

빨래골교 초기정밀점검 용역  
총 합 보 고 서

2002. 12

서울시 북 부 도 로 관 리 사 업 소  

---

점 검 기 관 : 우 룡 건 설(주)

# 제 출 문

북부 도로 관리 사업소장 귀하

용역명 : 빨래골교 초기정밀점검 용역

귀 사업소와 계약 체결한 “빨래골교 초기정밀점검” 용역의 과업을 완료하고,  
종합보고서를 작성·제출합니다.

2002년 12월 일

우 룡 건 설 (주)  
대 표 이 사 최 부 영

# 과업 참여 기술자

과업명 : 빨래골교 초기정밀점검 용역

번호	성명	담당업무	자격	등록번호	비고
1	전영서	책임기술자 현장대리인	토목고급기술자		
2	최부영	설계 분야	토목특급기술자	학경력자	
3	한성용	구조 분야	토목특급기술자	학경력자	
4	이일웅	시공 분야	토목특급기술자	학경력자	
5	장용운	설계 분야	토목고급기술자	학경력자	
6	조재빈	설계 분야	토목고급기술자	학경력자	
7	한영필	구조 분야	토목기사1급		
8	조용걸	시공 분야	토목초급기술자	학경력자	

# 위 치 도

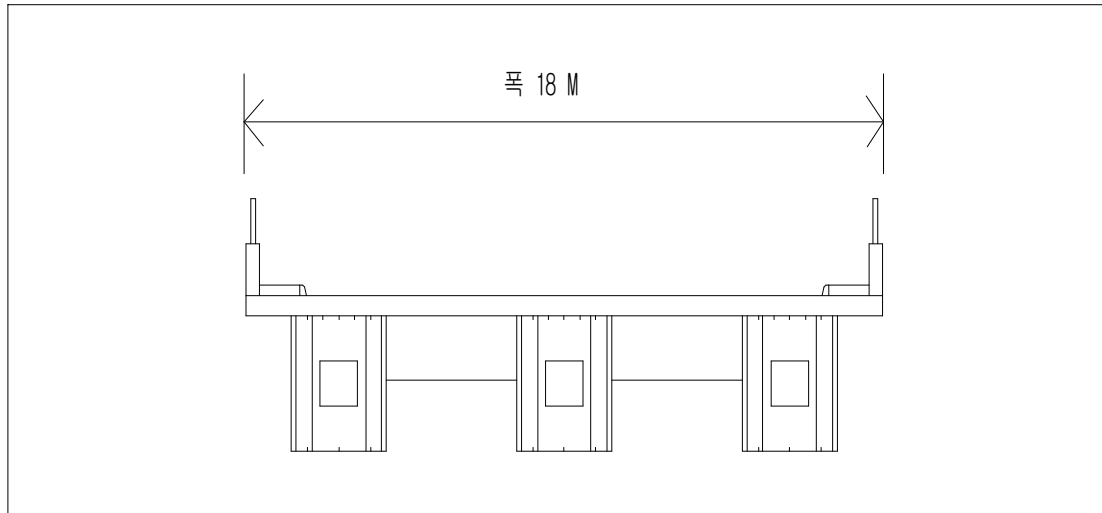


상·하부 전경

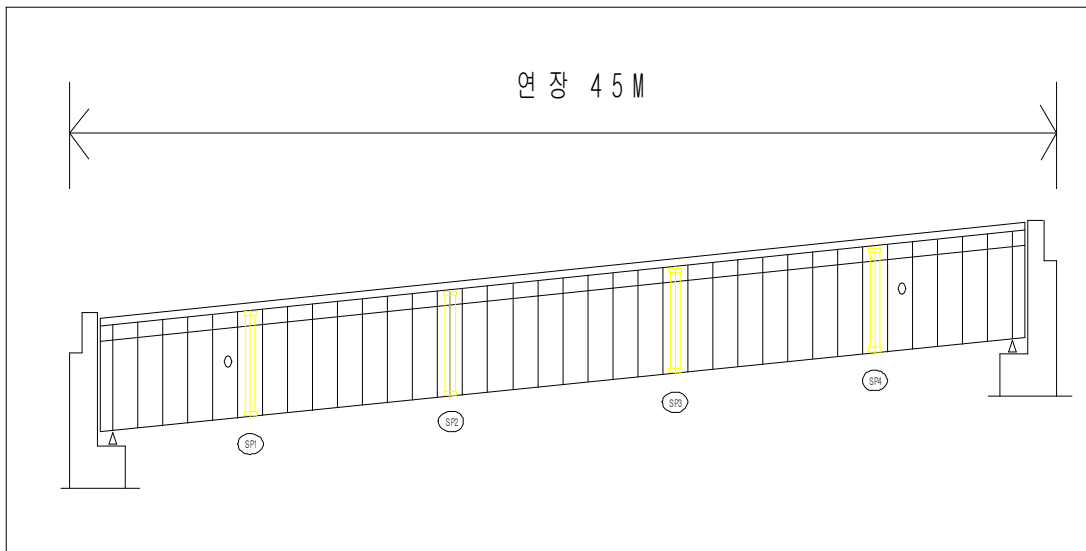


## ■ 교량 일반도

### 횡단면도



### 종단면도



# 요 약 문

## 1. 과업의 개요

### 1.1 과업의 목적

본 과업은 신설교량에 대한 초기 정밀 점검용역으로 시설물의 물리적 기능적 결함을 발견하고, 그에 대한 신속하고 적절한 조치를 취하기 위해 구조적 안전성 및 결함의 원인 등을 조사, 측정, 평가하고 시설물의 기능유지에 필요한 보수·보강 대책 및 유지관리 방안을 수립하고 구조물의 하자발생여부 및 하자보수 범위를 결정 하는데 그 목적이 있다.

### 1.2 구조물 제원

시 설 명	빨래골교	위 치	강북구 수유동 486번지	
관리주체	북부도로관리사업소	준공년도	2001.12	
상 부 구 조	형식	단경간 STEEL BOX GIRDER 합성형교	Concrete 강 도 슬 래 브 - 270 kgf/cm <sup>2</sup> 교대·교각 - 240 kgf/cm <sup>2</sup>	
	총폭	B=18M	교 장	45M
	차선수	왕복 4차선	신축이음	Transflex
설계하중	DB-24	교좌장치	POT BEARING	

### 1.3 과업의 범위

- 가) 현황조사
- 나) 조사자료 분석
- 다) 시설물의 상태평가
- 라) 시설물의 결함부위에 대한 안전성 평가
- 마) 시설물의 안전성 평가
- 바) 하자발생 여부 및 하자보수 범위 결정
- 사) 주요 결함 부위에 대한 보수 방법 제시
- 아) 시설물의 효율적인 유지관리 방안 제시

### 1.4 과업기간

- 1) 2002. 10. 08 ~ 2002. 12. 06(착수일로부터 60일간)

## 2.1 외관조사결과

부 재	손상현황	손상원인	대표 등급
교면포장	-양호	-	A
신축이음	-EXP.2 조인트 누수 -EXP 2. 조인트 단차	- 시공불량 -시공 불량	C
난간 및 연석	-양호	-	A
배수시설	-양호	-	A
슬래브 하면	-일부 0.1mm이하균열 -일부 재료분리 발생	- 시공초기 건조수축에 의한 균열 - 시공시 콘크리트 타설불량	A
스틸박스 주형	-박스 내부로의 빗물유입	- EXP JOINT 2 누수로 인한 빗물유입	A
교좌장치	-양호	-	A
교대	-일부 0.1-0.3mm 균열	- 시공초기 건조수축에 의한 균열	A
*가로등 및 방음벽 파손 각 1개소			



## 2.2외관조사총괄표

부 재	손상현황		총물량		등급별 분포					대표 등급	
			수량	단위		A	B	C	D		E
교면포장	-양호		-	-	수량						A
					백분율						
신축이음	-누수로 인한 교체부위		7	m	수량			7			C
					백분율			100			
	-무수축물탈균열 0.3mm/30cm*6EA		1.8	m	수량		1.8				
					백분율		100				
	단 차		3	m	수량		3				
					백분율		100				
난간 및 연석	-양호		-	-	수량						A
					백분율						
배수시설	-양호		-	-	수량						A
					백분율						
슬래브 하면	-균열(0.2mm이하)		122.5	m	수량		122.5				A
					백분율		100				
	-재료분리		1.49	m2	수량		1.49				A
					백분율		100				
스틸박스 주형	-박스 내부로의 빗물유입		-	-	수량						A
					백분율						
교좌장치	-양호		-	-	수량						A
					백분율						
교대	-홍벽 균열	0.3mm 이하	12.5	m	수량		12.5				A
					백분율		100				
		0.3mm 이상	3.6	m	수량		3.6				A
					백분율		100				

\*가로등 및 방음벽 파손 각1개소

### 3. 콘크리트 내구성조사 결과

#### 3.1 슈미트 햄머 및 초음파 탐사법에 의한 콘크리트 강도 시험

콘크리트의 압축강도는 부재별로 반발경도 + 초음파 탐사법에 의한 강도를 산정하였으며, 그 결과는 교대, 슬래브는 대부분 설계기준강도인 각각 240kgf/cm<sup>2</sup>, 270kgf/cm<sup>2</sup>을 상회하여 강도상에는 문제는 없는 것으로 판단된다.

부위		반발경도법	초음파탐사법	평균강도
슬래브	S1	311	308	309.5
	S2	290	304	297
	S3	283	283	283
교대 (A1)	중앙	312	308	310
	좌	291	287	289
	우	294	298	296
교대 (A2)	중앙	284	288	286
	좌	299	303	301
	우	291	289	290

#### 3.2 철근 탐사

빨래골의 철근탐사 결과는 다음과 같으며 대체적으로 설계기준을 만족한다.

구분		측정결과 (mm)				설계치 (mm)		
		주철근 (수직근)	피복두께	배력근 (수평근)	피복두께	주철근 (수직근)	배력근 (수평근)	간격
		간격	두께	간격	두께			
슬래브	S1	125	50	130	60	125	125	50
	S2	125	60	120	70			
	S3	120	50	120	60			
A1	주벽	240	150	125	160	250	125	80
	날개벽	200	100	160	70			
A2	주벽	260	80	100	50	250	125	80
	날개벽	200	80	125	90			

### 3.3 건조도막 두께 측정

빨래골의 도장상태 결과는 다음과 같으며 대체적으로 설계기준을 만족한다.

(단위:  $\mu\text{m}$ )

구 분 DESCRIPTION	기준 SPEC	건조도막 두께 결과(RESET OF DRY FILM THICKNESS)														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	AVE	MAX	MIN		
상도	내부	175	178	180	200	194	190	188	203	195	183	178	<b>188.9</b>	203	178	O.K
	외부	255	270	280	275	238	255	255	285	275	263	250	<b>264.6</b>	285	238	O.K

### 3.4 용접 육안 검사 결과

-스틸박스의 용접 육안 조사 결과 전체적으로 양호한 것으로 평가 되었다.

용접 육안 검사	BLOW HOLE	각장부족 상태	UNDER CUT	CRECK
		A	A	A
		A:ACCEPT		R:REJECT

#### 4. 구조해석 결과

▶ 허용응력설계법에 의한 검토 결과

- STEEL BOX GIRDER

구분	Concrete		비 고
	작용응력 (kgf/cm <sup>2</sup> )	허용응력 (kgf/cm <sup>2</sup> )	
스틸박스 상연	385.68	1900	O.K
스틸박스 하연	1398.16	1900	O.K
전단력	455.604	1100	O.K

▶ 극한강도설계법에 의한 검토 결과

-슬래브

구분	휨모멘트 (tonf·m)		비 고
	계수모멘트	설계모멘트	
슬래브	6.396 tonf·m	10.056 tonf·m	O.K

#### 5. 내하력 평가 결과

▶ 허용응력 설계법에 의한 스틸박스 주형의 내하력 평가 결과

구분	$\sigma_a$	$\sigma_d$	$\sigma_{a(L+i)}$	$K$	$RF$	공용내하력( $P_n$ )
중앙부	1900	1079	410.58	0.943	2.0	DB24×1.88 = DB-45

▶ 극한강도 설계법에 의한 슬라브 내하력 평가 결과

구분	$M_d$	$M_l$	$K$	$i$	$RF$	공용내하력( $P_n$ )
중앙부	0.31	3.47	0.943	0.289	1.25	DB24×1.178 = DB-28.29

## 5. 외관조사 결과 요약

부 재	손상현황	손상원인	대표 등급
교면포장	-양호	-	A
신축이음	-EXP.2 조인트 누수 -EXP.2 조인트 단차	-시공불량	C
난간 및 연석	-양호	-	A
배수시설	-양호	-	A
슬래브 하면	-일부 0.1mm이하균열 -일부 재료분리 발생	-시공초기 건조 수축에 의한 균열 -시공시 콘크리트 타설 불량	A
스틸박스 주형	-박스 내부로의 빗물유입	-EXP JOINT 2 누수로 인한 빗물유입	A
교좌장치	-양호	-	A
교대	-일부 0.1-0.3mm 균열	-시공초기 건조 수축에 의한 균열	A
*가로등 방음벽 파손 각 1개소 교체			

### 교량전체외관조사총괄표

부 재	손상현황		총물량		등급별 분포					대표 등급	
			수량	단위		A	B	C	D		E
교면포장	-양호		-	-	수량						A
					백분율						
신축이음	-누수로 인한 교체부위		7	m	수량			7			C
					백분율			100			
	-무수축물탈균열 0.3mm/30cm*6EA		1.8	m	수량		1.8				
					백분율		100				
	단 차		3	m	수량		3				
					백분율		100				
난간 및 연석	-양호		-	-	수량						A
					백분율						
배수시설	-양호		-	-	수량						A
					백분율						
슬래브 하면	-균열(0.2mm이하)		122.5	m	수량		122.5				A
					백분율		100				
	-재료분리		1.49	m2	수량		1.49				A
					백분율		100				
스틸박스 주형	-박스 내부로의 빗물유입		-	-	수량						A
					백분율						
교좌장치	-양호		-	-	수량						A
					백분율						
교대	-홍벽 균열	0.3mm 이하	12.5	m	수량		12.5				A
					백분율		100				
		0.3mm 이상	3.6	m	수량		3.6				A
					백분율		100				

\*가로등 및 방음벽 파손 각1개소

## 6. 대상구조물 보수·보강안

부재	손상현황	보수·보강안 및 하자유무		단기	중기	장기	대표등급
		보수·보강 방안	하자유무				
교면포장	-양호	-	-				A
신축이음	-EXP.2 조인트 누수 -EXP.2 조인트 단차	-신축이음 장치교체 -부분재포장	하자	○			C
난간 및 연석	-양호	-	-				A
배수시설	-양호	-	-				A
슬래브 하면	-일부 0.1mm이하균열 -일부 재료분리 발생	- 표면처리 공법 - 단면보수 공법	하자	○			A
스틸박스 주형	-박스 내부로의 빗물유입	-	-				A
교좌장치	-양호	-	-				A
교대	-일부 0.1-0.3mm 균열	- 표면처리 공법 - 주입공법(0.3mm이상)	하자	○			A
*가로등 방음벽 파손 각 1개소 교체							

## 7. 종합 결론

-빨래골교는 1경간 3련 STEEL BOX GIRDER교로서 2001년 11월 준공되어 1년간 공용된 구조물로서 외관조사 및 콘크리트 품질 조사는 다음과 같다.

① 빨래골교에 대한 콘크리트의 강도 품질조사 결과,도막두께측정,용접육안검사 결과 설계 기준치를 만족하여 문제점은 없는 것으로 측정,평가되었다.

② 정밀 외관조사 결과

- 빨래골교에 나타난 슬래브,교대의 균열 및 재료분리등의 결함내용은 건조수축으로 인한 비구조적인 결함으로 조사, 분석되어 구조적인 문제점은 없을 것으로 판단됨
- Transflex 형식으로 되어 있으며 Exp.joint 2(A2) 중앙부 7m구간 조인트 누수로 하부 Steel Box 내부로 노면수가 유입되고 있고 지금 현재는 강재부식이나 녹발생은 없는 상태이나 향후 우기 또는 동절기시 염화칼슘 포설로 인한 강재의 부식이 우려됨.
- Approach 포장부와 후타재 이음부 단차로 인한 소음 발생.

③ 구조해석 및 내하력 평가

- 구조해석 및 내하력 평가 결과 최대모멘트가 걸리는 외측 주형에서 전단력이나 모멘트에 대하여 모두 안전축으로 계산되었으며 내하력 평가에서도 DB-24 이상으로 설계 내하력을 확보하고 있는 것으로 평가 되었다.

따라서, 본 대상 구조물인 빨래골교의 전체등급은 "A"등급으로서 현장조사, 구조해석 및 내하력평가 결과 교량의 안정성에는 문제는 없으나 구조물로서의 내구성과 사용성을 유지하기 위해서 일부부재에 나타난 비구조적인 결함에 대하여는 본 보고서에서 제시한 보수안으로 보수하는 것이 바람직 함.



# 목 차

## 제 1 장 서 언

1.1 과업의 목적 .....	2
1.2 과업내용 및 범위 .....	2
1.3 과업수행 흐름도 .....	4

## 제 2 장 대상구조물의 개요

2.1 대상교량제원 .....	6
2.2 교량 일반도 .....	7

## 제 3 장 구조물의 외관조사

3.1 개 요 .....	10
3.2 조사방법 .....	10
3.3 외관조사결과 .....	16
3.4 외관조사 요약 .....	24
3.5 총괄 물량표 .....	25

## 제 4 장 내구성조사 및 현장조사

4.1 개 요 .....	27
4.2 콘크리트 내구성 조사 .....	28
4.3 고 찰 .....	39

## 제 5 장 재하시험

5.1 개 요 .....	41
5.2 측정기기 및 사용기기 .....	42

5.3 시험현황 및 위치 .....	44
5.4 재하시험 결과 .....	48
5.5 재하시험 결과 분석 .....	49
<b>제 6 장 구조해석</b>	
6.1 개 요 .....	53
6.1.1 구조해석 조건 .....	53
6.1.2 사하중 검토 .....	53
6.1.3 활하중에 대한해석 .....	53
6.1.4 SLAB 구조해석 .....	62
<b>제 7 장 내하력 평가</b>	
7.1 개 요 .....	65
7.2 내하력 평가기법 .....	65
7.3 내하력 평가 .....	66
7.4 내하력 평가결과 .....	67
<b>제 8 장 보수·보강안 및 유지관리방안</b>	
8.1 구조물의 보수·보강방안 .....	69
8.2 대상구조물의 보수·보강안 .....	71
8.3 대상구조물의 보수·보강공법 .....	72
8.4 유지관리 방안 .....	76
<b>제 9 장 종합 결론</b> .....	84

# 제 1 장 서 언

---

1.1 과업의 목적

1.2 과업 범위 및 내용

1.3 과업 수행 흐름도

# 제 1 장 서 언

## 1.1 과업의 목적

본 과업은 시설물의 유지관리에 관한 특별법에 의거한 초기정밀점검용역으로 시설물의 물리적 기능적 결함을 발견하고, 그에 대한 신속하고 적절한 조치를 취하기 위해 구조적 안전성 및 결함의 원인등을 조사, 측정, 평가하고 시설물의 기능유지에 필요한 보수·보강 대책 및 유지관리방안을 수립하고 구조물의 하자발생여부 및 하자보수 범위를 결정 하는데 그 목적이 있다.

## 1.2 과업내용 및 범위

### 1.2.1 과업의 내용

- 가) 현황조사
- 나) 조사자료 분석
- 다) 시설물의 상태 평가
- 라) 주요 결함부위에 대한 안전성 평가
- 마) 하자발생 여부 및 하자보수 범위 결정
- 바) 주요 결함부위에 대한 보수방법 제시
- 사) 시설물의 효율적인 유지관리방안 제시

### 1.2.2 과업기간

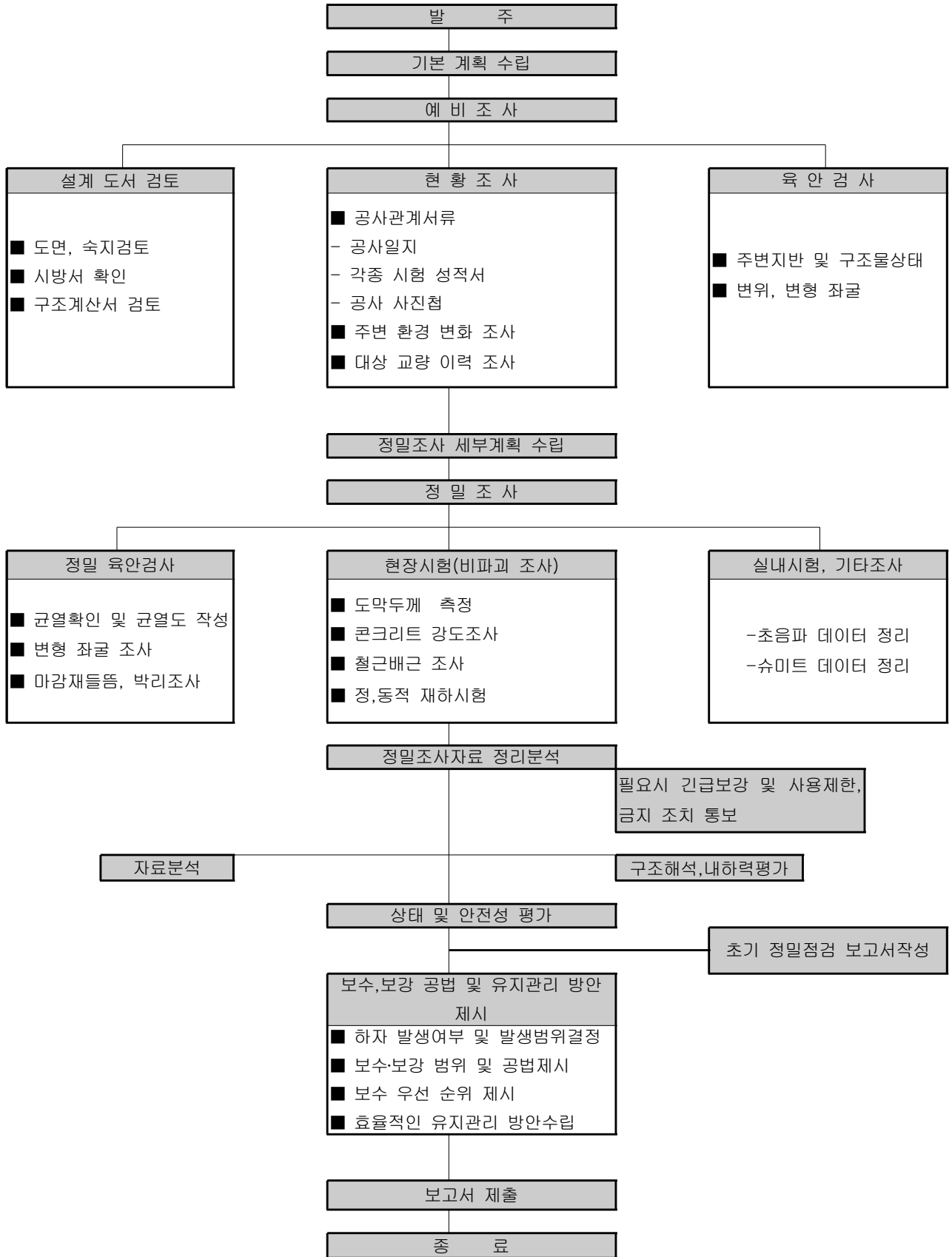
- 1) 2002. 10. 08 ~ 2002. 12. 06(착수일로부터 60일간)

### 1.2.3 과업의 범위

항 목	파 악 내 용
•현지답사	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 예비답사</li> <li>- 시설물의 결함상태 육안점검</li> <li>- 중점 정밀점검 사항 착안</li> <li>- 시설물의 주요 제원 파악</li> </ul>
•설계도서 및 관련자료 수집·검토	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 설계도서 및 시방서 수집·검토</li> <li>- 기타 관련자료 수집·검토</li> </ul>
•현장조사	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 현황 조사</li> <li>- 외관조사망도 작성</li> <li>- 균열, 변형, 재료분리, 박리, 박락등</li> <li>- 교좌장치의 적정배치 여부 확인</li> <li>- 용접 육안검사</li> <li>- 배수시설 설치상태 조사</li> <li>- 하자 발생 부위 결정</li> </ul>
•비파괴 시험	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 콘크리트 강도시험(반발경도, 초음파시험)</li> <li>- 철근배근상태 조사</li> <li>- 도막 두께 측정</li> </ul>
•재하시험 및 구조해석	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 정적 재하시험</li> <li>- 동적 재하시험</li> <li>- 구조해석</li> </ul>
•자료분석 및 안정성 검토	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 현장조사 자료분석</li> <li>- 상태 평가 및 안전성 평가</li> <li>- 비파괴 시험 자료분석</li> </ul>
•보수·보강 공법 검토	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 보수·보강 공법 선정</li> <li>- 하자 발생 여부 및 하자보수 범위 결정</li> </ul>
•효율적인 유지관리 방안검토	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 효율적인 유지관리 방안 제안</li> </ul>
•성과품 작성	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 종합 보고서</li> <li>- 주요현황 사진</li> <li>- 기타 필요사항</li> </ul>

### 1.3 과업수행 흐름도

빨래골교 초기 정밀점검에 대한 과업수행 흐름도는 다음과 같다.



## 제 2 장 대상구조물의 개요

---

2.1 대상교량 제원

2.2 교량 일반도

## 제 2 장 대상구조물의 개요

### 2.1 대상 교량 제원



교량전경

교명주

교명판

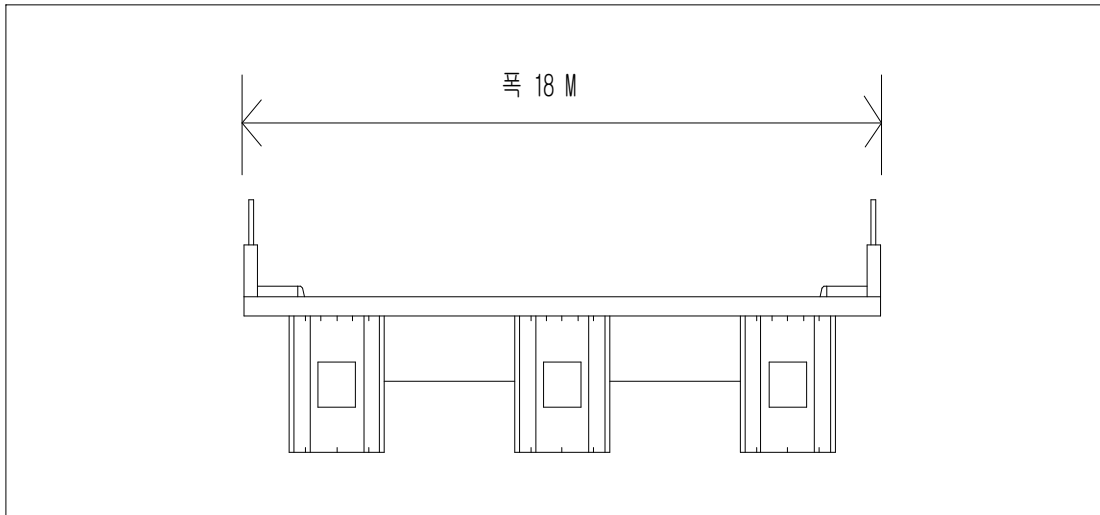
시설명	빨래골교		위치	강북구 수유동 486번지
관리주체	북부도로관리사업소		준공년도	2001.12
상부구조	형식	단경간 STEEL BOX GIRDER 합성형교	Concrete 강도	슬래브 - 270 kgf/cm <sup>2</sup> 교대·교각 - 240 kgf/cm <sup>2</sup>
	총폭	B=18M	교장	45M
	차선수	왕복 4차선	신축이음	Transflex
설계하중	DB-24	교좌장치	POT BEARING	



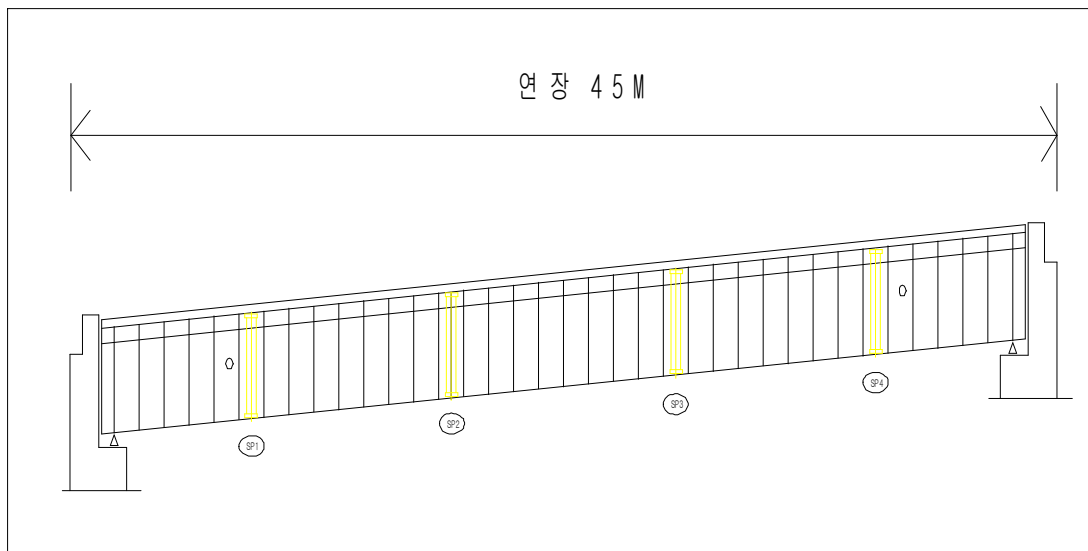
## 2.2 교량 일반도

### 2.2.1 교량 종평면도

#### 1) 평면도



#### 2) 종단면도



# 제 3 장 구조물의 외관조사

---

- 3.1 개 요
- 3.2 조사 방법
- 3.3 외관조사 결과
- 3.4 외관조사 요약
- 3.5 안전도 평가

# 제 3 장 구조물의 외관조사

## 3.1 개 요

외관조사는 공용중 구조물에 악영향을 미치는 과도한 외력이나 열악한 사용환경조건하에서 나타나는 열화손상상태를 육안 또는 간단한 기구를 사용하여 조사하는 초기정밀점검의 초기단계로서 진단에 대한 기본자료 및 안전성, 사용성 평가에 있어 필수적인 중요한 자료를 제공한다.

따라서 시설물에 관한 특별법 제13조 및 같은법 시행령 제13조에 따라 고시된 안전점검 및 정밀안전진단 지침의 교량에 관한 세부지침(건설교통부, 시설안전기술공단 1996.3)에서는 외관조사의 결과로부터 주요 구조 부재별 열화 손상정도에 따라 항목별 평가기준을 책정하여 노후도에 따른 구조물의 평가를 체계화하였으며 건전도 평가 및 구조물의 보수·보강범위 그리고 방법결정의 기본자료로 활용하고 있다.

본 과업에서는 외관조사시 정밀하고 체계적인 조사 및 분석을 위하여 조사요령, 양식 및 평가기준을 상기 「안전점검 및 정밀안전진단지침(교량편)」에 준하여 실시하였으며 그 결과를 주요구조 부재 및 경간별로 요약·정리하였다.

## 3.2 조사방법

각종 열화 현상으로부터 손상 정도를 파악하기 위하여 실시하는 외관조사 사항은 교량별 각 부위 및 구조부재에 발생한 균열, 박리(Scaling), 녹, 오염, 백화(Efflorescence), 누수흔적등의 제반 현황에 대하여 균열 현미경, 균열자, 간단한 측정기구와 경험

에 의한 육안조사를 실시하였으며 외관조사에 의해 발견된 결함이나 손상등을 상세히 나타낸 외관망도와 결함정도 및 물량 등을 집계한 외관조사 세부내용을 작성하여 부록에 수록하였으며 향후 교량의 정기점검이나 유지관리·하자보수에 효율적으로 이용할 수 있도록 하였다.

### 3.2.1 부위별 외관 명칭

본 과업을 원활히 수행하기 위하여 사용한 주요부재, 위치 등에 관련된 기호의 정의는 다음과 같다.

명칭	슬래브	교대
기호	S	A

### 3.2.2 조사 방법 및 항목

본 과업에서는 구조형식별로 다음과 같은 세목으로 분류하여 조사하였다.

세 목	보도부	슬래브 및 주형	교면포장	난간 및 연석
	신축이음	교좌장치	배수시설	하부구조물

#### 가. 외관조사 방법

교면포장 및 부대시설	- 근접 조사하여 외관조사망도 작성
슬래브하면 및 교좌장치	- 고소작업차를 이용하여 정밀 육안조사와 비파괴측정 실시
교대	- 사다리 및 점검통로이용 근접조사

### 3.2.3 외관상태 평가기준

본 과업의 대상구조물인 교량 구조물의 외관조사 결과 상태평가는 건설교통부에서 제시한 ‘안전점검 및 안전진단 세부지침’에 따라 상태등급을 산정하였으며 안전진단의 종합적인 상태평가기준 및 세부평가 방법은 아래와 같다.

#### 가. 상태평가 기준

부 호	상 태
A	문제점이 없는 최상의 상태
B	경미한 손상의 양호한 상태
C	보조부재에 손상이 있는 보통의 상태
D	주요부재에 진전된 노후화(강재의 피로균열, 콘크리트의 전단균열, 침하등)로 긴급한 보수,보강이 필요한 상태로 사용제한여부를 판단
E	주요부재에 심각한 노후화 또는 단면손실이 발생하였거나 안전성에 위험이 있어 시설물을 즉각 사용금지하고 개축이 필요한 상태
주 기	<ul style="list-style-type: none"> <li>● A,B,C,D,E : 점검부재의 손상정도에 따라 상태가 양호한 경우 A등급에서 손상이 심할 경우 E로 손상의 정도에 따라 5등급으로 구분한다. 이에 대한 자세한 평가기준은 점검 부재별로 세분한다.</li> <li>● Q : 점검 부재에 대한 접근이 불가능한 경우 등급Q를 사용하여 점검되지 않은 부재임을 표시하고, 반드시 향후 실시하는 점검시에 접근장비를 동원하여 점검한다.</li> <li>● X : 점검대상 구조물에 해당 점검부위가 없을 경우 등급X를 사용하여 점검 필요성이 없음을 표시한다</li> </ul>

나. 세부기준

【 교면포장 】

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

【 배수관 】

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

【 난간,연석 】

등급	균열	박리	파손	철근노출
A	없음	없음	없음	없음
B	0.3mm이하 다소발생	표면변색	없음	없음
C	0.3mm이상 다소발생	국부적	국부적	없음
D	0.3mm이상 다소발생	전반적	국부적	부분적, 부식동반
E	0.3mm이상 다소발생	전반적	국부적	다수발생

【 균열 】

등급	균열	
	일방향균열	이방향균열
A	없음, 0.1mm이하 부분적	없음
B	0.1~0.2mm 간헐적(30cm이하)	없음
C	0.1~0.2mm길이 50cm 이상 (20cm 이하 간격)	0.1~0.2mm 부분적
D	0.1~0.2mm길이 50cm 이상 (20cm 이하 간격)	0.2~0.3mm 망상균열 형태
E	0.4mm이상 균열로 발전	0.2~0.3mm 망상균열 형태

【 탈락 】

등급	박리	파손	철근노출
A	없음	없음	없음
B	없음	없음	없음
C	없음	국부적	없음
D	국부적	국부적	부분적, 부식동반
E	전반적	전반적	다수발생, 부식심화

【 누수 및 백태 】

등급	백 태	오 염
A	없음, 보수 후 원상회복 상태포함	없음
B	국부적 발생, 초기상태	없음
C	표면전반에 얇은 백태	균열사이로 누수
D	균열주변에 심한 백태	균열주변으로 누수 악화, 콘크리트표면부식
E	균열주변에 심한 백태	균열사이로 녹물이나 니토발생, 부식에 의한 탈락

【 신축이음장치 본체-고무형 】

등급	누 수, 오 염	유 간
A	없음	정상동작
B	없음	정상동작
C	물받이 파손으로 누수발생	유간사이 이물질로 기능불량
D	누수로 인한 신축이음 하부 구조물 부식 발생	유간이 폐쇄 혹은 비정상적으로 넓음
E	하부 구조물의 부식 심화	유간이 폐쇄 혹은 비정상적으로 넓음.

등급	노 화	탈 락
A	없음	없음
B	고무판 노화	없음
C	물받이 고무의 부분파손	없음
D	고무판 균열	볼트 또는 너트의 부분탈락
E	고무판 파손	신축이음 본체 탈락

【 신축이음장치 후타설재 】

등 급	누 수, 오 염	유 간
A	없음	없음
B	0.2mm균열 1m이하 간격	없음
C	0.3~0.5mm 균열 50cm이하 간격	국부적인 파손
D	1mm이상 균열 30cm이하 간격	유간이 매몰, 단차에 의한 충격
E		전체적으로 파손진행

【 교대 】

등 급	균열, 박리, 백태, 파손		
	교대본체	교대와 날개벽 상이	주형받침부
A	없음, 0.1mm 이하 균열	없음	없음
B	0.2mm균열 부분적, 표면부식	미세균열	없음
C	0.2~0.4mm 종방향 균열 부분적, 시공이음부와 단면변화부에 횡방향 균열	부분적 균열	박리가 부분적 발생
D	0.5mm종방향 균열, 균열사이 백태 심함	연결부가 분리되어 기울어짐	콘크리트 부식 및 탈락
E	0.5mm이상 균열, 일부탈락	날개벽이 토압에 의해 기울어짐	





### 3.3 외관 조사 결과

#### 3.3.1 교면포장

<p>주요 조사 항목</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 노면잡물</li> <li>- 아스콘 포트홀(POT HOLE)</li> <li>- 소성변형</li> <li>- 종방향 단차</li> <li>- 균열</li> <li>- 신축이음부 후타재 전,후 단차</li> <li>- 마모등</li> </ul>
<p>주요 발생 결함</p>	<p>-양호</p>
<p>조사 결과</p>	<p>- 교면포장은 주행성과 평탄성을 확보하고 노면수의 콘크리트 내부 침투를 방지하여야 하는 바, 빨래골교는 아스콘 포장으로 설치되어 있으며,교면 포장은 전반적으로 양호하다</p>
<p>사진 대지</p>	
	
<p>교면포장 상태 양호</p>	

### 3.3.2 신축이음장치

<p>주요 조사 항목</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 충격음, 유동 및 파손(본체)</li> <li>- 유간부족 및 유간과다(본체)</li> <li>- 유간 오물퇴적(본체)</li> <li>- 방수재(씰재)파손, 노면수 유입(본체)</li> <li>- 교면포장, 뒷채움과의 단차(후타재)</li> <li>- 균열 및 파손(후타재)</li> </ul>
<p>주요 발생 결함</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 후타재 균열</li> <li>- 후타재와 포장면과의 단차</li> <li>- 누수</li> </ul>
<p>조사 결과</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 빨래골교의 신축 이음 장치는 Transflex 형식으로 되어 있으며 Exp.joint 2(A2) 중앙부 7m구간 조인트 누수로 하부 Steel Box 내부로 노면수가 유입되고 있고 지금 현재는 강재부식이나 녹발생은 없는 상태이나 향후 우기 또는 동절기시 영하칼슘 포설로 인한 강재의 부식이 우려됨.</li> <li>- Approach 포장부와 후타재 이음부 단차로 인한 소음 발생.</li> </ul>
<p>사진 대지</p>	
	
<p>신축이음부 누수 및 단차(A2)</p>	<p>신축이음 후타재 균열</p>

### 3.3.3 난간,방음벽,가로등 및 연석

<p>주요 조사 항목</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 알루미늄 난간 파손 및 변형</li> <li>- 난간 연석부 철근노출 및 마모</li> <li>- 연석부의 파손, 균열등</li> <li>- 가로등의 이상유무</li> </ul>
<p>주요 발생 결함</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 양 호</li> <li>- A2 우측 1개소 방음벽 파손</li> </ul>
<p>조사 결과</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 빨래골교의 난간은 알루미늄 난간으로 설치되어 있음.</li> <li>- 외관조사 결과 난간은 양호하고 가로등 1개소가 차량 충돌에 의한 파손이 발생 하였으며 A2 우측 방음벽 1개소가 주위 소각장 열로 인해 파손되어 있으며 나머지는 전반적으로 양호하다.</li> </ul>

사진 대지



A2 우측방음벽 파손



A1 좌측 가로등 파손 및 전도



### 3.3.4 배수구

<p>주요 조사 항목</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 유입구 Steel 그레이팅 파손, 누락</li> <li>- 오물퇴적, 막힘</li> <li>- 유입구 설치높이</li> <li>- 배수구 설치간격</li> <li>- 관의 연결부, 어긋남, 파손</li> <li>- 이물질에 의한 막힘</li> <li>- 배수구 길이부족(짧음)</li> <li>- 유출구 위치 부적절(도로구간)</li> </ul>
<p>주요 발생 결함</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 전반적 양호</li> </ul>
<p>조사 결과</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 빨래골교의 배수공 외관조사 결과 이물질 퇴적 및 막힘현상은 없는 것으로 조사되었으며 전반적으로 시공상태는 양호하다.</li> </ul>



사진 대지



### 3.3.5 슬래브하면

<p>주요 조사 항목</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 균열, 백화, 열화, 박리, 박락, 누수등</li> <li>- 철근노출 및 부식</li> <li>- 들뜸 및 백화 조사</li> </ul>
<p>주요 결함</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 0.05MM-0.1MM 이하의 미세한 건조수축 균열</li> <li>-시공시 다짐 불량으로 인한 일부 재료분리</li> </ul>
<p>조사 결과</p>	<p>- 빨래골교의 슬래브 하면의 주요결함은 부분적인 미세균열, 재료분리등이 조사되었으며, 균열의 원인은 시공초기 건조수축에 의한 발생된 비구조적인 균열이며, 일부 재료분리는 콘크리트 타설시 시공불량에 의한 것으로 조사되었으나 특별한 문제점은 없을 것으로 판단됨.</p>
<p>사진 대지</p>	
	
<p>슬래브 하면 미세균열(G1-G2:SP3-SP4)</p>	<p>슬래브하면 재료분리(G2-G3:SP3-SP4)</p>



### 3.3.6 스틸박스

<p>주요 조사 항목</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-표면부식 및 방청 도장박리</li> <li>-건조도막 두께 측정</li> <li>-부재누락</li> <li>-현장이음부 볼트누락 및 풀림</li> <li>-용접누락</li> <li>-용접불량</li> </ul>
<p>주요 결함</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-내부로의 빗물 유입</li> </ul>
<p>조사 결과</p>	<p>-전체적으로 양호하나 EXP JOINT 2 누수로 인하여 박스 단부를 통한 박스 내부로의 빗물 유입</p>
<p>사진 대지</p>	
	
<p>박스 내부 전경</p>	<p>박스 내부로의 빗물 유입(G2하부)</p>

### 3.3.7 교좌장치

<p>주요 조사 항목</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 받침의 전,후방의 기능장애 요소</li> <li>- 받침과 슬래브의 밀착상태</li> <li>- 받침의 편기 상태</li> <li>- 부식, 파손</li> <li>- 교좌장치 균열, 탄성도, 노화, 부풀음등</li> <li>- 주변 이물질 퇴적 및 연단거리 부족등</li> </ul>
<p>주요 결함</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 전반적으로 양호</li> </ul>
<p>조사 결과</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 빨래골교의 교좌장치는 POT BEARING 받침으로 설치되어 있으며, 외관 조사 결과 시공상태는 전반적으로 양호한 것으로 조사 되었다.</li> </ul>
<p>사진 대지</p>	
	
<p>교좌장치(고정단)</p>	<p>교좌장치(가동단)</p>

### 3.3.8 교대

<p>주요 조사 항목</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 교대 기울음</li> <li>- 박리, 파손, 철근노출, 백태</li> <li>- 두부 물고임</li> <li>- 흉벽 경계부 파손</li> <li>- 교대 벽체의 균열등</li> </ul>
<p>주요 결함</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A1 벽체 수직 0.3MM이하 균열 1개소, 0.2MM이하 균열 4개소</li> <li>- A2 벽체 수직균열 0.2MM 1개소</li> </ul>
<p>조사 결과</p>	<p>- 교대에 발생된 결함내용은 교대 A1에 수직균열 (0.1~0.2mm)이 일부 발생된 것으로 조사되었으나 균열형태(폭, 길이, 방향, 간격, 규칙성등)을 분석할 때 외력의 지압응력에 의한 균열이 아닌 시공초기에 수화열에 따른 온도균열과 건조수축 균열로 판단된다.</p>
<p>사진 대지</p>	
	
<p>교대 A2 수직 균열</p>	<p>교대 A1 수직 균열</p>



### 3.4. 외관조사 요약

부 재	손상현황	손상원인	대표 등급
교면포장	-양호	-	A
신축이음	-EXP.2 조인트 누수 -EXP.2 조인트 단차	-시공불량	C
난간 및 연석	-양호	-	A
배수시설	-양호	-	A
슬래브 하면	-일부 0.1mm이하균열 -일부 재료분리 발생	-시공초기 건조 수축에 의한 균열 -시공시 콘크리트 타설 불량	A
스틸박스 주형	-박스 내부로의 빗물유입	-EXP JOINT 2 누수로 인한 빗물유입	A
교좌장치	-양호	-	A
교대	-일부 0.1-0.3mm 균열	-시공초기 건조 수축에 의한 균열	A
*가로등 방음벽 파손 각 1개소 교체			

### 3.5. 총괄 물량표

교량전체외관조사총괄표

부 재	손상현황		총물량		등급별 분포					대표 등급	
			수량	단위		A	B	C	D		E
교면포장	-양호		-	-	수량						A
					백분율						
신축이음	-누수로 인한 교체부위		7	m	수량			7			C
					백분율			100			
	-무수축물탈균열 0.3mm/30cm*6EA		1.8	m	수량		1.8				
					백분율		100				
	단 차		3	m	수량		3				
					백분율		100				
난간 및 연석	-양호		-	-	수량						A
					백분율						
배수시설	-양호		-	-	수량						A
					백분율						
슬래브 하면	-균열(0.2mm이하)		122.5	m	수량		122.5				A
					백분율		100				
	-재료분리		1.49	m2	수량		1.49				A
					백분율		100				
스틸박스 주형	-박스 내부로의 빗물유입		-	-	수량						A
					백분율						
교좌장치	-양호		-	-	수량						A
					백분율						
교대	-홍벽 균열	0.3mm 이하	12.5	m	수량		12.5				A
					백분율		100				
		0.3mm 이상	3.6	m	수량		3.6				A
					백분율		100				

\*가로등 및 방음벽 파손 각1개소

# 제 4 장 내구성조사 및 현장조사

---

## 4.1 개 요

## 4.2 콘크리트 내구성 조사

4.2.1 비파괴검사에 의한 콘크리트 압축강도 측정

4.2.2 전자파를 이용한 철근탐사

4.2.3 도막 두께 측정

## 4.3 고 찰

# 제 4 장 내구성 조사

## 4.1 개 요

내구성조사는 구조물의 기능이나 내하력을 훼손하지 않고 강도나 열화손상의 상태를 평가하는 것은 물론 구조물의 안전성평가를 위한 기본 자료를 제공하는데 목적이 있다. 본 장에서는 콘크리트 내구성 조사등을 실시하여 3장에서 기술한 외관조사 내용과 함께 구조물의 내구성, 사용성을 검토하고 상태평가, 보수·보강공법 및 유지관리 방안 제시의 기초자료로 활용할 수 있도록 하였다.

주요 내구성조사 및 현장조사 내용 및 주요조사 위치는 다음과 같다.

【표4-1】 조사 및 시험내용

상세 조사 항목	조사 방법	조 사 내 용	조사개소	비고
콘크리트 압축강도조사	반발경도법	슈미트햄머의 타격에 의한 반발경도값으로 강도추정	9	
	초음파속도법	초음파의 전파속도를 통하여 콘크리트의 강도추정	9	
배근조사	전자파 레이더법	전자파 레이더에 의한 콘크리트 내부 철근조사	14	
도막 두께 측정 시험	자력차를 이용한 도막 두께 측정	도막두께 측정	10/10	상도 내/외부

## 4.2 콘크리트 내구성 조사

### 4.2.1 비파괴 검사에 의한 콘크리트 압축강도 측정

#### 4.2.1.1 반발경도법에 의한 강도추정

##### (1) 시험개요

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

##### (2) 시험장비

- 모델명 : NR Type • 제작사 : Proceq (스위스)
- 용 도 : 반발경도법을 이용 굳은 콘크리트의 비파괴 강도시험에 사용

##### (3) 시험방법

Schmidt Hammer법에 의한 압축강도 시험은 외관조사 결과에 의해서 결정된 측정개소에 대해서 타격점간의 간격 3cm를 표준으로 종으로 5열, 횡으로 5열의 선을 그어 직교되는 25점을 타격하여 반발경도 값의 산술 평균값( $R_m$ )을 구한다.

산술평균값  $R_m$ 에 대해서 Recommendation에 따라 각 반발경도의 값이  $R_m \pm 15\%$  범위를 벗어나는 값들은 제외시키고 나머지 값들을 다시 산술 평균하여 반발경도  $R$ 을 구한다.

타격방향은 측정면에서 직각이 되게 하였으며, 측정값에 현격한 차이가 있는 곳은 그 옆에서 다시 타격하는 방법을 사용하였다.

##### (4) 반발경도법에 의한 콘크리트 압축강도 추정

Schmidt Hammer 에 의해 반발경도를 측정한 후 콘크리트의 압축강도를 추정하는 방법은 다음과 같다.

##### (가) 보정반발경도( $R_o$ )

보정반발경도  $R_0$ 은 다음 식 (4.1)과 같이 측정경도  $R$ 에 보정값  $\Delta R_1, \Delta R_2$ 을 더한 값으로 한다.

$$R_0 = R + \Delta R_1 + \Delta R_2 \quad (4.1)$$

여기서,  $R$  : 측정 반발경도

$\Delta R_1$  : 타격 방향에 따른 보정값

$\Delta R_2$  : 콘크리트의 습윤성에 따른 보정값

한편 보정치  $\Delta R$ 은 다음과 같은 방법으로 구한다.

① 타격방향이 수평이 아닌 경우 측정 경사 각도에 따라 다음과 같이 구한다.

【표4-3】 타격방향에 따른 반발경도 보정

Rebound value $R_\alpha$	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	

(나) 압축강도 추정

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

$$F_c = 13R_0 - 184 \text{ (kg/cm}^2\text{)} \quad (\text{일본재료학회}) \quad (4.2)$$

$$F_c = \text{테스트 햄머에 표시된 반발경도곡선에 의한 방법} \quad (4.3)$$

(다) 28일 강도의 추정

시공 후 건조상태로 수년이 경과한 콘크리트 구조물은 표면강도가 높기 때문에 식 (4.4)와 같이 시간경과 계수( $\alpha_n$ )을 압축강도  $F_c$ 에 곱해 재령 28일 강도 ( $F_{28}'$ )로 환산

한 압축강도로 수정하여 콘크리트의 설계 압축강도로 추정한다.

콘크리트의 재령에 따른 압축강도 보정계수  $\alpha_n$ 는 【표 4.3】과 같다.

$$F_{28}' = \alpha \cdot F_c \quad (4.4)$$

【표 4-4】 재령보정계수  $\alpha$ 의 값

재령	4일	5일	6일	7일	8일	9일	10일	11일	12일	13일
$\alpha$	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
$\alpha$	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
$\alpha$	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
$\alpha$	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
$\alpha$	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
$\alpha$	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
$\alpha$	0.73	0.72	0.71	0.70	0.68	0.67	0.66	0.65	0.64	0.63

본 교량의 재령일수는 300일로 하고 재령보정계수  $\alpha$ 는 0.70을 사용하였다.

#### 4.2.1.2 초음파 탐사법에 의한 강도추정

##### (1) 개요

초음파 탐사에 의한 콘크리트의 강도조사는 측정하고자 하는 위치 (콘크리트 구조체)에 발신자와 수신자의 거리(L)를 측정하고, 수신자와 발신자에 접하는 콘크리트면에 그리스(Grease)로 도포 하여 밀착시킨 상태에서 신호가 안정될 때의 전파시간(T)를 기록한다.

##### (2) 시험장비

- 모델명 : Pundit • 제작사 : Proceq (스위스)
- 용 도 : 초음파를 이용 굳은 콘크리트의 비파괴 강도시험에 사용

초음파탐사에 의해 전파시간(T)를 측정한 후 압축강도를 추정하는 식은 다음과 같다.

(3) 전파속도 V의 추정

전파속도 V는 아래식과 같이 전파거리(L)를 전파시간 (T)으로 나누어서 구한다.

$$V \text{ (mm/}\mu\text{sec)} = \frac{\text{전파거리(L: mm)}}{\text{전파시간(T: }\mu\text{sec)}}$$

초음파 탐사시험의 결과치인 전파속도 V로부터 압축강도 F를 추정하는 식은 다음과 같다.

$$F = 215 \times (V \times 1.05) - 620$$

4.2.1.3 콘크리트 압축강도 측정결과

콘크리트의 강도는 반발경도법+초음파탐사법에 의한 강도를 측정하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

부위		반발경도법	초음파탐사법	평균강도
슬래브	S1	311	308	309.5
	S2	290	304	297
	S3	283	283	283
교대(A1)	중앙	312	308	310
	좌	291	287	289
	우	294	298	296
교대(A2)	중앙	284	288	286
	좌	299	303	301
	우	291	289	290

4.2.3 전자파를 이용한 철근탐사

(1) 시험개요

철근콘크리트 구조물의 내구성 및 안전성은 콘크리트의 균열 및 강도와 더불어 철근의 배근 상태에 따라 크게 달라진다. 콘크리트의 강도조사에 대해서는 앞 절에서 언급하였으며, 본 절에서는 철근의 배근 상태에 대해서 다루고자 한다. 철근의 배근 상태가 설계도



면 보다 적은 개수로 넓은 간격으로 배근된 경우 구조물의 내력이 감소하게되어 구조물의 내구성 및 안전성에 치명적인 약점을 가져올 수 있으며, 설계도면보다 과도하게 많은 개수로 좁은 간격으로 배근된 경우에도 구조물의 내력은 충분히 만족하지만, 예기치 못한 갑작스런 붕괴를 초래할 수도있는 약점이 있다. 따라서, 철근콘크리트 구조물에서 철근의 배근 상태를 조사하는 것은 구조물의 내구성 및 안전성을 확인하기 위해서 중요한 부분이다.

## 2) 사 양

### 가. 구성품

JEJ-60B의 표준 구성품은 【표 4.8】 과 같다.

**【표 4.8】 표준 구성품**

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

JEJ-60B의 Option품목은 【표 3.7】 과 같다.

**【표 4.9】 Option 품목**

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

3) 주요성능

**【4.10】 JEJ-60B의 주요성능**

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

4) RC-Radar 측정방법

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

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

콘크리트 중의 전자파의 속도(V)는 식 (4.1)과 같다

$$V = \frac{C}{\sqrt{\epsilon\gamma}} \text{ (m/s)} \dots\dots\dots (4.1)$$

여기서, C : 전자파의 속도( $3 \times 10^8$ m/s)

$\epsilon\gamma$ : 콘크리트의 비유전율

【표 4.11】 비유전율

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

반사물체까지의 거리(D)는 식 (1.9)과 같다.

$$D = \frac{1}{2} VT(m) \dots\dots\dots (1.9)$$

여기서, V : 전자파의 속도(m/s)

T : 반사파의 송수신 시간차

5) 철근상태조사 결과

빨래골교의 각 부재에 대해 RC-Radar를 이용해 철근배근간격 및 피복두께 조사한  
결과 대체로 설계기준을 만족하며 그 결과는 다음 【표 4.12】 과 같다.

구 분		측정결과(mm)				설계치(mm)		
		주철근 (수직근)	피복두께	배력근 (수평근)	피복두께	주철근 (수직근)	배력근 (수평근)	간격
		간 격	두께	간격	두께			
슬래브	S1	125	50	130	60	125	125	50
	S2	125	60	120	70			
	S3	120	50	120	60			
A1	주벽	240	150	125	160	250	125	80
	날개벽	200	100	160	70			
A2	주벽	260	80	100	50	250	125	80
	날개벽	200	80	125	90			

### 4.2.3 건조 도막두께 측정

1. 강재에 도장과 같은 방청에 대한 대책이 없다면 외적환경에 의해 쉽게 부식이 될 수 있으며 이로 인해 다면 결손 및 응력감소로 부재 수명과 안전에 많은 영향이 가해진다. 이런 외기의 영향을 막고 수명연장을 위해 강재에 규정된 두께로 도장을 실시해야 한다. 측정 결과는 기존에 적용한 두께를 기준하여 정상적으로 도장작업이 수행되었는지의 여부 및 감소여부를 판단한다. 방청방식 도장에서는 절대적으로 필요한 요소이며, 도장상태가 구조물에 미치게 될 영향에 대해 평가할 필요가 있다.

#### 2. 검사원리

도막두께 측정은 전자석 또는 영구자석을 이용하여 피검체(자성체)에 도포된 도막의 두께를 측정하는 방법으로 페인트 도막 및 기타코팅에 적용된다. 이해를 돕기 위하여 도막두께 측정의 원리를 다음과 같이 요약, 서술하였다.

- 도막이 도포되지 않은 피검체(자성체)에 전자석 또는 영구자석을 접촉시켜 지시계의 눈금을 영점 조정한다.
- 영점조정후 그림과 같이 확인하고자 하는 두께와 유사한 표준 모막을 이용하여 가 도막의 두께에 따른 자력차를 이용하여 검사하는 방법이다.



도막 두께 측정

-현장 계측치

구 분 DESCRIP TION	기준 SPEC	건조도막 두께 결과(RERESULT OF DRY FILM THICKNESS)														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	AVE	MAX	MIN		
상도	내부	175	178	180	200	194	190	188	203	195	183	178	188.9	203	178	O.K
	외부	255	270	280	275	238	255	255	285	275	263	250	264.6	285	238	O.K

-도장손상 원인은 크게 내적요인과 외적요인으로 나눌수 있으며 전자는 안료나 수지의 화학구조 등에 의한 것이며 후자는 자외선, 온도, 습도 염분 등에 의한 것이다.

-빨랙골교에 사용된 도장재료는 다음과 같다.

PAINT INSPECTION RECORD(도장 검사 기록서)		
도 장 시 방 PAINTING SPEC	내 부 INSIDE	하도(무기질 아연말 75 $\mu$ m) 상도(후막형 에폭시계 100 $\mu$ m)
	외 부 OUTSIDE	하도(무기질 아연말 75 $\mu$ m) 중도(후막형 에폭시계 100 $\mu$ m) 상도(폴리 우레탄계 40*2 $\mu$ m)

-전처리 상태(CONDITION OF SURFACE PREPERATION)

확인 일자	이물질 제거상태 (RUST PREVENT)	전처리방법 B/L METHOD	결과 RESULT	비고 REMARK
2002.10	양호	SHOT BLAST	양 호	

-도장 외관 상태(PAINT VISUAL CONDITION)

확인일자	변 색	박리	흐름	균열	도장누락	기포	방 청	결 과	비고
2002.10	양호	양호	양호	양호	양호	양호	양호	합격	

### 4.2.3 용접 육안 검사

#### -BLOW HOLE

아크 분위기 중에 수소 또는 일산화탄소가 너무 많을 때 ,용접부가 급냉될 때 ,모재중에 유황(편석 포함)의 양이 많을 때,이음부에 유지,페인트,녹 등이 부착해 있을 때,아크 전류치 등이 부적당할 때 ,

#### -비이드(BEAD)

용접시 운봉기량 부족으로 굴곡,표면 높이 불균일, 비이드 정지단의 불규칙 및 금속구외 용착이 발생한 것이며,응력집중 슬래그 잠입 등의 결함이 된다.

#### -언더 컷(UNDER CUT)

언더컷은 용접 작업시 자주 발생하는 불연속의 하나로 용접기법 중 용접전류에 의한 영향(용접전류값 과다)과 용접속도의 부적합(용접속도가 빠름)으로 발생된 노치현상이며 모재의 단면적이 감소되고 언더컷 부위에 응력이 집중이 발생하여 변형과 하중에 의해 피로균열의 발생원인이 될 수 있다.

#### -용접균열의 허용기준

·관련시방:도로교 표준시방서(1999년판) 제 2장 3.10.4의 1항

·합격기준:용접비드 및 그 근방에서는 어느 경우도 균열이 있어서는 안된다.

	BLOW HOLE	각장부족 상태	UNDER CUT	CRECK
용접 육안 검사	A	A	A	A
A:ACCEPT		R:REJECT		

## 4.3 고 찰

### 4.3.1 내구성 조사결과 분석

-콘크리트 압축강도는 반발경도법+초음파탐사법을 이용하여 부재별로 구분 조사한 결과 평균강도는 슬래브 296kgf/cm<sup>2</sup>, 교각 295kgf/cm<sup>2</sup> 로 각각 설계기준강도인 슬래브 270kgf/cm<sup>2</sup>, 교대240kgf/cm<sup>2</sup>를 상회하는 것으로 나타나 콘크리트의 강도는 양호한 것으로 나타났다.

-철근 배근조사를 실시한 결과 철근의 배근 간격은 비교적 양호하게 시공되어 있는 것으로 나타났으며, 피복두께 또한 비교적 양호한 것으로 조사되었다.

-도막두께 측정결과 내/외부 모두 기준치를 상회하는 것으로 조사되었다.

-용접육안검사 결과 양호한 것으로 조사 되었다.



# 제 5 장 재 하 시 험

---

5.1 개 요

5.2 측정기기 및 사용기기

5.3 시험현황 및 위치

5.4 빨래꼬교 재하시험결과

5.5 재하시험결과 분석

# 제 5 장 재 하 시 험

## 5.1 개 요

1) 교량의 건전성 평가시 설계 및 시공 단계에서 명확한 하자가 발생한 경우를 제외하고 국부적인 결함이나 손상만을 갖는 경우, 이론적인 방법만으로 국부적인 하자가 전체구조의 내하력 저하에 미치는 영향을 엄밀히 평가하기는 곤란하므로 재하시험을 실시하여 실제의 거동을 도출하고 이로부터 손상이 미치는 영향을 규명하는 것이 일반적이다.

재하시험의 개요를 요약하면 다음과 같다.

① 시험 차량 : 시험용 차량(덤프트럭) 1대 재하

② 계측센서의 부착 :

- 1경간

· 변위계 3개소, 콘크리트 게이지 1개소, 스틸 게이지 3개소

· 가속도계 1 개소

2) 시험경간 선정 :

· 경간 중앙

3) 시험경간 선정 사유 :

빨래골교는 단경간이므로 최대 모멘트가 발생하는 지점은 중앙경간임.

## 5.2 측정 시스템 및 사용기기

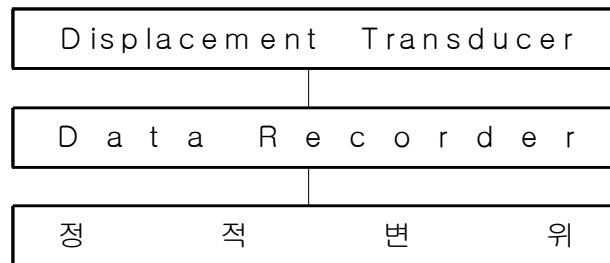
### 5.2.1 측정시스템

#### 1) 정적재하시험

정적재하시험은 작용외력에 대한 대상교량의 정적거동 특성을 파악하고 내하력 평가를 위한 정적 변위 및 응력의 응답비등을 구하기 위해 실시한다.

시험 측정은 재하차량 1대를 사용하여 교통이 통제된 상태에서 1/2 L에 재하차량을 재하하여 주형의 변위 및 변형률을 측정하였다.

정적 재하시험의 측정시스템은 다음과 같다.



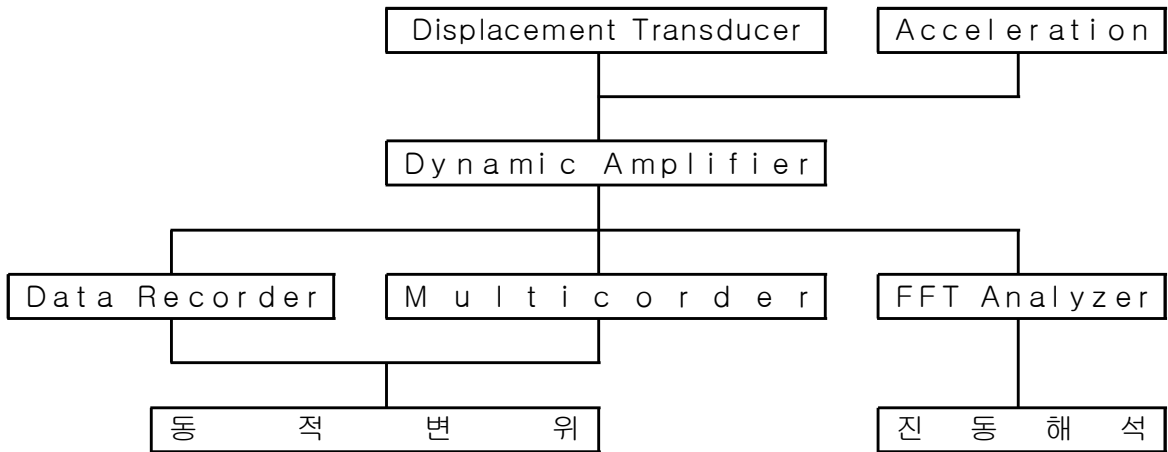
【그림 5.1】 정적변위 측정과정

#### 2) 동적 주행시험

동적 주행시험은 기본적으로는 동적거동을 조사· 측정하기 위한 것으로 대상교량의 실 충격계수와 실고유진동수등의 동적 특성을 측정 기록하여 교량의 안전성을 검토하기 위한 기본자료를 구하기 위해 실시한다.

교량에 동적 외력을 가하는 동적 주행시험은 주행하중에 의한 동적응답을 구하는 시험으로 주행하중은 정적 재하시험에서 사용한 재하차량을 사용하였다. 시험측정은 교통이 통제된 상태에서 속도별로 실시하였고 5 km/hr의 서행에 의한 의사정적 시험을 실시한 후에 5 km/hr로 부터 최대 50 km/hr까지 10 km/hr 간격으로 주행 하면서 동적 데이터를 측정한다.

동적주행시험의 측정 시스템은 다음과 같다.



【그림 5.2】 동적변위 및 가속도 측정과정

### 5.2.2 사용기기

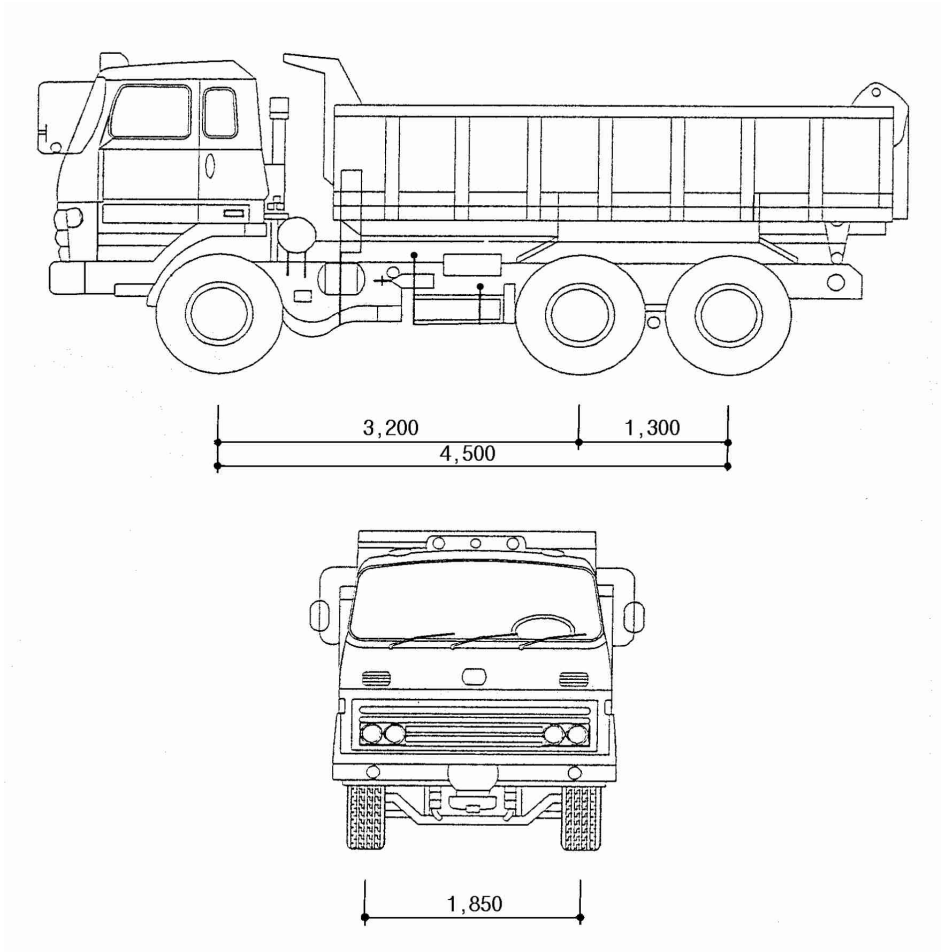
대상교량의 시험측정에 사용된 측정기기는 다음과 같다.

<표 5.1> 측정 기기 종류

No.	기 기 명	M O D E L	용 도
1	Data Acquisition System	TDS-302,DPM-6K	정적, 동적측정(AMP)
2	Desktop Computer	PENTIUM	Data 분석 및 Program
3	Displacement Transducer	OU-30	처짐측정
4	Accelerometer	AR - 1F	가속도 측정
5	TC-31K		변형 및 변위측정
6	전원 Cable	100 M, 50 M	

### 5.2.3 차량 제원

재하시험에 사용되는 시험차량의 총중량은 20~30tonf 상태의 차륜하중을 계량소에서 측정 하였다. 트럭의 제원은 다음과 같다.



【그림 5.3】 차량 제원

【표 5.2】 하중 분포 현황

구 분	전 른	중 른	후 른	합 계
좌 른	2.965tonf	5.835tonf	5.835tonf	14.635tonf
우 른	2.965tonf	5.835tonf	5.835tonf	14.635tonf
합 계	5.930tonf	11.67tonf	11.67tonf	29.350tonf

### 5.3 시험현황 및 위치

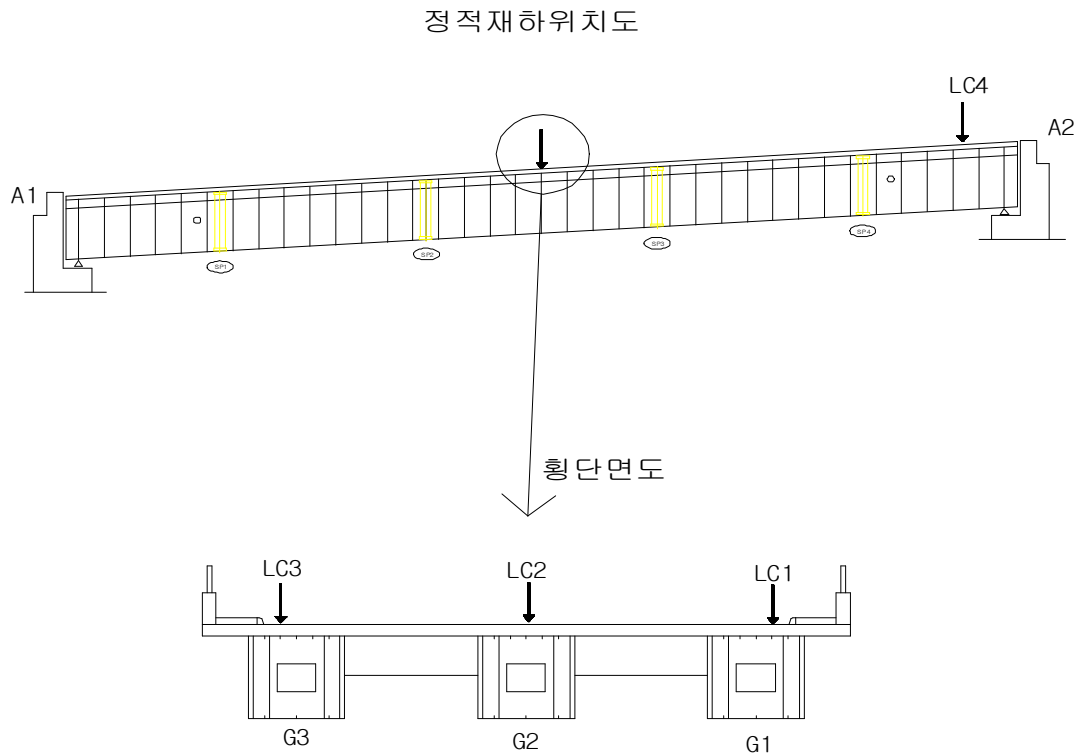
#### 5.3.1 재하위치

▶ 정적재하

1) 정적 Load case 1 (G1 1/2 L 재하) : 최대처짐량 - 2.54mm

- 2) 정적 Load case 2 (G2 1/2 L 재하) : 최대처짐량 - 1.92mm
- 3) 정적 Load case 3 (G3 1/2 L 재하) : 최대처짐량 - 2.47mm

5) 재하 위치



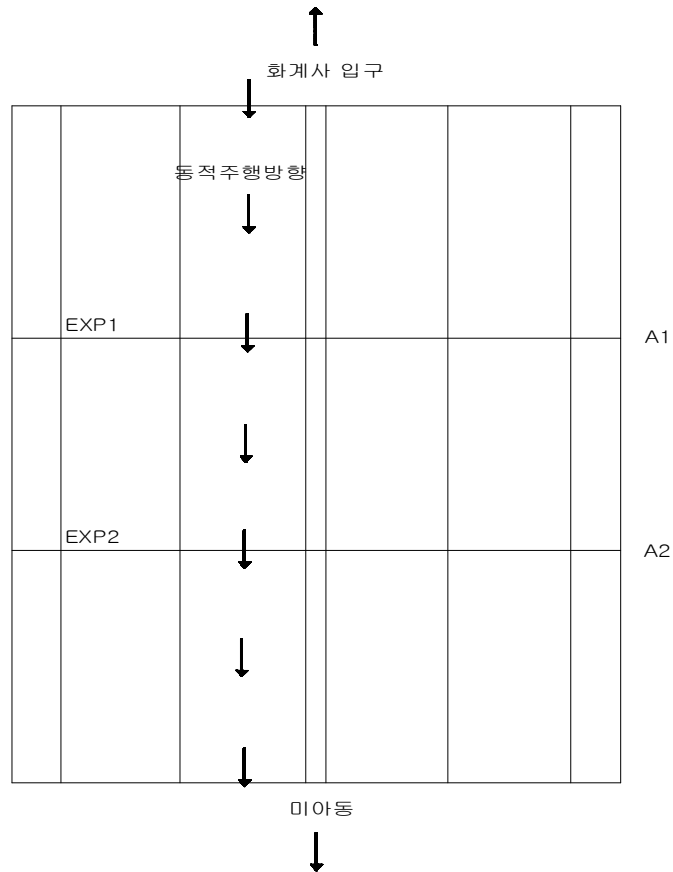
▶ 동적재하

- 1) 5km/h, 10km/h, 20km/h, 30km/h, 40km/h, 50km/h, 60km/h

A1에서 A2 방향으로 안쪽차선 주행

## 2) 재하 위치

동적재하위치도

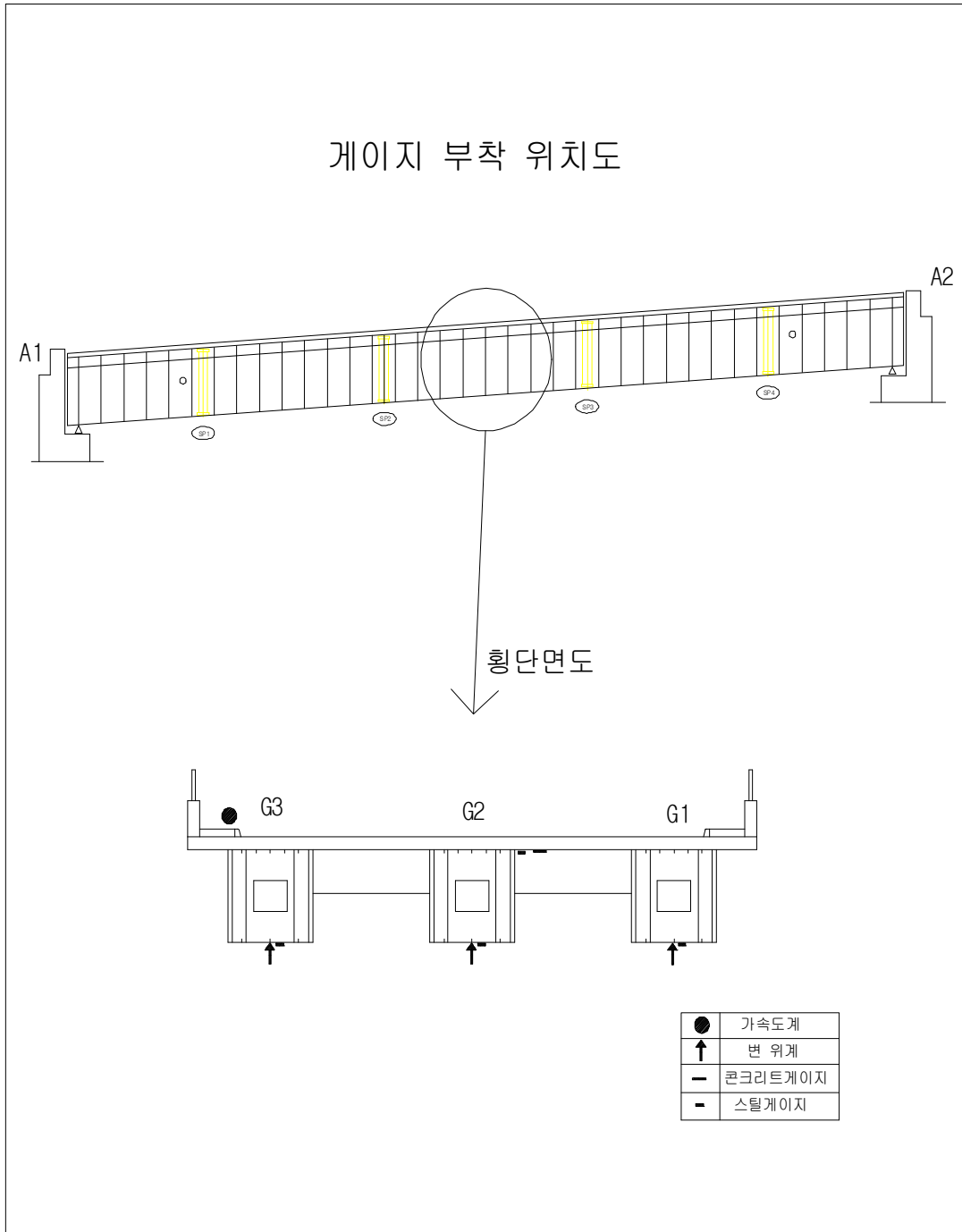


### ▶ 게이지 부착위치

정적재하시험은 교량의 중앙부에서 실시하였으며, 구조물에 최대변형 및 최대처짐을 얻을 수 있도록 재하위치를 선정하였으며 가속도계의 설치위치는 교량구조물의 경우 대부분 고유진동수는 1차 mode에 측정이 되므로 1차 mode를 측정하기 위하여  $1/2L$ 지점에 설치하였다.

정적 재하시험 및 동적 재하시험에 사용된 Gauge 부착위치는 다음과 같다.

3) 정·동적 응답용 게이지 부착 위치





## 5.4 빨래골교 재하시험 결과

### 5.4.1 정적 재하시험 결과

【표 5.3】 정적 재하시험 결과

채널	게이지종류	부착위치	LC1	LC2	LC3	비고
CH00	변위계	G1 중앙하면	-2.54	-1.71	-0.86	
CH01	변위계	G2 중앙하면	-1.67	-1.92	-1.72	
CH02	변위계	G3 중앙하면	-0.75	-1.44	-2.47	
CH03	Steel strain gauge	G1 중앙하면	+29	+16	+6	
CH04	Steel strain gauge	G2 중앙하면	+16	+27	+17	
CH05	Steel strain gauge	G3 중앙하면	+4	+13	+27	
CH06	Steel strain gauge	G2 UPPER FLANGE	-0	+3	-7	
CH07	Con'c strain gauge	G2 중앙 Con'c 슬래브	-3	+0	-5	

### 5.4.2 동적 재하시험 결과

빨래골교에 대한 동적변위의 분포는 다음의 【표 5.4】와 같다.

【표 5.4】 동적 재하시험 결과 (1대재하)

(단위 : mm)

구 분	부착위치		5km	10km	20km	30km	40km	50km	60km
			처짐	처짐	처짐	처짐	처짐	처짐	처짐
CH 01	변 위 계	G1 중앙하면	-1.160	-1.355	-1.83	-1.202	-1.440	-1.745	-2.742
CH 02	변 위 계	G2 중앙하면	-1.82	-2.042	-2.128	-1.887	-1.929	-2.290	-2.347
CH 03	변 위 계	G3 중앙하면	-2.638	-2.495	-2.753	-2.462	-2.426	-2.261	-1.960

## 5.5 재하시험 결과 분석

### 5.5.1 정적재하시험 결과 분석

#### 가. 응답비 산출

응답비는 처짐 및 응력에 대한 비로서 결정할 수 있으나, 보다 신뢰도가 높은 처짐에 대한 응답비를 산출하여 내하력평가에 적용하였다. 처짐분석 결과에 나타난 실측치/이론치비가 1에 비교적 수렴하는 경향으로 나타났다. 따라서 비교적 계산치 실측치 비교에서 1에 가장 가까이 수렴하는 값 중  $\pm 10\%$  범위내에 안전측으로 최대치인 1.06을 사용하였다.

【표 5.5】 응답비 산출

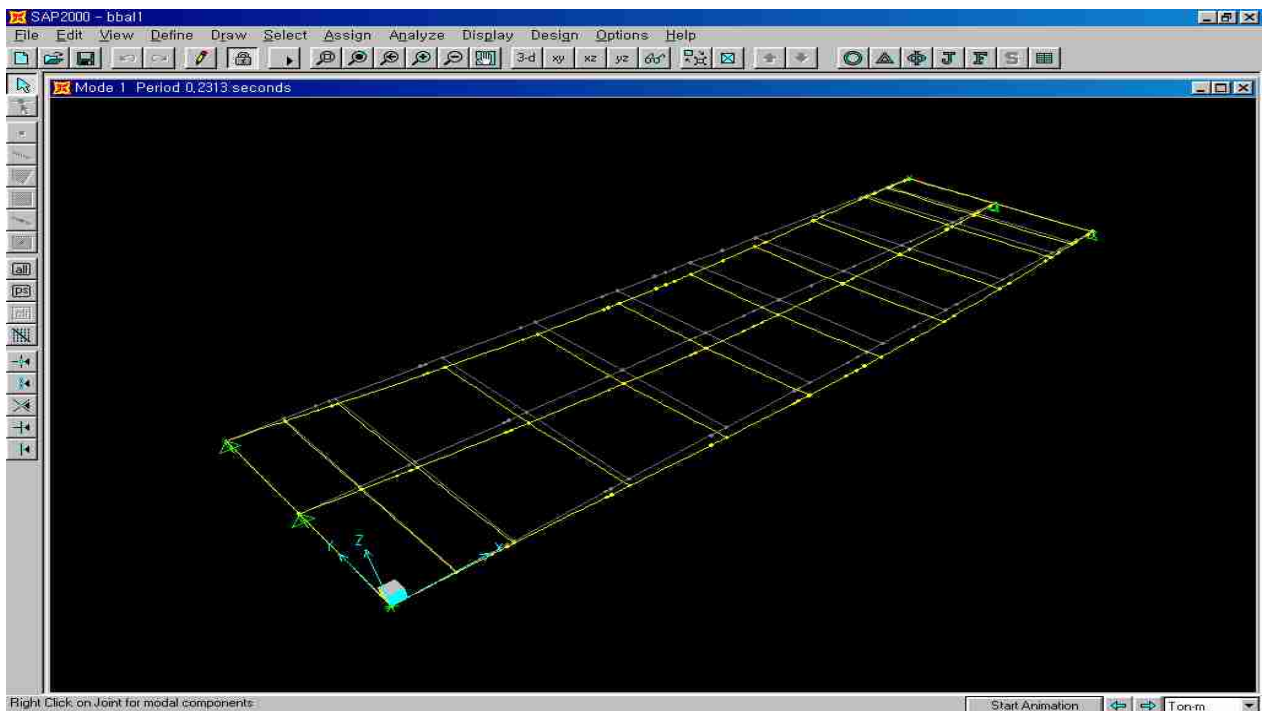
게이지번호		Load Case 1	Load Case 2	Load Case 3
DT1	실측치	2.54	1.71	0.86
	이론치	4.11	1.67	0.26
	<b>응답비</b>	<b>0.62</b>	<b>1.02</b>	<b>3.31</b>
DT2	실측치	1.67	1.92	1.72
	이론치	1.63	3.38	1.62
	<b>응답비</b>	<b>1.02</b>	<b>0.57</b>	<b>1.06</b>
DT3	실측치	0.75	1.44	2.47
	이론치	0.27	1.60	4.1
	<b>응답비</b>	<b>2.8</b>	<b>0.9</b>	<b>0.6</b>

## 5.5.2 동적재하시험 결과 분석

### 1) 고유진동수 산정

동적주행시험을 통해 얻어진 가속도 이력곡선의 스펙트럼 분석법을 통해 구조물의 고유진동수를 산정하여 이론 진동수와 실측 진동수를 비교함으로써 구조모델링의 정확성을 처짐의 응답비와 함께 검토하고 향후, 내하력 평가시 진동수를 비교함으로써 교량의 비교자료로 활용토록 하였다. 실제 고유진동수는 4.12Hz되었으며 계산고유진동수 4.32Hz와 거의 근사한 값으로 나타났다.

- 빨래골교의 동적해석에 의한 고유진동수 (4.32Hz)



### 2) 교량의 증폭율과 충격계수

동적재하시험 결과를 이용한 충격계수는 5km의 동적처짐을 의사정적으로 하여 각 속도별 결과를 비교하여 산정 하였고 그 결과 빨래골교의 충격계수는 설계 충격계수

0.18보다 다소 큰 0.289로 측정되었다.

【표 5.4】 동적 재하시험 결과 (1대재하)

(단위 : mm)

구분	부착위치		10km	20km	30km	40km	50km	60km
			처짐	처짐	처짐	처짐	처짐	처짐
CH 01	변위계	G1 중앙하면	-1.355	-1.83	-1.202	-1.440	-1.745	-2.742
		충격계수	-	0.57	0.036	-	0.054	-
CH 02	변위계	G2 중앙하면	-2.042	-2.128	-1.887	-1.929	-2.290	-2.347
		충격계수	0.12	0.16	0.036	0.05	0.258	0.289
CH 03	변위계	G3 중앙하면	-2.495	-2.753	-2.462	-2.426	-2.261	-1.960
		충격계수	-	0.043	-	-	-	-

# 제 6 장 구조 해석

---

6.1 개 요

6.2 STEEL BOX 구조해석

6.3 SLAB 구조해석

# 제 6 장 구조 해석

## 6.1. 개 요

대상 교량의 구조해석을 위하여 범용전산해석 프로그램인 SAP2000을 사용하였고, 모델링은 주형 및 슬래브의 합성 단면강성으로 하여 대상 교량을 격자요소로 분할하여 해석을 실시하였다.

### 6.1.1 구조해석 조건

- 1) 형 식 : 단경간 STEEL BOX GIRDER 합성형교
- 2) 연 장 :  $L = 45.0 \text{ m}$
- 3) 폭 :  $B = 18.0 \text{ m}$
- 4) 사 각 :  $90^\circ$ .
- 5) 재료강도

가. 콘크리트

$$\text{압 축 강 도 : } f_{ck} = 270 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{허용휨압축강도 : } f_{ca} = 0.4 f_c = 108 \text{ kg/cm}^2$$

나. 철 근(SD40)

$$\text{항 복 응 력 : } f_y = 4000 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{허용인장응력 : } f_{sa} = 1900 \text{ kg/cm}^2$$

다. 강 재(SWS490)

$$\text{허용인장응력 : } f_y = 1900 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{허용전단응력 : } f_{sa} = 1100 \text{ kg/cm}^2$$

- 6) 재료상수

$$\text{철근콘크리트 단위중량 : } \gamma = 2.5 \text{ t/m}^3$$

$$\text{탄성계수 - 콘크리트 : } E_c = 15,000 \sqrt{f_{ck}} = 2.46 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{- 철 근 : } E_s = 2.10 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$$

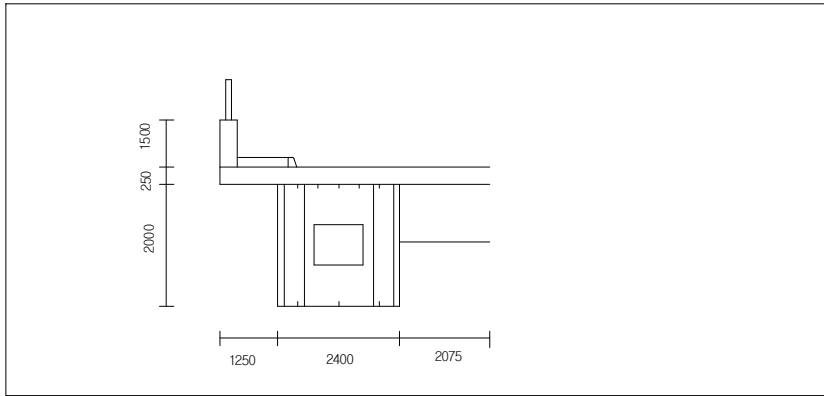
- 7) 활하중(1등교)

$$\text{- DB-24(총중량 43.2 ton) : } P_f = 2.4 \text{ ton}, P_r = 9.6 \text{ ton}$$

$$\text{- 충격계수 : } i = \frac{15}{40 + L} = \frac{15}{40 + 45.0} = 0.18$$

### 6.1.2 사하중 검토

1) 해석단면



2) 유효폭산정

$$b/l \leq 0.05$$

$$\lambda_L = b$$

$$0.05 < b/l < 0.30$$

$$\lambda_L = \{1.1 - 2(b/l)\} \cdot b$$

$$b/l \geq 0.05$$

$$\lambda_L = 0.15l$$

등가지간장  $L = 45.0 \text{ m}$

①  $b_1 = 1.250 \text{ m}$  일 경우

$$b/l = 1.250/45.0 = 0.028 \leq 0.05 \text{ 이므로}$$

$$\lambda_{L1} = 1.250 \text{ m}$$

②  $b_2 = 1.200 \text{ m}$

$$b/l = 1.200/45.0 = 0.027 \leq 0.05 \text{ 이므로}$$

$$\lambda_{L1} = 1.200 \text{ m}$$

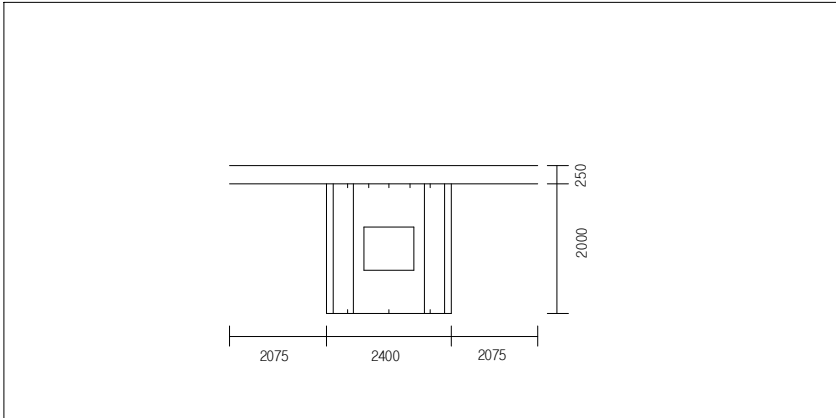
③  $b_3 = 2.075 \text{ m}$

$$b/l = 2.075/45.0 = 0.046 \leq 0.05 \text{ 이므로}$$

$$\lambda_{L1} = 2.075 \text{ m}$$

$$\therefore \text{유효폭}(B) = 1.250 + 1.200 \times 2 + 2.075 = 5.725 \text{ m}$$

- 내측거더(G2)



등가지간장  $L = 45.0 \text{ m}$

①  $b_1 = 1.200 \text{ m}$

$b/l = 1.200/45.0 = 0.027 \leq 0.05$  이므로

$\lambda_{L1} = 1.200 \text{ m}$

②  $b_2 = 2.075 \text{ m}$

$b/l = 2.075/45.0 = 0.046 \leq 0.05$  이므로

$\lambda_{L1} = 2.075 \text{ m}$

$\therefore$  유효폭(B) =  $2 \times (1.200 + 2.075) = 6.550 \text{ m}$

- 플랜지 유효폭(G1, G2, G3공통)

등가지간장  $L = 45.0 \text{ m}$

①  $b_1 = 0.10 \text{ m}$

$b/l = 0.10/45.0 = 0.002 \leq 0.05$  이므로

$\lambda_{L1} = 0.10 \text{ m}$

②  $b_2 = 1.200 \text{ m}$

$b/l = 1.200/45.0 = 0.027 \leq 0.05$  이므로

$\lambda_{L1} = 1.200 \text{ m}$

$\therefore$  유효폭(B) =  $0.10 + 1.200 \times 2 + 0.10 = 2.600 \text{ m}$



### 3) 단면2차 모멘트산정

외측주형(G3)

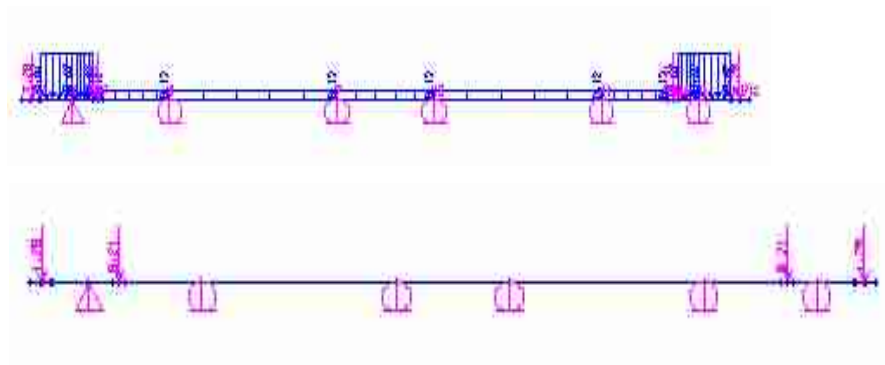
합성단면	$A(cm^2)$	$y(cm)$	$A \times y(cm^3)$	$A \times y^2(cm^4)$	$I_o(cm^4)$
슬래브	1,789.1	124.2	222,246	27,608,545	93,180
강형	1,816.0	.	.	.	15,532,781
$\Sigma$	3,605.1		222,246	24,591,377	15,625,961

$$\delta v = 61.65 \text{ cm}(\text{강형중심축에서 이동거리})$$

$$\therefore I_{cz} = I_o + \Sigma Ay^2 - A(\delta v^2) = 19,002,676 \text{ cm}^4$$

### 4) 사하중 산정

합성 후 사하중을 횡방향으로 분배하여 각각의 주형에 작용하는 활하중의 형태로 작용시켰다.

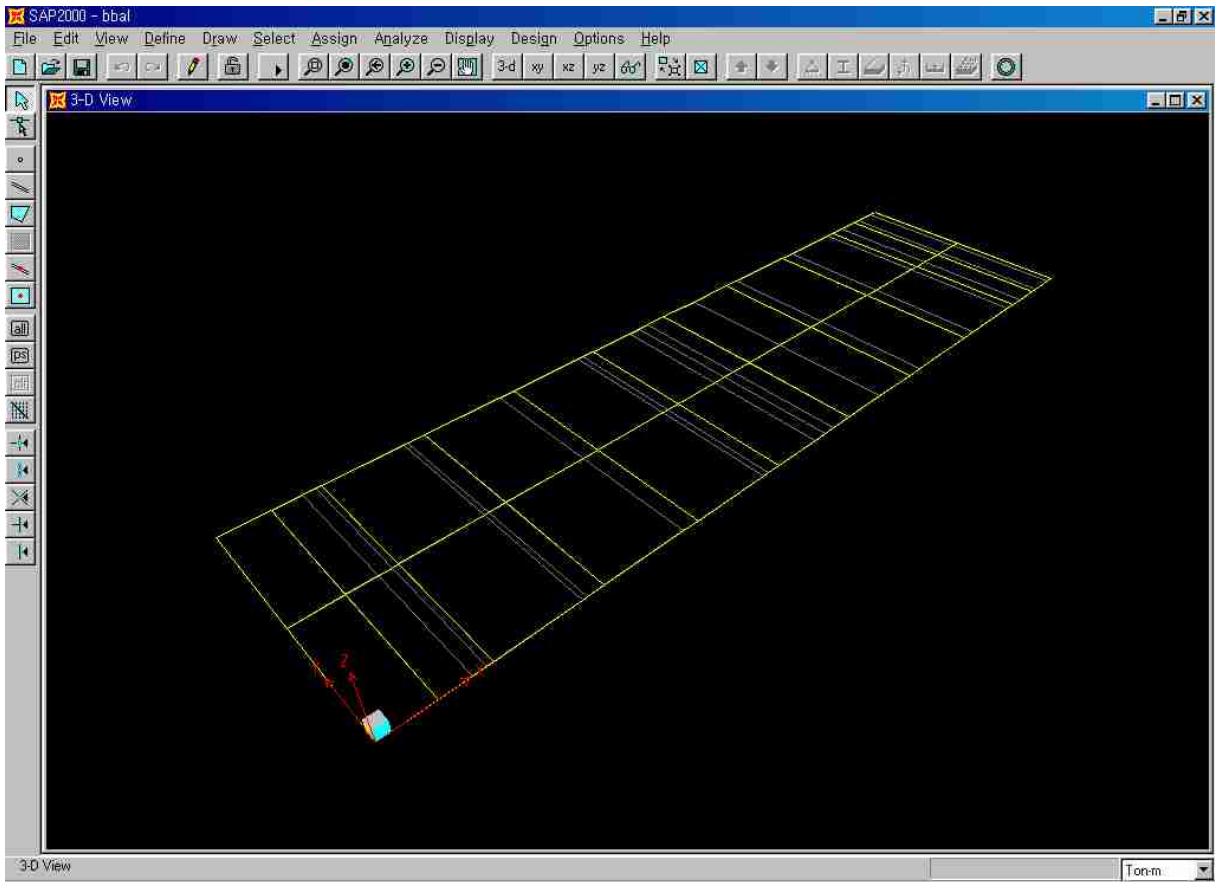


사하중의 횡분배

### 5) 모델링

구조해석은 주형과 가로보에 해당하는 횡강성을 가지는 격자로 모델링하여, 바닥판 영역에 분산된 횡과 비틀림 강성이 가장 가까운 등가의 격자보에 집중되는 것으로 가정하고, 바닥판의 교축방향의 강성은 주형에 집중되는 반면에 교축직각 방향의 강성은 가로보에 집중되어, 절점의 연직변형과 두수평축 주변의 회전각을 계산한 결과를 이용하여, 격자보의 절정부 휨모멘트, 비틀림 모멘트, 전단력이 계산되는 과정으로 해석을 수행하였다.

-Frame 도



6) 하중조합

- ① 허용응력설계 :  $D + L (1+i)$
- ② 강도설계법 :  $1.3D + 2.15L (1+i)$

7) 충격계수

$$i = \frac{15}{40 + L} = \frac{15}{40 + 45} = 0.18 \leq 0.3$$

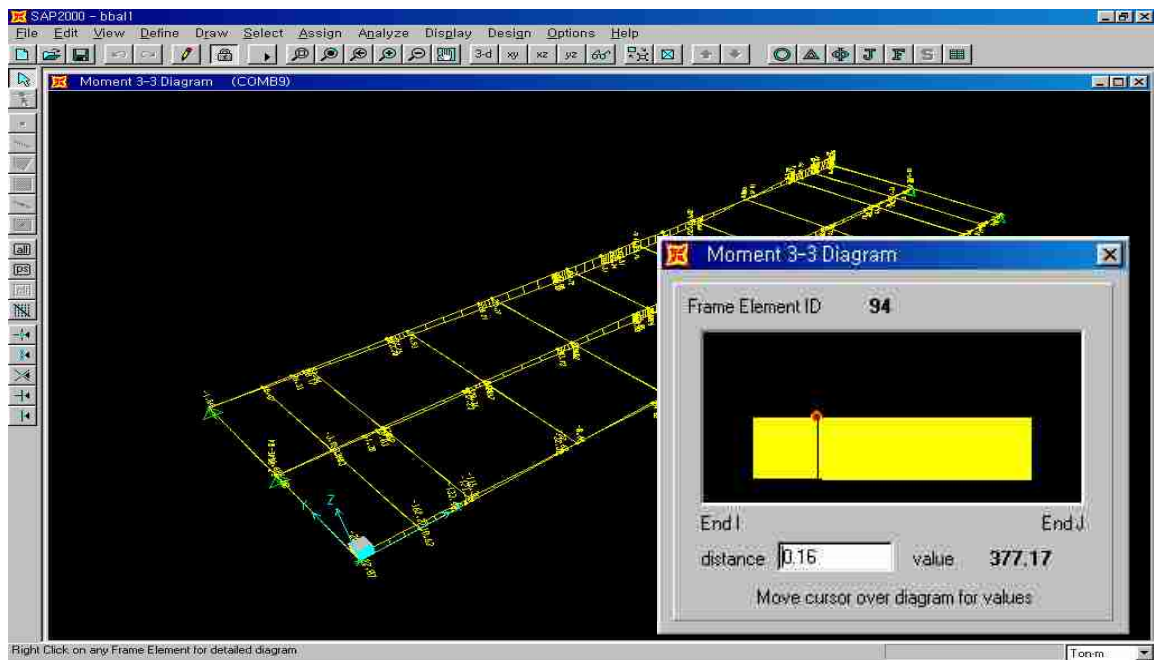
6.1.3 활하중에 대한 구조해석

1) DB-24.0의 하중을 범용 Program인 SAP2000-BRIDGE를 이용하여 활하중을 재하하였다.

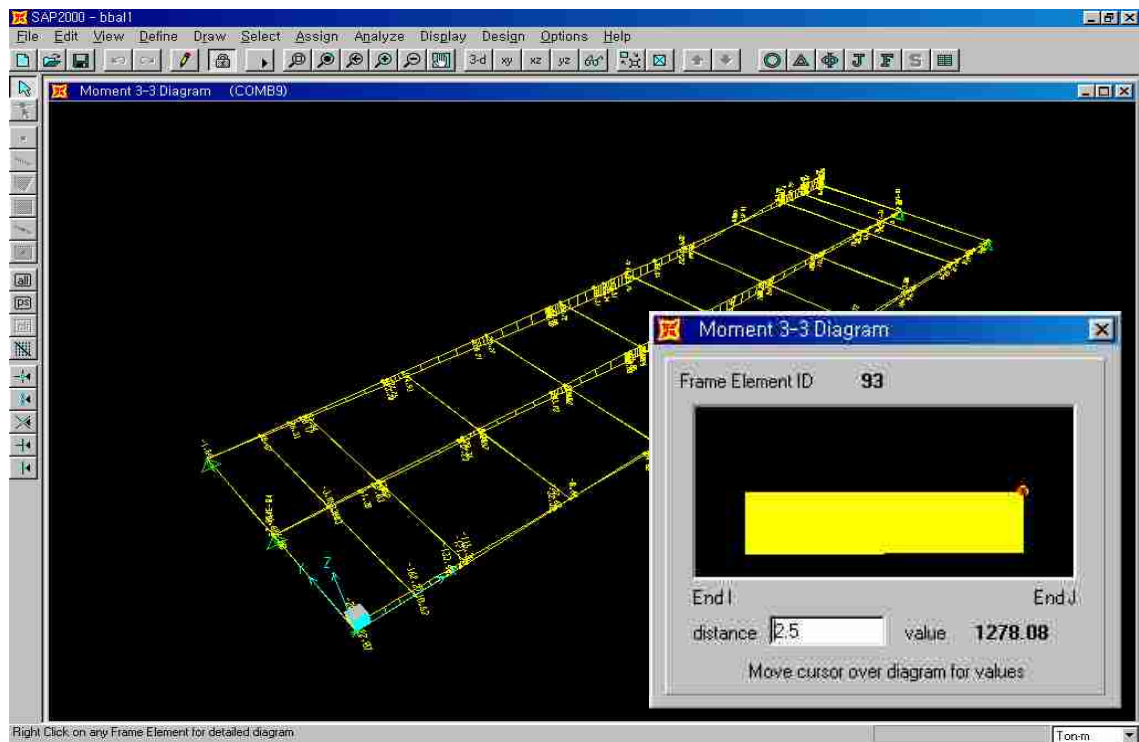
$$P_f = 2.4 \times (1 + i) = 2.4 \times 1.18 = 2.382 \text{ tonf}$$

$$P_r = 9.6 \times (1 + i) = 9.6 \times 1.18 = 11.138 \text{ tonf}$$

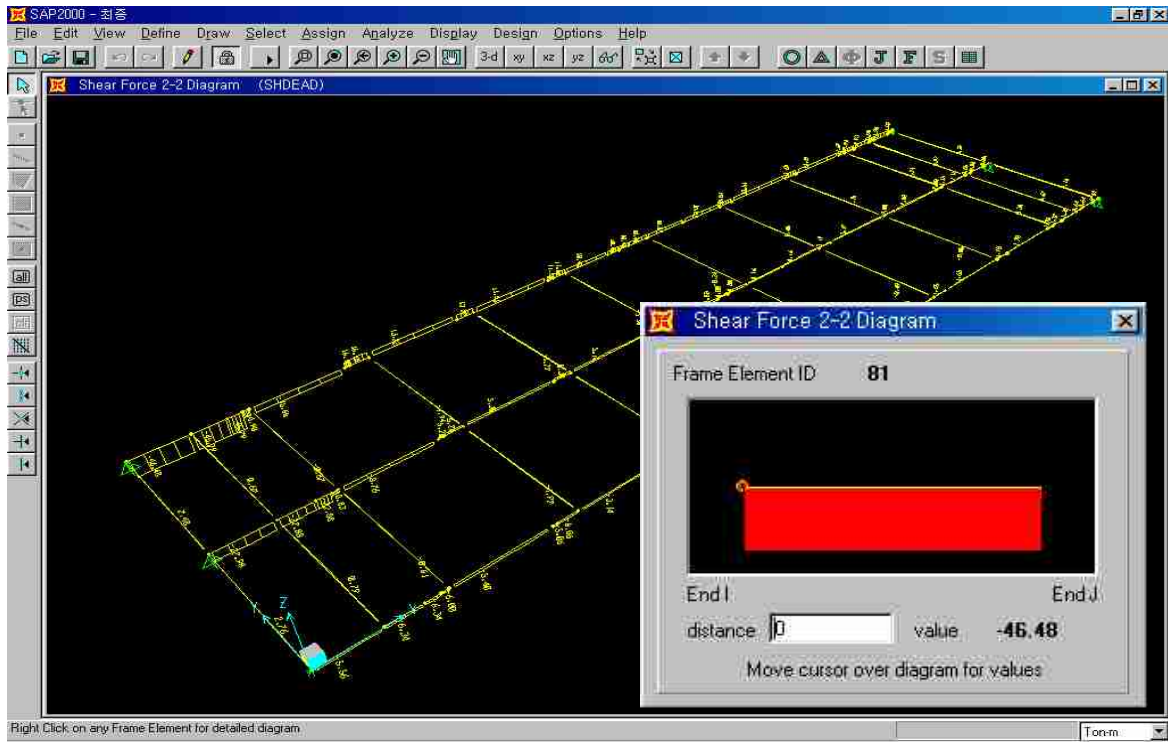
## 2) 활하중에 의한 모멘트도



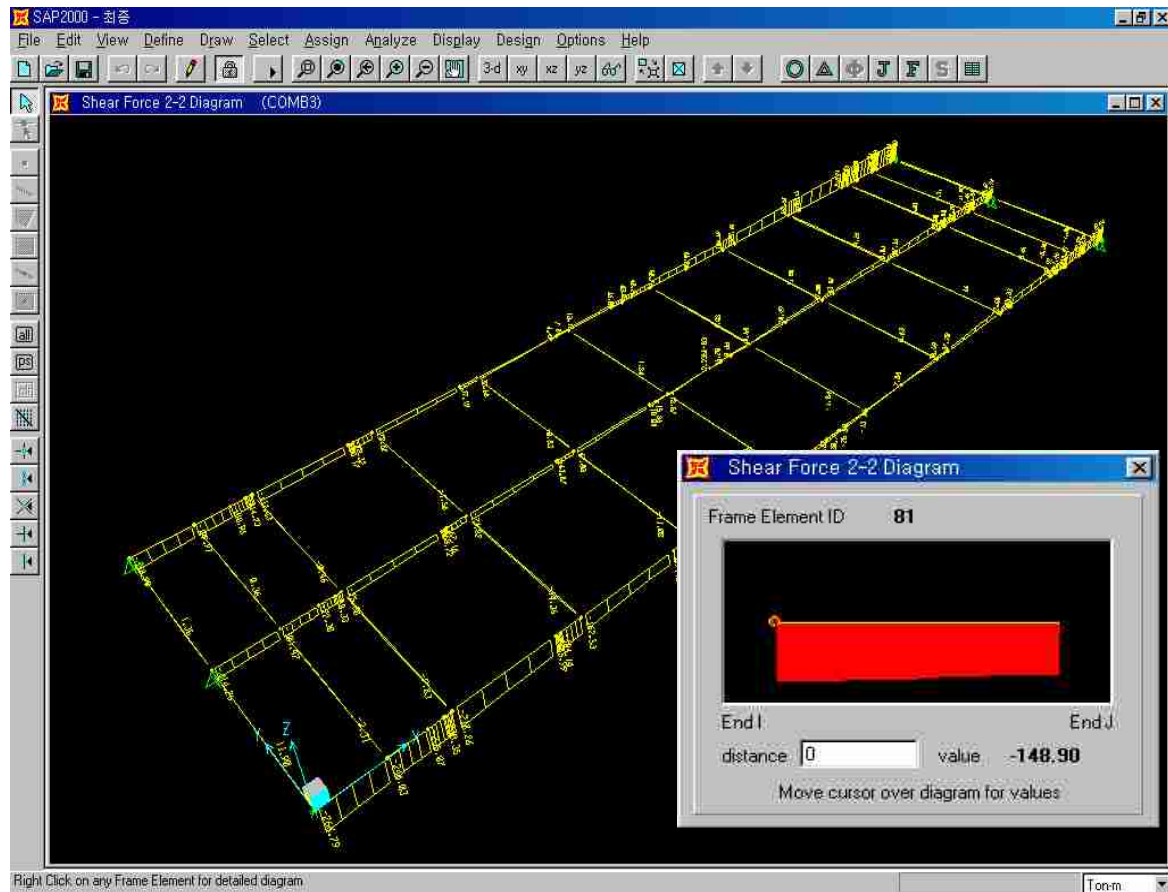
## 3) 사하중에 의한 휨모멘트도 (합성후)



4) 활하중에 의한 전단력도



5) 사하중에 의한 전단력도



▶ 휨모멘트

단위 : tonf · m

하중경우 부재	합 성 전		합성후
	사 하 중	사하중	
외측주형(G3)중앙	1278.08	377.17	1655.25

▶ 전단력

단위 : tonf · m

하중경우 부재	합 성 전		합 성 후
	사 하 중	사하중	
외측주형(G3)단부	148.90	46.48	195.38

5)사하중+활하중 합성에 의한 응력

상연

$$\sigma = \frac{M_{D+i}}{I} \times Y_t = \frac{1655.25 \times 10^5}{19002676} \times 44.28 = 385.68 \text{ kgf/cm}^2$$

하연

$$\sigma = \frac{M_{D+i}}{I} \times -Y_b = \frac{1655.25 \times 10^5}{19002676} \times -160.52 = 1398.16 \text{ kgf/cm}^2$$

지점부 전단응력

$$\tau = \frac{V \cdot Q}{I \cdot t} = \frac{195380 \times 145752}{15625961 \times 4} = 455.604 \text{ kgf/cm}^2$$

6)허용응력설계법에 의한 검토 결과

구분	Concrete		비 고
	작용응력 (kgf/cm <sup>2</sup> )	허용응력 (kgf/cm <sup>2</sup> )	
스틸박스 상연	385.68	1900	O.K
스틸박스 하연	1398.16	1900	O.K
전단력	455.604	1100	O.K

## 6.1.4 SLAB 구조해석

### 1) 바닥판의 최소두께검토

$$- \text{설계지간} : L = 2.075\text{m}$$

$$- t_{\min} = 3L + 13 = 3 \times 2.075 + 13 = 19.2\text{cm}$$

$$t_c = 25.0\text{cm} > t_{\min} = 19.2\text{cm} \text{ O.K}$$

### 2) 사하중 모멘트

$$W_d = 0.53 \times 2.3 + 0.25 \times 2.5 = 0.740 \text{ tonf/m}$$

$$M_w = W_d \times L^2 / 10 = 0.74 \times 2.075^2 / 10 = 0.319 \text{ tonf}\cdot\text{m}$$

### 3) 활 하 중 모 멘 트

$$i = 15 / (40 + L) = 15 / (40 + 2.075) = 0.357 \geq 0.30$$

$$i = 0.30$$

$$M_L = L + 0.6 / 9.6 * (P24)$$

$$= ((2.075 + 0.6) / 9.6) * 9.6 * (1 + 0.3) = 3.478 \text{ tf}\cdot\text{m}$$

3개 이상의 지점을 가진 연속바닥판일 경우는 위의 값의 80%로 한다.--

-- 도시 P190

$$M_L = 3.478 * 0.8 = 2.782 \text{ tf}\cdot\text{m}$$

### 4) 설계 모멘트

$$M_u = 1.3M_d + 2.15M_L$$

$$= 1.3 \times 0.319 + 2.15 \times 2.782 = 6.396 \text{ tf}\cdot\text{m}$$

$$\phi M_n :$$

단면폭 = 100.0 cm

단면높이=20.0 cm

강도감소계수:0.85

$M_u=6.396 \text{ tf}\cdot\text{m}$

필요철근량  $A_s=9.83\text{cm}^2$        $a = \frac{A_s \cdot \sigma_y}{0.85\sigma_{ck} \cdot b} = \frac{9.83 \times 4000}{0.85 \times 270 \times 100} = 1.71\text{cm}$

사용철근량  $A_s = \text{H16@125} = 15.88\text{cm}^2$

$$\begin{aligned}\phi M_n &= \phi \cdot \sigma_y \cdot A_s \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right) \\ &= 0.85 \times 4000 \times 15.888 \times \left(15 - \frac{1.71}{2}\right) \\ &= 10.056 \text{ tf} \cdot \text{m}\end{aligned}$$

If  $\phi M_n > M_u \dots\dots\dots 10.056\text{t} \cdot \text{m} > 6.396\text{t} \cdot \text{m} \dots\dots\dots O.K$



# 제 7 장 내하력 평가

---

7.1 개 요

7.2 내하력 평가기법

7.3 내하력 평가

7.4 내하력 평가결과

# 제 7 장 내 하 력 평 가

## 7.1 개 요

구조물이 현재 보유하고 있는 실내하력 및 안전도를 추정하기 위한 내하력 평가는 유지관리 체계의 핵심이 되는 중요한 분야로서 그 분석 및 평가기법의 합리성과 결과의 신뢰도가 중요한 문제로 대두된다.

본 보고서에서는 허용응력법, 강도설계법등을 적용하여 구조물의 내하력 평가를 실시하였으며, 내하력 평가를 위한 구조해석은 6장에서 도출된 해석결과와 5장에 제시된 재하시험을 통한 정·동적 실측자료를 토대로 내하력 평가를 수행하였다.

## 7.2 내하력 평가기법

### 7.2.1 허용응력법

허용응력법에 의한 교량부재의 내하율 산정시에 하중조합으로는  $D+L(1.0+i)$ 를 사용하므로 하중계수는 각각 1.0 이 된다.

$$\blacksquare \text{ 내 하 율 } (RF) = \frac{\sigma_a - \sigma_d}{\sigma_L(1 + i)}$$

여기서,  $\sigma_a$  = 실측허용응력

$\sigma_d$  = 실측 고정하중에 의한 응력

$\sigma_L$  = 설계활하중(도로교의 경우 DB 또는 DL하중)에 의한 응력

$i$  = 충격계수로서 재하시험으로부터 실측한 최대충격계수

$$K_s = \frac{\delta_{\text{계산}}}{\delta_{\text{실측}}}$$

## 7.2.2 강도설계법

강도설계법에 의한 교량부재의 내하율 산정시 하중조합으로는 1.3D + 2.15L (1.0+i)를 사용하므로 하중계수는 각각 1.3, 2.15가 된다.

$$\blacksquare \text{ 내 하 율 (RF)} = \frac{\phi M_n - \gamma_d M_d}{\gamma_L M_L (1+i)}$$

여기서,  $\phi M_n$  = 극한저항모멘트 (철근콘크리트 구조물의 휨부재  $\phi=0.85$ )

$M_d$  = 실측 고정하중 모멘트

$M_L$  = 설계활하중(도로교의 경우 DB 또는 DL하중)에 의한 모멘트

$\gamma_L$  = 활하중계수 = 2.15

$\gamma_d$  = 사하중계수 = 1.30

$i$  = 충격계수로서 재하시험으로부터 실측한 최대충격계수

$$\blacksquare \text{ 공용내하력 (} P_n \text{)} = K_s \times RF \times P_r$$

## 7.3 내하력평가

### 7.3.1 외측거더 (G3)

1) 허용응력 설계법

■ 휨 내하율 산정식

$$(RF) = \frac{\sigma_a - \sigma_d}{\sigma_L (1+i)} = \frac{\sigma_a - \sigma_d}{\sigma_L (1+i)}$$

$$K = \frac{\delta_{\text{계산}}}{\delta_{\text{실측}}} = \frac{1}{1.06} = 0.943$$

$$i=0.289$$

구 분	$\sigma_a$	$\sigma_d$	$\sigma_{a(L+i)}$	$K$	$RF$	공용내하력( $P_n$ )
중앙부	1900	1079	410.58	0.943	2.0	DB24×1.88 = DB-45

### 7.3.2 슬래브

■ 내 하 율 ( $RF$ ) = 
$$\frac{\phi M_n - \gamma_d M_d}{\gamma_L M_L (1+i)}$$

여기서,  $\phi M_n$  = 극한저항모멘트 (철근콘크리트 구조물의 휨부재  $\phi=0.85$ )

$M_d$  = 실측 고정하중 모멘트

$M_L$  = 설계활하중(도로교의 경우 DB 또는 DL하중)에 의한 모멘트

$\gamma_L$  = 활하중계수 = 2.15

$\gamma_d$  = 사하중계수 = 1.30

$i$  = 실측 최대 충격계수

■ 공용내하력 ( $P_n$ ) =  $K_s \times RF \times P_r$

■ 공칭모멘트 :  $\phi M_n = 10.056 \text{ tonf}\cdot\text{m}$

■ 공용내하력 산정

구 분	$M_d$	$M_l$	$K$	$i$	$RF$	공용내하력( $P_n$ )
중 양 부	0.319	2.782	0.943	0.289	1.25	DB24×1.178 = DB-28.29

## 7.4 내하력평가 결과

허용응력설계법과 강도설계법을 통한 내하력평가 결과, 빨래골교의 내하력은 스틸박스 주형 DB-45, 슬래브 DB-28.89 로서 설계 내하력 DB-24 이상을 확보하고 있는 것으로 평가 되었다.

# 제 8 장 보수·보강안 및 유지관리방안

---

8.1 구조물의 보수·보강방안

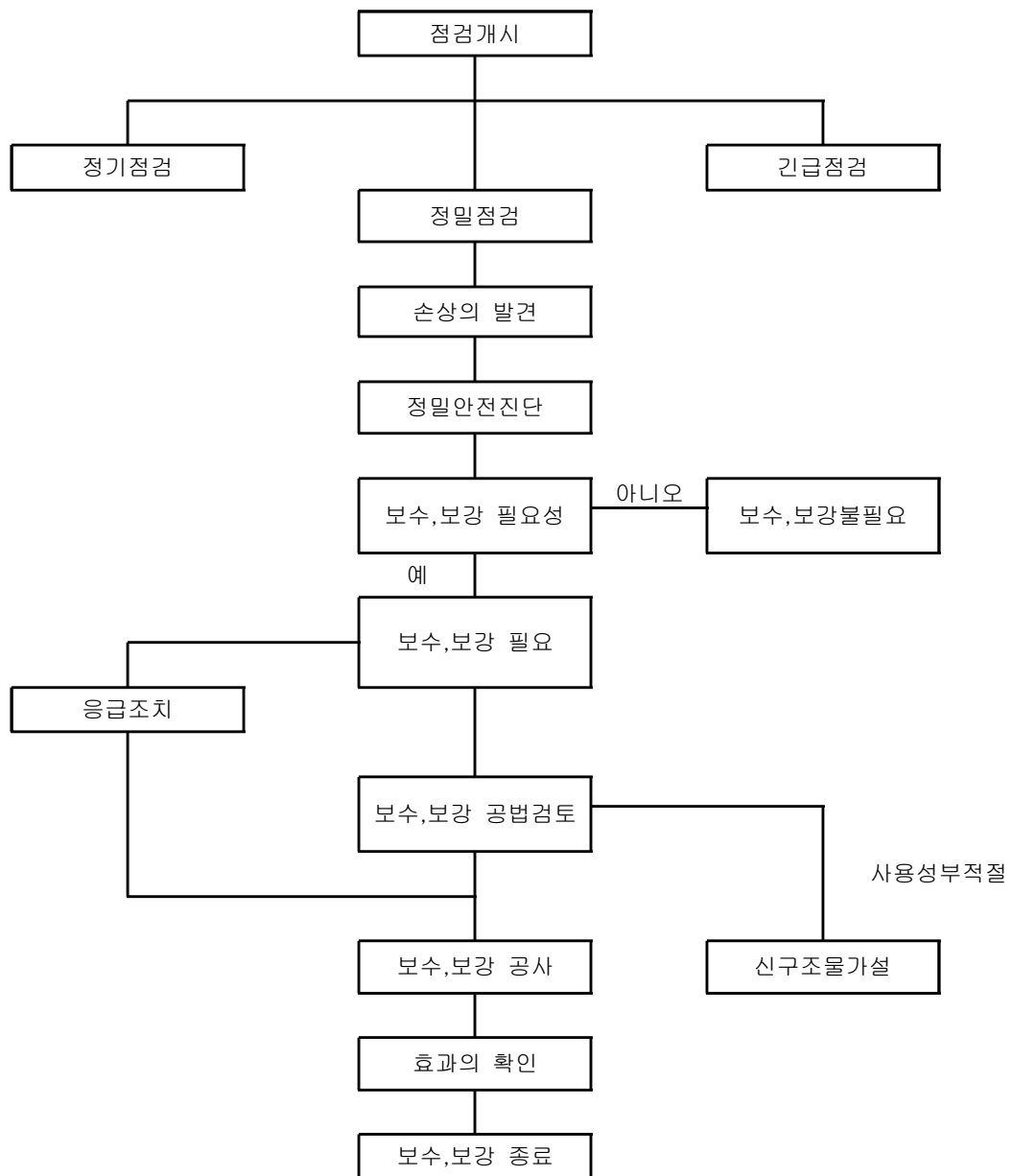
8.2 대상구조물의 보수·보강 공법

8.3 유지관리 방안

# 제8장 보수·보강 및 유지관리방안

## 8.1 보수·보강 방안

일반적으로 구조물의 보수·보강은 【그림 8-1】 과 같은 절차에 따라 수행되며, 본 과업에서는 시공성 및 경제성을 바탕으로 빨래골교의 안전성, 사용성, 내구성을 유지하기 위한 합리적인 보수·보강 방안을 결정하였다.



【표8-1】 구조물의 보수·보강 흐름도

### 8.1.1 손상현황 및 손상원인

빨래골교의 외관조사, 비파괴조사 등을 통하여 나타난 부위별 손상현황과 손상발생 원인은 다음과 같다.

부 재	손상현황	손상원인	대표 등급
교면포장	-양호	-	A
신축이음	-EXP.2 조인트 누수 -EXP 2. 조인트 단차	- 시공불량 -시공 불량	C
난간 및 연석	-양호	-	A
배수시설	-양호	-	A
슬래브 하면	-일부 0.1mm이하균열 -일부 재료분리 발생	- 시공초기 건조수축에 의한 균열 - 시공시 콘크리트 타설불량	A
스틸박스 주형	-박스 내부로의 빗물유입	- EXP JOINT 2 누수로 인한 빗물유입	A
교좌장치	-양호	-	A
교대	-일부 0.1-0.3mm 균열	- 시공초기 건조수축에 의한 균열	A
*가로등 및 방음벽 파손 각 1개소			



## 8.2 대상 구조물의 보수·보강안

### 8.2.1 보수·보강안

부 재	손상현황	보수·보강안 및 하자유무		단 기	중 기	장 기	대표 등급
		보수·보강 방안	하자유무				
교면포장	-양호	-	-				A
신축이음	-EXP.2 조인트 누수 -EXP.2 조인트 단차	-신축이음 장치교체 -부분재포장	하자	○			C
난간 및 연석	-양호	-	-				A
배수시설	-양호	-	-				A
슬래브 하면	-일부 0.1mm이하균열 -일부 재료분리 발생	- 표면처리 공법 - 단면보수 공법	하자	○			A
스틸박스 주형	-박스 내부로의 빗물유입	-	-				A
교좌장치	-양호	-	-				A
교대	-일부 0.1-0.3mm 균열	- 표면처리 공법 - 주입공법(0.3mm이상)	하자	○			A
*가로등 방음벽 파손 각 1개소 교체							

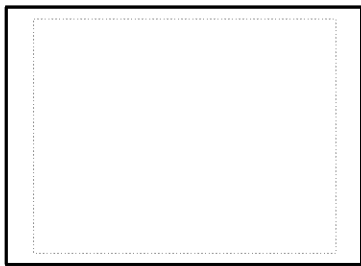
## 8.3 대상 구조물의 보수·보강 공법

### 8.3.1. 균열(0.3mm 미만 보수 방안)

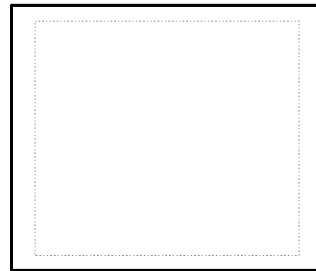
#### 1) 표면처리 공법

(1) 적용 범위 : 미세한 균열 (0.3mm미만) 부위에 도막을 형성하여 방수성, 내구성을 향상시키기 위해 실시

#### (2) 개요도



- 일반적인 표면처리공법



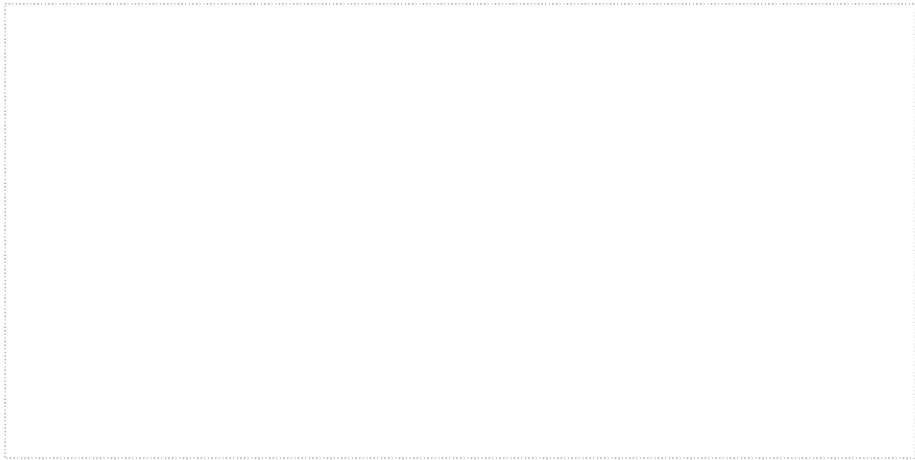
- 균열 폭의 변동이 큰 표면처리공법

【그림 6-1】 표면 처리 공법

#### (3) 시공순서

- 균열이 생긴 Con'c 표면을 Wire Brush등으로 거칠게 처리
- 표면의 부착물을 물세척에 의한 청소 후 충분한 건조처리
- Con'c 표면의 기공등을 Putty의 수지로 정밀 충전처리
- 적절한 피복제(수지계, 시멘트계)로 균열부분 피복처리

### 8.3.2 균열(0.3mm이상) 보수 방안

공 법	주입 공법
적용 범위	- 균열 폭이 비교적 크고(0.3mm 이상) 균열 내부에 수지계 혹은 시멘트계의 재료를 주입시켜 방수성,내구성을 향상시키기 위해 실시
개요도	
시공순서	<ol style="list-style-type: none"> <li>① 균열부위 청소</li> <li>② 주입용 파이프 설치</li> <li>③ 균열면 Sealing</li> <li>④ 주입파이프 제거</li> <li>⑤ Sealing제 철거</li> <li>⑥ 표면 마무리</li> </ol>

### 8.3.3 재료분리 및 백태 보수 방안

공 법	백태 보수 공법
적용 범위	- 철근의 상태는 양호하며 피복두께내 콘크리트 표면의 백태 및 열화된 부위를 보수하기 위해 실시
개요도	<div style="text-align: center;"> <h4>백태보수공법</h4> <p>● 백회 및 백태부분 표면처리</p> <p>● 고압세척기로 표면세척</p> <p>● 프라이머 도포</p> <p>● 표면보수 시멘트 시공</p> </div>
시공순서	<ol style="list-style-type: none"> <li>① 기존 콘크리트 표면을 보수재료와 맞물림에 필요한 거친단면으로 하기 위해 표면 처리를 실시.</li> <li>② 고압세척기로 표면세척.</li> <li>③ 보수재료를 타설하기 전에 표면을 검사하고 이물질이 없는지 확인.</li> <li>④ 바탕 콘크리트에 적절한 수분을 공급</li> <li>⑤ 접착 프라이머 도포</li> <li>⑥ 폴리머 몰탈계 보수재료를 접착면에 신구의 재료가 밀착하도록 타설.</li> </ol>

### 8.3.4 Transflex joint 누수 보수 방안

공 법	Transflex joint 누수 보수 방안
적용 범위	-본체와 Transflex 사이에 씰런트 불량으로 인한 누수
개요도	<div data-bbox="403 488 1332 945" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="794 952 954 987">본체 개요도</p> <div data-bbox="403 996 1279 1451" data-label="Diagram"> </div> <p data-bbox="794 1460 954 1496">시공 개요도</p>
시공순서	-하자물량 전면 교체

## 8.4 유지관리 방안

### 8.4.1 개요

유지관리란 완공된 시설물의 기능을 보전하고 이용자의 편의성과 안전성을 도모하기 위하여 시설물을 일상적으로 점검, 정비하고 손상된 부분을 원상 복구하여 경과시간에 따라 요구되는 시설물의 보수보강에 필요한 활동을 하는 것을 말한다.

특히 교량의 유지관리 필요성은 차량의 대형화와 중량화 및 통행량의 증가에 따른 구조물의 피로와 파손, 가혹한 기상작용과 염화칼슘에 의한 부식의 진행, 시설물의 개량과 추가시설에 의해 도로기능의 저하와 경제활동 및 국민생활에 중대한 영향을 초래하므로 간과할 수 없는 관리업무라 할 수 있다

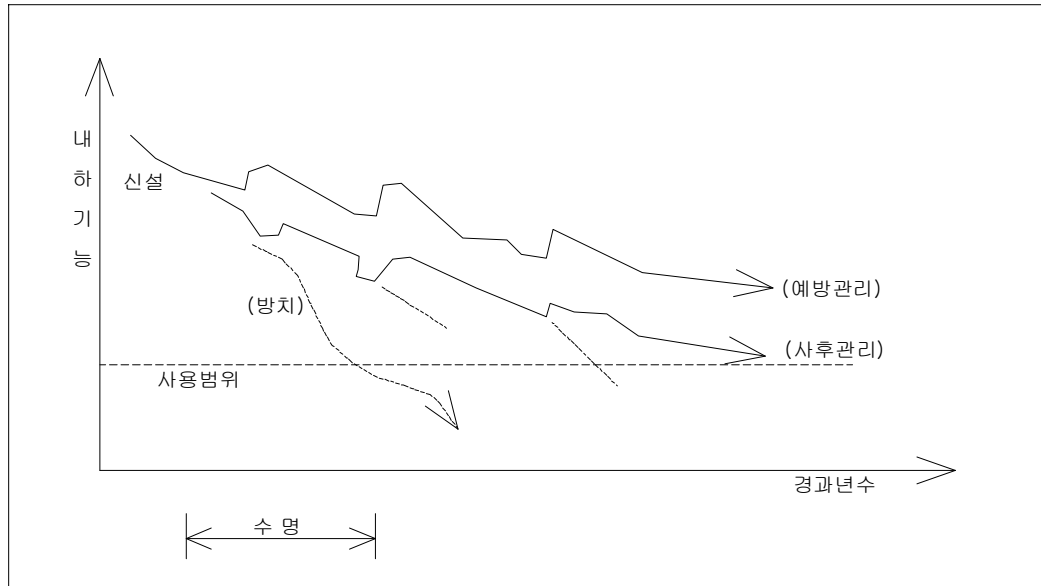
따라서 유지관리는 정기적인 점검을 통하여 손상상태, 설계 및 시공기록 외적조건 등을 폭넓게 조사하고 손상요인을 파악하여 보수·보강하는 체계가 구축되어야 한다

#### 8.4.1.1 유지관리의 종류

유지관리(Maintenance)는 사후 유지관리(Breakdown Maintenance)와 예방 유지관리(Preventive Maintenance)가 있다. 사후 유지관리는 문제가 발생된 후 보수 또는 보강하는 방식이고, 예방 유지관리는 문제발생의 징후 또는 그 원인을 사전에 발견해 적절한 조치를 취함으로써 문제발생을 예방하는 방식이다. 과거에는 보통 사후 유지관리가 대부분이었으나, 오늘날은 진단기술 및 장비가 발달되어 예방 유지관리를 지향하고 있다. 교량은 옥외에 설치된 경우가 대부분이고, 장기간에 걸쳐 내하성, 내후성, 내구성, 내진성 등의 기능이 확보해야 하므로 손상 초기 단계에서 조치를 취하는 예방 유지관리 방식이 보다 경제적이고, 또 교통의 안전성을 확보하기 위해서도 필요하다고 판단된다. 교량은 건설된 후 시간경과에 따라 성능이 저하되는데 【그림 8-1】은 내하기능의 시간경과에 따

큰 변화추이 및 유지관리 단계에 따른 교량의 수명 연장을 개념적으로 보여 주는 것이다.

교량은 일반적으로 시간경과에 따라 노후화(성능저하)가 진행되지만, 이외에도 설계, 시공시의 불량에 의한 결함, 외력, 환경변화 등에 의한 손상이 추가되면 기능저하가 가속된다. 이 경우 대응방법으로 다음 3가지를 고려할 수 있다.



【그림 8-1】 교량의 시간경과에 따른 내하성능 저하

- 1) 방치하는 방법 : 손상을 방치하면 기능저하에 의한 손상이 더욱 진행되고, 또는 다른 손상을 유발시키는 등 기능저하가 가속되어 결국 공용기능을 상실한다.
- 2) 손상진행 후에 보수하는 방법 : 손상이 경미하게 진행한 시점에 보수하여 기능회복을 도모하면 내용년수를 연장 할 수 있지만, 손상의 진행이 현저하면 기능회복이 어렵게 되고 기능회복 비용이 커진다.
- 3) 손상초기에 조치를 취하는 방법 : 손상의 초기단계에 조치를 취하면 비교적 적은 비용으로 간단히 기능을 회복할 수 있고, 교량은 항상 건전한 상태를 유지하고, 내용년수를 연장할 수 있다.

#### 8.4.1.2 유지관리 업무

유지관리의 점검 및 진단업무는 정기점검(반기 1회 이상), 정밀점검, 긴급점검, 정밀안전진단을 의미하며 유지관리 담당자는 점검에 따른 이상 및 결함 등 손상이 발생되었을 경우 발생부위와 그 손상도에 따라 상태등급을 이용하여 판정한다. 그리고 판정결과에 따라 진단의 필요성 판단, 시설물의 수명연장을 위한 적절한 보수·보강 대책 등을 수립하여야 한다.

#### 8.4.1.3 유지관리를 위한 점검의 종류

##### 1) 정기점검 (반기 1회 이상)

정기점검은 순찰과 유사한 성격의 점검으로 공용층의 모든 교량의 상태파악을 위해 시행하는 점검이다.

정기점검은 육안 및 망원경, 거울 등의 보조기구를 사용하여 점검자가 도보로 접근 가능한 교량의 상부와 하부의 전반적인 외관상태를 관찰하는 수준이다.

손상상태 평가는 교량의 전반적인 외관상태에 국한하며 외형상 확연히 나타나는 손상 및 결함상태는 특기사항에 기입한다.

##### 2) 정밀점검 (2년에 1회 이상)

정밀점검은 교량의 물리적, 기능적 상태를 판단하고 이전상태로부터의 변화를 확인하며 현재의 사용조건을 만족시키고 있는지 확인하기 위한 점검으로서 육안검사와 정기점검에 사용되는 보조기구 외에 카메라, 반발경도 측정기, 균열자, 줄자 등의 간단한 측정기구를 사용하고 작업대, 점검통로, 점검차를 사용하여 정기점검시 접근이 불가능한 부위까지 점검한다.

정밀점검 결과는 사진 및 유지관리 혹은 보수 그리고 필요한 경우 정밀안전진단 계획에 관한 사항과 함께 보관하여야 한다. 구조상태 및 외력의 조건이 변화되어 안전성 평가에 영향을 주는 경우에는 필요한 구조해석 및 구조계산을 다시 하여 보관.



### 3) 긴급점검 (필요시)

#### (1) 손상점검

손상점검은 비계획적인 점검으로서 재해나 사고에 의해 비롯된 구조적 손상을 평가하는 것이다. 점검의 범위는 긴급한 사용제한이나 사용금지의 필요성이 있는지의 판단과 보수를 수행하는데 있어 필요한 작업량의 정도를 결정할 수 있어야 한다.

#### (2) 특별점검

관리주체가 판단하여 행하는 정기점검의 수준이다. 이 점검은 기초침하 또는 세굴과 같은 결함이 의심되는 경우나 하중제한중인 시설물의 지속적인 사용여부를 판단하기 위한 점검으로서 점검시기는 결함의 심각성을 고려하여 결정한다.

### 4) 정밀안전진단 (필요시, 10년 경과된 1종 시설물은 5년에 1회 이상)

정밀안전진단을 위한 점검은 정밀점검 과정을 통해서도 쉽게 발견하지 못하는 결함부위를 발견하기 위하여 행해지는 정밀한 육안검사 및 검사측정 장비에 의한 측정을 포함하는 근접점검이다. 필요한 경우 교통통제를 하여야 하며 시설물하부 점검용 접근장비와 특수기술자가 필요하다.

결함의 유무 및 범위에 대한 확인이 필요한 때에는 비파괴 현장시험 및 재료시험을 병행하여야 한다. 육안검사 결과는 전체구조물의 표면에 대하여 도면에 기록하여야 하며, 구조물전체에 대한 조사결과 분석 및 상태평가가 포함되어야 한다.

정밀안전진단에서는 노후화 또는 손상정도에 따라 구조물의 성능이나 잔존수명을 평가하기 위한 안전성평가가 포함되어야 하고 안전경 평가를 위하여 필요한 조사나 시험을 실시할 수 있다.

정밀안전진단결과 보수,보강이 필요한 경우는 그 방법을 제시하여야 한다.

## 8.4.2 유지관리방안 제시

### 8.4.2.1 교량의 유지관리 항목

#### 1) 교면포장

교면포장은 바닥판 상면에 위치하여 차량으로부터 진동을 흡수·분산시키고 외부의 불리한 환경조건에 대해서 바닥판을 보호하는 역할을 하나 직접 운하중과 접촉하여 결함발생 빈도가 높으며 국부적인 포장의 결함이 나타나므로 다음사항을 점검관리하여야 한다.

점 검 부 위	점 검 항 목
공통	· 노면잡물 · 포트홀(Pot hole) · 소성변형 · 종방향 단차 · 균열
신축이음 전후, 구조물 경계부	· 단차, 침하
미끄럼 방지포장	· 마모
배수구 주변	· 물고임

#### 2) 배수시설

교면의 물고임에 따른 차량 사고방지 및 물유입에 따른 부식방지를 위해 일정한 곳으로 물을 배출하기 위한 시설로 배수시설이 불량하여 교면에 물이 고여 있을 경우 주행차량에 큰 지장을 주고 겨울철에는 빙판을 이루어 교통사고의 원인이 될 수 있으므로 다음 사항을 점검 관리 하여야 한다.

점 검 부 위	점 검 항 목
배수구(유입구) : 그레이팅(격자판)	· 그레이팅 파손, 누락, 오물퇴적, 막힘 · 유입구 설치높이, 배수구 설치간격
배수관	· 관의 연결부 어긋남, 파손 · 이물질에 의한 막힘 · 배수관 길이 부족(짧음)

### 3)난간,보도 및 연석

난간은 보행자, 자전거 및 자동차의 차도이탈 방지, 사고시 완충작용 등의 기능을 하며 연석은 보차도의 경계부나 교량의 폭방향 최외측 단부에 자동차의 시선유도 및 자동차의 이탈방지를 위해서 설치하는 구조물이므로 다음사항을 점검관리하여야 한다.

점 검 부 위		점 검 항 목
난간	강재(알루미늄 포함)	· 도장 손상 및 부식 · 파손 · 전체적인 선형
	철근콘크리트(방호벽)	· 균열, 박리, 파손 · 철근노출
보도		· 신축이음 접촉부 부스러짐(파손) · 표면 부스러짐(동결융해)
연석	강재	· 도장 손상, 부식 · 파손 · 연속교의 경우 받침부 상단 용접부 균열
	화강암, 철근콘크리트	· 박리, 박락, 철근노출· 파손

### 4)신축이음

바닥판의 연결부에 설치되며 교량의 온도변화로 인한 신축, 콘크리트의 재령에 따른 크리프와 건조수축, 활하중에 의한 처짐 등 상부구조의 이동과 회전을 원활하게 수용하고 단부의 변위에 대해 주행성에 지장이 없도록 설치한 장치이며, 교면수 및 오물의 교량하부 유입방지 기능도 한다.

점 검 부 위		점 검 항 목
본체	공통	· 충격음, 본체유동 및 파손 · 유간부족 및 유간과다, 유간 오물퇴적
	고무재	· 고무판 마모, 강판노출 및 부식
	강재	· 방수재(씰재) 파손 : 노면수 유입
후타재		· 교면포장, 뒷채움과의 단차 · 균열 및 파손

### 5)교량받침

상부구조에 작용하는 하중을 하부구조에 전달하기 위해 교량의 상·하부구조의 접점에 설치하는 부재로 다음사항을 점검 관리하여야 한다.

점 검 부 위		점 검 항 목
본체	공통	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 가동받침의 신축유간 부족</li> <li>· 가동받침 전후방의 가동장애 요소</li> <li>· 받침과 주형의 밀착상태</li> <li>· 수직보강재와 받침 편기상태</li> <li>· 받침 물고임 및 부식</li> </ul>
	강재받침	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 가동면 부식</li> <li>· 부속물 파손(부상방지장치 및 이동제한장치)</li> </ul>
	고무받침	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 고무재 부풀음 및 갈라짐</li> <li>· 고무판의 과도한 변형</li> </ul>
받침대		<ul style="list-style-type: none"> <li>· 앵커볼트 파손, 절단</li> <li>· 콘크리트 파손, 하부공동 및 침하</li> <li>· 교각두부 균열</li> </ul>

#### 6) 교대

상부구조물로부터의 하중을 기초에 전달하고, 교량에 접속되는 도로 성토재의 유실을 막아 교량 및 접속도로의 안전을 유지하는 구조물로서 다음사항을 점검 관리하여야 한다.

점 검 부 위	점 검 항 목
공통	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 교대 회전(기울음)</li> <li>· 박리, 파손, 철근노출, 백태(유리석회)</li> </ul>
두부(Copping)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 두부 물고임</li> <li>· 받침부 균열 및 파손</li> <li>· 두부와 흙벽 경계부 균열</li> <li>· 거더와 흙벽 신축유간 부족</li> </ul>
구체	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 수직균열 및 침하</li> <li>· 구체와 날개벽 분리</li> <li>· 구체부 배수구 막힘</li> <li>· 수면접촉부 침식</li> <li>· 시공이음부 균열</li> <li>· 이동 또는 기울음</li> <li>· 수면접촉부 침식</li> </ul>
날개벽(옹벽 포함)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 날개벽 이동, 전도</li> <li>· 석축이 있는 경우 사면붕괴</li> </ul>

# 제 9 장 종합 결론

---

1. 외관조사 결과
2. 콘크리트 내구성조사 결과
3. 내하력 평가 결과
4. 종합 결론

## 제 9 장 종합 결론

본 과업 대상 구조물인 빨래골교의 노후상태, 성능저하상태, 공용내하력등을 외관조사, 비파괴시험, 재하시험 및 구조검토를 통하여 종합평가한 결과는 다음과 같다.

### 1. 외관조사 결과

빨래골교의 외관조사 결과 슬래브의 건조수축에 의한 미세 균열 및, 교대 흥벽의 건조수축균열, EXP2 부분의 SEALANT 씰링 불량으로 인한 노면수가 스틸박스 내부로 유입되고 있으며 전체적으로 교량은 양호하다.

### 2. 콘크리트 내구성조사 결과

#### 2.1 콘크리트 비파괴 강도 시험

콘크리트의 압축강도는 부재별로 반발경도 + 초음파 탐사법에 의한 강도를 산정하였으며, 그 결과는 교대, 슬래브, 주형은 대부분 설계기준강도인 교대  $240\text{kgf/cm}^2$  슬래브  $270\text{kgf/cm}^2$ 을 상회하여 강도상에는 문제는 없는 것으로 판단된다.

#### 2.2 콘크리트 철근 탐사 시험

Rc-rader를 이용한 철근 탐사결과 도면과 일치되는 것으로 나타났다.

#### 2.3 도막 두께 측정

설계기준인  $255\mu\text{m}$ 를 상회하는 것으로 나타났다.

#### 2.4 용접 육안 검사

-용접육안 검사 결과 대체적으로 양호한 것으로 조사 되었다.

### 3. 내하력 평가 결과

내하력 평가 결과 설계하중인 DB-24 이상의 내하력을 확보하고 있는 것으로 평가 되

었다.

#### 4. 종합 결론

빨래골교의 외관조사 결과 EXP-JOINT 의 누수로 인한 스틸박스 내부로의 노면수가 유입되고 있으므로 겨울철 염화칼슘 포설로 인한 스틸박스의 부식이 우려되므로 조인트의 보수가 요구되며, 내하력은 재하시험 및 구조해석 결과 DB-24 이상의 하중을 확보하고 있는 것으로 평가 되었으며 교량 전체등급은 A등급으로 판정한다.