

여의하류IC의 6개소 정밀점검 용역  
화곡지하차도 보고서



2010. 7.

서울특별시 강서도로교통사업소

# 제 출 문

서울특별시 강서도로교통사업소장 귀하

귀 소와 계약체결한 『화곡지하차도 정밀점검 용역』에 대한 과업을 완료하고 그 결과를 본 보고서로 제출합니다.

2010 년 7 월

(주) 엠 디 비 산업  
대표이사 김 애 경

# 화곡지하차도 정밀점검 결과표

## 1. 기본 현황

가. 일반현황					
용역명	여의하류IC외 6개소 정밀점검 용역 (화곡지하차도)	점검기간	2010. 3. 29 ~ 2010. 7. 23		
관리주체명	서울특별시 강서도로교통사업소	대표자	-		
공동수급	-	계약방법	경쟁입찰		
시설물 구분	교량	종류	도로교	종별	법외
준공일	1990년 8월	점검금액(천원)	77,510	안전등급	B
시설물 위치	서울특별시 강서구 가양동 2-21번지	시설물 규모	L=415.0m, B=8.0m		
나. 점검 실시결과 현황					
중대결함	-				
점검 주요결과	금번 조사된 손상·결함부는 구조물의 안전성에 직접적인 영향을 미치지 않는 것으로 판단되나 건전성 및 사용성 증진을 위해 일부 보수가 필요한 상태이며, 내구성평가 결과는 건전한 상태를 유지하고 있는 것으로 평가됨. 화곡지하차도의 전체 상태등급은 <b>B등급</b> 으로 평가되었음.				
주요 보수·보강	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 교면포장부 ASP균열 - 실링보수</li> <li>· 본선 BOX 슬래브 누수 및 백태 - 표면처리공법</li> <li>· 본선 BOX 벽체 재료분리 - 단면복구공법</li> <li>· 옹벽부 균열(0.3mm이상) - 균열부 주입공법</li> </ul>				
다. 책임(참여)기술자 현황					
구분	성명	과업 참여기간	기술등급		
책임기술자	이종승	2010. 3. 29 ~ 7. 23	특급		
참여기술자	최권희	2010. 3. 29 ~ 7. 23	중급		
참여기술자	이범석	2010. 3. 29 ~ 7. 23	중급		
참여기술자	진정석	2010. 3. 29 ~ 7. 23	중급		
참여기술자	김천명	2010. 3. 29 ~ 7. 23	초급		
라. 참고사항					
<p>화곡지하차도의 정밀점검 결과 상태등급은 B등급으로 정밀안전진단은 필요치 않으며, 내구성 증진을 위하여 일부 보수가 필요한 상태로서 차기 점검 시 중점 점검사항은 옹벽 균열의 신규발생여부, BOX구간 상부슬래브 균열 폭의 성장 길이 진전여부, 포장부 ASP균열 및 파손 등의 추가적 손상발생 사항에 대하여 중점적으로 점검이 필요함.</p>					

## 2. 결과 요약

책임기술자 종합의견	
<p>1) 화곡지하차도(1990년 준공)는 준공후 약 20년이 경과된 지하차도 시설물로서 금번 정밀점검 결과 시설물의 안전성에 영향을 미치는 구조적으로 문제가 되는 결함이나 손상은 발생하지 않은 대체로 양호한 상태이나, 교면포장부 균열, 망상균열, 패임, 배수구 막힘, 그레이팅 유실, 옹벽 벽체면 균열, 신축이음부 주위 콘크리트 탈락, 신축이음부 이격, 상부 슬래브 하면 콘크리트 탈락, 균열, 지하차도 벽체면 균열, 보수부 재 균열 등의 손상에 대해서는 적절한 보수(본 보고서 3장 보수·보강 방안편에서 제시된 각 부재별 보수·보강공법 참조)가 필요할 것으로 판단됨.</p> <p>2) 옹벽구간의 좌, 우측 하단부에는 콘크리트 경계석이 설치되어진 상태로서 외관조사 결과 시점측 경계석 설치부중 다수위치에 파손이 발생된 상태로서 본 손상은 공용기간 경과에 따른 노후화 및 동절기 염화칼슘 살포 등으로 인한 염해 등이 원인으로 판단되며 외견 및 시설물의 사용성 확보를 위하여 교체설치 후 추가적 손상발생 여부에 대한 지속관찰이 요구됨.</p>	<p>책임기술자 : 이 종 승 (서명)</p>

### 가. 정밀점검 외관조사 결과 기본사항

상태평가 결과 및 보수·보강			상태평가 결과 : B
결함발생 부재	상태평가 결과	결함종류	보수·보강(안)
교면포장	b	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 포장부 패임</li> <li>• 포장부 ASP균열</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 절삭 후 오버레이</li> <li>- 실링보수</li> </ul>
본선 BOX 벽체	b	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 재료분리</li> <li>• 균열 (c/w:0.3mm이상)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 단면복구공법</li> <li>- 균열부 주입공법</li> </ul>
본선 BOX 슬래브	c	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 누수 및 백태</li> <li>• 콘크리트파손</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 표면처리공법</li> <li>- 단면복구공법</li> </ul>
옹벽	c	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 균열 (c/w:0.3mm이상)</li> <li>• 재료분리</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 균열부 주입공법</li> <li>- 단면복구공법</li> </ul>

나. 안전성평가 결과

안전성평가 수행 부재	해석방법	안전성평가 결과요약	안전율	안전성평가 결과
-	-	-	-	미실시

다. 내진성능 검토 수행 여부

검토대상 부재	설계적용 여부	결과	검토결과 요약
교량받침	N	-	-

라. 현장시험(비파괴 및 추가시험)

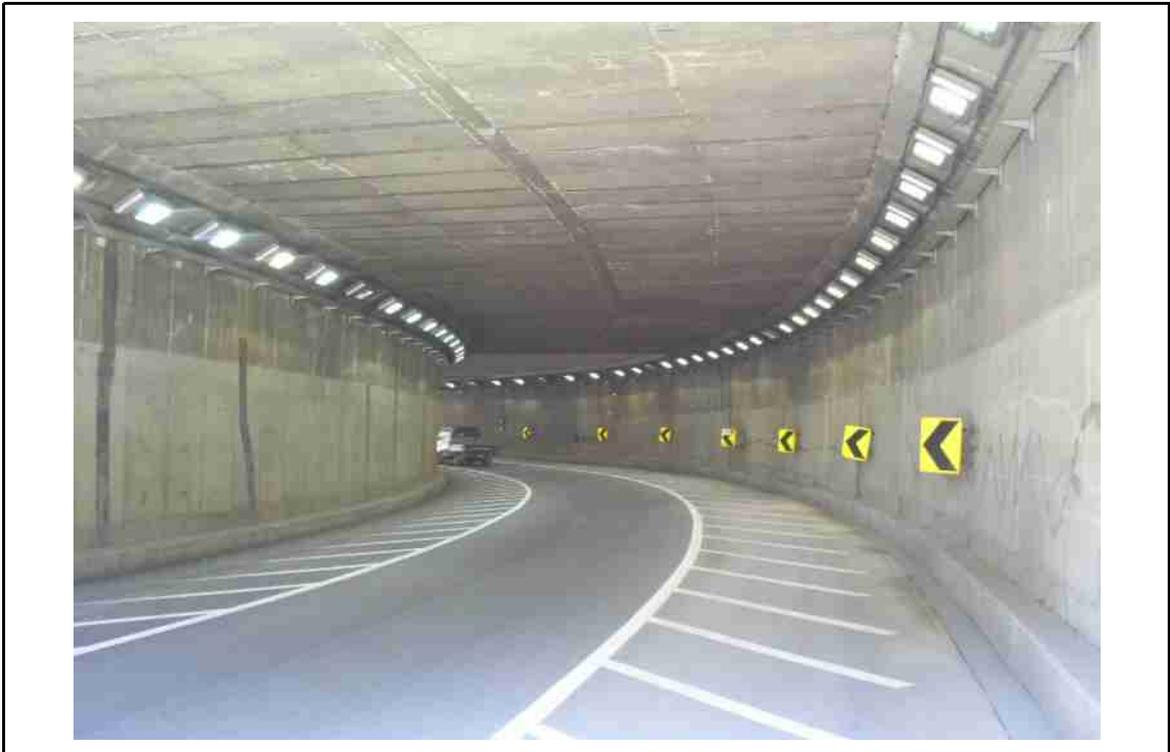
구분	시험명	시험 결과	책임기술자 의견
화곡지하차도	비파괴 강도시험	반발경도법에 의한 콘크리트 압축강도를 측정된 결과 시점부 용벽 246.5MPa, BOX 구간(상부슬래브 28.6MPa, 벽체부 28.1 MPa), 종점부 용벽26.5MPa로서 설계기준 강도( $f_{ck} = 24.0\text{MPa}$ )를 상회하고 있어 콘크리트 강도상의 문제가 없는 건전한 상태로 평가되었다.	콘크리트 비파괴 시험 결과 구조물의 내구성 상태는 건전한 것으로 분석 되었다.
	탄산화 시험	페놀프탈레인용액을 이용하여 탄산화 시험을 실시한 결과 측정된 각 부재별 탄산화 깊이는 2.0~7.0mm로 측정되었으며, 철근 피복두께 대비 탄산화 잔여깊이가 30mm이상으로서 대상교량은 “탄산화에 의한 부식발생 우려가 없는” a등급의 상태로 평가되었다.	



# 위 치 도



# 전 경 사 진



화곡지하차도 입구 및 내부전경

# - 요약문 -

## 1. 과업의 목적

본 용역은 「시설물의 안전관리에 관한 특별법」 규정에 따른 정밀점검 용역으로서 서부도로교통사업소에서 유지관리하고 있는 법정외 시설물인 화곡지하차도에 대해 시설물의 손상과, 물리적, 화학적, 기능적, 구조적 결함을 정밀조사 및 측정 평가하여 시설물의 구조적 안전성 및 결함원인을 진단하고, 그에 대한 신속하고 적절한 조치 방안(보수·보강 대상 범위 및 방법 등)을 제시함으로써 재해 및 재난을 사전 예방하고 시설물의 효율증진과 공공의 안전을 확보 하는데 그 목적이 있다.

## 2. 과업대상 교량

시설물명	화곡지하차도		
관리주체	서울특별시 강서도로관리사업소		
소재지	서울특별시 강서구 가양동 2-21번지	준공 년도	· 1990년 8월
연장	· BOX구간 : 80.0m · 옹벽구간 : 335.0m · 총 연장 : 415.0m	폭	· 8.0m (편도1차선)
		높이	· 5.2m(통과높이 4.5m)
지하차도 구조	· R. C 2련 BOX	옹벽구조	· U-Type 옹벽
현장여건	· 도로부의 경우 아스팔트 포장 · 옹벽구간의 경우 문양식 거푸집 사용 마감처리됨. · 지하차도 내부의 경우 조명시설(고압나트륨) 설치.		

## 3. 과업의 범위 및 내용

### 3.1 과업의 개요

- 가. 용역명 : 여의하류IC외 6개소 정밀점검 용역(화곡지하차도)
- 나. 용역기간 : 2010. 3. 29 ~ 2010. 7. 23
- 다. 용역수행사 : (주)엠디비산업

## 3.2 과업의 범위

- 가. 현황조사 및 조사자료 분석
- 나. 외관조사(변형, 균열, 구조적 결함 등) 및 비파괴 현장시험
- 다. 시설물의 상태평가
- 라. 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성 여부판단
- 마. 주요한 결함의 발생원인 분석 및 대책방안 제시
- 바. 시설물의 보수·보강 대상 및 공법 제시
- 사. 시설물의 기능유지를 위한 유지관리방안 제시
- 아. 종합평가 및 보고서 작성

## 3.3 과업의 내용

### 가. 현황조사 및 조사자료 분석

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

### 나. 외관조사

- 1) 시설물의 현황조사 및 이력조사
- 2) 노면 및 배수시설의 상태조사
- 3) 옹벽 및 BOX구간 상태조사
- 4) 조명시설 등 기능조사
- 5) 콘크리트 구조물의 균열, 콘크리트탈락, 박리, 철근부식 등의 조사
- 6) 콘크리트 구조물의 표면열화 등 조사

### 다. 비파괴시험

- 1) 콘크리트 강도 측정(반발경도법, 초음파법)
- 2) 콘크리트 탄산화 시험(페놀프탈레인 용액)

### 라. 시설물의 상태(안전성)평가

- 1) 외관조사 결과를 각 평가기준과 비교하여 A, B, C, D, E의 5단계로 상태등급 표시
- 2) 손상상태 평가는 손상부위별로 작성하고, 전체부재의 조사 결과를 분석하여 교량별로 종합

평가 실시 후 정밀안전진단 여부를 판단하고 손상부위에 대한 외관조사망도 작성

**마. 보수·보강공법의 제시 및 개략공사비 산출**

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

**바. 유지관리 방안의 제안**

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

**사. 종합평가 및 보고서 작성**

**4. 과업수행 일정**

▣ 과업수행기간 : 2010년 3월 29일 ~ 2010년 7월 23일

**5. 과업 참여기술자 분야별 업무수행 내용**

구 분	자 격 사 항	성 명	세부수행내용	비 고
과업책임 기술자	고급기술자	이 종 승	업무총괄 현장조사 및 자료분석	
분야별 참여기술자	중급기술자	최 권 회	보수·보강 및 유지관리방안 검토	
	중급기술자	이 범 석	현장조사 및 비파괴 시험	
	중급기술자	진 정 석	현장조사 및 비파괴 시험	
	초급기술자	김 천 명	현장조사 및 보고서 작성	

## 6. 시설물 상태평가 결과

### 6.1 외관조사에 의한 상태평가 결과

구분	손상원인	대책	등급
교면포장	포장부 ASP균열	• 온도변화, 전압부족	b
	포장부 ASP망상균열	• 온도변화, 전압부족	
	포장부 패임	• 전압부족, 차량바퀴 패임	
난간, 연석	경계석 파손	• 공용기간 경과에 따른 노후화, 염화칼슘 등의 염해	c
	연석부 콘크리트 파손	• 공용 중 손상	
배수시설	배수구 막힘	• 공용 중 토사유입	b
	배수구 그레이팅 망실	• 공용 중 손상	
본선 BOX 벽체	균열 (c/w:0.2mm이하)	• 건조수축	b
	균열 (c/w:0.3mm이상)	• 건조수축	
	재료분리	• 공용 중 손상	
본선 BOX 슬래브	균열 (c/w:0.2mm이하)	• 건조수축	b
	누수흔적	• 조인트부 우수유입	
	백태	• 우수유입	
	콘크리트파손	• 공용 중 손상	
옹벽	균열 (c/w:0.2mm이하)	• 건조수축	c
	균열 (c/w:0.3mm이상)	• 건조수축	
	망상균열	• 공용 중 손상	
	균열부 누수	• 누수	
	콘크리트파손 및 들뜸	• 공용 중 손상	
	재료분리	• 시공불량	
	조인트부 이격	• 시공불량	

## 6.2 내구성 조사

시험 항목	결과 분석	판정결과
비파괴 강도시험 (조합법)	<ul style="list-style-type: none"> <li>조합법에 의한 콘크리트 압축강도를 측정한 결과 시점부 용벽 26.5MPa, BOX 구간(상부슬래브 28.6MPa, 벽체부 28.1MPa), 종점부 용벽26.5MPa로서 설계기준강도(<math>f_{ck} = 24.0\text{MPa}</math>)를 상회하고 있어 콘크리트 강도상의 문제가 없는 건전한 상태로 평가됨.</li> </ul>	I (건전)
탄산화 시험	<ul style="list-style-type: none"> <li>페놀프탈레인용액을 이용하여 탄산화 시험을 실시한 결과 측정된 각 부재별 탄산화 깊이는 2.0~7.0mm로 측정되었으며, 철근 피복두께 대비 탄산화 잔여깊이가 30mm이상으로서 대상시설물은 “탄산화에 의한 부식발생 우려가 없는” a등급의 상태로 평가됨.</li> </ul>	a등급

## 6.3 상태평가 결과종합

시설물 종합평가등급 산정표			
시설물명	화곡지하차도		비고
평가구분	결합지수	평가등급	
역T형, 중력식(시점)	0.192	B	
BOX구간	0.244	B	
U-TYPE(종점)	0.139	A	
종합평가결과	<ul style="list-style-type: none"> <li>화곡지하차도의 용벽구간 및 BOX구간의 전체 상태평가 결과 “보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한” B등급의 상태로 평가되었음.</li> </ul>		

## 7. 보수·보강 및 개략공사비

### 7.1 부재별 보수·보강 방안

구분	손상원인	보수·보강방안	손상물량	
교면포장	포장부 ASP균열	• 온도변화, 전압부족	• 실링보수	11.5m
	포장부 ASP망상균열	• 온도변화, 전압부족	• 절삭 후 오버레이	14.5㎡
	포장부 패임	• 전압부족, 차량마취 패임	• 절삭 후 오버레이	0.16㎡

## 7.1 부재별 보수·보강 방안 - 계속

구 분		손상원인	보수·보강방안	손상 물량
난간, 연석	경계석 파손	• 공용기간 경과에 따른 노후화, 염화칼슘 등의 염해	• 단면복구공법	14.14m <sup>2</sup>
	연석부 콘크리트 파손	• 공용 중 손상	• 단면복구공법	1.43m <sup>2</sup>
배수시설	배수구 막힘	• 공용 중 토사유입	• 주기적 청소	1개소
	배수구 그레이팅 망실	• 공용 중 손상	• 지속관찰	6.4m <sup>2</sup>
본선 BOX 벽체	균열 (c/w:0.2mm이하)	• 건조수축	• 지속관찰	29.9m
	균열 (c/w:0.3mm이상)	• 건조수축	• 균열부 주입공법	3.8m
	재료분리	• 공용 중 손상	• 단면복구공법	1.0m <sup>2</sup>
본선 BOX 슬래브	균열 (c/w:0.2mm이하)	• 건조수축	• 지속관찰	66.9m
	누수흔적	• 조인트부 우수유입	• 지속관찰	2.4m <sup>2</sup>
	백태	• 우수유입	• 표면처리공법	0.2m <sup>2</sup>
	콘크리트파손	• 공용 중 손상	• 단면복구공법	0.31m <sup>2</sup>
옹벽	균열 (c/w:0.2mm이하)	• 건조수축	• 지속관찰	79.2m
	균열 (c/w:0.3mm이상)	• 건조수축	• 균열부 주입공법	32.9m
	망상균열	• 공용 중 손상	• 지속관찰	6.92m <sup>2</sup>
	균열부 누수	• 누수	• 유도배수공 설치, 표면처리공법	1개소, 0.45m <sup>2</sup>
	콘크리트파손 및 들뜸	• 공용 중 손상	• 단면복구공법	0.39m <sup>2</sup>
	재료분리	• 시공불량	• 지속관찰	6.6m <sup>2</sup>
	조인트부 이격	• 시공불량	• 지속관찰	7개소

## 7.2 보수·보강 개략공사비

구분		수량	단위	단가	금액	보수·보강대책	비고
교면포장	포장부 ASP균열	11.5	m	12,000	138,000	• 실링보수	장기
	포장부 ASP망상균열	14.5	m <sup>2</sup>	45,000	652,500	• 절삭 후 오버레이	단기
	포장부 패임	0.16	m <sup>2</sup>	45,000	7,200	• 절삭 후 오버레이	단기
난간, 연석	경계석 파손	14.14	m <sup>2</sup>	220,000	3,110,800	• 단면복구공법	단기
	연석부 콘크리트 파손	1.43	m <sup>2</sup>	220,000	314,600	• 단면복구공법	단기
배수시설	배수구 막힘	1	개소	5,000	5,000	• 주기적 청소	단기
본선 BOX 벽체	균열 (c/w:0.3mm이상)	3.8	m	90,000	342,000	• 균열부 주입공법	단기
	재료분리	1.0	m <sup>2</sup>	220,000	220,000	• 단면복구공법	장기
본선 BOX 슬래브	백태	0.2	m <sup>2</sup>	45,000	9,000	• 표면처리공법	단기
	콘크리트파손	0.31	m <sup>2</sup>	220,000	68,200	• 단면복구공법	단기
옹벽	균열 (c/w:0.3mm이상)	32.9	m	90,000	2,961,000	• 균열부 주입공법	장기
	균열부 누수	1	개소	500,000	500,000	• 유도배수공 설치	단기
		0.45	m <sup>2</sup>	45,000	20,250	• 표면처리공법	단기
	콘크리트파손 및 들뜸	0.39	m <sup>2</sup>	220,000	85,800	• 단면복구공법	단기
순 공사비						단기 : 3,806,550	
						장기 : 4,627,800	
제 경비 (순공사비의 50% 적용)						단기 : 1,903,275	
						장기 : 2,313,900	
총 공사비						단기 : 10,031,700	
						장기 : 6,941,700	

## 8. 정밀안전진단 및 사용제한 필요성

정밀점검 대상 시설물인 화곡지하차도는 준공 후 약 20년이 경과된 지하차도 시설물로서 시공상태가 양호하고, 활하중 작용 등 외력에 의한 구조적 결함이나 손상이 없는 상태로서 국부적으로 발생한 손상·결함부에 대해 보수·보강을 시행하면 사용재료의 건전성, 구조물의 기능성과 안전성을 더욱 확보할 수 있으므로 현재는 **정밀안전진단 및 시설물의 사용제한 등의 필요성이 없으며** 향후 “시설물의 안전관리에 관한 특별법”에 의한 정기점검, 정밀점검 등의 시행과 동절기와 해빙기를 전·후하여 특별점검 시행 등 지속적 유지관리를 행하면 설계시 의도한 내구연한을 확보할 수 있을 것으로 판단됨.

## 9. 종합결론

- 1) 화곡지하차도(1990년 준공)는 준공 후 약 20년이 경과된 지하차도 시설물로서 금번 정밀점검 결과 시설물의 안전성에 영향을 미치는 구조적으로 문제가 되는 결함이나 손상은 발생하지 않은 대체로 양호한 상태이나, 교면포장부 균열, 망상균열, 패임, 배수구 막힘, 그레이팅 유실, 옹벽 벽체면 균열, 신축이음부 주위 콘크리트 탈락, 신축이음부 이격, 상부 슬래브 하면 콘크리트 탈락, 균열, 지하차도 벽체면 균열, 보수부 재 균열 등의 손상에 대해서는 적절한 보수(본 보고서 3장 보수·보강 방안편에서 제시된 각 부재별 보수·보강공법 참조)가 필요할 것으로 판단됨.
- 2) 옹벽구간의 좌, 우측 하단부에는 콘크리트 경계석이 설치되어진 상태로서 외관조사 결과 시점측 경계석 설치부중 다수위치에 파손이 발생한 상태로서 본 손상은 공용기간 경과에 따른 노후화 및 동절기 염화칼슘 살포 등으로 인한 염해 등이 원인으로 판단되며 외견 및 시설물의 사용성 확보를 위하여 교체설치 후 추가적 손상발생 여부에 대한 지속관찰이 요구됨.
- 3) 옹벽벽체면의 신축이음부중 일부위치는 이격( $B=10\sim 45\text{mm}$ )이 발생한 상태로서 본 손상은 공용중 손상이 아닌 시공시 발생된 초기손상으로 판단되며, 이전 점검 결과와 비교할 때 이격폭 등의 증가는 없는 상태로 판단이나 우천시 이격부위를 통해 배면측 토사 등의 유출가능성이 있으므로 실런트 채움에 의한 보수조치 후 추가적 손상발생 및 전전여부 등에 대한 지속적인 주의관찰이 요구됨.

# 목 차

<b>제1장 서 언</b> .....	<b>1</b>
1.1 과업의 목적 .....	2
1.2 과업의 범위 및 내용 .....	2
1.3 과업수행 흐름도 .....	5
1.4 과업수행 투입장비 .....	6
1.5 과업수행 일정 .....	6
1.6 과업 참여기술자 분야별 업무수행 내용 .....	6
1.7 대상교량의 일반현황 .....	7
1.8 시설물 관련도면 .....	9
<b>제2장 시설물의 상태평가</b> .....	<b>10</b>
2.1 일반사항 및 상태평가 기준 .....	11
2.2 외관조사 .....	12
2.3 내구성 조사 .....	23
2.4 상태평가 결과종합 .....	31
<b>제3장 보수·보강 및 유지관리방안</b> .....	<b>34</b>
3.1 개 요 .....	35
3.2 보수·보강 및 개략공사비 .....	35
3.3 손상에 따른 보수·보강 공법 .....	38
3.4 보수공법 비교안 .....	46
3.5 유지관리방안 .....	50
<b>제4장 종합결론</b> .....	<b>52</b>
4.1 상태평가 결과 .....	53
4.2 정밀안전진단 및 사용제한 필요성 .....	55
4.3 보수·보강 개략공사비 .....	55
4.4 종합결론 .....	56

# 표 목 차

【표 1.2.1】	과업 세부 내용 .....	4
【표 1.4.1】	콘크리트 비파괴시험 및 외관조사 장비목록 .....	6
【표 1.6.1】	참여기술자 분야별 업무수행 내용 .....	6
【표 1.7.1】	시설물 일반사항 .....	7
【표 1.7.2】	보수·보강 이력사항 .....	8
【표 2.1.1】	상태평가등급 기준 .....	11
【표 2.2.1】	외관조사 세부수행 내용 .....	12
【표 2.2.2】	교면포장부 외관조사 현황 .....	14
【표 2.2.3】	교면포장부 외관조사 결과 .....	15
【표 2.2.4】	난간, 연석 외관조사 현황 .....	15
【표 2.2.5】	난간, 연석 외관조사 결과 .....	16
【표 2.2.6】	배수시설 외관조사 현황 .....	16
【표 2.2.7】	배수시설 외관조사 결과 .....	16
【표 2.2.8】	본선 Box구간 벽체 외관조사 현황 .....	17
【표 2.2.9】	본선 Box구간 벽체 외관조사 결과 .....	17
【표 2.2.10】	본선 Box구간 슬래브 외관조사 현황 .....	18
【표 2.2.11】	본선 Box구간 슬래브 외관조사 결과 .....	19
【표 2.2.12】	옹벽구간 외관조사 현황 .....	19
【표 2.2.13】	옹벽구간 외관조사 결과 .....	20
【표 2.2.14】	외관조사에 의한 상태평가 결과 .....	22
【표 2.3.1】	비파괴시험 세부수행 내용 .....	23
【표 2.3.2】	비파괴 시험항목 및 시험위치 .....	24
【표 2.3.3】	콘크리트 비파괴 강도 측정결과표 .....	28
【표 2.3.4】	탄산화 깊이 측정결과 .....	30
【표 2.3.5】	내구성조사에 의한 상태평가 결과 .....	30
【표 2.4.1】	BOX구간 결함지수 산정표 .....	31
【표 2.4.2】	BOX구간 상태평가 결과 산정표 .....	31

【표 2.4.3】	BOX구간 주변상태 결함점수 산정표 .....	31
【표 2.4.4】	지하차도 BOX구간 종합 상태평가 결과 산정표 .....	32
【표 2.4.5】	시점부 옹벽 상태평가등급 산정 결과 .....	32
【표 2.4.6】	종점부 U-Type옹벽 상태평가등급 산정 결과 .....	33
【표 3.2.1】	부재별 보수·보강 방안 .....	35
【표 3.2.2】	보수·보강 개략공사비 .....	37
【표 3.5.1】	유지관리 점검항목 .....	51

# 그림 목차

---

【그림 1.3.1】 정밀점검 과업수행 흐름도 .....	5
【그림 1.8.1】 평면도 .....	9
【그림 1.8.2】 횡단면도 .....	9
【그림 2.2.1】 외관조사 범례 .....	13
【그림 3.3.1】 표면처리공법 .....	38
【그림 3.3.2】 수지 주입 공법 .....	39
【그림 3.3.3】 충전공법 .....	39
【그림 3.3.4】 누수 및 백화부위 보수공법 .....	44

# 제1장 서언

---

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

# 제1장 서 언

## 1.1 과업의 목적

본 용역은 「시설물의 안전관리에 관한 특별법」 규정에 따른 정밀점검 용역으로서 강서도로교통사업소에서 유지관리하고 있는 법정외 시설물인 화곡지하차도에 대해 시설물의 손상과, 물리적, 화학적, 기능적 구조적 결함을 정밀조사 및 측정 평가하여 시설물의 구조적 안전성 및 결함원인을 진단하고, 그에 대한 신속하고 적절한 조치 방안(보수·보강 대상 범위 및 방법 등)을 제시함으로써 재해 및 재난을 사전 예방하고 시설물의 효용증진과 공공의 안전을 확보 하는데 그 목적이 있다.

## 1.2 과업의 범위 및 내용

### 1.2.1 과업의 개요

- 가. 용역명 : 여의하류I.C의 6개소 정밀점검 용역(화곡지하차도)
- 나. 용역기간 : 2010. 3. 29 ~ 2010. 7. 23
- 다. 용역 수행사 : (주)엠디비산업

### 1.2.2 과업의 범위

- 가. 현황조사 및 조사자료 분석
- 나. 외관조사(변형, 균열, 구조적 결함 등) 및 비파괴 현장시험
- 다. 시설물의 상태평가
- 라. 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성 여부판단
- 마. 주요한 결함의 발생원인 분석 및 대책방안 제시
- 바. 시설물의 보수·보강 대상 및 공법 제시
- 사. 시설물의 기능유지를 위한 유지관리방안 제시
- 아. 종합평가 및 보고서 작성

### 1.2.3 과업의 내용

#### 가. 현황조사 및 조사자료 분석

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

#### 나. 외관조사

- 1) 시설물의 현황조사 및 이력조사
- 2) 노면 및 배수시설의 상태조사
- 3) 옹벽 및 BOX구간 상태조사
- 4) 조명시설 등 기능조사
- 5) 콘크리트 구조물의 균열, 콘크리트탈락, 박리, 철근부식 등의 조사
- 6) 콘크리트 구조물의 표면열화 등 조사

#### 다. 비파괴시험

- 1) 콘크리트 강도 측정(반발경도법, 초음파법)
- 2) 콘크리트 탄산화 시험(페놀프탈레인 용액)

#### 라. 시설물의 상태(안전성)평가

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

#### 마. 보수·보강공법의 제시 및 개략공사비 산출

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

#### 바. 유지관리 방안의 제안

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

#### 사. 종합평가 및 보고서 작성

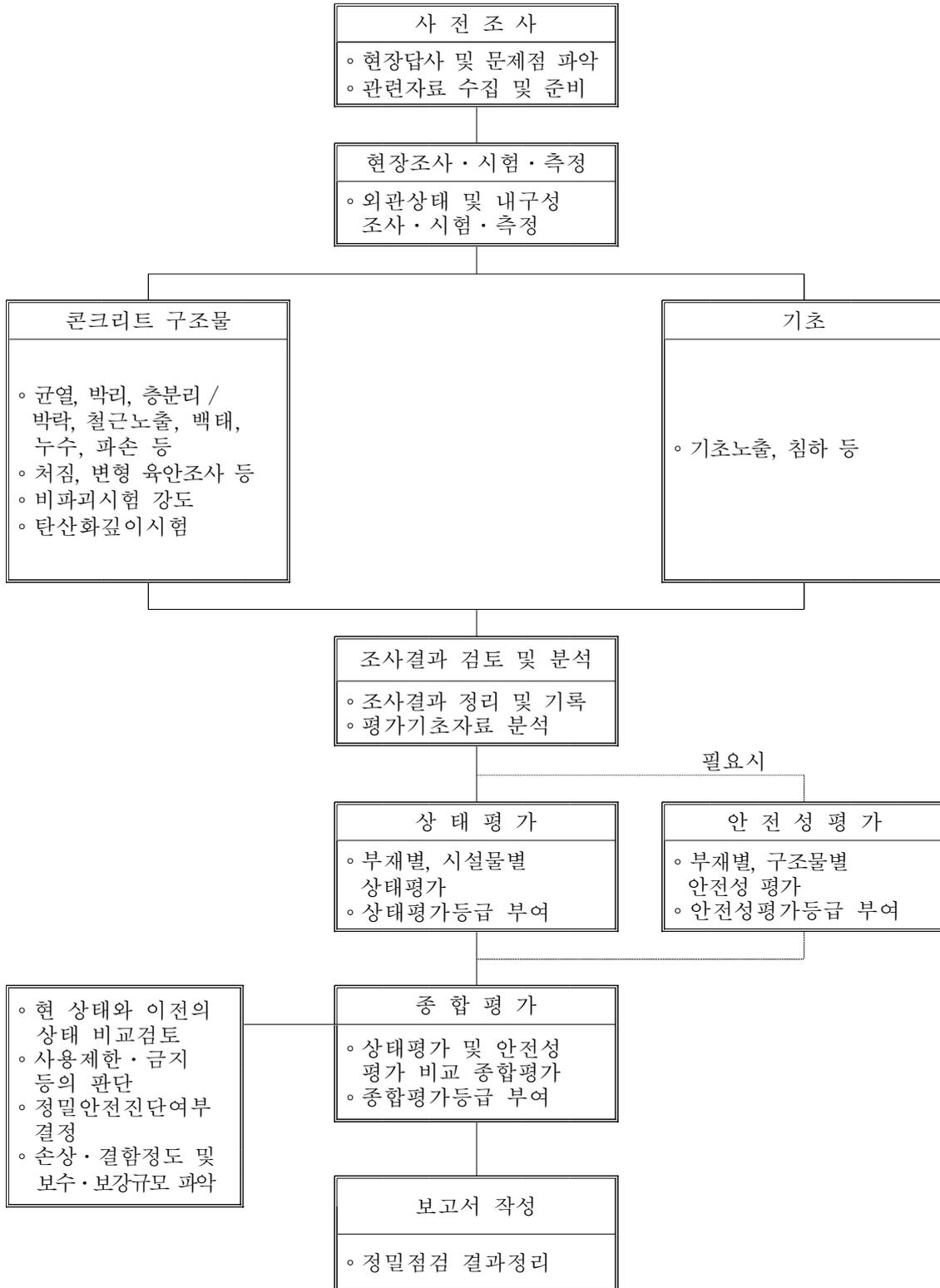
【표 1.2.1】 과업 세부 내용

과업의 범위	과업 세부 내용
현황조사, 점검·진단 자료수집 분석 및 평가	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 본 과업을 위해 관련자료(안전점검 자료, 보수·보강 이력사항, 기타 정밀점검에 필요한 설계도서, 시방서 등)를 검토하여 외관조사, 내구성검사를 위한 사전조사를 수행하였으며, 시설물의 제원조사를 위해 Box 및 옹벽 시설물의 전 구간을 조사하여 설계도서와 비교·검토하였다.</li> </ul>
시설물의 외관조사 / 내구성시험	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 시설물의 전반적인 외관상태에 대한 면밀한 현장조사                             <ul style="list-style-type: none"> <li>① 균열조사</li> <li>② 박리, 탈락조사</li> <li>③ 철근노출조사</li> <li>④ 노면상태조사</li> <li>⑤ 부대시설조사</li> <li>⑥ 육안변형조사</li> <li>⑦ 받침부 상태조사</li> </ul> </li> <li>■ 보수·보강부위에 대한 정밀한 외관상태 조사</li> <li>■ 시설물 부위별 손상상태에 대한 상세 외관조사망도 작성</li> <li>■ 콘크리트 내구성시험                             <ul style="list-style-type: none"> <li>① 강도 측정 (반발경도법, 초음파법)</li> <li>② 탄산화시험</li> </ul> </li> </ul>
시설물의 상태(안전성)평가	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 외관조사에 의한 결과를 각 손상별로 평가 기준과 비교하여 a, b, c, d, e의 5단계로 상태등급을 표시</li> <li>■ 결함의 범위 및 정도에 따라 점검 구간을 대상으로 종합적으로 판단하여 A, B, C, D, E의 5단계로 상태등급을 표시</li> </ul>
시설물의 보수·보강공법 제시	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 손상 및 결함이 있는 부재에 대하여 적용할 보수·보강 공법 결정 및 보수시기 등 보완대책수립</li> <li>■ 시설물의 상태평가 결과에 따라 보수대상 및 시기, 보수우선순위 등 보수범위를 결정</li> </ul>
유지관리방안 제시	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 시설물의 기능을 유지할 수 있도록 시설물 특성에 맞는 중점 유지관리 항목 및 향후 효율적인 유지관리 방안 제시</li> </ul>
종합보고서 작성	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 상기 사항들을 토대로 종합보고서 작성</li> </ul>

### 1.3 과업수행 흐름도

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

【그림 1.3.1】 정밀점검 과업수행 흐름도



### 1.4 과업수행 투입장비

본 과업 수행을 위하여 투입된 장비는 다음 【표 1.4.1】와 같다.

【표 1.4.1】 콘크리트 비파괴시험 및 외관조사 장비목록

구 분	기 기 명	제 조 국	비 고(규격)
반발경도 측정	Schmidt Hammer	스위스	NR Type, 자동기록식
초음파 시험	Pulse Velocity Tester	한 국	TR-300
탄산화 시험	콘크리트 코아드릴(Φ22), 페놀프탈레인 용액	한 국	
균열폭 조사	Crack Meter	한 국	
사진 촬영	휴대용 디지털 카메라	한 국	Zoom형
기 타	사다리, 후레쉬, 줄자, 점검망치		

### 1.5 과업 수행일정

과업수행기간 : 2010년 3월 29일 ~ 2010년 7월 23일

### 1.6 과업 참여기술자 분야별 업무수행 내용

본 정밀점검 용역을 위해 과업에 투입된 각 참여기술자의 분야별 업무수행 내용은 다음 【표 1.6.1】과 같다.

【표 1.6.1】 참여기술자 분야별 업무수행 내용

구 분	자 격 사 항	성 명	세부수행내용	비 고
과업책임 기술자	고급기술자	이 종 승	업무총괄 현장조사 및 자료분석	
분야별 참여기술자	중급기술자	최 권 회	보수·보강 및 유지관리방안 검토	
	중급기술자	이 범 석	현장조사 및 비파괴 시험	
	중급기술자	진 정 석	현장조사 및 비파괴 시험	
	초급기술자	김 천 명	현장조사 및 보고서 작성	

## 1.7 대상시설물의 일반현황

### 1.7.1 개요

화곡지하차도는 1990년 준공(U-Type 옹벽구간: 335.0m, Box구간:80.0m)된 서울시 강서구 가양동 2-21번지 일원에 위치한 편도 1차선 지하차도로서, 현재 서울특별시 강서도로교통사업소에서 관리하고 있는 시설물이다.

### 1.7.2 시설물 일반사항

【표 1.7.1】 시설물 일반사항

시설물명	화곡지하차도		
관리주체	서울특별시 강서도로관리사업소		
소재지	서울특별시 강서구 가양동 2-21번지	준공 년도	· 1990년 8월
연장	· BOX구간 : 80.0m · 옹벽구간 : 335.0m · 총 연장 : 415.0m	폭	· 8.0m (편도1차선)
		높이	· 5.2m(통과높이 4.5m)
지하차도 구조	· R. C 2런 BOX	옹벽구조	· U-Type 옹벽
현장여건	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 도로부의 경우 아스팔트 포장</li> <li>· 옹벽구간의 경우 문양식 거푸집 사용 마감처리됨.</li> <li>· 지하차도 내부의 경우 조명시설(고압나트륨) 설치.</li> </ul>		
			
지하차도 Box구간 입구측 전경		지하차도 Box구간 내부측 전경	

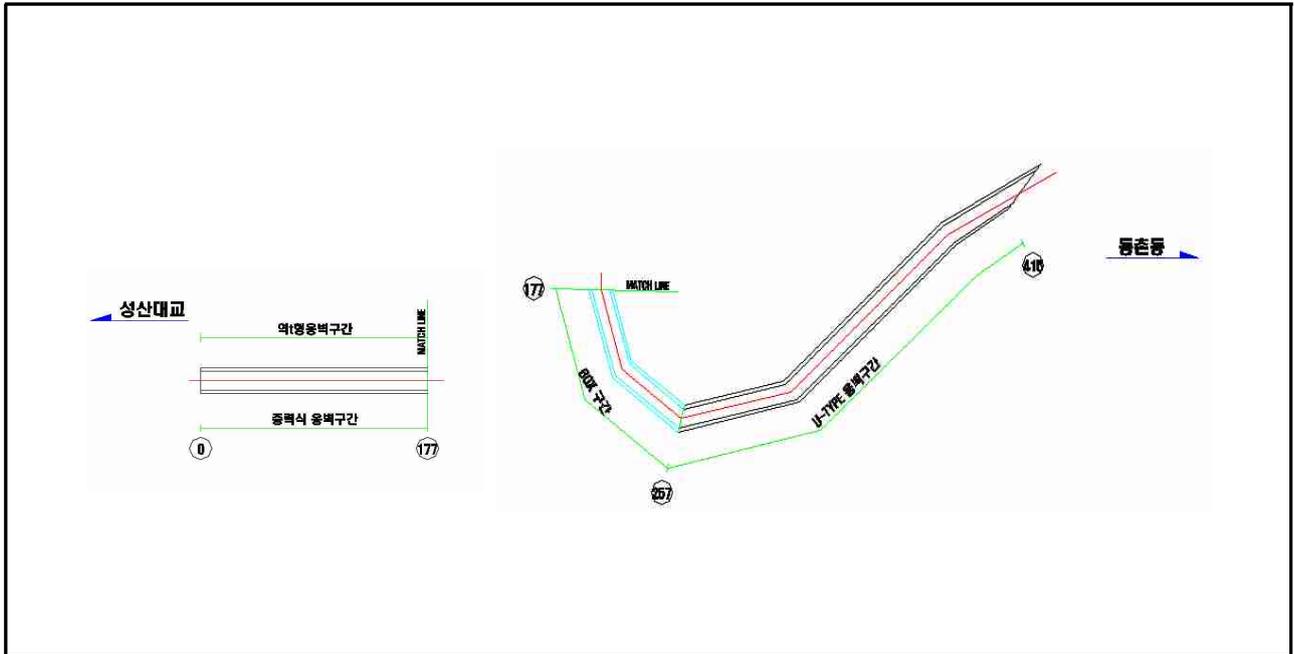
1.7.3 보수·보강 이력사항

【표 1.7.2】 보수·보강 이력사항

번호	기 간	보수·보강내용	공사금액 (천원)	시 공 자	비 고
1	2001	-차량 높이 제한 표시 설치 -본선 BOX 벽체 균열 보수 -포장 조인트부 균열 보수	-	-	
2	2006~2007	-통과높이 표지판설치 1개소	-	-	
3	2007~2008	-차도 내부 단면보수 표면처리(벽체) 160m <sup>2</sup> -차도 내부 균열보수(건식) 3m -단면복구 3.65m <sup>2</sup>	-	-	

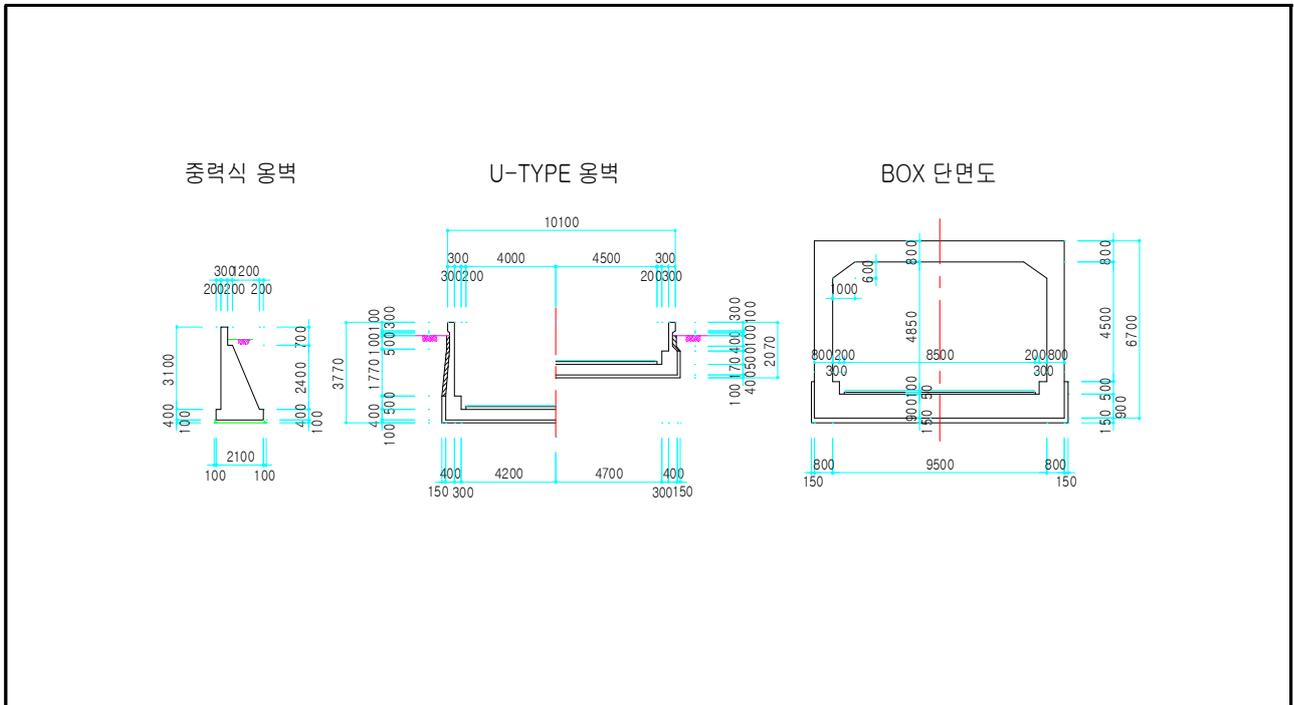
### 1.8 시설물 관련도면

#### 가. 평면도



【그림 1.8.1】 평면도

#### 나. 횡단면도



【그림 1.8.2】 횡단면도

## 제2장 시설물의 상태평가

---

2.1 일반사항 및 상태평가 기준

2.2 외관조사

2.3 내구성조사

2.4 상태평가 결과종합

## 제2장 시설물의 상태평가

### 2.1 일반사항 및 상태평가 기준

#### 2.1.1 일반사항

상태평가란 시설물의 외관을 조사하여 결함의 정도를 포함한 시설물에 대한 상태를 평가하는 행위로서 정확한 상태평가를 하기 위하여서는 평가부위의 노후화 및 파손의 정도뿐만 아니라 그 발생원인과 평가부위 주위의 전반적인 상태를 고려하여 시설물 전체에 미치는 영향을 평가하여야 한다. 외관조사 상태에 대한 판정기준은 국토해양부 및 한국시설안전기술공단에서 제시한 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2003. 12.)서에 준하여 적용하였으며, 시설물의 육안조사에 의한 외관상태 항목과 함께 내구성요소인 탄산화 및 염화물 항목도 상태평가기준의 요소로 포함되어 있다.

#### 2.1.2 상태평가등급 기준

【표 2.1.1】 상태평가등급 기준

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

## 2.2 외관조사

### 2.2.1 개요

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

### 2.2.2 외관조사 기간

본 화곡지하차도의 외관조사기간은 총 3일로 세부일정은 5월 24일~5월 26일에 걸쳐 수행되었으며, 세부수행내용은 다음 【표 2.2.1】과 같다.

【표 2.2.1】 외관조사 세부수행 내용

일 정	조 사 구 간	조 사 방 법
5. 24 ~ 5. 25	박스구간 : 포장, 배수시설, 신축이음, 벽체 및 기둥, 상부슬래브 외관조사	육안조사 (고소작업차, 사다리 이용)
5. 26	옹벽구간 : 포장, 배수시설, 난간, 신축이음, 벽체 및 기타 부대시설 외관조사	육안조사 (사다리 이용)

### 2.2.3 외관조사 수행자 ☞ (주)엠디비산업

- 1) 옹벽구간 ⇒ 이종승, 최권희 [총2인 투입]
- 2) 박스구간 ⇒ 이종승, 이범석, 진정석, 김천명 [총4인 투입]

### 2.2.4 조사방법

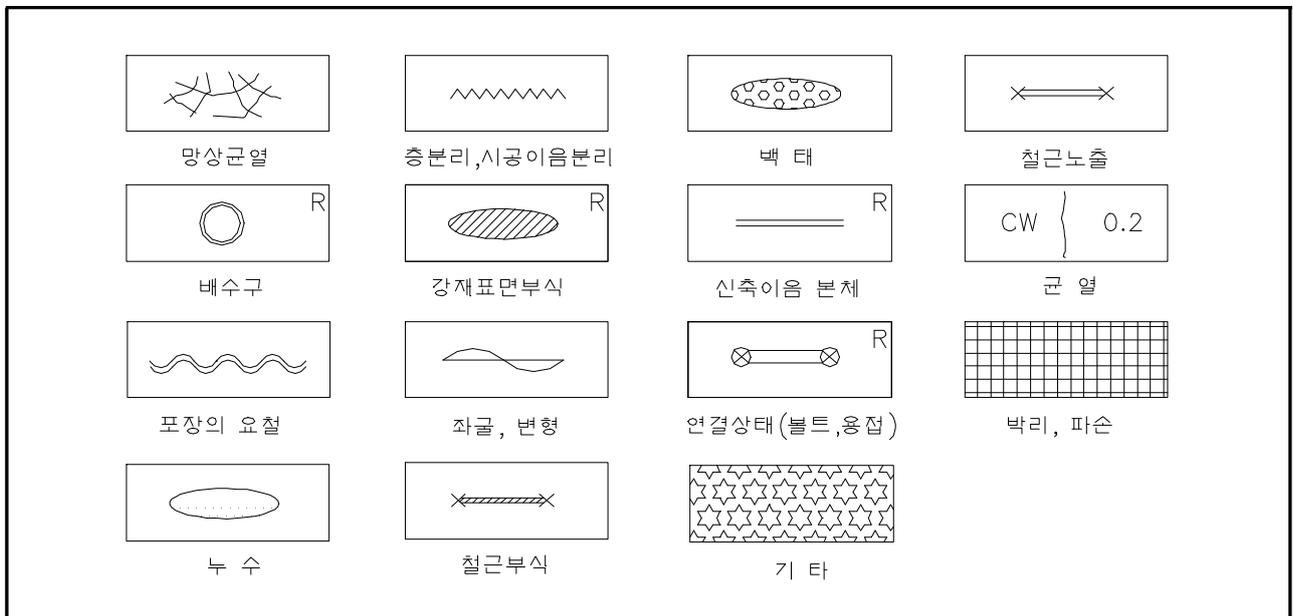
- 1) 옹벽구간(포장, 배수시설, 난간, 신축이음, 옹벽벽체, 기타 부대시설)과 박스구간(포장, 배수 시설, 신축이음, 벽체 및 기둥, 상부슬래브)로 각각 나누어 조사를 실시함.
- 2) 점검자는 사전에 주요점검부위 및 접근방법, 외관조사망도 등을 충분히 숙지한 후 현장에 서 점검이 가능하도록 교육을 실시함.
- 3) 직접 근접이 어려운 슬래브 하면은 고소작업차 및 사다리를 이용하여 모든 부재에 접근이 가능하도록 하였으며, 특히 주부재인 박스구간의 벽체 및 기둥, 슬래브 하면의 균열 및 단 면손상 발생여부에 주안점을 두고 조사를 실시함.
- 4) 점검대상 부위는 육안관찰을 기본으로 하여 필요한 경우 망원경, 균열자, 균열경,

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

5) 외관조사 결과에 따른 시설물의 상태평가는 “안전점검 및 정밀안전진단 세부 지침” (터널편 - 2009. 3, 국토해양부, 시설안전관리공단)에 준하여 실시함.

### 2.2.5 외관조사 결과의 표기

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



【그림 2.2.1】 외관조사 범례

### 2.2.6 부재별 외관조사 결과

#### 가. 포장부

- 1) 편도 1차선으로 시공되어진 지하차도측 아스팔트 포장부(T=50cm)는 전면 재 포장이 시행된 상태로서 특별한 손상없이 양호한 상태임.
- 2) 용벽구간의 포장부는 전면 재 포장이 시행된 상태로서 전반적으로 양호하나 일부구간에 균열, 망상균열, 패임 등의 손상이 부분적으로 발생된 상태임.
- 3) 지하차도 상부측 교면포장부의 경우 교면 방수상태를 외관상으로 파악하기는 어려우나 슬래브 하면에 누수, 백태 등의 손상이 발생되지 않음을 감안할 때 교면방수 상태는 양호한 상태로 판단됨.
- 4) 이전(2008년) 정밀점검 결과와 비교·검토 : 이전 정밀점검 결과 전면 재 포장 시행으로 지하차도 및 시, 종점측 용벽구간의 포장상태는 양호한 상태였으며, 금번 점검시 조사된 균열, 망상균열, 패임 등의 손상은 이전 점검 시행 후 공용기간 중 발생된 신규손상으로 시설물의 건전성 확보를 위하여 부분적 보수조치가 요구됨.

【표 2.2.2】 교면포장부 외관조사 현황

위 치		손상 및 결함내용	
▶ 교면포장		<ul style="list-style-type: none"> <li>· 용벽구간 포장부 균열, 망상균열, 패임 등.</li> <li>· 본선구간 포장부 상태양호</li> </ul>	
관련 사진	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 포장부 망상균열</li> <li>- 포장부 패임</li> </ul>		
원인	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 용벽구간에 발생된 균열, 망상균열 등은 온도변화차에 따른 건조수축, 아스콘 포설시 전압부족 등이 원인으로 판단됨.</li> <li>▶ 용벽구간에 발생된 패임 등의 손상은 아스콘 포설시 전압부족, 통행차량에 의한 굽힘 등이 원인으로 판단됨.</li> </ul>		
대책	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 균열부는 실링보수, 망상균열 및 패임 등의 손상부는 절삭 후 오버레이 공법에 의한 보수가 요구됨.</li> </ul>		

【표 2.2.3】 교면포장부 외관조사 결과

구 분		손상원인	손상범위	비 고
교면포장	포장부 ASP균열	• 온도변화, 전압부족	• 시점측 : 7개소, L=11.5m	
	포장부 ASP망상균열	• 온도변화, 전압부족	• 시점측 : 4개소, A=6.5m <sup>2</sup> • 종점측 : 1개소, A=8.0m <sup>2</sup>	
	포장부 패임	• 전압부족, 차량바퀴 패임	• 시점측 : 2개소, A=0.16m <sup>2</sup>	

나. 난간, 연석

- 1) 시점측 옹벽구간에 설치된 알루미늄 난간(SB4급-안전등급 확보)은 변형이나 파손 등의 손상없이 전반적으로 양호한 상태이며, 난간 하단측 연석 또한 대체로 양호한 상태임.
- 2) 옹벽구간의 좌, 우측 하단부에는 콘크리트 경계석이 설치되어진 상태로서 외관조사 결과 시점측 경계석 설치부중 다수위치에 파손이 발생된 상태로서 외견 및 시설물의 사용성 확보를 위하여 교체설치가 요구됨.
- 3) 이전(2008년) 정밀점검 결과와 비교·검토 : 이전 점검시 경계석 파손이 다수 발생된 상태였으며, 이전 점검 시행 후 공용 기간 중 손상발생 범위 및 파손상태가 더욱 증가되었으며 지하차도 시설물의 사용성 및 외견확보를 위하여 교체설치가 요구됨.

【표 2.2.4】 난간, 연석 외관조사 현황

위 치		손상 및 결함내용
<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 난간, 연석</li> <li>▶ 경계석</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 상대양호</li> <li>• 파손 다수 발생</li> </ul>
관련 사진	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 난간, 연석 설치전경,</li> <li>- 상대양호</li> <li>- 경계석 파손</li> </ul>	
원인	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 콘크리트 경계석의 파손은 공용기간 경과에 따른 노후화 및 동절기 염화칼슘 살포 등으로 인한 염해가 원인으로 판단됨.</li> </ul>	
대책	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 콘크리트 경계석 파손부는 시설물의 사용성 확보를 위하여 교체설치가 요구됨.</li> </ul>	

【표 2.2.5】 난간, 연석 외관조사 결과

구 분		손상원인	손상범위	비 고
난간, 연석	경계석 파손	• 공용기간 경과에 따른 노후화, 염화칼슘 등의 염해	• 시점측 : 30개소, A=14.14m <sup>2</sup>	
	연석부 콘크리트 파손	• 공용 중 손상	• BOX구간 : 7개소, A=1.43m <sup>2</sup>	

다. 배수시설

- 1) 대상 지하차도는 시점측 옹벽구간에는 20m구간마다 배수구가 설치되어진 상태이며, 본선 Box구간 및 종점측 옹벽구간에는 배수로가 전 연장에 걸쳐 설치되어진 상태로서, 배수시설에 대한 외관조사 결과 시점측 배수구 중 일부개소(1개소)는 내부가 토사 등으로 막혀있으며, Box구간 및 종점측 옹벽구간중 일부위치는 배수로 상단에 설치된 그레이팅이 유실되어진 상태임.
- 2) 이전(2008년) 정밀점검 결과와 비교·검토 : 금번 점검시 지적된 손상은 이전 점검 후 공용기간 중 발생한 신규손상이며, 이전 점검시는 일부구간에 토사 등에 의한 배수로 막힘 등이 조사되었습.

【표 2.2.6】 배수시설 외관조사 현황

위 치		손상 및 결함내용	
▶ 배수시설		• 배수구 토사 등 이물질 막힘, 그레이팅 유실 등	
관련 사진	- 배수구 막힘 - 그레이팅 유실		
원인	▶ 배수구 내부측 토사 등 이물질 퇴적, 그레이팅 유실 등은 공용 중 발생한 손상으로서 배수 기능을 저해시키는 원인이 되고 있음.		
대책	▶ 배수구 내부측 토사퇴적부는 원활한 배수기능 확보를 위하여 주기적 청소가 필요하며, 그레이팅 유실은 토사 등 이물질 퇴적의 직접적 원인이 되므로 재 설치가 요구됨.		

【표 2.2.7】 배수시설 외관조사 결과

구 분		손상원인	손상범위	비 고
배수시설	배수구 막힘	• 공용 중 토사유입	• 시점측 : 1개소	
	배수구 그레이팅 망실	• 공용 중 손상	• 종점측 : 2개소, L=5.0m • BOX구간 : 2개소, L=1.4m	

**라. 본선 Box구간 벽체**

- 1) 지하차도 Box구간의 양측 콘크리트 벽체면은 국부적으로 폭 0.2~0.3mm의 균열, 보수부 재균열, 재료분리 등이 발생한 상태이며, 지하차도 시설물의 안전성에 영향을 미치는 손상 등은 발생되지 않은 양호한 상태임.
- 2) 이전(2008년) 정밀점검 결과와 비교·검토 : 금번 점검시 지적된 손상은 대체로 이전 점검시 지적된 기존 손상들이며, 보수부 재 균열 손상부중 일부는 이전 점검 시행 후 공용기간 중 발생한 신규손상이나 손상발생 정도는 경미함.

**【표 2.2.8】 본선 Box구간 벽체 외관조사 현황**

위 치		손상 및 결함내용
▶ Box구간 벽체		· 균열, 보수부 재 균열, 재료분리 등
관련 사진	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 벽체면 균열</li> <li>- 벽체면 보수부 재 균열</li> </ul>	
원인	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 벽체면에 발생한 균열, 보수부 재 균열은 건조수축에 기인하는 비 구조적 균열로 판단됨.</li> <li>▶ 벽체면에 발생한 재료분리는 시공시 콘크리트 타설불량이 원인으로 판단됨.</li> </ul>	
대책	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 벽체면 균열부 중 균열 폭 0.3mm이상, 보수부 재 균열 손상부는 주입공법에 의한 보수가 필요하며, 폭 0.2mm이하 균열부는 등 손상발생 정도가 경미하므로 지속관찰이 요구되며, 재료분리 발생부는 단면복구공법에 의한 보수가 요구됨.</li> </ul>	

**【표 2.2.9】 본선 Box구간 벽체 외관조사 결과**

구 분	손상원인	손상범위	비 고
본선 BOX 벽체	균열 (c/w:0.2mm이하) • 건조수축	• 좌측벽체 : 9개소, L=21.4m • 우측벽체 : 3개소, L=8.5m	
	균열 (c/w:0.3mm이상) • 건조수축	• 우측벽체 : 2개소, L=3.8m	
	재료분리 • 공용 중 손상	• 우측벽체 : 1개소, A=1.0㎡	

**마. 본선 Box구간 슬래브**

- 1) BOX구간 상부슬래브의 경우 전 연장에 걸쳐 표면처리 보수가 기 시행되어진 상태로서 보수부의 시공상태는 양호하였으며, 국부적으로 폭 0.2mm이하의 균열이 발생된 상태임.
- 2) 시점측 슬래브 전면벽체부에는 콘크리트 파손(3개소)이 부분적으로 발생된 상태로서 본 손상은 공용기간 중 통행차량 충돌 등 외적충격 영향이 원인으로서는 단면복구공법에 의한 보수가 요구됨.
- 3) 중앙측 횡 조인트 인접부위에서 누수흔적이 조사되었으나 공용기간 중 조인트 양측으로 물끊기 시설을 설치한 상태로서 추가적 손상발생은 없을 것으로 판단되며, 시점측 슬래브 상단 전면벽체 일부위치는 단면보수부 주위에 백태가 발생되어 내구성 확보차원에서 단면보수가 요구됨.
- 4) 이전(2008년) 정밀점검 결과와 비교·검토 : 슬래브 하면에 발생된 균열, 누수흔적, 콘크리트 파손 등의 손상은 이전 점검시 지적된 손상 들이며, 균열부중 일부가 금번 점검시 추가로 조사되었으나 손상발생 정도는 경미함.

**【표 2.2.10】 본선 Box구간 슬래브 외관조사 현황**

위 치		손상 및 결함내용
▶ Box구간 슬래브 하면		· 균열(폭 0.2mm이하), 누수흔적, 백태, 콘크리트 탈락 등
관련 사진	- 슬래브 하면 균열 - 슬래브 하면 백태	
원인	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 슬래브 하면 균열은 온도변화차에 따른 건조수축 등이 원인으로 판단됨.</li> <li>▶ 슬래브 하면 백태, 누수흔적 등은 우수유입이 원인으로 판단되며, 콘크리트 탈락 등은 차량통과시 충돌이 원인.</li> </ul>	
대책	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 슬래브 하면에 발생된 균열은 건조수축에 기인하는 비 구조적 균열로서 균열폭(0.2mm이하) 등 손상발생 정도가 경미하므로 지속관찰이 요구됨.</li> <li>▶ 슬래브 하면 백태, 콘크리트 탈락 등의 손상부는 시설물의 건전성 확보를 위하여 단면복구공법에 의한 보수가 요구됨.</li> </ul>	

【표 2.2.11】 본선 Box구간 슬래브 외관조사 결과

구 분		손상원인	손상범위	비 고
본선 BOX 슬래브	균열 (c/w:0.2mm이하)	• 건조수축	• 상부슬래브 : 26개소, L=66.9m	
	누수흔적	• 조인트부 우수유입	• 상부슬래브 : 1개소, A=2.4㎡	
	백태	• 우수유입	• 상부슬래브 : 1개소, A=0.2㎡	
	콘크리트파손	• 공용 중 손상	• 상부슬래브 : 4개소, A=0.31㎡	

바. 옹벽구간

- 1) 지하차도 시, 종점측에 접속시공된 콘크리트 옹벽은 문양거푸집을 이용하여 마감처리된 상태로 외관조사 결과 폭 0.2~0.3mm 균열, 망상균열, 균열부 누수(1개소), 신축이음부 주위 콘크리트 파손, 신축이음부 이격 등이 발생한 상태임.
- 2) 옹벽벽체면의 신축이음부중 일부위치는 이격이 발생한 상태로 본 손상은 공용중 손상이 아닌 시공시 발생한 초기손상으로 판단되며, 이전 점검 결과와 비교할 때 이격 폭 등의 증가는 없는 상태로 판단이나 우천시 이격부위를 통해 배면측 토사 등의 유출가능성이 있으므로 실런트 채움에 의한 보수조치 후 추가적 손상발생 및 전전여부 등에 대한 지속적인 주의관찰이 요구됨.
- 3) 이전(2008년) 정밀점검 결과와 비교·검토 : 이전 점검시 옹벽벽체면의 신축이음부 이격이 발생한 상태였으며, 이격부의 폭 등을 측정하여 전차 용역 결과치와 비교한 추가적 진전사항은 발생되지 않은 상태이며, 균열, 신축이음부 주위 콘크리트 탈락, 균열부 누수 등 대부분 이전 점검시 기 지적된 손상 들이며, 금번 점검시 균열발생 개소수가 일부 추가로 조사되었으나 건조수축에 기인하는 비 구조적 균열 들로서 보수를 시행하면 시설물의 안전에 영향을 미치지 않을 것으로 판단됨.

【표 2.2.12】 옹벽구간 외관조사 현황

위 치		손상 및 결함내용	
▶ 옹벽		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 옹벽벽체면 신축이음부 이격(폭 10~45mm)</li> <li>• 옹벽 벽체면 균열, 균열부 누수, 콘크리트 파손, 재료분리 등</li> </ul>	
관련 사진	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 옹벽 벽체면 신축이음부 이격</li> <li>- 옹벽 벽체면 균열부 누수</li> </ul>		

구 분	손상 및 결함내용
원인	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 옹벽벽체면의 신축이음부 이격 손상은 시공시 발생된 초기손상으로서 신축거동상의 상이가 원인으로 판단됨.</li> <li>▶ 옹벽벽체면에 발생된 균열, 망상균열은 온도변화차에 따른 건조수축이 원인으로 판단됨</li> <li>▶ 옹벽벽체면에 발생된 균열부 누수(1개소) 손상부는 균열부를 통해 배면측 지하수 유출이 원인으로 판단됨.</li> </ul>
대책	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 전회차 용역결과와 비교할 때 이격량 등의 변화는 없는 상태이나 우천시 배면측 토사 등의 유출가능성이 있으므로 실린트 채움에 보수 조치 후 추가적 진전여부 등에 대한 지속적인 주의관찰이 요구됨.</li> <li>▶ 옹벽벽체면 균열부 누수 손상부위는 주입보수 및 유도배수흡통의 설치가 적절할 것으로 판단됨.</li> <li>▶ 옹벽벽체면의 콘크리트 파손부는 건전성 확보를 위하여 단면복구공법에 의한 보수조치가 요구되며, 균열손상부는 선별적 보수(폭 0.3mm이상: 주입공법)가 요구됨.</li> </ul>

【표 2.2.13】 옹벽구간 외관조사 결과

구 분	손상원인	손상범위	비 고
옹벽	균열 (c/w:0.2mm이하)	• 건조수축	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 시점측(좌측옹벽): 19개소, L=46.5m</li> <li>• 시점측(우측옹벽): 16개소, L=8.7m</li> <li>• 종점측(좌측옹벽): 1개소, L=3.0m</li> <li>• 종점측(우측옹벽): 5개소, L=21.0m</li> </ul>
	균열 (c/w:0.3mm이상)	• 건조수축	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 시점측(좌측옹벽): 1개소, L=1.0m</li> <li>• 시점측(우측옹벽): 17개소, L=11.9m</li> <li>• 종점측(좌측옹벽): 4개소, L=14.0m</li> <li>• 종점측(우측옹벽): 2개소, L=6.0m</li> </ul>
	망상균열	• 공용 중 손상	• 시점측(좌측옹벽): 4개소, A=6.92m <sup>2</sup>
	균열부 누수	• 누수	• 시점측(좌측옹벽): 1개소, A=0.45m <sup>2</sup>
	콘크리트파손 및 들뜸	• 공용 중 손상	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 시점측(좌측옹벽): 4개소, A=0.35m<sup>2</sup></li> <li>• 시점측(우측옹벽): 2개소, A=0.04m<sup>2</sup></li> </ul>
	재료분리	• 시공불량	• 종점측(좌측옹벽): 4개소, A=6.6m <sup>2</sup>
	조인트부 이격	• 시공불량	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 시점측(좌측옹벽): 1개소</li> <li>• 종점측(좌측옹벽): 3개소</li> <li>• 종점측(우측옹벽): 3개소</li> </ul>

2.2.7 외관조사 결과 요약(이전 정밀점검 결과와 비교, 검토)

부재명	2008년도 정밀점검(전회)	2010년도 정밀점검(금회)	주요손상사진
포장	<ul style="list-style-type: none"> <li>재 포장 시행, 상태양호</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>균열(7개소,L=11.5m)</li> <li>망상균열(5개소, A=14.5㎡)</li> <li>패임(2개소, A=0.16㎡)</li> </ul>	
배수 시설 · 난간	<ul style="list-style-type: none"> <li>난간, 연석 상태양호</li> <li>경계석 파손 다수 발생</li> <li>배수시설, 일부구간 체수, 이물질 퇴적</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>난간, 연석 상태양호</li> <li>경계석 파손(30개소, A=14.5㎡)</li> <li>배수시설 : 이물질 퇴적 및 체수, 배수구 막힘</li> </ul>	
옹벽	<ul style="list-style-type: none"> <li>균열(0.2mm이하, L=50.5m)</li> <li>균열(0.3mm이상, L=11.4m)</li> <li>균열부 누수(1개소)</li> <li>콘크리트 파손, 망상균열(A=6.85㎡)</li> <li>벽체간 이격(B=10~45mm, 7개소)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>균열(0.2mm이하, 41개소,L=79.2m)</li> <li>균열(0.3mm이상, 24개소,L=32.9m,</li> <li>균열부 누수(1개소)</li> <li>콘크리트 파손,망상균열 (10개소, A=7.31㎡)</li> <li>벽체간 이격(B=10~45mm, 7개소)</li> </ul>	
본선 벽체	<ul style="list-style-type: none"> <li>균열(0.2mm이하, L=2.6m)</li> <li>보수부 재 균열 (0.2mm이하, L=15.0m)</li> <li>보수부 재 균열 (0.3mm이상, L=2.0m)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>균열(0.2mm이하, 12개소,L=29.9m)</li> <li>균열(0.3mm이상, 2개소,L=3.8m)</li> <li>재료분리(1개소, A=1.0㎡)</li> <li>콘크리트 들뜸,탈락(2개소, A=0.32㎡)</li> </ul>	
본선 슬래브	<ul style="list-style-type: none"> <li>균열(0.2~0.3mm, L=21.4m)</li> <li>누수흔적(1개소, A=2.40㎡)</li> <li>콘크리트 파손(A=0.05㎡)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>균열(0.2mm이하, 26개소,L=66.9m)</li> <li>백태(1개소, A=0.20㎡)</li> <li>누수흔적(1개소, A=2.40㎡)</li> <li>콘크리트 파손(1개소, A=0.31㎡)</li> </ul>	
	대표등급	B등급	

2.2.8 외관조사에 의한 상태평가 결과

【표 2.2.14】 외관조사에 의한 상태평가 결과

구 분		손상원인	대책	등급
교면포장	포장부 ASP균열	• 온도변화, 전압부족	• 실링보수	b
	포장부 ASP망상균열	• 온도변화, 전압부족	• 절삭 후 오버레이	
	포장부 패임	• 전압부족, 차량마취 패임	• 절삭 후 오버레이	
난간, 연석	경계석 파손	• 공용기간 경과에 따른 노후화, 염화칼슘 등의 염해	• 단면복구공법	c
	연석부 콘크리트 파손	• 공용 중 손상	• 단면복구공법	
배수시설	배수구 막힘	• 공용 중 토사유입	• 주기적 청소	b
	배수구 그레이팅 망실	• 공용 중 손상	• 지속관찰	
본선 BOX 벽체	균열 (c/w:0.2mm이하)	• 건조수축	• 지속관찰	b
	균열 (c/w:0.3mm이상)	• 건조수축	• 균열부 주입공법	
	재료분리	• 공용 중 손상	• 단면복구공법	
본선 BOX 슬래브	균열 (c/w:0.2mm이하)	• 건조수축	• 지속관찰	b
	누수흔적	• 조인트부 우수유입	• 지속관찰	
	백태	• 우수유입	• 표면처리공법	
	콘크리트파손	• 공용 중 손상	• 단면복구공법	
옹벽	균열 (c/w:0.2mm이하)	• 건조수축	• 지속관찰	c
	균열 (c/w:0.3mm이상)	• 건조수축	• 균열부 주입공법	
	망상균열	• 공용 중 손상	• 지속관찰	
	균열부 누수	• 누수	• 표면처리공법	
	콘크리트파손 및 들뜸	• 공용 중 손상	• 단면복구공법	
	재료분리	• 시공불량	• 단면복구공법	
	조인트부 이격	• 시공불량	• 지속관찰	

## 2.3 내구성 조사

### 2.3.1 목적

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

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

### 2.3.2 비파괴시험 기간

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

【표 2.3.1】 비파괴시험 세부수행 내용

일 정	비파괴 시험내용		사 용 장 비
	부재	측정항목	
5. 24	시점부 옹벽, 종점부 옹벽	비파괴 강도조사 (반발경도, 초음파법) 탄산화 시험	슈미트 햄머 초음파 측정기(Pundit) 페놀프탈레인용액
5. 26	BOX 구간	비파괴 강도조사 (반발경도, 초음파법) 탄산화 시험	슈미트 햄머 초음파 측정기(Pundit) 페놀프탈레인용액

### 2.3.3 비파괴시험 수행자 ☞ (주)엠디비산업

- ▶ 비파괴 강도측정, 탄산화 시험 ⇒ 이종승, 이범석 [총2인 투입]

### 2.3.4 비파괴시험 실시현황

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

【표 2.3.2】 비파괴 시험항목 및 시험위치

비파괴시험 항목	시험 위치	시험 개소수
1) 압축강도 측정 조사 (반발경도, 초음파법)	- 시점부 옹벽 : 좌측 옹벽 (3개소) - BOX 구간 : 상부슬래브 (2개소), 벽체부 (2개소) - 종점부 옹벽 : 좌·우측 옹벽 (6개소)	13
2) 탄산화깊이 측정 조사	- 시점부 옹벽 : 좌측 옹벽 (1개소) - BOX 구간 : 상부슬래브 (2개소), 벽체부 (2개소) - 종점부 옹벽 : 좌·우측 옹벽 (2개소)	7

### 2.3.5 콘크리트 압축강도 시험

#### 1) 반발경도 시험

##### (1) 시험개요

- 시험 목적: 반발경도시험은 콘크리트의 품질과 특성을 보여주는 지표이기 때문에 콘크리트 면의 반발경도를 이용하여 구조물의 표면 압축강도를 측정하는데 목적이 있다.

##### (2) 시험장비(Schmidt hammer)



반발 경도 시험 전경



반발경도 측정장비

##### (3) 시험방법

- Schmidt hammer법은 타격점간의 간격 2~3cm를 표준으로 종으로 5열, 횡으로 4열의 선을 그어 직교되는 20점을 타격한다.
- 반발경도 값의 산술 평균값(Rm)을 구한다.
- 산술평균값 Rm에 대해서 RILEM Recommendation에 따라 각 반발경도의 값이 Rm±15%의

범위를 벗어나는 값들은 제외시키고 나머지 값들을 다시 산술평균하여 반발경도 R을 결정한다. 제외된 반발치가 4개 이상일 때는 측정지점의 반발경도값(R)은 버린다. 여기서 측정된 반발치의 값들이 많은 편차를 보이고 있으면 보편적으로 콘크리트의 품질이 불균질하게 평가될 수 있을 것이다.

(4) 반발경도에 의한 콘크리트 압축강도 추정

Schmidt hammer에 의한 반발경도를 측정한 후 콘크리트의 압축강도를 추정하는 방법은 다음과 같다.

① 보정반발경도(Ro)

보정반발경도 Ro은 측정경도 R에 보정값 ΔR1, ΔR2, ΔR3을 더한 값으로 한다.

$$R_o = R + \Delta R1 + \Delta R2 + \Delta R3 \quad \text{여기서, } \Delta R : \text{측정반발경도}$$

ΔR1 : 타격방향에 따른 보정값

ΔR2 : 압축부재의 사하중 응력에 따른 보정값

ΔR3 : 콘크리트의 습윤상태에 따른 보정값

<타격각도에 대한 보정치>

리바운드 수치 Ra	경사각도 α의 수정			
	상단		하단	
	+90도	+45도	-90도	-45도
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

② 압축강도의 추정

보정반발경도 Ro로부터 압축강도(fck)의 상관관계를 도출한 제안식들은 다음과 같으며, 본 과업에서는 일반적으로 널리 사용되는 아래와 같은 식으로 압축강도를 추정하였다.

$$fck = 13R_o - 184 \text{ (kgf/cm}^2\text{)} \quad \cdot \text{일본재료학회(보통콘크리트)}$$

$$fck = 10R_o - 110 \text{ (kgf/cm}^2\text{)} \quad \cdot \text{동경재료학회(보통콘크리트)}$$

$$fck = 7.3R_o + 110 \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$$

$$fck = 13R_o - 184 \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$$

$$fck = 13.3R_o - 124 \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$$

$$fck = 15.2R_o - 128 \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$$

· 일본건축학회(보통콘크리트)

· 동경재료학회(고강도콘크리트)

· 고속철도공단(고강도콘크리트)

· 에너지자원신기술연구소(고강도콘크리트)

③ 재령보정

수년이 경과한 콘크리트 구조물은 표면경도가 높기 때문에 재령28일 강도로 환산한 압축강도로 수정하여 콘크리트의 설계압축강도로 추정한다. 콘크리트의 재령에 따른 압축강도 보정계수  $\alpha$ 는 아래와 같으며, 3000일 이상의 재령에 대해서는 0.63을 적용한다.

<재령에 의한 보정계수( $\alpha$ , n)>

재 령 (일)	10	100	125	150	175	200	250	300	400	500	750	1000	2000	3000
보정치	1.55	0.78	0.76	0.74	0.73	0.72	0.71	0.70	0.68	0.67	0.66	0.65	0.64	0.63

2) 초음파탐사법

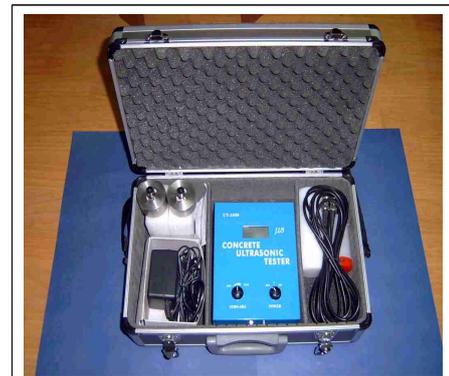
(1) 시험개요

- 시험 목적: 초음파 탐사법은 콘크리트의 품질과 특성을 보여주는 지표이기 때문에 초음파를 이용하여 구조물의 표면강도를 측정하는데 목적이 있다.

(2) 시험장비(Pundit)



초음파 시험 전경



초음파 시험 장비

(3) 초음파법에 의한 압축강도의 추정

① 전파속도 V의 추정

초음파 전달속도를 결정하기 위해서는 재료에서 초음파가 전달되는 거리를 미리 측정하고 장비상에 나타난 초음파 전달시간을 측정한 후에 전달속도 식에 의해서 구한다.

초음파속도는 전달거리와 전달시간으로 구하며 직접법과 간접법 및 반직접법이 있다.

$$V = \frac{\text{Path length}}{\text{Transit time}}$$

직접법에 의하여 초음파속도를 측정하는 것이 바람직하나 간접법을 사용할 경우에는 다음 식과 같이 보정하여야 한다.

$$V_d \approx 1.05 V_i$$

여기서,  $V_d$  : 직접법에 의한 초음파 속도

$V_i$  : 간접법에 의한 초음파 속도

간접법은 일정거리를 등 간격으로 떨어진 5점 이상의 측정점을 정하고 초음파의 전달 그 기울기를 전달속도  $V_i$ 로 한다.

회귀직선의 적정성 여부를 판단하기 위해서 회귀직선의 유의성 검정에 사용되는 결정계수를 계산한다.

② 비파괴강도의 추정

본 과업에서는 3점 이상의 회귀직선식에서  $r^2$ 값이 99%이상이 되는 회귀직선식만을 사용하여 전달속도  $V_i$ 를 계산하였다. 전달속도에 따른 콘크리트 압축강도의 추정을 위하여 초음파속도와 압축강도의 상관관계를 도출한 다음 식을 사용하였다.

$$f_{ck}' = 215 V_p - 620 \text{ (kgf/cm}^2\text{)} \text{ (일본건축학회)}$$

여기서,  $f_{ck}'$ : 콘크리트 강도(kgf/cm<sup>2</sup>) ,  $V_p$ :  $V_p = V_d$  로서  $V_p \approx 1.05 V_i$

반발경도법과 초음파탐사법을 이용한 조합식은

$$F_{ck} = 0.85 F_{ck}'$$

$$\log_{10} F_{ck}' = 0.01149R + 0.3794V_p + 0.4332$$

으로 R은 보정반발경도  $V_p$ 는 초음파 속도를 나타낸다.

3) 비파괴 압축강도 시험결과

화곡지하차도의 주요부재인 시점부 옹벽, BOX 구간, 종점부 옹벽에 대해 반발경도법, 초음파법에 의해 실시한 콘크리트 압축강도 측정결과는 다음 【표 2.3.3】 과 같다.

【표 2.3.3】 콘크리트 비파괴 강도 측정결과표

측정위치		보정반발 경도(Ro)	비파괴 시험방법(MPa)			평균 MPa	설계기준강도 MPa
			반발경도	초음파법	조합법		
시점부 옹벽	Sta. 30.0m(좌측)	45	25.0	26.2	26.9	26.5	24.0
	Sta. 80.0m(좌측)	44	24.2	25.8	26.3		
	Sta. 130.0m(좌측)	45	25.5	24.9	26.4		
BOX 구간	Sta. 185.0m (상부 슬래브)	48	27.9	28.5	29.3	28.6	24.0
	Sta. 245.0m (상부 슬래브)	47	26.6	27.0	27.8		
	Sta. 193.0m (벽체부 우측)	48	27.4	27.2	28.5	28.1	
	Sta. 248.0m (벽체부 우측)	45	25.3	26.8	27.6		
종점부 옹벽	Sta. 270.0m(좌측)	42	24.3	25.9	26.5	26.5	24.0
	Sta. 330.0m(좌측)	47	27.2	25.4	26.9		
	Sta. 390.0m(좌측)	44	24.1	24.6	25.5		
	Sta. 270.0m(우측)	45	24.9	26.2	26.1		
	Sta. 330.0m(우측)	47	26.6	24.5	27.0		
	Sta. 390.0m(우측)	46	25.8	27.0	26.8		

화곡지하차도의 주요 부재에 대하여 조합법에 의한 콘크리트 압축강도를 측정한 결과 시점부 옹벽 26.5MPa, BOX 구간(상부슬래브 28.6MPa, 벽체부 28.1MPa), 종점부 옹벽26.5MPa로서 설계기준강도( $f_{ck} = 24.0\text{MPa}$ )를 상회하고 있어 콘크리트 강도상의 문제가 없는 건전한 상태로 평가되었다.

### 2.3.6 탄산화 시험

#### 1) 시험개요

- 시험 목적: 탄산화시험의 목적은 콘크리트가 알칼리성의 소실 및 탄산화의 깊이정도를 파악하여 본 구조물의 내구성을 파악하는 것이 목적이다.

#### 2) 시험장비(페놀프탈렌 용액)



탄산화 시험 전경



탄산화 측정장비

- 용 도 : 콘크리트 파취면에 페놀프탈렌 용액을 분사하여 색의 변화에 따라 탄산화의 깊이를 측정

#### 3) 콘크리트 탄산화 등급판정

<탄산화에 의한 콘크리트 상태평가 기준>

등급	탄산화 잔여 깊이	철근부식의 가능성
a	· 30mm이상	탄산화에 의한 부식발생 우려 없음
b	· 10mm이상~30mm미만	향후 탄산화에 의한 부식발생 가능성 있음
c	· 0mm이상~10mm미만	탄산화에 의한 부식발생 가능성 높음
d	· 0mm미만	철근부식 발생
e	-	-

※ 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2009.03)

#### 4) 탄산화 시험 측정결과

화곡지하차도의 주요부재인 시점부 옹벽, BOX 구간, 종점부 옹벽에 대해 페놀프탈레인용액을 이용하여 측정한 탄산화 깊이는 다음 【표 2.3.4】 와 같다.

【표 2.3.4】 탄산화 깊이 측정 결과

(단위 : mm)

부 재		측정결과 (A)	철근 피복두께 (B)	측정 피복두께 (C)	상태평가 기준 탄산화잔여깊이 (C-A)	상태 등급	비고
시점부 옹벽	Sta. 100.0m(좌측)	6.5	50.0	59.0	52.5	a	· 탄산화 잔여깊이 (30mm이상)
BOX 구간	Sta. 185.0m (상부 슬래브)	5.0	50.0	43.0	38.0	a	· 탄산화 잔여깊이 (30mm이상)
BOX 구간	Sta. 245.0m (상부 슬래브)	7.0	50.0	61.0	54.0	a	· 탄산화 잔여깊이 (30mm이상)
BOX 구간	Sta. 193.0m (벽체부 우측)	2.0	50.0	40.0	38.0	a	· 탄산화 잔여깊이 (30mm이상)
BOX 구간	Sta. 248.0m (벽체부 우측)	3.5	50.0	43.0	39.5	a	· 탄산화 잔여깊이 (30mm이상)
중점부 옹벽	Sta. 330.0m(우측)	6.0	50.0	56.0	50.0	a	· 탄산화 잔여깊이 (30mm이상)
중점부 옹벽	Sta. 330.0m(좌측)	4.5	50.0	47.0	42.5	a	· 탄산화 잔여깊이 (30mm이상)

화곡지하차도의 주요 부재에 대해 페놀프탈레인용액을 이용하여 탄산화 시험을 실시한 결과 측정된 각 부재별 탄산화 깊이는 2.0~7.0mm로 측정되었으며, 설계 및 측정 철근 피복두께 대비 탄산화 잔여깊이가 30mm이상으로서 대상시설물은 “탄산화에 의한 부식발생 우려가 없는” **a등급**의 상태로 평가됨.

2.3.7 내구성조사에 의한 상태평가 결과

【표 2.3.5】 내구성조사에 의한 상태평가 결과

시 험 항 목	결 과 분 석	판정결과
비파괴 강도시험 (조합법)	· 조합법에 의한 콘크리트 압축강도를 측정한 결과 시점부 옹벽 26.5MPa, BOX 구간(상부슬래브 28.6MPa, 벽체부 28.1MPa), 중점부 옹벽26.5MPa로서 설계기준강도(fck = 24.0MPa)를 상회하고 있어 콘크리트 강도상의 문제가 없는 건전한 상태로 평가됨.	I (건 전)
탄산화 시험	· 페놀프탈레인용액을 이용하여 탄산화 시험을 실시한 결과 측정된 각 부재 별 탄산화 깊이는 2.0~7.0mm로 측정되었으며, 설계 및 측정 철근 피복두께 대비 탄산화 잔여깊이가 30mm이상으로서 대상시설물은 “탄산화에 의한 부식발생 우려가 없는” <b>a등급</b> 의 상태로 평가됨.	a등급

## 2.4 상태평가 결과종합

현장 외관조사 결과와 내구성 시험결과에 의해 터널(지하차도) 및 옹벽 「안전점검 및 정밀 안전진단 지침(2009.03)」에 의거 상태평가 등급을 산정 하였다.

### 가. 지하차도 BOX구간 상태평가

① 제1단계 : BOX구간 결합지수 산정

【표 2.4.1】 BOX구간 결합지수 산정표

Span No.	STA.	균열	누수	파손 및 손상	재 질 열 화						결합점수 합 계	결합지수
					박리	충분리 및 박락	백태	재료 분리	철근 노출	탄산화		
1	177~200	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0.118
2	200~220	7	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0.206
3	220~240	7	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0.206
4	240~257	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0.147
산술평균		5.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.75	0.169

② 제2단계 : BOX구간 상태평가 결과 산정

【표 2.4.2】 BOX구간 상태평가 결과 산정표

Span No.	STA.	균열	누수	파손 및 손상	재 질 열 화						상태등급
					박리	충분리 및 박락	백태	재료 분리	철근 노출	탄산화	
1	177~200	b	a	a	a	a	a	a	a	a	a
2	200~220	c	a	a	a	a	a	a	a	a	b
3	220~240	c	a	a	a	a	a	a	a	a	b
4	240~257	b	a	a	a	a	a	a	a	a	a
산술평균		c	a	a	a	a	a	a	a	a	b

③ 제3단계 : BOX구간 주변상태 결합점수 산정

【표 2.4.3】 BOX구간 주변상태 결합점수 산정표

항목	배수상태	갯문(접속부)상태	합계
결합점수	3	1	4.0

④ 제4단계 : 지하차도 BOX구간 상태평가 결과 산정

【표 2.4.4】 지하차도 BOX구간 종합 상태평가 결과 산정표

항목	균열	누수	손상	재 질 열 화						주 변 상 태		합계
				박리	박락	백태	재료 분리	철근 노출	탄산화	배수 상태	갯문 상태	
결합점수	5.75	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	9.75
터널 결합지수											0.244	
터널 상태평가결과											B	

나. 시·종점부 옹벽 상태평가

① 시점부 역T형, 중력식 옹벽 상태평가

【표 2.4.5】 시점부 옹벽 상태평가등급 산정 결과

Span No	STA.	침하	계획선형오차 (전도/경사)	활동	파손 및 손상 (재료 분리)	기초부 세굴	마모 침식	박락 및 층분리	박리	균열	백태	재 료 열 화			배수공 상태	주변영향인자 배수시설	결합수계	결합지수
												탄산화	염화물	철근노출				
1	0.0~40	a	a	a	c	x	x	a	a	d	a	a	x	a	b	b	12	0.231
2	40~80	a	a	a	c	x	x	a	a	d	a	a	x	a	b	b	12	0.231
3	80~120	a	a	a	c	x	x	a	a	d	a	a	x	a	b	b	12	0.231
4	120~160	a	a	a	a	x	x	c	a	b	a	a	x	a	b	b	8	0.154
5	160~177	a	a	a	c	x	x	a	a	a	b	a	x	a	b	b	6	0.115
상태평가 점수																0.192		
상태평가 등급																B		

② 종점부 U-Type옹벽 상태평가

【표 2.4.6】 종점부 U-Type옹벽 상태평가등급 산정 결과

Span No	STA.	침하	계획선형오차(전도/경사)	활동	파손 및 손상(재료분리)	기초부 세굴	마모 침식	박락 및 층분리	박리	균열	백태	재료열화			배수공 상태	주변영향인자 배수시설	결함수계	결합지수
												탄산화	염화물	철근노출				
1	257~297	a	a	a	c	x	x	a	a	c	a	a	x	a	b	b	10	0.192
2	297~337	a	a	a	a	x	x	a	a	d	a	a	x	a	b	b	10	0.192
3	337~377	a	a	a	b	x	x	a	a	a	a	a	x	a	b	b	5	0.096
4	377~415	a	a	a	a	x	x	a	a	a	a	a	x	a	b	b	4	0.077
																상태평가 점수		0.139
																상태평가 등급		A

다. 종합평가 결과

시설물 종합평가등급 산정표			
시설물명	화곡지하차도		비고
평가구분	결합지수	평가등급	
역T형, 중력식(시점)	0.192	B	
BOX구간	0.244	B	
U-TYPE(종점)	0.139	A	
종합평가결과	· 화곡지하차도의 옹벽구간 및 BOX구간의 전체 상태평가 결과 “보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한” B등급의 상태로 평가되었음.		

# 제3장 보수·보강 및 유지관리 방안

---

3.1 개요

3.2 보수·보강 및 개략공사비

3.3 손상에 따른 보수·보강공법

3.4 보수공법 비교안

3.5 유지관리 방안

## 제3장 보수·보강 및 유지관리방안

### 3.1 개요

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

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

### 3.2 보수·보강 및 개략공사비

#### 3.2.1 부재별 보수·보강 방안

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

【표 3.2.1】 부재별 보수·보강 방안

구분		손상원인	보수·보강방안	손상물량
교면포장	포장부 ASP균열	• 온도변화, 전압부족	• 실링보수	11.5m
	포장부 ASP망상균열	• 온도변화, 전압부족	• 절삭 후 오버레이	14.5m <sup>2</sup>
	포장부 패임	• 전압부족, 차량바퀴 패임	• 절삭 후 오버레이	0.16m <sup>2</sup>

【표 3.2.1】 부재별 보수·보강 방안 - 계속

구 분		손상원인	보수·보강방안	손상 물량
난간, 연석	경계석 파손	• 공용기간 경과에 따른 노후화, 염화칼슘 등의 염해	• 단면복구공법	14.14m <sup>2</sup>
	연석부 콘크리트 파손	• 공용 중 손상	• 단면복구공법	1.43m <sup>2</sup>
배수시설	배수구 막힘	• 공용 중 토사유입	• 주기적 청소	1개소
	배수구 그레이팅 망실	• 공용 중 손상	• 지속관찰	6.4m <sup>2</sup>
본선 BOX 벽체	균열 (c/w:0.2mm이하)	• 건조수축	• 지속관찰	29.9m
	균열 (c/w:0.3mm이상)	• 건조수축	• 균열부 주입공법	3.8m
	재료분리	• 공용 중 손상	• 단면복구공법	1.0m <sup>2</sup>
본선 BOX 슬래브	균열 (c/w:0.2mm이하)	• 건조수축	• 지속관찰	66.9m
	누수흔적	• 조인트부 우수유입	• 지속관찰	2.4m <sup>2</sup>
	백태	• 우수유입	• 표면처리공법	0.2m <sup>2</sup>
	콘크리트파손	• 공용 중 손상	• 단면복구공법	0.31m <sup>2</sup>
옹벽	균열 (c/w:0.2mm이하)	• 건조수축	• 지속관찰	79.2m
	균열 (c/w:0.3mm이상)	• 건조수축	• 균열부 주입공법	32.9m
	망상균열	• 공용 중 손상	• 지속관찰	6.92m <sup>2</sup>
	균열부 누수	• 누수	• 유도배수공 설치, 표면처리공법	1개소, 0.45m <sup>2</sup>
	콘크리트파손 및 들뜸	• 공용 중 손상	• 단면복구공법	0.39m <sup>2</sup>
	재료분리	• 시공불량	• 지속관찰	6.6m <sup>2</sup>
	조인트부 이격	• 시공불량	• 지속관찰	7개소

### 3.2.2 보수·보강 개략공사비

【표 3.2.2】 보수·보강 개략공사비

구 분		수량	단위	단가	금액	보수·보강대책	비고
교면포장	포장부 ASP균열	11.5	m	12,000	138,000	• 실링보수	장기
	포장부 ASP망상균열	14.5	m <sup>2</sup>	45,000	652,500	• 절삭 후 오버레이	단기
	포장부 패임	0.16	m <sup>2</sup>	45,000	7,200	• 절삭 후 오버레이	단기
난간, 연석	경계석 파손	14.14	m <sup>2</sup>	220,000	3,110,800	• 단면복구공법	단기
	연석부 콘크리트 파손	1.43	m <sup>2</sup>	220,000	314,600	• 단면복구공법	단기
배수시설	배수구 막힘	1	개소	5,000	5,000	• 주기적 청소	단기
본선 BOX 벽체	균열 (c/w:0.3mm이상)	3.8	m	90,000	342,000	• 균열부 주입공법	단기
	재료분리	1.0	m <sup>2</sup>	220,000	220,000	• 단면복구공법	장기
본선 BOX 슬래브	백태	0.2	m <sup>2</sup>	45,000	9,000	• 표면처리공법	단기
	콘크리트파손	0.31	m <sup>2</sup>	220,000	68,200	• 단면복구공법	단기
옹벽	균열 (c/w:0.3mm이상)	32.9	m	90,000	2,961,000	• 균열부 주입공법	장기
	균열부 누수	1	개소	500,000	500,000	• 유도배수공 설치	단기
		0.45	m <sup>2</sup>	45,000	20,250	• 표면처리공법	단기
	콘크리트파손 및 들뜸	0.39	m <sup>2</sup>	220,000	85,800	• 단면복구공법	단기
순 공사비						단기 : 3,806,550	
						장기 : 4,627,800	
제 경 비 (순공사비의 50% 적용)						단기 : 1,903,275	
						장기 : 2,313,900	
총 공사비						단기 : 10,031,700	
						장기 : 6,941,700	

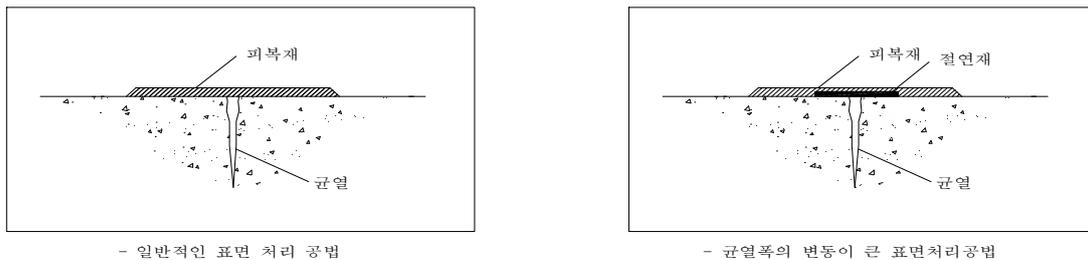
### 3.3 손상에 따른 보수·보강 공법

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

#### 3.3.1 콘크리트 균열보수 공법

##### 가. 표면처리공법

- 1) 적용범위 : 미세한 균열(폭 0.2mm 미만) 부위에 방수성, 내구성을 향상 시키기 위해 실시
- 2) 개요도



【그림 3.3.1】 표면처리공법

##### 3) 시공순서

- ㉠ 균열이 생긴 콘크리트 표면을 와이어 브러시 등으로 문질러 거칠게 처리
- ㉡ 표면의 부착물은 물 세척에 의한 청소 후 충분한 건조 처리
- ㉢ 적절한 피복재(수지계, 시멘트계)로 균열 부분 피복 처리

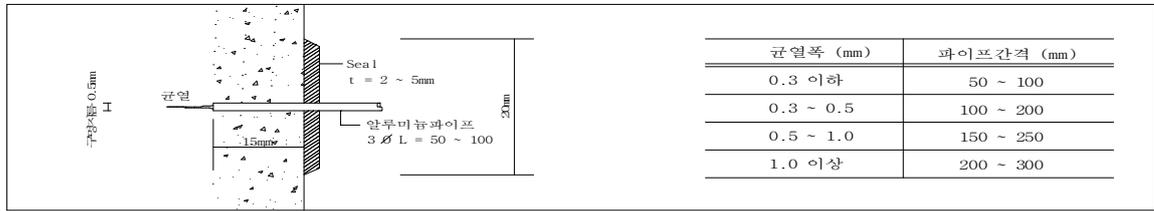
##### 4) 공법의 특징

- ㉠ 시공간편
- ㉡ 균열이 활성화 경우 적응성 부족
- ㉢ 피복재 종류에 따른 접착력 부족 우려

##### 나. 주입공법

- 1) 적용범위: 균열폭이 비교적 크고(폭 0.2mm 이상) 균열 내부에 수지 혹은 시멘트계의 재료를 주입시켜 방수성, 내구성을 향상시키기 위해서 실시

2) 개요도



【그림 3.3.2】 수지 주입 공법

3) 시공순서

- ㉠ 균열 부위 청소
- ㉡ 균열면 Sealing
- ㉢ 주입 파이프 철거
- ㉣ Sealing재 철거
- ㉤ 면 갈기

4) 공법의 특징

- ㉠ 주입 재료에 따른 주입시기 엄수
- ㉡ 에폭시 수지에 의한 주입의 경우 접착력 저하 주의
- ㉢ 저압 주입의 경우 주입 깊이와 주입량 점검의 용이하나 재료 손실 과다
- ㉣ 고압 주입의 경우 기존 균열의 확대 우려

다. 충전공법

- 1) 적용범위 : 균열폭이 비교적 큰(폭 0.5mm 이상) 부위의 보수에 적당한 공법으로 균열을 따라 콘크리트를 절단하고 그 부위에 보수재를 충전하는 공법

2) 개요도



【그림 3.3.3】 충전공법

3) 시공순서

- ㉠ 균열면 “U” 또는 ”V”형으로 절단 처리
- ㉡ 절단면 Primer 도포
- ㉢ Back-up제 삽입
- ㉣ 충전제(수지계, 시멘트계) 충전
- ㉤ 양생 및 먼 처리

4) 공법의 특징

- ㉠ 충전제의 박리, 박락 주의(특히 V-Cut 경우)
- ㉡ 철근이 부식된 콘크리트 먼 보수의 경우 철근 녹 제거 철거
- ㉢ 충전제와 콘크리트 면의 접착을 위해 Primer 도포 철거

### 3.3.2 침투성 폴리머 모르터 공법

#### 가. 공법의 용도

열화된 콘크리트 구조물의 보수용으로 개발된 침투성 폴리머 모르터는 열화된 콘크리트 구조물의 박리, 들뜸, 탄산화 부위 등 단면 수복을 비롯해 미세 균열 부위에 대한 표면처리 용으로 광범위하게 적용된다.

#### 나. 특 징

- 1) 강도의 발현성이 높아 조기 강도가 우수하다.
- 2) 침투성이 있어 프라이머를 사용하지 않고도 접착성이 우수하다.
- 3) 이산화탄소의 투과성이 적어 콘크리트 탄산화에 대한 저항성이 우수하다.
- 4) 염화물의 침투 저항성이 우수하여 철근 부식을 방지한다.
- 5) 유독성이 없어 인체에 무해하다.

#### 다. 적용 범위

- 1) 미세균열의 표면 처리
- 2) 박리·박락 손상 부재
- 3) 누수·백태 손상 부재
- 4) 철근 방청처리 후의 단면 보수 부재
- 5) 골재분리 및 노출
- 6) 구체 및 기초의 세굴

### 3.3.3 철근방청 공법

#### 가. 공법의 용도

노출 철근은 외기의 작용으로 부식 및 강성 저하를 나타낼 수 있으며, 부식에 따른 팽창으로 2차적 손상을 유발할 수 있다. 따라서 철근의 녹 제거, 방청처리 등을 시행하여 적절한 내구성을 유지하는 공법이다.

#### 나. 시공 방법

- 1) 콘크리트 결손부 주위를 건전한 부분까지 마킹한 후 콘크리트 커터로깊이 3~5mm 정도로 눈금을 넣는다.
- 2) 예치칩퍼나 절삭정 등으로 눈금을 넣은 부분의 내측 콘크리트를 건전한 부분이 나올 때까지 깎아낸다.
- 3) 철근의 녹을 외이어 브러시, 진공 브ラスト 등을 사용하여 완전히 제거한다.
- 4) 붓이나 스프레이를 사용하여 방청제를 도포하고 건조시간을 확인하여건조후 단면 보수를 시행한다.

#### 다. 사용재료

- 1) 녹 전환형 방청제(인산, 유기산, 킬레이트제)
- 2) 수지계 방청제(에폭시수지, 아크릴 수지)
- 3) 폴리머시멘트계 방청제(SBR계, PAE계)
- 4) 변성에폭시수지계 방청제(에폭시수지, 녹 전환형 방청제의 복합형)

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

### 3.3.4 단면보수 공법(몰탈패칭 공법)

#### 가. 공법의 개요

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

#### 나. 보수방법

##### 1) 공종도

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

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

##### 2) 시공순서

- ㉠ 폴리머 시멘트 모르타르나 무수축 시멘트 모르타르 등의 단면수수재료를 전체가 균일하게 되도록 충분히 교반한다.
- ㉡ 이 단면보수재를 주걱으로 조심스럽게 바르고 평활하게 마무리 한다.

##### 3) 사용재료

- ㉢ SBG계 폴리머시멘트 콘크리트(모르타르)
- ㉣ 아크릴계 폴리머시멘트 콘크리트(모르타르)
- ㉤ 에폭시수지 모르타르(보통, 경량)
- ㉥ 무수축시멘트 콘크리트(모르타르)

### 3.3.5 단면보수 (백태)공법

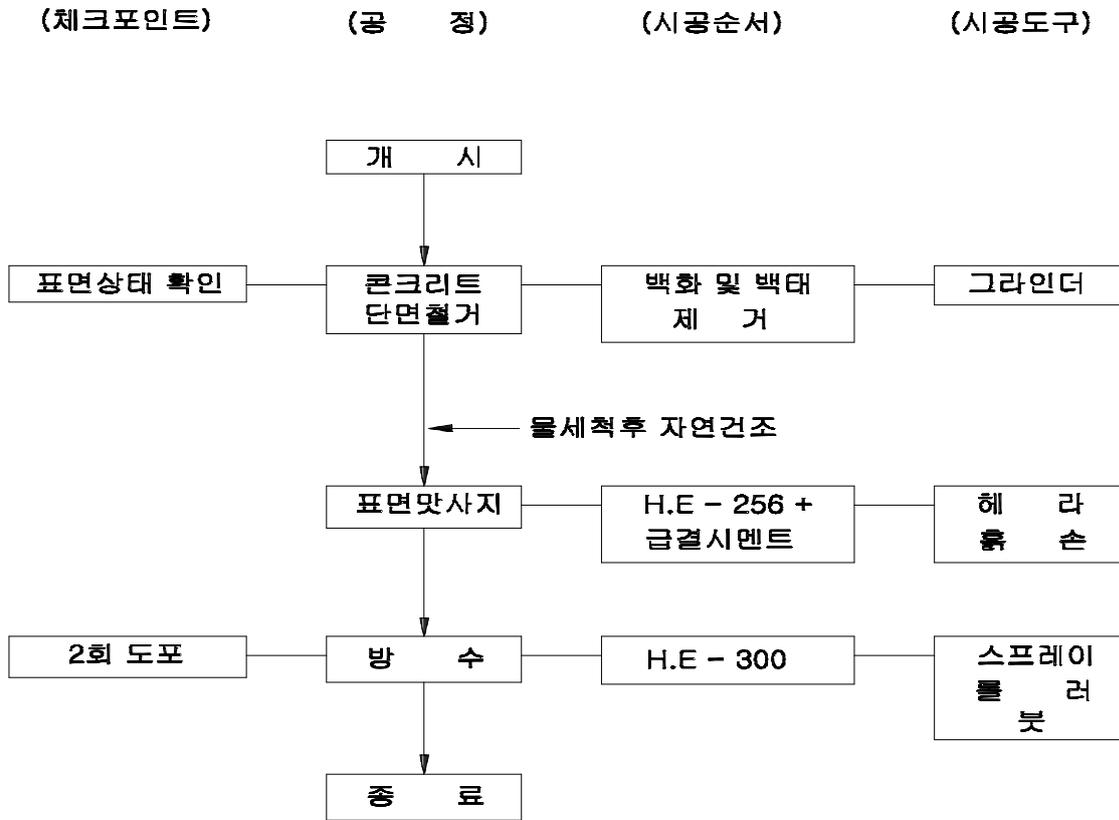
#### 가. 공법의 개요

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

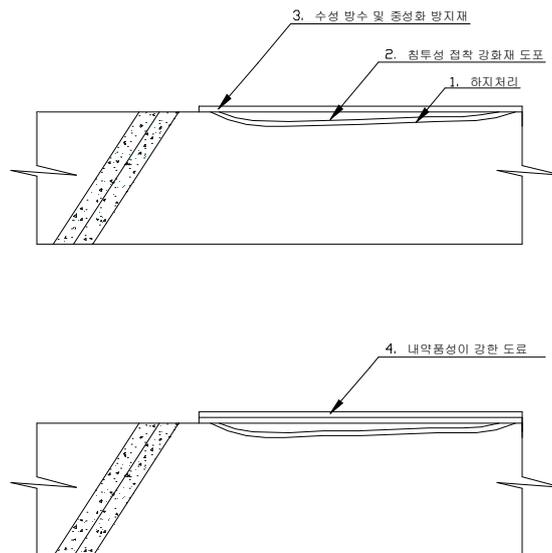
#### 나. 시공방법

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

다. 시공순서



라. 개요도



【그림 3.3.4】 누수 및 백화부위 보수공법

### 3.3.6 포장면 신축이음부 보수

#### 가. 용도 및 목적

지하차도 신축이음부에서 실란트를 이용한 아스팔트 포장의 연속화는 조인트를 없앴으로써 지하차도 슬라브 상부구조 공간에서 발생하는 방수상의 문제점과 노면의 평탄성을 현저하게 개선하여 통행차량에 의한 진동이나 소음의 발생 원인을 해소하는 동시에 차량의 안전성이나 쾌속성을 확보 할 수 있으며 다음과 같은 특징을 가지고 있다.

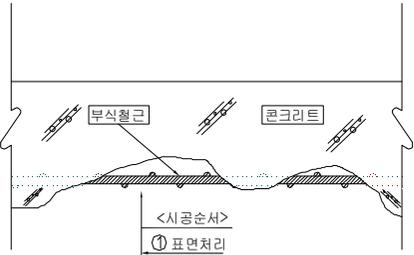
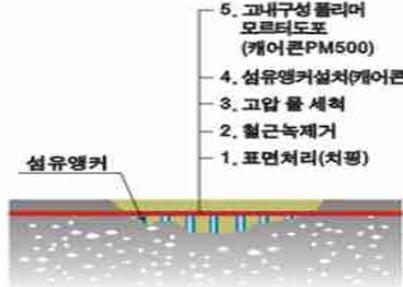
- 시 공 성(EASY INSTALLATION) : 시공이 간단하다.
- 주 행 성(SMOOTH RUNNING) : 노면과 같이 연속포장 형태이고 이음매가 없어 주행이 매우 양호하다
- 흡 음 성(SOUND ABSORBING PROPERTY) : 노면과 연속성이 확보되어 활하중에 의한 진동, 소음발생요인의 최소화 및 자체의 탄성력으로 인한 충격흡수가 양호하다.
- 유지보수성(EASY REPAIRING) : 하자발생부위 부분보수가 가능하다.
- 방 수 성(WATER-TIGHT PROPERTY) : 아스팔트와 콘크리트 절단면과 접착성이 강하여 일체화로 인한 누수를 완벽하게 방지한다.
- 내 구 성(EXCELLENT DURABILITY) : 마모, 충격에 대한 내구성이 우수하다.
- 경 제 성(ECONOMICAL INSTALLATION) : 시공가격이 저렴하다.

### 3.4 보수공법 비교안

#### 3.4.1 균열보수공법

공 종 보수공법		균 열 보 수		
		1안	2안	3안
공	법	VOC삭감형 수성에폭시 주입공법 (리폼시스템)-특허 제0220562호	SBR계 폴리머 시멘트 슬러리 주입공법 (쌍용)	마이크로 시멘트 슬러리 주입
내	용	유기계	유, 무기계	무기계
습윤면	시공성	친수성 유기계 재료로서 습윤면 시공가능	유.무기계 복합재료로서 습윤면 시공 가능	무기계 재료로서 습윤면 시공불가
재료적	유사성	유기계 재료이지만 열팽창계수 및 탄성계수가 콘크리트와 유사	유.무기계 재료로서 온도에 따른 열팽창계수 및 탄성계수가 콘크리트와 유사	초미립 무기계 재료로서 열팽창계수가 콘크리트와 유사
수	축 성	유기계 재료이지만 휘발성 화합물 등을 섞지 않으므로 경화에 따른 수축성 없음	SBR계 혼화제로 모르터를 구성하므로 수축성 없음	물과 혼합한 모르터로 다소 수축성 있음
침	투 성	균열폭 0.02mm 까지 가능	균열폭 0.02mm 까지 가능	균열폭 0.02mm 까지 가능
부	착 강 도	40kg/cm <sup>2</sup>	20kg/cm <sup>2</sup>	10kg/cm <sup>2</sup>
특	장 점	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 시공성, 접착성 및 주입성 우수</li> <li>· 균열부 콘크리트내 철근의 방청기능 있음</li> <li>· 미세균열에의 침투성이 우수</li> <li>· 습윤부 및 수중부 시공가능</li> <li>· 시공실적 다수</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 내약품성 우수</li> <li>· 균열부 콘크리트내 철근의 방청기능 있음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 내중성화 기능</li> <li>· 물성·특성이 콘크리트와 유사</li> </ul>
징				

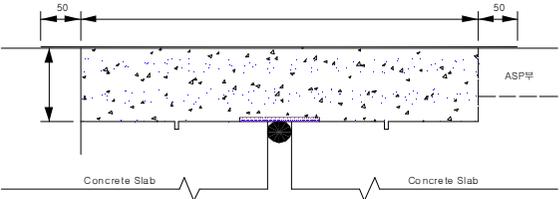
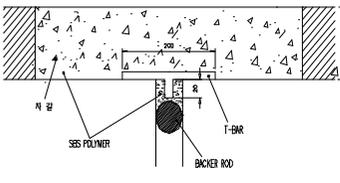
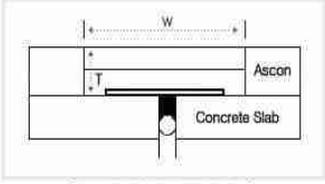
### 3.4.2 단면보수공법

구 분	FCSM 공법 (신기술 522호)	리노 SYSTEM (신기술 363호, 2003년 2월, 8년)	ARS 공법 (신기술 430호, 2004년 10월, 3년)
명 칭	고인성 PVA섬유의 3차원적 가교작용에 의해 몰탈에 강력한 균열저항성과 연성이이 향상된 섬유복합몰탈을 이용한 콘크리트 구조물의 보수공법	알콕시 실란계 무기질 폴리머가 혼합된 표면처리제(세라탑)와 표면개질처리된 섬유 및 3원계 폴리머가 함유된 난용성 충전용 모르타(리노몰탈)를 이용한 콘크리트 보수공법	유리섬유 앵커와 알루미늄 실리케이트계의 결합조절제를 첨가한 고내구성 폴리머 모르타르를 이리트 구조물의 보수공법
개 발 자	원화종합건설(주)	(주)세라캡, 티엔알비(주)	케어콘(주), 엠티마스타(주)
개 요 도	 <p>&lt;시공순서&gt;</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>① 표면처리</li> <li>② 방청제 도포</li> <li>③ 정착강원재 도포</li> <li>④ 섬유복합모르타 도포</li> <li>⑤ 표면코팅제 도포</li> </ol>	 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 콘크리트 박락부 정리 및 철근 노출</li> <li>2. 철근방청용 모르타 (RM-30C)</li> <li>3. 계면접착용 코팅제 (HCT-400C) 도포</li> <li>4. 충전용 모르타 (RM-50P) 시공</li> <li>5. 표면마감용 코팅제 (HCT-400CF) 도포</li> </ol>	 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 표면처리(치핑)</li> <li>2. 철근노출</li> <li>3. 고압 물 세척</li> <li>4. 섬유앵커설치(케어콘GB)</li> <li>5. 고내구성 폴리머 모르타르도포 (케어콘PM500)</li> </ol>
기술개요	고인성 PVA섬유의 3차원적 가교작용에 의해 몰탈에 강력한 균열저항성과 연성이이 향상된 섬유복합몰탈을 이용한 콘크리트 구조물의 보수공법	알콕시 실란계의 무기질 폴리머를 이용한 코팅재를 계면 및 표면에 도포하고, 표면 개질 처리된 섬유와 3원계 난용성 폴리머가 함유된 충전용모르타 및 폴리브레이트제 방청제를 첨가한 철근방청용 페이스트를 사용하여 보수하는 공법	부착력이 부족한 콘크리트 구조물 단면에 앵커와 보수모르타르의 계면에서 발생하는 균열 및 위치를 정확히 예측하고 이에 대응하는 앵커와 실리케이트계의 고내구성 폴리머 모르타르를 사용하여 계면에서 부착력을 확보하고, 보수단면의 증진시키는 공법으로 공정이 단순하고, 시공성 높은 공법
장 점	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PVA 섬유 3차원 가교작용으로 균열억제</li> <li>• 우수한 휨 강성과 연성으로 보강성능 발휘</li> <li>• 건조수축 및 진동에 의한 균열에 강력한 저항성</li> <li>• 내마모성, 내충격성, 부착성이 우수</li> <li>• 구체와 역학적 거동이 동일하여 박리-박락 없음</li> <li>• 내구성 5배 이상 우수, 구조물 Life Cycle을 연장</li> <li>• 중성화저항성, 내화학적, 내화성이 우수</li> <li>• 스프레이시 리바운드가 1% 이내로 적다</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 콘크리트 표면강도회복성 우수</li> <li>• 무기계 재료로서 기존 콘크리트와 물리적 성질이 유사하여 시공후 균열, 탈락 등 재손상 발생 가능성 적음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 앵커를 이용하여 계면의 부착력 확보</li> <li>• 이산화탄소 및 염화물에 대한 저항성이 우수</li> <li>• 동결융해에 대한 저항성이 우수</li> <li>• 중성화 억제성능 및 철근 방청 성능</li> </ul>

### 3.4.3 표면처리공법

구 분		제 1안 레미가드공법	제 2안 리폼시스템	제 3안 크로스공법	제 4안 리플래시공법	
공법개요		아질산계 하이드로탈사이트를 혼입한 단면복구모르타르 및 밀폐형 건·습식 복합 분체 · 이송압송장치에 의한 RC 구조물 보수공법	구상형 용융슬래그 골재를 이용한 보수용 모르타르, 개량형 연속믹서와 압송펌프를 이용한 콘크리트 구조물의 단면보수 기술	방청복합 알칼리 회복제와 아질산계 분말방청제가 혼입된 폴리머 모르타르를 이용한 손상된 RC구조물의 보수공법	무기질 단면피복제(RH방식 피복제) 및 항균성 개질제(RH프라임)와 복합하여 시공. 화학적 부식에 대한 RC 구조물의 방식, 보수공법	수화응 otector 를 이 이중처
시공순서	표면처리 공법	바탕처리 → 고압물청소 → 표면강화제 도포 → 바탕조정제 도포 → 표면보호제 도포	바탕처리 → 고압물청소 → 표면강화 및 발청억제제도포 → 기능성방식제 도포	바탕처리 → 고압물청소 → 수성표면강화제 도포 → 방청표면 피복제 시공	바탕처리 → 고압물청소 → RH프라임도포 → RH방식피복제도포 → RH TOP COAT 도포	바탕처 Mol 도 → H.B
	단면복구 공법	바탕처리 → 고압물청소 → 프라이머 도포 → 폴리머몰탈 뿔칠 → 표면강화제 도포 → 표면보호제 도포	바탕처리 → 고압물청소 → 표면강화 및 발청억제제도포 → 접착강화제 도포 → 충전모르타르 뿔칠 및 미장 → 기능성방식제도포	바탕면처리 → 고압물청소 → 알칼리회복제 도포 → 수성표면강화제 도포 → 방청모르타르 시공 → 방청표면 피복제 시공 → 마감코팅제 도포	바탕처리 → 고압물청소 → RH프라임도포 → RH모르타르 충전 → RH방식피복처리 → RH-TOP COAT 도포	바탕처 B. Pr H.B. C C 도포
모르타르 시공법		기계화시공(습식, 뿔칠공법) (신기술 지정 및 시험시공)	기계화시공(습식, 뿔칠공법) (신기술 지정 및 시험시공)	인력시공(손미장) (신기술 지정 및 시험시공)	인력시공(손미장) (신기술 지정 및 시험시공)	(신기
폴리머종류		무기질 아크릴계(분말)	수성아크릴계	무기질 시멘트계	무기질 시멘트계	무
압축강도		52.1MPa	44.1MPa	51.6MPa	52.1MPa	
휨강도		10.7MPa	8.8MPa	7.4MPa	12.1MPa	
부착강도		2.29MPa	1.96MPa	1.96MPa	2.26MPa	
리바운드율		벽체:3%이하, 슬래브:5%이하	벽체:3%이하, 슬래브:5%이하	-	-	
장 점		· 내구성 우수 · 내화학적 우수 · 완전자동화 및 기계화 시공으로 대규모 공사시 인건비 및 공기절감 효과 우수	· 내구성 우수 · 내화학적 우수 · 폴리머조막을 형성하여 건조수축균열의 생성을 억제함 · 제강슬래그의 자원 재활용으로 환경	· 내구성 우수 · 내화학적 우수 · 아크릴계 폴리머 몰탈에 비해 악취가 적음 · 섬유가 혼입된 몰탈을 사용하여 내균	· 내구성 우수 · 내약품성 및 내화학적 우수 인체에 무해함 · 세균의 발생억제 및 항균기능 · 습윤면에 대한 부착강도 우수	· 내구성 · 내화학 · 코팅재 내산 · 낮은

### 3.4.4 도로봉합재 보수공법

구 분	RS - Sealant JOINT(국내산)	JOINLES JOINT(국내산)	로드셀(국내산)
재료성분	아스팔트, 합성고무, 고무분말, 가소제, 연화제 등	아스팔트, 합성고무, 고무분말, 가소제, 연화제 등	아스팔트, 합성고무, 무기충전제, 고무분말, 연화제 등
단 면 도			 <p>[로드셀 신축이음장치 단면도]</p>
공법개요	<ul style="list-style-type: none"> <li>·아스팔트와 고무분말을 합성한 도로봉합제를 사용하여 지하차도 및 교량 신축이음장치의 균열 파손등의 단점을 보완한 친환경 제품</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 유간 상부의 포장재 사이에 골재 및 ELASTOMERIC POLMER 등의 혼합물을 채우는 연속포장형 방식</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 페타이어를 미분으로 파쇄하여 SBS와 아스팔트의 합성물로 만든 고품스팔트를 이용한 지하차도신축이음 시공공</li> </ul>
시험규정	<ul style="list-style-type: none"> <li>· ASTM D 3405, ASTM D 36, ASTM D 5329 (신축이음용 현장성형 아스팔트채움조인트)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· ASTM D 1190, ASTM D 36(신축이음용 현장성형 아스팔트채움조인트)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· ASTM D 6297(신축이음용 현장성형 아스팔트채움조인트)</li> </ul>
특 성	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 방수성: 신축이음부 및 경계부 누수차단</li> <li>· 내구성: 내충격성으로 내구성 매우 양호</li> <li>· 주행성: 노면과 연속성으로 주행성 매우양호</li> <li>· 유지관리: 유지보수 간단</li> <li>· 시공성: 저온양생으로 시공후 0.5~1시간 만에 양생되어 즉시 차량주행 가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 방수성 : 신축이음부 누수차단</li> <li>· 내구성 : 내충격성으로 내구성 매우 양호</li> <li>· 주행성 : 노면과 연속성으로 주행성 양호</li> <li>· 유지관리 : 유지보수 간단</li> <li>· 시공성: 시공 후 0.5~1시간 만에 양생되어 차량주행 가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 방수성 : 신축이음부 누수차단</li> <li>· 내구성 : 내충격성으로 내구성 매우 양호</li> <li>· 주행성 : 노면과 연속성으로 주행성 양호</li> <li>· 유지관리 : 유지보수 간단</li> <li>· 시공성: 시공 후 1시간 만에 양생되어 차량</li> </ul>

### 3.5 유지관리방안

#### 가. 유지관리의 목적 및 필요성

도로시설물의 유지관리란 기존에 건설된 시설물이 기능을 보존케하고 이용차량의 편의와 안전을 도모하기 위하여 기존 시설을 점검하고 손상된 부분의 원상복귀와 추가시설을 보완하여 수명기간 동안 안전과 기능을 충분히 발휘하게 하기 위한 일련의 과정을 말한다. 도로시설물 유지관리의 주요내용은 ① 시설물 안전점검, ② 이상발견, ③ 보수필요여부 판정, ④ 적정 보수공법 선정, ⑤ 보수공사 실시, ⑥보수효과 확인 등으로 구분된다.

#### 나. 화곡지하차도의 중점유지관리 사항

- 1) 옹벽구간의 좌, 우측 하단부에는 콘크리트 경계석이 설치되어진 상태로서 외관조사 결과 시점측 경계석 설치부중 다수위치에 파손이 발생된 상태로서 본 손상은 공용기간 경과에 따른 노후화 및 동절기 염화칼슘 살포 등으로 인한 염해 등이 원인으로 판단되며 외견 및 시설물의 사용성 확보를 위하여 교체설치 후 추가적 손상발생 여부에 대한 지속관찰이 요구됨.
- 2) 옹벽체면의 신축이음부중 일부위치는 이격(B=10~45mm)이 발생된 상태로서 본 손상은 공용중 손상이 아닌 시공시 발생된 초기손상으로 판단되며, 이전 점검 결과와 비교할 때 이격 폭 등의 증가는 없는 상태로 판단이나 우천시 이격부위를 통해 배면측 토사 등의 유출가능성이 있으므로 실런트 채움에 의한 보수조치 후 추가적 손상발생 및 전전여부 등에 대한 지속적인 주의관찰이 요구됨.

#### 다. 효율적인 유지관리를 위한 제안사항

앞으로 교량의 합리적이고 효율적인 유지관리를 위하여 다음과 같은 사항이 추진되는 것이 바람직하다.

- 1) 도로시설물의 효율적인 유지관리를 위해서는 해당 시설물들에 대한 설계도서, 구조물 대장, 보수 및 보강 이력, 기타 유지관리 자료의 구비가 필수적이며, 이들을 점차 전산화하여 신속한 처리가 가능하도록 유지관리 시스템을 구축하는 것이 바람직하다.
- 2) 방대한 도로시설물을 체계적이며 효율적으로 관리하기 위해서는 도로시설물의 유지관리 업무를 전문적으로 수행할 수 있는 진단업체를 개발하여 활용하는 것이 바람직한 것으로 사료된다.

3) 유지관리 예산이 현재 외국에 비해 상대적 비율이 아주 적으므로 유지관리 예산의 적정 확보가 필요하며, 효율적 유지관리를 위한 유지관리 장비를 완비하는 것이 필요하다.

라. 구조부재별 점검항목

외관조사결과 결함이 발견된 부재 또는 보수·보강을 실시한 부재에서 결함의 진전여부와 발생유무를 주기적으로 관찰하여야할 점검사항이다.

【표 3.5.1】 유지관리 점검항목

구분 부재	중점점검사항	점검주기
포 장	· 소성변형 및 균열(망상균열 포함)	· 정기점검: 반기별 1회
BOX	· 0.2mm내외의 균열(타일균열 포함) · 철근노출 및 백태, 콘크리트 박락 · 표면처리부의 들뜸 및 파손	· 정기점검: 반기별 1회
배수시설	· 배수구 막힘	· 정기점검: 반기별 1회
옹 벽	· 0.2mm내외의 균열 · 철근노출 및 백태, 콘크리트 박락 · 표면처리부의 들뜸 및 파손	· 반기별 1회이상실시

## 제 4 장    종합 결론

---

4.1 상태평가 결과

4.2 정밀안전진단 및 사용제한 필요성

4.3 보수·보강 개략공사비

4.4 종합결론

## 제4장 종합결론

### 4.1 상태평가 결과

#### 4.1.1 외관조사

구 분		손상원인	대책	등급
교면포장	포장부 ASP균열	• 온도변화, 전압부족	• 실링보수	b
	포장부 ASP망상균열	• 온도변화, 전압부족	• 절삭 후 오버레이	
	포장부 패임	• 전압부족, 차량바퀴 패임	• 절삭 후 오버레이	
난간, 연석	경계석 파손	• 공용기간 경과에 따른 노후화, 염화칼슘 등의 염해	• 단면복구공법	c
	연석부 콘크리트 파손	• 공용 중 손상	• 단면복구공법	
배수시설	배수구 막힘	• 공용 중 토사유입	• 주기적 청소	b
	배수구 그레이팅 망실	• 공용 중 손상	• 지속관찰	
본선 BOX 벽체	균열 (c/w:0.2mm이하)	• 건조수축	• 지속관찰	b
	균열 (c/w:0.3mm이상)	• 건조수축	• 균열부 주입공법	
	재료분리	• 공용 중 손상	• 단면복구공법	
본선 BOX 슬래브	균열 (c/w:0.2mm이하)	• 건조수축	• 지속관찰	b
	누수흔적	• 조인트부 우수유입	• 지속관찰	
	백태	• 우수유입	• 표면처리공법	
	콘크리트파손	• 공용 중 손상	• 단면복구공법	
옹벽	균열 (c/w:0.2mm이하)	• 건조수축	• 지속관찰	c
	균열 (c/w:0.3mm이상)	• 건조수축	• 균열부 주입공법	
	망상균열	• 공용 중 손상	• 지속관찰	
	균열부 누수	• 누수	• 유도배수공 설치, 표면처리공법	
	콘크리트파손 및 들뜸	• 공용 중 손상	• 단면복구공법	
	재료분리	• 시공불량	• 지속관찰	
	조인트부 이격	• 시공불량	• 지속관찰	

### 4.1.2 내구성 조사

시 험 항 목	결 과 분 석	관 정 결 과
비파괴 강도시험 (조합법)	<ul style="list-style-type: none"> <li>조합법에 의한 콘크리트 압축강도를 측정한 결과 시점부 응벽 26.5MPa, BOX 구간(상부슬래브 28.6MPa, 벽체부 28.1MPa), 종점부 응벽26.5MPa로서 설계기준강도(fck = 24.0MPa)를 상회하고 있어 콘크리트 강도상의 문제가 없는 건전한 상태로 평가됨.</li> </ul>	I (건전)
탄산화 시험	<ul style="list-style-type: none"> <li>페놀프탈레인용액을 이용하여 탄산화 시험을 실시한 결과 측정된 각 부재별 탄산화 깊이는 2.0~7.0mm로 측정되었으며, 철근 피복두께 대비 탄산화 잔여깊이가 30mm이상으로서 대상시설물은 “탄산화에 의한 부식발생 우려가 없는” <b>a등급</b>의 상태로 평가됨.</li> </ul>	a등급

### 4.1.3 상태평가 결과종합

시설물 종합평가등급 산정표			
시 설 물 명	화곡지하차도		비 고
평 가 구 분	결합지수	평가등급	
역T형, 중력식(시점)	0.192	B	
BOX구간	0.244	B	
U-TYPE(종점)	0.139	A	
종합평가결과	<ul style="list-style-type: none"> <li>화곡지하차도의 응벽구간 및 BOX구간의 전체 상태평가 결과 “보조부재에 경미한 결합이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한” <b>B등급</b>의 상태로 평가되었음.</li> </ul>		

### 4.2 정밀안전진단 및 사용제한 필요성

정밀점검 대상 시설물인 화곡지하차도는 준공 후 약 20년이 경과된 지하차도 시설물로서 시공상태가 양호하고, 활하중 작용 등 외력에 의한 구조적 결함이나 손상이 없는 상태로서 국부적으로 발생한 손상·결함부에 대해 보수·보강을 시행하면 사용재료의 건전성, 구조물의 기능성과 안전성을 더욱 확보할 수 있으므로 현재는 **정밀안전진단 및 시설물의 사용제한 등의 필요성이 없으며** 향후 “시설물의 안전관리에 관한 특별법”에 의한 정기점검, 정밀점검 등의 시행과 동절기와 해빙기를 전·후하여 특별점검 시행 등 지속적 유지관리를 행하면 설계시 의도한 내구연한을 확보할 수 있을 것으로 판단됨.

### 4.3 보수·보강 개략공사비

구분		수량	단위	단가	금액	보수·보강대책	비고
교면포장	포장부 ASP균열	11.5	m	12,000	138,000	• 실링보수	장기
	포장부 ASP망상균열	14.5	m <sup>2</sup>	45,000	652,500	• 절삭 후 오버레이	단기
	포장부 패임	0.16	m <sup>2</sup>	45,000	7,200	• 절삭 후 오버레이	단기
난간, 연석	경계석 파손	14.14	m <sup>2</sup>	220,000	3,110,800	• 단면복구공법	단기
	연석부 콘크리트 파손	1.43	m <sup>2</sup>	220,000	314,600	• 단면복구공법	단기
배수시설	배수구 막힘	1	개소	5,000	5,000	• 주기적 청소	단기
본선 BOX 벽체	균열 (c/w:0.3mm이상)	3.8	m	90,000	342,000	• 균열부 주입공법	단기
	재료분리	1.0	m <sup>2</sup>	220,000	220,000	• 단면복구공법	장기
본선 BOX 슬래브	백태	0.2	m <sup>2</sup>	45,000	9,000	• 표면처리공법	단기
	콘크리트파손	0.31	m <sup>2</sup>	220,000	68,200	• 단면복구공법	단기
옹벽	균열 (c/w:0.3mm이상)	32.9	m	90,000	2,961,000	• 균열부 주입공법	장기
	균열부 누수	1	개소	500,000	500,000	• 유도배수공 설치	단기
		0.45	m <sup>2</sup>	45,000	20,250	• 표면처리공법	단기
	콘크리트파손 및 들뜸	0.39	m <sup>2</sup>	220,000	85,800	• 단면복구공법	단기
순 공사비						단기 : 3,806,550	
						장기 : 4,627,800	
제 경비 (순공사비의 50% 적용)						단기 : 1,903,275	
						장기 : 2,313,900	
총 공사비						단기 : 10,031,700	
						장기 : 6,941,700	

## 4.4 종합결론

- 1) 화곡지하차도(1990년 준공)는 준공 후 약 20년이 경과된 지하차도 시설물로서 금번 정밀점검 결과 시설물의 안전성에 영향을 미치는 구조적으로 문제가 되는 결함이나 손상은 발생하지 않은 대체로 양호한 상태이나, 교면포장부 균열, 망상균열, 패임, 배수구 막힘, 그레이팅 유실, 옹벽 벽체면 균열, 신축이음부 주위 콘크리트 탈락, 신축이음부 이격, 상부 슬래브 하면 콘크리트 탈락, 균열, 지하차도 벽체면 균열, 보수부 재 균열 등의 손상에 대해서는 적절한 보수(본 보고서 3장 보수·보강 방안편에서 제시된 각 부재별 보수·보강공법 참조)가 필요할 것으로 판단됨.
- 2) 옹벽구간의 좌, 우측 하단부에는 콘크리트 경계석이 설치되어진 상태로서 외관조사 결과 시점측 경계석 설치부중 다수위치에 파손이 발생된 상태로서 본 손상은 공용기간 경과에 따른 노후화 및 동절기 염화칼슘 살포 등으로 인한 염해 등이 원인으로 판단되며 외견 및 시설물의 사용성 확보를 위하여 교체설치 후 추가적 손상발생 여부에 대한 지속관찰이 요구됨.
- 3) 옹벽벽체면의 신축이음부중 일부위치는 이격( $B=10\sim 45\text{mm}$ )이 발생된 상태로서 본 손상은 공용중 손상이 아닌 시공시 발생된 초기손상으로 판단되며, 이전 점검 결과와 비교할 때 이격폭 등의 증가는 없는 상태로 판단이나 우천시 이격부위를 통해 배면측 토사 등의 유출가능성이 있으므로 실런트 채움에 의한 보수조치 후 추가적 손상발생 및 전전여부 등에 대한 지속적인 주의관찰이 요구됨.