

개봉고가외 8개소 정밀점검 용역

신정교동측지하차도 정밀점검보고서



2009. 8.

서울특별시 강서도로교통사업소

점검기관: 융성건설(주)

제 출 문

서울특별시 강서도로교통사업소장 귀하

용역명 : 개봉고가외 8개소 정밀점검용역 【신정교동측지하차도】

귀 사업소와 계약에 의하여 본 용성건설(주)에서 수행한 “개봉고가외 8개소 정밀점검
용역 【신정교동측지하차도】” 의 과업을 완료하고, 그 결과를 본 보고서로 작성 제출합
니다.

2009년 8월 일

서울특별시 동대문구 답십리 469번지
용 성 건 설 (주)
대 표 이 사 이 점



참 여 기 술 자

과 업 명 : 개봉고가외 8개소 정밀점검 용역

번호	성 명	주민등록번호	분 야	담당업무	비 고
1	조용걸		사업책임기술자	과업총괄 (현장조사, 내업)	
2	이점구		구조분야	현장조사 / 기술분석 보수·보강 방법 검토	
3	김 철		설계분야	현장조사 / 기술분석 보수·보강 방법 검토	
4	윤태희		시공분야	현장조사 / 보고서 작성 비파괴시험 / 분석	
5	김경훈		설계분야	현장조사 외관조사망도작성(CAD)	

위치도 및 전경



위치 : 서울특별시 영등포구 문래동5가 27



정밀점검 결과표

작성일 : 2009년 08월

1. 시설물명 : 신정교동측지하차도

1.1. 주 용 도 : 지하차도

1.2. 종 별 : 2중 시설물

1.3. 준공년월 : 1990년 8월(19년 경과)

2. 관리주체 : 서울특별시 강서도로교통사업소

3. 주 소 : 서울특별시 강서구 마곡동 67-1

4. 위 치 : 서울특별시 영등포구 문래동5가 27

5. 점검의 목적 :

본 과업은 시설물의 안전관리에 관한 특별법 제6조 규정에 의거 구조물에 대한 상세외관조사 및 콘크리트 내구성시험을 통하여 시공상태를 평가함과 동시에 구조물에 대한 안전성을 확인하여 향후 점검 및 진단 등 유지관리에 활용할 수 있는 기초자료를 제공하며, 시설물의 기능 및 안전 확보를 통해 재해예방을 목적으로 한다.

6. 시설물 종합평가등급 : “B” 등급

7. 점검 결과 총평 및 건의 :

신정교동측지하차도는(1990년 준공) 공용기간이 19년 경과된, 서울특별시 영등포구 문래동5가 27에 위치한 구조물로서 RC Rahmen형식으로 구성되어진 상태이며, 본체 BOX 슬래브에 다수 발생된 균열, 망상균열은 구조물의 내구성 및 미관 확보를 위해서 부분적인 보수보다는 0.3mm이상 균열의 수지주입보수 후 전체적인 표면처리보수가 요망된다.

8. 점 검 기 간 : 2009. 02. 06 ~ 2009. 08. 05 (180일간)

9. 책임기술자 : 조 용 결 (인)



- 요약문 -

1. 과업의 목적

본 용역은 강서도로교통사업소에서 유지관리하고 있는 신정교동측 지하차도에 대해 “시설물의 안전관리에 관한 특별법”에 따라 시행하는 정밀점검 용역으로서, 정밀점검 대상 시설물의 물리적 기능적 결함을 발견하고 그에 대한 신속하고 적절한 조치를 취하기 위하여 구조적 안전성 및 결함의 원인 등을 조사 측정 평가하여 손상등급을 판정하고, 이에 따른 대상 시설물의 손상 또는 구조적 결함부위에 대한 보수·보강방안을 결정하는데 그 목적이 있음.

2. 과업대상 교량

구분		내용		구분		내용	
시설물명		신정교동측지하차도		시설물번호			
준공년도		1987년 12월		관리번호			
위 치		서울시 영등포구 양평동2가 41					
설계사		-		시공사		-	
제원	연 장	L = 62.0m(RC BOX : 42.0m, U-TYPE 옹벽 : 20.0m)					
	폭	B = 30.0m					
	높 이	4.5m		구조 형식	본선	RC Rahmen	
	차로수	상행:2차로, 하행:2차로			옹벽	U-TYPE	
조명시설		고압나트륨등		신축이음		-	
내부마감		벽체 타일 마감		상부난간		알루미늄 난간	
기 타		※ 포장부 : 아스팔트 포장					

3. 과업의 범위 및 내용

3.1 과업의 개요

- 가. 용역명 : 개봉고가외 8개소 정밀점검 용역
- 나. 용역기간 : 2008. 02. 06 ~ 2009. 08. 05(180일간)
- 다. 시행처 : 서울특별시 강서도로교통사업소
- 라. 용역수행사 : 용성건설(주)

3.2 과업의 범위

- 가. 현황조사 및 조사자료 분석
- 나. 외관조사(변형, 균열, 구조적 결함 등) 및 비파괴 현장시험
- 다. 시설물의 상태평가
- 라. 시설물의 보수·보강 공법 제시 및 보수·보강 범위 결정
- 마. 시설물의 효율적인 유지관리 방안 제시
- 바. 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) 연석부 상태조사
- 4) 신축이음(본체, 후타재) 상태 및 기능조사
- 5) 콘크리트 구조물의 균열, 콘크리트 탈락, 박리, 철근부식 등의 조사
- 6) 콘크리트 구조물의 표면열화 등 조사

다. 비파괴시험

- 1) 콘크리트 강도 측정(반발경도시험)
- 2) 콘크리트 탄산화 시험(페놀프탈레인 용액)
- 3) 철근배근 조사(RC Raider 이용)

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 시설물별로 종합평가 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, 공간별 총괄표 작성 및 개략공사비 산정
- 2) 시설물의 상태평가 결과에 따라 보수대상 및 보수 우선순위 등 보수범위를 결정

바. 유지관리 방안의 제안

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

사. 종합평가 및 보고서 작성

4. 과업수행 일정

■ 2009. 2. 06 ~ 2009. 08. 05 (착수일로부터 180일간)

- 자료수집 및 분석 : 2009. 02. 06 ~ 2009. 02. 14
- 현장답사 : 2009. 02. 16 ~ 2009. 02. 28
- 현장조사 : 2009. 03. 01 ~ 2009. 05. 30
- 보고서작성 : 2009. 06. 01 ~ 2009. 07. 08
- 자문회의 : 2009. 07. 09
- 보고서 수정 및 최종 보고서 납품 : 2009. 07. 10 ~ 2009. 08. 05

5. 시설물 상태평가 결과

5.1 전회차 용역과 비교검토

구 분		2007년도 정밀점검	금회(2009년) 정밀점검	검토의견	등급
용역명		신정교동측지하차도 자체정밀점검 용역	개봉고가외 8개소 정밀점검 용역		
용역현황	용역사	나경준외 2인	웅성건설(주)		
	용역기간	5.01 ~ 6.30	2.06 ~ 8.05		
종합평가	등급	B	B		
	종합의견	본 정밀점검 대상시설물인 신정교 동측지하차도에 대해 정밀외관조사와 현장 내구성조사를 통해 정밀점검을 수행하였으며, 과업수행 결과 슬래브하면이나 거더(상,하), 기둥 및 옹벽구간 등에 손상이 발생한 상태이나 지하차도의 제기능 발휘에는 지장이 없는 것으로 평가되었다. 따라서, 본 대상시설물은 향후 장기적인 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태로 전체등급을 B등급으로 판정하였다.	금번 정밀점검결과 교량구조의 안전성에 영향을 미치는 구조적으로 문제가 되는 결함이나 손상이 발생하지 않은 대체로 양호한 상태로 조사되었으며, 일부 발생한 손상에 대해서는 내구성확보를 위하여 부분적인 보수와 지속적인 점검이 필요함.		
지하차도 Box	상부	■박스접속부 아스콘 중균열(L=42.7m)	■아스콘 중균열(L=30.0m)	· 미조치	B
		■ -	■연석균열0.3mm이상(L=15.5m) ■연석철근노출(A=0.09㎡) ■연석이격(L=1.5m)	· 신규손상(조사누락)	
		■난간변형(L=10.0m)	■난간변형(2EA)	· 미조치	
	상부 슬래브	■난간 접속부 연결불량(3EA)	■ -	· 기보수 완료	B
		■균열0.3mm미만(L=342.6m)	■균열0.3mm미만(L=421.45m)	· 추가손상 · 미조치	
		■균열0.3mm이상(L=5.3m)	■균열0.3mm이상(L=6.3m)	· 추가손상 · 미조치	
		■부분적인 망상균열(A=21.02㎡)	■망상균열(A=27.9㎡)	· 추가손상 · 미조치	
	벽체	■ -	■콘크리트 박리/파손(A=1.47㎡)	· 신규손상	B
		■타일 파손 및 국부적 탈락(7EA)	■타일파손(11EA)	· 추가손상	
	기둥 및 거더	■타일균열(L=0.2m)	■ -	· 손상 미확인	B
		■횡방향 균열0.3mm미만(L=9.75m)	■균열0.3mm 미만(L=9.75m)	· 미조치	
		■횡방향 균열0.3mm이상(L=9.75m)	■균열0.3mm 이상(L=10.5m)	· 미조치	
포장부 및 배수시설	■박락(A=0.3㎡)	■콘크리트 파손(A=0.3㎡)	· 미조치	A	
	■아스콘 포장상태 매우 양호 ■연석상태 상태양호	■상태양호	-		
U-TYPE 구간	■연직및사인장균열0.3mm미만(L=0.6m)	■ -	· 손상이확인	B	
	■연직및사인장균열0.3mm이상(L=2.5m)	■균열0.3mm 이상(L=5.0m)	· 추가손상 · 미조치		
	■ -	■콘크리트 탈락(A=0.09㎡)	· 신규손상(조사누락)		

5.2 외관조사에 의한 상태평가 결과

부재명		정밀점검 결과	손상원인	손상물량	등급
지하차도 Box	상부	■아스콘 중균열	■접속부 토사 침하	30m	B
		■균열(0.3mm이상)	■온도 및 건조수축	15.5m	
		■철근노출	■피복부족	0.09m ²	
		■이격	■공용중 노후화	1.5m	
		■난간변형	■공용중 차량 충돌	2EA	
	상부슬래브	■균열(0.3mm미만)	■온도 및 건조수축, 고정하중 및 지 속적인 활하중	421.45m	B
		■균열(0.3mm이상)	■온도 및 건조수축, 고정하중 및 지 속적인 활하중	6.3m	
		■망상균열	■온도 및 건조수축, 고정하중 및 지 속적인 활하중	27.9m ²	
		■콘크리트 박리/파손	■차량충돌	1.47m ²	
	벽체	■타일파손	■차량충돌	11EA	B
	기둥 및 거더	■균열(0.3mm 미만)	■통행하중 및 응력집중부	9.75m	B
		■균열(0.3mm 이상)	■통행하중 및 응력집중부	10.5m	
		■콘크리트 파손	■차량충돌	0.3m ²	
	포장부 및 배수시설	■상태양호	-	-	A
U-TYPE 구간	■균열(0.3mm 이상)	■온도 및 건조수축	5m	B	
	■콘크리트 탈락	■외부 충격	0.09m ²		

5.3 내구성 조사 결과

시 험 항 목	결 과 분 석	판정결과
강도 시험	•반발경도법에 의한 콘크리트 압축강도를 측정한 결과 설계강도(24.0MPa)를 만족하는 건전한 상태로 평가됨.	I (건전)
탄산화 시험	•페놀프탈레인용액을 이용하여 탄산화 시험을 실시한 결과 측정된 각 부재별 탄산화 깊이는 철근 피복두께의 1/2범위 이하로서 탄산화에 따른 철근 부식 등의 내구성 저하가 없는 안전한 상태로 평가됨.	b등급
철근탐사시험	•철근배근탐사를 실시한 결과 설계치를 만족하는 양호한 상태로 평가됨.	양호

5.4 상태평가

가. 지하차도 결함지수 산정

SPAN. NO	균열	파손 및 손상	누수	재질열화					결함점수 합계	지하차도 결함지수	
				박리	충분리 및 박락	백태	철근 노출	탄산화			
신정교 동측 지하차도	1	6	1	0	0	0	0	0	1	8	0.222
	2	4	0	0	0	0	0	0	1	5	0.139
	3	4	0	0	0	0	0	0	1	5	0.139
	4	6	0	0	0	0	0	0	1	7	0.194
산술평균		5.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	6.25	0.173

※ 1 span = Sta 10m

나. 지하차도 상태평가 등급산정

항목	라 이 닝								터널 주변				합계	결함 지수
	균열	손상	누수	재질 열화					배수상태	지반상태	갱문상태	특수조건		
				박리	박락	백태	탄산화	철근 노출						
결함 점수	5.00	0.25	0.00	0.0	0.0	0.0	1	0	1	0	0	1	8.25	0.229

상태평가 점수	0.229
상태평가 등급	B

6. 보수·보강 및 개략공사비

6.1 부재별 보수·보강 방안

부재명		정밀점검 결과	손상원인	보수방안	손상물량	등급
지하차도 Box	상부	■아스콘 중균열	■접속부 토사 침하	■아스콘 팻칭공법	30m	B
		■균열(0.3mm이상)	■온도 및 건조수축	■수지주입공법	15.5m	
		■철근노출	■피복부족	■단면복구공법	0.09m ²	
		■이격	■공용중 노후화	■수지주입공법	1.5m	
		■난간변형	■공용중 차량 충돌	■난간 재설치	2EA	
	상부슬래브	■균열(0.3mm미만)	■온도 및 건조수축, 고정하중 및 지속적인 활하중	■주의관찰	421.45m	B
		■균열(0.3mm이상)	■온도 및 건조수축, 고정하중 및 지속적인 활하중	■수지주입공법	6.3m	
		■망상균열	■온도 및 건조수축, 고정하중 및 지속적인 활하중	■표면처리공법	27.9m ²	
		■콘크리트 박리/파손	■차량충돌	■단면복구공법	1.47m ²	
	벽체	■타일파손	■차량충돌	■타일설치	11EA	B
	기둥 및 거더	■균열(0.3mm 미만)	■통행하중 및 응력집중부	■주의관찰	9.75m	B
		■균열(0.3mm 이상)	■통행하중 및 응력집중부	■수지주입공법	10.5m	
		■콘크리트 파손	■차량충돌	■단면복구공법	0.3m ²	
	포장부 및 배수시설	■상태양호	-	-	-	A
U-TYPE 구간	■균열(0.3mm 이상)	■온도 및 건조수축	■수지주입공법	5m	B	
	■콘크리트 탈락	■외부 충격	■단면복구공법	0.09m ²		

6.2 부재별 개략공사비

부재명	정밀점검 결과	보수공법	단위	손상물량	단가	공사비	보수 시기	
본체 BOX	상부	■아스콘 중균열	■아스콘 팻칭공법	m	30	220,000	6,600,000	중기
		■균열(0.3mm이상)	■수지주입공법	m	15.5	97,719	1,514,645	단기
		■철근노출	■단면복구공법	m ²	0.09	111,672	10,050	단기
		■이격	■수지주입공법	m	1.5	97,719	146,579	단기
		■난간변형	■난간 재설치	EA	2	57,064	114,128	중기
	상부 슬래브	■균열(0.3mm미만)	■주의관찰	m	421.45	-	0	-
		■균열(0.3mm이상)	■수지주입공법	m	6.3	97,719	615,630	단기
		■망상균열	■표면처리공법	m ²	27.9	33,475	933,953	중기
		■콘크리트 박리/파손	■단면복구공법	m ²	1.47	108,900	160,083	단기
	벽체	■타일파손	■타일설치	EA	11	70,000	770,000	중기
	기둥 및 거더	■균열(0.3mm 미만)	■주의관찰	m	9.75	-	0	-
		■균열(0.3mm 이상)	■수지주입공법	m	10.5	97,719	1,026,050	단기
		■콘크리트 파손	■단면복구공법	m ²	0.3	108,900	32,670	단기
	U-TYPE 구간	■균열(0.3mm 이상)	■수지주입공법	m	5	97,719	488,595	단기
		■콘크리트 탈락	■단면복구공법	m ²	0.09	108,900	9,801	단기
총 개략공사비						₩12,422,184		

※ 2009년도 서울특별시 도로 및 시설물 유지보수공사 설계지침 II(시설물분야)적용

▶ 우선순위별 보수·보강 개략공사비

구분	단기방안	중기방안	총공사비	비고
순공사비	10,604,103원	1,818,081원	12,422,184원	
제경비	5,302,052원	909,040.5원	6,211,092원	
총공사비	15,906,155원	2,727,122원	18,633,277원	

7. 정밀안전진단 및 사용제한 필요성

정밀점검 대상 시설물인 신정교동측지하차도는 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.

8. 종합결론

▶ 본 정밀점검 대상 구조물인 **신정교동측지하차도(1990년 준공) 공용기간이 19년 경과된, 서울특별시 영등포구 문래동 5가 27**에 위치한 구조물로서 **연장 62.0m, RC Rahmen구조**의 지하차도이다

- 1) 금번 정밀점검결과 전체적으로 양호한 상태이나, 본체 BOX 슬래브에 다수 발생한 균열, 망상 균열은 구조물의 내구성 및 미관 확보를 위해서 부분적인 보수보다는 0.3mm이상 균열의 수지주입보수 후 전체적인 표면처리보수가 요망된다.
- 2) 콘크리트 내구성시험을 실시한 결과 콘크리트 비파괴 강도, 탄산화 시험, 철근탐사시험은 전반적으로 시방기준에 만족하는 것으로 측정 조사되었다.
- 3) 본 신정교동측지하차도 상태평가 결과 0.229 B등급 시설물로서 현재 발생한 손상부에 대한 보수 완료 후 손상의 재 발생여부를 주의관찰하며 정기적인 점검과 지속적인 유지관리가 이루어진다면 안전성 및 내구성 확보가 유지될 수 있을 것이다.

목 차

제1장 서 론	1
1.1 과업의 목적	2
1.2 과업의 범위 및 내용	2
1.3 과업수행 흐름도	4
1.4 과업수행 투입장비	5
1.5 과업수행 일정	5
1.6 대상시설물의 일반현황	6
1.7 시설물 관련도면	8
제2장 시설물 상태평가	9
2.1 일반사항 및 상태평가 기준	10
2.2 외관조사	11
2.3 내구성 조사	24
2.4 상태평가 결과종합	37
제3장 보수·보강 및 유지관리방안	38
3.1 개 요	39
3.2 보수·보강 및 개략공사비	40
3.3 손상에 따른 보수·보강공법	42
3.4 유지관리 방안	58
제4장 종합결론	59
4.1 상태평가 결과	60
4.2 정밀안전진단 및 사용제한 필요성	62
4.3 보수·보강 개략공사비	63
4.4 종합결론	64
부 록	
1. 외관조사망도 및 손상현황표	
2. 콘크리트 비파괴 조사	
3. 자문회의 조치결과	

제 1 장 서 론

- 1.1 과업의 목적
- 1.2 과업 범위 및 내용
- 1.3 과업수행 흐름도
- 1.4 과업수행 투입장비
- 1.5 과업수행 일정
- 1.6 대상시설물의 일반현황
- 1.7 시설물 관련도면

제 1 장 서 론

1.1 과업의 목적

본 용역은 서울특별시 강서도로교통사업소 유지관리하고 있는 신정교동측지하차도에 대해 “시설물의 안전관리에 관한 특별법”에 따라 시행하는 정밀점검 용역으로서, 정밀점검 대상 시설물의 물리적 기능적 결함을 발견하고 그에 대한 신속하고 적절한 조치를 취하기 위하여 구조적 안전성 및 결함의 원인 등을 조사 측정 평가하여 손상등급을 판정하고, 이에 따른 대상 시설물의 손상 또는 구조적 결함부위에 대한 보수·보강방안을 결정하는데 그 목적이 있음.

1.2 과업의 범위 및 내용

1.2.1 과업의 개요

- 가. 용역명 : 개봉고가외 8개소 정밀점검 용역
- 나. 용역기간 : 2009. 02. 06 ~ 2009. 08. 05(180일간)
- 다. 시행처 : 서울특별시 강서도로교통사업소
- 라. 용역수행사 : 용성건설(주)

1.2.2 과업의 범위

- 가. 현황조사 및 조사자료 분석
- 나. 외관조사(변형, 균열, 구조적 결함 등) 및 비파괴 현장시험
- 다. 시설물의 상태평가
- 라. 시설물의 보수·보강 공법 제시 및 보수·보강 범위 결정
- 마. 시설물의 효율적인 유지관리 방안 제시
- 바. 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) 연석부 상태조사
- 4) 신축이음(본체, 후타재) 상태 및 기능조사
- 5) 콘크리트 구조물의 균열, 콘크리트 탈락, 박리, 철근부식 등의 조사
- 6) 콘크리트 구조물의 표면열화 등 조사

다. 비파괴시험

- 1) 콘크리트 강도 측정(반발경도시험)
- 2) 콘크리트 탄산화 시험(페놀프탈레인 용액)
- 3) 철근배근 조사(RC Raider 이용)

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 시설물별로 종합평가 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 보수 우선순위 등 보수범위를 결정

바. 유지관리 방안의 제안

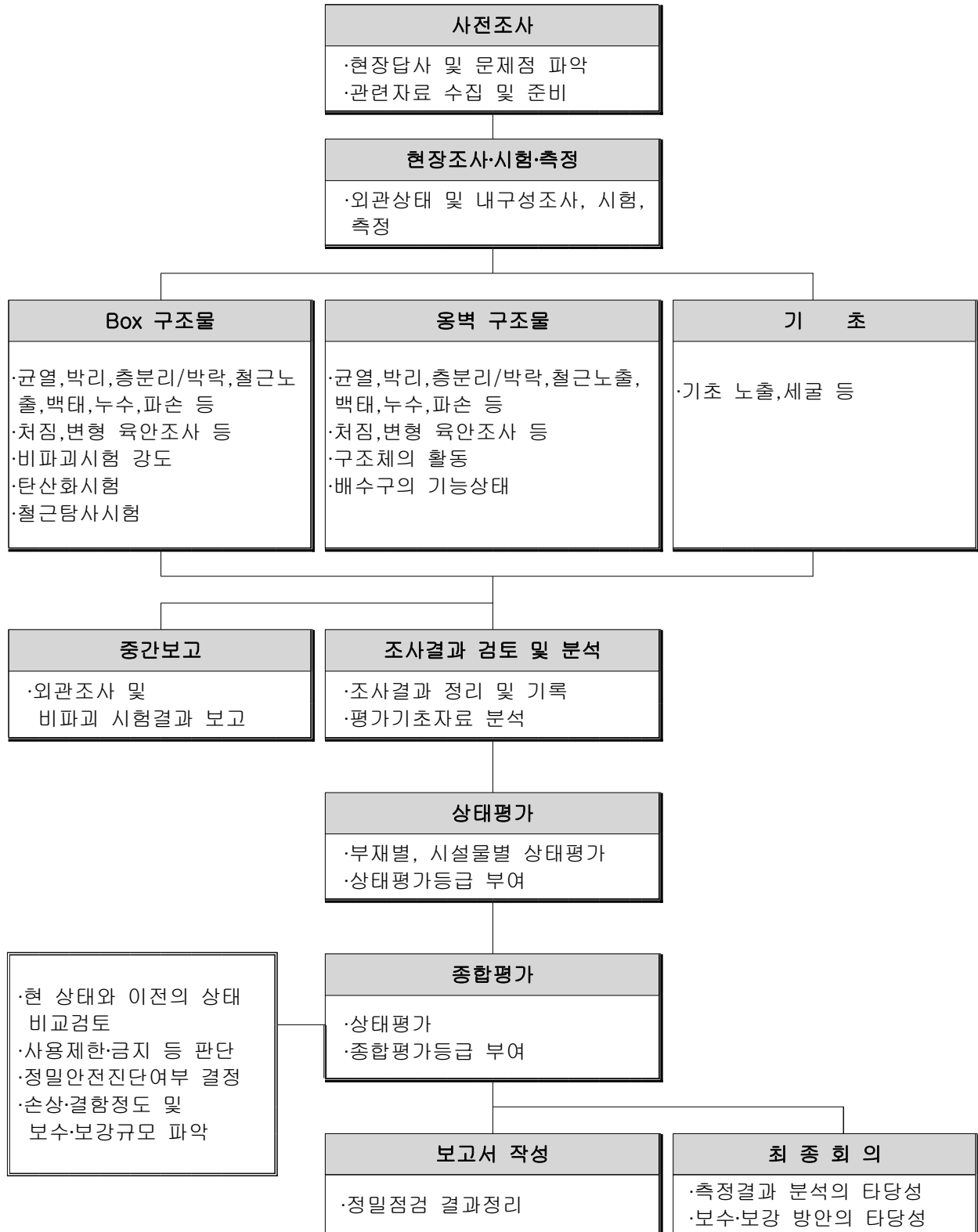
시설물의 기능유지 및 시설물 특성에 맞는 중점 유지관리 항목 및 향후 효율적인 유지관리 방안 제시

사. 종합평가 및 보고서 작성

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(검교정)
반발 경도 측정	Schmidt Hammer (NR Type)	스위스	2008년 10월 검수
외관 조사	사다리 교량점검차	한 국	-
균열깊이 측정	PUNDIT	한 국	2008년 10월 검수
균열폭 조사	Crack Meter	한 국	2008년 10월 검수
도막두께 측정	Digital Coating Thickness Gauge	한 국	2008년 10월 검수
사진 촬영	휴대용 디지털 카메라 (Zoom형)	한 국	-
기 타	기타 장비		-

1.5 과업 수행일정

■ 2009. 2. 06 ~ 2009. 08. 05 (착수일로부터 180일간)

- 자료수집 및 분석 : 2009. 02. 06 ~ 2009. 02. 14
- 현장답사 : 2009. 02. 16 ~ 2009. 02. 28
- 현장조사 : 2009. 03. 01 ~ 2009. 05. 30
- 보고서작성 : 2009. 06. 01 ~ 2009. 07. 08
- 자문회의 : 2009. 07. 09
- 보고서 수정 및 최종 보고서 납품 : 2009. 07. 10 ~ 2009. 08. 05

1.6 대상시설물의 일반현황

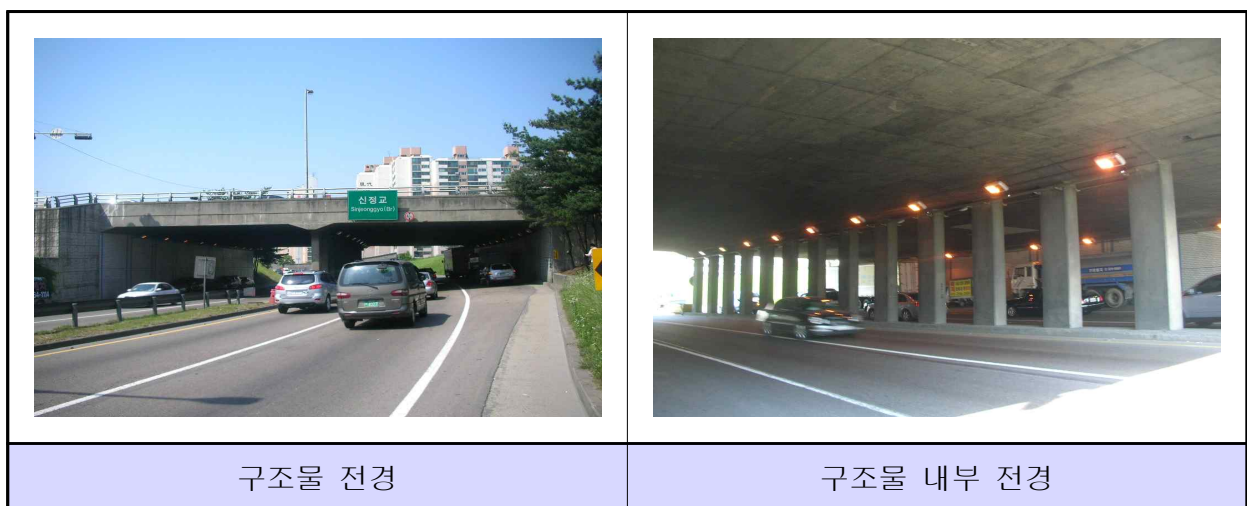
1.6.1 개요

신정교동측지하차도는 1990년 08월에 준공된 지하차도 구조물로서 서울특별시 영등포구 문래동5가 27번지 일대를 연결하는 연장 62.0m, RC Rahmen 구조의 지하차도이다.

1.6.2 시설물 일반사항

【표 1.6.1】 시설물 일반사항

구분		내용		구분		내용	
시설물명		신정교동측지하차도		시설물번호			
준공년도		1987년 12월		관리번호			
위치		서울시 영등포구 양평동2가 41					
설계사		-		시공사		-	
제원	연장	L = 62.0m(RC BOX : 42.0m, U-TYPE 옹벽 : 20.0m)					
	폭	B = 30.0m					
	높이	4.5m	구조 형식	본선	RC Rahmen		
	차로수	상행:2차로, 하행:2차로		옹벽	U-TYPE		
조명시설		고압나트륨등		신축이음		-	
내부마감		벽체 타일 마감		상부난간		알루미늄 난간	
기타		※ 포장부 : 아스팔트 포장					

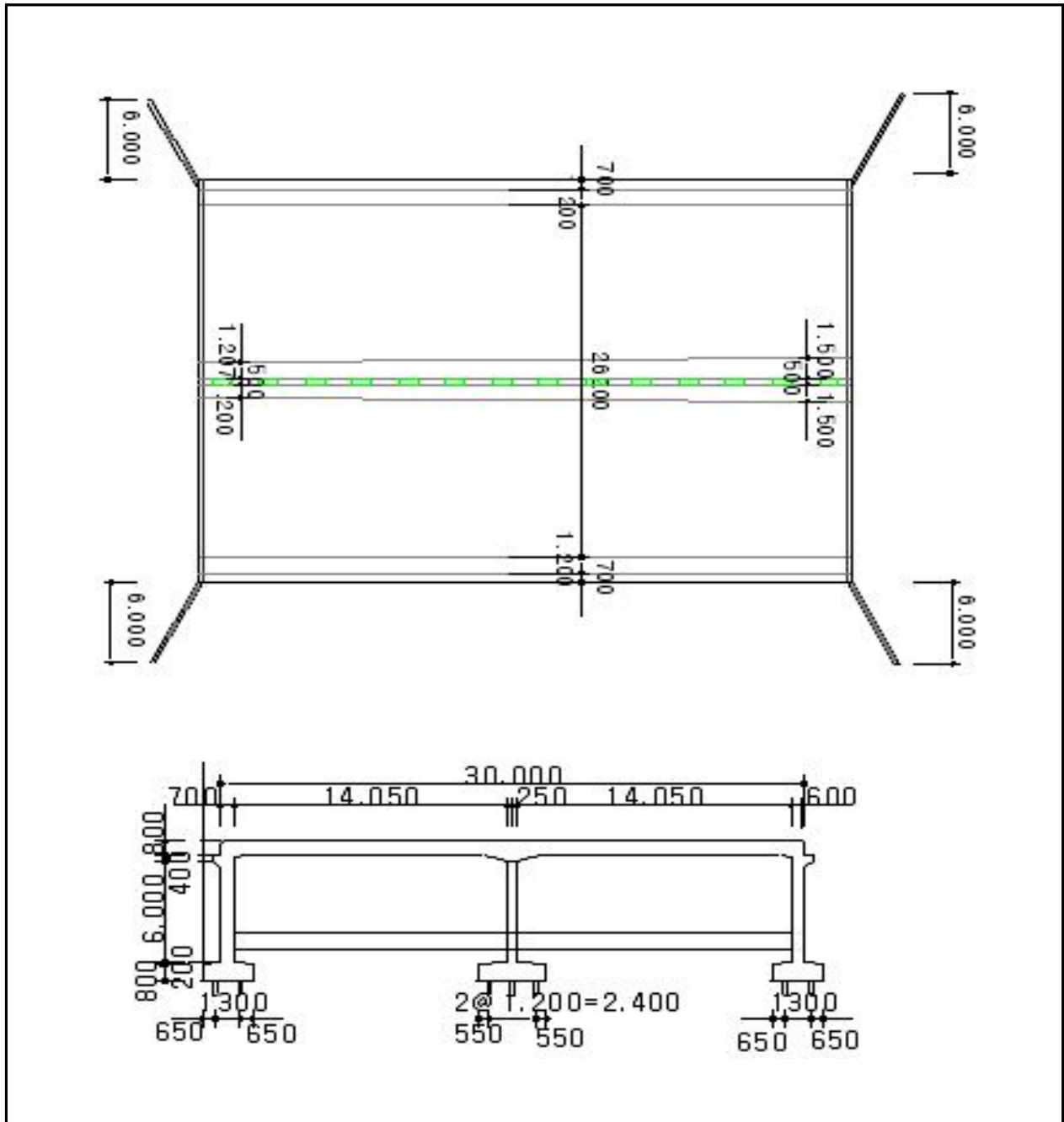


1.6.3 대상시설물 보수·보강 및 점검이력사항

일자	공사내용	시공사	시행정
2007.05.01~ 2007.06.30	·지하차도 5개소 자체정밀점검	나경준외 2인	강서도로관리사업소

1.7 시설물 관련도면

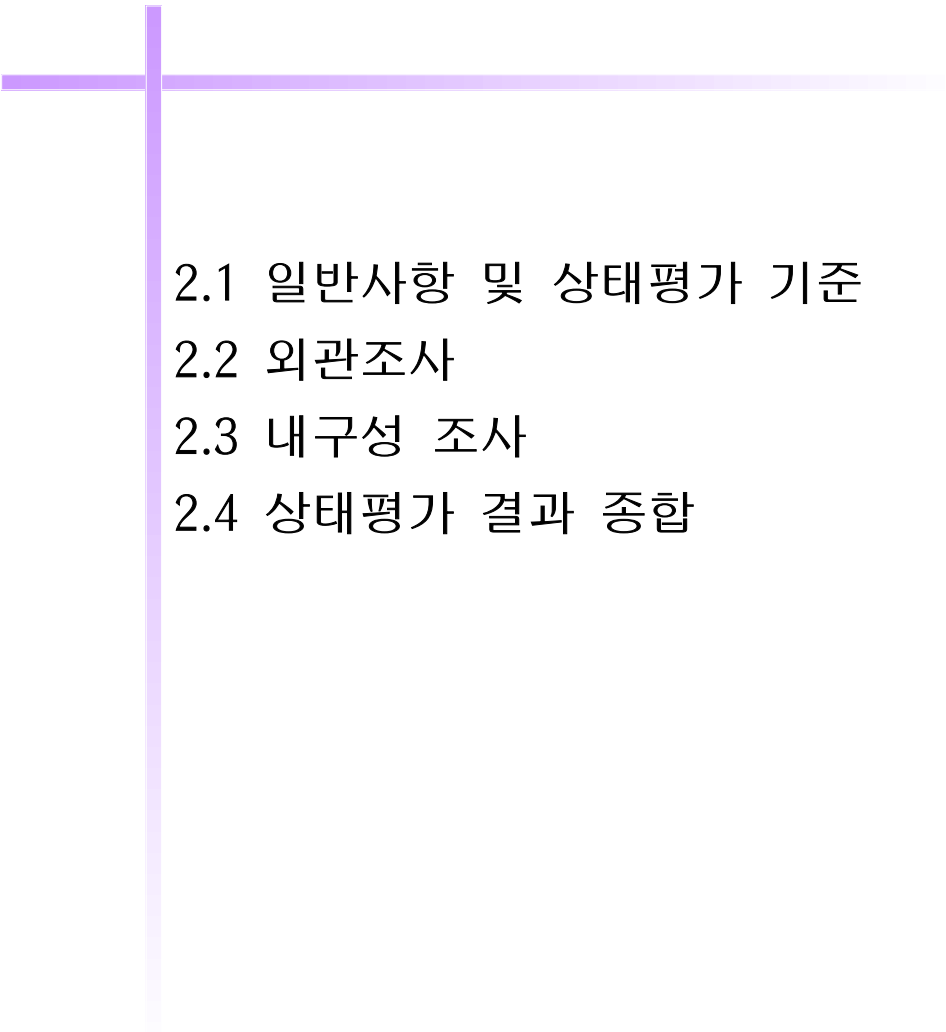
현재 신정교동축지하차도는 복원도면이 보존되어 있음.



【그림 1.7.1】 평면 및 종단면도



제 2 장 시설물 상태평가

- 
- 2.1 일반사항 및 상태평가 기준
 - 2.2 외관조사
 - 2.3 내구성 조사
 - 2.4 상태평가 결과 종합

제 2 장 시설물 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 건교부 및 한국시설안전기술공단에서 제시한 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2003. 12.)서에 준하여 적용하였으며, 시설물의 육안조사에 의한 외관상태 항목과 함께 내구성요소인 탄산화 시험항목도 상태평가기준의 요소로 포함하였다.

2.1.2 상태평가등급 기준

【표 2.1.1】 상태평가등급 기준

부 호	상 태
A	문제점이 없는 최상의 상태
B	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태
C	주요부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 주요부재에 내구성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태
D	주요부재에 결함이 발생하여 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태
E	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태
주 기	<ul style="list-style-type: none"> ● A,B,C,D,E : 점검부재의 손상정도에 따라 상태가 양호한 경우 A등급에서 손상이 심할 경우 E로 손상의 정도에 따라 5등급으로 구분한다. 이에 대한 자세한 평가기준은 점검 부재별로 세분한다. ● Q : 점검 부재에 대한 접근이 불가능한 경우 등급Q를 사용하여 점검되지 않은 부재임을 표시하고, 반드시 향후 실시하는 점검시에 접근장비를 동원하여 점검한다. ● X : 점검대상 구조물에 해당 점검부위가 없을 경우 등급X를 사용하여 점검 필요성이 없음을 표시한다

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 신정교동측지하차도의 외관조사기간은 총 5일로 세부일정은 5월 20일 ~ 5월 23일 사이에 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
05. 20 ~ 05. 21	신정교동측지하차도 외관조사 및 내구성조사 (슬래브 하면, 벽체, 포장, 배수시설 등)	야간 육안조사 (고소작업차량 이용)
05. 22 ~ 05. 23	신정교동측지하차도 외관조사 (슬래브 하면, 벽체, 포장, 배수시설 등)	주간 육안조사 (도보 이용)

2.2.3 외관조사 수행자 ☞ 용성건설(주)

- 1) 야간 지하차도 ⇒ 조용걸, 김철, 윤태희, 김경훈 [총4인 투입]
- 2) 주간 지하차도 ⇒ 조용걸, 윤태희 [총2인 투입]

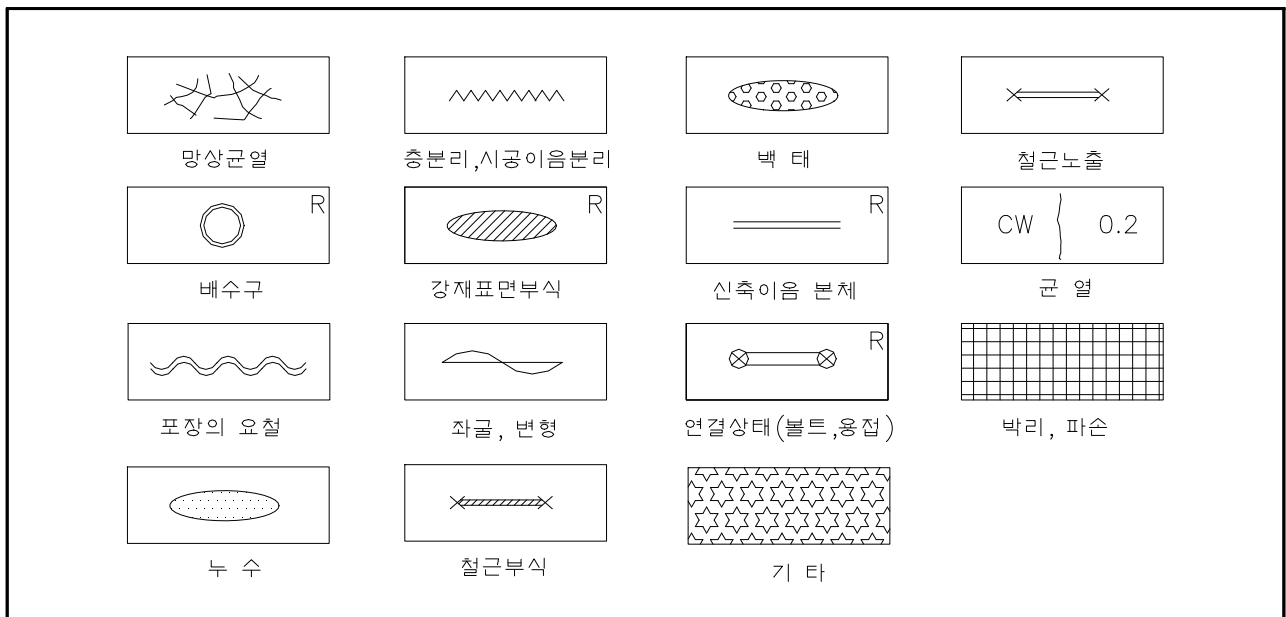
2.2.4 조사방법

- 1) 지하차도 Box에 대한 슬래브 하면, 벽체, 포장, 배수시설로 각각 나누어 조사를 실시함.
- 2) 점검자는 사전에 주요점검부위 및 접근방법, 외관조사망도 등을 충분히 숙지한 후 현장에서 점검이 가능하도록 교육을 실시함.
- 3) 직접 근접이 어려운 BOX 구간 슬래브 상면은 고소작업차량을 이용하여 부재에 접근이 가능하도록 하였으며, 특히 슬래브 상면 및 벽체의 균열 및 단면파손, 누수 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 “터널 안전점검 및 정밀안전진단 세부 지침(2003. 12, 건설교통부, 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. BOX 상부(포장부), 난간 및 방호벽

- 1) 본 지하차도 상부 포장부 및 난간/연석에 대한 외관조사 결과 포장부는 박스 접속부 AP Slab부 토사 침하에 의한 아스콘 균열이 조사되었으며, 아스콘 팻칭 공법으로 보수가 요망된다.
- 2) 연석부 피복부족에 의한 철근노출, 온도 및 건조수축에 의한 균열(0.3mm이상)이 조사되었으며, 단면복구공법, 수지주입공법등으로 보수가 요망된다.
- 3) 이전(2007년) 정밀점검 결과와 비교.검토 : 이전 점검결과 조사된 손상은 대부분 기보수된 상태로 특별한 손상의 증가는 없는 상태임.
 - ① 점검일시 : 2009. 5. 22 ~ 5. 23
 - ② 점검구간 : 상부 전구간 (RC RA-TYPE, U-TYPE)
 - ③ 조사방법 : 2인이 지하차도 상부에서 도보로 근접하여 외관조사 수행.
 - ④ 사용장비 : 줄자, 카메라, 신호봉

【표 2.2.2】 Box 상부 일반사항

구 분	주 요 내 용	구 분	주 요 내 용
Box 상부		주요 손상 내용	·아스콘 중균열 ·균열(0.3mm이상) ·철근노출 ·이격
시공상태	아스팔트 포장	보수이력	-

【표 2.2.3】 포장 외관조사 결과


구 분	정밀점검 결과	손상원인	보수방안	손상물량	등급
Box 상부	<ul style="list-style-type: none"> ■아스콘 중균열 ■균열(0.3mm이상) ■철근노출 ■이격 ■난간변형 	<ul style="list-style-type: none"> ■접속부 토사 침하 ■온도 및 건조수축 ■피복부족 ■공용중 노후화 ■공용중 차량 충돌 	<ul style="list-style-type: none"> ■아스콘 팻칭공법 ■수지주입공법 ■단면복구공법 ■수지주입공법 ■난간 재설치 	<ul style="list-style-type: none"> 30m 15.5m 0.09m² 1.5m 2EA 	B



나. 본체 BOX 구간 상부 슬래브

- 1) 본 지하차도의 RC Rahmen 본체 상부 슬래브의 외관조사 결과 슬래브 하면에 종·횡방향 균열 및 망상균열이 조사되었으며, 특히, BOX 중앙부에 연속적인 종방향 균열과 단부측 횡방향균열이 다수 분포되어 있다. 이는 본체 유효폭(B:30.0m)이 넓어 고정하중 및 지속적인 활하중에의 영향을 더 크게 받는 것으로 판단됨. 대부분의 균열폭이 0.1~0.2mm로 조사되어 0.3mm이상 균열의 주입보수공법 보수를 실시하고 손상의 진전여부 확인 후 전체 표면 처리공법등으로 보수가 요망된다.
- 2) BOX 진출입부에 차량충돌로 인한 콘크리트 박리/파손이 조사되었음.
- 3) 이전(2007년) 정밀점검 결과와 비교-검토 : 이전 점검결과 발생한 손상은 미보수된 상태이며, 일부 종횡방향 균열 및 망상균열이 증가되었으며, 이는 전년도 조사 누락등으로 판단되며, 기존 균열의 균열폭의 증가는 없는 것으로 조사됨.
 - ① 점검일시 : 2009. 05. 20 ~ 05. 21
 - ② 점검구간 : RC RA-TYPE 본체 상부 슬래브
 - ③ 조사방법 : 상부 슬래브의 점검은 고소작업차를 이용하여 근접조사를 실시함.
 - ④ 사용장비 : 분필, 줄자, 점검망치, 카메라

【표 2.2.4】 본체 Box 상부슬래브 일반사항

구 분	주 요 내 용	구 분	주 요 내 용
본체 Box 상부슬래브		주요 손상 내용	·균열(0.3mm미만) ·균열(0.3mm이상) ·망상균열 ·콘크리트 박리/파손
시공상태	철근콘크리트	보수이력	-
연장	42.0m		

【표 2.2.5】 상부슬래브 외관조사 결과

구 분	정밀점검 결과	손상원인	보수방안	손상물량	등급
본체 Box 상부슬래브	■균열(0.3mm미만)	■온도 및 건조수축, 고정하중 및 지속적인 활하중	■주의관찰	421.45m	B
	■균열(0.3mm이상)	■온도 및 건조수축, 고정하중 및 지속적인 활하중	■수지주입공법	6.3m	
	■망상균열	■온도 및 건조수축, 고정하중 및 지속적인 활하중	■표면처리공법	27.9㎡	
	■콘크리트 박리/파손	■차량 충돌	■단면복구공법	1.47㎡	



진출입부 콘크리트 파손



슬래브 하면 균열(0.3mm 미만)



다. 본체 BOX 구간 벽체

- 1) 본 지하차도의 본체 Box구간 벽체는 타일로 마감되어 있으며, 외관조사 결과 차량충돌로 인한 타일 파손이 조사되었음.
- 2) 이전(2007년) 정밀점검 결과와 비교·검토 : 이전 점검결과 발생한 손상은 미보수된 상태이며, 특별한 손상의 증가는 없는 것으로 조사되었음.
 - ① 점검일시 : 2009. 05. 22 ~ 05. 23
 - ② 점검구간 : RC RA-TYPE 본체 벽체
 - ③ 조사방법 : 벽체의 점검은 도보를 이용하여 근접조사를 실시함.
 - ④ 사용장비 : 분필, 줄자, 점검망치, 카메라

【표 2.2.6】 본체 Box 벽체 일반사항

구 분	주 요 내 용	구 분	주 요 내 용
본체 Box 벽체		주요 손상 내용	·타일파손
마감상태	타일마감	보수이력	-
연장	60.0m		

【표 2.2.7】 본체 Box 벽체 외관조사 결과

구분	정밀점검 결과	손상원인	보수방안	손상물량	등급
본체 Box 벽체	■타일파손	■차량충돌	■타일설치	11EA	B




벽체 타일파손

라. 본체 BOX 구간 기둥 및 거더, 중앙분리대

- 1) 본 지하차도의 기둥부는 14기의 직사각형 기둥으로 이루어져 있고, 기둥부 상부에 거더형 식으로 시공되어 있으며, 외관조사 결과 비교적 양호한 상태이나, 상부거더에 통행하중에 의한 C.W:0.3mm미만 균열과 하부거더의 단면변화부 응력집중에 의한 C.W: 0.1~0.3mm 평균열이 조사되었으며, C.W:0.3mm이상 균열은 수지주입공법으로 보수가 요망됨.
- 2) 기둥하부에 일부 차량충돌에 의한 콘크리트 파손이 조사되었음.
- 3) 이전(2007년) 정밀점검 결과와 비교·검토 : 이전 점검결과 발생한 손상은 미보수된 상태이며, 특별한 손상의 증가는 없는 상태임.
 - ① 점검일시 : 2009. 05. 22 ~ 05. 23
 - ② 점검구간 : RC RA-TYPE 본체 기둥 및 거더, 중앙분리대
 - ③ 조사방법 : 기둥 및 거더의 점검은 도보를 이용하여 근접조사를 실시함.
 - ④ 사용장비 : 분필, 줄자, 점검망치, 카메라

【표 2.2.8】 기둥 및 거더, 중앙분리대 일반사항

구 분	주 요 내 용	구 분	주 요 내 용
기둥 및 거더, 중앙분리대		주요 손상 내용	·균열(0.3mm 미만) ·균열(0.3mm 이상) ·콘크리트 파손
시공상태	철근콘크리트 기둥	보수이력	-
개소	14기		

【표 2.2.9】 기둥 및 거더, 중앙분리대 외관조사 결과

구 분	정밀점검 결과	손상원인	보수방안	손상물량	등급
기둥 및 거더	■균열(0.3mm 미만)	■통행하중 및 응력집중부	■주의관찰	9.45m	B
	■균열(0.3mm 이상)	■통행하중 및 응력집중부	■수지주입공법	10.5m	
	■콘크리트 파손	■차량충돌	■단면복구공법	0.3m ²	



마. 포장부 및 배수시설

- 1) 본 지하차도의 포장은 아스팔트 포장으로 되어 있으며, 포장부 외관조사 결과 전체적으로 양호한 상태이로 조사되었다.
- 2) 배수는 체수가 되지 않는 양호한 상태임.
- 3) 이전(2007년) 정밀점검 결과와 비교·검토 : 이전 점검결과 전체적으로 양호한 상태로 조사되었음.
 - ① 점검일시 : 2009. 05. 22 ~ 05. 23
 - ② 점검구간 : RC RA-TYPE 본체 및 U-TYPE 구간
 - ③ 조사방법 : 포장부 및 배수시설의 점검은 도보를 이용하여 근접조사를 실시함.
 - ④ 사용장비 : 분필, 줄자, 점검망치, 카메라

【표 2.2.10】 포장부 및 배수시설 일반사항

구 분	주 요 내 용	구 분	주 요 내 용
포장부 및 배수시설		주요 손상 내용	상태양호
시공상태	아스팔트, 자연배수	보수이력	-
연장	62.0m		

【표 2.2.11】 포장부 및 배수시설 외관조사 결과

구 분	정밀점검 결과	손상원인	보수방안	손상물량	등급
포장부 및 배수시설	■상태양호	-	-	-	A

바. U-TYPE 구간(옹벽부)

- 1) 본 지하차도의 U-TYPE 구간의 벽체에 대한 외관조사 결과 일부 온도 및 건조수축에 의한 균열이 조사되었으며, C.W:0.3mm이상 균열은 수지주입공법으로 보수가 요망된다.
- 2) 이전(2007년) 정밀점검 결과와 비교-검토 : 이전 점검결과 발생한 손상은 대부분 기보수 완료된 상태로 금번 조사된 박락, 철근노출등의 손상은 일부 증가된 것으로 조사되어 적절한 공법으로 보수가 요망됨.
 - ① 점검일시 : 2009. 05. 26 ~ 05. 30
 - ② 점검구간 : U-TYPE 구간
 - ③ 조사방법 : U-TYPE 구간 포장부 및 벽체, 배수시설의 점검은 도보를 이용하여 근접조사를 실시함.
 - ④ 사용장비 : 분필, 줄자, 점검망치, 카메라

【표 2.2.12】 U-TYPE 구간 일반사항

구 분	주 요 내 용	구 분	주 요 내 용
U-TYPE 구간		주요 손상 내용	·균열(0.3mm 이상) ·콘크리트 탈락
마감상태	철근 콘크리트	보수이력	-
연장	20.0m		

【표 2.2.13】 U-TYPE 구간 외관조사 결과

구 분	정밀점검 결과	손상원인	보수방안	손상물량	등급
U-TYPE 구간	■균열(0.3mm 이상) ■콘크리트 탈락	■온도 및 건조수축 ■외부 충격	■수지주입공법 ■단면복구공법	5m 0.09m ²	B

	
<p>옹벽 균열(0.3mm이상)</p>	<p>옹벽 콘크리트 탈락</p>

2.2.7 외관조사 결과요약(전년도 조사결과와 비교·검토)

【표 2.2.16】 전년도 정밀점검 결과와 비교·검토

구 분		2007년도 정밀점검	금회(2009년) 정밀점검	검토의견	등급
용역명		신정교동축지하차도 자체정밀점검 용역	개봉고가외 8개소 정밀점검 용역		
용역현황	용역사	나경준외 2인	용성건설(주)		
	용역기간	5.01 ~ 6.30	2.06 ~ 8.05		
종합평가	등급	B	B		
	종합의견	본 정밀점검 대상시설물인 신정교 동축지하차도에 대해 정밀외관조사와 현장 내구성조사를 통해 정밀점검을 수행하였으며, 과업수행 결과 슬래브하면이나 거더(상,하), 기둥 및 옹벽구간 등에 손상이 발생한 상태이나 지하차도의 제기능 발휘에는 지장이 없는 것으로 평가되었다. 따라서, 본 대상시설물은 향후 장기적인 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태로 전체등급을 B등급으로 판정하였다.	금번 정밀점검결과 교량구조의 안전성에 영향을 미치는 구조적으로 문제가 되는 결함이나 손상이 발생하지 않은 대체로 양호한 상태로 조사되었으며, 일부 발생한 손상에 대해서는 내구성확보를 위하여 부분적인 보수와 지속적인 점검이 필요함.		
지하차도 Box	상부	■박스접속부 아스콘 균열(L=42.7m)	■아스콘 균열(L=30.0m)	· 미조치	B
		■ -	■연석균열0.3mm이상(L=15.5m) ■연석철근노출(A=0.09㎡) ■연석이격(L=1.5m)	· 신규손상(조사누락)	
		■난간변형(L=10.0m)	■난간변형(2EA)	· 미조치	
	상부 슬래브	■난간 접속부 연결불량(3EA)	■ -	· 기보수 완료	B
		■균열0.3mm미만(L=342.6m)	■균열0.3mm미만(L=421.45m)	· 추가손상 · 미조치	
		■균열0.3mm이상(L=5.3m)	■균열0.3mm이상(L=6.3m)	· 추가손상 · 미조치	
		■부분적인 망상균열(A=21.02㎡)	■망상균열(A=27.9㎡)	· 추가손상 · 미조치	
	벽체	■ -	■콘크리트 박리/파손(A=1.47㎡)	· 신규손상	B
		■타일 파손 및 국부적 탈락(7EA)	■타일파손(11EA)	· 추가손상	
	기둥 및 거더	■타일 균열(L=0.2m)	■ -	· 손상 미확인	B
■횡방향 균열0.3mm미만(L=9.75m)		■균열0.3mm 미만(L=9.75m)	· 미조치		
■횡방향 균열0.3mm이상(L=9.75m)		■균열0.3mm 이상(L=10.5m)	· 미조치		
포장부 및 배수시설	■박락(A=0.3㎡)	■콘크리트 파손(A=0.3㎡)	· 미조치	A	
	■아스콘 포장상태 매우 양호 ■연석상태 상태양호	■상태양호	-		
U-TYPE 구간	■연직및사인장균열0.3mm미만(L=0.6m)	■ -	· 손상미확인	B	
	■연직및사인장균열0.3mm이상(L=2.5m)	■균열0.3mm 이상(L=5.0m)	· 추가손상 · 미조치		
	■ -	■콘크리트 탈락(A=0.09㎡)	· 신규손상(조사누락)		

2.2.8 외관조사에 의한 상태평가 결과

【표 2.2.17】 외관조사에 의한 상태평가 결과

부재명		정밀점검 결과	손상원인	손상물량	등급
지하차도 Box	상부	■아스콘 중균열	■접속부 토사 침하	30m	B
		■균열(0.3mm이상)	■온도 및 건조수축	15.5m	
		■철근노출	■피복부족	0.09m ²	
		■이격	■공용중 노후화	1.5m	
		■난간변형	■공용중 차량 충돌	2EA	
	상부슬래브	■균열(0.3mm미만)	■온도 및 건조수축, 고정하중 및 지 속적인 활하중	421.45m	B
		■균열(0.3mm이상)	■온도 및 건조수축, 고정하중 및 지 속적인 활하중	6.3m	
		■망상균열	■온도 및 건조수축, 고정하중 및 지 속적인 활하중	27.9m ²	
		■콘크리트 박리/파손	■차량충돌	1.47m ²	
	벽체	■타일파손	■차량충돌	11EA	B
	기둥 및 거더	■균열(0.3mm 미만)	■통행하중 및 응력집중부	9.75m	B
		■균열(0.3mm 이상)	■통행하중 및 응력집중부	10.5m	
		■콘크리트 파손	■차량충돌	0.3m ²	
	포장부 및 배수시설	■상태양호	-	-	A
U-TYPE 구간	■균열(0.3mm 이상)	■온도 및 건조수축	5m	B	
	■콘크리트 탈락	■외부 충격	0.09m ²		

2.3 내구성 조사

2.3.1 목적

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

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

2.3.2 비파괴시험 기간

본 신정교동축지하차도의 비파괴시험 수행기간은 총 1일로 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	
6.04	▷BOX 구간 본체 슬래브	<ul style="list-style-type: none"> • 비파괴 강도조사 • 철근배근 조사 • 탄산화 시험 	슈미트 햄머, 철근배근탐사기 페놀프탈레인용액,

2.3.3 비파괴시험 실시현황

본 신정교동축지하차도의 비파괴시험은 강도조사, 탄산화시험, 철근탐사, 염화물함유량시험 등을 실시하였으며 세부내용 및 시험위치는 다음【표 2.3.2】과 같다.

【표 2.3.2】 비파괴 시험항목 및 시험위치

비파괴시험 항목	시 험 위 치	시험 개소수
1) 강도시험	성산대교·안양방향 : BOX 본체상면 각2개소, 기둥 2개소	4
2) 탄산화시험	성산대교·안양방향 : BOX 본체상면 각1개소	2
3) 철근탐사시험	성산대교·안양방향 : BOX 본체상면 각2개소	3

2.3.4 콘크리트 압축강도 시험

가. 개요

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

나. 슈미트해머의 종류

슈미트해머의 종류는 다음 【표 2.3.3】 과 같다.

【 표 2.3.3 】 슈미트해머의 종류

기종	충격에너지 (kg·m)	강도측정범위 (kg/cm ²)	자중 (kg)	비고
N형(보통콘크리트)	0.225	150~600	1.0	반발경도R을 직접 읽음
NR형(동상)	0.225	150~600	1.4	반발경도R을 자동 기록
NP형(동상)	0.225	150~600	1.6	반발경도R을 자동 기록
ND형(동상)	0.225	150~600	1.6	반발경도RdI 디지털 표시기에 나타남
MTC형(동상)	0.225	150~1,000	1.6	콘크리트 압축강도기록
P형(저강도콘크리트용)	0.09	50~150	2.7	전자식 초기강도 추정
L(R)형(경량콘크리트용)	0.075	100~600	1.2	자동기록
M형(매스콘크리트용)	3.0	600~1,000	12.0	댐이나 활주로 등의 매스콘크리트용

슈미트 햄머를 사용하는 경우 사전에 테스트엔빌(TEST ANVIL)에 의한 정밀점검을 실시하여야 한다.

다. 비파괴 강도 측정방법

1) 적용방법

- 측정개소의 측정

- 두께 10cm 이하의 판재, 1변이 15cm 이하인 단면의 기둥·보 등 작은 치수의 부재는 피한다.
- 측정면은 균질하고, 평활한 평면부를 고른다.

2) 반발경도 측정방법

Schmidt Hammer법에 의한 압축강도 시험은 외관조사 결과에 의해서 결정된 측정개소에 대해

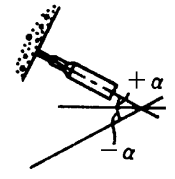
서 타격점간의 간격 3cm를 표준으로 종으로 5열, 횡으로 5열의 선을 그어 직교되는 25점을 타격하여 반발경도 값의 산술 평균값(Rm)을 구한다.

산술평균값 Rm에 대해서 Recommendation에 따라 각 반발경도의 값이 $Rm \pm 15\%$ 범위를 벗어나는 값들은 제외시키고 나머지 값들을 다시 산술 평균하여 반발경도 R을 구한다. 타격방향은 측정면에서 직각이 되게 하였으며, 측정값에 현격한 차이가 있는 곳은 그 옆에서 다시 타격하는 방법을 사용하였다.

3) 타격 방법

타격방향은 수평방향이 일반적이나, 수평 이외의 타격시에는 반발경도(R)가 중력에 의해 변화하는 것을 보정하기 위하여 타격각도에 따른 보정치를 보정하여야 한다

【 표 2.3.4 】 타격방향에 따른 반발경도 보정

Rebound value R_α	Correction for inclination angle				타격 방향 
	Upwards		Downwards		
	+90°	+45°	-45°	-90°	
10			+2.4	+3.2	
20	-5.4	-3.5	+2.5	+3.4	
30	-4.7	-3.1	+2.3	+3.1	
40	-3.9	-2.6	+2.0	+2.7	
50	-3.1	-2.1	+1.6	+2.2	
60	-2.3	-1.6	+1.3	+1.7	

라. 콘크리트 강도의 환산

- 재령보정계수 α 의 값

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

• 보정반발경도(R_0)

보정반발경도 R_0 은 다음 식과 같이 측정경도 R 에 보정값 $\Delta R_1, \Delta R_2$ 을 더한 값으로 한다.

$$R_0 = R + \Delta R_1 + \Delta R_2$$

여기서, R : 측정 반발경도

ΔR_1 : 타격 방향에 따른 보정값

ΔR_2 : 콘크리트의 습윤성에 따른 보정값

한편 보정치 ΔR 은 다음과 같은 방법으로 구한다.

• 압축강도 추정

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

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

F_c = 테스트 햄머에 표시된 반발경도곡선에 의한 방법

• 28일 강도의 추정

시공 후 건조상태로 수년이 경과한 콘크리트 구조물은 표면강도가 높기 때문에 다음식과 같이 시간경과 계수(α)을 압축강도 F_c 에 곱해 재령 28일 강도 (F_{28}')로 환산한 압축강도로 수정하여 콘크리트의 설계 압축강도로 추정한다.

$$F_{28}' = \alpha \cdot F_c$$

• 고강도 콘크리트 대한 제안식

$$F_c = (15.2 R_0 - 122.8) \text{ (kg/cm}^2\text{)} \quad (\text{서울대학원신기술연구소})$$

$$F_c = (13.8R_0 - 44) \text{ (kg/cm}^2\text{)} \quad (\text{구조물진단학회})$$

$$F_c = (17.2R_0 - 214) \text{ (kg/cm}^2\text{)} \quad (\text{시설안전기술공단 - 일반양생})$$

$$F_c = (13.3R_0 - 124) \text{ (kg/cm}^2\text{)} \quad (\text{시설안전기술공단 - 증기양생})$$

F_c = 테스트 햄머에 표시된 반발경도곡선에 의한 방법

마. 콘크리트 강도 시험 결과

본 구조물에 대한 콘크리트 강도시험 결과 측정치는 설계기준강도를 상회하는 것으로 평가되므로 구조물의 콘크리트 상태 및 품질상태는 전반적으로 양호한 상태이다.

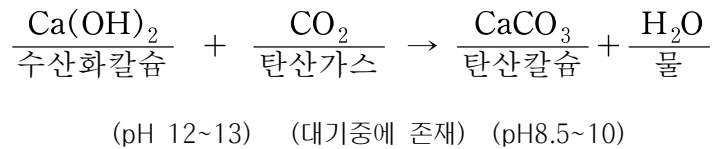
【표 2.3.5】 콘크리트 비파괴시험 결과

부 위			반발 경도 (R ₀)	비파괴시험 (MPa)		설계추정 강도 (MPa)
				반발경도법		
				측정강도	평균강도	
신정교 동측 지하 차도	슬래브 하면	상행선 STA. 30	58.5	32.6	31.0	24.0
		하행선 STA. 15	59.8	33.4		
	기둥	C3	53.0	29.2		
		C6	54.6	30.2		

2.3.5 탄산화 시험

가. 시험개요

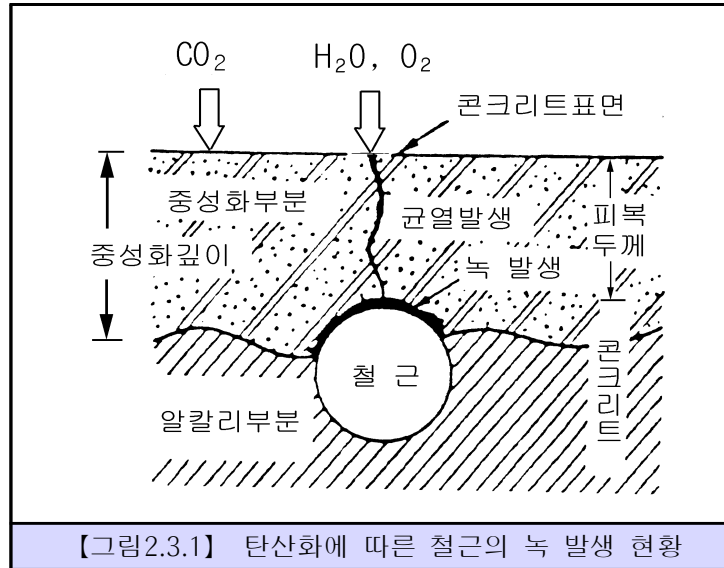
탄산화란 콘크리트가 강알칼리성(pH 12~13)에서 대기의 CO₂와 접촉하여 탄산화되어 가는 현상이다. 콘크리트 구조물의 성능저하의 요인으로 동해, 염해, 알칼리 골재반응 등을 들 수 있으나 이러한 것들은 대체적으로 각각의 지역적인 요인과 재료적인 요인에 기인하고 있다. 그러나 콘크리트의 탄산화는 일반 환경하에서도 확실하게 진행되기 때문에 철근 부식에 따른 가장 기본적인 중요한 문제이다. 탄산화가 일어나는 메카니즘을 보면 시멘트의 수화 반응에서 생성되는 수산화칼슘 [Ca(OH)₂]은 pH 12~13정도의 강알칼리성을 나타내지만 대기중에 포함되어 있는 약산성의 탄산가스(약 0.03%)와 접촉하면 탄산칼슘과 물로 변화하고 탄산칼슘으로 변화한 부분의 pH가 8.5~10정도로 낮아지게 된다.



나. 탄산화에 의한 성능저하 특성 및 기준

탄산화는 콘크리트 표면에서 내부를 향하여 진행하며 콘크리트는 탄산가스와 반응한 중량만큼 무거워지고 치밀해 진다. 따라서 탄산화에 의해서는 물리적 성능저하보다는 콘크리트 내부의 철근부식이 문제가 된다. 콘크리트 내부의 pH가 11이상에서 철근은 표면에 1×10⁻⁶mm 두께의 수산화물(γ-Fe₂O₃·nH₂O) 부동태막을 형성하므로 산소의 침입을 막아 철근의 부식을 방지하지만 탄산화에 의하여 pH가 11보다 낮아지면 부동태막이 파괴되면서 철근에 녹이 발생하게 된다. 이러한 녹은 원래부피의 약 2.5배에서 최대 7배까지 체적이 팽창하게 녹의 팽창압력에 의하여 콘크리트 내부에는 균열이 발생하게 되며 철근의 부착강도 저하, 피복 콘크리트의 탈락, 철근 단면적의 감소등 구조물의 내구성저하를 초래하게 된다.

【그림2.3.1】는 탄산화에 의한 철근의 녹 발생을 나타내고 있다. 탄산화가 진행되는 속도는 시멘트의 종류, 콘크리트의 품질, 환경조건에 따라 다르다.



岸谷의 실험에 의하면 물-시멘트비 W/C, 기간 t년에 대한 탄산화 깊이 x(cm)의 관계는 다음과 같다.

$$W/C \geq 0.6 \text{ 일 때, } t = \frac{0.3(1.15 + 3W/C)}{R^2 (W/C - 0.25)^2} x^2$$

$$W/C \leq 0.6 \text{ 일 때, } t = \frac{7.2}{R^2 (4.6W/C - 1.76)^2} x^2$$

여기서, y = 탄산화깊이 C까지 도달하는데 소요되는 년수

X = 물 시멘트비 (강도 상의 물 시멘트비)

C = 탄산화 깊이 (cm)

R = 탄산화 비율

(골재, 화학 혼화제, 시멘트의 종류 등에 의해 정해지는 정수)

【표2.3.6】 콘크리트의 종류별 탄산화 비율 (R)

골재의 종류 혼화제 종류 시멘트의 종류	강모래·강자갈			강모래·화산자갈			화산자갈		
	Plain	AE제	AE 감수제	Plain	AE제	AE 감수제	Plain	AE제	AE 감수제
보통포틀랜드 시멘트	1.0	0.6	0.4	1.2	0.8	0.5	2.9	1.8	1.1
조강포틀랜드 시멘트	0.6	0.4	0.2	0.7	0.4	0.3	1.8	1.0	0.7
고로 슬래그 시멘트 (slag 30~40%)	1.4	0.8	0.6	1.7	1.0	0.7	4.1	2.4	1.6
고로 슬래그 시멘트 (slag 60% 전후)	2.2	1.3	0.9	2.6	1.6	1.1	6.4	3.8	2.6
silica 시멘트	1.7	1.0	0.7	2.0	1.2	0.8	4.9	3.0	2.0
fly-ash 시멘트 (fly-ash 20%)	1.9	1.1	0.8	2.3	1.4	0.9	5.5	3.3	2.2

▣ 경량 콘크리트(1종 및 2종)의 R은 강모래·강자갈 콘크리트와 강모래·화산자갈 콘크리트의 중간정도임

【표 2.3.7】 탄산화 깊이에 의한 측정값의 구분

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

【표 2.3.8】 탄산화 속도에 의한 구분

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

【표 2.3.9】 탄산화에 의한 기능저하의 구분

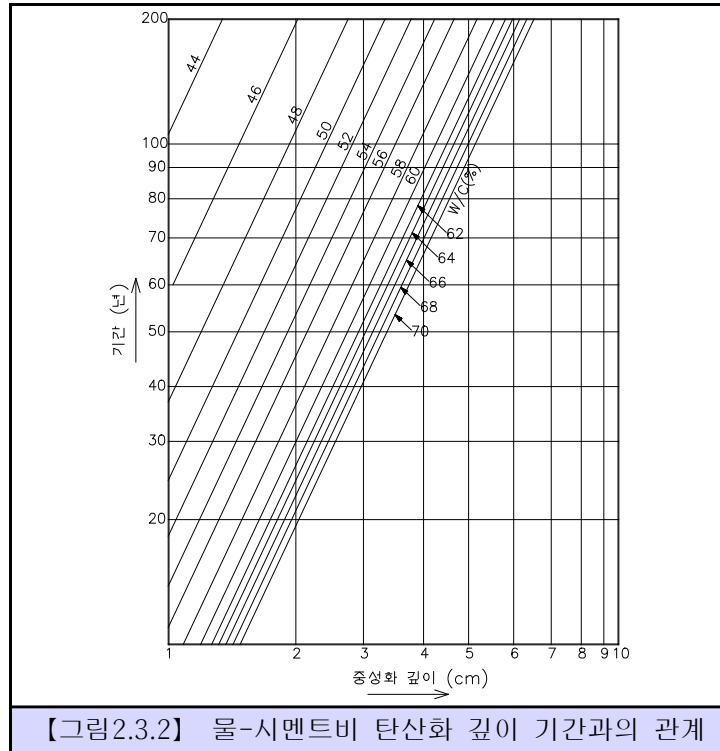
기능저하의 구분	구분의 기준 (탄산화 깊이)	비 고
I	A1 + B1, A1 + B2, A2 + B1	경미 : 예방 조치
II	A1 + B3, A2 + B2	보통 : 부위의 부분적 보수
III	A2 + B3, A3 + B1, A3 + B2, A3 + B3	과대 : 전면적 보수

앞의 식에서 R은 시멘트의 종류, 골재의 종류, 표면활성제의 사용 등에 의해 따른 정수이고, 강 모래·강자갈 콘크리트에 표면활성제를 사용하지 않을 때에는,

보통 포틀랜드 시멘트 사용시 R = 1.0

조강 포틀랜드 시멘트 사용시 R = 0.6

혼합 시멘트(고로·실리카·플리아애쉬 시멘트 등) R = 1.7~2.2 이고, 조강 포틀랜드 사용시에는 현저하게 탄산화가 늦어진다. 또한 AE제·분산제 등의 표면활성제를 이용하면 탄산화깊이는 사용하지 않을 때의 1/2이하로 되고, 위의 R값은 0.4~0.6배 정도가 된다. 천연경량골재 사용 콘크리트는 탄산화가 빠르고, 물-시멘트비에 대해서는 위의 식에서 알 수 있듯이 물-시멘트비가 작은 콘크리트일수록 탄산화가 늦다. 【그림2.3.2】은 R=1일 경우에 대한 식을 도표화한 것으로, 이 상황을 잘 알 수 있다.



다. 등급판정

탄산화에 의한 콘크리트 상태평가 등급은 아래 【표 2.3.10】에 의하고 이 표에서 등급 A, B, C, E에서 D이하인 경우는 보수가 필요하다. 등급 E의 경우는 철근의 부식도를 검토하여야 하며, 필요한 경우에는 보수보강을 하여야 한다.

【표 2.3.10】 탄산화깊이에 의한 상태평가 등급

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

라. 조사방법

콘크리트 부재의 부식정도를 측정하는 방법으로는 페놀프탈레인법이 가장 일반적으로 사용되고 있다. 페놀프탈레인은 ph 지시약의 일종으로서, 99% 에틸알콜에 증류수 및 1%의 페놀프탈레인 분말을 혼합하여 만들어지며, 이 지시약을 대상 부재에 분사하면 원 콘크리트의 특성을 보유한 ph 8.2~10.0 이상의 알카리성 콘크리트에서는 붉은색으로 발색되고, 콘크리트가 부식되어 탄산화가 진행된 면에서는 무색으로 변화가 없다.

측정부위의 선정 및 절취는 측정의 오차를 최소화하기 위하여 상태가 비교적 양호한 단면을 선정하여 코아, 보링 또는 다이아몬드 CUTTER로 천공 및 절단하여 성형한다. 대상구조물에 대한 콘크리트 부식측정은 대상 부재의 단면 결손을 최소화하기 위하여 DRILL로 측정부위를 천공하였고, 천공된 부위를 증류수로 충분히 세척한 후 페놀프탈레인 용액을 분무하여 콘크리트의 원 표면으로부터 발색면까지의 수직길이를 측정함으로써, 콘크리트의 탄산화깊이를 측정한다.

마. 탄산화 시험 결과

본 구조물의 탄산화시험 결과 탄산화 깊이가 조사된 피복두께의 1/2이하이므로 탄산화에 대하여서는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 2.3.11】 탄산화시험 결과

구 분		측정결과(mm)		판정
		탄산화깊이	피복두께	
신정교동 측지하차 도	슬래브 하면 상행선 STA.30	6.5	50	탄산화깊이 < 피복두께/2 이므로 "B"등급
	슬래브 하면 하행선 STA.15	7.8	50	

2.3.6 철근 탐사 시험

가. 시험개요

철근콘크리트 구조물의 내구성 및 안전성은 콘크리트의 균열 및 강도와 더불어 철근의 배근 상태에 따라 크게 달라진다. 콘크리트의 강도조사에 대해서는 앞 절에서 언급하였으며, 본 절에서는 철근의 배근 상태에 대해서 다루고자 한다. 철근의 배근 상태가 설계도면 보다 적은 개수로 넓은 간격으로 배근된 경우 구조물의 내력이 감소하게 되어 구조물의 내구성 및 안전성에 치명적인 약점을 가져올 수 있으며, 설계도면보다 과도하게 많은 개수로 좁은 간격으로 배근된 경우에도 구조물의 내력은 충분히 만족하지만, 예기치 못한 갑작스런 붕괴를 초래할 수도 있는 약점이 있다. 따라서, 철근콘크리트 구조물에서 철근의 배근 상태를 조사하는 것은 구조물의 내구성 및 안전성을 확인하기 위해서 중요한 부분이다.

나. 시험장비

JEI-60B의 표준구성품은 【표 2.3.12】 과 같다.

【 표 2.3.12 】 표준구성품

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

JEI-60B의 Option품목은 【표 2.3.13】 와 같다.

【 표 2.3.13 】 Option품목

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

□ 주요성능

【 표 2.3.14 】 JEJ-60B의 주요성능

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

다. 철근배근상태 측정방법

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

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

콘크리트 중의 전자파의 속도(V)는 다음 식과 같다.

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

여기서, C : 전자파의 속도(3×10^8 m/s)
 $\epsilon \gamma$: 콘크리트의 비유전율

【 표 2.3.15 】 비유전율

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

반사물체까지의 거리(D)는 다음 식과 같다.

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

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

라. 철근 배근 조사

본 구조물의 철근배근조사 결과 일반적인 자료와 비교시 배근간격 및 피복두께가 설계치에 조금 못미치는 것으로 조사되었으나 이는 시공 중 발생할 수 있는 오차범위내의 수치이므로 전체적으로 철근배근과 피복두께는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 2.3.16】 철근 배근 조사 결과

부 위			측정결과(mm)			설계치(mm)		
			주철근	배력철근	피복두께	주철근	배력철근	피복두께
신정교 동측 지하 차도	슬래브 하면	상행선 STA. 10	105	210	50	100	200	50
		상행선 STA. 30	100	200	50	100	200	50
	기둥	C6	100	300	80	100	200	50

2.4 상태평가 결과종합

2.4.1 상태평가등급 산정

가. 지하차도 결함지수 산정

SPAN. NO	균열	파손 및 손상	누수	재질열화					결함점수 합계	지하차도 결함지수	
				박리	충분리 및 박락	백태	철근 노출	탄산화			
신정교 동측 지하차도	1	6	1	0	0	0	0	0	1	8	0.222
	2	4	0	0	0	0	0	0	1	5	0.139
	3	4	0	0	0	0	0	0	1	5	0.139
	4	6	0	0	0	0	0	0	1	7	0.194
산술평균		5.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	6.25	0.173

※ 1 span = Sta 10m

나. 지하차도 상태평가 등급산정

항목	라 이 닝								터널 주변				합계	결함 지수
	균열	손상	누수	재질 열화					배수상태	지반상태	갱문상태	특수조건		
				박리	박락	백태	탄산화	철근 노출						
결함 점수	5.00	0.25	0.00	0.0	0.0	0.0	1	0	1	0	0	1	8.25	0.229

상태평가 점수	0.229
상태평가 등급	B

2.4.2 상태평가등급 평가

등급	A	B	C	D	E
결함도범위	$0 \leq x < 0.15$	$0.15 \leq x < 0.30$	$0.30 \leq x < 0.55$	$0.55 \leq x < 0.75$	$0.75 \leq x$

신정교동측지하차도의 상태평가 결과 구조물의 내구성 및 안전성 확보를 위하여 발생한 손상에 대해서 보수가 필요한 상태인 B등급의 상태로 평가되었음.



제3장 보수·보강 및 유지관리방안



3.1 개 요

3.2 보수·보강 및 개략공사비

3.3 손상에 따른 보수·보강 공법

3.4 유지관리방안

제 3 장 보수·보강 및 유지관리방안

3.1 개 요

3.1.1 일반사항

본 장에서는 외관상태평가에서 확인된 결함과 손상상태를 토대로 시설물의 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 편익과 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.

3.1.2 우선순위 선정기준

본 구조물에 필요한 보수의 우선순위는 손상 및 결함의 종류, 성상 및 원인 등을 고려하여 보수의 완급성을 판단하여 다음과 같이 정하였다.

- ① 구조물의 직접적인 안전성과 관련있는 손상을 최우선으로 하였다.
- ② 주부재의 균열 또는 철근부식 등으로 주철근과 같은 주요구조물의 내구성 및 성능저하를 유발할 수 있는 손상으로 정하였다.
- ③ 방치시 규모가 증대되거나 사용성을 위한 손상으로 정하였다.

【표 3.1.1】 보수·보강 우선 순위 선정기준

구분	내 용
단기 대책	· 주요부재에 발생된 결함 및 손상이 커 내구성, 기능성 저하방지를 위한 보수가 필요한 경우(철근이 노출되어 철근부식에 의한 내하력 저하 가능성이 있는 손상)
중기 대책	· 기능발휘에는 지장이 없으나, 내구성 증진을 위해 연차보수가 필요한 경우 (방치시 규모가 증대될 수 있는 손상 및 사용성을 위해 보수가 필요한 경우)
주의 관찰	· 발생된 손상이 경미하여, 유지관리를 통한 점검이 필요한 경우

3.2 보수·보강 및 개략공사비

3.2.1 부재별 보수·보강 방안

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

【표 3.2.1】 부재별 보수·보강 방안

부재명		정밀점검 결과	손상원인	보수방안	손상물량	등급
지하차도 Box	상부	■아스콘 중균열	■접속부 토사 침하	■아스콘 팻칭공법	30m	B
		■균열(0.3mm이상)	■온도 및 건조수축	■수지주입공법	15.5m	
		■철근노출	■피복부족	■단면복구공법	0.09m ²	
		■이격	■공용중 노후화	■수지주입공법	1.5m	
		■난간변형	■공용중 차량 충돌	■난간 재설치	2EA	
	상부슬래브	■균열(0.3mm미만)	■온도 및 건조수축, 고정하중 및 지속적인 활하중	■주의관찰	421.45m	B
		■균열(0.3mm이상)	■온도 및 건조수축, 고정하중 및 지속적인 활하중	■수지주입공법	6.3m	
		■망상균열	■온도 및 건조수축, 고정하중 및 지속적인 활하중	■표면처리공법	27.9m ²	
		■콘크리트 박리/파손	■차량충돌	■단면복구공법	1.47m ²	
	벽체	■타일파손	■차량충돌	■타일설치	11EA	B
	기둥 및 거더	■균열(0.3mm 미만)	■통행하중 및 응력집중부	■주의관찰	9.75m	B
		■균열(0.3mm 이상)	■통행하중 및 응력집중부	■수지주입공법	10.5m	
		■콘크리트 파손	■차량충돌	■단면복구공법	0.3m ²	
	포장부 및 배수시설	■상태양호	-	-	-	A
U-TYPE 구간	■균열(0.3mm 이상)	■온도 및 건조수축	■수지주입공법	5m	B	
	■콘크리트 탈락	■외부 충격	■단면복구공법	0.09m ²		

3.2.2 보수·보강 개략공사비

【표 3.2.2】 보수·보강 개략공사비

부재명	정밀점검 결과	보수공법	단위	손상물량	단가	공사비	보수 시기	
본체 BOX	상부	■아스콘 중균열	■아스콘 팻칭공법	m	30	220,000	6,600,000	중기
		■균열(0.3mm이상)	■수지주입공법	m	15.5	97,719	1,514,645	단기
		■철근노출	■단면복구공법	m ²	0.09	111,672	10,050	단기
		■이격	■수지주입공법	m	1.5	97,719	146,579	단기
		■난간변형	■난간 재설치	EA	2	57,064	114,128	중기
	상부 슬래브	■균열(0.3mm미만)	■주의관찰	m	421.45	-	0	-
		■균열(0.3mm이상)	■수지주입공법	m	6.3	97,719	615,630	단기
		■망상균열	■표면처리공법	m ²	27.9	33,475	933,953	중기
		■콘크리트 박리/파손	■단면복구공법	m ²	1.47	108,900	160,083	단기
	벽체	■타일파손	■타일설치	EA	11	70,000	770,000	중기
	기둥 및 거더	■균열(0.3mm 미만)	■주의관찰	m	9.75	-	0	-
		■균열(0.3mm 이상)	■수지주입공법	m	10.5	97,719	1,026,050	단기
		■콘크리트 파손	■단면복구공법	m ²	0.3	108,900	32,670	단기
	U-TYPE 구간	■균열(0.3mm 이상)	■수지주입공법	m	5	97,719	488,595	단기
		■콘크리트 탈락	■단면복구공법	m ²	0.09	108,900	9,801	단기
총 개략공사비						₩12,422,184		

※ 2009년도 서울특별시 도로 및 시설물 유지보수공사 설계지침 II(시설물분야)적용

【표 3.2.4】 우선순위별 보수·보강 개략공사비

구분	단기방안	중기방안	총공사비	비고
순공사비	10,604,103원	1,818,081원	12,422,184원	
제경비	5,302,052원	909,040.5원	6,211,092원	
총공사비	15,906,155원	2,727,122원	18,633,277원	

3.3 손상에 따른 보수·보강 공법

과업대상 구조물에 대한 부재별 손상에 따른 보수·보강 대상 부재는 각 부재별 외관 조사에 의한 상태등급이 B등급 이하인 부재로 선정하고 각 부재별 손상에 대한 보수·보강 방법은 다음과 같다.

3.3.1 콘크리트 균열보수 공법

가. 표면처리공법

1) 보수목적

콘크리트의 염해, 알칼리 골재반응, 화학작용, 동결융해작용을 완화 또는 정지시키기 위해서 콘크리트 표면에 표면코팅이 행하여진다. 콘크리트 표면코팅의 역사는 대단히 짧기 때문에 재료의 내구성 및 유지방법 등 충분히 밝혀져 있지 않은 점이 많으나, 표면코팅 방법을 대체할 수 있는 방법이 아직 없기 때문에 앞으로 표면코팅의 사용은 증가할 것이다.

콘크리트 표면코팅에 요구되는 기능으로서는

- 콘크리트의 충분한 접착력(예를들면, 기포콘크리트의 인장강도 이상)을 갖는것
- 콘크리트 균열의 추종성이 좋은 것
- 목적으로 하는 환경작용의 정지 또는 완화성능이 있는 것(습기, 염소이온, 산소, 탄산가스 등에 대해서)
- 내후성이 좋은 것
- 필요에 따라서 난연성인 것 등이 중요하다.

2) 사 용 재 료

- , 폴리머 수지

주 재료인 아크릴계의 고분자 정밀 화학수지에 규사(골재)와 혼합함으로써 콘크리트 및 금속류 등에 접착력이 강해지고 내약품성이 우수하며 종래 MORTAR의 결함인 충격과 수축에 의한 균열이 방지되며, 특히 아크릴계 수지가 갖고 있는 강인한 방수막은 CONCRETE의 공극을 막아준다. 또한 점도가 낮아 골재와의 혼합성이 용이하므로 작업능률을 향상시킬 수 있다.

- , SILICA SAND

점토분이 없으며 완전 건조되고 정확한 입도를 나타내는 규사는 수지와 접착성 및 강도를 높여 준다.

-, RESIN MORTAR

항 목	시 험 값	시 험 방 법
압 축 강 도	500 ~ 800 kg/cm ²	KS L5201
휨 강 도	100 ~ 250 kg/cm ²	KS L 5201
압축 탄성계수	1.35 × 10 ⁵ kg/cm ²	신장계이지
접 착 강 도	강재 : 80 kg/cm ²	KS M 3734
	콘크리트 : 콘크리트 파괴	압 축 전 단
열 전 도 율	0.9 Kcal / m. h.℃	비정상열선법
흡 수 율	0.3 무게 %	
열팽창 계수	2.25 × 10 ⁻⁵ / ℃	다이얼계이지
경 화 수 축 율	0.1% 이하	
비 중	2.08	

-, RESIN CONCRETE

항 목	시 험 값	시 험 방 법
압 축 강 도	500 ~ 1000 kg/cm ²	JIS - 1183
휨 강 도	100 ~ 250 kg/cm ²	JIS - A 1184
탄 성 계 수	2.5 × 10 ⁵ kg/cm ²	신장계이지
내 마 모 성	3.9mm	스파이크 타이어 주행식 회전
		마모시험기 10만회
접 착 강 도	58.8 kg/cm ²	둥근강봉 인장시험
열팽창 계수	1.30 × 10 ⁻⁵ / ℃	마이크로미터로 실측(-20~20℃)
열 전 도 율	0.5 Kcal / m. h.℃	비정상선열선법
흡 수 율	0.3%	상온24시간 (침전후 중량변화)
경 화 수 축 율	0.1% 이하	
비 중	2.35	

3) 시 공 순 서

- , 콘크리트면 청소

- 사용장비는 동력식 철술 및 그라인더 등을 사용한다.
- 콘크리트면에 상기 장비를 이용하여 콘크리트 표면을 약 1mm정도로 정교하게 갈아낸다.
- 연마시 콘크리트 피복에 손상이 생기지 않도록 연마하여야 하며 연마로 인하여 구조상 문제가 발생할 정도로 깊게 갈아서는 안된다.
- 콘크리트 면청소시 주변에 박리, 박락 및 열화된 부분은 치핑을 하고 신규콘크리트 접착제를 바른후 무수축몰탈로 채운다.
- 연마시 분진이 발생하여 주변환경을 더럽히지 않도록 스프레이 등을 이용하여 적당량의 물을 뿌려준다.
- 표면에 수분을 함유하고 있으면 부착성이 불량함으로 건조시켜야 한다.

- , PRIMER 도포

모체 침식 방지 및 접착을 원활히 하기 위하여 먼저 하지처리된 표면에 주재료인 아크릴계 수지에 경화제를 중량비에 맞추어 첨가 경화제가 주재료에 완전히 용해되도록 3~4분간 잘 저은후에 시공면에 붓 및 페인트 로라로 골고루 도포한다. PRIMER를 1차 도포후 10~20분 후 표면 흡수가 심해 PRIMER액에 부족한 부분에는 추가로 도포하여 모체에 수지가 침식되지 않도록 하여야 한다.

(1회 도포량 : 0.3 ~ 0.5 kg/cm², 주제 : 경화제 = 95 : 5)

- , MORTAR 및 CONCRETE 시공

- PRIMER 도포가 완료되면 PRIMER가 경화되는 동안 준비된 골재를 계량하여 RESIN MORTAR 및 CONCRETE를 준비한다.
- PRIMER 도포 완료후 20 ~ 30분 지난후에 몰탈 바르기를 해야 한다.
- 소량의 혼합에는 몰탈 비빔용기(대야)를 사용해도 무방하다.
- 먼저 골재를 용기에 투입, 혼합 한후 계속해서 수지액(투입 2~3분전에 경화제를 넣어 충분히 혼합)을 투입하여 충분히 혼합한다.
- 시공시 기온 및 경화제의 첨가량에 의하여 경화 가사 시간이 변함으로 완전히 혼합하여 즉시 계속해서 바름 작업을 해야한다.
- 지정된 배합 비율로 비벼진 몰탈을 쇠 흙손으로 소정의 두께로 타설하여 상부를 수지액이 부상 하도록 다쳐주면서 미장을 하되 너무 강력히 눌러 미장하지 말도록 해야하며 미장 방향을 일정

하게 해야한다. 특히 아크릴계 수지는 점도가 낮아 작업성이 좋은 반면 가사 시간이 짧아 신속하게 블록 단위로 미장해 나가야 한다. 작업은 배합후 20 ~ 30분 이내에 완료해야 하며 부정기 방향의 미장 작업은 평탄성 및 균열 발생의 원인이 된다.

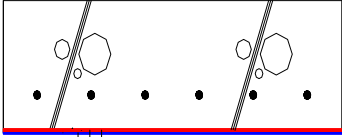
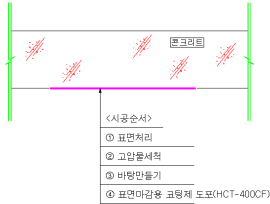
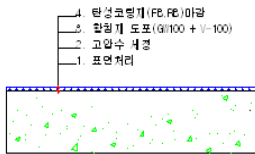
- . 마감조정 (TOP COATING)

특히 내약품성이 요구되는 경우에는 (동절기 염화칼슘 살포 등) Resin Mortar이 양성된 후에 아크릴계 수지에 경화제를 용해시켜 Mortar 표면에 도포한다. (도포량은 0.3 kg/cm²)

4) 특 기 사 항

- , PRIMER 도포시 하지의 불량 부위나 좀더 높은 강도 및 접착성을 주기 위해 SILICA SAND #6호를 RESIN 중량비 40%정도 추가 배합 할 수 있다.
- , 마감 조정시는 NON-SLIP을 주기위해 SILICA SAND #6호를 적당량 (RESIN이 경화 되기전) 살포한다.
- , RESIN CONCRETE는 RESIN MORTAR와 시공법은 동일하나 교반기가 없을 경우에는 일반 CONCRETE 인력 비빔식으로 하되 바닥에는 반드시 철판을 깔아 RESIN의 흘러내림을 방지하기 위해 2 ~ 3회에 걸쳐 혼합 골재에 충분히 혼합 되도록 해야 한다.

■ 표면처리공법 비교표

구분	Mcrete 공법	리노 SYSTEM	MDF스프레이 공법
명칭	대상구조물의 열화상태에 따라 철근 방청처리, 콘크리트 알칼리 부여제 도포, 단면복구 몰탈 도포, 콘크리트 표면보호제를 선택적으로 시공하여 보수 대상 구조물과 일체화시킴으로써 안정된 보수효과를 확보 할 수 있는 콘크리트 구조물 보수공법	알콕시 실란계 무기질 폴리머가 혼합된 표면처리제(세라탑)와 표면개질처리된 섬유 및 3원계 폴리머가 함유된 난용성 충전용 모르터(리노몰탈)를 이용한 콘크리트 보수공법	스프레이 분사장치를 이용한 대단면 보수 공법
개요도	 <ol style="list-style-type: none"> 1. 방청제 처리 2. 알칼리 부여제 (Mcrete-7000) 도포 3. 콘크리트 표면보호제 (Mcrete-7003) 도포 	 <p>〈시공순서〉</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 표면처리 ② 고압분쇄작 ③ 바탕만들기 ④ 표면마감용 교량제 도포(HCT-400CF) 	 <ol style="list-style-type: none"> 4. 탄성코팅제 (FE-FE)마감 3. 합성계 도포 (G100 + V-100) 2. 고압수 세정 1. 표면처리
장점	<ul style="list-style-type: none"> ◇ CO₂, Cl⁻, O₂, 수분에 대한 내침투성이 우수하다. ◇ 특수 아크릴폴리머는 먼지 침착을 최소화한다. ◇ 구조물 내 수증기를 외부로 방출시킨다. ◇ 자외선에 대한 저항성 및 내후성이 탁월하다. ◇ 수성이며 색상이 다양하다. 	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 구조물 내부 및 외부로부터의 열화인자 차단 ◇ 탄성 마감재 사용 	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 Con'c 물성치와 유사 • 작업환경 제약 작음 • 인건비 절감, 작업시간 단축 • 고압스프레이에 의한 높은 접착력 • 대형 전력장비 필요 • 리바운드로 인한 재료의 손실 • 탈리 발생 가능성 • 습윤면의 부착이 다소어려움
단점	◇ 다소 고가임	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 공사기간 단축을 위해서 계면처리재의 강제 건조 필요 ◇ 표면 마감 발수재의 침투깊이 불충분으로 내구성 증진 효과 단축 	
자재현황	모르터 및 자재 국내생산	모르터 및 자재 국내생산	

나. 주입공법

1) 보수목적

기존의 파손 사례의 범위내에서 상판의 압축측 콘크리트의 압괴나 철근의 인장파단에 의해 상판이 파괴된 경우는 거의 없고, 콘크리트의 인장면에 생긴 균열이 시간과 함께 차차 발달하고, 이른바 거북 모양의 균열망이 형성되어 부분적으로 콘크리트가 함몰되거나 누락하는 경우가 대부분이다. 이처럼 철근콘크리트 상판의 파손은 콘크리트에 생긴 균열이 큰 역할을 하는 것으로 판단된다.

이처럼 중요한 콘크리트의 균열에 대한 보수 방법으로 수지 주입이 자주 행해지고 있으며, 수지재의 탄성계수는 콘크리트의 그것과 비교하여 일반적으로 상당히 적으므로 수지주입을 행하는 것만으로 상판의 직접적인 내력보강을 기대하기는 어렵지만, 콘크리트 균열부분을 수지로 보충하는 것에 의해 상판의 수밀성을 증가시키고, 콘크리트 및 철근의 열화를 막는 효과가 있다.

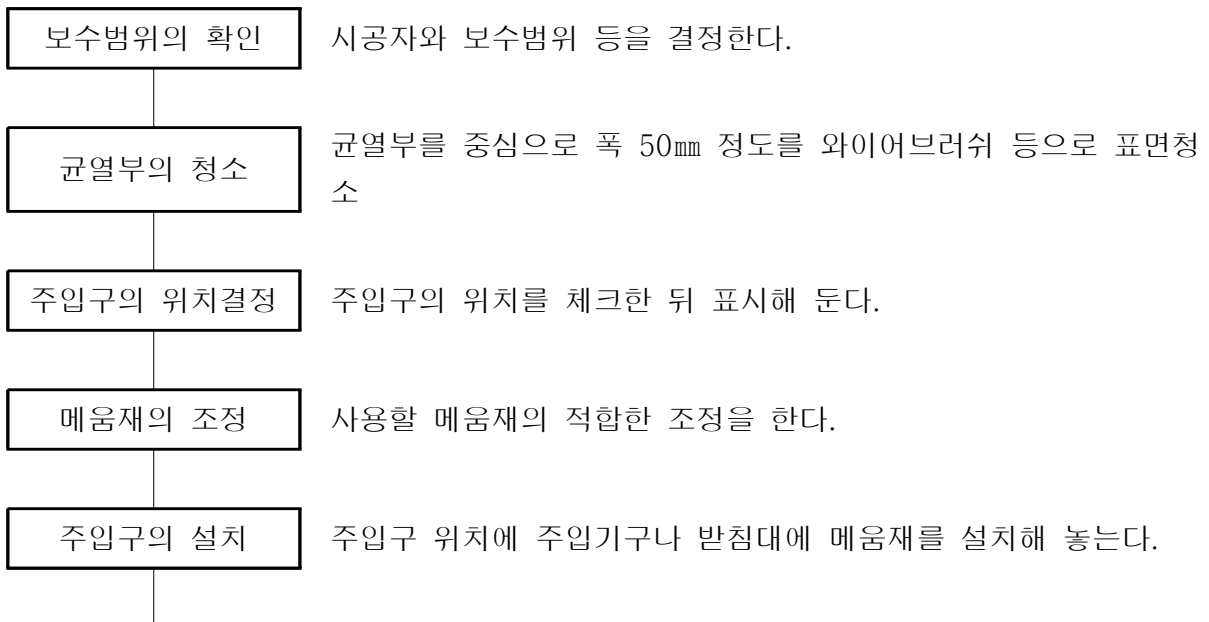
콘크리트의 균열이나 모르타르의 들뜸에 에폭시수지를 주입하여 보수하는 공사에 사람의 손으로 주입하는 방법을 주로 사용해 왔다. 이 방법은 시공하는 기술자의 경험이나 숙련도나 균열폭에 따라서 비교적 저압력으로 자동주입하는 공법인 자동식 저압수지주입공법으로 균열 보수 공사를 하게 되면 위의 문제를 해결할 뿐만 아니라 종래의 주입이 어려웠던 미세한 균열에도 충분히 주입할 수 있다.

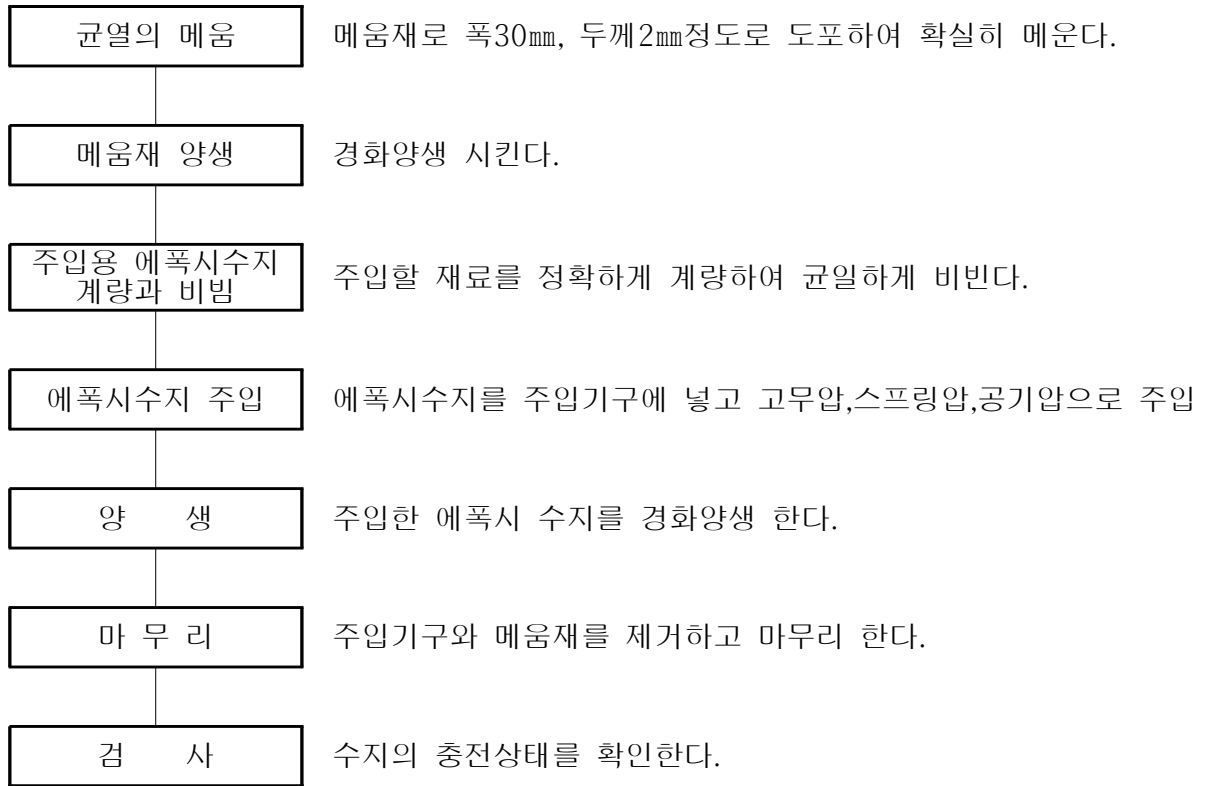
자동식 저압수지주입공법의 기본원리는 고무압, 스프링압 또는 압축공기 등으로 가압 가능한 합력용기를 균열 1m당 3~4개 장소에 설치, 낮은 압력으로 오랜 시간동안 에폭시수지를 주입하는 것이다. 자동식 저압수지주입공법과 종래의 주입공법을 비교하면 【표 3.3.1】와 같으며, 이공법의 시공순서는 【그림 3.3.1】와 같고 상세는 <도면 : 균열보수공법>과 같다.

[표 3.3.1] 자동식 저압수지공법과 종래주입공법의 비교

구분	적용균열폭(mm)	주입용구	주입압력	특 징	결 점
종래공법	주로 1mm이상의 균열폭에 적용되며, 1mm이하에서는 시간이 걸려 실용적이지 못함.	압력펌프를 사용하여 직접 균열 부위에 주입	조작에 의해 자유롭게 조절할 수 있으나, 일반적으로 10kg/cm ² 의 압력으로 주입	펌프를 사용해 저항없이 주입되는 커다란 균열(1mm이상)에는 경제적 이고 작업능률도 높고 간편하다.	주입된 수지가 콘크리트에 침투하여 완전하게 매워지지 않을 수 있음. 1mm이하의 균열은 1개소에 오랜시간을 필요로 하므로 시공이 곤란
저압공법	주로 1.5mm이하의 균열폭에 적용되며, 특히 1mm이하의 미세한 균열에도 완전 충전이 가능.	고무의 복원력, 스프링의 복원력, 공기압 등이 항상 작용하는 캡슐을 고정하여 지속적인 주입이 가능.	4 kg / cm ² 이하로 오랜시간 동안 주입할 수 있고, 모세관 현상도 활용.	0.1mm이하의 미세한 균열에도 주입할수 있다. 주입량의 관리가 쉽다. 작업원의 기술차가 나타나지 않음.	특수한 기구를 필요로 하므로 간단하게 시공할 수 있는 곳에는 적합 하지 않음. 공사는 최저 2일이 필요함.

[그림 3.3.1] 자동식 저압수지 주입공법 공정도

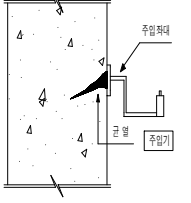
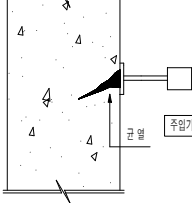
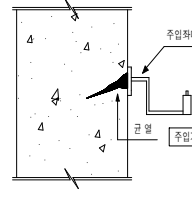
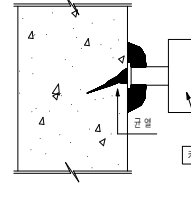




주입위치 조사시에는 균열스케일을 사용하여 균열의 상태, 범위를 확인하고 다음표에 기초하여 주입위치를 결정한다.

균 열 폭(mm)	주입용 플러그의 간격(mm)
0.3 이하	50 ~ 100
0.3 ~ 0.5	100 ~ 200
0.5 ~ 1.0	150 ~ 250
1.0 이상	200 ~ 300

■ 수주주입공법 비교표

구분	주입공법	슬러리 시멘트 주입공법	에폭시 주입공법	에폭시 주입 (BICS 공법)
개요도				
공법개요	▶ 콘크리트 균열부위에 유기질계+무기질계 재료인 수성 에폭시계 재료를 주입기를 통하여 주입하는 공법	▶ 콘크리트 균열부위에 무기질계 재료인 RF슬러리를 주입기를 통하여 주입하는 공법	▶ 균열부에 에폭시 충전 및 주입	▶ 콘크리트 구조물의 균열에 에폭시 수지를 고무압 주입기로 주입시키는 공법
시공방법	▶ 표면처리 → V컷팅 → 주입기설치 → 균열부 썰링 → 수성에폭시계 주입 → 단면복구(충전)	▶ 표면처리 → V컷팅 → 주입기설치 → 균열부썰링 → RF슬러리주입 → 단면복구	▶ 균열 V컷트 및 주입구 뚫기 → 균열부에 에폭시충전 및 주입기 설치 → 주입제 주입 → 균열부 표면정리	▶ 균열조사 → 균열부위청소 → 주입기 받침부착(BL injector) → 균열부 썰링(BL seal) → 주입기설치에 에폭시 주입 (BL grout) → 주입량 확인 → 주입기구·썰제거 → 마무리
장점	▶ 미세균열주위 콘크리트 강도 증가 ▶ 내지하수, 내해수, 내약품성, 화학적 침식성 우수 ▶ 경화속도가 무기질계에 비해 빠르다	▶ 모체와 탄성계수, 열팽창계수가 동일하여 재균열 발생이 없다 ▶ 모체와 일체화 가능	▶ 습윤면 시공가능 ▶ 숙련된 기술 필요 없음	▶ 습윤면 시공가능 ▶ 숙련된 기술 필요 없음
단점	▶ 재료의 특성상 전문기능공 필요	▶ 유기질계에 비하여 접착강도가 떨어짐 ▶ 경화속도가 무기질계에 비해 지연됨 ▶ 재료의 특성상 전문기능공 필요	▶ 하중변화에 의한 재균열 발생 우려 ▶ 물성의 차이로 인해 시간의 경과 후 접착면 균열 발생	▶ 하중변화에 의한 재균열 발생 우려 ▶ 물성의 차이로 인해 시간의 경과 후 접착면 균열 발생

3.3.2 콘크리트 단면복구공법

가. 퍼티공법의 개요 및 사용재료

콘크리트 표면에 박리 및 열화 등의 결함이 생긴 경우에 그 결함부 주변을 내부의 건전한 콘크리트와 같은 정도의 강도를 얻어지는 부분까지 깨어내고 퍼티용 에폭시계 수지를 채워 내부 콘크리트를 방호하고 철근의 부식을 방지할 목적으로 실시하는 보수공법으로 그 개요는 <도면 : 단면 보수공법> 참조.

이 공법은 주입공법과 같이 에폭시계 수지의 강도는 높아도 탄성계수가 낮기 때문에 완전히 구조물의 일체화를 도모하기 어렵고 인장응력이 작용하는 부분의 보수에는 피하는 것이 좋다.

이 공법은 표면처리만으로는 불충분한 경우에 이용되는 공법으로 균열면 주위의 콘크리트를 V 또는 U자형으로 커트하여 충전시키는 충전공법의 일종이라 할 수있다. 통상 0.5mm이상의 비교적 큰균열에 적용하며 철근이 부식되지 않은 경우와 철근이 부식된 경우로 나누어 시공한다.

사용재료는 결함부의 크기, 깊이, 면적 등에 따라 퍼티 형태의 에폭시수지나 레진콘크리트, 시멘트 모르타르, 콘크리트 등이 사용된다.

-, 레진콘크리트 (Resin Concrete)

결함재로서 시멘트 대신에 합성수지를 쓰는 콘크리트가 레진콘크리트로서 장점으로는 부착성, 내약품성, 내동결 용해성 등이 우수하고 경화시간을 폭넓게 조절할 수가 있고 단기간에 소요강도를 얻을 수 있으나 단점으로는 내화성, 내열성이 약하고 고가이다. 이런 특징을 충분히 살려 활용하면 유력한 보수재료가 될 수 있다

현재 사용되는 레진콘크리트에는 에폭시 수지나 폴리에스테르 수지가 사용되는데 이것이 미립의 충전재 (중탄산 칼슘, 미립 실리카)나 세굴재, 조골재등을 첨가하여 사용하고 경화시간을 조절할 수 있도록 경화제 및 그의 혼합율을 적절히 조절하여 사용할 수 있다.

-, 콘크리트용 혼화재료

시멘트 그라우트, 모르타르, 콘크리트 등에 사용되는 AE제, 감수제, 경화촉진제, 급결제 등을 사용하는 것은 일반공사와 보수 즉 비수축성이 중요한 부분에는 각종 수축 감소제와 팽창성 혼화제가 주로 사용되고 있다. 또한 제조시 미리 첨가된 시멘트계 등도 유용하게 사용될 수 있다.

-, 골재

일반 공사용 콘크리트 골재와 별로 틀린 것은 없으며 때때로 인공경량 골재가 쓰이는 경우가 있

다. 또한 상기에서 언급한 레진콘크리트용의 골재는 자갈, 모래, 규사, 안산암, 석회암의 쇄석등이 쓰이며 입경은 20mm 이하, 잔골재인 경우는 5mm 이하가 일반적으로 사용되고 있다.

레진콘크리트용 골재로써 요구되는 성질은 다음과 같다.

- 강도가 클 것
- 수분이 거의 없을 것
- 수지의 경화반응을 저해하는 불순물을 함유하지 말 것
- 공극율이 적도록 입자의 크기가 알맞고 입도분포가 좋은 것을 사용할 것

나. 철근이 부식되지 않은 경우의 퍼티공법

순서	점 검 내 용	공 정	시 공 순 서	기 자 재
①	마 킹	균열조사	균열을 스케일로 확인	균열스케일,초크
②	폭, 깊이, 확인	U 및 V 커트	전동커터로 실시	전동커터
③		청 소	커트 주변청소	와이어브러쉬 등
④		프라이머 도포	솔 등으로 프라이머를 도포	솔
⑤	필 요 시	백업재 삽입		
⑥		충전재 충전	시일 작업	주입펌프
⑦	평탄성 확인	양 생		
⑧		종 료		

다. 철근이 부식된 경우의 퍼티공법

순서	점 검 내 용	공 정	시 공 순 서	기 자 재
①	철근의 녹확인	균열조사	균열 크기 확인	균열스케일,초크
②	철근의 노출	콘크리트 절삭	균열면의 철근 녹손 부위까지 절삭	허머드릴, 전동커터
③		철근의 녹제거	철근의 녹을 제거함	진동블라스트 그라인더
④		철근에 방청재 도포	솔 등으로 방청재 도포	솔
⑤	가능한 철근의 배면까지 도포	콘크리트면에 프라이머 도포	절삭된 콘크리트면에 프라이머 도포	솔
⑥	프라이머 건조확인	충전재 충전	충전 시킴	주입펌프
⑦	평탄성 확인	양 생		
⑧		종 료		

라. 철근방청공법

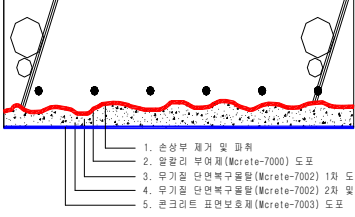
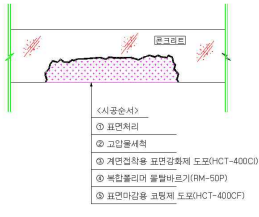
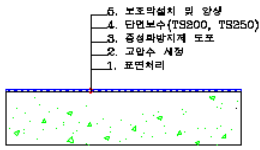
콘크리트가 파괴되어 철근이 노출되어 있으면 철근방청공법에 의한 처리가 필요하다. 노출이 오래도록 방지되면 파괴면 및 철근에 염분, 탄산화물, 부착 저해물 등이 부착되어 이것을 제거하는 데에는 브ラスト 처리가 가장 적당하다. 시공방법은 아래와 같다.

- 콘크리트 결손부 주위의 건전한 부분까지 마킹한 곳을 콘크리트 커터로 심도 3 ~ 5mm 정도로 눈금을 넣는다.
- 에어칩퍼나 절삭정 등으로 눈금을 넣은 부분의 내측 콘크리트를 건전한 부분이 나올때까지 깎아낸다.
- 철근의 녹을 와이어브러쉬, 진동 블라스트 등을 사용하여 완전히 녹을 제거한다.
- 붓이나 스프레이를 사용하여 방청제를 도포하고 건조시간을 확인하여 건조후 단면보수를 한다.

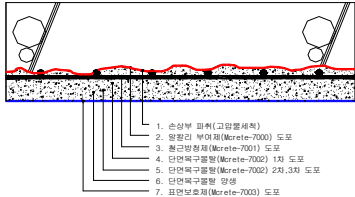
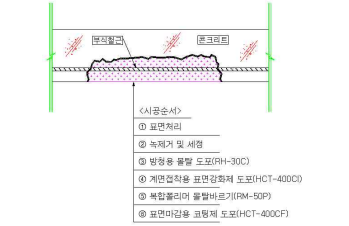
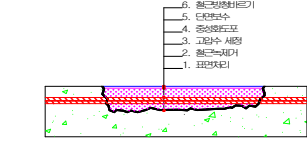
☞ 사용재료로는 다음과 같은 것들이 있다.

- 녹전환형 방청제 (인산, 유기산, 킬제리트제)
- 수지계 방청제 (에폭시수지, 아크릴수지)
- 폴리머시멘트계 방청제 (SBR계, PAE계)
- 변성 에폭시수지계 방청제 (에폭시수지, 녹전환형 방청제의 복합형)

■ 단면보수공법(미노출부) 비교표

구분	Mcrete 공법	리노 SYSTEM	MDF스프레이 공법
명칭	대상구조물의 열화상태에 따라 철근 방청처리,콘크리트 알칼리 부여제 도포, 단면복구 몰탈 도포, 콘크리트 표면보호제를 선택적으로 시공하여 보수 대상 구조물과 일체화시킴으로써 안정된 보수효과를 확보 할 수 있는 콘크리트 구조물 보수공법	알콕시 실란계 무기질 폴리머가 혼합된 표면처리제(세라탑)와 표면개질처리된 섬유 및 3원계 폴리머가 함유된 난용성 충전용 모르타(리노 몰탈)를 이용한 콘크리트 보수공법	스프레이 분사장치를 이용한 대단면 보수 공법
개요도	 <ol style="list-style-type: none"> 1. 손상부 제거 및 골취 2. 알칼리 부여제 (Mcrete-7000) 도포 3. 무기질 단면복구몰탈 (Mcrete-7002) 1차 도포 4. 무기질 단면복구몰탈 (Mcrete-7002) 2차 도포 5. 콘크리트 표면보호제 (Mcrete-7003) 도포 	 <p>〈시공순서〉</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 표면처리 ② 고인물세척 ③ 계면접착용 표면강화제 도포(HCT-400CD) ④ 복합폴리머 몰탈바르(기)(RM-50P) ⑤ 표면마감용 표형제 도포(HCT-400CF) 	 <ol style="list-style-type: none"> 1. 표면처리 2. 고인물 세정 3. 용성외방치제 도포 4. 단면보수 (TS200, TS250) 6. 보호막칠시 뒤 양생
장점	<ul style="list-style-type: none"> ◇ CO₂, Cl⁻, O₂, 수분에 대한 내침투성이 우수하다. ◇ 특수 아크릴폴리머는 먼지 침착을 최소화한다. ◇ 구조물 내 수증기를 외부로 방출시킨다. ◇ 자외선에 대한 저항성 및 내후성이 탁월하다. ◇ 수성이며 색상이 다양하다. 	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 구조물 내부 및 외부로부터의 열화인자 차단 ◇ 탄성 마감재 사용 ◇ 기존콘크리트와 보수콘크리트의 열팽창계수의 상이성에 따른 계면 탈락현상을 방지할 수 있음 	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 기존 Con'c 물성치와 유사 ◇ 작업환경 제약 적음 ◇ 인건비 절감, 작업시간 단축 ◇ 고압스프레이에 의한 높은 접착력 ◇ 대형 전력장비 필요 ◇ 리바운드로 인한 재료의 손실 ◇ 탈리 발생 가능성 ◇ 습윤면의 부착이 다소어려움
단점	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 다소 고가임 ◇ 전문기술이 필요함 	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 발수성 계면처리재에 의해 충전 모르타르의 부착력 감소 ◇ 다소 고가임 ◇ 전문기술이 필요함 	
자재현황	모르타 및 자재 국내생산	모르타 및 자재 국내생산	-

■ 단면보수공법(철근노출부) 비교표

구분	Mcrete 공법	리노 SYSTEM	MDF스프레이 공법
명칭	대상구조물의 열화상태에 따라 철근 방청처리, 콘크리트 알칼리 부여제 도포, 단면복구 몰탈 도포, 콘크리트 표면보호제를 선택적으로 시공하여 보수 대상 구조물과 일체화시킴으로써 안정된 보수효과를 확보 할 수 있는 콘크리트 구조물 보수공법	알콕시 실란계 무기질 폴리머가 혼합된 표면처리제(세라탑)와 표면개질처리된 섬유 및 3원계 폴리머가 함유된 난용성 충전용 모르타(리노 몰탈)를 이용한 콘크리트 보수공법	스프레이 분사장치를 이용한 대단면 보수 공법
개요도			
장점	<ul style="list-style-type: none"> ◇ CO₂, Cl⁻, O₂, 수분에 대한 내침 투성이 우수하다. ◇ 특수 아크릴폴리머는 먼지 침착을 최소화한다. ◇ 구조물 내 수증기를 외부로 방출시킨다. ◇ 자외선에 대한 저항성 및 내후성이 탁월하다. ◇ 수성이며 색상이 다양하다. 	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 구조물 내부 및 외부로부터의 열화 인자 차단 ◇ 탄성 마감재 사용 ◇ 기존콘크리트와 보수콘크리트의 열팽창계수의 상이성에 따른 계면 탈락현상을 방지할 수 있음 	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 기존 Con'c 물성치와 유사 ◇ 작업환경 제약 작음 ◇ 인건비 절감, 작업시간 단축 ◇ 고압스프레이에 의한 높은 접착력 ◇ 대형 전력장비 필요 ◇ 리바운드로 인한 재료의 손실 ◇ 탈리 발생 가능성 ◇ 습윤면의 부착이 다소어려움
단점	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 다소 고가임 ◇ 전문기술이 필요함 	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 발수성 계면처리제에 의해 충전 모르타르의 부착력 감소 ◇ 다소 고가임 ◇ 전문기술이 필요함 	
자재현황	모르타 및 자재 국내생산	모르타 및 자재 국내생산	-

3.3.3 단면보수 (백태)공법

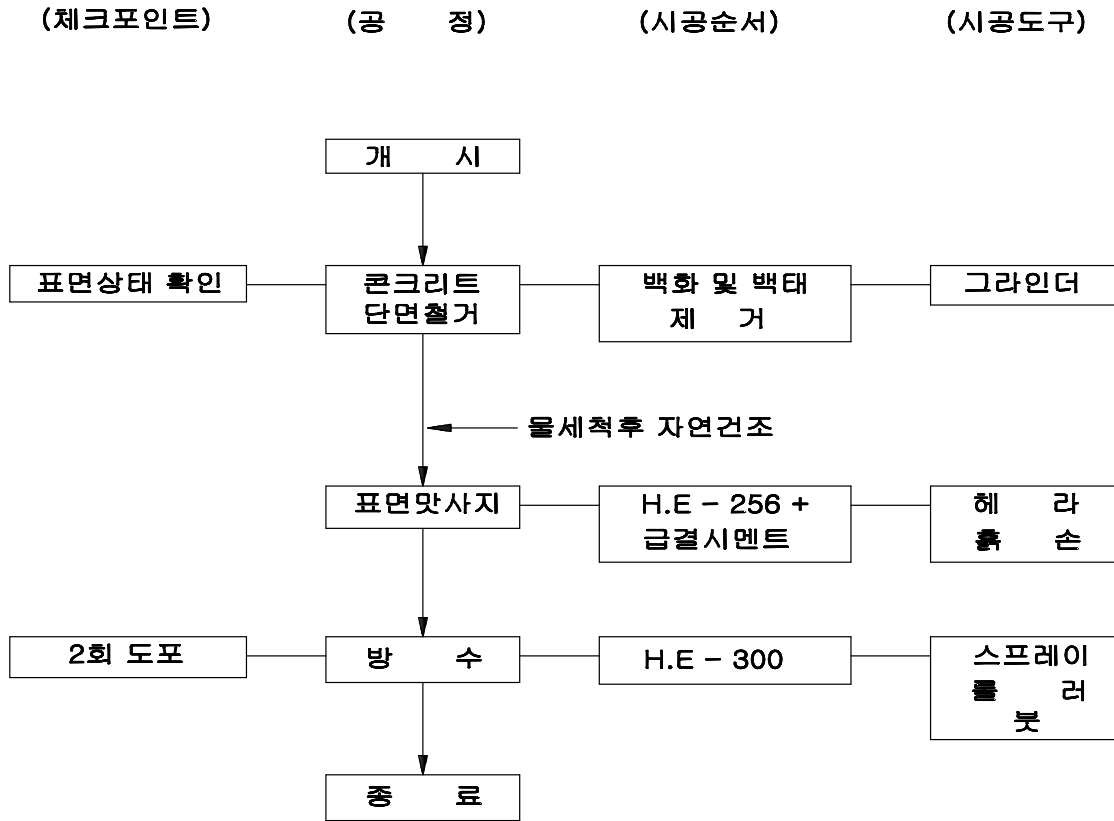
가. 공법의 개요

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

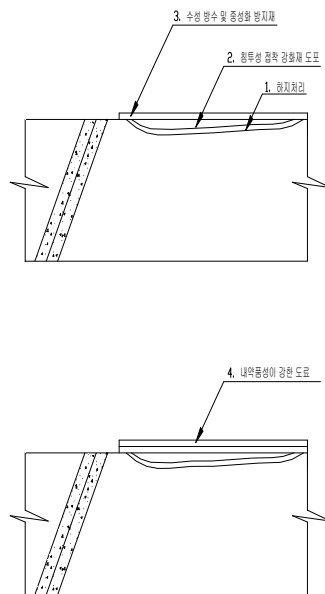
나. 시공방법

- 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/cm²)의 압력으로 한다.
- 3) 기존 콘크리트의 구체 및 표면강화를 위하여 H.E-256(침투성 접착 강화제)+금결시멘트로 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 3.3.1】 누수 및 백화부위 보수공법

3.4 유지관리방안



3.4.1 개요

본 구조물에 대한 정밀점검을 통하여 시설물의 구조적·기능적 결함을 발견하고, 그에 대한 적절한 조치를 취하기 위하여 외관조사 및 결함의 원인 등을 조사·측정·평가하고, 보수·보강 등의 방법을 제시함으로써 재해 및 재난을 예방하고 시설물의 효용증진과 공공의 안전을 확보해야한다. 금번 실시한 점검에서 이상이 발견된 개소에 대하여는 향후 반드시 보수·보강을 실시하여야 하고 다음에 제시하는 유지관리방안 및 중점점검방안에 따라 정기점검 ◀분기별 1회 이상▶이 이루어져야 한다.

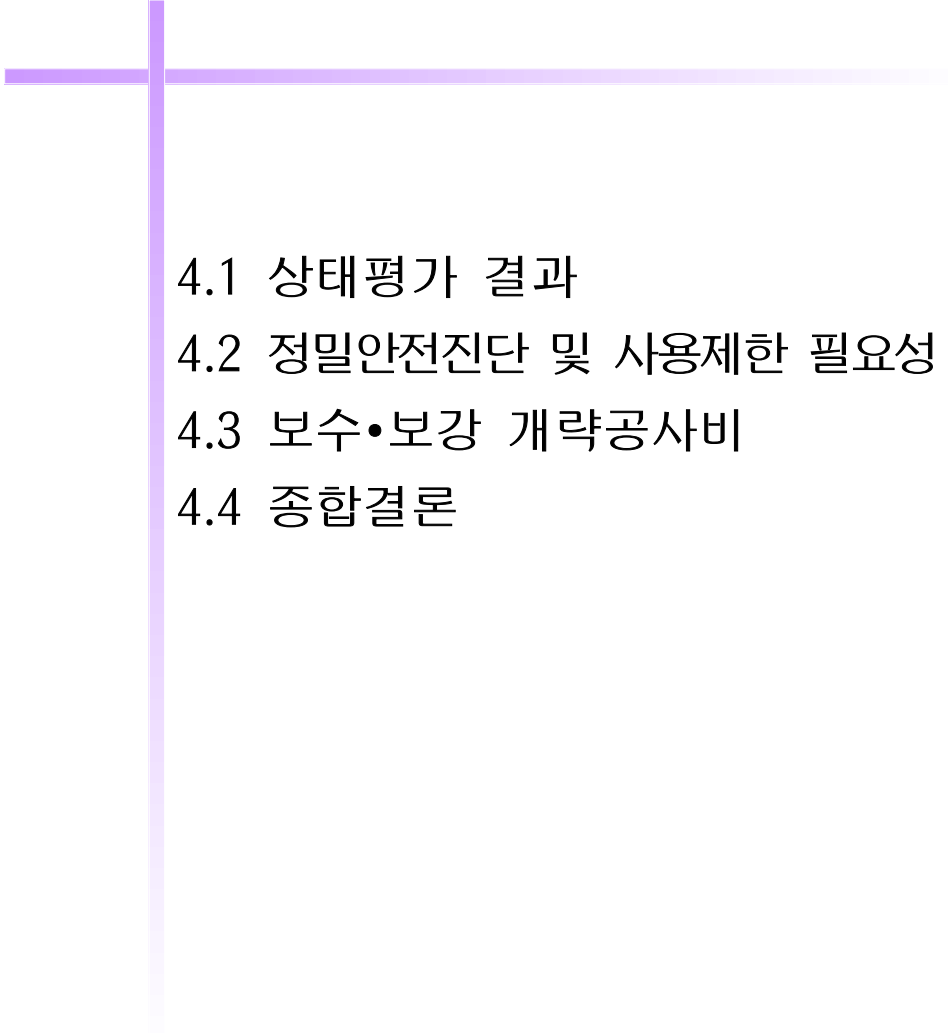
3.4.2 유지관리방안

정밀점검의 실시결과에 근거하여 구조물의 전체적인 안전성, 기능성, 내구성 등을 향상 및 유지하기 위한 유지관리방안을 다음과 같이 제안한다.

부재명	손상현황	유지 관리 방안	보수시기
BOX 슬래브하면	■ 균열 및 망상균열	<ul style="list-style-type: none"> ■ 슬래브하면에 온도 및 건조수축, 고정하중 및 지속적인 활하중에 의한 균열 및 망상균열이 조사되었으며, 전년도 점검결과와 비교해 볼 때 일부 손상이 증가되었으나, 균열폭의 증가는 없으므로 0.3mm이상 균열은 수지주입공법으로 보수를 실시하고 진전여부 확인 후 표면처리공법으로 보수가 요망됨. 	수시



제 4 장 종합결론

- 
- 4.1 상태평가 결과
 - 4.2 정밀안전진단 및 사용제한 필요성
 - 4.3 보수·보강 개략공사비
 - 4.4 종합결론

제 4 장 종합결론

4.1 상태평가 결과

4.1.1 외 관 조사

부재명		정밀점검 결과	손상원인	손상물량	등급
지하차도 Box	상부	■아스콘 중균열	■접속부 토사 침하	30m	B
		■균열(0.3mm이상)	■온도 및 건조수축	15.5m	
		■철근노출	■피복부족	0.09m ²	
		■이격	■공용중 노후화	1.5m	
		■난간변형	■공용중 차량 충돌	2EA	
	상부슬래브	■균열(0.3mm미만)	■온도 및 건조수축, 고정하중 및 지 속적인 활하중	421.45m	B
		■균열(0.3mm이상)	■온도 및 건조수축, 고정하중 및 지 속적인 활하중	6.3m	
		■망상균열	■온도 및 건조수축, 고정하중 및 지 속적인 활하중	27.9m ²	
		■콘크리트 박리/파손	■차량충돌	1.47m ²	
	벽체	■타일파손	■차량충돌	11EA	B
	기둥 및 거더	■균열(0.3mm 미만)	■통행하중 및 응력집중부	9.75m	B
		■균열(0.3mm 이상)	■통행하중 및 응력집중부	10.5m	
		■콘크리트 파손	■차량충돌	0.3m ²	
	포장부 및 배수시설	■상태양호	-	-	A
U-TYPE 구간	■균열(0.3mm 이상)	■온도 및 건조수축	5m	B	
	■콘크리트 탈락	■외부 충격	0.09m ²		

4.1.2

내구성

조사

시 험 항 목	결 과 분 석	판정결과
강도 시험	•반발경도법에 의한 콘크리트 압축강도를 측정한 결과 설계강도(24.0MPa)를 만족하는 건전한 상태로 평가됨.	I (건전)
탄산화 시험	•페놀프탈레인용액을 이용하여 탄산화 시험을 실시한 결과 측정된 각 부재별 탄산화 깊이는 철근 피복두께의 1/2범위 이하로서 탄산화에 따른 철근 부식 등의 내구성 저하가 없는 안전한 상태로 평가됨.	b등급
철근탐사시험	•철근배근탐사를 실시한 결과 설계치를 만족하는 양호한 상태로 평가됨.	양호

4.1.3 상태평가 결과종합

가. 지하차도 결함지수 산정

SPAN. NO	균열	파손 및 손상	누수	재질열화					결함점수 합계	지하차도 결함지수
				박리	층분리 및 박락	백태	철근 노출	탄산화		
신정교 동측 지하차도	1	6	1	0	0	0	0	1	8	0.222
	2	4	0	0	0	0	0	1	5	0.139
	3	4	0	0	0	0	0	1	5	0.139
	4	6	0	0	0	0	0	1	7	0.194
산술평균		5.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	6.25	0.173

※ 1 span = Sta 10m

나. 지하차도 상태평가 등급산정

항목	라 이 닝								터널 주변				합계	결함 지수
	균열	손상	누수	재질 열화					배수상태	지반상태	갱문상태	특수조건		
				박리	박락	백태	탄산화	철근 노출						
결함 점수	5.00	0.25	0.00	0.0	0.0	0.0	1	0	1	0	0	1	8.25	0.229

상태평가 점수	0.229
상태평가 등급	B

4.2 정밀안전진단 및 사용제한 필요성

정밀점검 대상 시설물인 신정교동축지하차도는 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

부재명	정밀점검 결과	보수공법	단위	손상물량	단가	공사비	보수 시기	
본체 BOX	상부	■아스콘 중균열	■아스콘 팻칭공법	m	30	220,000	6,600,000	중기
		■균열(0.3mm이상)	■수지주입공법	m	15.5	97,719	1,514,645	단기
		■철근노출	■단면복구공법	m ²	0.09	111,672	10,050	단기
		■이격	■수지주입공법	m	1.5	97,719	146,579	단기
		■난간변형	■난간 재설치	EA	2	57,064	114,128	중기
	상부 슬래브	■균열(0.3mm미만)	■주의관찰	m	421.45	-	0	-
		■균열(0.3mm이상)	■수지주입공법	m	6.3	97,719	615,630	단기
		■망상균열	■표면처리공법	m ²	27.9	33,475	933,953	중기
		■콘크리트 박리/파손	■단면복구공법	m ²	1.47	108,900	160,083	단기
	벽체	■타일파손	■타일설치	EA	11	70,000	770,000	중기
	기둥 및 거더	■균열(0.3mm 미만)	■주의관찰	m	9.75	-	0	-
		■균열(0.3mm 이상)	■수지주입공법	m	10.5	97,719	1,026,050	단기
		■콘크리트 파손	■단면복구공법	m ²	0.3	108,900	32,670	단기
	U-TYPE 구간	■균열(0.3mm 이상)	■수지주입공법	m	5	97,719	488,595	단기
		■콘크리트 탈락	■단면복구공법	m ²	0.09	108,900	9,801	단기
총 개략공사비						₩12,422,184		

※ 2009년도 서울특별시 도로 및 시설물 유지보수공사 설계지침 II(시설물분야)적용

▶ 우선순위 별 보수·보강 개략공사비

구분	단기방안	중기방안	총공사비	비고
순공사비	10,604,103원	1,818,081원	12,422,184원	
제경비	5,302,052원	909,040.5원	6,211,092원	
총공사비	15,906,155원	2,727,122원	18,633,277원	

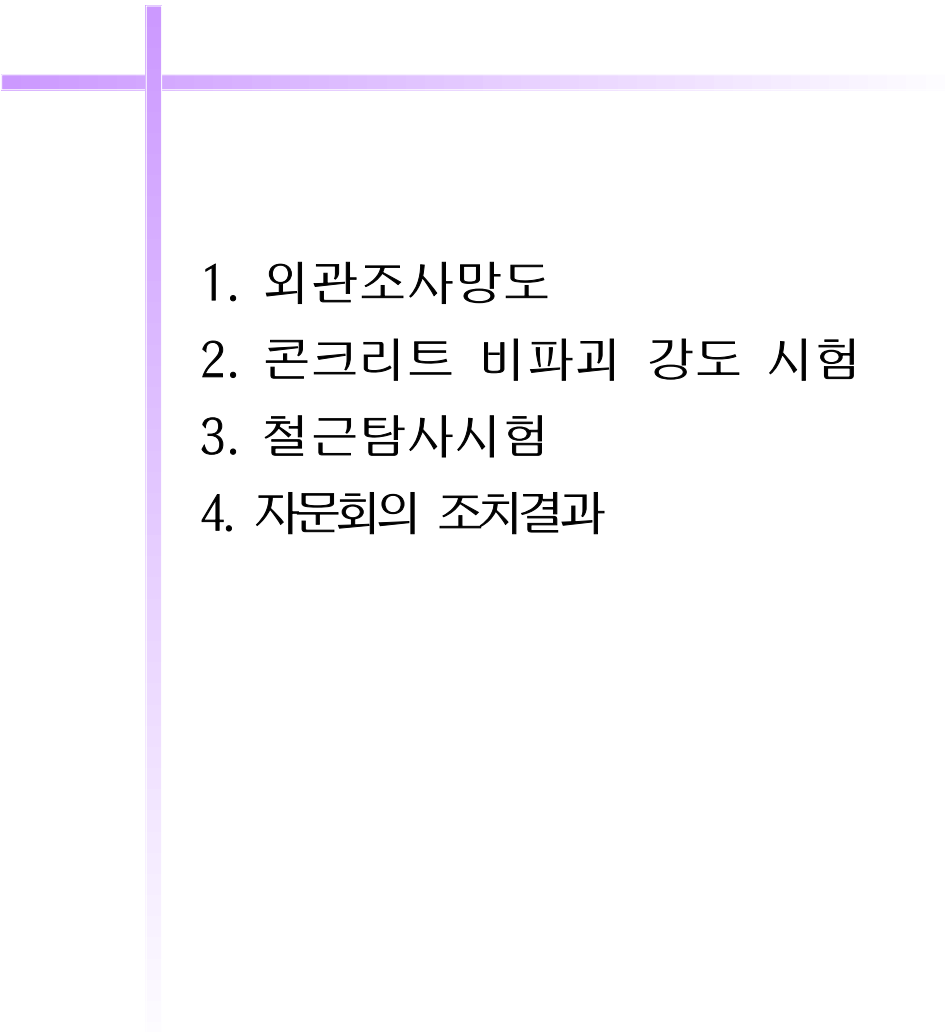
4.4 종합결론

▶ 본 정밀점검 대상 구조물인 **신정교동측지하차도(1990년 준공)** 공용기간이 19년 경과된, 서울특별시 영등포구 문래동 5가 27에 위치한 구조물로서 **연장 62.0m, RC Rahmen구조**의 지하차도이다

- 1) 금번 정밀점검결과 전체적으로 양호한 상태이나, 본체 BOX 슬래브에 다수 발생된 균열, 망상 균열은 구조물의 내구성 및 미관 확보를 위해서 부분적인 보수보다는 0.3mm이상 균열의 수 지주입보수 후 전체적인 표면처리보수가 요망된다.
- 2) 콘크리트 내구성시험을 실시한 결과 콘크리트 비파괴 강도, 탄산화 시험, 철근탐사시험은 전반적으로 시방기준에 만족하는 것으로 측정 조사되었다.
- 3) 본 신정교동측지하차도 상태평가 결과 0.229 B등급 시설물로서 현재 발생된 손상부에 대한 보수 완료 후 손상의 재 발생여부를 주의관찰하며 정기적인 점검과 지속적인 유지관리가 이루어진다면 안전성 및 내구성 확보가 유지될 수 있을 것이다.



부록

- 
1. 외관조사망도
 2. 콘크리트 비파괴 강도 시험
 3. 철근탐사시험
 4. 자문회의 조치결과

1. 외관조사망도

2. 콘크리트 비파괴 조사

3. 자문회의 조치결과