



화계천복개등 7개시설물
정밀점검 보고서

(화계천복개)

2012. 09



북 부 도 로 사 업 소

화계천복개등 7개시설물

정밀점검 보고서

[화계천복개]

2012. 09



북 부 도 로 사 업 소

제 출 문

서울특별시장 귀중

귀 시와 2012년 3월 28일 계약 체결한 『**화계천복개등 7개시설물 정밀점검 용역 (화계천복개)**』에 대한 과업을 성실히 수행하고 그 성과와 부속자료를 본 보고서에 수록하여 제출합니다.

2012년 09월

(재) 한국건설품질연구원
이사장 김 인 식 (인)

화계천복개 정밀점검 결과표

1. 기본현황

가. 일반현황					
용역명	화계천복개등 7개 시설물 정밀점검용역	점검기간	2012. 3. 28 ~ 2012. 09. 23		
관리주체명	서울시 북부도로사업소	대표자	북부도로사업소장		
용역사 (공동수급)	(재)한국건설품질연구원	계약방법	일반입찰		
시설물 구분	교량	종 류	복개구조물	종 별	1종
준공일	1970년	점검금액 (천원)	35,724	안전등급	B
시설물 위치	서울특별시 강북구 번1동 428~번1동 443	시설물 규모	총연장 1,140m 라멘: 349.0m, Box: 791.0m		
나. 점검 실시결과 현황					
중대결함	- 없음				
점검 주요결과	<ul style="list-style-type: none"> - 포장부 Joint 반사균열, 국부적 파손 발생 - 슬래브 및 벽체 균열, Joint 누수 및 백태 발생 - 피복두께 부족에 의한 철근노출, 바닥 및 벽체 침식, 각목 삽입, 국부적 파손 및 재료분리 발생 				
주요 보수·보강	<ul style="list-style-type: none"> - 포장부 Joint 반사균열 조인트 설치 및 파손부 절삭 후 재포장 - 콘크리트 균열부 표면보수 및 주입보수, 단면열화 및 결함부 단면보수 바닥침식 및 벽체 침식부 콘크리트 타설 및 현치 시공 				
다. 책임(참여)기술자 현황					
구분	성명	과업참여기간	기술등급		
사업책임	김동관	2012. 03. 28 ~ 2012. 09. 23 (180일)	특급		
조사분야책임	권상문	2012. 03. 28 ~ 2012. 09. 23 (180일)	특급		
분석분야책임	김성경	2012. 03. 28 ~ 2012. 09. 23 (180일)	특급		
참여기술자	이기태	2012. 09. 04 ~ 2012. 09. 23 (20일)	특급		
참여기술자	송상철	2012. 03. 28 ~ 2012. 09. 03 (160일)	고급		
참여기술자	서지수	2012. 03. 28 ~ 2012. 09. 23 (180일)	고급		
라. 참고사항					

2. 결과 요약

책임기술자 종합의견	
<ul style="list-style-type: none"> ◦ 주요손상은 포장 횡균열, 복개구조물 내부 슬래브 철근노출, 바닥 및 벽체 하단 침식, 국부적 파손, 재료분리 등으로서 일부 손상에 대해 보수가 필요한 상태임. ◦ 화계천복개의 상태평가결과 B로서 안전등급은 B등급으로 평가됨. (본 용역은 정밀점검으로 안전성평가를 실시하지 않아 상태평가 결과로 안전등급을 산정함) ◦ 화계천복개는 긴급보수를 요하는 손상은 없는 상태로서 발생된 손상에 대한 내구성 확보차원의 보수 실시 후, 지속적인 유지관리를 수행하면 구조물의 공용에 큰 문제가 없을 것으로 판단됨. 	
책임기술자 : 김 동 관 (서명)	

가. 정밀점검 외관조사 결과 기본사항

상태평가 결과 및 보수·보강			상태평가 결과 : B등급
결함발생 부재	상태평가 결과	결함종류	보수·보강(안)
포장부	b	- 아스콘 균열 - 아스콘 횡균열 - 국부적 파손	- 슐링보수 - 조인트 설치 - 절삭 후 재포장
라멘구간	b	- 0.3mm미만 균열 - 0.3mm이상 균열 - 철근노출 - 단면손상	- 표면처리 - 주입보수 - 단면보수+방청 - 단면보수
박스구간	b	- 0.3mm미만 균열 - 0.3mm이상 균열 - 철근노출 - 단면손상 - 바닥침식 및 철근노출 - 벽체 하단침식, 각목삽입	- 표면처리 - 주입보수 - 단면보수+방청 - 단면보수 - 치핑 후 콘크리트 타설 - 치핑 후 현치시공

나. 안전성평가 결과

구 분	해석방법	안전성평가 결과요약	안전율	안전성평가
-		본 용역은 정밀점검용역으로 외관조사 결과, 구조적인 결함은 없는 상태로 추가 선택과업인 안전성평가는 시행하지 않음		

다. 내진설계 반영여부

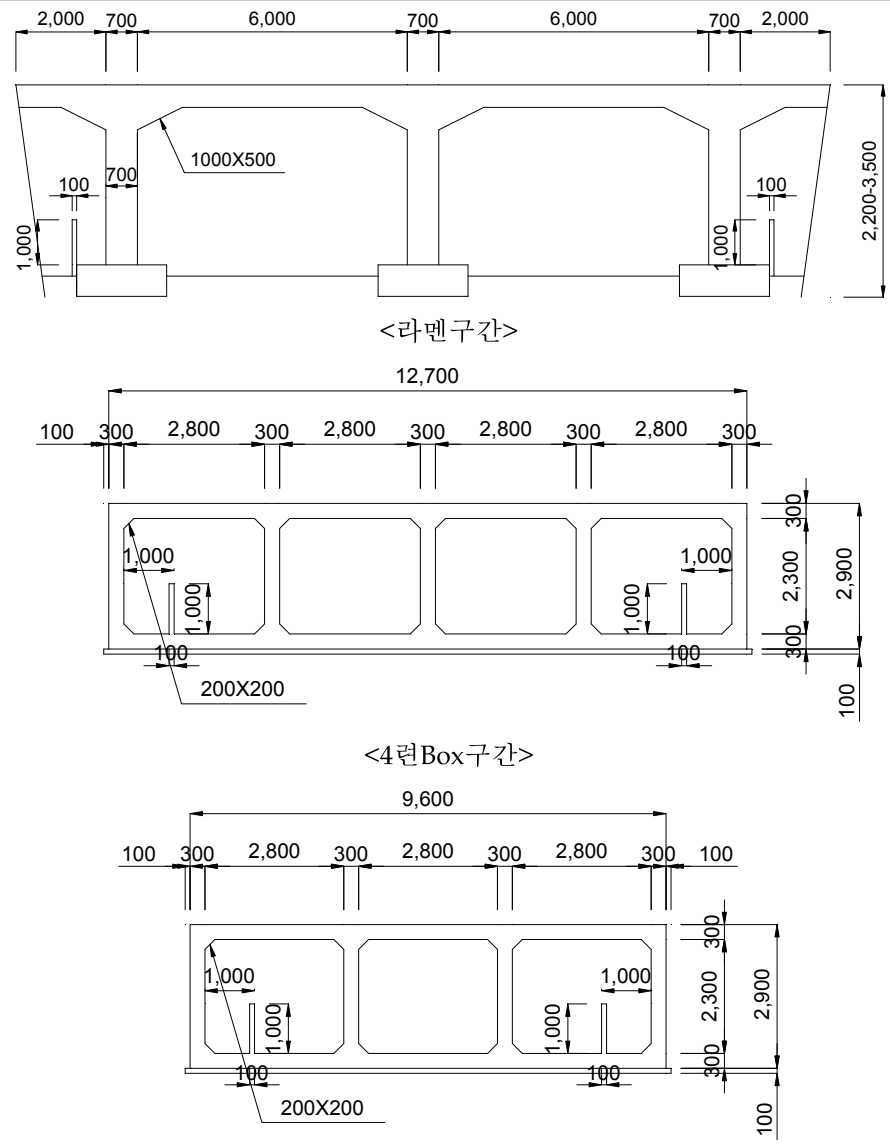
검토대상 부재	설계적용 여부	조사결과 요약
-	-	2010년 정밀안전진단시 내진안전성평가 수행한 결과 기능수행수준(70년 주기)의 내진성능평가에서 안전한 것으로 검토되었음

라. 현장시험 (비파괴 및 추가시험)

시험명	시험 부위	시험 결과		책임기술자 의견
콘크리트 강도조사 (평균강도:MPa)	라멘구간	23.4~26.3	설계기준강도 만족	측정값은 설계강도 이상으로 강도저하에 따른 문제는 없음
	Box구간	23.4~25.7		
탄산화시험 (탄산화깊이:mm)	라멘구간	1.4~15.1	철근 부식 우려 없음	탄산화 진행 정도는 경미한 것으로 분석됨
	Box구간	2.1~18.1		
염화물함유량 시험	라멘구간	0.079	시방허용치 0.3kg/m ³ 이내	염화물에 의한 철근부식 우려 없음
	Box구간	0.027~0.078		

화계천 복개 현황표

작성일 : 2012년 09월 23일

구 분	내 용	구 분	내 용
시설물명	화계천 복개	시설물번호	CS2004-0000086
준공년월일	1970년	관리번호	-
시설물위치	서울특별시 강북구 번1동 428~강북구 번1동 443		
설계하중	DB-18	노선명	화계사길
제원	연장	L=1,140m(라멘구간: 349.0m, 4런Box: 107.0m, 3런 Box: 684.0m)	
	폭	B=9.6~18.1m(라멘구간: 18.1m, Box구간: 9.6~12.7m)	
 <p style="text-align: center;"> <라멘구간> <4런Box구간> <3런Box구간> </p>			

참여 기술자 명단

구분	성명	직위	자격사항	참여기간	서명	
사업 책임기술자	김 동 관	부원장	특급기술자	12.03.28~12.09.23		
조사 및 시험 분야	책임기술자	권 상 문	이 사	토목품질시험기술사	12.03.28~12.09.23	
	참여기술자	이 기 태	부원장	토목시공기술사	12.09.04~12.09.23	
	참여기술자	송 상 철	과 장	토목기사	12.03.28~12.09.03	
분석 및 평가 분야	책임기술자	김 성 경	부 장	토목시공기술사	12.03.28~12.09.23	
	참여기술자	서 지 수	차 장	토목기사	12.03.28~12.09.23	

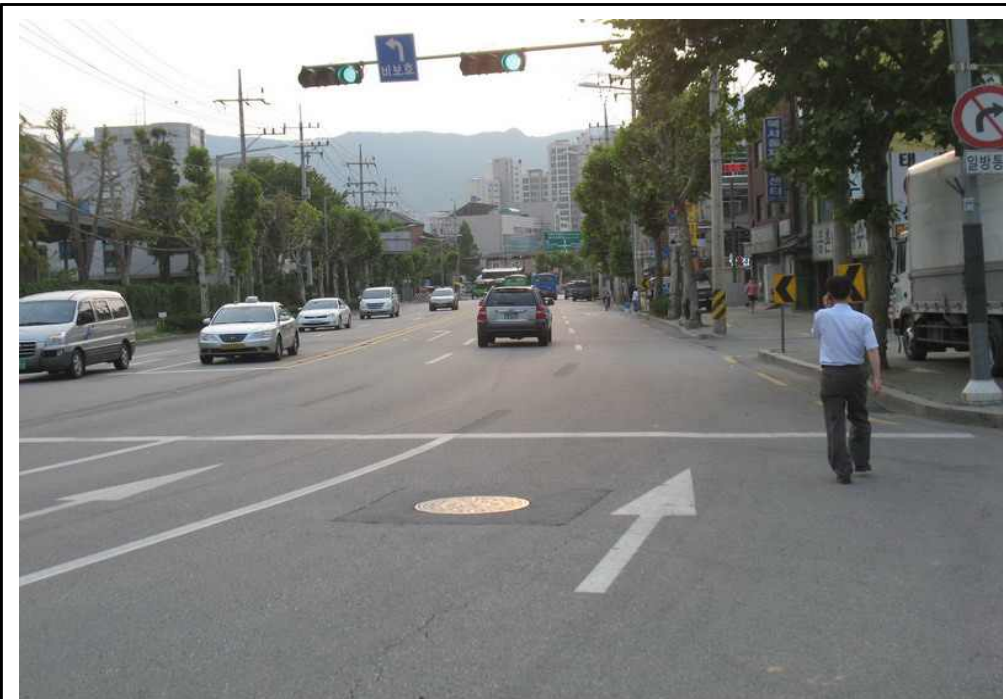
위 치 도



전경사진



라멘구간 전경



라멘구간 상부전경



4륜Box구간 전경



4륜Box구간 상부 전경



3륜Box구간 전경



3륜Box구간 상부전경

요 약 문

1. 과업의 목적

본 용역은 「시설물의 안전관리에 관한 특별법」에 따른 안전점검으로서 대상 시설물의 물리적·기능적 결함을 조사하고, 구조적 안전성 및 손상상태를 점검하여 재해를 예방하고 시설물의 효용을 증진시켜 공공의 안전을 확보하는데 그 목적이 있다.

2. 과업대상 시설물현황

시설물명	화계천 복개	준공년도	1970년
관리주체	서울특별시 북부도로사업소	시 공 자	삼동종합
소재지	서울특별시 강북구 번1동 428 ~강북구 번1동 443	설 계 자	-
노 선 명	화계사길	설계하중	DB-18
폭 원	B=9.6~18.1m(라멘구간: 18.1m, Box구간: 9.6~12.7m)		
연 장	L=1,140m(라멘구간: 349.0m, 4런Box: 107.0m, 3런 Box: 684.0m)		

3. 기 점검자료 분석

3.1 기 점검자료 분석

구분	점 검 기 관	등급	점 검 결 과
2010년 정밀안전진단	비엔티엔지니 어링(주)	B	외관조사 및 내구성 조사를 통한 구조물의 종합 안전등급은 “B 등급”으로 양호한 상태이며 하부슬래브 균열, 균열부 백태, 철근 노출, 누수, 벽체의 침식 등의 손상이 발생하였다. 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태이다. 본 대상시설물에 발생한 손상들로 인해 복개구조물의 안전성에는 영향이 없을 것으로 판단된다.

※ 금회 점검 추진방향을 선정하기 위해서 구조물의 최종상태를 확인할 수 있는 전차 점검보고서 자료만 분석하였으며 이전 자료는 점검이력 사항으로만 활용하였다.

3.2 수집자료 분석결과 점검방향 설정

화계천복개구조물의 기 점검 보고서를 검토한 결과 주요 손상으로 철근노출, 단면손상, 라멘구간 0.3mm이상 균열, 포장면 시공이음부 횡방향 균열 등으로 확인되었다.

금회 정밀점검시 중점조사 항목은 다음과 같다.

【표 1】 구간별 중점점검사항

구 분	2012년 정밀점검 추진방향
교면포장	<ul style="list-style-type: none"> · 아스콘 균열의 진행성 여부 확인 · Joint부 횡균열 진행성 및 주변부 파손 여부 확인 · 기존 균열부 주변으로 포장균열 확대 여부 확인
라멘구간	<ul style="list-style-type: none"> · 0.3mm이상 균열의 진행성 및 누수여부 확인 · 기존 철근노출부 주변 콘크리트 박락, 탈락 여부 · 기둥하단 침식부 추가 진행성 여부 확인 · 용역기간 중 실시한 보수부 상태확인
4련Box구간	<ul style="list-style-type: none"> · 벽체 하단 침식부 상태 확인 · 기존 단면손상부 주변 추가 손상발생 여부 확인 · 바닥침식부 상태 확인
3련Box구간	<ul style="list-style-type: none"> · 철근노출부 주변 콘크리트 박락 등 추가 손상여부 확인 · 바닥침식부 상태 확인 · 용역기간 중 실시한 보수부 상태 확인

4. 외관조사

4.1 외관조사 총괄표

부재명	손상내용	단위	손상물량	대책안
포장	포장면파손	m ³	2.22	절삭후 재포장
	아스콘 종균열	m	145.5	씰링보수
	아스콘 횡균열	m	92.0	조인트설치
라멘구간	0.3mm미만균열	m	214.7	표면처리보수
	0.3mm이상균열	m	7.0	주입보수
	철근노출	m ²	21.79	방청+단면보수
	단면손상	m ²	78.99	단면보수
	백태	m ²	11.46	표면처리보수
	침식	m ²	3.63	단면보수
	망상균열	m ²	507.72	주의관찰
4련구간	0.3mm미만균열	m	44.1	표면처리보수
	철근노출	m ²	13.18	방청+단면보수
	단면손상	m ²	6.32	단면보수
	백태	m ²	4.66	표면처리보수
	Joint백태 및 누수	m ²	5.9	표면처리, 물끊기
	바닥침식	m ²	303	콘크리트타설
	벽체침식	m ²	17.04	헌치시공
	바닥철근노출	m ²	4.5	콘크리트타설
	토사퇴적	m ²	342.4	준설
	벽체하단 목재삽입	m	311.2	제거,헌치시공
	망상균열	m ²	215	주의관찰
3련구간	0.3mm미만 균열	m	405.6	표면처리보수
	0.3mm이상 균열	m	10.2	주입보수
	철근노출	m ²	72.09	방청+단면보수
	단면손상	m ³	50.07	단면보수
	백태	m ²	34.85	표면처리보수
	Joint백태 및 누수	m ²	14.24	표면처리, 물끊기
	바닥침식	m ²	3076.9	콘크리트 타설
	벽체침식	m ²	11.39	헌치시공
	바닥철근노출	m ²	20.48	방청+단면보수
	토사퇴적	m ²	391.0	준설
	망상균열	m ²	522.65	주의관찰

4.2 부재별 외관조사결과

4.2.1 포장

포장면 외관조사결과 조사된 손상은 아스콘 균열, 파손, 경미한 소성변형으로 조사되었다. 아스콘 균열의 손상유형은 ①복개구조물 Joint상부에 반사형태로 발생된 횡균열, ②포장면 시공이음부에 나타난 종방향 균열로서 2가지 형태로 발생되었다.

아스콘 파손은 구조물 Joint 횡균열부와 맨홀주변부에서 국부적이고 소규모 형태로 발생하였으며 이외 소성변형 또한 경미한 것으로 조사되었다.

2010.6~2011.2에 수행된 기 정밀안전진단시 조사된 손상수량과 비교시 아스콘 균열은 다소 증가된 것으로 확인되었다.

조사된 포장균열 중 시공이음부의 반사균열은 조인트 설치를 실시하고 일반적인 균열에 대해서 썰링보수가 요구되며 이외 포장부 파손은 절삭 후 재포장 보수가 필요하다.

【표 2】 포장부 손상현황

손상내용	단위	손상수량		손상증감
		2010년	2012년	
포장 파손	m ²	9.8	2.22	-7.6
아스콘균열	m	118.5	237.5	119

4.2.2 복개구조물

가. 균열

라멘구간에 발생된 균열은 상부슬래브와 헌치부에 횡방향으로 발생되었으며 좌,우측 벽체에는 표면 수직균열이 부분적으로 발생되었다. 기 점검시 조사된 균열 일부는 보수가 완료된 것으로 확인되었다.

4련과 3련암거 구간에서는 슬래브 횡방향 균열, 벽체의 수직균열, 개구부 모서리 주변 균열 등이 확인되었으며 대부분 0.3mm 미만 균열로 나타났다. 기 점검시 조사된 균열 중 철근노출 주변에 발생된 균열은 단면보수시 함께 보수되어 소량 감소되었으나 금회 점검에서 기 점검시 누락된 0.3mm미만 균열이 추가로 조사되었다.

조사된 균열 대부분이 계절적 온도변화와 콘크리트 건습의 반복에 의한 비구조적 균열로서 0.3mm이상 균열은 주입보수를 실시하고 이외 균열은 표면처리보수를 하도록 한다.

【표 3】 균열 현황

손상내용	단위	손상수량		손상증감
		2010년	2012년	
0.3mm미만균열	m	672.2	664.4	-7.8
0.3mm이상균열	m	32.2	17.2	-15

나. 백태 및 누수

백태손상은 균열부로 수분이 침투되어 발생되었으며, 장비투입구 주변으로 나타났다. 이외 Joint 위치에서 누수와 백태가 동반된 손상은 전 구간에서 부분적으로 조사되었다. 누수와 백태손상은 라멘구간보다 박스구간에서 대부분 발생하였으며 이는 장비투입구와 Joint 마감미흡한 곳이 주로 박스구간으로 나타나 상대적으로 다수 조사된 것으로 분석된다. 기 점검 결과와 비교시 일부분 보수 완료되어 손상량은 다소 감소된 것으로 확인되었으나 금회 점검에서는 기존 손상 이외 추가손상이 일부 확인되었다.

대부분 장비투입구 우수유입과 내부 결로 및 습기 흡착에 의한 백태로서 물끊기 시설 설치와 백태부 표면보수가 요구된다.

【표 4】 백태 및 누수 현황

손상내용	단위	손상물량		손상증감
		2010년	2012년	
백태	m ²	60.97	50.97	-10.0
Joint 누수 및 백태	m ²	78.9	20.14	-58.76

다. 철근노출

철근노출은 라멘구간, 3련, 4련 박스구간 슬래브와 벽체에서 국부적으로 발생되었으며 일부 외부 유입관 설치시 벽체 파손부에서 나타났다. 기 점검시 조사된 철근노출 이외 금번 점검에서 추가 손상이 확인되었으며 대부분 기 점검시 누락된 손상이며 철근부식에 따른 콘크리트 박락으로 노출된 손상도 일부 확인되었다. 철근노출은 부재면 전면적인 형태보다 국부적으로 나타났다.

기 점검결과와 금번점검결과를 비교하면 철근노출은 2011년과 2012년에 일부 보수를 실시한 결과 전 구간에서 손상량은 감소한 것으로 나타났으나 금회 점검에서도 기존 손상 이외 추가로 철근노출 손상이 확인되었다. 기 보수부 상태는 점검시 확인한 결과 양호한 것으로 조사되었다.

발생된 철근노출부는 치핑 후 방청과 단면보수가 요구된다.

【표 5】 철근노출 현황

손상내용	단위	손상물량		손상증감
		2010년	2012년	
철근노출	m ²	166.44	107.06	-59.38

라. 단면손상(재료분리, 박리, 박락, 파손)

단면손상은 재료분리(85%), 박락 및 파손(15%)로서 라멘구간과 박스구간에서 주요손상은 재료분리로 확인되었으며 대부분 슬래브와 벽체에서 주로 나타났다. 단면손상은 기존 점검결과와 비교시 35% 손상 증가를 보이고 있으나 재료분리 손상의 증가로서 이는 시공

시 다짐부족에 의해 나타난 것이며 기점검시 누락에 의한 것으로 판단된다.

박락 및 파손 손상 개소 및 범위는 경미하며 대부분 공용 중 유입관거 설치, 보수재 탈락 등에 의해 발생한 공용 중 손상으로 판단된다.

재료분리와 박락, 파손 손상은 단면보수를 실시하도록 한다.

【표 6】 단면손상 현황

손상 내용	단위	손상물량		손상증감
		2010년	2012년	
재료분리	m ²	87.79	107.3	19.51
파손 및 박락	m ²	28.0	28.0	-

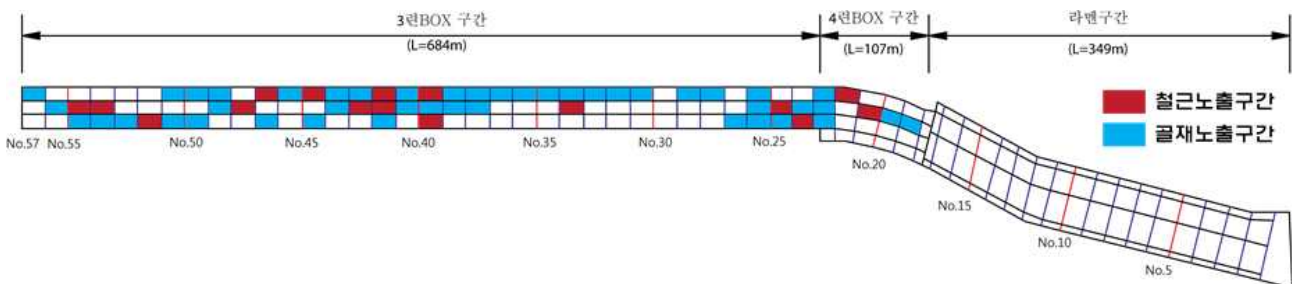
마. 바닥침식

라멘구간과 박스구간 바닥침식 상태 확인결과 라멘구간은 평소 유량이 적고 유속이 느린 곳으로 바닥 침식은 없는 것으로 조사되었으나 박스구간의 경우 종단구배가 심하고 통수단면이 라멘구간에 비해 작아 유수가 빠르게 흐르는 상태여서 오랜기간 침식 작용으로 바닥침식과 국부적인 철근노출 손상이 조사되었다.

바닥침식은 4련 전구간 바닥면적에 비해 25.3%, 3련박스는 53.5%의 침식이 발생하였다. 침식부가 발생한 일부 구간에서는 국부적인 철근노출이 조사되었으며 발생현황은 다음과 같다.

【표 7】 바닥침식 현황

구분	전체면적(m ²)	침식면적(m ²)	침식율(%)	비고
4련 박스	1,198.4	303	25.3	철근노출 : 4.5m ²
3련 박스	5,745.6	3,076.86	53.5	철근노출 : 20.48m ²



【그림 1】 바닥침식 현황도

바닥침식 정도를 확인하기 위해 철근노출부와 골재노출부 주변을 천공하여 설계두께와 비교하여 유수의 침식에 대한 단면결손 상태를 확인하였으며 철근노출부는 대략 73mm 단면결손이 발생되었고 골재노출부는 약21mm 정도 침식된 것으로 조사되었다.

철근노출부는 치핑 후 콘크리트 타설을 실시하여 콘크리트 타설시 바닥경사와 보수 후 재손상이 없도록 넓게 보수하여야 한다. 또한 바닥침식부는 지속적 관찰 후 적정시기에 치핑 후 콘크리트 타설 보수가 필요하다.

바. 벽체 침식

우수의 침식작용에 의해 라멘구간 기둥과 박스구간 벽체 하단부에 침식 및 철근노출이 발생되었다. 라멘구간의 기둥부 침식은 보수 완료되었으며 보수상태는 전반적으로 양호하나 박스구간 벽체 침식은 현치부 침식, 목재삽입부 상단에 침식, 벽체 관통침식 등의 유형으로 발생한 상태이다.

특히 침식에 의한 벽체하단 관통은 길이가 3.5m이하인 곳이 일부 조사되었으며 본 점검 용역기간 중 “비엔티엔지니어링(주)”에서 실시한 벽체관통에 따른 안전성 검토결과 현재 화계천 복개 시설물에 발생된 벽체 관통에 따른 안전성은 확보하고 있는 상태이나 종방향으로 3.5m이상의 벽체 관통 발생시 바닥슬래브의 안전율이 1.0이하로 검토되었다.

목재삽입은 시공당시 4련구간과 3련 일부 구간에 침식방지용으로 제거하지 않고 존치시켰던 것으로 현재 40년이상 공용되면서 부분적으로 탈락하고 일부는 부착된 상태이나 그대로 방치시 지속적으로 탈락이 예상되고 이에 따라 벽체의 침식이 가중될 것으로 판단된다. 또한 목재접합부에서 콘크리트 침식이 발생하고 있다.

박스구간 벽체하단 일부 침식 손상에 대해서는 2011년 보수를 실시하였으며 보수상태확인 결과 양호한 것으로 조사되었다. 벽체 침식 및 목재 삽입부는 지속적인 손상이 유발될 수 있으므로 목재 제거 후 현치시공이 필요하다.

【표 8】 벽체 침식 현황

손상내용	단위	손상물량		손상증감
		2010년	2012년	
라멘구간	m ²	10.2	-	-10.2
박스구간	m ²	58.56	28.43	-30.13

사. 토사퇴적

토사퇴적은 우기시 집중호우에 의해 상류측으로부터 유입된 토사가 유속의 저하로 인해 3련, 4련 박스에서 부분적으로 토사퇴적이 발생되었다. 특히 3련에서 4련으로 확장되는 구간에서 집중적으로 나타났다.

기 점검과 비교시 토사퇴적은 금회 상당히 증가된 것으로 나타났으며 이는 2011년 잦은 우수로 지속인 토사유입이 된 것으로 추정된다. 토사 퇴적구간은 우수의 흐름이 원활하도록 준설이 필요하다

【표 9】 토사퇴적 현황

손상내용	단위	손상물량		손상증감
		2010년	2012년	
4련박스	m ²	27.29	342.4	315.11
3련박스	m ²	14.88	391.0	376.12

5. 재료시험 및 측정

5.1 내구성 상태평가를 위한 조사 및 시험

가. 탄산화 시험

콘크리트의 탄산화시험은 총 18개소 실시하였으며, 측정위치의 철근피복두께를 측정하여 탄산화진행에 따른 잔여피복두께를 확인하였다. 탄산화깊이 측정결과는 1.4~18.1mm로서 측정위치의 최소피복두께보다 얇게 진행된 것으로 나타났다.

탄산화시험 평가결과 철근피복두께가 부족한 구간에서는 잔여피복두께 30mm미만으로서 b~c로 평가되었으나 구조물의 잔존수명은 측정된 탄산화 깊이에 대한 탄산화 속도계수 (0.22~2.86)에 의해 산정한 결과 충분한 내구수명을 가지는 것으로 조사되었다.

나. 염화물 함유량 시험

각 위치별로 채취한 시료를 이용하여 염화물 함유량 시험을 실시한 결과, 모두 철근위치에서 시방서 규정상 허용치인 0.3kg/m³ 이하(상태평가 a)로서 염화물에 의한 부식 발생 우려가 없는 것으로 평가되었다.

5.2 안전성 평가를 위한 조사 및 시험

가. 콘크리트 강도조사

콘크리트 강도조사는 반발경도법에 의해 실시하였으며 기존 정밀안전진단시 조사한 위치에서 라멘 구간 18개소, BOX구간 14개소등 총 32개소에서 비파괴강도를 측정한 결과, 라멘구간 평균강도는 23.4~26.3MPa, BOX구간 평균강도는 23.4~25.7MPa로서 모든 개소에서 설계기준강도를 만족하는 것으로 조사되었다.

6. 상태평가 결과

구성교량명	환산결함도점수	상태평가결과	연장(m)	연장비	환산결함도점수 X 연장비
라멘구간	0.219	b	349	0.306	0.067
BOX구간	0.224	b	791	0.694	0.155
합계(Σ)			1,140	1.0	0.222
1. 환산결함도 점수 =					0.222
2. 상태평가 결과 =					b

7. 안전등급 지정

화계천복개의 구간별로 손상에 따른 종합평가한 결과 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 B등급(양호)으로 안전등급이 지정되었다.

8. 보수·보강방안 및 개략공사비

부재명	손상내용	단위	손상물량	보수물량	보수·보강방안	단가	금액	우선순위
포장	포장면파손	m ²	2.22	3.33	절삭후 재포장	35,000	116,550	2
	아스콘 종균열	m	145.5	218.25	씰링보수	17,000	3,710,250	2
	아스콘 횡균열	m	92.0	138	조인트설치	500,000	69,000,000	2
라멘 구간	0.3mm미만균열	m	214.7	322.05	표면처리보수	25,645	8,258,972	2
	0.3mm이상균열	m	7.0	10.5	주입보수	90,265	947,783	1
	철근노출	m ²	21.79	32.685	방청+단면보수	190,324	6,220,740	1
	단면손상	m ²	78.99	118.49	단면보수	190,324	22,550,539	2
	백태	m ²	11.46	17.19	표면처리보수	25,645	440,838	2
	침식	m ²	3.63	5.445	단면보수	165,127	899,117	1
	망상균열	m ²	507.72	761.58	주의관찰	-	-	-
4련 구간	0.3mm미만균열	m	44.1	66.15	표면처리보수	25,645	1,696,417	2
	철근노출	m ²	13.18	19.77	방청+단면보수	177,183	3,502,908	1
	단면손상	m ²	6.32	9.48	단면보수	165,127	1,565,404	2
	백태	m ²	4.66	6.99	표면처리보수	25,645	179,259	2
	Joint백태 및 누수	m ²	5.9	8.85	표면처리, 물끊기	370,000	3,274,500	1
	바닥침식	m ²	303	454.5	콘크리트타설	120,000	54,540,000	1
	벽체침식	m ²	17.04	25.56	현치시공	120,000	3,067,200	1
	바닥철근노출	m ²	4.5	6.75	콘크리트타설	120,000	810,000	1
	토사퇴적	m ²	342.4	513.6	준설	15,000	7,704,000	2
	벽체하단 목재삽입	m	311.2	466.8	제거,현치시공	45,000	21,006,000	1
	망상균열	m ²	215	322.5	주의관찰	-	-	-
3련 구간	0.3mm미만 균열	m	405.6	608.4	표면처리보수	25,645	15,602,418	2
	0.3mm이상 균열	m	10.2	15.3	주입보수	90,265	1,381,055	1
	철근노출	m ²	72.09	108.14	방청+단면보수	177,183	19,159,684	1
	단면손상	m ²	50.07	75.105	단면보수	165,127	12,401,863	1
	백태	m ²	34.85	52.275	표면처리보수	25,645	1,340,592	2
	Joint백태 및 누수	m ²	14.24	21.36	표면처리, 물끊기	370,000	7,903,200	1
	바닥침식	m ²	3076.9	4615.4	콘크리트 타설	120,000	553,842,000	1
	벽체침식	m ²	11.39	17.085	현치시공	120,000	2,050,200	1
	바닥철근노출	m ²	20.48	30.72	방청+단면보수	177,183	5,443,062	1
	토사퇴적	m ²	391.0	586.5	준설	15,000	8,797,500	2
	망상균열	m ²	522.65	783.98	주의관찰	-	-	-
순 공사비(절삭: 112,049원)							837,300,000	
가설설비(순공사비의 10%)							83,730,000	
제 경비((순공사비+가설설비)의 50%)							460,515,000	
개략 공사비							1,381,545,000	

※보수물량은 손상물량의 할증 1.5 적용

9. 종합결론

- 화계천복개는 1970년에 준공되어 약42년간 공용되고 있는 구조물로, 금회 정밀점검에서 조사된 철근노출, 바닥 및 벽체 침식, 단면손상, 균열, Joint 누수 및 백태 등의 경우 구조물에 안전성에는 문제가 없으나 내구성 확보를 위해 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.
- 금회 정밀점검 외관조사, 시험결과를 토대로 한 시설물의 상태평가 결과를 종합적으로 분석, 평가한 결과 안전등급은 “B등급”으로 판정되었다.
- 본 시설물은 장기공용에 따른 노후화로 향후 더 많은 열화와 손상이 발생될 수 있으므로 지속적인 유지보수가 필요하며, 기 발생된 손상과 결함에 대해서는 내구성 확보와 기능유지를 위한 적절한 보수·보강이 이루어진다면 공용기간의 장기화도 기대할 수 있을 것으로 판단된다.

제출문	
정밀점검 결과표	
시설물 현황표	
참여기술진 명단	
시설물의 위치도	
시설물의 전경사진	
정밀점검 실시결과 요약문	
제1장 자료 수집 및 분석	2
1.1 자료 수집	2
1.1.1 자료목록	2
1.1.2 구조물 도면	3
1.2 자료 분석	7
1.2.1 유지관리 이력	7
1.2.2 기 점검 보고서 검토	8
1.2.3 수집자료 분석 결과 점검방향 설정	10
제2장 외관조사	12
2.1 개요	12
2.1.1 복개구조물 구조형식 현황	12
2.2 외관조사결과	13
2.2.1 포장부 외관조사결과	13
2.2.2 복개구조물 내부 조사결과	15
2.3 기 점검결과와 비교분석	24
제3장 재료시험 및 측정	26
3.1 비파괴 시험위치	26
3.2 내구성 상태평가를 위한 조사 및 시험	27
3.2.1 탄산화 시험	27
3.2.2 염화물함유량 시험결과	29
3.3 안전성 평가를 위한 조사 및 시험	30
3.3.1 콘크리트 강도조사	30
제4장 시설물 상태평가	33
4.1 시설물 상태평가	33

4.1.1 라멘구간 상태평가 결과	33
4.1.2 BOX구간 상태평가 결과	34
4.1.3 화계천복개구조물 상태평가 결과	36
4.2 안전등급 지정	37
제5장 보수·보강 및 유지관리 방안	38
5.1 보수·보강 개략공사비	39
5.1.1 1순위 보수·보강 개략공사비	39
5.1.2 2순위 보수·보강 개략공사비	39
5.1.3 전체 보수·보강 개략공사비	40
5.2 보수·보강방안	42
5.2.1 벽체 하단 침식부 현치시공	42
5.2.2 바닥 철근노출부 콘크리트 타설	43
5.3 유지관리방안	44
5.3.1 유지관리방안 및 중점점검사항	44
제6장 종합결론	45
6.1 외관조사 결과	46
6.2 내구성 조사결과	46
6.2.1 내구성 상태평가를 위한 조사 및 시험	46
6.2.2 안전성 평가를 위한 조사 및 시험	47
6.3 상태평가 결과	47
6.4 종합결론	47

부 록 목 차

1. 외관조사망도
2. 측정, 시험성과표
3. 상태평가 결과
4. 사진첩
5. 자문회의 조치결과

표 차례

【표 1.1】 자료목록	2
【표 1.2】 구간별 구조물 단면도	3
【표 1.3】 보수·보강 이력	7
【표 1.4】 정밀점검 및 정밀안전진단 이력	8
【표 1.5】 기 점검 보고서 검토결과	8
【표 1.6】 구간별 중점점검사항	10
【표 2.1】 포장부 손상현황	13
【표 2.2】 균열 현황	15
【표 2.3】 백태 및 누수 현황	16
【표 2.4】 철근노출 현황	17
【표 2.5】 단면손상 현황	18
【표 2.6】 바닥침식 현황	20
【표 2.7】 바닥침식 현황	21
【표 2.8】 벽체 침식 현황	22
【표 2.9】 토사퇴적 현황	23
【표 3.1】 탄산화시험 결과	27
【표 3.2】 탄산화시험 보고서	28
【표 3.3】 탄산화 시험 전회차 비교	28
【표 3.4】 염화물 함유량 시험 결과	29
【표 3.5】 염화물 함유량시험 전회차 비교	29
【표 3.6】 콘크리트 압축강도 측정결과(반발경도법)	30
【표 3.7】 반발경도 시험보고서	31
【표 3.8】 반발경도시험 전회차 비교	31
【표 4.1】 화계천복개구조물 라멘구간 부재별 평가결과	33
【표 4.2】 화계천복개구조물 라멘구간 개별교량 평가결과	33
【표 4.3】 화계천복개구조물 BOX구간 결합지수 산정표	34
【표 4.4】 화계천복개구조물 BOX구간 상태평가 결과 산정	35
【표 4.5】 화계천복개구조물 주변상태 결합지수 산정	36
【표 4.6】 화계천복개구조물 상태평가 결과산정	36
【표 4.7】 화계천복개구조물 상태평가결과	37
【표 5.1】 1순위 보수·보강 개략공사비	39
【표 5.2】 2순위 보수·보강 개략공사비	40
【표 5.3】 보수·보강 개략공사비	41



화계천 복개

제1장

자료수집 및 분석

1.1 자료수집

1.2 자료분석

제1장 자료 수집 및 분석

1.1 자료 수집

본 과업대상 시설물인 화계천복개는 1970년 준공되어 공용년수가 42년이 경과된 구조물로서 점검이력 및 보수이력 자료는 있는 것으로 파악되었으며 기존 자료 분석 및 사전 현장답사를 통하여 구체적인 현장조사계획 및 과업추진방향을 수립하였다.

1.1.1 자료목록

【표 1.1】 자료목록

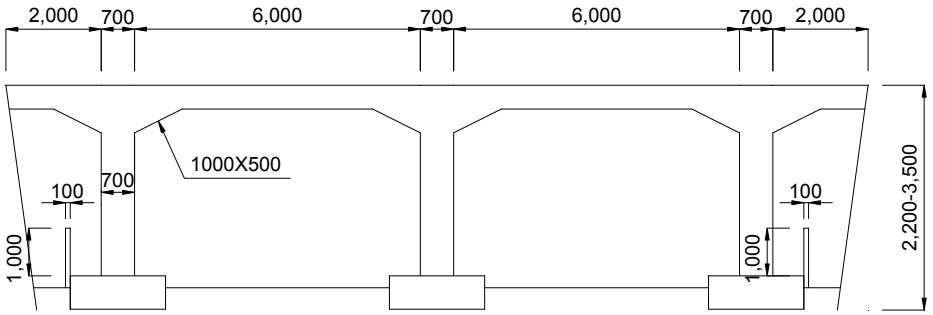
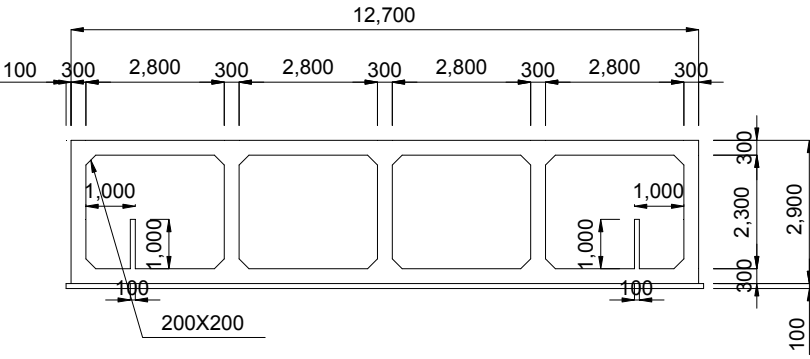
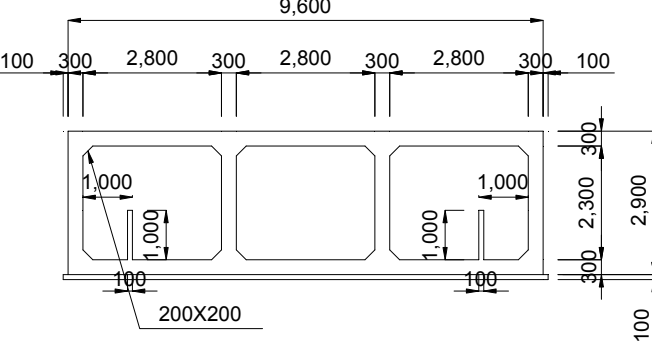
구 분	자료수집 대상 자료	보관유무	자료수집 결과
건설 관련 자료	1) 준공보고서 2) 준공도면 3) 시공상세도 4) 구조계산서 5) 수리 수문계산서 6) 공사 및 특별시방서 7) 감리보고서 8) 품질관리 관련자료 9) 기타관련자료(지반조사서) 10) 건설공사 안전점검 보고서 11) 건설공사 초기점검보고서	없음 있음 없음 없음 없음 없음 없음 없음 없음 없음 없음	◦ 준공도면(복원도면) 입수
유지 관련 자료	1) 시설물관리대장 2) 기존 점검 자료 3) 보수·보강 및 용도변경 자료 4) 계측관리 관련 자료	있음(전산화) 있음 있음 없음	◦ 2010년도 정밀안전진단 보고서 입수

- 본 과업의 대상 시설물은 정밀안전진단, 보수 이력 자료를 수집하여 구조물의 손상진행 정도 및 보수부위 현 상태 등을 확인하는 기초자료로 활용하였다.
- 비파괴 시험은 기 정밀안전진단 자료를 바탕으로 변화여부를 비교 검토하였다.

1.1.2 구조물 도면

가. 구간별 구조물 단면도

【표 1.2】 구간별 구조물 단면도

구 분	단면 제원
시점 ~ NO.17+9.0	<ul style="list-style-type: none"> • 형식 : 라멘 • 구간장 : 349.0m • 폭 : 18.1m • 높이 : 2.2~3.5m 
NO.17+9.0 ~ NO.22+16.0	<ul style="list-style-type: none"> • 형식 : 4런 BOX • 구간장 : 107.0m • 폭 : 12.7m • 높이 : 2.3m 
NO.22+16.0 ~ NO.57	<ul style="list-style-type: none"> • 형식 : 3런 BOX • 구간장 : 684.0m • 폭 : 9.6m • 높이 : 2.3m 

1.2 자료 분석

1.2.1 유지관리 이력

가. 보수·보강 이력

화계천복개는 준공 이후 정밀안전진단 3회(1997년, 2005년, 2010년), 정밀점검 3회(2003년, 2007년, 2009년)를 실시하였으며 점검에서 조사된 손상들에 대해서는 점검 당해년 또는 차년도에 보수를 실시하였다. 다음은 화계천복개 보수이력이다.

【표 1.3】 보수·보강 이력

보수기간	보수 내역	시공자	공사발주
1999.04 ~1999.11	<ul style="list-style-type: none"> • 단면보수 A = 5,426m² • 바닥보수 A = 141m² • 기둥세굴보수 : 18개소 	서준건설	북부도로 사업소
2000.03 ~2001.02	<ul style="list-style-type: none"> • 단면보수 A = 16.85m² • 균열보수 L = 7m • 콘크리트 바닥보수 1식 	건용건설(주)	북부도로 사업소
2001.04 ~2001.09	<ul style="list-style-type: none"> • 하상 라이닝 A = 44a • 신축이음보수 L = 18m • 면보수 A = 614m² 	(주)양지 엔지니어링	북부도로 사업소
2001.04 ~2001.12	일상유지보수공사로 보수시행 <ul style="list-style-type: none"> • 천정 단면보수 A = 128.75m² • 벽체 단면보수 A = 33m² • 바닥세굴 A = 392m² 	장원건설	북부도로 사업소
2002.03 ~2002.12	<ul style="list-style-type: none"> • 단면보수 A = 80m² • 균열보수 L = 15m 	미래산업	북부도로 사업소
2003.04 ~2003.12	<ul style="list-style-type: none"> • 단면 보수 A = 209m² • 균열 보수 L = 17m 	(주)한국피엔알	북부도로 사업소
2010.06 ~2010.06	<ul style="list-style-type: none"> • 단면 보수 A = 34.05m² • 균열 보수 L = 22.5m 	지형건설	도시기반 시설본부
2012.05 ~2012.07	<ul style="list-style-type: none"> • 단면 보수 A = 200m² 	서림건설(주)	북부도로 사업소

화계천복개는 1999년부터 2012년까지 구조물 손상부에 대해 보수를 진행하였으며 균열과 단면보수가 주요보수 사항으로 확인되었다. 1999년 대단위 단면보수 이후 현재까지 부분적으로 단면보수가 이루어지고 있으며 균열보수는 소규모로 지속적인 보수가 시행되고 있다. 복개구조물의 바닥면 세굴에 대한 보수는 2001년 이후 진행된 것이 없는 상태이다.

나. 점검 및 진단이력

【표 1.4】 정밀점검 및 정밀안전진단 이력

점검 시기	점검종류	점검내용	시행업체	발주처	시설물 평가
2003.08	정밀점검	일부부재에 경미한 손상 발생 (콘크리트 탈락, 철근노출, 균열 등)	(주)광명 엔지니어링	북부도로사업소	B등급
2005.12	정밀안전진단	횡방향균열, 철근노출, 재료분리, 백태, 보강부 들뜸발생, 바닥슬래브 표면마모 및 철근노출	(주)대한이엔씨	도시안전본부	B등급
2007.09	정밀점검	라멘구간 균열, 파손, 철근노출 Box구간 균열, 파손, 철근노출, 재료분리 등	(주)가동건설	북부도로사업소	B등급
2009.09	정밀점검	상부 포장면 중·횡방향균열 내부 균열, 철근노출, 파손, 바닥침식, 신축이음부 누수	신대아건설	북부도로사업소	B등급
2010.06	정밀안전진단	콘크리트 균열, 파손, 철근노출, 바닥침식, 철근노출 등	비엔티 엔지니어링(주) 케이에스엠기술(주)	도시안전본부	B등급

본 구조물에서는 정밀점검 및 정밀안전진단 이외에도 일상점검 및 정기점검(자체점검)을 실시하고 있으며, 시설물 관리이력을 통하여 구조물의 효율적인 관리를 시행하고 있는 것으로 조사되었다.

1.2.2 기 점검 보고서 검토

2010년 실시한 정밀안전진단 보고서를 요약하여 검토한 결과는 다음과 같다.

【표 1.5】 기 점검 보고서 검토결과

구 분	2010년 정밀안전진단
교면포장	<ul style="list-style-type: none"> · 아스콘 균열(118.5m/13개소)은 대부분 Joint부에 발생된 손상으로 경미한 상태로 조사됨. · 시점접속부 및 라멘박스경계부에 침하 및 파손(9.8㎡/2개소)이 조사됨.
라멘구간	<ul style="list-style-type: none"> · 슬래브와 거더, 벽체에 0.3mm이상 균열 소규모 발생 · 0.3mm미만균열과 백태를 동반한 균열 다수 발생 · 슬래브와 기둥, 벽체에 철근노출 부분적으로 발생 · 이외 단면손상으로 재료분리, 박락, 파손 손상이 슬래브와 거더, 벽체에 공통적으로 발생하고 있음
4련Box구간	<ul style="list-style-type: none"> · 0.3mm미만 균열 슬래브에 주로 발생하였으며 일부 벽체에서 소규모 발생 · 피복부족에 의한 철근노출이 슬래브와 벽체에 국부적으로 발생 · 재료분리, 박락, 파손 손상이 단면손상은 주로 벽체에서 발생하였으며 국부적으로 슬래브에 발생하였음
3련Box구간	<ul style="list-style-type: none"> · 0.3mm미만 균열은 주로 슬래브에 집중하였으며 벽체에서도 부분적으로 발생 · 피복부족에 의한 철근노출이 슬래브와 벽체에 국부적으로 발생 · 본 구간에서 단면손상은 벽체와 슬래브에 비슷한 손상분포를 보이고 있으며 전체 면적에서 소규모로 발생하였음.

【표 1.5】 기 점검 보고서 검토결과(계속)

구 분		2010년 정밀안전진단		
○ 콘크리트 내구성 (MPa)	라멘구간 (18개소)	반발경도	24.6	
		초음파법	24.4	
	BOX구간 (29개소)	반발경도	23.2	
		초음파법	24.9	
○ 코어강도 평가 (MPa)	라멘구간 (1개소)	25.0		
	BOX구간 (3개소)	24.1		
○ 철근탐사(mm)	라멘구간 (17개소)	슬래브 (7개소)	배근간격:105~136 피복두께:27~73	불량 1개소
		기둥부 (10개소)	배근간격:115~140 피복두께:41~97	-
	BOX구간 (64개소)	슬래브 (64개소)	배근간격:120~184 피복두께:7~78	불량 39개소
○ 탄산화 등급평가 (mm)	라멘구간	a등급:7개소, b등급:1개소		
	BOX구간	a등급:6개소, b등급:2개소, c등급:3개소		
○ 균열깊이 측정 (mm)	라멘구간	203.1 ~ 238		
	BOX구간	181.8 ~ 183.2		
○ 철근부식도 측정 (mV)	NO.8~9	-88~-145		
	NO.19~20	-73~-129		
	NO.35~36	-68~-187		
○ 부착력 시험 (Mpa)	NO.7~8	2.32		
	NO.10~11	2.87		
	NO.20~21	3.48		
	NO.47~48	3.22		
○ 염화물함유량 시험 (Kg/ m³), 등급	상부	0.023 ~ 0.094, a등급		
	내부	0.023 ~ 0.071, a등급		
구조안전성 검토	<ul style="list-style-type: none"> DB-28.3 이상으로 검토되었으며 안전성 평가 결과 A로 평가됨 내진검토결과 N=30 적용, 기능수행수준으로 검토결과 내진에 대한 안전성을 확보하고 있는 것으로 검토됨 			
종합 평가	등급	B		
	종합 의견	<ul style="list-style-type: none"> 조사된 손상에 대하여 현장 여건에 적합한 보수·보강대책을 수립하고 합리적이고 효율적인 유지관리를 실시한다면 구조물의 안전성과 사용성 회복을 기대할 수 있을 것으로 판단됨. 		

1.2.3 수집자료 분석 결과 점검방향 설정

화계천복개구조물의 기 점검 보고서를 검토한 결과 주요 손상으로 철근노출, 단면손상, 라멘구간 0.3mm이상 균열, 포장면 시공이음부 횡방향 균열 등으로 확인되었다.

금회 정밀점검시 중점조사 항목은 다음과 같다.

【표 1.6】 구간별 중점점검사항

구 분	2012년 정밀점검 추진방향
포장	<ul style="list-style-type: none"> · 아스콘 균열의 진행성 여부 확인 · Joint부 횡균열 진행성 및 주변부 파손 여부 확인 · 기존 균열부 주변으로 포장균열 확대 여부 확인
라멘구간	<ul style="list-style-type: none"> · 0.3mm이상 균열의 진행성 및 누수여부 확인 · 기존 철근노출부 주변 콘크리트 박락, 탈락 여부 · 기둥하단 침식부 추가 진행성 여부 확인 · 용역기간 중 실시한 보수부 상태확인
4련Box구간	<ul style="list-style-type: none"> · 벽체 하단 침식부 상태 확인 · 기존 단면손상부 주변 추가 손상발생 여부 확인 · 바닥침식부 상태 확인
3련Box구간	<ul style="list-style-type: none"> · 철근노출부 주변 콘크리트 박락 등 추가 손상여부 확인 · 바닥침식부 상태 확인 · 용역기간 중 실시한 보수부 상태 확인



화계천 복개

제2장

외관조사

- 2.1 개요
- 2.2 외관조사결과
- 2.3 기 점검결과와 비교분석

제2장 외관조사

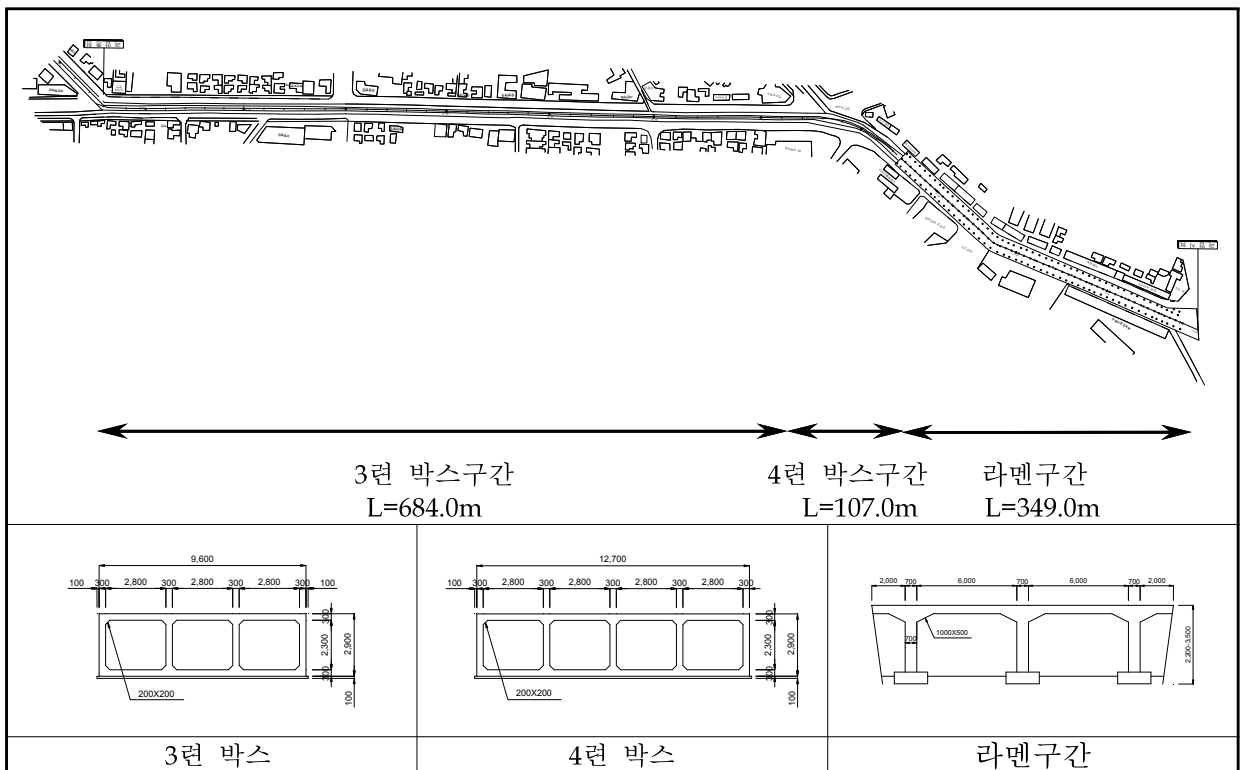
2.1 개요

화계천복개구조물은 서울특별시 강북구 번1동 428 ~ 번1동 443번지에 위치하는 총연장 1,140m, 설계하중 DB-18의 2등급이며, 공용년수가 40년 이상인 복개구조물로서 구조물에 발생한 물리적, 기능적 결함을 발견하고 안전성 판단함을 목적으로 구조물 전체에 대해 근접 육안조사를 실시하였다.

현장조사는 라멘구간인 하류부를 시점으로 하여 3련Box 구간 상류부까지 위치표시작업을 실시하고 기존의 손상부의 진행성여부, 주변부 손상확대, 보수부 상태확인, 신규 손상 발생유무 등을 중점으로 외관조사를 실시하였다.

조사된 결함이나 열화 손상은 정밀점검 및 정밀안전진단 세부지침(라멘구간:교량편, Box 구간: 터널편)을 적용하여 결함평가를 시행하였으며 2010년 정밀안전진단 결과와 비교하여 항목별 진전여부를 평가하였다. 조사된 손상은 외관망도에 손상위치, 발생형태, 규모 등을 기록하여 부록편에 수록하였다.

2.1.1 복개구조물 구조형식 현황



화계천복개구조물은 라멘구간 349.0m, 4련 박스구간 107.0m, 3련 박스구간 684.0m의 총 3Type의 구조형식으로 총연장 1,140m로 구성되어 있다.

2.2 외관조사결과

2.2.1 포장부 외관조사결과

화계천복개구조물의 포장부는 아스콘 포장으로 시공되었으며 도심지에 위치하고 있어 차량통행이 많고 지속적인 반복하중을 받고 있는 상태이다.

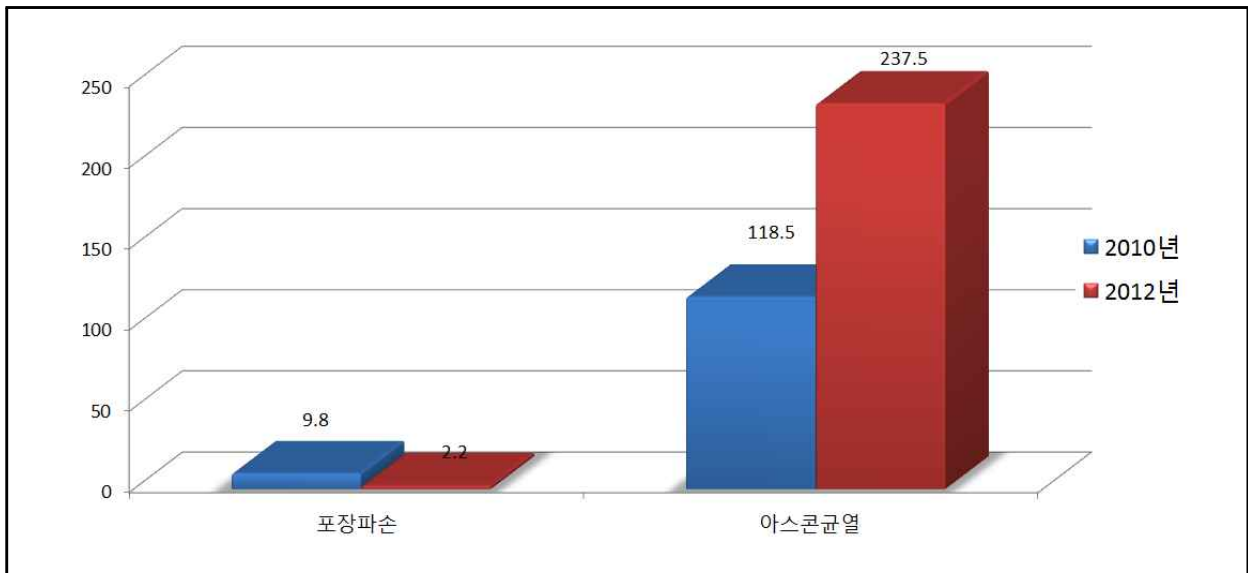
아스콘 포장두께는 기 정밀안전진단시 코어채취결과 두께는 18cm로 조사되었으며 침투식방수로 시공된 것으로 검토되었다.

가. 외관조사결과

포장면 외관조사결과 조사된 손상은 아스콘 균열, 파손, 경미한 소성변형으로 조사되었다. 아스콘 균열의 손상유형은 ①복개구조물 Joint상부에 반사형태로 발생된 횡균열, ②포장면 시공이음부에 나타난 종방향 균열로서 2가지 형태로 발생되었다.

아스콘 파손은 구조물 Joint 횡균열부와 맨홀주변부에서 국부적이고 소규모 형태로 발생하였으며 이외 소성변형 또한 경미한 것으로 조사되었다.

2010.6~2011.2에 수행된 기 정밀안전진단시 조사된 손상수량과 비교시 아스콘 균열은 다소 증가된 것으로 확인되었다.



【그림 2.1】 포장면 손상현황 그래프

나. 손상현황

【표 2.1】 포장부 손상현황

손상내용	단위	손상수량		손상증감
		2010년	2012년	
포장 파손	m ³	9.8	2.22	-7.6
아스콘균열	m	118.5	237.5	119

다. 손상원인 및 대책

1) 포장균열

			
Joint 반사균열		포장시공이음부 균열	
원인	<ul style="list-style-type: none"> · 복개구조물 시공이음부의 반사균열 · 우수로 인한 포장열화 · 시공시 이음부 처리 미흡에 따른 균열 		
대책	<ul style="list-style-type: none"> · 시공이음부 횡균열⇒조인트 설치 · 국부적 균열, 종균열⇒셀링보수 		

2) 포장부 파손

			
Joint부 파손		맨홀 마감부 파손	
원인	<ul style="list-style-type: none"> · 차량통과시 맨홀 충격에 의한 주변부 파손 발생 · Joint 포장의 내구성 저하, 중차량 통행 등에 의한 파손 		
대책	<ul style="list-style-type: none"> · Joint 파손부⇒ 조인트 설치 · 맨홀 마감부 파손⇒ 평삭절삭 재포장 		

2.2.2 복개구조물 내부 조사결과

가. 균열

1) 외관조사 결과

라멘구간에 발생된 균열은 상부슬래브와 헌치부에 횡방향으로 발생되었으며 좌,우측 벽체에는 표면 수직균열이 부분적으로 발생되었다. 기 점검시 조사된 균열 일부는 보수가 완료된 것으로 확인되었다.



4련과 3련암거 구간에서는 슬래브 횡방향 균열, 벽체의 수직균열, 개구부 모서리 주변 균열 등이 확인되었으며 대부분 0.3mm 미만 균열로 나타났다. 기 점검시 조사된 균열 중 철근노출 주변에 발생된 균열은 단면보수시 함께 보수되어 소량 감소되었으나 금회 점검에서 기 점검시 누락된 0.3mm미만 균열이 추가로 조사되었다.

2) 손상현황

【표 2.2】 균열 현황

손상내용	단위	손상물량		손상증감
		2010년	2012년	
0.3mm미만균열	m	672.2	664.4	-7.8
0.3mm이상균열	m	32.2	17.2	-15

3) 손상원인 및 대책

			
라멘구간 거더 횡균열		벽체 수직균열	
원인	<ul style="list-style-type: none"> · 계절적 온도변화 및 건습의 반복에 의해 발생된 비구조적 균열 · 개구부 모서리 균열은 모서리부 응력집중에 의해 발생 		
대책	<ul style="list-style-type: none"> · 0.3mm미만 균열 ⇒ 표면처리 · 0.3mm이상 균열 ⇒ 주입보수 		

나. 백태 및 누수

1) 외관조사결과

백태손상은 균열부로 수분이 침투되어 발생되었으며, 장비투입구 주변으로 나타났다. 이외 Joint 위치에서 누수와 백태가 동반된 손상은 전 구간에서 부분적으로 조사되었다. 누수와 백태손상은 라멘구간보다 박스구간에서 대부분 발생하였으며 이는 장비투입구와 Joint 마감이 미흡한 곳이 주로 박스구간으로 나타나 상대적으로 다수 조사된 것으로 분석된다. 기 점검 결과와 비교시 일부분 보수 완료되어 손상량은 다소 감소된 것으로 확인되었으나 금회 점검에서는 기존 손상 이외 추가손상이 일부 확인되었다.



2) 손상현황

【표 2.3】 백태 및 누수 현황



손상내용	단위	손상물량		손상증감
		2010년	2012년	
백태	m ²	60.97	50.97	-10.0
Joint 누수 및 백태	m ²	78.9	20.14	-58.76

3) 손상원인 및 대책

① 백태

			
장비투입구 주변 백태		헌치부 주변 백태	
원인	<ul style="list-style-type: none"> · 장비투입구로 우수유입, 누수에 의한 백태 · 슬래브 결로나 습기가 흡착되면서 물방울이 맺히고 헌치부로 흐르면서 백태 유발 		
대책	<ul style="list-style-type: none"> · 물끊기시설 설치 · 백태부 표면보수 		

② Joint누수 및 백태

			
Joint 누수		Joint 누수 및 백태	
원인	<ul style="list-style-type: none"> · 시공시 이음부 처리 미흡 · 상부로 침투된 우수가 시공이음부로 누수 		
대책	<ul style="list-style-type: none"> · 물끊기 시설 설치 		

다. 철근노출

1) 외관조사결과

철근노출은 라멘구간, 3련, 4련 박스구간 슬래브와 벽체에서 국부적으로 발생되었으며 일부 외부 유입관 설치시 벽체 파손부에서 나타났다. 기 점검시 조사된 철근노출 이외 금번 점검에서 추가 손상이 확인되었으며 대부분 기 점검시 누락된 손상이며 철근부식에 따른 콘크리트 박락으로 노출된 손상도 일부 확인되었다. 철근노출은 부재면 전면적인 형태보다 국부적으로 나타났다.



기 점검결과와 금번점검결과를 비교하면 철근노출은 2011년과 2012년에 일부 보수를 실시한 결과 전 구간에서 손상량은 감소한 것으로 나타났으나 금회 점검에서도 기존 손상이외 추가로 철근노출 손상이 확인되었다. 기 보수부 상태는 점검시 확인한 결과 양호한 것으로 조사되었다.

2) 손상현황

【표 2.4】 철근노출 현황

손상내용	단위	손상물량		손상증감
		2010년	2012년	
철근노출	m ²	166.44	107.06	-59.38

3) 손상원인 및 대책

			
라멘구간 국부적 철근노출		박스구간 국부적 철근노출	
원인	<ul style="list-style-type: none"> · 피복두께 부족에 의한 철근노출 · 철근 부식에 따른 콘크리트 박락 		
대책	<ul style="list-style-type: none"> · 방청+단면보수 		

라. 단면손상(재료분리, 박리, 박락, 파손)

1) 외관조사결과

단면손상은 재료분리(85%), 박락 및 파손(15%)로서 라멘구간과 박스구간에서 주요손상은 재료분리로 확인되었으며 대부분 슬래브와 벽체에서 주로 나타났다. 단면손상은 기존 점검결과와 비교시 35% 손상 증가를 보이고 있으나 재료분리 손상의 증가로서 이는 시공시 다짐부족에 의해 나타난 것이며 기점검시 누락에 의한 것으로 판단된다.

박락 및 파손 손상 개소 및 범위는 경미하며 대부분 공용 중 유입관거 설치, 보수재 탈락 등에 의해 발생된 공용 중 손상으로 판단된다.

2) 손상현황

【표 2.5】 단면손상 현황



손상내용	단위	손상물량		손상증감
		2010년	2012년	
재료분리	m ²	87.79	107.3	19.51
파손 및 박락	m ²	28.0	28.0	-

3) 손상원인 및 대책

① 재료분리

			
라멘구간 재료분리		박스구간 재료분리	
원인	· 시공시 다짐부족, 시공미흡 등에 따른 재료분리		
대책	· 재료분리부 단면보수 실시		

② 박락 및 파손

			
라멘구간 파손		박스구간 박락	
원인	· 유입관거 설치, 보수재 탈락 등에 의한 박리, 박락, 파손 · 공용 중 노후화에 의한 단면손상 발생		
대책	· 파손, 박리, 박락부 단면보수 실시		

마. 바닥침식

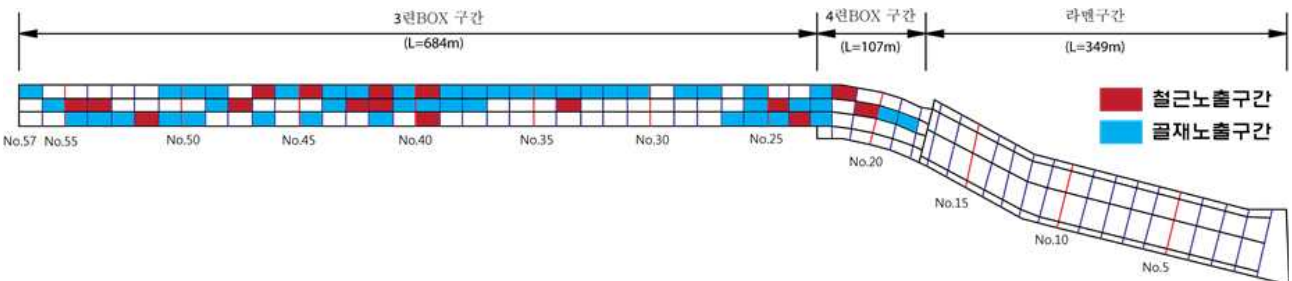
1) 외관조사결과

라멘구간과 박스구간 바닥침식 상태 확인결과 라멘구간은 평소 유량이 적고 유속이 느린 곳으로 바닥 침식은 없는 것으로 조사되었으나 박스구간의 경우 종단구배가 심하고 통수단면이 라멘구간에 비해 작아 유수가 빠르게 흐르는 상태여서 오랜기간 침식 작용으로 바닥침식과 국부적인 철근노출 손상이 조사되었다.

바닥침식은 4련 전구간 바닥면적에 비해 25.3%, 3련박스는 53.5%의 침식이 발생하였다. 침식부가 발생한 일부 구간에서는 국부적인 철근노출이 조사되었으며 발생현황은 다음과 같다.

【표 2.6】 바닥침식 현황

구 분	전체면적(m ²)	침식면적(m ²)	침식율(%)	비 고
4련 박스	1,198.4	303	25.3	철근노출 : 4.5m ²
3련 박스	5,745.6	3,076.86	53.5	철근노출 : 20.48m ²



【그림 2.2】 바닥침식 현황도

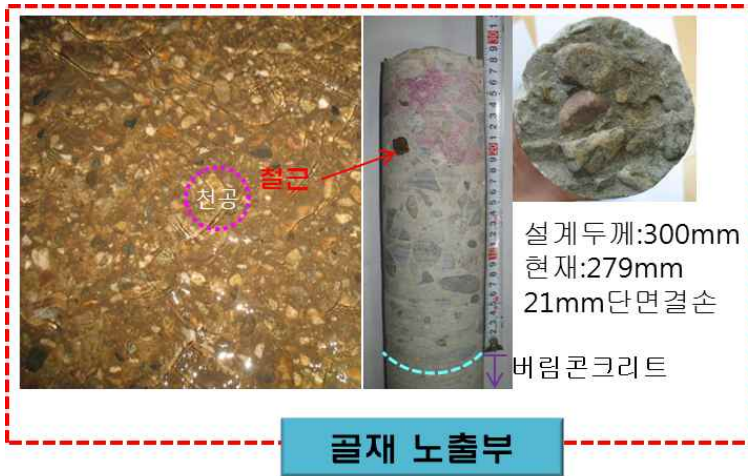
바닥침식 정도를 확인하기 위해 철근노출부와 골재노출부 주변을 천공하여 설계두께와 비교하여 유수의 침식에 대한 단면결손 상태를 확인하였으며 그 결과 다음과 같다.

① 철근노출부

철근노출부

철근노출부 천공결과 설계두께 300mm를 기준으로 현재 단면두께는 227mm로서 약 73mm의 단면결손을 나타내고 있다. 이는 공용기간 동안 유수의 침식작용과 시공시 바닥 경사 조정에 따른 설계두께 미확보에 의한 것으로 판단된다.

② 골재노출부



골재노출부 천공결과 설계두께 300mm를 기준으로 현재 단면두께는 279mm로서 약 21mm의 단면결손을 나타내고 있다. 이는 공용기간 동안 유수의 침식작용에 의한 것으로 판단된다.

2) 손상현황

【표 2.7】 바닥침식 현황

손상내용	단위	손상물량		손상증감
		2010년	2012년	
바닥침식	m ²	2624.0	3,379.9	755.9
철근노출	m ²	20.14	24.98	4.84

3) 손상원인 및 대책

	
바닥침식에 의한 골재노출	바닥침식부 철근노출
원인	<ul style="list-style-type: none"> · 공용기간 동안 유수의 흐름에 의한 침식작용 · 시공시 바닥 경사조정에 따른 철근피복두께 미확보
대책	<ul style="list-style-type: none"> · 철근노출부 : 치핑 후 콘크리트 타설 · 골재노출부 : 지속적 관찰 후 적정시기 치핑 후 콘크리트 타설

바. 벽체 침식

1) 외관조사결과

유수의 침식작용에 의해 라멘구간 기둥과 박스구간 벽체 하단부의 침식 및 철근노출이 발생되었다. 라멘구간의 기둥부 침식은 보수 완료되었으며 보수상태는 전반적으로 양호하나 박스구간 벽체 침식은 현치부 침식, 목재삽입부 상단 침식, 벽체 관통침식 등의 유형으로 발생한 상태이다.

특히 침식에 의한 벽체하단 관통은 길이가 3.5m이하인 곳이 일부 조사되었으며 본 점검용역기간 중 “비엔티엔지니어링(주)”에서 실시한 벽체관통에 따른 안전성 검토결과 현재 화계천 복개 시설물에 발생한 벽체 관통에 따른 안전성은 확보하고 있는 상태이나 중방향으로 3.5m이상의 벽체 관통 발생시 바닥슬래브의 안전율이 1.0이하로 검토되었다.

목재삽입은 시공당시 4련구간과 3련 일부 구간에 침식방지용으로 제거하지 않고 존치시켰던 것으로 현재 40년이상 공용되면서 부분적으로 탈락하고 일부는 부착된 상태이나 그대로 방치시 지속적으로 탈락이 예상되고 이에 따라 벽체의 침식이 가중될 것으로 판단된다. 또한 목재접합부에서 콘크리트 침식이 발생하고 있다.

박스구간 벽체하단 일부 침식 손상에 대해서는 2011년 보수를 실시하였으며 보수상태 확인 결과 양호한 것으로 조사되었다.

2) 손상현황

【표 2.8】 벽체 침식 현황

손상내용	단위	손상물량		손상증감
		2010년	2012년	
라멘구간	m ²	10.2	-	-10.2
박스구간	m ²	58.56	28.43	-30.13

3) 손상원인 및 대책

			
벽체 하단 침식 및 관통		현치부 하부 침식	
원인	· 공용기간 동안 유수의 흐름에 의한 침식작용		
대책	· 침식부 현치시공 · 목재 삽입부 제거 후 현치시공		

사. 토사퇴적

1) 외관조사결과

토사퇴적은 우기시 집중호우에 의해 상류측으로부터 유입된 토사가 유속의 저하로 인해 3련, 4련 박스에서 부분적으로 퇴적되면서 발생되었다. 특히 3련에서 4련으로 확장되는 구간에서 집중적으로 나타났다.



기 점검과 비교시 토사퇴적은 급회 상당히 증가된 것으로 나타났으며 이는 2011년 잦은 우수로 지속적인 토사유입이 된 것으로 추정된다.

2) 손상현황

【표 2.9】 토사퇴적 현황

손상내용	단위	손상물량		손상증감
		2010년	2012년	
4련박스	m ²	27.29	342.4	315.11
3련박스	m ²	14.88	391.0	376.12

3) 손상원인 및 대책

			
바닥 토사퇴적		바닥 토사퇴적	
원인	· 우수에 의한 상류측으로부터 토사유입		
대책	· 토사퇴적 준설		

2.3 기 진단결과와 비교분석

구분	2010년 정밀안전진단	2012년 정밀점검
포장	·균열:118.5m ·파손:9.8㎡	·균열:237.5m ·파손:2.22㎡
라멘구간	·0.3mm미만균열:166.7m ·0.3mm이상균열:24.2m ·철근노출:50.95㎡ ·단면손상:61.81㎡ ·백태:13.79㎡ ·Joint백태 및 누수:6.0㎡ ·침식:10.2㎡	·0.3mm미만균열:214.7m ·0.3mm이상균열:7.0m ·철근노출:21.79㎡ ·단면손상:78.91㎡ ·백태:11.46㎡ ·침식:3.63㎡
4련구간	·0.3mm미만균열:82.5m ·철근노출:27.32㎡ ·단면손상:9.52㎡ ·백태:10.31㎡ ·Joint백태 및 누수:8.5㎡ ·바닥침식:285.6㎡ ·바닥철근노출:4.5㎡ ·벽체침식:17.45㎡ ·토사퇴적:27.29㎡	·0.3mm미만균열:44.1m ·철근노출:13.18㎡ ·단면손상:6.32㎡ ·백태:4.66㎡ ·Joint백태 및 누수:5.9㎡ ·바닥·침식:303㎡ ·바닥철근노출:4.5㎡ ·토사퇴적:342.4㎡ ·벽체침식:17.04㎡ ·벽체하단목재삼입:311.2m
3련구간	·0.3mm미만균열:423m ·0.3mm이상균열:8.0m ·철근노출:88.17㎡ ·단면손상:44.46㎡ ·백태:36.87㎡ ·Joint백태 및 누수:64.4㎡ ·바닥침식:2338.4㎡ ·바닥철근노출:15.64㎡ ·벽체침식:41.11㎡ ·토사퇴적:14.88㎡ ·벽체하단목재삼입:167m	·0.3mm미만균열:405.6m ·0.3mm이상균열:10.2m ·철근노출:72.09㎡ ·단면손상:50.07㎡ ·백태:34.85㎡ ·Joint백태 및 누수:14.24㎡ ·바닥침식:3076.9㎡ ·바닥철근노출:20.48㎡ ·벽체침식:11.39㎡ ·토사퇴적:391.0㎡

기 점검과 금회점검 손상현황을 비교분석한 결과 포장균열, 바닥침식, 바닥철근노출, 벽체침식은 전반적으로 소량 증가한 것으로 나타났으며 철근노출, 단면손상, Joint백태, 균열, 벽체 침식, 목재삼입 등은 기 점검이후 일부 보수되어 전체 손상량은 감소하는 것으로 분석되나 금회점검에서 추가로 조사된 손상이 일부 있는 것으로 확인되었다



화계천 복개

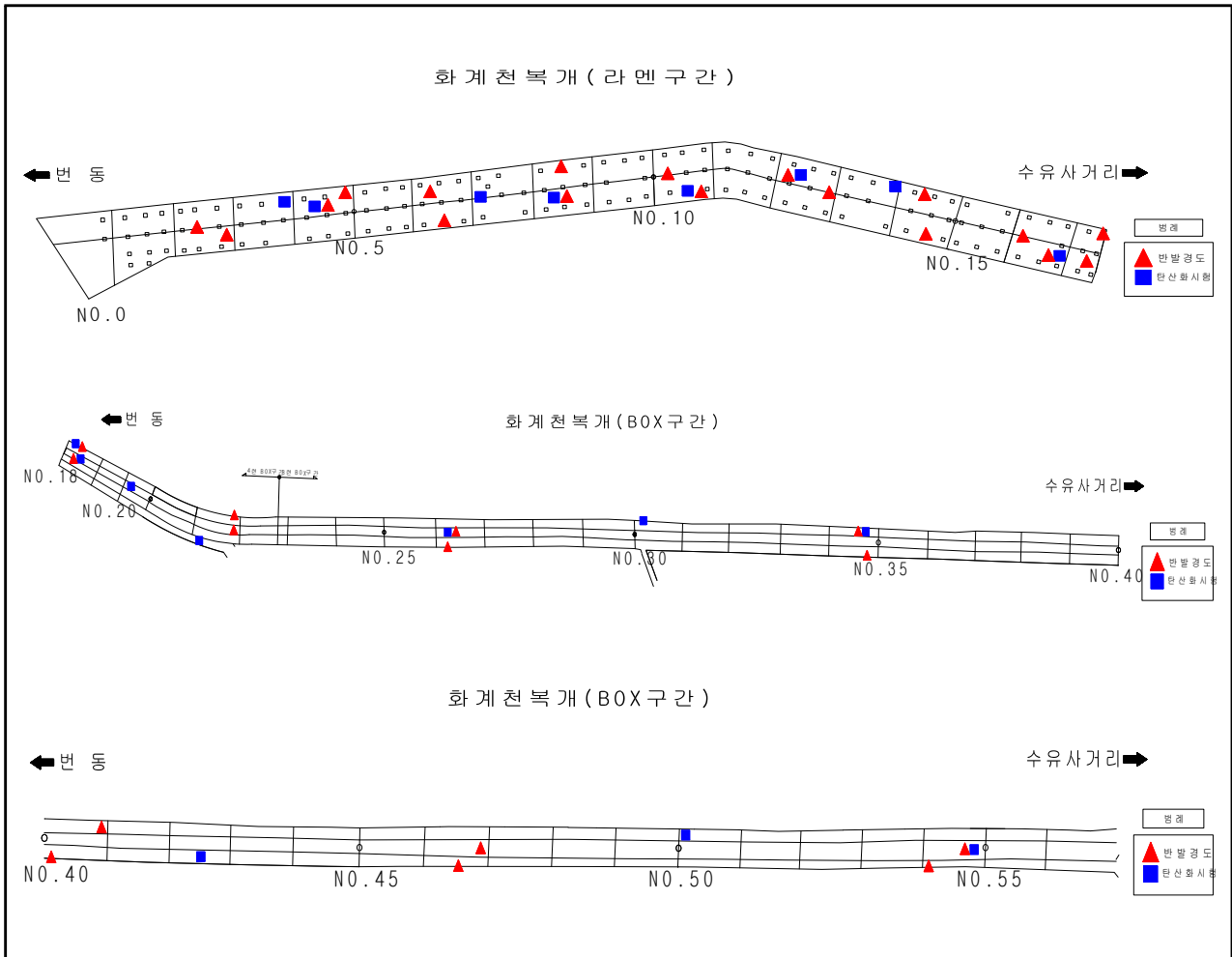
제3장

재료시험 및 측정

- 3.1 비파괴 시험위치
- 3.2 내구성 상태평가를 위한 조사 및 시험
- 3.3 안전성 평가를 위한 조사 및 시험

제3장 재료시험 및 측정

3.1 비파괴 시험위치



【그림 3.1】 비파괴 시험위치도

3.2 내구성 상태평가를 위한 조사 및 시험

3.2.1 탄산화 시험

가. 조사결과

탄산화시험은 라멘구간의 슬래브 4개소 및 기둥 4개소, BOX구간의 10개소등 총 18개소에서 실시하였으며 현장에서 국부파쇄법에 의한 파취부에 대해 시행하였다. 탄산화 시험 결과는 다음과 같다.

【표 3.1】 탄산화시험 결과

구 분		탄산화 깊이(mm)	최소피복 두께(mm)	평가 등급	탄산화 속도계수(A)	잔존수명 예측(년)
라멘구간	NO.4 슬래브	1.4	27	b	0.22	100년이상
	NO.8 슬래브	1.6	49	a	0.25	100년이상
	NO.12 슬래브	3.8	61	a	0.60	100년이상
	NO.16 슬래브	2.8	33	a	0.44	100년이상
	P10 기둥	7.2	47	a	1.14	100년이상
	P20 기둥	2.5	41	a	0.40	100년이상
	P30 기둥	15.1	86	a	2.39	100년이상
	P40 기둥	8.9	56	a	1.41	100년이상
박스구간	NO.26 4-3련 슬래브	2.8	48	a	0.44	100년이상
	NO.34 4-2련 슬래브	4.8	52	a	0.76	100년이상
	NO.42 4-4련 슬래브	5.1	57	a	0.81	100년이상
	NO.50 4-2련 슬래브	5.4	54	a	0.85	100년이상
	NO.54 4-3련 슬래브	3.1	33	a	0.49	100년이상
	NO.18 4-1련 좌벽체	8.8	67	a	1.39	100년이상
	NO.30 4-2련 좌벽체	18.1	74	a	2.86	100년이상
피복 부족구간	NO.18 4-2련 슬래브	2.2	21	b	0.35	100년이상
	NO.20 4-2련 슬래브	2.4	10	c	0.38	100년이상
	NO.22 4-4련 슬래브	2.1	5	c	0.33	100년이상

※탄산화 속도계수(A) = 탄산화깊이 / √재령(년)

※수명예측(년) = (철근피복 / 탄산화속도 계수)²

※잔존수명 예측(년) = 수명예측년수 - 경과년수

※콘크리트 및 강재 비파괴시험 매뉴얼(한국시설안전기술공단, 2006.12) 참조

※안전점검 및 정밀안전진단 세부지침 교량편(국토해양부, 한국시설안전공단, 2010.12) 참조

나. 탄산화시험 결과 분석

콘크리트의 탄산화시험은 총 18개소 실시하였으며, 측정위치의 철근피복두께를 측정하여 탄산화진행에 따른 잔여피복두께를 확인하였다. 탄산화깊이 측정결과는 1.4~18.1mm로서 측정위치의 최소피복두께보다 얇게 진행된 것으로 나타났다.

탄산화시험 평가결과 철근피복두께가 부족한 구간에서는 잔여피복두께 30mm미만으로서 b~c로 평가되었으나 구조물의 잔존수명은 측정된 탄산화 깊이에 대한 탄산화 속도계수(0.22~2.86)에 의해 산정한 결과 충분한 내구수명을 가지는 것으로 조사되었다.

다. 탄산화시험 보고서

【표 3.2】 탄산화시험 보고서

구분		내용	구분	내용
구조물의 명칭		화개천복개	시약	페놀프탈레인 1%용액
구조물의 경과년수		42년 이상	측정기구	버니어캘리퍼스
사용골재의 종류		확인되지않음	시약분무 후 측정시간	2분
측정면의 종류		구조물의 떼어낸 면		
시험부재		슬래브	기둥	벽체
시험일		2012.06.01	2012.06.01	2012.06.01
시험위치		슬래브하면	기둥	벽체
탄산화 깊이	측정값	1.4~5.4mm	2.5~15.1mm	8.8~18.1mm
	평균값	5.45mm		
	최대값	18.1mm		

라. 전회차 비교분석

【표 3.3】 탄산화 시험 전회차 비교

구분	탄산화 깊이		비고
	2010년 정밀안전진단	2012년 정밀점검결과	
라멘구간	1.2 ~ 10.1mm	1.4 ~ 15.1mm	
BOX구간	1.5 ~ 12.3mm	2.1 ~ 18.1mm	

전회차 진단과 비교시 탄산화는 각 위치별로 경미하게 진행된 것으로 조사되었으나 조사자의 측정방법, 측정위치 등의 오차 등으로 측정값이 다소 상이할 수 있다. 본 구조물은 기 진단 이후 2년 경과된 구조물로서 탄산화가 전반적으로 진행된 것으로 사료된다.

3.2.2 염화물함유량 시험결과

가. 염화물함유량 시험결과

염화물함유량 시험은 라멘구간 1개소, 4륜 박스구간 1개소, 3륜 박스구간 2개소등 총 4개소에서 실시하였으며 시험 결과는 다음과 같다.

【표 3.4】 염화물 함유량 시험 결과

위 치		전 염화물 함유량(kg/m ³)			평가결과	비고
		표면부	중간부	철근부		
라멘구간	No6+10	0.104	0.093	0.079	a	
4륜 박스구간	No.19+10	0.092	0.072	0.048	a	
3륜 박스구간	No.35	0.108	0.087	0.078	a	
	No.45	0.088	0.058	0.027	a	

나. 염화물함유량 시험 결과 분석

각 위치별로 채취한 시료를 이용하여 염화물 함유량 시험을 실시한 결과, 모두 철근위치에서 시방서 규정상 허용치인 0.3kg/m³ 이하(상태평가 a)로서 염화물에 의한 부식 발생 우려가 없는 것으로 평가되었다.

다. 전회차 비교분석

【표 3.5】 염화물 함유량시험 전회차 비교

구분	탄산화 깊이		비고
	2010년 정밀안전진단	2012년 정밀점검결과	
염화물함유량 시험	0.023~0.071	0.027~0.079	

전회차 결과와 비교시 염화물 함유량은 소량 증가한 것으로 분석되나 이는 시료채취방법, 시료위치(철근위치, 표면위치)등에 의해 다소 상이할 수 있다. 본 구조물은 염화물에 대한 건전성은 충분히 확보하고 있는 것으로 평가된다.

3.3 안전성 평가를 위한 조사 및 시험

3.3.1 콘크리트 강도조사

가. 반발경도시험에 의한 콘크리트 강도조사 결과

반발경도법에 의한 콘크리트 강도조사는 기 점검 위치를 기준으로 라멘 구간 18개소, BOX구간 14개소등 총 32개소에서 실시하였다. 조사결과는 다음과 같다.

【표 3.6】 콘크리트 압축강도 측정결과(반발경도법)

시 험 위 치		반발경도 (Ro)	추정강도(MPa)		설계기준 강도(MPa)
			방법 1	방법 2	
라멘 구간	NO.2	기둥	45.3	24.9	26.6
		슬래브	51.5	29.8	29.4
	NO.4	기둥	42.7	22.8	25.4
		슬래브	44.5	24.3	26.2
	NO.6	기둥	44.0	23.8	26.0
		슬래브	49.5	28.3	28.5
	NO.8	기둥	43.2	23.2	25.6
		슬래브	49.4	28.2	28.4
	NO.10	기둥	43.8	23.7	25.9
		슬래브	47.8	26.9	27.7
	NO.12	기둥	41.1	21.5	24.7
		슬래브	41.3	21.7	24.8
	NO.14	기둥	40.2	20.8	24.3
		슬래브	48.0	27.1	27.8
NO.16	기둥	40.9	21.3	24.6	
	슬래브	40.9	21.4	24.6	
NO.17	기둥	42.6	22.7	25.4	
	슬래브	47.4	26.6	27.5	
박스 구간	NO.18	4-1련 좌벽체	41.1	21.5	24.7
		4-2련 슬래브	51.2	29.6	29.2
	NO.22	4-1련 좌벽체	41.5	21.8	24.9
		4-2련 슬래브	41.9	22.2	25.1
	NO.26	4-4련 우벽체	47.2	26.4	27.5
		4-3련 슬래브	49.5	28.3	28.5
	NO.34	4-4련 우벽체	42.4	22.6	25.3
		4-2련 슬래브	42.1	22.3	25.1
	NO.40	4-4련 우벽체	41.1	21.5	24.7
		4-2련 슬래브	41.7	22.0	25.0
	NO.46	4-4련 우벽체	41.5	21.9	24.9
		4-3련 슬래브	43.5	23.5	25.8
	NO.54	4-4련 우벽체	41.6	21.9	24.9
		4-3련 슬래브	42.1	22.3	25.1

* 방법 1 : 일본재료학회식 방법 2 : 일본건축학회식

나. 결과분석

반발경도법에 의한 콘크리트 비파괴강도 측정결과, 라멘구간 평균강도는 23.4~26.3MPa, BOX구간 평균강도는 23.4~25.7MPa로서 모든 개소에서 설계기준강도를 만족하는 것으로 조사되었다.

다. 시험보고서

【표 3.7】 반발경도 시험보고서

구분	슬래브	기둥	벽체
시험일자	2012.06.01	2012.06.01	2012.06.02
시험시간	10시~17시	10시~17시	10시~17시
시험위치	슬래브하면	기둥	벽체
설계강도	21MPa	21MPa	21MPa
시험위치 표면상태	양호	양호	양호
시험시 온도	22.5℃	22.5℃	22.5℃
타격방향	90°	0°	0°
반발경도 평균값	43.9	41.8	42.2
버린 반발경도값	없음	없음	
콘크리트 재령	2000일 이상		
콘크리트 함수상태	기건상태		
반발경도측정기 종류	Proceq NR-Type		
제품번호	49240		

라. 전회차 비교분석

【표 3.8】 반발경도시험 전회차 비교

구분		전회콘크리트강도 측정평균강도(MPa)	금회콘크리트강도 측정평균강도(MPa)	설계기준 (MPa)	비교
반발경도법	라멘구간	23.2~24.9	23.4 ~ 26.3	21.0	
	BOX구간	21.7~24.8	23.4 ~ 25.7		

전회 정밀안전진단시 콘크리트 강도조사 결과는 전반적으로 설계기준강도(21.0MPa)를 상회하는 것으로 측정되었으며, 금회 측정결과에서도 전 개소 설계기준강도를 상회하는 것으로 측정되었다.

전회 진단과 비교·분석 결과 비파괴 측정위치, 조사자의 측정방법, 측정시 표면상태(습윤정도)를 여러 요인에 의한 오차 등으로 인해 측정값이 다소 상이하게 측정된 것으로 조사되었으나 전체적인 콘크리트 강도 상태는 문제점 없는 것으로 판단된다.



화계천 복개

제4장

시설물 상태평가

- 4.1 시설물 상태평가
- 4.2 안전등급

제4장 시설물 상태평가

4.1 시설물 상태평가

4.1.1 라멘구간 상태평가 결과

가. 부재별 상태평가 결과

【표 4.1】 화계천복개구조물 라멘구간 부재별 평가결과

부재의 분류		상부구조		기타부재				받침	하부구조		내구성 요소			
번호	구조형식	바닥판	거더	포장	배수	난간연석	신축이음	교량받침	하부	기초	탄화(상)	탄화(하)	염화물(상)	염화물(하)
NO.0~1	RC라멘	b	N/A	c	x	x	c	x	c	x	x	x	x	x
NO.1~2	RC라멘	b	N/A	b	x	x	x	x	c	x	x	x	x	x
NO.2~3	RC라멘	b	N/A	b	x	x	x	x	b	x	x	x	x	x
NO.3~4	RC라멘	b	N/A	b	x	x	x	x	b	x	b	a	x	x
NO.4~5	RC라멘	c	N/A	b	x	x	x	x	c	x	x	x	x	x
NO.5~6	RC라멘	b	N/A	b	x	x	x	x	a	x	x	x	x	x
NO.6~7	RC라멘	b	N/A	b	x	x	x	x	a	x	x	x	a	a
NO.7~8	RC라멘	b	N/A	b	x	x	x	x	a	x	a	a	x	x
NO.8~9	RC라멘	b	N/A	b	x	x	x	x	b	x	x	x	x	x
NO.9~10	RC라멘	b	N/A	b	x	x	x	x	a	x	x	x	x	x
NO.10~11	RC라멘	b	N/A	b	x	x	x	x	b	x	x	a	x	x
NO.11~12	RC라멘	b	N/A	b	x	x	x	x	b	x	a	x	x	x
NO.12~13	RC라멘	b	N/A	c	x	x	x	x	b	x	x	x	x	x
NO.13~14	RC라멘	b	N/A	c	x	x	x	x	b	x	x	a	x	x
NO.14~15	RC라멘	b	N/A	c	x	x	x	x	a	x	x	x	x	x
NO.15~16	RC라멘	b	N/A	c	x	x	x	x	c	x	a	x	x	x
NO.16~17	RC라멘	b	N/A	b	x	x	x	x	c	x	x	x	x	x
NO.17~17+9	RC라멘	b	N/A	b	x	x	c	x	a	x	x	x	x	x
평균		0.211	N/A	0.256	N/A	N/A	0.400	N/A	0.222	N/A	0.125	0.100	0.100	0.100
가중치		34	N/A	7	N/A	N/A	3	N/A	34	N/A	4	3	3	3
(평균X가중치) /가중치합		0.072	N/A	0.018	N/A	N/A	0.012	N/A	0.076	N/A	0.005	0.004	0.003	0.003
1. 환산결함도 점수 =	0.192													
2. 상태평가 결과	b													

나. 개별교량 평가 결과

【표 4.2】 화계천복개구조물 라멘구간 개별교량 평가결과

구분	구조형식	환산결함도점수	상태평가 결과	연장(m)	연장비	환산결함도점수 X 연장비
화계천복개	RC라멘	0.192	b	349	1.000	0.192
합계(Σ)				349	1.000	0.192
1. 환산결함도 점수 =						0.192
2. 상태평가 결과 =						b

4.1.2 BOX구간 상태평가 결과

가. 제1단계 구조물 결합지수 산정

【표 4.3】 화계천복개구조물 BOX구간 결합지수 산정표

SPAN NO.	균열	누수	파손 및 손상	재질열화							결합 점수 합계	결합 지수
				박리	충분리 및박리	백태	재료 분리	철근 노출	탄산화	염화물		
NO.17+90~NO.18	5	1	1	0	0	0	0	1	-	-	8	0.22
NO.18~NO.19	5	0	1	1	0	0	0	1	1	-	9	0.25
NO.19~NO.20	8	2	1	1	0	0	0	1	-	0	13	0.36
NO.20~NO.21	5	0	0	1	0	0	0	1	2	-	9	0.25
NO.21~NO.22	5	1	1	1	0	0	0	1	2	-	11	0.31
NO.22~NO.23	8	0	1	1	0	0	0	1	2	-	13	0.36
NO.23~NO.24	5	0	1	1	0	0	0	1	-	-	8	0.22
NO.24~NO.25	5	0	1	1	0	0	0	1	-	-	8	0.22
NO.25~NO.26	5	2	1	1	0	0	0	1	0	-	10	0.28
NO.26~NO.27	5	2	1	1	0	0	0	1	-	-	10	0.28
NO.27~NO.28	5	0	1	1	0	0	0	1	-	-	8	0.22
NO.28~NO.29	5	2	1	1	0	0	0	1	-	-	10	0.28
NO.29~NO.30	5	2	1	0	0	0	0	1	0	-	9	0.25
NO.30~NO.31	5	0	0	1	0	0	0	1	-	-	7	0.19
NO.31~NO.32	8	2	1	1	0	0	0	1	-	-	13	0.36
NO.32~NO.33	5	2	1	1	0	0	0	1	-	-	10	0.28
NO.33~NO.34	5	2	1	1	0	0	0	1	0	-	10	0.28
NO.34~NO.35	8	2	0	1	0	0	0	1	-	-	12	0.33
NO.35~NO.36	5	1	1	1	0	0	0	1	-	0	9	0.25
NO.36~NO.37	5	0	1	1	0	0	0	1	-	-	8	0.22
NO.37~NO.38	5	2	1	1	0	0	0	1	0	-	10	0.28
NO.38~NO.39	8	2	0	1	0	0	0	1	-	-	12	0.33
NO.39~NO.40	5	0	1	1	0	0	1	1	0	-	9	0.25
NO.40~NO.41	5	2	1	1	0	0	0	1	-	-	10	0.28
NO.41~NO.42	5	0	1	1	0	0	0	2	-	-	9	0.25
NO.42~NO.43	5	0	1	1	0	0	0	1	-	-	8	0.22
NO.43~NO.44	5	2	0	1	0	0	0	1	-	-	9	0.25
NO.44~NO.45	5	2	1	1	0	0	0	1	-	-	10	0.28
NO.45~NO.46	5	0	1	1	0	0	0	1	0	0	8	0.22
NO.46~NO.47	2	2	1	1	0	0	1	1	-	-	8	0.22
NO.47~NO.48	8	0	0	1	0	0	0	1	-	-	10	0.28
NO.48~NO.49	8	0	0	1	0	0	0	1	-	-	10	0.28
NO.49~NO.50	5	0	0	1	0	0	0	1	0	-	7	0.19
NO.50~NO.51	5	0	1	1	0	0	0	1	-	-	8	0.22
NO.51~NO.52	5	0	1	1	0	0	0	1	-	-	8	0.22
NO.52~NO.53	5	0	1	1	0	0	0	1	-	-	8	0.22
NO.53~NO.54	5	0	0	1	0	0	0	1	-	-	7	0.19
NO.54~NO.55	5	0	0	1	0	0	0	1	1	-	8	0.22
NO.55~NO.56	5	0	1	1	0	0	0	1	-	-	8	0.22
NO.56~NO.57	5	0	1	0	0	0	0	1	-	-	7	0.19
산술평균	5.5	0.8	0.8	0.9	0.0	0.0	0.1	1.0	0.7	0.0	9.7	0.27

나. 제2단계 구조물 상태평가 결과 산정

【표 4.4】 화계천복개구조물 BOX구간 상태평가 결과 산정

SPAN NO.	균열	누수	파손 및 손상	재질열화							평가결과
				박리	충분리 및박락	백태	재료 분리	철근 노출	탄산화	염화물	
NO.17+9.0~NO.18	b	b	c	a	b	b	b	b	-	-	b
NO.18~NO.19	b	a	c	c	b	b	b	b	b	-	b
NO.19~NO.20	c	c	c	c	b	b	b	b	-	a	c
NO.20~NO.21	b	a	a	c	a	b	b	b	c	-	b
NO.21~NO.22	b	b	c	c	b	b	b	b	c	-	c
NO.22~NO.23	c	a	c	c	b	b	b	b	c	-	c
NO.23~NO.24	b	a	c	c	a	b	b	b	-	-	b
NO.24~NO.25	b	a	c	c	a	b	b	b	-	-	b
NO.25~NO.26	b	c	c	c	a	b	b	b	a	-	b
NO.26~NO.27	b	c	c	c	b	b	a	b	-	-	b
NO.27~NO.28	b	a	c	c	a	b	b	b	-	-	b
NO.28~NO.29	b	c	c	c	a	b	b	b	-	-	b
NO.29~NO.30	b	c	c	a	a	b	b	b	a	-	b
NO.30~NO.31	b	a	b	c	a	b	b	b	-	-	b
NO.31~NO.32	c	c	c	c	a	b	a	b	-	-	c
NO.32~NO.33	b	c	c	c	a	b	b	b	-	-	b
NO.33~NO.34	b	c	c	c	b	b	b	b	a	-	b
NO.34~NO.35	c	c	b	c	a	b	b	b	-	-	c
NO.35~NO.36	b	b	c	c	a	b	b	b	-	a	b
NO.36~NO.37	b	a	c	c	a	b	b	b	-	-	b
NO.37~NO.38	b	c	c	c	a	b	b	b	a	-	b
NO.38~NO.39	c	c	b	c	b	b	b	b	-	-	c
NO.39~NO.40	b	a	c	c	a	b	c	b	a	-	b
NO.40~NO.41	b	c	c	c	a	b	b	b	-	-	b
NO.41~NO.42	b	a	c	c	a	b	b	c	-	-	b
NO.42~NO.43	b	a	c	c	a	a	b	b	-	-	b
NO.43~NO.44	b	c	b	c	a	b	b	b	-	-	b
NO.44~NO.45	b	c	c	c	a	b	b	b	-	-	b
NO.45~NO.46	b	a	c	c	a	b	b	b	a	a	b
NO.46~NO.47	a	c	c	c	a	a	c	b	-	-	b
NO.47~NO.48	c	a	a	c	b	b	a	b	-	-	b
NO.48~NO.49	c	a	b	c	a	b	b	b	-	-	b
NO.49~NO.50	b	a	a	c	a	a	b	b	a	-	b
NO.50~NO.51	b	a	c	c	a	b	b	b	-	-	b
NO.51~NO.52	b	a	c	c	b	a	a	b	-	-	b
NO.52~NO.53	b	a	c	c	a	b	b	b	-	-	b
NO.53~NO.54	b	a	b	c	b	b	b	b	-	-	b
NO.54~NO.55	b	a	a	c	a	a	a	b	b	-	b
NO.55~NO.56	b	a	c	c	a	b	b	b	-	-	b
NO.56~NO.57	b	a	c	a	a	b	b	b	-	-	b
산술평균	b	b	c	c	a	a	a	b	b	a	b

다. 제3단계 주변상태 결함점수 산정

【표 4.5】 화계천복개구조물 주변상태 결함지수 산정

항 목	배수상태	지반상태	갯문상태	특수조건	합 계
결함점수	1	0	0	1	2

라. 제4단계 상태평가 결과 산정

【표 4.6】 화계천복개구조물 상태평가 결과산정

항목	철근콘크리트 구조물										구조물 주변				합계
	균열	누수	파손손상	재질열화							배수상태	지반상태	갯문상태	특수조건	
				박리	충분리박락	백태	재료분리	철근노출	탄산화	염화물					
결함점수	5.5	0.8	0.8	0.9	0.0	0.0	0.1	1.0	0.7	0.0	1	0	0	1	11.8
결함점수(F)											0.274				
화계천복개 평가결과											b				

4.1.3 화계천복개구조물 상태평가 결과

가. 구간별 상태평가

- 1) 라멘구간 : 결함점수 0.192 “B”등급 (결함도 범위 : $0.13 \leq x < 0.26$)
- 2) BOX구간 : 결함점수 0.274 “B”등급 (결함도 범위 : $0.15 \leq x < 0.30$)

나. 라멘구간 환산 결함도 점수 조정

라멘구간 환산 결함도 점수 0.192을 비례식에 의하여 터널 환산 결함도 점수로 변환한다.

- 1) 라멘구간 ‘B’등급 결함도 범위 : $0.13 \leq x < 0.26$
- 2) BOX구간 ‘B’등급 결함도 범위 : $0.15 \leq x < 0.30$
- 3) 비례식 : $[0.13 : 0.192 = 0.15 : X], X = 0.222$

∴ 라멘구간 점수 0.190는 박스구간 점수로 환산하면 0.222이다

전체 구조물의 상태평가는 길이에 따른 가중치를 적용하여 최종상태평가 결과를 산정하였다.

【표 4.7】 화계천복개구조물 상태평가결과

구성교량명	환산결함도점수	상태평가결과	연장(m)	연장비	환산결함도점수 X 연장비
라멘구간	0.222	b	349	0.306	0.068
BOX구간	0.274	b	791	0.694	0.190
합계(Σ)			1,140	1.0	0.258
1. 환산결함도 점수 =					0.258
2. 상태평가 결과 =					b

4.2 안전등급 지정

평가구분	결함지수	평가결과	비고
상태평가	F = 0.258	b	
안전성 평가	-	-	해당없음
안전등급지정	B		

화계천복개구조물의 구간별로 손상에 따른 종합평가한 결과 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 B등급(양호)으로 안전등급이 지정되었다.



화계천 복개

제5장

보수·보강 및 유지관리 방안

- 5.1 보수·보강 개략공사비
- 5.2 보수·보강방안
- 5.3 유지관리 방안

제5장 보수·보강 및 유지관리 방안

5.1 보수·보강 개략공사비

5.1.1 1순위 보수·보강 개략공사비

【표 5.1】 1순위 보수·보강 개략공사비

부재명	손상내용	단위	손상물량	보수물량	보수·보강방안	단가	금액	우선순위
라멘 구간	0.3mm이상균열	m	7.0	10.5	주입보수	90,265	947,783	1
	철근노출	m ²	21.79	32.685	방청+단면보수	190,324	6,220,740	1
	침식	m ²	3.63	5.445	단면보수	165,127	899,117	1
4련 구간	철근노출	m ²	13.18	19.77	방청+단면보수	177,183	3,502,908	1
	Joint백태 및 누수	m ²	5.9	8.85	표면처리, 물끊기	370,000	3,274,500	1
	바닥침식	m ²	303	454.5	콘크리트타설	120,000	54,540,000	1
	벽체침식	m ²	17.04	25.56	현치시공	120,000	3,067,200	1
	바닥철근노출	m ²	4.5	6.75	콘크리트타설	120,000	810,000	1
3련 구간	0.3mm이상 균열	m	10.2	15.3	주입보수	90,265	1,381,055	1
	철근노출	m ²	72.09	108.14	방청+단면보수	177,183	19,159,684	1
	단면손상	m ³	50.07	75.105	단면보수	165,127	12,401,863	1
	Joint백태 및 누수	m ²	14.24	21.36	표면처리, 물끊기	370,000	7,903,200	1
	바닥침식	m ²	3076.9	4615.4	콘크리트 타설	120,000	553,842,000	1
	벽체침식	m ²	11.39	17.085	현치시공	120,000	2,050,200	1
	바닥철근노출	m ²	20.48	30.72	방청+단면보수	177,183	5,443,062	1
순공사비(절삭: 43,312원)							675,400,000	
가설비(순공사비의 10%)							67,540,000	
제경비((순공사비+가설비)의 50%)							371,470,000	
개략공사비							1,114,410,000	

※ 보수물량은 손상물량의 할증 1.5 적용

5.1.2 2순위 보수·보강 개략공사비

【표 5.2】 2순위 보수·보강 개략공사비

부재명	손상내용	단위	손상물량	보수물량	보수·보강방안	단가	금액	우선순위
포장	포장면파손	m³	2.22	3.33	절삭후 재포장	35,000	116,550	2
	아스콘균열	m	145.5	218.25	셀링보수	17,000	3,710,250	2
	아스콘 횡균열	m	92.0	138	조인트설치	500,000	69,000,000	2
라멘 구간	0.3mm미만균열	m	214.7	322.05	표면처리보수	25,645	8,258,972	2
	단면손상	m²	78.99	118.49	단면보수	190,324	22,550,539	2
	백태	m²	11.46	17.19	표면처리보수	25,645	440,838	2
4련 구간	0.3mm미만균열	m	44.1	66.15	표면처리보수	25,645	1,696,417	2
	단면손상	m²	6.32	9.48	단면보수	165,127	1,565,404	2
	백태	m²	4.66	6.99	표면처리보수	25,645	179,259	2
	토사퇴적	m²	342.4	513.6	준설	15,000	7,704,000	2
	벽체하단 목재삽입	m	311.2	466.8	제거,현치시공	45,000	21,006,000	2
3련 구간	0.3mm미만 균열	m	405.6	608.4	표면처리보수	25,645	15,602,418	2
	백태	m²	34.85	52.275	표면처리보수	25,645	1,340,592	2
	토사퇴적	m²	391.0	586.5	준설	15,000	8,797,500	2
순공사비(절삭: 68,739원)							161,900,000	
가설설비(순공사비의 10%)							16,190,000	
제경비((순공사비+가설설비)의 50%)							89,045,000	
개략공사비							267,135,000	

※보수물량은 손상물량의 할증 1.5 적용

5.1.3 전체 보수·보강 개략공사비

【표 5.3】 보수·보강 개략공사비

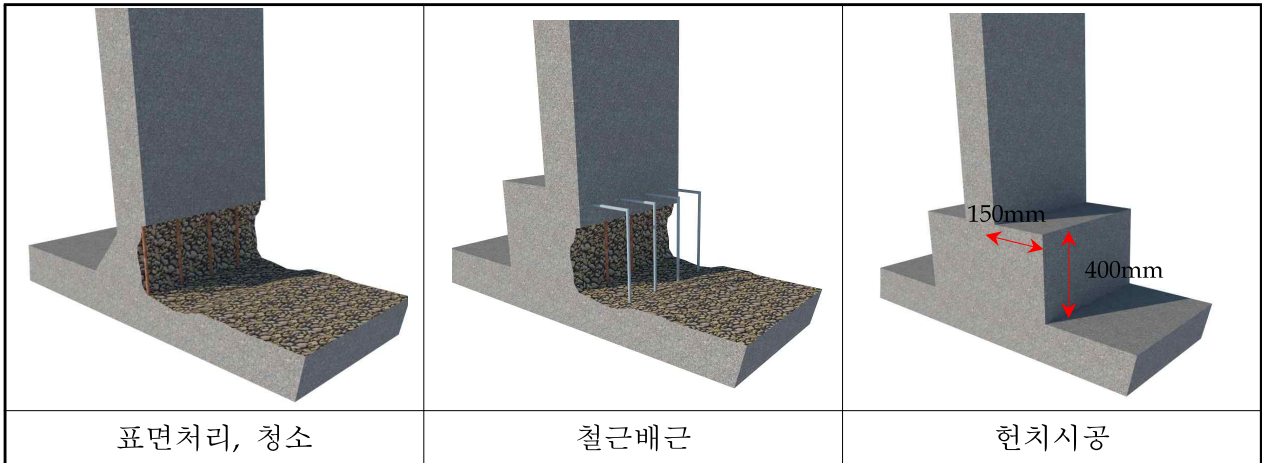
부재명	손상내용	단위	손상물량	보수물량	보수·보강방안	단가	금액	우선순위
포장	포장면파손	m ³	2.22	3.33	절삭후 재포장	35,000	116,550	2
	아스콘 종균열	m	145.5	218.25	씰링보수	17,000	3,710,250	2
	아스콘 횡균열	m	92.0	138	조인트설치	500,000	69,000,000	2
라멘 구간	0.3mm미만균열	m	214.7	322.05	표면처리보수	25,645	8,258,972	2
	0.3mm이상균열	m	7.0	10.5	주입보수	90,265	947,783	1
	철근노출	m ²	21.79	32.685	방청+단면보수	190,324	6,220,740	1
	단면손상	m ²	78.99	118.49	단면보수	190,324	22,550,539	2
	백태	m ²	11.46	17.19	표면처리보수	25,645	440,838	2
	침식	m ²	3.63	5.445	단면보수	165,127	899,117	1
	망상균열	m ²	507.72	761.58	주의관찰	-	-	-
4련 구간	0.3mm미만균열	m	44.1	66.15	표면처리보수	25,645	1,696,417	2
	철근노출	m ²	13.18	19.77	방청+단면보수	177,183	3,502,908	1
	단면손상	m ²	6.32	9.48	단면보수	165,127	1,565,404	2
	백태	m ²	4.66	6.99	표면처리보수	25,645	179,259	2
	Joint백태 및 누수	m ²	5.9	8.85	표면처리, 물끊기	370,000	3,274,500	1
	바닥침식	m ²	303	454.5	콘크리트타설	120,000	54,540,000	1
	벽체침식	m ²	17.04	25.56	현치시공	120,000	3,067,200	1
	바닥철근노출	m ²	4.5	6.75	콘크리트타설	120,000	810,000	1
	토사퇴적	m ²	342.4	513.6	준설	15,000	7,704,000	2
	벽체하단 목재삽입	m	311.2	466.8	제거,현치시공	45,000	21,006,000	2
망상균열	m ²	215	322.5	주의관찰	-	-	-	
3련 구간	0.3mm미만 균열	m	405.6	608.4	표면처리보수	25,645	15,602,418	2
	0.3mm이상 균열	m	10.2	15.3	주입보수	90,265	1,381,055	1
	철근노출	m ²	72.09	108.14	방청+단면보수	177,183	19,159,684	1
	단면손상	m ³	50.07	75.105	단면보수	165,127	12,401,863	1
	백태	m ²	34.85	52.275	표면처리보수	25,645	1,340,592	2
	Joint백태 및 누수	m ²	14.24	21.36	표면처리, 물끊기	370,000	7,903,200	1
	바닥침식	m ²	3076.9	4615.4	콘크리트 타설	120,000	553,842,000	1
	벽체침식	m ²	11.39	17.085	현치시공	120,000	2,050,200	1
	바닥철근노출	m ²	20.48	30.72	방청+단면보수	177,183	5,443,062	1
	토사퇴적	m ²	391.0	586.5	준설	15,000	8,797,500	2
망상균열	m ²	522.65	783.98	주의관찰	-	-	-	
순 공사비(절삭: 112,049원)							837,300,000	
가설비(순공사비의 10%)							83,730,000	
제 경비((순공사비+가설비)의 50%)							460,515,000	
개략 공사비							1,381,545,000	

※ 보수물량은 손상물량의 할증 1.5 적용

5.2 보수 · 보강방안

5.2.1 벽체 하단 침식부 현치시공

박스구간 벽체하단에 발생된 침식손상에 대해서 치핑 후 현치 시공이 필요한 상태이며 바닥 침식부를 고려하여 현치 높이는 40cm로 설치하는 것이 타당할 것으로 판단된다.



나. 시공순서

① 표면처리

기존콘크리트 열화부위, 중성화 부분을 브레이커 등을 이용하여 콘크리트 표면을 쪼아낸다. 이때 손상부 깊이가 철근까지 확대되었을 때는 철근 뒷면 10mm이상을 쪼아낸다.

② 표면청소

콘크리트 표면철거 후 고압 살수기를 이용하여 표면을 고압세척 한다. 고압세척의 압력은 노즐 tip에서 5,000 psi(350kgf/cm²)의 압력으로 한다.

③ 철근배근

기존 철근부식 방지를 위해 방청제를 도포 하며 철근의 방식성, 단면보수재 및 철근과의 부착성이 좋은 재료를 사용해야하며, 기존 철근에 부식 및 단면감소를 고려하여 단면 복구시 철근배근(C.T.C 250)을 한다.

④ 접착력 강화

신·구 재료의 접착력 강화를 위하여 붓이나 에어 스프레이건을 사용하여 접착제를 균일하게 도포 한다. 콘크리트면과 밀착성이 뛰어나고 탄성계수, 열팽창계수, PH 등이 비슷한 규산염계, 폴리머 계통 접착제 등을 사용한다.

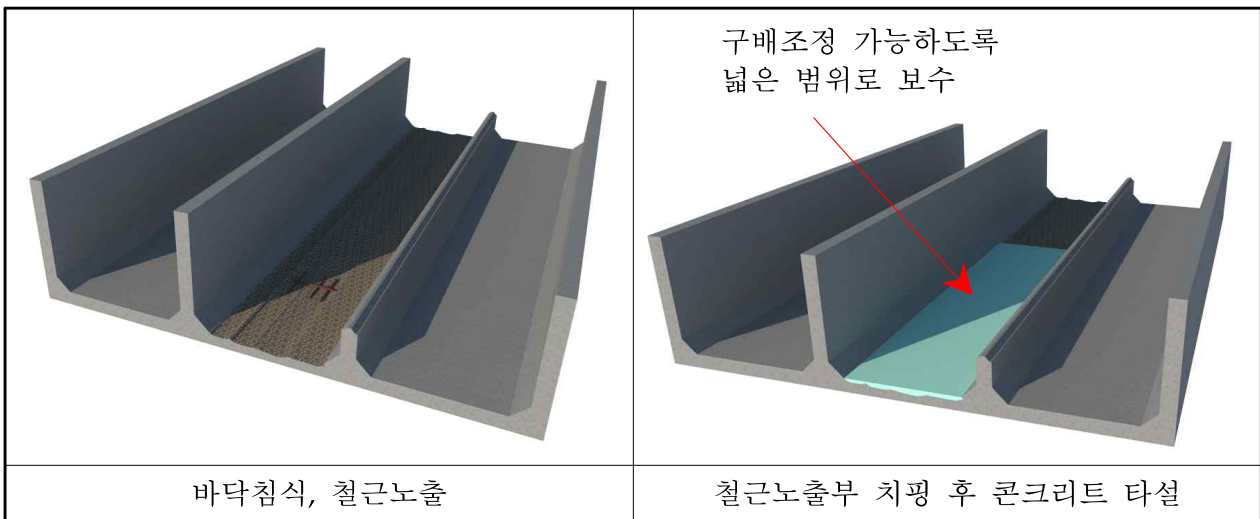
⑤ 콘크리트 타설(150×400mm)

일정단면두께로 타설하며, 일정강도를 유지하기위해 시방기준에 맞게 타설한다.

5.2.2 바닥 철근노출부 콘크리트 타설

바닥침식은 3련과 4련 암거구간에서 발생하였으며 부분적으로 철근노출이 일부 확인되었다. 바닥침식부는 전체 치핑부 콘크리트 보수가 필요하며 철근노출부 또한 치핑 후 콘크리트 보수가 필요하다. 단 바닥침식 보수가 늦어질 경우 철근노출부에 대해서는 우선적으로 보수되어야 하며 이때 철근노출부에만 한정하여 보수할 경우 콘크리트 보수부에서 탈락이나 유속의 흐름에 방해가 될 수 있으므로 넓은 면적으로 보수를 실시하여 우수흐름의 방해나 보수부 탈락 등의 손상이 재발생 되지 않도록 하여야 한다.

가. 보수모식도



나. 시공순서

① 표면처리

기존콘크리트 열화부위, 중성화 부분을 브레이커 등을 이용하여 콘크리트 표면을 쪼아낸다. 이때 손상부 깊이가 철근까지 확대되었을 때는 철근 뒷면 10mm이상을 쪼아낸다.

② 표면청소

콘크리트 표면철거 후 고압 살수기를 이용하여 표면을 고압세척 한다. 고압세척의 압력은 노즐 tip에서 5,000 psi(350kgf/cm²)의 압력으로 한다.

③ 접착력 강화

신·구 재료의 접착력 강화를 위하여 붓이나 에어 스프레이건을 사용하여 접착제를 균일하게 도포 한다. 콘크리트면과 밀착성이 뛰어나고 탄성계수, 열팽창계수, PH 등이 비슷한 규산염계, 폴리머 계통 접착제 등을 사용한다.

④ 콘크리트 타설(100mm)

유수의 흐름에 방해없도록 구배조정을 철저히 하고 바닥의 마모, 침식억제를 위하여 수중불분리 혼화재를 사용한 콘크리트 시방기준에 맞게 타설한다.

5.3 유지관리방안

5.3.1 유지관리방안 및 중점점검사항

화계천 복개 구조물에 대한 정밀점검 실시결과에 근거하여 구조물의 전체적인 안전성, 기능성, 내구성 등을 향상 및 유지하기 위한 유지관리 방안은 다음과 같다.

구분	손상	세 부 내 용
손상별 중점유지 관리	포장부	<ul style="list-style-type: none"> · 포장면의 파손부 보수여부 · 신축 Joint 신축기능에 따른 균열 및 파손 여부 유의
	균열	<ul style="list-style-type: none"> · 슬래브와 벽체의 횡균열상태, 구조적 균열유무 · 기 조사된 벽체의 수직균열 및 횡방향 균열의 진전여부 확인 · 보수부 주변 균열추가 발생여부
	누수 및 백태	<ul style="list-style-type: none"> · 신축Joint부는 물끊기 앵글의 설치효과 확인 · 누수 발생시는 누수량, 수질, 기온변화 평가
	단면손상	<ul style="list-style-type: none"> · 망치 등의 장비로 타격음을 청취 · 단면보수위치의 재 손상발생여부 및 보수효과 평가 · 망치 등의 장비로 타격음을 청취 · 추가 단면손상 발생 유무
	철근노출	<ul style="list-style-type: none"> · 피복두께부족구간 추가 철근노출, 박락 여부 조사
	침식	<ul style="list-style-type: none"> · 보수실시 후에 보수상태 확인 · BOX구간 벽체 집중 조사 · 바닥침식부 주변 철근노출 발생유무 확인
	토사퇴적	<ul style="list-style-type: none"> · 구간별 토사퇴적, 폐콘크리트 방치상태에 따른 체수여부의 조사
유지관리방안	<ul style="list-style-type: none"> · 구조물 시공이음부 위치에서 발생된 포장부의 횡균열은 보수 전까지 균열 주변으로 우수침투에 의한 균열 확대, 포트홀, 침하 등을 확인 · 박스구간에 발생된 균열 중 벽체에서 슬래브까지 연결된 횡균열과 백태가 동반된 균열에 대해서는 진행성 유무를 확인 · 바닥침식은 지속적으로 발생하는 손상으로서 금번점검에서 조사된 구간 중 추가 철근노출 여부를 확인하고 기존 철근노출부 보수 후 우수의 체수나 보수부의 탈락 유무를 확인 · 벽체하단 침식부는 현차 보수 전까지 현재 발생된 관통부의 추가 진전여부, 침식부의 관통여부, 목재 삼입부 주변 침식과 철근노출 여부 확인 	



화계천 복개

제6장

종합결론

- 6.1 외관조사 결과
- 6.2 내구성조사 결과
- 6.3 상태평가 결과
- 6.4 종합결론

제6장 종합결론

6.1 외관조사 결과

화계천복개 구조물에 대한 외관조사결과 철근노출, 바닥판 침식, 벽체 침식, 단면손상이 주요결함으로 확인되었으며 이외 균열, Joint 누수 및 백태, 토사퇴적, 포장부 균열, 파손 등의 손상이 조사되었다.

기 진단시 조사된 철근노출은 일부 보수되었으며 금번 점검에서는 국부적이고 경미하게 발생한 철근노출 결함이 추가로 확인되었다.

바닥판 침식은 3련, 4련 박스구간에서 전반적으로 발생하였으며 침식부에서 국부적으로 철근노출이 동반된 상태이다.

벽체하단은 오랜기간 유수의 흐름에 의해 전반적으로 침식이 발생되었으며 일부구간에서는 콘크리트가 열화 되어 벽체가 관통된 상태이다. 이외 시공시 매입된 목재는 부패되고 목재 상단에서 벽체 침식이 일부 발생된 상태이다.

복개 구조물의 내구성 저하를 방지하기 위해서는 철근노출, 바닥 및 벽체 침식, 단면열화 등의 손상에 대한 적절한 보수가 필요하다.

6.2 내구성 조사결과

6.2.1 내구성 상태평가를 위한 조사 및 시험

가. 탄산화 시험

콘크리트의 탄산화시험은 총 18개소 실시하였으며, 측정위치의 철근피복두께를 측정하여 탄산화진행에 따른 잔여피복두께를 확인하였다. 탄산화깊이 측정결과는 1.4~18.1mm로서 측정위치의 최소피복두께보다 얇게 진행된 것으로 나타났다.

탄산화시험 평가결과 철근피복두께가 부족한 구간에서는 잔여피복두께 30mm미만으로서 b~c로 평가되었으나 구조물의 잔존수명은 측정된 탄산화 깊이에 대한 탄산화 속도계수 (0.22~2.86)에 의해 산정한 결과 충분한 내구수명을 가지는 것으로 조사되었다.

나. 염화물 함유량 시험

각 위치별로 채취한 시료를 이용하여 염화물 함유량 시험을 실시한 결과, 모두 철근위치에서 시방서 규정상 허용치인 0.3kg/m³ 이하(상태평가 a)로서 염화물에 의한 부식 발생 우려가 없는 것으로 평가되었다.

6.2.2 안전성 평가를 위한 조사 및 시험

가. 콘크리트 강도조사

콘크리트 강도조사는 반발경도법에 의해 실시하였으며 기존 정밀안전진단시 조사한 위치에서 라멘 구간 18개소, BOX구간 14개소등 총 32개소에서 비파괴강도를 측정 한 결과,라멘구간 평균강도는 23.4~26.3MPa, BOX구간 평균강도는 23.4~25.7MPa로서 모든 개소에서 설계기준강도를 만족하는 것으로 조사되었다.

6.3 상태평가 결과

화계천복개의 구간별로 손상에 따른 종합평가한 결과 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 B등급(양호)으로 지정되었다.

6.4 종합결론

- 화계천복개는 1972년에 준공되어 약40년간 공용되고 있는 구조물로, 금회 정밀점검에서 조사된 철근노출, 바닥 및 벽체 침식, 단면손상, 균열, Joint 누수 및 백태 등의 경우 구조물에 안전성에는 문제가 없으나 내구성 확보를 위해 보수를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 금회 정밀점검 외관조사, 시험결과를 토대로 한 시설물의 상태평가 결과를 종합적으로 분석, 평가한 결과 안전등급은 “B등급”으로 판정되었다.
- 본 시설물은 장기공용에 따른 노후화로 향후 더 많은 열화와 손상이 발생될 수 있으므로 지속적인 유지보수가 필요하며, 기 발생한 손상과 결함에 대해서는 내구성 확보와 기능유지를 위한 적절한 보수·보강이 이루어진다면 공용기간의 장기화도 기대할 수 있을 것으로 판단된다.