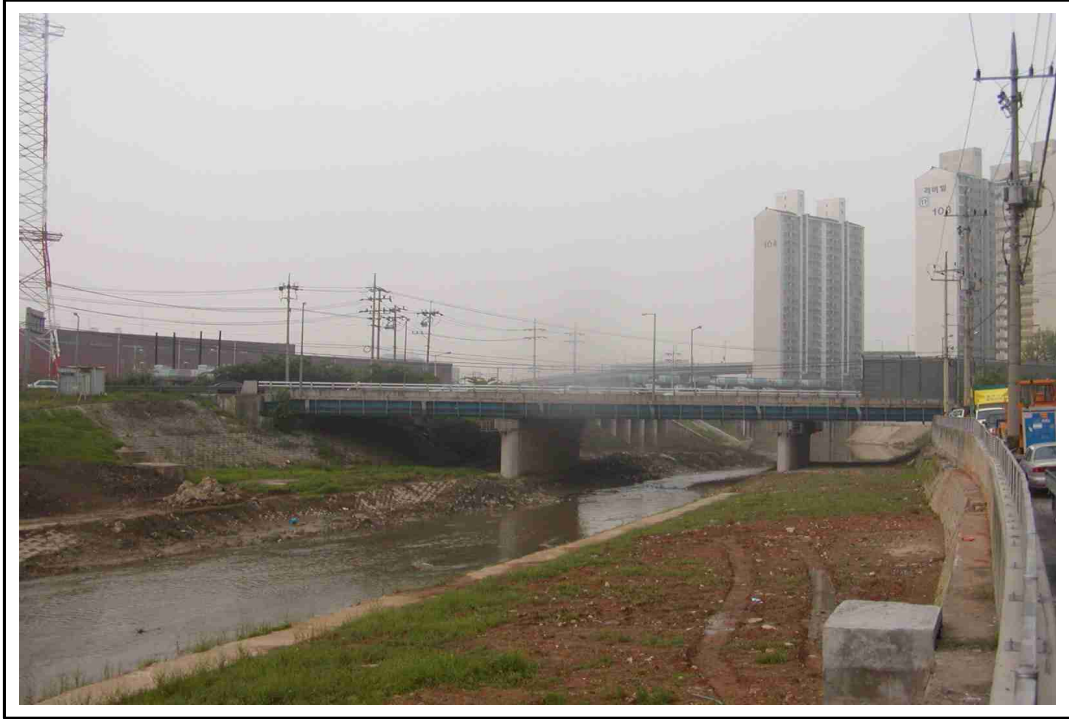
광복교는 강서도로관리사업소 관할 서울시 개봉동과 경기도 광명시 철산동을 연결하며, 1998년 2월 교장 67.3m, 교폭 19.1m의 1등교(DB-24)로 준공된 교량이다.

기존교량의 상부구조는 Steel Plate Girder로서 경간은 20.8m+25.6m+20.7m로 구성되어 있으며, 하부구조는 벽식 교각, 반중력식 교대로서 기초는 직접기초로 추정된다.

본 교량의 일반제원 및 교량전경은 【표 I .1.1】 및 【사진 I .1.1】 과 같다.

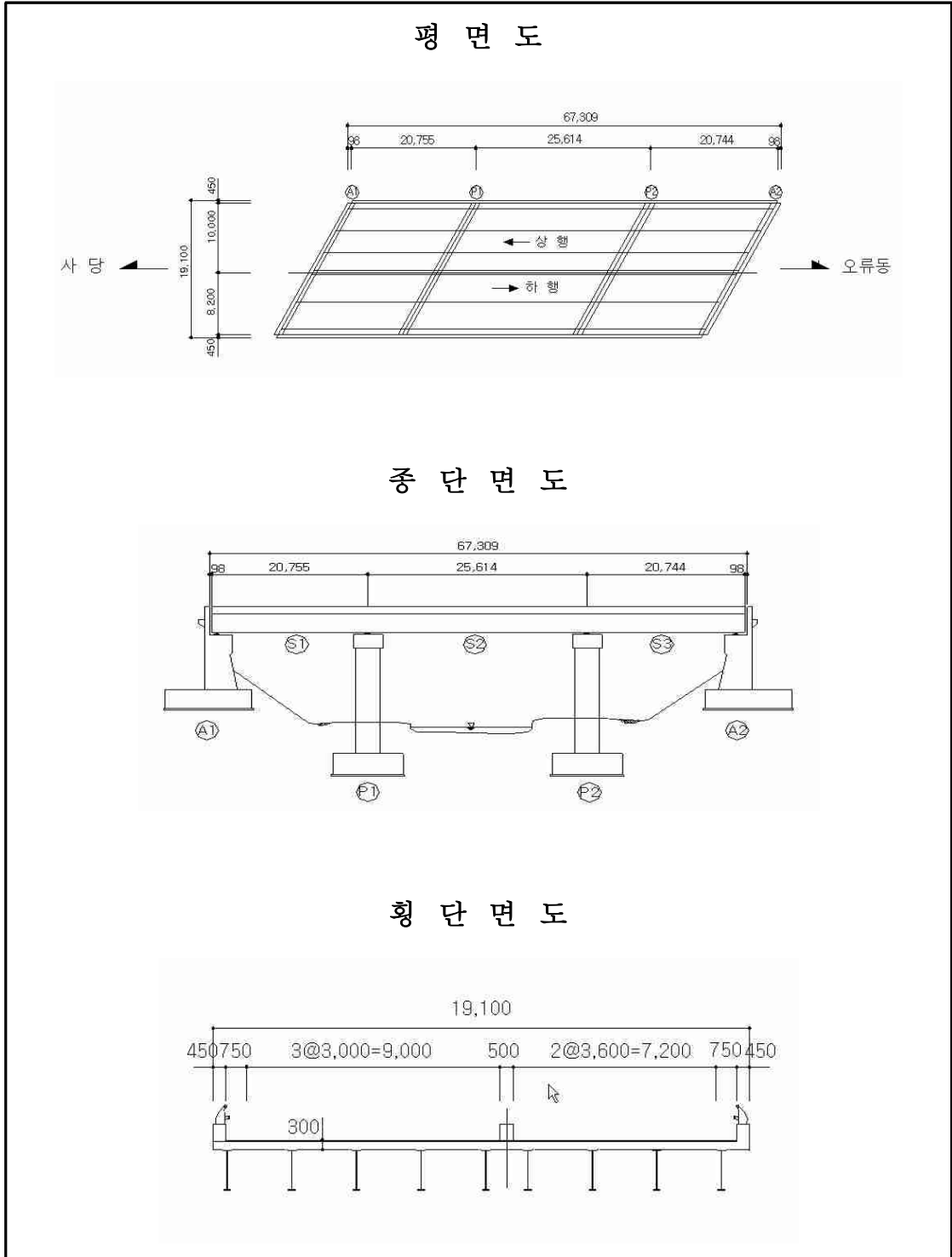
**【표 I .1.1】 광복교 일반제원**

구 분		내 용	구 분	내 용
교 명		광복교	준공년도	1998. 2.
소재지		서울시 구로구 개봉동 192 ~광명시 철산동 산1	연 장	67.3m
설계하중		DB-24	시 공 사	(주)건 영
시 행 청		서울시 건설안전본부 강서도로관리사업소	경간구성	20.8m+25.6m+20.7m
상부 구조	형 식	Steel Plate Girder	차 선 수	4차선
	교 폭	19.1m	난 간	알루미늄 난간
	포 장	ASP	받침장치	포트받침
	신축이음 장 치	Gai Top	교 각	벽 식
하부 구조	교 대	반중력식	기 초	직접기초



【사진 I .1.1】 광복교 전경

1.2 종평면도



【그림 I.1.1】 종·평면도 및 횡단면도

## 2. 외관조사 결과

### 2.1 외관조사 총괄표

(1) 경간별 외관조사 총괄표

【표 I.2.1】 경간별 외관조사 총괄표

구 분 중점점검사항 (S1 : 1경간)		외관상태 내용	손 상 물 량		대 표 등 급
			수 량	단 위	
교면 포장	균열, 파손	표면균열(2개소)	1.0	(m <sup>2</sup> )	b
	배수시설	배수구막힘	1	개소	
난간 연석	파 손	양 호	-	(m)	a
	균 열 박 리	양 호	-	(m <sup>2</sup> )	
바닥판 하 면	균 열	망상균열	0.28	(m <sup>2</sup> )	b
	누 수 백 태	양 호	-	(m <sup>2</sup> )	
	박 리	양 호	-	(m <sup>2</sup> )	
	재료분리	양 호	-	(m <sup>2</sup> )	
주형	도장탈락	양 호	-	(m <sup>2</sup> )	a
	부식, 오염	양 호	-	(m <sup>2</sup> )	
	브레이싱, 가로보	양 호	-	개소	

(계속)

구 분 중점점검사항 (S2 : 2경간)		외관상태 내용	손 상 물 량		대 표 등 급
			수 량	단 위	
교면 포장	균열, 파손	표면균열 및 파손	0.25	(m <sup>2</sup> )	b
	배수시설	배수구막힘	2	개소	
난간 연석	파 손	난간 변형	1.0	(m)	b
	균 열 박 리	균열(2개소)	0.5	(m <sup>2</sup> )	
바닥판 하 면	균 열	양 호	-	(m <sup>2</sup> )	a
	누 수 백 태	양 호	-	(m <sup>2</sup> )	
	박 리	양 호	-	(m <sup>2</sup> )	
	재료분리	양 호	-	(m <sup>2</sup> )	
주 형	도장탈락	양 호	-	(m <sup>2</sup> )	a
	부식, 오염	양 호	-	(m <sup>2</sup> )	
	브레이싱, 가로보	양 호	-	개소	

(계속)

구 분 중점점검사항 (S3 : 3경간)		외관상태 내용	손상물량		대표 등급
			수량	단위	
교면 포장	균열, 파손	표면균열	0.08	(m <sup>2</sup> )	b
	배수시설	양 호	-	(m)	
난간 연석	파 손	양 호	-	(m <sup>2</sup> )	a
	균 열 박 리	양 호	-	(m <sup>2</sup> )	
바닥판 하 면	균 열	양 호	-	(m <sup>2</sup> )	a
	누 수 백 태	양 호	-	(m <sup>2</sup> )	
	박 리	양 호	-	(m <sup>2</sup> )	
	철근노출 재료분리	양 호	-	(m <sup>2</sup> )	
주 형	도장탈락	양 호	-	(m <sup>2</sup> )	a
	부식, 오염	양 호	-	(m <sup>2</sup> )	
	브레이싱, 가로보	양 호	-	개소	

(2) 지점별 외관조사 총괄표

【표 I.2.2】 하부구조 외관조사 총괄표

구 분	외 관 상 태 내 용	등 급
교 대 1	망상균열(1.56㎡), 누수(2.50㎡)	c
교 각 1	균열(0.75㎡), 망상균열(0.25㎡), 재료분리(0.5㎡)	b
교 각 2	파손(0.10㎡:4개소), 재료분리(2.00㎡)	b
교 대 2	균열(0.30㎡), 누수(0.06㎡), 파손(0.04㎡)	b

【표 I.2.3】 신축이음장치 외관조사 총괄표

구 분	외 관 상 태 내 용	등 급
신축이음 1	본 체	양호
	후 타 재	균열(1.2㎡:11개소), 파손(0.04㎡), 재료분리(0.24㎡)
신축이음 2	본 체	양호
	후 타 재	균열(1.2㎡:12개소), 파손(0.15㎡)



## 2.2 외관조사 내용

광복교 상부구조는 Steel-Plate 거더교 형식으로 주된 손상으로 상부 교면포장의 종방향 균열, 3개소의 배수구 막힘등이 조사되었으며, 주형 및 바닥판을 포함한 상부는 전반적으로 양호한 상태이다.

하부구조의 경우, 교각 코핑부의 수직균열 및 망상균열, 재료분리가 조사되었으며,

본 교량에 대하여 실시된 외관조사에 각 부분의 세부 결과는 다음과 같다.

### (1) 교면포장

교면포장은 전체적으로 양호한 상태이나 부분적인 소성변형에 의한 종방향 균열등이 조사되었다. **【사진 I .2.1】**

### (2) 배수시설

부분적인 상부 토사유입으로 인한 배수구 막힘 3개소가 조사되었다. **【사진 I .2.2】**

### (3) 난간 및 연석

전반적으로 양호한 상태이나, 외부차량 충돌로 인한 난간 파손 및 변형(S2)이 조사되었다. **【사진 I .2.3】**

### (4) 주형 및 바닥판 하면

바닥판 하면은 헨치부 망상균열 외 기보수되어 있는 상태이며, 전반적으로 양호한 상태이다. **【사진 I .2.4】**

### (5) 신축이음장치

신축이음장치는 시, 종점부에 Gui Topdm로, 본체 및 후타재부에 각각 12개소에 건조수축에 의한 균열등이 발생되어 있는 상태이며, 시점부(A1) 후타재 파손(0.04m<sup>2</sup>)이 발생한 것으로 조사되었다. **【사진 I .2.5】**

(6) 교좌장치

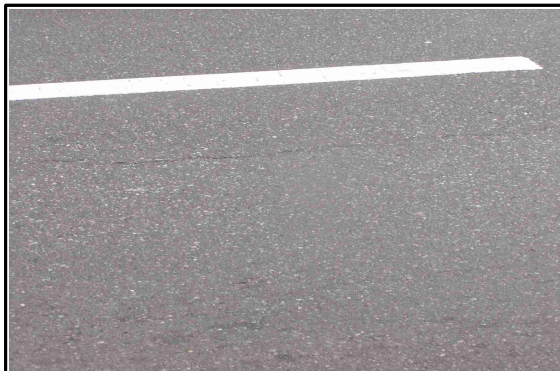
교좌장치는 포트받침으로 비교적 양호한 상태이다. **【사진 I .2.6】**

(7) 교대 및 교각

교각의 경우, 수직균열 및 기둥부 횡균열이 부분적으로 발생되어 있는 상태이며, 전회 실시한 정밀점검 결과를 토대로 교각 구체 파손 및 열화손상에 대한 교각부 보수가 기 시행된 상태이다. **【사진 I .2.7】**

교대의 경우, 전면부 수직균열 및 상부 우수유입으로 인한 누수가 발생되어 있는 상태이다. **【사진 I .2.8】**

(8) 현황사진



**【사진 I .2.1】 교면포장 종방향 균열**



**【사진 I .2.2】 배수구 막힘**



【사진 I .2.3】 난간파손 및 변형(S2)



【사진 I .2.4】 바닥판 하면



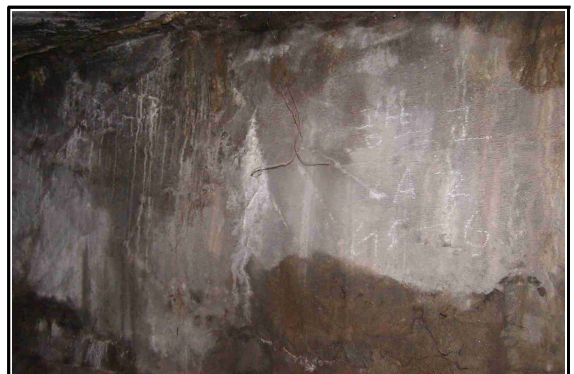
【사진 I .2.5】 신축장치 후타재 균열, 파손



【사진 I .2.6】 교좌장치



【사진 I .2.7】 교각부 면보수



【사진 I .2.8】 교대부(A2) 누수

### 3. 콘크리트 재료시험 결과

#### 3.1 콘크리트 강도시험

본 과업에서는 대상 구조물의 구조부재에 대한 재료의 품질상태와 강도 등을 파악하기 위하여 각종 시험 수행하였다.

콘크리트 강도를 추정하기 위하여 반발경도시험과 초음파탐사시험을 수행하였으며, 철근 배근상태 조사와 중성화 시험등도 실시하였다.

각 항목별 시험위치 및 측정개소는 외관조사를 실시한 후에, 부재의 구조적인 안전성과 구조부재의 외관상태를 고려하여 선정하였으며, 부재별 콘크리트 비파괴 시험 현황은 【표 I.3.1】 와 같다.

반발경도시험, 초음파탐사시험, 철근탐사시험 등은 시험과정에서 콘크리트 부재에 손상을 주지 않으므로 시험 가능한 위치에서 필요한 만큼의 시험을 수행하였다.

【표 I.3.1】 부재별 비파괴시험 개소

시험종류 부재	콘크리트 강도		철근탐사 시험	중성화 시험
	반발경도 시험	초음파 탐사시험		
상부구조	6	6	5	2
하부구조	5	5	6	2
계	11	11	11	4

#### 3.2 시험 결과 및 분석

##### 가. 비파괴시험법에 의한 압축강도

반발경도 측정은 콘크리트 표면의 요철, 부착물, 분말 등을 그라인딩으로 제거하고 실시하였으며 표면에 곰보, 공극, 노출된 자갈 등이 있는 부위들은 측정위치에서 제외했다. 또한, 반발경도 값은 각 측정부재에 따라 타격방향, 표면의 견습상태, 재령 등에 의한 보정을 한 후 콘크리트 강도를 추정하였다.

초음파탐사시험은 반발경도시험을 수행한 동일부위를 선정하여 그라인딩을 실시하고 구리스 도포를 한 후, 발신자와 수신자의 측정거리를 10cm 간격으로 증가시키

면서 간접법에 의한 초음파 전달속도를 측정하였다.

본 과업에서 대상구조물의 콘크리트 비파괴강도를 평가하기 위하여 반발경도법, 초음파속도법 및 조합법의 시험 결과를 비교하였고, 각 시험방법에 의한 비파괴 강도를 【표 I .3.2】에 나타내었다.

【표 I .3.2】 콘크리트강도 비파괴시험 결과

[단위 : kgf/cm<sup>2</sup>]

시 험 위 치		비 파 괴 시 험		반 발 경 도 법		초 음 파	조 합 법
		반 발 경 도 (Ro)	초 음 파 속 도	일 본 재 료 학 회	동 경 도	일 본 건 축 학 회	릴 렘 식
상 부	S1 슬래브하면	45	3.877	256	217	255	265
	S2 슬래브하면	46	3.938	264	224	269	288
	S3 슬래브하면	46	3.844	264	224	247	264
	평 균	45.7	3.886	261	222	222	272
				242			
하 부	P1	45	3.833	252	214	245	255
	P2	46	3.843	260	220	247	264
	A1 벽체①	52	3.855	309	258	250	313
	A1 벽체②	50	3.855	293	245	250	297
	A2 벽체	48	3.844	277	233	247	278
	평 균	48.2	3.846	278	234	248	281
				256			

### 나. 비파괴 강도의 추정

반발경도 측정결과를 이용한 콘크리트 강도 추정식은 일본재료학회와 동경도 재료검사소를 적용하였으며, 초음파속도법에 의한 강도 추정식은 일본건축학회 소위원회 제안식을 적용하였다. 또한, 조합법에 의한 강도 추정식은 릴렘식을 적용하였다.

각각의 강도 추정식에 의해 구해진 추정강도로 최종 콘크리트 강도를 평가한다.

초음파속도법에 의한 추정강도의 평가에 있어서 1차 회귀직선식의 결정계수 ( $R^2$ )가 99% 미만인 경우와 그래프상에서 속도분산, 균열, 공동 및 이물질에 의

해서 전달속도를 정확하게 추정할 수 없는 경우, 데이터의 수가 3개 미만인 경우는 전부 강도추정에서 제외하였고 부재별 비파괴 추정강도는 기존보고서와의 비교분석을 위해 반발경도 시험값을 적용하였다.

각 부위별 비파괴 추정강도는 【표 I.3.3】 과 같다.

【표 I.3.3】 부재별 강도 비교

[단위 : kgf/cm<sup>2</sup>]

시 험 위 치		반발경도(Ro)	추정강도	'02년 기존 보고서
상	S1 슬래브하면(상행선)	49	243~289	358
	S2 슬래브하면(상행선)	50	249~298	360
	S3 슬래브하면(상행선)	51	256~306	338
부	S1 슬래브하면(하행선)	50	249~298	354
	S2 슬래브하면(하행선)	48	236~281	362
	S3 슬래브하면(하행선)	49	243~289	334
	범 위		236~306	334~362
	평 균	49.5	242	351
하	P1	45	214~252	245~360
	P2	46	220~260	
	A1 벽체①	52	258~309	371~388
부	A1 벽체②	50	245~293	
	A2 벽체	48	233~277	293~370
	범 위		214~309	245~388
	평 균	48.2	256	339

상기 표에서와 같이 평균 비파괴강도를 조사한 결과, 기 시행된 「'02 정밀점검보고서」의 강도가 과대하게 평가되었으나 일반적인 슬래브 설계강도인 270kgf/cm<sup>2</sup>에 준하므로 대체적으로 양호한 것으로 판단되며, 강도저하로 인한 내구성문제는 없는 것으로 판단된다.

라. 철근탐사시험

철근의 피복두께가 부족할 경우에는 콘크리트의 중성화 등에 따른 열화손상에 대한 저항성이 저하되어 내구성이 감소할 가능성이 있으며, 피복두께가 지나치게 큰 경우에는 강도감소 등을 수반할 우려가 있다.

철근탐사시험은 콘크리트 내에 배근 되어 있는 실제 철근의 배근상태 및 피복두께를 검토하기 위하여 실시하였으며, 본 시험에서는 R.C Radar를 이용한 전자파 레이더법을 사용하여 각 구조부재에 대하여 시험을 수행하였으며, 그 결과는 【표 I .3.4】 과 같이 나타내었다.

【표 I .3.4】 철근탐사 결과

[단위 : cm]

시 험 위 치	철근종류	측정결과		설계도면기준		비고		
		피복	간격	피복	간격			
상 부	S1 슬래브 하면	주철근	4.2	12.3	5	12.5		
		배력철근	6.4	12.4	5	12.5		
	S1 슬래브 하면	주철근	5.7	12.5	5	12.5		
		배력철근	9.3	16.0	5	12.5		
	S2 슬래브 하면	주철근	3.9	10.5	5	12.5		
		배력철근	5.7	12.5	5	12.5		
	S3 슬래브 하면	주철근	4.2	12.0	5	12.5		
		배력철근	5.7	12.0	5	12.5		
	S3 슬래브 하면	주철근	4.4	12.2	5	12.5		
		배력철근	5.7	12.4	5	12.5		
	평 균	주철근	4.5	11.9	5	12.5		
		배력철근	6.6	13.1	5	12.5		
	하 부	P1 하부	수직철근	5.7	33.7	10	30	
			수평철근	6.2	30.5	10	30	
P1 하부		수직철근	6.0	29.7	10	30		
		수평철근	6.8	43.5	10	30		
P1 코핑부		수직철근	5.1	24.5	10	30		
		수평철근	7.9	23.5	10	30		
P1 코핑부		수직철근	5.5	25.5	10	30		
		수평철근	4.2	-	10	30		
P2 하부		수직철근	4.4	27.0	10	30		
		수평철근	5.3	30.5	10	30		
P2 하부		수직철근	6.0	27.0	10	30		
		수평철근	7.0	29.5	10	30		
A1 벽체		수직철근	7.9	21.0	10	30		
		수평철근	8.7	16.5	10	30		
A2 벽체		수직철근	5.7	21.8	10	30		
		수평철근	8.7	-	10	30		
평 균		수직철근	5.8	26.3	10	30		
		수평철근	6.9	29.0	10	30		

철근탐사 결과를 요약하면 【표 I .3.5】 과 같으며, 철근의 피복두께 및 간격이 부재별로 큰 편차 없이 일정값을 유지하고 있는 것으로 조사되었다.

【표 I .3.5】 철근탐사 요약결과

[단위 : cm]

시 험 위 치	철근종류	측정결과		설계도면기준		비 고
		피복	간격	피복	간격	
상 부	주철근	3.9~5.7	10.5~12.5	5	12.5	
	배력철근	5.7~9.3	12.0~16.0	5	12.5	
하 부	수직철근	4.4~7.9	21.0~33.7	10	30	
	수평철근	4.2~8.7	16.5~43.5	10	30	

바. 중성화시험

콘크리트 중성화시험은 코어를 채취하여 조사하는 것이 원칙이지만 정밀 점검시는 코어채취가 용이하지 않은 점을 감안하여 구조물의 일부에 드릴링(Ø20mm 이상)을 통한 중성화시험을 실시하였다. 이때 시험부위 표면에 콘크리트 가루 등 이물질이 없도록 하였으며, 중성화 시험시 페놀프탈레인 용액을 지시약으로 사용하는데, 이는 알카리성 콘크리트의 중성화가 진행된 면에서는 무색으로 변화가 없으므로 무색의 깊이가 곧 중성화 진행 깊이가 된다.

중성화 측정결과를 정리하면 다음 【표 I .3.6】 과 같다.

【표 I .3.6】 중성화깊이 측정결과

[단위 : mm]

부재명	실 측 치(mm)	현장조사 최소피복두께 (mm)	평가등급	비 고
슬래브하면	4.5~5.0	39	b	피복두께/2 > 중성화깊이
교대·교각	7.0~8.0	42	b	

※ 최소철근 피복두께는 철근탐사 시험으로 철근의 깊이를 측정한 값임.

중성화 시험결과, 상부구조의 실측 중성화 깊이와 철근탐사결과에 의한 측정위치의 최소철근 피복두께에 대한 등급별 평가등급은 b로서, 중성화로 인한 철근부식의 영향은 없는 것으로 판단된다.



### 3.3 콘크리트 내구성 조사결과

본 구조물의 비파괴 시험 결과, 기 시행된(2002년도 정밀점검 보고서)의 평균 강도보다 다소 낮게 조사되었으나 이는 전회 실시한 점검보고서에서 전부재에 측정된 강도값이 비교적 과대하게 측정된 것으로 판단되며, 일반적인 콘크리트 강도적용시 적정한 것으로 판단된다.

철근 탐사의 경우 각 부재별로 배근간격은 일정하게 배근된 것으로 조사되었으며, 조사된 피복두께를 미루어 구조물의 내구성에는 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다.

중성화 진행정도는 최소철근 피복두께의 11.5~19.1% 정도로 조사되어 중성화로 인해 철근에 미치는 영향은 없는 것으로 판단된다.

상기 평가결과에 따른 전반적인 광복교의 내구성은 양호한 것으로 조사되었다.

### 4. 상태평가

경간 번호	형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간	지점 번호	신축	받침	하부	기초	중성화	염화물	결함도	환산결 함도
1	강거더	b	a	a	b	b	a	A1	b	a	c	X	b	-	20.4	0.204
2	강거더	a	a	a	b	b	b	P4	X	a	b	X	b	-	12.8	0.141
3	강거더	a	a	a	b	a	a	P5	X	a	b	X	b	-	12.5	0.137
								A2	b	a	b	X	b	-	14.3	0.143

등 급	A	B	C	D	E
결함도범위	0 ≤ X < 0.13	0.13 ≤ X < 0.26	0.26 ≤ X < 0.49	0.49 ≤ X < 0.79	0.79 ≤ X

상태 평가 접수	상태 평가 접수	0.156
상태 평가 등급	상태 평가 등급	<b>B</b>

주 부 재 명	점 검 결 과	대 책	상태 등급
교면포장	비교적 양호한 상태로 조사되었으나, 일부구간에서 아스콘포장부의 소성변형에 의한 종방향균열 발생	온도 및 상부하중에 의한 소성변형발생, 따라서 진행여부에 따라 보수를 실시.	b
배수시설	상부 이물질 유입으로 인한 배수구 막힘 .	정기적인 배수구 청소 및 이물질 제거가 필요함.	b
난간 및 연석	비교적 양호한 상태이나 2경간 난간부 충돌로 인한 파손 및 변형이 발생됨.	상부 보수공사 실시시, 신규 교체 설치.	b
바닥판	제1경간에 부분적인 망상균열 추가 발생됨.	누락된 미보수균열로 판단되며, 향후 추가 발생후 전면 보수시행.	b
신축이음	후타재 일부 파손 및 균열등이 발생된 것으로 조사됨.	중차량등의 통과로 인한 무수축 콘크리트의 파손으로 보수시행.	b
교좌장치	전반적으로 양호한 상태로 조사됨.	지속적인 유지관리 필요.	a
교대	교대2번의 경우, 전면부 수직균열 및 망상균열이 발생된 상태이며, 상부 우수유입으로 인한 누수가 발생된 상태임.	상부 실링등으로 우수유입을 차단하고, 미보수된 손상등은 추가 보수 시행.	c
교각	일부 면보수 시행된 상태이며, 부분적인 망상균열, 파손, 재료분리등이 조사됨.	향후 전면적인 면보수 시행함이 옳을 것으로 판단됨	b
내구성조사	내구성조사 결과, 비파괴강도 값은 양호한 것으로 판단되며, 철근탐사결과, 배근 및 피복값은 적정한 것으로 판단된다. 또한 중성화시험 결과에 따른 철근의 부식 영향은 양호한 것으로 판단됨.		
시설물 상태등급	상기의 결과를 종합하면, 전체상태등급은 <b>B</b> 로 판단된다. 전반적으로 공용중에 발생된 열화손상으로서 사용중 보수에 의한 내구성 향상을 기하고 향후 체계적이고 정기적인 유지관리가 필요할 것으로 판단됨.		<b>B</b>

### 5. 보수방안 및 개략공사비

광복교 손상에 대한 보수에 필요한 공사비는 다음과 같다.

적용부재	손상내용	수량	단위	공법	단가(원)	개략공사비(원)	우선순위	비고
구	누수	2.56	m <sup>2</sup>	주입공법(습식)	218,780	560,077	①	
	망상균열	2.09	m <sup>2</sup>	표면보수	67,753	141,604	②	
조	균열(0.2mm)	3.95	m <sup>2</sup>	표면보수	67,753	267,624	②	
물	파손박리	0.33	m <sup>2</sup>	단면보수 T=30mm	163,817	54,060	②	상부 후타재 실링 후 하부 누수방지
	재료분리	2.74	m <sup>2</sup>	단면보수	67,753	185,643	②	
총 계(50%할증포함)					1,900,000원			
① : 우선적 보수가 필요한 경우(사용성 여부에 따라) ② : 긴급하지는 않으나 보수가 필요한 경우 ③ : 보수가 필요하지는 않으나 유지관리상 필요한 경우								

### 6. 정밀점검 결과 비교

구 분 (주요손상)	외관상태		비 고
	전 회 (2002)	금 회 (2004)	
교면포장	양호	도로포장 중앙부 종방향 균열 발생. 이물질에 의한 배수구막힘.	손상범위가 경미하므로 주기적인 점검 및 정비 필요.
난간 및 연석	연석 일부 균열발생	난간 일부 변형	지속적인 관리요망.
바 닥 판	부분적인 미세균열 발생 (0.1mm) 국부적인손상(재료분리,철근노출 등) 기존손상부 대부분 보수됨	1경간 현치부 망상균열 추가조사	당장 보수가 필요치는 않으나 발생된 균열등의 유지관리가 필요.
주 형	전반적으로 양호	부식 및 볼트이완, 탈락, 도장 박리등이 없는 양호한 상태로 조사됨	주기적인 점검
신축이음장치	본체파손 및 변형, 탈락	후타재 파손 및 균열	후타재파손 및 균열로 인한 우수유입이 우려됨. 보수필요.
교좌장치	전반적으로 양호	좌동	주기적인 점검
교 대	부분적인 백태, 수직균열	교대2번 망상균열 및 수직균열 발생된 상태이며, 상부 우수유입으로 인한 누수발생.	표면처리 및 상부 후타재 실링등에 의한 보수시행.
교 각	부분적인 미세균열, 박락, 백태 등이 조사됨 0.3mm균열발생(기보수)	부분적인 콘크리트파손 및 재료 분리, 백태 등이 조사됨.	열화에 의한 손상으로 판단되므로, 하부표면 보수시 전면 보수 시행.

## 7. 종합평가

외관조사결과, 교면포장부의 소성변형에 의한 종방향균열이 조사되었으며, 바닥판하면 및 강재주형등은 전반적으로 양호한 상태로 판단된다.

바닥판 하면은 기보수된 상태로 추가 발생된 손상 및 진행은 없는 것으로 판단되나, 일부 누락된 미세 망상균열등이 조사되어, 향후 유지관리 필요시 전면 보수를 시행함이 옳을 것으로 판단되며, 신축이음장치 후타재 파손으로 인한 노면 단차 발생 및 하부 우수유입이 우려되므로 보수를 시행함이 옳을 것으로 판단된다.

하부구조의 경우, 교각 측면 유심부 면보수가 시행된 상태로 조사되었으며, 일부 미세균열 및 박락, 굽힘등이 조사되어 향후 유지관리 필요시 전면 면보수가 필요하다. 교대는 측면 및 상부 우수유입으로 인한 누수가 조사되어 강재 포트받침의 부식이 우려된다.

전반적인 손상정도는 국부적 열화손상 정도를 보이고 있으며, 2002년 정밀점검 보고서와 비교하여 거의 동일한 상태로 기 보수후 균열의 진행 및 2차손상 징후등은 조사되지 않았으므로 주기적인 점검 및 유지관리가 필요하다.

본 구조물의 비파괴 시험 결과, 기 시행된(2002년도 정밀점검 보고서)의 평균 강도보다 다소 낮게 조사되었으나 이는 전회 실시한 점검보고서에서 전부재에 측정된 강도값이 비교적 과대하게 측정된 것으로 판단되며, 일반적인 콘크리트 강도적용시 적정한 것으로 판단된다.

철근배근상태 및 콘크리트 피복, 중성화시험 결과는 양호한 것으로 판단된다.

조사결과에 따라 우선 보수 계약공사비는 다음과 같다.

분 류	보수공사비 (단위 : 천원)	보강공사비	비 고
개 략 공사비	1,900	해당사항 없음.	제경비포함 150%적용

상태평가 결과, 전체상태등급은 **B등급**으로 판정되었으며, 본 상태등급은 개정된 『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2003.12)』의 규정따라, 경간/지점별 부재등급 산정 및 평균 부재등급, 부재별 가중치의 산정결과이고 「보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능발휘에 지장이 없는 상태」로 발생한 손상에 대하여 사용성 여부에 따라 향후 보수시행 여부를 판단하여 유지관리에 만전을 기해야 한다.

# 제 Ⅲ 편 일 반 사 항

1. 서 론
2. 외관조사 실시개요
3. 콘크리트 재료시험 실시개요
4. 보수·보강공법
5. 유지관리방안

# 제1장 서론

---

1.1 과업의 목적

1.2 과업의 범위 및 내용

1.3 과업수행 방법

1.4 점검장비

1.5 대상시설물 현황

# 제 1 장 서 론

## 1.1 과업의 목적

본 과업은 강서도로관리사업소 관리 대상 교량중 금번 정밀점검 대상구조물 6개소(오금교, 광복교, 개봉교, 여의2교, 공단I.C교, 목동교동측 I.C교)에 대한 안전성 검토를 '시설물의 안전관리에 관한 특별법'의 규정에 따라 수행한다.

이에 따라, 노후상태 및 성능저하 현상을 파악하고 대상교량에 대한 도면복구 및 향후 자료의 사용을 위한 구조적 안전성 및 결함의 원인등을 조사, 측정, 평가하여 시설물 보수 방법 및 향후 유지관리 방안을 제시하고 적절한 보수계획을 수립하는데 그 목적이 있다.

## 1.2 과업의 범위 및 내용

### 1.2.1 과업의 범위

- (1) 관련자료의 수집 및 검토
- (2) 구조물의 제원 및 외관조사
- (3) 콘크리트 비파괴 및 재료시험
- (4) 외관조사 상태평가
- (5) 보수·보강 방안 제시
- (6) 유지관리 방안 제시

### 1.2.2 과업의 내용

- (1) 관련자료의 수집 및 검토
  - 설계도면 및 설계시방서 분석
  - 구조계산서 및 관련기준 검토
  - 설계보고서 분석
  - 보수이력 및 건설당시의 상태조사, 유지관리점검자료
  - 국내·외의 시설물에 대한 안전 및 유지관리 업무 지침
- (2) 구조물의 제원 및 외관조사
  - 교량 부재의 실제원 조사
  - 부재별 손상 및 결함 조사와 외관조사망도 작성
  - 부재별 손상 및 결함등급 산정



- 부재별 손상 및 결함등급 평가
- 비파괴시험 위치 선정
- 복구도면 대상교량의 제원 및 현황측량

(3) 콘크리트 비파괴 및 재료시험

- 강도측정(반발경도법, 초음파속도법)
- 철근배근 상태 및 피복두께 측정(레이다법)
- 중성화깊이 측정(페놀프탈레인 수용액 살포)
- 콘크리트 염화물 함유량시험

(4) 외관조사 상태평가

- 시설물별, 각 부재별 외관조사 상태평가
- 노후도 및 손상도 평가

(6) 보수·보강 방안의 제시

- 각 부재별 손상상태, 내하력 등을 종합적으로 검토하여 보수·보강 방안을 제시
- 개략공사비 산정

(7) 종합평가

- 외관조사
- 비파괴시험 및 재료시험 결과 분석

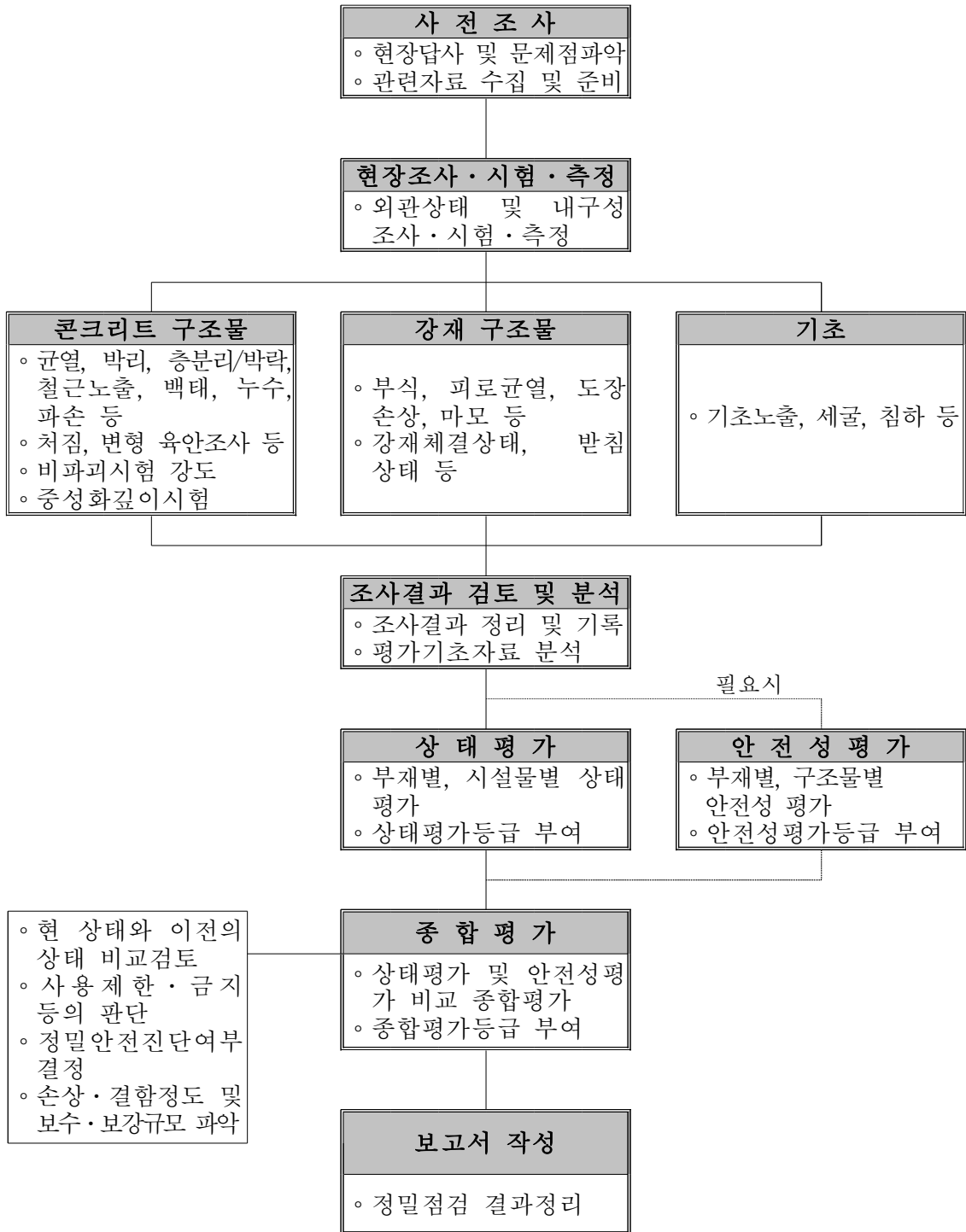
(8) 유지관리 방안의 제시

- 주요점검항목 및 부위의 제안
- 종합적인 유지관리 방안의 제안

### 1.3 과업수행 방법

#### 1.3.1 과업수행절차

교량 정밀안전진단 과업수행 흐름도는 【그림 II.1.1】 와 같다.



【그림 II.1.1】 과업수행 흐름도

1.3.2 과업수행 일정

본 정밀안전진단 수행 일정은 【표 Ⅱ.1.1】 과 같다.

【표Ⅱ.1.1】 정밀점검 수행 일정

과업범위	25일	50일	75일	100일	125일	150일
1. 현장답사 및 자료수집 1) 현장답사 및 현황조사 2) 설계도서 및 시공관련자료 수집, 검토 3) 기존 점검 및 진단자료, 교량유지관련자료 4) 점검 세부계획 수립						
2. 현장조사 및 시험 1) 재원확인 및 측정 2) 균열, 누수·백태의 발생유무 및 진전상태 3) 콘크리트 박리, 탈락, 층분리조사 4) 각 부재별 상태조사 5) 비파괴시험 6) 재하시험						
3. 조사자료 분석 평가 1) 외관조사 결과 분석 2) 각 시험 결과 분석 3) 재하시험 결과 분석						
4. 보수보강대책 및 분석 결정 1) 점검결과에 따른 보수, 보강방안 제시 및 물량산출 2) 유지관리 방안 제시						
5. 진단결과보고						
6. 진단보고서, 복구도면 작성 및 유인						
과업기간	2004.4.7 ~ 2004.9.3(150일)					

1.4 진단장비

【표II.1.2】 진단장비 현황

장 비 명		제조회사 (보유연도)	규 격	용 도	활 용 방 법	비고
콘	균 열 측정기	PSM-20	PIKA (95.10.31)		균열폭 측 정	균열폭의 크기와 길이를 확대 렌즈를 통해 육안으로 확인
		Crack- Meter	Controls (96.07.05)	DEMEC GAUGE	균열 진행 여부	현균열상태에서 시간의 경과후 균열폭을 초기치와 비교하여 균 열의 차이를 수치를 통해 확인
크	초음파 탐지기	PUNDIT	C.N.S Electronics (97.02.24)		CON'C 강도추정 균열깊이 추정	송신자와 수신자를 통해 건전부 와 불건전부의 초음파 진행 속 도의 차이로 측정
	반 발 경 도 측정기	Schmidt Hammer	Proceq (97.08)	NR형	CON'C 강도추정	약 3cm간격에 20회 정도 타격 하여 그 값의 평균치를 구함
리	철 근 탐지기	RC-Radar	일본무선 JRC (95.06.02)	NKJ 51	철근배근 상태·피 복 측정	본체와 연결된 스캐너를 통해 한쪽 방향으로 이동하여 철근의 위치를 액정화면을 통해 측정
	중 성 화 시 험 기	부로공업사 (일본) (97.08)	Conkit	CON'C 내부중성 화 체크	체크하고자 하는 면을 채취하여 페놀프탈레인 용액1%를 분사하 여 대비되는 색깔로 PH양을 측 정	
트	염 분 측 정 기	길천공업사 (일본) (95.11.25)	Salt-C- 6	CON'C 의 염분측정	콘크리트 시료 40mg정도를 정 제수와 혼합시켜 추출되는 이온 양을 측정	

1.5 대상시설물 현황

교 량 명	교 량 제 원					비 고
	연장 (m)	폭원 (m)	상부 구조	설계 하중	준공 년도	
오 금 교	270.0	36.0	STEEL BOX	DB-24	1988	
광 복 교	67.3	19.1	STEEL PLATE	DB-24	1998	
개 봉 교	60.0	25.0	RC-T형빔, PSC-I형빔	DB-18	1981	
여의2교	220.0	40.0	PRE-FLEX	DB-24	1990	
공단IC교	436.0	7~23	PRE-FLEX, STEEL BOX	DB-24	1991	
목동교동측 IC교	680.8	8~24	RC-SLAB	-	1987	

## 제2장 외관조사 실시개요

---

2.1 외관조사망 작성

2.2 항목별 점검요령

## 제 2 장 외관조사 실시개요

### 2.1 외관조사망 작성

#### 2.1.1 개 요

본 과업대상 시설물의 외관조사는 손상현황 및 결함의 상태를 정확히 판단하고 시설물의 건전성을 저해시키는 위험요인을 사전에 발견하여 보다 적절한 보수 및 보강대책을 수립하기 위한 기본자료를 얻기 위함이다. 각 교량은 상·하부구조로 각각 나누어 고가 사다리 등을 이용하여 대상부위에 가능한 가까이 접근하여 조사를 실시하였다.

점검대상 부위는 육안관찰을 기본으로 하여 실시하였으며 필요한 경우 망원경, 균열자, 균열확대경, 줄자 등을 이용하였고 카메라를 이용하여 손상현황을 촬영하였다.

외관조사시 손상 또는 결함의 정도를 육안이나 간단한 도구에 의하여 실시하였기 때문에 조사자의 주관적인 판단 등에 의해 발생하는 차이를 최소화하기 위하여 건설교통부에서 발행한 「교량 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침, 2003」 및 「시설물의 안전관리에 관한 특별 법령집, 1999」을 기준으로 손상정도는 A, B, C, D, E의 5가지 등급으로 분류하여 적용하였고, 점검항목의 체계화를 위하여 구조물 항목별로 평가를 실시하였다.

각 점검항목에 대한 손상상태 평가기준은 다음과 같다.

(1) A, B, C, D, E : 점검부재의 손상정도에 따라 상태가 양호한 경우인 A등급에서 손상이 심한 경우인 E등급까지 손상의 정도에 따라 5등급으로 구분한다.(<표 I 2.1> 참조) 이에 대한 자세한 평가기준은 점검부재별로 세분한다.

(2) Q : 점검부재에 대해서 접근이 불가능한 경우 등급 Q를 사용하여 점검되지 않은 부재임을 표시하고, 반드시 향후 실시하는 점검시에 접근장비를 동원하여 점검한다.

(3) X : 점검대상 시설물의 해당 점검부위가 없을 경우 등급 X를 사용하여 점검의 필요성이 없음을 표시한다.

【표Ⅱ.2.1】 상태평가 등급기준

상태평가등급	상태 및 안전성
A	문제점이 없는 최상의 상태
B	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태
C	주요부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 주요부재에 내구성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태
D	주요부재에 결함이 발생하여 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태
E	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태



2.1.2 주요 점검 항목

본 과업대상 시설물의 주요 점검 항목은 다음과 같이 분류하였다.

【표Ⅱ.2.2】 교량 주요 점검항목

부재구분	점검 항목		
상부구조	강재	주형	1)부식 2)균열 3)볼트(리벳)의 탈락,이완 4)파단 5)도장열화 6)이상음 7)이상진동 8) 이상처짐 9)변형
		주형보강재 (횡형등)	1)부식 2)균열 3)볼트(리벳)의 탈락, 이완 4)파단 5)도장열화 6)변형
	콘크리트	주형	1)균열 2)박리, 철근노출 3)백태 4)공동,곰보 5)변색,열화 6)누수,채수 7)이상진동 8)이상처짐 9)손상
		가로보	1)균열 2)박리, 철근노출 3)백태 4)공동,곰보 5)변색,열화 6)누수,채수 7)손상
	바닥판 슬래브	1)균열 2)박리, 철근노출 3)백태 4)공동,곰보 5)변색,열화 6)누수,채수	
하부구조	콘크리트	교대, 교각 /구체, 기초	1)균열 2)박리, 철근노출 3)백태 4)공동, 곰보 5)마모, 침식 6)변색, 열화 7)손상 8)세굴
신축장치	본체	강재	1)부식 2)균열 3)이완 4)탈락 5)파단 6)유간이상 7)이상음 8)변형(단차등)
		고무	1)유간이상 2)파단 3)이상음 4)변형 5)손상
	후타재	1)균열 2)손상 3)박리, 철근노출	
포장	아스팔트		1)단차, 요철 2)포트홀 3)균열 4)바퀴자국 5)소성변형
교좌장치	본체	강재	1)부식 2)균열 3)이완 4)탈락 5)파단 6)도장열화 7)누수, 채수 8)변형 9)먼지, 토사등 퇴적 10)침하 11)이동 12)경사
		고무재	1)노화 2)균열 3)탈락 4)파손
	받침물탈, 콘크리트		1)균열 2)손상
	앵커볼트		1)부식 2)균열 3)이완 4)탈락 5)파단
난간석	콘크리트		1)균열 2)박리, 철근노출 3)백태현상 4)공동, 곰보 5)변색, 열화 6)손상
	강재		1)부식 2)균열 3)이완 4)탈락 5)파단 6)도장열화
배수시설	배수관 배수구		1)부식 2)균열 3)이완 4)탈락 5)파단 6)도장구분 7)변색, 열화 8)누수, 채수 9)토사등의 퇴적 10)변형 11)배수관 길이 부족

## 2.2 항목별 점검요령

본 점검대상 시설물에 대하여 외관조사망을 작성하고 아래와 같은 항목별 점검요령에 따라 손상부위별로 평가를 실시하였다.

### 2.2.1 상부구조

#### (1) 아스팔트 교면포장

**【표Ⅱ.2.3】 아스팔트 교면포장 손상별 상태평가기준**

등급	포장불량(균열, 보수흔적 등 총계) 배수성	요철, 단차, 함몰 박리, 파손
a	· 없음, 미세균열	· 없음
b	· 포장불량 2% 미만 · 물고임 없음	· 단차가 미미하여 주행에 영향 없음
c	· 포장불량 2~10% · 배수구배 불량으로 부분적 물고임	· 단차가 국부적으로 발생하였으나 주행에 영향 있음 · 부분적으로 박리 발생
d	· 포장불량10~20% · 배수구배 불량으로 주행성 저하	· 단차 30mm 이상으로 주행성 저하 · 박리심화, 골재마모 혹은 부분적인 표면손상
e	· 포장불량 20% 이상	· 단차로 인하여 심한 충격발생 혹은 교면의 전반적인 함몰, 탈락 · 전반적인 표면 파손

#### (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

배수시설 점검시 상태평가기준은 다음과 같다.

**【표Ⅱ.2.4】 배수시설 손상별 상태평가기준**

등급	상태등급 설명
a	· 양호
b	· 다소의 퇴적물이 있으나 배수에는 이상 없음
c	· 배수시설의 상태불량 · 퇴적물로 인하여 일시적인 체수 · 바닥판 하면 누수gms적, 부식
d	· 배수시설의 일부파손, 길이부족 · 많은 퇴적물, 누수 · 누수로 인하여 구조물 부식 초기
e	· 배수시설의 파손 · 심한 누수와 체수 · 누수로 구조물의 전반적인 부식 · 배수관 유출구 위치가 부적절하여 하부통행에 따른 위험 초래

(3) 난간·연석

난간부는 연속교의 경우 부모멘트가 최대한 작용하는 부위로 균열이 발생하기 쉽다. 난간부의 손상은 구조상으로 큰 중요도를 갖지는 않으나, 교량 외관상 보기가 흉하고 보행자에게 위험감을 줄 수 있다. 특히 차량충돌 등 외부의 강한 하중에 의한 손상일 경우에는 상판에도 손상이 발생할 수 있으므로 주의 깊게 점검하여야 한다.

연석은 차량의 시선 유도, 차량의 차도이탈 방지, 사고시 완충작용 등의 역할을 하는 것으로서 난간의 점검시에 같이 조사를 행하도록 한다.

난간 점검시에는 재료에 따라 강재와 콘크리트로 구분한다. 난간 손상에 대한 상태판정기준은 다음과 같다. 연석의 상태판정기준은 콘크리트 난간의 경우와 같다.

**【표Ⅱ.2.5】 난간 및 연석 상태평가 기준**

등급	손상 및 열화	
a	· 양호	· 양호
b	· 점검길이의 2%미만	· 사소한 손상
c	· 점검길이의 2~10%	· 국부적 파손
d	· 점검길이의 10~20%	· 단면 결손으로 차량이나 사용자에게 위험가능성
e	· 점검길이의 20%이상	· 전반적인 파손으로 교체가 필요한 경우

**【표Ⅱ.2.6】 강재 와 콘크리트 재료 손상별 상태평가기준**

등급	강재	콘크리트
a	· 양호	· 양호
b	· 국부적 도장 변색 및 손상	· 사소한 박리, 미세 균열
c	· 고정장치 및 연결재의 이완 국부적 발생 · 도장 변색 및 손상 점검길이의 2~10%	· 0.3~0.5mm의 균열 · 국부적인 박리 및 파손 발생
d	· 연결부 이완으로 부분적으로 흔들림 · 도장손상 및 녹발생 점검길이의 10~20%	· 0.5mm 이상의 균열 · 전반적 박리 혹은 국부적인 파손 발생 · 철근노출 부위 5% 미만
e	· 난간/연석 파손 및 탈락 · 도장손상 및 녹발생 점검길이의 20% 이상	· 난간/연석 파손 및 탈락 · 철근노출 부위 5% 이상

(4) 콘크리트 상판

【표 II.2.7】 바닥판 상태평가기준

등급	균열		열화 및 손상, 철근노출
	1방향균열	2방향균열	
a	· 없음 · 0.1mm 미만 균열	· 없음	· 없음
b	· 0.2mm 이하 균열	· 없음	· 박락 및 층분리, 재료분리, 백태 등 표면손상 면적이 2% 미만
c	· 0.3~0.4mm의 균열 · 균열을 10%미만	· 균열율2%이상	· 박락 및 층분리, 재료분리, 백태 등 표면손상 면적이 10% 미만 · 균열사이로 물 비침
d	· 0.4~0.5mm의 균열 · 균열을 10~20%	· 균열율2~10%	· 박락 및 층분리, 재료분리, 백태 등 표면손상 면적이 10% 이상 · 철근노출 면적을 5% 미만 · 균열주변으로 누수 악화, 콘크리트 표면부식
e	· 0.5mm 이상의 균열 · 균열을 20%이상	· 균열을 10%이상	· 받침부 주변의 콘크리트가 파손으로 탈락 · 철근노출 면적을 5% 이상 · 노출된 철근의 단면감소로 안전성 저하 우려 · 균열 사이로 녹물이나 니토 발생 혹은 부식에 의한 콘크리트 탈락

【표 II.2.8】 바닥판(강상판) 상태평가기준

항목	손상			표면상태 도장(보호층)의 손상, 결함 및 열화
	균열	변형,과단	연결부위 이완, 탈락	
a	· 없음	· 없음	· 없음	· 도장 변색, 표면양호
b	· 없음	· 처짐이 초기점검치의 100% 이내	· 보조부재 2% 미만	· 도장탈락 및 녹발생면적 2% 미만
c	· 보조부재의 균열	· 국부적 변형 · 처짐이 초기점검치의 120% 이내	· 주부재 2% 미만 · 보조부재 2~10%	· 도장탈락 및 녹발생면적 2~10% · 누수 취약부에 국부적부식
d	· 주부재의 균열	· 변형이 크게 발생 · 최대허용처짐 이내	· 주부재 2~10% · 보조부재 10~20%	· 도장탈락 및 녹발생면적 10~20% · 배수구, 신축이음 주변에 심한 부식 발생
e	· 균열이 단면의 20% 이상 진전	· 변형의 과대 발생 · 처짐의 과대 발생	· 주부재 10% 이상 · 보조부재 20%이상	· 도장탈락 및 녹발생면적 20% 이상 · 부식깊이가 단면의 20%이상 진행

(5) 주형부

콘크리트 구조물에서는 결함발생 부위가 한정되는 경우가 많으므로, 현장 점검시에 중요 점검 부위를 결정하여 효율적으로 점검할 필요가 있다.

중요 점검 부위로서는 응력 집중부, 단면 변화부 등이 있으며, 이들 부위의 결함을 방치하는 경우에는 구조적으로 중대한 손상으로 발전할 위험이 있으므로 원인 규명을 통해 적절한 조치를 취할 필요가 있다.

① 철근콘크리트 주형

【표Ⅱ.2.9】 철근콘크리트 거더 및 가로보 상태평가기준

등급	균열		표면상태, 철근노출
	중양부(휨)균열	받침부(사인장)균열	
a	· 0.1mm미만 미세균열	· 없음	· 없음
b	· 0.1-0.3mm 균열	· 0.2mm 미만 균열	· 박리, 박락 및 층분리, 재료분리, 백태 등 표면 손상 면적이 2% 미만
c	· 0.3-0.4mm 균열	· 0.2-0.3mm 균열	· 박리, 박락 및 층분리, 재료분리, 백태 등 표면 손상 면적이 10% 미만 · 철근노출 면적율 2% 미만
d	· 0.4-0.5mm 균열	· 0.3-0.4mm 균열	· 박리, 박락 및 층분리, 재료분리, 백태 등 표면 손상 면적이 10% 이상 · 철근노출 면적율 5% 미만
e	· 0.5mm 이상 균열	· 0.4mm이상 균열	· 받침부 콘크리트 파손 심화 · 철근노출 면적율이 5%이상 혹은 철근의 단면 감소로 인하여 안전성 저하가 우려되는 경우

② 프리스트레스 콘크리트 주형

콘크리트 주형과 유사하게 PSC교 주형에서도 점검 시 주의할 부위는 부재응력 및 변형이 크게 작용하는 지간의 중양부, 단부, 연속 지점부, 받침부 등이며, 이러한 부재에서의 손상이 부재 전체의 파손으로 이어질 위험이 크다.

PSC교 주형은 콘크리트 주형과 마찬가지로 균열이 가장 중요한 손상의 요인이며, 균열의 크기 및 형태로 손상정도를 구분한다.

【표Ⅱ.2.10】 프리스트레스 콘크리트 거더 및 가로보 상태평가기준

등급	균열		표면상태, 철근(강선)노출
	중앙부(휨)균열	받침부(사인장)균열 정착부균열, 기타 균열	
a	· 없음	· 없음	· 없음
b	· 0.2mm 미만 균열	· 0.2mm미만 균열	· 박리, 박락 및 층분리, 재료분리, 백태 등 표면손상 국부적 발생
c	· 0.2-0.3mm 균열	· 0.2-0.3mm 균열	· 박리, 박락 및 층분리, 재료분리, 백태 등 표면손상 면적이 2% 미만 · 철근노출 면적을 2% 미만
d	· 0.3-0.4mm 균열	· 0.3-0.4mm 균열	· 박리, 박락 및 층분리, 재료분리, 백태 등 표면손상 면적이 10% 미만 · 철근노출 면적을 5% 미만, 쉬스관 노출
e	· 0.4mm 이상 균열	· 0.4mm이상 균열	· 받침부 콘크리트 파손 심화, 정착부 파손 · 철근노출 면적을 5%이상 혹은 쉬스관 파손 및 강선노출로 인하여 부재의 안전성 저하가 우려되는 경우

③ 강제주형

강교의 점검은 강재의 부식, 부재의 변형 및 균열, 연결부재의 결손, 이상음 등을 조사하는 것으로 조기에 손상을 발견하여야 한다.

본 점검에서는 강재의 균열·처짐 및 변형, 볼트 및 리벳의 이완 및 탈락, 표면상태 및 부식으로 구분하여 상태를 판정한다.

【표Ⅱ.2.11】 강제 거더 상태평가기준

항목	손상			표면상태 도장(보호층)의 손상, 결함 및 열화
	균열	변형,과단	연결부위 이완, 탈락	
a	· 없음	· 없음	· 없음	· 도장 변색, 표면양호
b	· 없음	· 처짐이 초기점검치의 100% 이내	· 보조부재 2% 미만	· 도장탈락 및 녹발생면적 2% 미만
c	· 보조부재의 균열	· 국부적 변형 · 처짐이 초기점검치의 120% 이내	· 주부재 2% 미만 · 보조부재 2~10%	· 도장탈락 및 녹발생면적 2~10% · 누수 취약부에 국부적부식
d	· 주부재의 균열	· 변형이 크게 발생 · 최대허용처짐 이내	· 주부재 2~10% · 보조부재 10~20%	· 도장탈락 및 녹발생면적 10~20% · 배수구, 신축이음 주변에 심한 부식 발생
e	· 균열이 단면의 20% 이상 진전	· 변형의 과대 발생 · 처짐의 과대 발생	· 주부재 10% 이상 · 보조부재 20%이상	· 도장탈락 및 녹발생면적 20%이상 · 부식깊이가 단면의 20%이상 진행

(6) 신축이음

① 신축이음장치 본체

신축이음 장치 본체의 손상원인 및 손상유형은 본체의 형식에 따라 상이하므로 각 형식에 따라 다음과 같이 상태등급을 적용한다.

【표Ⅱ.2.12】 신축이음장치 상태평가기준

등급	본체	후타재
	누수, 기능 및 손상	균열, 탈락, 파손 등
a	· 이상 없음	· 양호
b	· 누수흔적 없음, 토사 등의 오염 · 정상동작, 고무판 노화	· 미세균열이 발생하였으나 양호함
c	· 물받이 미설치 또는 파손으로 부분적으로 누수 · 유간사이 이물질로 기능 불량, 고무판 마모, 국부적인 부식 등의 열화	· 균열이 50cm 이하의 간격으로 발생
d	· 누수로 인하여 신축이음 하부 구조물 부식 발생 · 강판유동으로 이상음 발생, 유간이 폐쇄 혹은 비정상적으로 넓음 · 고무판 균열, 볼트 또는 너트의 부분 탈락	· 균열이 30cm 이하의 간격으로 발생 · 국부적인 파손 · 단차로 인하여 충격발생
e	· 신축이음 하부 구조물의 부식심화, 신축이음 하부 전체적 부식, 국부적 변형 · 유간이 폐쇄 혹은 비정상적으로 넓음 · 신축이음 본체 탈락, 본체 유동, 작동 불능	· 파손 범위가 후타재 폭 이상으로 큼 · 차량 통행시 심한 충격 발생으로 운전 위험을 초래함

(7) 교좌장치

교좌장치 점검시에 있어서 주요 점검부위는 다음과 같다.

- 받침의 고정된 상태와 손상, 노화부재의 유무
- 앵커볼트의 변형 파손 유무, 너트의 이완 여부
- 교좌면 콘크리트와 충전 모르타의 균열발생 상황
- 받침의 녹, 부식상황
- 받침 부근의 토사퇴적으로 기능 장애 상황



이밖에도 받침부의 변형은 하부구조나 기초의 변형은 물론 신축이음장치나 배수시설의 변형 그리고 교량 접속부의 성토지반의 변형에도 영향을 받으므로 이들도 병행하여 점검하는 것이 좋다.

**【표Ⅱ.2.13】 교좌장치 상태평가기준**

등급	받침본체	받침대 콘크리트
a	· 양호	· 양호
b	· 도장탈색, 먼지 쌓임	· 미세균열
c	· 받침이 국부적으로 밀착이 안되고 틈 · 정상변위를 초과하여 작동에 지장 또는 가동 기능을 위한 유지보수 필요	· 구조적 영향이 없는 박리, 탈락 등의 손상 · 토사 등의 퇴적 · 연단부 콘크리트에 0.3mm 미만의 균열
d	· 받침이 밀착이 안되고 떠 있는 부분이 전체 면적의 1/2 미만 · 과대한 편기, 가동이 구속됨	· 박리, 탈락 등의 손상으로 지지단면 감소, 기능상 장애 · 연단부 콘크리트에 0.3mm 이상의 균열
e	· 받침이 밀착이 안되고 떠 있는 부분이 전체 면적의 1/2 이상 · 작동불능 상태	· 받침대 파손으로 받침의 급격한 처짐(침하) 우려시

등급	받침본체 재질	
	고무재	강재
a	· 양호	· 양호
b	· 측면에 미세 균열, 갈라짐 등 경미한 열화	· 사소한 녹
c	· 균열 확대, 측면 부풀음 · 받침두께의 0.3배 미만 수평변형	· 부식 발생, 고정장치 이완
d	· 고무재 기능상실, 균열 심화 · 받침두께의 0.3-0.5배 미만 수평변형	· 부식 심화 및 부분적 변형, 균열, 볼트탈락
e	· 고무재 파손, 단차 발생 · 받침두께의 0.5배 이상 수평변형	· 받침본체의 부분적인 파손

2.2.2 하부구조

(1) 교대 및 교각

① 구 체

교대와 교각을 대상으로 각 지점별로 점검하며, 각 지점을 하나의 평가단위로 한다.

【표Ⅱ.2.14】 교대 상태평가기준

등급	균열, 변위	열화 및 손상, 철근노출
a	· 0.1mm미만 미세균열	· 없음
b	· 0.1-0.3mm의 균열	· 박리, 박락 및 층분리, 재료분리, 백태 등 표면 손상면적이 2% 미만
c	· 0.3-0.4mm의 균열 · 시공이음부와 단면변화부에 횡방향균열 · 교대와 날개벽 사이에 부분적 균열	· 박리, 박락 및 층분리, 재료분리, 백태 등 표면 손상면적이 10% 미만 · 철근노출 면적율 2% 미만
d	· 0.4-0.7mm의 균열 · 날개벽이 벌어지고 미세하게 기울음	· 박리, 박락 및 층분리, 재료분리, 백태 등 표면 손상면적이 10% 이상 · 철근노출 면적율 5% 미만
e	· 0.7mm이상 균열 · 측방유동, 진도 등으로 구체가 기울음 · 날개벽이 벌어지고 기울음	· 받침 연단부 파손으로 거더 탈락이 우려되는 경우 · 철근노출 면적율 5% 이상

【표Ⅱ.2.15】 교각 상태평가기준

등급	균열	열화 및 손상, 철근노출
a	· 0.1mm미만 미세균열	· 없음
b	· 0.1-0.3mm의 비구조적 균열	· 박리, 박락 및 층분리, 재료분리, 백태 등 표면 손상면적이 2% 미만
c	· 0.3-0.4mm의 균열	· 박리, 박락 및 층분리, 재료분리, 백태 등 표면 손상면적이 10% 미만 · 철근노출 면적율 2% 미만
d	· 0.4-0.5mm 균열	· 박리, 박락 및 층분리, 재료분리, 백태 등 표면 손상면적이 10% 이상 · 철근노출 면적율 5% 미만
e	· 0.5mm 이상 균열	· 받침 연단부 파손으로 거더 탈락이 우려되는 경우 · 철근노출 면적율 5% 이상

(2) 기초

기초의 상태평가기준은 다음과 같다.

**【표Ⅱ.2.16】 기초의 상태평가기준**

등급	세굴, 기초손상	침하, 변위
a	· 없음	· 없음
b	· 시공당시 지반과 비교하여 약간의 세굴 (기초와 무관)	· 이동 및 경사 없음
c	· 시공당시 지반과 비교하여 기초 근입깊이가 반 이상 줄어든 경우	· 침하가 20mm 미만 발생
d	· 세굴이 진행하여 기초하부의 국부적 노출 · 기초단면 축소	· 침하가 20mm이상 · 교량 주요부에 침하 및 측방유동 등의 손상징후가 발견됨
e	· 기초하부 노출 · 기초파손	· 구체가 미세하게 기울어짐

# 제3장 콘크리트 재료시험 실시개요

---

3.1 콘크리트 강도조사

3.2 철근배근조사

3.3 콘크리트 중성화 시험

## 제 3 장 콘크리트 재료시험 실시개요

구조물의 내구성 저하의 원인으로는 중성화, 염해, 동해, 대기오염, 산성비, 알칼리골재반응, 화재, 부식 등이 있다. 일반적으로 재료의 내구성이 저하되면 강도저하, 균열, 변형, 단면감소 등이 수반되어 구조물 전체의 안전성 및 사용성을 위협하게 된다. 따라서 본 시험 및 측정은 구조물 구성재료의 역학적, 화학적 특성을 체계적으로 규명하고, 도출된 결과를 비교, 분석하여 구조검토 및 안전성 평가의 기초자료로 활용하기 위하여 실시하였다.

본 비파괴시험은 경간별로 대표단면을 선정하여 콘크리트 강도 추정을 위한 반발경도 측정 그리고 초음파 속도법에 의한 강도 측정을 실시하였으며, 철근탐사, 중성화 시험, 염화물 함유량시험 등을 각각 실시하였다.

### 3.1 콘크리트 강도조사

#### 3.1.1 개요

콘크리트 구조물의 압축강도를 조사하는 방법에는 현장에서 코어를 직접 채취하여 시험실에서 일축압축강도시험을 통하여 구하는 방법과 비파괴시험(초음파탐사법, 반발경도법, 인발법, 관입저항법 등)에 의해 추정하는 방법 등이 있다. 본 과업에서는 코어에 의한 압축강도시험 및 반발경도법과 초음파탐사법 그리고 반발경도법과 초음파법을 조합한 조합법을 사용하여 강도를 추정하였다.

#### 3.1.2 반발경도 측정법

반발경도의 원리는 슈미트햄머로 경화 콘크리트를 타격시 반발경도(R)과 콘크리트 압축강도( $f_{ck}$ )와의 사이에 특정관계가 있다는 실험적 경험을 기초로 한다. 슈미트 햄머는 대상물의 표면에 직접 측정한 반발경도(R)에 타격각도에 따른 보정값( $\Delta R$ )을 고려하여 수정반발경도( $R_o$ )를 구하고, 이 값으로부터 재령에 대한 영향을 보정한 후 제안되고 있는 여러 산출식을 적용하여 콘크리트 강도를 산출한다. 일반적으로 타격시의 반발경도는 타격에너지 및 타격체의 형상, 크기, 재료의 물리적 특성과 관계되는 물리량에 따라 다르다. 즉 반드시 재료의 강도

와 일률적인 관계가 성립되는 것은 아니며 특히, 콘크리트와 같은 불균질한 재료에서는 슈미트햄머로 표면에서 국부적 타격을 하는 경우에 반발경도는 타격면에서 존재하는 골재의 유무, 습윤상태, 콘크리트의 재령 등에 따라 차이가 있으므로 콘크리트 구조체 내부의 강도를 명확히 측정하기는 곤란하다. 따라서 코아채취에 의한 직접강도 시험치와 비교 검토한 결과에 의해 판정하는 것이 필요하다.

(1) 측정기 종류의 선정 및 검정

보통 콘크리트의 경우는 N형과 NR형이 일반적으로 사용되며, 반발경도를 직접 읽는 N형이 있으며, NP형은 반발경도를 숫자로 기록하므로 측정치의 기록과 처리가 정확하며 간단하다. ND형은 실제의 반발경도를 직접 읽을 수 있으므로 개인의 측정오차가 없으며 간단, 정확, 신속하게 구조체 시험을 실시할 수 있다. MTC형은 반발경도(R)의 20타점 평점치와 타격각도에 따른 보정치( $\Delta R$ )로부터 직접 추정하여 콘크리트의 압축강도를 직접 기록하는 기종이다.

초기강도 등을 추정하는 경우는 저장도용 P형이 사용되며, L형은 경량콘크리트용, M형은 매스콘크리트용으로 사용되고 있다.

슈미트 햄머법은 그 목적에 대응하는 적절한 기종을 사용할 필요가 있으며, 또한 각 기종의 강도측정범위가 【표Ⅱ3.1】에 나타나 있으므로 이를 이용하여야 한다. 따라서, 본 점검에 사용한 슈미트 햄머는 NR형(보통콘크리트용)을 이용하여 측정하였다.

【표Ⅱ3.1】 슈미트 햄머의 종류

기 종	충격에너지 (kg · m)	강도측정범위 (kg/cm <sup>2</sup> )	자중 (kg)	비 고
N형(보통콘크리트용)	0.225	150 ~ 600	1.0	반발경도R을 직접 읽음
NR형(동상)	0.225	150 ~ 600	1.4	반발경도R을 자동 기록
NP형(동상)	0.225	150 ~ 600	1.6	반발경도R을 자동 기록
ND형(동상)	0.225	150 ~ 600	1.6	반발경도R이 디지털 표 시기에 나타남
MTC형(동상)	0.225	150 ~ 1,000	1.6	콘크리트 압축강도기록
P형(저강도콘크리트용)	0.09	50 ~ 150	2.7	전자식 초기강도 추정
L(R)형(경량콘크리트용)	0.075	100 ~ 600	1.2	자동기록
M형(매스콘크리트용)	3.0	600 ~ 1,000	12.0	댐이나 활주로 등의 매스콘크리트용

<※ 본 조사에서는 NR형을 사용>

슈미트햄머를 사용하는 경우 사전에 테스트엔빌(Test Anvil)에 의한 정밀점검을 행하여야 한다.

(2) 측정 방법

① 적용방법

- 측정개소의 측정

i) 두께 10cm 이하의 판재, 1변이 15cm 이하인 단면의 기둥·보 등 작은 치수의 부재는 피한다.

ii) 측정면은 균질하고, 평활한 평면부를 고른다.

- 반발경도 측정방법

i) 측정대상 면에 도장이 되어 있는 경우는 이것을 제거하여 콘크리트 면을 노출시킨다.

측정부위에 대하여 연마석을 이용하여 콘크리트 면을 편평하게 갈아낸 후 분말 기타부

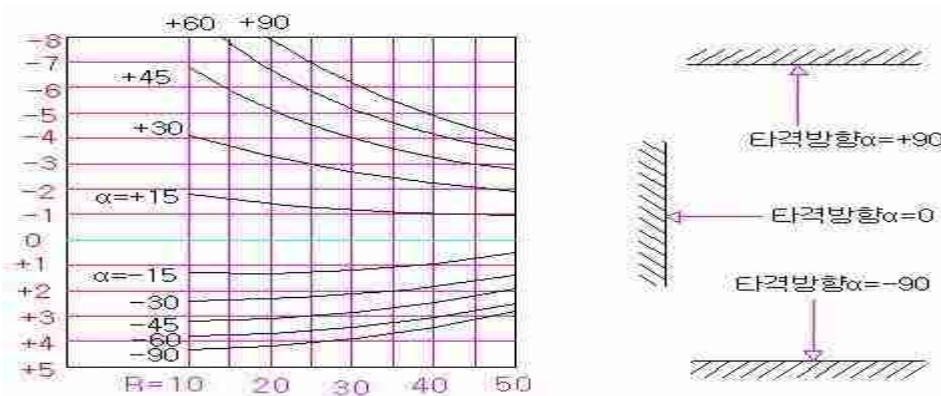
착물을 붙어 없앤 뒤에 측정한다.

- ii) 타격은 수직면에 직각으로 서서히 힘을 가하며 한다.
- iii) 1개소의 측정은 모퉁이에서 3cm이상 들어간 곳에서 가로, 세로 3cm 간격의 가로 4줄, 세로 5줄의 교차점 20점에 대하여 타격하여 데이터를 획득한다.
- iv) 측정된 20개의 데이터중 타격시 반향음이 이상하거나 타격치의 ±20%를 상회하는 경우는 이상치(Error)로 보고 제외 시켰다. 이상치를 제외시킨 측정치의 평균을 그 측정개소의 반발경도(R)로 하였다.

② 타격방법

- 타격방향

타격방향은 수평방향이 일반적이나, 수평 이외의 타격시에는 반발경도(R)가 중력에 의해 변화하는 것을 보정하기 위하여 타격각도에 따른 보정치를 【그림 Ⅱ.3.1】의 값으로 보정하여야 한다.



【그림 Ⅱ.3.1】 타격방향 보정치

(3) 콘크리트 강도의 환산

① 콘크리트 재령에 따른 콘크리트 압축강도의 보정

장기재령의 콘크리트 강도추정에 있어 일반적으로 적용되는 관계식이나 도표에서 재령에 따른 보정계수를 적용할 필요성이 있다.

콘크리트 구조물의 해당 개소에서 반발경도를 측정하고, 반발경도와 압축강도와의 관계로



부터 압축강도를 추정하였다.

일반적으로 수년이 경과한 콘크리트 구조물은 표면강도가 높기 때문에 재령 28일 강도 추정식으로 구한 압축강도로 수정하여야 하며, 수정계수는 다음의 【표Ⅱ.3.2】와 같다.

【표Ⅱ.3.2】 재령에 의한 보정표

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

②) 강도의 환산

- 판정식

슈미트햄머에 의한 콘크리트 강도 추정은 여러 가지 공식이 사용되고 있지만 일반적인 콘크리트구조물에서 사용되고 있는 일본 재료학회공식 및 동경도 건축재료시험소식 등을 참조하여 압축강도를 추정하였으며, 사용된 추정식은 다음과 같다.

- 일본재료학회식

$$F_{ck} = \alpha (13R - 184) , \quad R = R_0 + \Delta R \dots\dots\dots(\text{식 3.1})$$

- 동경도 건축재료시험식

$$F_{ck} = \alpha (10.0R - 110) , \quad R = R_0 + \Delta R \dots\dots\dots(\text{식 3.2})$$

- 여기서  $F_{ck}$  : 콘크리트 강도 ( $kgf/cm^2$ )  
 $\alpha$  : 재령 보정계수  
 $R$  : 보정후 반발도  
 $R_0$  : 측정 반발도  
 $\Delta R$  : 타격각도에 따른 보정치

【표Ⅱ.3.3】 반발경도 ( $R_0$ )와 압축강도( $F_c$ ) 환산표(계속)

R	-90°	-45°	0°	+45°	+90°
20	125	115			
21	135	125			
22	145	135	110		
23	160	145	120		
24	170	160	130		
25	180	170	140	110	
26	198	185	150	115	
27	210	200	165	130	105
28	220	210	180	140	120
29	238	220	190	150	138
30	250	238	210	170	145
31	260	250	220	180	160
32	280	265	238	190	170
33	290	280	250	210	190
34	310	290	260	220	200
35	320	310	280	238	218
36	340	320	290	250	230
37	350	340	310	265	245

【표Ⅱ.3.3】 반발경도(  $R_o$  )와 압축강도( $F_c$ ) 환산표(계속)

R	-90°	-45°	0°	+45°	+90°
38	370	350	320	280	260
39	380	370	340	300	280
40	400	380	350	310	295
41	410	400	370	330	310
42	425	415	380	345	325
43	440	430	400	360	340
44	460	450	420	380	360
45	470	460	430	395	375
46	490	480	450	410	390
47	500	495	465	430	410
48	520	510	480	445	430
49	540	525	500	460	445
50	550	540	515	480	460
51	570	560	530	500	480
52	580	570	550	515	500
53	600	590	565	530	520
54	600 이상	600 이상	580	550	530
55	600 이상	600 이상	600	570	550

3.1.3 초음파법에 의한 방법

초음파의 투과속도가 콘크리트의 밀도 및 탄성계수에 따라서 변화하는 것을 이용하며, 이 투과속도로부터 콘크리트의 동적 특성, 강도, 균열상태 등을 추정하는 방법이다.

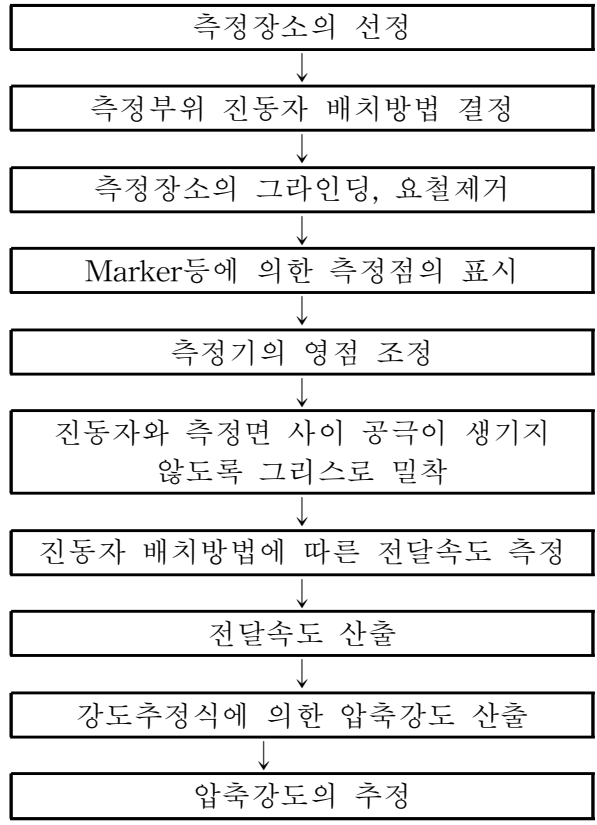
그러나, 강도 추정의 정확도는 높지 않으며, 일반적으로 콘크리트의 강도 및 품질비교 또는 균열깊이를 판정하는 수단으로서 이 방법을 사용하고 있다.

강도 추정에 적용할 경우에는 반발경도법과 초음파법의 조합식을 이용하는 것이 바람직하다.

(1) 초음파법에 의한 압축강도의 추정

초음파 전달속도를 결정하기 위해서는 재료에서 초음파가 전달되는 거리를 미리 측정하고 장비상에 나타난 초음파 전달시간을 측정한 후 (식 3.3)에 의해서 구한다.

$$\text{전달속도 (Velocity)} = \frac{\text{전달길이 (Path Length)}}{\text{전달시간 (Transit Time)}} \dots\dots\dots(\text{식 3.3})$$



【그림 II.3.2】 초음파속도법에 의한 압축강도 추정도

초음파탐사를 위한 탐촉자의 배열은 직접법, 반직접법 및 간접법이 있으며, 간접법과 직접법에서 구한 초음파 전달속도는 근사적으로 (식 3.4) 와 같은 관계가 있다.

$$V_d \approx 1.05 V_i \dots\dots\dots(\text{식 3.4})$$

여기서,  $V_d$  = 직접법(Direct method)에 의한 초음파 속도

$V_i$  = 간접법(Indirect method)에 의한 초음파 속도

또, 간접법을 수행한 동일 조건의 구조물, 동일한 부위에서 채취한 코어의 종파(직접법)속도를 측정하여 현장에서 측정된 표면파(간접법)속도와 상관관계를 통한 초음파 전달속도를

근사적으로 환산하여 이용할 수 있다.

간접법은 일정거리를 등간격으로 떨어진 5점 이상의 측점을 정하고 초음파의 전달거리( $X_i$ )에 따른 전달시간  $T_i$ 를 측정한다. 최소자승법에 의해서 회귀직선식을 구하여 그 기울기를 전달속도  $V_i$ 로 한다.

회귀직선의 적정성 여부를 판단하기 위해서 회귀직선의 유의성(有意性) 검정에 사용되는 결정계수(Coefficient of determination)를 (식 3.5)에 의해 계산한다.

$$r^2 = \frac{SSR}{SST} = \frac{(\sum (X_i - \bar{X})(T_i - \bar{T}))^2}{\sum (X_i - \bar{X})^2 \sum (T_i - \bar{T})^2} \dots\dots\dots (식 3.5)$$

여기서,  $\bar{X}$ ,  $\bar{T}$ 는 거리 및 전달시간의 평균값

(2) 비파괴강도의 추정

본 과업에서는 3점 이상의 회귀직선식에서  $r^2$  값이 99% 이상이 되는 회귀직선식만을 사용하여 전달속도  $V_i$ 를 계산한다. 전달속도에 따른 콘크리트 압축강도의 추정을 위하여 초음파 속도와 압축강도의 상관관계를 도출한 다음식을 사용한다.

- 일본건축학회 CNDT 소위원회 공동제안식

$$F_c' = 215 V_p - 620 \text{ (kgf/cm}^2\text{)} \dots\dots\dots(식 3.6)$$

여기서,  $F_c'$  : 콘크리트 강도 ( kgf/cm<sup>2</sup>)

$V_p$  :  $V_p = V_d$  로서  $V_p \approx 1.05 V_i$

3.1.4 조합법에 의한 방법

조합법에 의한 강도조사는 반발경도법에 의한 조사와 초음파탐사법에 의한 조사의 단점을 상호 보완하기 위하여 제안된 방법으로서 반발경도시험 결과와 초음파시험 결과를 동시에 이용하여 콘크리트의 압축강도를 추정하는 방법이다.

조합법에 의한 압축강도 추정은 일반적으로 다음 식을 이용하고 있으며, 본 과업에서는 ①

식과 ②식을 적용하고 각각의 결과치를 평균하여 사용하였다.

① 릴램(RILEM)식

$$\log_{10} F_c = 0.3794 V_P + 0.01149 R_O + 0.4332 \dots\dots\dots (\text{식 } 3.7)$$

$$F_c' = 0.85 F_c$$

② 일본건축학회 CNDT 소위원회 공동실험결과

$$F_c' = 8.2(K \cdot R_O) + 269 V_P - 1094 \text{ (보통콘크리트)} \dots\dots\dots (\text{식 } 3.8)$$

여기서,  $F_c'$  : 콘크리트 강도 ( kgf/cm<sup>2</sup> )

$R_O$  : Schmidt hammer에 의한 보정 반발경도

$V_P$  : 초음파 전달속도 ( km/sec )

### 3.2 철근배근조사

#### 3.2.1 개요

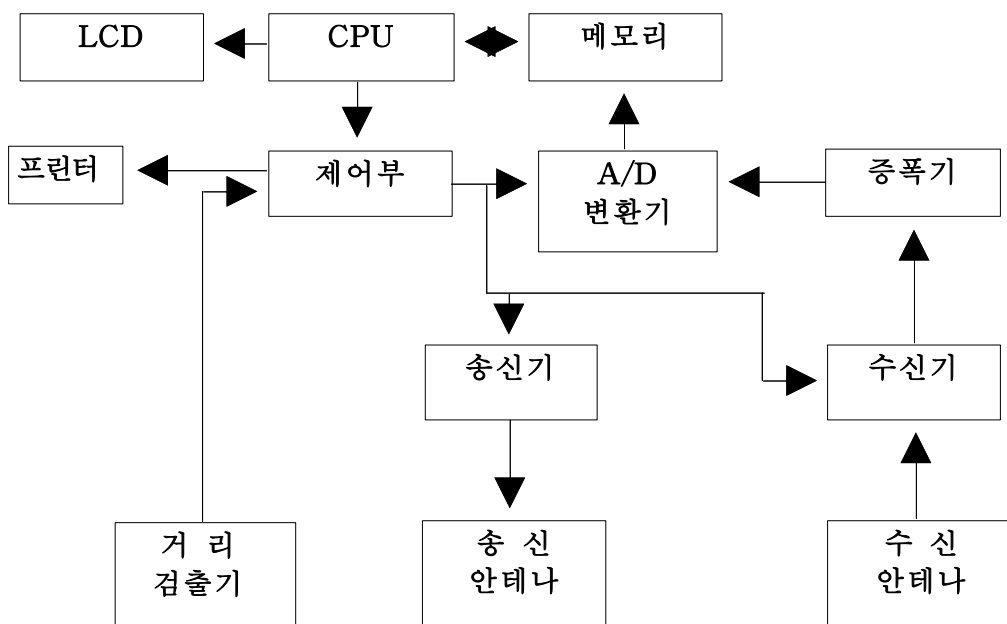
균열의 원인은 적절하지 못한 철근배근을 함으로써 인장력에 대한 콘크리트에 균열이 발생할 수 있다. 그러므로 점검대상인 구조물중 주요 구조부재별로 시공상태를 규명하기 위한 수단으로 철근배근과 철근 피복두께를 조사하였다.

조사장비로는 RC-RADAR, Profermeter-3, Ferro Scan 등이 있으나 본 점검에서는 RC-RADAR를 사용하였다.

#### 3.2.2 RC-RADAR 원리

콘크리트에 수백 MHz의 전자파를 안테나로부터 콘크리트 표면을 향하여 발사하고 콘크리트 내부의 전도율이 다른 물체(철근이나 공동 등)에서 반사파를 일으키는 성질을 이용하여 전파의 발신과 수신을 왕복한 전파시간과 반사물체까지의 거리를 구하고 반사파의 영상을 해석하여 콘크리트 내부에 배근되어 있는 철근의 간격과 피복두께 등을 측정한다.

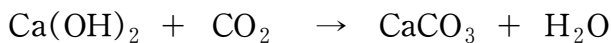
#### 3.2.3 RC-RADAR 종합계통도



### 3.3 콘크리트 중성화시험

일반적으로 콘크리트의 미세공극중의 수분은 포화 수산화칼슘 (Ca(OH)<sub>2</sub>) 용액과 이것에 약간의 수산화나트륨(NaOH)과, 수산화칼륨(KOH)을 함유한 용액으로서 존재하고 이때 pH는 약 12.5이다. 강 알카리 환경하에서 철근은 그 표면에 수화 산화물로 이루어진 얇은 산화막(20~60Å)을 형성하고 부동태화되어 있기 때문에 이를 부동태피막이라 하며 철근은 부식작용으로부터 보호된다.

콘크리트중의 수산화칼슘은 시간의 경과와 함께 공기중의 이산화탄소 (CO<sub>2</sub>) 등의 침식성 가스와 반응하여 다음 식과 같은 탄산칼슘으로 되어 탄산화되는데, 이것을 일반적으로 중성화라고 한다.



중성화가 되면 철근표면의 부동태피막이 소멸되어 철근은 부식환경에 접하게 된다. 이 때 콘크리트 내부로 공기 중의 습기나 이산화탄소 등이 들어오면 부식은 진행되며 철근의 피복콘크리트의 균열, 박리 등을 발생시켜 미관 및 기능을 저하시키고 결국 철근의 단면감소로 인하여 구조내하력이 감소된다. 일반적으로 경과년수 t와 중성화깊이(xcm)와의 관계는 다음식과 같다.

$$t = \frac{0.3(1.15 + 3\omega)}{R^2(\omega - 0.25)^2} X^2 \quad (\omega \geq 0.6) \text{-----} \textcircled{1}$$

$$t = \frac{7.2}{R^2(4.6\omega - 1.76)^2} X^2 \quad (\omega < 0.6) \text{-----} \textcircled{2}$$

여기서, X: 중성화 깊이(cm)



$t$  :  $X$  까지 중성화하는 기간 (년)

$\omega$  : 물/시멘트비

$R$  : 중성화 비율

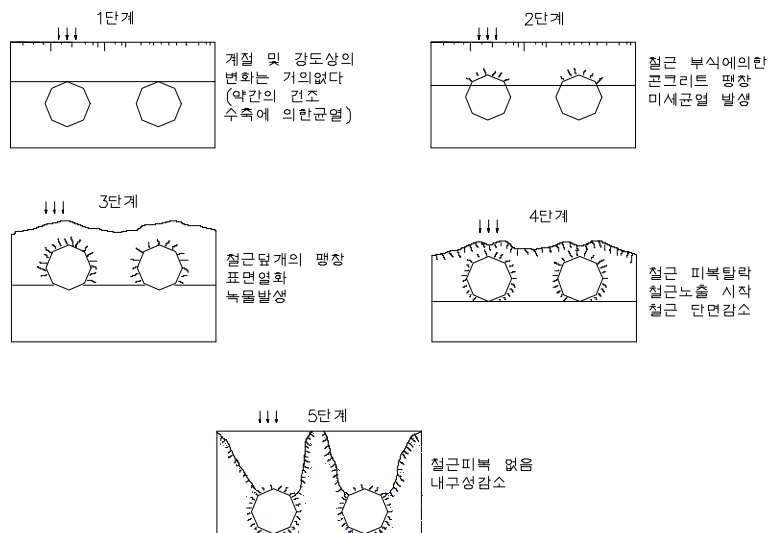
(1) 여기서  $t$ 는 경과시간(년),  $X$ 는 중성화 깊이(cm),  $W/C$ 는 콘크리트의 물/시멘트비,  $R$ 은 시멘트와 골재종류 및 혼화제 특성에 관련되는 중성화 비율 상수로 천연골재를 사용한 보통시멘트는 1이며, AE제를 첨가한 경우 0.6을 적용한다.

(2) 보통콘크리트의 경우 일반적으로 최대 물 시멘트비가 60%를 넘지 않으므로 본 과업에서는 식 ②를 적용한다.

(3) 이론 중성화깊이 추정

간편식  $t = 7.2 X^2$ 에서

$X = 0.373\sqrt{t}$  로 나타난다

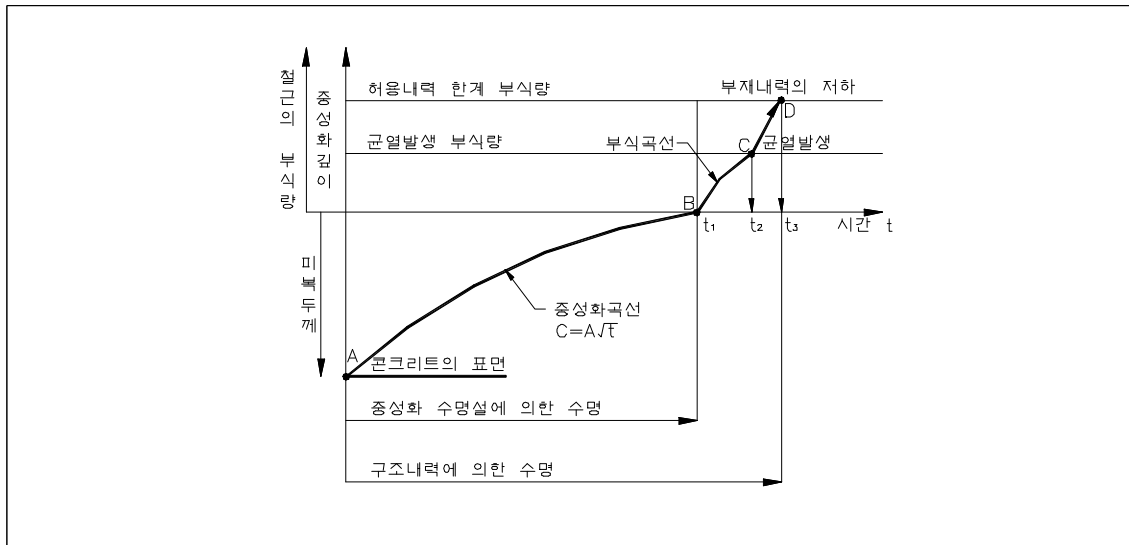


【그림Ⅱ.3.3】 중성화에 의한 콘크리트 열화진행 모식도

### 3.3.1 시험방법

중성화의 판정은 1%의 페놀프탈레인 용액을 콘크리트 표면에 뿌리면 붉은 보라색을 나타내는 부분은 비중성화된 부분이고 색깔이 변하지 않은 부분을 중성화된 것으로 판정한다. 이 때의 pH는 10.0 미만으로 나타난다.

【그림Ⅱ.3.4】중성화와 콘크리트의 수명



### 3.3.2 피복두께와 중성화깊이에 따른 성능저하등급

콘크리트의 구조물의 열화도는 중성화에 의하여 열화도는 콘크리트 내부에 있는 철근위치와의 관계로 평가할 수 있다. 열화도는 중성화깊이 그리고 철근 피복두께와 밀접한 관계를 갖고 있음을 알 수 있다. 다음은 성능저하 등급을 구분한 표이다.

【표Ⅱ.3.4】중성화에 의한 콘크리트 성능저하 등급

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

# 제4장 보수·보강 공법

---

4.1 개 요

4.2 보수 공법

4.3 보강 공법

## 제 4 장 보수·보강공법

### 4.1 개 요

최근들어 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 발생하고 있다. 일반적으로 교량구조물을 장기적으로 양호한 상태로 유지관리하기 위해서는 지속적인 점검과 조사를 실시해야 하고 손상의 정도에 따라 연차적으로 보수·보강을 해야한다.

#### 4.1.1 보수·보강 방안

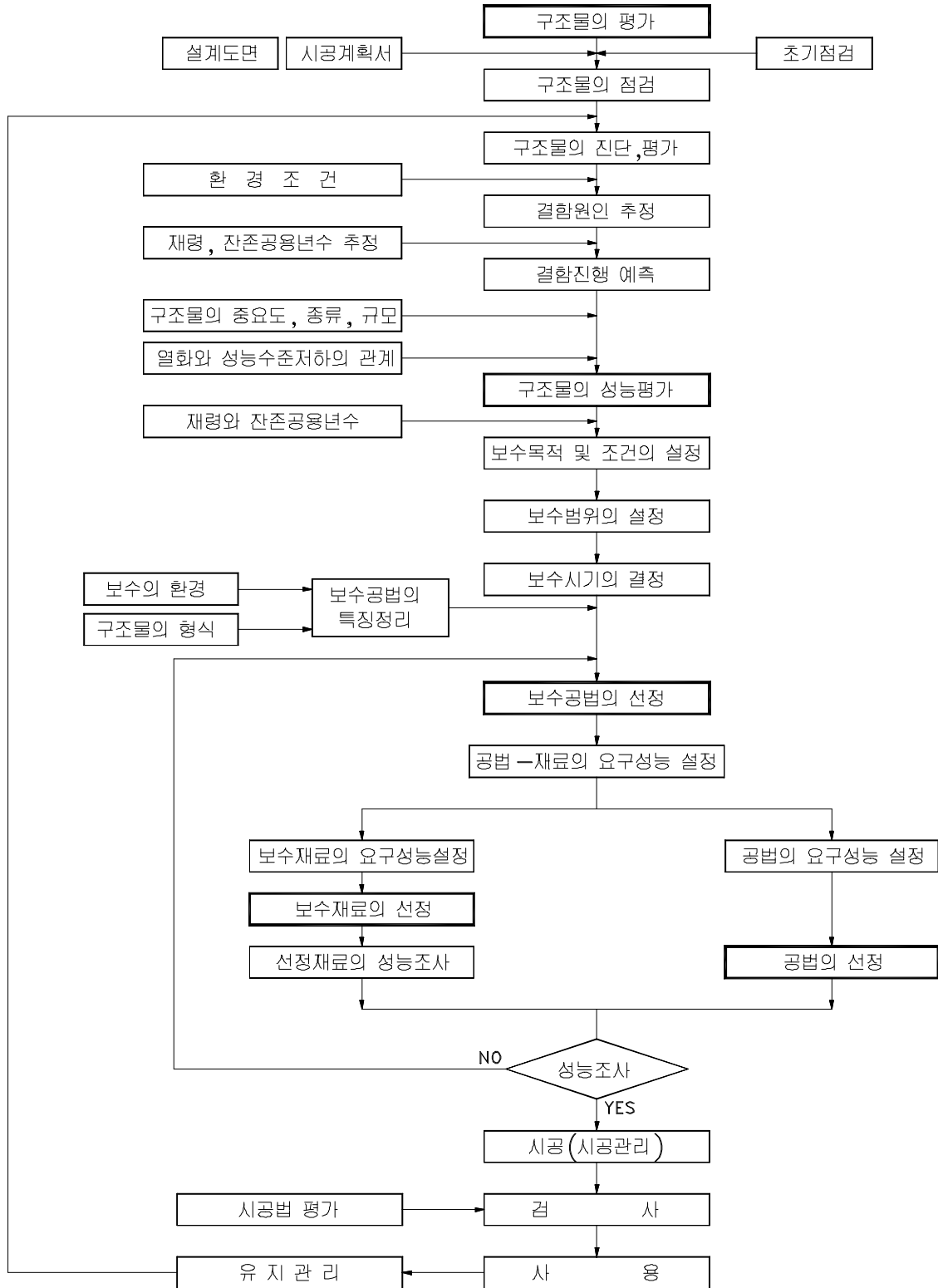
외관조사 결과에서 발견된 손상 및 결함과 각종 시험고 안전성 평가로 원인을 검토하고 그 결과를 토대로 하여 교량의 안전성과 건전성을 유지하기 위한 보수·보강공법을 제안한다.

제안된 보수·보강 방법의 기본방향은 장기적으로 현재의 내하력을 유지시키고, 내구성 저하를 방지하는데 그 목적이 있으며

- 콘크리트의 내구성 확보 차원의 보수
- 외관상태의 결함에 대한보수
- 구조물의 유지관리 차원의 보수에 대한 방법

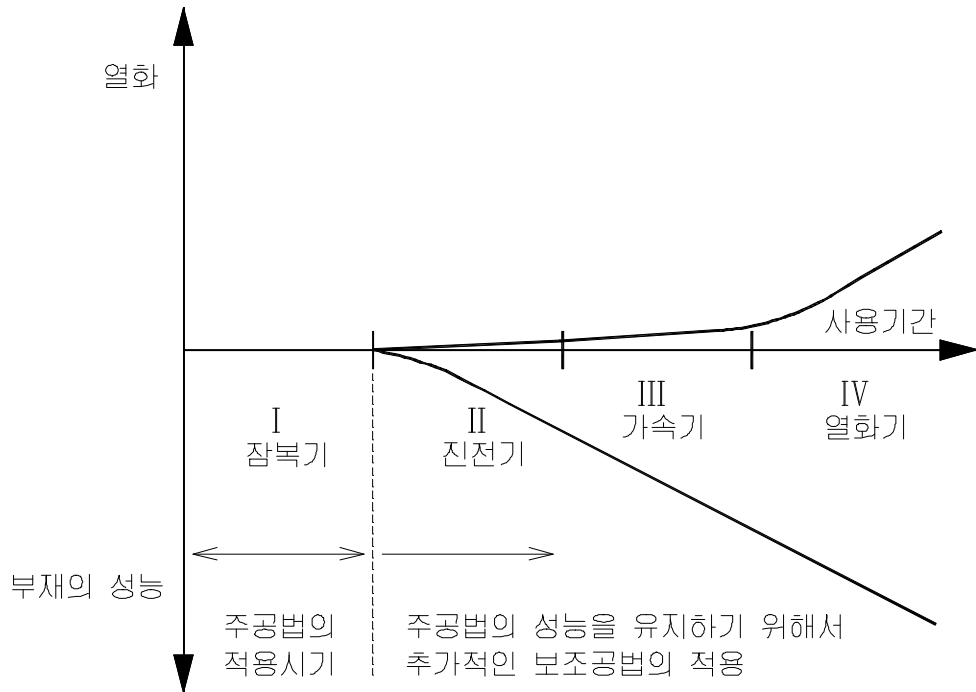
등을 제시하는데 있다.

(1) 보수·보강 흐름도

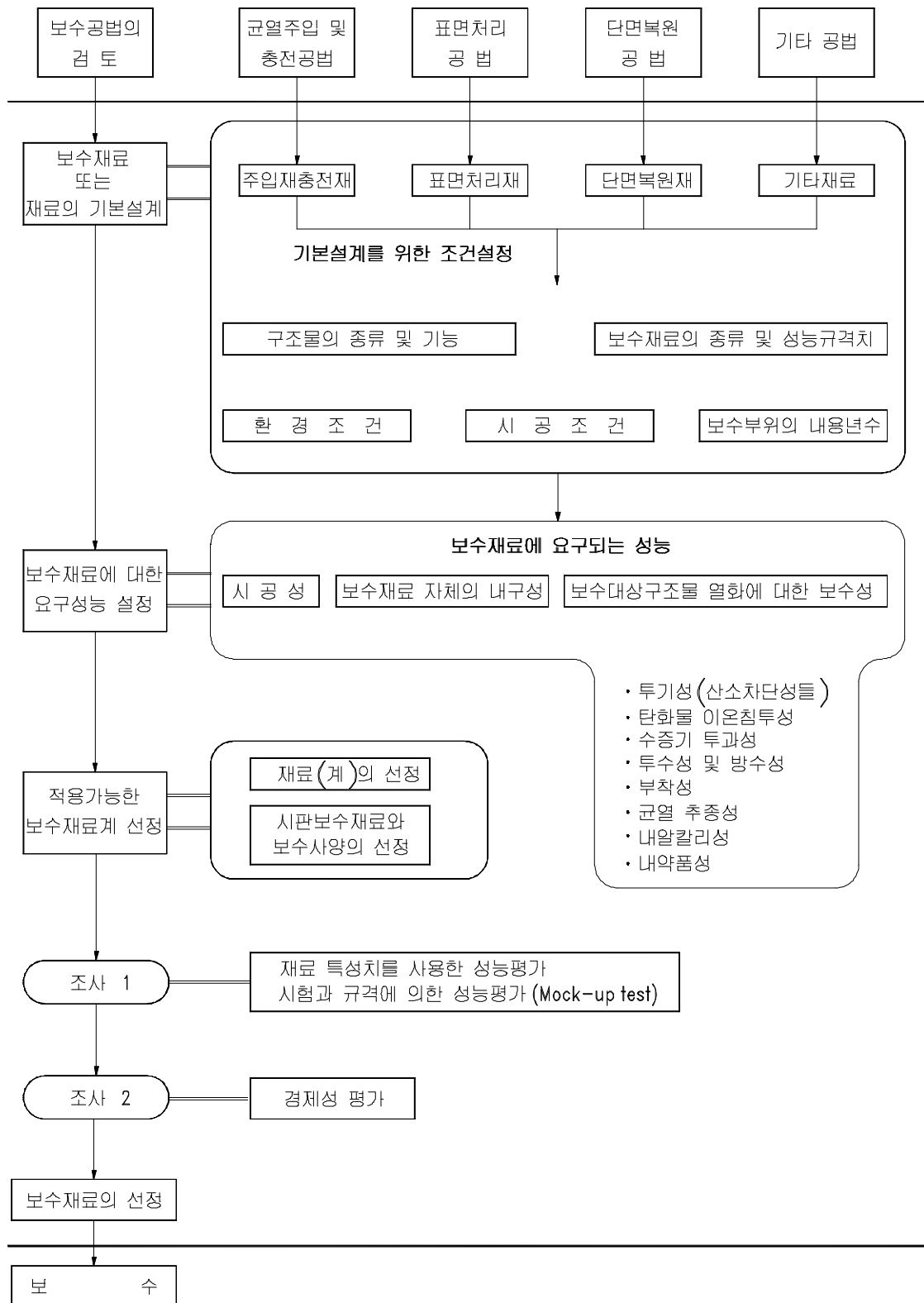


(2) 보수시기의 결정

- ① I(잠복기) : 콘크리트 속으로 외부염화물 이온의 침입 및 철근 근방에서 부식 발생
- ② II(진전기) : 물과 산소의 공급하에 계속적으로 부식이 진행되는 단계
- ③ III(가속기) : 축방향 균열발생 이후의 급속한 부식단계
- ④ IV(열화기) : 부식량이 증가하고 부재로서 내하력에 영향을 미치는 단계



(3) 보수재료의 선정



## 4.2 보수공법

### 4.2.1 주입 공법

#### (1) 보수목적

균열에 에폭시수지를 주입하여 콘크리트를 일반화시키는 공법으로 차량통제가 필요없다. 수지내의 탄성계수는 콘크리트에 비해 일반적으로 상당히 적으므로 구조물의 직접적인 내력증강을 기대하기는 어려우나 콘크리트의 균열부분을 수지로 채움으로써 수밀성을 크게 하고 콘크리트 및 철근의 열화를 방지하는 효과가 있다. 그리고 수지에 의한 균열보수와 병행하여 보강작업을 실시하면 한층 효과적이라 생각된다.

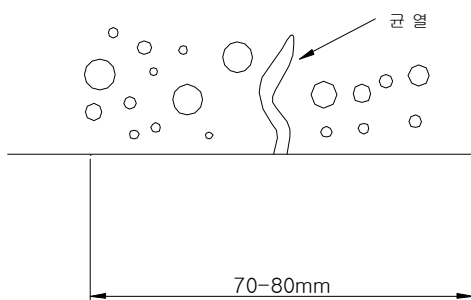
일반적으로 에폭시수지계 접착제를 사용하지만 균열의 발생부위, 발생정도에 따라 시멘트 페이스트 또는 시멘트 모르타르를 주입하는 경우도 있다.

#### (2) 시공방법

##### ① 일반적인 시공방법

수지주입에 의한 시공순서를 나타내면 다음과 같이 주입파이프를 설치하여 균열선에 따라 시일재로 밀봉한 후에 파이프를 통하여 수지를 압입한다. 미세한 균열까지 완전하게 수지를 침투시키기 위해서는 수지의 점도와 주입압이 적절해야 한다. 동일한 수지에서도 온도에 따라 점도는 상당히 변화하므로 시공시기에 따라 적절하게 조성된 재료를 사용해야 한다. 일반적으로 수지주입은 외기 및 콘크리트의 온도가 저하되어 있는 겨울철보다는 온도가 높은 시기에 시공하는 것이 수지의 온도 관리가 용이하여 주입에 대한 신뢰도도 높게 된다.

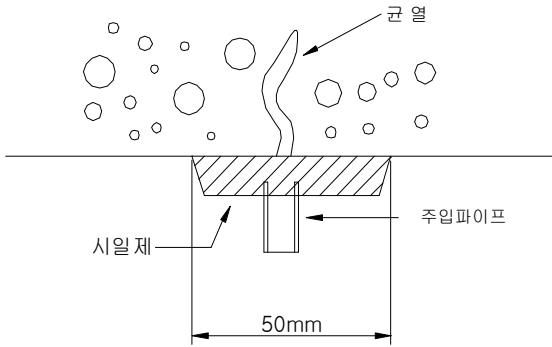
#### - 바탕처리



균열을 중심으로 약 7~8cm 폭의 콘크리트면을 샌드, 와이어 브러쉬 등으로 털어내고 신나등으로 청소한다.

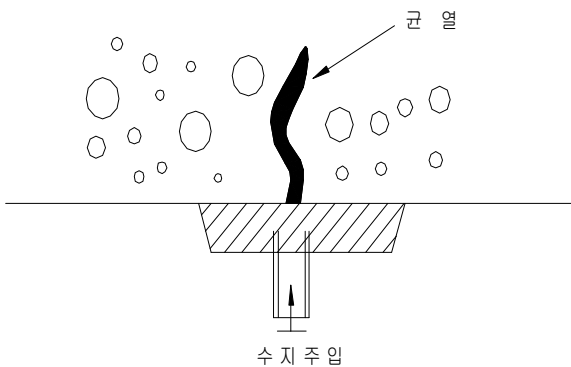


- 시일작업 및 주입파이프 설치



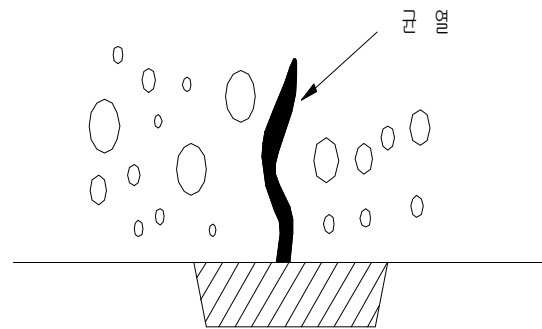
시일재로 균열을 밀봉하면서 균열위에 적당 간격으로 주입파이프를 설치한다.

- 수지주입



주입펌프를 수지압입, 주입이 완전히 끝나면 나무 마개로 주입구를 막는다.

- 주입파이프 철거 및 표면마무리



주입된 수지가 안정되면 주입파이프를 철거하고 표면을 마무리하여 주입작업을 완료한다.

② 수동식 및 페달식에 의한 시공방법

- 시일면의 바탕처리

균열부를 따라 적당한 폭으로 유리석회 등을 제거하고 신나 등으로 청소.

- 주입파이프 설치

균열부를 따라 주입파이프를 퍼티상 에폭시수지계 접착제로 접착 고정.

- 시일

V커트한 균열부를 퍼티상 에폭시수지계 접착제로 시일하고 주입 파이프 이외는 밀폐한 후 주입압에 견딜 수 있을 때 까지 통산 1~2일 양생.

- 액상의 에폭시수지계 접착제를 소정의 배합비로 배합

파이프의 끝에서 순차적으로 주입해 가서, 인접 파이프에서 수지의 유출이 보이면 파이프를 밀봉하고, 24시간 정도 양생

이때, 평균 주입압은 수동식에서는  $4\text{kg}/\text{cm}^2$ , 페달식에서는  $15\text{kg}/\text{cm}^2$  임

- 마무리

주입파이프를 절단하고, 그라인더 등으로 표면을 평탄하게 마무리

### ③ 전동식에 의한 시공방법

- 시일면 바탕처리

균열부를 따라 폭 10~15cm를 와이어브러시로 긁어내고, 그 분말 등을 솔이나 천 등으로 완전히 제거

- 시일

i) 균열이 작은 경우 : 로진과 파라핀 혼합재를  $80\sim 100^\circ\text{C}$ 로 가열해서 시일재로 제작, 균열과 직각방향으로 5~10cm 피치로 테이프를 붙이고, 액상의 로진·파라핀 혼합재를 붓으로 10~15mm 폭으로 도포하고, 도포 후 즉시 테이프를 떼어내고 주입구로 한다.

ii) 균열이 큰 경우 : 수동식 및 페달식에서와 같은 퍼티상 에폭시수지계 접착제로 시일하지만, 시일전에 균열부에 못을 박아, 시일 후 못을 뽑아서 주입구로 한다.

- 주입

주입작업 전에 주제와 경화제의 배합을 점검하고, 피스톤 로크를 적절한 배합비로 세트하고, 각각의 재료통에 주제와 경화제를 넣는다. 주입구에 노즐을 밀어넣고 콕크를 개방해서 주입, 이때 평균주입압은  $20\text{kg}/\text{cm}^2$ 이다. 다음은 주입구에 액상 에폭시를 밀봉해서 순차주입을 하게 되는데, 주입구는 고품 파라핀으로 밀봉한다.

- 마무리

주입재의 양생 후, 시일재를 쇠주걱 등으로 제거한다.

#### 4.2.2 표면처리 공법

##### (1) 보수목적

이 공법은 비교적 미세한 균열 및 표면박리, 오염 등에 대해 직접 그 표면을 피복하여 방수성, 내구성을 지니도록 하는 것으로 피복의 범위도 전면 혹은 부분으로 나뉘어 진다.

따라서 그 효과는 손상표면의 보수에 그치므로 활성균열에 대해서는 대처할 수 없는 결점이 있다. 또한 피복재의 두께가 얇으므로 시간에 따른 열화에 대해서는 주의해야 할 필요가 있다.

##### (2) 시공방법

###### ① 공정도

개시 → 콘크리트 표면의 청소 → 콘크리트 표면의 기공 등의 충전 → 표면피복 → 종료

###### ② 시공순서

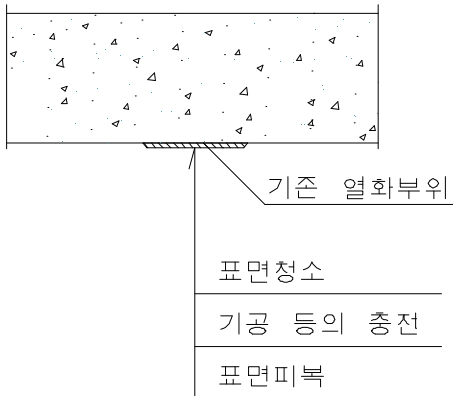
- 처리를 행할 범위를 확인하고 마크를 한다.
- 손상부분을 중심으로 폭 50mm 정도를 와이어 브러쉬로 청소한다.
- 시일재를 소정의 배합비에 따라 혼합 교반한다.
- 시일재를 퍼티 주걱 등으로 폭 10mm, 두께 2mm 정도로 도포하고, 그후에 평활하게 마무리한다.
- 시일재가 경화할 때까지 양생한다.
- 시일재의 경화후에 오염 등을 주걱, 신나, 샌더 등으로 제거하고 청소

순서	점검내용	공정	시공순서	기자재
①	손상상태확인 (균열,오염 등)	개시		균열 스케일 기기
②		표면청소		와이어브러시 그라인더 고압세정기
③		건조	자연건조시킴	
④		콘크리트표면의 기공 등의 충전	퍼티상수지를 흠손으로 메움	흠손
⑤	평탄도 유지	표면피복	폴리머시멘트페이스트, 시멘트 필러,도막탄성방수재를적절하게선택하여 흠손으로 마무리	흠손등
⑥		양생		
⑦		종료		

(3) 사용재료

- ① 폴리머 시멘트 페이스트
- ② 시멘트 필러
- ③ 도막탄성 방수재(아크릴수지계)
- ④ 도막탄성 방수재(우레탄수지계)

개요도



4.2.3 단면 보수 공법

(1) 보수목적

단면이 비교적 적은 경우의 보수에 사용되는 방법으로 단면보수의 하자처리 후에 보수에 적합한 강도로 혼합한 보수재를 주걱이나 손으로 눌러 붙여서 단면을 보수하는 공법이나 시공부위, 진동, 자중 등으로 보수재료가 떨어지는 경우도 있으므로 보수재료의 선정을 잘 검토해야 하며, 두껍게 발랐을 때의 수축 균열도 주의해야 한다.

콘크리트 표면에 박리 및 열화 등의 결함이 생긴 경우에 그 결함부 주변을 내부의 건전한 콘크리트와 같은 정도의 강도가 얻어지는 부분까지 깨어내고 보수에 적합한 강도로 혼합한 보수재를 채워 내부 콘크리트를 방호하고 철근의 부식을 방지할 목적으로 실시하는 보수공법이다. 이 공법은 시공부위, 진동, 자중 등으로 보수재료가 떨어지는 경우도 있으므로 보수재료의 선정을 잘 검토해야 하며, 두껍게 발랐을 때의 수축 균열도 주의해야 한다.

(2) 보수방법

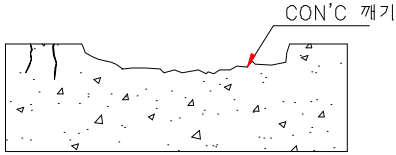
① 공정도

개시 → 결손부의 청소 → 프라이머 도포 → 패칭① → 패칭② → 양생 → 종료

순서	점 검 내 용	공 정	시 공 순 서	기 자 재
①		결함부 청소		와이어브러시 버금블라스트
②		프라이머도포나 침폭제	패칭재의 종류에 따라 프라이 머 도포나 침투제	붓, 스프레이
③	1회 도포량 30mm까지	패칭①	손 또는 흙손으로 패칭재 충전	붓, 스프레이
④	단면깊이가 30mm이상 인경우	패칭②	1회 패칭후 2회 패칭시에는 L형 앵커를 타입하고 여기에 피아노선을 감아서 보강한후에 2회 패칭실시	흙손, 스프레이
⑤	저온시 경화속도 주의	양생		흙손, 스프레이
⑥		종료		

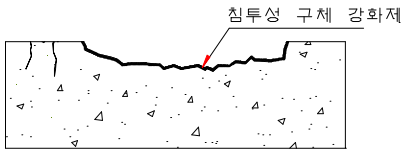
② 시공순서

1. 손상부위 정리



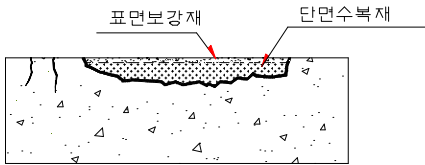
기존 콘크리트의 열화 및 파손부위를 깨내어 깨끗이 정리하고 신규 콘크리트의 접착이 좋게 공동부위는 약간 깨내어 드러나게 한다.

2. 기존 구체강화



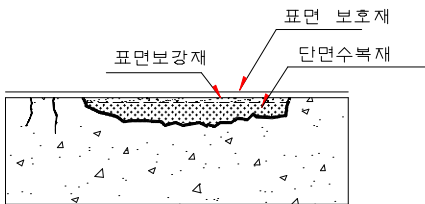
하지 처리된 구체에 밀도를 증가시키고 강도를 증진시키기 위한 침투성 구체강화제를 도포한다.

3. 단면 수복



경화시 수축이 없는 보수재로 단면을 수복시키고 기존 구체와 부착이 좋은 보수재로 단면을 보강한다.

4. 표면 처리



중성화 방지 목적으로 표면 보호재로 마감하며 이때 태양광선에 직접 노출되어 자외선을 받을 수 있는 부분은 특수표면 마감재료로 코팅한다.

<사용 재료>

- ① SBR계 폴리머시멘트 콘크리트(모르타르)
- ② 아크릴계 폴리머시멘트 콘크리트(모르타르)
- ③ 에폭시수지 모르타르(보통, 경량)
- ④ 무수축시멘트 콘크리트(모르타르)

4.2.4 단면보수공법2(철근방청 공법)

(1) 보수목적

콘크리트가 파괴되어 철근이 노출되어 있으면 철근방청공법에 의한 처리가 필요하다. 노출이 오래도록 방치되면 파괴면 및 철근에 염분, 탄산화물, 부착저해물 등이 부착하여 이것을 제거하는 데에는 블라스트 처리가 가장 적당하다. 철근방청 작업 후 상기 단면보수공법을 적용하여 손상단면을 복구한다.

(2) 시공방법

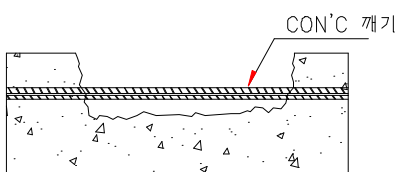
① 공정도

개시 → 철근주위의 콘크리트 절삭 → 청소, 녹제거(블라스트공법) → 방청처리 → 종료

순서	점 검 내 용	공 정	시 공 순 서	기 자 재
①	철근부 손상 주의	절 삭 공	철근의 주위를 양호한 콘크리트가 나올 때까지 절삭	해머드릴
②		녹제거 및 청소	블라스트로 녹제거	진공 블라스트 그라인더
③	단면보수를 복합공법으로 하는 경우는 패칭재의 프라이머적 역할을 공용할 수 있는 방청제도 있음	방청처리	방청한 부분과 양호한 부분에 방청재를 도포하고 스프레이로 도포	붓, 스프레이
④		종 료		

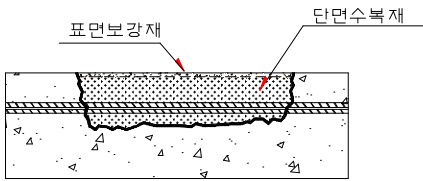
② 시공방법

- 손상부위 정리



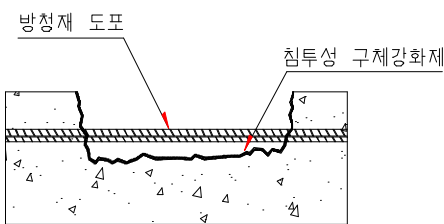
기존 콘크리트의 열화 및 파손부위를 깨내어 깨끗이 정리하고 철근의 부식부위를 철부러쉬로 제거하여 신규 콘크리트의 접착이 좋게 공동부위는 약간 깨내어 드러나게 한다.

- 기존 구체강화 및 철근 방청



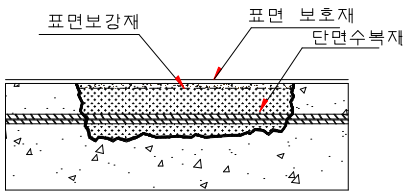
하지 처리된 구체에 밀도를 증가시키고 강도를 증진시키기 위한 침투성 구체강화제를 도포한다.

- 단면 수복



하지 처리된 구체에 밀도와 강도를 증진시키고 철근부의 발청억제를 위해 구체 및 철근에 침투성 구체강화 및 방청제를 도포한다. (철근의 부식으로 인해 단면결손이 발생시에는 추가철근을 설치한다.)

- 표면 처리



중성화 방지 목적으로 표면 보호재로 마감하며 이때 태양광선에 직접 노출되어 자외선을 받을 수 있는 부분은 특수표면 마감재료로 코팅한다.

③ 사용재료

- 녹전환형방청제 (인산, 유기산, 킬레이트제)
- 수지계 방청제 (에폭시수지, 아크릴 수지)
- 폴리머시멘트계 방청제(SBR계, PAE계)
- 변성 에폭시수지계 방청제(에폭시수지, 녹전환형 방청제의 복합형)



### 4.2.5 Sealant공법

(1) 개 요

Sealant공법은 도로의 균열보수 및 교량의 조인트 신규 및 보수대체공법으로 탄력성과 접착성이 강하며 신축량이 큰 장대교량 신축이음에도 적용가능한 공법으로 기존 신축이음부의 후타재의 컷팅없이 보수가 가능하며, 주행성, 양생성, 방수성등에 장점을 지니고 있다.

(2) 시공방법

- 손상부위 절단 및 보수부위 포장깨기
- 치핑 및 이물질제거 및 고압물 청소
- 건조(히트랜서)
- 백업제 설치후 프라임코팅(2~3회)
- 지지판 설치
- 혼합제 포설
- 마무리 표층처리



① 손상 신축이음부 제거



② 면 Tape 및 Back up제 삽입



③ 도로봉합제 코팅 작업



④ 도로봉합제 지지판 설치

실런트공법(예) 시공순서



⑤ 도로봉합제 램머 다짐



⑥ 표면마무리 후 시공완료

실런트공법(예) 시공순서

(3) 장·단점

- 침투력 및 접착성등 친화력이 강하여 손상부위 주변의 컷팅없이 보수 용이.
- 콘크리트 포장도로의 신축 및 팽창, 중시공 중순 시공시에도 탈락, 이탈이 발생치 않음
- 간접비용 효과가 크다
- 급격한 기온변동으로 신축량이 기준치 이상으로 발생할 우려가 있으므로 적절한 유지관리가 필요하다

(4) 유지관리

- 탄성제품이므로 마모성등에 주의깊은 유지관리가 필요하다.
- 균열발생, 침하여부, 탈락여부 등의 상태를 정기적으로 확인 후 적절한 보수를 취한다.

4.2.6 배수시설 보수공법

(1) 보수목적

배수시설이 불량하여 교면상에 물이 고이면 주행하는 자동차에 큰 지장을 줄 뿐만 아니라 겨울철에 빙판을 이루어 자동차 사고의 원인이 될 수 있다. 또한 교량 아래로 도로가 지나가는 경우에는 교량아래로 흙탕물이 튀어서 다른 주행하는 차량에 피해를 주기도 한다. 또한 신축장치의 손상부를 통하거나 배수구의 시공 잘못에 의하여 반침이나 강거더 등에 물이 침투하여 부식의 원인이 되기도 하며 특히 겨울철에 눈을 녹이는 제설제의 침투에 의해 부식은 더욱 심해지게 된다. 이와같이 슬래브 배수 문제는 교량유지에 있어서 상당히 중요한 문제로써 주기적인 점검을 통하여 청소와 보수를 해야한다.

(2) 보수사례

① 배수구

강도가 부족하여 파손되는 경우는 드물고 대개는 배수구의 면적이 적거나 흙이나 먼지, 이물질 등이 쌓임에 따라 배수구가 막히는 경우가 많다. 배수구를 주기적으로 청소하여 막히는 것을 방지하거나 배수구를 큰 것으로 교체시켜 배수구가 막히는 것을 방지해야 한다. 이때 기존 배수구를 철거할 때에는 기존 슬래브에 손상이 가지 않게 주의하여 시공해야 하며 배수구 주위의 콘크리트와의 사이에 균열이 생겨 누수가 되는 경우에는 접착재나 피복재 등으로 주위를 보수하여야 한다.

② 배수관

배수관의 직경이 작거나, 관의 연장이 길거나, 관의 굴절각이 좋지 않거나 혹은 급격하거나 하는 경우는 가급적 피하는 것이 좋다. 관이 굽어진 곳이 많거나 급격하면 흙이 막힐 염려가 있으며 짧은 배수구가 바로 하부로 이어질 경우에는 교대의 사면이나 교각측에 피해를 줄 염려가 있으므로 피하는 것이 좋다. 흙으로 막히는 빈도가 많은 경우에는 관을 큰 것으로 바꾸던가 수평에 가까운 것은 구배를 세우고 굴곡부는 가능하면 큰 원호로 하여 유수의 저항이 작게 하는 것이 좋다. 교량의 진동과 이음구조의 불량, 배수관을 고정시키는 지지재의 불량등으로 인하여 관이 이탈하거나 용접부위의 균열이 생겨 누수되는 경우가 있으므로 이때에는 배수관의 보수에 그치지 말고 원인을 조사하여 이음부의 개량이나 지지재의 보강을 해주는 것이 좋다.

유출된 물로 인하여 하부구조의 침식이 오는 경우에는 관의 위치를 바꾸거나 하부구조의 구체에 덧씌우기 등으로 구체의 직접적인 손상을 방지하는 것이 좋다.

교량의 배수시설중 많은 것들이 슬래브 하단과 배수관의 하단이 동일 위치에 있는 경우나 배수관이 탈락되어 있는 경우가 많은데 이때에는 유출된 물이 슬래브 하단을 따라 거더로 침투하여 부식의 원인이 되므로 배수관을 길게 하거나 보수하여 부식을 방지해야 한다.

만약 배수구가 교대나 구체속에 묻히는 경우에는 파이프 내를 항상 깨끗이 하여 겨울에

동파되는 일이 없도록 주의하여야 한다.

③ 유의사항

- 배수구와 포장면과의 사이에 단차가 있어 배수기능이 불충분한 경우는 주변 포장면의 경사를 손보도록 한다.
- 배수구 주변에는 누수가 있는 경우는 시일재로 주변을 보수한다.
- 덮개, 배수구 자체의 파손이 있는 경우는 교체
- 배수관의 파손으로 균열, 휨, 포트홀 등이 생긴 경우, 파손상황에 따라 의 교체, 용접, 부품보충 등의 보수를 한다.
- 진동, 바람등에 의해 관이 흔들리고, 고정도가 나빠 낙하할 위험이 있는 경우는 강성이 있는 지지장치 등으로 보강한다.
- 고형물의 침입, 진흙에 의한 막힘등이 현저해서 배수능력이 없는 부분은 청소를 해서 처리하거나 또는 진흙으로 단단히 막혀 있는 관은 전체를 교체하는 등의 처리가 필요하다.
- 배수관이 신축장치의 가까이에 위치해 있는 경우는 배수관의 부식, 누수에 의해 신축장치에 침투하게 되므로, 가능한 한 조속히 응급처리를 하고, 신축장치의 부식원인이 되지 않도록 주의해야 한다.

### 4.3 보강공법

#### 4.3.1 강판접착공법(압착공법)

##### (1) 보수목적

강판접착공법은 콘크리트부재의 인장측 외면에 강판을 접착시켜 양자간에 전달력을 전달시켜 기존의 콘크리트와 강판의 일체화를 이루어 철근으로서의 단면보강효과를 기대하는 보수·보강공법이다. 일반적으로 4.5mm~6mm 두께의 강판이 쓰이고, 접착제로는 에폭시수지가 이용된다.

강판을 접착하는 공법으로 압착공법과 주입공법으로 나누는데, 압착공법은 콘크리트 및 강판접착면에 에폭시수지를 각각 1~2mm 두께로 도포하여 앵커볼트로 압착시키는 방법이다.

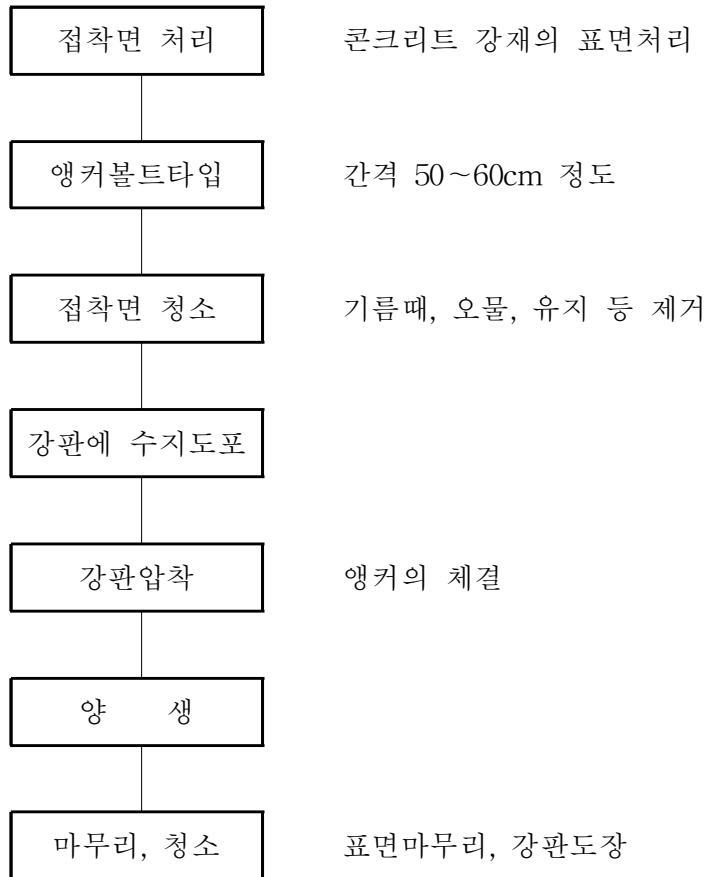
##### (2) 시공방법

###### ① 설계방법

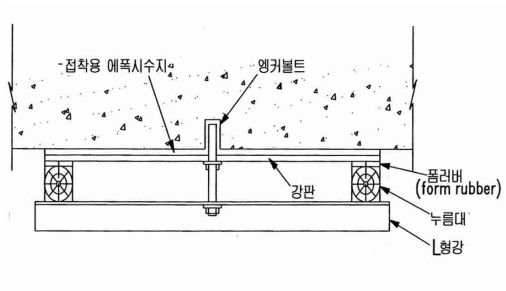
- 적용시에 상호 완전한 접착이 이루어져야 본 공법의 최대의 효과를 발휘할 수 있으므로, 균열이 극히 심한 부위나 표면의 요철이 심한 경우에는 효과를 크게 기대할 수 없다.
- 강판을 철근량으로 환산하여 기존부재에 합하여 기존 내하력의 부족분을 강판이 부담하도록 한다.
- 강판의 두께는 일반적으로 시공상 4.5mm 이상의 것이 주로 이용되며 강판의 배치방법은 비교적 폭이 넓은 판을 이용하는 방법과 20~30mm 정도의 좁은 판을 여러개 병렬로 부착시키는 방법이 있는데 보강목적과 구조물 형태에 따라 적절한 방법을 선택한다.
- 철근과 마찬가지로 강판접착의 경우에도 정착길이에 대한 검토가 필요한데 일반적으로 강더더의 상판 교축방향(배력철근방향)의 경우에는 접착하는 강판을 길게 연속시킴으로써 활하중에 대하여 충분한 정착길이를 확보한다. 또 콘크리트 교축직각방향에서는 헨치 등으로 충분한 정착길이를 확보할 수 없어서 보강효과가 다소 떨어지기도 한다. 콘크리트 웨브의 전단보강의 경우에는 정착길이에 특히 신중한 검토가 필요하다. 정착길이를 결정하는 경우 콘크리트와 강판과의 경계면의 수평전단강도는 거더의 휨시험에서 실험결과 10kg/cm<sup>2</sup> 이상이면 충분한 것으로 보고되고 있다.

강판과 콘크리트부재의 접착시에 강판의 면방향의 인장전단시험에서는 30kg/cm<sup>2</sup>이상(양호한 콘크리트의 경우)의 강도면 충분하다.

<시공순서>



개 요 도



<강판 접착공법>

### 4.3.2 강판접착공법(주입공법)

#### (1) 보수목적

이 공법은 이미 설치된 상판의 인장면에 강판을 접합하여 기설 콘크리트와의 일체화를 꾀하는 보강공법으로 압착공법이 강판과 콘크리트를 밀착시켜 에폭시수지로 부착시키는데 비하여, 주입공법은 상판면과 강판사이에 평균 5mm의 간격을 만들고 그라우트를 주입하는 공법이다.

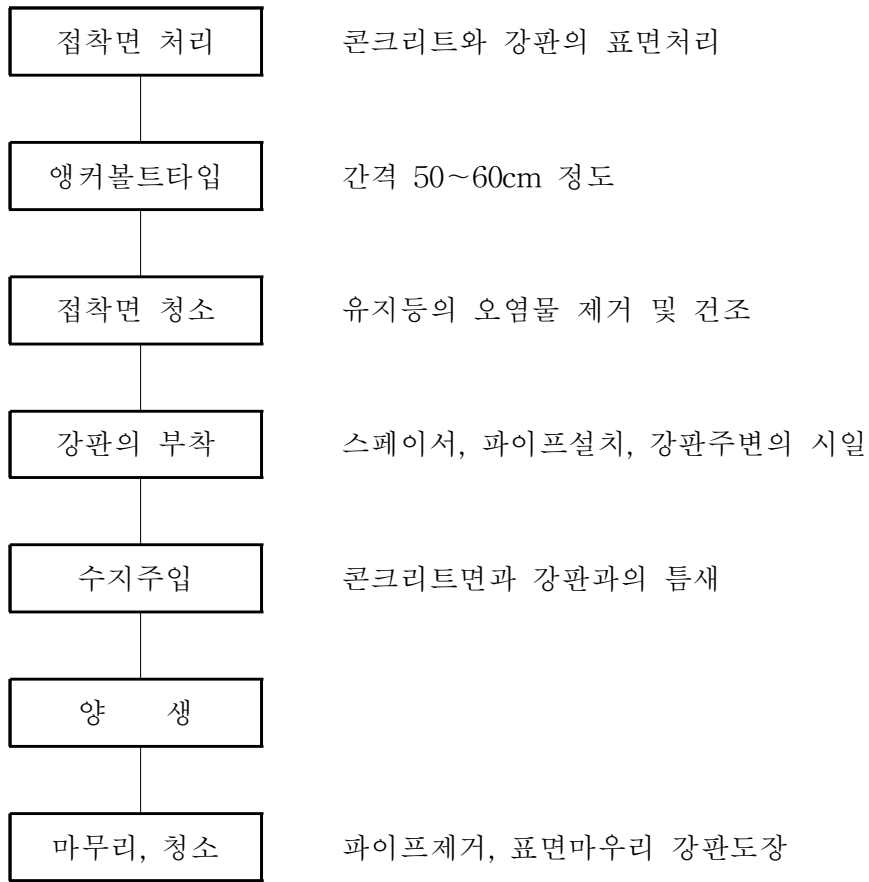
이 주입공법은 콘크리트면과 강판면의 사이에 스페이서 등을 설치하고 2~6mm정도의 간극에 시일재(점도가 적은 에폭시계)를 주입하여 접착시키는 방법이다. 주입공법은 압착공법이 대체로 평활한 콘크리트면에 시공할 수 있는데 반하여 표면이 편평하지 않는 경우에 적용한다. 일반적으로 주입공법의 적용범위가 넓다고 할 수 있지만 수지재료 등이 많이 소요되고 양생기간도 다소 늘어나게 된다.

#### (2) 시공방법

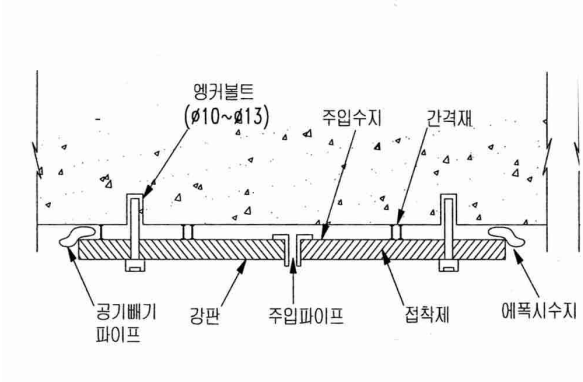
##### ① 시공순서

- 강판의 규격을 정한 후 제단하고 앵커 및 파이프 구멍을 소요치수에 맞게 가공한다.
- 상판콘크리트 표면을 샌더로 청소하고 앵커를 상판에 설치한다.
- 콘크리트 접착면의 레이턴스, 오물, 녹, 도료, 기름기등을 와이어브러쉬 또는 디스크샌더로 깨끗이 청소하며 습기가 있을 경우에는 완전히 건조시켜야 한다. 강판표면은 신너로 깨끗이 닦는다.
- 강판은 앵커볼트로 고정하여 부착시킨다.
- 강판부착 후 주입 및 배기파이프를 고정 설치하고 그라우트로 강판과 고정볼트 주위를 밀폐시킨다. 밀봉 후 주입압에 견딜 수 있도록 경화 양생한다.
- 그라우트를 소정의 배합비로 혼합한 후 주입펌프로 주입시키며 가급적 주입은 서서히 시행한다. 주입은 최하단에서부터 시행하며 인접 주입파이프에서 그라우트가 유출될 때를 확인한 후 다음 주입파이프로 이동한다.
- 주입완료 후 그라우트가 완전 경화될 때까지 양생한다.

- 양생된 후 주입파이프를 제거하며 필요에 따라 샌더로 면을 평탄하게 고른다.



개 요 도



<주입공법>



### 4.3.3 탄소섬유 보강공법

#### (1) 보수목적

종래의 FRP접착공법은 주로 콘크리트 박리 방지, 염해대책의 라이닝으로 적용되어 보수공법의 위치에 있었으나 최근 경량이며 고강도, 고탄성, 비자성, 내후성이 우수한 신소재를 이용한 섬유보강재가 생산되어 이를 이용한 보강공법이 주목되고 있다.

#### (2) 시공방법

##### ① CFRP접착공법

탄소섬유에 의한 보강공법은 장섬유를 한방향으로 배열하여 시트상으로 성형한 탄소섬유시트를 사용한다. 탄소섬유는 이형강봉에 비교해 강도가 8~10배, 탄성률이 거의 같은 인장특성을 지니고 이형강봉과 같이 항복점이 없고 파단강도까지 거의 탄성체로서 거동한다.

이와 같은 탄소섬유시트를 구조물 표면에 에폭시계 접착수지를 사용하여 붙여서 수지가 함침, 경화된 상태(CFRP)가되면 구조물과 일체화되어 강도를 발휘한다. CFRP가 콘크리트 내부에 철근과 함께 인장력을 부담하여 부재의 내력을 향상시킬 수 있다.

##### ② 적용 및 효과

탄소섬유시트를 부재의 지간 방향으로 붙임으로써 부재의 휨강성을 향상시키고 철근의 변형, 부재의 휨을 감소시킬수 있다. 또 본공법도 탄소섬유시트가 에폭시접착제를 통해 콘크리트 표면 전체를 면적으로 구속하는 보강방법이므로 균열집중이나 진행방지 등 균열을 억제하는 효과도 있다.

CFRP가 부재와 일체화하여 우수한 성능을 발휘하기 위해서는 양호하고 충분한 접착성이 확보되어야 한다. 에폭시수지계 접착제는 충분한 접착력을 발휘하지만 접착제가 우수하다고 해도 콘크리트 모재가 약한 경우에는 모재 계면에서 박리가 일어난다.

따라서 철근의 노출, 콘크리트면의 심한 단면손상, 커다란 균열등 콘크리트계면이 심하게 열화, 손상되어 있어서 부착강도를 기대할 수 없을 때에는 방청처리, 불량부분의 제거, 부분적 교체, 균열보수 등의 처리가 필요하다.

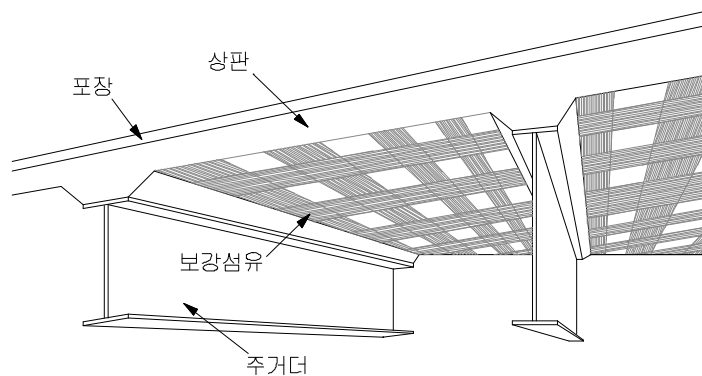
③ 문제점

- 연구시공실적이 적고 특히 CFRP의 박리 메카니즘은 아직 불명확한 부분이 많다.
- 콘크리트와의 접착이 중요하므로 콘크리트 표면의 열화상태, 균열정도 등 사전 조사검토 사항이 많다.

④ 특 징

- 사하중 및 단면의 증가가 전혀 없다.
- 탄소섬유시트를 현장에서 수지에 함침시켜 CFRP로 해서 현장성형하기 때문에 시공성이 좋고 특히 박스거더 내부 등 작업공간이 한정된 장소에서도 작업성이 좋다.
- 수지의 접착력에 의해 정착되기 때문에 후시공 앵커 등이 필요없고 구조물을 손상시키지 않는다.
- 필요보강량에 대해 적층수를 조절할 수 있다.

개 요 도



# 제5장 유지관리방안

---

5.1 개요

5.2 유지관리 절차

5.3 유지관리 방안

## 제 5 장 유지관리방안

### 5.1 개 요

시설물의 유지관리란 건설된 시설물이 제기능을 유지하기 위하여 수시점검, 정기점검 및 정밀점검을 통하여 사전에 유해요인을 제거하고, 손상된 부분을 원상복구하여 당초 건설된 상태를 유지함과 동시에 경과시간에 따라 요구되는 시설물의 개량과 추가시설을 함으로써, 이용자의 편의와 안정을 도모함을 기본적인 목적으로 한다.

유지관리는 사후 유지관리와 예방 유지관리가 있다. 사후 유지관리는 문제가 발생된 후 보수 또는 보강하는 방식이고, 예방유지관리는 문제발생의 징후 또는 그 원인을 사전에 발견하여 적절한 조치를 취함으로써 문제발생을 예방하는 방식이다.

과거에는 보통 사후 유지관리가 대부분이었으나, 오늘날은 기술 및 장비의 발달로 예방 유지관리를 지향하고 있으며 유지관리를 통하여 시설물의 안전성 및 사용성 확보뿐만 아니라 다음과 같은 목적을 가지고 있다.

- ① 시설물의 사용성과 내구성을 가능한 한 연장시킴
- ② 현재 및 향후 소요되는 유지관리 비용을 최소화시킴
- ③ 주어진 예산 범위 내에서 시설물의 사용 수준을 높임
- ④ 시설물 사용자의 안전성을 보장함
- ⑤ 교통 장애를 최소화함

## 5.2 유지관리 절차

시설물의 유지관리는 초기에 변형이나 결함을 정확히 파악하여 가장 적절한 대책을 수립하는 것이므로 결함의 예측, 점검, 평가 및 판정, 대책, 기록등을 합리적으로 조합시켜 순서에 따라 대처하여야 한다.

유지관리를 적절히 하기 위해서는 다음과 같은 절차에 따라 수행하는 것이 바람직하다.

- ① 시설물별 적절한 유지관리계획을 작성한다.
- ② 유지관리자는 유지관리계획에 따라 시설물의 점검을 실시하며, 점검은 점검표에 따라 실시한다.
- ③ 점검결과에 따라 발견된 결함의 진행성 여부, 발생시기, 결함의 형태나 발생위치와 그 원인 및 장애추이를 정확히 평가·판정한다.
- ④ 점검결과에 의한 평가·판정후 적절한 대책을 수립하여야 한다.

## 5.3 유지관리 방안

교량의 유지관리는 일상점검을 통하여 교량의 외관조사를 실시함으로써 구조물의 손상여부를 확인할 수 있고, 특히, 초기 결함부위를 찾아서 그 결함의 정도에 따라 적절한 보수공법의 선정, 보수시기를 판단하여 신속한 보수가 실시되어야 한다. 작은 초기 결함이라도 하절기에 강재와 콘크리트가 팽창되는 경우 또는 동절기 기온 급강하로 재료의 취성이 증가된 상태에서 과대하중이 작용하면 초기 결함의 급진전이 발생하므로 반드시 기록 유지를 하여 결함의 발전 여부를 관찰하여야 한다. 초기 결함의 보수시기를 놓치면 장래에는 장기보수로 이어져 많은 보수비와 보수기간의 장기화로 통행차량의 불편을 초래하게 되므로 신속을 기하여야 한다.

따라서 공용 기간동안 구조물의 안전성과 사용성 확보를 위하여 시설물의 재해를 사전에 예방하여야 하며, 다음과 같이 주기적으로 체계적인 유지관리가 이루어져야 할 것이다.

5.3.1. 교량의 청소

접근이 가능한 부위에 대해 교량의 특성에 따라 정기적으로 청소를 실시한다. 특히 동절기 염화칼슘 살포 후 강재의 부식이 우려되고, 오물퇴적으로 인해 교량의 기능이 저하되거나 사용자에게 불쾌감을 줄 때 수시로 실시한다. 다음은 교량의 부위별 청소요령이다.

청소부위	청 소 요 령	주기
교면 및 보도	① 보도부에서부터 쓸어 올린다. ② 배수시설이나 신축이음에 오물이 들어가지 않도록 주의한다. ③ 배수구와 신축이음의 이물질을 제거한다. ④ 물로 바닥판과 보도부, 표지판 등을 씻는다.	-수시 -1회/6개월
배수시설	① 배수로 뚜껑의 이물질을 제거하고 뚜껑을 들어 올린다. ② 배수로 내부의 이물질과 퇴적물을 제거한다. ③ 배수관을 물로 씻는다. ④ 배수관 내부의 퇴적물을 제거한다.	-수시 -1회/6개월
받침부	① 접근장비를 준비한다. ② 고압의 물을 사용하여 교좌장치와 받침부를 씻는다. ③ 물로 제거되지 않는 이물질은 와이어 브러쉬를 이용하여 제거한다.	-수시 -1회/1년
강재거더	① 접근장비를 준비한다. ② 고압의 물을 사용하여 강재부재를 씻는다. ③ 물로 제거되지 않는 이물질은 와이어 브러쉬를 이용하여 제거한다.	-수시 -1회/1년
방음벽 및 난간	① 접근장비를 준비한다. ② 고압의 물을 사용하여 위에서 아래로 세척한다. ③ 투명 방음벽은 청소 횟수를 늘려 청결상태를 유지한다.	-수시 -1회/1년

5.3.2. 첨가물 및 점검시설의 예방유지관리

(1) 점검시설

교량 부속설비로서의 점검시설은 고소점검 및 보수작업의 위험성을 줄이고 작업대를 설치·해체할 때의 시간적·물적 손실의 최소화하기 위해 필요하다.

현재로서는 교량의 유지관리를 위한 점검시설에 대해 특별히 요구되는 규정은 없으나 교량의 규모가 커짐에 따라서 교량유지관리의 효율적 운용이라는 측면에서 적절한 점검시설이 설

치되고 관리되어야 한다.

(2) 첨가물

첨가물이란 교량의 구조적 안전성에 영향이 적은 곳에 공공의 목적이나 교량의 기능보완을 목적으로 설치되는 부속설비로서 표지판, 조명시설, 수도관, 통신 및 전기시설 등이 있다.

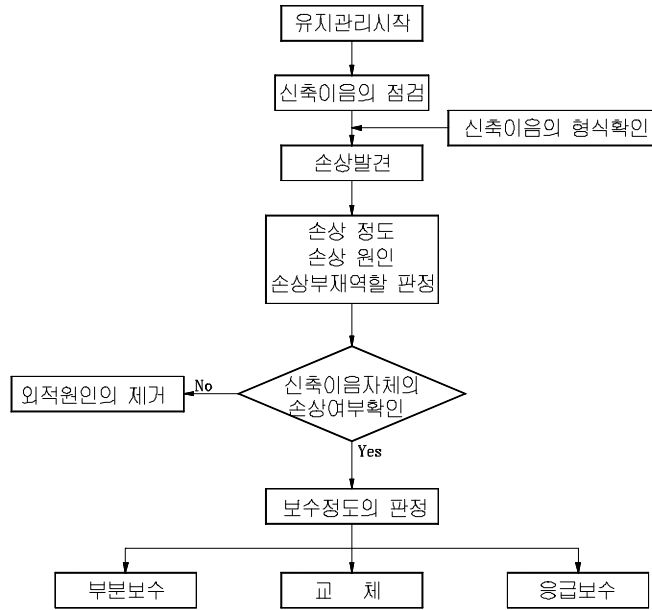
점검시설 및 첨가물	확 인 사 항	비고
사다리	① 사다리 답단면의 부식 및 고정상태를 확인한다. ② 사다리 지주의 고정상태를 확인한다. ③ 보호망 설치여부를 확인한다.	
점검로	① 점검로 바닥면의 부식 및 결함여부를 확인한다. ② 점검로와 고정단과의 고정상태를 확인한다. ③ 난간의 높이, 난간 기둥의 간격, 바닥면과의 고정상태를 확인한다.	
첨가물	① 구조설계에 첨가물의 반영여부를 확인한다. ② 첨가물의 고정상태를 확인한다. ③ 수도관 및 통신, 전기시설의 누수, 누전 여부를 확인한다.	

5.3.3. 신축이음

(1) 일반사항

신축이음은 눈, 비, 온도변화 등의 환경요인 외에도 염화물, 차량하중에 의한 충격, 제설장비에 의한 파손 등 복합적이고 다양한 손상을 받는다. 따라서 신축이음의 노후도와 손상도를 정확히 평가하고 합리적인 방법으로 예방유지보수를 수행하여 주행성과 내구성의 향상을 도모해야 한다.

(2) 예방 유지관리 흐름도



(3) 신축이음 유지관리 세부항목

형식	신축이음 종류	손상유형	유지관리사항
맞댐	맹조인트 쏘마조인트 스트립씽 조인트 모노셀 조인트 리버탑 가이탑	· 줄눈재의 폐쇄 · 오물퇴적 · 신축량 부족 · 고무이음판 균열 · 패임발생	· 줄눈재 내부 청소 · 상부구조의 신축량 검토 (통상 80mm 이하의 신축량에 적용) · 손상된 고무판 철폐 교체 · 패임(Rutting)부 절삭 또는 채포장
고무판	트랜스플렉스 조인트 에이스 조인트	· 신축량 부족 · 고무판 찢김 및 마모 · 지지철폐 노출 부식 · 고무판 중앙부 함몰 · 정착볼트 풀림 · 오물퇴적	· 상부구조 신축량 검토 (50mm~100mm) · 손상된 고무판 및 철폐의 교체 · 정착볼트 체결 · 신축이음 조인트부 청소, 오물제거
강접침 강핑거	강핑거 조인트	· 오물퇴적 · finger의 파손 · finger의 단차 · 물받이 손상 · 신축량 부족	· finger 조인트 틈새 청소 · finger 파손부, 단차부 교체나 교정 · 신축이음 파단부 물받이 오물제거 · 상부구조 신축량 검토(10mm 이상)
레일	레일식 조인트	· 신축량 부족 · 고무셀러의 파손 · 분리보의 파손, 휨 · 스프링, 베어링 이탈 · 지지보의 파손, 휨 · 오물의 퇴적	· 상부구조 신축량 검토(100mm 이상) · 파손된 분리보의 응급보수 및 교체 · 스프링, 베어링부 설치상태 점검 · 지지보의 파손시 응급보수 및 교체 · 고무셀러 틈새 청소, 오물제거

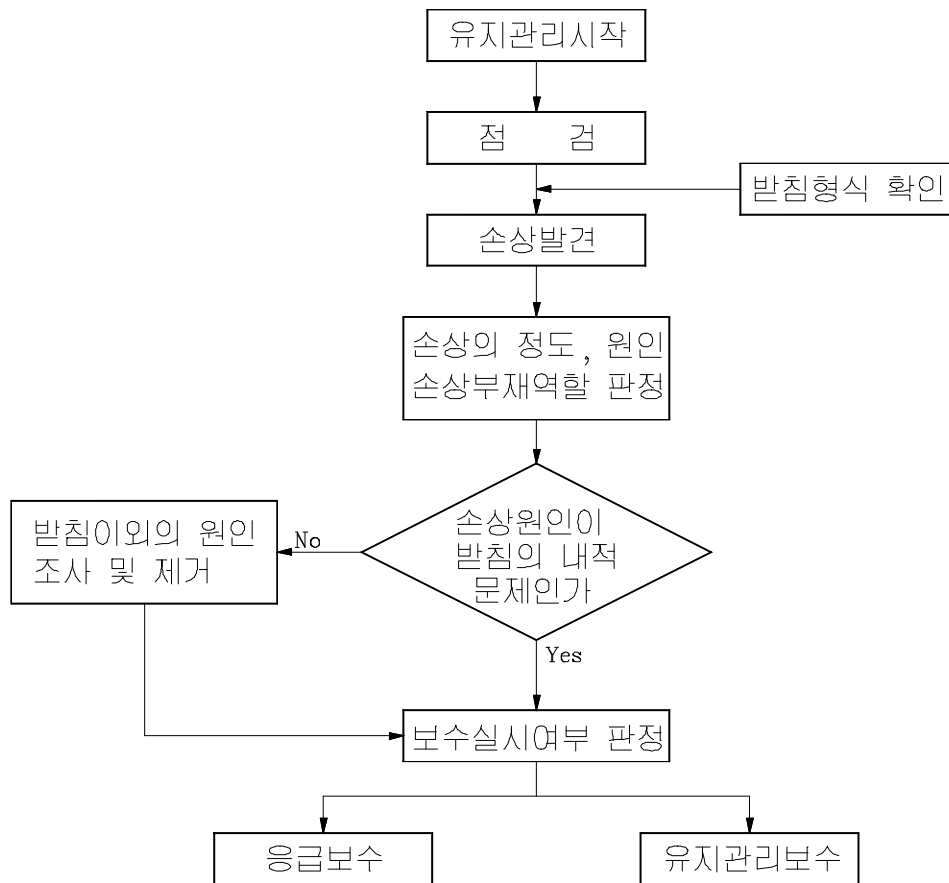


### 5.3.4. 받침장치

#### (1) 교량받침 유지관리

받침은 교량 상부구조의 고정하중과 차량의 활하중을 하부구조에 전달하는 기계적인 요소로서 비교적 복잡한 구조이며 좁은 장소에 설치되어 교량 구조물 중에서도 유지관리와 보수가 곤란한 구조부재이다. 받침의 작은 결함이나 손상으로 인해 상·하부구조까지 영향을 끼쳐 교량전체에 손상을 초래할 우려가 있다. 따라서 사용된 받침의 종류에 따른 특성을 이해하고 유지관리에 필요한 사항을 조치함으로써 받침이 항상 정상적으로 작동되도록 한다.

#### (2) 교량받침의 예방유지관리 흐름도



(3) 교량받침 유지관리 세부항목

구분	받침의 부위	손상 유형	유지관리 사항
강재 받침	부상방지장치	· 부상방지장치 손상	· 부반력 발생여부 검토(곡선교, 사교) · 사이드 블럭 볼트 체결상태 점검 · 파손부 교체
	이동제한장치	· 이동제한장치의 손상	· 상부구조의 신축이동량 검토 · 받침형식, 배치의 적절성 검토 · 이동제한장치의 유간확인 · 체결볼트 상태점검 · 파손부 교체
	고정볼트	· 볼트의 누락 및 이완	· 누락된 볼트의 체결 · 이완된 볼트의 재체결
	핀	· 핀의 누락 · 핀의 손상 및 균열부식	· 누락된 핀의 설치 · 손상 균열부 핀 교체 · 부식제거 및 정기적 주유
	롤러(Roller)	· Roller의 이탈 · 파손 균열  · Roller 부식	· 이동량 또는 이동방향 검토 · 상부구조를 Jack-up 하여 Roller 재정렬 및 필요시 교체 · 부식제거 및 정기적 주유
	활동면 구동면	· 이물질 먼지흡입 · 부식 및 압착	· 정기적인 청소 · 부식제거 및 정기적 주유 · 활동, 구동면에 도장금지
	앵커볼트	· 절단, 인발  · 너트 체결 미흡 · 앵커볼트 부식	· 부반력 발생여부 검토 · 앵커볼트 매입상태 확인 · 앵커볼트 및 너트 체결 · 앵커볼트 부식방지도장
고무 받침	고무본체	· 열화, 균열 · 변형  · 이물질 오물방치	· 고무본체의 압축변형 및 열화확인  · 받침주변 청소, 배수상태
받 침 대	받침모르터	· 충전모르터의 균열 · 충전모르터의 파손	· 파손부 모르터 충전  · 모르터 답좌부 철근상태 확인

### 5.3.5. 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

### 5.3.6. 슬래브

슬래브는 교면포장으로부터 전달되는 차량의 윤택중을 주형으로 직접 전달하는 역할을 하며 교량부재 중에서 차량하중을 가장 많이 받으므로 손상이 가장 많이 발생하는 교량 부재이다. 슬래브 상태는 바닥판 하부에 대한 점검을 통하여 판정한다.

#### (1) 손상유형

- ① 균열 및 탈락
  - 일방향 및 이방향균열
  - 박리, 콘크리트탈락 및 함몰
- ② 누수 및 백화

(2)손상의 종류 및 원인

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

(3) 점검부위 및 점검항목

① 철근 콘크리트 바닥판

- 거더와 거더사이
  - 거더와 거더사이의 중앙부 종방향 균열유무
  - 거더인접부의 종방향균열
  - 거더와 거더사이의 횡방향 균열
- 균열 및 백화 발생부위
- 박락, 철근노출 및 부식
- 곰보, 공동 및 재료분리
- 활하중 통과시 심한 진동 또는 처짐

- ② 정기점검시는 근접점검이 어려우므로 바닥판 하면의 이방향 균열, 백화등의 손상규모를 육안 혹은 망원경으로 관찰하여 발전여부를 확인하고 손상규모가 급격하게 커지거나 정도가 심해질 경우 편칭파괴의 우려를 배재할 수 없으므로 근접 접근하여 정밀조사를 수행하여야 한다.
- ③ 바닥판 균열상황은 정기적인 조사로 진행상황을 파악하도록 한다. 그러기 위해서는 현장에 균열의 시·종점과 점검연도·연·월·일, 균열폭·길이·방향·진행경로 등을 표기해 두는 것이 필요하며 이후 점검자는 이의 진행여부를 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 미세균열 일지라도 운하중의 반복재하에 의해 점차 커지는 균열이 있으므로 균열조사시에는 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 콘크리트 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 교면 포장 하부의 불량, 방수층의 파손, 수포대의 형성 등 물고임의 원인일 수 있으므로 포장을 제거하여 조사하는 등 우수유입 경로와 물고임의 원인을 규명하여 배수가 원활히 하거나 누수의 원인을 제거하는 등의 조치가 필요함.

⑩ 휨 및 전단부위의 균열 및 철근노출 등의 결함은 철근탐사, 콘크리트피복두께측정, 중성화 시험, 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.

### 5.3.7 강재주형(Steel Plate Girder)

광복교는 강재주형(Steel Plate Girder)으로 된 연속교이다. 강재주형의 손상이나 파손은 보강재의 상태 및 연결부의 접합상태 불량으로 인한 경우가 일반적이다. 강재교량의 경우 외관 상태를 기초로 한 비파괴시험을 병행하여야 하며 시험결과에 따라 유지관리방안을 모색해야 한다.

#### (1) 손상유형

- ① 복부판 좌굴
- ② 하부플랜지 처짐 및 변형
- ③ 용접부 균열
- ④ 표면부식
- ⑤ 연결부 체결불량

(2) 손상의 종류 및 원인

손상종류	주요원인
복부판 좌굴	· 복부판 부식에 의한 단면감소
플랜지 처짐 및 변형	· 기초의 침하나 이동 · 시공불량
용접부 균열	· 피로균열
표면부식	· 외부 우수유입에 의한 부식 · 도장박리 등에 의한 부식
연결부 체결불량	· 시공시 누락

(3) 점검부위 및 점검항목

① 받침부

- 신축이음 하면의 복부판 부식에 의한 단면감소 및 이로 인한 복부판의 좌굴(면외변형) 여부 확인한다.
- 받침부 복부판 변형정도는 주형높이 보다 약간 작은 막대기(알루미늄 샷시)등을 하부 플랜지 위에서 복부판에 수직으로 밀착시킨후 막대기와 복부판의 떨어진 거리를 측정한다.

② 중앙부

- 중앙부 거더의 처짐은 전체적으로 난간이나 거더의 선형이 급격하게 변화된 부분이 있는지 확인하며 처짐의 과다발생 여부에 대해 점검한다.
- 덧댐판 용접부 끝부분이나 맞대기 용접부, 단면급변부 및 날카롭게 각이 진 부분은 응력집중에 의한 균열발생 확률이 높으므로 강제비파괴시험을 하여 결함정도를 확인한다.
- 스플라이스(splice)부 볼트체결 점검은 우선 육안으로 부재의 틈가 연결부를 따라서 노후화 및 활동의 흔적이 있는지 확인하고 육안으로 판단이 어려운 부분은 망치로 타격하는 방법을 사용한다.

③ 2차부재

- 피로균열은 주부재 보다는 보강재나 2차부재의 거싯판 용접부 끝부분에서 주로 발생하므로 어느 부위에 어떤 형태의 피로균열이 많이 발생하는지 미리 파악해두는 것이 중요하다.
- 복부판에 수평거싯판이 용접된 부분(web-gap)은 피로등급이 낮은 부분으로서 정밀한 조사가 필요하며 균열발생 및 범위가 육안으로 확인되지 않은 경우 염료침투검사도 병행하여 점검한다.

(3) 강재비파괴시험

강재구조물의 용접이음부는 설계하중에 대한 강도확보는 물론 사용조건에 따라서는 피로파괴에 대한 저항도 요구된다. 이러한 용접부의 성능에 대한 품질정보를 얻기 위하여 다음과 같은 강재비파괴시험을 통해 용접결함 현황을 조사하고, 그 결과를 대상 구조물의 내하성능 및 안정성평가를 위한 기초자료로 활용한다.

① 초음파탐상시험(Ultrasonic Test)

- 초음파탐상시험은 내부 결함(Internal flaw)을 찾기 위하여 재료 내의 소리에 대한 진동특성을 이용하며 주로 맞대기 용접부의 결함상태를 찾는 방법이다.

② 방사선투과시험(Radiographic Test)

- 방사선이 물질을 투과하는 성질을 이용하여 X-선 필름상의 농도차에 의해서 강재내부의 결함을 찾는 방법이다.

③ 자분탐상시험(Magnetic Particle Test)

- 자분은 건조상태로 또는 물, 기름 등에 의해 습윤 상태로도 사용할 수 있으며, 습윤상태로 사용할 때는 표면의 피로균열과 같은 작고 미세한 균열을 찾는 데 사용한다.

④ 염료침투탐상시험(Liquid Penetrant Test)

- 균열에 스며든 침투액이 현상액에 착색되는 현상을 이용하여 결함을 찾아내는 방법이다.



### 5.3.8 중점점검 항목

본 광복교의 유지관리를 위해서는 정밀점검 결과에 따른 보수를 실시한 후에도 현상태를 유지하거나 구조물의 내구성저하를 방지하기 위한 유지관리상의 중점점검 대상 항목은 다음과 같다.

구 분	점 검 항 목
포 장 부	· 종방향균열
배수시설	· 배수구막힘
신축이음부	· 후타재 파손 및 균열
교 대	· 벽체 누수

### 5.3.9 정밀안전진단 실시여부

광복교의 정밀점검결과는 “B등급”인 양호한 상태이므로 『시·특별 시행령 9조 4항의 안전상태가 양호한 것으로 인정되는 경우에는 다음1회에 한하여 정밀안전진단을 실시하지 않을 수 있다』는 조건을 만족한다. 따라서 지속적인 관찰을 통해 이상유무를 확인하고 필요시 정밀안전진단을 실시토록 한다.

# 조 치 내 용 보 고

○ 위원명 : 서울시건설안전본부 시설관리2부 김 영 수

연번	위 원 지 적 사 항	발주부서 조치내용	반영여부	
			반영	불반영
1	<p>1. 시설물 정밀점검은 대상 시설물의 구조특성을 분석 그 내용이 정밀점검에 반영되어야 하나 본 용역에서는 시설물 구조특성에 대한 고려없이 단지 결함만 나열하고 있어 보완필요</p> <p>(2) 제시된 유지관리방안은 동일한 내용으로 교량특성을 반영하지 않아 보완필요 : 유지관리(정기점검)시 집중 관리해야 할 부재(위치, 구조적 결함에 따른 진행성 체크 등)를 수록 관리토록 재작성 ⇒공통)</p>	<p>(2) 일반사항과 함께 교량형식별 개별적으로 관리사항을 기재하였으며 각 교량의 중점관리사항을 수록하였음 (본문 Page.94)</p>	○	
	<p>2. 유지관리 기초자료 보완필요</p> <p>(1) 본 용역의 목적중 하나는 유지관리를 위한 기초자료를 확보하는데 목적이 있으므로 부재별 손상부의 구조적, 비구조적 결함여부를 판단하고(구조적 결함 발견시 해당분야 전문가 의견 명시) 유지간리시 주기적으로 점검·관리할 수 있도록 중점관리 대상 손상 및 부재를 보고서에 수록하여야 함</p>	<p>(1) 유지관리방안에 부재별 점검방법을 수록하고 중점적으로 관리대상을 부재별 손상으로 구분하여 수록하였음 (본문 Page.87)</p>		

# 조 치 내 용 보 고

○ 위원명 : 서울시건설안전본부 시설관리2부 김 영 수

연번	위 원 지 적 사 항	발주부서 조치내용	반영여부	
			반영	불반영
1	(2) 오금교, 광복교등은 Steel Box, Steel Plate Girder 구조로 용접부에 대한 비파괴 시험 및 점검결과를 수록하여 지속적으로 관리하여야 함	(2) 강재교량의 경우 형식별 점검 방법과 강재비파괴시험(표면결함, 내부결함)을 종류별로 정리하여 수록하였으며, 점검결과에 반영할 수 있는 기초자료로 사용토록 하였음 (본문 Page.96)	○	