신상교 등 4개소 정밀안전점검 용역

종 합 보 고 서

- 대상시설물 -

계남고가교, 당아래지하차도,
상동지하차도, 신상교

2020. 06.

발 주 처 : 부 천 시

진단기관 : 효 심 주 식 회 사

2020. 06

신상교 등 4개소 정밀안전점검 용역 종합보고서

계남고가교
당아래지하차도
상동지하차도
신상교

효심 주식회사

제 출 문

부천시장 귀하

귀 시와 2020년 04월 17일자로 계약 체결한 『**신상교 등 4개소 정밀안전점검 용역**』에 대한 과업을 성실히 수행하고 그 결과를 본 보고서에 수록하여 부속자료와 함께 제출합니다.

2020년 07월 15일

효 심 주 식 회 사

대 표 이 사 남 영 신 (인)

계남고가교 정밀안전점검 결과표

가. 일반현황

용 역 명	신상교 등 4개소 정밀안전점검 용역	**점검기간**	2020.04.17 ~ 2020.07.15		
관리주체명	부천시 도로사업단 도로관리과	**대 표 자**	부천시장		
공동수급	단독	**계약방법**	일반경쟁입찰		
시설물 구분	교량	**종 류**	도로교량	**종 별**	1
준 공 일	1993년 03월 20일	**점검금액 (천원)**	22,830	**안전등급**	B
시설물 위치	부천시 원미구 중3동	**시설물 규모**	L=250.0m, B=23.5m		

나. 점검 실시결과 현황

중대결함	· 없음
점검 주요결과	· PSC박스 외부 : 균열(cw=0.2㎜미만), 균열(cw=0.2㎜이상), 재료분리, 표면열화 · PSC박스 내부 : 균열(cw=0.2㎜미만), 균열(cw=0.2㎜이상), 백태, 재료분리, 박락, 정착단 균열, 보수부 재균열 · PSC박스 격벽 : 균열(cw=0.2㎜ 미만), 균열(cw=0.2㎜ 이상), 철근노출, 표면보수재 균열, 표면보수재 망상균열 · 교대 : 균열(cw=0.2㎜ 이하) · 교각 : 균열(cw=0.2㎜이하), 균열(cw=0.3㎜이상), 망상균열, 보수부 들뜸, 시공이음부 균열, 표면보수재 균열, 안전난간 파손 · 교량받침 : 상태양호 · 신축이음장치 : 상태양호 · 교면포장 : 포장부 균열, 망상균열, 아스콘 열화, 파손, 포트홀, 소성변형 · 배수시설 : 배수구 막힘 · 난간 및 연석 : 균열(cw=0.2㎜ 이하), 박리, 박락 · 접속부 옹벽 : 균열(cw=0.2㎜이하), 균열(cw=0.3㎜이상), 백태, 박리, 박락, 재료분리, 철근노출
주요 보수·보강	· 주요보수 : 표면처리, 주입보수, 단면보수, 단면보수+방청, 재설치, 청소 · 주요보강 : 없음

다. 책임(참여)기술자 현황

구 분	성 명	과업 참여기간	기술등급
사업책임기술자	함 영 준	2020.04.17 ~ 2020.07.15	특급기술자
참여기술자	신 철	2020.04.17 ~ 2020.06.30	특급기술자
참여기술자	이 지 은	2020.04.17 ~ 2020.05.31	중급기술자
참여기술자	김 원 준	2020.04.17 ~ 2020.07.15	초급기술자
참여기술자	이 영 준	2020.06.03 ~ 2020.07.15	초급기술자

라. 참고사항

· 없음

계남고가교 정밀안전점검 실시결과 요약표

책임기술자 종합의견
· 외관조사 결과, 구조물의 안전성에 영향을 미칠만한 구조적 손상이나 중대결함 등은 발생되지 않은 상태인 것으로 조사됨. · 구조물에 발생된 주요손상으로 PSC박스 균열(cw=0.2㎜이상), 교각 균열균열(cw=0.3㎜이상), 배수시설 배수관 파손, 막힘, 교량받침 연단거리 부족 등이 조사되어 보수 및 지속적인 주의관찰과 유지관리가 요구됨. · 외관조사 및 내구성조사를 통한 상태평가 결과는 “B” (0.130 ≤ F(0.216) < 0.260)로 검토되어, 계남고가교의 안전등급은 “B등급(양호)” 으로 지정됨. 책임기술자 : 함 영 준 (서명)

가. 정밀안전점검 외관조사 결과 기본사항

상태평가 결과 및 보수·보강				상태평가 결과 : B
결함발생 부재		상태평가 결 과	결함종류	보수·보강(안)
상부 구조	PSC 거더 외부	b~c	· 균열(cw=0.2㎜ 미만) · 균열(cw=0.2㎜ 이상) · 재료분리 · 표면열화	· 표면처리 · 표면처리 · 단면보수 · 단면보수
	PSC 거더 내부	b~c	· 균열(cw=0.2㎜ 미만) · 균열(cw=0.2㎜ 이상) · 백태 · 재료분리, 박락 · 정착단 균열 · 보수부 재균열	· 표면처리 · 표면처리 · 표면처리 · 단면보수 · 표면처리 · 표면처리
	PSC 거더 격벽	b~c	· 균열(cw=0.2㎜ 미만) · 균열(cw=0.2㎜ 이상) · 철근노출 · 표면보수재 균열 · 표면보수재 망상균열	· 표면처리 · 표면처리 · 방청+단면보수 · 표면처리 · 표면처리
기타 부재	교면 포장	b	· 포장균열 · 포장망상균열	· 표면처리 · 표면처리
	배수 시설	c	· 상태양호	-

상태평가 결과 및 보수·보강				상태평가 결과 : B
결함발생 부재		상태평가 결 과	결함종류	보수·보강(안)
기타 부재	난간 연석	b	· 균열(cw=0.2㎜ 이하) · 박리, 박락	· 표면처리 · 단면보수
	신축 이음	a	· 상태양호	-
교량받침		a	· 상태양호	-
하부 구조	교대	b	· 균열(cw=0.2㎜ 이하)	-
	교각	b~c	· 균열(cw=0.2㎜ 이하) · 균열(cw=0.3㎜ 이상) · 망상균열 · 보수부 들뜸 · 시공이음부 균열 · 표면보수재 균열 · 안전난간 파손	· 표면처리 · 주입보수 · 표면처리 · 단면보수 · 표면처리 · 표면보수 · 재설치
	기초부	-	-	-

나. 안전성평가 결과

안전성평가 수행 부재	해석방법	안전성평가 결과 요약	최소안전율	안전성평가 결과
-	-	-	-	-

다. 내진성능 검토 수행 여부

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
-	불명	-	-

라. 현장시험(비파괴 및 추가시험)

구 분		내구성조사 결과			평가의견
비파괴 압축강도	상부구조	시험결과(㎫) Ⓐ	설계기준강도(㎫) Ⓑ	강도비(%) Ⓐ/Ⓑ×100	양호
		40.7~42.8	40.0	101.7~107.0	
	하부구조	시험결과(㎫) Ⓐ	설계기준강도(㎫) Ⓑ	강도비(%) Ⓐ/Ⓑ×100	양 호
		25.4~26.8	24.0	106.0~111.8	
탄산화 깊이측정	상부구조	탄산화 깊이(㎜)	탄산화 잔여깊이(㎜)	상태평가 기준	부식발생 우려없음
		6.5~9.0	39.0~43.5	a	
	하부구조	탄산화 깊이(㎜)	탄산화 잔여깊이(㎜)	상태평가 기준	부식발생 우려없음
		9.0~12.0	31.0~45.5	a	

계남고가교 현황표

구분		내용	구분		내용
시설물명		계남고가교	시설물번호		BR1993-0000015
준공년도		1993년 03월 20일	관리번호		-
시설물위치		경기도 부천시 원미구 중3동 중부경찰서 앞			
설계하중		DB-24 / DL-24	노선명(이정)		시도
제원	연장	L=250.0m(2@45.0+2@50.0+60.0)			
	폭	B=23.5m(왕복 6차선)			
구조 형식	상부	PSC박스거더	기초 형식	교대	강관PILE
	하부	교대 : A1 중력식, A2 역T형 교각 : 벽식(P1~P4)		교각	P1~P3 : 강관PILE P4 : 기초보강 (C.I.P Tie-Cable)
교량받침		포트받침 (P3, P4침하대비용 유압장치설치)	신축이음		강핑거조인트
교차시설물		도로(신흥로)	통과높이		5.1m
설계사		-	시공사		신화건설(주)
내진설계유무		불명	관리주체		부천시청 도로관리과

당아래지하차도 정밀안전점검 결과표

가. 일반현황

용 역 명	신상교 등 4개소 정밀안전점검 용역	**점검기간**	2020.04.17 ~ 2020.07.15		
관리주체명	부천시 도로사업단 도로관리과	**대 표 자**	부천시장		
공동수급	단독	**계약방법**	일반경쟁입찰		
시설물 구분	교량	**종 류**	도로교량	**종 별**	2
준 공 일	2012년 12월 31일	**점검금액 (천원)**	7,159	**안전등급**	B
시설물 위치	부천시 원미구 춘의동 3-1	**시설물 규모**	L=140.0m, B=23.0m		

나. 점검 실시결과 현황

중대결함	· 없음
점검 주요결과	· 슬래브하면 : 균열(cw=0.2㎜이하), 망상균열, 백태, 실링제 파손, 누수흔적 · 벽체부 : 긁힘 · 기둥부 : 균열(cw=0.3㎜이상), 표면열화, 박리 · 입 · 출구부 : 상태양호 · U-Type 옹벽 : 균열(cw=0.2㎜이하), 균열(cw=0.3㎜이상), 균열, 백태, 재료분리, 철근노출, 실런트 파손, 누수흔적 · 포장부 : 균열(cw=0.3㎜이상), 포장파손 · 배수시설 : 상태양호 · 연석 및 중앙분리대 : 균열(cw=0.3㎜이상), 열화, 박리, 박락, 도장탈락, 열화 · 신축이음부 : 고무재 파손, 후타재 파손, 열화 · 기타시설 : 균열(cw=0.3㎜이상), 보수부 들뜸, 보수부 탈락, 누수
주요 보수·보강	· 주요보수 : 표면처리, 주입보수, 단면보수, 단면보수+방청, 재도장, 실링보수 · 주요보강 : 없음

다. 책임(참여)기술자 현황

구 분	성 명	과업 참여기간	기술등급
사업책임기술자	함 영 준	2020.04.17 ~ 2020.07.15	특급기술자
참여기술자	신 철	2020.04.17 ~ 2020.06.30	특급기술자
참여기술자	이 지 은	2020.04.17 ~ 2020.05.31	중급기술자
참여기술자	김 원 준	2020.04.17 ~ 2020.07.15	초급기술자
참여기술자	이 영 준	2020.06.03 ~ 2020.07.15	초급기술자

라. 참고사항

· 없음

당아래지하차도 정밀안전점검 실시결과 요약표

책임기술자 종합의견
· 외관조사 결과, 구조물의 안전성에 영향을 미칠만한 구조적 손상이나 중대결함 등은 발생되지 않은 상태인 것으로 조사됨. · 구조물에 발생된 주요손상으로 Box 구간 실링제 파손, 누수흔적, U-Type 옹벽 균열(cw=0.3㎜이상), 신축이음부 고무재 파손, 후타재 파손 및 열화 등이 조사되어 보수가 요구됨. · 외관조사 및 내구성조사를 통한 상태평가 결과는 "B" (0.150 ≤ F(0.151) < 0.300)로 검토되어, 당아래지하차도의 안전등급은 "B등급(양호)" 으로 지정됨. 책임기술자 : 함 영 준 (서명)

가. 정밀안전점검 외관조사 결과 기본사항

상태평가 결과 및 보수·보강				상태평가 결과 : B
결함발생 부재		상태평가 결과	결함종류	보수·보강(안)
본선 Box 구간	슬래브하면	a~b	· 균열(cw=0.2㎜이하) · 망상균열 · 백태 · 실링제 파손, 누수흔적	· 표면처리 · 표면처리 · 표면처리 · 실링보수, 주의관찰
	벽체부	b	· 긁힘	· 주의관찰
	기둥부	a~b	· 균열(cw=0.3㎜이상) · 표면열화 · 박리	· 주입보수 · 단면보수 · 단면보수
	입 · 출 구부	a	· 상태양호	-
U-Type 옹벽		b~c	· 균열(cw=0.2㎜이하) · 균열(cw=0.3㎜이상) · 균열, 백태	· 표면처리 · 주입보수 · 표면처리
		b~c	· 재료분리 · 철근노출	· 단면보수 · 방청+단면보수
		b	· 실런트 파손	· 실링보수

상태평가 결과 및 보수·보강				상태평가 결과 : B
결함발생 부재		상태평가 결과	결함종류	보수·보강(안)
부대시설	포장부	a~b	· 균열(cw=0.3㎜이상) · 포장파손	· 주의관찰 · 주의관찰
	배수 시설	a	· 상태양호	-
	연석 및 중앙분리대	a~c	· 균열(cw=0.3㎜이상) · 열화, 박리, 박락 · 도장탈락, 열화	· 주입보수 · 단면보수 · 재도장
	신축이음부	c	· 고무재 파손 · 후타재 파손, 열화	· 재설치 · 재설치
기타시설		b~c	· 균열(cw=0.3㎜이상) · 보수부 들뜸 · 보수부 탈락, 누수	· 주입보수 · 단면보수 · 단변보수, 주입보수

나. 안전성평가 결과

안전성평가 수행 부재	해석방법	안전성평가 결과 요약	최소안전율	안전성평가 결과
-	-	-	-	-

다. 내진성능 검토 수행 여부

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
-	Y	반영	-

라. 현장시험(비파괴 및 추가시험)

구 분		내구성조사 결과			평가의견
비파괴 압축강도	BOX 구간	시험결과(㎫) Ⓐ	설계기준강도(㎫) Ⓑ	강도비(%) Ⓐ/Ⓑ×100	양호
		29.6~31.7	27.0	109.7~117.5	
	옹벽 구간	시험결과(㎫) Ⓐ	설계기준강도(㎫) Ⓑ	강도비(%) Ⓐ/Ⓑ×100	양 호
		29.5~30.6	27.0	109.3~113.3	
탄산화 깊이측정	BOX 구간	탄산화 깊이(㎜)	탄산화 잔여깊이(㎜)	상태평가 기준	부식발생 우려없음
		8.5~9.5	68.5~70.5	a	
	옹벽 구간	탄산화 깊이(㎜)	탄산화 잔여깊이(㎜)	상태평가 기준	부식발생 우려없음
		7.5~9.0	53.5~57.5	a	

당아래지하차도 현황표

구분		내용	구분	내용
시설물명		당아래지하차도	시설물번호	UR2013-0000014
준공년도		2012년 12월 31일	관리번호	-
시설물위치		경기도 부천시 원미구 춘의동 3-1		
시설물구분		터널(2종 시설물)	노선명(이정)	시도
제원	연장	L=510.0m (Box구간 : 140.0m, U-Type구간 : 370.0m)		
	폭	B=23.0m (6차로)		
구조 형식		U-Type 옹벽 R.C Box형식	높이	4.5m
주요공법		개착식	보조공법	H-PILE
배수형식		측벽하부 배수식	구배	-4.8%
환기		자연환기	선형	직선
설계사		(주)대한컨석탄트외5개사	시공사	현대건설(주) 외 2개사
내진설계유무		적용	관리주체	부천시청 도로관리과

상동지하차도 정밀안전점검 결과표

가. 일반현황

용 역 명	신상교 등 4개소 정밀안전점검 용역	점검기간	2020.04.17 ~ 2020.07.15		
관리주체명	부천시 도로사업단 도로관리과	대 표 자	부천시장		
공동수급	단독	계약방법	일반경쟁입찰		
시설물 구분	교량	종 류	도로교량	종 별	2
준 공 일	2002년 07월 20일	점검금액 (천원)	12,193	안전등급	B
시설물 위치	부천시 원미구 상동 624-3	시설물 규모	L=235.3m, B=21.0m		

나. 점검 실시결과 현황

중대결함	· 없음
점검 주요결과	· 슬래브하면 : 균열(cw=0.2㎜이하), 균열(cw=0.3㎜이상), 망상균열, 도장탈락, 균열 및 백태, 누수 및 백태, 보강부 균열, 들뜸, 재균열, 유도배수관 탈락, 길이부족 등 · 벽체부 : 타일균열, 들뜸, 탈락, 파손, 누수흔적 및 백태 · 기둥부 : 균열(cw=0.2㎜이하), 타일들뜸, 탈락, 파손, 열화, 층분리, 박락, 파손 · 입 · 출구부 : 균열, 백태 · U-Type 옹벽 : 균열(cw=0.2㎜이하), 균열, 백태 · 포장부 : 균열(cw=0.3㎜이상), 포장 긁힘, 파손, 박리 · 배수시설 : 배수로 트렌치 망실 · 연석 및 중앙분리대 : 균열(cw=0.2㎜이하), 균열(cw=0.3㎜이상), 열화, 박리, 박락, 도장탈락, 열화 · 신축이음부 : 신축이음부 누수 · 기타시설 : 균열, 망상균열, 백태, 누수, 백태
주요 보수·보강	· 주요보수 : 표면처리, 주입보수, 단면보수, 재도장, 타일 재설치, 청소 · 주요보강 : 없음

다. 책임(참여)기술자 현황

구 분	성 명	과업 참여기간	기술등급
사업책임기술자	함 영 준	2020.04.17 ~ 2020.07.15	특급기술자
참여기술자	신 철	2020.04.17 ~ 2020.06.30	특급기술자
참여기술자	이 지 은	2020.04.17 ~ 2020.05.31	중급기술자
참여기술자	김 원 준	2020.04.17 ~ 2020.07.15	초급기술자
참여기술자	이 영 준	2020.06.03 ~ 2020.07.15	초급기술자

라. 참고사항

· 없음

상동지하차도 정밀안전점검 실시결과 요약표

책임기술자 종합의견
· 외관조사 결과, 구조물의 안전성에 영향을 미칠만한 구조적 손상이나 중대결함 등은 발생되지 않은 상태인 것으로 조사됨. · 구조물에 발생된 주요손상으로 Box 구간 슬래브 하면 조인트부 누수, 벽체 누수흔적 및 백태, 기둥부 타일탈락 등이 조사되어 보수가 요구됨. · 외관조사 및 내구성조사를 통한 상태평가 결과는 “B” (0.150 ≤ F(0.227) < 0.300)로 검토되어, 상동지하차도의 안전등급은 “B등급(양호)” 으로 지정됨. 책임기술자 : 함 영 준 (서명)

가. 정밀안전점검 외관조사 결과 기본사항

상태평가 결과 및 보수·보강				상태평가 결과 : B
결함발생 부재		상태평가 결과	결함종류	보수·보강(안)
본선 Box 구간	슬래브하면	a~b	· 균열(cw=0.2㎜이하) · 균열(cw=0.3㎜이상) · 망상균열, 도장탈락 · 균열 및 백태 · 누수 및 백태 · 보강부 균열, 들뜸, 재균열 · 유도배수관 탈락, 길이부족 등	· 표면처리 · 주입보수 · 표면처리 · 표면처리 · 유도배수관 재설치, 표면처리 · 단면보수, 표면처리 · 유도배수관 재설치
	벽체부	b	· 타일균열, 들뜸, 탈락, 파손 · 누수흔적 및 백태	· 타일 재설치 · 표면처리
	기둥부	a~b	· 균열(cw=0.2㎜이하) · 타일들뜸, 탈락, 파손 · 열화, 층분리 · 박락, 파손	· 표면처리 · 단면보수 · 단면보수 · 단면보수
	입 · 출 구부	a	· 균열, 백태	· 단면보수
U-Type 옹벽		b~c	· 균열(cw=0.2㎜이하) · 균열, 백태	· 표면처리 · 표면처리

상태평가 결과 및 보수·보강				상태평가 결과 : B
결함발생 부재		상태평가 결과	결함종류	보수·보강(안)
부대시설	포장부	a~b	· 균열(cw=0.3㎜이상) · 포장 긁힘, 파손, 박리	· 주의관찰 · 주의관찰
	배수 시설	a	· 배수로 트렌치 망실	· 재설치
	연석 및 중앙분리대	a~c	· 균열(cw=0.2㎜이하) · 균열(cw=0.3㎜이상) · 열화, 박리, 박락 · 도장탈락, 열화	· 표면처리 · 주입보수 · 단면보수 · 재도장
	신축이음부	b	· 신축이음부 누수	· 신축이음 재설치
기타시설		b~c	· 균열, 망상균열, 백태 · 누수, 백태	· 표면보수 · 주입보수, 표면보수

나. 안전성평가 결과

안전성평가 수행 부재	해석방법	안전성평가 결과 요약	최소안전율	안전성평가 결과
-	-	-	-	-

다. 내진성능 검토 수행 여부

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
-	-	불명	-

라. 현장시험(비파괴 및 추가시험)

구 분		내구성조사 결과			평가의견
비파괴 압축강도	BOX 구간	시험결과(㎫) Ⓐ	설계기준강도(㎫) Ⓑ	강도비(%) Ⓐ/Ⓑ×100	양호
		25.2~26.4	24.0	105.0~110.0	
	옹벽 구간	시험결과(㎫) Ⓐ	설계기준강도(㎫) Ⓑ	강도비(%) Ⓐ/Ⓑ×100	양 호
		24.2~26.1	24.0	100.7~108.8	
탄산화 깊이측정	BOX 구간	탄산화 깊이(㎜)	탄산화 잔여깊이(㎜)	상태평가 기준	부식발생 우려없음
		13.5~14.5	54.5~56.5	a	
	옹벽 구간	탄산화 깊이(㎜)	탄산화 잔여깊이(㎜)	상태평가 기준	부식발생 우려없음
		12.5~15.0	49.5~51.0	a	

상동지하차도 현황표

구분		내용	구분	내용
시설물명		상동지하차도	시설물번호	UR2005-0000018
준공년도		2002년 07월 20일	관리번호	-
시설물위치		경기도 부천시 원미구 상동 624-3		
시설물구분		터널(2종 시설물)	노선명(이정)	시도
제원	연장	L=612.3m (Box구간 : 235.3m, U-Type구간 : 377.0m)		
	폭	B=21.0m (4차로)		
구조 형식		U-Type 옹벽 R.C Box형식	높이	4.3m
주요공법		개착식	보조공법	H-PILE
배수형식		측벽하부 배수식	구배	6.0%
환기		자연환기	선형	직선
설계사		두산엔지니어링	시공사	쌍용건설
내진설계유무		불명	관리주체	부천시청 도로관리과

신상교 정밀안전점검 결과표

가. 일반현황

용 역 명	신상교 등 4개소 정밀안전점검 용역	점검기간	2020.04.17 ~ 2020.07.15		
관리주체명	부천시 도로사업단 도로관리과	대 표 자	부천시장		
공동수급	단독	계약방법	일반경쟁입찰		
시설물 구분	교량	종 류	도로교량	종 별	2
준 공 일	2006년 10월 12일	점검금액 (천원)	19,473	안전등급	B
시설물 위치	부천시 원미구 상동 701-57	시설물 규모	L=160.52m, B=40.0m		

나. 점검 실시결과 현황

중대결함	· 없음
점검 주요결과	· 바닥판하면 : 균열(cw=0.2㎜이하), 균열부백태, 백태, 망상균열, 콜드조인트, 파손, 파손 및 철근노출 · 거더 : 균열(cw=0.1㎜), 균열(cw=0.2㎜), 망상균열, 균열부 백태, 파손, 재료분리 · 가로보 : 균열(cw=0.2㎜이하), 박락, 박리, 철근노출 · 교대, 교각 : 균열(cw=0.2㎜이하), 균열(cw=0.3㎜이상), 망상균열, 백태, 박리, 박락, 실런트 파손, 표면오염, 누수흔적, 점검통로 파손, 부식표면박리, 표면열화, 오염 · 교량받침 : 받침몰탈균열, 망상균열, 망침콘크리트 균열, 받침장치 부식 · 신축이음장치 : 후타재 균열, 유간토사퇴적 · 교면포장 : 접속포장부 파손, 아스콘 파손, 포트홀, 망상균열 · 배수시설 : 배수구 막힘, 파손, 배수관 길이부족 · 난간 및 연석 : 난간파손, 중앙분리대 파손, 연석 철근노출, 보도부 포장 박리 · 기초부 : 상태양호
주요 보수·보강	· 주요보수 : 표면처리, 주입보수, 단면보수, 방청, 재설치, 실링보수, 재설치, 청소 · 주요보강 : 없음

다. 책임(참여)기술자 현황

구 분	성 명	과업 참여기간	기술등급
사업책임기술자	함 영 준	2020.04.17 ~ 2020.07.15	특급기술자
참여기술자	신 철	2020.04.17 ~ 2020.06.30	특급기술자
참여기술자	이 지 은	2020.04.17 ~ 2020.05.31	중급기술자
참여기술자	김 원 준	2020.04.17 ~ 2020.07.15	초급기술자
참여기술자	이 영 준	2020.06.03 ~ 2020.07.15	초급기술자

라. 참고사항

· 없음

신상교 정밀안전점검 실시결과 요약표

책임기술자 종합의견
· 외관조사 결과, 구조물의 안전성에 영향을 미칠만한 구조적 손상이나 중대결함 등은 발생되지 않은 상태인 것으로 조사됨. · 구조물에 발생된 주요손상으로 거더 망상균열, 바닥판 하면 철근노출, 포장부 전체 망상균열, 받침장치 부식 등이 조사되어 보수 및 지속적인 주의관찰과 유지관리가 요구됨. · 외관조사 및 내구성조사를 통한 상태평가 결과는 “B” (0.130 ≤ F(0.258) < 0.260)로 검토되어, 계남고가교의 안전등급은 “B등급(양호)” 으로 지정됨. 책임기술자 : 함 영 준 (서명)

가. 정밀안전점검 외관조사 결과 기본사항

상태평가 결과 및 보수·보강				상태평가 결과 : B
결함발생 부재		상태평가 결 과	결함종류	보수·보강(안)
상부 구조	바닥판 하면	b~c	· 균열(cw=0.2㎜이하) · 균열부백태 · 백태 · 망상균열 · 콜드조인트 · 파손 · 파손 및 철근노출	· 표면처리 · 표면처리 · 표면처리 · 표면처리 · 주의관찰 · 단면보수 · 단면보수+방청
	거더	b	· 균열(cw=0.1㎜) · 균열(cw=0.2㎜) · 망상균열 · 균열부 백태 · 파손 · 재료분리	· 표면처리 · 표면처리 · 표면처리 · 표면처리 · 단면보수 · 단면보수
2차 부재	가로보	a	· 상태양호	-
기타 부재	교면 포장	d	· 접속포장부 파손 · 아스콘 파손, 포트홀 · 망상균열	· 재포장 · 재포장 · 재포장
	배수 시설	c	· 배수구 막힘, 파손 · 배수관 길이부족	· 청소 · 재설치

상태평가 결과 및 보수·보강				상태평가 결과 : B
결함발생 부재		상태평가 결 과	결함종류	보수·보강(안)
기타 부재	난간 연석	b~c	· 난간파손 · 중앙분리대 파손 · 연석 철근노출 · 보도부 포장 박리	· 재설치 · 단면보수 · 방청+단면보수 · 단면보수
	신축 이음	c	· 후타재 균열 · 유간토사퇴적	· 주의관찰 · 청소
교량받침		b	· 받침몰탈균열, 망상균열 · 망침콘크리트 균열 · 받침장치 부식	· 표면처리 · 표면처리 · 재도장
하부 구조	교대, 교각	b~c	· 균열(cw=0.2㎜이하) · 균열(cw=0.3㎜이상) · 망상균열 · 백태 · 박리 · 박락 · 실런트 파손 · 표면오염 · 누수흔적 · 점검통로 파손, 부식	· 표면처리 · 주입보수 · 표면처리 · 표면처리 · 단면보수 · 단면보수 · 실링보수 · 주의관찰 · 주의관찰 · 재설치
	기초부	-	-	-

나. 안전성평가 결과

안전성평가 수행 부재	해석방법	안전성평가 결과 요약	최소안전율	안전성평가 결과
-	-	-	-	-

다. 내진성능 검토 수행 여부

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
-	Y	반영	-

라. 현장시험(비파괴 및 추가시험)

구 분		내구성조사 결과			평가의견
비파괴 압축강도	상부구조	시험결과(㎫) Ⓐ	설계기준강도(㎫) Ⓑ	강도비(%) Ⓐ/Ⓑ×100	양호
		27.1~27.8	27.0	100.4~103.1	
	하부구조	시험결과(㎫) Ⓐ	설계기준강도(㎫) Ⓑ	강도비(%) Ⓐ/Ⓑ×100	양 호
		24.0~25.5	24.0	100.1~106.4	
탄산화 깊이측정	상부구조	탄산화 깊이(㎜)	탄산화 잔여깊이(㎜)	상태평가 기준	부식발생 우려없음
		7.5~8.5	30.5~32.0	a	
	하부구조	탄산화 깊이(㎜)	탄산화 잔여깊이(㎜)	상태평가 기준	부식발생 우려없음
		6.0~20.0	43.0~59.5	a	

신상교 현황표

구분		내용	구분		내용
시설물명		신상교	시설물번호		BR2007-0000052
준공년도		2006년 10월 12일	관리번호		28-237
시설물위치		경기도 부천시 원미구 상동 701-57			
설계하중		DB-24 / DL-24	노선명(이정)		특별, 광역시도
제원	연장	L=160.52m (2@40.26+2@40.0)			
	폭	B=31.0.m(왕복 6차선)			
구조 형식	상부	프리플렉스빔교(PF)	기초 형식	교대	강관 PIPE
	하부	교대 : 역T형 교각 : 3주식		교각	강관 PIPE
교량받침		탄성받침	신축이음		레일조인트
교차시설물		인천시 굴포천	통과높이		-
설계사		(주)도우엔지니어즈	시공사		동화건설(주),송림건설(주),대우자동차판매(주)
내진설계유무		적용	관리주체		부천시청 도로관리과

참여기술진 명단

구 분	성 명	주민등록번호	기술등급	과 업 참 여 기 간	서 명
사업책임 기술자	함 영 준	710325 1******	특급기술자	2020.04.17. ~ 2020.07.15.	
참여 기술자	신 철	681121 1******	특급기술자	2020.04.17. ~ 2020.06.30.	
	이 지 은	950827 1******	중급기술자	2020.04.17. ~ 2020.05.31.	
	김 원 준	860709 1******	초급기술자	2020.04.17. ~ 2020.07.15.	
	이 영 준	870225 1******	초급기술자	2020.06.03. ~ 2020.07.15.	

시설물의 위치도 및 현황

시 설 물	위 치	노선명	종별	교량 등급	제 원		준공 년도
					연장 (m)	폭 (m)	
계남고가교	경기도 부천시 원미구 중동 1242	길주로	1종	B	250.0	23.5	1993
당아래지하차도	경기도 부천시 원미구 춘의동 3-1	길주로	2종	B	140.0	23.0	2012
상동지하차도	경기도 부천시 원미구 상동 624-3	길주로	2종	B	235.0	21.0	2002
신상교	경기도 부천시 원미구 상동 701-57	길주로	2종	B	160.5	31.0	2006

시설물전경(계남고가교)

상 부 전 경

측 면 전 경

시설물전경(계남고가교)

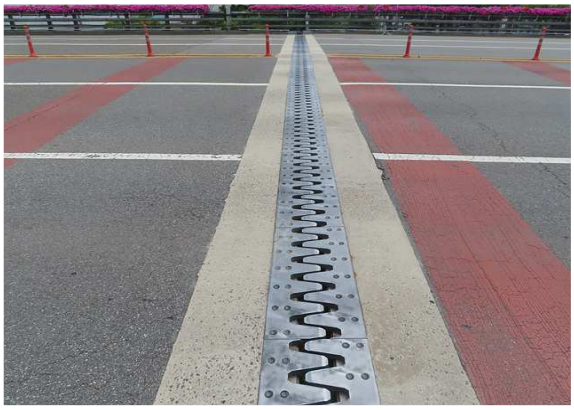
부 재 별 전 경

바닥판하면 전경

교대(A1) 전경

교각(P2) 전경

받침장치 전경



J1(A1) 전경

교량설명판

시설물전경(당아래지하차도)

상 부 전 경

측 면 전 경

시설물전경(당아래지하차도)

부 재 별 전 경

기둥부 전경

종점 U-Type 전경

배수시설 전경

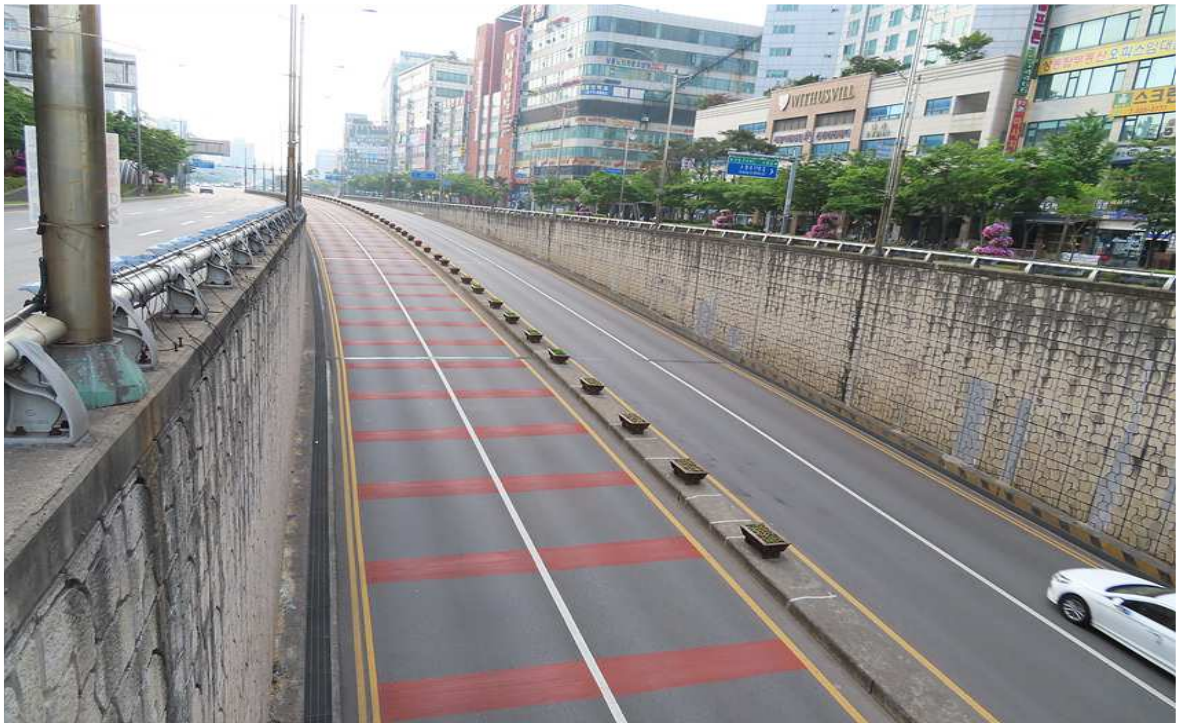
지하차도 상부 전경

신축이음부 전경

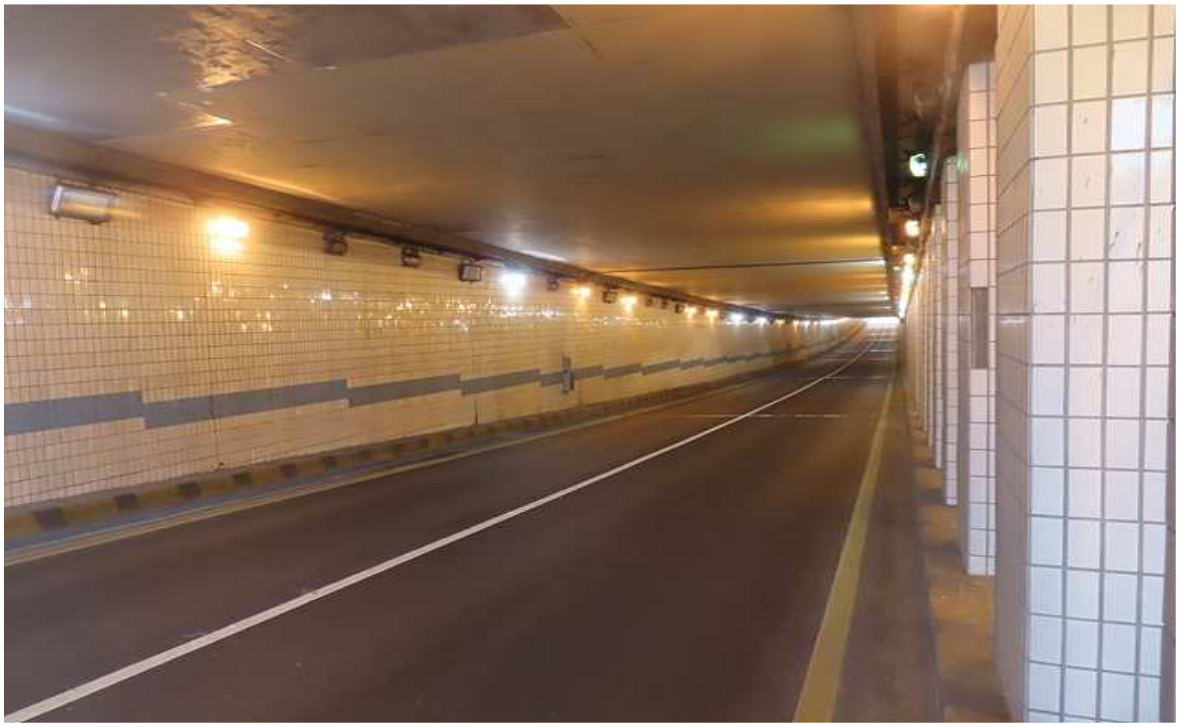
시설물 명판 전경

시설물전경(상동지하차도)

상 부 전 경



측 면 전 경



시설물전경(상동지하차도)

부 재 별 전 경

기둥부 전경

종점 U-Type 전경

배수시설 전경

지하차도 상부 전경

신국이음 전경

시설물 명판 전경

시설물전경(신상교)

상 부 전 경

측 면 전 경

시설물전경(신상교)

부 재 별 전 경

바닥판하면 전경

교대(A1) 전경

교각(P1) 전경

받침장치 전경

J1(A1) 전경

교량설명판

정밀안전점검 실시결과 요약문

Ⅰ. 공통편

1. 과업의 개요

1.1 과업의 목적

본 과업은 「시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법」(이하 “시특법”이라 한다) 제11조 및 시행령 제8조 규정에 따른 「신상교 등 4개소 정밀안전점검 용역」과업으로 시설물에 대한 물리적 기능적 결함을 조사하고 구조적 안전성 및 손상상태를 점검하여, 재해를 예방하고 시설물의 효용을 증진시켜 공공의 안전을 확보하는데 그 목적이 있다.

1.2 과업대상 시설물

시 설 물	위 치	노선명	종별	차로수	제 원		준공년도
					연장 (m)	폭 (m)	
계남고가교	경기도 부천시 원미구 중동 1242	길주로	1종	6	250.0	23.5	1993
당아래지하차도	경기도 부천시 원미구 춘의동 3-1	길주로	2종	6	140.0	23.0	2012
상동지하차도	경기도 부천시 원미구 상동 624-3	길주로	2종	4	235.0	21.0	2002
신상교	경기도 부천시 원미구 상동 701-57	길주로	2종	6	160.5	31.0	2006

1.3 과업수행기간

2020. 04. 17 ~ 2020. 07. 15

1.4 과업의 범위 및 내용

과업항목	과 업 내 용
자료수집 및 분석	- 준공도면, 구조계산서, 특별시방서, 수리·수문계산서 - 시공·보수·보강도면, 제작 및 작업도면 - 재료증명서, 품질시험기록, 재하시험자료, 계측자료 - 시설물관리대장 - 기존 안전점검·정밀안전진단 실시결과 검토·분석 - 보수·보강이력 검토·분석
현장조사 및 시험	- 기본시설물 또는 주요부재의 외관조사 및 외관조사망도 작성 ·콘크리트 구조물 : 균열, 누수, 박리, 박락, 층분리, 백태, 철근노출 등 ·강재 구조물 : 균열 및 도장상태, 부식상태 등 - 간단한 비파괴 현장시험 ·콘크리트 비파괴강도(반발경도시험) ·콘크리트 탄산화 깊이 측정
상태평가	- 외관조사 결과분석 - 현장 재료시험 결과 분석 - 대상시설물(부재)에 대한 상태평가 - 시설물 전체의 상태평가 결과에 대한 책임기술자의 소견(안전등급 지정)
보수 · 보강 방안 제시	- 보수·보강 방법 제시
종합평가	- 종합평가 - 책임기술자 소견에 의한 안전등급 지정(상태평가 결과로 갈음) - 손상 및 결함의 원인분석 및 사용제한· 금지 등의 판단
유지관리지침 제시	- 정밀점검 결과에 따라 향후 대상 시설물의 유지관리시 유의사항 및 유지관리 방법 등을 포함한 유지관리 지침을 작성
보고서작성	- 안점점검 및 정밀안전진단 세부지침 4.3.7 보고서 작성방법을 참조하여 작성 - 도면작성은 CAD도면으로 하고, 전자도면작성표준 및 KOSDIC을 적용하여 작성

Ⅱ. 시설물편

1. 계남고가교

1.1 시설물현황

구분		내용	구분		내용
시설물명		계남고가교	시설물번호		BR1993-0000015
준공년도		1993년 03월 20일	관리번호		-
시설물위치		경기도 부천시 원미구 중3동 중부경찰서 앞			
설계하중		DB-24 / DL-24	노선명(이정)		시도
제원	연장	L=250.0m(2@45.0+2@50.0+60.0)			
	폭	B=23.5m(왕복 6차선)			
구조형식	상부	PSC박스거더	기초형식	교대	강관PILE
	하부	교대 : A1 중력식, A2 역T형 교각 : 벽식(P1~P4)		교각	P1~P3 : 강관PILE P4 : 기초보강 (C.I.P Tie-Cable)
교량받침		포트받침 (P3, P4침하대비용 유압장치설치)	신축이음		강핑거조인트
교차시설물		도로(신흥로)	통과높이		5.1m
설계사		-	시공사		신화건설(주)
내진설계유무		불명	관리주체		부천시청 도로관리과

상부전경

측면전경

1.2 자료수집 및 분석

가. 기 정밀안전점검 실시결과

<table>
<tr><th>구분</th><th colspan="4">정밀안전점검 내용 - ㈜효광엔지니어링(2018.04.30 ~ 2018.07.08)</th></tr>
<tr><td rowspan="10">외관
조사</td><td>교면포장
(교량 및 옹벽구간)</td><td colspan="3">- 아스콘 균열, 망상균열, 포트홀, 파손, 패임, 체수, 포장열화, 소성변형</td></tr>
<tr><td>난간/방호벽
(교량 및 옹벽구간)</td><td colspan="3">- 보수재 망상균열, 파손, 보수부 파손, 표면박리, 탄력봉 파손 ,표지판앵커볼트 및 난간볼트 풀림, 균열(0.2mm이하) ,철근노출, 재료분리 ,실런트 미체움 ,난간 파손</td></tr>
<tr><td>배수시설</td><td colspan="3">- 배수구 막힘 ,배수구 탈락, 파손</td></tr>
<tr><td>신축이음장치</td><td colspan="3">- 본체 누수, 신축이음본체 단차, 후타재 균열, 마모, 패임 ,후타재 재료분리, 커버플레이트 소실 ,본체부식, 보수부 박리박락, 탈락 ,체수</td></tr>
<tr><td>바닥판 하면</td><td colspan="3">- 미세균열(0.2mm이하), 백태, 균열부백태 ,박락, 재료분리, 파손 ,배수관 주변 누수흔적</td></tr>
<tr><td rowspan="3">PSCB
거더
및 격벽</td><td>외부</td><td colspan="2">- 미세균열(0.2mm이하), 표면박리, 표면보수재 박리 ,표면보수재 백태, 망상균열 ,백태, 긁힘, 파손 ,재료분리, 골재노출 ,누수흔적, 공동, 철근노출</td></tr>
<tr><td>내부</td><td colspan="2">- 미세균열(0.2mm이하), 망상균열, 표면보수재 균열, 망상균열, 백태 , 표면보수재 박리, 단면보수재 망상균열, 들뜸, 정착단 균열, 망상균열, 재료분리, 골재노출, 철근노출, 공동, 폐콘크리트 퇴적, 배수관 파손, 균열(0.3mm이상)</td></tr>
<tr><td>격벽</td><td colspan="2">- 미세균열, 보수재 균열, 공동, 파손</td></tr>
<tr><td>받침장치</td><td colspan="3">- 받침몰탈 미세균열, 망상균열, 볼트부식 및 풀림, 받침 Plate 부식, 받침 미끌림</td></tr>
<tr><td>하부구조</td><td colspan="3">- 미세균열(0.2mm이하),망상균열, 시공이음부 균열, 균열부 백태, 재료분리, 골재노출, 파손, 철근노출, 폐기물적치 및 토사퇴적, 보수부 들뜸</td></tr>
<tr><td>외관
조사</td><td>옹벽부</td><td colspan="3">- 미세균열(0.2mm이하),보수재균열, 망상균열, 백태, 표면보수재 박리, 철근노출, 파손, 박리박락, 재료분리, Joint부 파손, 실링재 균열 및 탈락, 미처리, 체수, 배수구 막힘, 균열(0.3mm이상), 거푸집 미제거</td></tr>
<tr><td rowspan="5">내구성
조사</td><td rowspan="2">콘크리트
강도</td><td colspan="3">- 상부구조 : 43.3㎫ (설계기준 강도 40.0 ㎫)
- 하부구조 : 27.8~28.2㎫ (설계기준 강도 24.0 ㎫)</td></tr>
<tr><td>평 가</td><td colspan="2">- 각 부재별로 반발경도를 측정한 결과 대체적으로 설계기준강도를 상회하고 있는 것으로 조사됨.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">탄산화
잔여깊이
측정</td><td colspan="2">상부</td><td>하부</td></tr>
<tr><td colspan="2">36.3~45.9㎜</td><td>34.8~46.2㎜</td></tr>
<tr><td>평 가</td><td colspan="2">- 탄산화 시험결과 탄산화 깊이는 상부구조 5.7~7.3mm, 하부구조 7.2~11.1mm로 측정되어 탄산화의 잔여깊이가 각 43.3~39.7mm, 34.8~39.9mm로 계산되므로 세부지침에 의거 상태평가는 ‘a’로 평가된다.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">종합평가
및
안전등급</td><td colspan="2">상태평가</td><td colspan="2">안전성평가</td><td rowspan="2">종합평가 및 안전등급</td></tr>
<tr><td>환산 결함도 점수</td><td>결과</td><td>안전율(S.F)</td><td>결과</td></tr>
<tr><td>0.310</td><td>C</td><td>-</td><td>-</td><td>C등급</td></tr>
<tr><td>주요 결함별
중점 점검부위</td><td colspan="5">- 신축이음 단차, 후타재 마모
- 받침본체 부식</td></tr>
<tr><td>종합
결론</td><td colspan="5">- 금회 점검결과 교량의 구조적 안전성을 저해할 만한 손상은 발생치 않았으나 신축이음의 후타재 마모 및 누수, 본체 단차, 받침 부식, 거더내부의 표면보수재 균열 등의 손상이 구조물의 손상을 심화시키고 있는 것으로 조사 되었으며, 노후화가 극대화 될 경우 교량의 내구성, 사용성 및 안전성에 영향을 미칠 수 있으므로 각 부재에 대한 적정한 보수 및 보강을 실시하여 내구성 및 안전성 확보가 필요함.
- 전차 상태평가 결함지수 0.279에서 손상이 다소 증가하여, 금차 상태평가 결함지수 0.310으로 다소 증가하였으나, 안전등급은 상태평가기준에 의거 전차와 동일한 “C등급”으로 평가됨.</td></tr>
</table>

나. 보수·보강 이력 현황

공사기간	공사 구분	부위	공사내역	시공자
2001.02 ~2001.03	보수	교량난간	L=14m, 2.3span	용성기획
2004.03 ~2004.12	보수	교면포장외 3종	재포장(오버레이 등)외 9종	인향테크(주)
2005.03 ~2005.04	보수	신축이음	교체	인향테크(주)
2008.07 ~2008.10	보수	프리스트레스트외 1종	균열보수공법(표면처리, 주입, 충전 등)외 3종	풍산건설(주)

다. 내진설계 적용여부

<table>
<tr><td colspan="2">시설물명</td><td colspan="2">교량 시점위치(읍면동리까지 기입)</td><td colspan="3">교량 종점위치(읍면동리까지 기입)</td><td>설계활하중</td><td colspan="2">허용통행하중</td></tr>
<tr><td colspan="2">계남고가교</td><td colspan="2">경기도 부천시 원미구 중3동 중부경찰서앞</td><td colspan="3">경기도 부천시 원미구 중1동 1141-2</td><td>DB-24/DL-24</td><td colspan="2">43.2 ton</td></tr>
<tr><td colspan="2">연장</td><td colspan="2">폭(m)</td><td colspan="3">차로수</td><td colspan="2" rowspan="2">내진걸계적용여부</td></tr>
<tr><td>길이(m)</td><td>경간수</td><td>최대</td><td>보도</td><td>차도</td><td>계</td><td>상행</td><td>하행</td><td>계</td></tr>
<tr><td>250</td><td>5</td><td>60</td><td>0</td><td>23.5</td><td>23.5</td><td>3</td><td>3</td><td>6</td><td>미적용</td></tr>
<tr><td rowspan="4">상부구조</td><td colspan="2">경간구성</td><td colspan="7">2@45 + 2@50 + 60 = 250</td></tr>
<tr><td>구분</td><td colspan="3">경간형식</td><td colspan="3">받침종류</td><td colspan="2">신축이음종류</td><td>하부통과 제한높이(m)</td></tr>
<tr><td>대표</td><td colspan="3">P.S.C BOX</td><td colspan="3">포트받침</td><td colspan="2">마게바죠이트</td><td rowspan="2">5</td></tr>
<tr><td>기타</td><td colspan="3"></td><td colspan="3"></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td rowspan="4">하부구조</td><td rowspan="2">구분</td><td colspan="2">교각</td><td colspan="2">교대</td><td rowspan="2">교차노선 (또는 교차하천)</td><td rowspan="2">교차하천 최고수심(m)</td></tr>
<tr><td>형식</td><td>기초형식</td><td>형식</td><td>기초형식</td></tr>
<tr><td>대표</td><td>벽식(WL)</td><td></td><td>중력식</td><td>강관 Pile</td><td rowspan="2">신흥로</td><td rowspan="2">0</td></tr>
<tr><td>기타</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">하천해상교량 해당여부</td><td>비해당</td><td colspan="2">부착시설내용</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td colspan="2">기타 상세제원</td><td colspan="7"></td></tr>
</table>

1.3 현장조사 및 시험

가. 외관조사 결과

구분		주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
PSC 박스	외부	· 균열(cw=0.2㎜ 미만) · 균열(cw=0.2㎜ 이상)	· 비구조적 균열, 콘크리트의 일반적인 손상. → 표면처리
		· 재료분리	· 시공초기 다짐불량 및 거푸집 조기탈형 등에 의해 발생 → 단면보수
		· 표면열화	· 공용기간 증가 → 표면처리
	내부	· 균열(cw=0.2㎜ 미만) · 균열(cw=0.2㎜ 이상)	· 비구조적 균열, 콘크리트의 일반적인 손상. 지점부의 습기 및 온도차이로 백태동반. → 표면처리
		· 백태	· 내·외부 온도차이 및 습기 → 표면처리
		· 재료분리, 박락	· 시공초기 다짐불량 및 거푸집 조기탈형 등에 의해 발생 → 단면보수
		· 정착단 균열 · 보수부 재균열	· 보수부 시공 불량 등으로 발생 → 표면처리
	격벽	· 균열(cw=0.2㎜ 미만) · 균열(cw=0.2㎜ 이상)	· 비구조적 균열, 콘크리트의 일반적인 손상. → 표면처리
		· 철근노출	· 시공초기 다짐불량 및 거푸집 조기탈형, 외부충격, 부착력 저하, 국부적인 피복두께 부족 등에 의해 발생 → 단면보수+방청
		· 표면보수재 균열 · 표면보수재 망상균열	· 보수부 시공 불량 등으로 발생 → 표면처리
하부구조 하부구조	교대	· 균열(cw=0.2㎜ 이하)	· 비구조적 균열, 콘크리트의 일반적인 손상. → 표면처리
	교각	· 균열(cw=0.2㎜ 이하) · 균열(cw=0.3㎜ 이상) · 망상균열	· 비구조적 균열, 콘크리트의 일반적인 손상 → 표면처리
		· 보수부 들뜸 · 시공이음부 균열 · 표면보수재 균열	· 보수부 시공 불량, 품질관리 미흡 → 단면보수, 표면처리
		· 안전난간 파손	· 구조물 점검시 효율적인 점검을 위해 재설치가 필요

구분	주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
교량받침	· 상태양호	· 전개소 교체
신축이음	· 상태양호	· 전개소 교체
교면포장	· 포장부 균열, 망상균열 · 아스콘 열화, 파손 · 포트홀, 소성변형	· 공용기간 증가에 따른 노후화, 품질저하, 반복적인 중차량의 주행 등 시공, 환경, 외적요인이 복합되어 발생 → 소파보수, 재포장
배수시설	· 배수구 막힘	· 이물질 퇴적 등에 의해 발생 → 청소
난간 및 연석	· 균열(cw=0.2㎜ 이하)	· 비구조적 균열, 콘크리트의 일반적인 손상. → 표면처리
	· 박리, 박락	· 시공초기 다짐불량 및 거푸집 조기탈형 등에 의해 발생 → 단면보수
기초부	–	–
접속옹벽	· 균열(cw=0.2㎜ 이하) · 균열(cw=0.3㎜ 이상) · 망상균열	· 비구조적 균열, 콘크리트의 일반적인 손상 → 표면처리
	· 백태	· 내·외부 온도차이 및 습기 → 표면처리
	· 박리, 박락, 재료분리, 철근노출	· 시공초기 다짐불량 및 거푸집 조기탈형, 외부충격, 부착력 저하, 국부적인 피복두께 부족 등에 의해 발생 → 단면보수, 단면보수+방청

나. 내구성 조사결과

구 분		내구성조사 결과			평가의견
비파괴 압축강도	상부구조	시험결과(㎫) Ⓐ	설계기준강도(㎫) Ⓑ	강도비(%) Ⓐ/Ⓑ×100	양 호
		40.7~42.8	40.0	101.7~107.0	
	하부구조	시험결과(㎫) Ⓐ	설계기준강도(㎫) Ⓑ	강도비(%) Ⓐ/Ⓑ×100	양 호
		25.4~26.8	24.0	106.0~111.8	
탄산화 깊이측정	상부구조	탄산화 깊이(㎜)	탄산화 잔여깊이(㎜)	상태평가 기준	부식발생 우려없음
		6.5~9.0	39.0~43.5	a	
	하부구조	탄산화 깊이(㎜)	탄산화 잔여깊이(㎜)	상태평가 기준	부식발생 우려없음
		9.0~12.0	31.0~45.5	a	

1.4 상태평가

부재의분류		상부구조		2차 부재	기타부재				교량 받침	하부구조		탄산화	
번호	구조 형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음		하부	기초	상부	하부
S1/A1	PSCB	a	c	–	b	c	b	a	a	b	q	a	a
S2/P1	PSCB	b	c	–	b	c	b	–	a	b	q	–	a
S3/P2	PSCB	b	c	–	b	c	b	–	a	b	q	a	a
S4/P3	PSCB	b	c	–	b	c	a	–	a	b	q	–	a
S5/P4	PSCB	b	c	–	b	c	a	–	a	b	q	a	a
A2	–	–	–	–	–	–	–	d	c	c	q	x	a
평균		0.180	0.400	–	0.200	0.400	0.160	0.100	0.100	0.200	–	0.100	0.100
가중치		23	20	–	7	3	2	9	9	20	–	4	3
(평균X가중치) /가중치합		0.041	0.080	–	0.014	0.012	0.003	0.009	0.009	0.040	–	0.004	0.003
								결함도 환산점수				0.216	
								상태평가등급				B	

· 상태평가 결과

구 분	환산결함도점수	연 장(m)	차선	길이×차선	연장비	결함지수(b)
계남고가교	0.216	250	3	750	1.00	0.216
결함 지수					0.216	
상태평가 결과					B	

· 결함도 범위 : 0.130 ≤ 결함도 지수(0.216) < 0.260

1.5 종합평가

구분	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	결함도점수	평가등급	안전율	평가등급	
계남고가교	0.216	b	-	-	B
종합평가 의견	· 상태평가결과 “보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태”인 “B”로 평가됨. · 18년도 정밀안전점검 상태평가 결과와 비교한 결과, 결함지수가 감소하였는데 이는 신축이음부, 교량받침부 전개소 교체 및 일부 손상의 보수로 인하여 부재의 지수가 감소한 것으로 분석됨.				

1.6 안전등급지정

본 시설물에 대한 종합적인 평가결과, 『보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태』로서 구조물의 안전등급은 “B등급(양호)”으로 지정되었다.

- **안전등급 : B등급(양호)**

1.7 보수·보강 및 유지관리방안

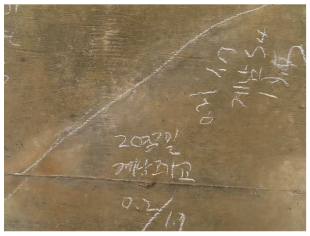
가. 유지관리 개략공사비

구 분	손상내용	보수 물량	단위	단가 (천원)	보수공법	개략공사비 (천원)	우선 순위
PSC 박스 외부	균열(cw=0.2㎜미만)	1.95	㎡	60	표면처리	117	2순위
	균열(cw=0.2㎜이상)	0.51	㎡	60	표면처리	31	1순위
	재료분리	0.24	㎡	250	단면보수	60	2순위
	표면열화	0.54	㎡	250	단면보수	135	2순위
PSC 박스 내부	균열(cw=0.2㎜미만)	105.57	㎡	60	표면처리	6,334	2순위
	균열(cw=0.2㎜이상)	7.95	㎡	60	표면처리	477	1순위
	백태	0.24	㎡	60	표면처리	14	2순위
	배수관 파손	1	EA	150	재설치	150	2순위
	보수부 재균열	89.40	m	60	표면처리	5,364	2순위
	재료분리	0.48	㎡	250	단면보수	120	2순위
	정착단 균열	153.36	m	60	표면처리	9,202	2순위
PSC 박스 격벽	균열(cw=0.2㎜미만)	24.63	㎡	60	표면처리	1,478	2순위
	균열(cw=0.2㎜이상)	4.74	㎡	60	표면처리	284	1순위
	배수관 파손	2.40	m	150	재설치	360	2순위
	철근노출	0.05	㎡	260	방청+단면보수	12	1순위
	공동	0.01	㎡	250	단면보수	3	2순위
	표면보수재 균열	23.40	m	60	표면처리	1,404	2순위
	표면보수재 망상균열	2.16	㎡	60	표면처리	130	2순위
교대	균열(cw=0.2㎜이하)	0.6	㎡	60	표면처리	36	2순위
교각	균열(cw=0.2㎜이하)	3.63	㎡	60	표면처리	218	2순위
	균열(cw=0.3㎜이상)	0.96	m	50	주입보수	48	1순위
	망상균열	0.72	㎡	250	단면보수	180	2순위
	보수부 들뜸	0.11	㎡	250	단면보수	27	2순위
	시공이음부 균열	13.92	㎡	60	표면처리	835	2순위
	안전난간 파손	2.40	m	1000	재설치	2,400	2순위
	표면보수재 균열	9.48	m	60	표면처리	569	2순위

구 분	손상내용	보수 물량	단위	단가 (천원)	보수공법	개략공사비 (천원)	우선 순위
교면포장	포장망상균열	57.12	㎡	70	소파보수	3,998	1순위
	아스콘 열화	287.40	㎡	60	재포장	17,244	1순위
	접속부 파손	0.16	㎡	70	소파보수	11	1순위
	포트홀	0.19	㎡	70	소파보수	13	1순위
	소성변형	21.60	㎡	70	소파보수	1,512	1순위
배수시설	배수구 막힘	24	EA	10	청소	240	3순위
난간 및 연석	연석균열(cw=0.2㎜이하)	1.8	㎡	60	표면처리	108	2순위
접속부 옹벽 외부	균열(cw=0.2㎜이하)	3.42	㎡	60	표면처리	205	2순위
	균열(cw=0.3㎜이상)	4.44	m	50	주입보수	222	1순위
	조인트 탈락, 이격, 파손	5.15	㎡	250	단면보수	1,287	2순위
	균열부 백태	0.28	m	60	표면처리	17	2순위
	박리, 박락	1.55	㎡	250	단면보수	387	2순위
	배수구 막힘	1	EA	10	청소	10	3순위
	철근노출	1.08	㎡	260	방청+단면보수	281	1순위
접속부 옹벽 내부	균열(cw=0.2㎜이하)	40.92	㎡	60	표면처리	2,455	2순위
	망상균열	19.82	m	60	표면처리	1,189	2순위
	백태	0.10	㎡	60	표면처리	6	2순위
	재료분리	1.43	㎡	250	단면보수	357	2순위
순공사비 합계							59,531
제경비(순공사비의 50%)							29,765
부대공비(교량점검차 일식)							2,400
순위별 공사비(제경비 포함)				1순위			24,134
				2순위			35,147
				3순위			250
공사비 총계							**91,696**

※ 보수물량은 손상물량의 20% 할증함(정확한 수량의 경우는 제외)
※ 부대공은 고소차 일대 60만원 4일로 측정하였음.

나. 유지관리방안

구 분	관리사항	중점유지관리 항목	손상현황
PSC박스	균열 (cw=0.2㎜이상)	· 균열의 진행 및 추가 균열 발생여부 확인 → 표면처리	
교각	균열 (cw=0.3㎜이상)	· 균열의 진행 및 추가 균열 발생여부 확인 → 주입보수	
배수시설	배수관 파손 배수구 막힘	· PSC 박스 내부 체수 발생 우려 · 상부 배수기능 불량 → 청소, 재설치	
교량받침	연단거리 부족	· 연단거리 부족에 따라 발생된 추가손상은 없는 것으로 확인 → 2차 손상이 발생유무를 지속적으로 주의관찰	

1.8 종합결론

가. 정밀안전점검 실시결과의 종합결론

1) 금회 정밀안전점검을 실시한 결과 구조물의 안전성에 영향을 미치는 중대결함 및 구조적으로 문제가 되는 손상은 발생하지 않은 것으로 확인되었다.

2) 구성 재료의 품질상태와 내구성 등을 평가하기 위하여 콘크리트에 대한 비파괴조사를 실시하였고, 콘크리트 강도시험을 분석한 결과 설계기준강도를 상회하는 것으로 조사되어 전반적으로 양호한 상태인 것으로 측정되었다. 또한, 탄산화 깊이를 분석한 결과 잔여 깊이는 모두 30.0㎜ 이상을 확보하여 “상태등급 a”로 평가되었다.

3) 외관조사 및 현장시험 결과에 따른 상태평가 결과 “B등급(양호)”으로 분석되었다.

4) 상태평가 의한 종합평가 결과 안전등급은『보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태』인 “B(양호)등급”으로 평가되었다. 조사된 주요결함 및 손상부에 대하여 적절한 보수가 이루어지고 보수 후에도 정기적인 점검 및 지속적인 유지관리를 통해 구조물의 내구연한을 연장시켜 안전성 및 사용성을 최대한 확보하고, 문제점 발생 시에는 즉각적인 대책을 수립·강구하여야 할 것으로 판단된다.

나. 정밀안전진단 및 사용제한 필요성 여부

본 시설물은 정밀안전점검 결과, 일부부재에 부분적으로 손상이 발생되었으나 구조물의 안전성에는 영향이 없는 경미한 손상으로 긴급진단이나 정밀안전진단, 사용제한은 필요치 않은 것으로 판단된다.

다. 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항

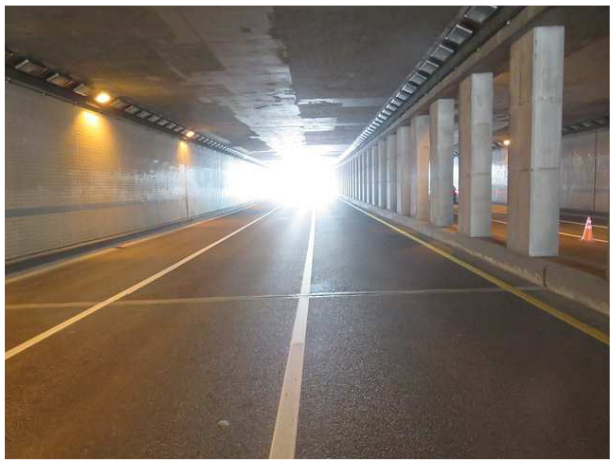
본 시설물의 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항은 본 보고서 1.7.2 중점유지관리 사항에 수록하였다.

2. 당아래지하차도

2.1 시설물현황

구분		내용	구분	내용
시설물명		당아래지하차도	시설물번호	UR2013-0000014
준공년도		2012년 12월 31일	관리번호	-
시설물위치		경기도 부천시 원미구 춘의동 3-1		
시설물구분		터널(2종 시설물)	노선명(이정)	시도
제원	연장	L=510.0m (Box구간 : 140.0m, U-Type구간 : 370.0m)		
	폭	B=23.0m (6차로)		
구조 형식		U-Type 옹벽 R.C Box형식	높이	4.5m
주요공법		개착식	보조공법	H-PILE
배수형식		측벽하부 배수식	구배	-4.8%
환기		자연환기	선형	직선
설계사		(주)대한컨석탄트외5개사	시공사	현대건설(주) 외 2개사
내진설계유무		적용	관리주체	부천시청 도로관리과

시점 U-Type 전경



Box내부 전경

2.2 자료수집 및 분석

가. 기 정밀안전점검 실시결과

<table>
<tr><th>구분</th><th colspan="8">정밀안전점검 내용 - ㈜효광엔지니어링(2018.04.30 ~ 2018.07.08)</th></tr>
<tr><td rowspan="6">BOX
구간</td><td>슬래브</td><td colspan="7">- 균열(0.2mm이하), 망상균열</td></tr>
<tr><td>측벽</td><td colspan="7">- 긁힘</td></tr>
<tr><td>중간벽(기둥)</td><td colspan="7">- 보수부 재균열(0.3mm이상)
- 박리</td></tr>
<tr><td>포장</td><td colspan="7">- 포장파손</td></tr>
<tr><td>신축이음장치</td><td colspan="7">- 누수발생</td></tr>
<tr><td>입, 출입구</td><td colspan="7">- 상태양호</td></tr>
<tr><td rowspan="5">U-
Type
구간</td><td>옹벽</td><td colspan="7">- 균열(0.3mm이상), 균열백태, 열화, 박리, 박락, 신축이음 실링재 파손, 균열(0.2mm이하), 누수흔적, 재료분리</td></tr>
<tr><td>중앙분리대</td><td colspan="7">- 균열(0.3mm이상), 열화, 박리박락, 도장탈락, 신축이음 실링재 파손</td></tr>
<tr><td>포장</td><td colspan="7">- 국부적 파손, 아스콘 균열, 소성변형</td></tr>
<tr><td>신축이음</td><td colspan="7">- 고무재 파손, 후타재 파손, 열화</td></tr>
<tr><td>배수시설</td><td colspan="7">- 이물퇴적 발생, 덮개 망실 및 파손</td></tr>
<tr><td rowspan="2">기타
시설</td><td>조명/소화시설</td><td colspan="7">- 소화시설 누락</td></tr>
<tr><td>펌프실/관리실/
전기실</td><td colspan="7">- 균열(0.2mm이하), 망상균열, 균열(0.3mm이상), 보수부들뜸, 누수</td></tr>
<tr><td rowspan="4">내구성
조사</td><td rowspan="2">콘크리트
강도</td><td colspan="8">- Box 구간 : 27.1~33.0㎫ (설계기준 강도 27.0 ㎫)
- U-Type 구간 : 27.3~32.6㎫ (설계기준 강도 27.0 ㎫)</td></tr>
<tr><td>평 가</td><td colspan="7">- 각 부재별로 반발경도를 측정한 결과 대체적으로 설계기준강도를 상회하고 있는 것으로 조사됨.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">탄산화
잔여깊이
측정</td><td colspan="4">Box 구간</td><td colspan="4">U-Type 구간</td></tr>
<tr><td colspan="4">67.8~72.4㎜</td><td colspan="4">51.7~57.1㎜</td></tr>
<tr><td>평 가</td><td colspan="7">- 탄산화 시험결과 탄산화 깊이는 Box구간 8.4~9.2㎜, U-Type구간 7.2~10.3㎜로 측정되어 탄산화의 잔여깊이가 각 71.6~67.8㎜, 56.8~51.7㎜로 계산되므로 세부지침에 의거 상태평가는 'a' 로 평가된다.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">종합평가
및
안전등급</td><td colspan="3">상태평가</td><td colspan="3">안전성평가</td><td rowspan="2">종합평가 및 안전등급</td></tr>
<tr><td colspan="2">환산 결함도 점수</td><td>결과</td><td>안전율(S.F)</td><td>결과</td></tr>
<tr><td colspan="2">0.150</td><td>B</td><td>-</td><td>-</td><td>B등급</td></tr>
<tr><td colspan="2">주요 결함별
중점 점검부위</td><td colspan="7">- 신축이음부 실링재 파손, 누수흔적
- 균열(0.3㎜ 이상)</td></tr>
<tr><td>종합
결론</td><td colspan="8">- 금회 점검결과 지하차도의 구조적 안전성을 저해할 만한 손상은 발생치 않았으나 신축이음의 고무재 및 후타재 파손, 옹벽구간의 균열(0.3mm이상), 신축이음부 실링재 파손 등의 손상에 대한 적정한 보수 및 보강을 실시하여 내구성 및 안전성을 확보하는 것이 필요함.
- 전차 상태평가 결함지수 0.164에서 지하차도 Box구간의 손상에서 일부보수가 이루어진 것으로 조사되었다. 금차 상태평가 결함지수 0.150으로 다소 감소하였으나 안전등급은 상태평가 기준에 의거 전차와 동일한 "B등급" 으로 평가됨.</td></tr>
</table>

나. 보수·보강 이력 현황

본 과업대상시설물의 보수·보강 이력 사항은 관리주체 보유자료 및 시설물정보관리 종합시스템(FMS) 실적을 참고하여 확인결과 당아래지하차도의 보수·보강 이력은 없는 것으로 확인되었다.

다. 내진설계 적용여부

<table>
<tr><td rowspan="2">시설물번호</td><td rowspan="2">관리번호</td><td rowspan="2">시설물명</td><td colspan="2">노선</td><td colspan="4">시설물분류</td></tr>
<tr><td>구분</td><td>세부노선</td><td>시설물종류</td><td>시설물종별</td><td>시설물구분</td><td>SOC성능평가대상</td></tr>
<tr><td>UR2013-0000014</td><td></td><td>당아래지하차도</td><td>시도</td><td>부천시</td><td>지하차도</td><td>2종</td><td>터널</td><td>무</td></tr>
<tr><td colspan="3">주소 (시,도) (시,군,구) (읍,면,동) (리,번지 등 주소)</td><td>관리주체</td><td colspan="3">관리주체구분</td><td>소유자</td><td colspan="3">소유자구분</td></tr>
<tr><td>경기도</td><td>부천시 원미구</td><td>춘의동</td><td>부천시청 도로관리과(교량,지하차도,터널,보도육교)</td><td colspan="2">공공</td><td>민간</td><td rowspan="2">부천시</td><td colspan="2">공공</td><td>민간</td></tr>
<tr><td colspan="4"></td><td>중앙부처</td><td>지자체</td><td>(국가/지방)공기업</td><td></td><td>중앙부처</td><td>지자체</td><td>(국가/지방)공기업</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">사업계획 승인일</td><td>준공 (사용승인)일</td><td>하자담보책임 만료일</td><td>2. 상세제원</td><td colspan="2">3. 안정점검 및 정밀안전진단 이력</td><td>4. 보수·보강 이력</td><td colspan="2">환기구 덮개 (접근 가능한 환기구)</td><td colspan="3">5. 첨부자료 목록</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td>2012년 12월 31일</td><td>2019년 12월 31일</td><td>유</td><td colspan="2">유</td><td>무</td><td colspan="2"></td><td colspan="3">당아래지하차도-1.bmp
당아래지하차도-2.bmp</td></tr>
<tr><td colspan="3">설계기간</td><td>설계자</td><td colspan="2">공사기간</td><td colspan="2">시공자</td><td colspan="3">총공사비(백만원)</td></tr>
<tr><td colspan="3">2004-12-16 ~ 2005-06-13</td><td>(주)대한컨석탄트외5개사</td><td colspan="2">2004-12-31 ~ 2012-12-31</td><td colspan="2">현대건설(주) 외 2개사</td><td colspan="3">20,128</td></tr>
<tr><td rowspan="2">내진정보</td><td colspan="2">내진설계 대상 유무</td><td>내진설계 적용 유무</td><td colspan="2">적용내진설계기준</td><td colspan="2">내진성능평가 실시 유무</td><td colspan="3">내진보강 유무</td></tr>
<tr><td colspan="2">불명</td><td>적용</td><td colspan="2"></td><td colspan="2">불명</td><td colspan="3">불명</td></tr>
<tr><td>영10조대상</td><td colspan="2">감리기간</td><td>감리자(책임감리원)</td><td colspan="2">사업주체(발주자)</td><td colspan="2">공사명</td><td colspan="3">공사감독·공사관리관</td></tr>
<tr><td>아니오</td><td colspan="2">2004-12-13 ~ 2013-01-31</td><td>송부진</td><td colspan="2">서울특별시도시기반시설본부</td><td colspan="2">서울지하철 7호선 연장 702공구 건설공사</td><td colspan="3">문병종</td></tr>
</table>

2.3 현장조사 및 시험

가. 외관조사 결과

구분		주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
본선 Box 구간	슬래브 하면	· 균열(cw=0.2㎜이하) · 망상균열 · 백태 · 실링제 파손, 누수흔적	· 시공초기 건조수축, 내·외부구속 작용 및 공용 중 온도변화에 의한 신축작용 등 복합적인 영향에 의한 비구조적 균열 · 구조물 배면의 지표수 등의 침투수가 수밀성이 낮은 조인트 부위에 유입되면서 발생된 것 · 공용기간 증가로 인한 노후화 및 구조물의 신축작용 등 → 표면처리, 실링보수, 주의관찰
	벽체부	· 긁힘	· 외부충격에 의한 손상 → 주의관찰
	기둥부	· 균열(cw=0.3㎜이상) · 표면열화 · 박리	· 건조수축, 온도변화, 내·외부구속 작용 등 부피변화에 기인한 비구조적 균열 ·공용중 제설제 및 외기의 영향에 의해 표면부에 국부적으로 발생 → 주입보수, 주의관찰
	입·출구부	· 상태양호	–

구 분		주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
U-Type 옹벽		· 균열(cw=0.2㎜이하) · 균열(cw=0.3㎜이상) · 균열, 백태	· 시공초기 건조수축, 내·외부구속 작용 및 공용 중 온도변화에 의한 신축작용 등의 복합적인 영향에 의한 비구조적 균열 · 균열부에 배면 지표수 및 외기의 영향 등에 의해 발생 → 표면처리, 주입보수
		· 재료분리 · 철근노출	· 시공초기 다짐불량 및 거푸집 탈형시 조기탈형 및 피복두께 부족 등으로 발생 → 단면보수, 방청+단면보수
		· 실런트 파손	· 공용기간 증가로 인한 노후화 및 구조물의 신축작용에 의해 발생된 손상 → 실링보수
		· 누수흔적	· 기 점검과 비교하여 손상의 진전이 없고, 내구성에 미치는 영향이 경미함 → 주의관찰
부대시설	포장부	· 균열(cw=0.3㎜이상)	· 온도 강하에 의한 수축과 차량의 반복통행, 공용기간 증가에 의한 손상 → 주의관찰
		· 포장파손	· 공용 중 다짐이 부족한 불건전 포장면에 적치물과 차륜과의 접촉으로 인하여 포장부가 경미하게 파손 → 주의관찰
	배수시설	· 상태양호	-
	연석 및 중앙분리대	· 균열(cw=0.3㎜이상) · 열화, 박리, 박락 · 도장탈락, 열화	· 시공초기 건조수축, 내·외부구속 작용 및 공용 중 온도변화에 의한 신축작용 등 복합적인 영향에 의한 비구조적 균열 · 공용년수 경과 및 환경적인 요인, 외부충격 등으로 발생 → 주입보수, 단면보수, 재도장
	신축이음부	· 고무재 파손 · 후타재 파손, 열화	· 공용기간이 증가됨에 따라 우수, 제설용 염화칼슘, 중차량의 반복적 이동 등의 복합적인 원인으로 발생 → 재설치
기타시설		· 균열(cw=0.3㎜이상) · 보수부 들뜸 · 보수부 탈락, 누수	· 시공초기 건조수축, 내·외부구속 작용 및 공용 중 온도변화에 의한 신축작용 등 · 보수 불량으로 인하여 발생 → 주입보수, 표면처리, 단면보수

나. 내구성 조사결과

구 분		내구성조사 결과			평가의견
비파괴 압축강도	BOX 구간	시험결과(㎫) Ⓐ	설계기준강도(㎫) Ⓑ	강도비(%) Ⓐ/Ⓑ×100	양 호
		29.6~31.7	27.0	109.7~117.5	
	옹벽 구간	시험결과(㎫) Ⓐ	설계기준강도(㎫) Ⓑ	강도비(%) Ⓐ/Ⓑ×100	양 호
		29.5~30.6	27.0	109.3~113.3	
탄산화 깊이측정	BOX 구간	탄산화 깊이(㎜)	탄산화 잔여깊이(㎜)	상태평가 기준	부식발생 우려없음
		8.5~9.5	68.5~70.5	a	
	옹벽 구간	탄산화 깊이(㎜)	탄산화 잔여깊이(㎜)	상태평가 기준	부식발생 우려없음
		7.5~9.0	53.5~57.5	a	

2.4 상태평가

2.4.1 Box 구간 상태평가 결과

가. 평가결과 산정

1) 제1단계 : Box구간 결함지수 산정

Span		균열	누수	파손 및 손상	재질열화							결함 점수 합계	결함 지수
No.	형식				박리	층분리 및박락	백태	재료 분리	철근 노출	탄산화	염화물		
1	지하차도	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0.000
2	지하차도	5	0	0	0	0	0	0	0	-	-	5	0.139
3	지하차도	5	0	0	0	0	0	0	0	-	-	5	0.139
4	지하차도	5	0	0	0	0	0	0	0	-	-	5	0.139
5	지하차도	5	0	0	0	0	0	0	0	0	-	5	0.139
6	지하차도	5	0	0	0	0	0	0	0	-	-	5	0.139
7	지하차도	5	0	0	0	0	0	0	0	-	-	5	0.139
8	지하차도	5	0	0	0	0	0	1	0	-	-	6	0.167
산술평균		4.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	-	4.50	0.125

2) 제2단계 : Box구간 결함등급 산정

Span		균열	누수	파손 및 손상	재질열화							결함 평가
No.	형식				박리	층분리 및박락	백태	재료 분리	철근 노출	탄산화	염화물	
1	지하차도	a	a	a	a	a	a	a	a	a	–	a
2	지하차도	b	a	a	a	a	a	a	a	–	–	a
3	지하차도	b	a	a	a	a	a	a	a	–	–	a
4	지하차도	b	a	a	a	a	a	a	a	–	–	a
5	지하차도	b	a	a	a	a	a	a	a	a	–	a
6	지하차도	b	a	a	a	a	a	a	a	–	–	a
7	지하차도	b	a	a	a	a	a	a	a	–	–	a
8	지하차도	b	a	a	a	a	a	c	a	–	–	a
산술평균		b	a	a	a	a	a	a	a	a	–	b
철근콘크리트 구간 결함등급												a

나. 터널 주변상태 결함점수 산정

터널주변	반영사항	결함점수
배수상태	• 배수양호	0.0
지반상태	• 설계자료 검토 및 현장조사시 지하차도 주변 풍화변질	1.0
갱문(접속부)상태	• 보통인 상태	1.0
공동구상태	• 해당사항 없음	0.0
특수조건	• 특이사항 없음	0.0
계		2.0

※ 현장조사 결과 및 서울지하철 7호선 연장 702공구 건설공사 지반조사보고서 참조

다. 상태평가 결과 산정

항목	철근콘크리트										터널주변					합계
	균열	누수	손상	재질열화							배수 상태	지반 상태	갱문 상태	공동구 상태	특수 조건	
				박리	박락	백태	재료 분리	철근 노출	탄산 화	염화 물						
결함 점수	4.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	6.50

결함지수	0.151
평가결과	B

2.4.2 U-Type 옹벽 구간 상태평가 결과

가. 시점부 옹벽 결함지수 산정

Span		침하	활동	배수 공 상태	계획 선형 오차	파손 및 손상	균열	마모 침식	재질열화						세굴	주변 영향 인자	결함 점수 합계	결함 지수
No.	형식								박리	박락 및 층분리	백태	철근 노출	탄산화	염화물				
1	옹벽	0	0	0	0	0	5	0	1	2	0	0	-	-	0	0	8	0.105
2	옹벽	0	0	0	0	0	5	0	1	2	0	0	-	-	0	0	8	0.105
3	옹벽	0	0	0	0	0	5	0	1	2	0	0	0	-	0	0	8	0.105
4	옹벽	0	0	0	0	0	5	0	1	2	1	0	-	-	0	0	9	0.118
5	옹벽	0	0	0	0	0	5	0	1	2	0	0	-	-	0	0	8	0.105
6	옹벽	0	0	0	0	0	6	0	1	2	1	0	-	-	0	0	10	0.132
7	옹벽	0	0	0	0	0	7	0	1	2	0	0	0	-	0	0	10	0.132
8	옹벽	0	0	0	0	0	5	0	1	2	1	0	-	-	0	0	9	0.118
9	옹벽	0	0	0	0	0	8	0	1	2	0	0	-	-	0	0	11	0.145
10	옹벽	0	0	0	0	0	7	0	1	2	0	0	-	-	0	0	10	0.132
산술평균		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.80	0.00	1.00	2.00	0.30	0.00	0.00	-	0.00	0.00	9.10	0.120

나. 종점부 옹벽 결함지수 산정

Span		침하	활동	배수 공 상태	계획 선형 오차	파손 및 손상	균열	마모 침식	재질열화						세굴	주변 영향 인자	결함 점수 합계	결함 지수
No.	형식								박리	박락 및 층분리	백태	철근 노출	탄산화	염화물				
1	옹벽	0	0	0	0	0	5	0	1	2	1	0	-	-	0	0	9	0.118
2	옹벽	0	0	0	0	0	3	0	1	2	1	0	-	-	0	0	7	0.092
3	옹벽	0	0	0	0	0	5	0	1	2	1	0	0	-	0	0	9	0.118
4	옹벽	0	0	0	0	0	5	0	1	2	1	0	-	-	0	0	9	0.118
5	옹벽	0	0	0	0	0	3	0	1	2	1	0	-	-	0	0	7	0.092
6	옹벽	0	0	0	0	0	5	0	1	2	1	0	-	-	0	0	9	0.118
7	옹벽	0	0	0	0	1	6	0	1	2	1	0	0	-	0	0	11	0.145
8	옹벽	0	0	0	0	0	5	0	1	2	1	0	-	-	0	0	9	0.118
9	옹벽	0	0	0	0	0	6	0	1	2	1	0	-	-	0	0	10	0.132
10	옹벽	0	0	0	0	0	8	0	1	2	1	0	-	-	0	0	12	0.158
산술평균		0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	5.10	0.00	1.00	2.00	1.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	9.20	0.121

다. U-Type 옹벽 상태평가 결과

구 분	시점부 옹벽	종점부 옹벽
결함지수	0.153	0.157
상태평가 결과	B	B

라. 부대시설 상태평가 결과

· 부대시설(U-Type 옹벽)의 상태평가 결과, b등급(가중치W)=1.0)으로 산정됨.

2.4.3 전체시설 상태평가 결과 분석

· 시설물 결함지수(F=0.151)=기본시설 결함지수(F=0.151)×부대시설 가중치(W=1.00)

· **상태평가 결과 :** 0.150 ≤ 결함도 지수(0.151) ≤ 0.300

2.5 종합평가

구분	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	결함도점수	평가등급	안전율	평가등급	
당아래지하차도	0.151	b	-	-	B
종합평가 의견	· 외관조사 및 내구성시험에 의한 상태평가 결과, 전반적으로 양호한 상태인 'B'로 평가되었다. · 정밀점검 결과 주요부재 및 보조부재에 부분적으로 손상이 발생되었으나 구조물의 사용성 및 안전성에는 영향이 없는 것으로 조사되었다.				

2.6 안전등급지정

본 시설물에 대한 종합적인 평가결과, 『보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태』로서 구조물의 안전등급은 "B등급(양호)"으로 지정되었다.

- **안전등급 : B등급(양호)**

2.7 보수·보강 및 유지관리방안

가. 유지관리 개략공사비

구 분	손상내용	보수 물량	단위	단가 (천원)	보수공법	개략공사비 (천원)	우선 순위
슬래브 하면	균열(cw=0.2㎜이하)	3.54	㎡	60	표면처리	212	2순위
	망상균열	45.60	㎡	60	표면처리	2,736	2순위
	백태	0.72	㎡	60	표면처리	43	2순위
	실링제 파손, 누수흔적	1.20	m	30	실링보수	36	1순위
기둥부	균열(cw=0.3㎜이상)	14.28	m	50	주입보수	714	1순위
U-Type 옹벽	균열(cw=0.2㎜이하)	37.2	㎡	60	표면처리	2,232	2순위
	균열(cw=0.3㎜이상)	44.28	m	50	주입보수	2,214	1순위
	균열, 백태	23.4	m	60	표면처리	1,404	2순위
	실런트 파손	147.00	m	30	실링보수	4,410	2순위
	재료분리	1.08	㎡	250	단면보수	270	2순위
	철근노출	0.01	㎡	260	단면보수+방청	3	1순위
포장부	포장파손	5.29	m	250	소파보수	1,323	1순위
연식 및 중앙분리대	균열(0.3㎜이상)	308.04	m	50	주입보수	15,402	1순위
	열화, 박리, 박락	1371.66	㎡	250	단면보수	342,915	2순위
	도장탈락, 들뜸	0.96	㎡	60	재도장	58	2순위
	씰링재 파손	4.08	m	30	실링보수	122	2순위
기타시설	균열(0.3mm이상)	0.72	m	260	주입보수	187	2순위
	보수부 들뜸, 누수	1.80	㎡	250	단면보수	450	2순위
순공사비 합계						374,732	
제경비(순공사비의 50%)						187,366	
부대공비(고소차 일식)						2,400	
순위별 공사비(제경비 포함)				1순위		19,692	
				2순위		355,040	
				3순위		-	
공사비 총계						**564,498**	

※ 보수물량은 손상물량의 20% 할증함(정확한 수량의 경우는 제외)
※ 부대공은 고소차 일대 60만원 4일로 측정하였음.

나. 유지관리방안

구 분	관리사항	중점유지관리 항목	손상현황
Box구간 슬래브하면	실링제 파손, 누수흔적	· 추가손상 진행여부 및 누수여부 확인. → 실링보수, 주의관찰	
U-Type 옹벽	균열 (cw=0.3㎜이상)	· 균열의 진행 및 추가균열 여부 확인 및 보수후 지속적인 유지관리 → 주입보수	
신축이음부	고무재파손, 후타재 파손 및 열화	· 차량 주행성 및 내구성 영향, 보수후 지속적인 유지관리 → 재설치	

2.8 종합결론

가. 정밀안전점검 실시결과의 종합결론

1) 금회 정밀안전점검을 실시한 결과 구조물의 안전성에 영향을 미치는 중대결함 및 구조적으로 문제가 되는 손상은 발생하지 않은 것으로 확인되었다.

2) 구성 재료의 품질상태와 내구성 등을 평가하기 위하여 콘크리트에 대한 비파괴조사를 실시하였고, 콘크리트 강도시험을 분석한 결과 설계기준강도를 상회하는 것으로 조사되어 전반적으로 양호한 상태인 것으로 측정되었다. 또한, 탄산화 깊이를 분석한 결과 잔여 깊이는 모두 30.0㎜ 이상을 확보하여 “상태등급 a”로 평가되었다.

3) 외관조사 및 현장시험 결과에 따른 상태평가 결과 “B등급(양호)”으로 분석되었다.

4) 상태평가 의한 종합평가 결과 안전등급은『보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태』인 “B(양호)등급”으로 평가되었다. 조사된 주요결함 및 손상부에 대하여 적절한 보수가 이루어지고 보수 후에도 정기적인 점검 및 지속적인 유지관리를 통해 구조물의 내구연한을 연장시켜 안전성 및 사용성을 최대한 확보하고, 문제점 발생 시에는 즉각적인 대책을 수립·강구하여야 할 것으로 판단된다.

나. 정밀안전진단 및 사용제한 필요성 여부

본 시설물은 정밀안전점검 결과, 일부부재에 부분적으로 손상이 발생되었으나 구조물의 안전성에는 영향이 없는 경미한 손상으로 긴급진단이나 정밀안전진단, 사용제한은 필요치 않은 것으로 판단된다.

다. 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항

본 시설물의 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항은 본 보고서 2.7.2 중점유지관리 사항에 수록하였다.

3. 상동지하차도

3.1 시설물현황

구분		내용	구분	내용
시설물명		상동지하차도	시설물번호	UR2005-0000018
준공년도		2002년 07월 20일	관리번호	-
시설물위치		경기도 부천시 원미구 상동 624-3		
시설물구분		터널(2종 시설물)	노선명(이정)	시도
제원	연장	L=612.3m (Box구간 : 235.3m, U-Type구간 : 377.0m)		
	폭	B=21.0m (4차로)		
구조 형식		U-Type 옹벽 R.C Box형식	높이	4.3m
주요공법		개착식	보조공법	H-PILE
배수형식		측벽하부 배수식	구배	6.0%
환기		자연환기	선형	직선
설계사		두산엔지니어링	시공사	쌍용건설
내진설계유무		불명	관리주체	부천시청 도로관리과

시점 U-Type 전경

Box내부 전경

3.2 자료수집 및 분석

가. 기 정밀안전점검 실시결과

구분	정밀안전점검 내용 - ㈜효광엔지니어링(2018.04.30 ~ 2018.07.08)	
BOX 구간	슬래브	- 미세균열, 망상균열, 누수백화 - 균열(0.3mm이상), 균열 백태 - 박리박락, 층분리, 보수부 들뜸 - 유도배수관탈락, 길이부족, 마감재탈락
	측벽	- 연석균열(0.3mm이상), 열화, 박리박락 - 타일 균열, 들뜸 탈락, 파손 - 신축이음부 누수, 누수흔적
	중간벽(기둥)	- 균열(0.2mm이하), 망상균열 - 균열(0.3mm이상) - 박락, 파손, 타일들뜸및탈락, 파손 - 실링재 파손, 미설치 - 파손 및 철근노출
	포장	- 보수완료
	신축이음장치	- 보수완료
	입, 출입구	- 균열, 백태, 박리박락
U-Type 구간	옹벽	- 균열(0.3mm이상), 미세균열, 균열백태 - 열화, 박리, 박락, 파손, 철근노출 - 신축이음 실링재 파손 - 교명주 파손, 설명판 탈락 - 보수부 재균열, 보수부 박리
	중앙분리대	- 균열(0.3mm이상) - 열화, 박리박락, 도장탈락 - 신축이음 실링재 파손
	포장	- 보수완료
	신축이음	- 보수완료
	배수시설	- 이물질 퇴적 발생, 덮개 누락
기타 시설	조명/소화시설	- 소화시설누락, 소화기함시건장치불량
	펌프실/관리실/전기실	- 국부적백태, 망상균열, 백태, 누수백태

<table>
<tr><th>구분</th><th colspan="6">정밀안전점검 내용 - ㈜효광엔지니어링(2018.04.30 ~ 2018.07.08)</th></tr>
<tr><td rowspan="5">내구성
조사</td><td rowspan="2">콘크리트
강도</td><td colspan="5">- Box 구간 : 24.1~26.2㎫ (설계기준 강도 24.0 ㎫)
- U-Type 구간 : 24.1~28.0㎫ (설계기준 강도 24.0 ㎫)</td></tr>
<tr><td>평 가</td><td colspan="4">- 각 부재별로 반발경도를 측정한 결과 대체적으로 설계기준강도를 상회하고 있는 것으로 조사됨.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">탄산화
잔여깊이
측정</td><td colspan="2">Box 구간</td><td colspan="3">U-Type 구간</td></tr>
<tr><td colspan="2">53.5~58.4㎜</td><td colspan="3">43.1~52.1㎜</td></tr>
<tr><td>평 가</td><td colspan="4">- 탄산화 시험결과 탄산화 깊이는 Box구간 8.4~9.2mm, U-Type구간 7.2~10.3mm로 측정되어 탄산화의 잔여깊이가 각 71.6~67.8mm, 56.8~51.7mm로 계산되므로 세부지침에 의거 상태평가는 'a'로 평가된다.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">종합평가
및
안전등급</td><td colspan="2">상태평가</td><td colspan="2">안전성평가</td><td rowspan="2">종합평가 및 안전등급</td></tr>
<tr><td>환산 결함도 점수</td><td>결과</td><td>안전율(S.F)</td><td>결과</td></tr>
<tr><td>0.231</td><td>B</td><td>-</td><td>-</td><td>B등급</td></tr>
<tr><td>주요 결함별
중점 점검부위</td><td colspan="6">- 신축이음부 누수, 유도배수관 마감재 탈락
- 균열부 백태, 입출입구 박리, 박락</td></tr>
<tr><td>종합
결론</td><td colspan="6">- 금회 점검결과 지하차도의 구조적 안전성을 저해할 만한 손상은 발생치 않았으나 입·출입구 박리박락의 손상은 차량주행시 2차사고의 위험이 있으므로 조속한 보수가 필요하며, Box 구간 신축이음부 누수, 유도배수관 손상, 타일 손상에 대한 적정한 보수 및 보강을 실시하여 내구성 및 안전성을 확보하는 것이 필요함.
- 전차 상태평가 결함지수 0.206에서 손상이 다소 증가하여, 금차 상태평가 결함지수 0.231으로 다소 증가하였으나, 안전등급은 상태평가기준에 의거 전차와 동일한 "B등급"으로 평가됨.</td></tr>
</table>

나. 보수·보강 이력 현황

공사기간	공사 구분	부위	공사내역	시공자
2007.01 ~2007.12	기타	없음	없음	보성건설(주)

다. 내진설계 적용여부

시설물번호	관리번호	시설물명	노선		시설물분류			
			구분	세부노선	시설물종류	시설물종별	시설물구분	SOC성능평가대상
UR2005-0000018		상동지하차도	시도	부천시	지하차도	2종	터널	무

주소 (시,도) (시,군,구) (읍,면,동) (리,번지 등 주소)				관리주체	관리주체구분				소유자	소유자구분			
					공공			민간		공공			민간
경기도	부천시 원미구	상동 624-3		부천시청 도로관리과(교량,지하차도,터널,보도육교)	중앙부처	지자체	(국가/지방)공기업		부천시장	중앙부처	지자체	(국가/지방)공기업	

사업계획 승인일	준공 (사용승인)일	하자담보책임 만료일	2. 상세제원	3. 안전점검 및 정밀안전진단 이력	4. 보수·보강 이력	환기구 덮개 (접근 가능한 환기구)	5. 첨부자료 목록
	2002년 07월 20일	2012년 10월 30일	유	유	유		P1020039.jpg 사진 052.jpg

설계기간	설계자	공사기간	시공자	총공사비(백만원)
1995-09-23 ~ 1999-11-10	두산엔지니어링	2000-12-27 ~ 2003-03-20	쌍용건설	9,210

내진정보	내진설계 대상 유무	내진설계 적용 유무	적용내진설계기준	내진성능평가 실시 유무	내진보강 유무
	불명	불명		불명	불명

영10조대상	감리기간	감리자(책임감리원)	사업주체(발주자)	공사명	공사감독·공사관리관
아니오	2000-11-13 ~ 2002-06-30	이동수	한국토지공사	부천상동지구 택지개발사업 특수구조물공사	김경식

3.3 현장조사 및 시험

가. 외관조사 결과

구 분		주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
본선 Box 구간	슬래브 하면	· 균열(cw=0.2㎜이하) · 균열(cw=0.3㎜이상) · 망상균열, 도장탈락 · 균열 및 백태 · 누수 및 백태 · 보강부 균열, 들뜸, 재균열 · 유도배수관 탈락, 길이부족 등	· 시공초기 건조수축, 내·외부구속 작용 및 공용 중 온도변화에 의한 신축작용 등 복합적인 영향에 의한 비구조적 균열 · 구조물 배면의 지표수 등의 침투수가 수밀성이 낮은 조인트 부위에 유입되면서 발생된 것 · 보강부 균열, 들뜸, 보수부 재균열은 공용기간 증가에 따른 보수·보강 미흡부에 발생 → 표면처리, 주입보수, 유도배수관 재설치, 단면보수
	벽체부	· 타일균열, 들뜸, 탈락, 파손 · 누수흔적 및 백태	· 시공불량 및 외부 충격 등에 의해 발생된 손상 · 기 점검시 누수로 조사된 손상은 금번 조사시 전개소 누수흔적으로 조사 → 타일 재설치, 표면처리
	기둥부	· 균열(cw=0.2㎜이하) · 타일들뜸, 탈락, 파손 · 열화, 층분리 · 박락, 파손	· 건조수축, 온도변화, 내·외부구속 작용 등 부피변화에 기인한 비구조적 균열 · 공용기간 증가, 시공불량 및 외부 충격 등에 의해 타일 손상 발생 · 공용중 제설제 및 외기의 영향 등에 의해 발생 · 시공초기 다짐불량, 품질관리미흡 및 국부적인 피복부족, 충격 등으로 발생 → 표면처리, 타일 재설치, 단면보수
	입·출 구부	· 균열, 백태	· 균열부에 배면 지표수 및 외기의 영향 등에 의해 발생 → 표면처리

구 분		주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
U-Type 옹벽		· 균열(cw=0.2㎜이하) · 균열, 백태	· 시공초기 건조수축, 내·외부구속 작용 및 공용 중 온도변화에 의한 신축작용 등의 복합적인 영향에 의한 비구조적 균열 · 균열부에 배면 지표수 및 외기의 영향 등에 의해 발생 → 표면처리
부대시설	포장부	· 균열(cw=0.3㎜이상)	· 온도 강하에 의한 수축과 차량의 반복통행, 공용기간 증가에 의한 손상 → 주의관찰
		· 포장 긁힘, 파손, 박리	· 공용 중 다짐이 부족한 불건전 포장면에 적치물과 차륜과의 접촉으로 인하여 발생 → 주의관찰
부대시설	배수시설	· 배수로 트렌치 망실	-재설치 필요 → 재설치
	연석 및 중앙분리대	· 균열(cw=0.2㎜이하) · 균열(cw=0.3㎜이상) · 열화, 박리, 박락 · 도장탈락, 열화	· 시공초기 건조수축, 내·외부구속 작용 및 공용 중 온도변화에 의한 신축작용 등 복합적인 영향에 의한 비구조적 균열 · 공용년수 경과 및 환경적인 요인, 외부충격 등으로 발생 → 표면처리, 주입보수, 재도장, 주의관찰
	신축이음부	· 신축이음부 누수	· 포장면 및 포장부 배면의 용출수로 인한 누수 발생. → 유도배수가 가능한 신축이음으로 재설치
기타시설		· 균열, 망상균열, 백태 · 누수, 백태	· 공초기 건조수축, 외·내부 구속의 영향 및 공용 중 온도변화에 따른 신축작용 등의 복합적인 원인에 의해 발생된 균열부에 배면 지표수 및 외기의 영향 등에 의해 발생된 것 · 구조물 배면의 지표수 등의 침투수가 수밀성이 낮은 조인트 및 균열부에 유입되면서 발생된 것 → 표면처리, 주입보수

나. 내구성 조사결과

구 분		내구성조사 결과			평가의견
비파괴 압축강도	BOX 구간	시험결과(㎫) Ⓐ	설계기준강도(㎫) Ⓑ	강도비(%) Ⓐ/Ⓑ×100	양 호
		25.2~26.4	24.0	105.0~110.0	
	옹벽 구간	시험결과(㎫) Ⓐ	설계기준강도(㎫) Ⓑ	강도비(%) Ⓐ/Ⓑ×100	양 호
		24.2~26.1	24.0	100.7~108.8	
탄산화 깊이측정	BOX 구간	탄산화 깊이(㎜)	탄산화 잔여깊이(㎜)	상태평가 기준	부식발생 우려없음
		13.5~14.5	54.5~56.5	a	
	옹벽 구간	탄산화 깊이(㎜)	탄산화 잔여깊이(㎜)	상태평가 기준	부식발생 우려없음
		12.5~15.0	49.5~51.0	a	

3.4 상태평가

3.4.1 Box 구간 상태평가 결과

가. 평가결과 산정

1) 제1단계 : Box구간 결함지수 산정

Span		균열	누수	파손 및 손상	재질열화							결함 점수 합계	결함 지수
No.	형식				박리	층분리 및박락	백태	재료 분리	철근 노출	탄산화	염화물		
1	지하차도	6	1	0	0	0	0	0	0	0	-	7	0.194
2	지하차도	6	1	0	0	1	0	0	0	0	-	8	0.222
3	지하차도	6	0	0	0	0	1	0	0	-	-	7	0.194
4	지하차도	6	0	0	0	0	1	0	0	-	-	7	0.194
5	지하차도	6	1	0	1	0	1	0	0	-	-	9	0.250
6	지하차도	6	0	0	1	0	1	0	0	-	-	8	0.222
7	지하차도	6	0	0	1	0	0	0	0	-	-	7	0.194
8	지하차도	6	1	0	1	0	1	0	0	-	-	9	0.250
산술평균		6.00	0.50	0.00	0.50	0.13	0.63	0.00	0.00	0.00	-	7.75	0.215

2) 제2단계 : Box구간 결함등급 산정

Span		균열	누수	파손 및 손상	재질열화							결함 평가
No.	형식				박리	층분리 및박락	백태	재료 분리	철근 노출	탄산화	염화물	
1	지하차도	c	b	a	a	a	a	a	a	a	–	b
2	지하차도	c	b	a	a	c	a	a	a	a	–	b
3	지하차도	c	a	a	a	a	c	a	a	–	–	b
4	지하차도	c	a	a	a	a	c	a	a	–	–	b
5	지하차도	c	b	a	c	a	c	a	a	–	–	b
6	지하차도	c	a	a	c	a	c	a	a	–	–	b
7	지하차도	c	a	a	c	a	a	a	a	–	–	b
8	지하차도	c	b	a	c	a	c	a	a	–	–	b
산술평균		c	a	a	a	a	a	a	a	a	–	c
철근콘크리트 구간 결함등급												b

나. 터널 주변상태 결함점수 산정

터널주변	반영사항	결함점수
배수상태	• 배수양호	0.0
지반상태	• 설계자료 검토 및 현장조사시 지하차도 주변 풍화변질	1.0
갱문(접속부)상태	• 보통인 상태	1.0
공동구상태	• 해당사항 없음	0.0
특수조건	• 특이사항 없음	0.0
계		2.0

※ 현장조사 결과 및 서울지하철 7호선 연장 702공구 건설공사 지반조사보고서 참조

다. 상태평가 결과 산정

항목	철근콘크리트										터널주변					합계
	균열	누수	손상	재질열화							배수 상태	지반 상태	갱문 상태	공동구 상태	특수 조건	
				박리	박락	백태	재료 분리	철근 노출	탄산 화	염화 물						
결함 점수	6.00	0.25	0.00	0.50	0.13	0.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	9.50

결함지수	0.227
평가결과	B

3.4.2 U-Type 옹벽 구간 상태평가 결과

가. 시점부 옹벽 결함지수 산정

Span		침하	활동	배수 공 상태	계획 선형 오차	파손 및 손상	균열	마모 침식	재질열화						세굴	주변 영향 인자	결함 점수 합계	결함 지수
No.	형식								박리	박락 및 층분리	백태	철근 노출	탄산화	염화물				
1	옹벽	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	-	-	0	0	3	0.039
2	옹벽	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	-	-	0	0	3	0.039
3	옹벽	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	-	0	0	3	0.039
4	옹벽	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	-	-	0	0	4	0.053
5	옹벽	0	0	0	0	0	3	0	0	0	1	0	-	-	0	0	4	0.053
6	옹벽	0	0	0	0	1	3	0	0	0	1	0	0	-	0	0	5	0.066
7	옹벽	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	-	-	0	0	3	0.039
산술평균		0.00	0.00	0.00	0.00	0.29	3.00	0.00	0.00	0.00	0.29	0.00	0.00	-	0.00	0.00	3.57	0.060

나. 종점부 옹벽 결함지수 산정

Span		침하	활동	배수 공 상태	계획 선형 오차	파손 및 손상	균열	마모 침식	재질열화						세굴	주변 영향 인자	결함 점수 합계	결함 지수
No.	형식								박리	박락 및 층분리	백태	철근 노출	탄산화	염화물				
1	옹벽	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	-	-	0	0	4	0.053
2	옹벽	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	-	-	0	0	3	0.039
3	옹벽	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	-	0	0	3	0.039
4	옹벽	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	-	-	0	0	3	0.039
5	옹벽	0	0	0	0	0	3	0	0	0	1	0	-	-	0	0	4	0.053
6	옹벽	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	-	0	0	4	0.053
7	옹벽	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	-	-	0	0	3	0.039
산술평균		0.00	0.00	0.00	0.00	0.29	3.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.00	0.00	-	0.00	0.00	3.43	0.057

다. U-Type 옹벽 상태평가 결과

구 분	시점부 옹벽	종점부 옹벽
결함지수	0.060	0.057
상태평가 결과	A	A

라. 부대시설 상태평가 결과

· 부대시설(U-Type 옹벽)의 상태평가 결과, A등급(가중치W)=1.0)으로 산정됨.

3.4.3 전체시설 상태평가 결과 분석

· 시설물 결함지수(F=0.221)=기본시설 결함지수(F=0.221)×부대시설 가중치(W=1.00)

· **가곡지하차도 상태평가 결과 :** 0.150 ≤ 결함도 지수(0.227) ≤ 0.300

3.5 종합평가

구분	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	결함도점수	평가등급	안전율	평가등급	
상동지하차도	0.227	b	-	-	B
종합평가 의견	· 외관조사 및 내구성시험에 의한 상태평가 결과, 전반적으로 양호한 상태인 'B'로 평가되었다. · 정밀점검 결과 주요부재 및 보조부재에 부분적으로 손상이 발생되었으나 구조물의 사용성 및 안전성에는 영향이 없는 것으로 조사되었다.				

3.6 안전등급지정

본 시설물에 대한 종합적인 평가결과, 『보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태』로서 구조물의 안전등급은 "B등급(양호)"으로 지정되었다.

- **안전등급 : B등급(양호)**

3.7 보수·보강 및 유지관리방안

가. 유지관리 개략공사비

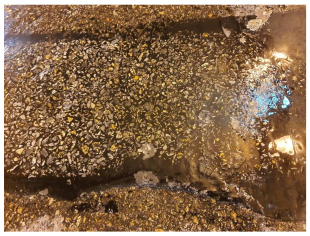
구 분	손상내용	보수 물량	단위	단가 (천원)	보수공법	개략공사비 (천원)	우선 순위
슬래브하면	균열(cw=0.2㎜이하)	111.54	㎡	60	표면처리	6,692	2순위
	균열(cw=0.3㎜이상)	8.40	m	50	주입보수	420	1순위
	망상균열, 도장탈락	120.76	㎡	60	표면처리	7,245	2순위
	균열 및 백태	1.80	m	60	표면처리	108	2순위
	누수 및 백태	13.02	㎡	100	유도배수관 재설치	1,302	1순위
	보강부 균열, 들뜸	102.54	㎡	50	단면보수	5,127	2순위
	보강부 균열	501.36	m	60	표면처리	30,082	2순위
	보수부 재균열	2.52	m	60	표면처리	151	2순위
	유도배수관 탈락, 길이부족, 마감재 탈락	19.08	m	100	유도배수관 재설치	1,908	1순위
	조인트부 누수백화	1.44	m	100	유도배수관 재설치	144	1순위
벽체부	타일균열, 들뜸, 탈락, 파손	583	EA	5	타일 재설치	2,915	2순위
	누수흔적 및 백태	82.07	㎡	60	표면처리	4,924	2순위
기둥부	균열(cw=0.2㎜이하)	231.60	㎡	60	표면처리	13,896	2순위
	타일들뜸, 탈락, 파손	255	EA	5	타일 재설치	1,275	2순위
	열화, 층분리	451.20	㎡	50	단면보수	22,560	2순위
	박락, 파손	2.33	㎡	50	단면보수	116	2순위
입 · 출구부	균열, 백태	5.16	m	60	표면처리	310	2순위

※ 보수물량은 손상물량의 20% 할증함(정확한 수량의 경우는 제외)
※ 부대공은 고소차 일대 60만원 4일로 측정하였음.

구 분	손상내용	보수 물량	단위	단가 (천원)	보수공법	개략공사비 (천원)	우선 순위
U-Type 옹벽	균열(cw=0.2㎜이하)	16.62	m	60	표면처리	997	2순위
	균열, 백태	13.20	m	60	표면처리	792	2순위
배수시설	배수로 트렌치 망실	1	EA	65	재설치	65	2순위
연석 및 중앙분리대	균열(0.2㎜이하)	3.15	㎡	60	표면처리	189	2순위
	균열(0.3㎜이상)	16.80	m	50	주입보수	840	1순위
	도장탈락, 들뜸, 열화	1071.84	㎡	40	재도장	42,874	2순위
	박리, 파손	0.29	㎡	50	단면보수	14	2순위
신축이음	신축이음부 누수	48.0	m	440	신축이음 재설치	21,120	1순위
기타시설	균열, 백태	2.16	m	60	표면처리	130	2순위
	누수, 백태	6.43	㎡	65	주입보수	418	1순위
	망상균열, 백태	7.51	㎡	60	표면처리	451	2순위
	시공이음부 누수	0.48	㎡	65	주입보수	31	1순위
순공사비 합계						167,096	
제경비(순공사비의 50%)						83,548	
부대공비(고소차 일식)						2,400	
순위별 공사비(제경비 포함)				1순위		26,183	
				2순위		140,913	
				3순위		-	
공사비 총계						**253,045**	

※ 보수물량은 손상물량의 20% 할증함(정확한 수량의 경우는 제외)
※ 부대공은 고소차 일대 60만원 4일로 측정하였음.

나. 유지관리방안

구 분	관리사항	중점유지관리 항목	손상현황
Box구간 슬래브하면	조인트부 누수	· 추가손상 진행여부 및 유도배수관 교체후 누수여부 확인. → 유도배수관 재설치, 표면처리	
Box구간 벽체	누수 흔적 및 백태	· 우기시 누수 발생여부 확인 → 주입보수	
기둥부	타일탈락	· 타일탈락시 주행 차량의 주행성에 영향을 미치므로 보수실시 후 지속적인 유지관리 필요 → 재설치	
신축이음	신축이음 누수	· 신축이음부 누수에 의해 차량 주행성 및 구조물 내구성에 영향 발생. 추후 추가누수 발생 여부 지속적인 유지관리 필요 → 유도배수가 가능한 신축이음 재설치	

3.8 종합결론

가. 정밀안전점검 실시결과의 종합결론

1) 금회 정밀안전점검을 실시한 결과 구조물의 안전성에 영향을 미치는 중대결함 및 구조적으로 문제가 되는 손상은 발생하지 않은 것으로 확인되었다.

2) 구성 재료의 품질상태와 내구성 등을 평가하기 위하여 콘크리트에 대한 비파괴조사를 실시하였고, 콘크리트 강도시험을 분석한 결과 설계기준강도를 상회하는 것으로 조사되어 전반적으로 양호한 상태인 것으로 측정되었다. 또한, 탄산화 깊이를 분석한 결과 잔여 깊이는 모두 30.0㎜ 이상을 확보하여 “상태등급 a”로 평가되었다.

3) 외관조사 및 현장시험 결과에 따른 상태평가 결과 “B등급(양호)”으로 분석되었다.

4) 상태평가 의한 종합평가 결과 안전등급은『보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태』인 “B(양호)등급”으로 평가되었다. 조사된 주요결함 및 손상부에 대하여 적절한 보수가 이루어지고 보수 후에도 정기적인 점검 및 지속적인 유지관리를 통해 구조물의 내구연한을 연장시켜 안전성 및 사용성을 최대한 확보하고, 문제점 발생 시에는 즉각적인 대책을 수립·강구하여야 할 것으로 판단된다.

나. 정밀안전진단 및 사용제한 필요성 여부

본 시설물은 정밀안전점검 결과, 일부부재에 부분적으로 손상이 발생되었으나 구조물의 안전성에는 영향이 없는 경미한 손상으로 긴급진단이나 정밀안전진단, 사용제한은 필요치 않은 것으로 판단된다.

다. 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항

본 시설물의 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항은 본 보고서 3.7.2 중점유지관리 사항에 수록하였다.

4. 신상교

4.1 시설물현황

구분		내용	구분		내용
시설물명		신상교	시설물번호		BR2007-0000052
준공년도		2006년 10월 12일	관리번호		28-237
시설물위치		경기도 부천시 원미구 상동 701-57			
설계하중		DB-24 / DL-24	노선명(이정)		특별, 광역시도
제원	연장	L=160.52m (2@40.26+2@40.0)			
	폭	B=31.0.m(왕복 6차선)			
구조형식	상부	프리플렉스빔교(PF)	기초형식	교대	강관 PIPE
	하부	교대 : 역T형 교각 : 3주식		교각	강관 PIPE
교량받침		탄성받침	신축이음		레일조인트
교차시설물		인천시 굴포천	통과높이		-
설계사		(주)도우엔지니어즈	시공사		동화건설(주),송림건설(주),대우자동차판매(주)
내진설계유무		적용	관리주체		부천시청 도로관리과

상부전경

측면전경

4.2 자료수집 및 분석

가. 기 정밀안전점검 실시결과

<table>
<tr><th>구분</th><th colspan="11">정밀안전점검 내용 - ㈜효광엔지니어링(2018.04.30 ~ 2018.07.08)</th></tr>
<tr><td rowspan="8">외관
조사</td><td colspan="2">교면포장</td><td colspan="9">- 접속포장면 파손, 아스콘파손, 포트홀, 망상균열</td></tr>
<tr><td colspan="2">난간, 연석,
중분대</td><td colspan="9">- 난간 파손, 중앙분리대 파손, 보도부 박리, 볼트연결 파손, 연석 철근노출, 교명주 표면박리, 박락</td></tr>
<tr><td colspan="2">배수시설</td><td colspan="9">- 배수구 막힘, 배수관 파손, 배수관 길이부족</td></tr>
<tr><td colspan="2">신축이음장치</td><td colspan="9">- 후타재 균열(0.2mm이하), 유간 토사퇴적, 신축이음부 덮개 이탈</td></tr>
<tr><td colspan="2">바닥판 하면</td><td colspan="9">- 균열(0.2mm이하), 균열부백태, 누수흔적, 백태, 망상균열, 재료분리, 콜드조인트, 파손 및 철근노출</td></tr>
<tr><td colspan="2">거더 및 가로보</td><td colspan="9">- 균열(0.2mm이하), 망상균열, 파손, 재료분리, 균열부백태</td></tr>
<tr><td colspan="2">받침장치</td><td colspan="9">- 받침부식, 받침몰탈 균열, 망상균열, 받침콘크리트 박리</td></tr>
<tr><td colspan="2">하부구조</td><td colspan="9">- 균열(0.2mm이하), 균열(0.3mm이상), 균열부백태, 망상균열, 백태, 표면오염, 그을음(화제), 박리박락, 실런트 파손, 누수흔적, 점검통로 파손, 부식</td></tr>
<tr><td rowspan="5">내구성
조사</td><td rowspan="2">콘크리트
강도</td><td colspan="10">- 상부구조 : 27.6~30.5㎫ (설계기준 강도 27.0 ㎫)
- 하부구조 : 24.1~28.6㎫ (설계기준 강도 24.0 ㎫)</td></tr>
<tr><td>평 가</td><td colspan="9">- 각 부재별로 반발경도를 측정한 결과 대체적으로 설계기준강도를 상회하고 있는 것으로 조사됨.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">탄산화
잔여깊이
측정</td><td colspan="5">상부</td><td colspan="5">하부</td></tr>
<tr><td colspan="5">30.3~32.2㎜</td><td colspan="5">35.0~61.0㎜</td></tr>
<tr><td>평 가</td><td colspan="9">- 탄산화 시험결과 탄산화 깊이는 상부구조 7.7~8.6mm, 하부구조 4~26.0mm로 측정되어 탄산화의 잔여깊이가 각 30.3~30.4mm, 61.0~35.0mm로 계산되므로 세부지침에 의거 상태평가는 ‘a’로 평가된다.</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">종합평가
및
안전등급</td><td colspan="4">상태평가</td><td colspan="4">안전성평가</td><td rowspan="2">종합평가 및 안전등급</td></tr>
<tr><td colspan="3">환산 결함도 점수</td><td>결과</td><td colspan="2">안전율(S.F)</td><td>결과</td></tr>
<tr><td colspan="3">0.252</td><td>B</td><td colspan="2">-</td><td>-</td><td>B등급</td></tr>
<tr><td colspan="2">주요 결함별
중점 점검부위</td><td colspan="10">- 바닥판 하면의 파손 및 철근노출, 거더의 망상균열
- 교각 박리박락, 망상균열</td></tr>
<tr><td>종합
결론</td><td colspan="11">- 금회 점검결과 교량의 구조적 안전성을 저해할 만한 손상은 발생치 않았으나 교면포장의 망상균열 및 파손, 바닥판 하면의 파손 및 철근노출, 거더 및 가로보의 균열 및 망상균열, 교각의 박리박락, 균열 및 망상균열 등의 손상이 심화되고 있는 것으로 조사 되었으며 노후화가 극대화 될 경우 교량의 내구성, 사용성 및 안전성에 영향을 미칠 수 있으므로 각 부재에 대한 적정한 보수 및 보강을 실시하여 내구성 및 안전성의 확보가 필요함.
- 전차 상태평가 결함지수 0.211에서 손상이 다소 증가하여, 금차 상태평가 결함지수 0.252으로 다소 증가하였으나, 안전등급은 상태평가기준에 의거 전차와 동일한 “B등급”으로 평가됨.</td></tr>
</table>

나. 보수·보강 이력 현황

본 과업대상시설물의 보수·보강 이력 사항은 관리주체 보유자료 및 시설물정보관리 종합시스템(FMS) 실적을 참고하여 확인결과 신상교의 보수·보강 이력은 없는 것으로 확인되었다.

다. 내진설계 적용여부

시설물명		교량 시점위치(읍면동리까지 기입)			교량 종점위치(읍면동리까지 기입)			설계활하중	허용통행하중
신상교		경기도 부천시 원미구 상동			인천광역시 부평구 삼산동			DB-24/DL-24	
연장			폭(m)			차로수			내진설계적용여부
길이(m)	경간수	최대	보도	차도	계	상행	하행	계	
160.5	4	40.3	9.5	21.5	31	3	3	6	적용

상부구조	경간구성	2@40.26 + 2@40 = 160.52			
	구분	경간형식	받침종류	신축이음종류	하부통과 제한높이(m)
	대표	프리플렉스빔교(PF)	고무받침	RAIL TYPE	
	기타				

하부구조	구분	교각		교대		교차노선 (또는 교차하천)	교차하천 최고수심(m)
		형식	기초형식	형식	기초형식		
	대표	3주식		역T형	강관 PIPE	인천시 굴포천	4
	기타						

4.3 현장조사 및 시험

가. 외관조사 결과

구분		주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
바닥판하면		· 균열(cw=0.2㎜이하) · 균열부백태 · 백태 · 망상균열 · 콜드조인트	· 시공초기 건조수축 등에 의하여 발생된 비구조적 균열, 공용 중 교량 하부 굴포천 및 외기 등에 의한 습기와 온도차이 등에 의한 손상 → 표면처리, 주의관찰
		· 파손 · 파손 및 철근노출	· 시공초기 다짐불량, 품질관리 미흡, 국부적인 피복부족 등에 의해 발생 → 단면보수, 단면보수+방청
거더 및 가로보		· 균열(cw=0.1㎜) · 균열(cw=0.2㎜) · 망상균열 · 균열부 백태	· 시공초기 건조수축 등에 의하여 발생된 비구조적 균열, 공용 중 교량 하부 및 외기 등에 의한 습기와 온도차이 등에 의한 손상 → 표면처리
		· 파손 · 재료분리	· 시공초기 다짐불량, 거푸집 조기탈형, 국부적인 피복부족, 충격 등에 의해 발생 → 단면보수
하부 구조	교대 교각	· 균열(cw=0.2㎜이하) · 균열(cw=0.3㎜이상) · 망상균열 · 백태	· 시공초기 건조수축 등에 의하여 발생된 비구조적 균열, 공용 중 교량 하부 굴포천 및 외기 등에 의한 습기와 온도차이 등에 의한 손상 → 표면처리, 주입보수
		· 박리 · 박락	· 시공초기 다짐불량, 거푸집 조기탈형 등에 의해 발생 → 단면보수
		· 실런트 파손 · 표면오염 · 누수흔적 · 점검통로 파손, 부식	· 공용증가, 외부 충격 등에 따라 발생. 기 점검과 손상의 진전이 없음. → 실링보수, 점검통로 재설치. 주의관찰
교량받침		· 받침몰탈균열, 망상균열 · 망침콘크리트 균열	· 시공초기 건조수축 등에 의하여 발생된 비구조적 균열 → 표면처리
		· 받침장치 부식	· 공용증가 및 하부 굴포천강에 의한 습기 및 온도차이 → 재도장
신축이음		· 후타재 균열 · 유간토사퇴적	· 공용기간 증가 및 반복적 차륜하중에 의한 손상 → 청소, 주의관찰
교면포장		· 접속포장부 파손 · 아스콘 파손, 포트홀 · 망상균열	· 공용기간 증가에 따른 노후화, 품질저하, 반복적인 중차량의 주행 등 시공, 환경, 외적요인이 복합되어 발생 → 재포장
배수시설		· 배수구 막힘, 파손 · 배수관 길이부족	· 이물질 퇴적 등에 의해 발생 → 청소, 재설치
난간 및 연석		· 난간파손	· 외부 충격에 의해 발생 → 재설치
		· 중앙분리대 파손 · 연석 철근노출 · 보도부 포장 박리	· 공용 중 외기의 영향 및 염화칼슘, 외부충격 등에 의해 발생 → 단면보수, 단면보수+방청, 주의관찰

나. 내구성 조사결과

구 분		내구성조사 결과			평가의견
비파괴 압축강도	상부구조	시험결과(㎫) Ⓐ	설계기준강도(㎫) Ⓑ	강도비(%) Ⓐ/Ⓑ×100	양 호
		27.1~27.8	27.0	100.4~103.1	
	하부구조	시험결과(㎫) Ⓐ	설계기준강도(㎫) Ⓑ	강도비(%) Ⓐ/Ⓑ×100	양 호
		24.0~25.5	24.0	100.1~106.4	
탄산화 깊이측정	상부구조	탄산화 깊이(㎜)	탄산화 잔여깊이(㎜)	상태평가 기준	부식발생 우려없음
		7.5~8.5	30.5~32.0	a	
	하부구조	탄산화 깊이(㎜)	탄산화 잔여깊이(㎜)	상태평가 기준	부식발생 우려없음
		6.0~20.0	43.0~59.5	a	

4.4 상태평가

부재의분류		상부구조		2차 부재	기타부재				교량 받침	하부구조		탄산화	
번호	구조 형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음		하부	기초	상부	하부
S1/A1	PF	b	b	a	d	d	b	b	b	b	q	a	a
S2/P1	PF	c	b	a	d	c	c	–	b	b	q	a	a
S3/P2	PF	c	b	a	d	c	b	b	b	c	q	a	a
S4/P3	PF	b	b	a	d	c	b	–	b	b	q	a	a
A2								b	b	b	q	–	a
평균		0.300	0.200	0.100	0.700	0.475	0.250	0.200	0.200	0.240	–	0.100	0.100
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	–	4	3
(평균X가중치)/가중치합		0.054	0.040	0.005	0.049	0.014	0.005	0.018	0.018	0.048	–	0.004	0.003
								결함도 환산점수				0.258	
								상태평가등급				B	

구 분	환산결함도점수	연 장(m)	차선	길이×차선	연장비	결함지수(b)
신상교	0.258	160.52	6	963.12	1.00	0.258
결함 지수					0.258	
상태평가 결과					B	

· 결함도 범위 : 0.130 ≤ 결함도 지수(0.258) < 0.260

4.5 종합평가

구분	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	결함도점수	평가등급	안전율	평가등급	
신상교	0.258	b	-	-	B
종합평가 의견	· 상태평가결과 “보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태”인 “B”로 평가됨. · 18년도 정밀안전점검 상태평가 결과와 비교한 결과, 결함지수가 증가하였는데 이는 기 점검시 손상의 누락 및 공용기간 일부 신규손상 발생으로 인하여 일부 부재의 지수가 상승한 것으로 분석됨.				

4.6 안전등급지정

본 시설물에 대한 종합적인 평가결과, 『보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태』로서 구조물의 안전등급은 “B등급(양호)”으로 지정되었다.

- **안전등급 : B등급(양호)**

4.7 보수·보강 및 유지관리방안

가. 유지관리 개략공사비

구 분	손상내용	보수 물량	단위	단가 (천원)	보수공법	개략공사비 (천원)	우선 순위
바닥판 하면	균열(0.2mm이하)	6.75	㎡	60	표면처리	45	2순위
	균열부 백태	0.87	㎡	60	표면처리	36	2순위
	망상균열	8.40	㎡	60	표면처리	20	2순위
	백태	1.40	㎡	60	표면처리	3	2순위
	파손	0.05	㎡	250	단면보수	144	2순위
	파손 및 철근노출	0.73	㎡	260	단면보수+방청	101	1순위
거더	균열(0.2mm이하)	421.5	㎡	60	표면처리	6,674	2순위
	망상균열	1881.65	㎡	60	표면처리	360	2순위
	파손	0.38	㎡	250	단면보수	402	2순위
	재료분리	1.56	㎡	250	단면보수	345	2순위
	균열부 백태	0.09	㎡	60	표면처리	1	2순위
교대	균열(0.2mm이하)	10.08	㎡	60	표면처리	851	2순위
	균열부 백태	0.51	㎡	60	표면처리	132	2순위
	박락	0.96	㎡	250	단면보수	306	2순위
	백태	1.85	㎡	60	표면처리	70	1순위
	실런트 파손	7.8	m	30	실링보수	2,353	2순위
교각	균열(cw=0.2㎜이하)	47.13	㎡	60	표면처리	780	1순위
	균열(cw=0.3㎜이상)	7.0	m	50	주입보수	150	2순위
	망상균열	95.02	㎡	60	표면처리	5,040	2순위
	콘크리트열화	4.80	㎡	60	표면처리	1,122	2순위
	박리, 박락	12.36	㎡	250	단면보수	306	2순위
	점검통로 파손, 부식	2	EA	1000	재설치	4	2순위

※ 보수단가는 일반적인 보수(특허제외)를 대상으로 개략적으로 선정함.
※ 부대공은 별도 산정되지 않았고, 추후 보수설계시 실제 보수공법의 공정에 맞춰 추가 산정이 필요함.
※ 갱구부 외부 배수로 청소 및 정비는 1식으로 산정함.

구 분	손상내용	보수 물량	단위	단가 (천원)	보수공법	개략공사비 (천원)	우선 순위
교량받침	받침장치 부식	62	EA	60	재도장	3,720	2순위
	받침몰탈 균열(cw=0.2㎜이하)	0.21	㎡	60	표면처리	13	2순위
	받침몰탈 망상균열	0.10	㎡	60	표면처리	6	2순위
	받침콘크리트 균열(cw=0.2㎜이하)	0.39	㎡	60	표면처리	23	2순위
신축이음 장치	유간토사퇴적	33.5	m	10	청소	335	2순위
교면포장	접속포장부 파손	23.04	㎡	70	재포장	134,400	1순위
	아스콘 파손	1.56	㎡				
	포트홀	0.18	㎡				
	망상균열	1920.00	㎡				
배수시설	배수구 막힘	25	EA	20	청소	500	2순위
	배수관 파손	30.0	m	150	재설치	4,500	2순위
	배수관 길이부족	9.6	m	150	재설치	1,440	3순위
난간, 연석	난간 파손	5.6	m	2,000	재설치	2,000	2순위
	중앙분리대 파손	1.50	㎡	250	단면보수	375	2순위
	연석 철근노출	0.04	㎡	260	단면보수+방청	9	1순위
	교명주 표면박리,박락	0.48	㎡	250	단면보수	120	2순위
순공사비 합계						302,844	
제경비(순공사비의 50%)						151,422	
부대공비(교량점검차 일식)						6,000	
순위별 공사비(제경비 포함)				1순위		278,838	
				2순위		22,566	
				3순위		1,440	
공사비 총계						**460,266**	

※ 보수물량은 손상물량의 20% 할증함(정확한 수량의 경우는 제외)
※ 부대공은 교량점검차 일대 150만원 4일로 측정하였음.

나. 유지관리방안

구 분	관리사항	중점유지관리 항목	손상현황
거더	망상균열	· 거더 측면에 전반적인 망상균열 발생. → 표면처리	
바닥판하면,	철근노출	· 국부적인 피복두께 부족. 보수시 열화 및 부식부 완전 제거 후 보수 시행 확인 → 단면보수+방청	
포장부	전체 망상균열	· 공용기간 증가에 따른 포장부 전체 망상균열 발생 → 전면 재포장	
받침장치	받침장치부식	· 공용중 습기, 온도차 및 우수 등에 발생된 손상으로 대다수 부식 발생 → 재도장	

4.8 종합결론

가. 정밀안전점검 실시결과의 종합결론

1) 금회 정밀안전점검을 실시한 결과 구조물의 안전성에 영향을 미치는 중대결함 및 구조적으로 문제가 되는 손상은 발생하지 않은 것으로 확인되었다.

2) 구성 재료의 품질상태와 내구성 등을 평가하기 위하여 콘크리트에 대한 비파괴조사를 실시하였고, 콘크리트 강도시험을 분석한 결과 설계기준강도를 상회하는 것으로 조사되어 전반적으로 양호한 상태인 것으로 측정되었다. 또한, 탄산화 깊이를 분석한 결과 잔여 깊이는 모두 30.0㎜ 이상을 확보하여 “상태등급 a”로 평가되었다.

3) 외관조사 및 현장시험 결과에 따른 상태평가 결과 “B등급(양호)”으로 분석되었다.

4) 상태평가 의한 종합평가 결과 안전등급은『보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태』인 “B(양호)등급”으로 평가되었다. 조사된 주요결함 및 손상부에 대하여 적절한 보수가 이루어지고 보수 후에도 정기적인 점검 및 지속적인 유지관리를 통해 구조물의 내구연한을 연장시켜 안전성 및 사용성을 최대한 확보하고, 문제점 발생 시에는 즉각적인 대책을 수립·강구하여야 할 것으로 판단된다.

나. 정밀안전진단 및 사용제한 필요성 여부

본 시설물은 정밀안전점검 결과, 일부부재에 부분적으로 손상이 발생되었으나 구조물의 안전성에는 영향이 없는 경미한 손상으로 긴급진단이나 정밀안전진단, 사용제한은 필요치 않은 것으로 판단된다.

다. 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항

본 시설물의 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항은 본 보고서 4.7.2 중점유지관리 사항에 수록하였다.

차 례

제1편 공통편

제 1장 서 언 ····· 3

1.1 과업의 목적 ····· 5
1.2 대상시설물의 개요 ····· 5
1.3 과업수행기간 ····· 6
1.4 과업 범위 및 내용 ····· 6
1.5 과업수행 절차 및 수행일정 ····· 8
1.6 사용장비 및 시험기기 현황 ····· 9

제 2장 자료수집 및 분석 ····· 11

2.1 개요 ····· 13
2.2 자료수집 및 분석 ····· 13

제 3장 현장조사 및 시험 ····· 15

3.1 개요 ····· 17
3.2 현장조사 ····· 17
3.3 내구성 시험 ····· 32

제 4장 시설물의 상태평가 ····· 41

4.1 상태평가 개요 ····· 43
4.2 교량의 상태평가 ····· 43
4.2 터널(지하차도)의 상태평가 ····· 57

제 5장 종합평가 및 안전등급 지정 ····· 67

5.1 개요 ····· 69
5.2 종합평가 결과 산정방법 ····· 70
5.3 안전등급 지정 ····· 71

제 6장 보수·보강 방법 ····· 73

6.1 개요 ····· 75
6.2 보수·보강 선정기준 ····· 80
6.3 보수·보강 공법 ····· 81
6.4 보수 재료의 품질관리 및 검사 ····· 126

제 7장 유지관리방안 ····· 131
7.1 개요 ····· 33 ··· 1
7.2 유지관리의 목적 ····· 133
7.3 유지관리의 업무 및 흐름 ····· 134
7.4 유지관리 방안 ····· 135

제2편 시설물편

제 1장 계남고가교 ····· 161
1.1 시설물 현황 ····· 161
1.2 자료수집 및 분석 ····· 163
1.3 현장조사 및 시험 ····· 179
1.4 상태평가 ····· 216
1.5 종합평가 및 안전등급 지정 ····· 218
1.6 보수·보강방안 ····· 219
1.7 유지관리방안 ····· 223
1.8 종합결론 ····· 224

제 2장 당아래지하차도 ····· 233
2.1 시설물 현황 ····· 233
2.2 자료수집 및 분석 ····· 235
2.3 현장조사 및 시험 ····· 246
2.4 상태평가 ····· 271
2.5 종합평가 및 안전등급 지정 ····· 275
2.6 보수·보강방안 ····· 276
2.7 유지관리방안 ····· 279
2.8 종합결론 ····· 280

제 3장 상동지하차도 ····· 287
3.1 시설물 현황 ····· 287
3.2 자료수집 및 분석 ····· 289
3.3 현장조사 및 시험 ····· 303
3.4 상태평가 ····· 331
3.5 종합평가 및 안전등급 지정 ····· 335
3.6 보수·보강방안 ····· 336
3.7 유지관리방안 ····· 340
3.8 종합결론 ····· 341

제 4장 신상교 ····· 349
4.1 시설물 현황 ····· 349
4.2 자료수집 및 분석 ····· 351
4.3 현장조사 및 시험 ····· 362
4.4 상태평가 ····· 395
4.5 종합평가 및 안전등급 지정 ····· 397
4.6 보수·보강방안 ····· 398
4.7 유지관리방안 ····· 402
4.8 종합결론 ····· 403

부 록

Ⅰ. 과업지시서
Ⅱ. 외관조사망도
Ⅲ. 측정, 시험 성과표
Ⅳ. 상태평가 결과 자료
Ⅴ. 시설물관리대장 사본
Ⅵ. 관계기록 사진첩
Ⅶ. 사용장비 및 기기의 사진
Ⅷ. 사전조사 자료일체

Ⅰ 공통편

제 1장 서 언

제 2장 자료수집 및 분석

제 3장 현장조사 및 시험

제 4장 시설물의 상태평가

제 5장 종합평가 및 안전등급지정

제 6장 보수·보강 방법

제 7장 유지관리 방안

제 1장 서 언

1.1 과업의 목적

1.2 대상시설물의 개요

1.3 과업수행기간

1.4 과업 범위 및 내용

1.5 과업수행 절차 및 수행일정

1.6 사용장비 및 시험기기 현황

제 1장 서 언

1.1 과업의 목적

본 과업은 「시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법」(이하 "시특법"이라 한다) 제11조 및 시행령 제8조 규정에 따른 「신상교 등 4개소 정밀안전점검 용역」과업으로 시설물에 대한 물리적 기능적 결함을 조사하고 구조적 안전성 및 손상상태를 점검하여, 재해를 예방하고 시설물의 효용을 증진시켜 공공의 안전을 확보하는데 그 목적이 있다.

1.2 대상시설물의 개요

<표 1.2.1> 대상시설물 개요

시 설 물	위 치	노선명	종별	차로수	제 원		준공년도
					연장 (m)	폭 (m)	
계남고가교	경기도 부천시 원미구 중동 1242	길주로	1종	6	250.0	23.5	1993
당아래지하차도	경기도 부천시 원미구 춘의동 3-1	길주로	2종	6	140.0	23.0	2012
상동지하차도	경기도 부천시 원미구 상동 624-3	길주로	2종	4	235.0	21.0	2002
신상교	경기도 부천시 원미구 상동 701-57	길주로	2종	6	160.5	31.0	2006

1.3 과업수행기간

2020. 04. 17 ~ 2020. 07. 15

1.4 과업 범위 및 내용

1.4.1 과업 범위

가. 자료수집 및 분석

나. 과업수행 계획수립

다. 현장조사

라. 현장조사 결과 검토 및 분석

1) 현장조사·시험 결과 정리 및 분석

2) 상태평가 기초자료 검토·분석

마. 상태평가

바. 종합평가 및 안전등급 산정

사. 보고서 작성

아. 기타

1.4.2 과업 내용

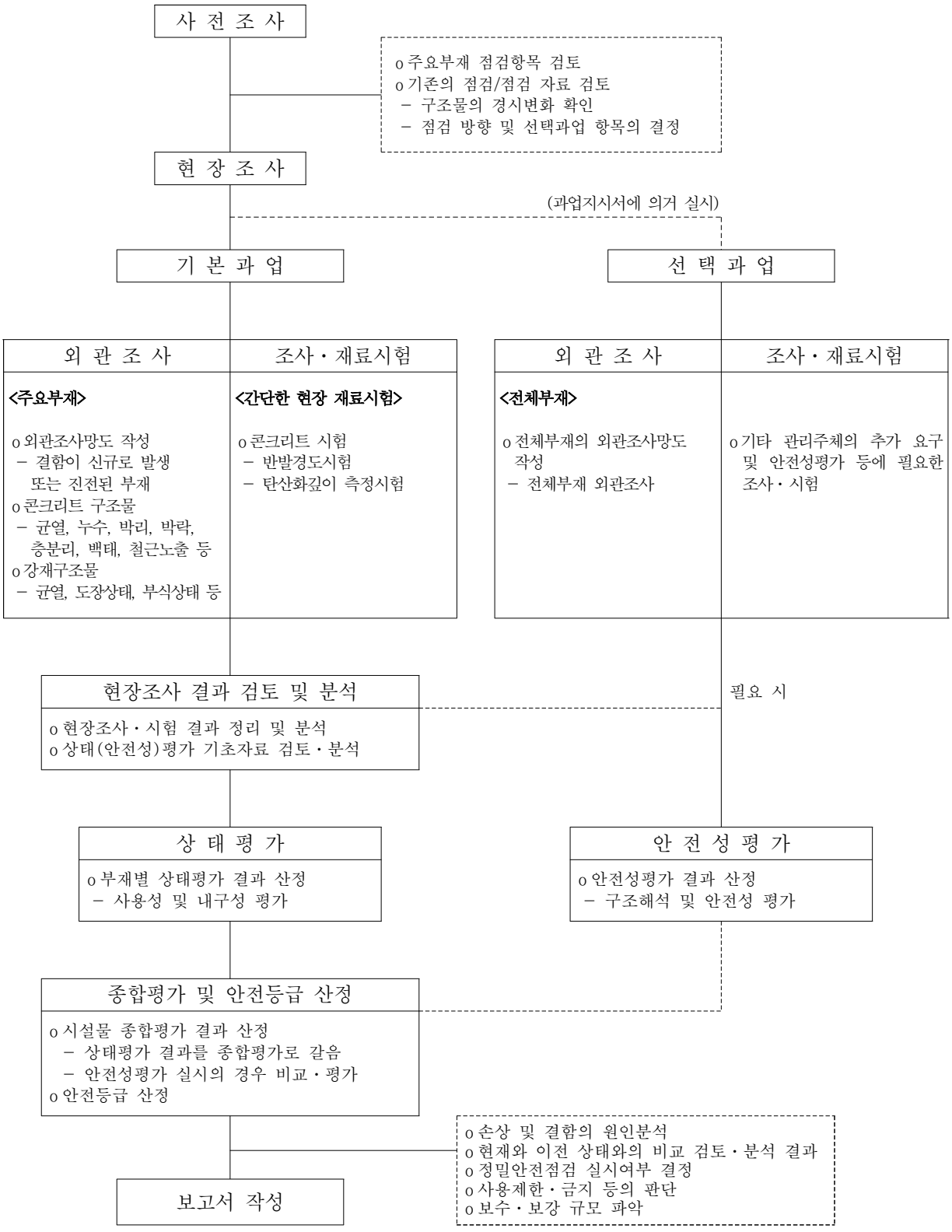
본 과업은 과업지시서, 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2019. 9, 국토해양부/한국시설안전공단)에 의거 수행할 계획이며, 과업의 내용에 대한 세부사항은 다음과 같다.

<표 1.4.1> 과업수행내용

과업항목	과 업 내 용
자료수집 및 분석	- 준공도면, 구조계산서, 특별시방서, 수리·수문계산서 - 시공·보수·보강도면, 제작 및 작업도면 - 재료증명서, 품질시험기록, 재하시험자료, 계측자료 - 시설물관리대장 - 기존 안전점검·정밀안전진단 실시결과 검토·분석 - 보수·보강이력 검토·분석
현장조사 및 시험	- 기본시설물 또는 주요부재의 외관조사 및 외관조사망도 작성 ·콘크리트 구조물 : 균열, 누수, 박리, 박락, 층분리, 백태, 철근노출 등 ·강재 구조물 : 균열 및 도장상태, 부식상태 등 - 간단한 비파괴 현장시험 ·콘크리트 비파괴강도(반발경도시험) ·콘크리트 탄산화 깊이 측정
상태평가	- 외관조사 결과분석 - 현장 재료시험 결과 분석 - 대상시설물(부재)에 대한 상태평가 - 시설물 전체의 상태평가 결과에 대한 책임기술자의 소견(안전등급 지정)
보수 · 보강 방안 제시	- 보수·보강 방법 제시
종합평가	- 종합평가 - 책임기술자 소견에 의한 안전등급 지정(상태평가 결과로 갈음) - 손상 및 결함의 원인분석 및 사용제한· 금지 등의 판단
유지관리지침 제시	- 정밀점검 결과에 따라 향후 대상 시설물의 유지관리시 유의사항 및 유지관리 방법 등을 포함한 유지관리 지침을 작성
보고서작성	- 안점점검 및 정밀안전진단 세부지침 4.3.7 보고서 작성방법을 참조하여 작성 - 도면작성은 CAD도면으로 하고, 전자도면작성표준 및 KOSDIC을 적용하여 작성

1.5 과업수행 절차 및 수행일정

1.5.1 과업수행 절차



<표 1.5.1> 과업수행절차

1.5.2 과업수행 일정

<표 1.5.2> 과업수행 일정 예정공정표

수행내용	용역기간 (2020. 04. 17 ~ 2020. 07. 15, 90일간)								
	10	20	30	40	50	60	70	80	90
1. 관련자료 수집 및 분석 · 자료검토 · 현장답사 · 대상시설의 이력조사	■	■	■						
2. 현장조사 및 비파괴 시험 · 상세외관조사 · 비파괴 시험 · 외관조사망도 작성			■	■	■	■			
3. 비파괴 시험 분석 및 상태평가 · 비파괴 시험 분석 · 구조물 대표등급 평가					■	■	■		
4. 보고서 작성 · 검토 · 결과분석, 종합평가 · 안전등급 지정 · 유지관리전략 제안 · 종합보고서 작성						■	■	■	
5. 최종보고 및 준공 · 보고자료 작성 · 인쇄, 준공							■	■	■

1.6 사용장비 및 시험기기 현황

<표 1.6.1> 사용장비 및 시험기기 현황

장 비 명	장 비 사 진	제 조 국	용 도	검・교정 대상해당여부	검・교정 일자	검・교정 유효기간
반발경도 측 정 기		일본	콘크리트 압축강도추정	비해당	–	–
철 근 탐지기		일본	철근배근상태 피복측정	비해당	–	–
탄산화 시험기		일본	탄산화 진행 깊이 조사	비해당	–	–
균열현미경		일본	균열폭 조사	비해당	–	–
카메라		일본	사진촬영	비해당	–	–
줄자		대한민국	규격 및 간격조사	비해당	–	–
사다리		대한민국	외관조사시 근접조사	비해당	–	–

제 2장 자료수집 및 분석

2.1 개요

2.2 자료수집 및 분석

제 2장 자료수집 및 분석

2.1 개요

자료조사를 통하여 설계, 시공과정, 시공당시의 상황 및 보수·보강 등 유지관리 이력을 검토하는 것은 현재 결함, 열화의 원인과 구조물의 상태를 추정하는데 있어 매우 중요한 과정이다. 따라서 관리주체로부터 본 과업과 관련된 자료를 입수하여 분석하고 이를 바탕으로 사전조사, 본 조사를 하였으며 시설물의 이력에 근거한 조사를 수행하였다.

2.2 자료수집 및 분석

자료수집 결과 보존된 자료는 다음 <표 2.2.1>와 같으며, 세부내용 및 분석결과는 「시설물별 보고서」각 시설물의 「자료수집 및 분석」편에 상세히 기술하였다.

<표 2.2.1> 자료수집 목록

<table>
<tr><th colspan="2">보존대상 목록</th><th>관리주체
보유현황</th><th>비 고</th></tr>
<tr><td>설계서 및
준공도서</td><td>◇ 공통
– 준공내역서
– 시방서
– 구조계산서
– 기타
◇ 설계도면
– 교량
– 위치도, 평면도, 단면도, 구조물도 등</td><td>일부보유</td><td rowspan="5">◇ 시설물정보종합
관리시스템
(FMS) 등재</td></tr>
<tr><td>시공관련자료</td><td>◇ 시공관련자료
◇ 품질관리 관련자료
◇ 지반조사보고서
◇ 품질관리계획서</td><td>일부보유</td></tr>
<tr><td>관리대장</td><td>◇ 시설물관리대장</td><td>보유</td></tr>
<tr><td colspan="2">안전점검 및 정밀안전진단 자료</td><td>보유</td></tr>
<tr><td colspan="2">보수보강 자료</td><td>보유</td></tr>
</table>

제 3장 현장조사 및 시험

3.1 개요
3.2 현장조사
3.3 내구성 시험

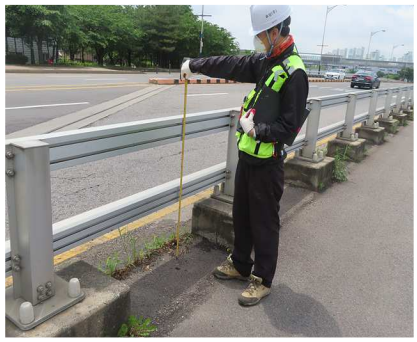
제 3장 현장조사 및 시험

3.1 개요

본 점검대상 시설물의 외관조사는 손상현황 및 결함의 상태를 정확히 판단하고 시설물의 건전성을 저해시키는 위험요인을 사전에 발견하여 보다 적절한 보수대책을 수립하기 위한 기본 자료를 확보하기 위하여 교량 점검차, 사다리를 사용하여 대상부위에 최대한 가까이 접근하여 조사를 실시하였다.

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

외관조사시 손상 또는 결함의 정도를 육안이나 간단한 도구에 의하여 실시하였기 때문에 조사자의 주관적인 판단 등에 의해 발생되는 차이를 최소화하기 위하여 국토교통부에서 발행한「시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침 2019.09 / 안전점검·진단 편」을 기준으로 하여 구조물 항목별로 조사를 실시하였다.

		
고소차 사용	사다리를 이용한 현장조사	제원조사 전경

<사진 2.1.1> 현장조사 전경

3.2 현장조사

3.2.1 외관조사 요령

시설물의 상태평가 시, 점검사항은 구조물의 특성에 따라 다를 수 있으므로 수정, 보완하여 사용한다. 각 세부시설별 점검사항은 평가결과를 기초로 판단하며, 이는 점검부위별 각각의 점검사항에 대한 주요 손상상태를 파악하는데 활용할 수 있다.

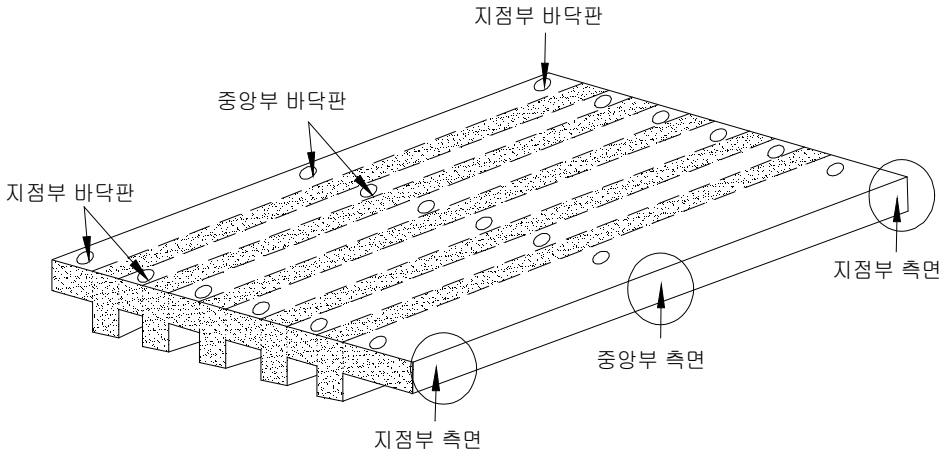
각 시설물별 외관조사 시 조사내용은 다음과 같다.

가. 교량

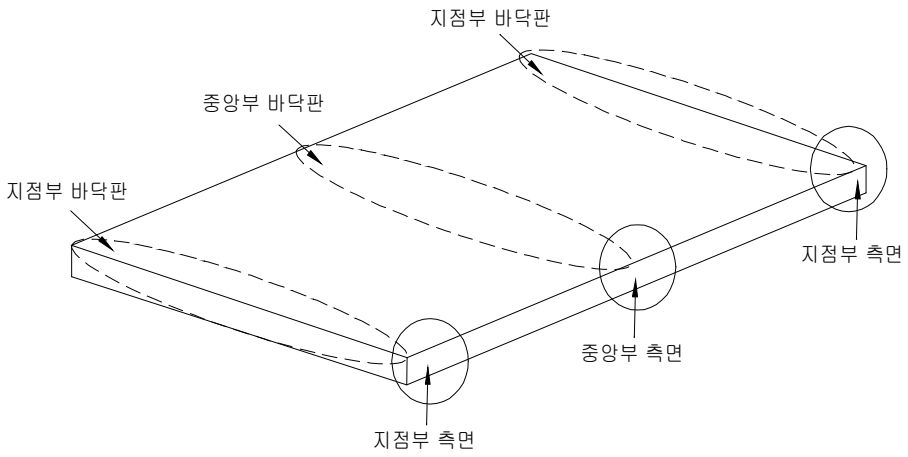
1) 바닥판

<표 3.2.1> 콘크리트 바닥판 점검부위 및 손상종류

점 검 부 위		손 상 종 류
▷공통		· 균열, 박리, 박락, 층분리, 철근노출 · 재료분리(공동, 공극) · 누수 및 백태(유리석회)
▷거더교		· 종방향 균열, 망상균열
▷슬래브	· 받침부(단부)	· 부스러짐 · 사인장균열
	· 중앙부	· 휨균열



<그림 3.2.1> 거더가 있는 경우의 바닥판 점검부위

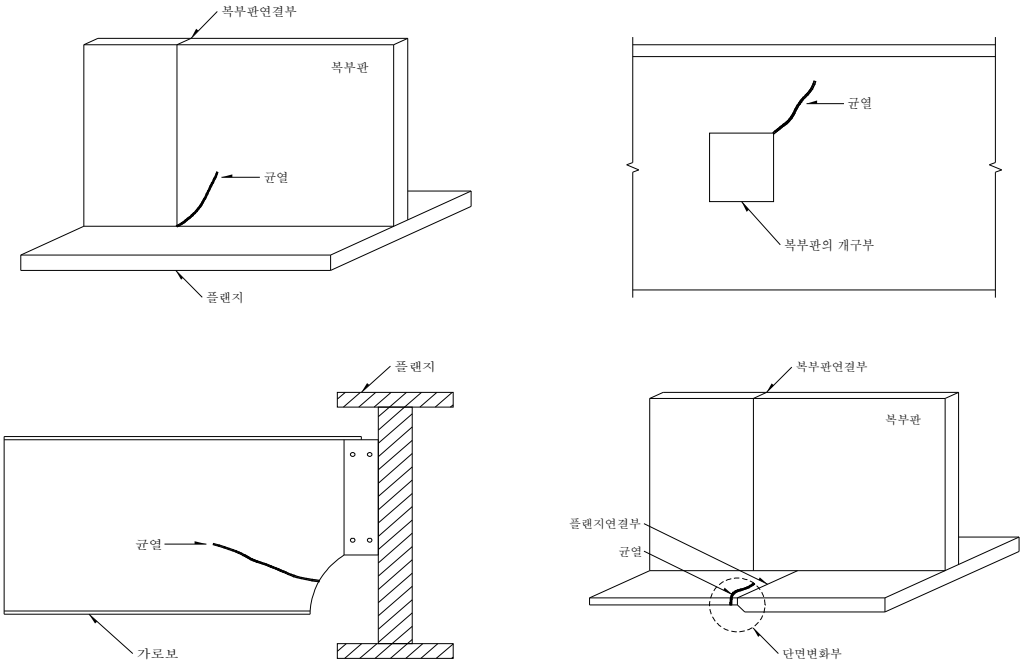


<그림 3.2.2> 거더가 없는 경우의 바닥판 점검부위

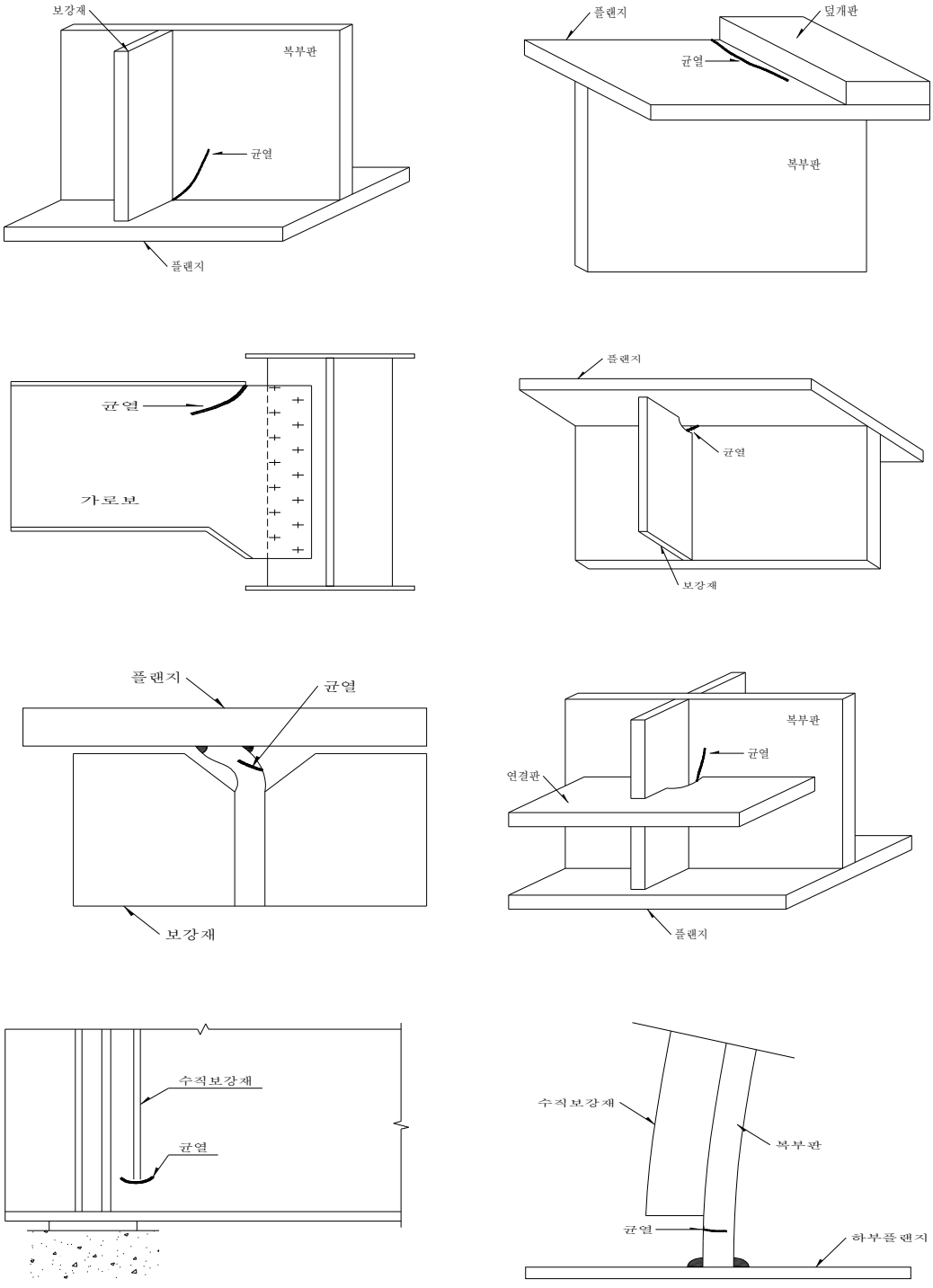
2) 강제거더

<표 3.2.2> 강 거더 점검부위 및 손상종류

점 검 부 위	손 상 종 류
▷공통	· 도장 손상 · 현장이음부 볼트손상, 누수 · 신축이음 하면, 배수구 주변, 난간하면 누수, 부식 · 이상음 발생
▷피로강도등급 낮은 용접상세부 (D, E급)	· 피로균열
▷받침부	· 복부판 부식 및 국부좌굴 · 거더와 받침연결부 부식 · 게르버교의 경우 핀 연결부 부식 · 지점보강재 하단 용접부 균열 · 박스내부 출입구 방치 · 박스내부 바닥 물고임 및 부식
▷중앙부	· 부식 · 플랜지 변형 및 처짐 · 맞대기 용접부, 덮개판 덧댐부 끝부분 균열
▷보수부위	· 용접부 및 용접부 주변 균열



<그림 3.2.3> 피로균열이 발생하기 쉬운 구조상세

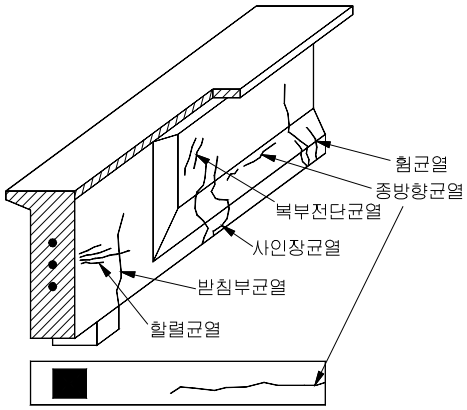


<그림 3.2.3> 피로균열이 발생하기 쉬운 구조상세(계속)

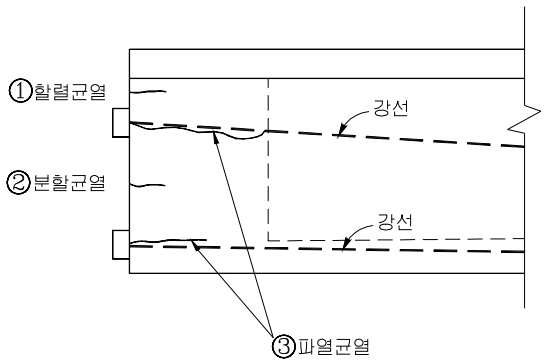
3) 프리스트레스 콘크리트 거더

<표 3.2.3> 프리스트레스 콘크리트 거더 점검부위 및 손상종류

점 검 부 위	손 상 종 류
▷공통	· 박리, 박락(파손), 철근노출, 백태
▷받침부	· 부스러짐 · 복부 사인장균열 · 연속교 상단 휨균열 · 격벽 개구부 모서리 균열
▷중앙부	· 휨균열, 거더처짐 · 쉬스관 노출 및 파손 · 박스내부 플랜지 및 복부의 강선방향 균열 · 시공이음부 균열 및 누수
▷강선정착부	· 정착부 균열 및 파손



<그림 3.2.4> PSC I빔의 점검부위



<그림 3.2.5> 정착구역의 국부균열

4) 콘크리트 가로보

<표 3.2.4> 콘크리트 가로보 점검부위 및 손상종류

점 검 부 위	손 상 종 류
▷공통	· 박리, 박락, 층분리, 파손, 철근노출, 백태(유리석회)
▷철근콘크리트 가로보	· 박락(파손), 철근노출 · 경사균열(거더의 상대처짐 의심)
▷프리스트레스트 콘크리트 가로보	· 쉬스관 노출 및 파손 · 정착부 균열 및 파손

5) 강 가로보와 세로보

<표 3.2.5> 강 가로보와 세로보 점검부위 및 손상종류

점 검 부 위	손 상 종 류
▷공통	· 도장 손상 및 부식 · 현장이음부 볼트손상, 누수 · 이상음 발생
▷피로강도등급 낮은 용접상세부(D, E급)	· 피로균열
▷2차부재	· 가로보, 세로보, 브라켓 및 브레이싱 변형 · 하중집중점, 가로보와 세로보 교차부 균열 · 거세트판 용접부 끝부분 균열
▷보수부위	· 용접부 및 용접부 주변 균열

6) 텐던

<표 3.2.6> 텐던부재 상태안전성능 기준

점 검 부 위		손 상 종 류
▷강연선		· 노그 부식, 파단
▷보호관	공통	· 파손, 공극(충전결함), 누수, 백태
	PE관	· 접합불량, 변형
	강관	· 녹, 부식, 변형

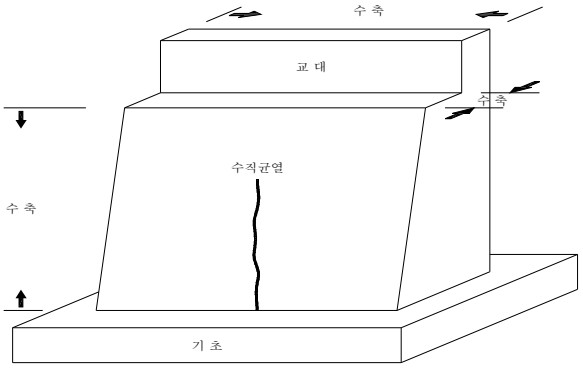
7) 교대

<표 3.2.7> 교대 점검부위 및 손상종류

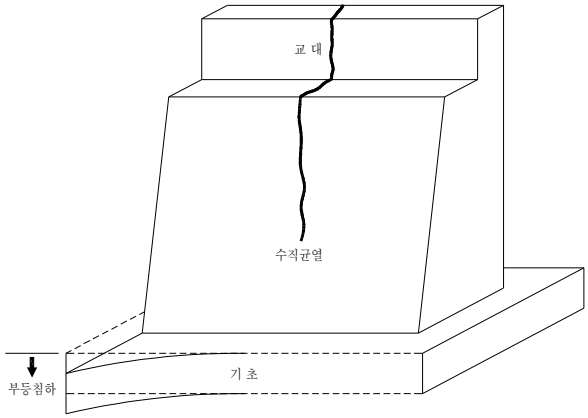
점 검 부 위	손 상 종 류
▷공통	· 교대 기울음 및 전도 · 균열, 박리 · 박락, 층분리, 철근노출, 백태(유리석회)
▷두부(Coping)	· 두부 물고임 · 받침부 균열 및 파손 · 두부와 흉벽 경계부 균열 · 거더와 흉벽 신축유간 부족

<표 3.2.7> 교대 점검부위 및 손상종류(계속)

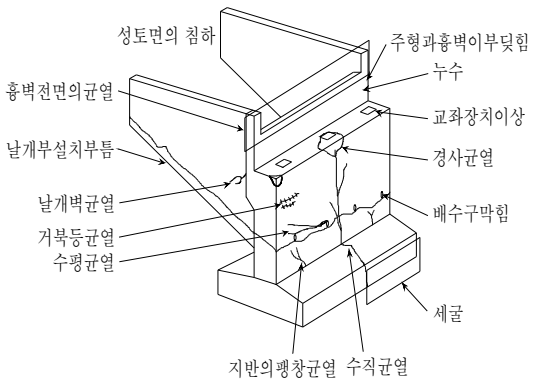
점 검 부 위	손 상 종 류
▷벽체	· 수직균열 및 침하 · 구체와 날개벽 분리 · 구체부 배수구 막힘 · 수면접촉부 침식
▷날개벽(옹벽포함)	· 날개벽 이동, 전도 · 석축이 있는 경우 사면붕괴



<그림 3.2.6> 온도응력, 건조수축에 의한 교대의 수직균열



<그림 3.2.7> 부등침하로 인한 교대의 수평균열

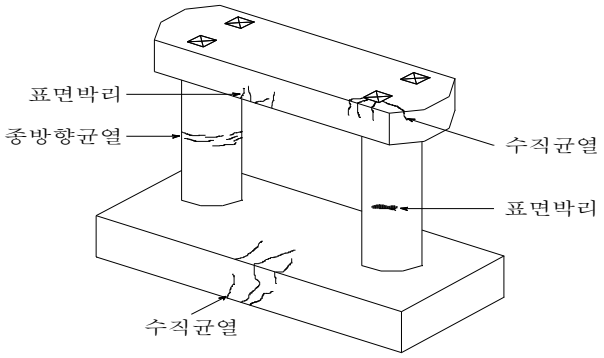


<그림 3.2.8> 교대의 점검부위

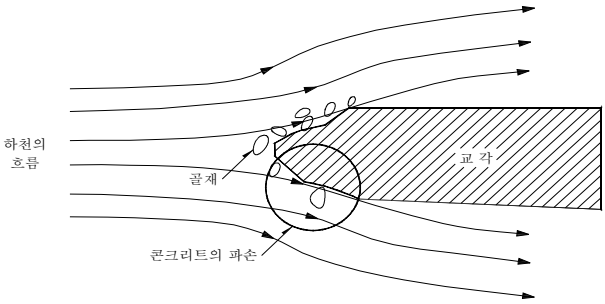
8) 교각

<표 3.2.8> 교각 점검부위 및 손상종류

점 검 부 위	손 상 종 류
▷공통	· 교각 기울음 및 전도 · 균열, 박리, 박락, 층분리, 철근노출, 재료분리, 백태(유리석회)
▷두부(Coping)	· 두부 물고임 · 받침부 하부 균열 및 파손
▷구체	· 시공이음부 균열 · 이동 또는 기울음 · 수면접촉부 침식



<그림 3.2.9> 교각의 점검부위

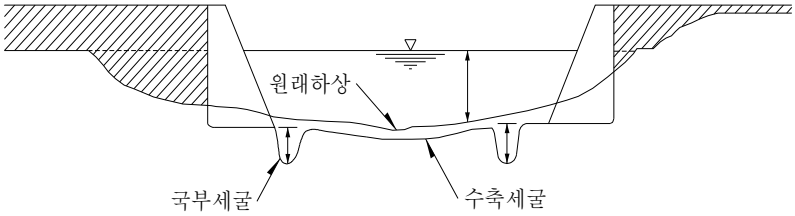


<그림 3.2.10> 유수에 의한 교각의 침식

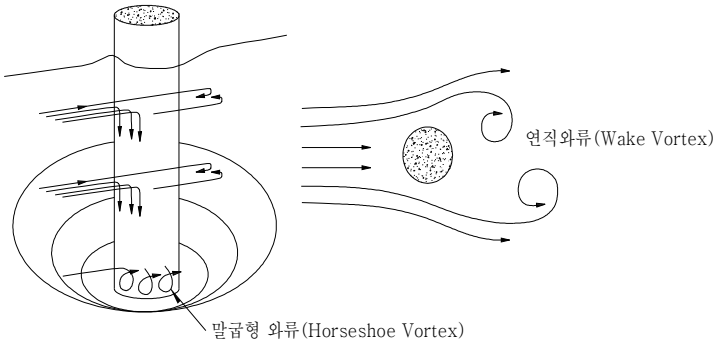
9) 기초

<표 3.2.9> 기초 점검부위 및 손상종류

점 검 부 위	손 상 종 류
▷공통	· 박리, 박락, 철근노출, 백태 · 침식, 세굴, 이동, 침하 · 하부구조물 기울음 및 전도
▷직접기초	· 콘크리트 균열 및 파손
▷말뚝기초	· 말뚝노출 및 침식



<그림 3.2.11> 수축세굴과 국부세굴

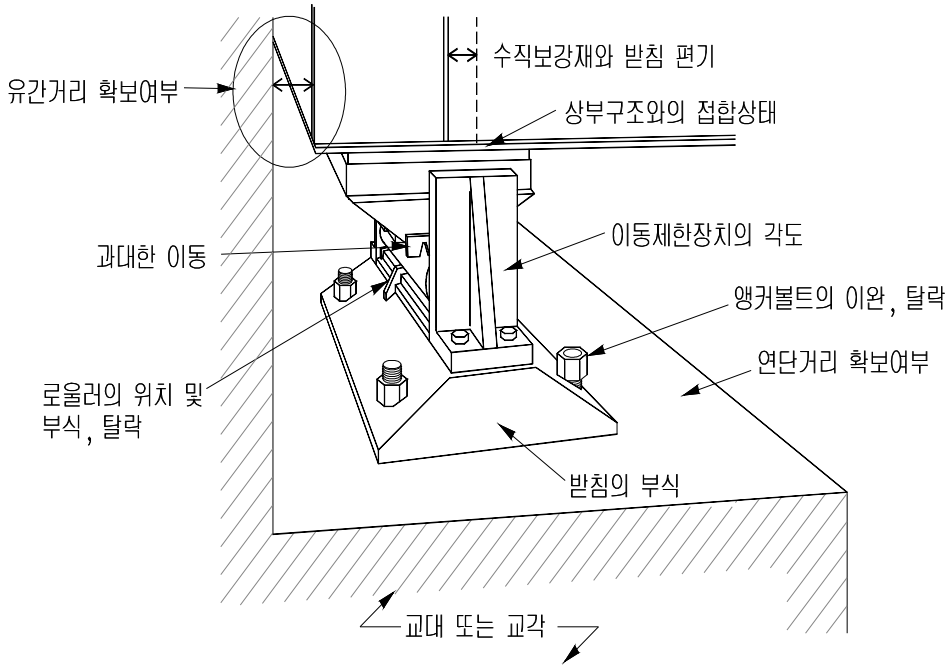


<그림 3.2.12> 원형기초의 국부세굴

10) 교량받침

<표 3.2.10> 교량받침 점검부위 및 손상종류

점 검 부 위		손 상 종 류
▷본체	· 공통	· 가동받침의 신축유간 부족 · 가동받침 전, 후방의 가동장애 요소 · 받침과 주형의 밀착상태 · 수직보강재와 받침 편기상태 · 받침 물고임 및 부식
	· 강재받침	· 가동면 부식 · 부속물 파손(부상방지장치 및 이동제한장치)
	· 고무받침	· 부풀음 및 갈라짐 · 고무판의 과도한 변형
▷받침대		· 앵커볼트 파손, 절단 · 콘크리트 파손, 하부공동 및 침하 · 교각두부 균열

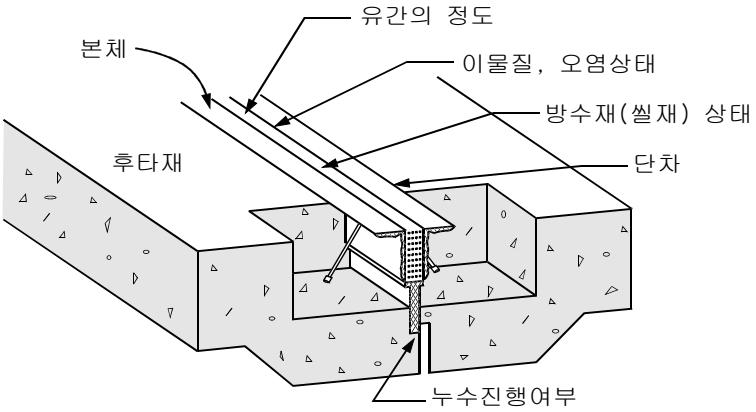


<그림 3.2.13> 교량받침 점검부위

11) 신축이음

<표 3.2.11> 신축이음 점검부위 및 손상종류

점 검 부 위		손 상 종 류
▷본체	· 공통	· 충격음, 본체유동 및 파손 · 누수 · 유간부족 및 유간과다 · 오물퇴적
	· 고무재	· 고무판 마모, 강판노출 및 부식
	· 강재	· 강재 연결부 이완 및 파손
▷후타재		· 단차(본체, 교면포장, 접속슬래브) · 균열 및 파손



<그림 3.2.14> 신축이음 점검부위

12) 교면포장

<표 3.2.12> 교면포장 점검부위 및 손상종류

점 검 부 위		손 상 종 류
▷공통	▷아스팔트	· 균열, 함몰, 단차 및 요철, 블리딩, 마모, 평탄성
	▷콘크리트	· 균열, 마모, 박리, 파손, 평탄성
▷신축이음 전후, 구조물 경계부		· 단차, 파손
▷곡선부, 중차량 통행차로		· 마모, 바퀴자국
▷배수구 주변		· 물고임

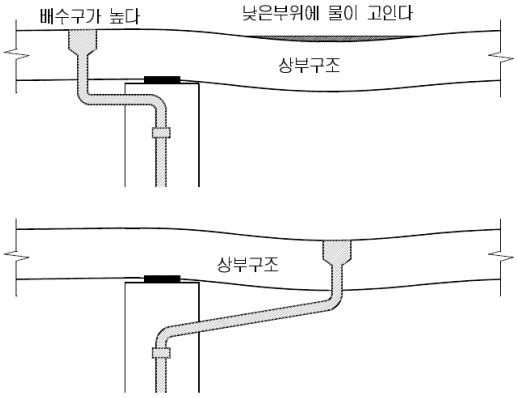
13) 배수시설

<표 3.2.13> 배수시설 점검부위 및 손상종류

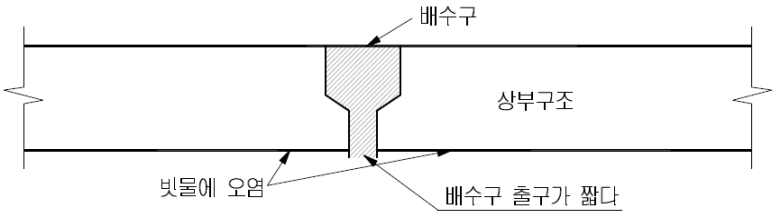
점 검 부 위	손 상 종 류
▷배수구(유입구) – 뚜껑(그레이팅)	· 뚜껑파손 및 주변파손, 누락 · 오물퇴적, 막힘 · 배수구의 설치높이가 높음 · 배수구 설치위치 불량 · 배수구 설치간격 넓음

<표 3.2.13> 배수시설 점검부위 및 손상종류(계속)

점 검 부 위	손 상 종 류
▷배수관	· 관의 연결부 어긋남, 파손 · 이물질에 의한 막힘 · 지지철물의 이완 및 파손 · 배수관 길이 부족(짧음) · 유출구 위치 부적절(도로구간)



<그림 3.2.15> 배수구 물고임



<그림 3.2.16> 배수구 길이 부족

14) 난간 및 연석

<표 3.2.14> 난간 및 연석의 평가부위에 따른 손상종류

점 검 부 위		손 상 종 류
▷보호시설	· 강재, 알루미늄	· 강재의 경우 도장 손상 및 부식 · 난간과 상판연결부의 결함, 파손 · 전체적인 처짐 및 선형불량
	· 철근 콘크리트	· 균열, 박리, 파손 · 철근노출 및 부식 · 전체적인 처짐 및 선형불량

나. 지하차도

1) 상태변화 점검항목

시설물의 상태변화에 따른 평가는 터널의 라이닝 및 주변 시설물로 구분하고, 지하차도의 안전점검 등의 요령은 세부지침 제2장 터널편을 준용하며, 지하차도는 철근콘크리트 구조물과 주변상태 등을 상태평가 시 점검사항은 다음과 같다.

<표 3.2.15> 지하차도의 상태변화 점검항목

구 분	평 가 항 목	비 고
철근 콘크리트	◦ 균열 ◦ 누수 ◦ 파손 및 손상 ◦ 재질열화 (박리, 층분리 및 박락, 백태, 철근노출, 탄산화, 염화물)	
지하차도 주변상태 등	◦ 배수상태 ◦ 갱문상태	

<표 3.2.16> 정밀안전점검 점검항목

점 검 부 위	점 검 항 목	점 검 장 비
터널내부	<면밀한 외관조사> – 라이닝 등 주요변상 · 균열, 누수, 파손 및 손상 · 박리, 박락, 백태 · 철근노출 등 – 기타조사 <간단한 측정> – 반발경도법에 의한 강도조사 – 탄산화 시험	– 슈미트 해머 – 균열경 및 균열측정기 – 망치, 카메라, 손전등, 필기도구, 줄자, – 탄산화 시험기구
터널외부	<외관조사> – 갱문의 주요변상 · 균열, 침하 등 – 환기구 상태(덮개 등) – 점검로 상태(점검자의 안전확보를 위한 상태 등) – 기타조사	

다. 옹벽

1) 상태변화 평가항목

콘크리트 옹벽의 구조물과 주변상태 등을 상태평가 시 점검사항은 다음과 같다.

<표 3.2.17> 옹벽 상태변화의 평가 항목

구 분		평 가 요 소
콘크리트 옹벽	지반, 기초부	○ 침하 ○ 활동 ○ 계획선형 오차(전도/경사) ○ 세굴
	전면부	○ 파손 및 손상(재료분리) ○ 균열 ○ 마모/침식 ○ 배수공의 상태 ○ 누수 – 재질열화 ○ 박락 및 층분리 ○ 박리 ○ 백태 ○ 철근노출
	기타	○ 주변영향인자(배수시설 및 사면상태 등) ○ 점검로(점검자의 안전확보를 위한 상태 등)

<표 3.2.18> 옹벽 시설물 점검사항

옹벽형식	점검방법	점검사항	점검장비
콘크리트 옹벽	면밀한 외관조사	– 전면부의 주요결함 · 파손 및 손상, 균열 · 누수, 층분리 및 박락, 백태 · 철근노출 · 배수공상태 – 주변영향인자(배수시설 및 옹벽주변상태) – 기초부의 세굴 등	– 망원경 – 카메라 – 필기도구 – 줄자 – 망치 – 손전등 – 슈미트해머 – 균열경 및 균열측정기 – 측량기 또는 진행성결함 항목 측정 및 계측에 필요한 장비
	간단한 측정	· 현황측량 · 반발경도법에 의한 강도조사 · 탄산화 시험 · 침하, 활동, 계획선형오차(전도/경사) 등	
공 통	진행성 결함조사 (필요시)	○ 침하 ○ 활동 ○ 계획선형오차(전도/경사) ○ 균열	
	기타	○ 점검로(점검자의 안전확보를 위한 상태 등)	

라. 기호의 정의

<표 3.2.18> 구조물 기호의 정의

시설물	구분	사용기호	비 고
교량	· 경간	· S	· Span(시점에서 종점으로 순번)
	· 거더	· G	· Girder
	· 가로보	· CB	· Cross Beam
	· 교대	· A	· Abutment(시점에서 종점으로 순번)
	· 교각	· P	· Pier(시점에서 종점으로 순번)
	· 교량받침	· Sh	· Shoe(Bearing)
	· 신축이음장치	· Exp.J	· Expansion Joint(시점에서 종점으로 순번)
터널 (지하차도)	· 우측천정부	· RC	· Right Crown
	· 좌측천정부	· LC	· Left Crown
	· 우측벽체	· RW	· Right Wall
	· 좌측벽체	· LW	· Left Wall
	· 스프링라인	· SP	· Spring Line
	· 우측어깨	· RS	· Right Shoulder
	· 좌측어깨	· LS	· Left Shoulder
	· 천단부	· CL	· Crown Line
	· 바닥부	· BS	· Bottom Slab
	· 스판	· Span	· Span(시점에서 종점으로 순번)
옹벽	· 거리	· Sta.	· Station(시점기준으로)
	· 신축이음부	· J	· Expansion Joint(시점에서 종점으로 순번)

3.3 내구성 시험

3.3.1 개 요

내구성조사는 구조물에 열화손상이 이미 현저하게 진행되었을 경우, 열화의 정도 및 그 원인 관계를 조사하고 보수·보강 여부의 판정을 하며, 아직 열화손상이 없거나 경미한 구조물은 내구성 조사에 의해서 향후 열화경향을 예측하고 예방보전을 검토하기 위한 자료를 수집하는데 그 목적이 있다.

내구성 조사의 적용범위는 다음과 같다.

· 내구성 조사는 콘크리트 구조물에 적용한다.

· 내구성 조사는 조사 시점의 열화상태 뿐만 아니라 구조물의 이력, 주변환경, 열화원인을 조사하여 향후 열화손상 진행정도를 예측하고, 내용년수와 관련하여 종합적인 점검을 수행한다.

· 향후 유지관리시 금회 내구성 조사 위치에서의 결과치를 활용하여 비교·분석할 수 있도록 조사 위치도를 수록한다.

구조물별 내구성조사 시험수량은 각 시설물별 보고서에 언급하였다.

3.3.2 시험내용 및 평가기준

가. 반발경도 시험

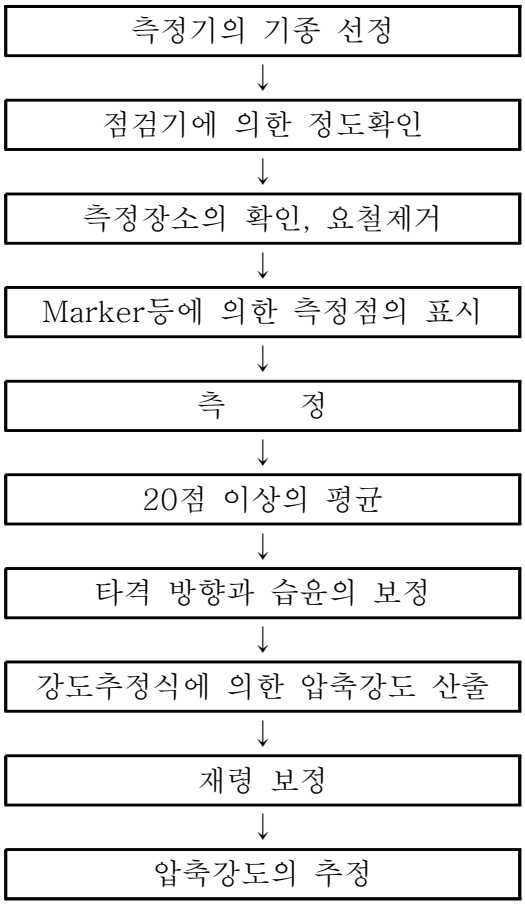
1) 개요

콘크리트의 표면경도를 측정하여 이 측정치로부터 콘크리트의 압축강도를 비파괴로 추정하는 검사방법이다. 반발경도를 구하는 방법으로는 슈미트 해머(Schmidt Hammer)법이 가장 널리 사용된다. 슈미트 해머로 경화된 콘크리트 표면을 타격하여 반발도(R)와 콘크리트의 압축강도(F_c')와의 사이에 특정 상관 관계가 있다는 실험적 경험을 기초로 한다.

2) 반발경도(R)

슈미트 해머로 경화된 콘크리트 표면의 타격시 내부에 중추의 반동량을 반발도(R)로 표시하며, 이 반발도의 크기에 따라 콘크리트의 압축강도를 추정한다. 외관조사 결과에 의해서 결정된 측정개소에 대해서 표면 평활작업을 하여 타격점 상호간의 간격은 3㎝를 표준으로 종으로 5열, 횡으로 4열의 선을 그어 직교되는 20점을 타격하며, 3점 이상을 여분으로 두어 측정하여 반발경도 값의 산술 평균값 (R_m)을 구한다.

산술평균값 R_m에 대해 RILEM Recommendation에 따라 각 반발경도의 값이 $R_m \pm 20\%$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 불균질하다고 평가될 수 있을 것이다.



<그림 3.3.1> 반발경도법에 의한 압축강도 추정도

3) 보정반발경도(Ro)

보정반발경도(Ro)는 다음식과 같이 측정경도(R)에 보정값(⊿R1, ⊿R2)을 더한 값으로 한다.

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

여기서, ΔR_1 : 타격방향에 따른 보정값

ΔR_2 : 콘크리트의 습윤상태에 따른 보정값

· 타격 방향에 따른 반발경도의 보정(ΔR_1)

수평방향의 타격에 의한 측정치가 안정된 값을 나타내지만 타격방향이 다른 경우에는 반발치를 보정해 주어야 한다. 하향 타격(−90°)의 경우에는 Schmidt Hammer 내부의 해머중량에 의해서 실제보다 반동량이 작아지므로 +값으로 수정해 주고, 상향의 타격(+90°)의 경우에는 반대현상에 의해서 −값으로 수정해 주어야 한다.

<표 3.3.1> 반발경도 보정값

반발경도	보 정 값				비 고
	+90°	+45°	−45°	−90°	
10			+2.4	+3.2	
20	−5.4	−3.5	+2.5	+3.4	상향수직타격 +90° 하향수직타격 −90°
30	−4.7	−3.1	+2.3	+3.1	
40	−3.9	−2.6	+2.0	+2.7	
50	−3.1	−2.1	+1.5	+2.2	
60	−2.3	−1.6	+1.3	+1.7	

· 콘크리트 습윤상태에 따른 보정(ΔR_2)

콘크리트 표면이 습윤상태에 있으면 기건상태 보다 반발도가 작게 나오게 된다. 따라서, 완전 습윤상태에서는 기건상태를 기준으로 ⊿R2 = +5로 보정한다.

4) 압축강도의 추정

· 보통 콘크리트(MPa)

Fc = −18 + 1.27 × Ro <일본재료학회식> <식 3.1>

Fc = (7.3 × Ro + 100) × 0.1 <일본 건축학회> <식 3.2>

고강도 콘크리트의 경우 강도추정식을 기존의 일본재료학회나 일본건축학회에서 제안한 것으로 평가하는 것은 한계가 있기에 본 검사에서는 과학기술부와 한국시설안전기술공단에서 제안한 식을 적용하였다.

Fc = α(−214 + 17.2 × Ro) <한국시설안전기술공단> <식 3.3>

Fc = 15.2 × Ro−112.8 <과학기술부> <식 3.4>

5) 28일 강도의 추정

시일이 경과할수록 콘크리트 구조물은 표면경도가 높아지므로 <식 3.5>와 같이 재령 28일 강도(F_{28}')로 환산하여 압축강도를 추정한다. 콘크리트의 재령에 따른 압축강도 보정계수 α는 다음과 같으며, 3000일 이상의 재령에 대해서는 0.63을 적용한다.

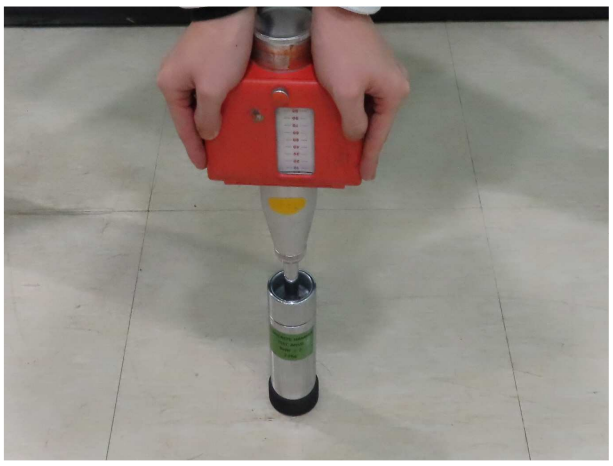
$$F_{28}' = \alpha \cdot F_c \qquad \text{<식 3.5>}$$

<표 3.3.2> 재령계수 α 값

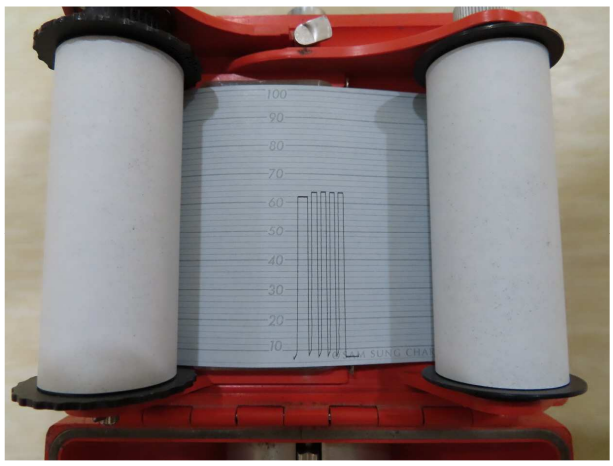
재령(일)	10	20	28	50	100	150	200	300	500	1000	2000	3000
α	1.55	1.12	1.00	0.87	0.78	0.74	0.72	0.70	0.67	0.65	0.64	0.63

6) 반발경도 측정기의 정확도 확인을 위한 검교정

반발경도 측정기에 대하여 교정을 행하는 방법으로는 반발도가 기기에서 일정한 값을 유지하고 있는 Test Anvil에 사용하는 반발경도 측정기로 타격하여 Test Anvil의 반발도가 지정 범위 내에 들어가는 것을 확인하였다.



반발경도 측정기 검교정 전경



지정 범위 내 일정한 값 유지 확인

<사진 3.3.1> 반발경도 측정기 검교정 전경

나. 탄산화 깊이 측정

1) 개요

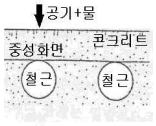
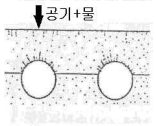
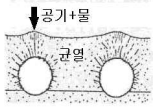
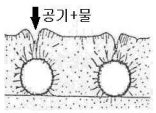
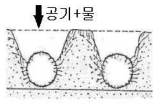
탄산화는 콘크리트 구조물의 열화 문제로 현재 주목받고 있는 현상 중 하나이다. 여기서 탄산화란 굳은 콘크리트와 공기 중의 탄산가스가 반응하면서 알칼리성을 잃게 되는 현상을

일컫는다. 즉 건전한 콘크리트는 경화 시멘트풀의 수산화 화합물중 약 25%를 차지하는 수산화칼슘(Ca(OH)2)의 영향으로 pH가 12~13인 강알칼리성을 나타내나 탄산가스가 수산화칼슘과 반응하면 탄산칼슘(CaCO3)으로 환원되면서 표면부터 콘크리트의 pH가 서서히 10 이하로 낮아지는 현상이다.

$$Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$$

콘크리트는 탄산화에 의해 직접적으로 성능이 저하되는 것은 아니며, 단지 탄산화가 문제가 되는 이유는 탄산화가 피복두께를 넘어서 철근의 표면에 도달하게 되면 철근표면을 감싸고 있던 부동태 피막이 파괴되면서 철근표면에 부식이 시작되기 때문이다.

이와 같이 탄산화에 의한 철근콘크리트 성능저하 과정은 다음<그림 3.3.2> 과 같다.

	- 정상, 재료 및 강도상의 변화는 거의 없음(약간의 건조수축에 의한 균열)
	- 녹의 발생에 의한 팽창압이 콘크리트 내부에 발생하여 미세한 균열이 발생
	- 철근의 윗면이 팽창. 균열이 표면까지 연장되어 공기와 수분의 침입이 격화되어 동해 등의 다른 열화도 유발시키며 녹물이 보임.
	- 철근 윗면의 피복이 떨어지고, 철근의 노출이 시작. 철근단면적이 감소
	- 철근 윗면이 거의 없어지고 철근은 공기 중에 직접 노출. 내구성능은 없음

<그림 3.3.2> 탄산화에 의한 콘크리트 성능저하

2) 시험방법

콘크리트의 탄산화깊이 측정원리 페놀프탈레인 1% 용액이 알칼리성에서는 붉은 색을 띠고, 중성 및 산성에서는 무색을 띤다는 화학적 이론에 기초한다. 이를 이용하여 탄산화를 조사하는 방법은 코어 공시체를 이용하는 방법, 드릴을 이용하는 방법, 콘크리트 구조물에서 깎아낸 면에서 시험하는 방법이 있으며, 금회 과업시에는 드릴을 이용하는 방법으로 시험을 실시하였다.

3) 평가방법

① 상태평가에 따른 방법

<표 3.3.3> 탄산화 잔여깊이에 따른 철근부식의 가능성

탄산화 잔여깊이	철근부식의 가능성
30㎜ 이상	· 탄산화에 의한 부식발생 우려 없음
10㎜ 이상 ~ 30㎜ 미만	· 향후 탄산화에 의한 부식발생 가능성 있음
0㎜ 이상 ~ 10㎜ 미만	· 탄산화에 의한 부식발생 가능성 높음
0㎜ 미만	· 철근부식 발생

② 탄산화속도계수를 이용한 내구수명 평가 방법

탄산화속도는 경과시간 t의 평방근에 비례하여 진행한다고 하는 $\sqrt{t}$법으로 표현된다. 탄산화깊이 C는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$C = A\sqrt{t}$$

여기서, C : 탄산화깊이(㎜), A : 탄산화속도계수, t : 재령(년)

여기서 구해진 탄산화 속도 계수(A)를 실제 탄산화 깊이와 경과년수를 이용하여 역추적으로 구한 후 탄산화가 철근에 도달하는 시간을 계산하면 콘크리트의 탄산화에 대한 잔존수명이 계산 가능하다.

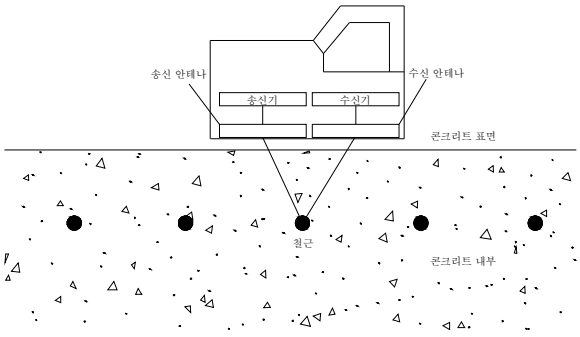
다. 철근탐사시험

1) 개 요

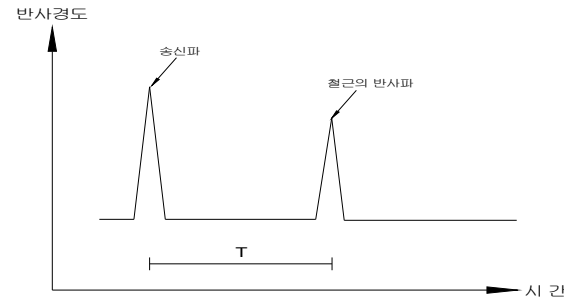
철근콘크리트 구조물의 내구성 및 안전성은 콘크리트의 균열 및 강도와 더불어 철근의 배근 상태에 따라 크게 달라진다. 철근의 배근 상태가 설계도면 보다 적은 개수로 넓은 간격으로 배근된 경우 구조물의 내력이 감소하게 되어 구조물의 내구성 및 안전성에 치명적인 약점을 가져올 수 있으며, 설계도면보다 과도하게 많은 개수로 좁은 간격에 배근된 경우에도 구조물의 내력은 충분히 만족하지만, 예기치 못한 갑작스런 붕괴를 초래할 수도 있는 약점이 있다. 따라서, 철근콘크리트 구조물에서 철근의 배근 상태를 조사하는 것은 구조물의 내구성 및 안전성을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

2) 측정원리

철근탐사시험은 RC-RADAR를 이용하였으며, 본 기기의 원리는 현재 넓게 이용되고 있는 일반적인 레이더와 기본적으로 동일하다. 즉, 전자파를 안테나에서 콘크리트를 향하여 방사하고, 그 전자파가 콘크리트와 전기적 성질이 다른 물질(예를 들면 철근, 공동 등의 반사물체)과의 경계면에서 반사되어, 재차 콘크리트 표면에 나와 표면 가까이에 있는 수신 안테나에 도달하기까지의 시간으로부터 반사물체까지의 거리를 알게 된다. 안테나를 콘크리트 표면에서 이동함에 따라, 수평면상의 위치를 알게 된다. 본기기는 콘크리트 낮은 부분을 높은 분해능으로 탐사하기 위한 목적으로 하기 때문에 Pulse폭이 지극히 짧은 1나노초(10억분의 1초) 이하의 Pulse파를 송신에 이용하고 있다.



원리도



반사파형도

<그림 3.3.3> 철근탐사 원리도 및 반사파형도

콘크리트안의 전자파 속도V는 다음의 식으로 표시된다.

$$V = \frac{C}{\sqrt{\epsilon_\gamma}} \quad (m/s)$$

단, C : 진공중(공기 중에의 전자파 속도(3×108 m/s)

ε_{γ} : 콘크리트 비유전율(예 : 6~10 정도)

반사물체까지의 거리D는 송신시각으로부터 반사파 수신 시각까지의 시간차 T로부터 다음의 식과 같이 구할 수 있다.

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

3) 적용조건

① 적용 가능한 조건

· 측정심도 약 20㎝ 이내(철근직경 ϕ10일때 24㎝, ϕ6일때 18㎝).

· 측정분해가능 약 10㎝ 이상(철근직경 ϕ10일때 7㎝, ϕ20 일때 8㎝).

② 측정결과의 판정을 용이하게 하기 위한 조건

· 콘크리트의 질이 가능한 한 균일할 것.

· 경계조건이 복잡하지 않을 것(안테나에 비교해서 넓은 장소).

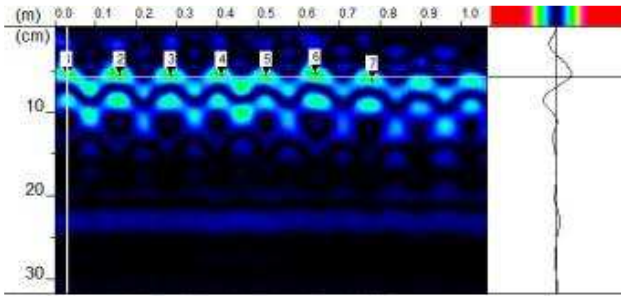
· 철근이 안테나의 진행방향에 가능한 한 평행할 경우에 측정할 것.

· 측정대상 철근직경이 ∅6㎜ 이상일 것.

4) RC-RADAR의 검교정

철근탐사장비를 이용한 탐사결과의 정확도를 유지하기 위한 보정용으로 철근콘크리트 시편이 별도로 없는 상태이므로 현장에서 철근부위를 노출하여 현장보정을 실시하였으며, 확인결과, 탐사한 콘크리트 피복 두께의 정확도는 오차범위 ±0.5㎜으로 확인되었다.

RC-RADAR 검교정 전경



지정 범위 내 일정한 값 유지 확인

<사진 3.3.2> RC-RADAR 검교정 전경

제 4장 시설물의 상태평가

4.1 상태평가 개요
4.2 상태평가 기준 및 방법

제 4장 시설물의 상태평가

4.1 상태평가 개요

시설물의 상태평가는 재료시험 및 외관조사에 의해 시설물의 각 부재로부터 발견된 상태변화(결함, 손상, 열화)를 근거로 하여 「시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침 2019.09 / 안전점검 · 진단 편」의 상태평가 기준에 따라 실시한다.

4.2 교량의 상태평가

4.2.1 상태평가 기준 및 방법

가. 상태평가 항목 및 기준

1) 부재별 상태평가 적용범위

부재별 상태평가 기준은 교량의 거더와 가로보를 분리하고, 콘크리트의 탄산화에 대한 평가항목을 포함하여 세분화하였으며, 아래의 표와 같이 부재별 상태평가 기준을 부재의 중요도를 감안하여 차등화 함으로써 가능한 한 전체 상태평가 기준과 부합하도록 조정하였다.

교량의 안전에 직접적인 영향을 미치는 바닥판, 거더, 하부구조 및 받침은 평가기준을 a~e로 범위를 적용하고, 내구성에 영향을 미치는 신축이음, 배수시설, 교면포장과 2차부재인 가로보와 세로보는 a~d로 범위를 조정하였다.

<표 4.2.1> 부재별 상태평가 적용 범위

부재의 분류		차등 적용범위
상부구조	바닥판, 거더	a, b, c, d, e
	2차부재 (가로보 및 세로보)	a, b, c, d
하부구조	교대 및 교각, 기초	a, b, c, d, e
받침	교량받침	a, b, c, d, e
보조부재	신축이음, 모호시설, 배수시설, 교면포장	a, b, c, d
콘크리트 재료	탄산화	a, b, c, d

부재별 상태평가는 전체 수량에 대한 손상수량의 비율에 의해 평가하는 정량적 평가와 시설물의 상태에 대한 점검자의 주관적인 의견에 의한 정성적 평가를 동시에 수행하며 정성적 평가 시 점검자에 의한 편차를 줄이기 위해 손상수량 및 손상현황에 대한 정도를 정확히 파악하여야 한다.

2) 부재별 상태평가 기준

① 콘크리트 바닥판

<표 4.2.2> 콘크리트 바닥판 상태평가 기준

기준	균 열		열화 및 손상, 철근노출
	1방향균열	2방향균열	
a	· 균열폭 0.1㎜미만.	· 망상균열폭 0.1㎜미만.	· 없음.
b	· 균열폭 0.1㎜이상 ~ 0.3㎜미만. · 균열폭 2%미만.	· 망상균열폭0.1㎜이상 ~0.3㎜미만.	· 표면 손상면적 2%미만.
c	· 균열폭 0.3㎜이상 ~ 0.5㎜미만. · 균열율 2%이상 ~ 10%미만.	· 망상균열폭 0.3㎜이상.	· 표면 손상면적 2%이상~10%미만. · 철근부식 손상면적 2%미만. · 데크플레이트 박리 및 누수 발생.
d	· 균열폭 0.5㎜이상 ~ 1.0㎜미만. · 균열율 10%이상 ~ 20%미만.	· 망상균열의 진전으로 인한 콘크리트 박리발생.	· 표면 손상면적 10%이상. · 철근부식 손상면적 2%이상. · 데크플레이트 박리가 심하고 누수로 인한 부식 발생.
e	· 균열폭 1.0㎜이상. · 균열율 20%이상.	· 망상균열에 의한 박리가 심하여 펀칭파괴 발생 가능성 있음.	· 부식으로 인한 철근의 단면감소가 심하여 바닥판의 안전성이 저하되는 경우.

<해 설>

· 본 상태평가 기준은 모든 교량형식의 RC 및 PC 바닥판과 RC 및 PSC 박스거더교량의 상부플랜지의 상태평가에 적용한다.

· 1방향균열의 경우 0.3㎜미만의 균열평가 기준을 “b”로 1.0㎜이상의 균열과 균열율 20%이상인 상태를 “e”로 평가한다.

· 2방향균열의 경우 망상균열로 인한 박리 발생 시 평가기준을 “d”, 펀칭파괴의 발생 가능성이 있으면 “e”로 평가한다.

· “열화 및 손상” 손상항목은 표면손상 면적과 철근부식손상 면적으로 평가하며, 철근부식을 따르는 내하력 저하의 가능성이 없으면 표면손상으로, 부식에 의한 철근의 단면감소로 인하여 내하력 저하의 가능성이 있으면 철근부식손상으로 규정한다.

· 표면손상은 파손, 박락, 층분리, 재료분리 등과 같이 손상이 콘크리트 부분에 국한된 경우를 말하며, 철근부식손상은 철근노출 및 노출된 철근이 부식된 경우나, 탄산화 또는 콘크리트내의 염화물로 인해 내부철근의 부식이 발생하고, 이로 인해 콘크리트의 팽창, 균열 및 박리가 발생한 경우를 말한다.

· PSC 박스거더교의 경우 상하부 플랜지와 복부판이 일체가 되어 주형으로써 거동을 하지만, 활하중을 직접 받는 상부플랜지는 콘크리트 바닥판으로, 복부판과 하부플랜지는 PSC 거더로 구분하여 상태평가를 수행한다.

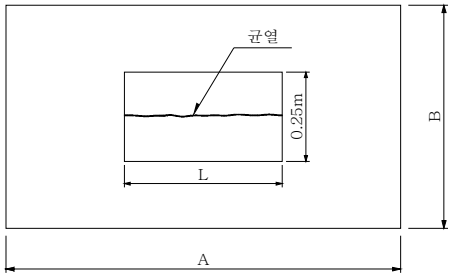
· 균열율은 폭 0.2㎜이상의 균열을 대상으로 산정한다.

· 바닥판 하면이 데크플레이트로 보호된 경우 강바닥판이 아닌 콘크리트 바닥판으로 평가한다.

· 콘크리트 균열에 의한 평가기준은 콘크리트 부재에 대한 설계, 시공 및 유지관리 분야간의 일관성을 위해 2007년 12월 개정된 콘크리트 설계기준에 명시된 허용균열폭을 참고하였다.

주1) 균열율 산정 방법

■ 1방향 균열인 경우

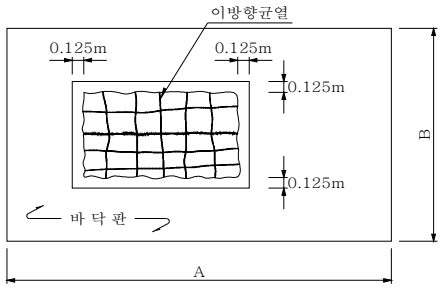


· 균열발생 면적은 길이 당 0.25m의 폭을 차지하는 것으로하며, 균열의 개수가 2개 이상일 경우는 각 균열길이에 0.25m의 폭을 곱해서 합산하여 구한다.

· 균열 면적율은 아래 식으로 산정한다.

$$\frac{\text{균열발생면적}}{\text{조사단위면적}} \times 100 = \frac{\text{균열길이}(L) \times 0.25}{A \times B(m)} \times 100 \; = \; \%$$

■ 2방향 균열인 경우



· 균열발생 면적은 균열발생 부위를 가로, 세로의 최외측 균열을 경계로 하여 사각형 형태로 구획한 후, 점선 내면면적인 (가로길이+0.25m)×(세로길이+0.25m)로 구한다.

· 균열 면적율은 아래 식으로 산정한다.

$$\frac{\text{균열발생면적}}{\text{조사단위면적}} \times 100 = \frac{\text{균열발생면적}(m^2)}{A(m) \times B(m)} \times 100 \; = \; \%$$

주2) 표면손상에 대한 면적율 산정 방법

$$\text{표면손상면적율}(\%) \; = \; \frac{\text{결함 및 손상발생면적}}{\text{조사단위면적}} \times 100$$

주3) 철근부식 손상면적율 산정 방법

노출의 발생면적은 철근노출 길이당 0.25m의 폭을 차지하는 것으로 함.

$$\text{철근노출면적율}(\%) \; = \; \frac{\text{철근노출면적}}{\text{조사단위면적}} \times 100 \; = \; \frac{\text{철근노출길이}(L) \times 0.25}{A(m) \times B(m)} \times 100$$

② 강 바닥판, 강 거더 및 강교각(강 주탑)

<표 4.2.3> 강 바닥판, 강 거더, 강 교각(강 주탑) 상태평가 기준

기준	모재 및 연결부 손상				표면열화
	부재 균열	변형, 파단	연결 볼트 이완,탈락	용접연결부 결함	
a	· 없음.	· 없음.	· 없음.	· 없음.	· 없음.
b	· 보조부재의 국부적 균열.	· 보조부재의 국부적 변형.	· 보조부재 2%미만.	· 부분적 용접불량.(기공, 슬래그, 언더컷)	· 보조부재의 국부적 균열.
c	· 보조부재의 전반적 균열. · 주부재의 국부적 균열.	· 보조부재의 전반적 변형 및 파단. · 주부재의 국부적 변형. · 주탑하단부 연결 볼트 부식.	· 보조부재 2%이상 ~ 10%미만. · 주부재 2%미만.	· 주부재의 심한 용접불량.(기공, 슬래그, 언더컷) · 부분적 용입부족, 용접누락.	· 도장탈락 면적 10%이상. · 부식발생 면적 2%이상~10% 미만.
d	· 주부재의 전반적 균열.	· 주부재의 전반적 변형 및 파단 · 좌굴에 의한 주부재 변형 · 주탑하단부 연결 볼트 파단	· 보조부재 10% 이상. · 주부재 2%이상 ~ 10%미만.	· 인장플랜지 용접연결부 용입부족 및 용접누락으로 인한 안전성저하.	· 부식발생 면적 10%이상. · 부식에 의한 단면손상 면적 10%미만.
e	· 균열이 주부재 단면이 20% 이상 진전.	· 좌굴에 의한 과대변형 및 파단으로 주부재의 안전성 저하.	· 주부재 10%이상.	· 인장플랜지 용접연결부 균열진전으로 인해 연결기능 상실.	· 부식에 의한 단면손상 면적 10%이상.

<해 설>

· 본 상태평가 기준은 강 바닥판, 강 거더, 강 교각 및 케이블 교량의 보강형과 강 주탑의 상태평가를 적용한다.

· 강재 거더에 대한 상태평가시 용접연결부에 대한 육안조사 및 비파괴조사 결과를 반영하여 상태평가를 수행한다.

· 주부재라 함은 바닥판(거더)의 구성요소 중 하중을 직접 전달하는 요소를 말하며, 보조부재라함은 주부재의 변형을 방지하기 위한 보강재를 말한다. 즉, 강박스의 경우 상,하부 플랜지, 복부판, 종리브, 지점부 격벽은 주부재이며, 수평/수직보강재, 횡리브는 보조부재이다.

· 용접불량의 종류를 내하력 저하를 유발하지 않는 가벼운 용접결함(기공, 슬래그, 언더컷)과 내하력 저하 가능성이 있는 중대 용접결함(용접누락, 용입부족)으로 구분하여 서로다른 평가기준을 적용한다.

· 부식발생면적과 도장탈락 면적을 구분하여 평가한다. 즉, 도장탈락은 부재의 내하력 저하와 무관하므로 평가기준을 완화하며, 부식이 발생하였을 경우에는 부식에 의한 단면손상이 시작되었다고 볼 수 있으므로 보다 엄격한 평가기준을 적용한다.

· 강 부재의 균열은 모재 및 용접연결부 균열을 포함한다.

· 강 주탑의 경우 케이블 정착구와 새들은 케이블 시스템에 포함하여 평가하며, 주탑 본체는 강교각의 평가기준을 적용한다. 강 주탑 평가시 보조주탑 및 기초와의 연결부 볼트의 부식 및 파단에 대한 손상항목을 추가한다.

· 하중이 집중되는 부재 연결판(트러스교의 현재, 사재, 수직재, 아치교의 아치부재, 수직재, 케이블 정착구)에 심한 부식, 균열, 변형과 같은 손상이 발생된 경우에는 연결판의 안전성을 별도로 평가한다.

③ 프리스트레스 콘크리트 거더

<표 4.2.4> 프리스트레스 콘크리트 거더 상태평가 기준

기준	균 열	열화 및 손상
a	· 없음.	· 없음.
b	· 균열폭 0.2㎜미만.	· 표면 손상면적 2%미만.
c	· 균열폭 0.2㎜이상~0.3㎜미만.	· 표면 손상면적 2%이상~10%미만. · 철근부식 손상면적 2%미만.
d	· 균열폭 0.3㎜이상~0.5㎜미만. · 내하력저하로 인한 휨균열 과다발생.	· 표면 손상면적 10%이상. · 철근부식 손상면적 2%이상.
e	· 균열폭 0.5㎜이상. · 휨균열 과다발생 및 과대처짐으로 인하여 거더의 안전성 저하.	· 단부 콘크리트 심한 파손 또는 강선 정착부 파손으로 인한 부재의 안정성 저하.

<해 설>

· 본 상태평가 기준은 PSCI거더교의 거더, PSC박스거더교 및 케이블교량의 PSC 거더부(복부판과 하부플랜지)의 상태평가에 적용한다.

· 프리스트레스트 콘크리트 거더의 경우에는 텐던으로 인해 철근콘크리트 거더 보다 균열발생 가능성이 적으므로 균열의 평가 기준을 중앙부(휨) 균열, 받침부(사인장) 균열 및 정착부 균열로 구분하지 않고 하나의 평가 기준을 적용한다.

· 프리스트레스 콘크리트 거더의 단부 콘크리트가 파손이 심하거나 정착부 파손으로 안정성이 저하되는 경우 평가기준을 “e”로 평가하며, 즉시 보강 또는 개축을 실시한다.

· PSC 부재는 균열이 발생하지 않도록 설계하므로, 균열이 없을 경우의 평가기준은 “a”로 0.5㎜이상의 균열이 발생할 경우 내하력저하로 인한 거더의 안전성이 우려되므로 “e”로 분류한다.

· PSC 박스거더의 경우 하부플랜지와 복부는 거더로 평가하며, 상부플랜지는 바닥판으로 평가한다.

· 부재에 발생한 손상은 콘크리트 부분에 국한된 표면손상과 철근노출, 탄산화 및 염화물로 인한 철근부식 가능성이 있는 철근부식 손상으로 구분하여 평가한다.

④ 콘크리트 가로보

<표 4.2.5> 콘크리트 가로보 상태평가 기준

기준	균 열	열화 및 손상
a	· 균열폭 0.1㎜미만.	· 없음
b	· 균열폭 0.1㎜이상~0.3㎜미만.	· 표면 손상면적 2%미만.
c	· 균열폭 0.3㎜이상~0.5㎜미만.	· 표면 손상면적 2%이상~10%미만. · 철근부식 손상면적 2%미만.
d	· 균열폭 0.5㎜이상.	· 표면 손상면적 10%이상. · 철근부식 손상면적 2%이상.
e	-	-

<해 설>

· 본 상태평가 기준은 콘크리트 교량의 RC 및 PSC 가로보와 라멘교의 기둥과 기둥사이를 연결하는 중간보의 상태평가에 적용한다.

· 2차부재인 철근콘크리트 가로보의 경우, 상태평가 기준 범위를 “a~d”로 한다.

· 부재에 발생한 손상은 콘크리트 부분에 국한된 표면손상과 철근노출, 탄산화 및 염화물로 인한 철근부식 가능성이 있는 철근부식 손상으로 구분하여 평가한다.

⑤ 강 가로보와 세로보

<표 4.2.6> 강 가로보와 세로보 상태평가 기준

기준	모재 및 연결부 손상				표면열화
	부재 균열	변형, 파단	연결 볼트 이완, 탈락	용접연결부 결함	
a	· 없음	· 없음	· 없음	· 없음	· 없음
b	· 보조부재의 국부적 균열	· 보조부재의 국부적 변형.	· 보조부재 2%미만.	· 부분적 용접불량. (기공, 슬래그, 언더컷)	· 도장손상 면적 10%미만. · 부식발생 면적 2%미만.
c	· 보조부재의 전반적 균열. · 주부재의 국부적 균열	· 주부재의 국부적 변형. · 변형 및 충격 에 의한 손상 발생.	· 보조부재 2%이상~ 10%미만. · 주부재 2%미만.	· 주부재의 심한 용접불량. (기공, 슬래그, 언더컷) · 부분적 용입부족, 용접누락.	· 도장손상 면적 10%이상 · 부식발생 면적 2%이상~10%미만. · 부식에 의한 단면 손상면적 2%미만.
d	· 주부재의 전반적 균열.	· 주부재의 압축부 좌굴에 의한 변형. · 부재의 파단 발생	· 보조부재 10%이상. · 주부재 2%이상.	· 인장플랜지 용접 연결부 용입부족 및 용접누락으로 인한 안전성저하.	· 부식발생 면적 10%이상. · 부식에 의한 단면손상 면적 2%이상.
e	–	–	–	–	–

<해 설>

· 본 상태평가 기준은 강I거더교, 플레이트거더교, 강박스거더교, 트러스교, 아치교 및 케이블교량의 강 가로보와 세로보의 상태평가에 적용한다.

· 2차부재인 강재 가로보 및 세로보의 경우 상태평가 기준 범위를 “a~d”로 한다.

· 주부재라 함은 가로보(세로보)의 구성요소 중 하중을 직접 전달하는 요소를 말하며, 보조부재라 함은 주부재의 변형을 방지하기 위한 보강재를 말한다. 즉, 가로보의 경우 상,하부 플랜지, 복부판은 주부재이며, 수직보강재는 보조부재이다.

· 용접연결부 결함에 대한 상태평가 기준을 용접불량의 종류에서 내하력 저하를 유발하지 않는 가벼운 용접결함(기공, 슬래그, 언더컷)과 내하력 저하 가능성이 있는 중대 용접결함(용접누락, 용입부족)으로 구분하여 서로 다른 평가기준을 적용한다.

· 부식 발생면적과 도장 손상면적을 구분하여 평가한다. 즉, 도장손상은 도장탈락, 변색 등 강재를 보호하는 도장의 기능이 저하된 상태를 말하며, 부재의 내하력 저하와 무관하므로 평가기준을 완화하고, 부식이 발생하였을 경우에는 부식에 의한 단면손상이 시작되었다고 볼 수 있으므로 보다 엄격한 평가기준을 적용한다.

· 강 부재의 균열은 모재 및 용접연결부 균열을 포함한다.

⑥ 덴던

<표 4.2.7> 덴던부재 상태안전성능 기준

기준	균열, 변위	열화 및 손상	보호관
a	· 노출없음	· 충전결함 없음	· 이상없음
b	· 노룰1)	· 충던결함	· 손상5)
c	· 표면받침2)	· 충전결함 시 탄산화 잔여깊이 10㎜미만, 염화물함량4) 1.2kg/m3 이상 ~ 2.5kg/m3 미만	
d	· 부식3) (0.05㎜이상 단면감소)	· 충전결함 시 탄산화 잔여깊이 0㎜미만, 염화물함량 2.5kg/m3 이상	
e	· 파단(단선)	–	

주1) 노출 : 강연선이 그라우드 충전결함으로 피복되지 않은 상태
주2) 발청 : 표면에 녹이 발생한 상태
주3) 부식 : 방청이 진전되어 단면감소가 발생된 상태
주4) 염화물함량 : 전 염화물 이온량 기준
주5) 보호관손상 : 누수 또는 백태, 단차, 파손 등

<해 설>
· 시멘트 그라우트의 탄산화와 전염화물 이온량은 직접적인 손상항목이 아닌 철근부식을유발할 수 있는 환경에 관한 항목으로써 내구성능 기준으로 평가한다.
· 강연선이 노출되어 있으나 발청이 없는 경우는 “b”이고 발청이 있으면 “c”이며 0.05mm이상의 단면감소가 있는 경우는 “d”이다.
· 외부텐던의 보호관은 강연선과 충전재(그라우트)의 케이싱 역할로 중요도가 높지 않으므로 상태안전성능 기준범위를 “a~b”로 하며, 상태안전성능 기준이 “b” 일지라도 보호관 역할을 수행 못 할 정도의 손상이 조사되었을 경우에는 책임기술자가 판단하여 보수방안을 제시한다.
· 강연선의 파단(단선) 시작은 연속적인 추가 파단으로 이어질 수 있으므로 시설물의 사용을 중지하고 장력시험(외부강연선) 또는 재하시험(내부강연선)을 실시하여 결과에 따라 보수·보강 이후 계속사용 또는 개축을 검토하여야 한다.
· 강연선의 기준(a~e)과 시멘트그라우트의 기준(c~d)을 산정하기 위한 선택과업(천공시험, 내시경조사 등)은 책임기술자의 기술적인 판단에 따라 관리주체의 승인을 받아 실시하여야 한다.
· 내부텐던의 경우 외관조사 시 프리스트레스트 콘크리트거더 상태안전성능 균열 기준 “d, e “에 해당하는 균열폭의 구조적균열이 발견될 경우 균열에 대한 분석을 실시하여 텐던손상과 관련된 구조적 균열로 의심될 경우 책임기술자의 판단에 따라 천공시험 등을 실시하여 강연선의 상태안전성능 기준을 적용하여야 한다.
· 이때, 선택과업(국부변형시험, 천공시험, 내시경조사, 국부파취조사, 장력시험 등)에 대한 비용산정은 국토교통부에서 고시한 지침(대가기준)에 따르고 필요 시 견적을 받아 실제 비용으로 계상한다.

⑦ 교대

<표 4.2.8> 교대 상대평가 기준

기준	균열, 변위	열화 및 손상
a	· 구체 균열폭 0.1㎜미만.	· 없음.
b	· 구체 균열폭 0.1㎜이상~0.3㎜미만.	· 표면 손상면적 2%미만. · 앵커블록 내부 결로 발생.
c	· 구체 균열폭 0.3㎜이상~0.5㎜미만. · 교대와 날개벽사이에 폭 1.0㎜이상의 균열발생.	· 표면 손상면적 2%이상~10%미만. · 철근부식 손상면적 2%미만. · 앵커블록 내부 결로에 의한 체수.
d	· 구체 균열폭 0.5㎜이상~1.0㎜미만. · 날개벽 기울음 및 손상 심하. (배면토 유출) · 기초의 부등침하로 인한 구체 기울음	· 표면 손상면적 10%이상. · 철근부식 손상면적 2%이상.
e	· 구체 균열폭 1.0㎜이상. · 날개벽 전도 위험 있음. · 부등침하로 인한 교대 안전성 저하.	· 코핑부 파손으로 인하여 거더의 탈락 가능성 있음. · 심한 철근부식으로 인하여 교대의 안전성이 저하됨.

<해 설>

· 본 상태안전성능 기준은 콘크리트로 시공된 모든 형식의 교대와 현수교의 앵커블록의 상태안전성능에 적용한다.

· 균열폭에 관한 상태안전성능 기준은 교대 구체에서 발생한 균열에 국한한다.

· 열화 및 손상과 철근부식은 표면손상 면적과 부식으로 인한 철근의 단면손상 발생면적으로 평가한다.

· 상부구조의 침하 및 단차가 발생하거나, 받침 연단부 파손으로 거더의 탈락이 우려되는 경우 “e” 로 평가하며, 즉시 보강 또는 개축을 실시한다.

· 타정식 현수교의 앵커블록은 교대의 상태안전성능기준에 준하여 평가하며, 앵커블록을 제외한 하부구조물중에서 하중지지와 토류벽체의 기능을 동시에 갖고 있으면 교대로, 하중지지 기능만 있을 경우에는 교각으로 평가한다.

· 자정식 현수교의 주케이블이 정착되는 교각은 교각의 상태안전성능 기준에 준하여 평가한다.

· 책책임기술자의 판단하에 구조적균열, 비구조적 균열을 구분하여 평가할 수 있다. 단, 책임기술자가 비구조적균열로 판단할 경우 손상종류, 위치, 크기(균열폭), 등급조정, 사유 등을 별도로 작성하여 반드시 조정내역을 보고서에 수록하도록 한다.

⑧ 콘크리트 교각

<표 4.2.9> 콘크리트 교각 상태평가 기준

기준	균열, 변위	열화 및 손상, 철근부식
a	· 균열폭 0.1㎜미만.	· 없음.
b	· 균열폭 0.1㎜이상~0.3㎜미만.	· 표면 손상면적 2%미만.
c	· 균열폭 0.3㎜이상~0.5㎜미만.	· 표면 손상면적 2%이상~10%미만. · 철근부식 손상면적 2%미만.
d	· 균열폭 0.5㎜이상~1.0㎜미만. · 기초의 부등침하로 인한 교각 기울음.	· 표면 손상면적 10%이상. · 철근부식 손상면적 2%이상.
e	· 균열폭 1.0㎜이상. · 부등침하로 인한 교각 안전성 저하.	· 코핑부 파손으로 인하여 거더 탈락 가능성 있음. · 심한 철근부식으로 인하여 교각의 안전성이 저하됨

<해 설>
· 본 상태안전성능 기준은 콘크리트로 시공된 모든 형식의 교각의 상태안전성능에 적용한다.
· 열화 및 손상과 철근부식은 표면손상 면적과 부식으로 인한 철근의 단면손상 발생면적으로 평가한다.
· 코핑부 파손으로 거더의 탈락이 우려되는 경우 “e”로 평가하며 즉시 보강 또는 개축을 실시한다.
· 책임기술자의 판단하에 구조적균열, 비구조적 균열을 구분하여 평가할 수 있다. 단, 책임기술자가 비구조적 균열로 판단할 경우 손상종류, 위치, 크기(균열폭), 등급조정, 사유 등을 별도로 작성하여 반드시 조정내역을 보고서에 수록하도록 한다.

⑨ 기초

<표 4.2.10> 기초 상태평가 기준

기준	기초(직접, 말뚝, 케이슨)손상	지반의 안정성
a	· 없음.	· 없음.
b	· 직접기초(확대기초)에 폭 0.3㎜미만의 균열발생.	· 매립된 직접기초(확대기초)의 상부가 세굴 등에 의한 노출됨.
c	· 직접기초(확대기초)에 폭 0.3㎜이상의 균열 및 단면손상 발생. · 침식, 충돌 등에 의한 말뚝 및 케이슨 기초의 단면손상 발생.	· 세굴이 직접기초(확대기초)의 하단까지 진행되어 말뚝 및 케이슨기초가 부분적으로 노출됨.
d	· 직접기초(확대기초)의 파손으로 인한 철근노출 발생. · 침식, 충돌 등에 의한 말뚝 및 케이슨 기초의 철근노출 발생.	· 세굴에 의해 말뚝 및 케이슨기초가 전반적으로 노출됨. · 기초의 부등침하 및 측방유동에 의해 교대/교각이 기울음.
e	· 기초의 파손 및 침식으로 인한 하부구 조물의 안전성 저하.	· 기초의 부등침하 및 측방유동에 의한 교대/교각의 기울음으로 인해 상부구조의 단차 및 파손 발생.

<해 설>
· 본 상태평가 기준은 케이블 교량의 주탑 기초를 포함하여 모든 하부구조물의 기초의 상태평가에 적용한다.
· 기초 자체의 손상항목에는 직접기초(파일두부)의 파손, 파일의 손상 및 결함 등이 있으며, 지반의 안정성항목으로는 기초의 근입장 부족, 측방유동, 세굴 등에 의한 기초의 부등침하가 중요한 평가항목이 된다.
· 기초의 침하는 20㎜미만이 발생하면 평가기준은 "c", 20㎜이상이 발생하면 "d"로 평가한다.
· 지반의 안정성 평가항목의 경우, 세굴이 진행하여 기초 하부의 국부적인 노출이 발생하면 평가기준은 "c"로 평가하고, 기초하부의 전반적인 노출 및 부등침하 발생시 "d"로 평가하며, 부등침하로 인한 상부구조물의 안전에 위해가 발생할 경우 "e"로 평가한다.

⑩ 교량받침

<표 4.2.11> 교량받침 상태평가 기준

기준	받침 본체		받침 콘크리트
	탄성받침	강재받침	
a	· 양호.	· 양호.	· 양호.
b	· 미세균열, 갈라짐 등 경미한 열화.	· 외부 도장탈락 및 부식. · 도장탈색, 먼지 쌓임.	· 부분적 박리, 탈락 등 손상.
c	· 측면 부풀음 · 받침두께의 0.3배 미만의 전단변형.	· 미끄럼판 부식 발생. · 부분적 변형, 고정장치 파손 및 이완.	· 받침 콘크리트에 0.3㎜ 이상 균열 발생. · 박리, 탈락 등 손상으로 지지단면 감소, 기능상 장애.
d	· 고무재 파손 및 단차, 균열심함. · 받침두께의 0.3배 이상의 전단변형. · 받침이 밀착되지 않고 떠있는 부분이 전체면적의 1/2 미만. · 받침의 신축기능 불량.	· 받침 본체 부식으로 인한 받침 신축거동 장애발생. · 받침 본체 파손 · 받침이 밀착되지 않고 떠있는 부분이 전체면적의1/2 미만	· 받침 콘크리트 파손 및 하부공동으로 받침의 탈락 및 침하 발생 가능성 있음.
e	· 받침 신축기능 불량으로 인하여 받침 본체 및 거더(바닥판)의 파손 발생. · 받침이 밀착되지 않고 떠있는 부분이 전체면적의 1/2이상.	· 받침 신축기능 불량으로 인하여 거더등 주부재의 파손 발생. · 받침이 밀착되지 않고 떠있는 부분이 전체면적 1/2 이상. · 작동불능 상태.	-

<해 설>
· 본 상태평가 기준은 강재 및 탄성받침의 상태평가에 적용하며, 특수받침의 경우에도 본 상태평가 기준을 준용한다.
· 받침 본체는 상태평가 기준 범위는 "a~e"를 유지하고, 받침콘크리트는 본체에 비하여 중요도가 낮으므로 "a~d"로 한다.

⑪ 신축이음

<표 4.2.12> 신축이음 상태평가 기준

기준	본 체	후타재
a	· 없음.	· 양호.
b	· 토사, 이물질 퇴적. · 고무판 노화.	· 미세균열 발생.
c	· 물받이 미설치 또는 파손으로 인한 누수. · 유간사이 이물질로 기능불량, 고무판 마모, 국부적인 부식 등의 열화. · 고무판 균열, 볼트 또는 너트의 부분 탈락. · 누수로 인하여 신축이음 하부의 받침 및 코핑부에 이물질 퇴적 및 부식발생.	· 균열이 50㎝이하의 간격으로 발생. · 국부적인 박리, 박락, 파손.
d	· 강판유동 및 연결 불량으로 이상음 발생. · 신축유간이 밀착으로 인한 거동불량. · 신축유간이 넓어 차량통행에 지장 초래. · 신축이음본체 탈락, 파손 및 작동 불능.	· 신축이음의 심한 파손 및 단차로 인하여 차량 통행 시 충격발생. · 파손 범위가 후타재 폭 이상으로 큼.
e	-	-

<해 설>
· 본 상태평가 기준은 모든 신축이음의 상태평가에 적용한다.
· 기타부재인 신축이음의 상태평가 기준 범위를 “a~d”로 한다.
· 신축이음 본체 하부의 전체적인 부식 및 변형이 발생하는 경우 “d”로 평가하며, 긴급보수·보강을 실시한다.
· 후타재 균열이 30㎝이하의 간격으로 발생하거나, 전반적인 파손과 단차가 발생하면 평가를 “d”로 한다.

⑫ 교면포장

<표 4.2.13> 교면포장 상태평가 기준

기준	포장불량		배 수
a	· 미세균열.	· 없음.	· 없음.
b	· 포장균열 2%미만.	· 포장손상이 미미하여 주행에 영향 없음.	· 부분적 박리, 탈락 등 손상.
c	· 포장불량 2%이상~10%미만.	· 포장손상으로 인하여 차량의 통행에 영향 있음.	· 배수구배 및 배수시설 불량에 의한 물고임 발생으로 주행성 저하.
d	· 포장불량 10%이상.	· 전반적인 재포장이 필요한 상태.	· 배수불량에 의한 물고임으로 통행 차량의 안전성 저하.
e	-	-	

<해 설>
· 본 상태평가 기준은 아스팔트포장과 콘크리트포장을 포함하여 모든 교면포장의 상태평가에 적용 한다.
· 기타부재인 교면포장의 상태평가 기준 범위를 “a~d”로 한다.
· 평가기준 “d”는 균열율을 포함하여 10%이상인 상태 즉, 전반적인 재포장이 필요한 상태로 평가한다.
· 포장불량율은 균열발생부, 표면이 노화되어 마모된 부분, 기보수된 부분 등의 면적을 전부 더한 값을 경간 면적으로 나눈 비율이다.

⑬ 배수시설

<표 4.2.14> 배수시설 상태평가 기준

기준	상태기준 설명
a	· 양호.
b	· 다소의 퇴적물이 있으나 배수에는 이상 없음.
c	· 배수시설의 상태불량, 길이부족. · 많은 퇴적물, 누수. · 누수로 인하여 구조물 부식 발생. · 배수관 유출구 위치가 부적절하여 하부통행에 따른 위험 초래.
d	· 파손이나 노후화로 인하여 재설치가 필요한 상태.
e	-

<해 설>
· 본 상태평가 기준은 모든 배수시설의 상태평가에 적용한다.
· 기타부재인 배수시설의 상태평가 기준 범위를 "a~d" 로 한다.
· 평가기준 "d" 는 파손이나 노후화로 인하여 재설치가 필요한 상태로 정의한다.
· 한 경간에 두 개 이상의 배수시설이 있는 경우 각 배수시설의 평가기준 중 최저값을 배수시설의 평가결과로 한다.

⑭ 보호시설

<표 4.2.15> 보호시설 상태평가 기준

기준	강 재		콘크리트
a	· 양호.	· 양호	· 양호
b	· 도장 불량 10%미만.	· 고정장치 및 연결재의 이완이 국부적 발생.	· 경미한 손상, 0.3㎜이하 균열.
c	· 도장 불량 10%이상. · 부식으로 인한 단면 손상 10%미만.	· 파손 및 탈락 10%미만.	· 0.3㎜이상 균열. · 박리, 파손, 철근노출 10% 미만. · 철근부식손상 길이2% 미만.
d	· 부식으로 인한 단면 손상 10%이상.	· 파손 및 탈락 10%이상 · 낙석으로 인한 손상발생. · 고정부 열화 및 손상으로 인한 전도의 위험이 있음.(방음벽)	· 박리, 파손, 철근노출 10% 이상. · 철근부식손상 길이2% 이상.

<해 설>
· 본 상태안전성능 기준은 강재 및 콘크리트 난간 및 연석을 포함하여 모든 난간과 연석의 상태안전성능에 적용한다.
· 기타부재인 난간과 연석의 상태안전성능 기준 범위를 "a~d" 로 하며, 평가단위는 부재의 길이로 한다.
· 중앙분리대, 방호벽, 방음벽의 상태안전성능 시 난간 및 연석의 평가기준을 적용한다.
· 강재의 경우 도장 변색 및 손상 평가길이의 10%이상 즉, 단면 결손으로 차량이나 사용자에게 위험 가능성이 있는 상태의 기준은 "c" 로 평가한다.
· 콘크리트는 0.3㎜이상의 균열이 발생할 경우 평가기준은 "c" 로 평가하며, 보수 및 보강을 실시한다.
· 책임기술자의 판단하에 구조적균열, 비구조적 균열을 구분하여 평가할 수 있다. 단, 책임기술자가 비구조적 균열로 판단할 경우 손상종류, 위치, 크기(균열폭), 등급조정, 사유 등을 별도로 작성하여 반드시 조정내역을 보고서에 수록하도록 한다.

3) 구조형식에 따른 부재별 가중치

<표 4.2.16> 일반교량 부재별 가중치

구분	결함도 평가항목		슬래브 교량	거더교량							라멘교		
				일반 거더교			바닥판·거더 일체형		아치,트러스		거더 없음	거더있음 (복개구조물)	
				일반	2차부재 없음	바닥판 없음	강 바닥판	PSC 박스	콘크리트 바닥판	강 바닥판			
상부	바닥판		34	18	18	–	20	20	15		34	20	21
	주 형		–	20	25	37	18	20	23		–	21	23
	2차부재		–	5	–	11	5	3	5		–	5	–
하부	교대/교각		20	13	13	18	13		13		34	22	24
	기초		7	7	7	7	7		7		7	7	7
받침	교량받침		10	9	9	14	9		9		3	3	3
기타	신축이음		10	9	9	–	9		9		3	3	3
	교면포장		7	7	7	–	7		7		7	7	7
	배수시설		3	3	3	–	3		3		3	3	3
	난간/연석		2	2	2	6	2		2		2	2	2
콘크리트	탄산화	상부	2(4)	2(4)		–	–	2(4)	2(4)	–	4(7)		
		하부	2(3)	2(3)		4(7)	4(7)	2(3)	2(3)	4(7)			
	염화물	상부	2(0)	2(0)		–	–	2(0)	2(0)	–	3(0)		
		하부	1(0)	1(0)		3(0)	3(0)	1(0)	1(0)	3(0)			

<해 설>

○ 기둥, 거더 및 슬래브로 구성된 복개구조물은 거더가 있는 라멘교에 준해서 평가하며, 박스형 복개구조물은 터널시설물의 상태안전성능 기준에 따라 평가한다.

※ 박스형 복개구조물 상부슬래브에 차량하중 작용시 라멘교에 준해서 평가한다.

○ 교량받침이 없는 라멘교의 경우, 교량받침에 할당된 가중치를 바닥판, 거더, 교대/교각의 가중치에 균등하게 배분한다.

○ 기타시설물(신축이음, 교면포장, 배수시설, 난간/연석)이 없는 경우, 기타시설물에 할당된 가중치는 바닥판의 가중치에 포함시킨다.

○ 기초에 대한 평가가 수행되지 않았을 경우, 기초에 할당된 가중치는 교대/교각의 가중치에 포함시킨다.

○ 텐던은 거더에 긴장력을 도입하여 일체로 거동하는 부재이므로 거더에 포함하여 평가하고, 텐던의 가중치는 거더와 균등하게 배분한다.

4) 경간(지점)별 부재 상태안전성능 산정

・개별부재에서 발견된 결함 및 손상에 대하여 평가한 후 각 상태안전성능 결과 중 최젓값을 개별부재 상태안정성 결과로 산정한다.

・한 경간 내에서 여러 부재가 있을 경우는 각 부재의 상태안정성 기준 중 최젓값을 경간(지점) 상태안전성능 결과로 산정한다.

・복개구조물은 바닥판의 장변방향으로 경간을 구분하고, 1경간의 길이는 약 50m 범위 또는 신축이음부를 경계로 경간을 구분하는 것으로 한다.

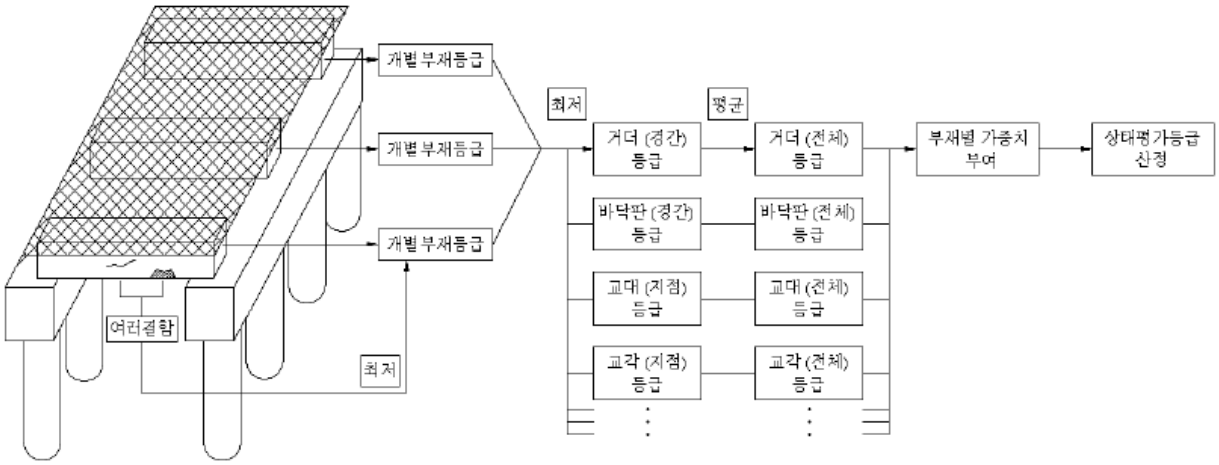
5) 전체 시설물의 상태안전성능 결과 결정

① 배수구조형식이 같은 부재에 대해 부재별로 평균하여 부재 상태안전성능을 결정한 후 구조 형식에 따른 부재별 가중치를 적용하여 환산 결함도 점수를 구함. 환산 결함도 점수는 시설물 전체의 상태안전성능 결과를 산정하기 위한 기준값이며, 다음의 결함도 점수 범위에 따른 기준을 적용하여 시설물 전체에 대한 상태안전성능 결과를 구한다.

<표 4.2.17> 일반교량 부재별 가중치

기준	A	B	C	D	E
결함도 지수	0.10	0.20	0.40	0.70	1.00
결함도 범위	0≤X<0.13	0.13≤X<0.26	0.26≤X<0.49	0.49≤X<0.79	0.79≤X

② 다음 그림은 전체 교량의 상태안전성능 결과 산정 방법의 예를 도식화한 결과이다.



<그림 4.2.1> 전체 교량의 상태안전성능 결과 산정법 예

4.3 터널(지하차도)의 상태평가

4.3.1 상태평가 기준 및 방법

가. 상태평가 기준

1) 일반

본 과업구간 중 부대시설물에 해당하는 U-type 옹벽은 별도평가 후 부대시설 가중치를 적용하여 시설물을 평가한다. 본 과업은 기본시설물인 지하차도와 부대시설물인 U-type옹벽이 평가 대상 시설물이다.

2) 주요 평가 항목

지하차도의 상태평가는 철근콘크리트 구조물과 주변상태의 상태평가로 구분하여 실시하며 고려해야 할 주요 평가항목은 <표 4.3.1> 과 같으며, 부대시설 상태평가항목은 <표 4.3.2> 와 같다.

<표 4.3.1> 지하차도의 상태평가 항목

구 분		평가항목
지하차도 상태평가	철근콘크리트 구조물	· 균열, 누수, 파손 및 손상 · 재질열화(박리, 층분리 및 박락, 백태, 재료분리, 철근노출, 탄산화 등)
	주변 상태	· 배수상태, 갱문(접속부)상태

<표 4.3.2> 부대시설의 상태평가 항목

구 분		평가항목
U-type 상태평가	철근콘크리트 구조물	· 침하, 활동, 배수공상태, 계획선형오차, 파손 및 손상, 균열 · 재질열화(박리, 층분리 및 박락, 백태, 재료분리, 철근노출, 탄산화 등)
	주변영향인자	· 배수시설, 사면조사
터널 부대시설 상태평가		· 균열, 누수, 파손 및 손상 · 재질열화(박리, 층분리 및 박락, 백태, 재료분리, 철근노출, 탄산화 등)

3) 기본시설 결함지수 산정기준

① NATM터널(무근콘크리트 라이닝)

<표 4.3.3> NATM터널(무근 콘크리트 라이닝)

평가기준			a	b	c	d	e
			0≤f<0.15	0.15 ≤ f < 0.30	0.30 ≤ f <0.55	0.55 ≤ f <0.75	0.75 ≤ f
라이닝	균 열		0~2	3~5	6~8	9~11	12~13
	누 수		0	1	2	3	4~5
	파손 및 손상		0	0	1	2	3
	재질열화	박 리	0	0	1	1	1
		층분리 및 박락	0	0	1	2	3
		백 태	0	0	1	1	1
		재료분리	0	0	1	1	1
터널주변	배수상태		오 염 됨 : 1				
			배수불량 또는 막힘 : 2				
	지반상태		풍화변질 및 단층파쇄대		영향범위 내 : 2 ~ 3		
					영향범위 외 : 1		
	갱문상태		손 상 : 0.5~1				
	공동구상태		덮개파손 및 오염됨 : 0.5, 이물질 퇴적 및 침수 : 1				
특수조건			전력구터널, 전차선을 설치한 터널에서 낙수 및 동결위험 (추가점수) : 1~3				
라이닝 결함지수 (f) = $\frac{\Sigma 결함점수}{27}$, 터널결함지수 (F) = $\frac{\Sigma 결함점수}{34}$							

② 개착식 박스 및 NATM터널(철근 콘크리트 라이닝)

<표 4.3.4> 개착식 박스 및 NATM터널(철근 콘크리트 라이닝)

평가기준			a	b	c	d	e
			0 ≤ f < 0.15	0.15 ≤ f < 0.30	0.30 ≤ f <0.55	0.55 ≤ f <0.75	0.75 ≤ f
라이닝	균 열		0~2	3~5	6~8	9~11	12~13
	누 수		0	1	2	3	4~5
	파손 및 손상		0	0	1	2	3
	재질열화	박 리	0	0	1	1	1
		층분리 및 박락	0	0	1	2	3
		백 태	0	0	1	1	1
		재료분리	0	0	1	1	1
		철근노출	0	1	2	3	4
		탄 산 화	0	1	2	3	-
		염 화 물	0	1	1	2	-
터널주변	배수상태		오 염 됨 : 1				
			배수불량 또는 막힘 : 2				
	지반상태		풍화변질 및 단층파쇄대		영향범위 내 : 2 ~ 3		
					영향범위 외 : 1		
	갱문상태		손 상 : 0.5~1				
	공동구 상태		덮개파손 및 오염됨 : 0.5, 이물질 퇴적 및 침수 : 1				
특수조건			전력구터널, 전차선을 설치한 터널에서 낙수 및 동결위험 (추가점수) : 1~3				
라이닝 결함지수 (f) = $\frac{\Sigma 결함점수}{36}$, 터널결함지수 (F) = $\frac{\Sigma 결함점수}{43}$							

③ 지하차도, 지하정거장 및 지하역사

<표 4.3.5> 지하차도, 지하정거장 및 지하역사

평가기준			a	b	c	d	e
			0 ≤ f < 0.15	0.15 ≤ f < 0.30	0.30 ≤ f <0.55	0.55 ≤ f <0.75	0.75 ≤ f
라이닝	균 열		0~2	3~5	6~8	9~11	12~13
	누 수		0	1	2	3	4~5
	파손 및 손상		0	0	1	2	3
	재질열화	박 리	0	0	1	1	1
		층분리 및 박락	0	0	1	2	3
		백 태	0	0	1	1	1
		재료분리	0	0	1	1	1
		철근노출	0	1	2	3	4
		탄 산 화	0	1	2	3	–
		염 화 물	0	1	1	2	–
터널주변	배수상태		오 염 됨 : 1~2				
			배수불량 또는 막힘 : 3~4				
	갱문(접속부) 상태		손 상 : 1~2				
철근콘크리트 결함지수 (f) = $\frac{\Sigma \text{ 결함점수}}{36}$, 터널결함지수 (F) = $\frac{\Sigma \text{결함점수}}{42}$							

4) 부대시설 결함지수 산정기준

① 터널 부대시설

<표 4.3.6> 터널 부대시설 무근 콘크리트 결함지수

평가기준		a	b	c	d	e
		0 ≤ f <0 .15	0.15 ≤ f <0.30	0.30 ≤ f <0.55	0.55 ≤ f <0.75	0.75 ≤ f
균 열		0~2	3~5	6~8	9~11	12~13
누 수		0	1	2	3	4~5
파손 및 손상		0	0	1	2	3
재질열화	박 리	0	0	1	1	1
	층분리 및 박락	0	0	1	2	3
	백 태	0	0	1	1	1
	재료분리	0	0	1	1	1
부대시설 결함지수 (f) = $\frac{\Sigma \text{결함점수}}{27}$						

<표 4.3.7> 터널 부대시설 철근 콘크리트 결함지수

평가기준		a	b	c	d	e
		0 ≤ f <0 .15	0.15 ≤ f <0.30	0.30 ≤ f <0.55	0.55 ≤ f <0.75	0.75 ≤ f
균 열		0~2	3~5	6~8	9~11	12~13
누 수		0	1	2	3	4~5
파손 및 손상		0	0	1	2	3
재질 열화	박 리	0	0	1	1	1
	층분리 및 박 락	0	0	1	2	3
	백 태	0	0	1	1	1
	재료분리	0	0	1	1	1
	철근노출	0	1	2	3	4
	탄산화	0	1	2	3	–
	염화물	0	1	1	2	–
부대시설 결함지수 (f) $= \frac{\Sigma 결함점수}{36}$						

② 콘크리트 옹벽

<표 4.3.8> 콘크리트 옹벽 결함지수

평가기준		a	b	c	d	e
		0 ≤ f < 0.15	0.15 ≤ f < 0 .30	0.30 ≤ f < 0.55	0.55 ≤ f < 0.7 5	0.75 ≤ f
침 하		0	1	2	3	4
활 동		0	1	2	3	4
배수공상태		0	3	6	9	12
계획선형오차 (전도/경사)		0	1	2	3	4
파손 및 손상 (재료분리)		0	1	2	3	4
균 열		0	2	4	6	8
마모/침식		0	0	1	1	1
재료 열화	박 리	0	0	1	1	2
	박락 및 층분리	0	1	2	3	4
	백태	0	0	1	1	1
	탄산화	0	1	2	3	4
	염화물	0	1	1	2	4
	철근노출	0	1	2	3	4
세 굴		0	4	8	12	16
주변 영향 인자	배수시설	배수시설이 양호할 경우 : 0, 배수시설이 없거나 불량할 때 : 1				
	사면조사	사면구배	적절	0	부적절	1
		낙석흔적	미발생	0	발생	1
		침출수	무	0	유	1

철근콘크리트 옹벽 결함지수 (F)	①	$\frac{\Sigma 결함점수}{76}$	②	$\frac{\Sigma 결함점수}{60}$
중력식 옹벽 결함지수(F)	①	$\frac{\Sigma 결함점수}{64}$	②	$\frac{\Sigma 결함점수}{48}$

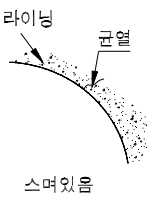
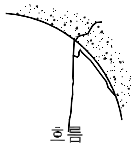
※ 철근이 포함되지 않은 구조물은 철근노출, 염화물, 탄산화 항목 제외.
※ 세굴 발생이 가능한 부위가 불투수 처리(아스콘, 콘크리트 포장)가 되었을 경우 ②번 산정식을 사용.
※ 콘크리트 옹벽의 누수에 대한 평가는 철근콘크리트 옹벽에 한하여 실시하며, 평가단위당 균열폭 최대점을 기준으로 균열깊이 측정을 실시하여 균열깊이가 콘크리트 피복보다 클 경우에 결함점수를 한 단계 하향 조정한다.
※ 주변영향인자 평가항목 중 사면조사는 절토사면 및 사면 보호시설물에 해당하여 실시하며, 해당 시설물이 아닌 경우에는 평가식의 분모를 3점 감산하여 계산한다.

나. 상태평가 항목 및 기준

1) 기본시설 상태평가 항목 및 기준

① 터널 및 지하차도

<표 4.3.9> 기본시설 상태평가 항목별 세부기준

종류 \ 등급	a	b	c	d	e
► 균열					
무근 콘크리트라이닝	0.1mm 미만	0.1~0.3mm미만	0.3~1.0mm미만	1.0~3.0mm미만	3.0mm이상
철근 콘크리트라이닝	0.1mm 미만	0.1~0.3mm미만	0.3~0.5mm미만	0.5~0.7mm미만	0.7mm이상
개착식터널 박스	0.1mm 미만	0.1~0.3mm미만	0.3~0.5mm미만	0.5~0.7mm미만	0.7mm이상
► 누수					
누 수	없음				
► 파손 및 손상					
손 상 도	없 음	1/6 미만	1/6 이상 1/3 미만	1/3 이상 1/2 미만	1/2 이상
손상면적	없 음	아주 경미한 상태	경미한 손상 (10㎝×10㎝미만)	중간 손상 (10㎝×10㎝이상, 30㎝×30㎝미만)	극심한 손상 (30㎝×30㎝이상)
► 재질열화					
박 리	없 음	0.5mm미만	0.5mm이상~ 1.0mm미만	1.0mm이상~ 25mm미만	25mm이상이거나 조골재 손실
층 분 리 및 박 락	없 음	깊이 12mm미만 또는 직경75mm 미만	깊이 12~25mm미만 또는 직경75~150mm 미만	깊이 25mm이상 또는 직경150mm이상	박락이 극심하여 즉시 보수를 요하는 상태
백태, 재료분리	없 음	면적율 5% 미만	면적율 5~10%	면적율 10~20%	면적율 20% 이상
철근노출	없 음	면적율 1% 미만	면적율 1~3%미만	면적율 3~5%미만	면적율 5%이상
탄산화 잔여깊이	30㎜ 이상	10㎜ 이상 ~ 30㎜ 미만	0㎜ 이상~ 10㎜ 미만	0㎜ 미만	-
전염화물 이온량	0.3kg/㎥이하	0.3kg/㎥ ~ 1.2kg/㎥	1.2kg/㎥ ~ 2.5kg/㎥	2.5kg/㎥ 이상	-
► 배수상태					
결함점수	오염됨 : 1			배수불량 및 막힘 : 2	
► 지반상태					
결함점수	풍화변질 : 1	단층파쇄대영향범위 중·소규모 단층 : 2		단층파쇄대영향범위 대규모 단층 : 3	
► 갱문상태					
결함점수	보통인상태 : 0.5			불량한 상태 : 1.0	
► 공동구 상태					
결함점수	덮개파손, 오염됨 : 0.5			이물질 퇴적 및 침수 : 1.0	
► 특수조건(추가점수)					
결함점수	도심지토사터널			전력구 터널, 전차선을 설치한 터널	
	주의범위(1D~2D):1.0	제한범위(1D미만):2.0		측벽부 낙수 : 1	아치부 낙수 : 2	동결 위험 : 3

2) 부대시설 상태평가 항목 및 기준

① 터널 및 지하차도

부대시설의 상태평가 항목은 균열, 누수, 파손 및 손상, 재질열화(박리, 층분리 및 박락, 백태, 재료분리, 철근노출, 탄산화, 염화물가 있으며, 평가기준은 기본시설과 동일하게 적용한다.

② 콘크리트 옹벽

<표 4.3.10> 콘크리트 옹벽의 상태평가 기준

등급 / 종류	a		b		c		d		e	
	비진행성	진행성	비진행성	진행성	비진행성	진행성	비진행성	진행성	비진행성	진행성
1. 침하	5㎝미만	2㎝미만	5㎝이상 ~ 8㎝미만	2㎝이상 ~ 5㎝미만	8㎝이상 ~ 12㎝미만	5㎝이상 ~ 8㎝미만	12㎝이상 ~ 16㎝미만	8㎝이상 ~ 12㎝미만	16㎝이상	12㎝이상
2. 계획선형 오차 (전도/경사)	2%미만	1%미만	2%이상 ~ 3%미만	1%이상 ~ 2%미만	3%이상 ~ 4%미만	2%이상 ~ 3%미만	4%이상 ~ 6%미만	3%이상 ~ 4%미만	6%이상	4%이상
3. 활동	5㎝미만	2㎝미만	5㎝이상 ~ 8㎝미만	2㎝이상 ~ 5㎝미만	8㎝이상 ~ 12㎝미만	5㎝이상 ~ 8㎝미만	12㎝이상 ~ 16㎝미만	8㎝이상 ~ 12㎝미만	16㎝이상	12㎝이상
4. 파손 및 손상 (재료분리)	없음		손상면적10%미만 0㎜ ~ 5㎜미만		손상면적10%미만 5㎜ ~ 10㎜미만		손상면적10%미만 10㎜ ~ 20㎜미만		손상면적10%미만 20㎜이상	
	없음		-		손상면적10%이상 0㎜ ~ 5㎜미만		손상면적10%이상 5㎜ ~ 10㎜미만		손상면적10%이상 10㎜이상	
5. 균열	면적율20%미만 0.1㎜미만		면적율20%미만 0.1㎜ ~ 0.2㎜미만		면적율20%미만 0.2㎜ ~ 0.3㎜미만		면적율20%미만 0.3㎜ ~ 0.5㎜미만		면적율20%미만 0.5㎜이상	
	면적율20%이상 또는 구조적균열 0.1㎜미만		-		면적율20%이상 또는 구조적균열 0.1㎜ ~ 0.2㎜미만		면적율20%이상 또는 구조적균열 0.2㎜ ~ 0.3㎜미만		면적율20%이상 또는 구조적균열 0.3㎜이상	
6. 마모/침식	마모/침식된 부위가 없는 양호한 상태		마모/침식에 의해 골재가 노출된 상태		상하부와 비교해서 단면이 감소되기 시작한 상태		철근덮개가 탈락되고 철근이 부분적으로 노출되어 부식이 발생한 상태		침식부위의 철근이 완전히 노출되어 구조적기능을 상실한 상태	
7. 박리	없음		0.5㎜미만		0.5㎜ ~ 1㎜		1㎜ ~ 25㎜		25㎜이상	
8. 박락 및 층분리	없음		면적율20%미만 15㎜미만		면적율20%미만 15㎜ ~ 20㎜미만		면적율20%미만 20㎜ ~ 25㎜미만		면적율20%미만 25㎜이상	
	없음		-		면적율20%이상 15㎜미만		면적율20%이상 15㎜ ~ 20㎜미만		면적율20%이상 20㎜이상	
9. 백태	없음		국부적으로 발견		여러 곳에서 발견		심한상태		매우 심하고 범위가 매우 넓은 상태	
10. 철근노출	없음		면적율 1%미만		면적율 1 ~ 3%미만		면적율 3 ~ 5%미만		면적율 5%이상	
11. 탄산화	잔여깊이 30㎜이상		잔여깊이10㎜이상 ~ 30㎜미만		잔여깊이0㎜이상 ~ 10㎜미만		잔여깊이 0㎜미만		-	
12. 염화물	염화물 ≤0.3kg/㎥		0.3kg/㎥<염화물 <1.2kg/㎥		1.2kg/㎥≤염화물 <2.5kg/㎥		염화물 ≥2.5kg/㎥		-	

<표 4.3.10> 콘크리트 옹벽의 상태평가 기준(계속)

종류 \ 등급	a		b		c		d		e	
	비진행성	진행성	비진행성	진행성	비진행성	진행성	비진행성	진행성	비진행성	진행성
13. 배수공	배수공 내부가 우천시마다 맑은 물이 흘러서 깨끗한 상태		배수공 내부가 우천시마다 세립토가 섞여서 배수된 흔적이 있는 상태		배수공 내부가 우천시마다 조립토가 섞여서 배수된 흔적이 있는 상태		배수공 내부에 전혀 배수된 흔적이 없고 거미줄이나 기타 이물질이 있는 상태		배수공을 전혀 설치하지 않은 상태	
14. 주변 영향인자	배수시설	배수시설이 양호할 경우 : 0, 배수시설이 없거나 불량할 때 : 1								
	사면조사	사면구배	적절		0		부적절		1	
		낙석흔적	미발생		0		발생		1	
		침출수 유무	무		0		유		1	

※ 중력식 옹벽 등 철근이 포함되지 않은 구조물은 철근, 중성화 및 염화물 항목을 제외
※ 14번 항목의 사면조사는 절토사면에만 해당됨
※ 진행 여부를 판별하는 항목은 주기적인 점검(정기점검) 결과를 활용해 판단한다.

다. 상태평가 결과 산정방법

1) 기본시설 상태평가 결과산정

① 제1단계 : 라이닝 결함지수(f) 산정

- 라이닝 단위길이별 평가항목에 대해 최저의 결함점수를 부여한다. 균열의 결함점수는 일반적으로 평균값으로 취하며 단차, 폭, 깊이 등을 고려하여 결정한다.
- 라이닝 단위길이별 결함지수를 구한다.
- 라이닝 전체에 대한 결함지수(f)를 구한다. 이때에 라이닝 단위길이별 평가항목에 대한 결함점수를 산술평균하여 구한다.

② 2단계 : 라이닝 상태평가 결과 산정

- 라이닝 단위길이별 평가항목과 결함지수에 대한 평가를 5단계(a, b, c, d, e)로 매긴다.
- 라이닝 전체의 평가항목(산술평균값)과 결함지수(f)에 대한 평가를 5단계(a, b, c, d, e)로 매긴다.

③ 3단계 : 터널 주변 상태 결함점수 산정

- 터널 주변 상태에 대한 배수, 지반, 갱문, 공동구 상태의 결함점수를 부여한다.
- 특수조건에 해당 될 경우에는 추가점수를 부여한다. 터널결함지수(F) 산정시 분모에 대한 영향은 고려하지 않는다.

④ 제4단계 : 터널 상태평가 결과 산정

- 제1단계의 라이닝 결함지수(f) 산정시 사용한 평가항목별 결함점수 산술평균값과 제3단계의 터널 주변상태 평가 결함점수를 합한다.
- 터널 결함지수(F)를 산정하고, 터널 상태평가 결과를 5단계(A, B, C, D, E)로 매긴다.
- 터널 상태평가결과 산정

  · A등급(우수) : 터널 결함지수(F) $0.00 \leqq F < 0.15$
  · B등급(양호) : 터널 결함지수(F) $0.15 \leqq F < 0.30$
  · C등급(보통) : 터널 결함지수(F) $0.30 \leqq F < 0.55$
  · D등급(미흡) : 터널 결함지수(F) $0.55 \leqq F < 0.75$
  · E등급(불량) : 터널 결함지수(F) $0.75 \leqq F$

2) 부대시설 상태평가 결과산정

① 제1단계 : 부대시설 결함지수(f) 산정

- 부대시설 평가단위별 평가항목에 대해 최저의 결함점수를 부여한다. 균열의 결함점수는 일반적으로 평균값으로 취하며 단차, 폭, 깊이 등을 고려하여 결정한다.
- 부대시설 평가단위별 겸함지수를 구한다.
- 부대시설에 대한 결함지수(f)를 구한다. 이때에 부대시설 평가항목에 대한 결함점수를 산술평균하여 구한다.

② 제2단계 : 전체 부대시설 상태평가 결과 산정

- 부대시설별 평가항목과 결함지수에 대한 평가를 5단계(a, b, c, d, e)로 매긴다.
- 평가항목(산술평균값)과 결함지수(f)에 대한 평가를 5단계(a, b, c, d, e)로 매긴다.
- 개별 부대시설을 각각 평가한 후 산술평균하여 부대시설 결함지수를 산정하고 전체 부대시설 상태평가 결과를 5단계(A, B, C, D, E)로 매긴다

부대시설의 결함지수(f) = $\sum(f_n) \ / \ N$

여기서, f_n : 개별 부대시설의 상태평가 결함지수

N : 개별 부대시설의 개수

③ 3단계 : 전체 시설물 상태평가 결과 산정

- 기본시설 결함지수(F)에 부대시설 가중치(W)를 곱하여 전체 시설물의 결함지수(F)를 산정하고, 시설물 상태평가 결과를 5단계(A, B, C, D, E)로 매긴다.

시설물의 결함지수(F) = 기본시설 결함지수(F)×부대시설 가중치(W)

<표 4.3.11> 부대시설의 가중치

가중치(W)	1.00	1.00	1.02	1.05	1.10
부대시설 결함지수	0≤f<0.15	0.15≤f<0.30	0.30≤f<0.55	0.55≤f<0.75	0.75≤f
시설물 상태평가	문제점이 없는 최상의 상태.	기능수행에 영향이 없으나 일부 보수가 필요한 상태.	부재의 손상이 있으나 기본시설 기능수행에 문제가 없는 상태	부재의 손상이 중대하여 기본시설에 영향을 주는 상태	기본시설의 기능수행에 문제를 일으켜 즉각적인 조치가 필요한 상태

제 5장 종합평가 및 안전등급 지정

5.1 개요

5.2 종합평가 결과 산정방법

5.3 안전등급 지정

제 5장 종합평가 및 안전등급 지정

5.1 개요

5.1.1 일반

시설물의 종합평가는 구조물 부재의 결함 및 손상에 대하여 평가기준 및 상태평가 기법에 따라 수행한 상태평가 결과와 시설물의 안전성평가 결과를 고려하여 개별시설물의 종합평가 결과를 결정한다.

교량 등 각 시설물에 대한 종합평가는 상태평가만 실시하거나 또는 상태평가와 안전성평가를 각각 실시한 후 이들 결과를 기초로 종합하여 이루어진다. 즉, 상태평가만 실시하는 경우에는 상태평가 결과를 종합평가 결과로 가름하여 상태평가 결과가 종합평가 결과로 결정되지만 상태평가와 안전성평가가 동시에 실시한 경우에는 상태평가 결과와 안전성평가 결과를 비교 검토하여 최종적인 종합평가 결과를 부여하게 된다.

따라서 본 장에서는 상태평가와 안전성평가가 동시에 실시되는 경우에 대하여 상태평가 결과와 안전성평가 결과를 객관적이고 정량적이며 통일성 있는 종합평가가 이루어지고 합리적인 종합평가 결과가 결정될 수 있도록 종합평가 기준을 설정하고 그 평가방법 및 절차를 수립한다.

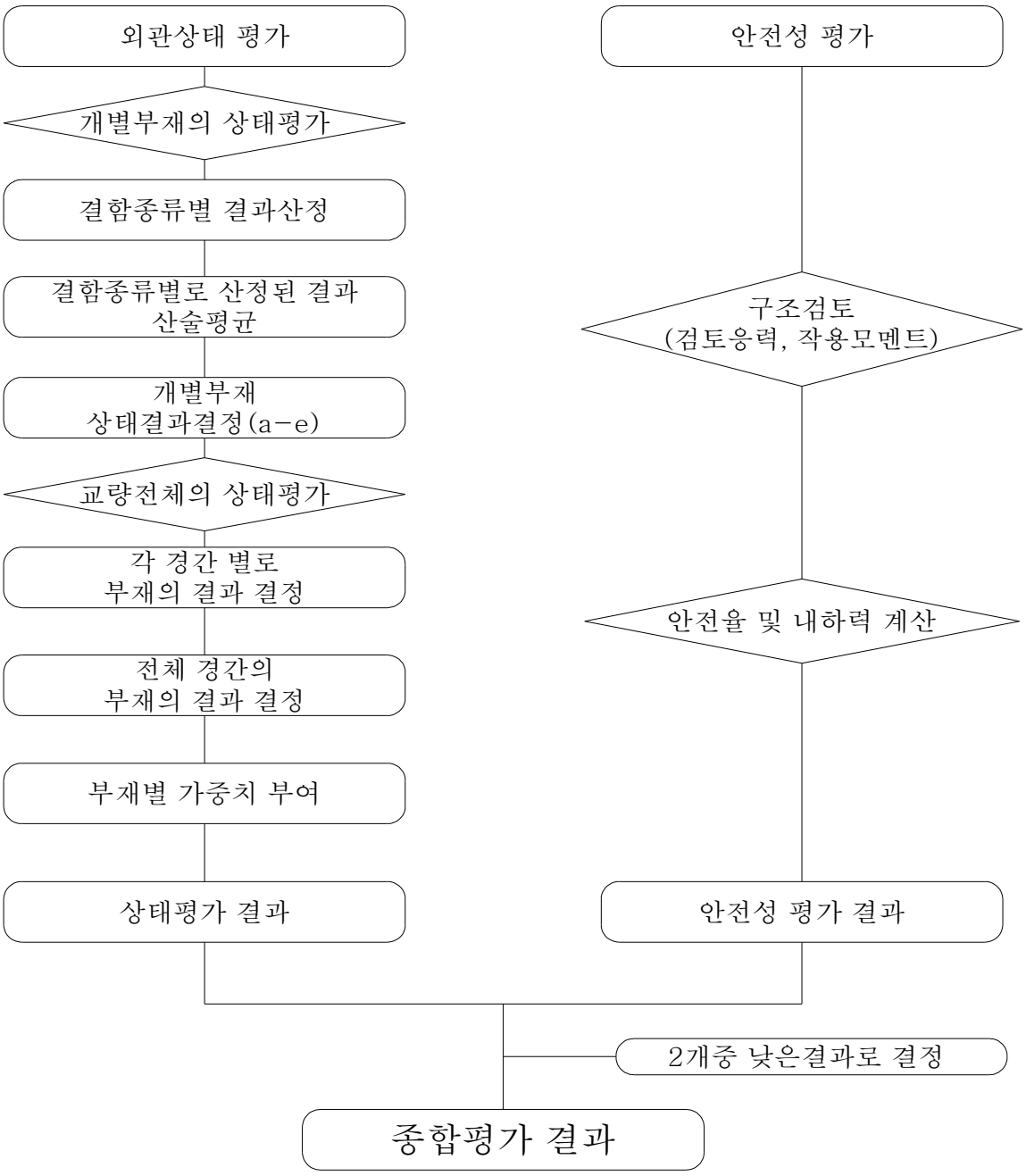
5.1.2 종합평가 기준

시설물의 종합평가는 구조물 부재의 결함 및 손상에 대하여 평가기준 및 상태평가 기법에 따라 수행한 상태평가 결과와 시설물의 안전성평가 결과를 고려하여 개별시설물의 종합평가 결과를 결정한다.

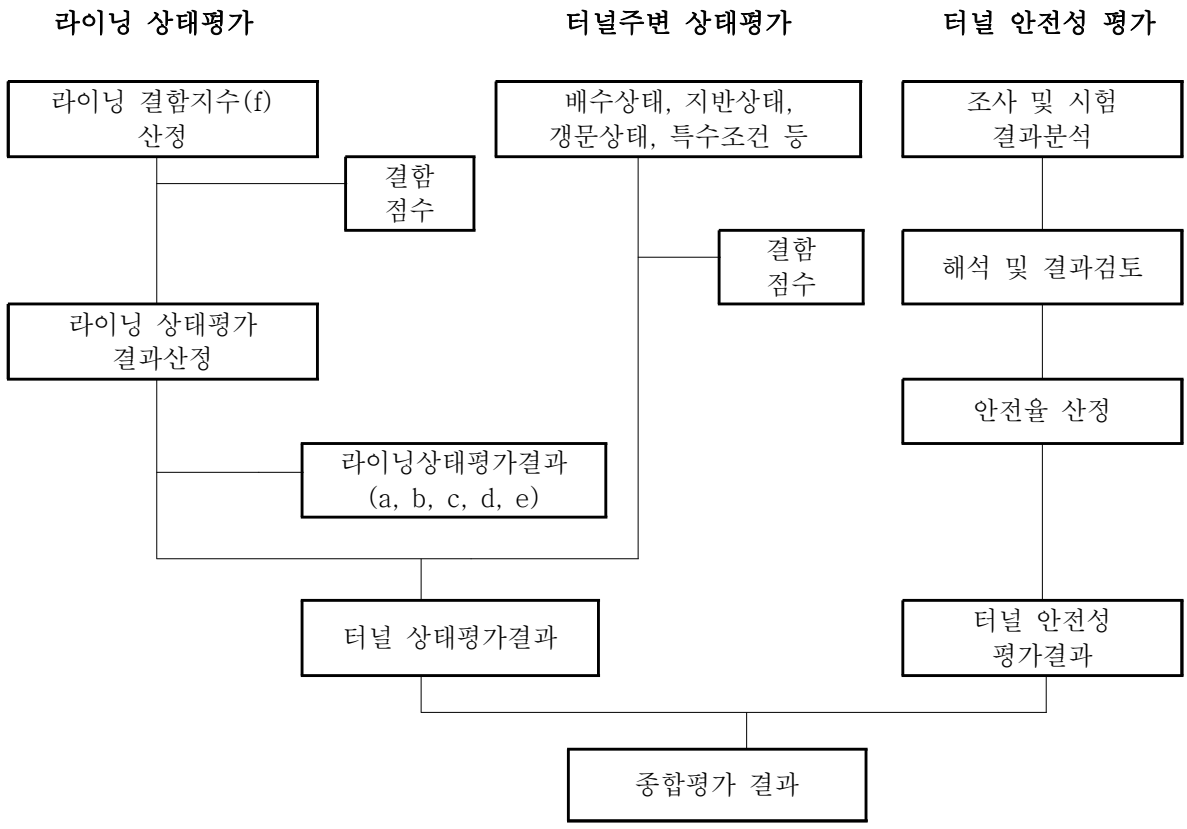
5.2 종합평가 결과 산정방법

본 과업은 정밀점검용역으로서 별도의 안전성평가를 시행하지 않아 외관조사 및 현장시험에 따른 상태평가 결과를 근거로 시설물의 종합평가 결과로 결정하였다.

종합평가 등급 = MIN (상태평가등급, 안전성평가등급)



<그림 5.2.1> 종합평가 결과의 산정흐름도(교량)



<그림 5.2.2> 종합평가 결과의 산정흐름도(터널 및 지하차도)

5.3 안전등급 지정

5.3.1 개 요

정밀점검 및 정밀안전진단을 실시하는 사람은 상태평가 및 안전성평가 등을 종합적으로 평가하여「법」제10조의2 및 「영」제11조의5에 따라서 당해 시설물의 안전등급을 지정하여야 한다.

정밀점검 및 정밀안전진단을 실시한 책임기술자는 당해 시설물에 대한 종합적으로 평가한 결과로부터 안전등급을 지정하여야 한다.

5.3.2 안전등급 지정

<표 5.3.1> 안전등급 지정

안전등급	시설물의 상태
A (우수)	문제점이 없는 최상의 상태
B (양호)	주요부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태
C (보통)	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 (미흡)	주요부재에 결함이 발생하여 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태
E (불량)	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태

제 6장 보수·보강 방법

6.1 개요
6.2 보수·보강 선정 기준
6.3 보수·보강 공법
6.4 보수 재료의 품질관리 및 검사

제 6장 보수·보강 방법

6.1 개요

본 과업에서는 각 시설물별로 기존 점검, 진단 결과 및 보수·보강에 입각한 외관조사 및 내구성 조사를 실시하였고 이를 토대로 구조안전성, 사용성 및 건전성 평가를 수행하였다. 또한 이러한 상세 분석을 통하여 결함 및 손상에 대한 원인을 검토하고 그 결과를 활용하여 시설물의 안전성과 건전성을 유지하기 위한 보수·보강방안을 제안하고자 한다.

이러한 보수·보강방법의 기본방향은 장기적으로 설계내하력을 유지시키고 내구성 저하를 방지하는데 그 목적이 있으며 결함 및 손상에 대한 원인에 따른 내하력 확보차원의 보수·보강방법, 콘크리트 및 철근의 내구성 확보차원의 보수, 외관상태의 결함에 대한 보수, 구조물의 유지관리 차원의 보수에 대한 방법을 제시하는데 있다.

주요손상 및 결함에 따른 보수 · 보강안은 각 부재별로 일람표를 작성 제시하였고 이에 따른 부위별 손상 및 결함의 원인과 보수위치, 자세한 보수·보강방안은 콘크리트 구조물 및 강재 구조물로 구분하여 상세히 제시하였고 외관조사망도에 각 결함 및 손상을 표기하였다

또한, 보수·보강일람표에 제시된 보수·보강은 즉시 시행하는 것이 타당하나 동시에 시설물 전체에 대한 보수·보강을 실시하는 것은 비효율적인 비용 지출로 인한 예산낭비를 초래할 수 있으므로 경제성과 효율성을 고려하여 발생된 손상이 시설물에 미치는 영향을 손상별 및 종류별로 다음의 기준에 근거하여 우선순위를 설정하였다.

① 1순위 : 구조적인 손상이며 내하력 저하로 인하여 시설물의 안전에 영향을 미칠 가능성이 있으므로 긴급한 보수필요.

② 2순위 : 구조적인 손상이나 시설물의 안전에 직접적인 영향이 없으며 방치할 경우 장기적으로 내구성 저하 등으로 인하여 시설물의 수명이 단축될 가능성이 있어 내구성확보 차원의 보수가 2년 내에 필요.

③ 3순위 : 비구조적인 손상이며 보수·보강의 필요성은 떨어지나 청소 등의 목적으로 차기 안전점검 시 까지 주기적인 관찰이 필요.

상기의 순위에 부가하여 구조물관리주체의 일상유지, 긴급 보수·보강 및 장기적인 유지관리 차원에서 시행할 수 있도록 구조물의 사용성(민원) 및 안전성을 고려하였고 설계 내하력을 유지시키고 내구성 저하를 방지하는데 보수·보강의 목적이 있으므로

① 결함 및 손상에 대한 원인에 따른 내하력 확보차원의 보수·보강방법

② 콘크리트 및 철근의 내구성 확보차원의 보수

③ 외관상태의 결함에 대한 보수

④ 구조물의 유지관리 차원의 보수 등의 순서로 산정하여 적용하였다.

• 균열보수여부 판정기준

대상 부재가 구조부재인 경우 측정 균열폭이 허용 균열폭 보다 적은 경우에는 보수할 필요가 없고 허용 균열폭 보다 큰 경우에는 보수가 필요하다. 강재부식에 대한 환경조건은 아래 표를 따른다.

① 허용균열폭 Cw(㎜)

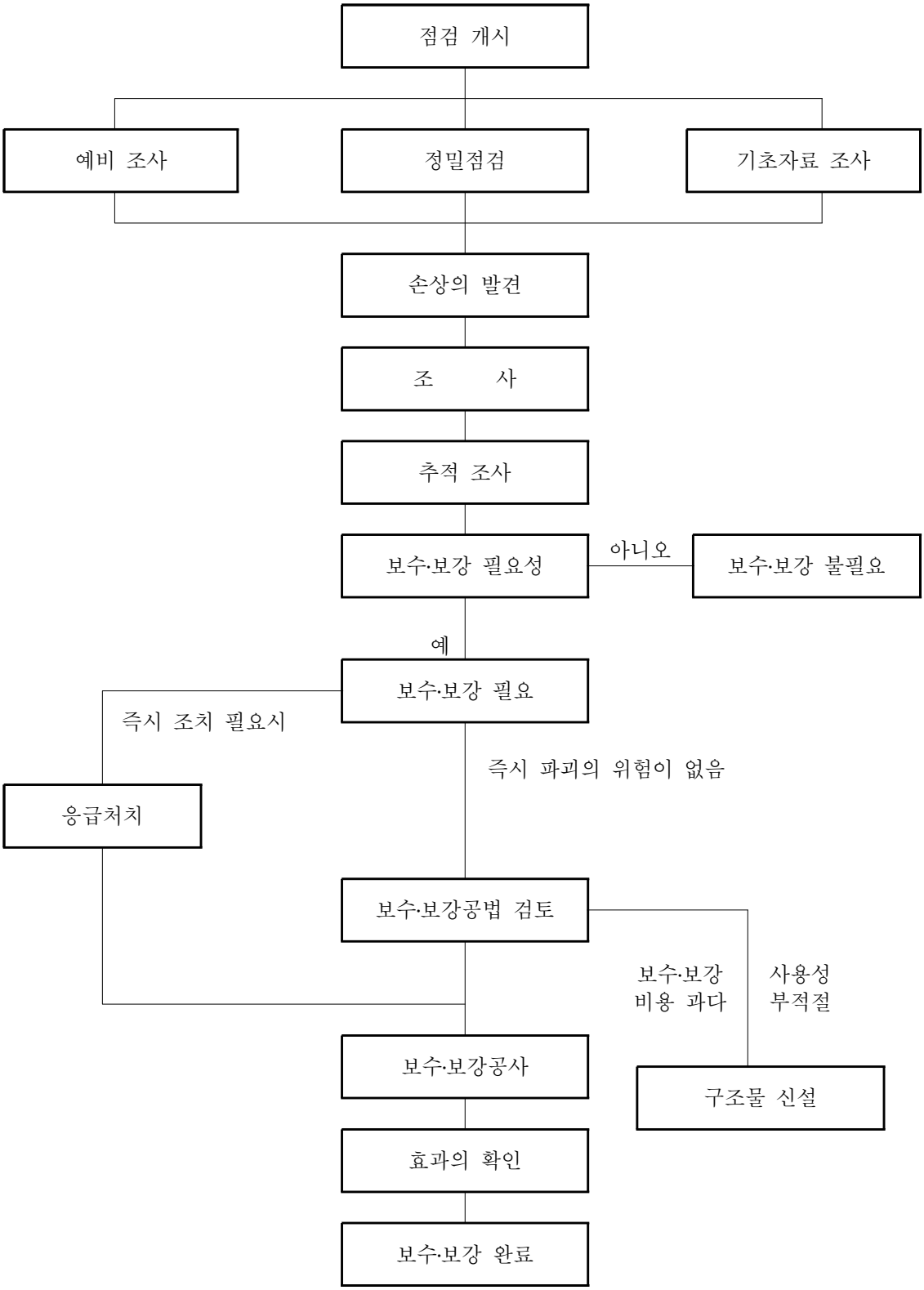
강재의 종류		강재의 부식에 대한 환경조건			
		건조환경	습윤환경	부식성환경	고부식성환경
이형 철근	건 물	0.4㎜	0.3㎜	0.004tc	0.0035tc
	기타 구조물	0.006tc	0.005tc		
프리스트레싱 긴장재		0.005tc	0.004tc	-	-

주1) 여기서 tc는 최외단 철근의 표면과 콘크리트 표면사이의 콘크리트 최소 피복두께(㎜)

② 강재의 부식에 대한 환경조건의 구분

건조환경	일반 옥내부재, 부식의 우려가 없을 정도로 보호한 경우의 보통 주거 및 사무실 건물내부
습윤환경	일반 옥외의 경우, 흙속의 경우
부식성환경	습윤 환경과 비교하여 건습의 반복작용이 많은 경우, 특히 유해한 물질을 함유한 지하수위 이하의 흙속에 있어서 강재의 부식에 해로운 영향을 주는 경우, 동결작용이 있는 경우, 동상방지제를 사용하는 경우 해양 콘크리트 구조물 중 해양중에 있거나 극심하지 않은 해양환경에 있는 경우(가스, 액체, 고체)
고부식성환경	강재의 부식에 현저하게 해로운 영향을 주는 경우 해양콘크리트 구조물 중 간만조위의 영향을 받거나 비말대에 있는 경우, 극심한 해풍의 영향을 받는 경우

6.1.1 보수 · 보강의 업무 흐름도



<그림 6.1.1> 보수·보강 업무 흐름도

6.1.2 보수 · 보강 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 누수 등과 같이 구조물의 노후화 및 부식을 가속시키는 손상으로 정하였다.
③ 주부재의 균열 또는 철근부식 등으로 주철근과 같은 주요 구조물의 내구성 및 성능 저하를 유발할 수 있는 손상으로 정하였다.

1) 우선순위 선정기준

<표 6.1.1> 보수 · 보강 우선순위 선정기준

구분	순위	내 용
단기	1	『시설물의 안전관리에 관한 특별법』 제12조(중대한 결함)의 "대통령이 정하는 중대한 결함"에 포함되는 손상 - 철근콘크리트 시설물의 염해 또는 탄산화에 따른 내력손실 주요부재에 발생된 결함 및 손상이 커 내구성에 영향을 미치는 경우
	2	보조부재에 발생된 결함 및 손상이 커 내구성에 영향을 미치는 경우 철근부식에 의한 내하력 저하가 우려되거나 철근부식 가능성이 있는 손상 상부 차량 통행에 지장을 줄 수 있는 손상
장기	3	즉각적인 보수는 요구되지 않지만 내구성, 기능성 저하방지를 위한 보수가 필요한 경우
	4	방치시 규모가 증대될 수 있는 손상 및 사용성을 위해 보수가 필요한 상태
	5	기능발휘에는 지장이 없으나, 내구성 증진을 위해 연차보수가 필요한 경우
	6	발생된 손상이 경미하여, 유지관리를 통한 점검이 필요한 경우

2) 우선순위 선정기준

① 내구성 기준

<표 6.1.2> 내구성 우선순위 선정기준

구분	순위	내구성 기준
단기	1 2	철근이 노출되어 부식된 상태 철근은 노출되지 않았으나 녹물이 유출되는 상태 균열폭이 0.3㎜이상인 경우
장기	3	재료분리로 인하여 철근피복이 부족한 상태
유지관리	4	유지관리 후 조치를 취하여도 되는 경우 균열폭이 0.3㎜미만인 경우 유지관리용 통로에 발생되어 있는 국부적 결함, 파손

② 수밀성 기준

<표 6.1.3> 수밀성 우선순위 선정기준

구분	순위	수밀성 기준
단기	1	물이 흐를 정도로 누수가 발생하는 경우 벽체의 결함부를 통해 누수가 발생되어 백태 면적이 크게 형성되어 있는 경우 0.3㎜이상의 균열부에 백태가 형성될 정도로 누수가 발생하는 경우
	2	콘크리트 표면에 물기가 보이고 국부적으로 백태가 형성되어 있는 경우 0.2~0.3㎜의 균열에 백태가 형성될 정도로 누수가 발생하는 경우
장기	3	콘크리트 표면이 약한 백태가 소정의 면적에 걸쳐 발생되어 있는 경우 0.2㎜미만의 균열부에 백태가 형성될 정도로 누수가 발생하는 경우
유지관리	4	방수층이 파손되어 향후 누수가 발생될 수 있는 경우

③ 안전성 기준

<표 6.1.4> 안전성 우선순위 선정기준

구분	순위	안전성 기준
단기	1	내하력이 부족하여 구조적 균열이 발생되어 있는 경우 내하력은 확보되어 있으나 구조적 균열이 발생되어 있는 경우
	2	-
장기	3	-
유지관리	4	내하력이 부족하나 구조적 손상이 발생되어 있지 않고 적절한 유지관리를 하는 경우 내하력을 확보할 수 있는 경우

6.2 보수 · 보강 선정기준

6.2.1 보수·보강공법 선정기준

보수·보강공법	내 용
필 요 성	외관조사 결과 손상상태 평가 C급 이하인 경우
우선 순위 결정	손상정도 및 구조적 안전성 검토 결과에 의거 장·단기 대책수립
공 법	국내외 최신 기술과 시공실적을 고려하여 각 손상별 공법검토
안 전 성	보수 · 보강실시 후 공용하중에 대한 안전성을 확보 여부 검토
시 공 성	현장작업 여건과 교통 불편을 최소화할 수 있는 공법 검토
경 제 성	시공 가능한 공법 중 내구성·안전성을 고려하여 가장 경제적인 공법을 선정
유지관리 차원	공학적인 측면에서 보수·보강공법을 검토하여 시설물의 효율적인 유지관리에 문제점이 없는 방안 검토
설 계 서 작성	보수·보강 도면 및 관련 시방서 작성

6.2.2 손상별 보수 · 보강 선정기준

1) 균열 보수(균열부에 누수, 백태가 발생된 것은 제외)

순 위	내 용	보수방법
1	균열중 Cw=0.3㎜ 이상 균열 (내구성 확보)	주입보수
2	균열중 Cw=0.3㎜ 미만 균열 (구조적 손상)	표면처리
3	균열중 Cw=0.3㎜ 미만 균열 (비구조적 손상)	주의관찰

2) 백 태

순 위	내 용	보수방법
2	콘크리트 표면에 누수흔적/백태가 다수 발생되어 구조물의 열화를 촉진하는 경우 (내구성확보)	표면처리
3	콘크리트 표면에 누수흔적 및 표면백태가 발생한 경우	주의관찰

3) 철근노출

순 위	내 용	보수방법
1	철근이 표면으로 노출되어 철근부식 및 박락을 발생시키는 경우 (내구성확보)	단면보수공법 (방청포함)

4) 단면손상(박리, 박락, 재료분리, 들뜸 등)

순 위	내 용	보수방법
2	콘크리트 표면의 열화깊이가 30㎜ 전후 및 골재가 노출된 상태 (내구성확보)	단면보수공법
2	표면열화가 경미한 상태	주의관찰

5) 기타 손상

순 위	내 용	보수방법
1~2	발생된 손상으로 인해 추가적인 손상 발생 및 내구성 저하가 우려되는 경우(부재의 중요도에 따라 우선순위부여)	손상에 따른 적절한 보수방안 선정
3	발생된 손상이 경미하고 주의관찰 및 유지관리가 필요한 경우	주의관찰

6.3 보수 · 보강 공법

6.3.1 주입보수공법

주입보수공법은 외관조사에 조사된 균열 중 폭이 $0.3 \leq Cw < 0.5$에 해당하는 경우에 활용하는 것으로 하며 표면 및 단면보수 부위라도 균열 폭이 큰 경우 적용하여야 한다. 균열부에 수지를 주입하면 콘크리트와 일체를 이루어 콘크리트의 방수성을 향상시켜서 내부 철근의 부식방지 및 콘크리트의 열화방지에 효과적이다.

균열보수는 균열 폭 및 균열깊이, 균열의 형태, 구조적 안정성 여부 등을 종합적으로 판단하여 보수 목적에 따라 가장 유리한 보수 대책을 선정하여야 한다. 또한, 균열보수는 균열폭과 균열깊이를 고려하여 이에 적합한 주입속도, 점도 및 양생 속도를 갖는 수지재료를 사용한다.

<표 6.3.1> 수지주입 공법의 종류

공 법	내 용
압 입 식	· 수동식 주입 : 인력 · 기계식 주입 : 공기압식, 유압식, 기어식 · 저압·저속식 주입 : 고무, 용수철, 공기 등의 압력
흡 입 식	· 균열의 양단에 흡기구와 충전재 주입구를 설치하여 흡입펌프로 충전재를 흡입주입

1) 수지주입 공법의 선정

균열 주입공법에는 압입식과 흡입식이 있다. 압입식 주입공법에는 수동식, 기계식 및 저압·저속식 주입 방법이 있으며 다음은 주입공법의 종류이다.

<표 6.3.2> 저압·저속식 주입방법

압 입 방 식	용기의 형태
압축용기에서의 압축공기로 주입	플라스틱제의 실린더
압력탱크내의 압축된 압력으로 주입	플라스틱제의 압력탱크
고무시트의 복원력으로 주입	플라스틱제 틀에 고무시트를 고정
고무밴드의 복원력으로 주입	플라스틱제 실린더와 피스톤
캡슐내의 용수철로 주입	플라스틱제 캡슐 탱크

종래에는 수동식 기계주입 방법이 많이 이용되고 있으나, 이 방법은 주입량을 정확하게 파악할 수 없으며 관통하지 않은 균열은 구석까지 보수재료를 주입하기가 곤란하다. 또한 주입압력이 너무 높으면 균열을 넓혀 주는 등의 문제점이 있다.

따라서 아래의 저압·저속 주입의 압입식 공법이 주요하며 저압·저속의 주입공법은 주입량 파악이 쉬우며 균열 구석까지 주입할 수 있는 특징이 있다.

2) 압입식 수지주입 공법 선정

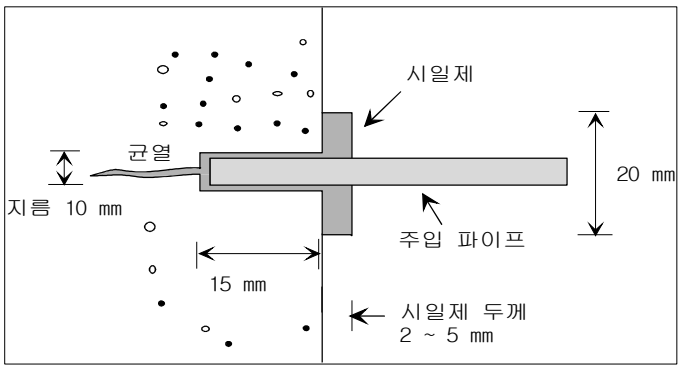
이 공법은 균열 위에 주입수지가 들어 있는 용기를 설치하여 고무, 용수철, 공기압 등으로 서서히 수지를 주입하는 방식으로 압입방식은 다음과 같다.

<표 6.3.3> 균열폭에 알맞은 수지의 점성도

형 상		점성도(20℃, cp)	주입 가능한 균열폭
액 상	저점성도	500±200	0.1mm 전후
	고점성도	1,500±500	0.2mm 전후
겔 상태		6,000±1,000	0.5~5mm 전후

<표 6.3.4> 균열폭에 따른 주입파이프의 간격

균열폭 (mm)	주입파이프 간격(mm)	비 고
0.3 이하	50 - 100	
0.3 - 0.5	100 - 200	
0.5 - 1.0	150 - 250	
1.0 이상	200 - 300	



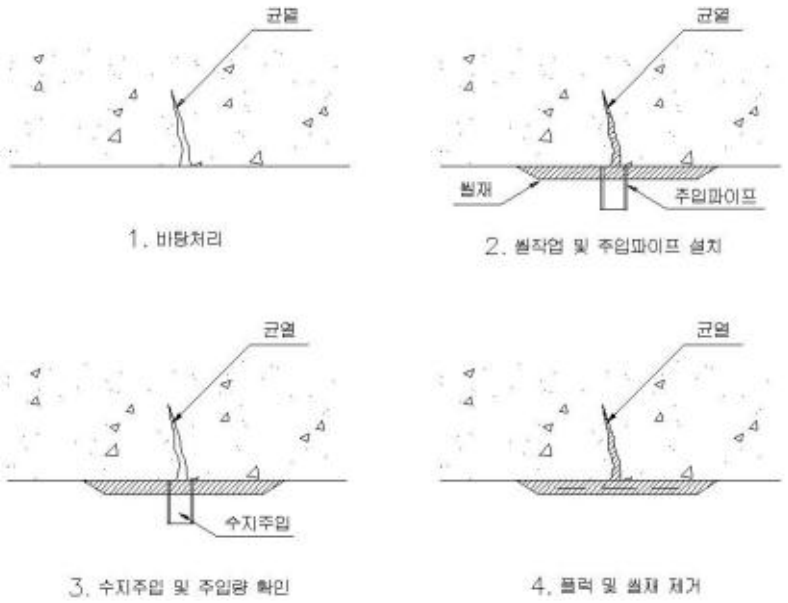
<그림 6.3.1> 주입파이프 설치도

이 공법을 적용함에 있어서는 시공위치, 시공시기에 맞는 작업시간 및 균열폭에 대응한 점도의 재료를 선정하는 것이 중요하다.

3) 압입식 수지주입 공법 특징

수지가 들어 있는 용기를 균열 위에 설치하므로 사람의 손을 필요로 하지 않고 용기 높이의 저압력에 의해 자동으로 주입되므로 압력에 의한 실링부의 파손도 적어 시공관리가 용이하다. 그리고 주입되는 수지의 거동은 동심원상으로 확대되므로 주입압력에 의한 균열이나 들뜸이 발생되지 않는다.

주입압력은 4kgf/㎠ 이하로 규정되어 있으나 실제로는 1kgf/㎠ 전후가 사용된다. 주입제는 에폭시수지 이외에도 무기질계의 슬러리도 사용할 수 있으며 무기질계 슬러리는 습윤 환경하에서도 사용이 가능하다. 반면에 주입기에 여분의 주입재료가 남아 재료의 손실이 큰 단점이 있다.



<그림 6.3.2> 균열 수지주입 공법 개요도

(Check Point)	(시 공 순 서)	(시 공 내 용)	(시공기자재등)
균열폭 측정 및 표식	균열 조사	균열상황 확인 폭을 균열게이지로 측정	균열게이지
주입구가 청소에 의해 메워지지 않도록 주의	균열부 표면청소	주입구 주변 청소	와이어브러시 그라인더 드릴
	주입파이프 고정	주입파이프 간격 확인(100 ~ 200 ㎜), 주입파이프 접착 밀도 확인	스케일 등
씰재의 접착을 견고하게 양생(가장 중요)	비주입부위 균열실링		흙손 등
진행성 균열의 경우는 가소성 에폭시수지의 사용을 검토	전용 펌프로 천천히 주입		주입용 펌프
	주입양 확인 양 생		
시공전의 상태에 근접하게 제거	주입파이프 씰재 제거 작업종료		망치, 끌, 정 드라이버 등

<그림 6.3.3> 수지주입 공법 시공 흐름도

<표 6.3.5> 수지계 주입재의 특징

재료명	주요 성분	특징·용도
에폭시 수지계 균열주입재	에폭시수지	·균열, 추종성이 양호 ·적용가능 균열 폭은 0.2~2.0mm
	유연형 에폭시수지	·경화물의 유연성이 풍부하여 진행성 균열에 적합 ·균열 및 알칼리골재반응의 성능저하 보수에 적합
	자기유화형 에폭시수지	·수중경화, 콘크리트 중의 수분과 반응 ·강도특성이 뛰어남 ·균열 폭 0.15mm 이상에 적용
	에폭시수지, 포틀랜드 시멘트	·수중경화형 에폭시수지와 시멘트의 반응으로 발포 ·적용 균열 폭 1mm~10mm
실런트계 충전재	우레탄수지	·단일성분으로 작업성이 뛰어남 ·탄성계수가 작아 균열 추종성이 양호 ·구조물의 신축 줄눈부에 사용
폴리머 시멘트계 주입재	에폭시수지계 에멀젼 미분말충전재 조강시멘트	·균열폭 5.0mm 이상에 적용 ·습윤면에 대하여 접착성이 우수 ·알칼리골재반응에 의한 성능저하의 보수에 적합

3) 시공시 주의사항

① 대기온도가 10~30℃일 때 시공 가능하며 우천시는 중지한다. 보수부 콘크리트의 표면 온도는 10℃이상을 표준으로 하고 있으므로 기온차가 심한 경우에는 기온의 변화에 대응하는 에폭시계 수지의 성상을 조사하여 두고 겨울철 부득이 시공하는 경우에는 가열양생 등의 조치를 생각할 필요가 있다.

② 에폭시계 수지는 사용에 앞서 현장에서 시공시의 기온에 대응하는 경화시간을 설정하여 균열 주입 효과를 높이도록 한다. 일반적으로 에폭시계 수지의 경화시간이란 접착제를 혼합해서 충분한 접착강도가 보증되는 작업 가능시까지의 시간을 말하나 기온, 혼합량의 대소 등에 따라서도 다르므로 주의해야 한다.

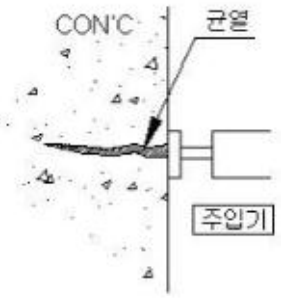
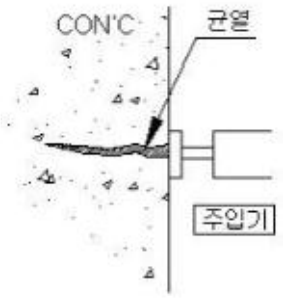
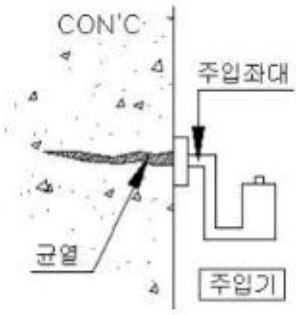
③ 사용하는 에폭시계 수지는 적당한 롯트마다 시험을 실시하여 품질의 확인이 필요하다.

④ 씰링 및 표면 마감면은 주입압에 견디도록 충분히 양생한다.

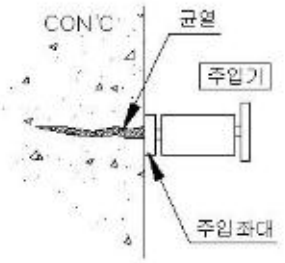
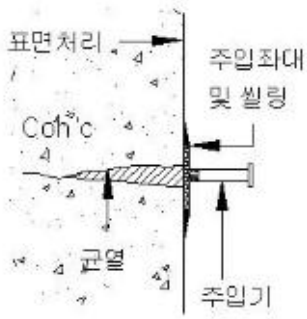
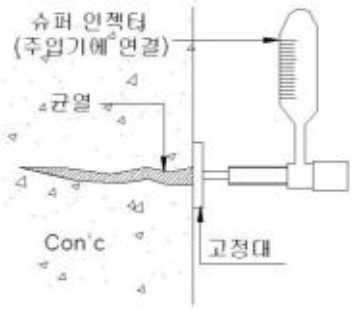
⑤ 주입된 에폭시계 수지가 경화한 후에는 주입 파이프를 절단하고 씰링재와 함께 그라인더로 갈아 평탄하게 마무리한다.

4) 주입보수 비교안

<표 6.3.6> 주입보수의 비교

구 분	제 1 안 에폭시 수지계 (일반)	제 2 안 폴리머 모르터	제 3 안 수성 에폭시콘크리트
개요도			
공법 개요	콘크리트 균열부위에 유기계 재료인 에폭시를 주입기를 통하여 주입하는 공법	콘크리트 균열부위에 무기계재료인 RF슬러리를 주입기를 통하여 주입하는 공법	콘크리트 균열 부위에 유기계+무기계 재료인 수성 에폭시를 주입하는 공법
시공 방법	표면처리 → V컷팅 → 주입기설치 → 균열부 씰링 →에폭시주입 → 단면보수	표면처리 → V컷팅 → 주입기설치 → 균열부 씰링 → RF슬러리 주입 → 단면보수	표면처리 → V컷팅 → 주입기설치 → 균열부 씰링 → 수성에폭시주입 → 단면보수
특 징	- 습윤면 시공 가능 - 시공성이 좋다 - 경화속도가 빠르다. - 주입량 점검이 용이하고 균열 속 깊이까지 주입할 수 있다 - 가장 일반적으로 쓰이는 공법으로 실적이 많다	- 모체와 탄성계수, 열팽창계수가 동일하여 재균열 발생 가능성 적음 - 모체와 일체화 가능 - 기존의 콘크리트 구체와 동일한 구조거동을 하며 재탈락의 현상 없음 - 습윤면 시공 불가능 - 저점도 이므로 균열폭이 작으면 주입이 되지 않는다.	- 미세 균열주위 콘크리트 강도 증가 - 내지하수, 내해수, 내약품성, 화학적 침식성 우수 - 경화속도가 무기계에 비해 빠르다 - 물성치가 콘크리트와 상이함으로 온도 및 하중변화에 의한 재균열 발생 우려
경제성	45,000원/m	60,035원/㎡	73,000원/㎡

<표 6.3.6> 주입보수의 비교(계속)

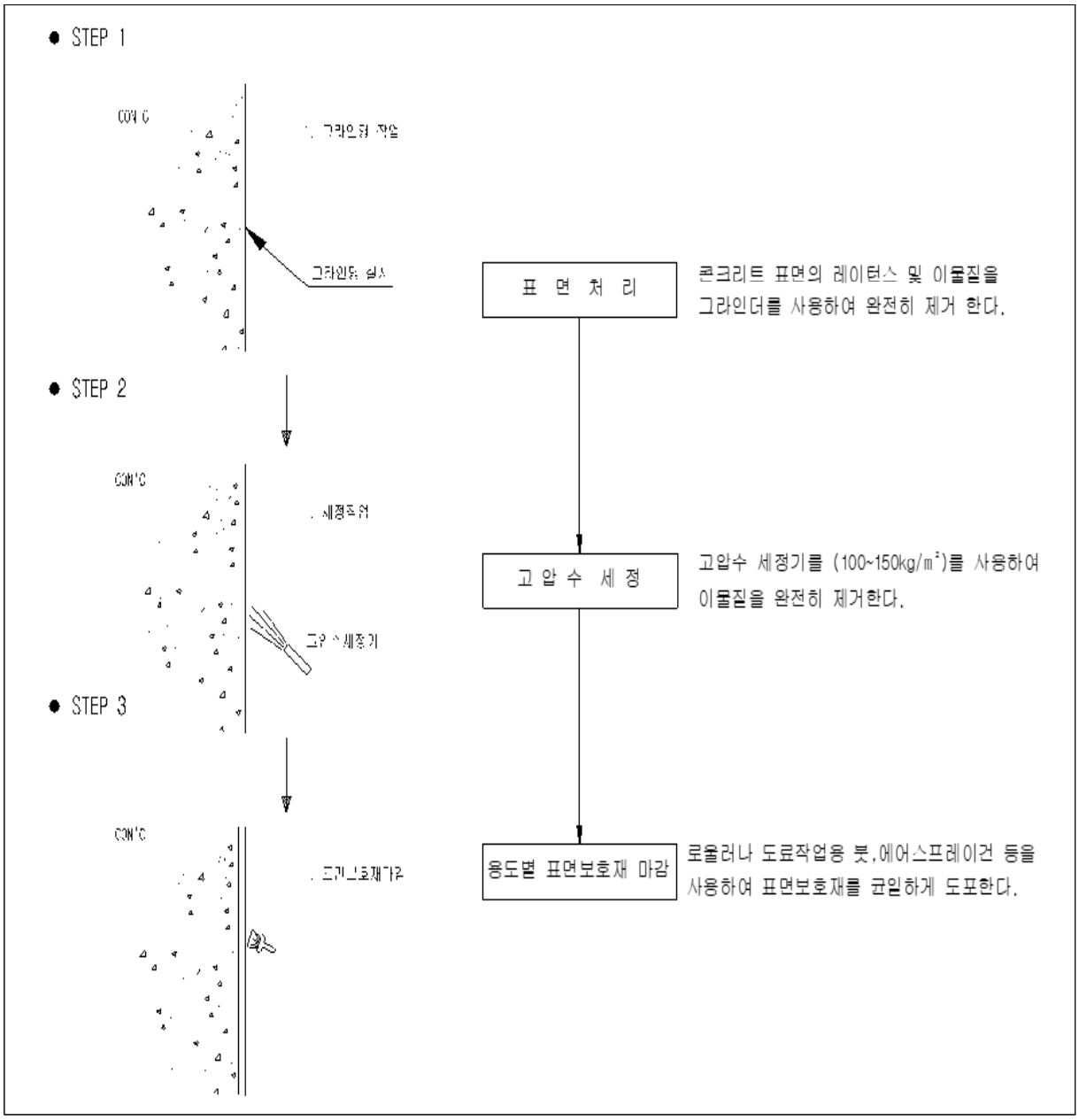
구 분	제 4 안	제 5 안	제 6 안
	그라우트(에폭시수지계)	습식 에폭시수지계	무색 에폭시수지계
개요도			
공법 개요	콘크리트 균열부위에 초미립자 무기계 슬러리를 주입기를 통하여 주입하는 공법	내부 균열까지 침투성이 큰 저점도 Epoxy수지를 가압주입하여 방수성, 내구성을 향상시키는 에폭시 주입공법	1차로 주입기의 압력에 의해 고압으로 주입되고 2차로 에폭시 탱크의 잔류량이 보일의 법칙에 의해 저압으로 주입되므로 세밀한 균열보강액 주입 가능한 공법
시공 방법	표면처리→V컷팅→주입좌대고정→균열부실링→초미립무기계→슬러리주입→단면보수	표면처리→주입구선정→균열부위 씰링→고정판설치→에폭시주입→표면정리	균열부위 면처리→에어컨 먼지제거 → 균열부실링→고정제 부착→실린더 고정판에 부착→슈퍼인젝터를 실린더에 부착후 주입→고정대 제거 후 마감.
특 징	- 무기계 재료로서 기존콘크리트와 물리적 성질이 유사하여 시공 후 온도/하중변화에 의한 재균열 발생가능성이 없음 - 습윤면 시공불가능 - 균열부 콘크리트 방청, 탄산화 및 염해방지 기능이 있음 - 공정이 다소 복잡하여 시공 전문가 필요	- 주입량 점검이 용이하고 균열 속 깊이까지 주입할 수 있음. - 건식, 습식, 수중 시공이 가능. - 균열의 표면뿐만 아니라, 내부균열 깊숙이 주입이 가능. - 압력조절에 주의가 요망되며 압력 이 클 경우 균열이 확대되어 버림.	- 각각의 시공 부위에 따라 슈퍼인젝터의 각도를 조절하면 완벽한 주입가능. - 자체의 압력조절이 가능하여 상황에 따라 적당한 압력으로 주입 가능. - 약품이 역류되지 않아 시공면이 오염되지 않음. - 시공이 매우 용이하여 시공비가 저렴하다. - 사용년수 증가시 접착력이 떨어질 수 있다.
경제성	85,000원/㎡	110,215원/㎡	92,000원/㎡

6.3.2 표면처리 공법

1) 개요

콘크리트 표면열화부 및 백태 혹은 미세균열이 발생된 부위에 적용하는 보수 공법으로서 손상이 발생된 부위에 도막을 형성하여 방수성, 내구성을 향상시킬 목적으로 사용한다.

2) 시공방법



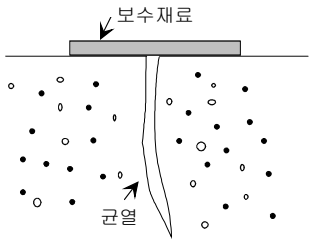
<그림 6.3.4> 표면처리 공법 시공 흐름도

3) 시공순서 및 유의사항

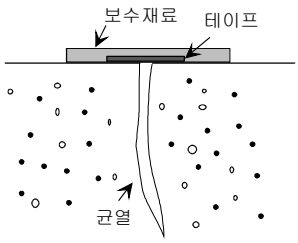
표면처리 사용재 종류

· 폴리머 시멘트 페이스트	· 도막탄성 방수재(아크릴 수지계)
· 시멘트 필라	· 도막탄성 방수재(우레탄 수지계)

보 수 개 념 도



정지균열



진행성 균열

시 공 순 서

유 의 사 항

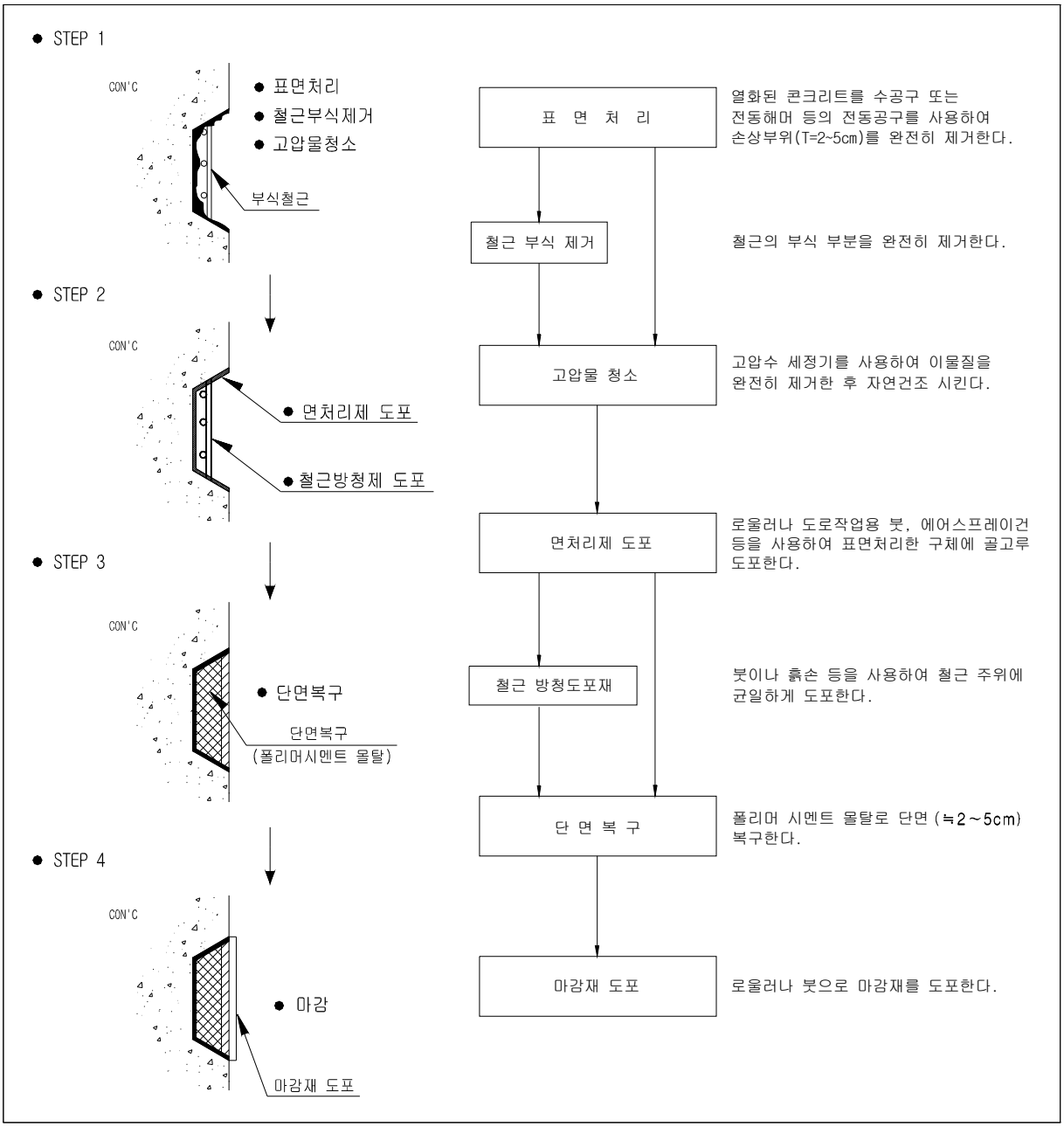
① 표면 피복할 범위를 도면화하고 구조물 부위에 표시
② 균열부 또는 손상부위를 피복할 부위의 청소는 다소 여유있게 와이어 브러쉬, 전통대패 등으로 실시
③ 바탕처리가 필요한 경우는 주걱으로 눌러서 표면 공극이나 흠집을 충분히 메움
④ 표면 바탕처리 후 경화가 완료되면(2~3일) 고운 사포를 이용하여 표면을 갈아내고 미분을 털어냄
⑤ 재료의 점도를 비롯한 물성특성을 고려하여 붓으로 바르거나 에어레스 스프레이를 이용하여 초벌을바름
⑥ 표면 도막의 두께는 각 겹단 일정한 두께로 형성하는 것이 보수효과와 내구성 측면에서 유리
⑦ 표면피복이 완료된 후는 주변 분진 또는 오물이 피복면에 흡착되지 않도록 보호막을 설치
⑧ 표면처리 공법 시공시 일부구간에 박락 또는 손상 등이 있는 구간은 충전공법을 병용할 수 있도록조치

6.3.3 철근방청 및 단면보수 공법

1) 개요

철근노출이 동반된 재료분리, 들뜸, 공동, 박락 등의 손상부와 피복부족에 따른 철근노출부에 적용하는 공법

2) 시공방법



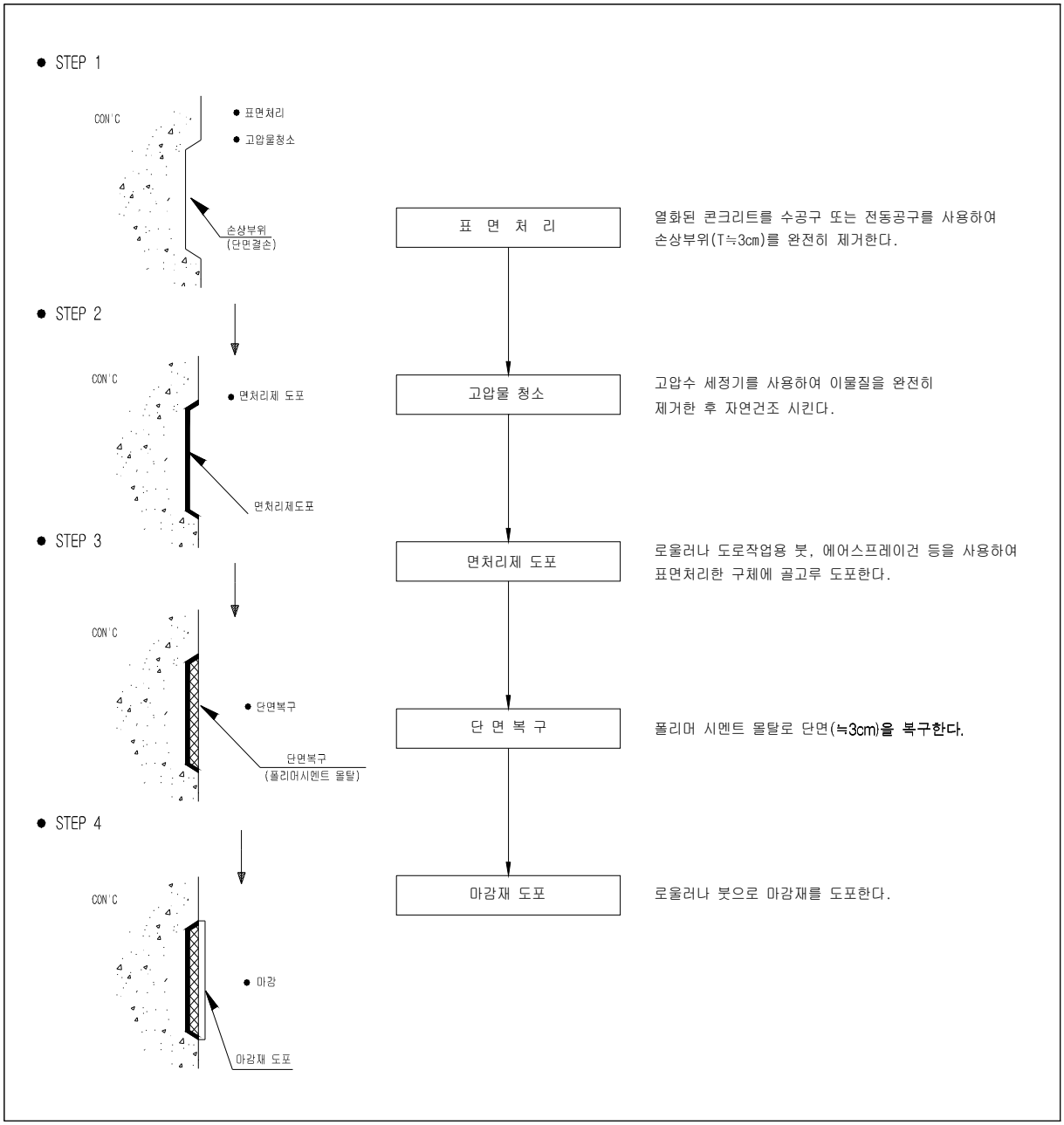
<그림 6.3.5> 철근방청 및 단면보수 공법 개요도

6.3.4 단면보수 공법

1) 개요

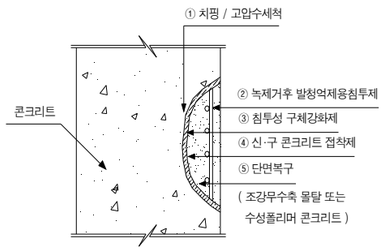
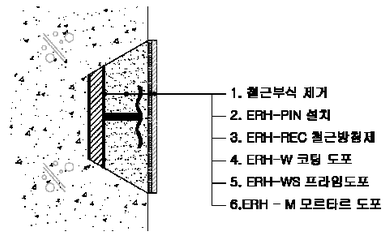
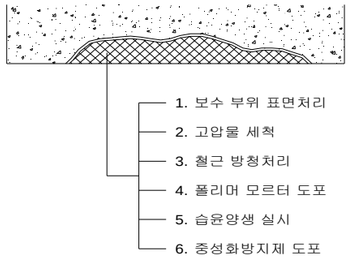
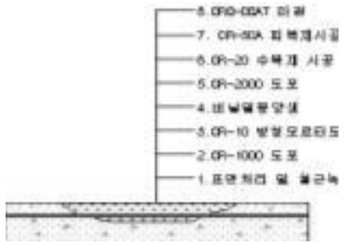
재료분리, 들뜸, 공동, 박락 등의 손상부에 적용하는 공법

2) 시공방법



<그림 6.3.6> 단면보수 공법 개요도

<표 6.3.7> 단면보수공법 비교안

구 분	폴리머시멘트공법	에코플래시공법	MDF공법	크로스공법
개 요 도				
공법개요	▶노출된 철근은 녹을 제거한 후 발청억제용 침투제로 방청하고 구체는 침투성 구체 강화제를 도포한 후 조강무수축 모르타르 또는 수성폴리머 모르타르를 사용하여 단면보수를 하는 방법.	▶탄산화, 염해, 동해 및 화학적 부식 등의 열화원인에 대응하여 천연광물을 함유한 모르타르와 특수건식 스프레이를 이용하여 화학적 물리적으로 개보수하고 접착보강핀을 추가하여 장기부착하여 강도를 증진시킨 보수공법.	▶고압습식 스프레이 방식에 의한 MDF 시멘트 모르타르 단면수복 보수공법.	▶고알칼리성, 고농도 방청성분을 갖는 알칼리 회복제와 아질산계 분말 방청제 혼입 폴리머 모르터를 병용하여 탄산화 및 염해 등에 의해 손상된 RC구조물을 보수.
시공방법	▶치핑/고압수 세척 → 노출철근의 녹제거 → 발청억제용 침투제 도포 (철근) → 침투성 구체강화제 도포 → 신·구 콘크리트 접착제 도포 → 조강 무수축 모르타르 또는 수성폴리머 콘크리트로 단면보수.	▶표면하지처리(치핑) → 고압물 세척 → ERH-PIN 시공 → ERH 모르타르 충전 → ERH 프라임 도포 → ERH 코트 도포	▶콘크리트 표면처리 → 기존 철근 녹 제거 → 철근 방청제 도포 → 고압물 세척 → 보수, 보강 단면 충전 → 양생 → 탄산화방지제 도포.	▶표면처리 및 철근녹제거 →CR- 1000도포→ CR-10방청모르터도포→비닐밀봉양생→CR-2000 도포→CR-20수복재시공→CR-30A피복재시공→ Cro-Coat 마감
장 점	▶수밀성, 내마모성, 내구성 우수함. ▶경화시간이 짧다. ▶유기성 및 무기성으로 구성되며 제품 다양. ▶국내실적 다수.	▶소단면 대단면에 이르는 기계화(건식스프레이) 시공을 통한 우수한 품질과 공기단축 ▶천연재료 사용 기존 콘크리트와 물리적 성질이 유사하여 시공 후 재손상 발생가능 적음 ▶물리적 접착 보강핀을 통한 장기부착강도 확보 ▶무기코트재료 표면피복(음용수 부위적합) ▶리튬실리케이트를 이용한 내구성 회복 효과	▶1회 시공두께가 아주 우수하다. ▶교통의 통제가 없다. ▶리바운드량이 적다. ▶기계 시공으로 시공효율 및 품질관리 용이.	▶접착강도가 매우 우수함 ▶염소이온을 흡착하여 고정하고 부동태 피막을 재생시켜 철근방청 효과. ▶습윤면 시공이 가능. ▶부착이 우수하고 들뜸 현상 없음.
단 점	▶유기질 재료로 통기성 확보 어려움. ▶유기질재료로서 콘크리트 모재와 물성의 차이가 있음.	▶ 공정이 다소 복잡 시공전문가 필요	▶모르타르시공방법의 개선사항이 필요 ▶기계소음이 있다. ▶타공법에 비해 시공실적이 적음	▶무기계 공법으로 경화시간이유기계보다 느리므로 초기양생 중요함 ▶공정이 복잡함
경 제 성	표면처리 : 31,000원/m² 단면보수 : 156,000원/m² (t=30mm) 단면보수 : 176,524원/m² (t=30mm-방청)	표면처리 : 35,409원/m² 단면보수 : 159,409원/m² (t=30mm) 단면보수 : 179,177원/m² (t=30mm-방청)	표면처리 : 37,623원/m² 단면보수 : 177,260원/m² (t=30mm) 단면보수 : 216,000원/m² (t=30mm-방청)	표면처리 : 34,333원/m² 단면보수 : 187,121원/m² (t=30mm) 단면보수 : 230,720원/m² (t=30mm-방청)

6.3.5 교면 보수방안

1) 교면방수 후 재포장 개요

교면방수 및 재포장은 교통처리 계획을 면밀히 검토하여 전체공정을 마무리할 수 있도록 제거하여야할 기존포장의 상태, 시공능력, 교통환경 등을 종합적으로 고려하여 1일 시공범위를 설정하여야 한다. 또한 콘크리트 바닥판 하면의 균열부 백태는 상부 침투수에 의해 발생되므로 콘크리트 바닥판의 열화상태를 확인하여 열화정도에 따른 보수를 시행 후 재포장 시공을 하여야 할 것이다.

① 기존의 아스팔트를 걷어낼 때 하루 시공량이 되도록 설정하고 그에 따른 교통처리 계획 등 모든 작업이 순차적으로 수행될 수 있도록 하여야 한다.

② 포장층을 제거한 후 바닥판 콘크리트의 요철부는 면처리하여 평탄성을 확보한다.

③ 그 다음 교면방수를 실시하는데 시공 시 방수재료에 따라 표면콘크리트의 함수비 (10% 이하)조건을 충족시켜야 하며 교면의 횡방향으로 방수재 단부와 연석이 만나는 접속부는 바닥면에서 최소 150㎜이상 연장하여 시공하여야 한다.

2) 교면방수

교면방수는 상부의 우수 및 침출수의 유입을 차단하여 바닥판 및 상부플랜지의 열화방지를 담당하는 주요공정이다. 또한, 해당 시설물은 지리적인 여건상 대기에 많은 염분이 함유되어 있으며 이로 인한 우수에 염분성분이 다량 포함되어 있어 열화가 촉진될 가능성이 농후하다. 따라서 아래의 조건을 고려하여 재료를 선정하여야 한다.

① 추종성 및 콘크리트와 접착성이 좋은 재료

② 내구성, 내화학성으로 염해에 대한 저항성이 좋은 재료

③ 아스팔트 도막식 방수공법의 시공은 다음과 같은 기준에 의거 시공하여야 한다.

ㄱ) 콘크리트 상판의 표면처리

1. 방수공사 시 상판은 구멍이나 돌출된 부분이 없어야 한다.
2. 방수공사 시 콘크리트 상판에는 먼지 등 이물질이 부착되어 있어서는 안된다.
3. 강우 직후나 콘크리트 상판이 수분을 함유하여서는 안되며 건조상태의 확인은 육안관찰이나 고주파수분계를 사용할 수 있다.

ㄴ) 방수층의 시공

1. 기상조건

- 기온 5℃이하에서 시공하지 않는 것이 바람직하며 5℃이하에서 시공이 부득이한 경우에는 적외선램프 등을 사용하여 콘크리트 바닥판면을 예열하거나, 이동식 방풍 판넬 등을 세워 바람에 의한 온도저하를 방지하는 등 보온에 노력을 기울여야 한다.

- 작업장에 비가내릴 경우에는 방수공사를 중지하여야 하며 작업완료 직후의 강우에 의하며 도막에 요철이 발생하였을 경우에는 충분히 건조하여 그 위에 추가도막 방수작업을 시행하여야 한다.

2. 재료의 보관

- 용제형의 접착재 및 방수재는 인화성이 강하므로 현장보관 시 다량으로 보관해서는 안되며 취급 시에는 환기에 충분한 주의를 기울여야 한다.
- 또한 냄새가 강하므로 보관장소의 선택에 있어 부근의 환경을 충분히 고려하여야 하며 취급 시에는 환기에 충분한 주의를 기울여야 한다.

3. 도막방수의 시공조건은 공급제품의 시방에 따라야 하며 시공 전 공사감독자의 승인을 받은 후 시공하여야 한다.

4. 접착재

- 접착재의 도포는 필요한 기계, 기구를 사용하여 얼룩 없이 균일하게 도포 한다.
- 접착재를 2층 이상으로 도포할 경우에는 각 층을 균일하게 도포하여야 하며 일반적으로 1층을 교축직각방향으로 2층은 교축방향으로 도포한다.
- 접착재 시공 시 재료가 넘친다든지 고이게 하지 않도록 주의함과 동시에 소요량 이상을 한번에 다량 도포하지 않도록 하며 표준사용량 이상을 도포하였을 경우 그 부분을 제거하여 재도포 한다.
- 2층이상 도포하였을 경우에는 1층을 도포 후 다음층을 도포할 때까지 30~60분 정도 건조시킨다.
- 도포된 접착층은 휘발물을 적당히 건조시킬 필요가 있으므로 손상없이 양생한다.
- 양생시간은 아스팔트계, 고무계는 20℃에서 1시간 정도, 5℃에서는 2시간정도를 표준으로 하며 접착재의 종류, 바람, 기온, 지촉 건조시간 등을 고려하여 결정한다.
- 양생 중에 강우가 있을 경우 수분을 충분히 제거하는 동시에 오물이 부착되지 않도록 주의하여야 한다.
- 역청 고무계 접착재의 경우 2층을 시공한 후, 12시간 양생하며 공사차량 등의 통행으로 인한 손상이나 접착성이 저해되지 않도록 하여야 한다.
- 경화성 아스팔트 접착재는 차량의 주행이 가능한 상태까지 양생하며 양생시간은 지촉경화시간을 초과해서는 안된다. 지촉경화시간은 기온에 따라 다르므로 10~60℃ 사이의 온도-지촉 경화시간 곡선에 따라 시공시기의 기온에 대한 지촉경화시간을 결정하여야 한다. 또한 현장에서는 도포면에 혼합물 온도보다 20℃ 낮은 온도로 가열한 유리봉을 접촉시켜서 경화상태를 확인하여야 한다.

5. 방수층의 시공

- 방수재의 도포는 필요한 기계기구를 이용하여 부풀음이 생기지 않도록 균일하게 시공하여야 하며 교면 포장재료에 의하여 손상 받지 않은 재료를 사용하여야 한다.
- 방수재는 교축 직각방향, 교축방향의 순서대로 도포하고 방향을 바꾸어 중복 도포하여야 한다. 이 경우 중첩부위의 부착을 위하여 충분한 시간을 가지고 단계적으로 도포하여야 한다.
- 부풀음이 발생하여 볼록하게 보이는 장소는 그 부분을 손상치 않도록 공기를 유출시켜야 한다.
- 방수재는 교면 포장작업 시 까지 손상되지 않도록 주의하여 양생하여야 하며 양생중 도막 방수층 위를 차량이 주행하거나 중량물의 재하, 기름 등에 의해 손상되지 않도록 하여야 한다.
- 각 층의 양생시간은 사용하는 도막 방수재료에 따라 다르지만 일반적으로 가열형 도막방수재는 손상되지 않도록 양생하며 용제형 도막방수는 도포 후 견실한 부착을 위해 20℃ 상태로 4~48시간 정도 양생하여야 한다.

<표 6.3.8> 도막계(아스팔트계) 방수재의 표준적 특징

구 분	표 준 치	시험방법
침입도(원추침)(㎜)	2~5	KS M 2252
연화점(℃)	80 이상	KS M 2250
인장강도(20℃)(MPa)	0.35 이상	KS M 3211
최대 하중시 신율 (%)	300이상	KS M 3211
내 알칼리성(20℃)	포화 Ca(OH)2 용액에 15일간 담궈서 이상없음	KS M 5000
내염수성(20℃)	3% 식염수 용액에 15일간 담궈서 이상없음	KS M 5000

3) 아스팔트 포장

아스팔트포장은 재료 자체가 연성으로 구조물의 변화에 따른 추종성이 뛰어나고 주행성이 좋으며 보수가 손쉬운 장점이 있는 반면, 내구성 및 방수성이 떨어지고 콘크리트와의 접착이 어려우며 소성변형이 쉽게 발생하는 등의 단점이 있다. 이러한 단점을 보완하기 위해 아스팔트에 여러 가지 재료를 혼합하여 사용하는 보강 아스팔트 포장재가 많이 사용하고 있다. 그러므로 아래의 내용을 충족하는 아스팔트 포장재가 필요하다.

① 방수성, 내후성, 내화학성, 내구성이 좋은 재료

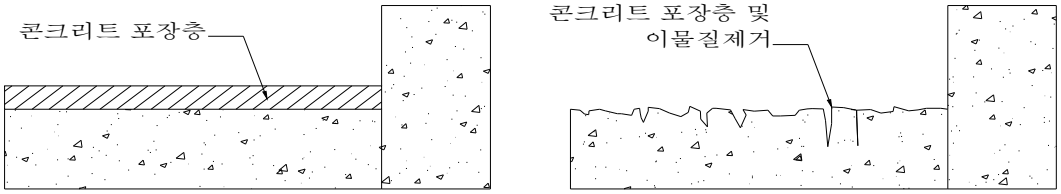
② 변형저항 및 진동에 대한 저하성이 좋은 재료

또한 최근에는 콘크리트 구성성분에 일정 비율의 라텍스를 혼입하여 보통 콘크리트 성질을 개선시킨 포장재로 LMC(Latex-Modified Concrete)를 많이 사용되고 있는데 LMC는 교면방수층 시공 없는 방수효과, 휨인장강도 향상에 따른 균열 저항성 증대의 장점이 있는 반면 고정하중의 증가가 크고 비교적 고가인 단점이 있으나 LCC(Life- Cycle-Cost)를 적용하여 아스팔트 포장과 비교할 때 비용측면에서 뒤떨어지지 않으므로 도심지 교량의 유지관리 측면에서 다소 유리한 점이 있어 아스팔트 포장재와 더불어 공법 비교안에 제시하였다.

1. 포장층 제거와 고압습식 샌딩에 의한 이물질 제거

바닥판 하면 망상균열, 백태부 상단 콘크리트 포장 제거

습식샌딩 처리하여 이물질 및 기타 접착장애 요인을 제거



2. 바닥판 콘크리트 열화 발생부 보수

슬래브 상면의 손상부 보수공법으로서 중방식 내력수지 모르터 또는 에폭시 수지 모르터를 사용하여 열화된 바닥판의 면의 보수 실시

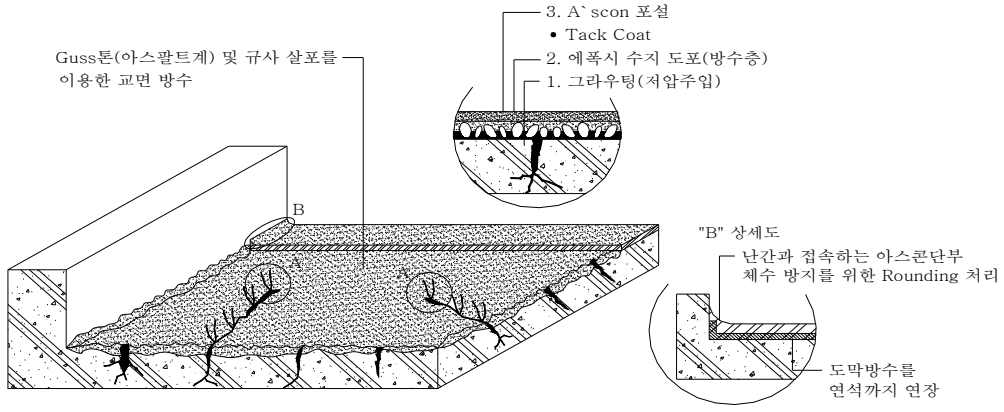
콘크리트포장 절삭 및 바닥판연마공 ⇒ 바닥판청소 ⇒ 준비공(마킹), 바닥판 단면 교정

⇒ 접착제 도포(1층) ⇒ 수지모르터포설양생 ⇒ 접착제 도포(2층)

3. 주입보수 공법을 이용한 균열부 보수

균열부 보수는 본장의 9.3.1절의 주입보수공법에서 기술한 것과 동일하게 보수를 실시한다.

4. 교면 방수 및 재포장



<그림 6.3.7> 포장 제거 후 교면보수 순서도

4) 구스 아스팔트 포장

구스아스팔트 혼합물은 석유아스팔트에 천연아스팔트의 일종인 트리니테드레이크(Trinidad Lake) 아스팔트 또는 열가소성 수지 등의 개질재를 혼합한 아스팔트와 굵은 골재, 잔골재 및 채움재를 배합해서 유입시공이 가능한 작업성(유동성)과 안정성이 얻어 지도록(cooker 안에서) 고온(200 - 260° C)으로 교반, 혼합한 것이다.

포장의 시공에 있어서는 전용 피니셔 또는 인력으로 마무리하고 롤러의 다짐은 하지 않으며 이 포장은 불투수성이고 방수효과가 크며 휨에 대한 적응성이 높고 저온시에 균열이 잘 생기지 않아 타이어체인에 대한 마모저항이 크기 때문에 강상판포장, 콘크리트 고가교의 교면포장, 한냉지 포장, 보도포장, 건물바닥포장에 이용되는 일이 많다.

① 재료 및 배합

ㄱ) 아스팔트

1. 시공성의 개선과 고온시의 내유동성 등을 고려하여 포통 포장용 아스팔트에 트리니테드 레이크 아스팔트를 혼합하여 사용
2. 침입도 20~40의 포장용 스트레이트 아스팔트 75%와 천연아스팔트 25% 혼합사용
3. 천연아스팔트는 유동성 개선, 변형저항 증가, 미끄럼 저항 증가, 마찰저항의 증가

ㄴ) 골재

13.2~4.75㎜, 4.75~2.36㎜의 부순돌과 강모래, 석회암 분말사용

ㄷ) 배합

1. 표준적인 골재입도 및 아스팔트의 범위냉에서 혼합물을 만들어 유동량과 관입량 시험을 실시 결정
2. 대형차 교통량이 많고, 특히 유동이 생기기 쉬운 장소에 쓰이는 경우 관입량은 그 이하가 좋다
3. 내유동성 검토시에는 휠트레킹(Wheel traking)시험 실시

② 시공

ㄱ) 혼합

1. 아스팔트 플랜트 사용
2. 혼합물 배출온도 : 150~270℃

ㄴ) 운반

1. 쿠커(Cooker : 가열보온 및 교반장치)식 : 30분이상
2. 덤프트럭 : 혼합물의 재료분리 방지

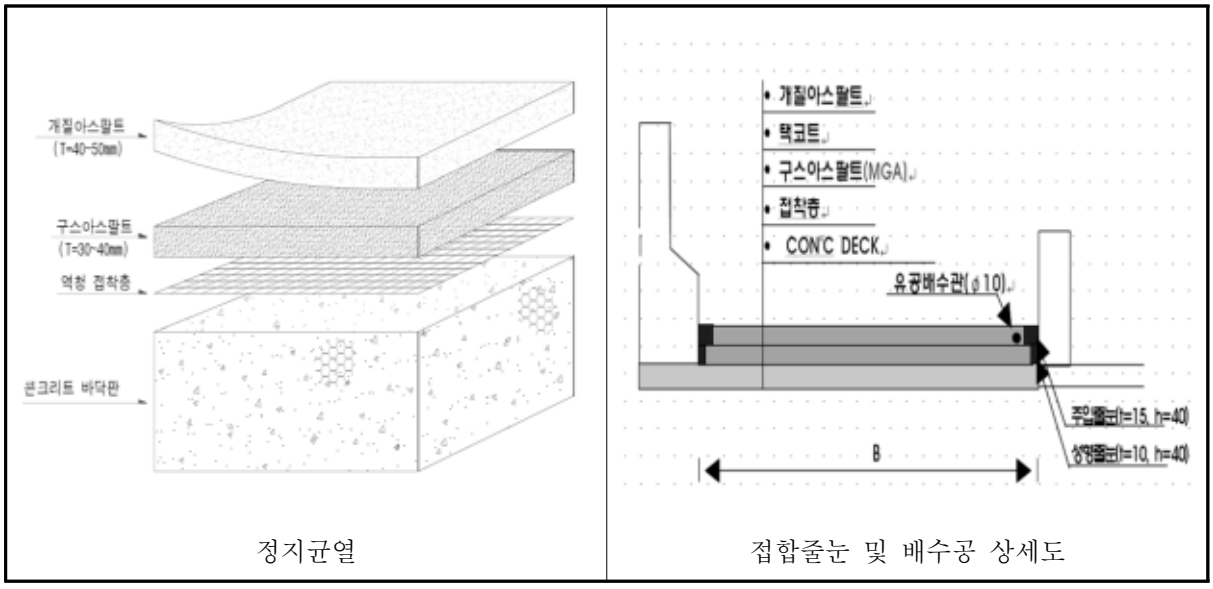
ㄴ) 포설

1. 구스아스팔트 피니셔 포설 또는 인력 포설
2. 1층의 포설두께는 3~4㎝
3. 보통의 가열아스팔트 혼합물로 레벨링층 설치

③ 설계시공시 유의사항

ㄱ) 구스아스팔트 혼합물은 무공극이기 때문에 그 품질은 사용되는 역청재료의 영향을 받기가 쉽다. 따라서 여름철의 고온에서 시공하는 경우에는 유동저항성이 커지도록 역청재료의 선태에 충분한 주의를 기울여야 한다.

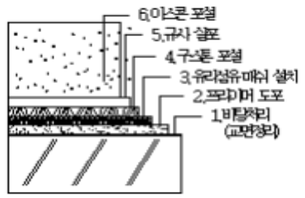
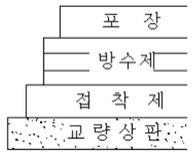
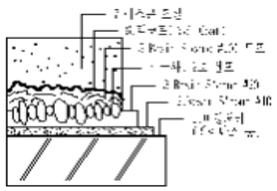
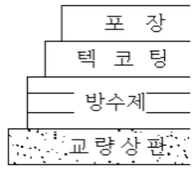
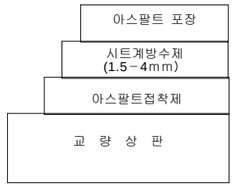
ㄴ) 교면포장에 구스아스팔트를 사용할 경우 온도저하에 따라 체적이 수축하여 구조물과의 접촉면에 틈이 생기기 쉽다. 이를 방지하기 위해서는 사전에 성형줄눈재로 메워 주든가 추후 주입 줄눈재로 채운다.



정지균열 접합줄눈 및 배수공 상세도

<그림 6.3.8> 구스아스콘 포장 상세도

<표 6.3.9> 교면방수 재료 비교

구 분	도막식방수			침투식 방수(폴리머)	쉬트식	복합(도막+쉬트식)
	구스톤(아스팔트계)	클로로프렌(고무계)	RESIN-SCONE(에폭시 수지계)			
공법 개요						
	·Guss를 Cooker에 고온(220℃)으로 녹여 교면에 포설 ·유리섬유매쉬 설치	·고무를 톨루엔 등의 용액에 녹인 액체를 교면에 살포	·강력한 접착력을 가진 재료를 살포하여 미끄럼 방지층을 형성하여 방수층 확보	·콘크리트 바닥판 표면의 미세공극에 방수재를 침투시켜 방수막 형성	·기존 아스팔트 포장 철거 후 부직포 또는 직포에 가열 용해한 고무혼합AP를 함침 피복시킨 시트를 가열하여 교량 슬래브에 접착하는 방안	·기존 아스팔트 포장 철거 후 프라이머 도포 후 교면시트(BAS시트)를 시트와 동질의 재료인 개량아스팔트 콤파운드(BAS씰)로 도포하여 부착시키는 방수공법
재료 성분	·구스톤(폴리머 변형 아스팔트계) ·유리섬유매쉬	·고무를 톨루엔 등에 녹인 액상재료	·에폭시 수지계 + 규사	·폴리머		
시공 방법 (공정)	·교면정리→프라이머 도포(1회)→유리섬유매쉬 설치→구스톤(고온용융)포설→규사 살포	·교면정리→프라이머 도포 (2 회)→방수층클로로프렌 시공 (상온)	·바탕처리→레진스콘#101도포(하도)→레진스콘#201도포(중도)→레진스콘#101도포(상도)	·레이턴스제거→폴리머모르타르 보수→폴리머 함침→규사살포	① 아스팔트 절삭 ② 면처리 ③ 아스팔트 접착제 도포(1회) ③ 방수시트접착 (토치사용 전면융착) ④ 아스팔트 포설 및 전압	① 아스팔트 절삭 ② 면처리 ③ 아스팔트 접착제 도포(1회) ④ BAS씰 및 시트깔기 ⑤ 아스팔트 포설 및 전압
재료 특성	·고온(200℃) 구스액 포설로 이음없는 방수층이 형성되어 방수성 우수 ·높은 접착성으로 밀림현상 없음 ·유리섬유매쉬 시공으로 인장강도 탁월 ·식음과 동시 아스팔트 표층 포설이 가능하여 작업시간 단축 ·균열 추종성 양호 ·방수장비 소요	·공사비 비교적 저렴 ·고무계로서 균열 추종성 양호 ·JOINT 없는 방수층 형성, 시공용이 ·수분 저항성 없으며 열에 쉽게 분해 ·접착이 아닌 점착으로 부착력 약함 ·시공 시 기포 발생 ·아스팔트 포설시 골재에 의한 도막 파손 위험 ·아스팔트 밀림현상 발생우려 ·고온의 염수, 수증기에 약함	·에폭시 수지와 바닥판 접착성 우수 ·중차량에 의한 아스팔트밀림, 들뜸 방지 ·아스팔트 포설장비에 파손 없어 시공성 우수 ·수밀, 방수, 내약품방식, 내염수성 우수 ·아스팔트 포장 장수명(20년경과 사례 있음) ·바닥판에 존재하는 미세균열 보강 ·신기술 제 186호	·교량상판 열화부 폴리머콘크리트 단면보강으로 내하력 증대 ·노후 상판 콘크리트 폴리머 함침 강화 ·규사살포로 상부아스팔트층과의 부착력증대 ·균열발생시 대책 없음 ·침투깊이 확인 불가 ·재살포시 추가침투 불가능 ·표층 시공 시 택코팅 별도 필요	·연성으로 균열, 진동에 우수 ·방수층의 일정두께 유지가능 ·시트자체 접착성 및 보수성 있음 ·겹침부위 누수우려 ·곡선부나 거친 바닥판에서 작업성이 현저히 떨어짐 ·동절기 시트의 경화로 인한 파손 및 박리현상 우려 ·바닥판과 접착력 부족 ·바닥판 그루빙 자국 충전 불가 ·시공 후 장비 투입시 방수재 밀림현상 발생.	·바탕면 요철이나 일기에 관계없이 균일시공 ·기존 4㎜ 토치공법의 시트방수와 도막방수의 품질 기준을 모두 만족하며 에어포켓을 원천적으로 제거하고 현장에서 4㎜ 시트방수로 복원됨. ·도막도포와 시트융착을 기계화로 전환하여 항상 일정한 품질유지 ·장대교의 경우 최대 200m 까지 연속시트 부착이 가능 ·양생기간이 필요 없어 아스팔트포장이 바로 가능함
시공 두께	2 - 3 ㎜	0.8 - 1.2 ㎜	0.8 - 0.9 ㎜	1 - 2 ㎜	4㎜	3.5-4㎜
개략 공사비	56,000원/㎡	45,000원/㎡	55,000원/㎡	53,000원/㎡	43,000원/㎡	33,000/㎡
개략공사비에 교면포장비가 포함된 금액임.						

<표 6.3.10> 교면포장 재료 비교

구분	구스아스팔트(MGA:Mastic Guss Asphalt) + PSMA	SMA 아스팔트	SBS 아스팔트	LMC(Latex-Modified Concrete)
개요	·구스아스팔트는 천연 아스팔트 또는 열가소성 고분자를 포함한 개질 아스팔트로써 아스팔트를 쿠커에서 220~260℃의 고온으로 가열, 액상으로 만들어 이것을 흘려보내 다짐 없이 마감 ·PSMA는 레벨링층인 구스아스팔트와 부착효과가 크며, 골재간 맞물림 효과를 극대화하기 위해 2.5mm 이상 굵은 골재 위주의 단입도를 채택하고, AP함량 과다로 인한 흘러내림 방지를 위해 섬유보강재(샐롤로이드계)를 첨가한 개질아스팔트 바인더를 사용한 혼합물임	일반아스팔트인 AP-5를 Base 아스팔트로 하여 조골재 및 Bitumen과 섬유를 보강한 Mastic을 혼합 생산 기존의 아스팔트 믹싱 플랜트에서 생산	일반아스팔트인 AP-5를 Base 아스팔트로 하여 정유공장에서 고무제품인 SBS를 물리 화학적으로 개질시켜 생산(Premix)	Styrene과 Butadiene 고형분을 수중에서 분산시킨 라텍스와 초속경시멘트, 모래, 자갈 및 첨가제를 적정비율 혼합한 재품
특징	·구스아스팔트와 PSMA가 결합된 교면포장은 방수 및 소성변형 저항성 우수 ·피로균열, 저온균열 저항성 우수 ·감온성 우수하고 내구성이 큼 ·반사균열 저항성 증대 ·기존아스콘과 생산방법 동일 ·구스아스팔트 층은 교면 방수기능(공극률0%)도 있으며 균열저항성 증대효과 ·구스아스팔트와 PSMA층의 접착력 우수 ·구스아스팔트는 다짐공정이 필요없음	·SMA 혼합물 구성은 크게 골재, 아스팔트, 섬유첨가재(fiber) ·일반 밀입도 아스팔트 혼합물과 달리 골재의 사용 측면에서는 굵은골재 다량 사용되고 다량의 굵은골재 사용에 따른 탈리 및 균열에 대한 저항성을 향상시키기 위하여 상대적으로 많은 양의 아스팔트가 사용됨 ·많은 양의 아스팔트의 흘러내림과 블리딩을 방지하기 위한 섬유첨가재 추가 다량의 채움재가 사용된다는 것이 SMA 혼합물 구성상 특징임	·분자결합형SBS PMA는 국산화된 사전배합(Pre-Mix) 형태의 제품으로 아스팔트 플랜트에서 별도의 추가 설비나 인력없이 일반아스팔트 혼합물과 동일한 방법으로 그 혼합물을 생산하며 일반아스팔트 혼합물과 동일한 다짐장비를 활용하기 때문에 시공이 매우 편리함	·초속경 LMC는 시공 4시간 정도에 압축강도 21 MPa, 휨강도 4.5 MPa 이상 발현가능하며 슬럼프가 유동성이 좋아 우수한 작업성을 가짐. ·시멘트 분말도 및 라텍스 필림막 형성과 공극 충전효과에 의해 투수성이 낮으며 부착강도가 16 ~ 23 MPa로 기존 콘크리트와 완전부착. ·신구 경계면 별도 줄눈 불필요하며 넓은 면적 1회 타설 가능
장단점	·별도의 방수층이 필요 없음 ·방수비용 절감 ·MGA 포장은 다짐 불필요 ·열화부 보수비 별도	·과중한 교통량과 높은 온도에 의한 소성변형에 대하여 저항력이 좋다. ·유연성이 좋아서 낮은 온도에서 균열이 없다. ·마모에 대한 저항력 좋음 ·내구성 우수. ·소음 적음. ·교량상의 진동에 의한 균열의 발생우려가 있음.	·소성변형 저하성 우수 ·저온/피로균열 방지효과 우수 ·노화 방지(AGING) ·방수효과 우수 ·탄성이 우수하여 진동에 대한 저항성 우수 ·타 개질 아스팔트에 비하여 경제적임. ·국내의 시공실적이 많지 않음.	·휨강도가 좋아 균열 저항성 큼. ·염해, 동해 중성화방지 가능 ·유지관리 비용 감소 ·이용자 편의 제공 ·내구수명 증대
비용	100,000 원/㎡	55,000 원/㎡	54,000 원/㎡	150,000 원/㎡

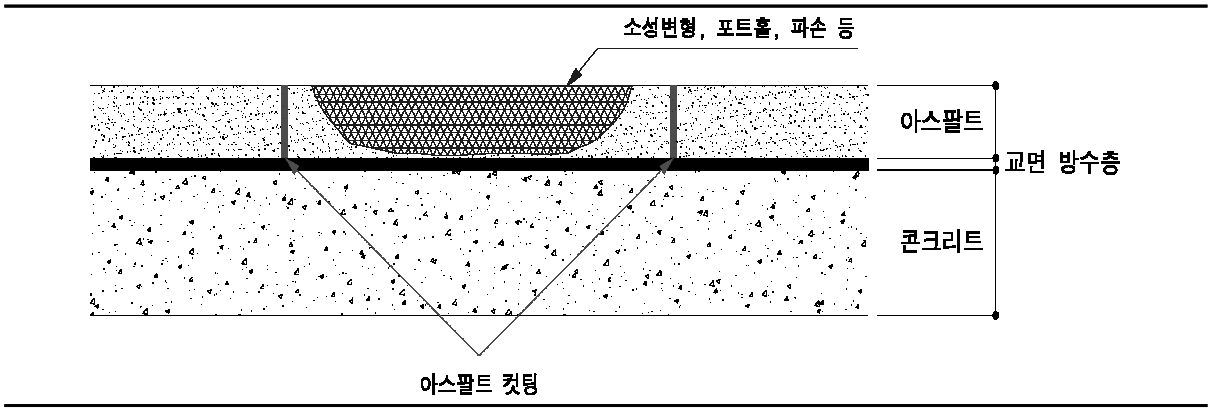
4) 전면 재포장

준공 시 시공했던 교면 포장층과 방수층의 수명이 다했을 경우 전면 재포장보수를 실시하는 것이 바람직하며 공용 중 보수를 실시할 경우 교통량에 따라서 각 차선별 전면통제 또는 부분 통제 후 실시한다. 부분통제 후 각 차선별 재포장을 실시할 경우 시공시간 차이에 의해서 종방향 시공이음부 틈이 발생될 수 있으며 이 틈으로 교면수 및 주행차량의 충격으로 인해서 변상이 진행될 수 있으므로 반드시 시공이음부 틈을 메운다. 또한 전면재포장 시 방수층을 연석 하단(150㎜)까지 연장시공하며 교면배수 유공관설치를 통한 교면방수층과 아스콘포장층 사이의 침투수를 배제 할 수 있도록 한다.

5) 패칭보수(소파보수)

아스팔트 손상 중에서 포트홀, 소성변형, 파손, 망상균열 등과 같이 국부적으로 심하게 발생된 파손의 경우 주행차량의 손상을 유발할 뿐만 아니라 방치할 경우 주행차량의 충격으로 인해서 손상의 범위가 넓어지므로 신속한 보수가 필요하다. 보수 방법으로 손상된 부위의 표층 또는 기층을 제거하고 새로운 아스팔트 혼합물 재료를 채우는 방법으로 시공되며, 기존 포장체와의 접착성, 재료의 내구성, 온도관리, 다짐관리 그리고 양생관리등 철저한 시공관리가 필요하다.

시공순서 및 방법은 손상된 부위의 아스팔트 제거(커팅)부위만 다르고 전면포장 보수와 동일하다.



<그림 6.3.9> 패칭(소파)보수 시공 개요도

6) 콘크리트 포장보수

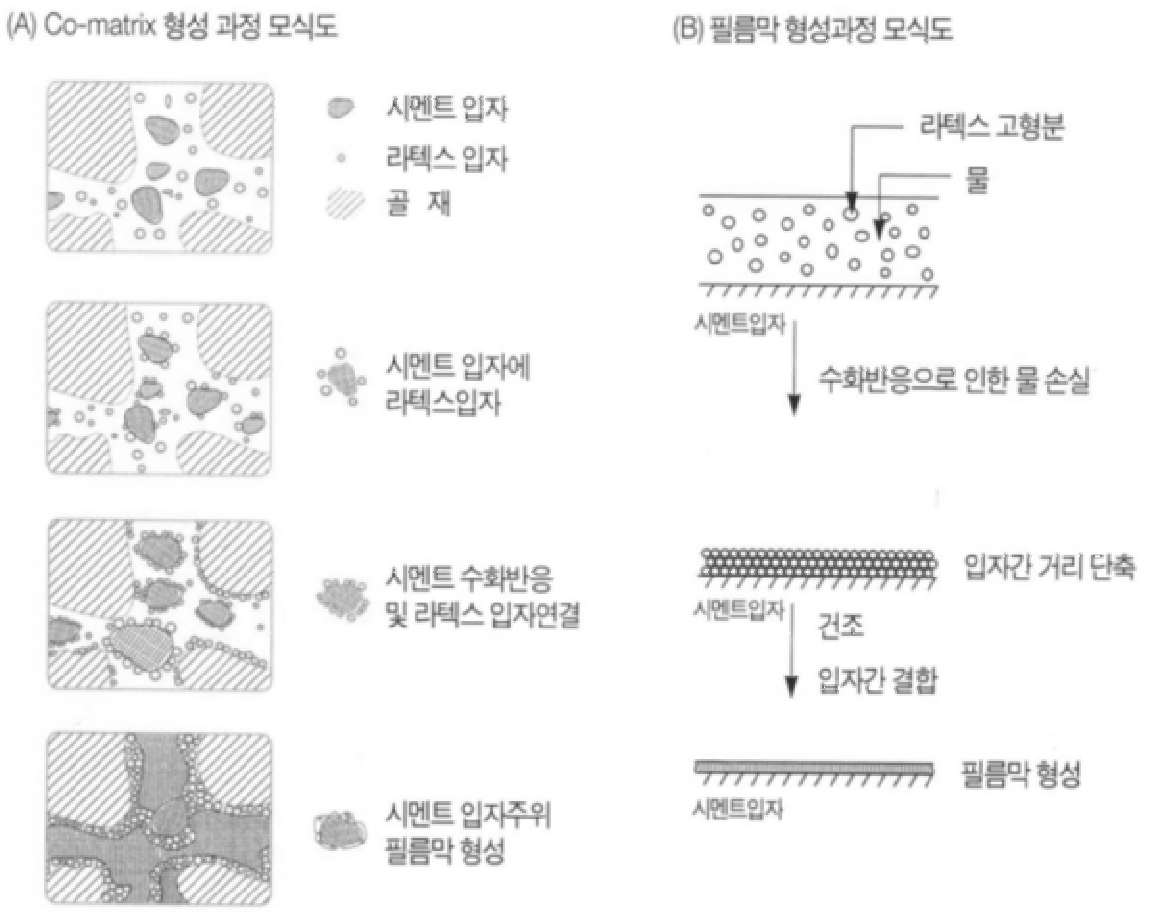
① 공법의 개요

물속에 스틸렌-부타디엔계 폴리머를 고르게 분산시켜 라텍스를 보통 콘크리트에 일정량 혼합하여 콘크리트의 성능을 크게 개선시킨 라텍스 혼합 개질콘크리트 (Latex Modified Concrete)

Water(53-55%)	+	S/B Polymer(45-47%)	=	Latex
Latex	+	Concrete	=	LMC

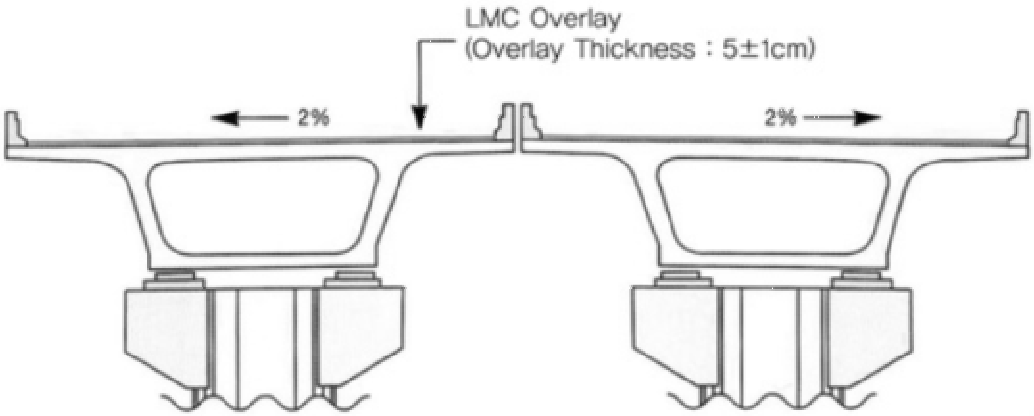
라텍스의 정의 : 스틸렌(Styene)과 부타디엔(Butadiene)이 주모노머로 구성되어 있는 고분자를 공중합한 폴리머와 물을 일정비율로 혼합해서 만든 우유빛 액상물질로서 폴리머가 차지하는 비율은 45~47% 정도이다.

② LMC Mechanism



③ LMC 교면포장 공법의 개념

교량의 바닥판 상면을 3mm내.외 표면 절삭하여 레이탄스 및 표면의 약한 강도층을 제거한 다음, 그 위에 포설두께 5cm 내외로 LMC를 포설, 마무리하는 공법



④ LMC 교면포장 공법의 특징

1. 구스아스팔트 피니셔 포설 또는 인력 포설
2. Latex의 계면활성 작용에 의한 콘크리트의 유동성 증가 및 작업성 우수
3. Latex의 점성적인 성질에 의한 재료분리 저항성 향상
4. Latex의 부착성능에 의한 신. 구 콘크리트의 부착력 증가
5. 휨. 인장강도의 증가로 균열 발생 억제 및 내구성 증진
6. Latex 고형분의 충진에 의한 수밀성 증가 및 방수효과 우수
7. 포장층의 변형이 없어 공용기간 중 평탄성의 지속적인 유지
8. 유지관리비 대폭 절감 및 교통 이용자의 편의 제공
9. 교량 바닥판 콘크리트의 공용수명 증진

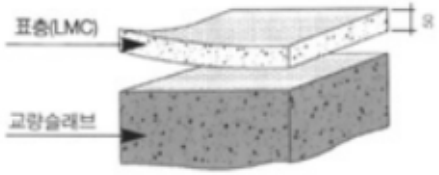
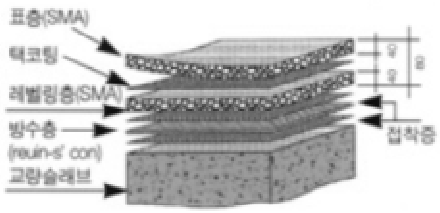
⑤ LMC의 활용범위

신설 및 기존교량의 교면포장공사

바닥판 콘크리트의 열화부위 보수공사

<사진 6.3.1> LMC의 활용범위

⑥ 기존 교면 공법과의 비교

구분	LMC교면 포장공법	아스팔트 교면포장
포장구조		
강도	압축강도 27.0~36.0Mpa 휨강도 5.0~8.0Mpa	
투수성	라텍스 필름막 형성 및 라텍스 고형분 충진에 의해 투수성이 낮음	골재의 공극, 균열 등에 의해 투수성이 큼
마모성	일반 콘크리트에 비해 19~32% 마모저항성 우수	
부착성	부착강도 1.4~2.0Mpa으로 바닥판 콘크리트와 완전 부착	우수의 침투 등에 의해 박리·탈락됨
동결융해저항성	상대동탄성계수 80%이상으로 동결융해 저항성 우수	방수층내 체류수에 의한 동결융해 반복에 의한 동해발생
변형저항성	공용 중 변형이 없어 평탄성의 지속적인 유지	소성변형, 종단방향 요철등과 같은 변형에 의해 평탄성이 조기 저하
적용하중	윤하중에 대하여 바닥판과 합성으로 저항하고 피복두께 증가로 철근부식 방지	포장층이 사하중으로 작용하여 바닥판 콘크리트의 사하중 증가
공용수명	LMC교면포장재와 일체화되고 염해, 동해 중성화 등의 영향을 적게 받음 - 바닥판 콘크리트 내구성 증진 - 공용수명 연장	염해, 동해 등의 영향으로 철근이 부식되고, 균열확산됨 - 바닥판 콘크리트의 조기열화 - 공용수명 단축
유지관리성	변형 저항성 우수 - 초기평탄성 지속적인 유지 우수한 재료적인 성질 - 교량의 내구성 증진 - 교통 이용자 편의 제공	소성변형, 박리, 노화 등에 의한 포장층 조기 손상 및 균열 발생 - 반복적인 유지보수 필요 - 유지관리비 과다 소요 - 교량의 내구성 저하
기대공용수명	23년	7년

6.3.6 강재 구조물 보수방안

1) 강재부식 및 변색 등 도장손상

강재 구조물(강바닥판, 강거더, 강가로보, 교량받침)에서 발생된 도장 부식, 박리, 갈라짐 등의 결함의 보수 및 보강 방안으로 일반적인 강도로교 도장은 노출된 환경하에서 재도장 후에도 변색되지 않아야 한다. 따라서 부분적인 재도장에 있어서는 기존 도장계와 동일한 종류를 선정하여 실시하여야 한다.

① 표면처리

부분 재도장시 표면 전처리 방식은 대상 교량들이 하상에 위치하고 있는 시설물들로 오염물질 배출을 최소화 할 수 있는 방식을 적용해야 한다. 즉, 블라스팅 시 비산에 의한 환경오염을 줄이기 위해(진공 블라스팅 공법 등) 주의를 기울여야 한다.

② 표면처리 검사

ㄱ) 적용범위 및 기준

검사기준은 한국 강구조협의회(KASC) 강교 품질기준서에 따라 교량구조물의 표면 처리작업과 검사기준에 대해 적용되어진다.

1. 도로교 표준시방서
2. 강도로교 용접 및 도장 요령서(건설교통부 : 98. 11)
3. S.S.P.C : 미국철강 구조물 도장 협회
4. S.I.S : 스웨덴 규격 협회
5. 도료 제조원의 기술 지침서

ㄴ) 용어의 정의

표면처리 검사(소지처리) : 피도장면의 표면처리 상태가 하도 도장 적합 여부 판정

ㄷ) 연마재

블라스팅(Blasting)에 사용되는 연마재 < 그리트(Grit), 쇼트볼(Shot Ball) 등> 는 청결, 건조하고 기름이나 오염물질이 함유되어 있지 않은 상태의 것을 사용한다. 연마재의 보관은 해풍 및 빗물 등에 노출되지 않은 곳에 보관한다.

<표 6.3.11> 표면 전처리

구 분		내 용
전면재도장	표면처리규격	SSPC - SP10(준나금속 세정)
	표면정도	연마재료 30~60mesh의 가넷트(GARNET)로 세정, 들뜬 구도막 및 녹, 먼지, 기름 등 제거
	기타	상도접착력을 위해 구도막 표면에 상도시 Sweep Blasting으로 약간의 조도를 주어야 함. 분진, 소음, 진동 최소화 적용 필요
부분재도장	표면처리규격	SSPC - SP3(동력공구 세정)
	표면정도	느슨하게 부착되어 있는 밀스케일, 녹, 페인트, 기타 이물질을 제거한다. 밀착되어 있는 밀스케일, 녹, 페인트는 제대로 제거하지 못한다.

<표 6.3.12> 전처리공법 비교표

구분 \ 공법	습식 Blasting	하이브리드 Blasting	워터 젯 Blasting	건식 Blasting	전자유도가열시스템
개 요	· 연마재+물을 공기압으로 분사하여 표면에 부착되어있는 이물질 및 도장재를 제거하고 피도체에 표면조도를 형성하는 방법	· 고체상태의 드라이아이스 펠렛이 잔류물 없이 대기 중으로 사라지 는 현상을 이용하여 초음속으로 표면에 분사하여 세정하는 방법, 또한 소다는 표면에 프로파일을 형성해 물에 녹는 친환경공법임.	· 물을 초고압, 초고속 상태의 제트류로 만들어 이를 해체대상 구조물에 분사시킴으로써 철 구조물에서 페인트 및 산화철 등을 선택적으로 제거시킬 수 있는 공법	· 일반 연마재를 공기압으로 분사하 여 표면에 부착되어있는 이물질 및 도장재를 제거하고 피도체에 표면 조도를 형성하는 방법	· 전기장이 형성된 유도코일을 통해 교류전류를 내보내 강재에 전류를 유도하여, 도막층 아래를 가열하여 도장을 박리시 키는 공법
장 점	· 분진발생이 거의없어 환경친화적 (건식공법과 비교시 분진 95%감소) · 압축공기의 토출량 조절이 가능하여 다양한 조도형성 가능. · 연마재 재사용이 가능하여 폐기 물 발생량이 적어 친환경적이며 폐기물 처리비용 절감. · 밀폐, 좁은 공간 및 개방된 공간에서도 시공가능.	· 별도의 세정액 및 린스 과정이 필요 없고 세정후 잔류물이 남지 않음. · 페인트 리무버로 납 성분의 폐 페인트 사전에 제거 및 처리함으로 환경문제 방지가능. · 표면조도도 함께 처리 가능. · 열차 운행시에도 작업 가능.	· 페인트, 녹을 신속히 제거 가능. · 분진과 진동이 없음. · 충격과 진동이 없음. · 재래식 공법 대비. · 치핑면에 조도 발생	· 압축공기의 토출량 조절이 가능하여 다양한 조도형성 가능. · 작업속도가 빨라 공기 단축가능. · 전동공구를 사용하지 않아 작업자의 안전사고 예방.	· 고주파를 사용하여 신속한 작업이 가능. · 비산먼지 및 소음발생을 최소화. · 기존 도장을 대부분 제거 가능. · 제거된 도장재의 잔재 수거가 용이. (비닐모양의 잔재로 발생) · 집진, 방진시설 설치면적 최소화
단 점	· 공법의 특성상 전문기능인력 필요. · 별도의 시공 장비가 필요. · 정밀시공을 요함. · 연마재와 물의 회수를 위한 추가시설필요	· 쇼트 또는 샌드블라스트는 한번의 공정으로 페인트를 제거하는 반면, 페인트 리무버에 의한 전처리를 거쳐 2번의 공정으로 이루어짐. · 상대적으로 대용량의 컴프레서를 사용하여야 함. · 실적이 없음.	· 납성분의 폐 페인트 및 다량의 중금속 폐수 발생. · 표면조도 위한 추가조치 필요. · 시공에 대한 기초지식 필요. · 대형 장비가 필요함.	· 유해성분의 분진발생이 심하여 대기오염, 환경민원발생. (작업시 별도의 집진, 방진시설 필요) · 분진발생으로 작업자의 안전에 유해 · 연마재 재사용이 어려워 폐기물 발생량이 많아 폐기물 처리비용이 높아 비경제적임.	· 공법의 특성상 전문기능인력 필요. · 별도의 시공 장비가 필요. · 도막두께가 두꺼울 경우(600㎛이상) 2~3회의 반복작업이 필요 · 실적이 없음.
공사비	\ 15,000원/㎡ {연마재+물+방청제(녹방지)}	\ 37,000원/㎡ {리무버+Dry Ice+소다+압축공기}	\ 30,000원/㎡ {물}	\ 18,000원/㎡ {연마재(규사)}	\ 32,000원/㎡
종합 검토의견	· 표면처리 방법의 주안점으로 표면조도 형성, 환경적 측면, 경제성, 작업안전성 등을 고려하여 가장 적합한 공법을 선정해야 함.				

<표 6.3.13> 재도장 시스템

구분 / 항목	1안	2안	3안	4안	5안
	친환경 도장(Hysilco)	자연건조형 불소도장(에폭시계)	폴리우레탄도장	염화고무계 도장	역청질계 도장
도장재료	· 표면처리: SSPC-SP 3 – 점녹, 녹 등 발생한 부위 전체 (진공블라스팅 공법) · 하도 : Hysc-STP – Hysilco P01 · 중도 : Hysc-STM – Hysilco M01 · 상도 : Hysc-STT – Hysilco T01	· 표면처리:SSPC-SP 3 – 점녹 및 녹이 발생한 부위 · 하도 : 에폭시 고형분 알미늄도료 – 부분보수도장 · 중도 : 에폭시 고형분-Mist 도장 · 중도 : 에폭시 고형분-전면도장 · 상도 : 자연건조형 불소도료(2회) – 전면도장	· 표면처리: SSPC-SP 3 – 점녹 및 녹이 발생한 부위 · 하도 : 무기질 아연말계 · 중도 : 후막형 에폭시계 · 상도 2회 : 폴리우레탄계	· 표면처리: SSPC-SP 3 – 점녹 및 녹이 발생한 부위 · 하도 : 염화고무계 MIO도료 – Mist 도장 · 중도 : 염화고무계 도료 – Mist 도장 · 상도 : 염화고무계 도료 – Mist 도장	· 표면처리: SSPC-SP 3 – 점녹 및 녹이 발생한 부위 · 역청질계 도료 · 마감도장 – 흑색마감 · 하도 : 무기징크 도료 – Mist 도장 · 상도 : 역청질 도료 – Mist 도장
도막두께	· 하도 : 75 ㎛ · 중도 : 80 ㎛ · 상도 : 60 ㎛ · 건조도막두께: 215㎛	· 하도 : 100 ㎛ · 중도 : 100 ㎛ · 상도 : 100 ㎛ · 건조도막두께: 300㎛	· 하도 : 100 ㎛ · 중도 : 100 ㎛ · 상도 : 100 ㎛ · 건조도막두께: 255㎛	· 하도 : 100 ㎛ · 중도 : 100 ㎛ · 상도 : 50 ㎛ · 건조도막두께: 195㎛	· 하도 : 100 ㎛ · 상도 : 50 ㎛ · 건조도막두께: 150㎛
희석제	· 비휘발성(Hysc-STB)	· 신너	· 신너	· 신너	· 신너
특 징	· 무기 및 유기 폴리머간 상호작용으로 내식성, 밀착성 향상 · 부착성, 흡착성, 내부식성 우수하고 강재와 일체거동(균열, 박리 감소) · 환경물질 배출 없는 친환경적 도료	· 기존 아연도장 위에 재도장 가능 · 내후성 매우 우수 · 비용이 고가임 · 타도막 및 불소도료와 부착성이 우수하여 재도장이 가능함	· 기존 아연도장 위에 재도장 가능 · 겨울철 혹한과 여름철 고온다습에 저항성이 높으므로 해안 또는 도시환경의 강교량의 상도도료로 적합함	· 보수도장이 용이하고 작업이 편리. · 건조가 빠르며 층간 밀착성이 우수하고 내수성 및 내약품성이 우수하고 일액형 도료임	· 내수성이 우수하고 가격이 저렴. · 내후성이 다소 떨어져 외부환경에 노출 부위에는 적합하지 않음.
상기의 도장시스템 제안은 현장여건에 따라 변경될 수 있음. 정확한 도장사양(도막두께, 재료의 배합등)은 도장 실시설계시 결정 필요. 재도장시에는 붓이나 롤러를 사용하지 말고, 스프레이 방식 사용추천.					

ㄹ) 표면처리 기준 및 검사

<표 6.3.14> 표면처리 등급

구 분	S.I.S	S.S.P.C	비 고
준나금속 브라스팅 세정	Sa2.5	SSPC-SP10	
일반 브라스트 세정	Sa2	SSPS-SP6	
동력공구 세정	St3	SSPC-SP3	
수공구 세정	St2	SSPC-SP2	
스위프(SWEEP)	Sa1	SSPC-SP7	

공사시방서에서 도장을 요구할 시는 다음에 따라 표면처리 검사를 한다.

1. 1차 표면처리의 검사요령
   - 표면처리의 등급이 도장 사양서와 일치하는지를 확인한다.
   - 표면조도의 측정은 표면조도 측정 게이지를 사용한다.(25㎛~75㎛)
   - 브라스팅 처리후 도장(Shop Primer)까지의 시간은 4시간 이내로 한다.
   - 원자재가 입고 대면 브라스팅 작업 전 표면에 부착된 기름, 수분 및 이물질 등을 완전히 제거한다.
   - 브라스팅 후 원판에 잔존하는 먼지와 연마재 등을 제거한 후 도장을 한다.
2. 2차 표면처리의 요령
   - 2차 표면처리는 도장 시방서에 따라 SSPC-SP-10 또는 스위프 브라스팅으로 실시하되, 표면조도는 25㎛~75㎛ 이내로 하며, 기준 이상일 경우 도료 제조자의 추천에 따른다.
   - 기름, 그리이스, 기타 이물질 등이 없어야 한다.
   - 브라스팅이 끝난후 강재표면에 잔존하는 유해물질을 에어블로잉 등을 통하여 제거한 후 도장한다.
   - 브라스팅에 사용하는 공기는 오일, 수분 등이 포함되지 말아야 하며, 이를 위하여 오일, 수분 분리기를 공기라인에 설치한다.
   - 비철금속, 기계가공 부위 등을 적절한 방법으로 보호하였는지 확인한다.
   - 표면처리 누락부위 등 지적사항에 대한 수정작업이 완료되었는지 확인한다.
3. 방청도장 표면처리 요령
   - 장기간 녹막이 효과를 유지할 목적이나 공사기간중 녹발생에 의한 오염을 방지할 목적으로 방청도장(녹막이 칠)을 실시할 경우에 적용하며 방청도장의 표면처리(바탕 만들기)의 선정은 공사 시방서에 따른다.

<표 6.3.15> 표면처리 검사 방법 및 검사기준

구 분	검 사 항 목	검 사 방 법	검 사 기 준	검 사 장 비	비 고
표면처리 제청도	용접선	육안검사	□	S.S.P.C. & SIS 규정집 &QISSP 표면조도 측정기 온·습측정기 철표면온도계	
	용접열 영향부	육안검사			
	모서리 절단부	육안검사			
	Slot Hole/Scallop	육안검사			
	Bolt Hole	육안검사			
	Stud Bolt	육안검사			
	마킹 펜자국	육안검사			
	발자국 오염	육안검사			
	Shop Primer 양호한 부위	육안검사	SSPC-SP-7 Sa 1		
	표면 조도	표면조도 측정기	규정집		
	연마제 잔존	육안검사	완전 제거		
	기타 용접결함	육안검사	완전 제거		

ㅁ) 도장검사

검사원은 도장 사양서에 따라 표면처리 및 도장작업이 수행되는지를 작업의 각 단계마다 체크하고 도장검사 기준에 따라 전량검사를 실시한다.

1. 도장

-도장작업 과정에서 도막두께는 자주적, 지속적으로 Check 되어져야 한다.

-도장작업은 일조시간에 주위온도 0℃ 이상, 습도 85% 이하일 때 시행.

2. 도막두께(D.F.T) 측정방법

-도막두께는 1.8 평방미터에서 측정하며 측정한 횟수의 85%가 허용치를 넘어야 하며, 나머지 15%는 허용치의 75% 이상이어야 한다.

-도막두께는 교정된 Magnet 도막두께 측정기를 이용하여 측정한다.

3. 수정작업

-수정요구되는(Respray Wo가) 부위는 기공, 갈라짐 등을 예방하기 위해 브러싱(Brushing) 작업을 시행한 후 재도장 한다.

-Touch-Up 요구되는 부위는 Power Brushing 작업을 한 후 시행한다.

③ 도장작업검사

ㄱ) 적용범위 및 기준

검사기준은 한국 강구조협의회(KASC) 강교 품질기준서에 따라 교량구조물의 표면처리작업과 검사기준에 대해 적용되어진다.

1. 도로교 표준시방서
2. 강도로교 용접 및 도장 요령서(건설교통부 : 98. 11)
3. S.S.P.C : 미국철강 구조물 도장 협회
4. S.I.S : 스웨덴 규격 협회
5. 도료 제조원의 기술 지침서

ㄴ) 용어의 정의

1. 표면처리 검사(소지처리) : 피도면의 표면처리 상태가 하도 도장에 적합한가의 여부를 판정하는 것.
2. 도장검사(하도, 중도) : 하도도장 상태가 후속도장을 위하여 적합한가의 여부를 판정하는 것.
3. 최종검사(Final Inspection) : 도장 사양서에 명기된 색상, 도막두께, 광택, 외관상태 등 도장상태의 적합여부를 판정하는 것.

ㄷ) 도료

1. 도료규격

특별시방서에 요구되어지는 품질기준을 만족하여야 한다.

2. 도료관리

- 통풍이 잘 되고 직사광선 및 화기로부터 안전한 장소에서 보관하여야 한다.
- 도료용기의 라벨이 손상되지 않아야 한다.
- 눈, 비 및 이슬 등에 노출되지 않아야 한다.
- 도료의 보관창고 온도는 도료 제조원의 기술 지침서에 따른다.
- 도료의 침전을 막기 위해 정기적으로 용기를 뒤집어 주어야 한다.
- 도료의 사용기한은 제조일로부터 1년 이내로 한다.(단, 도료제조원 지침서에 따른다.)
- 도료는 완전히 밀봉된 상태로 현장에 인도되어야 하며, 보관도 완전히 밀봉된 상태로 이루어지도록 한다.

ㄹ) 도장조건 및 검사

1. 도장조건

- 최적의 도장온도 범위는 15℃~32℃ 사이이며, 일반적으로 4℃ 이하, 43℃ 이상에서는 도장을 하지 않아야 한다.(단, 도료제조원의 지침서에 따른다.)
- 철표면의 온도가 이슬점보다 3℃ 이상 높아야 한다.
- 최적의 습도범위는 40~80% 이다.(단, 도료제조원의 지침서에 따른다.)

- 표면처리후 원칙적으로 4시간 이내에 도장을 실시하여야 한다.

2. 측정기구

- 표면조도 측정기
- 대기오염 측정기
- 철표면 온도측정기
- 습도계 및 이슬점 계산기
- 습도막 측정기
- 건조도막 측정기
- 부착력 측정기

3. 도막측정

- 측정시기 및 방법
  · 도막측정은 도장막이 완전히 건조된 상태에서 실시하며 하도, 중도, 상도 등 각 스테이지(Stage)별로 실시한다.
  · 코너부위, 홀부위, 용접선으로부터 2.5㎝ 이내에서는 도막측정을 하지 않는다.
  · 단위부재당 20~30개소(1개소당 5점측정 평균)를 측정한다.
- 판정기준
  · 측정단위 각각의 평균값이 시방서의 규정 도막두께보다 커야 하며, 각각의 측정 평균값은 시방서 상의 규정도막두께의 90% 이상이어야 한다.
  · 샵프라이마(Shop Primer)(1회, 20㎛)는 도막두께 계산에서 제외시킨다.

4. 도막 부착력 측정방법

- 테이프 테스트(Tape Test)에 의한 부착력 측정방법
  · 장비명 : 칼(Knife), 크로스 커트 테스터(Cross Cut Tester)
  · 용 도 : 도막을 절단(Cutting)하여 그 위에 테이프를 붙였다가 떼어냄으로써 금속 표면에 대한 도막 및 도료 층간의 부착력을 측정하는데 사용.
- 측정방법

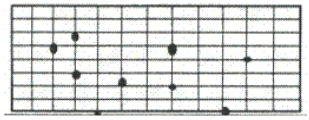
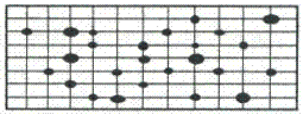
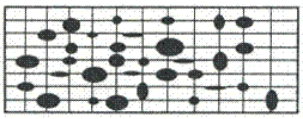
"A"방법 : X-절단 테이프 테스트(도막두께가 125㎛ 초과인 경우) 철표면의 도막위에 X-절단을 한후 그 절단부위에 대해 압에 민감한 테이프를 붙였다가 떼는 방법 (현장에서 실행하기에 적당함)

<표 6.3.16> X-절단 테이프 테스트 등급 및 상세

등 급	상 태
5A	벗겨짐이나 떨어짐이 없을 것.
4A	흠집면을 따라 벗겨짐 이나 떨어짐의 흔적이 있음.
3A	양쪽에 1.6㎜까지 흠집면을 따라 톱니모양의 떨어짐이 있음.
2A	양쪽에 3.2㎜까지 흠집면을 따라 톱니모양의 떨어짐이 있음.
1A	테이프 밑의 X가 대부분 떨어짐.
0A	X자 지역을 넘어서도 떨어짐.

"B"방법 : 크로스 절단 테스트(Cross Cut Test)(도막두께가 125㎛ 미만인 경우) 철표면의 도막위에 격자상으로 6~11번 절단한 후 그 부위에 대해 압에 민감한 테이프를 붙였다가 떼는 방법이며 격자상의 도막이 어느 정도 떨어졌는가를 측정한다. (실험실에서 실행하기에 적당함)

<표 6.3.17> 크로스 절단 테스트 상세 및 내용

등 급	상 태	내 용
5B		격자가 깨끗함
4B		격자면적의 5% 이내 영향
3B		격자면적의 5~15% 영향 한 격자도 완전히 박리되는 것이 없는 상태
2B		격자면적의 15~35% 영향
1B		격자면적의 35~65% 영향
0B	□	대부분 벗겨지거나 떨어짐 (65% 이상)
판정기준 : 크로스 절단 테스트인 경우 – 육안 또는 확대경으로 보아 3B등급 이상이 되어야 한다.		

"C"방법 : Impact 테스트(Dupon식 Test)(도막두께가 125㎛ 미만인 경우) 철표면의 도막두께 1m 높이에서 일정한 중량(0.5㎏)을 떨어뜨려 도막주위를 관찰하여 측정하는 방법

5. 돌리 테스트(Dolly Test)에 의한 부착력 측정방법

- 장비명 : 돌리테스트
- 용도 : 도막을 절단하지 않고 장비를 사용하여 금속 표면에 대한 도막의 부착력을 측정하는데 사용
- 측정방법

· 강력한 부착력을 가진 본드(Bond)를 사용하여 시험용 Pin과 도막에 완전하게 부착 후 본드의 완전 건조여부를 확인한다.
· 시험용 핀 둘레를 커터를 사용하여 절단한다.
· 돌리 테스터의 후크(Hook)를 도면에 부착된 시험용 핀에 완전하게 건다.
· 돌리 테스터의 본체에 부착되어 있는 핸들을 돌리면 본체에 표시된 눈금으로 바늘이 움직이는데 도료의 부착력 이상으로 핸들을 돌리면 떨어지는데 떨어질 때의 눈금이 (파운드 혹은 PSI로 표기됨) 도료의 부착력임.

- 판정기준

도료 제조원의 지침서에 따른다. (일반적인 부착력 기준은 200psi 이상임)

6.3.7 신축이음 교체

1) 신축이음교체 방안

신축이음 교체 대상 구조물은 도로상에 위치하고 있는 만큼 신축이음 종류의 선정시 주행성, 진동 및 충격소음 흡수, 방수성 및 이물질 차단 등의 조건을 충족하고 단부 또는 연석부 마무리 및 유지관리상의 교체 등을 고려하여 종합적으로 선정하는 것이 필요하다. 신축이음 교체 설치시 다음과 같은 사항에 대하여 유의하여야 한다.

① 신축이음 본체의 연결시 양면 방수캡을 정확하게 설치하고 시공해야 하며 단부와 연석부가 접하는 부위에는 사이드 방수캡 또는 신축이음 고무재를 연장하여 누수에 대한 방지를 철저히 한다.

② 방호벽 및 연석과의 접속부 처리를 확실하게 한다.

③ 차량 충격에 의한 소음이 발생하지 않도록 후타재 콘크리트 타설시 공극이 발생하지 않도록 한다.

④ 기존의 신축이음 제거시 하부의 단부 콘크리트가 파손된 경우는 단면보수를 실시한 후 새로운 신축이음을 설치한다.

⑤ 후타재 콘크리트 타설 계획시 신축유간를 정확히 확보하고 아스팔트 포장면과의 단차가 발생되지 않도록 하여야 한다.

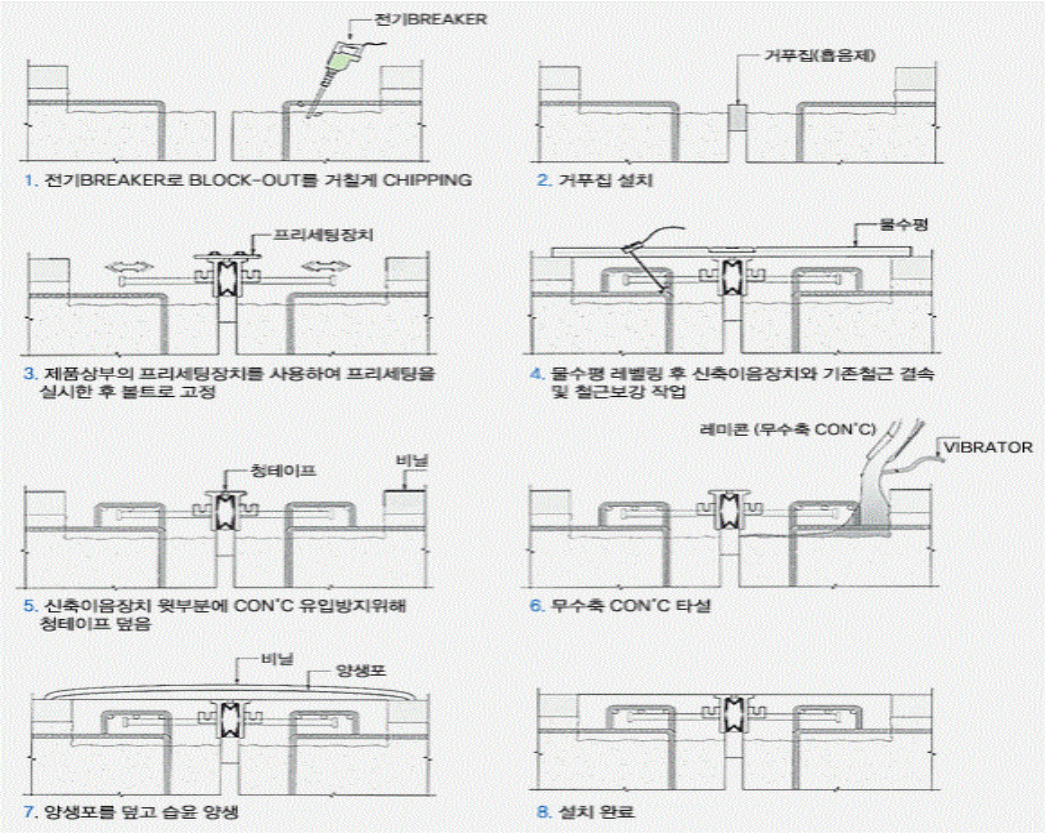
⑥ 신축이음이 설치된 부위의 콘크리트 바닥판 하면은 시공시 또는 신축이음 교체시 콘크리트 타설불량, 거푸집 설치미비 등으로 인하여 철근노출, 재료분리, 거푸집 미제거 및 콘크리트 탈락 등의 결함이 발생될 수 있으며 이러한 부위에 차량에 의한 충격이 빈번하게 가해질 경우 후타재 콘크리트 하부의 바닥판이 함몰될 수 있다.

⑦ 신축이음 하면의 콘크리트 바닥판 결함 정도가 미미(깊이30㎜이하)할 경우 1차적으로 폴리머 시멘트를 이용하여 보수를 시행하여도 무방하나 철근노출 및 부식, 콘크리트 박락 등이 발견된 경우는 아래의 방법으로 보수를 시행하여야 한다.

⑧ 신축이음의 교체 순서는 신축거동이 유발되는 가동단에 선행하여 실시하고 고정단 신축이음을 교체하는 것으로 하며 본 교량의 경우 신축이음의 종류는 일체형이며 폐합형으로 누수발생이 적은 종류를 선정하는 것이 필요하다.

⑨ 신축이음 종류가 선정된 후 신축량을 정확히 계산하여 적용할 수 있도록 하며 세부적인 내용은 주무관과 협의하여 진행하도록 한다. 또한 신축이음 교체공사 시 상부의 신축이음 본체의 배치도 중요하지만 하부의 신축유간 확보 및 Con'c 타설 상태를 정확히 파악하여 공동, 철근노출 및 재료분리 등 결함이 발생되지 않도록 주의하여야 한다.

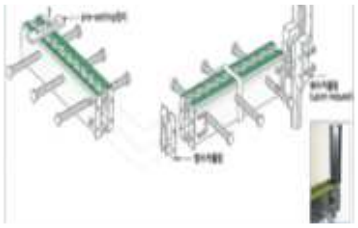
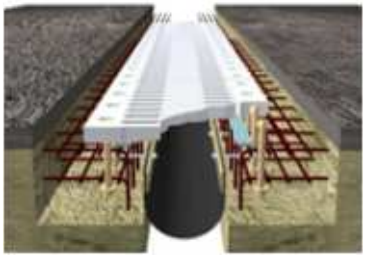
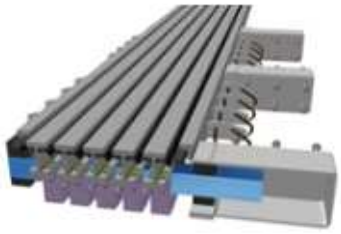
2) 신축이음교체 시공 순서도



<그림 6.3.10> 신축이음교체 시공순서도

3) 신축이음교체 공법 비교

<표 6.3.18> 신축이음교체 공법 비교

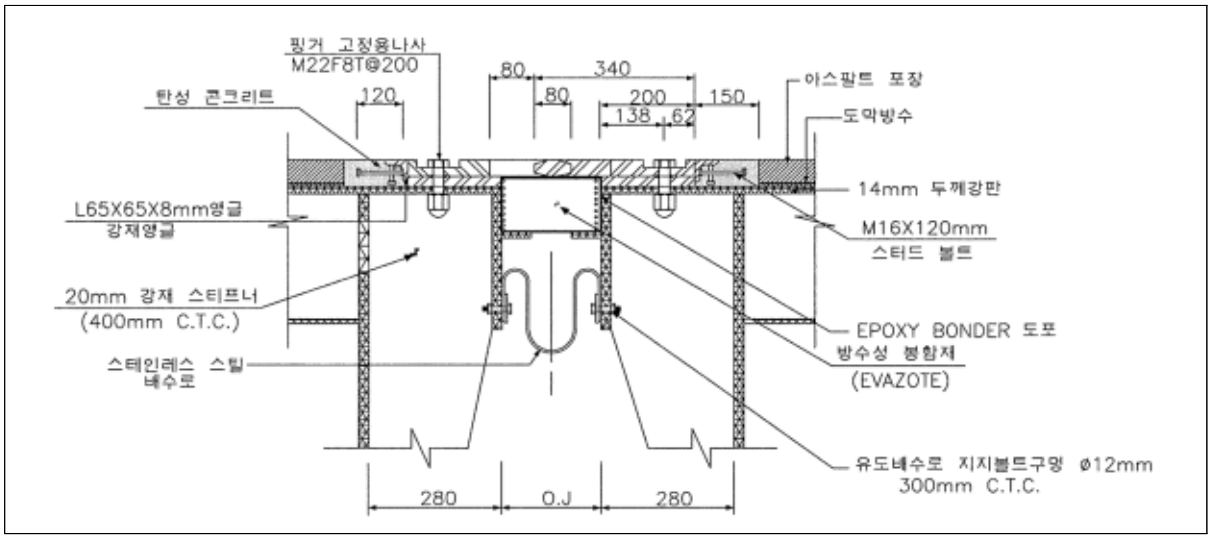
구 분	NEW MONOCELL	FINGER-TYPE	RAIL-TYPE
형 태			
신 축 및 기 능	상판의 단부에는 고무가 설치되어 충격을 흡수 강재본체 후타재와 일체	서로 마주보는 강재핑거 사이의 유간에서 신축흡수 강재본체가 볼트의 해체만으로 분리가능	레일사이 유간에서 신축흡수 강재본체 후타재와 일체
장 점	○본체, RubberSeal 일체형, 시공간단 본체 시공연결부에 방수커버링으로 이음부 누수방지	차량주행성 양호, 볼트로 연결되어 유지보수 관리 용이하고 소음이 작고, 하자가 적고 내구수명이 김. 고무재만 교체가능, 교통통제 최소화, 후타재 철거 불필요 (보수비용 저렴)	방수가 우수하고 다양한 방향의 신축수용, 신축범위 큼 Rubber Seal 교체 가능, 교통통제 최소화, 후타재 철거 불필요 (보수비용 저렴)
단 점	방수고무 파손시 전체 교체해야함 누수시 후타재 및 본체 철거 필요, 교통통제 및□비용□증가	배수방식의 방수로 방수장치가 다소 취약, 공사비가 비교적 고가 Rubber Seal을 별도로 설치해야 하는 번거로움이 있음.	주행성이 떨어지고 소음이 큼 Rubber Seal을 별도로 설치해야하는 번거로움이 있음.
설 치 현 황	신축량이 작고, 지방도나 국도 등에 적용되고□있음	신축량 큰교량에 주로 적용되며 도심지 교량에 주로 적용	신축량이 큰교량에 주로 적용되며 소음발생으로 도심지 적용을 지양하고 있는 추세

6.3.8 신축이음 하부 유도배수관 설치 방안

1) 개요

신축이음 하부 누수가 발생되어 흉벽부의 품질저하 및 받침장치에 부식이 발생되고 있는 상태로 신축이음 하부에 유도배수로를 설치하여 하부로의 우수유입 방지가 필요한 상태이다.

2) 보수개요도



<그림 6.3.11> 유도배수로 설치 방안(예)

3) 주의 사항

① 배수를 원활하게 하기 위해서 외측으로 약간의 구배를 확보함

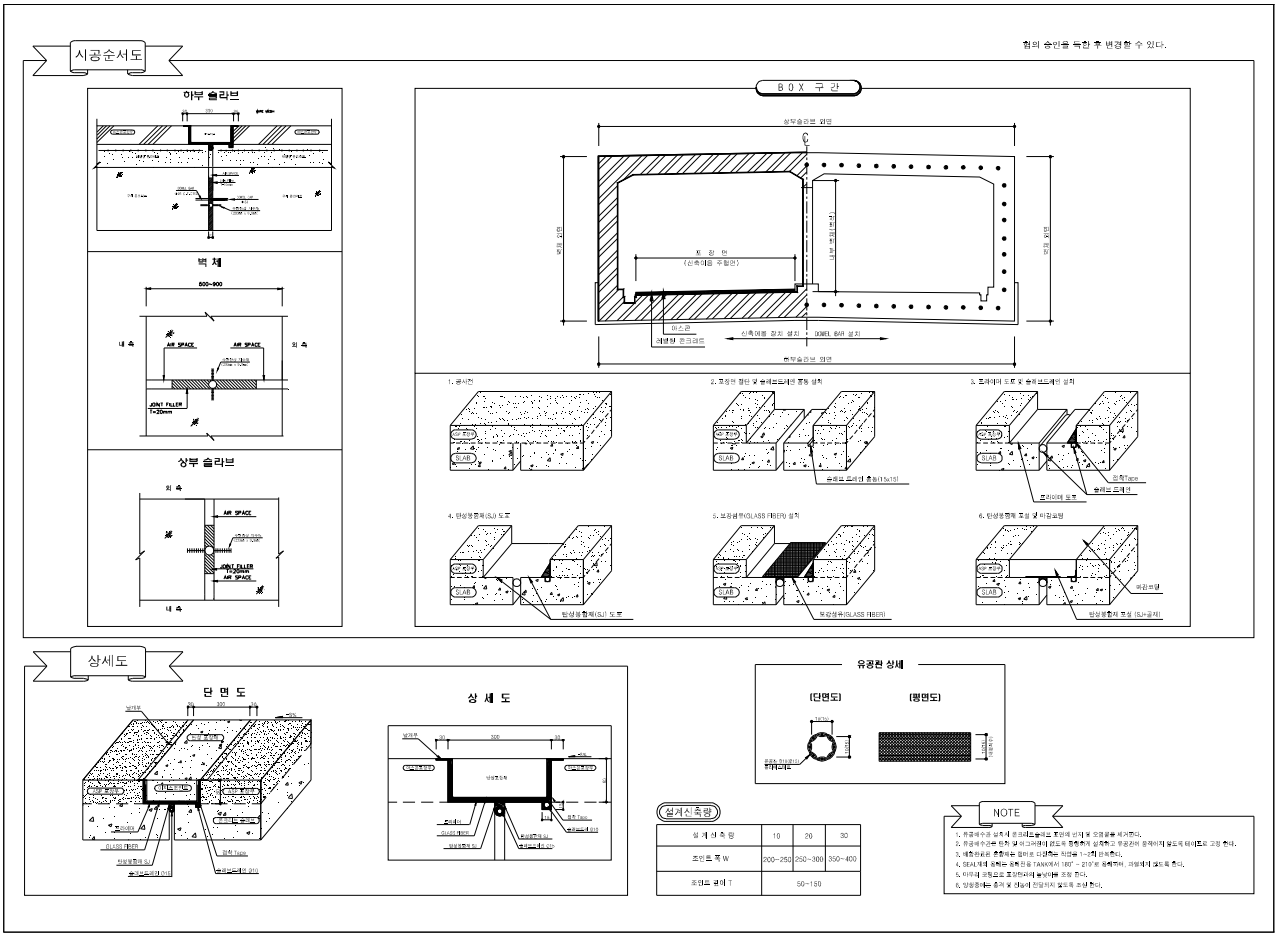
② 신축이음부 유간 및 거더 유간을 고려하여 배수로 규격 설정

6.3.9 유도배수가 가능한 지하차도 신축이음

1) 개요

우기시 아스팔트 포장층으로 우수가 침투하게 되면 기울기에 따라서 슬래브를 타고 신축이음부 자리에 다다르게 되어 저장된 물이 아스콘 표층으로 올라오거나, 우기 및 외기에 의해 지하수위가 지하차도 포장부 보다 높아질 경우 신축이음부 등의 취약부로 물이 용출되어 차량 주행성이나 구조물의 내구성이 영향을 미치게 되어 유도배수가 가능한 신축이음부의 설치가 필요하다.

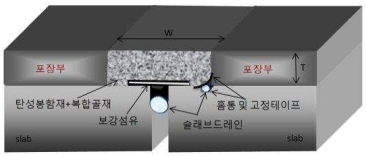
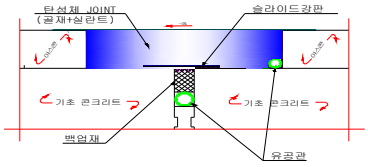
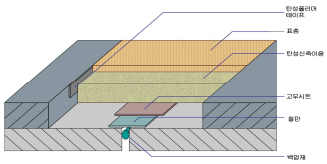
2) 보수개요도



<그림 6.3.12> 지하차도 유도배수 신축이음 설치 방안(예)

3) 지하차도 신축이음 교체 공법 비교

<표 6.3.19> 지하차도 신축이음 교체 공법 비교

구 분	이지스조인트	엘엔케이	탄성폴리머
형 상			
개 요	천연고무와 TPO합성수지 등이 첨가된 아스팔트 합성물로 만든 개질아스팔트를 이용한 신축이음 공법	유간에 유공관과 백업재, 슬라이딩 강판을 깔고 골재와 실란트의 혼합물을 채우는 형식	조인트 유간 상부의 포장재 사이에 골재와 바인더의 역청재를 채우는 신축이음 공법
내 구 성	-내충격성으로 내구성 매우 양호. -유공관 삽입으로 누수 차단	-유공관 삽입으로 누수차단	-내충격성으로 내구성 매우 양호
장 점	-포장층을 침투해 슬래브를 타고 내려온 침투수 배출이 용이함. -보강섬유는 요철이 심한 슬래브와의 밀착이 용이하며, 습기를 포함하지 않아 부식없음. -공용중에 외벽방수층이 파손되어 슬래브사이로 누수 발생시 슬래브드레인을 통해 용출수 완벽 차단함. -시공 후 1시간 만에 양생되어 차량주행 가능함. -국내 기후에 적합하게 생산된 국산제품임. -이음매가 없어 주행성이 매우 양호함. -저온(-29℃) 접착성 및 신장률 우수함. -신축이음부 100% 방수 가능함.	-이중 강판으로 유간보호 및 유간 상부 지지장성이 우수하여 주행충격으로 인한 파손에 유리 -포장재보다 매끈한 재질로 주행성이 좋음	-이음매가 없어 주행성이 매우 양호함. -시공 후 1시간 만에 양생되어 차량주행 가능
단 점	-간접가열식 용융용 특수장비 필요 -주변아스콘 포장재에 영향을 받음	-신축이음 다짐시 포장층 유공관 어그러짐 현상으로 유도배수 우려 -강판은 요철이 심한 슬래브와 밀착이 안됨 (차량 윤하중에 의한 신축이음부 크랙발생 우려) - 습기가 내포된 지지철판은 부식 및 체적변위 발생	-주변 아스콘 포장재에 영향을 받음 -지지판은 요철이 심한 슬래브와의 밀착 불가 (시소현상 및 차량 윤하중에 의한 크랙발생) -간접 가열식 융용열 특수장비 필요함. -외국산으로 국내기후에 부적합 -구조물 거동대응성 미흡 -습기가 있는 곳 시공불가능 -포장층으로 침투한 침투수 및 지하용출수 배출불가

6.4 보수 재료의 품질관리 및 검사

6.4.1 보수 재료의 품질관리 개요

콘크리트의 보수에는 보수의 평가, 대책 및 설계가 포함된다. 품질관리를 위해서는 보수대책 수립시 이용자의 요구사항을 충족시키고 열화의 원인과 결과를 파악하기 위하여 광범위한 진단을 행할 필요가 있다.

품질관리 항목에는 구조물과 관련하여 내구성, 시공성 및 적합성에 관하여 검토해야 한다.

1) 시공상의 품질관리

콘크리트 구체의 성능저하 문제는 다양하며, 각각의 상황에 대응해서 어떠한 보수방법이 적절한지를 명확하게 파악할 필요가 있다.

보수검토의 과정에서는 보수의 목적을 정확하게 설정하고 보수재료의 필요한 특성을 결정한다. 또한, 보수시공 단계별 재료의 배합, 공법의 적절성, 보수설계 및 지침대로 이행 여부를 점검한다.

2) 구조상의 품질관리

콘크리트의 보수는 손상부분의 콘크리트를 제거, 보수하고 구조상의 기능을 회복시켜 보수부분의 콘크리트와 내부 콘크리트를 가혹한 환경으로부터 보호하고, 사용자의 요구를 들어주어야 한다.

구조적 관점에서 점검할 것은 보수부분과 기존의 바탕 콘크리트 부분과의 경계면에서 발생하는 각종의 응력을 점검하는 것이 중요하다. 보수부분의 응력은 기존바탕 콘크리트 부분과의 상태적인 체적변화와 보수시의 작업하중에 의해 발생한다.

보수부분에 발생하는 응력은 허용응력 이하여야 한다. 많은 경우 보수 부분은 응력전달을 기대할 수 없다. 압축영역의 내력이 저하하면 하중은 열화되지 않은 영역으로 재분배된다.

원래의 하중분포 후상태로 되돌려놓기 위해서는 보수 작업을 하는 중에는 하중을 제거하여 보수, 양생하고, 그 재료가 소정의 강도에 달한 후에 콘크리트 부재에 하중을 가해야 할 필요가 있다.

3) 재료상의 품질관리

보수용 재료의 선택은, 구조물의 소유자(이용자)와 기술자에 의한 보수의 필요조건, 사용조건과 환경조건 및 시공기술을 고려하는 것이 중요하고, 필요조건을 확정하고 재료특성을 결정하고 나서 특정의 재료를 선택해야 하는 복잡한 절차이다. 특히 두 종료 이상의 재료가 요구되는 상태에서 최종적인 재료선택은 경제성, 시공성 및 안전성과의 관련을 바탕으로 결정된다.

4) 유지관리

보수·보강 후에 필요한 유지관리의 내용은 구조물의 형태, 공법의 종류 및 공사의 규모 등에 따라 달라진다. 따라서, 설계자는 시공자에 협력을 얻고 발주자와 함께 협의를 거쳐 유지관리계획서를 작성한다.

예를 들어 금회의 보수공사에서 콘크리트의 균열을 주입공법으로 보수한 경우 보수부분과 그 주변에 대해서 점검 등을 해야 한다. 따라서, 공법의 특징을 파악하고 있는 시공자의 의견을 가미하여 효과적인 유지관리 방법 및 지침 등을 작성하여야한다.

6.4.2 보수 후 성능평가 방법

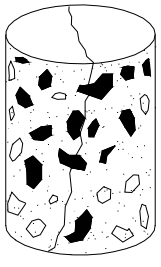
보수공사 후 평가는 구조상 문제가 되지 않는 부분에서 작은 지름의 코어를 채취하여 보수효과에 대한 확인을 행하는 것이 좋다. 또는, 구조물에 대한 보수에 의한 방수효과를 비파괴적으로 확인하는 방법으로서는 가스압입 누수진단기나, 방식효과에 대해서는 전기 화학적인 방법인 분극저항 측정법 등이 제안되고 있다.

1) 코어채취

① 콘크리트 코어 강도 시험방법

- KS F 2422

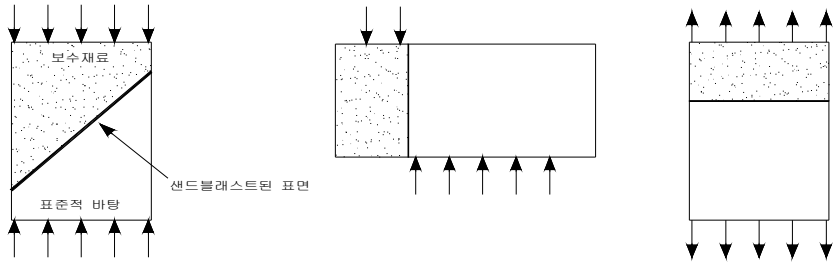
② 육안에 의한 주입효과 평가



· 주입효과를 위해 채취된 콘크리트 코어

- 외국의 연구결과에 의하면 균열깊이 80% 주입만으로도 거의 완전한 주입효과를 나타낼수 있다고 보고되고 있어 최소한 균열깊이의 80% 이상 주입이 권장된다.

③ 실내시험에 의한 평가



경사전단시험 직접 전단 시험 일축인장시험

· 경사전단 시험 : 경제적이고 시험이 간편(부착강도 = 파괴하중/부착면적)
관련 시험법(ASTM C 881~884, ASTM C 1042, 1059)

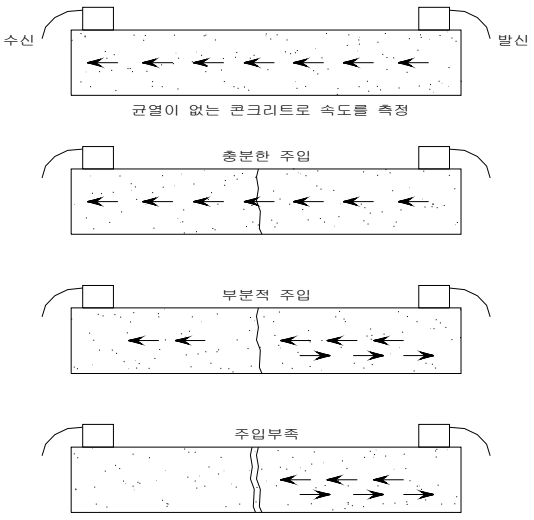
· 직접전단 시험 : 시험실과 현장 어느곳의 공시체도 측정가능
관련 시험법(BNL 직접전단, IOWA 직접전단)

· 일축인장 시험 : 현장의 콘크리트와 덧씌우기의 부착강도를 측정하는 시험방법
관련 시험법(ACI 503R, NIST 연구 NISTIR 4648)

2) 비파괴 기법

① 초음파신호 속도(UPV) 시험

초음파 전파속도 측정에 의한 보수효과의 평가는 아래 그림과 같다.



a. 균열이 없는 콘크리트 단면에 초기화 (calibration)를 행한다

b. 송신 수신장치는 일정간격 고정한다.

c. 주입된 균열 콘크리트와 균열이 없는 콘크리트는 같은 전파속도를 갖는다

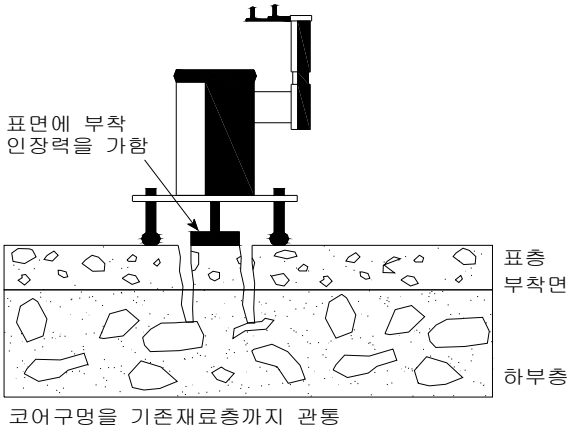
d. 주입이 되지 않은 균열 부위는 작은 초음파 전파속도를 보인다.

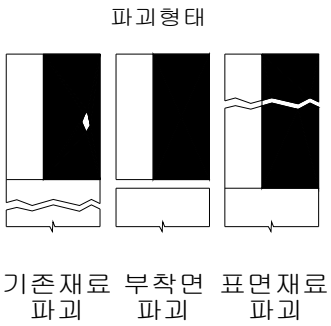
② 충격음(impact echo)법

충격음법에서 콘크리트 표면은 응력을 만들기 위해 아래 그림과 같이 작은 충격기로 기계적인 방법으로 충격을 준다. 보수효과는 보수전과 후의 측정값의 차이와 건전면에서 측정된 값의 비교를 통하여 확인할 수 있다.

③ 현장 부착강도 시험

덧씌우기나 표면접착제의 부착강도는 인발시험(pull-off test)과 같은 현장시험으로 판정할 수 있다. 코어를 기존재료에 부착되어 있는 상태로 둔 채, 인장기구를 코어에 연결하여 파괴될 때까지 하중을 구한다. 보수한 부분을 바로 평가하여 보수공사를 조정할 수 있는 장점이 있다.





제 7장 유지관리 방안

7.1 개요

7.2 유지관리의 목적

7.3 유지관리의 업무 및 흐름

7.4 유지관리 방안

제 7장 유지관리방안

7.1 개요

교량 구조물은 공용년수 증가와 더불어 국내·외적으로 열화 손상된 구조물이 급증함에 따라 안전점검, 진단 및 보수·보강 등 유지관리에 관한 관심이 높아지고 있다. 구조물은 건설 후 내적, 외적인 영향으로 시간 경과와 함께 물리적·화학적으로 변질, 변형하고 열화가 진행되어 손상이 발생한다. 따라서 구조물을 정기적으로 검사하고 안전도를 판정하여 열화·손상을 조기에 발견하고 원인규명을 통해 보수·보강을 행하는 등 조물의 종류, 사용목적, 요구 성능에 따라서 일정간격으로 계속적인 검사를 하는 것이 필요하다.

이러한 목적에 의하여 실시되는 유지관리는 구조적 특성이나 손상유형을 고려하여 사전에 각 부위별로 발생 가능한 손상에 대하여 주의 깊게 점검하여 그 원인을 미리 해소하는 예방활동에 목표를 두어야 한다.

7.2 유지관리의 목적

유지관리에는 사후유지관리와 예방유지관리로 분류할 수 있다. 사후유지관리는 문제가 발생된 후 보수 또는 보강하는 방식이고 예방유지관리는 문제발생의 징후 또는 그 원인을 사전에 발견해 적절한 조치를 취함으로써 문제발생을 예방하는 방식이다. 과거에는 보통 사후유지관리가 대부분이었으나, 오늘날은 기술 및 장비의 발달로 예방유지관리를 지향하고 있으며 유지관리를 통하여 시설물의 안전성 및 사용성 확보뿐만 아니라 다음과 같은 목적을 가지고 있다.

- 시설물의 사용성과 내구성을 가능한 한 연장시킴
- 현재 및 향후 소요되는 유지관리비용을 최소화시킴
- 주어진 예산범위 내에서 시설물의 사용수준을 높임
- 시설물 사용자의 안전성을 보장함
- 교통장애를 최소화함

7.3 유지관리의 업무 및 흐름

유지관리업무는 대별하여 아래의 항목에 대하여 대상구조물을 관리하는 것으로 요약할 수 있다.

7.3.1 자료관리

자료관리는 본 구조물에 관련된 설계도서, 구조물대장, 보수·보강대장, 사고이력 등의 자료를 정리·관리하는 일을 말한다. 그 목적은 본 구조물이 처해 있는 상황을 문서를 통하여 객관적으로 확인할 수 있도록 하기 위해서이다.

자료는 구조물의 점검, 보수·보강시마다 자료가 계속 증가하므로 수정이 편리하도록 작성되어야 하며, 이런 점에서 관련내용을 전산화시켜 데이터베이스를 구축하여 관리하면 효율적이다. 유지관리시 필요한 관련 자료를 열거하면 다음과 같다.

가. 설계도서(종합보고서, 구조계산서, 준공도면, 보수·상세도면)
나. 공사내역서 및 시공시방서
다. 사진자료
라. 시험결과 성적표
마. 사고기록 및 조치사항
바. 시설물관리대장(점검 및 진단이력, 보수·보강이력)
사. 상태 및 안전성평가 기록

7.3.2 일상관리

일상 관리는 구조물의 내구적인 손상을 예방하기 위하여 수행하는 작업을 말하는 것으로서 근접점검 및 청소가 대표적인 경우이다. 또한 소모성물품의 교환, 부착물의 정비 등 간단한 작업이 여기에 포함된다. 일상관리의 하나인 청소의 목적은 쓰레기 및 먼지를 제거하여 대상구조물의 이용시 위생적 환경을 유지하고 기능의 저하를 예방한다.

7.3.3 점검 및 진단

점검은 구조물의 외관상태를 파악하여 이상 및 손상을 조기에 발견함으로써 안전하고 원활한 기능을 확보하고 합리적인 유지관리 자료를 획득하기 위하여 실시한다. 또한 유지관리상 필요한 손상과 이상의 정도를 계속적으로 파악하기 위하여도 점검이 필요하다.

점검은 정기점검(초기점검포함), 정밀점검, 긴급점검으로 나누며, 점검의 결과 이상의 정도가 심하거나 보수·보강에 대한 필요성이 있는 경우에는 추적조사나 상세조사를 실시한다. 또한 위의 조사를 통하여 유지관리담당자가 구조물에 대한 전문적인 조사가 필요하다고 판단할 때에는 전문가에 의한 안전진단을 실시한다.

7.3.4 보수 · 보강

점검을 통하여 손상 또는 결함을 발견하였을 때는 정밀안전진단을 실시하여 손상의 원인을 정확히 파악하고 보수·보강 또는 신설이나 교체를 시행하여야 한다. 보수란 손상된 부위를 고쳐서 원래의 기능으로 회복시키는 작업을 의미하며, 보강은 현 상태의 손상방지는 물론 구조적 내하력 및 하중전달 기능을 현 상태 이상으로 향상시키는 것을 목적으로 실시하는 작업을 말한다.

7.4 유지관리 방안

7.4.1 개 요

구조물 유지관리는 일상점검을 통하여 구조물의 외관조사를 실시함으로써 손상여부를 확인할 수 있고 특히 초기 결함부위를 찾아서 그 결함의 정도에 따라 적정한 보수공법의 선정, 보수시기를 판단하여 신속한 보수가 실시되어야 한다.

작은 초기 결함이라도 하절기에 강재와 콘크리트가 팽창되는 경우 또는 동절기 기 온 급강하로 재료의 취성이 증가된 상태에서 과대하중이 작용하면 초기 결함의 급진전이 발생하므로 반드시 기록 유지를 하여 결함의 발전여부를 관찰하여야 한다.

초기결함의 보수시기를 놓치면 장래에는 장기보수로 이어져 많은 보수비와 보수 기간의 장기화로 통행차량의 불편을 초래하게 되므로 신속을 기하여야 한다. 따라서 공용기간동안 구조물의 안전성과 사용성 확보를 위하여 시설물의 재해를 사전에 예방하여야 하며, 다음과 같이 주기적이고 체계적인 유지관리가 이루어져야 할 것이다.

7.4.2 자료관리

자료관리는 본 구조물에 관련된 설계도서, 구조물대장, 보수·보강대장, 사고이력 등의 자료를 정리·관리하는 일을 말한다. 그 목적은 본 구조물이 처해있는 상황을 문서를 통하여 객관적으로 확인할 수 있도록 하기 위해서이다. 자료는 구조물의 점검·보수·보강시마다 자료가 계속 증가하므로 수정이 편리하도록 작성되어야 하며, 이런 점에서 관련내용을 전산화하여

데이터베이스를 구축하여 관리하면 효율적이다. 유지관리 시 필요한 관련자료를 열거하면 다음과 같다.

① 설계도서(종합보고서, 구조계산서, 준공도면, 보수부위 상세도면 등)
② 공사내역서 및 시공시방서
③ 사진자료
④ 시험결과 성적표
⑤ 사고기록 및 조치사항
⑥ 시설물 관리대장(점검 및 전단이력, 보수·보강이력)
⑦ 상태 및 안전성 평가기록

7.4.3 시설물의 일상조치

일상조치는 시설물의 손상이 발생하기 이전에 예방적인 차원에서 실시하는 간단한 조치들로 다음과 같다.

① 시설물 청소, 배수구 관리
시설물의 접근 가능한 모든 부위에 대해 적어도 1년에 1회 이상 청소를 실시한다.
② 부분도장
시설물 구성 부위 중 강재 부위에 대해 부분적으로 부식된 경우 부분도장을 실시한다.

7.4.4 점검 및 진단

점검은 구조물의 현상을 파악하여 이상 및 손상을 조기에 발견함으로써 안전하고 원활한 기능을 확보하고 합리적인 유지관리 자료를 획득하기 위하여 실시한다. 또한 유지관리상 필요한 손상과 이상의 정도를 계속적으로 파악하기 위하여도 점검이 필요 하다.

점검은 일상점검, 정밀점검(초기점검포함) 및 긴급점검으로 나누며, 점검의 결과 이상의 정도가 심하거나 보수·보강에 대한 필요성이 있는 경우에는 추적조사나 상세조사를 실시한다. 또한 상기 조사를 통하여 유지관리 담당자가 구조물에 대한 전문적인 조사가 필요하다고 판단할 때에는 전문가에 의한 안전진단을 실시한다.

7.4.5 교량유지관리 항목

본 과업대상 교량의 중점유지관리항목은 각 시설물별 정밀점검 결과편에서 상세히 언급하였으며, 본 절에서는 일반적인 교량구조물의 유지관리 점검항목에 대해 열거하였다.

가. 교면포장

<표 7.4.1> 교면포장 점검요령

점 검 부 위	점 검 항 목
▷ 공 통	·균열, 요철, 단차, 포트홀
▷ 신축이음 전후, 구조물 경계부	·단차, 침하
▷ 미끄럼 방지포장	·마모
▷ 배수구 주변	·물고임
점검요령	■ 점검방법 – 방호울타리측 노견에서 도보점검 – 중차량 통행이 많은 차선, 곡선부 외측, 급정지 구간 주변의 손상 점검 – 신축이음 전후 및 경계부의 단차 점검 – 교면위 물고임 및 포트홀 점검(가급적 비온 직후 점검) ■ 손상발생시 조치 – 손상이 확연한 부분은 위치, 규모에 대하여 기록 후 사진촬영 –포트홀의 직경이 20cm이상 혹은 종방향 단차가 30mm이상 발생하여 추가손상이 우려되거나 주행안전성에 지장을 초래할 경우 즉시 보고하여 대책을 수립 ■ 점검시 유의사항 – 노견은 교통사고의 위험이 높으므로 2인 1조로 하여 차량 진행방향과 반대방향으로 걸어가면서 점검
점검도구	·사진기 ·5m자 ·필기도구(소형 보드판, 매직, 분필)

나. 보호시설

<표 7.4.2> 보호시설 점검요령

<table>
<tr><th colspan="2">점 검 부 위</th><th>점 검 항 목</th></tr>
<tr><td rowspan="2">▷ 방호울타리</td><td>- 강재, 알루미늄</td><td>•변형
•파손</td></tr>
<tr><td>- 철근콘크리트</td><td>•균열(부모멘트부 균열, 침하균열)
•박리, 박락, 철근노출, 파손(충돌)</td></tr>
<tr><td colspan="2">▷ 보도</td><td>•신축이음 접촉부 부스러짐(파손)
•표면 부스러짐(동결융해)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">▷ 방호벽</td><td>- 강재</td><td>•도장 손상, 부식
•파손
•균열(부모멘트부 규열)</td></tr>
<tr><td>- 철근콘크리트 화강암</td><td>•박리, 박락, 부스러짐, 파손</td></tr>
<tr><td>점
검
요
령</td><td colspan="2">■ 점검방법
- 교량 한쪽에서 눈을 방호울타리높이 정도로 낮추어 방호울타리의 전체 선형에 급격한 변화 부분이 있는지 점검.
- 강재 방호울타리의 경우 방호울타리 기둥과 바닥판 접촉면의 부식 혹은 볼트 손상에 의해 전도 우려가 있는지 힘을 주어 밀거나 당겨서 흔들림 정도를 확인.
- 연속 받침부 방호울타리는 콘크리트의 경우 부모멘트에 의한 균열(일반적으로 0.3㎜ 이상)을 점검하고 강재연석의 경우는 용접부 균열 점검.

■ 손상발생시 조치
- 방호울타리의 전체 선형에 급격한 변화 부분이 있는 경우 받침이나 하부구조의 침하가 있을 수 있으므로 해당부재 점검 시 참고할 수 있도록 기록 유지.
- 차량충돌 등 외부의 강한 하중에 의한 손상일 경우 바닥판에도 영향을 줄 수 있으므로 바닥판 점검 시 고려.
- 방호울타리부의 큰 변형이나 파손된 부분으로 통행인 또는 차량의 추락 위험이 있을시 즉시 연락하여 추락 방지시설 등의 응급조치 필요.</td></tr>
<tr><td>점
검
도
구</td><td colspan="2">• 사진기
• 솔(브러쉬)
• 강재 부식부위 등 상세확인
• 줄자(5m, 50m)
• 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필)
• 점검야장</td></tr>
</table>

다. 배수시설

<표 7.4.3> 배수시설 점검요령

점 검 부 위		점 검 항 목
▷ 배수구	– 격자판(Grating) – 유입구	•파손, 누락 •누수, 체수(막힘) •오염(오물퇴적)
▷ 배수관		•파손(연결 고정부 탈락) •배수관 길이부족(거더에 물 떨어짐) •유출구 위치 부적절(도로 및 구조물 위에 위치)
점검요령	■ 점검방법 – 배수구 · 보도부 혹은 노견에서 도보로 점검하며, 배수구 설치간격, 유입구 누락여부, 그레이팅 파손 및 오물퇴적 확인. – 배수관 · 교량하부 및 측면에서 점검하며 접근이 어려운 부분은 접근장비를 이용. · 교량이 도로 위를 통과할 경우 배수관에서 유출된 물이 통행인이나 통행차량 위로 떨어지지 않는지 점검. · 배수관의 물이 구조물의 부식을 유발할 수 있는 위치로 배수되는지 점검. · 경사가 완만한 배수관은 점검용 망치로 두들겨 내부에 쓰레기로 막혀있는지 점검. · 배수관 지지장치 및 연결부 상태는 흔들어 보거나 망치로 두들겨서 점검. ■ 손상발생시 조치 – 배수구에 휴지나 나뭇잎 등으로 막혀있는 경우는 드라이버를 사용하여 제거. ■ 점검 시 유의사항 – 보도가 없는 노견에서 점검 시 2인 1조로 하여 차량진행 방향과 반대방향으로 걸어가면서 점검하며 통행차량에 주의. – 접근장비 사용시 교통소통 및 안전에 유의.	
점검도구	• 사진기 • 드라이버(Driver) • 점검용 망치	• 줄자(5m, 50m) • 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필) • 점검야장

라. 신축이음

<표 7.4.4> 신축이음 점검요령

점 검 부 위		점 검 항 목
▷ 본체	– 공통	•누수, 오염(배수시설 누락, 유간의 오물퇴적) •유간(부족 및 과다) •이상진동(충격음) •본체 유동 및 파손(충격음, 흔들림)
	– 고무재	•고무판 마모, 강판노출 및 부식
	– 강재	•방수재(씰재) 파손 – 노면수 유입
▷ 배수관		•균열, 파손(패임 및 요철) •전·후의 단차(교면포장과의 단차)
점검요령	■ 점검방법 – 보도 혹은 방호울타리측 노견부에서 점검하여 필요시 교통유도 후 점검. – 신축이음 본체의 유동, 단차, 파손으로 인한 충격음 발생 여부 점검. (단차관리기준 예: 자동차전용도로 10㎜, 교통량이 많은 일반도로 15~20㎜, 교통량이 적은 일반도로 : 20~30㎜) – 고무재의 마모, 파손, 충진 씰재 노출로 차량통행 저해 및 방수기능 저하상태를 점검하며 교각, 교대위에서 신축이음 하부의 방수성 및 단부보강 슬래브 상태 점검. – 방호울타리부 신축이음의 방수기능 점검. – 레일식 하면의 경우 점검로에서 점검이 어려운 경우 장비를 사용하여 거더를 점검할 때 근접점검. – 점검 기간내 온도차이가 큰 아침과 한낮에 신축 이동량을 조사하고 적정유간을 확보하고 있는지 확인 점검. ■ 손상발생시 조치 – 신축이음 본체의 유동, 단차, 파손으로 인한 충격으로 타부재에 추가손상이 우려되거나 주행안전성에 지장을 초래할 경우 즉시 보고하여 대책을 수립. ■ 점검 시 유의사항 – 차량 진행방향과 반대방향으로 점검을 진행하며 2인 1조로 점검수행. – 신축유간 점검 시 통행차량에 유의.	
점검도구	• 사진기 • 줄자(5m, 50m) • 점검용 망치	• 드라이버(Driver) – 유간오물 확인 • 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필) • 점검야장

마. 바닥판

<표 7.4.5> 바닥판 점검요령

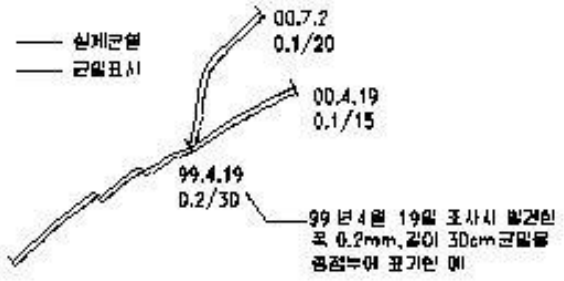
점 검 부 위		점 검 항 목
▷ 공통		•박리, 박락, 층분리, 철근노출(피복두께 부족), 파손 •백태(유리석회), 오염 •재료분리
▷ 거더교		•균열(거더사이, 헌치부 종방향 균열) •망상균열
▷ 슬래브, 라멘교 상부	– 단부	•부스러짐 •사인장균열
	– 중앙부	•횡균열

점검요령

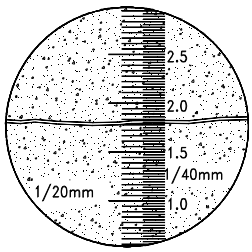
■ 점검방법

– 도보접근이 불가능한 구간은 점검장비를 이용 근접점검.

– 슬래브 및 라멘교의 중앙부 횡방향 균열과 받침부 사인장균열은 단면부족 등과 같은 구조적 균열의 형태로써 균열폭, 진전사항 등을 파악하기 위하여 균열의 시·종점을 표시하여 정기적으로 진전여부 관찰.



(a) 균열표시 예



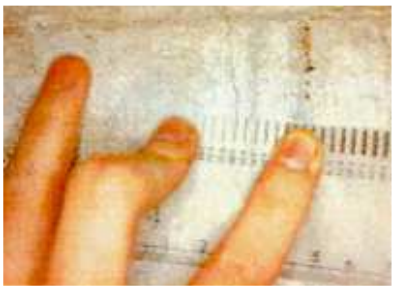
(b) 균열경 조사 예

– 부모멘트가 발생하는 연속 받침부는 상부에서 하부로, 정모멘트가 발생하는 중앙부 구간은 하부에서 상부 순서로 점검을 수행.

– 균열로부터 녹물 유출 여부조사(철근 부식)

– 망상균열, 층분리, 누수나 백태흔적이 발견될 경우 점검용 망치를 두드려 나는 소리로서 내부결함의 존재여부를 추정한다. 내부에 결함 존재시 외관상 건전한 부위에서도 펀칭 전단파괴의 우려가 있다.

<표 7.4.5> 바닥판 점검요령(계속)

점검요령	※점검용 망치 : 내부의 공동이나 층분리 여부를 소리로 판단. 즉, 건전한 부분을 두들기면 “핑” 하는 맑은 소리가 나지만 내부결함이 있는 부분은 “퍽” 하는 소리가 난다. ※펀칭전단파괴(Punching Shear Failure) : 국부적으로 바닥판에 구멍이 뚫리는 현상 ■ 점검 시 유의사항 – 균열은 발생위치, 균열폭, 진전길이, 반복성(공통성) 등을 종합적으로 고려하여 발생 원인을 규명하고 보수·보강 등 조치방법을 수립할 수 있도록 주변여건을 주의깊게 조사. – 큰 균열일지라도 상당히 오래전에 발생하여 안정된 것이 있는 반면에 미세균열일지라도 윤하중의 반복재하에 의해 점차 커지는 균열이 있으므로 균열조사시에는 특별히 큰 균열에만 주목하지 말고 미세한 균열에도 주의.  – 누수 및 백태가 발견된 부위는 교면포장 상태가 비교적 양호할 경우 포장하부의 콘크리트 상태 불량, 방수층의 파손이 원인일 수 있으므로 포장을 제거하여 조사하는 등의 원인분석 행위가 필요. – 환경적 요인에 의하여 열화가 심한 부분은 철근의 부식환경을 확인하기 위하여 탄산화 시험을 실시. ※ 탄산화 시험 : 철근콘크리트의 부식, 내구성, 잔존수명을 파악하기 위하여 콘크리트 절단면 또는 절취된 콘크리트의 코어에 페놀프탈레인 용액을 사용하여 탄산화의 깊이 측정.
점검도구	• 사진기 • 균열자 • 균열경 • 줄자(5m, 50m) • 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필) • 점검야장 • 필요시 반발경도 및 중성화시험기기

바. 강거더

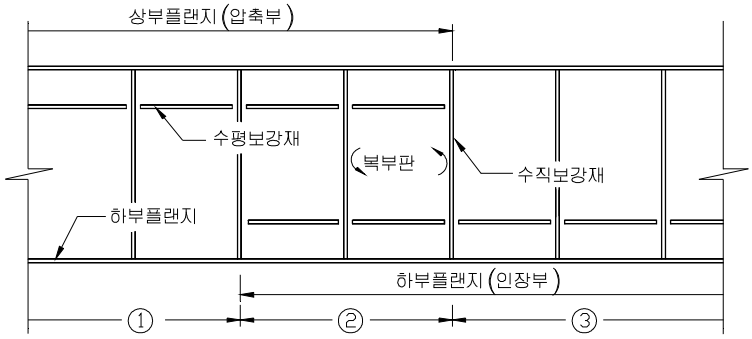
<표 7.4.6> 강거더 점검요령

점 검 부 위	점 검 항 목
▷ 공통	•도장 손상 및 부식 •현장이음부 볼트손상, 누수 •신축이음 하면, 배수구 주변, 난간하면 누수, 부식 •이상음 발생
▷ 피로강도등급 낮은 용접상세부(D,E급)	•피로균열
▷ 받침부	•복부판 부식 및 국부좌굴 •거더와 받침연결부 부식 •게르버교의 경우 핀 연결부 부식 •지점보강재 하단 용접부 균열 •박스내부 출입구 방치 •박스내부 바닥 물고임 및 부식
▷ 중앙부	•부식 •플랜지 변형 및 처짐 •맞대기 용접부, 덮개판 덧댐부 끝부분 균열
▷ 보수부위	•용접부 및 용접부 주변 균열
▷ 부재연결판	•트러스교, 아치교의 현재, 사재, 수직재 연결판의 부식, 균열 및 변형 •사장교, 현수교의 케이블 정착부 연결판의 부식, 균열 및 변형
점검요령	■ 점검방법 – 접근장비로 근접 육안점검. – 복부판의 국부좌굴이 의심스러운 경우는 복부에 수직으로 막대기를 밀착시킨 후 막대기와 복부판의 떨어진 거리 측정. – 부식된 부분은 부식정도를 파악하기 위하여 브러쉬 등으로 표면을 긁어낸 후 단면결손 정도를 확인.(받침부 : 복부판, 중앙부 : 플랜지) – 강교의 균열은 눈에 잘 띄지 않으므로 가로보의 거더와의 연결 용접부 등 취약부에는 분명히 균열이 있을 것으로 생각해야 발견할 수 있으며, 특히 용접부의 도장 부풀음, 쇳가루 부착, 이상음 발생 등의 징후가 있는 부분을 중점점검.(브러쉬, 깨끗한 헝겊으로 닦기)

<표 7.4.6> 강거더 점검요령(계속)

점검요령

– 박스내부 점검시 연속교의 경우 어느 부분까지 점검했는지 혹은 인장부위가 어느 부분인지 구분이 어려울 때, 복부에 붙어있는 수평보강재의 위치가 위에 있는지 아래위에 동시에 있는지, 아래에만 있는지를 확인하여 자신의 위치를 알 수 있다. 왜냐하면 보강재는 좌굴방지용으로 압축측에 설치하기 때문이다. 예를 들어 ①구역은 수평보강재가 위에 있으므로 상부플랜지는 압축, 하부플랜지는 인장구역으로 정모멘트 구간임을 알 수 있다.



– 곡선교의 경우 다이아프램이 주부재이므로 다이아프램과 거더 연결부에 피로균열이 발생할 가능성이 높으므로 점검 필요.

■손상발생시 조치

– 눈에 띌 정도의 처짐이나 충돌에 의한 손상으로 추가손상이 우려되거나 주행 안전성에 지장을 초래할 경우 즉시 보고하여 대책을 수립.

■점검시 유의사항

– 균열은 경우에 따라 도장 표면에서 얇은 녹 흔적으로 나타나므로 주변 도장을 조심스럽게 제거한 후 확대경을 사용하여 면밀하게 점검하고 특히 균열이 미세할 경우 불결하게 문질러 지워지지 않도록 하여야 하며 점검 후에도 균열 상황을 재검토하기 위하여 균열부위는 청결한 상태를 유지.

– 균열은 밝은 날 낮 추운 날씨에 더 잘 보이며, 균열을 발견하면 이와 유사한 조건의 다른 부위(교량의 전후좌우가 대부분 대칭임)에도 균열이 발생한 것으로 간주하고 점검에 임해야 함.

– 박스내부 출입구 잠금장치가 망가져 있는 경우 부랑인들이 거주하고 있는 경우가 있으므로 2인 이상이 1조가 되어 내부 점검.

– 박스내부에 환기부족으로 유해가스가 있을 수 있으므로 환기를 시킨 후 점검하고 인화성 물질을 휴대하지 않도록 하며 특히 흡연은 삼가하여야 함.

점검도구

•사진기(망원렌즈)	•깨끗한 헝겊
•자(복부판 높이정도의 막대기)	•점검용 거울
•확대경	•점검용 망치
•점검등(박스내부)	•필기도구(소형 보드판, 매직, 분필)
•와이어 브러쉬	•점검야장

사. PSCI형 Girder

<표 7.4.7> PSCI형 거더 점검요령

점 검 부 위	점 검 항 목
▷ 공통	•파손(충돌손상) •철근노출(철근 부식팽창) •재료분리
▷ 받침부	•균열(횡방향 균열) •박락(피복두께 부족)
▷ 중앙부	•휨균열, 거더처짐 •박리(부스러짐)
▷ 가로보	•파손, 철근노출

점검요령

■ 점검방법

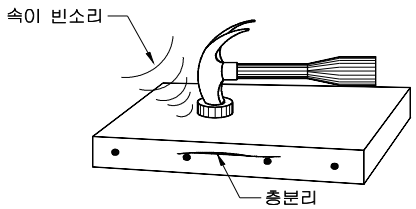
– 접근장비를 이용하여 근접육안 점검

– 보수부위는 기존 거더와의 일체성을 육안 혹은 점검망치를 두들기는 방법으로 확인.

■ 점검시 유의사항

– 측면은 다짐부족으로 내부에 공동, 재료분리와 같은 손상이 존재할 가능성이 높으므로 점검망치를 활용한다. 건전한 부분은 두들기면 “핑” 하는 맑은 소리가 나지만 층분리된 부분이나 공동이 발생한 부분은 “퍽” 하는 소리가 난다.

※ 점검용 망치 : 내부의 결함 여부를 소리로 판단. 즉 건전한 부분을 두들기면 “핑” 하는 소리가 나지만 내부결함이 있는 부분은 “퍽” 하는 소리가 난다.



점검도구		
	•사진기(망원렌즈)	•점검용 망치
	•줄자(5m자)	•솔(브러쉬)
	•균열자	•필기도구(소형 보드판, 매직, 분필)
	•균열경	•점검야장

아. 받침장치

<표 7.4.8> 받침장치 점검요령

점 검 부 위		점 검 항 목
▷ 본체	– 공통	•부식(오물퇴적), 변형 •균열, 파손(균열발생으로 파손진행) •가동받침의 유간부족 및 가동 장애요소 •받치과 거더의 밀착상태(분리) •앵커볼트 파손(절단) •가동방향 오류, 편기 설치
	– 강재받침	•가동면 부식 •부속물 파손
	– 고무받침	•고무재 부풀음 및 갈라짐 •고무판의 과도한 변형
▷ 받침대		•균열, 파손(하부 공동) •부분 침하
▷ 이동제한장치		•용접부 균열 •파손
점검요령	■ 점검방법 – 도보접근이 불가능한 부분은 접근장비를 이용하여 근접점검. – 눈금자가 설치되지 않은 받침은 측면을 깨끗한 헝겊으로 잘 닦고 유성펜으로 상부받침과 이동제한장치 끝부분에 수직으로 선을 그어 놓으면 다음 점검 시 온도차에 따른 가동량을 측정할 수 있음. – 곡선교 내측 단부 혹은 사교의 예각부 단부의 부반력으로 인한 받침과 주형의 들뜸 상태 점검. – 받침하부에 공동이 의심되면 긴드라이버 혹은 철사로 찔러서 확인하고, 침하흔적은 앵커볼트의 체결상태 및 인접받침의 상태를 참고하여 확인. – 받침부의 물고임 부분은 누수부위의 확인 및 물고임 원인분석.	
점검요령	■ 손상발생시 조치 – 받침하부 교각 두부에 0.3㎜ 이상의 균열이 단부까지 진행된 경우 즉시 보고하고 안전성 검토 및 대책 수립 필요.	
점검도구	• 사진기 • 줄자(5m, 50m) • 균열자 • 온도계	• 유성펜(매직) 및 청소용 걸레 • 점검용 망치 • 드라이버(Driver) • 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필)

자. 교대

<표 7.4.9> 교대 점검요령

점 검 부 위	점 검 항 목
▷ 공통	•균열(시공이음부 횡방향 균열) •박리, 박락, 층분리, 백태, 파손, 철근노출 •교대 회전(기울음), 침하(연직이동)
▷ 두부	•두부 물고임 •두부와 흉벽 경계부 균열(후면으로 기울음) •거더와 흉벽 신축유간 부족
▷ 벽체	•균열(수직균열) •벽체와 날개벽 분리(이동)
▷ 날개벽	•날개벽 이동, 전도
▷ 옹벽	•균열(수직, 수평)
점검요령	■ 점검방법 – 접근 장비에 의해 근접 육안점검. – 교대 입지조건이 성토부 혹은 연약지반에 위치한 경우 전후방으로 교대 벽체가 기울었는지 확인하고 의심스러울 경우 실을 매단 점검추를 늘어뜨리거나 측량기로 확인.(날개벽, 옹벽 포함) – 신축이음 하면에 위치하므로 누수 및 화학물질 등에 대한 열화 취약부위이므로 탄산화 시험에 의한 탄산화 깊이 확인. ■ 점검 시 유의사항 – 신축이음 유간이 벌어져 충격음이 발생하거나 닫혀 있을 경우 거더 상·하부와 흉벽 사이 간격이 서로 차이가 나는지 점검하고 교대 전도 여부도 확인. – 연약지반상의 교대는 뒷채움부의 침하로 인하여 접속슬래브 하부에 공동이 발생하여 흉벽이 교대 뒤쪽으로 전도되어 균열이 발생하기도 함. – 교대 뒷면과 날개벽 사이에 공동이 발생했거나 흙이 침하된 경우 날개벽의 전도를 의심하여 점검. – 벽체에 수직으로 발생하는 균열은 건조수축에 의한 비구조적 균열이므로 우려할 바는 아니지만 폭이 넓은 교대에서 균열폭이 1.0㎜ 이상이면 교대 기초의 부등침하도 의심하여야 함.
점검도구	• 사진기 • 점검추 – 기울음 측정 • 균열자 • 탄산화 시험기 • 줄자(5m, 50m) • 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필) • 점검용 망치 • 점검야장

차. 교각

<표 7.4.10> 교각 점검요령

점 검 부 위	점 검 항 목
▷ 공통	•균열, 박리, 철근노출, 파손 •침하
▷ 두부	•두부 물고임 •받침 하부 균열 및 파손(박리, 박락)
▷ 구체	•수직균열 •이동 또는 기울음
▷ 수면접촉부	•수중구간의 경우 침식
점검요령	■ 점검방법 – 접근 장비 및 점검로에서 점검. – 신축이음의 유간이 비정상적(크게 벌어짐 또는 닫힘)이거나 방호울타리 선형이 불량한 경우에는 교각 침하가 의심스러우므로 교각 구체 상부와 하부를 측량기기로 측정하여 교각의 전도 여부를 확인하고 구체에 기준점을 표시하여 침하여부를 주기적으로 확인. ■ 손상발생시 조치 – 교각두부 받침하부에 폭 0.3㎜ 이상 균열이 단부까지 진행된 경우에는 교량 안전과 직접적으로 관련이 있으므로 즉시 보고 및 대책수립. – 침하가 의심스러운 경우, 기초 주변의 수축세굴 및 국부세굴의 조사가 필요하며, 세굴이 발생하였다면 전문가로 하여금 구조물의 안전성 평가 필요. ※ 수축세굴(Contraction Scour) : 원래 수로단면이 축소되었을 때, 평균유속 및 하상 전단 응력의 증가에 의해 하상물질이 제거되는 현상 ※ 국부세굴(Local Scour) : 와류(Vortices)의 형성으로 교대 및 교각의 주위가 침식되는 현상으로 하상이 어느 정도 안정된 경우 대부분 국부세굴이 문제가 된다. ■ 점검 시 유의사항 – 신축이음 유간이 크게 벌어지거나 닫힘, 방호울타리 선형불량은 교각 침하의 징후로 볼 수 있으므로 교각 점검 시 참고해야 할 항목임
점검도구	• 사진기 • 점검추 – 기울음 측정 • 균열자 • 탄산화 시험기 • 줄자(5m, 50m) • 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필) • 점검용 망치 • 점검야장

카. 기초

<표 7.4.11> 기초 점검요령

점 검 부 위	점 검 항 목
▷ 공통	•박리, 박락, 철근노출, 백태 •기초세굴, 이동, 침하
▷ 직접기초	•수직방향 균열
▷ 말뚝기초	•침식 및 말뚝 노출
▷ 우물통기초	•선박의 충돌파손

점검요령

■ 점검방법

– 수중부위의 점검은 갈수기 동안의 관찰 및 침식의 흔적조사를 실시.

– 보트 등 접근장비에 의한 수면상 노출부위 근접육안점검.

– 기초 일부가 노출된 부위는 표면 침식 상태를 점검.

– 수심이 얕은 구간 혹은 탁도가 흐린 구간은 긴 쇠막대를 이용하여 기초하부를 찔러서 국부세굴 및 구조체의 손상 여부확인.

– 우물통이나 확대기초 위에서 상류측과 하류측 등의 수심을 측정하여 세굴여부 개략조사.

■ 손상발생시 조치

– 육안상 세굴상태가 심하여 침하가 예상되면 대책 수립을 위한 정밀조사 필요.

■ 점검 시 유의사항

– 우물통 기초위에서 사진촬영시 수중으로 추락하지 않도록 주의.

점검도구

- 사진기
- 균열자
- 줄자(5m)
- 점검용 망치
- 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필)
- 점검야장

7.4.6 터널 유지관리 방안

가. 갱문

<표 7.4.12> 갱문 점검요령

구 분	점 검 항 목		
	조사항목	정 기 점 검	정 밀 점 검
공통사항	균 열	위치	위치, 균열폭, 길이, 깊이, 진행성 여부
	누 수	위치	위치, 누수량, 수질, 기온변화
	손 상	박리·박락, 층분리, 백태, 동해, 파손, 오염 등에 대한 현황조사	
	경사도	부등침하	갱문의 기울어짐, 침하, 이동, 단차여부
	콘크리트 품질평가	-	표면타격법, 중성화시험
	갱문상부 배수로	토사유입, 오물, 물고임, 식생여부	
점검요령	■ 점검방법 - 갱문의 양측부나 상부에서 가능한 한 근접하여 육안검사를 실시한다. - 필요시에 따라 사다리나 점검차량을 이용하여 육안검사를 실시한다. - 망치 등의 장비로 타격음을 청취, 갱문의 외관상태를 파악한 후 기술한다. - 신축이음부 및 옹벽과의 경계부 단차 등 변상에 대해 점검한다. - 상세조사가 필요한 경우 정밀점검을 실시한다. - 측량장비를 이용하여 갱문의 경사, 침하, 이동 등에 대한 조사를 실시한다. - 동해나 열화가 심한 부위에서는 코어를 채취, 실내시험을 실시한다. ■ 변상발생시 조치 - 균열 및 단차, 누수 등 각 변상에 대한 외관망도 작성 후 변상 사진 촬영한다. - 진행성이 예상되는 변상은 판단을 위한 측정자를 설치한다. - 변상의 진행성이 관측되면 즉시 전문가에 의한 현장자문을 의뢰한다. ■ 점검시 유의사항 - 점검시 통행차량에 대한 안전조치(신호수 배치 등)를 취한 후 조사를 실시하되 2인 1조로 점검을 시행한다. - 접근장비를 이용한 상세조사가 필요한 경우 교통소통 및 안전에 유의한다.		
점검도구	필기도구· 외관망도·줄자(5m) · 균열자 · 점검망치 · 카메라		

나. 라이닝

<표 7.4.13> 라이닝 점검요령

구 분	점 검 항 목		
	조사항목	정 기 점 검	정 밀 점 검
공통사항	균 열	위치	위치, 균열폭, 길이, 깊이, 진행성 여부, 형태(종방향, 횡방향, 밀집도 등)
	누 수	위치	위치, 누수량, 수질, 기온변화
	변 상	박리·박락, 백태, 두께부족, 단차 등에 대한 현황조사	박리·박락, 백태, 두께부족, 단차, 압좌 파손 등에 대한 위치, 규모정도
	품질평가	-	표면타격법, 중성화시험
	동해	동해, 고드름, 측빙	
개 착 부	철근노출, 부식		
천 정 부	오염, 환기휀 등의 상태		오염, 환기휀 등의 장착
아치부(어깨부)	오염, 조명시설의 상태		오염, 조명시설의 장착
측 벽 부	오염, 타일탈락, 각종 케이블의 고정		오염, 타일탈락, 각종 케이블의 고정, 좌동
시공이음부	압좌, 단차, 파손, 시공불량 여부, 토사유입 여부		
점검요령	■ 점검방법 - 좌우측 배수구나 점검로를 이용, 도보로 이동하면서 점검을 실시한다. - 천정부와 어깨부는 변상에 대한 의심이 가는 부분은 사다리나 고소차 등을 이용하여 근접 육안조사를 실시한다. - 망치 등의 장비로 타격음을 청취, 라이닝의 외관상태를 파악하고 외관망도에 기술한다. - 신축이음부는 특히 누수가 많은 부위로서 누수조사와 아울러 경계부 단차, 압좌 등의 변상에 대해서 점검한다. - 터널의 기능발휘를 위한 각종 설비 주변 라이닝의 변상여부를 확인한다. - 터널 라이닝의 변형이 많이 조사된 위치에서는 내공변위 측정을 실시한다. - 동해나 열화가 심한 부위에서는 코어를 채취, 실내시험을 실시한다. ■ 변상발생시 조치 - 균열 및 단차, 누수 등 각 변상에 대한 외관망도 작성 후 변상 사진촬영 - 진행성 판단을 위한 측정자, 내공변위 핀 설치 - 변상의 진행성이 관측되면 즉시 전문가에 의한 현장자문 의뢰 ■ 점검시 유의사항 - 터널의 경우 통행차량에 대한 안전조치(신호수 배치 등)를 취한 후 조사를 실시하되 2인 1조로 점검을 시행한다. - 접근장비를 이용한 상세조사가 필요한 경우 교통소통 및 안전에 유의한다.		
점검도구	필기도구(소형보드판, 매직, 분필), 외관망도·줄자(5m), 균열자, 점검망치, 손전등, 카메라.		

다. 바닥부

<표 7.4.14> 바닥부 점검요령

구 분	점 검 항 목	
	정 기 점 검	정 밀 점 검
공통사항	균열, 파손, 침수, 결빙, 이물질 퇴적 등의 상태 파악	
포 장	균열, 세굴, 융기, 침하, 침식, 도색	
공 동 구	균열, 이음부 단차, 케이블 절선, 철근노출·부식	
배수구(맨홀)	통수량, 흐름, 오염	
배수구덮개	균열, 개폐성	
점검요령	■점검방법 – 점검은 차량의 통행이 없을 때를 이용하거나 좌·우측 배수구나 점검로를 이용하여 도보로 이동하면서 조사를 실시한다. – 바닥부에 물기나 결빙이 된 경우는 물기의 출처 및 원인을 확인, 기록한다. – 배수구는 덮개를 연 후에 내부상태를 조사하며, 덮개와 구조체의 파손여부를 확인한다. – 터널의 경우 포장 덧씌우기 공사로 인해 배수구 덮개가 열리지 않는 구간도 있으므로 이에 대한 조사도 실시한다. ■변상발생시 조치 – 균열 및 침하, 융기 등 각 변상에 대한 외관망도 작성 후 변상 사진촬영 – 바닥부의 누수자국에 대한 누수출처를 확인 후 다른 변상으로의 전이 여부를 파악한다. ■점검시 유의사항 – 좌우측 배수구나 점검로를 이용할 경우는 차량진행방향의 반대방향으로 도보 이동하면서 조사를 실시한다. – 접근장비를 이용한 상세조사가 필요한 경우 교통소통 및 안전에 유의한다	
점검도구	필기도구(소형보드판, 매직, 분필), 외관망도·줄자(5m), 균열자, 점검망치, 손전등, 카메라.	

라. 부속시설

<표 7.4.15> 부속시설 점검요령

구 분	점 검 항 목	
	정 기 점 검	정 밀 점 검
환기시설	작동여부, 오염, 부식, 장착상태, 장착부 라이닝 균열	좌동, 용량의 적정성
내 장 재	균열, 탈락, 오염	좌동, 반사율
조명시설	조도, 부점등, 파손, 오염	
소 화 전	보관함 개폐, 부식, 노즐 노화, 안전핀 상태	좌동, 소화기 압력, 분말유지여부
각종표지판	파손, 위치의 적정성, 작동여부, 오염	
점검요령	■점검방법 – 터널의 측벽이나 노면에 설치된 표지판, 전원설비, 비상시설의 점검은 도보로 이동하면서 장착여부 및 오염에 대한 조사를 실시하고, 천정부나 어깨부에 위치한 환기시설, 조명, 안내등 등은 상태파악 – 필요시에 따라 점검차량을 이용하여 육안검사를 실시 – 터널의 부속시설들은 차량의 매연에 의한 오염이 심하므로 점검시 물세척을 실시하고 기능발휘 여부를 확인한다. ■변상발생시 조치 – 작동이 안되거나 장착이 불량한 설비의 경우 접근하여 파손 및 배선불량, 고장 등을 확인한 후 전문가에 의한 수리를 요청한다. – 오염이 심한 표시판은 물세척을 실시하고, 타일벽면의 청소는 년간 3회이상을 실시(중부, 강원지역본부 우선시행)하되 생분해 세척제를 사용하여 환경영향의 최소화와 작업시간을 최대한 단축하도록 한다. – 교체가 필요한 설비(특시 조명등)는 확인 후 즉시 교체한다. ■점검시 유의사항 – 통행차량에 대한 안전조치(신호수 배치 등)를 취한 후 조사를 실시한다. – 점검시 좌우측 배수구나 점검로를 이용할 경우는 차량진행방향의 반대방향으로 도보이동하면서 조사를 실시한다. – 접근장비를 이용한 상세조사가 필요한 경우 교통소통 및 안전에 유의한다. – 전기시설의 접근시에는 안전장구를 반드시 착용 후 점검한다.	
점검도구	필기도구, 현장수첩, 점검망치, 드라이버, 손전등·카메라	

마. 기타 시설물

<표 7.4.16> 기타 시설물 점검요령

구 분		점 검 항 목	
		정 기 점 검	정 밀 점 검
옹벽	콘크리트	균열, 누수, 배수구 막힘, 백태, 박락	좌동, 결빙, 동해, 열화
	석축	누수, 백태, 토사유출	좌동, 모재균열, 줄눈깨짐, 결빙, 동행
사면 및 부속 시설	절토사면	낙석의 유무	좌동, 주향, 경사, 지층별 구배, 침식
	성토사면	침식	좌동, 보호공의 종류, 구배
	보호공	균열, 파손	좌동, 적용보호공의 종류, 적정성
	점검로	점검로 구비여부, 부식, 장착, 미끄럼 예방시설구비, 안전도	
	펜 스	철망손상, 부식, 정착 상태	좌동, 펜스 높이, 철망의 규격
외부배수로		바닥면 세굴, 오염, 이물질퇴적, 파손, 균열, 연결부 토사유입	
점검요령		■ 점검방법 – 옹벽 · 시공이음부나 줄눈부 등의 상태와 배수공이 막혀 있는 지를 확인한다. · 한냉지의 경우 지하수의 영향에 의한 동결융해로 옹벽에 변상이 발생 하므로 이에 대한 조사를 실시하고 외관망도에 기입한다. – 사면 · 노견이나 점검로를 이용하여 사면의 상태 파악. · 보호공의 유무를 파악. – 배수로 · 터널 주변의 배수로를 따라 이동하면서 이물질의 퇴적, 구조체의 파손, 이음부 손상 등 배수기능의 결함을 조사 후 기록한다. – 사면점검로 · 접근하여 점검로의 상태, 부식여부, 사면에의 정착 여부 조사. – 펜스 · 옹벽상단을 따라 이동하면서 펜스의 철망상태, 기둥 상태, 부식여부 조사 – 사면보호공 · 철망의 경우에는 파손, 부식에 대한 조사를, 콘크리트 재료의 경우에는 균열 등을 조사한다. · 사용된 보호공의 종류 및 적정성 여부 ■ 변상발생시 조치 – 옹벽과 사면에 변상이 발생한 경우에는 지속적인 관찰과 기록을 통해 변상의 진행성을 파악하고, 변상의 진행성이 확인되었다면 전문가에 의한 조사를 실시한다. – 변상이 발생한 시설의 경우에는 사진과 함께 보고 후 보수 또는 교체한다. ■ 점검시 유의사항 –고소작업을 통한 근접조사가 필요한 경우에는 점검자의 추락에 주의한다.	
점검도구		필기도구, 현장수첩, 점검망치, 드라이버, 손전등·카메라	

바. 주변환경

<표 7.4.17> 주변환경 점검요령

구 분	점 검 항 목	
	정 기 점 검	정 밀 점 검
지 형	습곡, 단층, 사면, 토피, 하천의 유무, 세굴	
지 질	미고결 점성토의 유무, 팽창성 지반, 풍화지대, 원지반의 강도	
근접공사	상부하중의 증감여부, 측방 개착공사 유무, 상부 절취공사 유무, 근접한 시설물의 유무	
기후·기상	한냉, 온난, 지진, 홍수, 폭설	
점검요령	■점검방법 – 지형 : 터널 주변지역의 지형도를 구해 과거에 지형의 변화가 있었는지 조사한다. – 지질 : 지질도를 구해 사전정보를 입수한 후 터널주변의 흙과 암석의 특성을 파악하고 클리노미터 등을 활용, 현지에서 노두조사 등을 실시한다. – 기후·기상 : 터널이 위치한 지역의 기후 및 연간 기상조건과 기온, 동결지수 등을 조사하고, 한랭한 지역의 경우에는 용출수의 유무를 파악한다. – 근접공사 : 터널 주변의 공사유무, 인접구조물의 유지상태, 현황, 인접거리 등을 조사한 후 새롭게 발생한 변상이 있는지를 확인한다. ■변상발생시 조치 – 터널 주변 지형의 변화가 발생한 경우에는 상황을 기록한 후 즉시 전문가의 자문을 의뢰한다. – 근접공사로 인해 터널에 변상이 발생한 경우에는 즉시 공사를 중지시키고, 전문가의 자문을 의뢰, 대책을 마련한 후 공사를 진행한다. ■점검시 유의사항 – 산악터널의 지형조사시에는 보행에 간편한 복장과 신발을 착용한다. – 터널 주변지형이 산악지형인 경우에는 절개지 등에서의 추락에 유의한다. – 수목이 울창한 지역의 경우에는 해충 등에 의한 피해에 유의한다. – 강우나 폭설에 의한 피해를 조사해야 할 경우에는 안전장구의 착용과 함께 미끄러짐에 유의하여 조사한다.	
점검도구	필기도구, 현장수첩, 점검망치, 드라이버, 손전등, 카메라	

Ⅱ 시설물편

제 1장 계남고가교
제 2장 당아래지하차도
제 3장 상동지하차도
제 4장 신상교

제 1장 계남고가교

1.1 시설물 현황
1.2 자료수집 및 분석
1.3 현장조사 및 시험
1.4 상태평가
1.5 종합평가 및 안전등급 지정
1.6 보수·보강방안
1.7 유지관리 방안
1.8 종합결론

제 1장 계남고가교

1.1 시설물 현황

1.1.1 대상시설물 현황

본 과업의 대상교량인 계남고가교는 1993년에 준공된 고가도로교로서 부천시 원미구 중동 1242 일원에 위치하고 있으며, 신흥로를 교차하는 DB-24/DL-24의 1종 시설물의 교량이다.

<표 1.1.1> 일반현황

구분		내용	구분		내용
시설물명		계남고가교	시설물번호		BR1993-0000015
준공년도		1993년 03월 20일	관리번호		-
시설물위치		경기도 부천시 원미구 중3동 중부경찰서 앞			
설계하중		DB-24 / DL-24	노선명(이정)		시도
제원	연장	L=250.0m(2@45.0+2@50.0+60.0)			
	폭	B=23.5m(왕복 6차선)			
구조형식	상부	PSC박스거더	기초형식	교대	강관PILE
	하부	교대 : A1 중력식, A2 역T형 교각 : 벽식(P1~P4)		교각	P1~P3 : 강관PILE P4 : 기초보강 (C.I.P Tie-Cable)
교량받침		포트받침 (P3, P4침하대비용 유압장치설치)	신축이음		강핑거조인트
교차시설물		도로(신흥로)	통과높이		5.1m
설계사		-	시공사		신화건설(주)
내진설계유무		불명	관리주체		부천시청 도로관리과

1.1.2 시설물 전경

본 구조물의 주요 부재에 대한 전경은 다음과 같다.

상부전경

측면전경

바닥판하면 전경

교대(A1) 전경

교각(P2) 전경

받침장치 전경

<사진 1.1.1> 시설물 전경

1.2 자료수집 및 분석

1.2.1 자료수집 현황

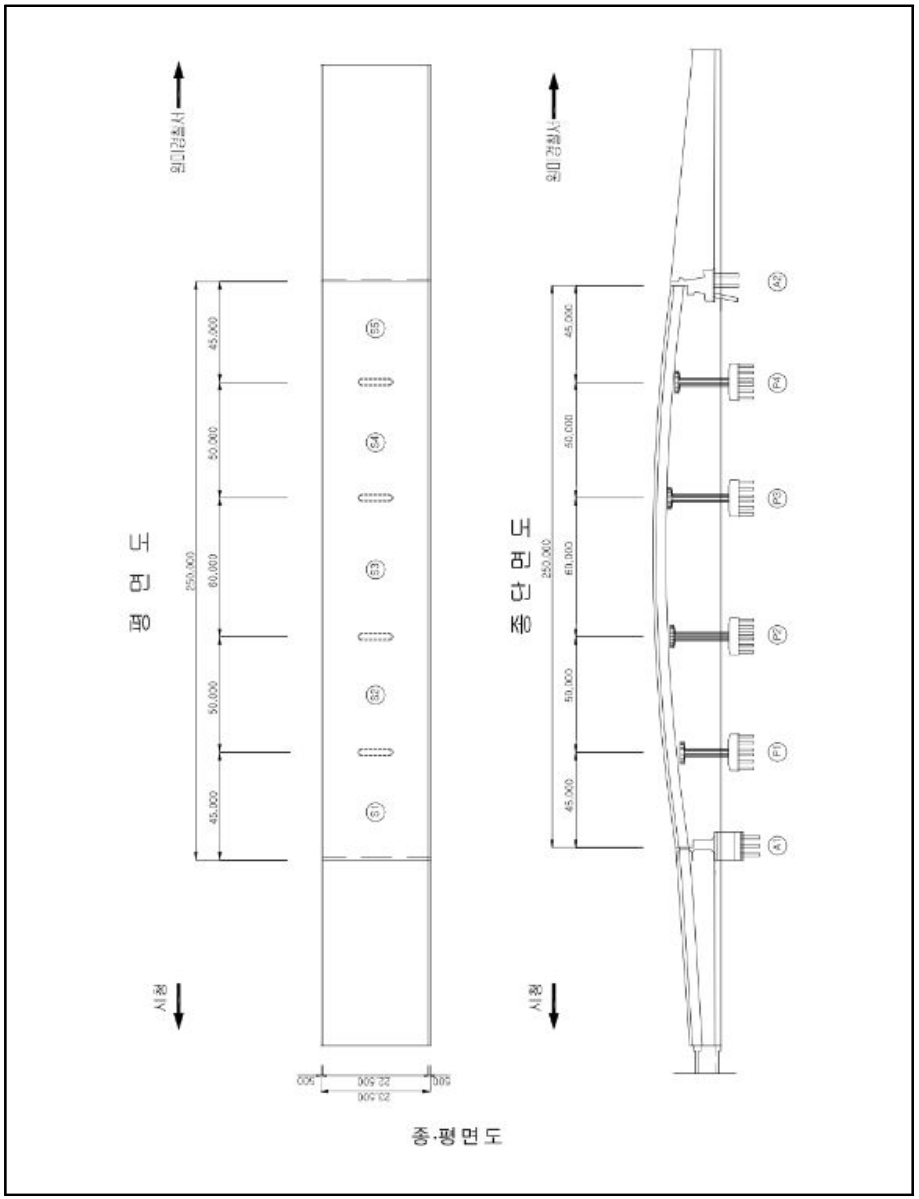
본 과업에 대한 자료조사는 주변현황 자료와 시설물의 설계, 시공 및 유지관리 관련 자료로 대별되며, 자료 분석을 통하여 과업 수행의 추진방향과 세부계획을 수립하였다.

또한, 본 과업 대상구조물은 1종 시설물로 관련 자료를 수집한 결과, 시설물 관리대장, 기타 관리주체 자체점검자료 및 정기안전점검, 정밀안전점검 자료, 보수이력 등을 보유하고 있는 것으로 확인되었다. 보유한 관련 자료를 수집·분석하여 구조물의 이력확인, 결함 및 손상의 원인분석, 손상의 변화 및 진행성 여부, 보수·보강대책 및 유지관리방안을 수립하기 위한 기초자료로 활용하였다.

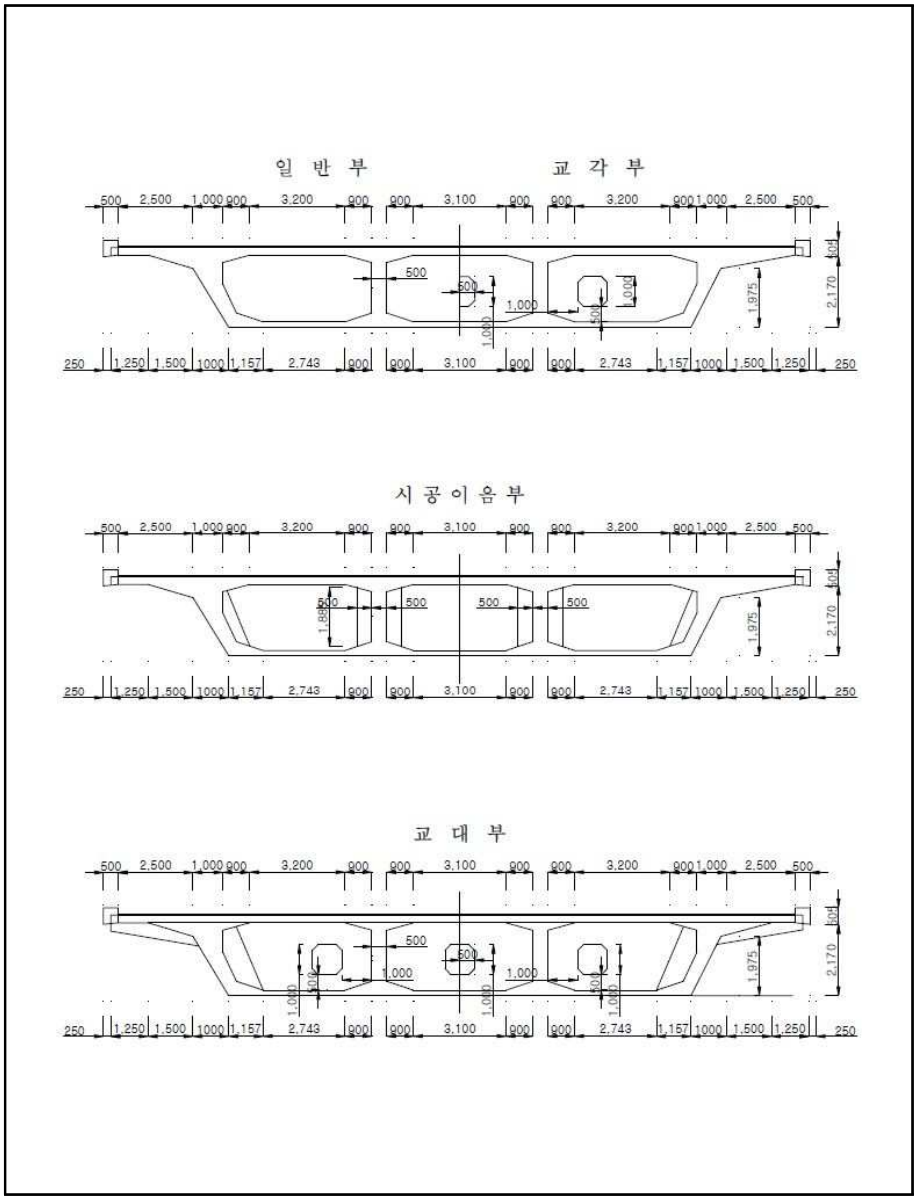
<표 1.2.1> 자료수집 현황

보존대상 목록		관리주체 보유현황	비 고
설계서 및 준공도서	◇ 공통 – 준공내역서 – 시방서 – 구조계산서 – 기타 ◇ 설계도면 – 교량 – 위치도, 평면도, 단면도, 구조물도 등	일부보유	◇ 시설물정보종합 관리시스템 (FMS) 등재
시공관련자료	◇ 시공관련자료 ◇ 품질관리 관련자료 ◇ 지반조사보고서 ◇ 품질관리계획서	일부보유	
관리대장	◇ 시설물관리대장	보유	
진단 및 점검보고서	◇ 정밀안전진단(4회) ◇ 정밀안전점검(6회)	보유	
보수보강이력	◇ 보수공사	보유	

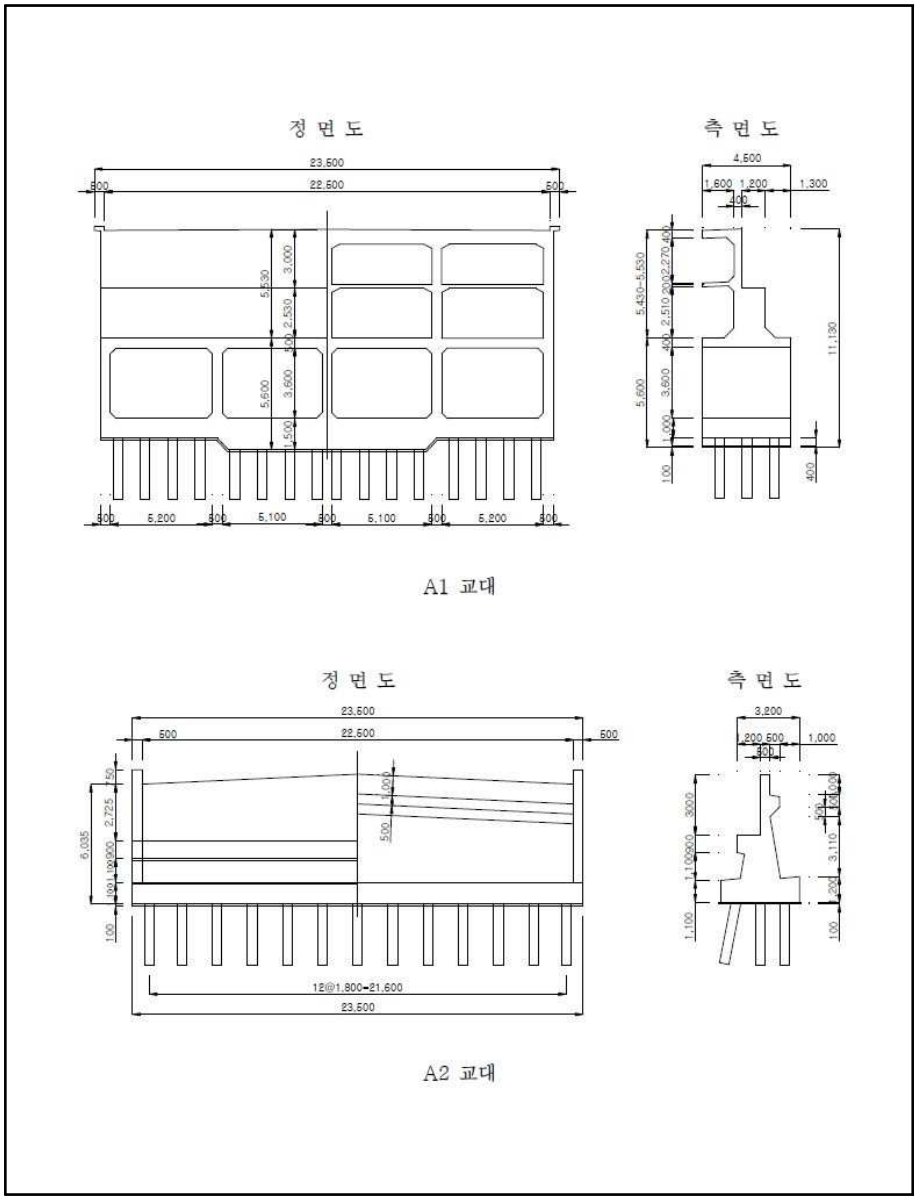
1.2.2 관련도면



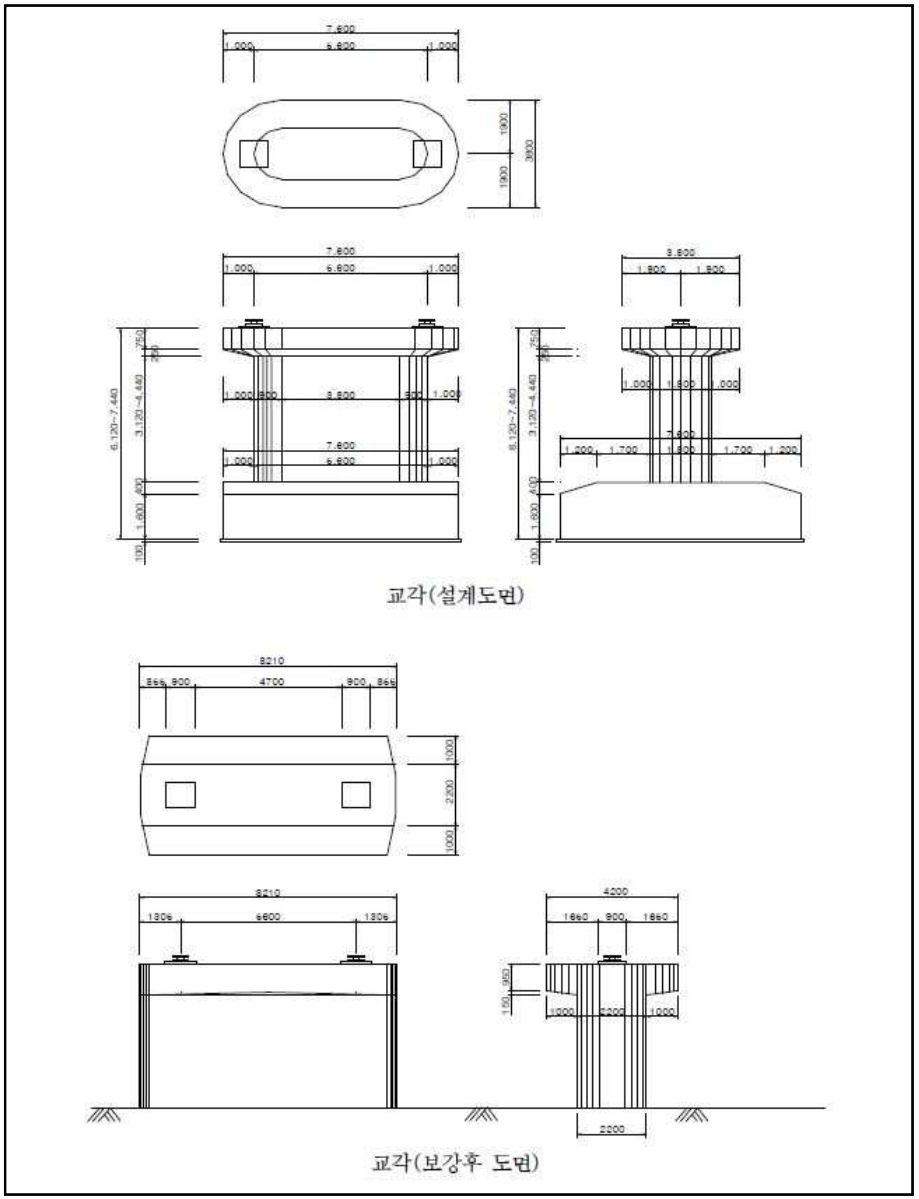
<그림 1.1.1> 계남고가교 종 · 평면도



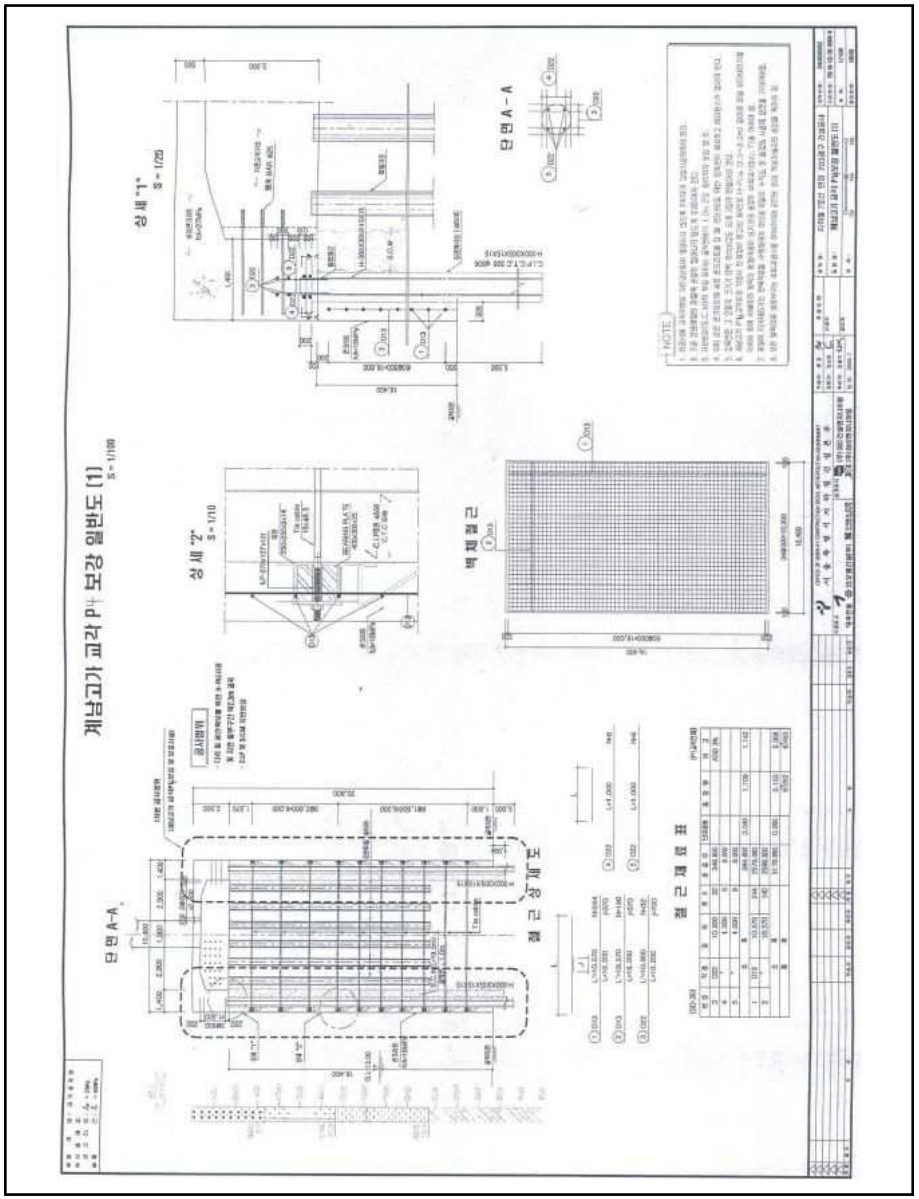
<그림 1.1.2> 상부 단면도



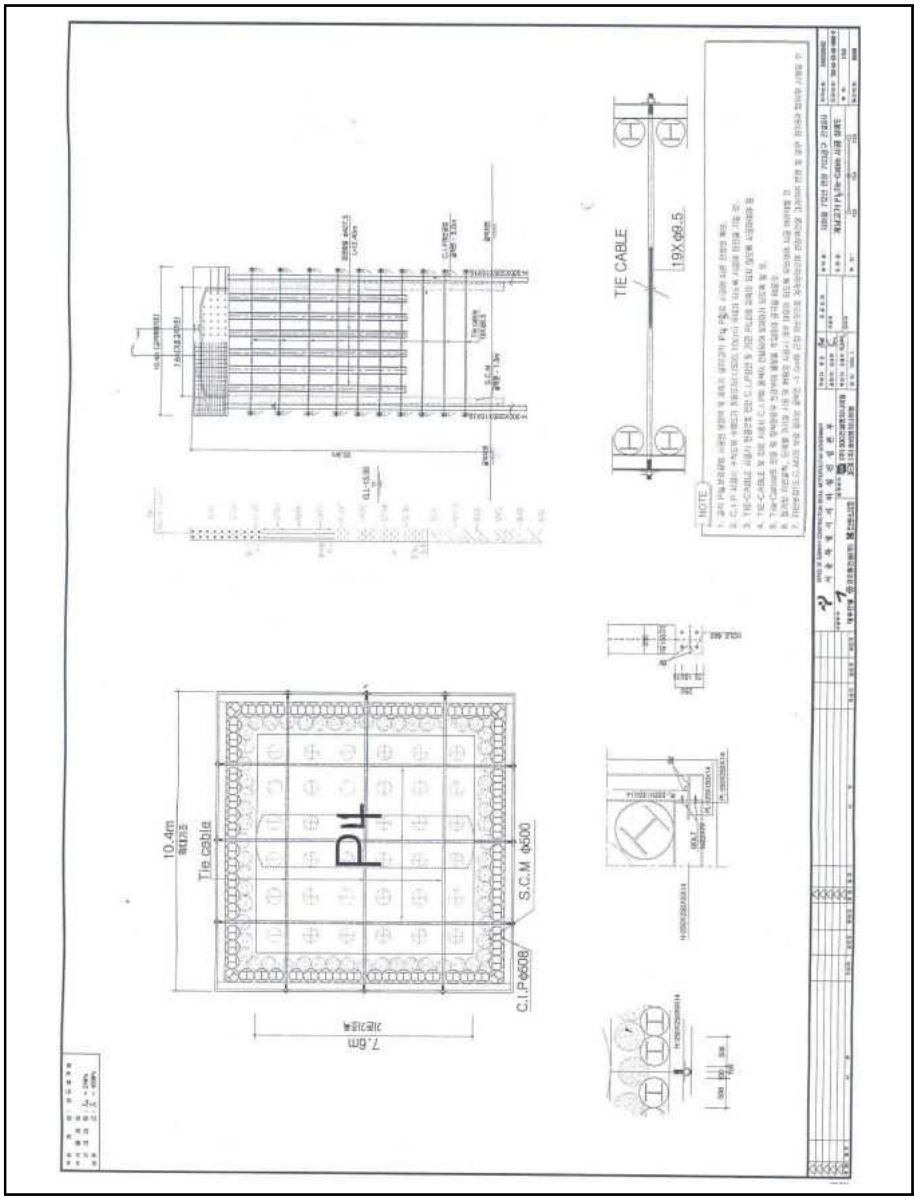
<그림 1.1.3> 교대 일반도



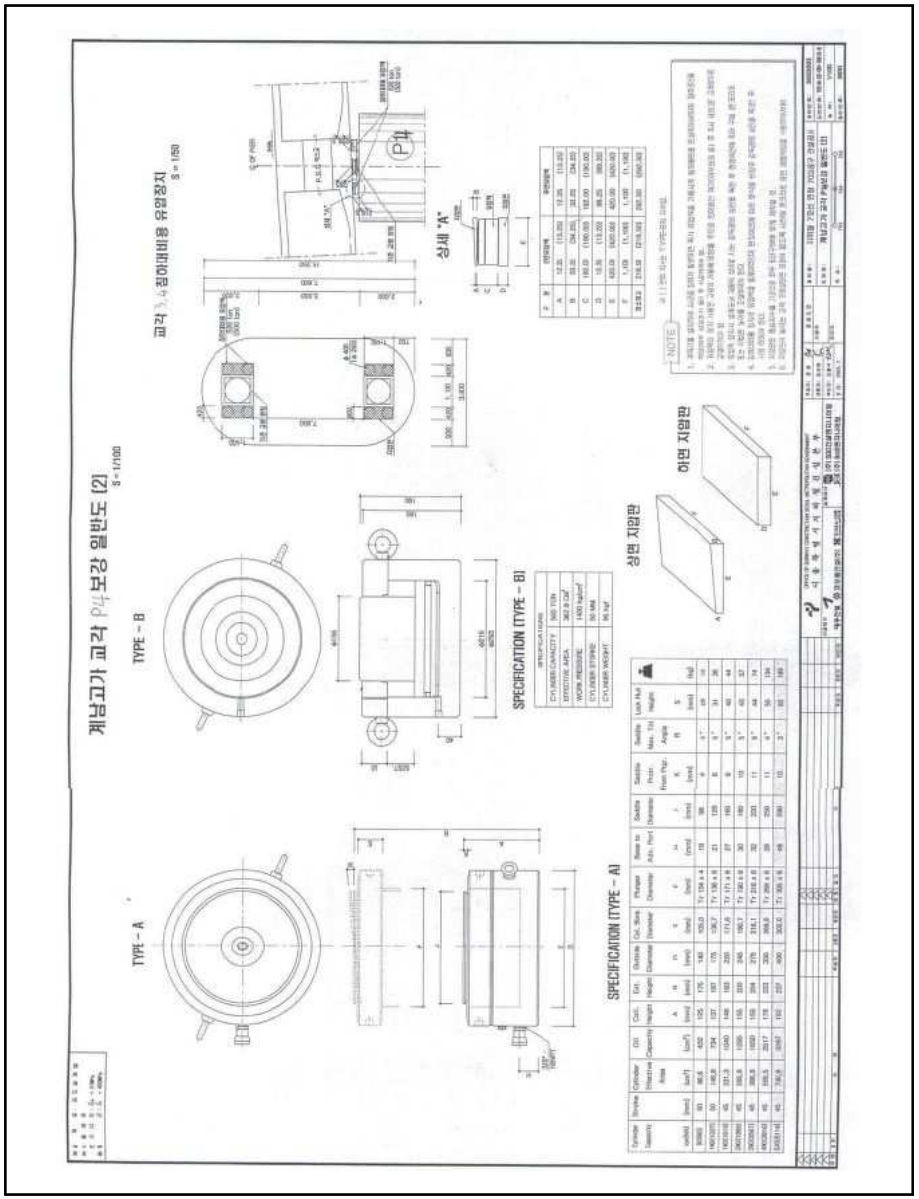
<그림 1.1.4> 교각 일반도



<그림 1.1.5> 교각(P4) 기초 보강 일반도



<그림 1.1.6> 교각(P4) 기초 보강 상세도



<그림 1.1.7> 교각(P3, P4) 침하대비용 유압장치 설치 일반도

1.2.3 기존 점검 이력

계남고가교는 2000년 05월에 실시한 정기안전점검을 시작으로 정기안전점검 32회, 정밀안전점검 6회, 정밀안전진단 4회 등을 실시하였으며, 주요 점검 이력은 다음과 같다.

<표 1.2.2> 점검이력 현황

점검 종류	점검 연도	점검업체	상태 등급	점검결과
정기 안전점검	2000-05-20 ~ 2000-06-15	원미구청	양호	-
정기 안전점검	2000-09-20 ~ 2000-06-15	원미구청	양호	-
정기 안전점검	2001-06-06 ~ 2001-06-15	원미구청	양호	·교대 및 교각 점검등
정밀 안전점검	2001-06-23 ~ 2001-10-22	서경구조안전진단(주)	A등급	·교대, 교각 및 슬래브 등 점검
정기 안전점검	2002-06-24 ~ 2002-06-27	자체수행	양호	·교대, 교각 및 슬래브 점검
정기 안전점검	2002-12-16 ~ 2002-12-20	자체수행	양호	·교대, 교각 및 슬래브 점검
정기 안전점검	2003-06-17 ~ 2003-06-20	자체수행	양호	·주형 PSC BOX형 교량 부재응력 및 변형이 크게 작용하는 지간의 중앙부,단부,연속지점부,받침부는 모두 양호함. 교대는 전면부에 수직균열이 나타나고 있어 진행유무 지속적인 균열의 진행유무를 조사해야 함. ·교각의수직균열은내구성측면에서기발생된균열에 대하여
정기 안전점검	2003-12-15 ~ 2003-12-20	자체수행	보통	·지간의 중간부,단부, 연속지점부, 받침부는 양호. ·교대는전면부에수직균열이나타남. ·교각은수직균열이나타남.
정밀 안전점검	2003-12-19 ~ 2004-01-17	서경구조안전진단(주)	B등급	·구조에 영향을 미칠수 있는 손상 및 결함은 발생되지 않은상태이나 레지턴의 고정핀이 탈락, 신축이음장치 파손
정기 안전점검	2004-06-16 ~ 2004-06-23	자체수행	보통	·교대는 중력식으로 기초는 강관파일로 시공된것으로 교대1은 전면부에 수직균열과 함께 흉벽 백태발생, 난간 및 연석은 램프구간에 공용중 손상 및 외부충격으로 단면복구필요,신축이음장치는 차량의 반복하중으로 손상되어 누수되는 부분에 대해 재설치 필요.

<표 1.2.2> 점검이력 현황(계속)

점검 종류	점검 연도	점검업체	상태 등급	점검결과
정기 안전점검	2004-12-15 ~ 2004-12-22	자체수행	양호	·2004년3월부터 실시된 보수보강공사가 12월10일부로 준공완료됨에따라 2004년상반기 정기점검시의 진단사항(신축이음장치, 미끄럼방지시설, 균열, 백태, 등)에 대한 보강조치가 모두 완료되어 아주 양호한 상태이나 곳에따라 미미한 백태는 여전히 잔존하고 있음.
정밀 안전진단 (긴급)	2005-04-25 ~ 2005-05-25	㈜신영씨엔에스	A등급	·기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위한 일부의 보수 필요
정기 안전점검	2005-06-13 ~ 2005-06-17	자체수행	양호	·2005년 4월 신축이음장치 1개소 보수공사 완료 ·전체적으로상태양호하며 ·교대,교각,슬래브등상반기정기검사에대해서는특이사항발견하지못함.
정밀 안전점검	2005-10-21 ~ 2005-12-19	㈜건설안전연구원	B등급	·박스 내,외부 균열발생,
정기 안전점검	2006-06-12 ~ 2006-06-16	자체수행	양호	·경미한 손상의 양호한 상태(국부적인포트홀발생)
정기 안전점검	2006-12-12 ~ 2006-12-12	자체수행	양호	·전체구조에 영향을 미칠수 있는손상이나 결함은 발생하지 않은상태이나 신축이음장치가 경미한 파손
정기 안전점검	2007-06-25 ~ 2007-06-26	자체수행	양호	·교량전체구조에 영향을 미칠수 있는 손상이나 결함은 발생하지 않은 상태이나 연석에 균열 및 박리가 발생되어 있고 후타재에 균열이 발생되어 있음.
정밀 안전진단	2007-10-17 ~ 2007-12-24	한국시설안전공단	C등급	·외관조사 결과, 본 교량은 13년이 경과한 교량으로 공용기간 증가, 콘크리트 열화 등으로 인하여 주요부재에서 열화와 손상 발생
정기 안전점검	2008-06-19 ~ 2008-06-19	자체수행	양호	·교량전체구조에 영향을 미치는 손상이나 결함은 발생하지 않은 상태이나 연석 및 후타재에 일부 균열이 발생되어 있음
정기 안전점검	2008-12-15 ~ 2008-12-15	자체수행	양호	·신축이음장치, 연석, 후타재 및 교량전체 구조상태 양호
정기 안전점검	2009-06-12 ~ 2009-06-12	자체수행	보통	·교량전체구조에 영향을 미칠수 있는 손상이나 결함은 발생하지 않은 상태이나 연석에 균열 및 박리가 발생되어 있음
정밀 안전점검	2009-12-07 ~ 2009-12-11	자체수행	C등급	·교량전체구조에 영향을 미칠수 있는 손상이나 결함은 발생하지 않음 ·서울지하철7호선공사와중복구간은계측관리등지속적인확인필요
정기 안전점검	2010-06-11 ~ 2010-06-12	자체수행	양호	·특이사항 없음
정기 안전점검	2010-12-15 ~ 2010-12-15	자체수행	양호	·교량의 안전성에 영향을 미칠 수 있는 손상이나 결함은 발견되지 않았으며 A1, A2 신축이음장치 무수축콘크리트 및 연석부 파손 부분 하자조치 완료함

<표 1.2.2> 점검이력 현황(계속)

점검 종류	점검 연도	점검업체	상태 등급	점검결과
정밀 안전진단	2011-06-08 ~ 2011-08-16	㈜천마기술단	B등급	·본 구조물에 대한 외관조사 결과 배수구 막힘, 신축이음부 누수, PSC BOX 내․외부측 균열 및 단면손상, 교량받침 부식, 교대 연단거리 부족, 받침장치 이동량 과다(P4) 등의 손상이 조사되었으며, 재하시험 및 구조검토 결과는 A등급으로 평가되었다. 따라서, 상기 손상들에 대한 적절한 보수 및 보강을 실시하고 P4 받침장치에 대하여 하부 지하역사 공사완료시까지 계측 등을 통한 지속적인 주의관찰이 필요할 것으로 판단된다.
정기 안전점검	2011-06-30 ~ 2011-06-30	자체수행	보통	·일부구간 균열발생 ·배수구이물질퇴적
정기 안전점검	2012-06-01 ~ 2012-06-30	자체수행	보통	·계남고가교는 1993년에 준공된 교량으로 일부 부재에 부분보수를 실시한 상태로 조사되었으며, 구조물에 발생된 손상등은 균열, 백태등 장기적인 공용에 따른 손상 등이 발생하였으며, 단기적인 보수대책보다는 주기적인 점검(정밀점검 및 안전진단)등을 통해 손상진전여부와 신규손상에 대한 점검을 실시하고 손상진전시 보수를 실시하는 것이 바람직한 것으로 사료된다.
정기 안전점검	2012-11-20 ~ 2012-12-20	자체수행	양호	·계남고가교는 1993년에 준공된 PSC Box Girder교로 교면포장부에 균열 및 갓길측 포장 미타설 등이 조사되었으며, 연석균열, 파손, 철근노출이 조사되었고 신축이음장치에 후타재 파손이 조사되었다. 또한, 바닥판하면은 신축이음 하부에 파손 및 철근노출과 누수가 발생되는 것으로 나타났으며 교량받침부는 상․하답 플레이트에 부식이 전체적으로 조사되었고 무수축 몰탈에 균열 및 파손이 조사되었다. 교대는 신축이음 누수로 인한 표면오염이 조사되었으며 교각에 균열 및 점검시설 미설치(P1, P2)가 조사되었고 배수관은 굴곡형 배수관으로 구배가 불량한 상태이다. 접속옹벽부는 포장부 균열이 조사되었고 시점측 포장부와 좌측옹벽에 이격이 조사되어 주기적인 점검(정밀점검 및 정밀안전진단) 등을 통해 손상에 진전여부와 신규손상에 대한 점검을 실시하고 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.
정기 안전점검	2013-04-01 ~ 2013-05-31	자체수행	양호	·보수보강공사 시행(2012.10.29.~2013.3.27.), 사업비105백만,주요내용:균열보수, 표면처리 및 단면복구, 신축이음장치 교체 2개소 ·외관점검결과특이한위해요인없음.
정밀 안전점검	2013-08-19 ~ 2013-10-17	우성건설(주)	B등급	·포장 국부파손, 신축이음부의 누수에 의한 하부구조의 표면열화, 받침장치 부식, 콘크리트 구조물의 국부 파손(연석, 옹벽 등), 철근노출 등

<표 1.2.2> 점검이력 현황(계속)

점검 종류	점검 연도	점검업체	상태 등급	점검결과
정기 안전점검	2014-02-17 ~ 2014-02-21	자체수행	양호	·배수구멍 막힘 ·하부공간쓰레기
정기 안전점검	2014-11-07 ~ 2014-11-07	자체수행	양호	·특이사항 없음
정기 안전점검	2015-04-14 ~ 2015-05-14	자체수행	양호	·이사항 없음
정기 안전점검	2015-11-23 ~ 2015-11-24	자체수행	양호	·특이사항 없음
정밀 안전진단	2016-04-25 ~ 2016-06-20	영동이앤지(주)	C등급	·켄틸레버 바닥판 : 국부적인 미세균열(0.2mm이하), 백태, 단면보수재 박락, 재료분리, 골재노출, 누수흔적, 국부파손, -PSCB거더 내외부 : 표면보수재 균열, 국부적인 미세균열, 표면보수재 들뜸, -교각 : 폭 0.2㎜ 이하의 균열 및 국부파손, -교대 : 흉벽부 및 교량받침면 부근 백태, 균열, 누수흔적, 오염, 부식, -교량받침 : 본체부식, 앵커블레이트 부식, 받침몰탈 및 콘크리트 건조수축균열, -신축이음 : 본체 양호, 누수, 후타재 균열, 후타재 표면 마모
정기 안전점검	2016-12-01 ~ 2016-12-20	자체수행	보통	·중대결함 없음 ·신축이음후타재마모 ·교대균열부백태등
정기 안전점검	2017-03-23 ~ 2017-03-23	자체수행	보통	·교대 흉벽부 망상균열 ·콘크리트열화 ·교각상단부0.1mm내외균열등
정기 안전점검	2017-11-01 ~ 2017-12-25	㈜진성건설	보통	·계남고가교의 전회 점검결과와 비교결과 전반적으로 유사한 상태인 것으로 조사되었다. ·계남고가교의금회정기점검결과교면포장아스콘균열망상균열,포트홀(경미),연석파손,표면박리,배수시설,배수구막힘,배수관탈락,신축이음후타재균열,마모,유간토사퇴적,신축이음하부누수,바닥판하면,박락,균열(0.3㎜미만),백태,받침장치,몰탈박리,받침장치부식,교대및교각균열,백태,누수흔적,철근노출,보수부재균열등의손상이조사되었다. ·점검일현재조사된신축이음누수의경우받침장치의부식을가속화하는손상으로추후받침장치및하부의내구성저하의요인이되므로신축이음의교체가필요한상태이며,현재받침장치의부식상태가상당수진행된상태로교체가필요한것으로사료된다.이외에발생한손상들은대부분경미한수준으로즉각적인보수는필요하지않으므로추후주기적인점검을통해손상의증대및신규손상의발생유무를확인하여보수를시행하는것이바람직하다. ·외관조사결과를토대로시설물의안전등급을정량적으로산정결과, “주요부재에경미한결함또는보조부재에광범위한결함이발생하였으나전체적인시설물의안전에는지장이없으며,주요부재에내구성기능성저하방지를위한보수가필요하거나보조부재에간단한보강이필요한상태” 인C등급(보통)으로평가되었다.

<표 1.2.2> 점검이력 현황(계속)

점검 종류	점검 연도	점검업체	상태 등급	점검결과
정밀 안전점검	2018-04-30 ~ 2018-07-08	㈜효광엔지니어링	C등급	・교면포장:아스콘균열(0.2mm이하),망상균열,포트홀,파손,폐임,체수,포장열화,소성변형-난간및연석:보수재망상균열,보수부파손,파손,표면박리,탄력봉파손,표지판앵커볼트풀림,균열(0.2mm이하),철근노출,이격실런트미채움,재료분리,난간 볼트풀림,난간파손-배수시설:배수구막힘,배수관탈락,파손-신축이음장치:누수,후타재균열,후타재재료분리,신축이음본체단차,커버플레이트소실,본체부식,고무재파손(누수),보수부박리박락,탈락,체수,후타재마모,폐임,폐임,체수-바닥판하면:균열(0.2mm이하),백태,균열부백태,단면보수재박락,재료분리,골재노출,배수관주변누수흔적,파손-거더외부:균열(0.2mm이하),표면박리,표면보수재박리/백태/망상균열,백태,긁힘,파손,재료분리,골재노출,누수흔적,공동,철근노출-거더내부:균열(0.2mm이하),망상균열,표면보수재균열/망상균열/박리,단면보수재망상균열,들뜸,백태,정착단균열/망상균열,재료분리,철근노출,공동,폐콘크리트퇴적,배수관파손,균열(0.3mm이상)-격벽:균열(0.2mm이하),표면보수재균열,공동,파손-받침장치:받침몰탈균열(0.2mm이하),받침몰탈망상균열,받침콘크리트균열(0.2mm이하),볼트부식,볼트풀림,받침및Plate부식,받침미끌림-하부구조:균열(0.2mm이하),백태,박리,누수흔적,재료분리,파손및철근노출,폐기물적치,망상균열,표면보수재균열,시공이음부균열,보수부들뜸-옹벽외부:균열(0.2mm미만),표면보수재균열(0.2mm미만),Joint부파손,박락,보수부박리박락,누수흔적,실링재균열,철근노출,균열(0.3mm이상),백태,잡목식생,배수구막힘,실런트미처리-옹벽Box내부:균열(0.2mm미만),망상균열,표면보수재균열(0.2mm미만),표면보수재 박리,백태,박리,단면보수재박락및철근노출,재료분리,누수백태/파손/재료분리,파손/철근노출,실링재 탈락,체수,거푸집 미제거,균열(0.3mm이상)
정기 안전점검	2018-11-09 ~ 2018-12-29	㈜대유이앤씨	보통	・포장균열, 망상균열, 파손, 폐임 체수, 소성변형, 상부구조 및 하부구조에서 균열, 백태, 단면보수재 박락, 재료분리, 골재노출, 파손, 표면박리, 누수흔적, 폐기물 적치 및 토사퇴적, 신축이음부 누수, 후타재균열, 유간토사퇴적, 배수구 막힘 등의 손상이 발생된 것으로 조사되었다. 각 부재 재료결함으로 발생된 손상들은 분석결과 사용성 및 내구성에 큰 영향을 미치지 않으며 교량의 안전성에는 영향이 없는 것으로 판단되나 손상정도에 따른 보수가 필요한 것으로 판단된다.

<표 1.2.2> 점검이력 현황(계속)

점검 종류	점검 연도	점검업체	상태 등급	점검결과
정기 안전점검	2019-03-25 ~ 2019-06-07	㈜씨앤비	보통	・계남고가교의 전회차 점검결과와 비교결과 전반적으로 유사한 상태이며, 받침장치, 교대, 교각부에 대한 보수공사가 진행중인 것으로 확인되었다. 금회 2019년 상반기 정기점검 결과 주요손상으로는 아스콘 망상균열, 포트홀, 소성변형, 난간 변형, 연석 균열(폭0.3㎜미만), 배수구 막힘, 신축이음 본체 단차, 후타재 마모, 폐임 재료분리, 슬래브 하면 균열(폭0.3㎜미만), 백태, 균열부 백태, 거더 내·외부 및 격벽 균열(폭0.3㎜미만), 보수부 망상균열, 콘크리트 파손, 옹벽부 망상균열, 백태, 재료분리, 철근노출, 조인트 파손 실링재 탈락 등의 손상이 조사되었다.
정기 안전점검	2019-10-04 ~ 2019-12-17	㈜대아건설	양호	・교대/교각-교대옹벽 철근노출 ・교면포장-균열,폐임 ・배수시설-막힘

1.2.4 최근 정밀안전점검 실시결과

<표 1.2.3> 최근 정밀안전점검 실시결과

구분	정밀안전점검 내용 - ㈜효광엔지니어링(2018.04.30 ~ 2018.07.08)		
외관 조사	교면포장 (교량 및 옹벽구간)		- 아스콘 균열, 망상균열, 포트홀, 파손, 폐임, 체수, 포장열화, 소성변형
	난간/방호벽 (교량 및 옹벽구간)		- 보수재 망상균열, 파손, 보수부 파손, 표면박리, 탄력봉 파손 ,표지판앵커볼트 및 난간볼트 풀림, 균열(0.2mm이하) ,철근노출, 재료분리 ,실런트 미채움 ,난간 파손
	배수시설		- 배수구 막힘 ,배수구 탈락, 파손
	신축이음장치		- 본체 누수, 신축이음본체 단차, 후타재 균열, 마모, 폐임 ,후타재 재료분리, 커버플레이트 소실 ,본체부식, 보수부 박리박락, 탈락 ,체수
	바닥판 하면		- 미세균열(0.2mm이하), 백태, 균열부백태 ,박락, 재료분리, 파손 ,배수관 주변 누수흔적
	PSCB 거더 및 격벽	외부	- 미세균열(0.2mm이하), 표면박리, 표면보수재 박리 ,표면보수재 백태, 망상균열 ,백태, 긁힘, 파손 ,재료분리, 골재노출 ,누수흔적, 공동, 철근노출
		내부	- 미세균열(0.2mm이하), 망상균열, 표면보수재 균열, 망상균열, 백태 , 표면보수재 박리, 단면보수재 망상균열, 들뜸, 정착단 균열, 망상균열, 재료분리, 골재노출, 철근노출, 공동, 폐콘크리트 퇴적, 배수관 파손, 균열(0.3mm이상)
		격벽	- 미세균열, 보수재 균열, 공동, 파손
	받침장치		- 받침몰탈 미세균열, 망상균열, 볼트부식 및 풀림, 받침 Plate 부식, 받침 미끌림
	하부구조		- 미세균열(0.2mm이하),망상균열, 시공이음부 균열, 균열부 백태, 재료분리, 골재노출, 파손, 철근노출, 폐기물적치 및 토사퇴적, 보수부 들뜸

<표 1.2.3> 최근 정밀안전점검 실시결과(계속)

구분	정밀안전점검 내용 - ㈜효광엔지니어링(2018.04.30 ~ 2018.07.08)					
외관조사	옹벽부	- 미세균열(0.2mm이하),보수재균열, 망상균열, 백태, 표면보수재 박리, 철근노출, 파손, 박리박락, 재료분리, Joint부 파손, 실링재 균열 및 탈락, 미처리, 체수, 배수구 막힘, 균열(0.3mm이상), 거푸집 미제거				
내구성조사	콘크리트 강도	- 상부구조 : 43.3㎫ (설계기준 강도 40.0 ㎫) - 하부구조 : 27.8~28.2㎫ (설계기준 강도 24.0 ㎫)				
	평 가	- 각 부재별로 반발경도를 측정한 결과 대체적으로 설계기준강도를 상회하고 있는 것으로 조사됨.				
	탄산화 잔여깊이 측정	상부		하부		
		36.3~45.9㎜		34.8~46.2㎜		
	평 가	- 탄산화 시험결과 탄산화 깊이는 상부구조 5.7~7.3mm, 하부구조 7.2~11.1mm로 측정되어 탄산화의 잔여깊이가 각 43.3~39.7mm, 34.8~39.9mm로 계산되므로 세부지침에 의거 상태평가는 'a'로 평가된다.				
종합평가 및 안전등급	상태평가			안전성평가		종합평가 및 안전등급
	환산 결함도 점수		결과	안전율(S.F)	결과	
	0.310		C	-	-	C등급
주요 결함별 중점 점검부위	- 신축이음 단차, 후타재 마모 - 받침본체 부식					
종합결론	- 금회 점검결과 교량의 구조적 안전성을 저해할 만한 손상은 발생치 않았으나 신축이음의 후타재 마모 및 누수, 본체 단차, 받침 부식, 거더내부의 표면보수재 균열 등의 손상이 구조물의 손상을 심화시키고 있는 것으로 조사 되었으며, 노후화가 극대화 될 경우 교량의 내구성, 사용성 및 안전성에 영향을 미칠 수 있으므로 각 부재에 대한 적정한 보수 및 보강을 실시하여 내구성 및 안전성 확보가 필요함. - 전차 상태평가 결함지수 0.279에서 손상이 다소 증가하여, 금차 상태평가 결함지수 0.310으로 다소 증가하였으나, 안전등급은 상태평가기준에 의거 전차와 동일한 "C등급"으로 평가됨.					

1.2.5 보수·보강 이력

본 과업대상시설물의 보수·보강 이력 사항은 관리주체 보유자료 및 시설물정보관리 종합시스템(FMS)을 참고 하였으며, 확인 결과 계남고가교의 보수·보강 이력은 다음과 같다.

<표 1.2.4> 보수·보강 이력

공사기간	공사구분	부위	공사내역	시공자
2001.02 ~2001.03	보수	교량난간	L=14m, 2.3span	용성기획
2004.03 ~2004.12	보수	교면포장외 3종	재포장(오버레이 등)외 9종	인향테크(주)
2005.03 ~2005.04	보수	신축이음	교체	인향테크(주)
2008.07 ~2008.10	보수	프리스트레스트외 1종	균열보수공법(표면처리, 주입, 충전 등)외 3종	풍산건설(주)

1.2.6 내진설계 적용여부 확인

본 교량의 내진설계 적용 여부는 시설물관리종합시스템(FMS)상의 설계도서 및 발주처 제공 자료를 분석하였고, 미적용된 것으로 확인 하였다.

<표 1.2.5> 내진설계 적용여부

시설물명		교량 시점위치(읍면동리까지 기입)		교량 종점위치(읍면동리까지 기입)		설계활하중	허용통행하중
계남고가교		경기도 부천시 원미구 중3동 종부경찰서앞		경기도 부천시 원미구 중1동 1141-2		DB-24/DL-24	43.2 ton
연장		폭(m)			차로수		내진설계적용여부
길이(m)	경간수	최대	보도	차도	계	상행	하행	계	
250	5	60	0	23.5	23.5	3	3	6	미적용
상부구조	경간구성	2@45 + 2@50 + 60 = 250							
	구분	경간형식		받침종류		신축이음종류			하부통과 제한높이(m)
	대표	P.S.C BOX		포트받침		마계바주이트			5
	기타								
하부구조	구분	교각			교대			교차노선 (또는 교차하천)	교차하천 최고수심(m)
		형식	기초형식		형식	기초형식			
	대표	벽식(WL)			중력식	강관 Pile		신흥로	0
	기타								
하천해상교량 해당여부		비해당	부착시설내용						
기타 상세제원									

1.2.7 기존자료 분석결과 점검방향 설정

1) 기존 점검 검토결과 정기적인 정기안전점검 및 정밀안전점검 등이 주기적으로 이루어진 것으로 확인되었으며, 기존 점검 중 발생된 주요 손상 구간에 대하여 면밀한 조사가 요구된다.

2) 금번 점검 시 중점적으로 관찰한 사항은 다음과 같다.

① 바닥판하면 균열, 백태, 박락, 파손 등 추가 손상 발생 여부 확인.

② 교면포장 균열, 파손, 소성변형 등 추가손상 발생 여부 확인.

③ PSC BOX 및 격벽 균열, 철근노출, 파손 등 추가손상 발생 여부 확인.

④ 방호벽 표면열화, 철근노출, 박락, 몰탈들뜸 등 발생 여부 확인.

⑤ 기타 콘크리트 부재 균열, 철근노출, 파손 등 발생 여부 확인.

⑥ 기타 공용 중 나타날 수 있는 신규손상 발생 여부 확인.

1.3 현장조사 및 시험

1.3.1 개요

계남고가교는 1993년 03월 20일 준공되어 현재까지 약 27년간 공용된 1종 시설물로 행정구역상 부천시 원미구 중3동 일원에 위치한 DB-24/DL24의 교량이다. 상부구조는 PSC 박스거더 이며, 하부구조는 교대 A1 중력식, A2 역T형, 교각 벽식 으로 시공되어 있고, 총 연장은 250.0m(2@45.0+2@50.0+60.0)이다.

본 외관조사는 과업대상시설물에 대하여 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침-교량편(2019. 9, 국토교통부, 한국시설안전공단)』의 평가기준에 근거하여 구조물에 발생된 손상정도에 따라 등급 a~e의 5단계로 구분하여 판정하였다. 금번 점검은 기 안전점검 및 기초자료 등을 분석하여 발생된 손상의 진전 및 보수부의 재손상 유무를 주로 조사하였고, 발생된 결함 및 손상을 정확히 파악하고 과업지시서 내용을 충분히 반영하기 위해 주요 조사대상 항목을 선정하였으며 구간별, 부재별 균열상태(길이, 방향, 폭, 깊이), 누수, 콘크리트 박리·박락, 철근노출 및 재료분리 현상, 보수·보강부위의 상태 등에 대한 조사를 중점적으로 조사하였다. 또한, 조사시 시설물 부재 전체에 대하여 가능한 한 근접한 상태에서 육안조사를 실시함을 원칙으로 하였으며, 접근장비로는 고소작업차, 사다리 등을 이용하였다.

본 장에서는 외관조사 결과 확인된 결함과 손상 상태에 대하여 시설물의 구성 부재별로 사진을 첨부하여 설명하고 발생 원인을 분석하여 보수·보강 및 유지관리 방안을 마련하는데 참고할 수 있도록 하였으며, 전체 부재에 대한 외관조사망도를 작성하여 향후 시설물의 점검 및 유지관리 시 효율적으로 활용할 수 있도록 작성하였다.

고소를 이용한 현장조사

사다리를 이용한 근접조사

<사진 1.3.1> 현장조사 전경

1.3.2 외관조사

가. 상부구조

1) PSC 박스 외부

① 현황

· 본 시설물은 5경간 연속 PSC Box Girder교로 시공되어 있으며, 금회 조사 시, 보수·보강 이력에는 기록되어 있지 않았으나 일부 손상에 대한 보수작업이 실시 된 것으로 확인되었다.

PSC박스 외부 전경①

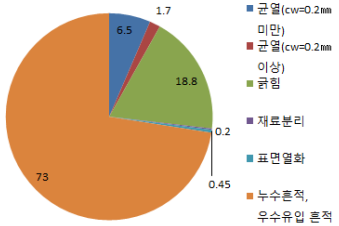
PSC박스 외부 전경②

<사진 1.3.2> PSC 박스 외부 전경

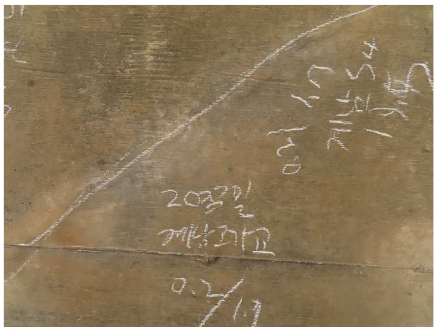
② 점검결과

· PSC 박스 외부 점검결과, 균열, 긁힘, 재료분리, 표면열화, 누수흔적, 우수유입 흔적 등이 조사되었고 보수부 상태는 양호한 것으로 확인되었다.

<표 1.3.1> PSC 박스 외부 외관조사 결과

구분	손상내용	단위	물량	개소	비고	손상현황
PSC 박스 외부	균열(cw=0.2㎜미만)	m	6.5	1	표면처리	
	균열(cw=0.2㎜이상)	m	1.7	1	표면처리	
	긁힘	㎡	18.80	7	주의관찰	
	재료분리	㎡	0.20	1	단면보수	
	표면열화	㎡	0.45	1	단면보수	
	누수흔적, 우수유입 흔적	㎡	73.00	5	주의관찰	

PSC 박스 외부 보수 상태양호



S4 균열(cw=0.2㎜이상)

S4 긁힘

S3 재료분리

S3 표면열화

S2 우수유입흔적

<사진 1.3.3> PSC 박스 외부 손상현황

③ 검토의견

· PSC 박스 외부에 발생된 균열은 시공초기 건조수축, 내·외부 구속의 영향 및 공용 중 온도변화에 따른 신축작용 등의 복합적인 원인에 의해 발생된 비구조적 균열이다. 조사된 균열은 상태평가 시 등급의 차이를 위하여 cw=0.2㎜ 미만과 cw=0.2㎜ 이상으로 구분하여 조사하였으며, 표면보수를 일괄 수행하여 구조물의 내구성 확보를 하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

· 외부충격에 의해 발생된 긁힘은 구조물의 내구성에 미치는 영향은 미미하므로 지속적인 주의관찰 후 추가 손상 발생 시 보수를 실시하는 것이 바람직 할 것이다.

· 국부적으로 조사된 파손, 재료분리는 시공초기 다짐불량 및 거푸집 조기탈형, 품질관리 미흡, 충격 등에 의해 발생 되었으며, 발생빈도 및 크기가 작은 상태이나 구조물의 내구성 확보를 위하여 단면보수를 시행하여야 할 것이다.

· 시공초기 다짐불량, 거푸집 조기탈형, 품질관리미흡 외기 영향 등으로 판단되는 표면열화는 내구성 향상을 위해 단면보수가 필요하다.

· 누수흔적, 우수유입 흔적은 기 점검과 손상의 규모가 동일 하고 손상이 진전이 없는 것으로 조사되어 지속적인 주의관찰을 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

2) PSC 박스 내부

① 현황

· 본 시설물은 5경간 연속 PSC Box Girder교로 금회 조사 시, 보수·보강 이력에는 기록되어 있지 않았으나 일부 손상에 대한 보수작업이 실시 된 것으로 확인되었다.

PSC 박스 내부 전경①

PSC 박스 내부 전경②

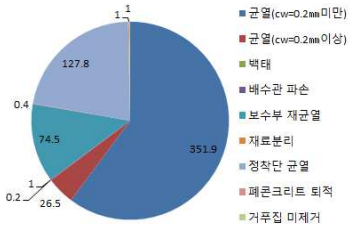
<사진 1.3.4> PSC 박스 내부 전경

② 점검결과

· PSC 박스 내부 점검결과 보수부 상태는 양호하고, 균열, 누수, 백태, 배수관 파손, 보수부 재균열, 재료분리, 철근노출, 정착단 균열 등이 조사되었다.

<표 1.3.2> PSC 박스 내부 외관조사 결과

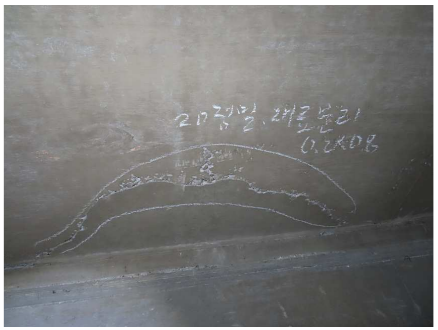
구분	손상내용	단위	물량	개소	비고	손상현황
PSC 박스 내부	균열(cw=0.2㎜미만)	m	351.9	331	표면처리	
	균열(cw=0.2㎜이상)	m	26.5	18	표면처리	
	백태	㎡	0.20	1	표면처리	
	배수관 파손	EA	1	1	재설치	
	보수부 재균열	m	74.5	36	표면처리	
	재료분리	㎡	0.4	2	단면보수	
	정착단 균열	m	127.8	275	표면처리	
	폐콘크리트 퇴적	EA	1	1	주의관찰	
	거푸집 미제거	EA	1	1	주의관찰	



S1-G1 보수부 상태 양호

S2-G1 백태

S1-G3 백태



S1-G1 재료분리

<사진 1.3.5> PSC 박스 내부 손상현황

S5-G1 정착단 균열

S4-G3 거푸집 미제거

<사진 1.3.5> PSC 박스 내부 손상현황(계속)

③ 검토의견

· PSC 박스 내부에 발생된 균열은 시공초기 건조수축, 내·외부 구속의 영향 및 공용 중 온도변화에 따른 신축작용 등의 복합적인 원인에 의해 발생된 비구조적 균열이다. 조사된 균열은 상태평가 시 등급의 차이를 위하여 cw=0.2㎜ 미만과 cw=0.2㎜ 이상으로 구분하여 조사하였으며, 표면보수를 일괄 수행하여 구조물의 내구성 확보를 하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

· 국부적으로 발생한 백태는 습기 및 온도차이에 의해 발생한 것으로 발생빈도 및 크기가 작은 상태이나 장기적인 구조물의 내구성 확보를 위하여 표면처리를 하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

· 배수관 파손은 외부 충격 및 시공불량 등으로 발생되었으며, 우기시 PSC 박스 내부 체수가 유발되므로 재설치를 실시하는 것이 바람직하다.

· 보수부 시공 불량 등으로 발생한 보수부 재균열, 정착단 균열은 내구성 확보를 위해 표면처리를 실시하는 것이 필요하다.

· 폐콘크리트 퇴적 및 거푸집 미제거는 구조물의 내구성에 영향이 미미 하므로 지속적인 주의관찰 후 추가 보수작업시 일괄로 제거 작업을 실시하는 것이 필요할 것이다.

3) PSC 박스 격벽

① 현황

· 본 시설물은 5경간 연속 PSC Box Girder교로 시공되어 있으며 각 경간별 지점부에 콘크리트 격벽이 설치되어 있다. 금회 조사 시, 보수·보강 이력에는 기록되어 있지 않았으나 일부 손상에 대한 보수작업을 실시한 것으로 확인되었다.

PSC 박스 내부 격벽 전경①

PSC 박스 내부 격벽 전경②

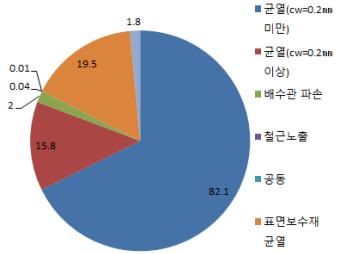
<사진 1.3.6> PSC 박스 내부 격벽 전경

② 점검결과

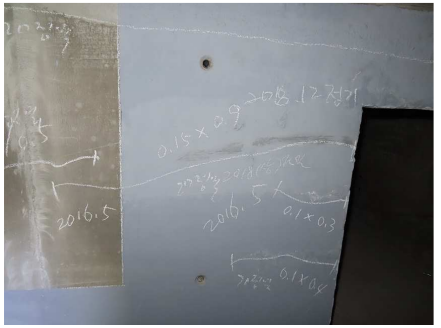
· PSC 박스 격벽 점검결과, 보수부 상태는 양호하고, 균열 배수관 파손, 철근노출, 공동, 표면보수재 균열, 표면보수재 망상균열 등이 조사되었다.

<표 1.3.3> PSC 박스 격벽 외관조사 결과

구분	손상내용	단위	물량	개소	비고	손상현황
PSC 박스 격벽	균열(cw=0.2㎜미만)	m	82.1	100	표면처리	
	균열(cw=0.2㎜이상)	m	15.8	16	표면처리	
	배수관 파손	m	2.0	1	재설치	
	철근노출	㎡	0.04	1	방청+단면보수	
	공동	㎡	0.01	1	단면보수	
	표면보수재 균열	m	19.5	1	표면처리	
	표면보수재 망상균열	㎡	1.80	1	표면처리	



S1-G3 보수 상태양호

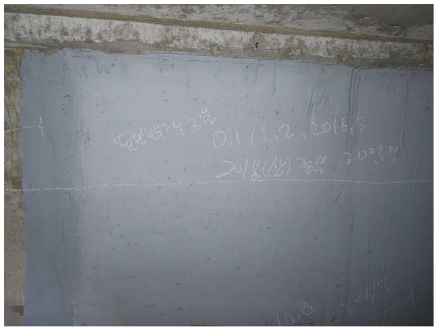


S2-G3 균열(cw=0.2㎜미만)

S2-G2 균열(cw=0.2㎜이상)

S5-G2 배수관 파손

S2-G2 철근노출



S3-G2 표면보수재 균열(cw=0.2㎜미만)

<사진 1.3.7> PSC 박스 격벽 손상현황

③ 검토의견

· PSC 박스 격벽에 발생된 균열은 시공초기 건조수축, 내·외부 구속의 영향 및 공용 중 온도변화에 따른 신축작용 등의 복합적인 원인에 의해 발생된 비구조적 균열이다. 조사된 균열은 상태평가 시 등급의 차이를 위하여 cw=0.2㎜ 미만과 cw=0.2㎜ 이상으로 구분하여 조사하였으며, 표면보수를 일괄 수행하여 구조물의 내구성 확보를 하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

· 배수관 파손은 외부 충격 및 시공불량 등으로 발생되었으며, 우기시 PSC 박스 내부 체수가 유발되므로 재설치를 실시하는 것이 바람직하다.

· 국부적으로 발생된 철근노출은 시공초기 다짐불량 및 거푸집 조기탈형, 외부충격, 국부적인 피복두께 부족 등에 의해 발생되었으며 내구성 확보를 위하여 방청 후 단면보수가 필요할 것이다.

· 마감 및 시공불량 등으로 발생된 공동은 발생빈도 및 크기가 작은 상태이나 구조물의 내구성 확보를 위하여 단면보수를 시행하여야 할 것이다.

· 보수부 시공 불량 등으로 발생한 표면보수재 균열, 망상균열은 내구성 확보를 위해 표면처리를 실시하는 것이 필요하다.

나. 하부구조

1) 교대

① 현황

· 본 교량의 교대 구조형식은 A1이 중력식, A2는 역T형으로 시공 되어있으며, 금회 조사 시, 보수·보강 이력에는 기록되어 있지 않았으나 일부 손상에 대한 보수작업이 실시 된 것으로 확인되었다.

교대(A1) 전경

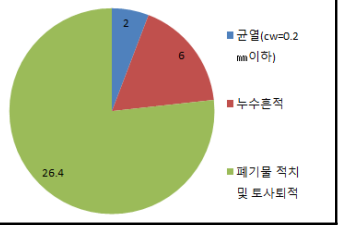
교대(A2) 전경

<사진 1.3.8> 교대 전경

② 점검결과

· 교대 점검결과 전반적으로 보수를 실시한 것으로 조사되었고, 보수상태는 양호하며 일부 균열, 누수흔적, 폐기물 적치 등이 조사되었다.

<표 1.3.4> 교대 외관조사 결과

구분	손상내용	단위	물량	개소	비고	손상현황
교대	균열(cw=0.2㎜이하)	m	2.0	4	표면처리	
	누수흔적	EA	6	6	주의관찰	
	폐기물 적치 및 토사퇴적	㎡	26.40	2	주의관찰	

A1 보수상태 양호

A2 균열(cw=0.2㎜이하)

<사진 1.3.9> 교대 손상현황

A2 폐기물 적치 및 토사퇴적

A2 누수흔적

<사진 1.3.9> 교대 손상현황(계속)

③ 검토의견

· 교대에 조사된 균열 건조수축, 온도변화, 내·외부구속 작용 등 부피변화에 기인한 균열로 조사 되었었다. 조사된 균열은 기 점검과 비교결과 진행성이 없는 것으로 확인되었으며, 표면처리를 시행하여 구조물의 내구성 저하 방지가 필요하다.

· 누수흔적, 폐기물 적치 및 토사퇴적은 기 점검과 동일한 손상으로 구조물의 사용성에 지장이 없는 것으로 판단되어 주의관찰 후 향후 손상의 진행상태에 따른 유지관리가 필요할 것이다.

2) 교각

① 현황

· 본 교량의 교각은 벽식으로 총 4기가 시공되어 있으며, 모든 교각에 점검로가 설치 되어 있는 것으로 확인되었다. 금회 조사 시, 보수·보강 이력에는 기록되어 있지 않았으나 일부 손상에 대한 보수작업이 실시 된 것으로 확인되었다.

교각(P1) 전경

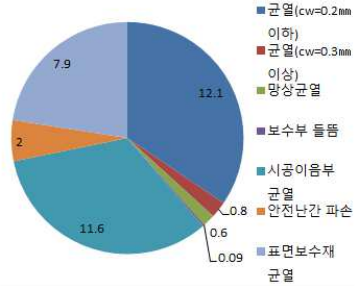
교각(P4) 전경

<사진 1.3.10> 교각 전경

② 점검결과

· 교각 점검결과 보수부 상태는 양호하며, 균열, 망상균열, 보수부 들뜸, 시공이음부 균열, 안전난간 파손, 표면보수재 균열 등이 조사되었다.

<표 1.3.5> 교각 외관조사 결과

구분	손상내용	단위	물량	개소	비고	손상현황
교각	균열(cw=0.2㎜이하)	m	12.1	17	표면처리	
	균열(cw=0.3㎜이상)	m	0.8	1	주입보수	
	망상균열	㎡	0.60	1	단면보수	
	보수부 들뜸	㎡	0.09	1	단면보수	
	시공이음부 균열	㎡	11.60	1	표면처리	
	안전난간 파손	m	2.0	2	재설치	
	표면보수재 균열	m	7.9	8	표면처리	

P1 보수 상태양호

P2 균열(cw=0.3㎜이상)

P3 망상균열

P3 보수부 들뜸

P3 안전난간 파손

P4 시공이음부 균열

<사진 1.3.11> 교각 손상현황

③ 검토의견

· 교각에 조사된 균열 및 망상균열은 형상, 방향성, 발생 위치 등을 고려해 볼 때 건조수축, 온도변화, 내·외부구속 작용 등 부피변화에 기인한 균열로 조사 되었었다. 조사된 cw=0.3㎜이상 균열은 주입보수 후 지속적인 주의관찰을 하고, cw=0.2㎜이하 균열, 망상균열은 표면처리를 시행하여 구조물의 내구성 저하 방지가 필요하다.

· 백태는 P4에 기둥부에 발생 되었으며, 공용증가에 의한 하부 섬진강의 습기 및 온도차이로 인하여 비건전부에 발생된 것으로 표면처리를 통한 보수가 필요할 것으로 판단된다.

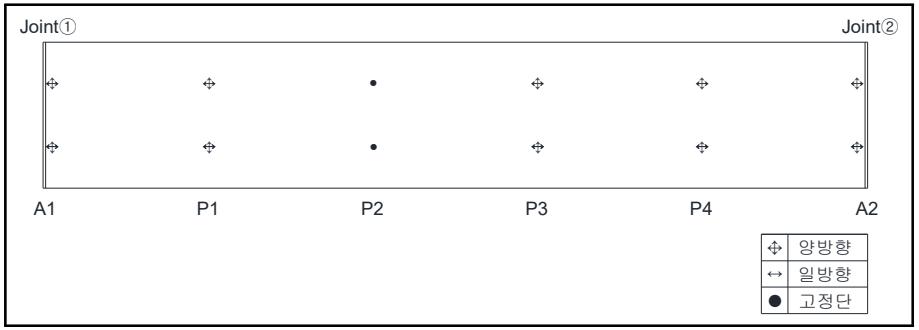
· 보수부 시공 불량, 품질관리 미흡 등으로 발생한 보수부 들뜸, 표면보수재 균열, 시공이음부 균열은 내구성 확보를 위해 보수부 들뜸은 단면보수를 실시하고, 표면보수재 균열, 시공이음부 균열은 표면처리를 실시하는 것이 바람직하다.

· 그 외 조사된 안전난간 파손은 추후 구조물 점검시 효율적인 점검을 위해 재설치가 필요할 것이다.

다. 교량받침

1) 현황

· 교량받침의 형식은 전개소 포트받침으로 교대 2개소씩 2기, 교각 2개소씩 4기, 총 12개소가 설치되어 있으며, P2가 고정단으로 시공되어 있다. 금회 조사 시, 보수·보강 이력에는 기록되어 있지 않았으나 전 개소 교체작업이 실시된 것으로 확인되었다.



<그림 1.3.1> 교량받침 배치도

2) 점검결과

· 교량받침 점검결과 전개소 교체가 완료되었고 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

<표 1.3.6> 교량받침 외관조사 결과

구분	손상내용	단위	물량	개소	비고	손상현황
교량받침	상태양호	-	-	-	-	-

A1-Sh1 교량받침 상태양호

P2-Sh1 교량받침 상태양호

<사진 1.3.12> 교량받침 손상현황

3) 검토의견

· 조사결과 교량받침, 받침 몰탈, 받침 콘크리트 모두 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

4) 교량받침 이동량 검토

· 본 교량의 받침은 포트받침으로 상부구조 신축거동에 따른 영향을 파악하고자 이동 여유량을 조사하여 아래와 같이 수록하였다.

<표 1.3.7> 교량받침 이동량 산정

구분	온도변화 (⊿T, ℃)		선팽창계수 (α)	신축길이 (L, m)	온도변화에 의한 이동량(㎜)	
	하절기(신장)	동절기(수축)			하절기(신장)	동절기(수축)
A1	16.4	23.6	1.0×10-5	95.0	15.6	22.4
P1	16.4	23.6	1.0×10-5	50.0	8.2	11.8
P2	고정단					
P3	16.4	23.6	1.0×10-5	60.0	9.8	14.2
P4	16.4	23.6	1.0×10-5	110.0	18.0	26.0
A2	16.4	23.6	1.0×10-5	155.0	25.4	36.6

※ 조사시 온도 : 18.6℃(2020.05.23)
※ 검토온도 : -5℃ ~ +35℃(보통지방, 콘크리트교)

<표 1.3.8> 교량받침 이동량 검토결과

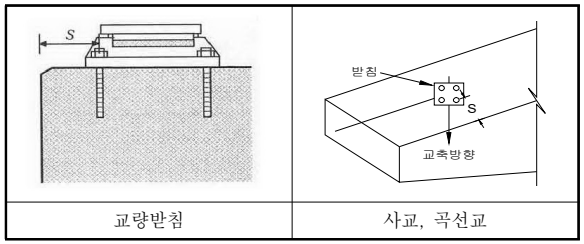
구분		실측이동량 (㎜)	온도변화에의한 최대 받침 이동량(㎜)		실측 받침 가동여유량(㎜)		받침용량 (㎜)	검토 결과
			최대신장 이동량	최대수축 이동량	신장여유량	수축여유량		
A1	Sh1	2.0	22.4	15.6	86.0	72.0	±150	O.K
	Sh2	3.0			87.0	71.0	±150	O.K
P1	Sh1	-8.0	11.8	8.2	76.0	82.0	±150	O.K
	Sh2	-8.0			76.0	82.0	±150	O.K
P2		고정단						
P3	Sh1	-10.0	14.2	9.8	74.0	84.0	±150	O.K
	Sh2	-10.0			74.0	84.0	±150	O.K
P4	Sh1	-4.0	26.0	18.0	80.0	78.0	±150	O.K
	Sh2	-5.0			79.0	79.0	±150	O.K
A2	Sh1	-8.0	36.6	25.4	76.0	82.0	±150	O.K
	Sh2	-9.0			75.0	83.0	±150	O.K

※ 판정 : 0 ≤ 실측가동 여유량(받침용량±실측 이동량) - 최대받침 이동량 ⇒ O.K
※ 받침용량 : ±150㎜

· 본 구조물에 대한 교량받침 이동량을 검토한 결과 전체적으로 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되어 교량받침의 가동에는 문제가 없는 것으로 판단된다.

5) 연단거리 검토

· 교대 및 교각 상부의 교좌면은 상부구조로부터 집중하중을 받는 부위로 연단거리가 짧으면 고정단에서는 콘크리트가 파손되거나 받침이 파손되고 가동단에서는 받침이 벗어나, 심한 경우 거더가 낙하할 수도 있기 때문에 교량의 교축방향의 받침연단과 하부구조 정부연단 사이의 거리는 다음 값(S) 이상이어야 하며, 교량의 받침부 연단거리 측정은 다음과 같은 방법으로 측정한다. (도로교설계기준, 2010 참조)



교량받침 사교, 곡선교

- 거더의 경간길이 100m이하 :
S = 200 + 5L
- 거더의 경간길이 100m이상 :
S = 300 + 4L

여기서 S : 받침연단거리(㎜)
L : 거더의 경간길이(m)

<그림 1.3.2> 교량받침 연단거리 측정방법

<표 1.3.9> 연단거리 측정 결과

구분		계산 연단거리 (㎜)	실측 연단거리(㎜)		검토 결과
			Sh1	Sh2	
A1		425	430	435	O.K
P1	시점측	425	1200	1250	O.K
	종점측	450	1200	1250	O.K
P2	시점측	450	1200	1300	O.K
	종점측	500	1200	1300	O.K
P3	시점측	500	1350	1400	O.K
	종점측	450	1350	1400	O.K
P4	시점측	450	1350	1400	O.K
	종점측	425	1350	1400	O.K
A2		425	400	390	N.G

※ 연단거리 산출 : 200 + 5 × 45.0(m) = 425(㎜)
※ 연단거리 산출 : 200 + 5 × 50.0(m) = 450(㎜)
※ 연단거리 산출 : 200 + 5 × 60.0(m) = 500(㎜)

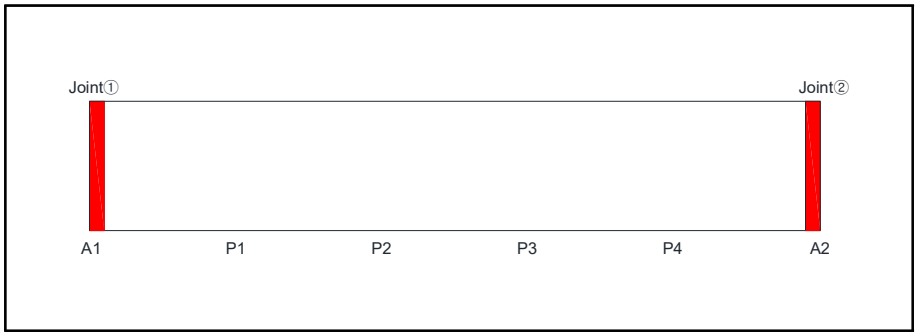
· 연단거리 측정 결과, 전반적으로 계산치(425~500㎜)를 상회하는 것으로 분석되었으나, A2에서 연단거리가 다소 부족한 것으로 분석되었다. 금번 점검시 교량받침 전개소가 보수되어 연단 부족에 대한 손상은 발생되지 않았으므로 지속적인 주의관찰을 통한 손상발생여부를 확인하는 것이 바람직할 것이다.

라. 기타부재

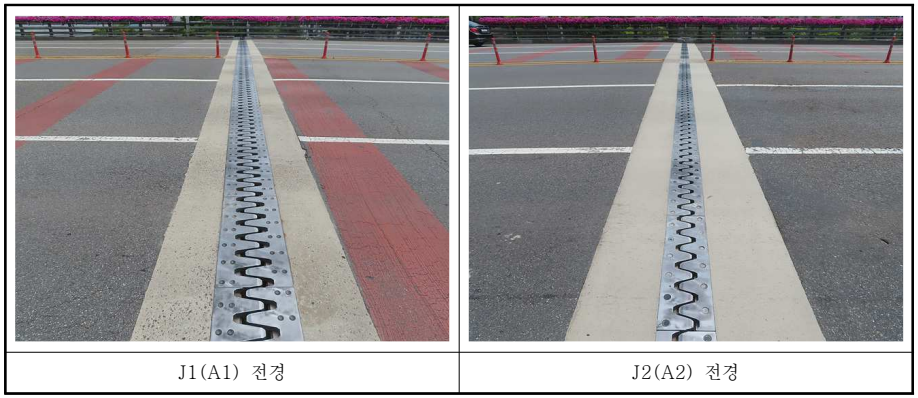
1) 신축이음

① 현황

· 신축이음장치는 온도변화 및 활하중에 따른 상부구조의 신축작용을 원활하게 수용하고 상부구조 이음부에서 차량의 주행성을 확보하기 위한 중요한 부속 시설물로서 본 구조물의 차도부 신축이음은 핑거조인트 형식으로 총 2개소, 시점부 옹벽구간 상부에 New 모노셀 조인트 형식으로 5개소 설치되어 있다. 금회 조사 시, 보수·보강 이력에는 기록되어 있지 않았으나 전 개소 교체작업이 실시된 것으로 확인되었다.

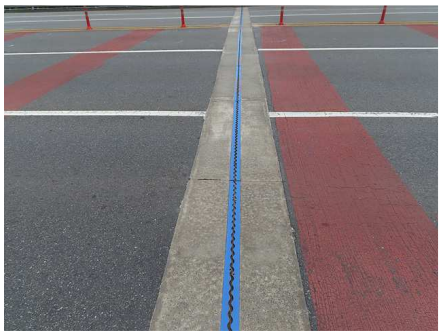


<그림 1.3.3> 신축이음 현황



J1(A1) 전경 J2(A2) 전경

<사진 1.3.13> 신축이음 전경


시점부 옹벽구간 A1-5 전경

시점부 옹벽구간 A1-3 전경

<사진 1.3.13> 신축이음 전경(계속)

② 점검결과

· 신축이음 점검결과 전개소 교체를 실시하여 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

<표 1.3.10> 신축이음 외관조사 결과

구분	손상내용	단위	물량	개소	비고	손상현황
신축이음 장치	상태양호	-	-	-	-	-

④ 신축이음 신축거동상태 검토

· 신축량을 검토하여 신축이음의 원활한 작동 여부를 확인하고자 유간량을 실측한 후 설계 이동량과 비교·검토하였다.

<표 1.3.11> 신축이음 신축이동량 산정

구 분	온도변화 (⊿T, ℃)		선팽창 계수 (α)	신축거더 길이(L, m)	온도 변화에 의한 이동량(㎜)	
	하절기(신장)	동절기(수축)			하절기(신장)	동절기(수축)
J1(A1)	16.4	23.6	1.0×10^{-5}	95.0	15.6	22.4
J2(A2)	16.4	23.6	1.0×10^{-5}	155.0	25.4	36.6

※ 조사시 온도 : 18.6℃(2020.05.23)
※ 검토온도 : -5℃ ~ +35℃(보통지방, 콘크리트교)

<표 1.3.12> 신축이음 가동여유량 산정결과

구 분	계산 이동량 (㎜)		점검당시 실측유간(㎜) ③			신축 여유량(㎜)		평 가
	최대 신장시 ①	최대 수축시 ②	신축 이음 장치	바닥판	거더	최대 수축시 ③-②	최대 신장시 ③-①	
J1(A1)	15.6	22.4	75.0	180.0	175.0	52.58	59.4	O.K
J2(A2)	25.4	36.6	53.0	70.0	90.0	16.42	27.6	O.K

※ 판정 : 0.0㎜ ≤ 신축 여유량 ≤ 허용량 ⇒ O.K

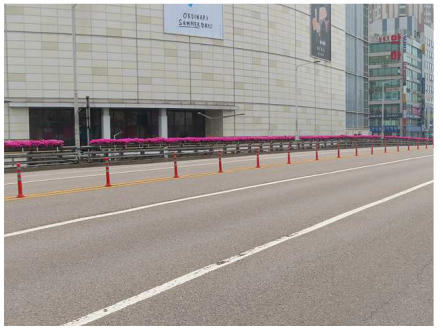
· 전 구간에 설치된 신축이음 유간, 바닥판 및 거더유간을 각각 측정한 결과, 측정된 유간은 신축여유량을 확보하고 있는 것으로 나타나 신축이음의 거동상태는 양호한 것으로 판단된다.

2) 교면포장

① 현황

· 교면포장은 왕복 6차로에 아스팔트(ASP)포장으로 시공되어있다. 금회 조사 시, 보수·보강 이력에는 기록되어 있지 않았으나 일부 손상에 대한 보수작업이 실시 된 것으로 확인되었다.

교면포장 전경①

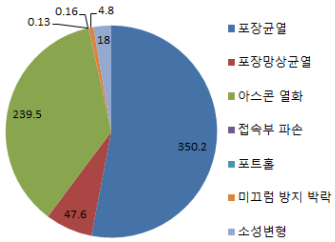

교면포장 전경②

<사진 1.3.14> 교면포장 전경

② 점검결과

· 교면포장 점검결과 포장균열, 포장망상균열, 아스콘 열화, 접속부 파손, 포트홀, 미끄럼 방지 박락, 소성변형 등이 조사되었다.

<표 1.3.13> 교면포장 외관조사 결과

구분	손상내용	단위	물량	개소	비고	손상현황
교면포장	포장균열	m	350.2	62	주의관찰	
	포장망상균열	㎡	47.60	8	소파보수	
	아스콘 열화	㎡	239.5	4	재포장	
	접속부 파손	㎡	0.13	1	소파보수	
	포트홀	㎡	0.16	2	소파보수	
	미끄럼 방지 박락	㎡	4.80	3	주의관찰	
	소성변형	㎡	18.00	4	소파보수	

S3 포장균열

S1 아스콘 열화

S2 아스콘 열화

S1-G1 재료분리

<사진 1.3.15> 교면포장 손상현황

③ 검토의견

· 교면포장에 발생된 접속포장부 파손, 아스콘 파손, 포트홀, 망상균열 등의 손상은 중차량의 지속적인 통행, 온도변화에 의한 신축작용 등의 복합적인 원인에 의해 발생된 것으로 판단된다. 조사된 손상은 손상부를 통한 우수 및 제설제의 유입 가능성이 있으므로, 시설물의 내구성 향상을 위해 망상균열, 파손, 소성변형 등은 소파보수를 실시하고, 열화부는 재포장을 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

· 포장균열부 및 미끄럼 방지 박락부는 부분보수 시 보수의 효율성이 떨어지므로 지속적인 주의관찰후 손상의 진전시에 일괄 보수하는 것이 바람직할 것이다.

3) 배수시설

① 현황

· 배수시설은 육교형으로 상부 배수구는 총 24개소가 설치되어 있다.

배수구 전경

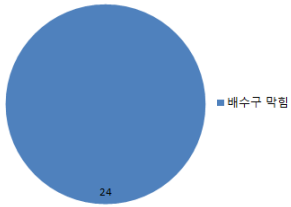
배수관 전경

<사진 1.3.16> 배수시설 전경

② 점검결과

· 배수시설 점검결과 배수구 및 배수시설은 전개소 배수구 막힘으로 조사되었다.

<표 1.3.14> 배수시설 외관조사 결과

구분	손상내용	단위	물량	개소	비고	손상현황
배수시설	배수구 막힘	EA	24	24	청소	

S1 배수구 막힘

S3 배수구 막힘

<사진 1.3.17> 배수시설 손상현황

③ 검토의견

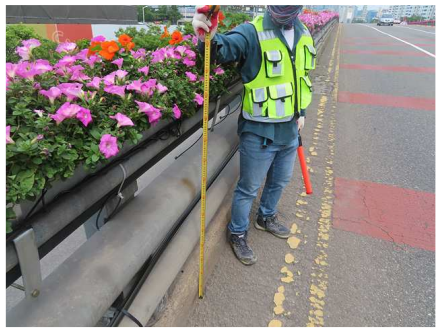
· 배수구는 토사 및 이물질로 인하여 전개소가 막힌 상태로 배수기능 장애가 발생할 수 있으므로 주기적인 청소가 필요한 상태이다.

4) 난간 및 연석

① 현황

· 본 교량의 좌·우측에는 연석 및 난간이 시공되어 있으며, 높이는 1.20m로 시공되어있다. 금회 조사 시, 보수·보강 이력에는 기록되어 있지 않았으나 일부 손상에 대한 보수작업이 실시 된 것으로 확인되었다.

방호벽 전경①



방호벽 전경②

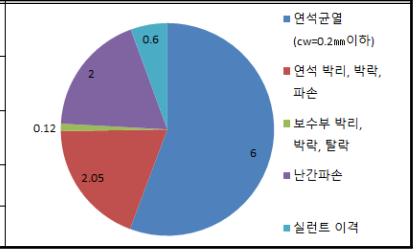
<사진 1.3.18> 난간 및 연석 전경

② 점검결과

· 난간 및 연석 외관조사 결과 보수부 상태는 양호하고, 균열, 연석 박리, 박락, 파손, 난간파손, 실런트 이격 등이 조사되었다.

<표 1.3.15> 방호벽 외관조사 결과

구분	손상내용	단위	물량	개소	비고	손상현황
난간 및 연석	연석균열 (cw=0.2㎜이하)	m	6.0	3	표면처리	
	연석 박리, 박락, 파손	㎡	2.05	5	주의관찰	
	보수부 박리, 박락, 탈락	㎡	0.12	1	주의관찰	
	난간파손	EA	2	1	주의관찰	
	실런트 이격	m	0.6	1	주의관찰	



S1 연석 보수 상태 양호

A1 접속부 연석균열

A1 접속부 박리 및 박락

A1 접속부 난간 파손

<사진 1.3.19> 방호벽 손상현황

③ 검토의견

· 연석에 조사된 균열은 외부구속 및 공용 중 건조수축 등에 의해 발생된 비구조적 균열이며 표면처리를 시행하여야 할 것으로 판단된다.

· 조사된 박리 및 박락, 파손은 공용 중 외기의 영향 및 동절기 염화칼슘 등에 의해 발생된 것으로 내구성 향상을 위해 박리 및 박락, 파손은 손상의 규모가 미세하여 주의관찰 후 손상의 진전시 일괄보수가 바람직할 것이다.

· 외부 충격에 의해 발생된 난간파손은 기능에 문제가 없는 것으로 판단되어 지속적인 주의관찰 후 교체시기를 결정하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

· 실런트 이격은 공용 중 건조수축 및 외기의 영향으로 발생되었으며 기 점검과 손상의 규모가 동일하고 정도가 미미하여 지속적인 주의관찰이 필요할 것이다.

마. 기초부

1) 현황

· 본 시설물의 기초는 교대 강관 파일, 교각 P1~P3 강관 파일, P4 기초보강 으로 시공되었으며, 현장 조사 시 지중에 근입 되어있어 육안조사는 어려운 상황이다.

· 기초 주변의 외관조사결과 기초부의 파손, 기울음, 전도 등의 손상은 조사되지 않은 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

<표 1.3.16> 기초부 외관조사 결과

구분	손상내용	단위	물량	개소	비고	손상현황
기초부	상태양호	-	-	-	-	-

P4 교각 기초 주변상태 양호

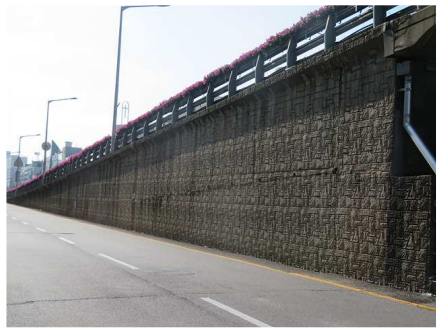
A2 교대 기초 주변상태 양호

<사진 1.3.20> 기초부 전경

바. 접속부 옹벽

1) 현황

· 본 교량의 접속부 옹벽은 시·종점부에 시공되어 있으며, 시점부 옹벽의 하부에는 대형 하수박스가 통과하고 있으며, 옹벽 내부는 4련 Box로 시공되어 있다. 금회 조사 시, 보수·보강 이력에는 기록되어 있지 않았으나 일부 손상에 대한 보수작업이 실시 된 것으로 확인되었다.



접속부 옹벽 외부 전경

접속부 옹벽 내부 전경

<사진 1.3.21> 접속부 옹벽 전경

2) 점검결과

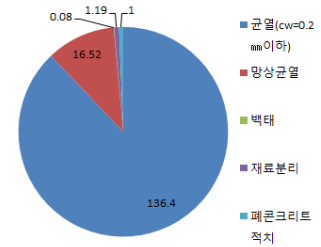
· 접속부 옹벽 외관조사 결과 균열, 맥태, 박리, 박락, 철근노출, 망상균열, 재료분리 등이 조사되었다.

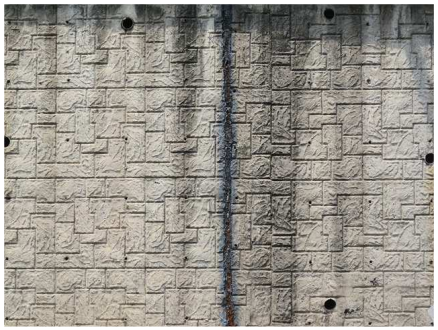
<표 1.3.17> 접속부 옹벽(외부) 외관조사 결과

구분		손상내용	단위	물량	개소	비고	손상현황
접속옹벽	외부	균열 (cw=0.2㎜이하)	m	11.4	6	표면처리	
		균열 (cw=0.3㎜이상)	m	3.70	2	주입보수	
		조인트 탈락, 이격, 파손	㎡	4.29	6	단면보수	
		균열부 백태	m	0.23	2	표면처리	
		박리, 박락	㎡	1.29	5	단면보수	
		배수구 막힘	EA	1	1	청소	
		철근노출	㎡	0.90	5	방청+단면보수	

<표 1.3.18> 접속부 옹벽(내부) 외관조사 결과

구분		손상내용	단위	물량	개소	비고	손상현황
접속 옹벽	내부	균열 (cw=0.2㎜이하)	m	136.4	72	표면처리	
		망상균열	m	16.52	2	표면처리	
		백태	㎡	0.08	4	표면처리	
		재료분리	㎡	1.19	3	단면보수	
		폐콘크리트 적치	EA	1	1	주의관찰	





옹벽 외부 조인트 탈락, 이격

옹벽 외부 균열 및 백태

옹벽 외부 박리

옹벽 외부 철근노출

<사진 1.3.22> 접속부 옹벽(외부) 손상현황

옹벽 내부 보수 상태양호

옹벽 내부 균열(cw=0.2㎜이하)

옹벽 내부 백태

옹벽 내부 재료분리

<사진 1.3.23> 방호벽 손상현황

3) 검토의견

· 접속부 옹벽에 조사된 균열은 외부구속 및 공용 중 건조수축 등에 의해 발생된 비구조적 균열이며 cw=0.2㎜이하는 표면처리를, cw=0.3㎜이상은 주입보수를 시행하여야 할 것으로 판단된다.

· 공용기간 증가 등에 의해 발생된 조인트 손상 및 박리, 박락, 철근노출 등의 단면손상은 내구성 향상을 위해 철근노출은 방청 후 단면보수를, 기타 단면손상은 단면보수를 실시하는 것이 바람직 하다.

· 기타 손상으로는 외기의 영향으로 국부적으로 발생된 백태는 표면처리를 실시하고, 배수구 막힘은 원활한 배수를 위해 청소를 실시하며, 폐콘크리트 적치는 추후 보수작업시 일괄 처리하는 것이 유리할 것으로 판단된다.

사. 외관조사 결과요약

본 교량의 외관조사 결과 요약표는 다음과 같다.

<표 1.3.19> 외관조사 결과요약

구분		주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
PSC 박스	외부	· 균열(cw=0.2㎜ 미만) · 균열(cw=0.2㎜ 이상)	· 비구조적 균열, 콘크리트의 일반적인 손상. → 표면처리
		· 재료분리	· 시공초기 다짐불량 및 거푸집 조기탈형 등에 의해 발생 → 단면보수
		· 표면열화	· 공용기간 증가 → 표면처리
	내부	· 균열(cw=0.2㎜ 미만) · 균열(cw=0.2㎜ 이상)	· 비구조적 균열, 콘크리트의 일반적인 손상. 지점부의 습기 및 온도차이로 백태동반. → 표면처리
		· 백태	· 내·외부 온도차이 및 습기 → 표면처리
		· 재료분리, 박락	· 시공초기 다짐불량 및 거푸집 조기탈형 등에 의해 발생 → 단면보수
		· 정착단 균열 · 보수부 재균열	· 보수부 시공 불량 등으로 발생 → 표면처리
	격벽	· 균열(cw=0.2㎜ 미만) · 균열(cw=0.2㎜ 이상)	· 비구조적 균열, 콘크리트의 일반적인 손상. → 표면처리
		· 철근노출	· 시공초기 다짐불량 및 거푸집 조기탈형, 외부충격, 부착력 저하, 국부적인 피복두께 부족 등에 의해 발생 → 단면보수+방청
		· 표면보수재 균열 · 표면보수재 망상균열	· 보수부 시공 불량 등으로 발생 → 표면처리
하부구조 하부구조	교대	· 균열(cw=0.2㎜ 이하)	· 비구조적 균열, 콘크리트의 일반적인 손상. → 표면처리
	교각	· 균열(cw=0.2㎜ 이하) · 균열(cw=0.3㎜ 이상) · 망상균열	· 비구조적 균열, 콘크리트의 일반적인 손상 → 표면처리
		· 보수부 들뜸 · 시공이음부 균열 · 표면보수재 균열	· 보수부 시공 불량, 품질관리 미흡 → 단면보수, 표면처리
		· 안전난간 파손	· 구조물 점검시 효율적인 점검을 위해 재설치가 필요

<표 1.3.19> 외관조사 결과요약(계속)

구분	주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
교량받침	· 상태양호	· 전개소 교체
신축이음	· 상태양호	· 전개소 교체
교면포장	· 포장부 균열, 망상균열 · 아스콘 열화, 파손 · 포트홀, 소성변형	· 공용기간 증가에 따른 노후화, 품질저하, 반복적인 중차량의 주행 등 시공, 환경, 외적요인이 복합되어 발생 → 소파보수, 재포장
배수시설	· 배수구 막힘	· 이물질 퇴적 등에 의해 발생 → 청소
난간 및 연석	· 균열(cw=0.2㎜ 이하)	· 비구조적 균열, 콘크리트의 일반적인 손상. → 표면처리
	· 박리, 박락	· 시공초기 다짐불량 및 거푸집 조기탈형 등에 의해 발생 → 단면보수
기초부	–	–
접속옹벽	· 균열(cw=0.2㎜ 이하) · 균열(cw=0.3㎜ 이상) · 망상균열	· 비구조적 균열, 콘크리트의 일반적인 손상 → 표면처리
	· 백태	· 내·외부 온도차이 및 습기 → 표면처리
	· 박리, 박락, 재료분리, 철근노출	· 시공초기 다짐불량 및 거푸집 조기탈형, 외부충격, 부착력 저하, 국부적인 피복두께 부족 등에 의해 발생 → 단면보수, 단면보수+방청

아. 기 점검 결과와 비교분석

본 교량의 기 정밀안전점검 결과 비교는 다음과 같다.

<표 1.3.20> 기 점검 결과와 비교

위치	손상내용	기 점검결과		금회 점검결과		손상물량 변화	비고
		물량	단위	물량	단위		
PSC 박스 외부	균열(cw=0.2㎜미만)	6.5	m	8.2	m	1.7	▲
	긁힘	16.64	㎡	18.80	㎡	2.16	▲
	재료분리	8.80	㎡	0.20	㎡	8.6	▼
	표면열화	-	㎡	0.45	㎡	0.45	▼
	누수흔적, 우수유입 흔적	73.00	㎡	73.00	㎡	=	=
	표면보수재 박리, 백태, 망상균열	2.38	㎡	-	-	2.38	▼
PSC 박스 내부	균열(cw=0.2㎜미만)	396.5	m	378.4	m	18.16	▼
	균열(cw=0.2㎜이상)	-	m	26.5	m	26.5	▼
	백태	4.63	㎡	0.20	㎡	4.43	▼
	배수관 파손	4	EA	1	EA	3	▼
	보수부 재균열	77.3	m	74.5	m	2.8	▼
	보수부 망상균열, 들뜸	8.04	㎡	-	-	8.04	▼
	재료분리	6.98	㎡	0.40	㎡	6.58	▼
	정착단 균열	130.3	m	127.8	m	2.5	▼
	철근노출	3.13	-	-	-	3.13	▼
	폐콘크리트 퇴적	1	EA	1	EA	=	=
	거푸집 미제거	1	EA	1	EA	=	=
PSC 박스 격벽	균열(cw=0.2㎜미만)	84.1	m	97.9	m	13.8	▲
	배수관 파손	2.0	m	2.0	m	=	=
	철근노출	-	-	0.04	㎡	-0.04	▲
	공동	0.01	㎡	0.01	㎡	=	=
	표면보수재 균열	20.0	m	19.5	m	0.5	▼
	표면보수재 망상균열	2.90	㎡	1.80	㎡	1.1	▼
교대	균열(cw=0.2㎜이하)	4.0	m	2.0	m	2	▼
	누수흔적	7	EA	6	EA	1	▼
	폐기물 적치 및 토사퇴적	26.4	㎡	26.40	㎡	=	=
	박리, 파손, 철근노출	5.58	㎡	-	-	5.58	▼
교각	균열(cw=0.2㎜이하)	17.0	m	12.1	m	4.9	▼
	균열(cw=0.3㎜이상)	-	-	0.8	m	0.8	▼
	망상균열	1.43	㎡	0.60	㎡	0.83	▼
	보수부 들뜸	0.09	㎡	0.09	㎡	=	=
	시공이음부 균열	1.00	㎡	11.60	㎡	10.6	▲
	안전난간 파손	-	-	2.0	m	2.0	▼
	표면보수재 균열	9.0	m	7.9	m	1.1	▼
교량받침	받침몰탈 균열(0.2mm이하)	9.0	m	-	-	9.0	▼
	받침몰탈 망상균열	0.05	㎡	-	-	0.05	▼
	받침 콘크리트 균열(0.2mm이하)	0.2	m	-	-	0.2	▼
	볼트 부식	10	EA	-	-	10	▼
	볼트 풀림	2	EA	-	-	2	▼
	받침 및 Plate부식	10	EA	-	-	10	▼
	받침 미끌림	2	EA	-	-	2	▼
신축이음 장치	누수	2	EA	-	-	2	▼
	후타재 균열	32.6	m	-	-	32.6	▼

<표 1.3.20> 기 점검 결과와 비교(계속)

위치	손상내용	기 점검결과		금회 점검결과		손상물량 변화	비고
		물량	단위	물량	단위		
신축이음 장치	후타재 재료분리	15.76	㎡	-	-	15.76	▼
	신축이음본체 단차	2	EA	-	-	2	▼
	커버플레이트 소실	2	EA	-	-	2	▼
	본체 부식	0.39	㎡	-	-	0.39	▼
	고무재 파손(누수)	110.0	m	-	-	110	▼
	보수부 박리박락, 탈락	0.12	㎡	-	-	0.12	▼
	체수	1	EA	-	-	1	▼
	후타재 마모, 패임	8.04	㎡	-	-	8.04	▼
	패임, 체수	0.35	㎡	-	-	0.35	▼
교면포장	포장균열	219.0	m	350.2	m	131.2	▲
	포장망상균열	263.60	㎡	47.60	㎡	216	▼
	아스콘 열화	232.50	㎡	239.50	㎡	7	▲
	접속부 파손	12.08	㎡	0.13	㎡	11.95	▼
	포트홀	0.37	㎡	0.16	㎡	0.21	▼
	미끄럼 방지 박락	4.80	㎡	4.80	㎡	=	=
	소성변형	75.00	㎡	18.00	㎡	57	▼
배수시설	배수구 막힘	24	EA	24	EA	=	=
난간 및 연석	연석균열(cw=0.2㎜이하)	62.4	m	6.0	m	56.4	▼
	연석 박리, 박락, 파손	14.80	㎡	2.05	㎡	12.75	▼
	보수부 박리, 박락, 탈락	5.42	㎡	0.12	㎡	5.3	▼
	난간파손	2	EA	2	EA	=	=
	실런트 이격	0.6	m	0.6	m	=	=
	재료분리	0.80	㎡	-	-	0.8	▼
	난간 볼트 풀림	1	EA	-	-	1	▼
	탄력봉 파손	1	EA	-	-	1	▼
	철근노출	0.01	㎡	-	-	0.01	▼
접속부 옹벽 외부	균열(cw=0.2㎜이하)	11.9	m	11.4	m	0.55	▼
	균열(cw=0.3㎜이상)	1.7	m	3.7	m	2	▲
	조인트 탈락, 이격, 파손	0.33	㎡	4.29	㎡	3.96	▲
	균열부 백태	0.17	m	0.23	m	0.06	▲
	박리, 박락	2.51	㎡	1.29	㎡	1.22	▼
	배수구 막힘	1	EA	1	EA	=	=
	철근노출	1.45	㎡	0.90	㎡	0.55	▼
접속부 옹벽 내부	균열(cw=0.2㎜이하)	113.2	m	136.4	m	23.2	▲
	균열(cw=0.3㎜이상)	2.1	m			2.1	▼
	망상균열	210.72	m	16.52	m	194.2	▼
	백태	3.28	㎡	0.08	㎡	3.2	▼
	재료분리	13.6	㎡	1.19	㎡	12.41	▼
	폐콘크리트 적치	1	EA	1	EA	=	=
	박리	9.50	㎡	-	-	9.5	▼
	박락 및 철근노출	5.57	㎡	-	-	5.57	▼
	누수, 백태	32.78	㎡	-	-	32.78	▼
	실링재 탈락	1.2	m	-	-	1.2	▼
	체수	1.00	㎡	-	-	1	▼
	거푸집 미제거	2	EA	-	-	2	▼

1.3.3 내구성조사 결과

가. 개요

본 과업에서는 현장조사 결과를 기초로 각종 검사기구 및 시험 장비를 사용하여 콘크리트 압축강도, 탄산화 깊이 등을 실시하였다.

구조물의 구성 재료인 콘크리트의 역학적·화학적 특성을 체계적으로 규명하여 대상구조물의 내구성평가 및 상태평가의 기본 자료로 활용하였다.

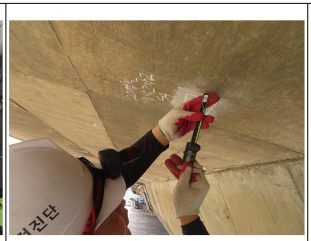
1) 조사현황

본 과업에서 콘크리트 내구성조사를 위해 콘크리트 강도시험, 탄산화 깊이 측정을 실시하였고, 각 부재별 콘크리트 내구성시험 현황은 다음과 같다.

<표 1.3.21> 부재별 재료시험 현황

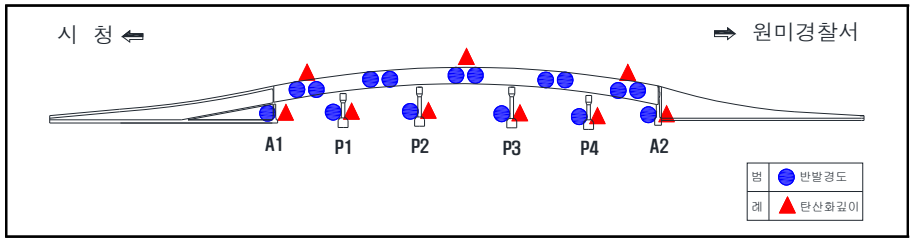
항 목	시험기준		수 량(개소)						비 고
	상부구조	하부구조	기준			실시			
			상부	하부	합계	상부	하부	합계	
반발경도시험	◦50m 마다	◦연장 50m 마다	5	5	10	10	6	16	
탄산화 깊이 측정	◦5경간 이내: 2~3개소[1)] ◦5경간 이상: 3~6개소[2)]		2	4	6	3	6	9	
주1) 교량 상부구조에서 최소 1개소 이상 실시. 주2) 교량 상부구조에서 최소 2개소 이상 실시.									

반발경도시험



탄산화 깊이 측정

피복 두께 측정



<그림 1.3.4> 재료시험 위치도

나. 시험결과 및 분석

1) 콘크리트 강도시험

① 금회 시험결과

반발경도법을 통해 본 구조물에 압축강도를 추정하였으며, 상부구조 10개소, 하부구조 6개소에서 실시하였다. 측정결과, 상부구조 40.7~42.8㎫, 하부구조 25.4~26.8㎫로 설계기준강도(상부구조 : 40.0㎫, 하부구조 : 24.0㎫)를 상회하는 것으로 조사되어 전반적으로 양호한 상태인 것으로 측정되었다.

<표 1.3.22> 반발경도시험 측정결과(㎫)

구분	측정위치	반발경도(Ro)	보정압축강도(㎫)[1)]		평균 압축강도(㎫)	설계 기준강도(㎫)	기준강도 대비(%)	비고
			식①	식②				
상부구조	S1 외부	55.6	45.2	38.0	41.6	40.0	104.0	건전부
	S2 외부	56.2	45.8	38.5	42.1	40.0	105.3	건전부
	S3 외부	55.9	45.5	38.2	41.8	40.0	104.6	비건전부
	S4 외부	56.9	46.5	39.1	42.8	40.0	107.0	비건전부
	S5 외부	55.4	45.0	37.8	41.4	40.0	103.5	건전부
	G1-S1 내부 외벽	55.3	44.9	37.7	41.3	40.0	103.2	건전부
	G2-S2 내부 외벽	54.6	44.2	37.1	40.7	40.0	101.7	건전부
	G2-S3 내부 외벽	56.0	45.6	38.3	42.0	40.0	104.9	비건전부
	G2-S4 내부 외벽	55.9	45.4	38.2	41.8	40.0	104.6	건전부
	G3-S5 내부 외벽	55.8	45.4	38.1	41.7	40.0	104.3	건전부

주1) 상부구조: 식①->과학기술부, 식②->고속철도공단(고강도)
하부구조: 식①->일본재료학회, 식②->일본건축학회
※ 설계강도: 2018년도 정밀안전점검 보고서 참조.
※ 비건전부는 누수 등으로 자주 습윤상태가 되거나, 우수에 노출된 부재 및 기타 표면부의 열화가 진행될 수 있는 부위로, 해당 구간 중 상대비교하여 가장 취약한 부분을 비 건전부로 구분함(「시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(안전점검 진단) - 교량 편(국토교통부/한국시설안전공단, 2019.09.)」

<표 1.3.22> 반발경도시험 측정결과(㎫)(계속)

구분	측정위치	반발경도(Ro)	보정압축강도(㎫)[1]		평균 압축강도(㎫)	설계 기준강도(㎫)	기준강도 대비(%)	비고
			식①	식②				
하부구조	A1	45.3	24.9	26.6	25.7	24.0	107.2	건전부
	A2	44.8	24.5	26.4	25.4	24.0	106.0	건전부
	P1	47.1	26.3	27.4	26.8	24.0	111.8	비건전부
	P2	47.1	26.3	27.4	26.8	24.0	111.8	비건전부
	P3	45.2	24.8	26.5	25.7	24.0	107.0	건전부
	P4	47.0	26.3	27.4	26.8	24.0	111.7	건전부

주1) 상부구조: 식①->과학기술부, 식②->고속철도공단(고강도)
하부구조: 식①->일본재료학회, 식②->일본건축학회
※ 설계강도: 2018년도 정밀안전점검 보고서 참조.
※ 비건전부는 누수 등으로 자주 습윤상태가 되거나, 우수에 노출된 부재 및 기타 표면부의 열화가 진행될 수 있는 부위로, 해당 구간 중 상대비교하여 가장 취약한 부분을 비 건전부로 구분함(「시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(안전점검 진단) - 교량 편(국토교통부/한국시설안전공단, 2019.09.)」

② 기 정밀안전점검 결과와 비교

기 정밀안전점검 결과와 금회 정밀안전점검 결과를 비교·분석한 결과, 측정 결과값에 소폭 차이는 보이나, 전반적으로 설계기준 강도을 상회하는 비슷한 상태로 공용년수 증가에 따른 급격한 강도 감소는 없는 것으로 판단된다.

<표 1.3.23> 기 정밀안전점검 결과와 비교(반발경도시험)(㎫)

구분	기존(2018년) 정밀안전점검			금회(2020년) 정밀안전점검			기준강도
	식①	식②	평균	식①	식②	평균	
상부구조	39.8~46.9	-	43.3	44.2~46.5	37.1~39.1	40.7~42.8	40.0
하부구조	23.6~30.1	25.9~29.5	24.8~29.8	24.5~26.3	26.4~27.4	25.4~26.8	24.0

※ 설계기준강도: 2018년도 정밀안전전점검 보고서 참조
※ 상부구조: 식①->과학기술부, 식②->고속철도공단(고강도)
하부구조: 식①->일본재료학회, 식②->일본건축학회

2) 탄산화 깊이 측정

① 금회 시험결과

본 시설물의 탄산화 깊이 측정은 상부구조에서 3개소, 하부구조 6개소를 측정하였다.

탄산화 깊이 측정에 따른 분석결과, 측정위치 모두 잔여깊이 30.0㎜이상으로 탄산화에 의한 철근노출의 우려는 없는 것으로 분석되었다.

또한, 탄산화 속도계수는 다소 빠른 상태로 판단되나 탄산화에 의한 예측 잔존수명은 100년이상을 확보한 상태로 확인되었다.

<표 1.3.24> 탄산화 깊이 측정결과(㎜)

구 분	측정위치	탄산화깊이	피복두께	잔여깊이	속도계수	잔존수명	상태등급
상부구조	S1 외부	7.00	49.0	42.00	1.347	100년이상	a
	G2-S3 외벽	6.50	50.0	43.50	1.251	100년이상	a
	G3-S5 외벽	9.00	48.0	39.00	1.732	100년이상	a
하부구조	A1	11.00	42.0	31.00	2.117	100년이상	a
	A2	10.50	43.0	32.50	2.021	100년이상	a
	P1	10.00	55.0	45.00	1.925	100년이상	a
	P2	12.00	54.0	42.00	2.309	100년이상	a
	P3	9.00	53.0	44.00	1.732	100년이상	a
	P4	9.50	55.0	45.50	1.828	100년이상	a

※ 탄산화 깊이 측정시 RC-RADAR를 통해 실 피복깊이를 확인함,

② 기 정밀안전점검 결과와 비교

기 정밀안전점검 결과와 금회 정밀안전점검 결과를 비교·분석한 결과, 탄산화 잔여 깊이는 개별 측정값에서는 다소 차이를 보이나, 전반적으로 비슷한 것으로 판단된다.

개별 측정값의 차이는 시험 부재 및 위치 등의 차이에 의한 것으로 판단되고, 측정한 모든 위치에서 잔여깊이 30㎜이상을 확보하고 있는 것으로 나타나, 탄산화로 인한 철근부식 발생 가능성은 적을 것으로 판단된다.

<표 1.3.25> 기 정밀안전점검 결과와 비교(탄산화 깊이 측정)(㎜)

구분	기존(2018년) 정밀안전점검				금회(2020년) 정밀안전점검				비고
	탄산화깊이	피복두께	잔여깊이	상태등급	탄산화깊이	피복두께	잔여깊이	상태등급	
상부구조	5.7~7.3	43.0~52.0	36.3~45.9	a	6.5~9.0	48.0~50.0	39.0~43.5	a	
하부구조	7.2~11.1	42.0~57.0	34.8~46.8	a	9.0~12.0	42.0~55.0	31.0~45.5	a	

※ 2018년도 정밀안전전점검 보고서 참조

다. 시험결과 요약

본 시설물에 대한 내구성조사 결과는 전반적으로 설계기준 대비 양호한 상태로서 콘크리트의 내구성 저하 및 철근의 부식 발생 우려는 낮은 것으로 판단된다.

<표 1.3.26> 내구성조사 결과 요약표

구 분		내구성조사 결과			평가의견
비파괴 압축강도	상부구조	시험결과(㎫) Ⓐ	설계기준강도(㎫) Ⓑ	강도비(%) Ⓐ/Ⓑ×100	양호
		40.7~42.8	40.0	101.7~107.0	
	하부구조	시험결과(㎫) Ⓐ	설계기준강도(㎫) Ⓑ	강도비(%) Ⓐ/Ⓑ×100	양 호
		25.4~26.8	24.0	106.0~111.8	
탄산화 깊이측정	상부구조	탄산화 깊이(㎜)	탄산화 잔여깊이(㎜)	상태평가 기준	부식발생 우려없음
		6.5~9.0	39.0~43.5	a	
	하부구조	탄산화 깊이(㎜)	탄산화 잔여깊이(㎜)	상태평가 기준	부식발생 우려없음
		9.0~12.0	31.0~45.5	a	

라. 기 재료시험 결과 비교

본 교량의 내구성평가에 대한 기 정밀안전점검 결과와의 비교는 다음과 같다.

<표 1.3.27> 기 재료시험 결과 비교

구 분		측정결과		비 고
		2018 정밀안전점검	금회 정밀안전점검	
비파괴 압축강도	상부구조	43.3㎫	40.7~428㎫	
	하부구조	24.5~26.3㎫	25.4~26.8㎫	
탄산화 잔여깊이	상부구조	36.3~45.9㎜	39.0~43.5㎜	
	하부구조	34.8~46.8㎜	31.0~45.5㎜	
평가의견	· 기 점검 결과와 콘크리트 압축강도를 비교·분석한 결과, 측정값이 다소 차이를 보이고 있으나, 이는 측정위치, 콘크리트의 표면상태 등에 기인한 것이며, 금회 점검시, 각 부재별 설계기준강도를 상회하는 것으로 나타나, 내구성 강도 저하는 없는 것으로 판단된다. · 탄산화 깊이측정결과, 탄산화 깊이의 큰 변화가 없는 상태이고, 잔여피복두께를 30.0㎜이상을 확보하고 있는 것으로 나타나, 탄산화로 인한 철근노출의 가능성은 적을 것으로 판단된다.			

1.4 상태평가

1.4.1 상태평가 결과

본 상태평가는 「시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(안전점검 진단)-교량편(국토교통부/한국시설안전공단, 2019.09.)」의 기준에 따라 평가를 실시하였다.

<표 1.4.1> 상태평가 결과표

부재의분류		상부구조		2차 부재	기타부재				교량 받침	하부구조		탄산화	
번호	구조 형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음		하부	기초	상부	하부
S1/A1	PSCB	a	c	-	b	c	b	a	a	b	q	a	a
S2/P1	PSCB	b	c	-	b	c	b	-	a	b	q	-	a
S3/P2	PSCB	b	c	-	b	c	b	-	a	b	q	a	a
S4/P3	PSCB	b	c	-	b	c	a	-	a	b	q	-	a
S5/P4	PSCB	b	c	-	b	c	a	-	a	b	q	a	a
A2	-	-	-	-	-	-	-	d	c	c	q	x	a
평균		0.180	0.400	-	0.200	0.400	0.160	0.100	0.100	0.200	-	0.100	0.100
가중치		23	20	-	7	3	2	9	9	20	-	4	3
(평균X가중치)/가중치합		0.041	0.080	-	0.014	0.012	0.003	0.009	0.009	0.040	-	0.004	0.003
								결함도 환산점수				0.216	
								상태평가등급				B	

<표 1.4.2> 상태평가 결과

구 분	환산결함도점수	연 장(m)	차선	길이×차선	연장비	결함지수(b)
계남고가교	0.216	250	3	750	1.00	0.216
결함 지수					0.216	
상태평가 결과					B	

· 결함도 범위 : 0.130 ≤ 결함도 지수(0.216) < 0.260

1.4.2 기 점검 결과 비교

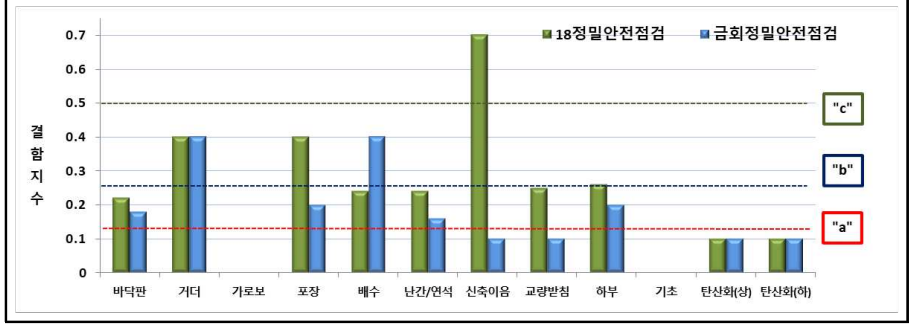
· 최종 상태평가 결과, 상태기준은 "B"로 평가되었으며, 2018년 정밀안전점검 이후 구조적 영향을 미칠만한 손상 및 진전은 없는 것으로 조사되었다.

· 상·하부구조의 기 점검시 조사된 손상들은 일부 보수가 시행되었으며, 누락된 손상이 추가로 조사되었다. 또한 공용 경과에 따른 손상이 증가되었으며, 일부 보수부 재손상이 발생되었다.

· 금회 조사는 정밀안전점검으로 기 정밀안전점검과 비교하여 기 점검 손상의 보수로 인하여 환산결함도 점수가 0.310 ⇨ 0.216으로 감소한 것으로 분석되었다.

<표 1.4.3> 기 점검 결과와의 상태평가 결함도 점수 비교

구 분		18정밀 안전점검		금회 정밀안전점검		가중치 변화요인	비고
		등급	평균	등급	평균		
상부구조	바닥판	b	0.220	b	0.180	전반적인 손상 보수	▼
	거더	c	0.400	c	0.400	-	=
기타부재	포장	c	0.400	b	0.200	포장 망상균열 보수 등	▼
	배수	b	0.240	c	0.400	배수구 전개소 배수불량	▲
	난간, 연석	b	0.240	b	0.160	단면손상 보수	▼
	신축이음	d	0.700	a	0.100	신축이음 전 개소 교체	▼
받침	교량받침	b	0.250	a	0.100	받침 전개소 교체	▼
하부구조	하부	c	0.267	b	0.200	전반적인 표면손상 보수	▼
	기초	-	-	-	-	-	=
내구성 요소	탄산화(상부)	a	0.100	a	0.100	-	=
	탄산화(하부)	a	0.100	a	0.100		
결함 지수		C	0.310	B	0.216		▼



1.5 종합평가 및 안전등급 지정

1.5.1 개요

대상 시설물의 외관조사 및 비파괴 시험에 의한 상태평가를 기초로 하여 종합적으로 평가하였다. 평가기준은『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침_교량편(2019. 09, 국토교통부/한국시설안전공단)』에 의하여 실시하였으며, 본 과업에서는 상태평가만을 실시하여 종합평가는 상태평가 결과로 갈음하였다.

1.5.2 종합평가 결과

외관조사 및 비파괴 시험에 의한 상태평가 결과를 종합적으로 검토한 결과, 계남고가교의 종합평가 결과는 "B등급" 0.130 ≤ F(0.216) < 0.260으로 평가되었다.

<표 1.5.1> 종합평가 결과

구분	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	결함도점수	평가등급	안전율	평가등급	
계남고가교	0.216	b	-	-	B
종합평가 의견	· 상태평가결과 "보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태"인 "B"로 평가됨. · 18년도 정밀안전점검 상태평가 결과와 비교한 결과, 결함지수가 감소하였는데 이는 신축이음부, 교량받침부 전개소 교체 및 일부 손상의 보수로 인하여 부재의 지수가 감소한 것으로 분석됨.				

1.5.3 안전등급 지정

본 시설물에 대한 종합적인 평가결과, 『보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태』로서 구조물의 안전등급은 "B등급(양호)"으로 지정되었다.

- **안전등급 : B등급(양호)**

1.6 보수·보강방안

1.6.1 개요

본 절에서는 금회 실시한 정밀안전점검 결과를 토대로 결함 및 손상에 대한 원인을 검토하고 구조물의 안전성과 건전성을 유지하기 위한 보수·보강방법을 제안하고자 한다.

손상 및 결함에 대해서는 조속한 보수, 보강을 실시하는 것이 원칙이나, 경제적이고 효율적인 유지관리를 위해 조사된 손상 및 결함이 구조물의 안전성에 미치는 영향을 고려하여 우선순위를 산정하였다.

1.6.2 보수 · 보강 물량

금회 점검결과, 구조물의 안전성에 영향을 미칠만한 구조적 결함이나 손상은 발생되지 않은 상태로 콘크리트의 재료 · 환경적 특성에 의한 일반적인 손상이 다소 발생된 상태이다. 본 손상은 적절한 보수방법을 보수 우선순위에 맞게 시행하고, 보수 후에도 지속적인 주의관찰을 통한 관리가 필요할 것으로 판단된다.

<표 1.6.1> 보수 · 보강 물량표

구 분	손상내용	손상 물량	단위	보수 물량	단위	보수방안	우선 순위
PSC 박스 외부	균열(cw=0.2㎜미만)	6.5	m	1.95	㎡	표면처리	2순위
	균열(cw=0.2㎜이상)	1.7	m	0.51	㎡	표면처리	1순위
	긁힘	18.8	㎡	22.56	㎡	주의관찰	3순위
	재료분리	0.2	㎡	0.24	㎡	단면보수	2순위
	표면열화	0.45	㎡	0.54	㎡	단면보수	2순위
	누수흔적, 우수유입 흔적	73	㎡	87.60	㎡	주의관찰	3순위
PSC 박스 내부	균열(cw=0.2㎜미만)	351.9	m	105.57	㎡	표면처리	2순위
	균열(cw=0.2㎜이상)	26.5	m	7.95	㎡	표면처리	1순위
	백태	0.2	㎡	0.24	㎡	표면처리	2순위
	배수관 파손	1	EA	1	EA	재설치	2순위
	보수부 재균열	74.5	m	89.40	m	표면처리	2순위
	재료분리	0.4	㎡	0.48	㎡	단면보수	2순위
	정착단 균열	127.8	m	153.36	m	표면처리	2순위
	폐콘크리트 퇴적	1	EA	1	EA	주의관찰	3순위
	거푸집 미제거	1	EA	1	EA	주의관찰	3순위
PSC 박스 격벽	균열(cw=0.2㎜미만)	82.1	m	24.63	㎡	표면처리	2순위
	균열(cw=0.2㎜이상)	15.8	m	4.74	㎡	표면처리	1순위
	배수관 파손	2	m	2.40	m	재설치	2순위

※ 일부 손상은 보수물량 산정시 보수단가 및 방법을 고려하여 단위 및 물량 변경.(0.2㎜이하 균열 : 1m→0.25㎡)
※ 보수물량은 손상물량의 20% 할증함(정확한 수량의 경우는 제외)

<표 1.6.1> 보수 · 보강 물량표(계속)

구 분	손상내용	손상 물량	단위	보수 물량	단위	보수방안	우선 순위
PSC 박스 격벽	철근노출	0.04	㎡	0.05	㎡	방청+단면보수	1순위
	공동	0.01	㎡	0.01	㎡	단면보수	2순위
	표면보수재 균열	19.5	m	23.40	m	표면처리	2순위
	표면보수재 망상균열	1.8	㎡	2.16	㎡	표면처리	2순위
교대	균열(cw=0.2㎜이하)	2	m	0.6	㎡	표면처리	2순위
	누수흔적	6	EA	6	EA	주의관찰	3순위
	폐기물 적치 및 토사퇴적	26.4	㎡	31.68	㎡	주의관찰	3순위
교각	균열(cw=0.2㎜이하)	12.1	m	3.63	㎡	표면처리	2순위
	균열(cw=0.3㎜이상)	0.8	m	0.96	m	주입보수	1순위
	망상균열	0.6	㎡	0.72	㎡	단면보수	2순위
	보수부 들뜸	0.09	㎡	0.11	㎡	단면보수	2순위
	시공이음부 균열	11.6	㎡	13.92	㎡	표면처리	2순위
	안전난간 파손	2	m	2.40	m	재설치	2순위
	표면보수재 균열	7.9	m	9.48	m	표면처리	2순위
교면포장	포장균열	350.2	m	420.24	m	주의관찰	3순위
	포장망상균열	47.6	㎡	57.12	㎡	소파보수	1순위
	아스콘 열화	239.5	㎡	287.40	㎡	재포장	1순위
	접속부 파손	0.13	㎡	0.16	㎡	소파보수	1순위
	포트홀	0.16	㎡	0.19	㎡	소파보수	1순위
	미끄럼 방지 박락	4.8	㎡	5.76	㎡	주의관찰	3순위
	소성변형	18	㎡	21.60	㎡	소파보수	1순위
배수시설	배수구 막힘	24	EA	24	EA	청소	3순위
난간 및 연석	연석균열(cw=0.2㎜이하)	6	m	1.8	㎡	표면처리	2순위
	연석 박리, 박락, 파손	2.05	㎡	2.46	㎡	주의관찰	3순위
	보수부 박리, 박락, 탈락	0.12	㎡	0.14	㎡	주의관찰	3순위
	난간파손	2	EA	2	EA	주의관찰	3순위
	실런트 이격	0.6	m	0.72	m	주의관찰	3순위
접속부 옹벽 외부	균열(cw=0.2㎜이하)	11.4	m	3.42	㎡	표면처리	2순위
	균열(cw=0.3㎜이상)	3.7	m	4.44	m	주입보수	1순위
	조인트 탈락, 이격, 파손	4.29	㎡	5.15	㎡	단면보수	2순위
	균열부 백태	0.23	m	0.28	m	표면처리	2순위
	박리, 박락	1.29	㎡	1.55	㎡	단면보수	2순위
	배수구 막힘	1	EA	1	EA	청소	3순위
	철근노출	0.9	㎡	1.08	㎡	방청+단면보수	1순위
접속부 옹벽 내부	균열(cw=0.2㎜이하)	136.4	m	40.92	㎡	표면처리	2순위
	망상균열	16.52	m	19.82	m	표면처리	2순위
	백태	0.08	㎡	0.10	㎡	표면처리	2순위
	재료분리	1.19	㎡	1.43	㎡	단면보수	2순위
	폐콘크리트 적치	1	EA	1	EA	주의관찰	3순위

※ 일부 손상은 보수물량 산정시 보수단가 및 방법을 고려하여 단위 및 물량 변경.(0.2㎜이하 균열 : 1m→0.25㎡)
※ 보수물량은 손상물량의 20% 할증함(정확한 수량의 경우는 제외)

1.6.3 보수·보강 공사비

금회 정밀안전점검 결과에 따른 보수·보강 공사비는 다음과 같다.

<표 1.6.2> 유지관리 개략공사비

구 분	손상내용	보수 물량	단위	단가 (천원)	보수공법	개략공사비 (천원)	우선 순위
PSC 박스 외부	균열(cw=0.2㎜미만)	1.95	㎡	60	표면처리	117	2순위
	균열(cw=0.2㎜이상)	0.51	㎡	60	표면처리	31	1순위
	재료분리	0.24	㎡	250	단면보수	60	2순위
	표면열화	0.54	㎡	250	단면보수	135	2순위
PSC 박스 내부	균열(cw=0.2㎜미만)	105.57	㎡	60	표면처리	6,334	2순위
	균열(cw=0.2㎜이상)	7.95	㎡	60	표면처리	477	1순위
	백태	0.24	㎡	60	표면처리	14	2순위
	배수관 파손	1	EA	150	재설치	150	2순위
	보수부 재균열	89.40	m	60	표면처리	5,364	2순위
	재료분리	0.48	㎡	250	단면보수	120	2순위
	정착단 균열	153.36	m	60	표면처리	9,202	2순위
PSC 박스 격벽	균열(cw=0.2㎜미만)	24.63	㎡	60	표면처리	1,478	2순위
	균열(cw=0.2㎜이상)	4.74	㎡	60	표면처리	284	1순위
	배수관 파손	2.40	m	150	재설치	360	2순위
	철근노출	0.05	㎡	260	방청+단면보수	12	1순위
	공동	0.01	㎡	250	단면보수	3	2순위
	표면보수재 균열	23.40	m	60	표면처리	1,404	2순위
	표면보수재 망상균열	2.16	㎡	60	표면처리	130	2순위
교대	균열(cw=0.2㎜이하)	0.6	㎡	60	표면처리	36	2순위
교각	균열(cw=0.2㎜이하)	3.63	㎡	60	표면처리	218	2순위
	균열(cw=0.3㎜이상)	0.96	m	50	주입보수	48	1순위
	망상균열	0.72	㎡	250	단면보수	180	2순위
	보수부 들뜸	0.11	㎡	250	단면보수	27	2순위
	시공이음부 균열	13.92	㎡	60	표면처리	835	2순위
	안전난간 파손	2.40	m	1000	재설치	2,400	2순위
	표면보수재 균열	9.48	m	60	표면처리	569	2순위

<표 1.6.2> 유지관리 개략공사비(계속)

구 분	손상내용	보수 물량	단위	단가 (천원)	보수공법	개략공사비 (천원)	우선 순위
교면포장	포장망상균열	57.12	㎡	70	소파보수	3,998	1순위
	아스콘 열화	287.40	㎡	60	재포장	17,244	1순위
	접속부 파손	0.16	㎡	70	소파보수	11	1순위
	포트홀	0.19	㎡	70	소파보수	13	1순위
	소성변형	21.60	㎡	70	소파보수	1,512	1순위
배수시설	배수구 막힘	24	EA	10	청소	240	3순위
난간 및 연석	연석균열(cw=0.2㎜이하)	1.8	㎡	60	표면처리	108	2순위
접속부 옹벽 외부	균열(cw=0.2㎜이하)	3.42	㎡	60	표면처리	205	2순위
	균열(cw=0.3㎜이상)	4.44	m	50	주입보수	222	1순위
	조인트 탈락, 이격, 파손	5.15	㎡	250	단면보수	1,287	2순위
	균열부 백태	0.28	m	60	표면처리	17	2순위
	박리, 박락	1.55	㎡	250	단면보수	387	2순위
	배수구 막힘	1	EA	10	청소	10	3순위
	철근노출	1.08	㎡	260	방청+단면보수	281	1순위
접속부 옹벽 내부	균열(cw=0.2㎜이하)	40.92	㎡	60	표면처리	2,455	2순위
	망상균열	19.82	m	60	표면처리	1,189	2순위
	백태	0.10	㎡	60	표면처리	6	2순위
	재료분리	1.43	㎡	250	단면보수	357	2순위
순공사비 합계							59,531
제경비(순공사비의 50%)							29,765
부대공비(교량점검차 일식)							2,400
순위별 공사비(제경비 포함)				1순위			24,134
				2순위			35,147
				3순위			250
공사비 총계							**91,696**

※ 보수물량은 손상물량의 20% 할증함(정확한 수량의 경우는 제외)
※ 부대공은 고소차 일대 60만원 4일로 측정하였음.

1.7 유지관리방안

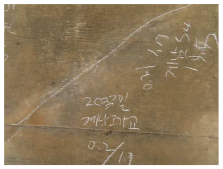
1.7.1 개 요

유지관리방안은 금번 정밀안전점검에서 조사되고 분석된 손상 및 결함을 근거로 하여 다음과 같이 중점유지관리 항목을 제시하였고, 그에 따른 유지관리업무를 기술하였다.

1.7.2 중점유지관리 사항

본 정밀안전점검 결과, 구조물의 현재 상태는 구조적 안전성을 확보한 상태로 분석되었지만, 향후 구조물의 공용기간이 증가되면서 시공당시의 결함 및 공용중 내구성 저하 및 구조적 불안전 요소로 발전될 수 있는 손상들에 대해서는 중점유지관리 항목으로 선정하여 구조물의 유지관리를 실시하는 것이 타당할 것으로 판단되며, 중점유지관리 항목은 아래와 같다.

<표 1.7.1> 중점유지관리 항목

구 분	관리사항	중점유지관리 항목	손상현황
PSC박스	균열 (cw=0.2㎜이상)	· 균열의 진행 및 추가 균열 발생여부 확인 → 표면처리	
교각	균열 (cw=0.3㎜이상)	· 균열의 진행 및 추가 균열 발생여부 확인 → 주입보수	
배수시설	배수관 파손 배수구 막힘	· PSC 박스 내부 체수 발생 우려 · 상부 배수기능 불량 → 청소, 재설치	
교량받침	연단거리 부족	· 연단거리 부족에 따라 발생된 추가손상은 없는 것으로 확인 → 2차 손상 발생유무를 지속적으로 주의관찰	

1.8 종합결론

1.8.1 외관조사

가. PSC 박스 외부

· 본 시설물은 5경간 연속 PSC Box Girder교로 시공되어 있으며, 금회 조사 시, 보수·보강 이력에는 기록되어 있지 않았으나 일부 손상에 대한 보수작업이 실시 된 것으로 확인되었다.

· PSC 박스 외부 점검결과, 균열, 긁힘, 재료분리, 표면열화, 누수흔적, 우수유입 흔적 등이 조사되었고 보수부 상태는 양호한 것으로 확인되었다.

· PSC 박스 외부에 발생된 균열은 시공초기 건조수축, 내·외부 구속의 영향 및 공용 중 온도변화에 따른 신축작용 등의 복합적인 원인에 의해 발생된 비구조적 균열이다. 조사된 균열은 상태평가 시 등급의 차이를 위하여 cw=0.2㎜ 미만과 cw=0.2㎜ 이상으로 구분하여 조사하였으며, 표면보수를 일괄 수행하여 구조물의 내구성 확보를 하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

· 외부충격에 의해 발생된 긁힘은 구조물의 내구성에 미치는 영향은 미미하므로 지속적인 주의관찰 후 추가 손상 발생 시 보수를 실시하는 것이 바람직 할 것이다.

· 국부적으로 조사된 파손, 재료분리는 시공초기 다짐불량 및 거푸집 조기탈형, 품질관리 미흡, 충격 등에 의해 발생 되었으며, 발생빈도 및 크기가 작은 상태이나 구조물의 내구성 확보를 위하여 단면보수를 시행하여야 할 것이다.

· 시공초기 다짐불량, 거푸집 조기탈형, 품질관리미흡 외기 영향 등으로 판단되는 표면열화는 내구성 향상을 위해 단면보수가 필요하다.

· 누수흔적, 우수유입 흔적은 기 점검과 손상의 규모가 동일 하고 손상이 진전이 없는 것으로 조사되어 지속적인 주의관찰을 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

나. PSC 박스 내부

· 본 시설물은 5경간 연속 PSC Box Girder교로 금회 조사 시, 보수·보강 이력에는 기록되어 있지 않았으나 일부 손상에 대한 보수작업이 실시 된 것으로 확인되었다.

· PSC 박스 내부 점검결과 보수부 상태는 양호하고, 균열, 누수, 백태, 배수관 파손, 보수부 재균열, 재료분리, 철근노출, 정착단 균열 등이 조사되었다.

· PSC 박스 내부에 발생된 균열은 시공초기 건조수축, 내·외부 구속의 영향 및 공용 중 온도변화에 따른 신축작용 등의 복합적인 원인에 의해 발생된 비구조적 균열이다. 조사된 균열은 상태평가 시 등급의 차이를 위하여 cw=0.2㎜ 미만과 cw=0.2㎜ 이상으로 구분하여 조사하였으며, 표면보수를 일괄 수행하여 구조물의 내구성 확보를 하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.
· 국부적으로 발생한 백태는 습기 및 온도차이에 의해 발생한 것으로 발생빈도 및 크기가 작은 상태이나 장기적인 구조물의 내구성 확보를 위하여 표면처리를 하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.
· 배수관 파손은 외부 충격 및 시공불량 등으로 발생되었으며, 우기시 PSC 박스 내부 체수가 유발되므로 재설치를 실시하는 것이 바람직하다.
· 보수부 시공 불량 등으로 발생한 보수부 재균열, 정착단 균열은 내구성 확보를 위해 표면처리를 실시하는 것이 필요하다.
· 폐콘크리트 퇴적 및 거푸집 미제거는 구조물의 내구성에 영향이 미미 하므로 지속적인 주의관찰 후 추가 보수작업시 일괄로 제거 작업을 실시하는 것이 필요할 것이다.

다. PSC 박스 격벽

· 본 시설물은 5경간 연속 PSC Box Girder교로 시공되어 있으며 각 경간별 지점부에 콘크리트 격벽이 설치되어 있다. 금회 조사 시, 보수·보강 이력에는 기록되어 있지 않았으나 일부 손상에 대한 보수작업을 실시한 것으로 확인되었다.
· PSC 박스 격벽 점검결과, 보수부 상태는 양호하고, 균열 배수관 파손, 철근노출, 공동, 표면보수재 균열, 표면보수재 망상균열 등이 조사되었다.
· PSC 박스 격벽에 발생된 균열은 시공초기 건조수축, 내·외부 구속의 영향 및 공용 중 온도변화에 따른 신축작용 등의 복합적인 원인에 의해 발생된 비구조적 균열이다. 조사된 균열은 상태평가 시 등급의 차이를 위하여 cw=0.2㎜ 미만과 cw=0.2㎜ 이상으로 구분하여 조사하였으며, 표면보수를 일괄 수행하여 구조물의 내구성 확보를 하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.
· 배수관 파손은 외부 충격 및 시공불량 등으로 발생되었으며, 우기시 PSC 박스 내부 체수가 유발되므로 재설치를 실시하는 것이 바람직하다.
· 국부적으로 발생된 철근노출은 시공초기 다짐불량 및 거푸집 조기탈형, 외부충격, 국부적인 피복두께 부족 등에 의해 발생되었으며 내구성 확보를 위하여 방청 후 단면보수가 필요할 것이다.

· 마감 및 시공불량 등으로 발생된 공동은 발생빈도 및 크기가 작은 상태이나 구조물의 내구성 확보를 위하여 단면보수를 시행하여야 할 것이다.
· 보수부 시공 불량 등으로 발생한 표면보수재 균열, 망상균열은 내구성 확보를 위해 표면처리를 실시하는 것이 필요하다.

라. 교대

· 본 교량의 교대 구조형식은 A1이 중력식, A2는 역T형으로 시공 되어있으며, 금회 조사 시, 보수·보강 이력에는 기록되어 있지 않았으나 일부 손상에 대한 보수작업이 실시 된 것으로 확인되었다.
· 교대 점검결과 전반적으로 보수를 실시한 것으로 조사되었고, 보수상태는 양호하며 일부 균열, 누수흔적, 폐기물 적치 등이 조사되었다.
· 교대에 조사된 균열 건조수축, 온도변화, 내·외부구속 작용 등 부피변화에 기인한 균열로 조사 되었었다. 조사된 균열은 기 점검과 비교결과 진행성이 없는 것으로 확인되었으며, 표면처리를 시행하여 구조물의 내구성 저하 방지가 필요하다.
· 누수흔적, 폐기물 적치 및 토사퇴적은 기 점검과 동일한 손상으로 구조물의 사용성에 지장이 없는 것으로 판단되어 주의관찰 후 향후 손상의 진행상태에 따른 유지관리가 필요할 것이다.

마. 교각

· 본 교량의 교각은 벽식으로 총 4기가 시공되어 있으며, 모든 교각에 점검로가 설치 되어 있는 것으로 확인되었다. 금회 조사 시, 보수·보강 이력에는 기록되어 있지 않았으나 일부 손상에 대한 보수작업이 실시 된 것으로 확인되었다.
· 교각 점검결과 보수부 상태는 양호하며, 균열, 망상균열, 보수부 들뜸, 시공이음부 균열, 안전난간 파손, 표면보수재 균열 등이 조사되었다.
· 교각에 조사된 균열 및 망상균열은 형상, 방향성, 발생 위치 등을 고려해 볼 때 건조수축, 온도변화, 내·외부구속 작용 등 부피변화에 기인한 균열로 조사 되었었다. 조사된 cw=0.3㎜이상 균열은 주입보수 후 지속적인 주의관찰을 하고, cw=0.2㎜이하 균열, 망상균열은 표면처리를 시행하여 구조물의 내구성 저하 방지가 필요하다.
· 백태는 P4에 기둥부에 발생 되었으며, 공용증가에 의한 하부 섬진강의 습기 및 온도차이로 인하여 비건전부에 발생된 것으로 표면처리를 통한 보수가 필요할 것으로 판단된다.

· 보수부 시공 불량, 품질관리 미흡 등으로 발생한 보수부 들뜸, 표면보수재 균열, 시공이음부 균열은 내구성 확보를 위해 보수부 들뜸은 단면보수를 실시하고, 표면보수재 균열, 시공이음부 균열은 표면처리를 실시하는 것이 바람직하다.
· 그 외 조사된 안전난간 파손은 추후 구조물 점검시 효율적인 점검을 위해 재설치가 필요할 것이다.

바. 교량받침

· 교량받침의 형식은 전개소 포트받침으로 교대 2개소씩 2기, 교각 2개소씩 4기, 총 12개소가 설치되어 있으며, P2가 고정단으로 시공되어 있다. 금회 조사 시, 보수·보강 이력에는 기록되어 있지 않았으나 전 개소 교체작업이 실시된 것으로 확인되었다.
· 교량받침 점검결과 전개소 교체가 완료되었고 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.
· 조사결과 교량받침, 받침 몰탈, 받침 콘크리트 모두 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.
· 연단거리 측정 결과, 전반적으로 계산치(425~500㎜)를 상회하는 것으로 분석되었으나, A2에서 연단거리가 다소 부족한 것으로 분석되었다. 금번 점검시 교량받침 전개소가 보수되어 연단 부족에 대한 손상은 발생되지 않았으므로 지속적인 주의관찰을 통한 손상발생여부를 확인하는 것이 바람직할 것이다.
· 본 구조물에 대한 교량받침 이동량을 검토한 결과 전체적으로 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되어 교량받침의 가동에는 문제가 없는 것으로 판단된다.

사. 신축이음

· 신축이음장치는 온도변화 및 활하중에 따른 상부구조의 신축작용을 원활하게 수용하고 상부구조 이음부에서 차량의 주행성을 확보하기 위한 중요한 부속 시설물로서 본 구조물의 차도부 신축이음은 핑거조인트 형식으로 총 2개소, 시점부 옹벽구간 상부에 New 모노셀 조인트 형식으로 5개소 설치되어 있다. 금회 조사 시, 보수·보강 이력에는 기록되어 있지 않았으나 전 개소 교체작업이 실시된 것으로 확인되었다.
· 신축이음 점검결과 전개소 교체를 실시하여 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.
· 전 구간에 설치된 신축이음 유간, 바닥판 및 거더유간을 각각 측정한 결과, 측정된 유간은 신축여유량을 확보하고 있는 것으로 나타나 신축이음의 거동상태는 양호한 것으로 판단된다.

아. 교면포장

· 교면포장은 왕복 6차로에 아스팔트(ASP)포장으로 시공되어있다. 금회 조사 시, 보수·보강 이력에는 기록되어 있지 않았으나 일부 손상에 대한 보수작업이 실시 된 것으로 확인되었다.
· 교면포장 점검결과 포장균열, 포장망상균열, 아스콘 열화, 접속부 파손, 포트홀, 미끄럼방지 박락, 소성변형 등이 조사되었다.
· 교면포장에 발생된 접속포장부 파손, 아스콘 파손, 포트홀, 망상균열 등의 손상은 중차량의 지속적인 통행, 온도변화에 의한 신축작용 등의 복합적인 원인에 의해 발생된 것으로 판단된다. 조사된 손상은 손상부를 통한 우수 및 제설제의 유입 가능성이 있으므로, 시설물의 내구성 향상을 위해 망상균열, 파손, 소성변형 등은 소파보수를 실시하고, 열화부는 재포장을 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.
· 포장균열부 및 미끄럼 방지 박락부는 부분보수 시 보수의 효율성이 떨어지므로 지속적인 주의관찰후 손상의 진전시에 일괄 보수하는 것이 바람직할 것이다.

자. 배수시설

· 배수시설은 육교형으로 상부 배수구는 총 24개소가 설치되어 있다.
· 배수시설 점검결과 배수구 및 배수시설은 전개소 배수구 막힘으로 조사되었다.
· 배수구는 토사 및 이물질로 인하여 전개소가 막힌 상태로 배수기능 장애가 발생할 수 있으므로 주기적인 청소가 필요한 상태이다.

차. 난간 및 연석

· 본 교량의 좌·우측에는 연석 및 난간이 시공되어 있으며, 높이는 1.20m로 시공되어있다. 금회 조사 시, 보수·보강 이력에는 기록되어 있지 않았으나 일부 손상에 대한 보수작업이 실시 된 것으로 확인되었다.
· 난간 및 연석 외관조사 결과 보수부 상태는 양호하고, 균열, 연석 박리, 박락, 파손, 난간파손, 실런트 이격 등이 조사되었다.
· 연석에 조사된 균열은 외부구속 및 공용 중 건조수축 등에 의해 발생된 비구조적 균열이며 표면처리를 시행하여야 할 것으로 판단된다.
· 조사된 박리 및 박락, 파손은 공용 중 외기의 영향 및 동절기 염화칼슘 등에 의해 발생된 것으로 내구성 향상을 위해 박리 및 박락, 파손은 손상의 규모가 미세하여 주의관찰 후 손상의 진전시 일괄보수가 바람직할 것이다.

· 외부 충격에 의해 발생된 난간파손은 기능에 문제가 없는 것으로 판단되어 지속적인 주의관찰 후 교체시기를 결정하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.
· 실런트 이격은 공용 중 건조수축 및 외기의 영향으로 발생되었으며 기 점검과 손상의 규모가 동일하고 정도가 미미하여 지속적인 주의관찰이 필요할 것이다.

카. 기초부

· 본 시설물의 기초는 교대 강관 파일, 교각 P1~P3 강관 파일, P4 기초보강 으로 시공되었으며, 현장 조사 시 지중에 근입 되어있어 육안조사는 어려운 상황이다.
· 기초 주변의 외관조사결과 기초부의 파손, 기울음, 전도 등의 손상은 조사되지 않은 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

타. 접속부 옹벽

· 본 교량의 접속부 옹벽은 시·종점부에 시공되어 있으며, 시점부 옹벽의 하부에는 대형 하수박스가 통과하고 있으며, 옹벽 내부는 4련 Box로 시공되어 있다. 금회 조사 시, 보수·보강 이력에는 기록되어 있지 않았으나 일부 손상에 대한 보수작업이 실시 된 것으로 확인되었다.
· 접속부 옹벽 외관조사 결과 균열, 맥태, 박리, 박락, 철근노출, 망상균열, 재료분리 등이 조사되었다.
· 접속부 옹벽에 조사된 균열은 외부구속 및 공용 중 건조수축 등에 의해 발생된 비구조적 균열이며 cw=0.2㎜이하는 표면처리를, cw=0.3㎜이상은 주입보수를 시행하여야 할 것으로 판단된다.
· 공용기간 증가 등에 의해 발생된 조인트 손상 및 박리, 박락, 철근노출 등의 단면손상은 내구성 향상을 위해 철근노출은 방청 후 단면보수를, 기타 단면손상은 단면보수를 실시하는 것이 바람직 하다.
· 기타 손상으로는 외기의 영향으로 국부적으로 발생된 백태는 표면처리를 실시하고, 배수구 막힘은 원활한 배수를 위해 청소를 실시하며, 폐콘크리트 적치는 추후 보수작업시 일괄 처리하는 것이 유리할 것으로 판단된다.

1.8.2 내구성조사

가. 반발경도법 시험

반발경도법을 통해 본 구조물에 압축강도를 추정하였으며, 상부구조 10개소, 하부구조 6개소에서 실시하였다. 측정결과, 상부구조 40.7~42.8㎫, 하부구조 25.4~26.8㎫로 설계기준강도(상부구조 : 40.0㎫, 하부구조 : 24.0㎫)를 상회하는 것으로 조사되어 전반적으로 양호한 상태인 것으로 측정되었다.

나. 탄산화 시험

본 시설물의 탄산화 깊이 측정은 상부구조에서 3개소, 하부구조 6개소를 측정하였다.

탄산화 깊이 측정에 따른 분석결과, 측정위치 모두 잔여깊이 30.0㎜이상으로 탄산화에 의한 철근노출의 우려는 없는 것으로 분석되었다.

또한, 탄산화 속도계수는 다소 빠른 상태로 판단되나 탄산화에 의한 예측 잔존수명은 100년이상을 확보한 상태로 확인되었다.

1.8.3 종합평가 및 안전등급 지정

본 시설물은 준공 후 약 27년이 경과된 PSC 박스 거더형식의 교량으로 상태평가 결과 “보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태” 인 “B” 로 평가되어, 종합평가는 “B등급(양호)” 으로 평가되었으며, 시설물의 안전등급은 “B등급(양호)” 으로 지정 되었다.

1.8.4 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성 여부

본 시설물은 정밀안전점검 결과, 일부부재에 부분적으로 손상이 발생되었으나 구조물의 안전성에는 영향이 없는 경미한 손상으로 긴급진단이나 정밀안전진단, 사용제한은 필요치 않은 것으로 판단된다.

1.8.5 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항

본 시설물의 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항은 본 보고서 1.7.2 중점유지관리 사항에 수록하였다.

제 2장 당아래지하차도

2.1 시설물 현황
2.2 자료수집 및 분석
2.3 현장조사 및 시험
2.4 상태평가
2.5 종합평가 및 안전등급 지정
2.6 보수·보강방안
2.7 유지관리 방안
2.8 종합결론

제 2장 당아래지하차도

2.1 시설물 현황

2.1.1 대상시설물 현황

본 과업의 대상 시설물인 당아래지하차도는 2012년에 준공된 지하차도로서 부천시 원미구 춘의동 3-1 일원에 위치하고 있으며, 총연장 510.0m, 폭 23.0m로 R.C BOX 구간은 140.0m 이고, U-Type 구간은 370.0m로 구성되어 있다.

<표 2.1.1> 일반현황

구분		내용	구분	내용
시설물명		당아래지하차도	시설물번호	UR2013-0000014
준공년도		2012년 12월 31일	관리번호	-
시설물위치		경기도 부천시 원미구 춘의동 3-1		
시설물구분		터널(2종 시설물)	노선명(이정)	시도
제원	연장	L=510.0m (Box구간 : 140.0m, U-Type구간 : 370.0m)		
	폭	B=23.0m (6차로)		
구조 형식		U-Type 옹벽 R.C Box형식	높이	4.5m
주요공법		개착식	보조공법	H-PILE
배수형식		측벽하부 배수식	구배	-4.8%
환기		자연환기	선형	직선
설계사		(주)대한컨석탄트외5개사	시공사	현대건설(주) 외 2개사
내진설계유무		적용	관리주체	부천시청 도로관리과

2.1.2 시설물 전경

본 구조물의 주요 부재에 대한 전경은 다음과 같다.

시점 U-Type 전경

Box내부 전경

기둥부 전경

종점 U-Type 전경

배수시설 전경

지하차도 상부 전경

<사진 2.1.1> 시설물 전경

2.2 자료수집 및 분석

2.2.1 자료수집 현황

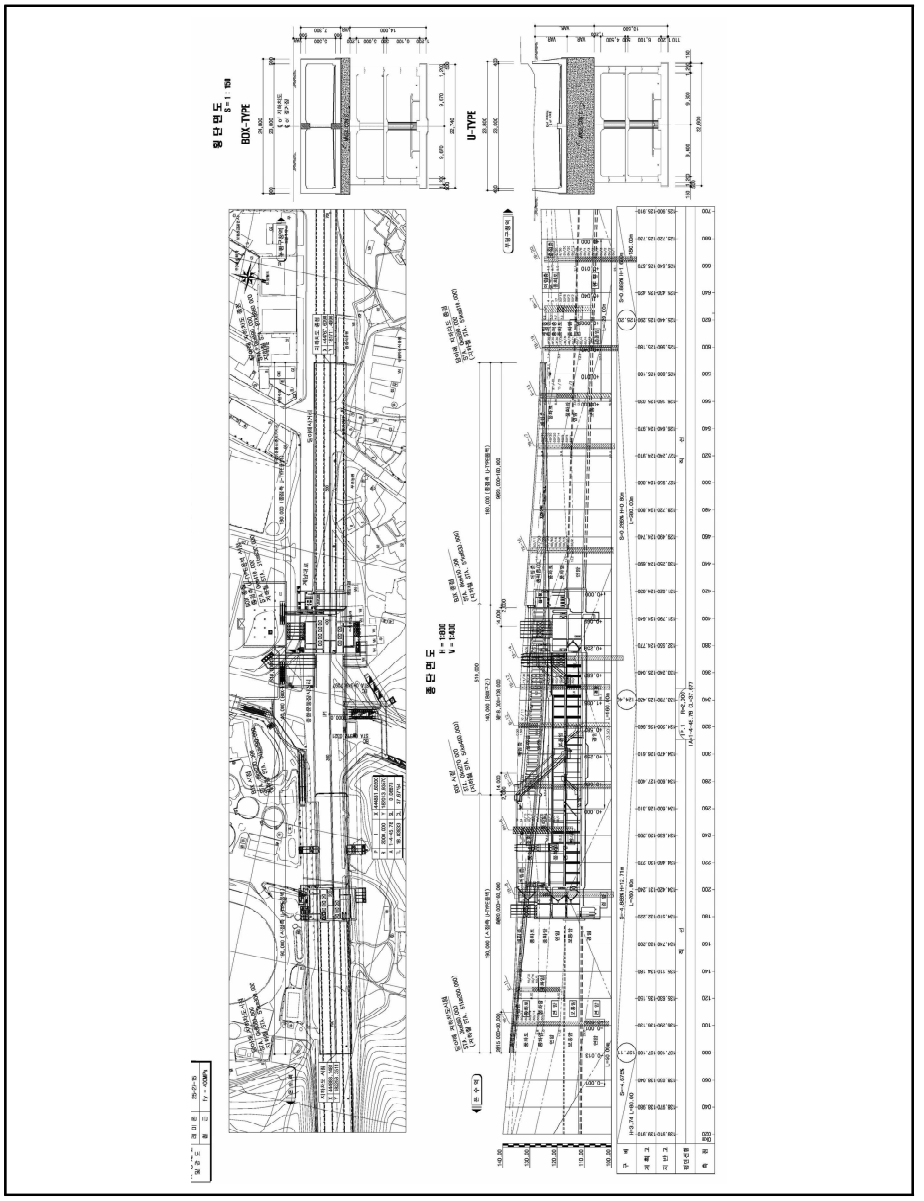
본 과업에 대한 자료조사는 주변현황 자료와 시설물의 설계, 시공 및 유지관리 관련 자료로 대별되며, 자료 분석을 통하여 과업 수행의 추진방향과 세부계획을 수립하였다.

또한, 본 과업 대상구조물은 2종 시설물로 관련 자료를 수집한 결과, 시설물 관리대장, 기타 관리주체 자체점검자료 및 정기안전점검, 정밀안전점검 자료, 보수이력 등을 보유하고 있는 것으로 확인되었다. 보유한 관련 자료를 수집·분석하여 구조물의 이력확인, 결함 및 손상의 원인분석, 손상의 변화 및 진행성 여부, 보수·보강대책 및 유지관리방안을 수립하기 위한 기초자료로 활용하였다.

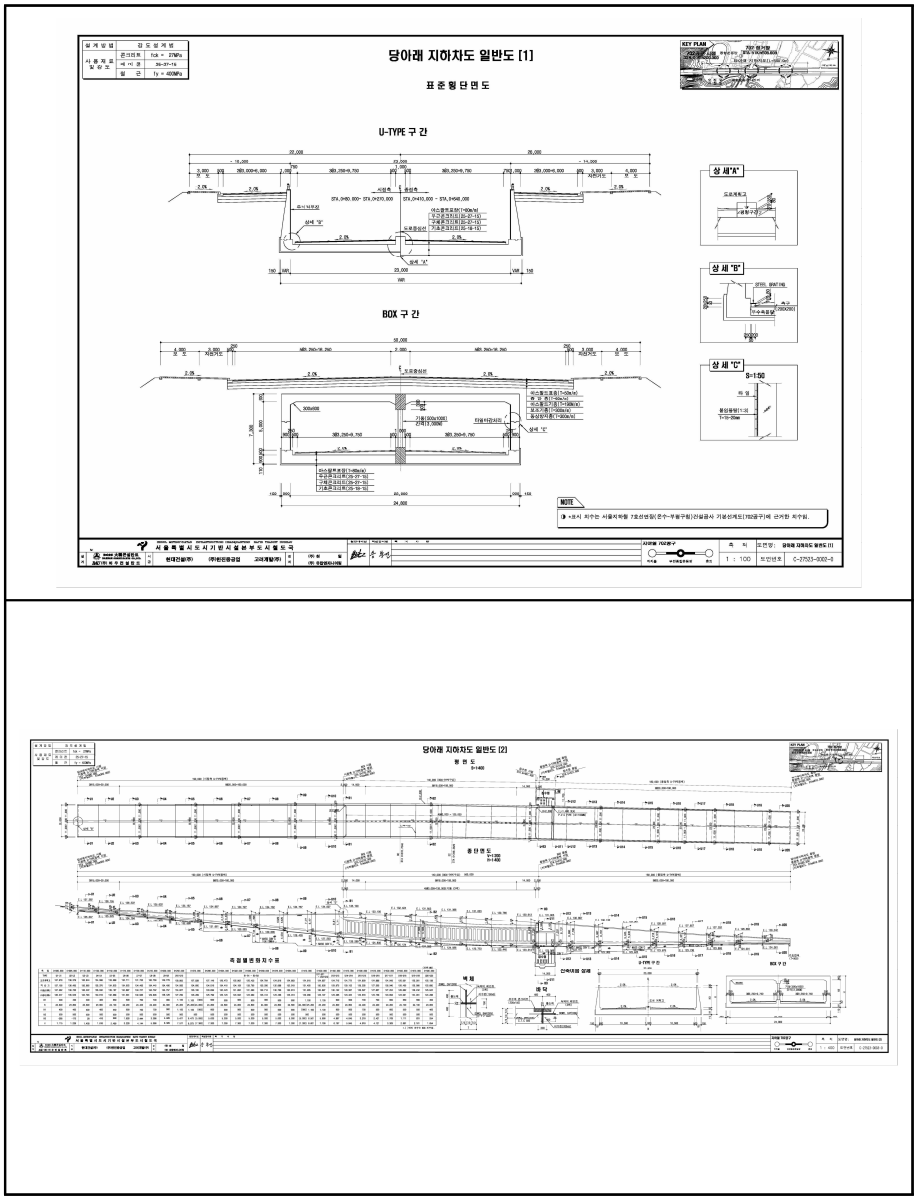
<표 2.2.1> 자료수집 현황

보존대상 목록		관리주체 보유현황	비 고
설계서 및 준공도서	◇ 공통 – 준공내역서 – 시방서 – 구조계산서 – 기타 ◇ 설계도면 – 지하차도 – 위치도, 평면도, 단면도, 구조물도 등	보유	◇ 시설물정보종합 관리시스템 (FMS) 등재
시공관련자료	◇ 시공관련자료 ◇ 품질관리 관련자료 ◇ 지반조사보고서 ◇ 품질관리계획서	일부 보유	
관리대장	◇ 시설물관리대장	보유	
진단 및 점검보고서	◇ 정밀안전점검(2회)	보유	
보수보강이력	◇ 보수공사	보유	

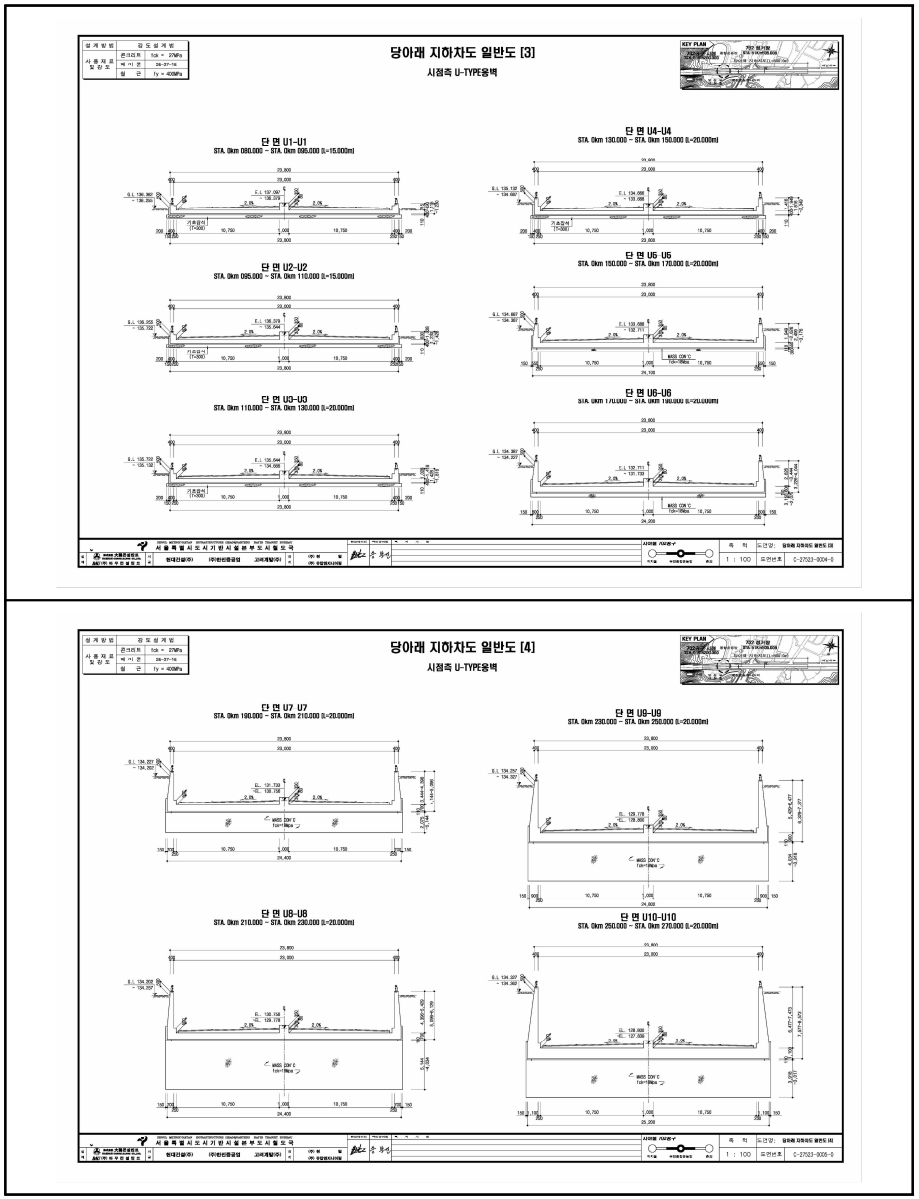
2.2.2 관련도면



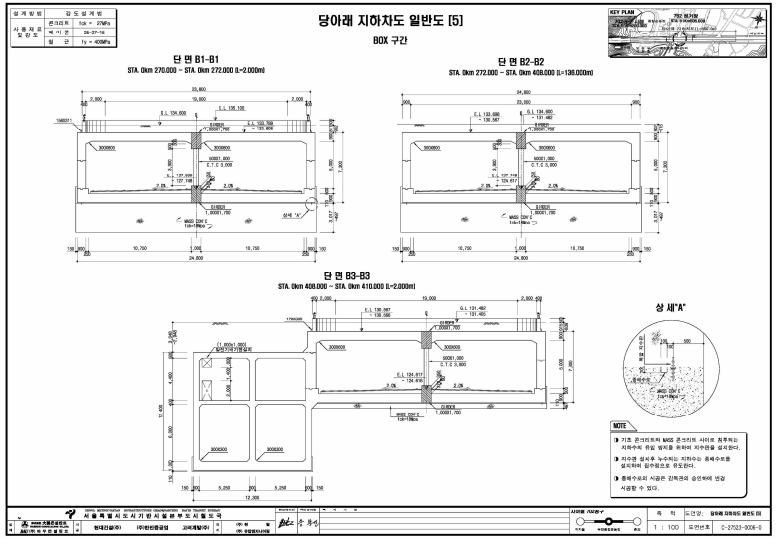
<그림 2.2.1> 당아래지하차도 종 · 평면도

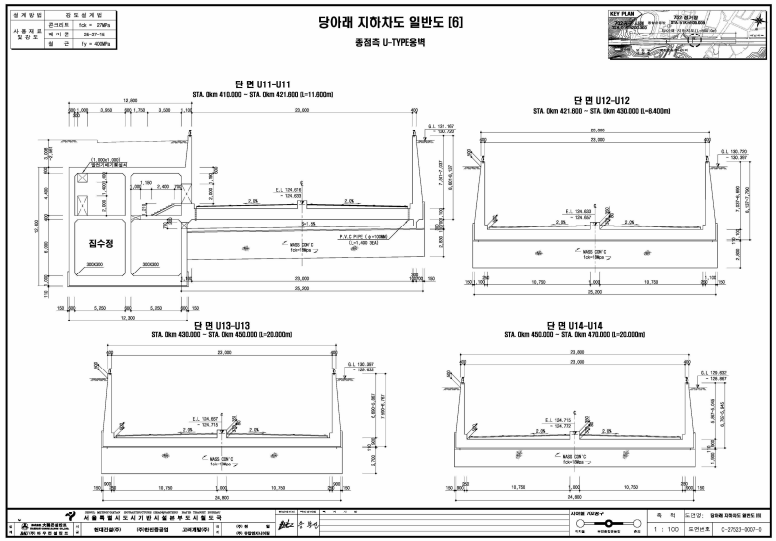


<그림 2.2.1> 일반도(1)

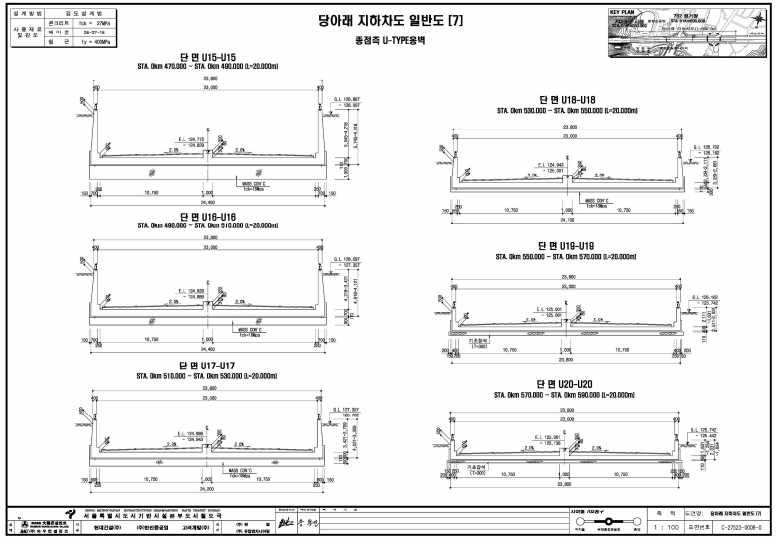


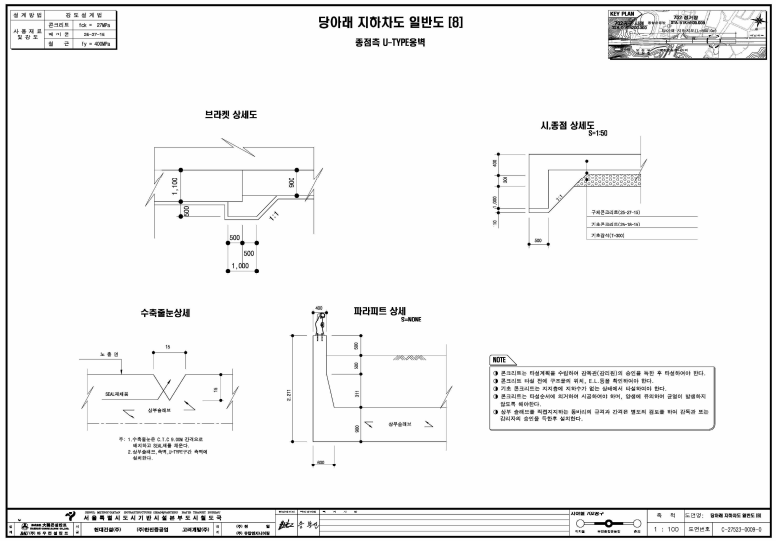
<그림 2.2.1> 일반도(2)





<그림 2.2.1> 일반도(3)





<그림 2.2.1> 일반도(4)

2.2.3 기존 점검 이력

당아래지하차도는 2013년 06월에 실시한 정기안전점검을 시작으로 정기안전점검 12회, 정밀안전점검 2회 등을 실시하였으며, 주요 점검 이력은 다음과 같다.

<표 2.2.2> 점검이력 현황

점검 종류	점검 연도	점검업체	상태 등급	점검결과
정기 안전점검	2013-06-27 ~ 2013-06-27	자체수행	양호	·2012.12.31일 준공시설물로 특이사항 없음.
정기 안전점검	2013-10-01 ~ 2013-11-13	자체수행	양호	·특이사항 없음 ·제설자재비치등설해대비
정기 안전점검	2014-05-19 ~ 2014-05-19	자체수행	양호	·특이사항 없음
정기 안전점검	2014-11-07 ~ 2014-11-07	자체수행	양호	·특이사항 없음
정기 안전점검	2015-04-14 ~ 2015-05-14	자체수행	양호	·특이사항 없음
정기 안전점검	2015-11-19 ~ 2015-11-19	자체수행	양호	·특이사항 없음
정밀 안전점검	2016-04-18 ~ 2016-06-16	케이에스건설(주)	B등급	·박스부슬래브하면: 균열(CW:0.2㎜이하), 격자형,망상균열, 백화, 씰링제 파손, 누수, ·박스부측벽:박리.열화,도장탈락,파손 ·박스부중간벽(기둥):균열(CW:0.2㎜이하),균열(CW:0.3㎜이상),재료분리,열화,긁힘,파손,씰링제파손, ·U-type옹벽:균열(CW:0.3㎜이상),균열백태,열화,박리,박락,신축이음씰링제파손, ·중앙분리대: 균열(CW:0.3㎜이상), 열화,박리,박락, 도장탈락, 열화, 신축이음 씰링제파손, ·포장부:파손, ·신축이음:누수,고무재파손,후타재파손,열화 ·배수시설:이물질퇴적,덮개누락, ·펌프실,전기실:균열,망상균열,균열(CW:0.3㎜이상),보수부들뜸,누수 ·입출구부,조명시설:상태양호
정기 안전점검	2016-12-01 ~ 2016-12-20	예은건설(주)	양호	·외관조사결과, 슬래브 하면 망상균열, 실란트 파손, 누수, 측벽 박리, 열화, 파손, 신축이음 누수, U-Type옹벽 벽체 균열, 균열부 백태, 열화, 박리, 박락, 실란트 파손, 중앙분리대 균열, 열화, 박리, 박락, 도장탈락, 열화, 실란트 파손, 포장 파손, 균열, 망상균열, 신축이음 고무재파손, 후타재파손, 열화, 실링제 파손, 배수시설 이물질 퇴적, 덮개 누락 등의 손상이 조사되었다. ·기 발생된 손상은 건조수축, 콘크리트 수축, 팽창, 누수에 의한 화학작용, 전압부족, 열화현상 등에 의한 손상으로 판단되며, 하자기간 만료전까지 일괄 보수가 필요한 것으로 판단된다.

<표 2.2.2> 점검이력 현황(계속)

점검 종류	점검 연도	점검업체	상태 등급	점검결과
정기 안전점검	2017-06-29 ~ 2017-06-29	자체수행	양호	·신축이음 후타재 파손 ·중앙분리대균열및열화 ·배수시설이물질퇴적등
정기 안전점검	2017-12-01 ~ 2017-12-28	자체수행	양호	·포장 파손, 마모 등
정밀 안전점검	2018-04-30 ~ 2018-07-08	(주)효광엔지니어링	B등급	·1)Box구간 ·슬래브:균열(0.2mm이하),망상균열-측벽:긁힘 ·중간벽(기둥):보수부재균열(0.3mm이상),박리 ·포장:포장파손-신축이음장치:누수발생-입출입구:상태양호 ·2)U-Type구간 ·옹벽:균열(0.3mm이상),균열백태,열화/박리/박락,신축이음실링재파손,균열(0.2mm이하),누수흔적,재료분리-중앙분리대:균열(0.3mm이상),열화/박리박락/도장탈락,신축이음실링재파손-포장:국부적파손,아스콘균열,소성변형-신축이음:고무재파손,후타재파손,열화-배수시설:이물퇴적발생,덮개망실및파손 ·3)기타시설 ·조명/소화시설:소화시설누락-펌프실/관리실/전기실:균열(0.2mm이하),망상균열,균열(0.3mm이상),보수부들뜸,누수
정기 안전점검	2018-11-09 ~ 2018-12-29	(주)대유이앤씨	보통	·주요결함으로는 슬래브 균열, 망상균열, 이음부 ·누수, 벽체 및 기둥 긁힘, 재균열, 박리, 포장부 아스콘 파손, 소성변형, 옹벽부 균열, 균열부 백태, 열화, 박리, 박락, 실링재 파손, 재료분리, 배수시설 이물질퇴적, 덮개 파손 등의 손상이 발생된 것으로 조사되었다. 각 부재 재료결함으로 발생된 손상들은 분석결과 사용성 및 내구성에 큰 영향을 미치지 않으며 지하차도의 안전성에는 영향이 없는 것으로 판단되나 손상정도에 따른 보수가 필요한 것으로 판단된다.
정기 안전점검	2019-03-25 ~ 2019-06-07	(주)씨앤비	양호	·당아래지하차도의 전회차 점검결과와 비교결과 전반적으로 유사한 상태이며, 일부 부재에 보수가 이루어 진 것으로 조사되었다. 금회 2019년 상반기 정기점검 결과 구조적 손상 및 중대결함은 발생하지 않은 양호한 상태로 조사되었다. 금회 조사된 손상중 주요 손상으로는 BOX구간 상부슬래브 균열(폭0.3㎜미만), 포장면 아스콘 파손, 마모, 옹벽구간 균열(폭0.3㎜미만), 균열(폭0.3㎜이상), 콘크리트 박리, 박락, 실링재 파손, 철근노출, 중앙분리대 열화, 균열(폭0.3㎜이상), 실링재 파손, 포장면 아스콘 균열, 씰링재 파손, 아스콘 마모 등의 손상이 조사되었다.

<표 2.2.2> 점검이력 현황(계속)

점검 종류	점검 연도	점검업체	상태 등급	점검결과
정기 안전점검	2019-10-04 ~ 2019-12-17	(주)대아건설	양호	·BOX구간 상부슬래브-균열(폭0.3㎜미만),이음부 누수 ·BOX구간벽체및기둥-긁힘,보수부재균열(폭0.3㎜이상),박리 ·BOX구간포장면-아스콘파손,아스콘마모 ·U-Type구간옹벽-균열(폭0.3㎜미만),균열(폭0.3㎜이상),균열부백태,열화,박리,박락,실링재파손,누수흔적,재료분리,철근노출 ·U-Type구간중앙분리대및연석-균열(폭0.3㎜이상),열화,박리,박락,도장탈락,열화,실링재파손 ·포장면-아스콘균열,아스콘파손,소성변형,고무재파손,후타재파손,열화 ·배수시설-상태양호 ·펌프실-균열(폭0.3㎜이상),미세망상균열,보수부들뜸,누수

2.2.4 최근 정밀안전점검 실시결과

<표 2.2.3> 최근 정밀안전점검 실시결과

구분	정밀안전점검 내용 - ㈜효광엔지니어링(2018.04.30 ~ 2018.07.08)	
BOX 구간	슬래브	- 균열(0.2mm이하), 망상균열
	측벽	- 긁힘
	중간벽(기둥)	- 보수부 재균열(0.3mm이상) - 박리
	포장	- 포장파손
	신축이음장치	- 누수발생
	입, 출입구	- 상태양호
U-Type 구간	옹벽	- 균열(0.3mm이상), 균열백태, 열화, 박리, 박락, 신축이음 실링재 파손, 균열(0.2mm이하), 누수흔적, 재료분리
	중앙분리대	- 균열(0.3mm이상), 열화, 박리박락, 도장탈락, 신축이음 실링재 파손
	포장	- 국부적 파손, 아스콘 균열, 소성변형
	신축이음	- 고무재 파손, 후타재 파손, 열화
	배수시설	- 이물퇴적 발생, 덮개 망실 및 파손
기타 시설	조명/소화시설	- 소화시설 누락
	펌프실/관리실/전기실	- 균열(0.2mm이하), 망상균열, 균열(0.3mm이상), 보수부들뜸, 누수

<표 2.2.3> 최근 정밀안전점검 실시결과(계속)

구분	정밀안전점검 내용 - ㈜효광엔지니어링(2018.04.30 ~ 2018.07.08)					
내구성 조사	콘크리트 강도	- Box 구간 : 27.1~33.0㎫ (설계기준 강도 27.0 ㎫) - U-Type 구간 : 27.3~32.6㎫ (설계기준 강도 27.0 ㎫)				
		평 가	- 각 부재별로 반발경도를 측정한 결과 대체적으로 설계기준강도를 상회하고 있는 것으로 조사됨.			
	탄산화 잔여깊이 측정	Box 구간		U-Type 구간		
		67.8~72.4㎜		51.7~57.1㎜		
		평 가	- 탄산화 시험결과 탄산화 깊이는 Box구간 8.4~9.2㎜, U-Type구간 7.2~10.3㎜로 측정되어 탄산화의 잔여깊이가 각 71.6~67.8㎜, 56.8~51.7㎜로 계산되므로 세부지침에 의거 상태평가는 'a' 로 평가된다.			
종합평가 및 안전등급	상태평가			안전성평가		종합평가 및 안전등급
	환산 결함도 점수		결과	안전율(S.F)	결과	
	0.150		B	-	-	B등급
주요 결함별 중점 점검부위	- 신축이음부 실링재 파손, 누수흔적 - 균열(0.3㎜ 이상)					
종합 결론	- 금회 점검결과 지하차도의 구조적 안전성을 저해할 만한 손상은 발생치 않았으나 신축이음의 고무재 및 후타재 파손, 옹벽구간의 균열(0.3mm이상), 신축이음부 실링재 파손 등의 손상에 대한 적정한 보수 및 보강을 실시하여 내구성 및 안전성을 확보하는 것이 필요함. - 전차 상태평가 결함지수 0.164에서 지하차도 Box구간의 손상에서 일부보수가 이루어진 것으로 조사되었다. 금차 상태평가 결함지수 0.150으로 다소 감소하였으나 안전등급은 상태평가 기준에 의거 전차와 동일한 "B등급" 으로 평가됨.					

2.2.5 보수·보강 이력

본 과업대상시설물의 보수·보강 이력 사항은 관리주체 보유자료 및 시설물정보관리 종합시스템(FMS) 실적을 참고하여 확인결과 당아래지하차도의 보수·보강 이력은 없는 것으로 확인되었다.

2.2.6 내진설계 적용여부 확인

본 지하차도의 내진설계 적용 여부는 시설물관리종합시스템(FMS)상의 설계도서 및 발주처 제공 자료를 분석하였고, 적용된 것으로 확인 하였다.

<표 2.2.3> 내진설계 적용여부

시설물번호	관리번호	시설물명	노선		시설물분류			
			구분	세부노선	시설물종류	시설물종별	시설물구분	SOC성능평가대상
UR2013-0000014		당아래지하차도	시도	부천시	지하차도	2종	터널	무

주소 (시,도) (시,군,구) (읍,면,동) (리,번지 등 주소)				관리주체	관리주체구분				소유자	소유자구분			
					공공			민간		공공			민간
경기도	부천시 원미구	춘의동		부천시청 도로관리과(교량,지하차도,터널,보도육교)	중앙부처	지자체	(국가/지방)공기업		부천시	중앙부처	지자체	(국가/지방)공기업	

사업계획 승인일	준공 (사용승인)일	하자담보책임 만료일	2. 상세제원	3. 안정점검 및 정밀안전진단 이력	4. 보수·보강 이력	환기구 덮개 (걷근 가능한 환기구)	5. 첨부자료 목록
	2012년 12월 31일	2019년 12월 31일	유	유	무		당아래지하차도-1.bmp 당아래지하차도-2.bmp

설계기간	설계자	공사기간	시공자	총공사비(백만원)
2004-12-16 ~ 2005-06-13	(주)대한건석탄트외5개사	2004-12-31 ~ 2012-12-31	현대건설(주) 외 2개사	20,128

내진정보	내진설계 대상 유무	내진설계 적용 유무	적용내진설계기준	내진성능평가 실시 유무	내진보강 유무
	불명	적용		불명	불명

열10조대상	감리기간	감리자(책임감리원)	사업주체(발주자)	공사명	공사감독·공사관리관
아니오	2004-12-13 ~ 2013-01-31	송부진	서울특별시도시기반시설본부	서울지하철 7호선 연장 702공구 건설공사	문병종

2.2.6 기존자료 분석결과 점검방향 설정

1) 기존 점검자료 등 검토 결과, 정기안전점검 및 정밀안전점검 등이 주기적으로 이루어진 것으로 확인되었고, 중대결함 및 구조적 결함 등은 없는 것으로 조사되었으나 기존 점검 중 발생된 손상에 대하여 면밀한 조사가 요구된다.

2) 금번 점검 시 중점적으로 관찰한 사항은 다음과 같다.

① 슬래브하면 및 옹벽의 균열, 철근노출, 파손 등 추가 손상 발생 여부 확인.

② 측벽 및 기둥의 균열, 파손, 마모 등 추가손상 발생 여부 확인.

③ 포장부의 파손 균열, 소성변형 등 발생 여부 확인.

④ 기타 콘크리트 부재 균열, 철근노출, 파손 등 발생 여부 확인.

⑤ 기타 공용 중 나타날 수 있는 신규손상 발생 여부 확인.

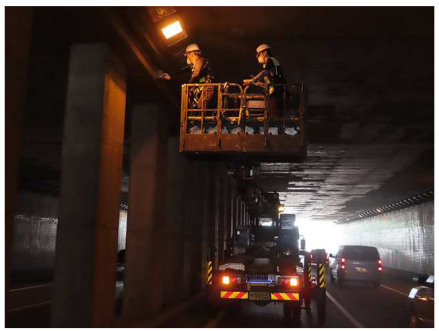
2.3 현장조사 및 시험

2.3.1 개요

본 지하차도에 대한 외관조사는 『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침-터널편, 옹벽편(2019. 9, 국토교통부, 한국시설안전공단)』의 실시요령에 따라 시설물에 내재되어 있는 위험요인이나 시설물의 기능 및 성능 저하, 상태 등을 신속·정확하게 검사·평가하는데 주안점을 두고 외관조사 방향을 결정하였다. 또한, 터널 부재 전체에 대하여 가능한 한 근접한 상태에서 육안조사를 실시함을 원칙으로 하였으며, 접근장비로는 도보 및 고소작업차를 이용하였다.

본 장에서는 외관조사 결과 확인된 결함과 손상 상태에 대하여 교량의 구성 부재별로 사진을 첨부하여 설명하고 발생 원인을 분석하여 보수·보강 및 유지관리 방안을 마련하는데 참고할 수 있도록 하였으며, 전체 부재에 대한 외관조사망도를 작성하여 향후 지하차도의 점검 및 유지관리 시 효율적으로 활용할 수 있도록 하였다.

고소작업차를 이용한 현장조사 ①



고소작업차를 이용한 현장조사 ②

<사진 2.3.1> 현장조사 전경

2.3.2 외관조사

가. 본선 Box구간

1) 슬래브하면

① 현황

· 당아래지하차도는 Box구간 총 연장 L=140.0m인 직선(R=0.0m) 철근콘크리트 Box로 시공 되어있다.

슬래브하면 전경(부평구청역방향)

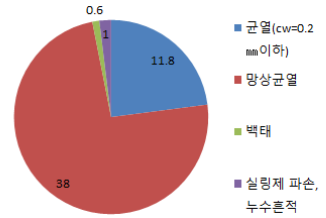
슬래브하면 전경(온수역방향)

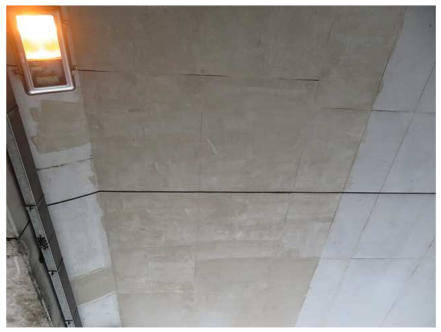
<사진 2.3.2> 슬래브하면 전경

② 점검결과

· 슬래브하면 점검결과, 기 손상에 대해 일부 보수를 실시한 것으로 조사되었고, 균열, 망상균열, 백태, 실링제 파손, 누수 등의 손상이 조사되었다.

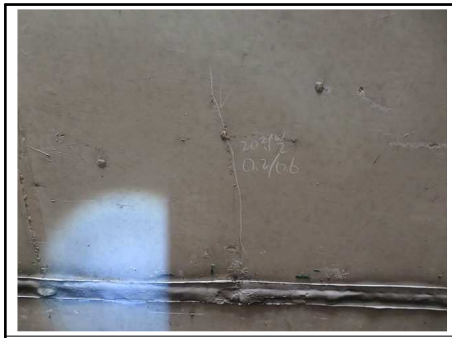
<표 2.3.1> 슬래브하면 외관조사 결과

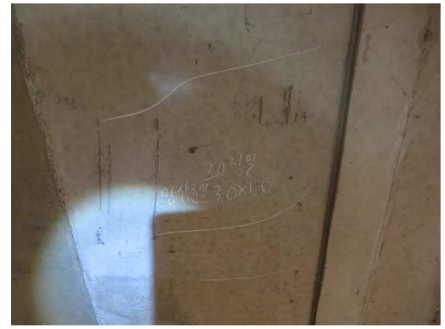
구분	손상내용	단위	물량	개소	비고	손상현황
슬래브하면	균열(cw=0.2㎜이하)	m	11.8	14	표면처리	
	망상균열	㎡	38.00	5	표면처리	
	백태	㎡	0.60	1	표면처리	
	실링제 파손, 누수흔적	m	1.0	1	실링보수, 주의관찰	


SP1 보수상태 양호

SP4 보수상태 양호

<사진 2.3.3> 슬래브하면 손상현황


SP2 균열(cw=0.2㎜)


SP6 망상균열

SP5 백태

SP5 실링제파손, 누수흔적

<사진 2.3.3> 슬래브하면 손상현황(계속)

③ 검토의견

· 슬래브하면에 조사된 균열, 망상균열은 시공초기 건조수축, 외·내부 구속의 영향 및 공용 중 온도변화에 따른 신축작용 등의 복합적인 원인에 의해 발생하였다. 발생된 균열은 바닥판 상부로 연관된 손상은 없으며, 바닥판 하부의 국부적인 상태이므로 구조물의 안전성 및 내구성에 미치는 영향은 미미할 것으로 표면처리를 통한 보수를 시행해야 할 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

· 실링제 파손, 누수흔적은 공용기간 증가로 인한 노후화 및 구조물의 신축작용에 의해 실링재 파손이 발생되었고, 손상부위에 기 점검시 조사된 누수가 금번 조사시 누수흔적으로 조사되어, 실링제 파손은 실링보수를 실시하고, 누수흔적은 지속적인 주의관찰이 필요한 것으로 판단된다.

· 백태는 구조물 배면의 지표수 등의 침투수가 수밀성이 낮은 조인트 부위에 유입되면서 발생된 것으로 기 점검시 손상의 규모가 동일하게 조사되었지만, 내구성 향상을 위해 표면처리를 실시하는 것이 바람직하다.

2) 벽체부

① 현황

· 당아래지하차도 벽체부는 전체적으로 타일로 마감되어 콘크리트는 비노출된 상태이다.

벽체 전경(부평구청역 방향)

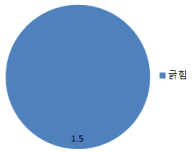
벽체 전경(온수역 방향)

<사진 2.3.4> 벽체부 전경

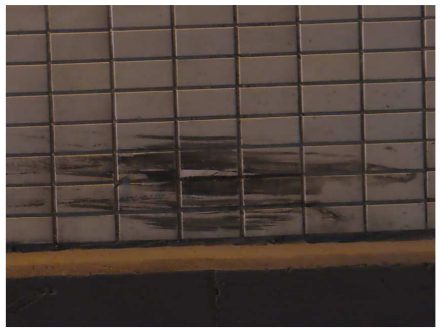
② 점검결과

· 벽체부 점검결과 기 손상에 대해 대부분 보수를 실시한 것으로 조사되었고, 일부 균열이 조사되었으며, 타일의 시공상태는 양호한 것으로 확인되었다.

<표 2.3.2> 벽체부 외관조사 결과

구분	손상내용	단위	물량	개소	비고	손상현황
벽체부	균열	m	1.5	1	주의관찰	

벽체부 보수 상태양호


벽체부 균열

<사진 2.3.5> 벽체부 손상현황

③ 검토의견

· 조사된 균열은 충격에 의해 발생된 것으로 판단되며, 손상의 정도가 경미하고 기 점검과 손상의 규모가 동일하여 보수의 효과성, 경제성 등을 반영하여 주의관찰을 하는 것이 바람직 할 것이다.

3) 기둥부

① 현황

· 당아래지하차도 기둥부는 본선 Box 구간의 중앙부에 2.0m 간격으로 기둥이 시공되어 있으며, 내오염 도장이 이루어진 상태이다.

기둥 전경(부평구청역 방향)

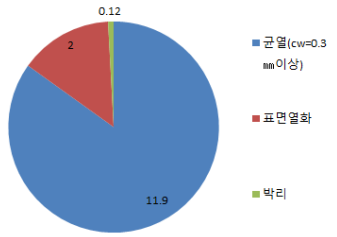
기둥 전경(온수역 방향)

<사진 2.3.6> 기둥부 전경

② 점검결과

· 기둥부 점검결과 일부 손상이 보수되었고, 균열, 표면열화 박리 등이 조사되었다.

<표 2.3.3> 기둥부 외관조사 결과

구분	손상내용	단위	물량	개소	비고	손상현황
기둥부	균열(cw=0.3㎜이상)	m	11.9	7	주입보수	
	표면열화	㎡	2.00	1	주의관찰	
	박리	㎡	0.12	1	주의관찰	

SP8 균열(cw=0.3㎜)

SP8 표면열화

<사진 2.3.7> 기둥부 손상현황

③ 검토의견

· 균열은 건조수축, 온도변화, 내·외부구속 작용 등 부피변화에 기인한 비구조적 균열로 판단되며, cw=0.3㎜이상 균열은 주입보수가 필요할 것으로 판단된다.

· 표면열화 및 박리는 공용중 제설제 및 외기의 영향 등에 의해 국부적으로 발생되었으며, 기 점검과 비교하여 손상의 규모가 동일하고 정도가 미미하여 지속적인 주의관찰 후 손상의 진전시 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

4) 입·출구부

① 현황

· 당아래지하차도 입·출구부의 표면은 문양이 시공되어있고, 시설물명 및 교통안전표지물이 부착되어 있다.

입·출구부 전경(시점부)

입·출구부 전경(종점부)

<사진 2.3.8> 입·출구부 전경

② 점검결과

· 입·출구부 점검결과 손상 발생이 없는 양호한 상태로 주기적인 점검에 의한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.

<표 2.3.4> 기둥부 외관조사 결과

구분	손상내용	단위	물량	개소	비고	손상현황
입·출구부	상태양호	-	-	-	-	-

부평구청역 방향 상태양호

온수역 방향 상태양호

<사진 2.3.9> 입·출구부 손상현황

나. U-Type 옹벽

1) 현황

· U-Type 옹벽은 벽체에 문양이 시공되어 있는 상태이고, 시점측 옹벽은 연장 190.0m, 종점측 옹벽은 연장 180.0m로 시공되어 있다.

U-Type 전경(부평구청역 방향)

U-Type 전경(온수 방향)

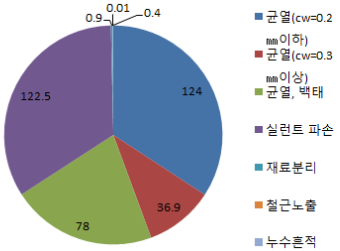
<사진 2.3.10> U-Type 옹벽 전경

② 점검결과

· U-Type 옹벽 점검결과 균열, 백태, 실링재 파손, 재료분리, 철근노출, 누수흔적 등의 손상이 조사되었다.

<표 2.3.5> U-Type 옹벽 외관조사 결과

구분	손상내용	단위	물량	개소	비고	손상현황
U-Type 옹벽	균열(cw=0.2㎜이하)	m	124.0	70	표면처리	
	균열(cw=0.3㎜이상)	m	36.9	37	주입보수	
	균열, 백태	m	78.0	32	표면처리	
	실런트 파손	m	122.5	36	실링보수	
	재료분리	㎡	0.90	1	단면보수	
	철근노출	㎡	0.01	1	단면보수+방청	
	누수흔적	㎡	0.40	2	주의관찰	



종점측 SP3 균열(cw=0.3㎜)

종점측 SP1 균열, 백태

시점측 SP4 실런트 파손

종점측 SP4 철근노출

<사진 2.3.11> U-Type 옹벽 손상현황

③ 검토의견

· 옹벽에 조사된 균열은 시공초기 건조수축, 내·외부구속 작용 및 공용 중 온도변화에 의한 신축작용 등의 복합적인 영향에 의한 비구조적 균열로 판단되며, cw=0.2㎜이하균열은 표면처리, cw=0.3㎜이상균열은 주입보수를 통한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

· 균열 및 백태는 균열부에 배면 지표수 및 외기의 영향 등에 의해 발생된 것으로 내구성 향상을 위해 표면처리를 실시하는 것이 바람직하다.

· 국부적으로 조사된 재료분리, 철근노출은 시공초기 다짐불량 및 거푸집 탈형시 조기탈형 및 피복두께 부족 등으로 발생 되었으며, 구조물에 대비하여 발생빈도 및 크기가 작은 상태이나 장기적인 구조물의 내구성 확보를 위하여 재료분리는 단면보수가 필요하고, 철근노출은 방청 및 단면보수가 필요하다.

· 실런트 파손은 공용기간 증가로 인한 노후화 및 구조물의 신축작용에 의해 발생된 손상으로 실링보수를 실시해야 하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

· 누수흔적은 기 점검과 비교하여 손상의 진전이 없고, 내구성에 미치는 영향이 경미하므로 지속적인 주의관찰이 필요할 것이다.

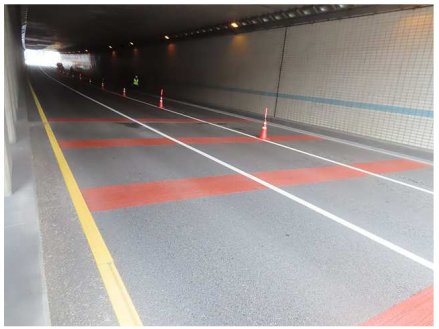
다. 부대시설

1) 포장부

① 현황

· 포장부는 왕복 6차선 구조물로 폭 B=23.0m로 중앙분리대에 의해 상·하행이 분리되어 있고, 아스팔트 포장으로 시공되어있다.

포장부 전경(온수역 방향)



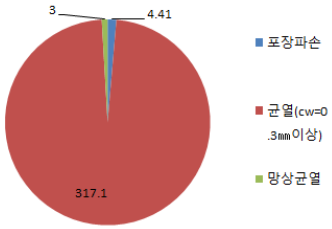
포장부 전경(부평구청역 방향)

<사진 2.3.12> 포장부 전경

② 점검결과

· 포장부 점검결과, 기 손상에 대해 일부 보수를 실시한 것으로 확인되었고, 포장파손, 균열, 망상균열 등의 손상이 조사되었다.

<표 2.3.6> 포장부 외관조사 결과

구분	손상내용	단위	물량	개소	비고	손상현황
포장부	포장파손	㎡	4.41	5	소파보수	
	균열(cw=0.3㎜이상)	m	317.1	43	주의관찰	
	망상균열	㎡	3.00	1	주의관찰	

U-Type 구간 포장 보수 상태양호

SP7 박스구간 포장파손

U-Type 구간 SP5 포장균열(cw=0.3㎜이상)

U-Type 구간 SP3 포장 망상균열

<사진 2.3.13> 포장부 손상현황

③ 검토의견

· 포장부 균열 및 망상균열은 온도 강하에 의한 수축과 차량의 반복통행, 공용기간 증가에 의한 손상으로 판단되며, 차량 주행성에 대한 영향은 미미 하므로, 지속적인 주의관찰 후 손상의 진전시 일괄 재포장을 실시하는 것이 바람직하다.

· 포장파손은 공용 중 다짐이 부족한 불건전 포장면에 적치물과 차륜과의 접촉으로 인하여 포장부가 경미하게 파손된 것으로 판단된다. 조사된 손상은 통행 차량의 주행성 향상과 시설물 내구성 향상을 위해 소파보수가 필요할 것으로 판단된다.

2) 배수시설

① 현황

· 배수시설은 Box 구간 및 U-Type 옹벽 양측 벽체에 접하여 배수로가 설치되어 있으며, 스틸그레이팅으로 덮여있는 것으로 조사되었다.

U-Type 옹벽 구간 배수시설 전경

Box 구간 배수시설 전경

<사진 2.3.14> 배수시설 전경

② 점검결과

· 배수시설 점검결과 전구간 양호한 상태로 주기적인 점검에 의한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.

<표 2.3.7> 배수시설 외관조사 결과

구 분	손상내용	단위	물량	개소	비고
배수시설	상태양호	-	-	-	-

온수역 방향 배수시설 양호

부평구청역 방향 배수시설 양호

<사진 2.3.15> 배수시설 손상현황

3) 연석 및 중앙분리대

① 현황

· U-Type 옹벽 양측 벽체 하단부 및 Box 구간 벽체 하단부에 연석이 설치되어 있는 상태이고, 도로중앙에는 중앙분리대가 설치된 상태로 상·하행이 구분되어있다.

연석 전경

중앙분리대 전경

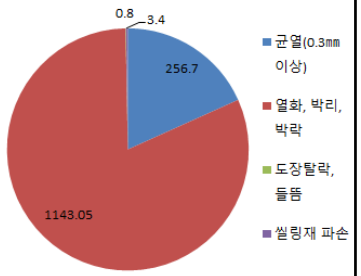
<사진 2.3.16> 연석 및 중앙분리대 전경

② 점검결과

· 연석 및 중앙분리대 점검결과 균열, 열화, 박리박락, 도장탈락 등이 조사되었다.

<표 2.3.8> 연석 및 중앙분리대 외관조사 결과

구분	손상내용	단위	물량	개소	비고	손상현황
연석 및 중앙분리대	균열(0.3㎜이상)	m	256.7	151	주입보수	
	열화, 박리, 박락	㎡	1143.05	90	단면보수	
	도장탈락, 들뜸	㎡	0.8	1	재도장	
	씰링재 파손	m	3.40	2	실링보수	



시점측 중앙분리대 균열(cw=0.3㎜)

종점측 중앙분리대 균열(cw=0.3㎜)

종점측 연석 열화, 박리, 박락

Box 구간 연석 열화

<사진 2.3.17> 연석 및 중앙분리대 손상현황

③ 검토의견

· 연석 및 중앙분리대에 조사된 균열은 시공초기 건조수축, 내·외부구속 작용 및 공용중 온도변화에 의한 신축작용 등의 복합적인 영향에 의한 비구조적 균열로 판단되며, cw=0.3㎜이상 균열은 주입보수를 통한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

· 열화, 박리, 박락, 도장탈락은 공용년수 경과 및 환경적인 요인, 외부충격 등으로 발생된 것으로 조사되었고, 내구성 향상을 위해 단면보수, 재도장을 실시하여야 할 것으로 판단된다.

4) 신축이음부

① 현황

· 신축이음부는 U-Type 구간에 시점측 11개소, 종점측 11개소, Box 구간에 7개소 설치된 상태이다.

U-Type 구간 신축이음부 전경

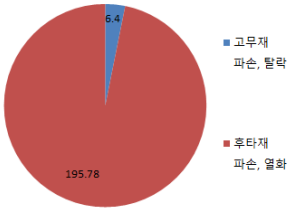
Box 구간 신축이음부 전경

<사진 2.3.18> 신축이음부 전경

② 점검결과

· 신축이음부 점검결과 고무재 탈락 및 파손, 후타재 파손 및 열화 등이 조사되었다.

<표 2.3.9> 신축이음부 외관조사 결과

구분	손상내용	단위	물량	개소	비고	손상현황
신축이음	고무재 파손, 탈락	m	6.4	2	주의관찰	
	후타재 파손, 열화	㎡	195.78	23	주의관찰	

U-Type 구간 신축이음부 고무재 파손

U-Type 구간 신축이음부 후타재 열화

<사진 2.3.19> 신축이음부 손상현황

③ 검토의견

· 조사된 신축이음부 고무재 파손, 후타재 파손, 열화는 공용기간이 증가됨에 따라 우수, 제설용 염화칼슘, 중차량의 반복적 이동 등의 복합적인 원인으로 발생된 것으로서, 일부 손상이 조사되었으나, 차량의 주행성 및 내구성에는 영향이 미미 할 것으로 판단되고 신축이음부의 부분보수는 효용성이 떨어지기 때문에 지속적인 주의관찰 후 일괄 교체를 실시하는 것이 바람직하다고 판단된다.

5) 기타시설

① 현황

· 본시설물의 기타시설은 펌프실, 관리실, 전기실로 이루어져 있다.

펌프실 전경

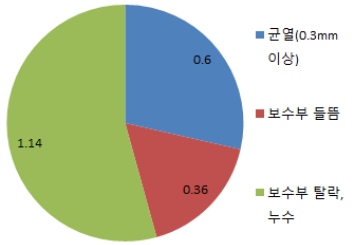
전기실 전경

<사진 2.3.20> 기타시설 전경

② 점검결과

· 기타시설 점검결과 기 손상은 대부분 보수를 실시하였고, 일부 보수부 탈락, 누수가 조사되었다.

<표 2.3.10> 난간 ,연석 및 보도부 외관조사 결과

구분	손상내용	단위	물량	개소	비고	손상현황
기타시설	균열(0.3mm이상)	m	0.6	1	주입보수	
	보수부 들뜸	㎡	0.36	1	단면보수	
	보수부 탈락, 누수	㎡	1.14	1	단면보수	

보수부 상태양호

보수부 탈락, 누수

<사진 2.3.21> 기타시설 손상현황

③ 검토의견

· 기타시설에 조사된 균열은 시공초기 건조수축, 외·내부 구속의 영향 및 공용 중 온도변화에 따른 신축작용 등의 복합적인 원인에 의해 발생하였다. 발생된 균열은 구조물의 안전성 및 내구성을 위해 cw=0.3㎜이상균열은 주입보수를 시행하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

· 부수부 탈락 및 누수, 들뜸은 보수 불량으로 인하여 발생되었으며, 내구성 향상을 위해 단면보수가 필요할 것이다.

6) 부속시설

① 현황

· 본시설물의 Box구간 헌치에는 조명시설이 설치된 상태이다.

조명시설 전경

조명시설 양호 전경

<사진 2.3.22> 기타시설 전경

② 점검결과

· 부속시설물 점검 결과 양호한 상태로 주기적인 점검에 의한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.

<표 2.3.11> 부속시설 외관조사 결과

구분	손상내용	단위	물량	개소	비고	손상현황
부속시설	상태양호	-	-	-	-	

라. 외관조사 결과요약

본 교량의 외관조사결과 요약표는 다음과 같다.

<표 2.3.12> 외관조사 결과요약

구 분		주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
본선 Box 구간	슬래브 하면	· 균열(cw=0.2㎜이하) · 망상균열 · 백태 · 실링제 파손, 누수흔적	· 시공초기 건조수축, 내·외부구속 작용 및 공용 중 온도변화에 의한 신축작용 등 복합적인 영향에 의한 비구조적 균열 · 구조물 배면의 지표수 등의 침투수가 수밀성이 낮은 조인트 부위에 유입되면서 발생된 것 · 공용기간 증가로 인한 노후화 및 구조물의 신축작용 등 → 표면처리, 실링보수, 주의관찰
	벽체부	· 긁힘	· 외부충격에 의한 손상 → 주의관찰
	기둥부	· 균열(cw=0.3㎜이상) · 표면열화 · 박리	· 건조수축, 온도변화, 내·외부구속 작용 등 부피변화에 기인한 비구조적 균열 ·공용중 제설제 및 외기의 영향에 의해 표면부에 국부적으로 발생 → 주입보수, 주의관찰
	입·출 구부	· 상태양호	-
U-Type 옹벽		· 균열(cw=0.2㎜이하) · 균열(cw=0.3㎜이상) · 균열, 백태	· 시공초기 건조수축, 내·외부구속 작용 및 공용 중 온도변화에 의한 신축작용 등의 복합적인 영향에 의한 비구조적 균열 · 균열부에 배면 지표수 및 외기의 영향 등에 의해 발생 → 표면처리, 주입보수
		· 재료분리 · 철근노출	· 시공초기 다짐불량 및 거푸집 탈형시 조기탈형 및 피복두께 부족 등으로 발생 → 단면보수, 방청+단면보수
		· 실런트 파손	· 공용기간 증가로 인한 노후화 및 구조물의 신축작용에 의해 발생된 손상 → 실링보수
		· 누수흔적	· 기 점검과 비교하여 손상의 진전이 없고, 내구성에 미치는 영향이 경미함 → 주의관찰

<표 2.3.12> 외관조사 결과요약(계속)

구 분		주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
부대 시설	포장부	· 균열(cw=0.3㎜이상)	· 온도 강하에 의한 수축과 차량의 반복통행, 공용기간 증가에 의한 손상 → 주의관찰
		· 포장파손	· 공용 중 다짐이 부족한 불건전 포장면에 적치물과 차륜과의 접촉으로 인하여 포장부가 경미하게 파손 → 주의관찰
	배수 시설	· 상태양호	-
	연석 및 중앙분리대	· 균열(cw=0.3㎜이상) · 열화, 박리, 박락 · 도장탈락, 열화	· 시공초기 건조수축, 내·외부구속 작용 및 공용 중 온도변화에 의한 신축작용 등 복합적인 영향에 의한 비구조적 균열 · 공용년수 경과 및 환경적인 요인, 외부충격 등으로 발생 → 주입보수, 단면보수, 재도장
	신축이음부	· 고무재 파손 · 후타재 파손, 열화	· 공용기간이 증가됨에 따라 우수, 제설용 염화칼슘, 중차량의 반복적 이동 등의 복합적인 원인으로 발생 → 재설치
기타시설		· 균열(cw=0.3㎜이상) · 보수부 들뜸 · 보수부 탈락, 누수	· 시공초기 건조수축, 내·외부구속 작용 및 공용 중 온도변화에 의한 신축작용 등 · 보수 불량으로 인하여 발생 → 주입보수, 표면처리, 단면보수

마. 기 점검 결과와 비교분석

본 교량의 금회 처음으로 실시하는 정밀안전점검으로 비교·분석표는 다음과 같다.

<표 2.3.13> 기 점검 결과와 비교

위치	손상내용	기 점검결과		금회 점검결과		손상물량 변화	비고
		물량	단위	물량	단위		
슬래브 하면	균열(cw=0.2㎜이하)	0.5	m	11.8	m	11.3	▲
	망상균열	41.00	㎡	38.00	㎡	3.00	▼
	백태	0.60	㎡	0.60	㎡	=	=
	실링재 파손, 누수흔적	1.0	m	1.0	m	=	=
	신축이음 누수	65.2	m	-	-	65.2	▼
벽체부	긁힘	1.5	m	1.5	m	=	=
기둥부	균열(cw=0.3㎜이상)	0.7	m	11.9	m	11.2	▲
	표면열화	-	-	2.00	㎡	2.00	▲
	박리	0.12	㎡	0.12	㎡	=	=
입·출구부	상태양호	-	-	-	-	-	-
U-Type 옹벽	균열(cw=0.2㎜이하)	16.9	m	124.0	m	107.1	▲
	균열(cw=0.3㎜이상)	169.3	m	36.9	m	132.4	▼
	균열, 백태	69.4	m	78.0	m	8.6	▲
	실런트 파손	31.2	m	122.5	m	91.3	▲
	재료분리	0.90	㎡	0.90	㎡	=	=
	철근노출	0.10	㎡	0.01	㎡	0.09	▼
	누수흔적	-	-	0.40	㎡	0.40	▲
포장부	포장파손	5.60	㎡	4.41	㎡	1.19	▼
	균열(cw=0.3㎜이상)	197.0	m	317.1	m	120.1	▲
	소성변형	25.80	㎡	-	-	25.80	▼
	망상균열	-	-	3.00	㎡	3.00	▲
배수시설	이물질 퇴적	360.0	m	-	-	360.0	▼
	덮개 파손	3	EA	-	-	3	▼
연석 및 중앙분리대	균열(0.3㎜이상)	256.7	m	256.7	m	=	=
	열화, 박리, 박락	969.18	㎡	1143.05	㎡	173.87	▲
	도장탈락, 들뜸	0.80	㎡	0.80	㎡	=	=
	씰링재 파손	8.1	m	3.4	m	4.7	▼
신축이음	고무재 파손, 탈락	58.2	m	6.4	m	51.8	▼
	후타재 파손, 열화	83.6	㎡	195.78	㎡	112.18	▲
기타시설	균열(0.3mm이상)	4.3	m	0.6	m	3.7	▼
	보수부 들뜸, 누수	1.50	㎡	1.50	㎡	=	=
부속시설	상태양호	-	-	-	-	-	-

2.3.3 내구성조사 결과

가. 개요

본 과업에서는 현장조사 결과를 기초로 각종 검사기구 및 시험 장비를 사용하여 콘크리트 압축강도, 탄산화 깊이 등을 실시하였다.

구조물의 구성 재료인 콘크리트의 역학적·화학적 특성을 체계적으로 규명하여 대상구조물의 내구성평가 및 상태평가의 기본 자료로 활용하였다.

1) 조사현황

본 과업에서 콘크리트 내구성조사를 위해 콘크리트 강도시험, 탄산화 깊이 측정을 실시하였고, 각 부재별 콘크리트 내구성시험 현황은 다음과 같다.

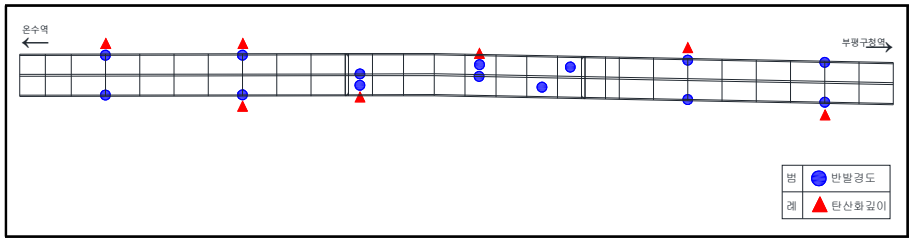
<표 2.3.14> 부재별 재료시험 현황

항 목	시험기준		수량 (개소)		비고
			기준	실시	
반발경도 시험	BOX 구간	○총연장 ÷ 300m	2	6	
	U-type (옹벽)구간	○총연장 ÷ 50m	8	8	
탄산화 깊이 측정	BOX 구간	○철근콘크리트 구조물 -총연장 1,000m미만 : 2개소 -총연장 1,000m이상 : 최소2개소+1,000m당 1개소 추가	2	2	
	U-type (옹벽)구간	○총연장 -100m미만 : 2개소 -100m이상 : 최소2개소+100m당 1개소 추가	5	5	

반발경도 시험

탄산화 깊이 측정

피복두께 측정



<그림 2.3.4> 재료시험 위치도

나. 시험결과 및 분석

1) 콘크리트 강도시험

① 금회 시험결과

반발경도법을 통해 본 구조물에 압축강도를 추정하였으며, BOX 구간 6개소, U-type(옹벽)구간 8개소에서 실시하였다. 측정결과, BOX 구간 29.6~31.7㎫, U-type(옹벽)구간 29.5~30.6㎫로 설계기준강도(27.0㎫)를 상회하는 것으로 조사되어 전반적으로 양호한 상태인 것으로 측정되었다.

<표 2.3.15> 반발경도시험 측정결과(㎫)

구분	측정위치	반발경도(Ro)	보정압축강도(㎫)		평균 압축강도(㎫)	설계 기준강도(㎫)	기준강도 대비(%)	비고
			일본재료학회	일본건축학회				
BOX 구간	SP5 슬래브(온수방향)	51.1	30.0	29.7	29.8	27.0	110.6	비건전부
	SP8 슬래브(온수방향)	51.3	30.2	29.8	30.0	27.0	111.1	건전부
	SP1 슬래브(부평방향)	52.7	31.3	30.4	30.9	27.0	114.4	건전부
	SP7 슬래브(부평방향)	50.7	29.7	29.5	29.6	27.0	109.7	비건전부
	SP1 기둥 상부	54.1	32.4	31.0	31.7	27.0	117.5	건전부
	SP5 기둥 상부	53.6	32.0	30.8	31.4	27.0	116.4	건전부
옹벽 구간	SP2 시점부(온수방향)	51.7	30.5	29.9	30.2	27.0	111.9	건전부
	SP4 시점부(온수방향)	52.2	30.9	30.1	30.5	27.0	113.0	건전부

※ 설계강도: 2018년도 정밀안전점검 보고서 참조.
※ 비건전부는 누수 등으로 자주 습윤상태가 되거나, 우수에 노출된 부재 및 기타 표면부의 열화가 진행될 수 있는 부위로, 해당 구간 중 상대비교하여 가장 취약한 부분을 비 건전부로 구분함(「시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(안전점검 진단) - 터널 및 옹벽 편(국토교통부/한국시설안전공단, 2019.09.)」

<표 2.3.15> 반발경도시험 측정결과(㎫)(계속)

구분	측정위치	반발경도(Ro)	보정압축강도(㎫)		평균 압축강도(㎫)	설계 기준강도(㎫)	기준강도 대비(%)	비고
			일본재료학회	일본건축학회				
옹벽 구간	SP2 종점부(온수방향)	51.7	30.5	29.9	30.2	27.0	111.8	건전부
	SP4 종점부(온수방향)	50.6	29.6	29.4	29.5	27.0	109.3	비건전부
	SP2 시점부(부평방향)	51.7	30.5	29.9	30.2	27.0	111.8	비건전부
	SP4 시점부(부평방향)	52.3	30.9	30.2	30.6	27.0	113.2	건전부
	SP2 종점부(부평방향)	52.0	30.7	30.1	30.4	27.0	112.6	건전부
	SP4 종점부(부평방향)	52.3	31.0	30.2	30.6	27.0	113.3	건전부

※ 설계강도: 2018년도 정밀안전점검 보고서 참조.
※ 비건전부는 누수 등으로 자주 습윤상태가 되거나, 우수에 노출된 부재 및 기타 표면부의 열화가 진행될 수 있는 부위로, 해당 구간 중 상대비교하여 가장 취약한 부분을 비 건전부로 구분함(「시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(안전점검 진단) - 터널 및 옹벽 편(국토교통부/한국시설안전공단, 2019.09.)」

② 기 정밀안전점검 결과와 비교

기 정밀안전점검 결과와 금회 정밀안전점검 결과를 비교·분석한 결과, 측정 결과값에 소폭 차이는 보이나, 전반적으로 설계기준 강도을 상회하는 비슷한 상태로 공용년수 증가에 따른 급격한 강도 감소는 없는 것으로 판단된다.

<표 2.3.16> 기 정밀안전점검 결과와 비교(반발경도시험)(㎫)

구분	기존(2018년) 정밀안전점검			금회(2020년) 정밀안전점검			기준강도
	일본재료학회	일본건축학회	평균	일본재료학회	일본건축학회	평균	
BOX 구간	26.3~33.9	27.8~31.6	27.1~33.0	29.7~32.4	29.5~31.0	29.6~31.7	27.0
옹벽 구간	26.6~33.5	28.0~31.8	27.3~32.6	29.6~31.0	29.4~30.2	29.5~30.6	27.0

※ 2018년도 정밀안전점검 보고서 참조

2) 탄산화 깊이 측정

① 금회 시험결과

본 시설물의 탄산화 깊이 측정은 BOX 구간에서 2개소, U-type(옹벽)구간 5개소를 측정하였다.

탄산화 깊이 측정에 따른 분석결과, 측정위치 모두 잔여깊이 30.0㎜이상으로 탄산화에 의한 철근노출의 우려는 없는 것으로 분석되었다.

또한, 탄산화 속도계수는 다소 빠른 상태로 판단되나 탄산화에 의한 예측 잔존수명은 100년이상을 확보한 상태로 확인되었다.

<표 2.3.17> 탄산화 깊이 측정결과(㎜)

구 분	측정위치	탄산화 깊이	피복 두께	잔여 깊이	속도계수	잔존수명	상태 등급
BOX 구간	BOX구간 SP5 슬래브(온수방향)	9.5	80.0	70.50	3.359	100년이상	a
	BOX구간 SP1 슬래브(부평방향)	8.5	77.0	68.50	3.005	100년이상	a
옹벽 구간	시점옹벽 SP2 벽체(온수방향)	8.0	62.0	54.00	2.828	100년이상	a
	시점옹벽 SP4 벽체(온수방향)	7.5	61.0	53.50	2.652	100년이상	a
	시점옹벽 SP4 벽체(부평방향)	8.5	63.0	54.50	3.005	100년이상	a
	좀점옹벽 SP2 벽체(온수방향)	7.5	65.0	57.50	2.652	100년이상	a
	좀점옹벽 SP4 벽체(부평방향)	9.0	64.0	55.00	3.182	100년이상	a

※ 탄산화 깊이 측정시 RC-RADAR를 통해 실 피복깊이를 확인함,

② 기 정밀안전점검 결과와 비교

기 정밀안전점검 결과와 금회 정밀안전점검 결과를 비교·분석한 결과, 탄산화 잔여 깊이는 개별 측정값에서는 다소 차이를 보이나, 전반적으로 비슷한 것으로 판단된다.

개별 측정값의 차이는 시험 부재 및 위치 등의 차이에 의한 것으로 판단되고, 측정한 모든 위치에서 잔여깊이 30㎜이상을 확보하고 있는 것으로 나타나, 탄산화로 인한 철근부식 발생 가능성은 적을 것으로 판단된다.

<표 2.3.18> 기 정밀안전점검 결과와 비교(탄산화 깊이 측정)(㎜)

구분	기존(2018년) 정밀안전점검				금회(2020년) 정밀안전점검				비고
	탄산화깊이	피복두께	잔여깊이	상태등급	탄산화깊이	피복두께	잔여깊이	상태등급	
BOX 구간	8.6~9.2	77.0~81.0	67.8~72.4	a	8.5~9.5	77.0~80.0	68.5~70.5	a	
옹벽 구간	7.2~10.3	62.0~65.0	51.7~57.1	a	7.5~9.0	61.0~65.0	53.5~57.5	a	

※ 2018년도 정밀안전전점검 보고서 참조

다. 시험결과 요약

본 시설물에 대한 내구성조사 결과는 전반적으로 설계기준 대비 양호한 상태로서 콘크리트의 내구성 저하 및 철근의 부식 발생 우려는 낮은 것으로 판단된다.

<표 2.3.19> 내구성조사 결과 요약표

구 분		내구성조사 결과			평가의견
비파괴 압축강도	BOX 구간	시험결과(㎫) Ⓐ	설계기준강도(㎫) Ⓑ	강도비(%) Ⓐ/Ⓑ×100	양호
		29.6~31.7	27.0	109.7~117.5	
	옹벽 구간	시험결과(㎫) Ⓐ	설계기준강도(㎫) Ⓑ	강도비(%) Ⓐ/Ⓑ×100	양 호
		29.5~30.6	27.0	109.3~113.3	
탄산화 깊이측정	BOX 구간	탄산화 깊이(㎜)	탄산화 잔여깊이(㎜)	상태평가 기준	부식발생 우려없음
		8.5~9.5	68.5~70.5	a	
	옹벽 구간	탄산화 깊이(㎜)	탄산화 잔여깊이(㎜)	상태평가 기준	부식발생 우려없음
		7.5~9.0	53.5~57.5	a	

라. 기 재료시험 결과 비교

본 교량의 내구성평가에 대한 기 정밀안전점검 결과와의 비교는 다음과 같다.

<표 2.3.20> 기 재료시험 결과 비교

구 분		측정결과		비 고
		2018 정밀안전점검	금회 정밀안전점검	
비파괴 압축강도	BOX 구간	27.1~33.0㎫	29.6~31.7㎫	
	옹벽 구간	27.3~32.6㎫	29.5~30.6㎫	
탄산화 잔여깊이	BOX 구간	67.8~72.4㎜	68.5~70.5㎜	
	옹벽 구간	51.7~57.1㎜	53.5~57.5㎜	
평가의견	· 기 점검 결과와 콘크리트 압축강도를 비교·분석한 결과, 측정값이 다소 차이를 보이고 있으나, 이는 측정위치, 콘크리트의 표면상태 등에 기인한 것이며, 금회 점검시, 각 부재별 설계기준강도를 상회하는 것으로 나타나, 내구성 강도 저하는 없는 것으로 판단된다. · 탄산화 깊이측정결과, 탄산화 깊이의 큰 변화가 없는 상태이고, 잔여피복두께를 30.0㎜이상을 확보하고 있는 것으로 나타나, 탄산화로 인한 철근노출의 가능성은 적을 것으로 판단된다.			

2.4 상태평가

본 상태평가는 「시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(안전점검 진단)-터널편, 옹벽편(국토교통부/한국시설안전공단, 2019.09.)」의 기준에 따라 평가를 실시하였다.

2.4.1 Box 구간 상태평가 결과

가. 평가결과 산정

1) 제1단계 : Box구간 결함지수 산정

<표 2.4.1> 결함지수 산정

Span		균열	누수	파손 및 손상	재질열화							결함 점수 합계	결함 지수
No.	형식				박리	층분리 및박락	백태	재료 분리	철근 노출	탄산화	염화물		
1	지하차도	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0.000
2	지하차도	5	0	0	0	0	0	0	0	-	-	5	0.139
3	지하차도	5	0	0	0	0	0	0	0	-	-	5	0.139
4	지하차도	5	0	0	0	0	0	0	0	-	-	5	0.139
5	지하차도	5	0	0	0	0	0	0	0	0	-	5	0.139
6	지하차도	5	0	0	0	0	0	0	0	-	-	5	0.139
7	지하차도	5	0	0	0	0	0	0	0	-	-	5	0.139
8	지하차도	5	0	0	0	0	0	1	0	-	-	6	0.167
산술평균		4.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	-	4.50	0.125

2) 제2단계 : Box구간 결함등급 산정

<표 2.4.2> 결함등급 산정

Span		균열	누수	파손 및 손상	재질열화							결함 평가
No.	형식				박리	층분리 및박락	백태	재료 분리	철근 노출	탄산화	염화물	
1	지하차도	a	a	a	a	a	a	a	a	a	-	a
2	지하차도	b	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a
3	지하차도	b	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a
4	지하차도	b	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a
5	지하차도	b	a	a	a	a	a	a	a	a	-	a
6	지하차도	b	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a
7	지하차도	b	a	a	a	a	a	a	a	-	-	a
8	지하차도	b	a	a	a	a	a	c	a	-	-	a
산술평균		b	a	a	a	a	a	a	a	a	-	b
철근콘크리트 구간 결함등급												a

나. 터널 주변상태 결함점수 산정

<표 2.4.3> 주변상태 결함점수 산정

터널주변	반영사항	결함점수
배수상태	• 배수양호	0.0
지반상태	• 설계자료 검토 및 현장조사시 지하차도 주변 풍화변질	1.0
갱문(접속부)상태	• 보통인 상태	1.0
공동구상태	• 해당사항 없음	0.0
특수조건	• 특이사항 없음	0.0
계		2.0

※ 현장조사 결과 및 서울지하철 7호선 연장 702공구 건설공사 지반조사보고서 참조

다. 상태평가 결과 산정

<표 2.4.4> 상태평가 등급결과

항목	철근콘크리트										터널주변					합계
	균열	누수	손상	재질열화							배수 상태	지반 상태	갱문 상태	공동구 상태	특수 조건	
				박리	박락	백태	재료 분리	철근 노출	탄산화	염화물						
결함 점수	4.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	6.50

결함지수	0.151
평가결과	B

2.4.2 U-Type 옹벽 구간 상태평가 결과

가. 시점부 옹벽 결함지수 산정

<표 2.4.5> 시점부 옹벽 결함지수 산정결과

Span No.	Span 형식	침하	활동	배수공 상태	계획선형 오차	파손 및 손상	균열	마모 침식	재질열화 박리	재질열화 박락 및 층분리	재질열화 백태	재질열화 철근 노출	재질열화 탄산화	재질열화 염화물	세굴	주변 영향인자	결함 점수 합계	결함 지수
1	옹벽	0	0	0	0	0	5	0	1	2	0	0	-	-	0	0	8	0.105
2	옹벽	0	0	0	0	0	5	0	1	2	0	0	-	-	0	0	8	0.105
3	옹벽	0	0	0	0	0	5	0	1	2	0	0	0	-	0	0	8	0.105
4	옹벽	0	0	0	0	0	5	0	1	2	1	0	-	-	0	0	9	0.118
5	옹벽	0	0	0	0	0	5	0	1	2	0	0	-	-	0	0	8	0.105
6	옹벽	0	0	0	0	0	6	0	1	2	1	0	-	-	0	0	10	0.132
7	옹벽	0	0	0	0	0	7	0	1	2	0	0	0	-	0	0	10	0.132
8	옹벽	0	0	0	0	0	5	0	1	2	1	0	-	-	0	0	9	0.118
9	옹벽	0	0	0	0	0	8	0	1	2	0	0	-	-	0	0	11	0.145
10	옹벽	0	0	0	0	0	7	0	1	2	0	0	-	-	0	0	10	0.132
산술평균		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.80	0.00	1.00	2.00	0.30	0.00	0.00	-	0.00	0.00	9.10	0.120

나. 종점부 옹벽 결함지수 산정

<표 2.4.6> 종점부 옹벽 결함지수 산정결과

Span No.	Span 형식	침하	활동	배수공 상태	계획선형 오차	파손 및 손상	균열	마모 침식	재질열화 박리	재질열화 박락 및 층분리	재질열화 백태	재질열화 철근 노출	재질열화 탄산화	재질열화 염화물	세굴	주변 영향인자	결함 점수 합계	결함 지수
1	옹벽	0	0	0	0	0	5	0	1	2	1	0	-	-	0	0	9	0.118
2	옹벽	0	0	0	0	0	3	0	1	2	1	0	-	-	0	0	7	0.092
3	옹벽	0	0	0	0	0	5	0	1	2	1	0	0	-	0	0	9	0.118
4	옹벽	0	0	0	0	0	5	0	1	2	1	0	-	-	0	0	9	0.118
5	옹벽	0	0	0	0	0	3	0	1	2	1	0	-	-	0	0	7	0.092
6	옹벽	0	0	0	0	0	5	0	1	2	1	0	-	-	0	0	9	0.118
7	옹벽	0	0	0	0	1	6	0	1	2	1	0	0	-	0	0	11	0.145
8	옹벽	0	0	0	0	0	5	0	1	2	1	0	-	-	0	0	9	0.118
9	옹벽	0	0	0	0	0	6	0	1	2	1	0	-	-	0	0	10	0.132
10	옹벽	0	0	0	0	0	8	0	1	2	1	0	-	-	0	0	12	0.158
산술평균		0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	5.10	0.00	1.00	2.00	1.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	9.20	0.121

다. U-Type 옹벽 상태평가 결과

<표 2.4.7> U-Type 옹벽 상태평가 결과

구 분	시점부 옹벽	종점부 옹벽
결함지수	0.153	0.157
상태평가 결과	B	B

라. 부대시설 상태평가 결과

· 부대시설(U-Type 옹벽)의 상태평가 결과, b등급(가중치W)=1.0)으로 산정됨.

2.4.3 전체시설 상태평가 결과 분석

· 시설물 결함지수(F=0.151)=기본시설 결함지수(F=0.151)×부대시설 가중치(W=1.00)

· **상태평가 결과 : 0.150 ≤ 결함도 지수(0.151) ≤ 0.300**

2.4.4 기 정밀안전점검과의 비교 · 분석

<표 2.4.8> 상태평가 결과

구 분	상태평가 결과			
	기존(2018년) 정밀안전점검		금회(2020년) 정밀안전점검	
	결함지수	평가등급	결함지수	평가등급
평가결과	0.150	B	0.151	B
평가의견	· 상태평가결과 "보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태"인 "B"로 평가됨. · 2018년도 정밀안전점검 상태평가 결과와 비교한 결과, 결함지수는 소폭 증가하였는데 이는 기 점검과 비교하여 누락 및 추가손상의 차이와 상태평가 해석 차이로 인한 것으로 분석됨.			

2.5 종합평가 및 안전등급 지정

2.5.1 개요

대상 시설물의 외관조사 및 비파괴 시험에 의한 상태평가를 기초로 하여 종합적으로 평가하였다. 평가기준은『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침_터널편, 옹벽편(2019. 9, 국토교통부/한국시설안전공단)』에 의하여 실시하였으며, 본 과업에서는 상태평가만을 실시하여 종합평가는 상태평가 결과로 갈음하였다.

2.5.2 종합평가 결과

외관조사 및 비파괴 시험에 의한 상태평가 결과를 종합적으로 검토한 결과, 당아래지하차도의 종합평가 결과는 "B등급" 0.150 ≤ F(0.151) < 0.300으로 평가되었다.

<표 2.5.1> 종합평가 결과

구분	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	결함도점수	평가등급	안전율	평가등급	
당아래지하차도	0.151	b	-	-	B
종합평가 의견	· 외관조사 및 내구성시험에 의한 상태평가 결과, 전반적으로 양호한 상태인 'B' 로 평가되었다. · 정밀점검 결과 주요부재 및 보조부재에 부분적으로 손상이 발생되었으나 구조물의 사용성 및 안전성에는 영향이 없는 것으로 조사되었다.				

2.5.3 안전등급 지정

본 시설물에 대한 종합적인 평가결과, 『보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태』로서 구조물의 안전등급은 "B등급(양호)"으로 지정되었다.

- **안전등급 : B등급(양호)**

2.6 보수·보강방안

2.6.1 개요

본 절에서는 금회 실시한 정밀안전점검 결과를 토대로 결함 및 손상에 대한 원인을 검토하고 구조물의 안전성과 건전성을 유지하기 위한 보수·보강방법을 제안하고자 한다.

손상 및 결함에 대해서는 조속한 보수, 보강을 실시하는 것이 원칙이나, 경제적이고 효율적인 유지관리를 위해 조사된 손상 및 결함이 구조물의 안전성에 미치는 영향을 고려하여 우선순위를 산정하였다.

2.6.2 보수 · 보강 물량

금회 점검결과, 구조물의 안전성에 영향을 미칠만한 구조적 결함이나 손상은 발생되지 않은 상태로 콘크리트의 재료 · 환경적 특성에 의한 일반적인 손상이 다소 발생된 상태이다. 본 손상은 적절한 보수방법을 보수 우선순위에 맞게 시행하고, 보수 후에도 지속적인 주의관찰을 통한 관리가 필요할 것으로 판단된다.

<표 2.6.1> 보수 · 보강 물량표

구 분	손상내용	손상 물량	단위	보수 물량	단위	보수방안	우선 순위
슬래브 하면	균열(cw=0.2㎜이하)	11.8	m	3.54	㎡	표면처리	2순위
	망상균열	38	㎡	45.60	㎡	표면처리	2순위
	백태	0.6	㎡	0.72	㎡	표면처리	2순위
	실링재 파손, 누수흔적	1	m	1.20	m	실링보수, 주의관찰	1순위
벽체부	긁힘	1.5	m	1.80	m	주의관찰	3순위
기둥부	균열(cw=0.3㎜이상)	11.9	m	14.28	m	주입보수	1순위
	표면열화	2	㎡	2.40	㎡	주의관찰	3순위
	박리	0.12	㎡	0.14	㎡	주의관찰	3순위

※ 일부 손상은 보수물량 산정시 보수단가 및 방법을 고려하여 단위 및 물량 변경.(0.2㎜이하 균열 : 1m→0.25㎡)
※ 보수물량은 손상물량의 20% 할증함(정확한 수량의 경우는 제외)

<표 2.6.1> 보수·보강 물량표(계속)

구 분	손상내용	손상 물량	단위	보수 물량	단위	보수방안	우선 순위
U-Type 옹벽	균열(cw=0.2㎜이하)	124	m	37.2	㎡	표면처리	2순위
	균열(cw=0.3㎜이상)	36.9	m	44.28	m	주입보수	1순위
	균열, 백태	78	m	23.4	m	표면처리	2순위
	실런트 파손	122.5	m	147.00	m	실링보수	2순위
	재료분리	0.9	㎡	1.08	㎡	단면보수	2순위
	철근노출	0.01	㎡	0.01	㎡	단면보수+방청	1순위
	누수흔적	0.4	㎡	0.48	㎡	주의관찰	3순위
포장부	포장파손	4.41	m	5.29	m	소파보수	1순위
	균열(cw=0.3㎜이상)	317.1	m	380.52	m	주의관찰	1순위
	망상균열	3	㎡	3.60	㎡	주의관찰	2순위
연석 및 중앙분리대	균열(0.3㎜이상)	256.7	m	308.04	m	주입보수	1순위
	열화, 박리, 박락	1143.05	㎡	1371.66	㎡	단면보수	2순위
	도장탈락, 들뜸	0.8	㎡	0.96	㎡	재도장	2순위
	씰링재 파손	3.4	m	4.08	m	실링보수	2순위
신축이음	고무재 파손, 탈락	6.4	m	7.68	m	주의관찰	3순위
	후타재 파손, 열화	195.78	m	234.94	m	주의관찰	3순위
기타시설	균열(0.3mm이상)	0.6	m	0.72	m	주입보수	2순위
	보수부 들뜸, 누수	1.5	㎡	1.80	㎡	단면보수	2순위

※ 일부 손상은 보수물량 산정시 보수단가 및 방법을 고려하여 단위 및 물량 변경.(0.2㎜이하 균열 : 1m→0.25㎡)
※ 보수물량은 손상물량의 20% 할증함(정확한 수량의 경우는 제외)

2.6.3 보수·보강 공사비

금회 정밀안전점검 결과에 따른 보수·보강 공사비는 다음과 같다.

<표 2.6.2> 유지관리 개략공사비

구 분	손상내용	보수 물량	단위	단가 (천원)	보수공법	개략공사비 (천원)	우선 순위
슬래브 하면	균열(cw=0.2㎜이하)	3.54	㎡	60	표면처리	212	2순위
	망상균열	45.60	㎡	60	표면처리	2,736	2순위
	백태	0.72	㎡	60	표면처리	43	2순위
	실링제 파손, 누수흔적	1.20	m	30	실링보수	36	1순위
기둥부	균열(cw=0.3㎜이상)	14.28	m	50	주입보수	714	1순위
U-Type 옹벽	균열(cw=0.2㎜이하)	37.2	㎡	60	표면처리	2,232	2순위
	균열(cw=0.3㎜이상)	44.28	m	50	주입보수	2,214	1순위
	균열, 백태	23.4	m	60	표면처리	1,404	2순위
	실런트 파손	147.00	m	30	실링보수	4,410	2순위
	재료분리	1.08	㎡	250	단면보수	270	2순위
	철근노출	0.01	㎡	260	단면보수+방청	3	1순위
포장부	포장파손	5.29	m	250	소파보수	1,323	1순위
연식 및 중앙분리대	균열(0.3㎜이상)	308.04	m	50	주입보수	15,402	1순위
	열화, 박리, 박락	1371.66	㎡	250	단면보수	342,915	2순위
	도장탈락, 들뜸	0.96	㎡	60	재도장	58	2순위
	씰링재 파손	4.08	m	30	실링보수	122	2순위
기타시설	균열(0.3mm이상)	0.72	m	260	주입보수	187	2순위
	보수부 들뜸, 누수	1.80	㎡	250	단면보수	450	2순위
순공사비 합계							374,732
제경비(순공사비의 50%)							187,366
부대공비(고소차 일식)							2,400
순위별 공사비(제경비 포함)				1순위			19,692
				2순위			355,040
				3순위			-
공사비 총계							**564,498**

※ 보수물량은 손상물량의 20% 할증함(정확한 수량의 경우는 제외)
※ 부대공은 고소차 일대 60만원 4일로 측정하였음.

2.7 유지관리방안

2.7.1 개 요

유지관리방안은 금번 정밀안전점검에서 조사되고 분석된 손상 및 결함을 근거로 하여 다음과 같이 중점유지관리 항목을 제시하였고, 그에 따른 유지관리업무를 기술하였다.

2.7.2 중점유지관리 사항

본 정밀안전점검 결과, 구조물의 현재 상태는 구조적 안전성을 확보한 상태로 분석되었지만, 향후 구조물의 공용기간이 증가되면서 시공당시의 결함 및 공용중 내구성 저하 및 구조적 불안전 요소로 발전될 수 있는 손상들에 대해서는 중점유지관리 항목으로 선정하여 구조물의 유지관리를 실시하는 것이 타당할 것으로 판단되며, 중점유지관리 항목은 아래와 같다.

<표 2.7.1> 중점유지관리 항목

구 분	관리사항	중점유지관리 항목	손상현황
Box구간 슬래브하면	실링제 파손, 누수흔적	· 추가손상 진행여부 및 누수여부 확인. → 실링보수, 주의관찰	
U-Type 옹벽	균열 (cw=0.3㎜이상)	· 균열의 진행 및 추가균열 여부 확인 및 보수후 지속적인 유지관리 → 주입보수	
신축이음부	고무재파손, 후타재 파손 및 열화	· 차량 주행성 및 내구성 영향, 보수후 지속적인 유지관리 → 재설치	

2.8 종합결론

2.8.1 외관조사

가. 본선 Box구간

1) 슬래브하면

· 당아래지하차도는 Box구간 총 연장 L=140.0m인 직선(R=0.0m) 철근콘크리트 Box로 시공 되어있다.

· 슬래브하면 점검결과, 기 손상에 대해 일부 보수를 실시한 것으로 조사되었고, 균열, 망상균열, 백태, 실링제 파손, 누수 등의 손상이 조사되었다.

· 슬래브하면에 조사된 균열, 망상균열은 시공초기 건조수축, 외·내부 구속의 영향 및 공용 중 온도변화에 따른 신축작용 등의 복합적인 원인에 의해 발생하였다. 발생된 균열은 바닥판 상부로 연관된 손상은 없으며, 바닥판 하부의 국부적인 상태이므로 구조물의 안전성 및 내구성에 미치는 영향은 미미할 것으로 표면처리를 통한 보수를 시행해야 할 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

· 실링제 파손, 누수흔적은 공용기간 증가로 인한 노후화 및 구조물의 신축작용에 의해 실링재 파손이 발생되었고, 손상부위에 기 점검시 조사된 누수가 금번 조사시 누수흔적으로 조사되어, 실링제 파손은 실링보수를 실시하고, 누수흔적은 지속적인 주의관찰이 필요한 것으로 판단된다.

· 백태는 구조물 배면의 지표수 등의 침투수가 수밀성이 낮은 조인트 부위에 유입되면서 발생된 것으로 기 점검시 손상의 규모가 동일하게 조사되었지만, 내구성 향상을 위해 표면처리를 실시하는 것이 바람직하다.

2) 벽체부

· 당아래지하차도 벽체부는 전체적으로 타일로 마감되어 콘크리트는 비노출된 상태이다.

· 벽체부 점검결과 기 손상에 대해 대부분 보수를 실시한 것으로 조사되었고, 일부 긁힘이 조사되었으며, 타일의 시공상태는 양호한 것으로 확인되었다.

· 조사된 긁힘은 충격에 의해 발생된 것으로 판단되며, 손상의 정도가 경미하고 기 점검과 손상의 규모가 동일하여 보수의 효과성, 경제성 등을 반영하여 주의관찰을 하는 것이 바람직 할 것이다.

3) 기둥부

· 당아래지하차도 기둥부는 본선 Box 구간의 중앙부에 2.0m 간격으로 기둥이 시공되어 있으며, 내오염 도장이 이루어진 상태이다.

· 기둥부 점검결과 균열, 표면열화 등이 조사되었다.
· 균열은 건조수축, 온도변화, 내·외부구속 작용 등 부피변화에 기인한 비구조적 균열로 판단되며, cw=0.3㎜이상 균열은 주입보수가 필요할 것으로 판단된다.
· 표면열화는 공용중 제설제 및 외기의 영향에 의해 표면부에 국부적으로 발생되었으며 내구성 향상을 위해 표면처리를 실시하는 것이 바람직하다.

4) 입·출구부
· 당아래지하차도 입·출구부의 표면은 문양이 시공되어있고, 시설물명 및 교통안전표지물이 부착되어 있다.
· 입·출구부 점검결과 손상 발생이 없는 양호한 상태로 주기적인 점검에 의한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.

나. U-Type 옹벽
· U-Type 옹벽은 벽체에 문양이 시공되어 있는 상태이고, 시점측 옹벽은 연장 190.0m, 종점측 옹벽은 연장 180.0m로 시공되어 있다.
· U-Type 옹벽 점검결과 균열, 백태, 실링재 파손, 재료분리, 철근노출, 누수흔적 등의 손상이 조사되었다.
· 옹벽에 조사된 균열은 시공초기 건조수축, 내·외부구속 작용 및 공용 중 온도변화에 의한 신축작용 등의 복합적인 영향에 의한 비구조적 균열로 판단되며, cw=0.2㎜이하균열은 표면처리, cw=0.3㎜이상균열은 주입보수를 통한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.
· 균열 및 백태는 균열부에 배면 지표수 및 외기의 영향 등에 의해 발생된 것으로 내구성 향상을 위해 표면처리를 실시하는 것이 바람직하다.
· 국부적으로 조사된 재료분리, 철근노출은 시공초기 다짐불량 및 거푸집 탈형시 조기탈형 및 피복두께 부족 등으로 발생 되었으며, 구조물에 대비하여 발생빈도 및 크기가 작은 상태이나 장기적인 구조물의 내구성 확보를 위하여 재료분리는 단면보수가 필요하고, 철근노출은 방청 및 단면보수가 필요하다.
· 실링제 파손은 공용기간 증가로 인한 노후화 및 구조물의 신축작용에 의해 발생된 손상으로 실링보수를 실시해야 하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.
· 누수흔적은 기 점검과 비교하여 손상의 진전이 없고, 내구성에 미치는 영향이 경미하므로 지속적인 주의관찰이 필요할 것이다.

다. 부대시설

1) 포장부
· 포장부는 왕복 6차선 구조물로 폭 B=23.0m로 중앙분리대에 의해 상·하행이 분리되어 있고, 아스팔트 포장으로 시공되어있다.
· 신축이음 점검결과 본체의 이탈 및 파손, 단차 등이 없는 양호한 상태로 확인되었으나, 후타재균열, 본체표면부식, 유간토사퇴적 등이 조사되었다.
· 포장부 균열은 온도 강하에 의한 수축과 차량의 반복통행, 공용기간 증가에 의한 손상으로 판단되며, 지속적인 주의관찰 후 손상의 진전시 재포장을 실시하는 것이 바람직하다.
· 포장파손은 공용 중 다짐이 부족한 불건전 포장면에 적치물과 차륜과의 접촉으로 인하여 포장부가 경미하게 파손된 것으로 판단된다. 조사된 손상은 현 시점에서 보수는 필요치 않은 상태이며, 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.

2) 배수시설
· 배수시설은 Box 구간 및 U-Type 옹벽 양측 벽체에 접하여 배수로가 설치되어 있으며, 스틸그레이팅으로 덮혀 있는 것으로 조사되었다.
· 배수시설 점검결과 전구간 양호한 것으로 조사되었다.

3) 연석 및 중앙분리대
· U-Type 옹벽 양측 벽체 하단부 및 Box 구간 벽체 하단부에 연석이 설치되어 있는 상태이고, 도로중앙에는 중앙분리대가 설치된 상태로 상·하행이 구분되어있다.
· 연석 및 중앙분리대 점검결과 균열, 열화, 박리박락, 도장탈락 등이 조사되었다.
· 연석 및 중앙분리대에 조사된 균열은 시공초기 건조수축, 내·외부구속 작용 및 공용중 온도변화에 의한 신축작용 등의 복합적인 영향에 의한 비구조적 균열로 판단되며, cw=0.3㎜이상균열은 주입보수를 통한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.
· 열화, 박리, 박락, 도장탈락은 공용년수 경과 및 환경적인 요인, 외부충격 등으로 발생된 것으로 조사되었고, 내구성 향상을 위해 단면보수, 재도장을 실시하여야 할 것으로 판단된다.

4) 신축이음부
· 신축이음부는 U-Type 구간에 시점측 11개소, 종점측 11개소, Box 구간에 7개소 설치된 상태이다.
· 신축이음부 점검결과 고무재 파손, 후타재 파손 열화 등이 조사되었다.

· 조사된 신축이음부 고무재 파손, 후타재 파손, 열화는 공용기간이 증가됨에 따라 우수, 제설용 염화칼슘, 중차량의 반복적 이동 등의 복합적인 원인으로 발생된 것으로서, 일부 손상이 조사되었으나, 차량의 주행성 및 내구성에는 영향이 미미 할 것으로 판단되고 신축이음부의 부분보수는 효용성이 떨어지기 때문에 지속적인 주의관찰 후 일괄 교체를 실시하는 것이 바람직하다고 판단된다.

5) 기타시설

· 본시설물의 기타시설은 펌프실, 관리실, 전기실로 이루어져 있다.

· 기타시설 점검결과 기 손상은 대부분 보수를 실시하였고, 일부 보수부 탈락, 누수, 균열 등이 조사되었다.

· 기타시설에 조사된 균열은 시공초기 건조수축, 외·내부 구속의 영향 및 공용 중 온도변화에 따른 신축작용 등의 복합적인 원인에 의해 발생하였다. 발생된 균열은 구조물의 안전성 및 내구성을 위해 cw=0.3㎜이상균열은 주입보수를 시행하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

· 부수부 탈락 및 누수, 들뜸은 보수 불량으로 인하여 발생되었으며, 내구성 향상을 위해 단면보수가 필요할 것이다.

6) 부속시설

· 본시설물의 Box구간 헌치에는 조명시설이 설치된 상태이다.

· 부속시설물 점검 결과 양호한 상태로 주기적인 점검에 의한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.

2.8.2 내구성조사

가. 반발경도법 시험

반발경도법을 통해 본 구조물에 압축강도를 추정하였으며, BOX 구간 6개소, U-type(옹벽)구간 8개소에서 실시하였다. 측정결과, BOX 구간 29.6~31.7㎫, U-type(옹벽)구간 29.5~30.6㎫로 설계기준강도(27.0㎫)를 상회하는 것으로 조사되어 전반적으로 양호한 상태인 것으로 측정되었다.

나. 탄산화 시험

본 시설물의 탄산화 깊이 측정은 BOX 구간에서 2개소, U-type(옹벽)구간 5개소를 측정하였다.

탄산화 깊이 측정에 따른 분석결과, 측정위치 모두 잔여깊이 30.0㎜이상으로 탄산화에 의한 철근노출의 우려는 없는 것으로 분석되었다.

2.8.3 종합평가 및 안전등급 지정

당아래지하차도는 준공 후 약 8년이 경과된 R.C Box형식의 지하차도로 상태평가 결과 "보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태"인 "B"로 평가되어, 종합평가는 "B등급(양호)"으로 평가되었으며, 시설물의 안전등급은 "B등급(양호)"으로 지정 되었다.

2.8.4 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성 여부

본 시설물은 정밀안전점검 결과, 일부부재에 부분적으로 손상이 발생되었으나 구조물의 안전성에는 영향이 없는 경미한 손상으로 긴급진단이나 정밀안전진단, 사용제한은 필요치 않은 것으로 판단된다.

2.8.5 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항

본 시설물의 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항은 본 보고서 2.7.2 중점유지관리 사항에 수록하였다.

제 3장 상동지하차도

3.1 시설물 현황
3.2 자료수집 및 분석
3.3 현장조사 및 시험
3.4 상태평가
3.5 종합평가 및 안전등급 지정
3.6 보수·보강방안
3.7 유지관리 방안
3.8 종합결론

제 3장 상동지하차도

3.1 시설물 현황

3.1.1 대상시설물 현황

본 과업의 대상 시설물인 상동지하차도는 2002년에 준공된 지하차도로서 부천시 원미구 상동 624-3 일원에 위치하고 있으며, 총연장 612.3m, 폭 21.0m로 R.C BOX 구간은 235.3m 이고, U-Type 구간은 377.0m로 구성되어 있다.

<표 3.1.1> 일반현황

구분		내용	구분	내용
시설물명		상동지하차도	시설물번호	UR2005-0000018
준공년도		2002년 07월 20일	관리번호	-
시설물위치		경기도 부천시 원미구 상동 624-3		
시설물구분		터널(2종 시설물)	노선명(이정)	시도
제원	연장	L=612.3m (Box구간 : 235.3m, U-Type구간 : 377.0m)		
	폭	B=21.0m (4차로)		
구조 형식		U-Type 옹벽 R.C Box형식	높이	4.3m
주요공법		개착식	보조공법	H-PILE
배수형식		측벽하부 배수식	구배	6.0%
환기		자연환기	선형	직선
설계사		두산엔지니어링	시공사	쌍용건설
내진설계유무		불명	관리주체	부천시청 도로관리과

3.1.2 시설물 전경

본 시설물의 주요 부재에 대한 전경은 다음과 같다.

시점 U-Type 전경	Box내부 전경
기둥부 전경	종점 U-Type 전경
배수시설 전경	지하차도 상부 전경

<사진 3.1.1> 시설물 전경

3.2 자료수집 및 분석

3.2.1 자료수집 현황

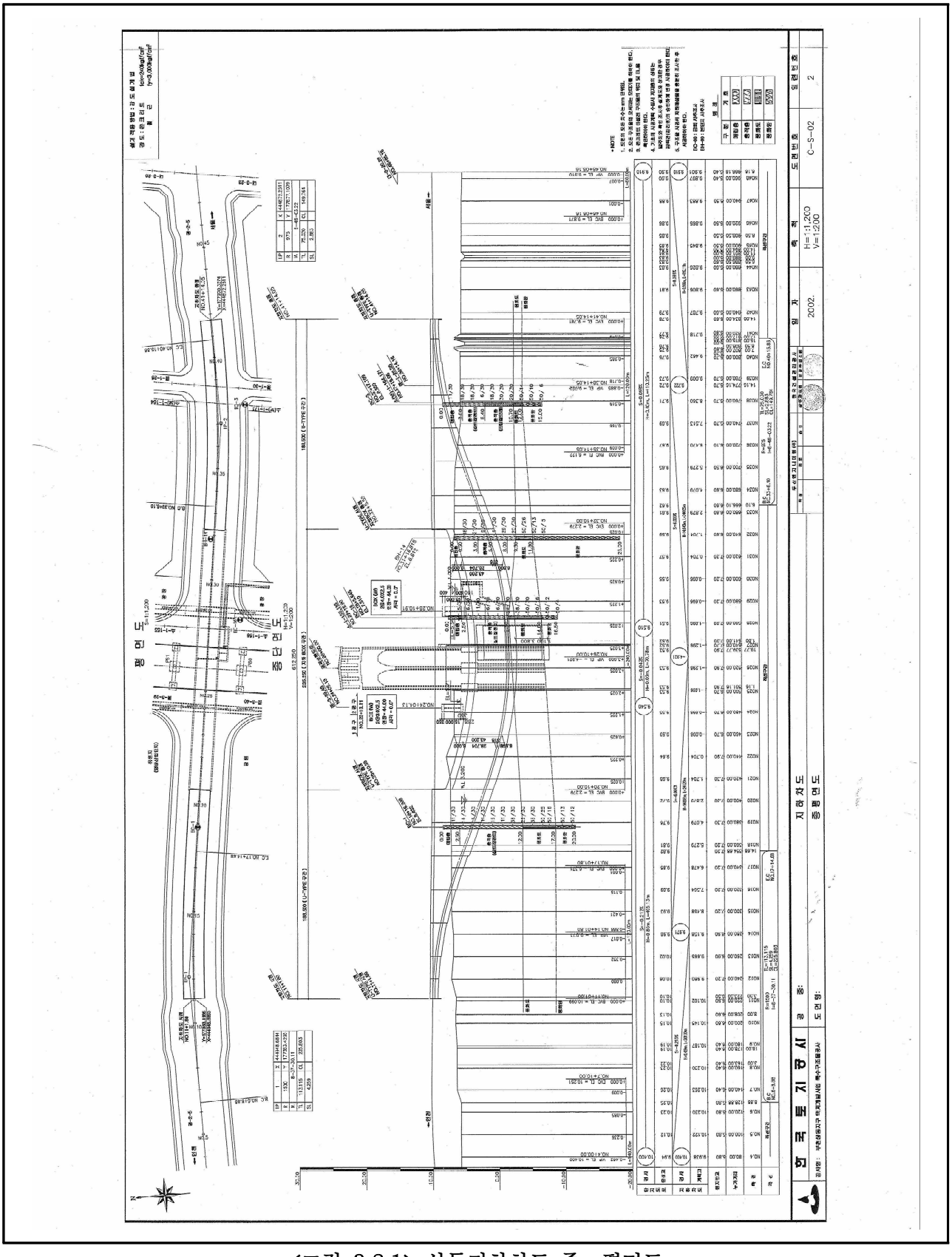
본 과업에 대한 자료조사는 주변현황 자료와 시설물의 설계, 시공 및 유지관리 관련 자료로 대별되며, 자료 분석을 통하여 과업 수행의 추진방향과 세부계획을 수립하였다.

또한, 본 과업 대상구조물은 2종 시설물로 관련 자료를 수집한 결과, 시설물 관리대장, 기타 관리주체 자체점검자료 및 정기안전점검, 정밀안전점검 자료, 보수이력 등을 보유하고 있는 것으로 확인되었다. 보유한 관련 자료를 수집·분석하여 구조물의 이력확인, 결함 및 손상의 원인분석, 손상의 변화 및 진행성 여부, 보수·보강대책 및 유지관리방안을 수립하기 위한 기초자료로 활용하였다.

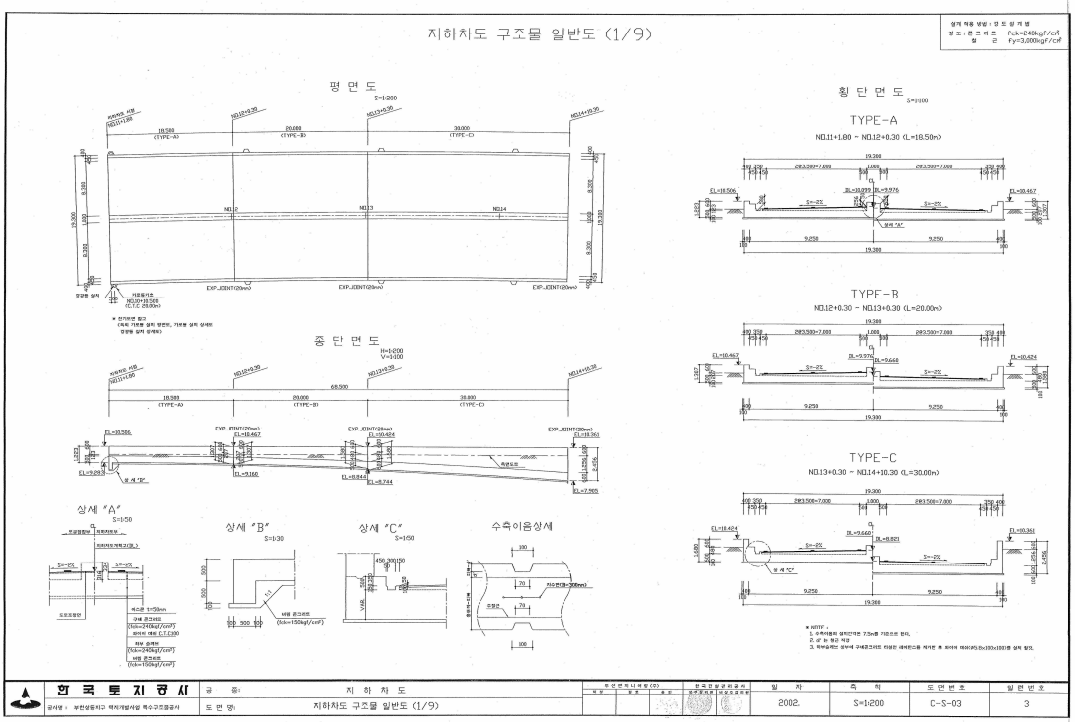
<표 3.2.1> 자료수집 현황

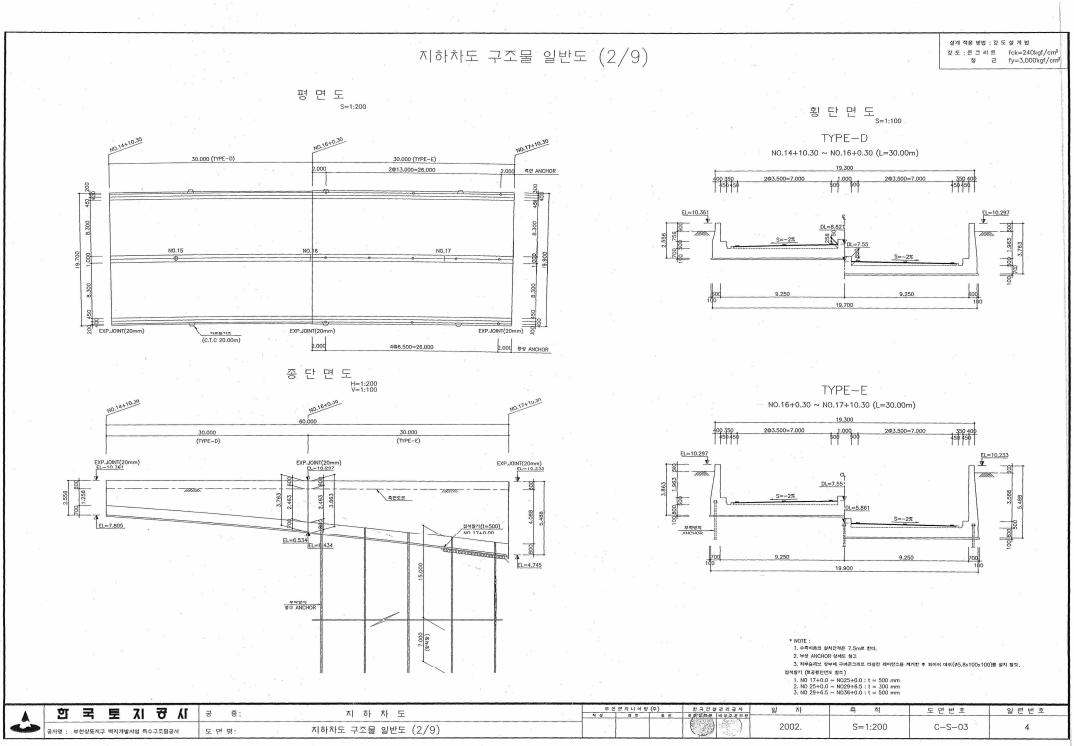
보존대상 목록		관리주체 보유현황	비 고
설계서 및 준공도서	◇공통 – 준공내역서 – 시방서 – 구조계산서 – 기타 ◇설계도면 – 지하차도 – 위치도, 평면도, 단면도, 구조물도 등	보유	◇시설물정보종합 관리시스템 (FMS) 등재
시공관련자료	◇시공관련자료 ◇품질관리 관련자료 ◇지반조사보고서 ◇품질관리계획서	일부 보유	
관리대장	◇시설물관리대장	보유	
진단 및 점검보고서	◇정밀안전점검(10회)	보유	
보수보강이력	◇보수공사	보유	

3.2.2 관련도면

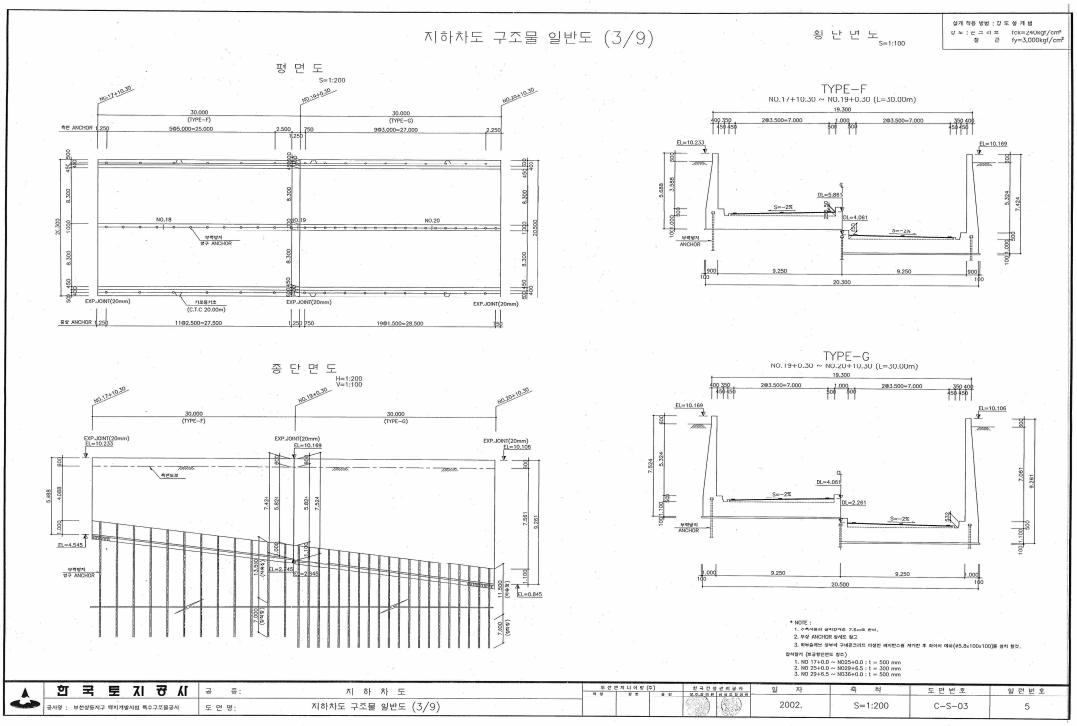


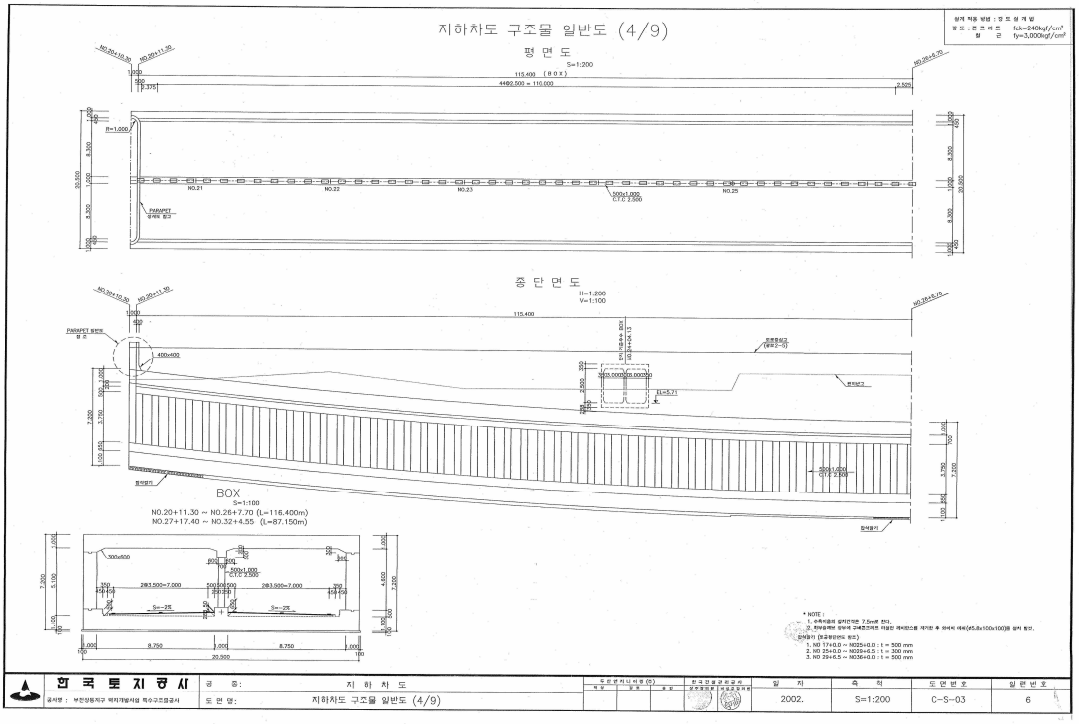
<그림 3.2.1> 상동지하차도 종·평면도


지하차도 구조물 일반도 (1/9)
평 면 도
S=1:200
횡 단 면 도
S=1:100
TYPE-A
NO.11+1.00 ~ NO.12+0.30 (L=18.50m)
TYPF-B
NO.12+0.30 ~ NO.13+0.30 (L=20.00m)
TYPE-C
NO.13+0.30 ~ NO.14+10.30 (L=30.00m)
종 단 면 도
상세 "A"
상세 "B"
상세 "C"
수축이음상세
한 국 토 지 공 사
공 종: 지 하 차 도
도 면 명: 지하차도 구조물 일반도 (1/9)
일 자 2002.
축 척 S=1:200
도면번호 C-S-03
일련번호 3

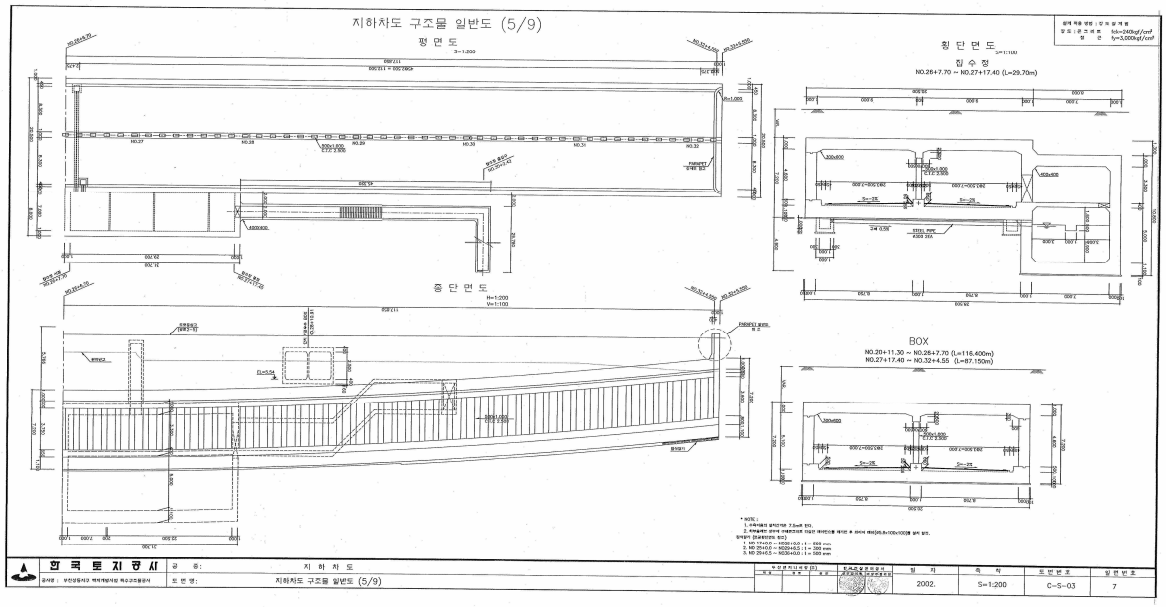

지하차도 구조물 일반도 (2/9)
평 면 도
S=1:200
횡 단 면 도
S=1:100
TYPE-D
NO.14+10.30 ~ NO.16+0.30 (L=30.00m)
종 단 면 도
TYPE-E
NO.16+0.30 ~ NO.17+10.30 (L=30.00m)
한 국 토 지 공 사
공 종: 지 하 차 도
도 면 명: 지하차도 구조물 일반도 (2/9)
일 자 2002.
축 척 S=1:200
도면번호 C-S-03
일련번호 4

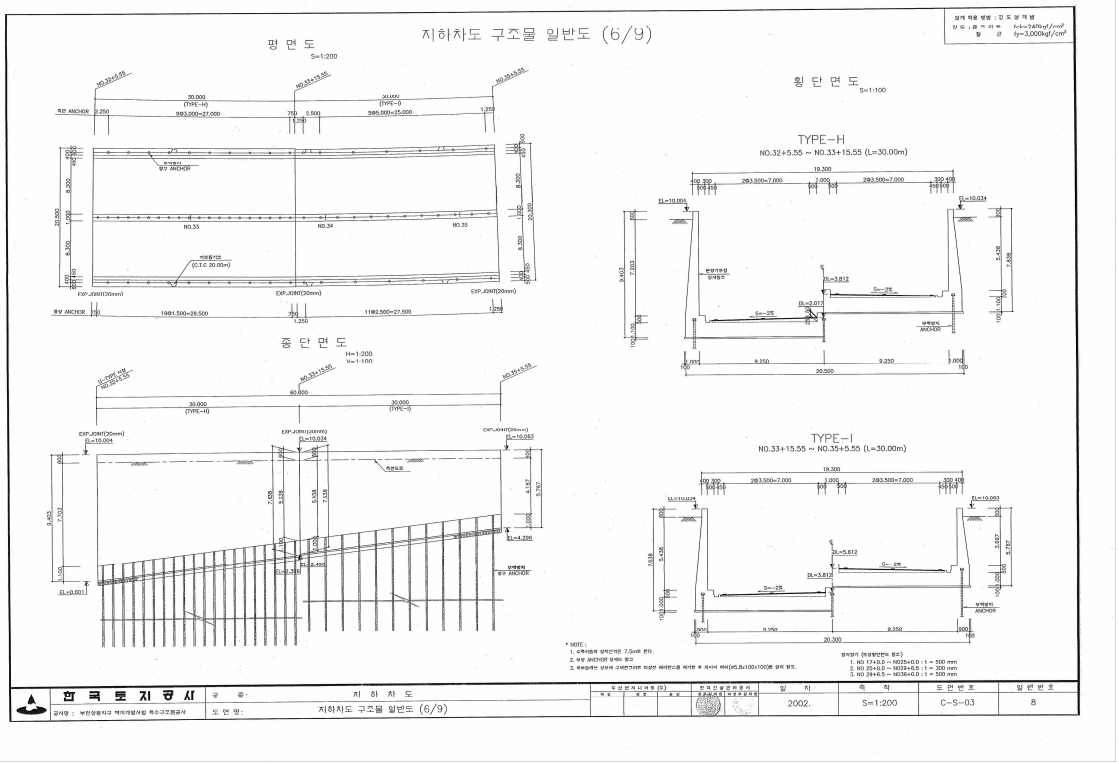
<그림 3.2.2> 일반도(1)


지하차도 구조물 일반도 (3/9)
평 면 도
S=1:200
종 단 면 도
H=1:200
V=1:100
TYPE-F
NO.17+10.30 ~ NO.19+0.30 (L=30.00m)
TYPE-G
NO.19+0.30 ~ NO.20+10.30 (L=30.00m)
한 국 토 지 공 사
지 하 차 도
지하차도 구조물 일반도 (3/9)
2002.
S=1:200
C-S-03
5

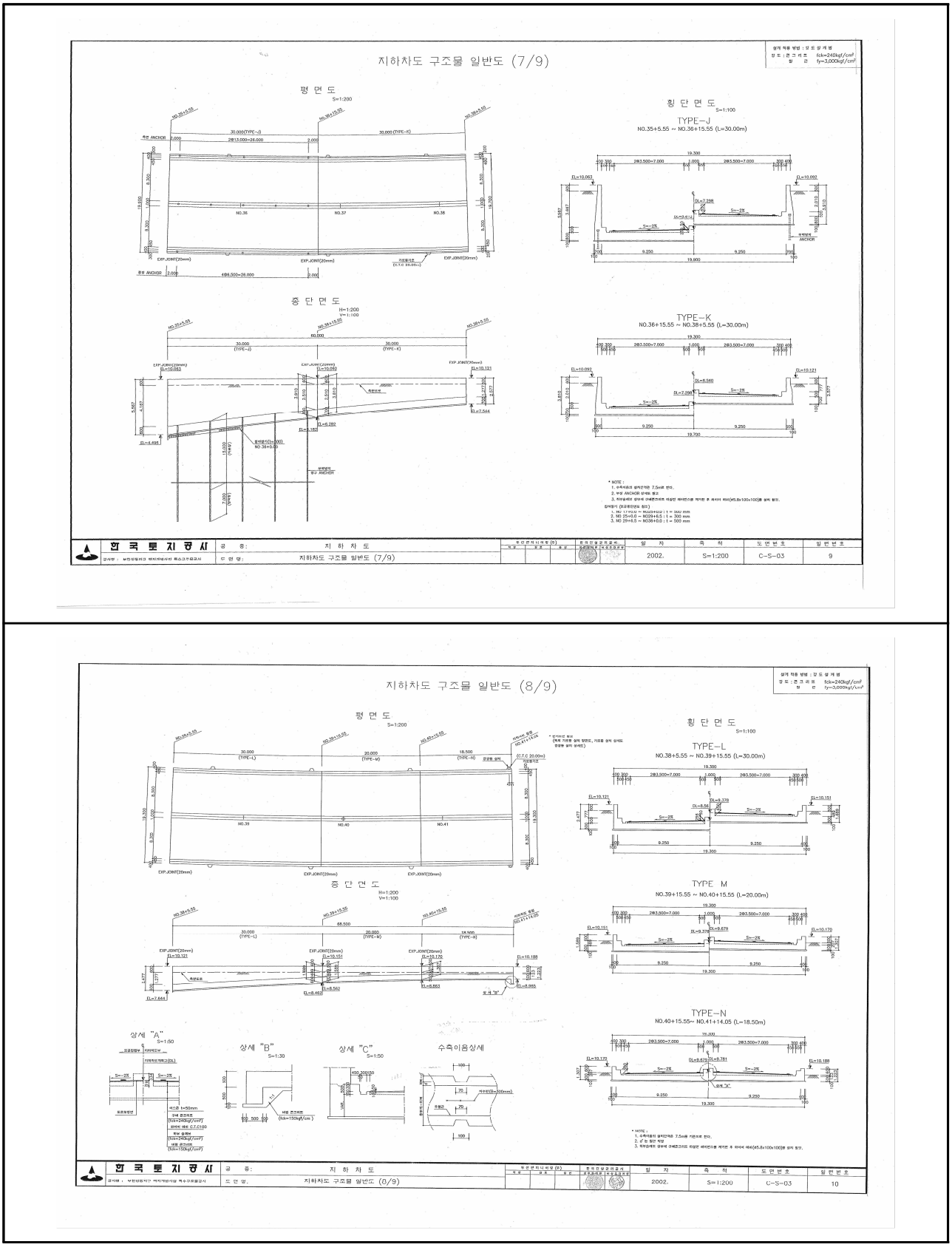

지하차도 구조물 일반도 (4/9)
평 면 도
S=1:200
종 단 면 도
H=1:200
V=1:100
BOX
S=1:100
NO.20+11.30 ~ NO.26+7.70 (L=116.400m)
NO.27+17.40 ~ NO.32+4.55 (L=87.150m)
한 국 토 지 공 사
지 하 차 도
지하차도 구조물 일반도 (4/9)
2002.
S=1:200
C-S-03
6

<그림 3.2.3> 일반도(2)


지하차도 구조물 일반도 (5/9)
평 면 도
S=1:200
횡 단 면 도
S=1:100
집 수 정
NO.26+7.70 ~ NO.27+17.40 (L=29.70m)
BOX
NO.20+11.30 ~ NO.26+7.70 (L=116.400m)
NO.27+17.40 ~ NO.32+4.55 (L=87.150m)
종 단 면 도
H=1:200
V=1:100
한 국 토 지 공 사
공사명 : 부전상동지구 택지개발사업 특수구조물공사
공 종: 지 하 차 도
도 면 명: 지하차도 구조물 일반도 (5/9)
일 자 2002.
축 척 S=1:200
도 면 번 호 C-S-03
일 련 번 호 7


지하차도 구조물 일반도 (6/9)
평 면 도
S=1:200
횡 단 면 도
S=1:100
TYPE-H
NO.32+5.55 ~ NO.33+15.55 (L=30.00m)
TYPE-I
NO.33+15.55 ~ NO.35+5.55 (L=30.00m)
종 단 면 도
H=1:200
V=1:100
한 국 토 지 공 사
공사명 : 부전상동지구 택지개발사업 특수구조물공사
공 종: 지 하 차 도
도 면 명: 지하차도 구조물 일반도 (6/9)
일 자 2002.
축 척 S=1:200
도 면 번 호 C-S-03
일 련 번 호 8

<그림 3.2.4> 일반도(3)


지하차도 구조물 일반도 (7/9)
평 면 도
S=1:200
횡 단 면 도
S=1:100
TYPE-J
NO.35+5.55 ~ NO.36+15.55 (L=30.00m)
TYPE-K
NO.36+15.55 ~ NO.38+5.55 (L=30.00m)
종 단 면 도
H=1:200
V=1:100
* NOTE :
1. 슈측벽의 설치간격은 7.5m로 한다.
2. 부상 ANCHOR 상세도 참조
3. 차량충돌로 상부에 구조콘크리트 파손된 패턴으로 제거한 후 파손부 배력(Ø5.8x100x100)를 설치 할것.
단차처리 (접속부단차 방지)
1. NO 35+5.0 ~ NO39+5.0 : t = 300 mm
2. NO 35+5.0 ~ NO39+5.0 : t = 300 mm
3. NO 39+5.0 ~ NO39+0.0 : t = 500 mm
한 국 토 지 공 사
공 종: 지 하 차 도
도 면 명: 지하차도 구조물 일반도 (7/9)
일 자 2002.
축 척 S=1:200
도 면 번 호 C-S-03
일 련 번 호 9

지하차도 구조물 일반도 (8/9)
평 면 도
S=1:200
횡 단 면 도
S=1:100
TYPE-L
NO.38+5.55 ~ NO.39+15.55 (L=30.00m)
TYPE M
NO.39+15.55 ~ NO.40+15.55 (L=20.00m)
TYPE-N
NO.40+15.55~ NO.41+14.05 (L=18.50m)
종 단 면 도
H=1:200
V=1:100
상세 "A"
S=1:50
상세 "B"
S=1:30
상세 "C"
S=1:50
수축이음상세
한 국 토 지 공 사
공 종: 지 하 차 도
도 면 명: 지하차도 구조물 일반도 (8/9)
일 자 2002.
축 척 S=1:200
도 면 번 호 C-S-03
일 련 번 호 10

<그림 3.2.5> 일반도(4)

3.2.3 기존 점검 이력

상동지하차도는 2002년 11월에 실시한 정기안전점검을 시작으로 정기안전점검 27회, 정밀안전점검 10회 등을 실시하였으며, 주요 점검 이력은 다음과 같다.

<표 3.2.2> 점검이력 현황

점검 종류	점검 연도	점검업체	상태 등급	점검결과
정밀 안전점검	2002-11-01 ~ 2002-12-15	경림건설기술(주)	A등급	·상태양호, 특이사항 없음.
정기 안전점검	2003-06-18 ~ 2003-06-18		양호	·상태양호, 특이사항 없음
정기 안전점검	2003-12-29 ~ 2003-12-29		양호	·상태양호, 특이사항 없음
정밀 안전점검	2004-04-09 ~ 2004-04-11		A등급	·상태양호, 특이사항 없음
정기 안전점검	2004-08-13 ~ 2004-08-13		양호	·상태양호, 특이사항 없음
정밀 안전점검	2004-12-27 ~ 2005-02-09	경림건설기술(주)	B등급	·BOX 상부슬라브 하면 균열 및 누수, 백태 현상.
정기 안전점검	2005-12-26 ~ 2005-12-26		양호	·상태양호, 특이사항없음
정기 안전점검	2006-06-19 ~ 2006-06-21		양호	·벽체 균열 및 누수발생
정기 안전점검	2006-12-28 ~ 2006-12-28		양호	·외부벽체 신축이음부 균열 및 파손, 내부벽체 시공이음부 전구간 누수, 상부슬라브 균열
정밀 안전점검	2007-03-05 ~ 2007-03-09		B등급	·외부벽체,신축이음부 균열 및 파손, 내부벽체 시공이음부 전구간 누수, 상부슬라브 균열
정기 안전점검	2007-06-20 ~ 2007-06-20		양호	·외부벽체 신축이음부 균열 및 파손, 내부벽체 시공이음부 전구간 누수, 상부슬라브 균열
정기 안전점검	2007-12-26 ~ 2007-12-26		양호	·상태양호, 특이사항 없음
정기 안전점검	2008-01-01 ~ 2008-06-30	자체수행	양호	·누수,균열보강상태 확인 ·조인트등보강상태확인 ·박리,박락확인
정기 안전점검	2008-12-23 ~ 2008-12-23	자체수행	양호	·내부벽체 시공이음부의 누수확인, 슬라브와 벽체 조인트 지점 박리 박락확인
정밀 안전점검	2009-02-23 ~ 2009-02-25		B등급	·슬라브와 벽체사이 콘크리트 박리, 박락 ·내부벽체시공이음부누수확인
정기 안전점검	2009-06-16 ~ 2009-06-19		양호	·내부벽체(시공이음부)누수 ·U-TYPE구간중분대페인트박리진전및델리네이터일부파손
정기 안전점검	2009-12-14 ~ 2009-12-16		양호	·경계석 단차발 및 횡방향 변위 발생
정기 안전점검	2010-06-21 ~ 2010-06-23	자체수행	양호	·경계석 단차발 및 횡방향 변위 발생 * 정밀점검 용역 추진중

<표 3.2.2> 점검이력 현황(계속)

점검 종류	점검 연도	점검업체	상태 등급	점검결과
정밀 안전점검	2010-07-14 ~ 2010-10-11	한국시설안전공단	C등급	·BOX구간 및 U-TYPE구간에서 균열, 누수, 박리 및 박락, 철근노출등의 변상이 다수조사됨. 상태평가결과 C등급으로 산정되어 일부 보수가 필요한 상태임.
정기 안전점검	2011-04-11 ~ 2011-04-11	자체수행	양호	·BOX구간 : 일부 누수, 백태, 균열, 타일 탈락 ·U TYPE구간 : 표지석 이탈, 옹벽 시공이음부 박락 및 누수, 단부 경계석 파손, 포장부 균열
정기 안전점검	2011-11-23 ~ 2011-11-23	자체수행	보통	·상면균열보수 및 표면처리완료 ·측면배수구막힘 ·입구부측면연석파손 ·입구부신축조인트아스콘 ·횡방향 균열 ·기둥부타일탈락 ·포장부균열
정밀 안전점검	2012-03-19 ~ 2012-05-17	주식회사건영이엔씨	B등급	·포장 균열, 소성변형 및 포트홀, 패임, U-Type 옹벽 구간 배수로 토사퇴적, 균열, 망상균열, 백태, 누수, 박락, 철근노출 등
정기 안전점검	2012-11-20 ~ 2012-12-20	자체수행	양호	·상동지하차도는 2002년에 준공된 지하차도로 슬래브하면은 일부 섬유시트 보강이 실시된 상태로 손상이 없는 양호한 상태이나 미 보강부에 균열 등에 손상이 조사되었으며, 벽체부는 시공이음부 백태, 누수, 타일균열이 조사되어 주의관찰이 필요하며, 포장부는 망상균열 및 포트홀, 시공이음부 파손이 발생된 상태이다. U-Type 구간에 벽체에서는 균열부백태가 조사되었으며 포장부는 균열 및 시공이음부 파손, 균열 등에 손상이 조사되었고 배수로에 전체적인 토사퇴적이 발생된 상태로 주기적인 점검(정밀점검 및 정밀안전진단) 등을 통해 손상에 진전 여부와 신규손상에 대한 점검을 실시하고 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.
정기 안전점검	2013-04-01 ~ 2013-05-31	자체수행	양호	·외관점검 결과 특이한 위해 요인은 없으며 지하도내 일부 노면 소파보수완료
정기 안전점검	2013-10-01 ~ 2013-11-13	자체수행	양호	·특이사항 없음 ·제설자재비치등설해대비
정기 안전점검	2014-02-17 ~ 2014-02-21	자체수행	양호	·배수 그레이팅 막힘

<표 3.2.2> 점검이력 현황(계속)

점검 종류	점검 연도	점검업체	상태 등급	점검결과
정밀 안전점검	2014-05-19 ~ 2014-07-22	(주)한국종합안전 연구원	B등급	·본 지하차도에 발생된 주요 손상은 주요 손상으로는 ASP균열, 보수불량 및 포트홀, 패임, 마모, 배수시설 배수로 토사퇴적 및 체수, BOX구각 균열, 망상균열, 백태, 누수, 박락, 철근노출 등의 발생된 손상은 적절한 보수를 실시함으로서 사용성 및 내구성을 확보할 수 있을 것으로 판단된다. 상태평가 결과 0.291의 『B』로 평가되었고, 안전성 검토를 근거한 최소안전율이 1.24이상으로 검토되었으며 안전성평가 결과『A』로 평가되었다. 이를 종합적으로 평가한 결과 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부 보수가 필요한 상태인 안전등급 『B 등급』으로 평가되었다.
정기 안전점검	2015-04-14 ~ 2015-05-14	자체수행	양호	·특이사항 없음
정기 안전점검	2015-11-23 ~ 2015-11-23	자체수행	양호	·특이사항 없음
정밀 안전점검	2016-04-18 ~ 2016-06-16	케이에스건설(주)	B등급	·박스부슬래브하면:균열(CW:0.2㎜이하),균열(CW:0.3㎜이상),망상균열,도장탈락,균열백태,누수백화, 박리박락, 층분리,백태, 보강부 균열,들뜸, 보강부 들뜸, 유도배수관 탈락, 길이부족, 유도배수관마감재탈락 ·박스측벽:연석균열(CW:0.3㎜이상),타일균열,누수백태,연석열화,박리박락,파손,도장탈락,들뜸,타일들뜸,탈락,파손, ·박스중간벽(기둥):균열(0.2㎜),망상균열,균열(CW:0.3㎜이상),박락,파손,도장탈락,들뜸,타일들뜸,탈락,파손,씰링제파손,미설치. ·입출구부:균열,백태,박리,박락, ·U-type옹벽:균열(CW:0.2㎜이하),균열(CW:0.3㎜이상),균열,백태,누수백태,열화박리박락,파손,철근노출,신축이음씰링제파손,교명주파손,설명판탈락, ·중앙분리대:균열(CW:0.3㎜이상),열화박리박락,도장탈락,신축이음씰링제파손, ·포장부:아스콘균열,망상균열,파손,소성변형,중앙차선노후탈락, ·신축이음:신축이음미설치,파손,균열, ·조명,소화시설:일부소화기누락,시건장치불량, ·배수시설:이물질퇴적,덮개누락, ·펌프실,전기실:균열,백태,망상균열,누수백태

<표 3.2.2> 점검이력 현황(계속)

점검 종류	점검 연도	점검업체	상태 등급	점검결과
정기 안전점검	2016-12-01 ~ 2016-12-20	예은건설(주)	양호	·외관조사결과, 슬래브 하면 균열, 망상균열, 누수, 백태, 박리, 박락, 층분리, 보강부 마감재 균열, 들뜸, 측벽 기둥 균열, 누수, 백태, 연석 열화, 박리, 박락, 파손, 타일 균열, 들뜸, 탈락, U-Type 옹벽 벽체 균열, 백태, 열화, 박리, 박락, 파손, 철근노출, 실란트 파손, 마모, 중앙분리대 균열, 열화, 박리, 박락, 파손, 마모, 포장균열, 망상균열, 파손, 신축기음 미설치 및 파손, 균열, 배수시설 이물질 퇴적 등의 손상이 조사되었다. ·기 발생된 손상은 건조수축, 콘크리트 수축, 팽창, 다짐 및 재료불량, 마감불량 및 도장열화 등에 의한 손상으로 판단되며, 지속적인 관찰 및 주기적인 점검을 통한 손상의 진전 및 발생 여부 등의 확인을 통한 적절한 조치가 필요한 것으로 판단된다..
정기 안전점검	2017-06-29 ~ 2017-06-29	자체수행	양호	·슬래브 하면 균열, 망상균열 ·옹벽벽체균열등
정기 안전점검	2017-12-01 ~ 2017-12-28	자체수행	양호	·타일 탈락, 일부 균열 등
정밀 안전점검	2018-04-30 ~ 2018-07-08	(주)효광엔지니어링	B등급	1)Box구간 ·슬래브:미세균열,망상균열,누수백화,균열(0.3mm이상),균열백태,박리박락,층분리,보수부들뜸,유도배수관탈락,길이부족,마감재탈락 ·측벽:연석균열(0.3mm이상),열화,박리박락,타일균열,들뜸탈락,파손,신축이음부누수,누수흔적 ·중간벽(기둥):균열(0.2mm이하),망상균열,균열(0.3mm이상),박락,파손,타일들뜸및탈락,파손,실링재파손,미설치, 파손 및 철근노출 ·포장:보수완료 신축이음장치:보수완료 ·입출입구:균열, 백태, 박리박락 2)U-Type구간 ·옹벽:균열(0.3mm이상),미세균열,균열백태,열화,박리,박락,파손,철근노출,신축이음실링재파손,교명주파손,설명판탈락,보수부재균열,보수부박리 ·중앙분리대:균열(0.3mm이상),열화,박리박락,도장탈락,신축이음실링재파손 ·포장:보수완료 ·신축이음:보수완료 ·배수시설:이물질퇴적발생,덮개누락 3)기타시설 ·조명/소화시설:소화시설누락,소화기함시건장치불량 ·펌프실/관리실/전기설:국부적백태,망상균열,백태,누수백태

<표 3.2.2> 점검이력 현황(계속)

점검 종류	점검 연도	점검업체	상태 등급	점검결과
정기 안전점검	2018-11-09 ~ 2018-12-29	(주)대유이앤씨	보통	·주요결함으로는 박스구간 균열, 망상균열, 표면들뜸, 균열부 백태, 누수, 백태, 박리, 박락, 타일균열 탈락 및 옹벽구간 균열, 균열부 백태, 누수, 백태, 열화, 박리, 박락, 철근노출, 실링재 파손 등의 손상이 발생된 것으로 조사되었다. 각 부재 재료결함으로 발생된 손상들은 분석결과 사용성 및 내구성에 큰 영향을 미치지 않으며 지하차도의 안전성에는 영향이 없는 것으로 판단되나 손상정도에 따른 보수가 필요한 것으로 판단된다.
정기 안전점검	2019-03-25 ~ 2019-06-07	(주)씨앤비	양호	·상동지하차도의 전회차 점검결과와 비교결과 전반적으로 유사한 상태이며, 금회 2019년 상반기 정기점검 결과 주요 손상으로는 BOX구간 슬래브 하면 균열(폭0.3㎜이상), 망상균열, 박리, 박락, 층분리, 보수부 들뜸, 유도 배수관 탈락, 길이부족, 연석 균열(폭0.3㎜이상), 타일들뜸, 탈락, 파손, 박리, 박락, 벽체 누수, 기둥 및 보 균열, 망상균열, 타일들뜸 및 탈락, 입출구 균열부 백태, 박리, 박락, U-TYPE 그간 옹벽 망상균열, 균열(폭0.3㎜이상), 군열부 백태, 연석 균열, 박리, 박락, 소화시설 누락, 소화기함 시건장치 불량, 펌프실 국부적 백태, 망상균열 등의 손상이 조사되었다.
정기 안전점검	2019-10-04 ~ 2019-12-17	(주)대아건설	양호	·옹벽-균열(0.3mm이상), 미세균열, 균열백태,열화, 박리, 박락, 파손, 철근노출,신축이음 실링재 파손 · 교명주 파손, 설명판 탈락 · 보수부 재균열, 보수부 박리 ·중앙분리대-연석균열(폭0.3㎜이상),열화,박리박락,타일균열,들뜸타락,파손,신축이음부누수,누수흔적 ·포장-상태양호 ·신축이음-상태양호 ·배수시설-이물질퇴적발생,덮개누락 ·조명/소화시설-소화시설누락,소화기함시건장치불량 ·펌프실/관리실/전기실-국부적백태,망상균열,백태,누수백태

3.2.4 최근 정밀안전점검 실시결과

<표 3.2.3> 최근 정밀안전점검 실시결과

구분	정밀안전점검 내용 - ㈜효광엔지니어링(2018.04.30 ~ 2018.07.08)	
BOX 구간	슬래브	- 미세균열, 망상균열, 누수백화 - 균열(0.3mm이상), 균열 백태 - 박리박락, 층분리, 보수부 들뜸 - 유도배수관탈락, 길이부족, 마감재탈락
	측벽	- 연석균열(0.3mm이상), 열화, 박리박락 - 타일 균열, 들뜸 탈락, 파손 - 신축이음부 누수, 누수흔적
	중간벽(기둥)	- 균열(0.2mm이하), 망상균열 - 균열(0.3mm이상) - 박락, 파손, 타일들뜸및탈락, 파손 - 실링재 파손, 미설치 - 파손 및 철근노출
	포장	- 보수완료
	신축이음장치	- 보수완료
	입, 출입구	- 균열, 백태, 박리박락
U-Type 구간	옹벽	- 균열(0.3mm이상), 미세균열, 균열백태 - 열화, 박리, 박락, 파손, 철근노출 - 신축이음 실링재 파손 - 교명주 파손, 설명판 탈락 - 보수부 재균열, 보수부 박리
	중앙분리대	- 균열(0.3mm이상) - 열화, 박리박락, 도장탈락 - 신축이음 실링재 파손
	포장	- 보수완료
	신축이음	- 보수완료
	배수시설	- 이물질 퇴적 발생, 덮개 누락
기타 시설	조명/소화시설	- 소화시설누락, 소화기함시건장치불량
	펌프실/관리실/전기실	- 국부적백태, 망상균열, 백태, 누수백태

<표 2.2.3> 최근 정밀안전점검 실시결과(계속)

<table>
<tr><th>구분</th><th colspan="6">정밀안전점검 내용 - ㈜효광엔지니어링(2018.04.30 ~ 2018.07.08)</th></tr>
<tr><td rowspan="5">내구성 조사</td><td rowspan="2">콘크리트 강도</td><td colspan="5">- Box 구간 : 24.1~26.2㎫ (설계기준 강도 24.0 ㎫)
- U-Type 구간 : 24.1~28.0㎫ (설계기준 강도 24.0 ㎫)</td></tr>
<tr><td>평 가</td><td colspan="4">- 각 부재별로 반발경도를 측정한 결과 대체적으로 설계기준강도를 상회하고 있는 것으로 조사됨.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">탄산화 잔여깊이 측정</td><td colspan="2">Box 구간</td><td colspan="3">U-Type 구간</td></tr>
<tr><td colspan="2">53.5~58.4㎜</td><td colspan="3">43.1~52.1㎜</td></tr>
<tr><td>평 가</td><td colspan="4">- 탄산화 시험결과 탄산화 깊이는 Box구간 8.4~9.2mm, U-Type구간 7.2~10.3mm로 측정되어 탄산화의 잔여깊이가 각 71.6~67.8mm, 56.8~51.7mm로 계산되므로 세부지침에 의거 상태평가는 'a'로 평가된다.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">종합평가 및 안전등급</td><td colspan="2">상태평가</td><td colspan="2">안전성평가</td><td rowspan="2">종합평가 및 안전등급</td></tr>
<tr><td>환산 결함도 점수</td><td>결과</td><td>안전율(S.F)</td><td>결과</td></tr>
<tr><td>0.231</td><td>B</td><td>-</td><td>-</td><td>B등급</td></tr>
<tr><td>주요 결함별 중점 점검부위</td><td colspan="6">- 신축이음부 누수, 유도배수관 마감재 탈락
- 균열부 백태, 입출입구 박리, 박락</td></tr>
<tr><td>종합 결론</td><td colspan="6">- 금회 점검결과 지하차도의 구조적 안전성을 저해할 만한 손상은 발생치 않았으나 입·출입구 박리박락의 손상은 차량주행시 2차사고의 위험이 있으므로 조속한 보수가 필요하며, Box 구간 신축이음부 누수, 유도배수관 손상, 타일 손상에 대한 적정한 보수 및 보강을 실시하여 내구성 및 안전성을 확보하는 것이 필요함.
- 전차 상태평가 결함지수 0.206에서 손상이 다소 증가하여, 금차 상태평가 결함지수 0.231으로 다소 증가하였으나, 안전등급은 상태평가기준에 의거 전차와 동일한 "B등급"으로 평가됨.</td></tr>
</table>

3.2.5 보수·보강 이력

본 과업대상시설물의 보수·보강 이력 사항은 관리주체 보유자료 및 시설물정보관리 종합시스템(FMS)을 참고 하였으며, 확인 결과 상동지하차도의 보수·보강 이력은 다음과 같다.

<표 1.2.4> 보수·보강 이력

공사기간	공사 구분	부위	공사내역	시공자
2007.01 ~2007.12	기타	없음	없음	보성건설(주)

3.2.6 내진설계 적용여부 확인

본 지하차도의 내진설계 적용 여부는 시설물관리종합시스템(FMS)상의 설계도서 및 발주처 제공 자료를 분석하였고, 불명인 것으로 확인 하였다.

<표 2.2.3> 내진설계 적용여부

<table>
<tr><td rowspan="2">시설물번호</td><td rowspan="2">관리번호</td><td rowspan="2">시설물명</td><td colspan="2">노선</td><td colspan="4">시설물분류</td></tr>
<tr><td>구분</td><td>세부노선</td><td>시설물종류</td><td>시설물종별</td><td>시설물구분</td><td>SOC성능평가대상</td></tr>
<tr><td>UR2005-0000018</td><td></td><td>상동지하차도</td><td>시도</td><td>부천시</td><td>지하차도</td><td>2종</td><td>터널</td><td>무</td></tr>
<tr><td colspan="4">주소 (시,도) (시,군,구) (읍,면,동) (리,번지 등 주소)</td><td rowspan="2">관리주체</td><td colspan="4">관리주체구분</td><td rowspan="2">소유자</td><td colspan="4">소유자구분</td></tr>
<tr><td rowspan="2">경기도</td><td rowspan="2">부천시 원미구</td><td rowspan="2">상동 624-3</td><td rowspan="2"></td><td colspan="3">공공</td><td>민간</td><td colspan="3">공공</td><td>민간</td></tr>
<tr><td>부천시청 도로관리과(교량,지하차도,터널,보도육교)</td><td>중앙부처</td><td>지자체</td><td>(국가/지방)공기업</td><td></td><td>부천시장</td><td>중앙부처</td><td>지자체</td><td>(국가/지방)공기업</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">사업계획 승인일</td><td>준공 (사용승인)일</td><td>하자담보책임 만료일</td><td>2. 상세제원</td><td>3. 안전점검 및 정밀안전진단 이력</td><td>4. 보수·보강 이력</td><td colspan="2">환기구 덮개 (접근 가능한 환기구)</td><td colspan="4">5. 첨부자료 목록</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td>2002년 07월 20일</td><td>2012년 10월 30일</td><td>유</td><td>유</td><td>유</td><td colspan="2"></td><td colspan="4">P1020039.jpg
사진 052.jpg</td></tr>
<tr><td colspan="3">설계기간</td><td>설계자</td><td colspan="2">공사기간</td><td colspan="2">시공자</td><td colspan="4">총공사비(백만원)</td></tr>
<tr><td colspan="3">1995-09-23 ~ 1999-11-10</td><td>두산엔지니어링</td><td colspan="2">2000-12-27 ~ 2003-03-20</td><td colspan="2">쌍용건설</td><td colspan="4">9,210</td></tr>
<tr><td rowspan="2">내진정보</td><td colspan="2">내진설계 대상 유무</td><td>내진설계 적용 유무</td><td colspan="2">적용내진설계기준</td><td colspan="2">내진성능평가 실시 유무</td><td colspan="4">내진보강 유무</td></tr>
<tr><td colspan="2">불명</td><td>불명</td><td colspan="2"></td><td colspan="2">불명</td><td colspan="4">불명</td></tr>
<tr><td>영10조대상</td><td colspan="2">감리기간</td><td>감리자(책임감리원)</td><td colspan="2">사업주체(발주자)</td><td colspan="2">공사명</td><td colspan="4">공사감독·공사관리관</td></tr>
<tr><td>아니오</td><td colspan="2">2000-11-13 ~ 2002-06-30</td><td>이동수</td><td colspan="2">한국토지공사</td><td colspan="2">부천상동지구 택지개발사업 특수구조물공사</td><td colspan="4">김경식</td></tr>
</table>

3.2.7 기존자료 분석결과 점검방향 설정

1) 기존 점검자료 등 검토 결과, 정기안전점검 및 정밀안전점검 등이 주기적으로 이루어진 것으로 확인되었고, 중대결함 및 구조적 결함 등은 없는 것으로 조사되었으나 기존 점검 중 발생된 손상에 대하여 면밀한 조사가 요구된다.

2) 금번 점검 시 중점적으로 관찰한 사항은 다음과 같다.

① 슬래브하면 및 옹벽의 균열, 철근노출, 파손 등 추가 손상 발생 여부 확인.

② 측벽 및 기둥의 균열, 파손, 마모 등 추가손상 발생 여부 확인.

③ 포장부의 파손 균열, 소성변형 등 발생 여부 확인.

④ 기타 콘크리트 부재 균열, 철근노출, 파손 등 발생 여부 확인.

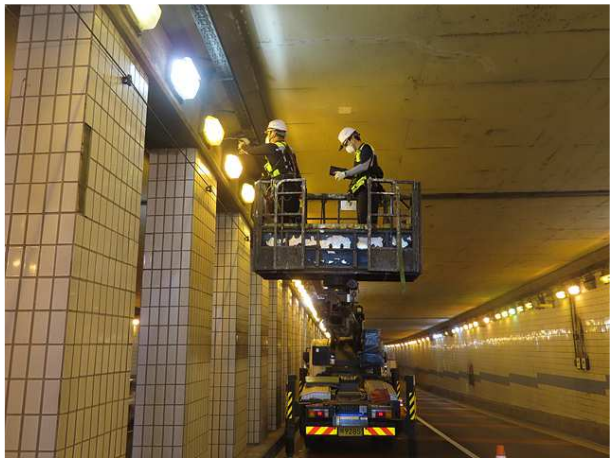
⑤ 기타 공용 중 나타날 수 있는 신규손상 발생 여부 확인.

3.3 현장조사 및 시험

3.3.1 개요

본 지하차도에 대한 외관조사는 『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침-터널편, 옹벽편(2019. 9, 국토교통부, 한국시설안전공단)』의 실시요령에 따라 시설물에 내재되어 있는 위험요인이나 시설물의 기능 및 성능 저하, 상태 등을 신속·정확하게 검사·평가하는데 주안점을 두고 외관조사 방향을 결정하였다. 또한, 터널 부재 전체에 대하여 가능한 한 근접한 상태에서 육안조사를 실시함을 원칙으로 하였으며, 접근장비로는 도보 및 고소작업차를 이용하였다.

본 장에서는 외관조사 결과 확인된 결함과 손상 상태에 대하여 교량의 구성 부재별로 사진을 첨부하여 설명하고 발생 원인을 분석하여 보수·보강 및 유지관리 방안을 마련하는데 참고할 수 있도록 하였으며, 전체 부재에 대한 외관조사망도를 작성하여 향후 지하차도의 점검 및 유지관리 시 효율적으로 활용할 수 있도록 하였다.

	
고소작업차를 이용한 현장조사 ①	고소작업차를 이용한 현장조사 ②

<사진 3.3.1> 현장조사 전경

3.3.2 외관조사

가. 본선 Box구간

1) 슬래브하면

① 현황

· 상동지하차도는 Box구간 총 연장 L=235.0m인 직선(R=0.0m) 철근콘크리트 Box로 시공 되어있고, SP4~SP7 슬래브 하면에 탄소섬유 보강을 실시한 것으로 확인되었다.

슬래브하면 전경(인천방향)

슬래브하면 전경(서울방향)

<사진 3.3.2> 슬래브하면 전경

② 점검결과

· 슬래브하면 점검결과, 기 손상에 대해 일부 보수를 실시한 것으로 조사되었고, 균열, 망상균열, 도장탈락, 백태, 균열 및 백태, 누수, 박리 및 박락, 층분리, 유도배수관 탈락 등의 손상이 조사되었다.

<표 3.3.1> 슬래브하면 외관조사 결과

구분	손상내용	단위	물량	개소	비고	손상현황
슬래브하면	균열 (cw=0.2㎜이하)	m	371.8	477	표면처리	
	균열 (cw=0.3㎜이상)	m	7.0	13	주입보수	
	망상균열, 도장탈락	㎡	100.63	48	표면처리	
	균열 및 백태	m	1.5	2	표면처리	
	누수 및 백태	㎡	10.85	3	유도배수관 재설치	
	보강부 균열, 들뜸	㎡	85.45	14	단면보수	
	보강부 균열	m	417.8	78	표면처리	
	보수부 재균열	m	2.1	2	표면처리	
	유도배수관 탈락, 길이부족, 마감재 탈락	m	15.9	4	유도배수관 재설치	
	조인트부 누수, 백화	m	1.2	1	유도배수관 재설치	
	누수흔적	㎡	0.36	1	주의관찰	

SP3 보수부 상태양호	SP8 보수부 상태양호(면보수)
SP2 균열(cw=0.2㎜)	SP4 보강부 균열
SP3 유도배수관 마감재 변형	SP2 조인트부 누수, 백화

<사진 3.3.3> 슬래브하면 손상현황

③ 검토의견

· 슬래브하면에 조사된 균열, 망상균열 및 도장탈락은 시공초기 건조수축, 외·내부 구속의 영향 및 공용 중 온도변화에 따른 신축작용 등의 복합적인 원인에 의해 슬래브하면에 발생하였다. 발생된 손상은 내구성 향상을 위해 표면처리를 실시하는 것이 바람직하다.

· 균열 및 백태는 균열부에 공용중 온도변화, 외기 및 외부 습기에 의한 영향으로 발생되었으며, 표면처리가 필요할 것으로 판단된다.

· 누수 및 백태, 조인트부 누수 백화는 지하차도 상부의 배수계획이 미비된 상태로 화단 및 도로로 구성되어 있어 구조물 배면의 지표수 등의 침투수가 수밀성이 낮은 조인트 부위에 유입되면서 발생된 누수를 하부로 도수 하기위한 유도배수관이 공용기간이 증가함에 따라 막힘, 탈락 등의 손상으로 도수가 원활하지 못해 유도배수관 주변으로 누수, 백태 등의 손상이 발생된 것으로 판단된다. 발생된 손상은 유도배수관을 재설치 한 후 표면처리를 실시하는 것이 바람직하다.

· 보강부 균열, 들뜸, 보수부 재균열은 공용기간 증가에 따른 보수·보강 미흡부에 발생된 것으로 균열은 표면처리를 실시하고 들뜸은 단면보수를 실시해야 할 것이다.

· 유도배수관 마감재 탈락, 길이부족 등은 시공미흡 및 공용기간 증가에 따른 충격 등의 원인으로 판단되며 원활한 도수를 위해 재설치가 필요할 것으로 판단된다.

· 누수흔적은 기 점검과 규모가 동일하고 진전이 없어 지속적인 주의관찰이 필요하다.

2) 벽체부

① 현황

· 상동지하차도 벽체부는 전체적으로 타일로 마감되어 콘크리트는 비노출된 상태이다.

벽체 전경(인천방향)

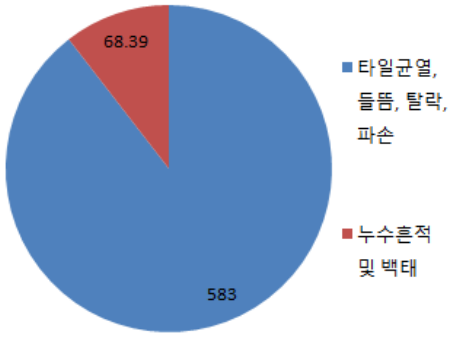
벽체 전경(서울방향)

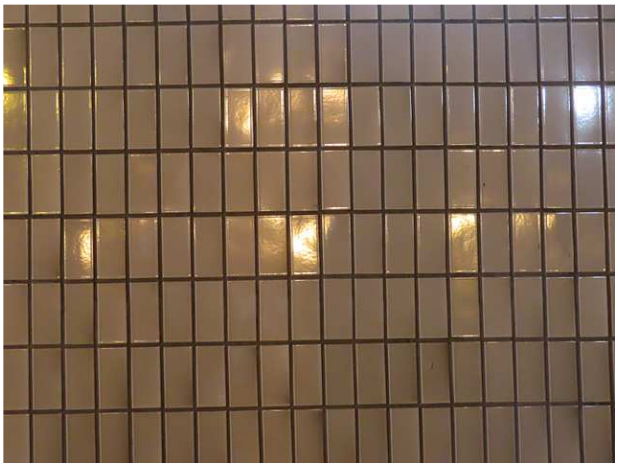
<사진 3.3.4> 벽체부 전경

② 점검결과

· 벽체부 점검결과 일부 손상은 보수를 실시한 것으로 확인되었고, 타일균열, 타일들뜸, 타일탈락, 타일파손, 누수흔적 및 백태 등이 조사되었다.

<표 3.3.2> 벽체부 외관조사 결과

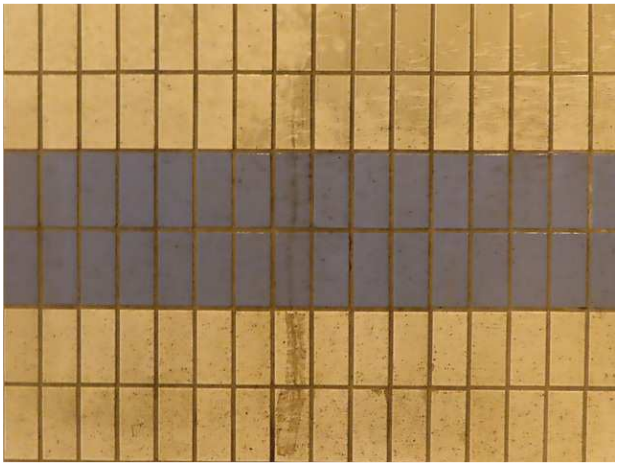
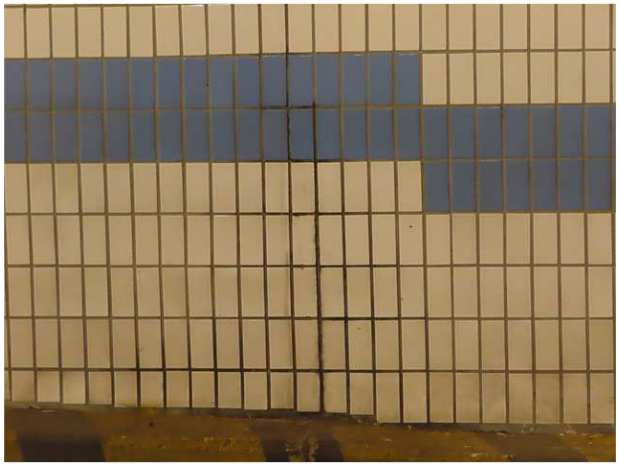
구분	손상내용	단위	물량	개소	비고	손상현황
벽체부	타일균열, 들뜸, 탈락, 파손	EA	583	583	타일 재설치	
	누수흔적 및 백태	㎡	68.39	54	표면처리	



서울방향 벽체부 보수 상태양호

인천방향 벽체부 보수 상태양호

<사진 3.3.5> 벽체부 손상현황

	
SP5 타일균열	SP2 누수흔적 및 백태

<사진 3.3.5> 벽체부 손상현황(계속)

③ 검토의견

· 시공된 타일에 발생된 균열, 들뜸, 탈락, 파손은 시공불량 및 외부 충격 등에 의해 발생된 손상이며, 구조물의 내구성에 직접적인 영향은 없으므로 추후 일괄 재설치를 실시하는 것이 바람직하다.

· 누수흔적 및 백태는 기 점검시 누수로 조사된 손상은 금번 조사시 전개소 누수흔적으로 조사되어 표면처리가 필요하며, 하절기 상부의 우수 박스의 누수, 상부 지표수의 유입 등으로 인하여 추가 손상이 발생할 수 있으므로 우기 때의 지속적인 주의관찰이 필요하다.

3) 기둥부

① 현황

· 상동지하차도 기둥부는 본선 Box 구간의 중앙부에 약 2.5m 간격으로 기둥이 시공되어 있으며, 전체적으로 타일로 마감된 상태이다.

기둥 전경(인천방향)

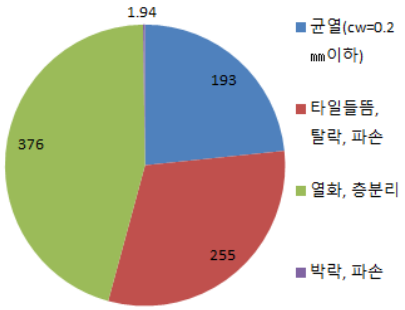
기둥 전경(서울방향)

<사진 3.3.6> 기둥부 전경

② 점검결과

· 기둥부 점검결과 일부 손상은 보수되었고, 타일들뜸, 탈락, 파손, 열화, 층분리 등이 조사되었다.

<표 3.3.3> 기둥부 외관조사 결과

구분	손상내용	단위	물량	개소	비고	손상현황
기둥부	균열(cw=0.2㎜이하)	m	193.0	142	표면처리	
	타일들뜸, 탈락, 파손	EA	255	255	타일 재설치	
	열화, 층분리	㎡	376.00	8	단면보수	
	박락, 파손	㎡	1.94	4	단면보수	

SP1 기둥 하부 보수 상태양호

NO.42 기둥 보수 상태양호

<사진 3.3.7> 기둥부 손상현황

SP1 균열(cw=0.2㎜)	NO.44 기둥 타일탈락
SP2 열화 층분리	SP8 파손

<사진 3.3.7> 기둥부 손상현황(계속)

③ 검토의견

· 균열은 건조수축, 온도변화, 내·외부구속 작용 등 부피변화에 기인한 비구조적 균열로 판단되며, 표면처리가 필요할 것으로 판단된다.

· 시공된 타일에 발생된 들뜸, 탈락, 파손은 공용기간 증가, 시공불량 및 외부 충격 등에 의해 발생된 손상이며, 구조물의 내구성에 직접적인 영향은 없으나, 타일 탈락으로 차량 주행성에 영향이 있으므로 타일 재설치가 필요할 것이다.

· 열화, 층분리는 공용중 제설제 및 외기의 영향 등에 의해 발생되었으며, 내구성 향상을 위해 단면보수를 실시해야 할 것이다.

· 박락, 파손은 시공초기 다짐불량, 품질관리미흡 및 국부적인 피복부족, 충격 등으로 발생되었으며, 장기적인 구조물의 내구성 확보를 위하여 단면보수를 실시하는 것이 바람직하다.

4) 입 · 출구부

① 현황

· 당아래지하차도 입 · 출구부의 표면은 문양이 시공되어있고, 시설물명 및 교통안전표지물이 부착되어 있다.

입 · 출구부 전경(시점부)

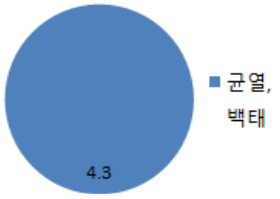
입 · 출구부 전경(종점부)

<사진 3.3.8> 입 · 출구부 전경

② 점검결과

· 입 · 출구부 점검결과 일부 손상은 보수되었고, 균열 및 백태 등이 조사되었다.

<표 3.3.4> 기둥부 외관조사 결과

구분	손상내용	단위	물량	개소	비고	손상현황
입 · 출구부	균열, 백태	m	4.3	3	표면처리	

입 · 출구부 보수 상태양호

입 · 출구부 균열, 백태

<사진 2.3.9> 입 · 출구부 손상현황

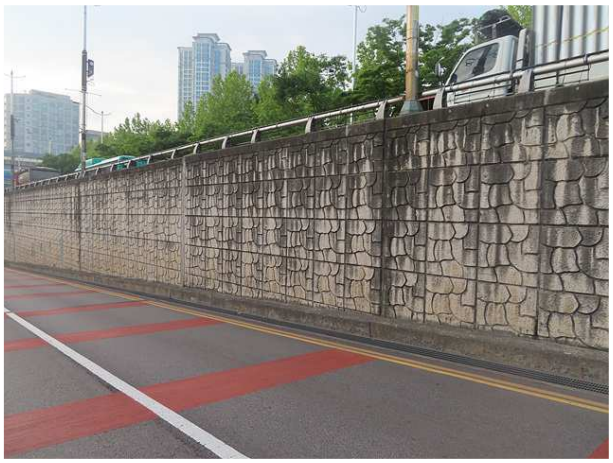
③ 검토의견

· 조사된 균열, 백태는 균열부에 배면 지표수 및 외기의 영향 등에 의해 발생된 것으로 내구성 향상을 위해 표면처리를 실시하는 것이 바람직하다.

나. U-Type 옹벽

1) 현황

· U-Type 옹벽은 벽체에 문양이 시공되어 있는 상태이고, 시점측 옹벽은 연장 188.5m, 종점측 옹벽은 연장 188.5m로 시공되어 있다.



U-Type 전경(인천 방향)

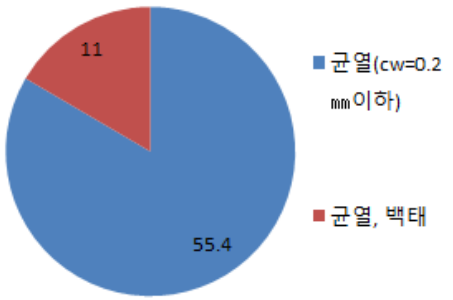
U-Type 전경(서울 방향)

<사진 3.3.8> U-Type 옹벽 전경

② 점검결과

· U-Type 옹벽 점검결과 대다수의 손상이 보수를 실시하였고, 보수상태는 양호하며, 균열, 균열 및 백태 등의 손상이 조사되었다.

<표 3.3.4> U-Type 옹벽 외관조사 결과

구분	손상내용	단위	물량	개소	비고	손상현황
U-Type 옹벽	균열(cw=0.2㎜이하)	m	55.40	39	표면처리	
	균열, 백태	m	11.0	8	표면처리	

시점측 벽체 보수 상태양호

종점측 벽체 보수 상태양호

시점측 SP5 균열 및 백태

종점측 SP4 균열(cw=0.2㎜이하)

<사진 3.3.9> U-Type 옹벽 손상현황

③ 검토의견

· 옹벽에 조사된 균열은 시공초기 건조수축, 내·외부구속 작용 및 공용 중 온도변화에 의한 신축작용 등의 복합적인 영향에 의한 비구조적 균열로 판단되며, cw=0.2㎜이하 균열은 표면처리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

· 균열 및 백태는 균열부에 배면 지표수 및 외기의 영향 등에 의해 발생된 것으로 내구성 향상을 위해 표면처리를 실시하는 것이 바람직하다.

다. 부대시설

1) 포장부

① 현황

· 포장부는 왕복 4차선 구조물로 폭 B=21.0m로 중앙분리대에 의해 상·하행이 분리되어 있고, 아스팔트 포장으로 시공되어있다.

포장부 전경(인천 방향)

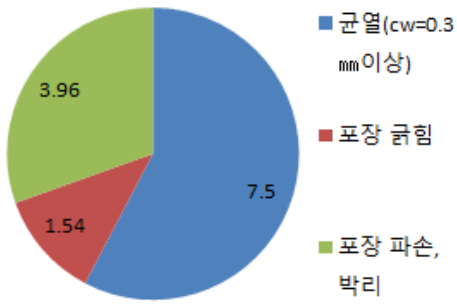
포장부 전경(서울 방향)

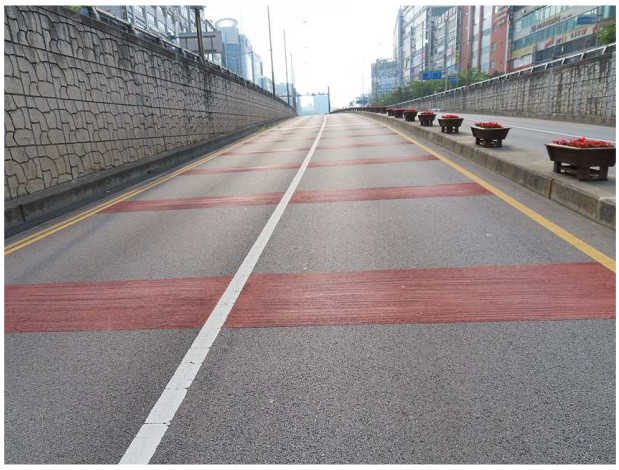
<사진 3.3.10> 포장부 전경

② 점검결과

· 포장부 점검결과, 기 손상에 대해 대다수의 보수를 실시하였고, 보수상태는 양호하며, 포장부 균열, 긁힘, 박리, 파손 등의 손상이 조사되었다.

<표 3.3.8> 포장부 외관조사 결과

구분	손상내용	단위	물량	개소	비고	손상현황
포장부	균열(cw=0.3㎜이상)	m	7.5	2	주의관찰	
	포장 긁힘	㎡	1.54	2	주의관찰	
	포장 파손, 박리	m	3.96	9	주의관찰	

	
BOX 구간 포장 보수 상태양호	U-Type 구간 포장 보수 상태양호
BOX 구간 SP1 포장 균열	U-Type 구간 종점측 SP2 포장 박리

<사진 3.3.11> 포장부 손상현황

③ 검토의견

· 포장부 균열은 온도 강하에 의한 수축과 차량의 반복통행, 공용기간 증가에 의한 손상으로 판단되며, 지속적인 주의관찰 후 손상의 진전시 재포장을 실시하는 것이 바람직하다.

· 포장 긁힘, 파손, 박리는 공용 중 다짐이 부족한 불건전 포장면에 적치물과 차륜과의 접촉으로 인하여 포장부가 손상된 것으로 판단된다. 조사된 손상은 현 시점에서 보수는 필요치 않은 상태이며, 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.

2) 배수시설

① 현황

· 배수시설은 Box 구간 및 U-Type 옹벽 양측 벽체에 접하여 배수로가 설치되어 있으며, 스틸 그레이팅으로 덮여있는 상태로 조사되었다.

U-Type 옹벽 구간 배수시설 전경

Box 구간 배수시설 전경

<사진 3.3.12> 배수시설 전경

② 점검결과

· 배수시설 점검결과 기 손상에 대해 대다수의 보수를 실시하였고, 보수상태는 양호하며, 일부 배수로 트렌치 망실 등의 손상이 조사되었다.

<표 3.3.11> 배수시설 외관조사 결과

구분	손상내용	단위	물량	개소	비고	손상현황
배수시설	배수로 트렌치 망실	EA	1	1	재설치	

배수시설 배수 상태양호

BOX 구간 SP8 배수로 트렌치 망실

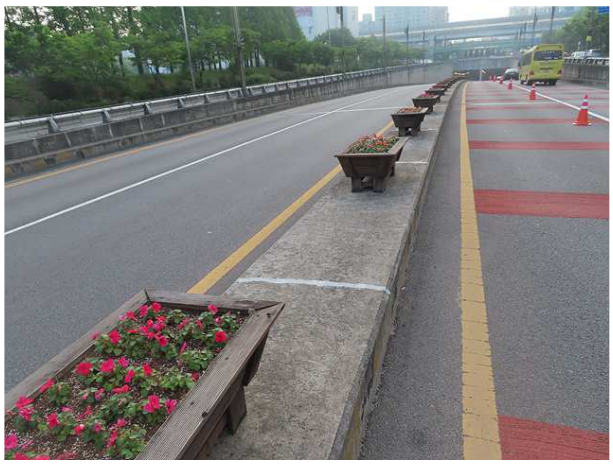
<사진 3.3.13> 배수시설 손상현황

3) 연석 및 중앙분리대

① 현황

· U-Type 옹벽 양측 벽체 하단부 및 Box 구간 벽체 하단부에 연석이 설치되어 있는 상태이고, 도로중앙에는 중앙분리대가 설치된 상태로 상·하행이 구분되어있다.

연석 전경



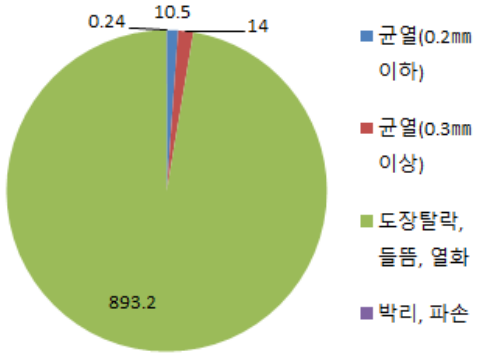
중앙분리대 전경

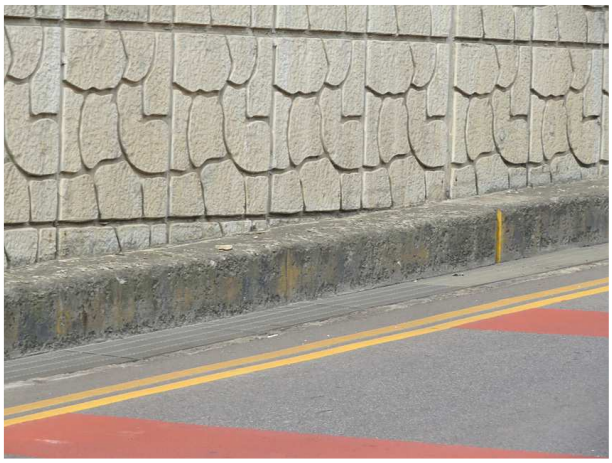
<사진 3.3.14> 연석 및 중앙분리대 전경

② 점검결과

· 연석 및 중앙분리대 점검결과 일부 보수가 실시되었고, 균열, 도장탈락, 들뜸, 열화, 박리, 박락, 파손 등이 조사되었다.

<표 3.3.12> 연석 및 중앙분리대 외관조사 결과

구분	손상내용	단위	물량	개소	비고	손상현황
연석 및 중앙 분리대	균열(0.2㎜이하)	m	10.5	23	표면처리	
	균열(0.3㎜이상)	m	14	17	주입보수	
	도장탈락, 들뜸, 열화	㎡	893.2	39	재도장	
	박리, 파손	㎡	0.24	3	단면보수	

연석 보수부 상태양호	U-Type 구간 연석 보수부 상태양호
종점측 중앙분리대 균열(cw=0.3㎜)	시점측 도장탈락, 열화
	
종점측 연석 도장탈락, 들뜸, 열화	종점측 연석 파손

<사진 33.9> 연석 및 중앙분리대 손상현황

③ 검토의견

· 연석 및 중앙분리대에 조사된 균열은 시공초기 건조수축, 내·외부구속 작용 및 공용중 온도변화에 의한 신축작용 등의 복합적인 영향에 의한 비구조적 균열로 판단되며, cw=0.2㎜이하 균열은 표면처리를 실시하고, cw=0.3㎜이상 균열은 주입보수를 통한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

· 도장탈락, 들뜸, 열화는 공용년수 경과 및 환경적인 요인, 외부충격 등으로 발생된 것으로 조사되었고, 내구성 향상을 위해 단면보수, 재도장을 실시하여야 할 것으로 판단된다.

· 국부적으로 조사된 박리, 파손은 공용중 제설제 및 외기의 영향 및 충격 등에 의해 발생되었으며, 기 점검과 비교하여 손상의 규모가 동일하고 정도가 미미하여 지속적인 주의관찰 후 손상의 진전시 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

4) 신축이음부

① 현황

· 신축이음부는 U-Type 구간에 시점측 7개소, 종점측 7개소, Box 구간에 8개소 설치된 상태이다.

U-Type 구간 신축이음부 전경

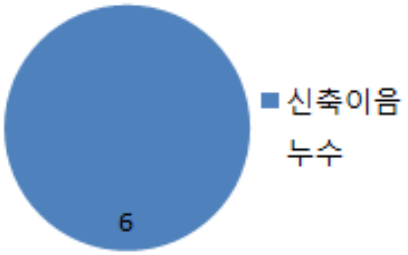
Box 구간 신축이음부 전경

<사진 3.3.15> 신축이음부 전경

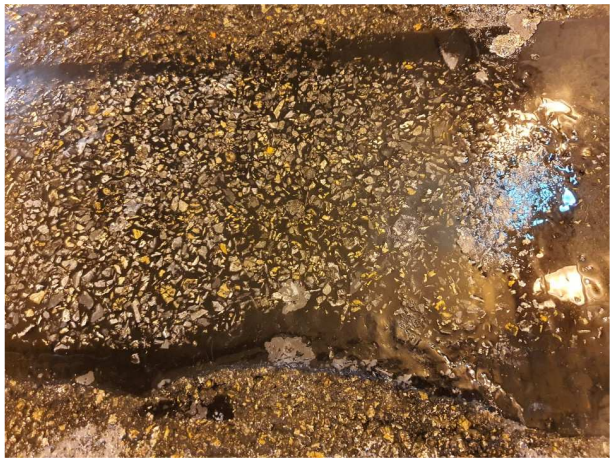
② 점검결과

· 신축이음부 점검결과 일부 구간 누수가 조사되었다.

<표 3.3.13> 신축이음부 외관조사 결과

구분	손상내용	단위	물량	개소	비고	손상현황
신축이음	신축이음 누수	m	6.0	6	신축이음 재설치	

시점측 Joint.7 누수



Box Joint.5 누수

<사진 3.3.16> 신축이음부 손상현황

③ 검토의견

· 신축이음부에 조사된 누수는 우기시 아스팔트 포장층으로 우수가 침투하게 되면 기울기에 따라서 포장부를 타고 신축이음부 자리에 다다르게 되어 저장된 물이 포장부 표층으로 올라오거나, 우기 및 외기의 환경요인으로 의해 지하수위가 지하차도 포장부 보다 높아질 경우 포장부 배면의 물이 신축이음부 등의 취약부로 용출된 것으로 판단되며, 발생된 누수는 차량 주행성 및 구조물 내구성에 영향을 미치게 된다. 그에 따른 보수방법은 부분적인 보수를 시행할 경우 추후 재손상이 반복될 수 있으므로 손상 발생 부의 신축이음을 유도배수가 가능한 신축이음으로 재설치 하는 것이 바람직할 것이다.

5) 기타시설

① 현황

· 본시설물의 기타시설은 펌프실, 전기실로 이루어져 있다.

펌프실 전경

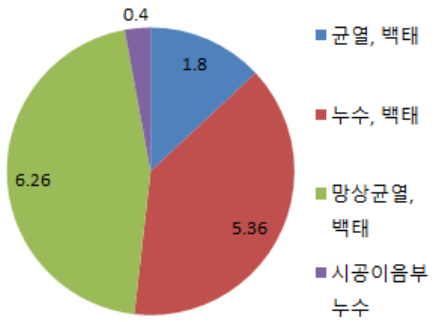
전기실 전경

<사진 3.3.15> 기타시설 전경

② 점검결과

· 기타시설 점검결과 균열, 망상균열, 백태, ,누수 등이 조사되었다.

<표 3.3.13> 난간 ,연석 및 보도부 외관조사 결과

구분	손상내용	단위	물량	개소	비고	손상현황
기타 시설	균열, 백태	m	1.8	2	표면처리	
	누수, 백태	㎡	5.36	6	주입보수	
	망상균열, 백태	㎡	6.26	16	표면처리	
	시공이음부 누수	㎡	0.40	1	주입보수	

전기실 백태

진입계단 누수, 백태

<사진 3.3.16> 기타시설 손상현황

③ 검토의견

· 기타시설에 조사된 균열, 망상균열, 백태는 시공초기 건조수축, 외·내부 구속의 영향 및 공용 중 온도변화에 따른 신축작용 등의 복합적인 원인에 의해 발생된 균열부에 배면 지표수 및 외기의 영향 등에 의해 발생된 것으로 내구성 향상을 위해 표면처리를 실시하는 것이 바람직하다.

· 시공이음부 누수, 누수 및 백태는 구조물 배면의 지표수 등의 침투수가 수밀성이 낮은 조인트 및 균열부에 유입되면서 발생된 것으로 내구성 향상을 위해 배면주입보수를 실시하는 것이 바람직하다.

6) 부속시설

① 현황

· 본시설물의 Box구간 헌치에는 조명시설이 설치되어 있으며, 벽체에는 소화기가 일부구간 설치된 상태이다.

조명시설 전경

소화기 전경

<사진 3.3.15> 기타시설 전경

② 점검결과

· 부속시설물 점검 결과 양호한 상태로 주기적인 점검에 의한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.

<표 3.3.13> 부속시설 외관조사 결과

구분	손상내용	단위	물량	개소	비고	손상현황
부속시설	상태양호	-	-	-	-	-

라. 외관조사 결과요약

본 교량의 외관조사결과 요약표는 다음과 같다.

<표 3.3.15> 외관조사 결과요약

구 분		주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
본선 Box 구간	슬래브 하면	· 균열(cw=0.2㎜이하) · 균열(cw=0.3㎜이상) · 망상균열, 도장탈락 · 균열 및 백태 · 누수 및 백태 · 보강부 균열, 들뜸, 재균열 · 유도배수관 탈락, 길이부족 등	· 시공초기 건조수축, 내·외부구속 작용 및 공용 중 온도변화에 의한 신축작용 등 복합적인 영향에 의한 비구조적 균열 · 구조물 배면의 지표수 등의 침투수가 수밀성이 낮은 조인트 부위에 유입되면서 발생된 것 · 보강부 균열, 들뜸, 보수부 재균열은 공용기간 증가에 따른 보수·보강 미흡부에 발생 → 표면처리, 주입보수, 유도배수관 재설치, 단면보수
	벽체부	· 타일균열, 들뜸, 탈락, 파손 · 누수흔적 및 백태	· 시공불량 및 외부 충격 등에 의해 발생된 손상 · 기 점검시 누수로 조사된 손상은 금번 조사시 전개소 누수흔적으로 조사 → 타일 재설치, 표면처리
	기둥부	· 균열(cw=0.2㎜이하) · 타일들뜸, 탈락, 파손 · 열화, 층분리 · 박락, 파손	· 건조수축, 온도변화, 내·외부구속 작용 등 부피변화에 기인한 비구조적 균열 · 공용기간 증가, 시공불량 및 외부 충격 등에 의해 타일 손상 발생 · 공용중 제설제 및 외기의 영향 등에 의해 발생 · 시공초기 다짐불량, 품질관리미흡 및 국부적인 피복부족, 충격 등으로 발생 → 표면처리, 타일 재설치, 단면보수
	입·출 구부	· 균열, 백태	· 균열부에 배면 지표수 및 외기의 영향 등에 의해 발생 → 표면처리
U-Type 옹벽		· 균열(cw=0.2㎜이하) · 균열, 백태	· 시공초기 건조수축, 내·외부구속 작용 및 공용 중 온도변화에 의한 신축작용 등의 복합적인 영향에 의한 비구조적 균열 · 균열부에 배면 지표수 및 외기의 영향 등에 의해 발생 → 표면처리
부대 시설	포장부	· 균열(cw=0.3㎜이상)	· 온도 강하에 의한 수축과 차량의 반복통행, 공용기간 증가에 의한 손상 → 주의관찰
		· 포장 긁힘, 파손, 박리	· 공용 중 다짐이 부족한 불건전 포장면에 적치물과 차륜과의 접촉으로 인하여 발생 → 주의관찰

<표 3.3.15> 외관조사 결과요약(계속)

구 분		주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
부대시설	배수시설	· 배수로 트렌치 망실	-재설치 필요 → 재설치
	연석 및 중앙분리대	· 균열(cw=0.2㎜이하) · 균열(cw=0.3㎜이상) · 열화, 박리, 박락 · 도장탈락, 열화	· 시공초기 건조수축, 내·외부구속 작용 및 공용 중 온도변화에 의한 신축작용 등 복합적인 영향에 의한 비구조적 균열 · 공용년수 경과 및 환경적인 요인, 외부충격 등으로 발생 → 표면처리, 주입보수, 재도장, 주의관찰
	신축이음부	· 신축이음부 누수	· 포장면 및 포장부 배면의 용출수로 인한 누수 발생. → 유도배수가 가능한 신축이음으로 재설치
기타시설		· 균열, 망상균열, 백태 · 누수, 백태	· 공초기 건조수축, 외·내부 구속의 영향 및 공용 중 온도변화에 따른 신축작용 등의 복합적인 원인에 의해 발생된 균열부에 배면 지표수 및 외기의 영향 등에 의해 발생된 것 · 구조물 배면의 지표수 등의 침투수가 수밀성이 낮은 조인트 및 균열부에 유입되면서 발생된 것 → 표면처리, 주입보수

마. 기 점검 결과와 비교분석

본 교량의 금회 처음으로 실시하는 정밀안전점검으로 비교·분석표는 다음과 같다.

<표 3.3.16> 기 점검 결과와 비교

위치	손상내용	기 점검결과		금회 점검결과		손상물량 변화	비고
		물량	단위	물량	단위		
슬래브 하면	균열(cw=0.2㎜이하)	78.7	m	371.8	m	293.1	▲
	균열(cw=0.3㎜이상)	19.4	m	7.0	m	12.4	▼
	망상균열, 도장탈락	84.20	㎡	100.63	㎡	16.43	▲
	균열 및 백태	2.1	m	1.5	m	0.6	▼
	누수 및 백태	10.50	㎡	10.85	㎡	0.35	▲
	보강부 균열, 들뜸	66.30	㎡	85.45	㎡	19.15	▲
	보강부 균열	425.3	m	417.8	m	7.5	▼
	보수부 재균열	2.1	m	2.1	m	=	=
	유도배수관 탈락, 길이부족, 마감재 탈락	6.9	m	15.9	m	9	▲
	조인트부 누수백화	1.2	m	1.2	m	=	=
	누수흔적	0.36	㎡	0.36	㎡	=	=
벽체부	타일균열, 들뜸, 탈락, 파손	708	EA	583	EA	125	▼
	누수흔적 및 백태	90.35	㎡	68.39	㎡	21.96	▼

<표 3.3.16> 기 점검 결과와 비교

위치	손상내용	기 점검결과		금회 점검결과		손상물량 변화	비고
		물량	단위	물량	단위		
기둥부	균열(cw=0.3㎜이상)	4.9	m	-	-	4.9	▼
	균열(cw=0.2㎜이하)	103.0	m	193.0	m	90.0	▲
	타일들뜸, 탈락, 파손	205	EA	255	EA	50	▲
	열화, 층분리	330.60	㎡	376.00	㎡	45.40	▲
	박락, 파손	0.90	㎡	1.94	㎡	1.04	▲
입 · 출구부	균열, 백태	4.3	m	4.3	m	=	=
	박리, 박락	2.00	㎡	-	-	2	▼
U-Type 옹벽	균열(cw=0.2㎜이하)	61.5	m	55.4	m	6.1	▼
	균열(cw=0.3㎜이상)	73.9	m	-	-	73.9	▼
	균열, 백태	104.98	m	11.0	m	93.98	▼
	누수, 백태	5.23	㎡	-	-	5.23	▼
	철근노출	1.96	㎡	-	-	1.96	▼
	보수부 재균열	14.2	m	-	-	14.2	▼
	보수부 박리	0.04	㎡	-	-	0.04	▼
포장부	균열(cw=0.3㎜이상)	-	-	7.5	m	7.5	▲
	포장 긁힘	-	-	1.54	㎡	1.54	▲
	포장 파손, 박리	-	-	3.96	㎡	3.96	▲
배수시설	덮개파손	1	EA	-	-	1	▼
	배수로 트렌치 망실	-	-	1	EA	1	▲
연석 및 중앙분리대	균열(0.2㎜이하)	8.4	m	10.5	m	2.1	▲
	균열(0.3㎜이상)	254.4	m	14	m	240.4	▼
	도장탈락, 들뜸, 열화	531.82	㎡	893.20	㎡	361.38	▲
	박리, 파손	0.24	㎡	0.24	㎡	=	=
	교명주, 설명판 파손	1	EA	-	-	1	▼
신축이음	신축이음부 누수	-	-	6.0	m	6.0	▲
기타시설	균열, 백태	1.8	m	1.8	m	=	=
	누수, 백태	5.36	㎡	5.36	㎡	=	=
	망상균열, 백태	6.26	㎡	6.26	㎡	=	=
	시공이음부 누수	0.40	㎡	0.40	㎡	=	=
부속시설	상태양호	-	-	-	-	=	=

3.3.3 내구성조사 결과

가. 개요

본 과업에서는 현장조사 결과를 기초로 각종 검사기구 및 시험 장비를 사용하여 콘크리트 압축강도, 탄산화 깊이 등을 실시하였다.

구조물의 구성 재료인 콘크리트의 역학적·화학적 특성을 체계적으로 규명하여 대상구조물의 내구성평가 및 상태평가의 기본 자료로 활용하였다.

1) 조사현황

본 과업에서 콘크리트 내구성조사를 위해 콘크리트 강도시험, 탄산화 깊이 측정을 실시하였고, 각 부재별 콘크리트 내구성시험 현황은 다음과 같다.

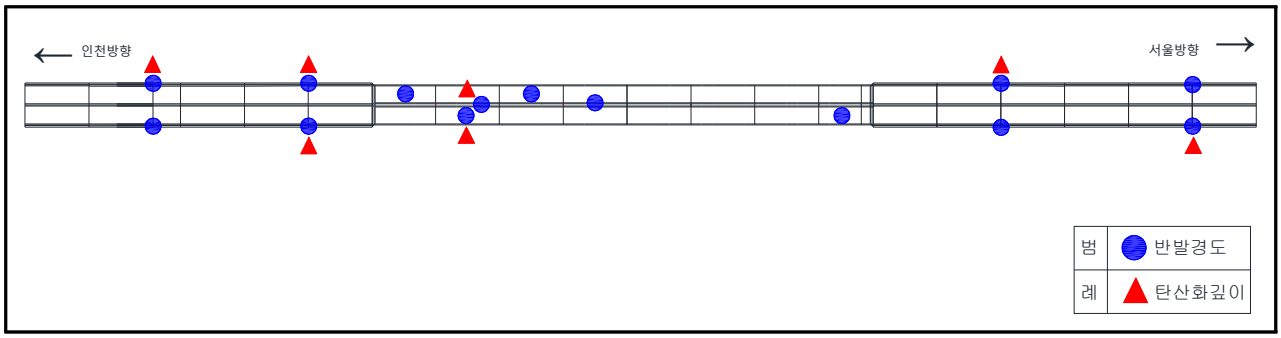
<표 3.3.18> 부재별 재료시험 현황

항 목	시험기준		수량 (개소)		비고
			기준	실시	
반발경도 시험	BOX 구간	○총연장 ÷ 300m	2	6	
	U-type (옹벽)구간	○총연장 ÷ 50m	8	8	
탄산화 깊이 측정	BOX 구간	○철근콘크리트 구조물 -총연장 1,000m미만 : 2개소 -총연장 1,000m이상 : 최소2개소+1,000m당 1개소 추가	2	2	
	U-type (옹벽)구간	○총연장 -100m미만 : 2개소 -100m이상 : 최소2개소+100m당 1개소 추가	5	5	

반발경도 시험

탄산화 깊이 측정

피복두께 측정



<그림 3.3.4> 재료시험 위치도

나. 시험결과 및 분석

1) 콘크리트 강도시험

① 금회 시험결과

반발경도법을 통해 본 구조물에 압축강도를 추정하였으며, BOX 구간 6개소, U-type(옹벽)구간 8개소에서 실시하였다. 측정결과, BOX 구간 29.6~31.7㎫, U-type(옹벽)구간 29.5~30.6㎫로 설계기준강도(27.0㎫)를 상회하는 것으로 조사되어 전반적으로 양호한 상태인 것으로 측정되었다.

<표 3.3.19> 반발경도시험 측정결과(㎫)

구분	측정위치	반발경도(Ro)	보정압축강도(㎫)		평균 압축강도(㎫)	설계 기준강도(㎫)	기준강도 대비(%)	비고
			일본재료학회	일본건축학회				
BOX 구간	SP2 슬래브(서울방향)	44.4	24.2	26.2	25.2	24.0	105.0	건전부
	SP8 슬래브(서울방향)	45.4	25.0	26.6	25.8	24.0	107.5	비건전부
	SP1 슬래브(인천방향)	45.9	25.4	26.8	26.1	24.0	108.8	비건전부
	SP3 슬래브(인천방향)	45.3	24.9	26.6	25.8	24.0	107.4	건전부
	SP2 기둥 상부	46.0	25.4	26.9	26.2	24.0	109.0	건전부
	SP4 기둥 상부	46.4	25.7	27.1	26.4	24.0	110.0	건전부
옹벽 구간	SP2 시점부(서울방향)	44.9	24.5	26.4	25.5	24.0	106.1	건전부
	SP4 시점부(서울방향)	44.8	24.5	26.3	25.4	24.0	105.8	건전부

※ 설계강도: 2018년도 정밀안전점검 보고서 참조.

※ 비건전부는 누수 등으로 자주 습윤상태가 되거나, 우수에 노출된 부재 및 기타 표면부의 열화가 진행될 수 있는 부위로, 해당 구간 중 상대비교하여 가장 취약한 부분을 비 건전부로 구분함(「시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(안전점검 진단) - 터널 및 옹벽 편(국토교통부/한국시설안전공단, 2019.09.)」

<표 3.3.19> 반발경도시험 측정결과(㎫)(계속)

구분	측정위치	반발경도(Ro)	보정압축강도(㎫)		평균 압축강도(㎫)	설계 기준강도(㎫)	기준강도 대비(%)	비고
			일본재료학회	일본건축학회				
옹벽 구간	SP2 종점부(서울방향)	43.4	23.3	25.7	24.5	24.0	102.2	건전부
	SP4 종점부(서울방향)	43.4	23.4	25.7	24.6	24.0	102.3	비건전부
	SP2 시점부(인천방향)	44.7	24.4	26.3	25.3	24.0	105.6	건전부
	SP4 시점부(인천방향)	42.8	22.9	25.5	24.2	24.0	100.7	비건전부
	SP2 종점부(인천방향)	44.2	24.0	26.1	25.1	24.0	104.4	건전부
	SP4 종점부(인천방향)	45.9	25.4	26.9	26.1	24.0	108.8	건전부

※ 설계강도: 2018년도 정밀안전점검 보고서 참조.
※ 비건전부는 누수 등으로 자주 습윤상태가 되거나, 우수에 노출된 부재 및 기타 표면부의 열화가 진행될 수 있는 부위로, 해당 구간 중 상대비교하여 가장 취약한 부분을 비 건전부로 구분함(「시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(안전점검 진단) - 터널 및 옹벽 편(국토교통부/한국시설안전공단, 2019.09.)」

② 기 정밀안전점검 결과와 비교

기 정밀안전점검 결과와 금회 정밀안전점검 결과를 비교·분석한 결과, 측정 결과값에 소폭 차이는 보이나, 전반적으로 설계기준 강도을 상회하는 비슷한 상태로 공용년수 증가에 따른 급격한 강도 감소는 없는 것으로 판단된다.

<표 3.3.20> 기 정밀안전점검 결과와 비교(반발경도시험)(㎫)

구분	기존(2018년) 정밀안전점검			금회(2020년) 정밀안전점검			기준강도
	일본재료학회	일본건축학회	평균	일본재료학회	일본건축학회	평균	
BOX 구간	22.8~25.5	25.4~26.9	24.1~26.2	24.2~25.7	26.2~27.1	25.2~26.4	24.0
옹벽 구간	22.7~27.8	25.4~28.2	24.1~28.0	22.9~25.4	25.5~26.9	24.2~26.1	24.0

※ 설계기준강도: 2018년도 정밀안전전점검 보고서 참조

2) 탄산화 깊이 측정

① 금회 시험결과

본 시설물의 탄산화 깊이 측정은 BOX 구간에서 2개소, U-type(옹벽)구간 5개소를 측정하였다.

탄산화 깊이 측정에 따른 분석결과, 측정위치 모두 잔여깊이 30.0㎜이상으로 탄산화에 의한 철근노출의 우려는 없는 것으로 분석되었다.

또한, 탄산화 속도계수는 다소 빠른 상태로 판단되나 탄산화에 의한 예측 잔존수명은 100년이상을 확보한 상태로 확인되었다.

<표 3.3.21> 탄산화 깊이 측정결과(㎜)

구 분	측정위치	탄산화 깊이	피복 두께	잔여 깊이	속도계수	잔존수명	상태 등급
BOX 구간	BOX구간 SP2 슬래브(인천방향)	14.50	71.0	56.50	3.418	100년이상	a
	BOX구간 SP1 슬래브(서울방향)	13.50	68.0	54.50	3.182	100년이상	a
옹벽 구간	시점옹벽 SP2 벽체(인천방향)	15.00	65.0	50.00	3.536	100년이상	a
	시점옹벽 SP4 벽체(인천방향)	12.50	62.0	49.50	2.946	100년이상	a
	시점옹벽 SP4 벽체(서울방향)	14.50	64.0	49.50	3.418	100년이상	a
	좀점옹벽 SP2 벽체(인천방향)	13.00	63.0	50.00	3.064	100년이상	a
	좀점옹벽 SP4 벽체(서울방향)	14.00	65.0	51.00	3.300	100년이상	a

※ 탄산화 깊이 측정시 RC-RADAR를 통해 실 피복깊이를 확인함,

② 기 정밀안전점검 결과와 비교

기 정밀안전점검 결과와 금회 정밀안전점검 결과를 비교·분석한 결과, 탄산화 잔여 깊이는 개별 측정값에서는 다소 차이를 보이나, 전반적으로 비슷한 것으로 판단된다.

개별 측정값의 차이는 시험 부재 및 위치 등의 차이에 의한 것으로 판단되고, 측정한 모든 위치에서 잔여깊이 30㎜이상을 확보하고 있는 것으로 나타나, 탄산화로 인한 철근부식 발생 가능성은 적을 것으로 판단된다.

<표 3.3.22> 기 정밀안전점검 결과와 비교(탄산화 깊이 측정)(㎜)

구분	기존(2018년) 정밀안전점검				금회(2020년) 정밀안전점검				비고
	탄산화깊이	피복두께	잔여깊이	상태등급	탄산화깊이	피복두께	잔여깊이	상태등급	
BOX 구간	12.5~15.6	66.0~74.0	53.5~58.4	a	13.5~14.5	68.0~71.0	54.5~56.5	a	
옹벽 구간	11.8~15.0	56.0~66.0	43.1~52.1	a	12.5~15.0	62.0~65.0	49.5~51.0	a	

※ 2018년도 정밀안전전점검 보고서 참조

다. 시험결과 요약

본 시설물에 대한 내구성조사 결과는 전반적으로 설계기준 대비 양호한 상태로서 콘크리트의 내구성 저하 및 철근의 부식 발생 우려는 낮은 것으로 판단된다.

<표 3.3.23> 내구성조사 결과 요약표

구 분		내구성조사 결과			평가의견
비파괴 압축강도	BOX 구간	시험결과(㎫) Ⓐ	설계기준강도(㎫) Ⓑ	강도비(%) Ⓐ/Ⓑ×100	양호
		25.2~26.4	24.0	105.0~110.0	
	옹벽 구간	시험결과(㎫) Ⓐ	설계기준강도(㎫) Ⓑ	강도비(%) Ⓐ/Ⓑ×100	양 호
		24.2~26.1	24.0	100.7~108.8	
탄산화 깊이측정	BOX 구간	탄산화 깊이(㎜)	탄산화 잔여깊이(㎜)	상태평가 기준	부식발생 우려없음
		13.5~14.5	54.5~56.5	a	
	옹벽 구간	탄산화 깊이(㎜)	탄산화 잔여깊이(㎜)	상태평가 기준	부식발생 우려없음
		12.5~15.0	49.5~51.0	a	

라. 기 재료시험 결과 비교

본 교량의 내구성평가에 대한 기 정밀안전점검 결과와의 비교는 다음과 같다.

<표 3.3.24> 기 재료시험 결과 비교

구 분		측정결과		비 고
		2018 정밀안전점검	금회 정밀안전점검	
비파괴 압축강도	BOX 구간	24.1~26.2㎫	25.2~26.4㎫	
	옹벽 구간	24.1~28.0㎫	24.2~26.1㎫	
탄산화 잔여깊이	BOX 구간	53.5~58.4㎜	54.5~56.5㎜	
	옹벽 구간	43.1~52.1㎜	49.5~51.0㎜	
평가의견	· 기 점검 결과와 콘크리트 압축강도를 비교·분석한 결과, 측정값이 다소 차이를 보이고 있으나, 이는 측정위치, 콘크리트의 표면상태 등에 기인한 것이며, 금회 점검시, 각 부재별 설계기준강도를 상회하는 것으로 나타나, 내구성 강도 저하는 없는 것으로 판단된다. · 탄산화 깊이측정결과, 탄산화 깊이의 큰 변화가 없는 상태이고, 잔여피복두께를 30.0㎜이상을 확보하고 있는 것으로 나타나, 탄산화로 인한 철근노출의 가능성은 적을 것으로 판단된다.			

3.4 상태평가

본 상태평가는 「시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(안전점검 진단)-터널편, 옹벽편(국토교통부/한국시설안전공단, 2019.09.)」의 기준에 따라 평가를 실시하였다.

3.4.1 Box 구간 상태평가 결과

가. 평가결과 산정

1) 제1단계 : Box구간 결함지수 산정

<표 3.4.1> 결함지수 산정

Span		균열	누수	파손 및 손상	재질열화							결함 점수 합계	결함 지수
No.	형식				박리	층분리 및박락	백태	재료 분리	철근 노출	탄산화	염화물		
1	지하차도	6	1	0	0	0	0	0	0	0	-	7	0.194
2	지하차도	6	1	0	0	1	0	0	0	0	-	8	0.222
3	지하차도	6	0	0	0	0	1	0	0	-	-	7	0.194
4	지하차도	6	0	0	0	0	1	0	0	-	-	7	0.194
5	지하차도	6	1	0	1	0	1	0	0	-	-	9	0.250
6	지하차도	6	0	0	1	0	1	0	0	-	-	8	0.222
7	지하차도	6	0	0	1	0	0	0	0	-	-	7	0.194
8	지하차도	6	1	0	1	0	1	0	0	-	-	9	0.250
산술평균		6.00	0.50	0.00	0.50	0.13	0.63	0.00	0.00	0.00	-	7.75	0.215

2) 제2단계 : Box구간 결함등급 산정

<표 3.4.2> 결함등급 산정

Span		균열	누수	파손 및 손상	재질열화							결함 평가
No.	형식				박리	층분리 및박락	백태	재료 분리	철근 노출	탄산화	염화물	
1	지하차도	c	b	a	a	a	a	a	a	a	-	b
2	지하차도	c	b	a	a	c	a	a	a	a	-	b
3	지하차도	c	a	a	a	a	c	a	a	-	-	b
4	지하차도	c	a	a	a	a	c	a	a	-	-	b
5	지하차도	c	b	a	c	a	c	a	a	-	-	b
6	지하차도	c	a	a	c	a	c	a	a	-	-	b
7	지하차도	c	a	a	c	a	a	a	a	-	-	b
8	지하차도	c	b	a	c	a	c	a	a	-	-	b
산술평균		c	a	a	a	a	a	a	a	a	-	c
철근콘크리트 구간 결함등급												b

나. 터널 주변상태 결함점수 산정

<표 3.4.3> 주변상태 결함점수 산정

터널주변	반영사항	결함점수
배수상태	• 배수양호	0.0
지반상태	• 설계자료 검토 및 현장조사시 지하차도 주변 풍화변질	1.0
갱문(접속부)상태	• 보통인 상태	1.0
공동구상태	• 해당사항 없음	0.0
특수조건	• 특이사항 없음	0.0
계		2.0

※ 현장조사 결과 및 서울지하철 7호선 연장 702공구 건설공사 지반조사보고서 참조

다. 상태평가 결과 산정

<표 3.4.4> 상태평가 등급결과

항목	철근콘크리트										터널주변					합계
	균열	누수	손상	재질열화							배수상태	지반상태	갱문상태	공동구상태	특수조건	
				박리	박락	백태	재료분리	철근노출	탄산화	염화물						
결함점수	6.00	0.50	0.00	0.50	0.13	0.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	9.75
											결함지수		0.227			
											평가결과		B			

3.4.2 U-Type 옹벽 구간 상태평가 결과

가. 시점부 옹벽 결함지수 산정

<표 3.4.5> 시점부 옹벽 결함지수 산정결과

Span		침하	활동	배수공상태	계획선형오차	파손및손상	균열	마모침식	재질열화						세굴	주변영향인자	결함점수합계	결함지수
No.	형식								박리	박락및층분리	백태	철근노출	탄산화	염화물				
1	옹벽	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	-	-	0	0	3	0.039
2	옹벽	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	-	-	0	0	3	0.039
3	옹벽	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	-	0	0	3	0.039
4	옹벽	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	-	-	0	0	4	0.053
5	옹벽	0	0	0	0	0	3	0	0	0	1	0	-	-	0	0	4	0.053
6	옹벽	0	0	0	0	1	3	0	0	0	1	0	0	-	0	0	5	0.066
7	옹벽	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	-	-	0	0	3	0.039
산술평균		0.00	0.00	0.00	0.00	0.29	3.00	0.00	0.00	0.00	0.29	0.00	0.00	-	0.00	0.00	3.57	0.060

나. 종점부 옹벽 결함지수 산정

<표 3.4.6> 종점부 옹벽 결함지수 산정결과

Span		침하	활동	배수공상태	계획선형오차	파손및손상	균열	마모침식	재질열화						세굴	주변영향인자	결함점수합계	결함지수
No.	형식								박리	박락및층분리	백태	철근노출	탄산화	염화물				
1	옹벽	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	-	-	0	0	4	0.053
2	옹벽	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	-	-	0	0	3	0.039
3	옹벽	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	-	0	0	3	0.039
4	옹벽	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	-	-	0	0	3	0.039
5	옹벽	0	0	0	0	0	3	0	0	0	1	0	-	-	0	0	4	0.053
6	옹벽	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	-	0	0	4	0.053
7	옹벽	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	-	-	0	0	3	0.039
산술평균		0.00	0.00	0.00	0.00	0.29	3.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.00	0.00	-	0.00	0.00	3.43	0.057

다. U-Type 옹벽 상태평가 결과

<표 3.4.7> U-Type 옹벽 상태평가 결과

구 분	시점부 옹벽	종점부 옹벽
결함지수	0.060	0.057
상태평가 결과	A	A

라. 부대시설 상태평가 결과

· 부대시설(U-Type 옹벽)의 상태평가 결과, A등급(가중치W)=1.0)으로 산정됨.

3.4.3 전체시설 상태평가 결과 분석

· 시설물 결함지수(F=0.221)=기본시설 결함지수(F=0.221)×부대시설 가중치(W=1.00)

· **상태평가 결과 :** 0.150 ≤ 결함도 지수(0.227) ≤ 0.300

3.4.4 기 정밀안전점검과의 비교·분석

<표 3.4.8> 상태평가 결과

구 분	상태평가 결과			
	기존(2018년) 정밀안전점검		금회(2020년) 정밀안전점검	
	결함지수	평가등급	결함지수	평가등급
평가결과	0.231	B	0.227	B
평가의견	· 상태평가결과 “보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태”인 “B”로 평가됨. · 2018년도 정밀안전점검 상태평가 결과와 비교한 결과, 결함지수는 소폭 감소하였는데 이는 기 점검과 비교하여 슬래브, 벽체 등 손상의 보수 및 상태평가 해석 차이로 인한 것으로 분석됨.			

3.5 종합평가 및 안전등급 지정

3.5.1 개요

대상 시설물의 외관조사 및 비파괴 시험에 의한 상태평가를 기초로 하여 종합적으로 평가하였다. 평가기준은『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침_터널편, 옹벽편(2019. 9, 국토교통부/한국시설안전공단)』에 의하여 실시하였으며, 본 과업에서는 상태평가만을 실시하여 종합평가는 상태평가 결과로 갈음하였다.

3.5.2 종합평가 결과

외관조사 및 비파괴 시험에 의한 상태평가 결과를 종합적으로 검토한 결과, 상동지하차도의 종합평가 결과는 “B등급” 0.150 ≤ F(0.227) < 0.300으로 평가되었다.

<표 3.5.1> 종합평가 결과

구분	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	결함도점수	평가등급	안전율	평가등급	
상동지하차도	0.227	b	-	-	B
종합평가 의견	· 외관조사 및 내구성시험에 의한 상태평가 결과, 전반적으로 양호한 상태인 ‘B’로 평가되었다. · 정밀점검 결과 주요부재 및 보조부재에 부분적으로 손상이 발생되었으나 구조물의 사용성 및 안전성에는 영향이 없는 것으로 조사되었다.				

3.5.3 안전등급 지정

본 시설물에 대한 종합적인 평가결과, 『보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태』로서 구조물의 안전등급은 “B등급(양호)”으로 지정되었다.

- **안전등급 : B등급(양호)**

3.6 보수·보강방안

3.6.1 개요

본 절에서는 금회 실시한 정밀안전점검 결과를 토대로 결함 및 손상에 대한 원인을 검토하고 구조물의 안전성과 건전성을 유지하기 위한 보수·보강방법을 제안하고자 한다.

손상 및 결함에 대해서는 조속한 보수, 보강을 실시하는 것이 원칙이나, 경제적이고 효율적인 유지관리를 위해 조사된 손상 및 결함이 구조물의 안전성에 미치는 영향을 고려하여 우선순위를 산정하였다.

3.6.2 보수 · 보강 물량

금회 점검결과, 구조물의 안전성에 영향을 미칠만한 구조적 결함이나 손상은 발생되지 않은 상태로 콘크리트의 재료 · 환경적 특성에 의한 일반적인 손상이 다소 발생된 상태이다. 본 손상은 적절한 보수방법을 보수 우선순위에 맞게 시행하고, 보수 후에도 지속적인 주의관찰을 통한 관리가 필요할 것으로 판단된다.

<표 3.6.1> 보수 · 보강 물량표

구 분	손상내용	손상 물량	단위	보수 물량	단위	보수방안	우선 순위
슬래브 하면	균열(cw=0.2㎜이하)	371.8	m	111.54	㎡	표면처리	2순위
	균열(cw=0.3㎜이상)	7	m	8.40	m	주입보수	1순위
	망상균열, 도장탈락	100.63	㎡	120.76	㎡	표면처리	2순위
	균열 및 백태	1.5	m	1.80	m	표면처리	2순위
	누수 및 백태	10.85	㎡	13.02	㎡	유도배수관 재설치	1순위
	보강부 균열, 들뜸	85.45	㎡	102.54	㎡	단면보수	2순위
	보강부 균열	417.8	m	501.36	m	표면처리	2순위
	보수부 재균열	2.1	m	2.52	m	표면처리	2순위
	유도배수관 탈락, 길이부족, 마감재 탈락	15.9	m	19.08	m	유도배수관 재설치	1순위
	조인트부 누수백화	1.2	m	1.44	m	유도배수관 재설치	1순위
	누수흔적	0.36	㎡	0.43	㎡	주의관찰	3순위

※ 일부 손상은 보수물량 산정시 보수단가 및 방법을 고려하여 단위 및 물량 변경.(0.2㎜이하 균열 : 1m→0.25㎡)
※ 신축이음은 손상이 발생한 구간 전체로 물량을 산정
※ 보수물량은 손상물량의 20% 할증함(정확한 수량의 경우는 제외)

<표 3.6.1> 보수·보강 물량표(계속)

구 분	손상내용	손상 물량	단위	보수 물량	단위	보수방안	우선 순위
벽체부	타일균열, 들뜸, 탈락, 파손	583	EA	583	EA	타일 재설치	2순위
	누수흔적 및 백태	68.39	㎡	82.07	㎡	표면처리	2순위
기둥부	균열(cw=0.2㎜이하)	193	m	231.60	㎡	표면처리	2순위
	타일들뜸, 탈락, 파손	255	EA	255	EA	타일 재설치	2순위
	열화, 층분리	376	㎡	451.20	㎡	단면보수	2순위
	박락, 파손	1.94	㎡	2.33	㎡	단면보수	2순위
입·출구부	균열, 백태	4.3	m	5.16	m	표면처리	2순위
U-Type 옹벽	균열(cw=0.2㎜이하)	55.4	m	16.62	m	표면처리	2순위
	균열, 백태	11	m	13.20	m	표면처리	2순위
포장부	균열(cw=0.3㎜이상)	7.5	m	9.00	m	주의관찰	3순위
	포장 긁힘	1.54	㎡	1.85	㎡	주의관찰	3순위
	포장 파손, 박리	3.96	m	4.75	m	주의관찰	3순위
배수시설	배수로 트렌치 망실	1	EA	1	EA	재설치	2순위
연석 및 중앙분리대	균열(0.2㎜이하)	10.5	m	3.15	㎡	표면처리	2순위
	균열(0.3㎜이상)	14	m	16.80	m	주입보수	1순위
	도장탈락, 들뜸, 열화	893.2	㎡	1071.84	㎡	재도장	2순위
	박리, 파손	0.24	㎡	0.29	㎡	단면보수	2순위
신축이음	신축이음부 누수	6.0	m	48.0	m	신축이음 재설치	1순위
기타시설	균열, 백태	1.8	m	2.16	m	표면처리	2순위
	누수, 백태	5.36	㎡	6.43	㎡	주입보수	1순위
	망상균열, 백태	6.26	㎡	7.51	㎡	표면처리	2순위
	시공이음부 누수	0.4	㎡	0.48	㎡	주입보수	1순위

※ 일부 손상은 보수물량 산정시 보수단가 및 방법을 고려하여 단위 및 물량 변경.(0.2㎜이하 균열 : 1m→0.25㎡)
※ 신축이음은 손상이 발생한 구간 전체로 물량을 산정
※ 보수물량은 손상물량의 20% 할증함(정확한 수량의 경우는 제외)

3.6.3 보수 · 보강 공사비

금회 정밀안전점검 결과에 따른 보수 · 보강 공사비는 다음과 같다.

<표 3.6.2> 보수 · 보강 개략공사비

구 분	손상내용	보수 물량	단위	단가 (천원)	보수공법	개략공사비 (천원)	우선 순위
슬래브하면	균열(cw=0.2㎜이하)	111.54	㎡	60	표면처리	6,692	2순위
	균열(cw=0.3㎜이상)	8.40	m	50	주입보수	420	1순위
	망상균열, 도장탈락	120.76	㎡	60	표면처리	7,245	2순위
	균열 및 백태	1.80	m	60	표면처리	108	2순위
	누수 및 백태	13.02	㎡	100	유도배수관 재설치	1,302	1순위
	보강부 균열, 들뜸	102.54	㎡	50	단면보수	5,127	2순위
	보강부 균열	501.36	m	60	표면처리	30,082	2순위
	보수부 재균열	2.52	m	60	표면처리	151	2순위
	유도배수관 탈락, 길이부족, 마감재 탈락	19.08	m	100	유도배수관 재설치	1,908	1순위
	조인트부 누수백화	1.44	m	100	유도배수관 재설치	144	1순위
벽체부	타일균열, 들뜸, 탈락, 파손	583	EA	5	타일 재설치	2,915	2순위
	누수흔적 및 백태	82.07	㎡	60	표면처리	4,924	2순위
기둥부	균열(cw=0.2㎜이하)	231.60	㎡	60	표면처리	13,896	2순위
	타일들뜸, 탈락, 파손	255	EA	5	타일 재설치	1,275	2순위
	열화, 층분리	451.20	㎡	50	단면보수	22,560	2순위
	박락, 파손	2.33	㎡	50	단면보수	116	2순위
입 · 출구부	균열, 백태	5.16	m	60	표면처리	310	2순위

※ 보수물량은 손상물량의 20% 할증함(정확한 수량의 경우는 제외)
※ 부대공은 고소차 일대 60만원 4일로 측정하였음.

<표 3.6.2> 보수·보강 개략공사비

구 분	손상내용	보수 물량	단위	단가 (천원)	보수공법	개략공사비 (천원)	우선 순위
U-Type 옹벽	균열(cw=0.2㎜이하)	16.62	m	60	표면처리	997	2순위
	균열, 백태	13.20	m	60	표면처리	792	2순위
배수시설	배수로 트렌치 망실	1	EA	65	재설치	65	2순위
연석 및 중앙분리대	균열(0.2㎜이하)	3.15	㎡	60	표면처리	189	2순위
	균열(0.3㎜이상)	16.80	m	50	주입보수	840	1순위
	도장탈락, 들뜸, 열화	1071.84	㎡	40	재도장	42,874	2순위
	박리, 파손	0.29	㎡	50	단면보수	14	2순위
신축이음	신축이음부 누수	48.0	m	440	신축이음 재설치	21,120	1순위
기타시설	균열, 백태	2.16	m	60	표면처리	130	2순위
	누수, 백태	6.43	㎡	65	주입보수	418	1순위
	망상균열, 백태	7.51	㎡	60	표면처리	451	2순위
	시공이음부 누수	0.48	㎡	65	주입보수	31	1순위
순공사비 합계						167,096	
제경비(순공사비의 50%)						83,548	
부대공비(고소차 일식)						2,400	
순위별 공사비(제경비 포함)				1순위		26,183	
				2순위		140,913	
				3순위		-	
공사비 총계						**253,045**	

※ 보수물량은 손상물량의 20% 할증함(정확한 수량의 경우는 제외)
※ 부대공은 고소차 일대 60만원 4일로 측정하였음.

3.7 유지관리방안

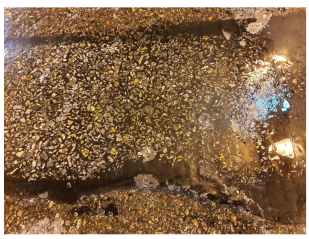
3.7.1 개 요

유지관리방안은 금번 정밀안전점검에서 조사되고 분석된 손상 및 결함을 근거로 하여 다음과 같이 중점유지관리 항목을 제시하였고, 그에 따른 유지관리업무를 기술하였다.

3.7.2 중점유지관리 사항

본 정밀안전점검 결과, 구조물의 현재 상태는 구조적 안전성을 확보한 상태로 분석되었지만, 향후 구조물의 공용기간이 증가되면서 시공당시의 결함 및 공용중 내구성 저하 및 구조적 불안전 요소로 발전될 수 있는 손상들에 대해서는 중점유지관리 항목으로 선정하여 구조물의 유지관리를 실시하는 것이 타당할 것으로 판단되며, 중점유지관리 항목은 아래와 같다.

<표 3.7.1> 중점유지관리 항목

구 분	관리사항	중점유지관리 항목	손상현황
Box구간 슬래브하면	조인트부 누수	· 추가손상 진행여부 및 유도배수관 교체후 누수여부 확인. → 유도배수관 재설치, 표면처리	
Box구간 벽체	누수 흔적 및 백태	· 우기시 누수 발생여부 확인 → 주입보수	
기둥부	타일탈락	· 타일탈락시 주행 차량의 주행성에 영향을 미치므로 보수실시 후 지속적인 유지관리 필요 → 재설치	
신축이음	신축이음 누수	· 신축이음부 누수에 의해 차량 주행성 및 구조물 내구성에 영향 발생. 추후 추가누수 발생여부 지속적인 유지관리 필요 → 유도배수가 가능한 신축이음 재설치	

3.8 종합결론

3.8.1 외관조사

가. 본선 Box구간

1) 슬래브하면

· 상동지하차도는 Box구간 총 연장 L=235.0m인 직선(R=0.0m) 철근콘크리트 Box로 시공 되어있고, SP4~SP7 슬래브 하면에 탄소섬유 보강을 실시한 것으로 확인되었다.

· 슬래브하면 점검결과, 기 손상에 대해 일부 보수를 실시한 것으로 조사되었고, 균열, 망상균열, 도장탈락, 백태, 균열 및 백태, 누수, 박리 및 박락, 층분리, 유도배수관 탈락 등의 손상이 조사되었다.

· 슬래브하면에 조사된 균열, 망상균열 및 도장탈락은 시공초기 건조수축, 외·내부 구속의 영향 및 공용 중 온도변화에 따른 신축작용 등의 복합적인 원인에 의해 슬래브하면에 발생하였다. 발생된 손상은 내구성 향상을 위해 표면처리를 실시하는 것이 바람직하다.

· 균열 및 백태는 균열부에 공용중 온도변화, 외기 및 외부 습기에 의한 영향으로 발생되었으며, 표면처리가 필요할 것으로 판단된다.

· 누수 및 백태, 조인트부 누수 백화는 지하차도 상부의 배수계획이 미비된 상태로 화단 및 도로로 구성되어 있어 구조물 배면의 지표수 등의 침투수가 수밀성이 낮은 조인트 부위에 유입되면서 발생된 누수를 하부로 도수 하기위한 유도배수관이 공용기간이 증가함에 따라 막힘, 탈락 등의 손상으로 도수가 원활하지 못해 유도배수관 주변으로 누수, 백태 등의 손상이 발생된 것으로 판단된다. 발생된 손상은 유도배수관을 재설치 한 후 표면처리를 실시하는 것이 바람직하다.

· 보강부 균열, 들뜸, 보수부 재균열은 공용기간 증가에 따른 보수·보강 미흡부에 발생된 것으로 균열은 표면처리를 실시하고 들뜸은 단면보수를 실시해야 할 것이다.

· 유도배수관 마감재 탈락, 길이부족 등은 시공미흡 및 공용기간 증가에 따른 충격 등의 원인으로 판단되며 원활한 도수를 위해 재설치가 필요할 것으로 판단된다.

· 누수흔적은 기 점검과 규모가 동일하고 진전이 없어 지속적인 주의관찰이 필요하다.

2) 벽체부

· 상동지하차도 벽체부는 전체적으로 타일로 마감되어 콘크리트는 비노출된 상태이다.

· 벽체부 점검결과 일부 손상은 보수를 실시한 것으로 확인되었고, 타일균열, 타일들뜸, 타일탈락, 타일파손, 누수흔적 및 백태 등이 조사되었다.

· 시공된 타일에 발생된 균열, 들뜸, 탈락, 파손은 시공불량 및 외부 충격 등에 의해 발생

된 손상이며, 구조물의 내구성에 직접적인 영향은 없으므로 추후 일괄 재설치를 실시하는 것이 바람직하다.

· 누수흔적 및 백태는 기 점검시 누수로 조사된 손상은 금번 조사시 전개소 누수흔적으로 조사되어 표면처리가 필요하며, 하절기 상부의 우수 박스의 누수, 상부 지표수의 유입 등으로 인하여 추가 손상이 발생할 수 있으므로 우기 때의 지속적인 주의관찰이 필요하다.

3) 기둥부

· 상동지하차도 기둥부는 본선 Box 구간의 중앙부에 약 2.5m 간격으로 기둥이 시공되어 있으며, 전체적으로 타일로 마감된 상태이다.

· 기둥부 점검결과 일부 손상은 보수되었고, 타일들뜸, 탈락, 파손, 열화, 층분리 등이 조사되었다.

· 균열은 건조수축, 온도변화, 내·외부구속 작용 등 부피변화에 기인한 비구조적 균열로 판단되며, 표면처리가 필요할 것으로 판단된다.

· 시공된 타일에 발생된 들뜸, 탈락, 파손은 공용기간 증가, 시공불량 및 외부 충격 등에 의해 발생된 손상이며, 구조물의 내구성에 직접적인 영향은 없으나, 타일 탈락으로 차량 주행성에 영향이 있으므로 타일 재설치가 필요할 것이다.

· 열화, 층분리는 공용중 제설제 및 외기의 영향 등에 의해 발생되었으며, 내구성 향상을 위해 단면보수를 실시해야 할 것이다.

· 박락, 파손은 시공초기 다짐불량, 품질관리미흡 및 국부적인 피복부족, 충격 등으로 발생되었으며, 장기적인 구조물의 내구성 확보를 위하여 단면보수를 실시하는 것이 바람직하다.

4) 입·출구부

· 당아래지하차도 입·출구부의 표면은 문양이 시공되어있고, 시설물명 및 교통안전표지물이 부착되어 있다.

· 입·출구부 점검결과 일부 손상은 보수되었고, 균열 및 백태 등이 조사되었다.

· 조사된 균열, 백태는 균열부에 배면 지표수 및 외기의 영향 등에 의해 발생된 것으로 내구성 향상을 위해 표면처리를 실시하는 것이 바람직하다.

나. U-Type 옹벽

· U-Type 옹벽은 벽체에 문양이 시공되어 있는 상태이고, 시점측 옹벽은 연장 188.5m, 종점측 옹벽은 연장 188.5m로 시공되어 있다.

· U-Type 옹벽 점검결과 대다수의 손상이 보수를 실시하였고, 보수상태는 양호하며, 균열, 균열 및 백태 등의 손상이 조사되었다.

· 옹벽에 조사된 균열은 시공초기 건조수축, 내·외부구속 작용 및 공용 중 온도변화에 의한 신축작용 등의 복합적인 영향에 의한 비구조적 균열로 판단되며, cw=0.2㎜이하 균열은 표면처리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.
· 균열 및 백태는 균열부에 배면 지표수 및 외기의 영향 등에 의해 발생된 것으로 내구성 향상을 위해 표면처리를 실시하는 것이 바람직하다.

다. 부대시설

1) 포장부

· 포장부는 왕복 4차선 구조물로 폭 B=21.0m로 중앙분리대에 의해 상·하행이 분리되어 있고, 아스팔트 포장으로 시공되어있다.
· 포장부 점검결과, 기 손상에 대해 대다수의 보수를 실시하였고, 보수상태는 양호하며, 포장부 균열, 긁힘, 박리, 파손 등의 손상이 조사되었다.
· 포장부 균열은 온도 강하에 의한 수축과 차량의 반복통행, 공용기간 증가에 의한 손상으로 판단되며, 지속적인 주의관찰 후 손상의 진전시 재포장을 실시하는 것이 바람직하다.
· 포장 긁힘, 파손, 박리는 공용 중 다짐이 부족한 불건전 포장면에 적치물과 차륜과의 접촉으로 인하여 포장부가 손상된 것으로 판단된다. 조사된 손상은 현 시점에서 보수는 필요치 않은 상태이며, 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.

2) 배수시설

· 배수시설은 Box 구간 및 U-Type 옹벽 양측 벽체에 접하여 배수로가 설치되어 있으며, 스틸 그레이팅으로 덮여있는 상태로 조사되었다.
· 배수시설 점검결과 기 손상에 대해 대다수의 보수를 실시하였고, 보수상태는 양호하며, 일부 배수로 트렌치 망실 등의 손상이 조사되었다.

3) 연석 및 중앙분리대

· U-Type 옹벽 양측 벽체 하단부 및 Box 구간 벽체 하단부에 연석이 설치되어 있는 상태이고, 도로중앙에는 중앙분리대가 설치된 상태로 상·하행이 구분되어있다.
· 연석 및 중앙분리대 점검결과 일부 보수가 실시되었고, 균열, 도장탈락, 들뜸, 열화, 박리, 박락, 파손 등이 조사되었다.
· 연석 및 중앙분리대에 조사된 균열은 시공초기 건조수축, 내·외부구속 작용 및 공용 중 온도변화에 의한 신축작용 등의 복합적인 영향에 의한 비구조적 균열로 판단되며, cw=0.2㎜이하 균열은 표면처리를 실시하고, cw=0.3㎜이상 균열은 주입보수를 통한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.
· 도장탈락, 들뜸, 열화는 공용년수 경과 및 환경적인 요인, 외부충격 등으로 발생된 것으

로 조사되었고, 내구성 향상을 위해 단면보수, 재도장을 실시하여야 할 것으로 판단된다.

· 국부적으로 조사된 박리, 파손은 공용중 제설제 및 외기의 영향 및 충격 등에 의해 발생되었으며, 기 점검과 비교하여 손상의 규모가 동일하고 정도가 미미하여 지속적인 주의관찰 후 손상의 진전시 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

4) 신축이음부

· 신축이음부는 U-Type 구간에 시점측 7개소, 종점측 7개소, Box 구간에 8개소 설치된 상태이다.

· 신축이음부 점검결과 일부 구간 누수가 조사되었다.

· 신축이음부에 조사된 누수는 우기시 아스팔트 포장층으로 우수가 침투하게 되면 기울기에 따라서 포장부를 타고 신축이음부 자리에 다다르게 되어 저장된 물이 포장부 표층으로 올라오거나, 우기 및 외기의 환경요인으로 의해 지하수위가 지하차도 포장부 보다 높아질 경우 포장부 배면의 물이 신축이음부 등의 취약부로 용출된 것으로 판단되며, 발생된 누수에 의하여 차량 주행성 및 구조물 내구성에 영향을 미치게 된다. 그에 따른 보수방법은 부분적인 보수를 시행할 경우 추후 재손상이 반복될 수 있으므로 손상 발생부의 신축이음을 유도배수가 가능한 신축이음으로 재설치 하는 것이 바람직할 것이다.

5) 기타시설

· 본시설물의 기타시설은 펌프실, 전기실로 이루어져 있다.

· 기타시설 점검결과 균열, 망상균열, 백태, ,누수 등이 조사되었다.

· 기타시설에 조사된 균열, 망상균열, 백태는 시공초기 건조수축, 외·내부 구속의 영향 및 공용 중 온도변화에 따른 신축작용 등의 복합적인 원인에 의해 발생된 균열부에 배면 지표수 및 외기의 영향 등에 의해 발생된 것으로 내구성 향상을 위해 표면처리를 실시하는 것이 바람직하다.

· 시공이음부 누수, 누수 및 백태는 구조물 배면의 지표수 등의 침투수가 수밀성이 낮은 조인트 및 균열부에 유입되면서 발생된 것으로 내구성 향상을 위해 배면주입보수를 실시하는 것이 바람직하다.

6) 부속시설

· 본시설물의 Box구간 헌치에는 조명시설이 설치되어 있으며, 벽체에는 소화기가 일부구간 설치된 상태이다.

· 부속시설물 점검 결과 양호한 상태로 주기적인 점검에 의한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.

3.8.2 내구성조사

가. 반발경도법 시험

반발경도법을 통해 본 구조물에 압축강도를 추정하였으며, BOX 구간 6개소, U-type(옹벽)구간 8개소에서 실시하였다. 측정결과, BOX 구간 29.6~31.7㎫, U-type(옹벽)구간 29.5~30.6㎫로 설계기준강도(27.0㎫)를 상회하는 것으로 조사되어 전반적으로 양호한 상태인 것으로 측정되었다.

나. 탄산화 시험

본 시설물의 탄산화 깊이 측정은 BOX 구간에서 2개소, U-type(옹벽)구간 5개소를 측정하였다.

탄산화 깊이 측정에 따른 분석결과, 측정위치 모두 잔여깊이 30.0㎜이상으로 탄산화에 의한 철근노출의 우려는 없는 것으로 분석되었다.

3.8.3 종합평가 및 안전등급 지정

상동지하차도는 준공 후 약 18년이 경과된 R.C Box형식의 지하차도로 상태평가 결과 “보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태”인 “B”로 평가되어, 종합평가는 “B등급(양호)”으로 평가되었으며, 시설물의 안전등급은 “B등급(양호)”으로 지정 되었다.

3.8.4 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성 여부

본 시설물은 정밀안전점검 결과, 일부 부재에 부분적으로 손상이 발생 되었으나, 구조물의 안전성에는 영향이 없는 경미한 손상으로 긴급진단이나 정밀안전진단, 사용제한은 필요치 않은 것으로 판단된다.

3.8.5 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항

본 시설물의 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항은 본 보고서 3.7.2 중점유지관리 사항에 수록하였다.

제 4장 신상교

4.1 시설물 현황
4.2 자료수집 및 분석
4.3 현장조사 및 시험
4.4 상태평가
4.5 종합평가 및 안전등급 지정
4.6 보수·보강방안
4.7 유지관리 방안
4.8 종합결론

제 4장 신상교

4.1 시설물 현황

4.1.1 대상시설물 현황

본 과업의 대상교량인 계남고가교는 2006년에 준공된 고가도로교로서 부천시 원미구 상동 701-57 일원에 위치하고 있으며, 하부 굴포천을 횡단하는 DB-24/DL-24의 2종 시설물 교량이다.

<표 4.1.1> 일반현황

<table>
<tr><th colspan="2">구분</th><th>내용</th><th colspan="2">구분</th><th>내용</th></tr>
<tr><td colspan="2">시설물명</td><td>신상교</td><td colspan="2">시설물번호</td><td>BR2007-0000052</td></tr>
<tr><td colspan="2">준공년도</td><td>2006년 10월 12일</td><td colspan="2">관리번호</td><td>28-237</td></tr>
<tr><td colspan="2">시설물위치</td><td colspan="4">경기도 부천시 원미구 상동 701-57</td></tr>
<tr><td colspan="2">설계하중</td><td>DB-24 / DL-24</td><td colspan="2">노선명(이정)</td><td>특별, 광역시도</td></tr>
<tr><td rowspan="2">제원</td><td>연장</td><td colspan="4">L=160.52m (2@40.26+2@40.0)</td></tr>
<tr><td>폭</td><td colspan="4">B=31.0.m(왕복 6차선)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">구조형식</td><td>상부</td><td>프리플렉스빔교(PF)</td><td rowspan="2">기초형식</td><td>교대</td><td>강관 PIPE</td></tr>
<tr><td>하부</td><td>교대 : 역T형
교각 : 3주식</td><td>교각</td><td>강관 PIPE</td></tr>
<tr><td colspan="2">교량받침</td><td>탄성받침</td><td colspan="2">신축이음</td><td>레일조인트</td></tr>
<tr><td colspan="2">교차시설물</td><td>인천시 굴포천</td><td colspan="2">통과높이</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2">설계사</td><td>(주)도우엔지니어즈</td><td colspan="2">시공사</td><td>동화건설(주),송림건설(주),대우자동차판매(주)</td></tr>
<tr><td colspan="2">내진설계유무</td><td>적용</td><td colspan="2">관리주체</td><td>부천시청 도로관리과</td></tr>
</table>

4.1.2 시설물 전경

본 구조물의 주요 부재에 대한 전경은 다음과 같다.

<table>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>상부전경</td><td>측면전경</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>바닥판하면 전경</td><td>교대(A1) 전경</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>교각(P1) 전경</td><td>받침장치 전경</td></tr>
</table>

<사진 4.1.1> 시설물 전경

4.2 자료수집 및 분석

4.2.1 자료수집 현황

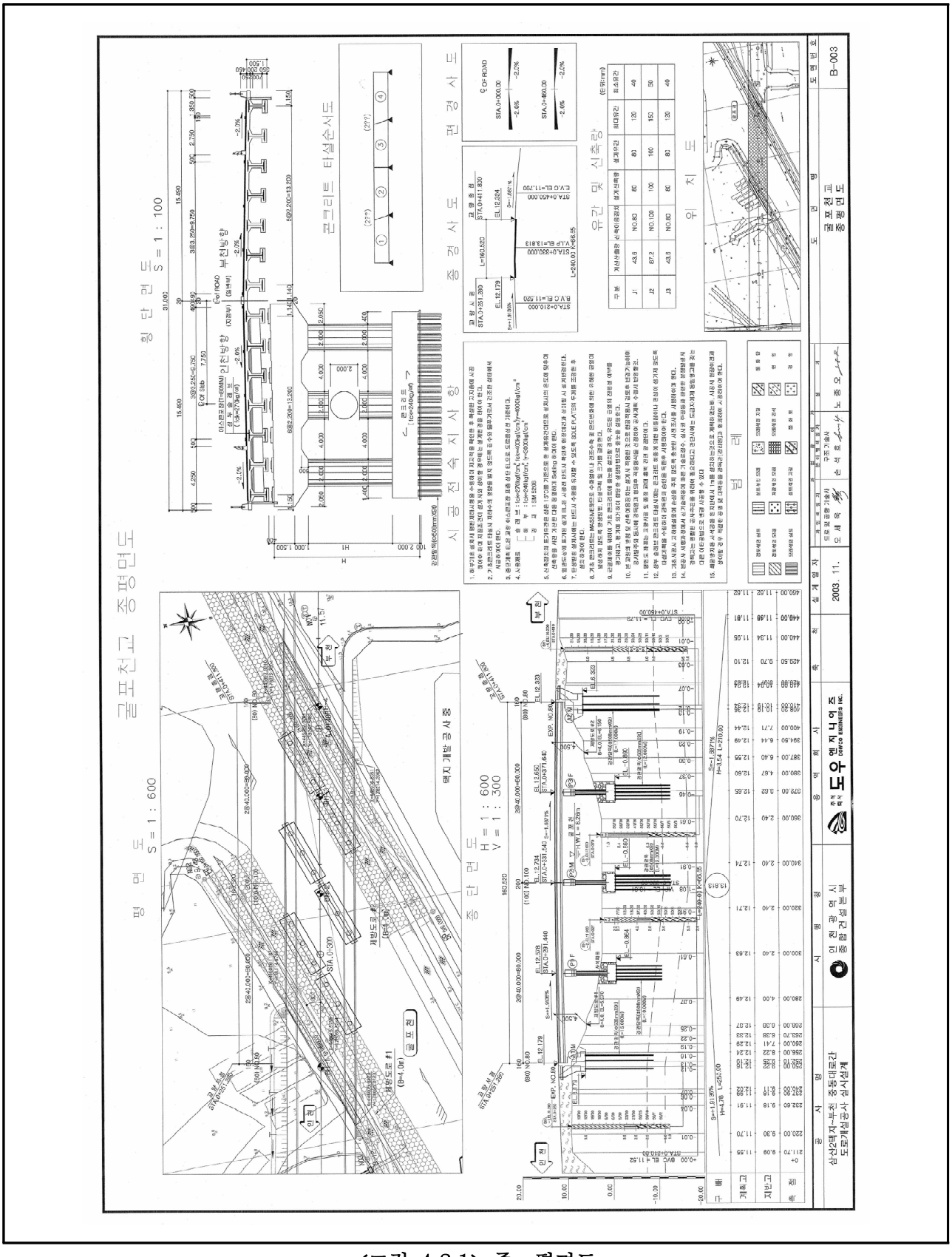
본 과업에 대한 자료조사는 주변현황 자료와 시설물의 설계, 시공 및 유지관리 관련 자료로 대별되며, 자료 분석을 통하여 과업 수행의 추진방향과 세부계획을 수립하였다.

또한, 본 과업 대상구조물은 2종 시설물로 관련 자료를 수집한 결과, 시설물 관리대장, 기타 관리주체 자체점검자료 및 정기안전점검, 정밀안전점검 자료, 보수이력 등을 보유하고 있는 것으로 확인되었다. 보유한 관련 자료를 수집·분석하여 구조물의 이력확인, 결함 및 손상의 원인분석, 손상의 변화 및 진행성 여부, 보수·보강대책 및 유지관리방안을 수립하기 위한 기초자료로 활용하였다.

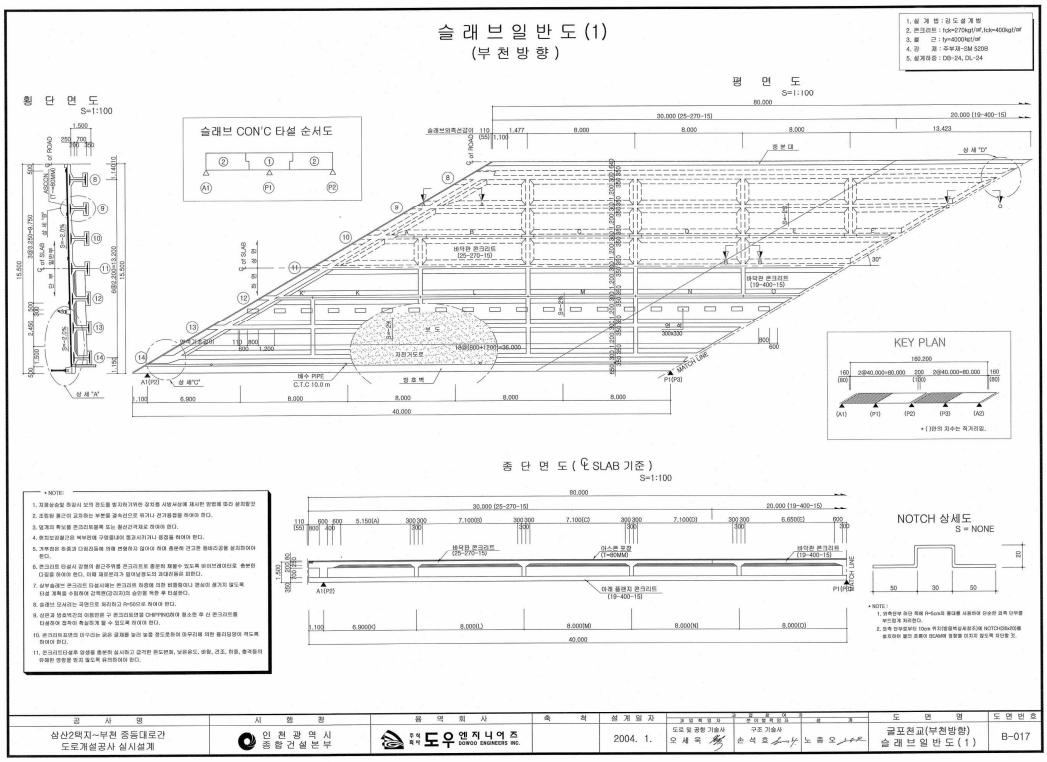
<표 4.2.1> 자료수집 현황

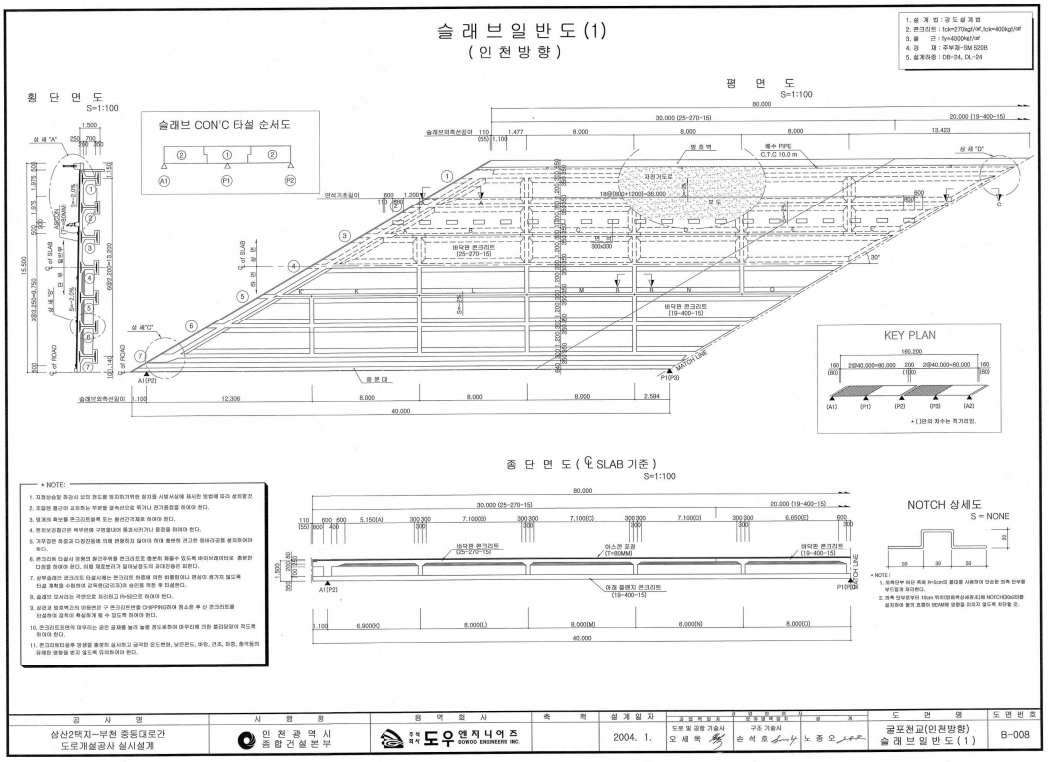
보존대상 목록		관리주체 보유현황	비 고
설계서 및 준공도서	◇ 공통 – 준공내역서 – 시방서 – 구조계산서 – 기타 ◇ 설계도면 – 교량 – 위치도, 평면도, 단면도, 구조물도 등	보유	◇ 시설물정보종합 관리시스템 (FMS) 등재
시공관련자료	◇ 시공관련자료 ◇ 품질관리 관련자료 ◇ 지반조사보고서 ◇ 품질관리계획서	일부보유	
관리대장	◇ 시설물관리대장	보유	
진단 및 점검보고서	◇ 정밀안전점검(5회) ◇ 기타(부분점검, 진단 등)(1회)	보유	
보수보강이력	◇ 보수공사	보유	

4.2.2 관련도면

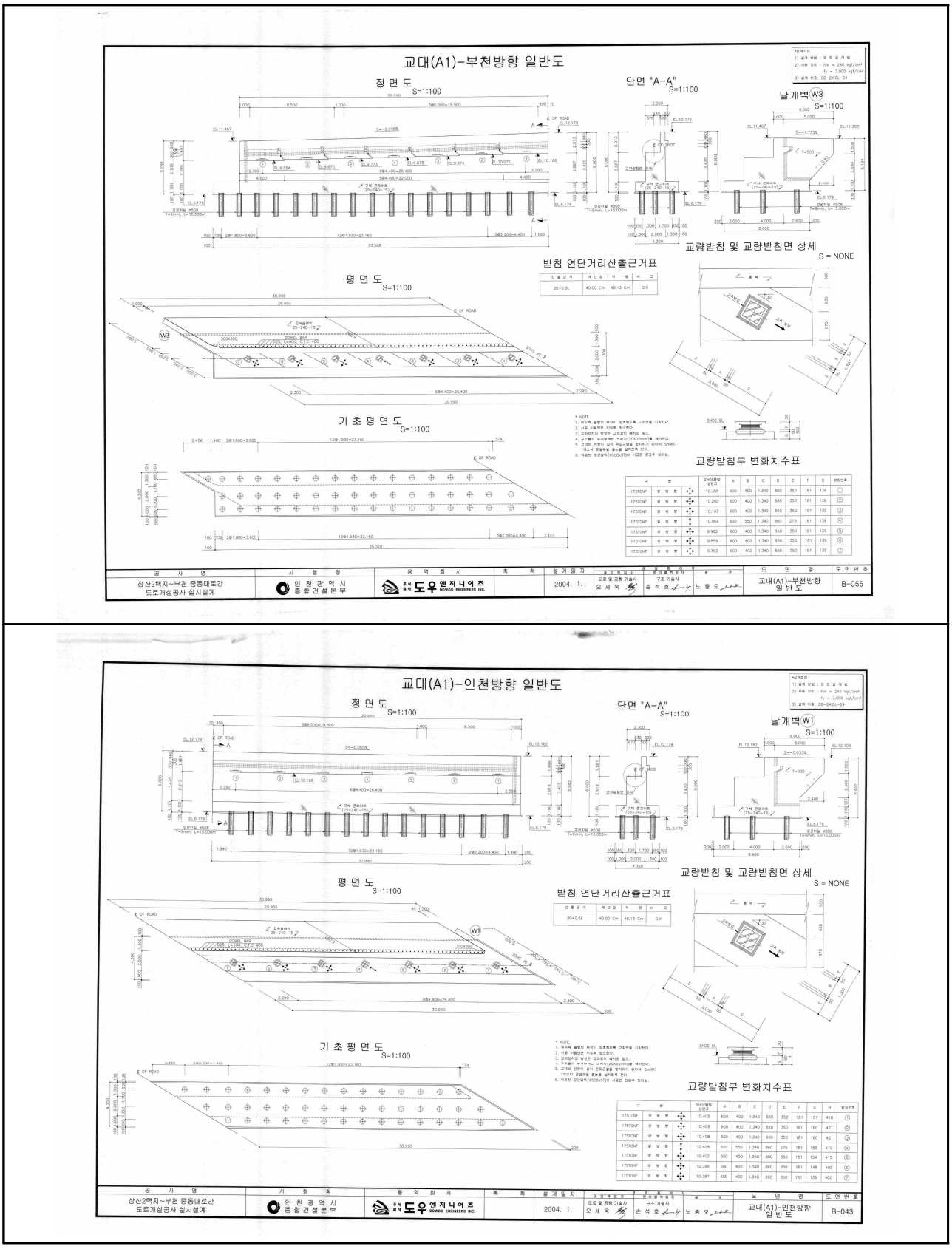


<그림 4.2.1> 종·평면도

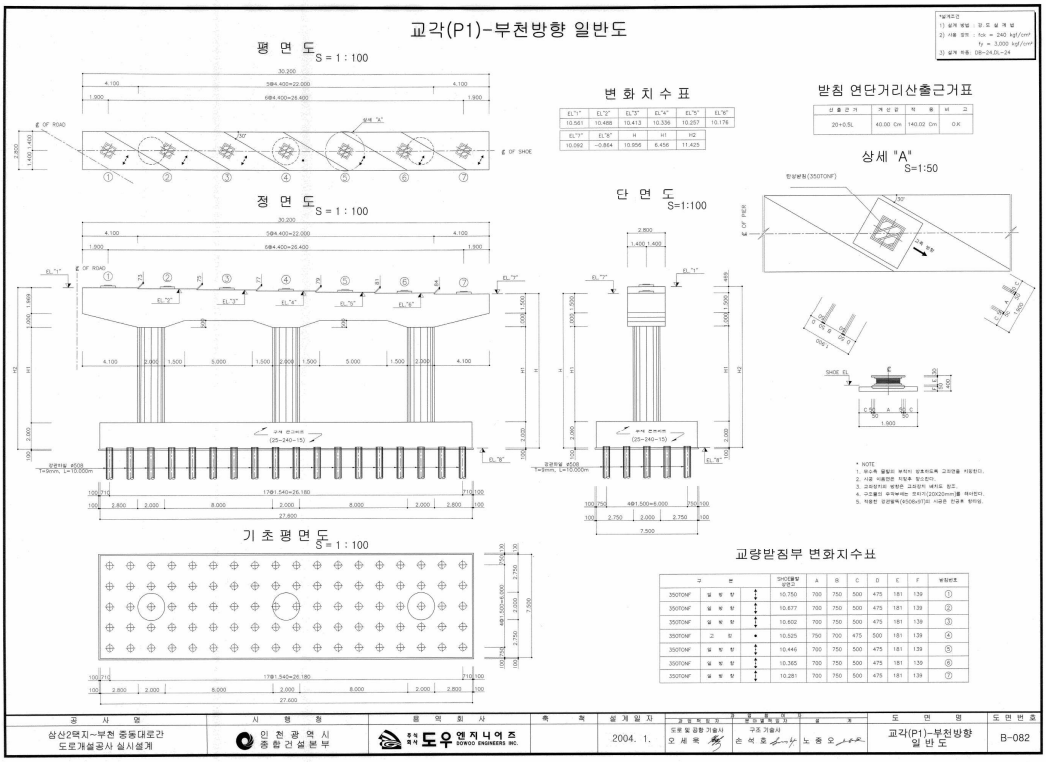


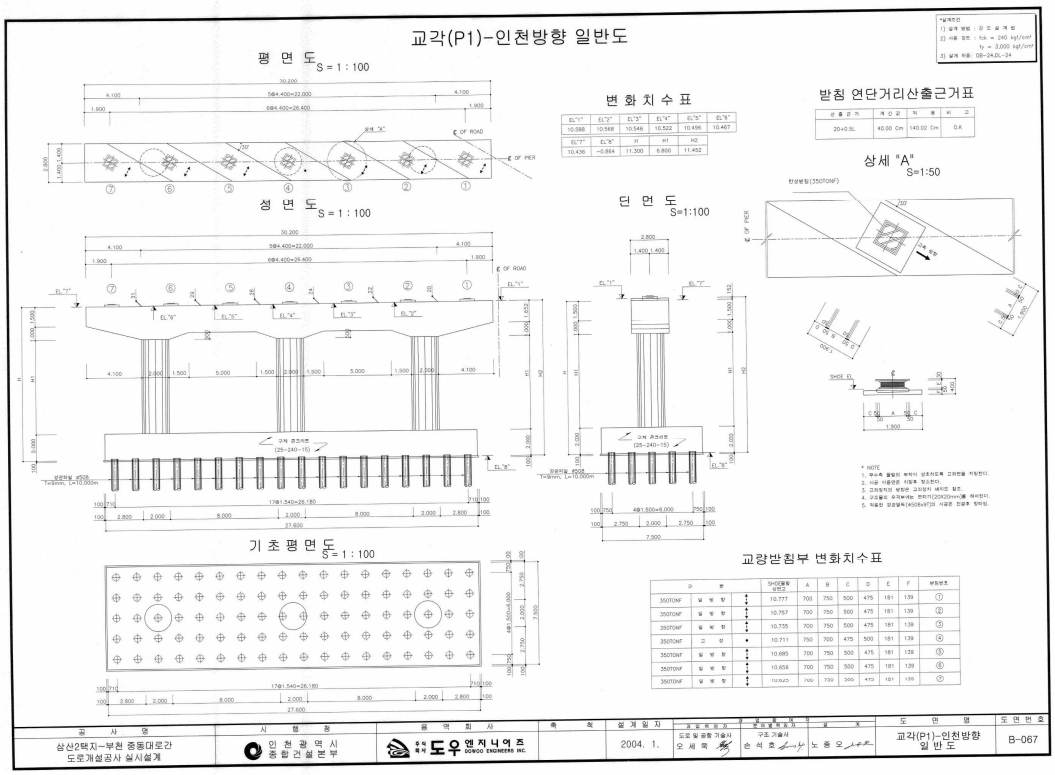


<그림 4.2.2> 슬래브 일반도


교대(A1)-부천방향 일반도
정 면 도 S=1:100
단면 "A-A" S=1:100
날개벽 W3 S=1:100
교량받침 및 교량받침면 상세 S = NONE
받침 연단거리산출근거표
평 면 도 S=1:100
기 초 평 면 도 S=1:100
교량받침부 변화치수표
교대(A1)-인천방향 일반도
정 면 도 S=1:100
단면 "A-A" S=1:100
날개벽 W1 S=1:100
교량받침 및 교량받침면 상세 S = NONE
받침 연단거리산출근거표
평 면 도 S=1:100
기 초 평 면 도 S=1:100
교량받침부 변화치수표

<그림 4.2.3> 교대 일반도


교각(P1)-부천방향 일반도
평 면 도 S = 1 : 100
정 면 도 S = 1 : 100
기 초 평 면 도 S = 1 : 100
단 면 도 S=1:100
변 화 치 수 표
받침 연단거리산출근거표
상세 "A" S=1:50
교량받침부 변화지수표
공 사 명
삼산2택지-부천 중동대로간 도로개설공사 실시설계
시 행 청
인 천 광 역 시 종합건설본부
용 역 회 사
도우엔지니어즈 DOWOO ENGINEERS INC.
설계일자
2004. 1.
도 면 명
교각(P1)-부천방향 일반도
도 면 번 호
B-082


교각(P1)-인천방향 일반도
평 면 도 S = 1 : 100
성 면 도 S = 1 : 100
기 초 평 면 도 S = 1 : 100
딘 면 도 S=1:100
변 화 치 수 표
받침 연단거리산출근거표
상세 "A" S=1:50
교량받침부 변화치수표
공 사 명
삼산2택지-부천 중동대로간 도로개설공사 실시설계
시 행 청
인 천 광 역 시 종합건설본부
용 역 회 사
도우엔지니어즈 DOWOO ENGINEERS INC.
설계일자
2004. 1.
도 면 명
교각(P1)-인천방향 일반도
도 면 번 호
B-067

<그림 4.2.4> 교각 일반도

4.2.3 기존 점검 이력

신상교는 2006년 11월에 실시한 부분점검, 진단 등을 시작으로 정기안전점검 23회, 정밀안전점검 5회, 기타(부분점검, 진단 등) 1회 등을 실시하였으며, 주요 점검 이력은 다음과 같다.

<표 4.2.2> 점검이력 현황

점검 종류	점검 연도	점검업체	상태 등급	점검결과
기타 (부분 점검 · 진단 등)	2006-11-27 ~ 2006-12-23	(주)한국구조안전기술원	양호	· 대상교량에 대해 외관조사, 콘크리트 비파괴시험, 비파괴재하시험, 구조해석 및 내하력평가 등의 일련의 과업수행 결과, 심각한 구조적 결함 및 손상은 발견되지 않은 양호한 상태로 확인되었으며, 공용내하력은 모두 설계내하력(DB-24)이상을 확보하고 있는 A등급 교량으로 판단된다.
정기 안전점검	2007-06-15 ~ 2007-06-20		양호	· 상태양호, 특이사항 없음
정기 안전점검	2007-12-26 ~ 2007-12-26		양호	· 상태양호, 특이사항 없음
정기 안전점검	2008-06-16 ~ 2008-06-16		양호	· 상태양호, 특이사항없음
정밀 안전점검	2008-10-08 ~ 2008-10-09		A등급	· 유지관리 및 교량시설 상태 양호, 특이사항 없음
정기 안전점검	2008-12-24 ~ 2008-12-26		양호	· 상태 양호, 특이사항 없음
정기 안전점검	2009-06-16 ~ 2009-06-19		양호	· 상태양호, 특이사항 없음
정기 안전점검	2009-12-14 ~ 2009-12-16			· 상태양호, 특이사항 없음
정기 안전점검	2010-06-21 ~ 2010-06-23	자체수행	양호	· 특이사항 없음, 양호
정기 안전점검	2010-12-29 ~ 2010-12-29	자체수행	양호	· 2010년 하반기 정기점검 결과 교량의 안전성에 영향을 미칠 수 있는 손상이나 결함은 발견되지 않았음.
정밀 안전점검	2011-05-18 ~ 2011-07-01	한국시설안전공단	B등급	· 신상교에 대한 정밀점검 실시결과 시설물의 안전성 확보에 중대한 영향을 미칠만한 결함 및 손상은 조사되지 않았으며 외관상태도 양호한 것으로 조사
정기 안전점검	2011-12-27 ~ 2011-12-27	자체수행	양호	· 중대결함 없음, 배수구,신축이음막힘, 전반적양호, 교각번호기입
정기 안전점검	2012-06-01 ~ 2012-06-30	자체수행	보통	· 신상교는 2006년에 준공된 프리플랙스교로 교면포장 일방향 균열, 연석 균열, 배수관탈락, 신축이음 후타재 균열, 프리플랙스 거더 측면 균열등 장기적인 공용에 따른 손상 등이 발생하였으며, 단기적인 보수대책보다는 주기적인 점검(정밀점검 및 안전진단)등을 통해 손상진전여부와 신규손상에 대한 점검을 실시하고 손상진전시 보수를 실시하는 것이 바람직한 것으로 사료된다.

<표 4.2.2> 점검이력 현황(계속)

점검 종류	점검 연도	점검업체	상태 등급	점검결과
정기 안전점검	2012-11-20 ~ 2012-12-20	자체수행	양호	·신상교는 2006년에 준공된 프리플랙스교로 교면포장부에 균열 및 포트홀 등이 조사되었으며, 연석부에 균열과 외부충격에 따른 보차도 난간 파손, 신축이음 후타재 균열 및 유간부 토사퇴적, 바닥판하면 망상균열, 거더 수직균열이 조사되어 주의관찰이 필요한 상태이며, 교대부는 흉벽부 수직균열, 전면벽체 균열 등이 조사되었으며 신축이음부 누수로 인한 표면오염이 부분적으로 발생된 상태이다. 또한, 교각부는 코핑에 수직균열 및 망상균열이 조사되었으며 절곡형 배수관에 파손과 보도부 칼라아스콘이 부분적으로 파손된 상태로 주기적인 점검(정밀점검 및 정밀안전진단) 등을 통해 손상에 진전여부와 신규
정기 안전점검	2013-04-01 ~ 2013-05-31	자체수행	양호	·외관점검결과 특이한 위해 요인은 없으며 일부 노면 소파 및 배수구 이물질은 자체인력(수로원) 활용 정비 완료
정밀 안전점검	2013-08-19 ~ 2013-10-07	(주)한맥기술	B등급	·신상교의 종합평가 안전등급은 B등급으로 정밀안전진단의 실시는 필요치 않은 상태이며, 교량 전체의 안전성에 유해한 요인이 되는 손상은 없는 것으로 조사되었다. 또한 콘크리트 부재 및 기타 부재에 국부적으로 발생된 손상에 대해 적절한 보수조치 후 지속적인 유지관리와 정기적인 점검을 실시할 경우 교량의 안전성과 사용성에는 문제가 없을 것으로 평가된다.
정기 안전점검	2013-08-19 ~ 2013-10-07	자체수행		·정밀점검으로 대체
정기 안전점검	2014-02-17 ~ 2014-02-21	자체수행	양호	·보도부분 파쇄아스콘, 배수구멍막힘
정기 안전점검	2014-11-07 ~ 2014-11-07	자체수행	양호	·도도부분 노면상태 불량(아스콘)
정기 안전점검	2015-04-14 ~ 2015-05-14	자체수행	양호	·특이사항 없음
정기 안전점검	2015-11-19 ~ 2015-11-19	자체수행	양호	·특이사항 없음
정밀 안전점검	2016-03-03 ~ 2016-05-28	(주)나비콘건설	B등급	·포장면 파손, 아스콘파손, 포트홀, 망상균열, 후타재균열, 배수구 막힘, 배수관 파손, 난간파손, 중앙분리대 파손, 박리, 받침장치 부식, 받침몰탈 균열, 교개 및 교각 망상균열, 누수, 백태, 균열(0.3mm이상), 파손, 균열부 백태, 재료분리, 철근노출 등
정기 안전점검	2016-12-01 ~ 2016-12-20	자체수행	양호	·중대결함 없음 ·신축이음후타재균열및유간토사퇴적 ·교면포장균열,망상균열등
정기 안전점검	2017-06-29 ~ 2017-06-29	자체수행	양호	·배수구 일부 막힘, 교면포장균열, 신축이음후타재균열등

<표 4.2.2> 점검이력 현황(계속)

점검 종류	점검 연도	점검업체	상태 등급	점검결과
정기 안전점검	2017-11-01 ~ 2017-12-25	(주)진성건설	양호	·신상교의 전회 점검결과와 비교결과 전반적으로 유사한 상태인 것으로 조사되었으며, 신상교의외관조사결과,교면포장아스콘망상균열,포트홀,접속부파손,난간및연석,난간파손,배수구막힘,신축이음후타재균열,차수판이탈,후타재균열,바닥판하면,균열(0.3㎜미만).망상균열,파손및철근노출,거더균열(0.3㎜미만)교대및교각균열(0.3㎜내 · 외),망상균열,체수,받침장치부식(경미),받침몰탈균열등의손상이조사되었으며,교면포장의경우망상균열이전체적으로발생하여아스콘재포장(방수포함),배수구및신축유간청소,바닥판하면철근노출부단면보수(방청포함),거더,가로보,교대,교각부균열보수등을실시하는것이바람직하며,이밖의손상은경미한수준의손상으로즉각적인보수는필요하지않다. ·신상교의외관조사결과를토대로시설물의안전등급을정량적으로산정한결과, “보조부재에경미한결함이발생하였으나기능발휘에는지장이없으며,내구성증진을위하여일부의보수가필요한상태인” 인B등급(양호)으로평가되었다.
정밀 안전점검	2018-04-30 ~ 2018-07-08	(주)효광엔지니어링	B등급	·교면포장:접속포장면 파손, 아스콘파손, 포트홀, 망상균열 ·난간/연석/중분대: 난간 파손, 중앙분리대 파손, 보도부 박리, 볼트연결 파손, 연석 철근노출, 교명주 표면박리, 박락 ·배수시설: 배수구 막힘, 배수관 파손, 배수관 길이부족 ·신축이음장치:후타재 균열(0.2mm이하), 유간토사퇴적, 신축이음부 덮개 이탈 ·바닥판 하면:균열(0.2mm이하), 균열부백태, 누수흔적, 백태, 망상균열, 재료분리, 콜드조인트, 파손 및 철근노출 ·거더 및 가로보: 균열(0.2mm이하), 망상균열, 파손, 재료분리, 균열부백태 ·받침장치:받침부식, 받침몰탈 균열, 망상균열, 받침콘크리트 박리 ·하부구조:균열(0.2mm이하), 균열(0.3mm이상), 균열부백태, 망상균열, 백태, 표면오염, 그을음(화제), 박리박락, 실런트 파손, 누수흔적, 점검통로 파손, 부식

<표 4.2.2> 점검이력 현황(계속)

점검 종류	점검 연도	점검업체	상태 등급	점검결과
정기 안전점검	2018-11-09 ~ 2018-12-29	(주)대유이앤씨	양호	·주요결함으로는 포장부 파손, 포트홀, 망상균열, 난간 파손, 보도부 박리(열화), 볼트 연결 파손, 철근노출, 교명주 표면박리, 박락, 배수구 막힘, 배수관 파손 및 길이 부족, 후타재 균열, 유간토사퇴적, 신축덮개 이탈, 바닥판하면 균열, 균열부 백태, 누수흔적, 망상균열, 재료분리, 파손 및 철근노출, 거더 및 가로보 미세 균열, 파손, 재료분리, 받침장치 부식 및 몰탈 균열, 박리, 교대 및 교각 균열, 균열부 백태, 박락, 표면오염 등의 손상이 발생된 것으로 조사되었다. 각 부재 재료결함으로 발생된 손상들은 분석결과 사용성 및 내구성에 큰 영향을 미치지 않으며 교량의 안전성에는 영향이 없는 것으로 판단되나 손상정도에 따른 보수가 필요한 것으로 판단된다.
정기 안전점검	2019-03-25 ~ 2019-06-07	(주)씨앤비	양호	·신상교의 전회차 점검결과와 비교결과 전반적으로 비슷한 양상을 보이는 것으로 확인 되었으며 금회 2019년 상반기 정기점검 결과 주요손상으로 교면포장 아스콘 전체 망상균열, 난간 파손, 중앙분리대 파손, 보도부 박리, 배수구 막힘, 배수관 파손, 신축이음 유간 토사퇴적, 후타재 균열, 슬래브 하면, 균열부 백태, 균열, 재료분리, 파손 및 철근노출, 거더 및 가로보 균열다수, 재료분리, 파손, 받침장치 받침몰탈 균열, 박리, 교대 균열, 균열부 백태, 박락,, 교각 균열, 망상균열, 콘크리트 열화 등의 손상이 조사되었다.
정기 안전점검	2019-10-04 ~ 2019-12-17	(주)대아건설	양호	·교면포장-접속포장부 파손.아스콘 파손.포트홀.망상균열 ·난간및연석-난간파손.중앙분리대파손.보도부박리(열화).볼트연결파손.철근노출.교명주표면박리,박락 ·배수시설-배수구막힘.배수관파손.배수관길이부족 ·신축이음-후타재균열.유간토사퇴적.신축이음덮개이탈 ·바닥판하면-균열(0.3mm미만).균열부백태.누수흔적.망상균열.백태.재료분리.콜드조인트.파손.파손및철근노출 ·거더및가로보-미세균열.미세망상균열.파손.재료분리.균열부백태 ·받침장치-받침부식.받침몰탈균열,받침몰탈망상균열,받침콘크리트박리 ·교대-균열(0.3mm미만),균열부백태,그을음(화재),박락,백태,실런트파손,표면오염,누수흔적 ·교각-균열(0.3mm미만),균열(0.3mm이상),망상균열,체수,콘크리트열화,표면오염,박리,박락,점검통로파손,부식(경미)

4.2.4 최근 정밀안전점검 실시결과

<표 4.2.3> 최근 정밀안전점검 실시결과

<table>
<tr><th>구분</th><th colspan="6">정밀안전점검 내용 - ㈜효광엔지니어링(2018.04.30 ~ 2018.07.08)</th></tr>
<tr><td rowspan="8">외관
조사</td><td colspan="2">교면포장</td><td colspan="4">- 접속포장면 파손, 아스콘파손, 포트홀, 망상균열</td></tr>
<tr><td colspan="2">난간, 연석,
중분대</td><td colspan="4">- 난간 파손, 중앙분리대 파손, 보도부 박리, 볼트연결 파손, 연석 철근노출, 교명주 표면박리, 박락</td></tr>
<tr><td colspan="2">배수시설</td><td colspan="4">- 배수구 막힘, 배수관 파손, 배수관 길이부족</td></tr>
<tr><td colspan="2">신축이음장치</td><td colspan="4">- 후타재 균열(0.2mm이하), 유간 토사퇴적, 신축이음부 덮개 이탈</td></tr>
<tr><td colspan="2">바닥판 하면</td><td colspan="4">- 균열(0.2mm이하), 균열부백태, 누수흔적, 백태, 망상균열, 재료분리, 콜드조인트, 파손 및 철근노출</td></tr>
<tr><td colspan="2">거더 및 가로보</td><td colspan="4">- 균열(0.2mm이하), 망상균열, 파손, 재료분리, 균열부백태</td></tr>
<tr><td colspan="2">받침장치</td><td colspan="4">- 받침부식, 받침몰탈 균열, 망상균열, 받침콘크리트 박리</td></tr>
<tr><td colspan="2">하부구조</td><td colspan="4">- 균열(0.2mm이하), 균열(0.3mm이상), 균열부백태, 망상균열, 백태, 표면오염, 그을음(화제), 박리박락, 실런트 파손, 누수흔적, 점검통로 파손, 부식</td></tr>
<tr><td rowspan="5">내구성
조사</td><td rowspan="2">콘크리트
강도</td><td colspan="5">- 상부구조 : 27.6~30.5㎫ (설계기준 강도 27.0 ㎫)
- 하부구조 : 24.1~28.6㎫ (설계기준 강도 24.0 ㎫)</td></tr>
<tr><td>평 가</td><td colspan="4">- 각 부재별로 반발경도를 측정한 결과 대체적으로 설계기준강도를 상회하고 있는 것으로 조사됨.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">탄산화
잔여깊이
측정</td><td colspan="2">상부</td><td colspan="3">하부</td></tr>
<tr><td colspan="2">30.3~32.2㎜</td><td colspan="3">35.0~61.0㎜</td></tr>
<tr><td>평 가</td><td colspan="4">- 탄산화 시험결과 탄산화 깊이는 상부구조 7.7~8.6mm, 하부구조 4~26.0mm로 측정되어 탄산화의 잔여깊이가 각 30.3~30.4mm, 61.0~35.0mm로 계산되므로 세부지침에 의거 상태평가는 ‘a’로 평가된다.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">종합평가
및
안전등급</td><td colspan="2">상태평가</td><td colspan="2">안전성평가</td><td rowspan="2">종합평가 및 안전등급</td></tr>
<tr><td>환산 결함도 점수</td><td>결과</td><td>안전율(S.F)</td><td>결과</td></tr>
<tr><td>0.252</td><td>B</td><td>-</td><td>-</td><td>B등급</td></tr>
<tr><td>주요 결함별
중점 점검부위</td><td colspan="6">- 바닥판 하면의 파손 및 철근노출, 거더의 망상균열
- 교각 박리박락, 망상균열</td></tr>
<tr><td>종합
결론</td><td colspan="6">- 금회 점검결과 교량의 구조적 안전성을 저해할 만한 손상은 발생치 않았으나 교면포장의 망상균열 및 파손, 바닥판 하면의 파손 및 철근노출, 거더 및 가로보의 균열 및 망상균열, 교각의 박리박락, 균열 및 망상균열 등의 손상이 심화되고 있는 것으로 조사 되었으며 노후화가 극대화 될 경우 교량의 내구성, 사용성 및 안전성에 영향을 미칠 수 있으므로 각 부재에 대한 적정한 보수 및 보강을 실시하여 내구성 및 안전성의 확보가 필요함.
- 전차 상태평가 결함지수 0.211에서 손상이 다소 증가하여, 금차 상태평가 결함지수 0.252으로 다소 증가하였으나, 안전등급은 상태평가기준에 의거 전차와 동일한 “B등급”으로 평가됨.</td></tr>
</table>

4.2.5 보수·보강 이력

본 과업대상시설물의 보수·보강 이력 사항은 관리주체 보유자료 및 시설물정보관리 종합시스템(FMS) 실적을 참고하여 확인결과 신상교의 보수·보강 이력은 없는 것으로 확인되었다.

4.2.6 내진설계 적용여부 확인

본 교량의 내진설계 적용 여부는 시설물관리종합시스템(FMS)상의 설계도서 및 발주처 제공 자료를 분석하였고, 적용된 것으로 확인 하였다.

<표 1.2.5> 내진설계 적용여부

시설물명		교량 시점위치(읍면동리까지 기입)			교량 종점위치(읍면동리까지 기입)			설계활하중	허용통행하중
신상교		경기도 부천시 원미구 상동			인천광역시 부평구 삼산동			DB-24/DL-24	
연장			폭(m)			차로수			내진설계적용여부
길이(m)	경간수	최대	보도	차도	계	상행	하행	계	
160.5	4	40.3	9.5	21.5	31	3	3	6	적용
상부구조	경간구성	2@40.26 + 2@40 = 160.52							
	구분	경간형식		받침종류		신축이음종류			하부통과 제한높이(m)
	대표	프리플렉스빔교(PF)		고무받침		RAIL TYPE			
	기타								
하부구조	구분	교각		교대		교차노선 (또는 교차하천)			교차하천 최고수심(m)
		형식	기초형식	형식	기초형식				
	대표	3주식		역T형	강관 PIPE	인천시 굴포천			4
	기타								

4.2.7 기존자료 분석결과 점검방향 설정

1) 기존 점검자료 등 검토 결과, 정기안전점검 및 정밀안전점검 등이 주기적으로 이루어진 것으로 확인되었고, 중대결함 및 구조적 결함 등은 없는 것으로 조사되었으나 기존 점검 중 발생된 손상에 대하여 면밀한 조사가 요구된다.

2) 금번 점검 시 중점적으로 관찰한 사항은 다음과 같다.

① 바닥판하면 균열, 균열부 백태, 철근노출, 파손 등 추가 손상 발생 여부 확인.

② 받침장치 받침 부식, 받침몰탈 균열 및 박리 발생 여부 확인.

③ 거더 및 가로보 균열, 파손, 재료분리 등 발생 여부 확인.

④ 기타 콘크리트 부재 균열, 철근노출, 파손 등 발생 여부 확인.

⑤ 기타 공용 중 나타날 수 있는 신규손상 발생 여부 확인.

4.3 현장조사 및 시험

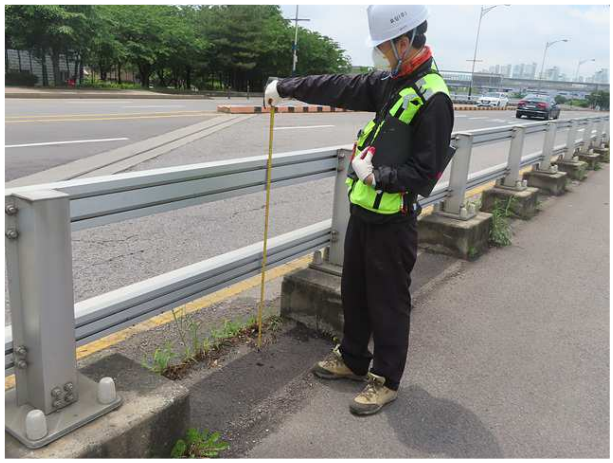
4.3.1 개요

신상교는 2006년 10월 12일 준공되어 현재까지 약 14년간 공용된 2종 시설물로 행정구역상 부천시 원미구 상동 일원에 위치한 DB-24/DL24의 교량이다. 상부구조는 PF 빔교 이며, 하부구조는 교대 역T형, 교각 3주식 으로 시공되어 있고, 총 연장은 160.52m(2@40.26+2@40)이다.

본 외관조사는 과업대상시설물에 대하여 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침-교량편(2019. 9, 국토교통부, 한국시설안전공단)』의 평가기준에 근거하여 구조물에 발생된 손상정도에 따라 등급 a~e의 5단계로 구분하여 판정하였다. 금번 점검은 기 안전점검 및 기초자료 등을 분석하여 발생된 손상의 진전 및 보수부의 재손상 유무를 주로 조사하였고, 발생된 결함 및 손상을 정확히 파악하고 과업지시서 내용을 충분히 반영하기 위해 주요 조사대상 항목을 선정하였으며 구간별, 부재별 균열상태(길이, 방향, 폭, 깊이), 누수, 콘크리트 박리·박락, 철근노출 및 재료분리 현상, 보수·보강부위의 상태 등에 대한 조사를 중점적으로 조사하였다. 또한, 조사시 시설물 부재 전체에 대하여 가능한 한 근접한 상태에서 육안조사를 실시함을 원칙으로 하였으며, 접근장비로는 고소작업차, 사다리 등을 이용하였다.

본 장에서는 외관조사 결과 확인된 결함과 손상 상태에 대하여 시설물의 구성 부재별로 사진을 첨부하여 설명하고 발생 원인을 분석하여 보수·보강 및 유지관리 방안을 마련하는데 참고할 수 있도록 하였으며, 전체 부재에 대한 외관조사망도를 작성하여 향후 시설물의 점검 및 유지관리 시 효율적으로 활용할 수 있도록 작성하였다.

교량 점검로를 이용한 현장조사 - 받침장치



도보를 이용한 근접조사 - 현장 제원 조사

<사진 4.3.1> 현장조사 전경

4.3.2 외관조사

가. 상부구조

1) 바닥판하면

① 현황

· 상부구조는 프리플렉스빔교(PF) 형식으로 구성되어 있고, 바닥판 하면은 별도의 마감재 처리 없이 콘크리트가 노출된 상태이다.

바닥판하면 전경①

바닥판하면 전경②

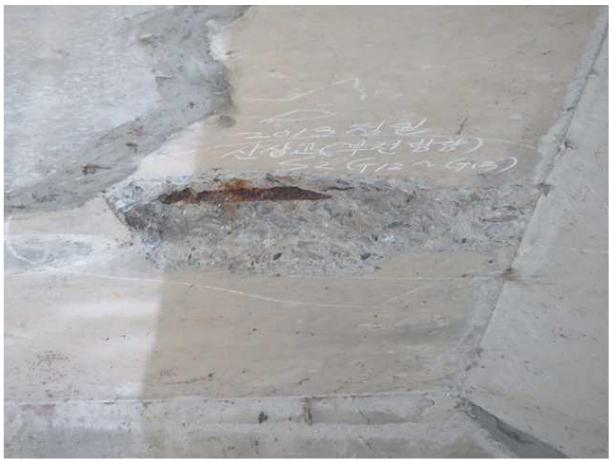
<사진 4.3.2> 바닥판하면 전경

② 점검결과

· 바닥판하면 점검결과, 균열, 망상균열, 균열부백태, 백태, 콜드조인트, 파손 및 철근노출 등이 조사되었다.

<표 4.3.1> 천정부 및 어깨부 외관조사 결과

구분	손상내용	단위	물량	개소	비고	손상현황
바닥판하면	균열(cw=0.2㎜ 이하)	m	22.5	16	표면처리	
	균열부 백태	m	2.9	5	표면처리	
	망상균열	㎡	7.00	3	표면처리	
	백태	㎡	1.17	10	표면처리	
	콜드조인트	m	6.0	2	주의관찰	
	파손	㎡	0.04	1	단면보수	
	파손 및 철근노출	㎡	0.61	2	단면보수+방청	

S1 균열(cw=0.2㎜)	S2 망상균열
S1 백태	S1 균열부 백태
	
S4 콜드조인트	S2 파손 및 철근노출

<사진 4.3.3> 바닥판하면 손상현황

③ 검토의견

· 바닥판하면에 조사된 균열, 망상균열은 시공초기 건조수축, 외·내부 구속의 영향 및 공용 중 온도변화에 따른 신축작용 등의 복합적인 원인에 의해 국부적으로 발생하였다. 발생된 균열은 구조물의 안전성 및 내구성에 미치는 영향은 미미할 것으로 표면처리를 통한 보수를 시행해야 할 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

· 균열 및 백태, 백태는 공용 중 하부 굴포천에 의한 습기 및 온도차이 등 복합적인 영향에 의해 국부적으로 콘크리트 균열부 및 표면에 미세하게 발생되었다. 조사된 손상은 내구성 향상을 위해 표면처리를 시행하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

· 시공초기 다짐불량, 품질관리미흡 및 국부적인 피복부족, 충격 등으로 판단되는 파손, 파손 및 철근노출은 구조물에 대비하여 발생빈도 및 크기가 작은 상태이나 장기적인 구조물의 내구성 확보를 위하여 파손은 단면보수, 파손 및 철근노출은 단면보수+방청이 필요하다.

· 콜드조인트는 기 점검과 비교시 손상의 진전이 없는 상태로, 지속적인 주의관찰을 통한 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

2) 거더 및 가로보

① 현황

· 거더는 PF Beam으로 경간당 14기씩 4경간에 걸쳐 총 56기가 시공되어 있으며, 거더 사이에는 하중분배, 비틀림 방지 등을 위한 가로보가 설치되어 있다.

거더 전경

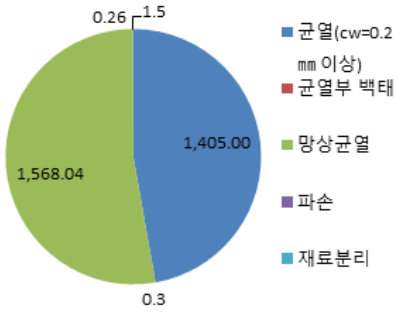
가로보 전경

<사진 4.3.4> 거더 및 가로보 전경

② 점검결과

· 거더 및 가로보 점검결과, 거더는 균열, 망상균열, 파손, 재료분리, 균열부 백태 등이 조사되었고, 가로보는 손상발생이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

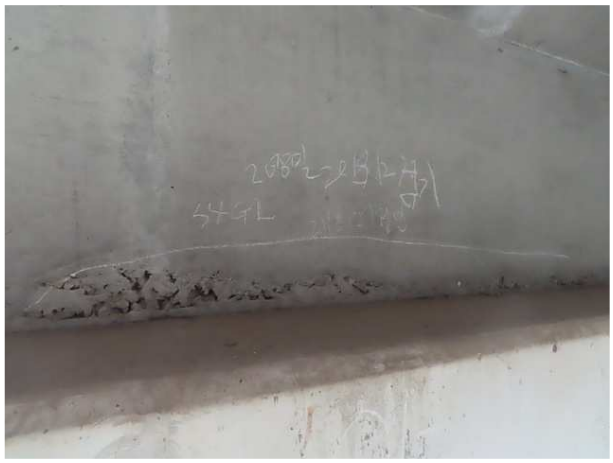
<표 4.3.2> 거더 및 가로보 외관조사 결과

구분	손상내용	단위	물량	개소	비고	손상현황
거더	균열 (cw=0.2㎜ 이상)	m	1,405.0	1,405	표면처리	
	균열부 백태	m	0.3	1	표면처리	
	망상균열	㎡	1,568.04	113	표면처리	
	파손	㎡	0.26	7	단면보수	
	재료분리	㎡	1.50	3	단면보수	
가로보	상태양호	–	–	–	–	–

S1-G8 균열(cw=0.1㎜ 이하)

S2-G6 균열(cw=0.2㎜ 이상)

S4-G7 망상균열



S4-G2 재료분리

<사진 4.3.5> 거더 및 가로보 손상현황

S1-G14 파손	가로보 상태양호

<사진 4.3.5> 거더 및 가로보 손상현황(계속)

③ 검토의견

· 거더에 발생된 균열, 망상균열은 시공초기 건조수축, 내·외부 구속의 영향 및 공용 중 온도변화에 따른 신축작용 등의 복합적인 원인에 의해 발생된 비구조적 균열로서, 표면처리를 일괄 수행하여 구조물의 내구성 확보를 하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

· 균열부 백태는 공용 중 하부 굴포천에 의한 습기, 온도 차이 및 외기 등에 의해 거더 균열부에 국부적으로 발생 되었으며, 균열보수 시 일괄적인 표면처리를 시행하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

· 거더에 국부적으로 조사된 파손, 재료분리는 시공초기 다짐불량 및 거푸집 조기탈형, 품질관리미흡, 충격 등에 의해 발생 되었으며, 발생빈도 및 크기가 작은 상태이나 구조물의 내구성 확보를 위하여 단면보수를 시행하여야 할 것이다.

나. 하부구조

1) 교대

① 현황

· 본 교량의 교대(A1, A2)는 철근콘크리트 역T형 구조형식으로 시공 되어있다.

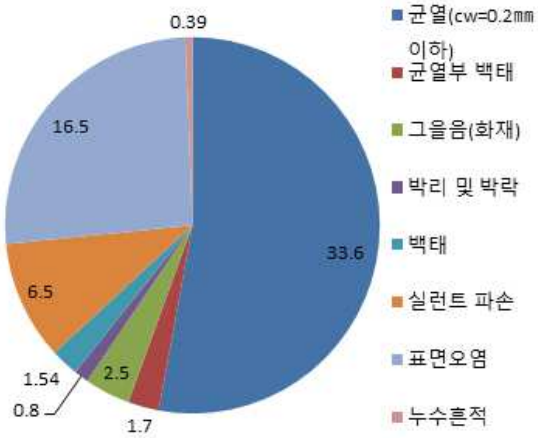
교대(A1) 전경	교대(A2) 전경

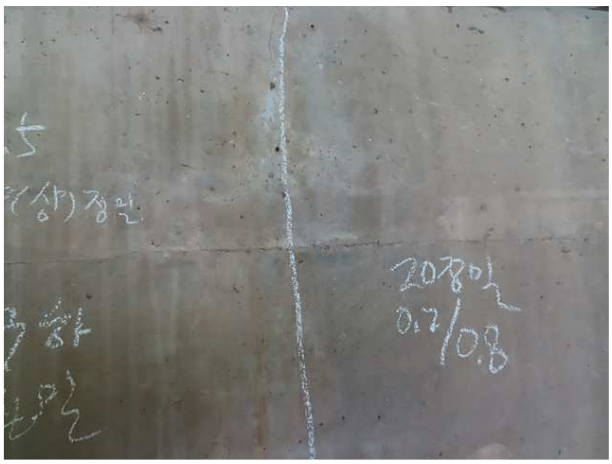
<사진 4.3.6> 교대 전경

② 점검결과

· 교대 점검결과 균열, 균열부 백태, 백태, 박리 및 박락, 실런트 파손, 표면오염, 누수흔적 등이 조사되었다.

<표 4.3.3> 교대 외관조사 결과

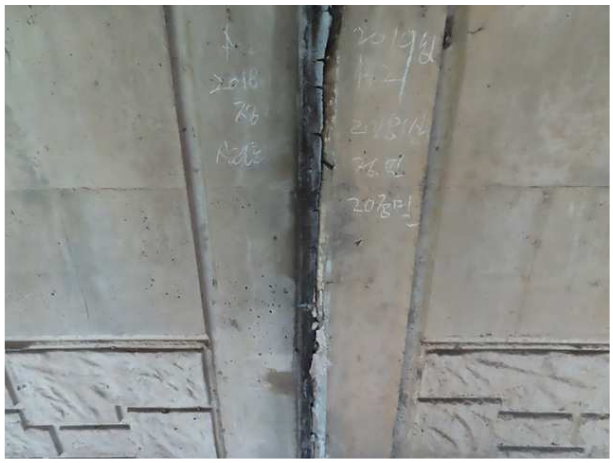
구분	손상내용	단위	물량	개소	비고	손상현황
교대	균열 (cw=0.2㎜ 이하)	m	33.6	42	표면처리	
	균열부 백태	m	1.7	3	표면처리	
	그을음(화재)	㎡	2.50	2	표면처리	
	박리 및 박락	㎡	0.80	2	단면보수	
	백태	㎡	1.54	3	표면처리	
	실런트 파손	m	6.5	4	실링보수	
	표면오염	㎡	16.50	5	주의관찰	
	누수흔적	㎡	0.39	1	주의관찰	



A1 균열(cw=0.2㎜)

A2 백태

A1 박리 및 박락



A2 실런트 파손

A2 표면오염

A2 그을음

<사진 4.3.7> 교대 손상현황

③ 검토의견

· 교대에 조사된 균열은 일정한 패턴 및 특정 유형 없이 불규칙적으로 조사되었으며, 시공 시 품질확보 미흡, 콘크리트 타설 시기 차이에 의한 외부구속, 건조수축 및 양생 시 온도차 등으로 발생된 비구조적 균열로 판단된다. 조사된 cw=0.2㎜이하균열은 표면처리를 통한 보수를 시행 하여야 할 것이다.

· 균열부 백태, 백태는 공용증가에 의한 하부 굴포천의 습기 및 온도차이로 인하여 비건전부 및 국부적인 균열부에 발생된 것으로 표면처리를 통한 보수가 필요할 것으로 판단된다.

· 시공초기 다짐불량, 거푸집 조기탈형, 품질관리미흡 및 국부적인 피복부족 등으로 판단되는 박리 및 박락은 구조물에 대비하여 발생빈도 및 크기가 작은 상태이나 장기적인 구조물의 내구성 확보를 위하여 단면보수가 필요할 것이다.

· 기타 손상으로 공용기간 증가에 따른 실런트 파손은 내구성 향상을 위해 실릴보수를 실시하는 것이 바람직하고, 그을음, 표면오염, 누수흔적은 기 점검과 손상의 규모가 동일하여 지속적인 주의관찰를 실시하는 것이 필요할 것이다.

2) 교각

① 현황

· 본 교량의 교각은 3주식으로 총 6기가 시공되어 있으며, 모든 교각에 점검로가 설치되어 있는 것으로 확인되었다.

교각(P1) 전경

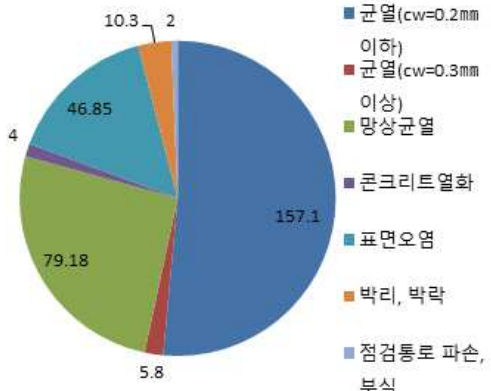
교각(P3) 전경

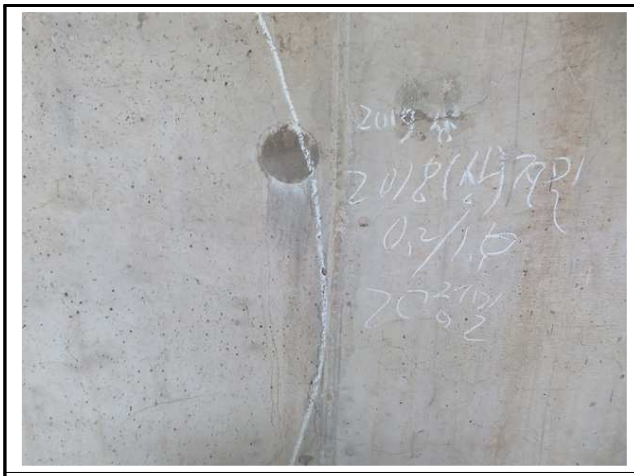
<사진 4.3.8> 교각 전경

② 점검결과

· 교각 점검결과 균열, 망상균열, 콘크리트열화, 표면오염, 박리, 박락, 점검통로 파손 및 부식 등이 조사되었다.

<표 4.3.4> 교각 외관조사 결과

구분	손상내용	단위	물량	개소	비고	손상현황
교각	균열(cw=0.2㎜이하)	m	157.1	97	표면처리	
	균열(cw=0.3㎜이상)	m	5.8	6	주입보수	
	망상균열	㎡	79.18	9	표면처리	
	콘크리트열화	㎡	4	1	표면처리	
	표면오염	㎡	46.85	5	주의관찰	
	박리, 박락	㎡	10.3	5	단면보수	
	점검통로 파손, 부식	EA	2	2	재설치	



P1 균열(cw=0.2㎜)

P3 균열(cw=0.3㎜)

P3 망상균열

P2 콘크리트 열화

<사진 4.3.9> 교각 손상현황

P2 박리, 박락	P1 점검통로 파손

<사진 4.3.9> 교각 손상현황(계속)

③ 검토의견

· 교각에 조사된 균열 및 망상균열은 대다수 코핑부에 발생 되었으며 형상, 방향성, 발생 위치 등을 고려해 볼 때 건조수축, 온도변화, 내·외부구속 작용 등 부피변화에 기인한 균열로 조사 되었었다. cw=0.3㎜이상 균열은 기 점검과 비교결과 진행성이 없는 것으로 확인되었으며, 주입보수 후 지속적인 주의관찰을 하고, cw=0.2㎜이하 균열 및 망상균열은 표면처리를 시행하여 구조물의 내구성 저하 방지가 필요하다.

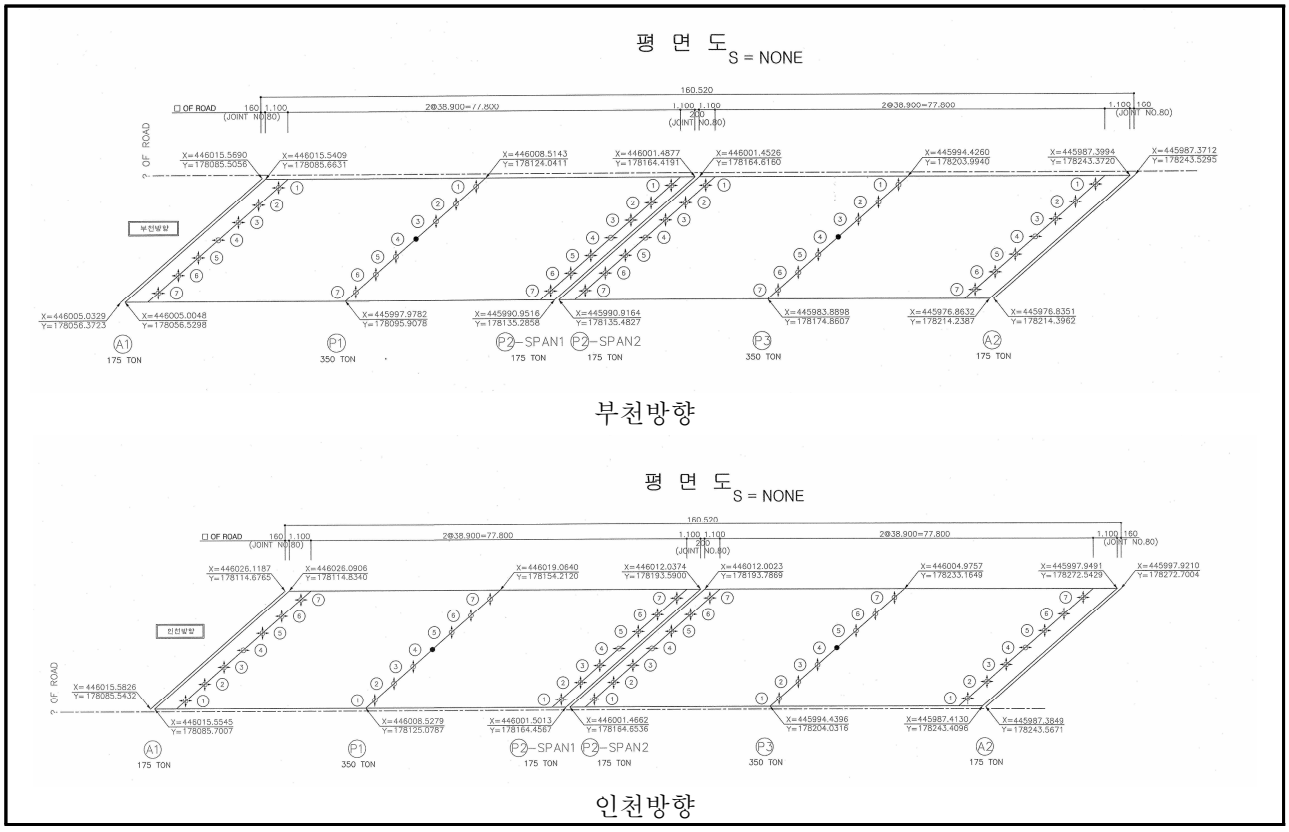
· 시공초기 다짐불량, 거푸집 조기탈형, 품질관리미흡 및 국부적인 피복부족 등으로 판단되는 박리, 박락은 장기적인 구조물의 내구성 확보를 위하여 단면보수가 필요할 것이다.

· 그 외 조사된 콘트리트열화, 표면오염은 구조물의 사용성에 지장이 없는 것으로 판단되어 주의관찰 후 향후 손상의 진행상태에 따른 유지관리가 필요할 것이고, 점검통로 파손, 부식은 추후 시설물 점검이나 유지관리의 효율성 증대를 위해 재설치를 실시하는 것이 바람직할 것이다.

다. 교량받침

1) 현황

· 교량받침의 형식은 전개소 탄성받침으로 교대 14개소씩 2기, 교각 P1, P3 14개소씩 2기, P2 28개소 1기, 총 84개소 설치되어 있으며, P1, P3가 고정단으로 시공되어 있다.



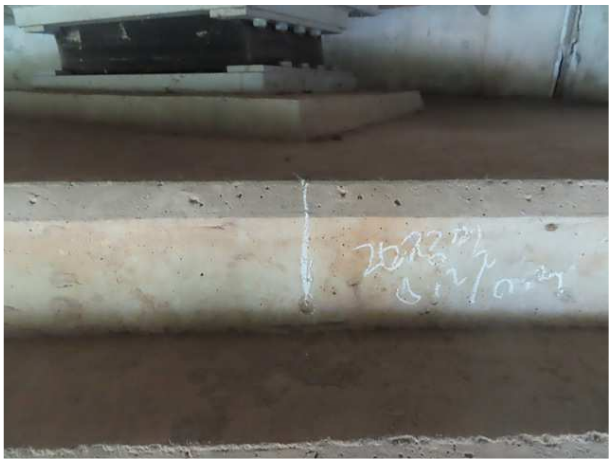
<그림 4.3.1> 교량받침 배치도

2) 점검결과

· 교량받침 점검결과 받침장치 부식, 받침몰탈 균열, 받침몰탈 망상균열, 받침콘크리트 균열 등이 조사되었다.

<표 4.3.5> 교량받침 외관조사 결과

구분	손상내용	단위	물량	개소	비고	손상현황
교량받침	받침장치 부식	EA	62	62	재도장	
	받침몰탈 균열 (cw=0.2㎜이하)	m	0.7	7	표면처리	
	받침몰탈 망상균열	㎡	0.08	2	표면처리	
	받침콘크리트 균열 (cw=0.2㎜이하)	m	1.3	4	표면처리	

A2-Sh14 받침장치 부식	P2-Sh10(부천) 받침몰탈 균열(cw=0.2㎜이하)
	
A1-Sh11 받침콘크리트 균열(cw=0.2㎜이하)	A2-Sh7 받침콘크리트 균열(cw=0.2㎜이하)

<사진 4.3.10> 교량받침 손상현황

3) 검토의견

· 받침몰탈에 발생한 균열(cw=0.2㎜이하), 망상균열은 정착부(앵커볼트 설치부)가 아닌 교량받침 중앙부에 발생된 방향성이 없는 상태로, 교량받침에 작용하는 수평력에 의한 구조적 손상이 아닌 시공초기 건조수축으로 인한 균열로 표면처리를 통해 내구성 저하 방지가 필요할 것으로 판단된다.

· 받침콘크리트에 조사된 균열은 시공초기 건조수축 및 내·외부구속 작용으로 인한 균열로 양생 시 온도차 등으로 생긴 비구조적 균열이며, 몰탈균열 보수시 일괄적으로 보수를 시행하여야 할 것이다.

· 조사된 받침장치 부식은 공용증가 및 굴포천에 의한 습기 및 온도차, 우기시 외부에서 유입된 빗물 등에 발생된 손상으로 받침 전반적으로 조사되었으며, 손상진행 상태를 확인하여 일괄적인 재도장이 필요할 것으로 판단된다.

4) 교량받침 이동량 검토

· 본 교량의 받침은 탄성받침으로 상부구조 신축거동에 따른 영향을 파악하고자 이동 여유량을 조사하여 아래와 같이 수록하였다.

<표 4.3.6> 교량받침 이동량 산정

구분		온도변화 (⊿T, ℃)		선팽창계수 (α)	신축길이 (L, m)	온도변화에 의한 이동량(㎜)	
		하절기(신장)	동절기(수축)			하절기(신장)	동절기(수축)
A1		15.8	24.2	1.0×10^{-5}	40.0	6.3	9.7
P1		고정단					
P2	시점측	15.8	24.2	1.0×10^{-5}	40.0	6.3	9.7
	종점측	15.8	24.2	1.0×10^{-5}	40.0	6.3	9.7
P3		고정단					
A2		15.8	24.2	1.0×10^{-5}	40.0	6.3	9.7

※ 조사시 온도 : 19.2℃(2020.05.24)
※ 검토온도 : -5℃ ~ +35℃(보통지방, 콘크리트교)

<표 4.3.7> 교량받침 이동량 검토결과

구분		실측이동량 (㎜)	온도변화에의한 최대 받침 이동량(㎜)		실측 받침 가동여유량(㎜)		받침용량 (㎜)	검토 결과
			최대수축 이동량	최대신장 이동량	수축여유량	신장여유량		
A1	Sh1	15.0	9.7	6.3	99.0	59.0	±74	O.K
	Sh2	15.0			99.0	59.0	±74	O.K
	Sh3	16.0			100.0	58.0	±74	O.K
	Sh4	16.0			100.0	58.0	±74	O.K
	Sh5	15.0			99.0	59.0	±74	O.K
	Sh6	15.0			99.0	59.0	±74	O.K
	Sh7	14.0			98.0	60.0	±74	O.K
	Sh8	11.0			95.0	63.0	±74	O.K
	Sh9	10.0			94.0	64.0	±74	O.K
	Sh10	11.0			95.0	63.0	±74	O.K
	Sh11	12.0			96.0	62.0	±74	O.K
	Sh12	10.0			94.0	64.0	±74	O.K
	Sh13	9.0			93.0	65.0	±74	O.K
	Sh14	10.0			94.0	64.0	±74	O.K

※ 판정 : 0 ≤ 실측가동 여유량(받침용량±실측 이동량) - 최대받침 이동량 ⇒ O.K
※ 받침용량(175ton) : 허용변위 고무재두께(105㎜) × 0.7(상시) = 74㎜(KS규격 : KSF4420) 및 FMS설계도면 참조

<표 4.3.7> 교량받침 이동량 검토결과(계속)

구분		실측이동량 (㎜)	온도변화에의한 최대 받침 이동량(㎜)		실측 받침 가동여유량(㎜)		받침용량 (㎜)	검토 결과
			최대수축 이동량	최대신장 이동량	수축여유량	신장여유량		
P1		고정단						
P2 시점측	Sh1	5.0	9.7	6.3	89.0	69.0	±74	O.K
	Sh2	6.0			90.0	68.0	±74	O.K
	Sh3	7.0			91.0	67.0	±74	O.K
	Sh4	8.0			92.0	66.0	±74	O.K
	Sh5	10.0			94.0	64.0	±74	O.K
	Sh6	8.0			92.0	66.0	±74	O.K
	Sh7	8.0			92.0	66.0	±74	O.K
	Sh8	7.0			91.0	67.0	±74	O.K
	Sh9	7.0			91.0	67.0	±74	O.K
	Sh10	6.0			90.0	68.0	±74	O.K
	Sh11	6.0			90.0	68.0	±74	O.K
	Sh12	6.0			90.0	68.0	±74	O.K
	Sh13	7.0			91.0	67.0	±74	O.K
	Sh14	7.0			91.0	67.0	±74	O.K
P2 종점측	Sh1	4.0	9.7	6.3	88.0	70.0	±74	O.K
	Sh2	4.0			88.0	70.0	±74	O.K
	Sh3	3.0			87.0	71.0	±74	O.K
	Sh4	3.0			87.0	71.0	±74	O.K
	Sh5	4.0			88.0	70.0	±74	O.K
	Sh6	4.0			88.0	70.0	±74	O.K
	Sh7	4.0			88.0	70.0	±74	O.K
	Sh8	4.0			88.0	70.0	±74	O.K
	Sh9	5.0			89.0	69.0	±74	O.K
	Sh10	4.0			88.0	70.0	±74	O.K
	Sh11	4.0			88.0	70.0	±74	O.K
	Sh12	3.0			87.0	71.0	±74	O.K
	Sh13	4.0			88.0	70.0	±74	O.K
	Sh14	3.0			87.0	71.0	±74	O.K

※ 판정 : 0 ≤ 실측가동 여유량(받침용량±실측 이동량) - 최대받침 이동량 ⇒ O.K

※ 받침용량(175ton) : 허용변위 고무재두께(105㎜) × 0.7(상시) = 74㎜(KS규격 : KSF4420) 및 FMS설계도면 참조

<표 4.3.7> 교량받침 이동량 검토결과(계속)

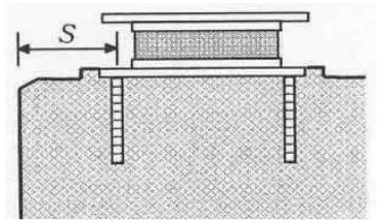
구분		실측이동량 (㎜)	온도변화에의한 최대 받침 이동량(㎜)		실측 받침 가동여유량(㎜)		받침용량 (㎜)	검토 결과
			최대수축 이동량	최대신장 이동량	수축여유량	신장여유량		
P3		고정단						
A2	Sh1	15.0	9.7	6.3	99.0	59.0	±74	O.K
	Sh2	16.0			100.0	58.0	±74	O.K
	Sh3	14.0			98.0	60.0	±74	O.K
	Sh4	13.0			97.0	61.0	±74	O.K
	Sh5	14.0			98.0	60.0	±74	O.K
	Sh6	15.0			99.0	59.0	±74	O.K
	Sh7	13.0			97.0	61.0	±74	O.K
	Sh8	10.0			94.0	64.0	±74	O.K
	Sh9	8.0			92.0	66.0	±74	O.K
	Sh10	9.0			93.0	65.0	±74	O.K
	Sh11	11.0			95.0	63.0	±74	O.K
	Sh12	10.0			94.0	64.0	±74	O.K
	Sh13	8.0			92.0	66.0	±74	O.K
	Sh14	10.0			94.0	64.0	±74	O.K

※ 판정 : 0 ≤ 실측가동 여유량(받침용량±실측 이동량) - 최대받침 이동량 ⇒ O.K
※ 받침용량(175ton) : 허용변위 고무재두께(105㎜) × 0.7(상시) = 74㎜(KS규격 : KSF4420) 및 FMS설계도면 참조

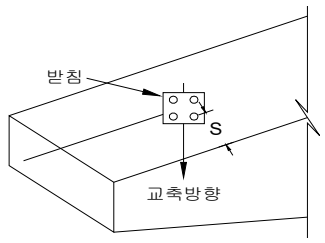
· 본 구조물에 대한 교량받침 이동량을 검토한 결과 전체적으로 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되어 교량받침의 가동에는 문제가 없는 것으로 판단된다.

5) 연단거리 검토

· 교대 및 교각 상부의 교좌면은 상부구조로부터 집중하중을 받는 부위로 연단거리가 짧으면 고정단에서는 콘크리트가 파손되거나 받침이 파손되고 가동단에서는 받침이 벗어나, 심한 경우 거더가 낙하할 수도 있기 때문에 교량의 교축방향의 받침연단과 하부구조 정부연단 사이의 거리는 다음 값(S) 이상이어야 하며, 교량의 받침부 연단거리 측정은 다음과 같은 방법으로 측정한다. (도로교설계기준, 2010 참조)



교량받침



사교, 곡선교

- 거더의 경간길이 100m이하 :
S = 200 + 5L
- 거더의 경간길이 100m이상 :
S = 300 + 4L

여기서 S : 받침연단거리(㎜)
L : 거더의 경간길이(m)

<그림 4.3.2> 교량받침 연단거리 측정방법

<표 4.3.8> 연단거리 측정 결과

구분		계산 연단거리 (㎜)	실측 연단거리(㎜)							검토 결과
			Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	Sh5	Sh6	Sh7	
A1		400	600	600	600	610	610	600	600	O.K
P1	시점측	400	980	980	970	970	970	980	970	O.K
	종점측	400	1010	1010	1000	1010	1020	1010	1000	O.K
P2	시점측	400	510	510	500	510	510	520	520	O.K
	종점측	400	600	610	600	600	590	580	580	O.K
P3	시점측	400	970	980	970	970	980	980	980	O.K
	종점측	400	990	970	980	980	970	980	980	O.K
A2		400	600	600	590	610	610	590	600	O.K
구분		계산 연단거리 (㎜)	실측 연단거리(㎜)							검토 결과
			Sh8	Sh9	Sh10	Sh11	Sh12	Sh13	Sh14	
A1		400	580	580	580	570	570	580	580	O.K
P1	시점측	400	990	990	1000	1010	1000	1010	1010	O.K
	종점측	400	980	980	980	980	970	970	970	O.K
P2	시점측	400	500	510	510	520	520	510	510	O.K
	종점측	400	580	580	590	580	600	600	600	O.K
P3	시점측	400	980	970	970	990	990	1000	1000	O.K
	종점측	400	990	990	1000	980	980	980	970	O.K
A2		400	590	590	600	590	610	600	600	O.K

※ 연단거리 산출 : 200 + 5 × 40.0(m) = 400(㎜)

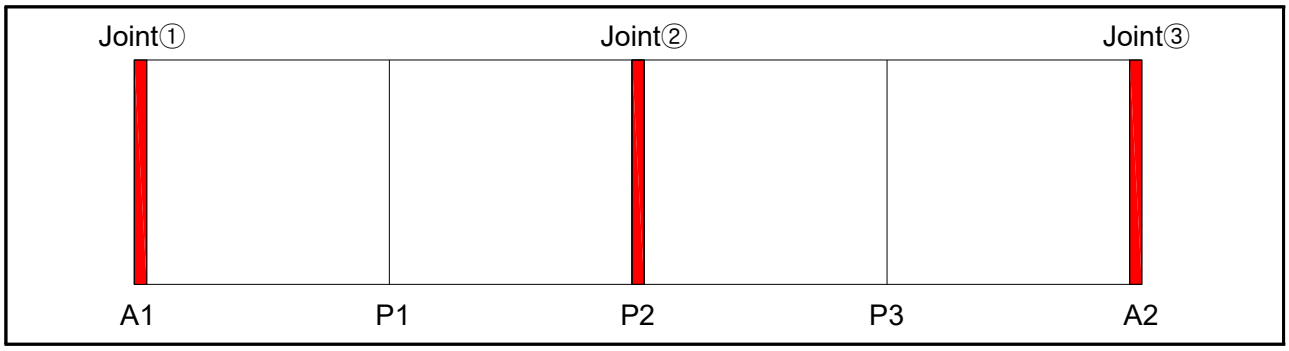
· 연단거리 측정 결과, 측정값은 500~1020㎜로서 계산치(400㎜)를 상회하는 것으로 분석되어, 본 교량의 교량받침 연단거리 확보에 문제가 없는 것으로 평가되었다.

라. 기타부재

1) 신축이음

① 현황

· 신축이음장치는 온도변화 및 활하중에 따른 상부구조의 신축작용을 원활하게 수용하고 상부구조 이음부에서 차량의 주행성을 확보하기 위한 중요한 부속 시설물로서 본 구조물의 차도부 신축이음은 레일조인트 형식으로 총 3개소가 설치되어 있다.



<그림 4.3.3> 신축이음 현황

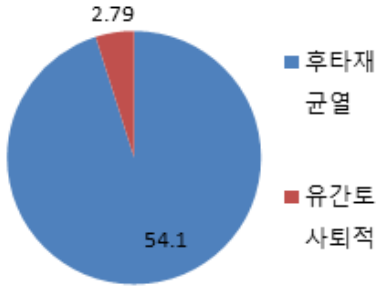
J1(A1) 전경	J2(P2) 전경	J3(A2) 전경

<사진 4.3.11> 신축이음 전경

② 점검결과

· 신축이음 점검결과 기존의 신축이음부 덮개 이탈은 보수 되었고, 후타재균열, 유간토사퇴적, 신축이음부 하부 누수 등이 조사되었다.

<표 4.3.9> 신축이음 외관조사 결과

구분	손상내용	단위	물량	개소	비고	손상현황
신축이음장치	후타재균열	m	54.1	119	주의관찰	
	유간토사퇴적	㎡	2.79	3	청소	

J3(A2) 후타재 균열	J2(P2) 유간토사퇴적

<사진 4.3.12> 신축이음 손상현황

③ 검토의견

· 신축이음의 후타재에 발생된 균열은 공용기간이 증가됨에 따라 우수, 제설용 염화칼슘, 중차량의 반복적 이동 등의 복합적인 원인으로 발생된 것으로 조사되었다. 조사된 후타재 손상은 손상정도가 경미하고 후타재의 보수는 반복적인 차륜의 마모로 인하여 보수효과가 미미하므로 지속적인 주의관찰이 필요할 것으로 판단된다.

· 신축이음의 유간부 및 주변 토사퇴적은 공용년수 증가에 따른 이물질 퇴적이 발생한 것으로서, 온도변화에 따른 신축거동에 영향을 미치므로 주기적인 청소가 필요하다.

④ 신축이음 신축거동상태 검토

· 신축량을 검토하여 신축이음의 원활한 작동 여부를 확인하고자 유간량을 실측한 후 설계 이동량과 비교·검토하였다.

<표 4.3.10> 신축이음 신축이동량 산정

구 분	온도변화 (⊿T, ℃)		선팽창 계수 (α)	신축거더 길이(L, m)	온도 변화에 의한 이동량(㎜)	
	하절기(신장)	동절기(수축)			하절기(신장)	동절기(수축)
J1(A1)	15.8	24.2	1.0×10^{-5}	30.0	4.7	7.3
J2(P2)	15.8	24.2	1.0×10^{-5}	60.0	9.5	14.5
J5(A2)	15.8	24.2	1.0×10^{-5}	30.0	4.7	7.3

※ 조사시 온도 : 19.2℃(2020.05.24)
※ 검토온도 : -5℃ ~ +35℃(보통지방, 콘크리트교)

<표 4.3.11> 신축이음 가동여유량 산정결과

구 분	계산 이동량 (㎜)		점검당시 실측유간(㎜) ③			허용량 (㎜) ④	신축 여유량(㎜)		평 가
	최대 신장시 ①	최대 수축시 ②	신축 이음 장치	바닥판	거더		최대 수축시 ④-(②+③)	최대 신장시 ③-①	
J1(A1)	4.7	7.3	25.0	60.0	80.0	80.0	47.74	20.3	O.K
J2(P2)	9.5	14.5	35.0	70.0	110.0	100.0	50.48	25.5	O.K
J5(A2)	4.7	7.3	27.0	80.0	90.0	80.0	45.74	22.3	O.K

※ 판정 : 0.0㎜ ≤ 신축 여유량 ≤ 허용량 ⇒ O.K

· 전 구간에 설치된 신축이음 유간, 바닥판 및 거더유간을 각각 측정한 결과, 측정된 유간은 신축여유량을 확보하고 있는 것으로 나타나 신축이음의 거동상태는 양호한 것으로 판단된다.

2) 교면포장

① 현황

· 교면포장은 왕복 6차로에 아스팔트(ASP)포장으로 시공되어있다.

교면포장 전경①

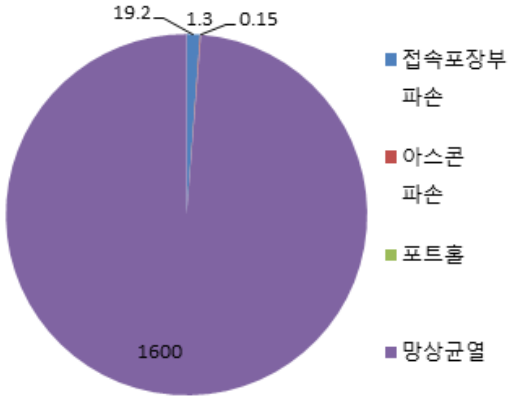
교면포장 전경②

<사진 4.3.13> 교면포장 전경

② 점검결과

· 교면포장 점검결과 접속포장부 파손, 아스콘 파손, 포트홀, 망상균열 등이 조사되었다.

<표 4.3.12> 교면포장 외관조사 결과

구분	손상내용	단위	물량	개소	비고	손상현황
교면포장	접속포장부 파손	㎡	19.20	7	재포장	
	아스콘 파손	㎡	1.30	2		
	포트홀	㎡	0.15	1		
	망상균열	㎡	1600.00	4		

S1 접속포장부 파손

S2 포장망상균열

<사진 4.3.14> 교면포장 손상현황

③ 검토의견

· 교면포장에 발생된 접속포장부 파손, 아스콘 파손, 포트홀, 망상균열 등의 손상은 중차량의 지속적인 통행, 온도변화에 의한 신축작용 등의 복합적인 원인에 의해 발생된 것으로 판단된다. 조사된 손상은 손상부를 통한 우수 및 제설제의 유입 가능성이 있으므로, 시설물의 내구성 향상을 위해 전면 재포장을 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

3) 배수시설

① 현황

· 배수시설은 하천용으로 상부 배수구는 총 30개소가 설치되어 있다.

배수구 전경

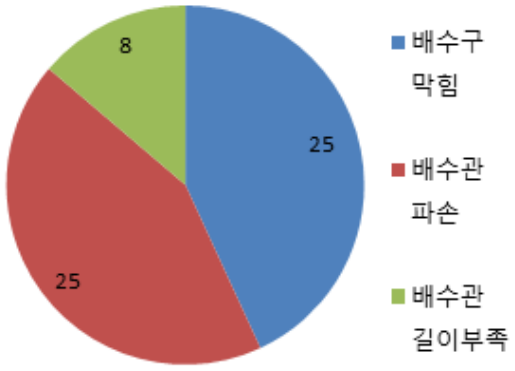
배수관 전경

<사진 4.3.15> 배수시설 전경

② 점검결과

· 배수시설 점검결과 배수구 막힘, 배수관 파손, 배수관 길이부족이 조사되었다.

<표 4.3.13> 배수시설 외관조사 결과

구분	손상내용	단위	물량	개소	비고	손상현황
배수시설	배수구 막힘	EA	25	25	청소	
	배수관 파손	m	25.0	1	재설치	
	배수관 길이부족	m	8.0	2	재설치	

S3 배수구 막힘	S1 배수관 파손

<사진 4.3.16> 배수시설 손상현황

③ 검토의견

· 배수시설의 집수구는 토사 및 이물질로 인하여 전 개소 막힌 상태로 청소가 필요한 상태이며, 배수관 파손 및 길이부족은 재설치가 필요할 것으로 판단된다.

4) 난간 및 연석

① 현황

· 본 교량의 좌·우측 보도부에는 연석 및 난간이 시공되어 있으며, 중앙부에는 중앙분리대가 시공되어있다.

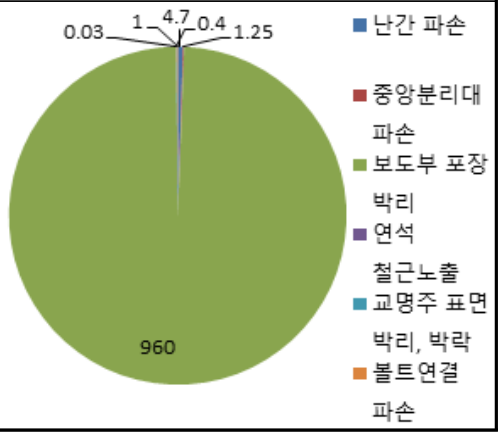
중앙분리대 전경	난간, 연석, 보도부 전경

<사진 4.3.17> 난간 및 연석 전경

② 점검결과

· 난간 및 연석 외관조사 결과 난간 파손, 중앙분리대 파손, 보도부 박리, 볼트연결 파손, 연석 철근노출, 교명주 표면 박리, 박락 등이 조사되었다.

<표 4.3.14> 방호벽 외관조사 결과

구분	손상내용	단위	물량	개소	비고	손상현황
난간 및 연석	난간 파손	m	4.7	4	재설치	
	중앙분리대 파손	㎡	1.25	2	단면보수	
	보도부 포장 박리	㎡	960.00	8	주의관찰	
	연석 철근노출	㎡	0.03	1	단면보수+방청	
	교명주 표면 박리, 박락	㎡	0.40	1	단면보수	
	볼트연결 파손	EA	1	1	주의관찰	

S2 난간파손

S1 중앙분리대 파손

S1 보도부 포장 박리

S2 연석 철근노출

<사진 4.3.18> 난간 및 연석 손상현황

③ 검토의견

· 난간 및 중앙분리대에 조사된 파손은 외부충격에 의해 발생된 것으로, 난간은 재설치를 실시하고, 중앙분리대는 단면보수를 실시하는 것이 바람직하다.

· 연석 철근노출, 교명주 표면 박리 및 박리는 공용 중 외기의 영향 및 동절기 염화칼슘 등에 의해 발생된 것으로 내구성 향상을 위해 연석 철근노출은 단면보수 및 방청을 실시하고, 교명주 표면박리, 박락은 단면보수가 필요할 것으로 판단된다.

· 보도부 전구간 조사된 표면박리는 공용기간 증가에 따른 것으로 사용성에는 문제가 없을 것으로 판단되어 추후 지속적인 주의관찰 후 보수시기를 결정하여 일괄 재포장을 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

· 볼트연결파손은 충격 등에 의한 것으로 기 점검과 손상의 규모가 동일하고 정도가 미미하여 지속적인 주의관찰이 필요할 것이다.

마. 기초부

1) 현황

· 본 시설물의 기초는 강관 PIPE로 시공되었으며, 현장 조사 시 지중에 근입 되어있어 육안조사는 어려운 상황이다.

· 기초 주변의 외관조사결과 기초부의 파손, 기울음, 전도, 세굴 등의 손상은 조사되지 않았고, 법면 또한 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

<표 4.3.15> 기초부 외관조사 결과

구분	손상내용	단위	물량	개소	비고	손상현황
기초부	상태양호	-	-	-	-	-

A2 교대 기초 주변상태 양호

P1 교각 기초 주변상태 양호

<사진 4.3.19> 기초부 전경

바. 외관조사 결과요약

본 교량의 외관조사 결과 요약표는 다음과 같다.

<표 4.3.16> 외관조사 결과요약

구분		주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
바닥판하면		· 균열(cw=0.2㎜이하) · 균열부백태 · 백태 · 망상균열 · 콜드조인트	· 시공초기 건조수축 등에 의하여 발생된 비구조적 균열, 공용 중 교량 하부 굴포천 및 외기 등에 의한 습기와 온도차이 등에 의한 손상 → 표면처리, 주의관찰
		· 파손 · 파손 및 철근노출	· 시공초기 다짐불량, 품질관리 미흡, 국부적인 피복부족 등에 의해 발생 → 단면보수, 단면보수+방청
거더 및 가로보		· 균열(cw=0.1㎜) · 균열(cw=0.2㎜) · 망상균열 · 균열부 백태	· 시공초기 건조수축 등에 의하여 발생된 비구조적 균열, 공용 중 교량 하부 및 외기 등에 의한 습기와 온도차이 등에 의한 손상 → 표면처리
		· 파손 · 재료분리	· 시공초기 다짐불량, 거푸집 조기탈형, 국부적인 피복부족, 충격 등에 의해 발생 → 단면보수
하부 구조	교대 교각	· 균열(cw=0.2㎜이하) · 균열(cw=0.3㎜이상) · 망상균열 · 백태	· 시공초기 건조수축 등에 의하여 발생된 비구조적 균열, 공용 중 교량 하부 굴포천 및 외기 등에 의한 습기와 온도차이 등에 의한 손상 → 표면처리, 주입보수
		· 박리 · 박락	· 시공초기 다짐불량, 거푸집 조기탈형 등에 의해 발생 → 단면보수
		· 실런트 파손 · 표면오염 · 누수흔적 · 점검통로 파손, 부식	· 공용증가, 외부 충격 등에 따라 발생. 기 점검과 손상의 진전이 없음. → 실링보수, 점검통로 재설치. 주의관찰
교량받침		· 받침몰탈균열, 망상균열 · 망침콘크리트 균열	· 시공초기 건조수축 등에 의하여 발생된 비구조적 균열 → 표면처리
		· 받침장치 부식	· 공용증가 및 하부 굴포천강에 의한 습기 및 온도차이 → 재도장
신축이음		· 후타재 균열 · 유간토사퇴적	· 공용기간 증가 및 반복적 차륜하중에 의한 손상 → 청소, 주의관찰
교면포장		· 접속포장부 파손 · 아스콘 파손, 포트홀 · 망상균열	· 공용기간 증가에 따른 노후화, 품질저하, 반복적인 중차량의 주행 등 시공, 환경, 외적요인이 복합되어 발생 → 재포장
배수시설		· 배수구 막힘, 파손 · 배수관 길이부족	· 이물질 퇴적 등에 의해 발생 → 청소, 재설치
난간 및 연석		· 난간파손	· 외부 충격에 의해 발생 → 재설치
		· 중앙분리대 파손 · 연석 철근노출 · 보도부 포장 박리	· 공용 중 외기의 영향 및 염화칼슘, 외부충격 등에 의해 발생 → 단면보수, 단면보수+방청, 주의관찰

사. 기 점검 결과와 비교분석

본 교량의 기 정밀안전점검 결과 비교는 다음과 같다.

<표 4.3.17> 기 점검 결과와 비교

위치	손상내용	기 점검결과		금회 점검결과		손상물량 변화	비고
		물량	단위	물량	단위		
바닥판하면	균열(0.2mm이하)	17.6	m	22.5	m	4.9	▲
	균열부 백태	2.9	m	2.9	m	=	=
	망상균열	7.00	㎡	7.00	㎡	=	=
	백태	1.17	㎡	1.17	㎡	=	=
	콜드조인트	6.00	㎡	6.00	㎡	=	=
	파손	0.04	㎡	0.04	㎡	=	=
	파손 및 철근노출	0.61	㎡	0.61	㎡	=	=
거더	균열(0.2mm이하)	1,402.0	m	1,405.0	m	3.0	▲
	망상균열	1,568.00	㎡	1,568.04	㎡	0.04	▲
	파손	0.32	㎡	0.32	㎡	=	=
	재료분리	1.30	㎡	1.30	㎡	=	=
	균열부 백태	0.3	m	0.3	m	=	=
가로보	상태양호	-	-	-	-	-	=
교대	균열(0.2mm이하)	30.4	m	33.6	m	3.2	▲
	균열부 백태	1.2	m	1.7	m	0.5	▲
	그을음(화재)	2.50	㎡	2.5	㎡	=	=
	박락	0.80	㎡	0.8	㎡	=	=
	백태	1.54	㎡	1.54	㎡	=	=
	실런트 파손	5.00	m	6.5	m	1.5	▲
	표면오염	16.5	㎡	16.5	㎡	=	=
	누수흔적	0.39	㎡	0.39	㎡	=	=
교각	균열(cw=0.2㎜이하)	156.0	m	157.1	m	1.1	▲
	균열(cw=0.3㎜이상)	5.8	m	5.8	m	=	=
	망상균열	67.18	㎡	79.18	㎡	12.00	=
	콘크리트열화	4.00	㎡	4.00	㎡	=	=
	표면오염	49.10	㎡	49.10	㎡	=	=
	박리, 박락	2.30	㎡	10.30	㎡	8.00	▲
	점검통로 파손, 부식	2	EA	2	EA	=	=

<표 4.3.17> 기 점검 결과와 비교(계속)

위치	손상내용	기 점검결과		금회 점검결과		손상물량 변화	비고
		물량	단위	물량	단위		
교량받침	받침장치 부식	55	EA	62	EA	7	=
	받침몰탈 균열(cw=0.2㎜이하)	0.7	m	0.7	m	=	=
	받침몰탈 망상균열	0.08	㎡	0.08	㎡	=	=
	받침콘크리트 균열(cw=0.2㎜이하)	-	-	1.3	m	1.3	▲
신축이음	후타재균열(0.2mm이하)	45.5	m	54.1	m	8.6	▲
	유간토사퇴적	2.79	㎡	2.79	㎡	=	=
	신축이음덮개 이탈	1	EA	-	-	1	▼
교면포장	접속포장부 파손	18.60	㎡	19.20	㎡	0.60	▲
	아스콘 파손	1.00	㎡	1.3	㎡	0.30	▲
	포트홀	0.29	㎡	0.15	㎡	0.14	▼
	망상균열	1,600.0	㎡	1,600.00	㎡	=	=
배수시설	배수구 막힘	16	EA	25	EA	9	▲
	배수관 파손	25.0	m	25.0	m	=	=
	배수관 길이부족	4.0	m	8.0	m	4	▲
난간, 연석	난간 파손	4.7	m	4.7	m	=	=
	중앙분리대 파손	1.25	㎡	1.25	㎡	=	=
	보도부 포장 박리	960.00	㎡	960.00	㎡	=	=
	볼트연결 파손	1	EA	1	EA	=	=
	연석 철근노출	0.03	㎡	0.03	㎡	=	=
	교명주 표면박리,박락	0.40	㎡	0.40	㎡	=	=
기초부	상태양호		-	-	-	=	=

4.3.3 내구성조사 결과

가. 개요

본 과업에서는 현장조사 결과를 기초로 각종 검사기구 및 시험 장비를 사용하여 콘크리트 압축강도, 탄산화 깊이 등을 실시하였다.

구조물의 구성 재료인 콘크리트의 역학적·화학적 특성을 체계적으로 규명하여 대상구조물의 내구성평가 및 상태평가의 기본 자료로 활용하였다.

1) 조사현황

본 과업에서 콘크리트 내구성조사를 위해 콘크리트 강도시험, 탄산화 깊이 측정을 실시하였고, 각 부재별 콘크리트 내구성시험 현황은 다음과 같다.

<표 4.3.18> 부재별 재료시험 현황

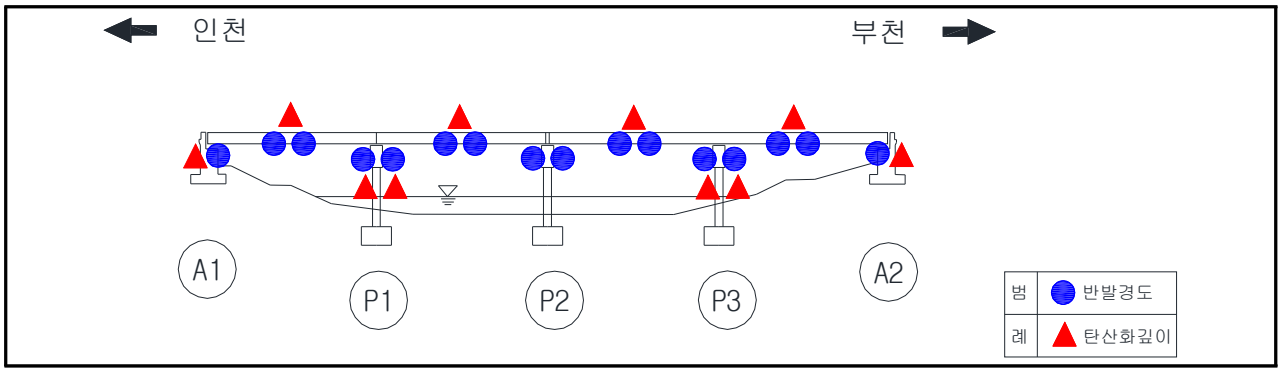
항 목	시험기준		수 량(개소)						비 고
	상부구조	하부구조	기준			실시			
			상부	하부	합계	상부	하부	합계	
반발경도시험	◦50m 마다	◦연장 50m 마다	4	4	8	8	8	16	
탄산화 깊이 측정	◦5경간 이내: 2~3개소[1)] ◦5경간 이상: 3~6개소[2)]		1	2	3	4	6	10	

주1) 교량 상부구조에서 최소 1개소 이상 실시.
주2) 교량 상부구조에서 최소 2개소 이상 실시.

반발경도시험

탄산화 깊이 측정

철근피복두께 측정



<그림 4.3.4> 재료시험 위치도

나. 시험결과 및 분석

1) 콘크리트 강도시험

① 금회 시험결과

반발경도법을 통해 본 구조물에 압축강도를 추정하였으며, 상부구조 8개소, 하부구조 8개소에서 실시하였다. 측정결과, 상부구조 40.7~42.8㎫, 하부구조 25.4~26.8㎫로 설계기준강도(상부구조 : 27.0㎫, 하부구조 : 24.0㎫)를 상회하는 것으로 조사되어 전반적으로 양호한 상태인 것으로 측정되었다.

<표 4.3.19> 반발경도시험 측정결과(㎫)

구분	측정위치	반발경도(Ro)	보정압축강도(㎫)		평균 압축강도(㎫)	설계 기준강도(㎫)	기준강도 대비(%)	비고
			일본재료학회	일본건축학회				
상부구조	S1 인천방향	47.8	26.9	27.7	27.3	27.0	101.2	건전부
	S2 인천방향	48.0	27.1	27.8	27.5	27.0	101.7	비건전부
	S3 인천방향	48.3	27.3	27.9	27.6	27.0	102.3	건전부
	S4 인천방향	48.6	27.5	28.1	27.8	27.0	102.9	건전부
	S1 부천방향	47.6	26.7	27.6	27.2	27.0	100.7	비건전부
	S2 부천방향	48.6	27.6	28.1	27.8	27.0	103.1	건전부
	S3 부천방향	48.1	27.2	27.9	27.5	27.0	101.9	건전부
	S4 부천방향	47.5	26.7	27.6	27.1	27.0	100.4	건전부

※ 설계강도: 2018년도 정밀안전점검 보고서 참조.
※ 비건전부는 누수 등으로 자주 습윤상태가 되거나, 우수에 노출된 부재 및 기타 표면부의 열화가 진행될 수 있는 부위로, 해당 구간 중 상대비교하여 가장 취약한 부분을 비 건전부로 구분함(「시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(안전점검 진단) - 터널 및 옹벽 편(국토교통부/한국시설안전공단, 2019.09.)」

<표 4.3.19> 반발경도시험 측정결과(㎫)(계속)

구분	측정위치	반발경도(Ro)	보정압축강도(㎫)		평균 압축강도(㎫)	설계 기준강도(㎫)	기준강도 대비(%)	비고
			일본재료학회	일본건축학회				
하부구조	A1 인천방향	43.3	23.3	25.7	24.5	24.0	101.9	건전부
	P1 인천방향	44.7	24.4	26.3	25.4	24.0	105.7	건전부
	P2 인천방향	42.6	22.7	25.4	24.0	24.0	100.1	비건전부
	P3 인천방향	42.9	22.9	25.5	24.2	24.0	100.9	건전부
	A2 부천방향	44.3	24.1	26.1	25.1	24.0	104.7	건전부
	P1 부천방향	43.8	23.7	25.9	24.8	24.0	103.4	건전부
	P2 부천방향	43.5	23.4	25.8	24.6	24.0	102.5	비건전부
	P3 부천방향	45.0	24.6	26.4	25.5	24.0	106.4	건전부

※ 설계강도: 2018년도 정밀안전점검 보고서 참조.
※ 비건전부는 누수 등으로 자주 습윤상태가 되거나, 우수에 노출된 부재 및 기타 표면부의 열화가 진행될 수 있는 부위로, 해당 구간 중 상대비교하여 가장 취약한 부분을 비 건전부로 구분함(「시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(안전점검 진단) - 터널 및 옹벽 편(국토교통부/한국시설안전공단, 2019.09.)」

② 기 정밀안전점검 결과와 비교

기 정밀안전점검 결과와 금회 정밀안전점검 결과를 비교·분석한 결과, 측정 결과값에 소폭 차이는 보이나, 전반적으로 설계기준 강도을 상회하는 비슷한 상태로 공용년수 증가에 따른 급격한 강도 감소는 없는 것으로 판단된다.

<표 4.3.20> 기 정밀안전점검 결과와 비교(반발경도시험)(㎫)

구분	기존(2018년) 정밀안전점검			금회(2020년) 정밀안전점검			기준강도
	일본재료학회	일본건축학회	평균	일본재료학회	일본건축학회	평균	
상부구조	27.3~31.0	27.9~30.0	27.6~30.5	26.7~27.6	27.6~28.1	27.1~27.8	27.0
하부구조	22.8~28.5	25.4~28.6	24.1~28.6	22.7~24.6	25.4~26.4	24.0~25.5	24.0

※ 2018년도 정밀안전전점검 보고서 참조

2) 탄산화 깊이 측정

① 금회 시험결과

본 시설물의 탄산화 깊이 측정은 상부구조에서 4개소, 하부구조 6개소를 측정하였다.

탄산화 깊이 측정에 따른 분석결과, 측정위치 모두 잔여깊이 30.0㎜이상으로 탄산화에 의한 철근노출의 우려는 없는 것으로 분석되었다.

또한, 탄산화 속도계수는 다소 빠른 상태로 판단되나 탄산화에 의한 예측 잔존수명은 100년이상을 확보한 상태로 확인되었다.

<표 4.3.21> 탄산화 깊이 측정결과(㎜)

구 분	측정위치	탄산화깊이	피복두께	잔여깊이	속도계수	잔존수명	상태등급
상부구조	S1 (인천방향)	8.0	39.0	31.00	2.138	100년이상	a
	S3 (인천방향)	7.5	38.0	30.50	2.004	100년이상	a
	S2 (부천방향)	8.0	40.0	32.00	2.138	100년이상	a
	S4 (부천방향)	8.5	39.0	30.50	2.272	100년이상	a
하부구조	A1 (인천방향)	11.5	65.0	53.50	3.074	100년이상	a
	P1 (인천방향)	6.5	66.0	59.50	1.737	100년이상	a
	P3 (인천방향)	10.0	67.0	57.00	2.673	100년이상	a
	A2 (부천방향)	15.0	66.0	51.00	4.009	100년이상	a
	P1 (부천방향)	6.0	64.0	58.00	1.604	100년이상	a
	P3 (부천방향)	20.0	63.0	43.00	5.345	100년이상	a

※ 탄산화 깊이 측정시 RC-RADAR를 통해 실 피복깊이를 확인함,

② 기 정밀안전점검 결과와 비교

기 정밀안전점검 결과와 금회 정밀안전점검 결과를 비교·분석한 결과, 탄산화 잔여 깊이는 개별 측정값에서는 다소 차이를 보이나, 전반적으로 비슷한 것으로 판단된다.

개별 측정값의 차이는 시험 부재 및 위치 등의 차이에 의한 것으로 판단되고, 측정한 모든 위치에서 잔여깊이 30㎜이상을 확보하고 있는 것으로 나타나, 탄산화로 인한 철근부식 발생 가능성은 적을 것으로 판단된다.

<표 4.3.22> 기 정밀안전점검 결과와 비교(탄산화 깊이 측정)(㎜)

구분	기존(2018년) 정밀안전점검				금회(2020년) 정밀안전점검				비고
	탄산화깊이	피복두께	잔여깊이	상태등급	탄산화깊이	피복두께	잔여깊이	상태등급	
상부구조	7.7~8.6	38.0~40.0	30.3~32.2	a	7.5~8.5	38.0~40.0	30.5~32.0	a	
하부구조	4.0~26.0	61.0~67.0	35.0~61.0	a	6.0~20.0	63.0~67.0	43.0~59.5	a	

※ 2018년도 정밀안전전점검 보고서 참조

다. 시험결과 요약

본 시설물에 대한 내구성조사 결과는 전반적으로 설계기준 대비 양호한 상태로서 콘크리트

의 내구성 저하 및 철근의 부식 발생 우려는 낮은 것으로 판단된다.

<표 4.3.23> 내구성조사 결과 요약표

구 분		내구성조사 결과			평가의견
비파괴 압축강도	상부구조	시험결과(㎫) Ⓐ	설계기준강도(㎫) Ⓑ	강도비(%) Ⓐ/Ⓑ×100	양호
		27.1~27.8	27.0	100.4~103.1	
	하부구조	시험결과(㎫) Ⓐ	설계기준강도(㎫) Ⓑ	강도비(%) Ⓐ/Ⓑ×100	양 호
		24.0~25.5	24.0	100.1~106.4	
탄산화 깊이측정	상부구조	탄산화 깊이(㎜)	탄산화 잔여깊이(㎜)	상태평가 기준	부식발생 우려없음
		7.5~8.5	30.5~32.0	a	
	하부구조	탄산화 깊이(㎜)	탄산화 잔여깊이(㎜)	상태평가 기준	부식발생 우려없음
		6.0~20.0	43.0~59.5	a	

라. 기 재료시험 결과 비교

본 교량의 내구성평가에 대한 기 정밀안전점검 결과와의 비교는 다음과 같다.

<표 4.3.24> 기 재료시험 결과 비교

구 분		측정결과		비 고
		2018 정밀안전점검	금회 정밀안전점검	
비파괴 압축강도	상부구조	27.6~30.5㎫	27.1~27.8㎫	
	하부구조	24.1~28.6㎫	24.0~25.5㎫	
탄산화 잔여깊이	상부구조	30.3~32.2㎜	30.5~32.0㎜	
	하부구조	35.0~61.0㎜	43.0~59.5㎜	
평가의견	· 기 점검 결과와 콘크리트 압축강도를 비교·분석한 결과, 측정값이 다소 차이를 보이고 있으나, 이는 측정위치, 콘크리트의 표면상태 등에 기인한 것이며, 금회 점검시, 각 부재별 설계기준강도를 상회하는 것으로 나타나, 내구성 강도 저하는 없는 것으로 판단된다. · 탄산화 깊이측정결과, 탄산화 깊이의 큰 변화가 없는 상태이고, 잔여피복두께를 30.0㎜이상을 확보하고 있는 것으로 나타나, 탄산화로 인한 철근노출의 가능성은 적을 것으로 판단된다.			

4.4 상태평가

4.4.1 상태평가 결과

본 상태평가는 「시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(안전점검 진단)－교량편(국토교통부/한국시설안전공단, 2019.09.)」의 기준에 따라 평가를 실시하였다.

<표 4.4.1> 상태평가 결과표

부재의분류		상부구조		2차 부재	기타부재				교량 받침	하부구조		탄산화	
번호	구조 형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음		하부	기초	상부	하부
S1/A1	PF	b	b	a	d	d	b	b	b	b	q	a	a
S2/P1	PF	c	b	a	d	c	c	－	b	b	q	a	a
S3/P2	PF	c	b	a	d	c	b	b	b	c	q	a	a
S4/P3	PF	b	b	a	d	c	b	－	b	b	q	a	a
A2								b	b	b	q	－	a
평균		0.300	0.200	0.100	0.700	0.475	0.250	0.200	0.200	0.240	－	0.100	0.100
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	－	4	3
(평균X가중치) /가중치합		0.054	0.040	0.005	0.049	0.014	0.005	0.018	0.018	0.048	－	0.004	0.003
								결함도 환산점수				0.258	
								상태평가등급				B	

<표 4.4.2> 상태평가 결과

구 분	환산결함도점수	연 장(m)	차선	길이×차선	연장비	결함지수(b)
신상교	0.258	160.52	6	963.12	1.00	0.258
결함 지수					0.258	
상태평가 결과					B	

· 결함도 범위 : 0.130 ≤ 결함도 지수(0.258) < 0.260

4.4.2 기 점검 결과 비교

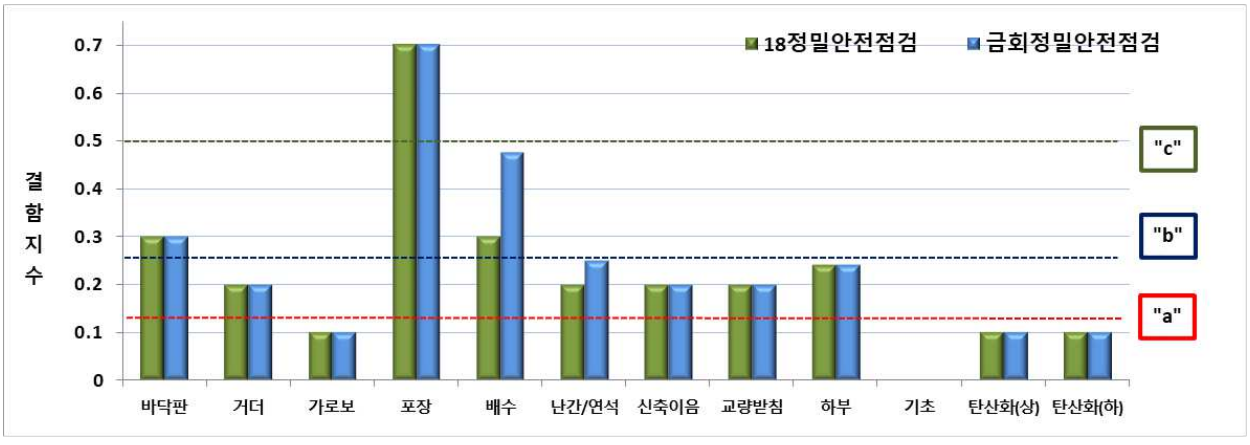
· 최종 상태평가 결과, 상태기준은 “B”로 평가되었으며, 2018년 정밀안전점검 이후 구조적 영향을 미칠만한 손상 및 진전은 없는 것으로 조사되었다.

· 상·하부구조의 기 점검시 조사된 손상들은 대부분 보수가 이루어지지 않았고, 누락된 손상이 추가로 조사되었다. 또한 공용 경과에 따른 손상이 증가되었다.

· 금회 조사는 정밀안전점검으로 기 정밀안전점검과 비교하여 누락 및 추가손상의 차이로 인하여 환산결함도 점수가 0.252 ⇨ 0.258로 증가한 것으로 분석되었다.

<표 4.4.3> 기 점검 결과와의 상태평가 결함도 점수 비교

구 분		18정밀 안전점검		금회 정밀안전점검		가중치 변화요인	비고
		등급	평균	등급	평균		
상부구조	바닥판	c	0.300	c	0.300	-	=
	거더	b	0.200	b	0.200	-	=
	가로보	a	0.100	a	0.100	-	=
기타부재	포장	d	0.700	d	0.700	-	=
	배수	c	0.300	c	0.475	배수구 막힘 증가	▲
	난간, 연석	b	0.200	b	0.250	연석 철근노출 결함도 점수 증가	▲
	신축이음	b	0.200	b	0.200	-	=
받침	교량받침	b	0.200	b	0.200	-	=
하부구조	하부	b	0.240	b	0.240	-	=
	기초	-	0	-	0	-	=
내구성 요소	탄산화(상부)	a	0.100	a	0.100	-	=
	탄산화(하부)	a	0.100	a	0.100		
결함 지수		B	0.252	B	0.258		▲



4.5 종합평가 및 안전등급 지정

4.5.1 개요

대상 시설물의 외관조사 및 비파괴 시험에 의한 상태평가를 기초로 하여 종합적으로 평가하였다. 평가기준은『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침_교량편(2019. 09, 국토교통부/한국시설안전공단)』에 의하여 실시하였으며, 본 과업에서는 상태평가만을 실시하여 종합평가는 상태평가 결과로 갈음하였다.

4.5.2 종합평가 결과

외관조사 및 비파괴 시험에 의한 상태평가 결과를 종합적으로 검토한 결과, 신상교의 종합평가 등급은 B등급" 0.130 ≤ F(0.258) < 0.260으로 평가되었다.

<표 4.5.1> 종합평가 결과

구분	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	결함도점수	평가등급	안전율	평가등급	
신상교	0.258	b	-	-	B
종합평가 의견	· 상태평가결과 "보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태"인 "B"로 평가됨. · 18년도 정밀안전점검 상태평가 결과와 비교한 결과, 결함지수가 증가하였는데 이는 기 점검시 손상의 누락 및 공용기간 일부 신규손상 발생으로 인하여 일부 부재의 지수가 상승한 것으로 분석됨.				

4.5.3 안전등급 지정

본 시설물에 대한 종합적인 평가결과, 『보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태』로서 구조물의 안전등급은 "B등급(양호)"으로 지정되었다.

- **안전등급 : B등급(양호)**

4.6 보수·보강방안

4.6.1 개요

본 절에서는 금회 실시한 정밀안전점검 결과를 토대로 결함 및 손상에 대한 원인을 검토하고 구조물의 안전성과 건전성을 유지하기 위한 보수·보강방법을 제안하고자 한다.

손상 및 결함에 대해서는 조속한 보수, 보강을 실시하는 것이 원칙이나, 경제적이고 효율적인 유지관리를 위해 조사된 손상 및 결함이 구조물의 안전성에 미치는 영향을 고려하여 우선순위를 산정하였다.

4.6.2 보수 · 보강 물량

금회 점검결과, 구조물의 안전성에 영향을 미칠만한 구조적 결함이나 손상은 발생되지 않은 상태로 콘크리트의 재료 · 환경적 특성에 의한 일반적인 손상이 다소 발생된 상태이다. 본 손상은 적절한 보수방법을 보수 우선순위에 맞게 시행하고, 보수 후에도 지속적인 주의관찰을 통한 관리가 필요할 것으로 판단된다.

<표 4.6.1> 보수 · 보강 물량표

구 분	손상내용	손상 물량	단위	보수 물량	단위	보수방안	우선 순위
바닥판 하면	균열(0.2mm이하)	22.5	m	6.75	㎡	표면처리	2순위
	균열부 백태	2.9	m	0.87	㎡	표면처리	2순위
	망상균열	7	㎡	8.40	㎡	표면처리	2순위
	백태	1.17	㎡	1.40	㎡	표면처리	2순위
	콜드조인트	6	㎡	7.20	㎡	주의관찰	3순위
	파손	0.04	㎡	0.05	㎡	단면보수	2순위
	파손 및 철근노출	0.61	㎡	0.73	㎡	단면보수+방청	1순위
거더	균열(0.2mm이하)	1,405.0	m	421.5	㎡	표면처리	1순위
	망상균열	1,568.04	㎡	1881.65	㎡	표면처리	1순위
	파손	0.32	㎡	0.38	㎡	단면보수	2순위
	재료분리	1.3	㎡	1.56	㎡	단면보수	2순위
	균열부 백태	0.3	m	0.09	㎡	표면처리	2순위
가로보	상태양호	-	-		-	-	-
교대	균열(0.2mm이하)	33.6	m	10.08	㎡	표면처리	2순위
	균열부 백태	1.7	m	0.51	㎡	표면처리	2순위
	그을음(화재)	2.5	㎡	3.00	㎡	표면처리	-
	박락	0.8	㎡	0.96	㎡	단면보수	2순위
	백태	1.54	㎡	1.85	㎡	표면처리	2순위

※ 일부 손상은 보수물량 산정시 보수단가 및 방법을 고려하여 단위 및 물량 변경.(0.2㎜이하 균열 : 1m→0.25㎡)
※ 보수물량은 손상물량의 20% 할증함(정확한 수량의 경우는 제외)

<표 4.6.1> 보수·보강 물량표(계속)

구 분	손상내용	손상 물량	단위	보수 물량	단위	보수방안	우선 순위
교대	실런트 파손	6.5	m	7.8	m	실링보수	2순위
	표면오염	16.5	㎡	19.80	㎡	주의관찰	3순위
	누수흔적	0.39	㎡	0.47	㎡	주의관찰	3순위
교각	균열(cw=0.2㎜이하)	157.1	m	47.13	㎡	표면처리	2순위
	균열(cw=0.3㎜이상)	5.8	m	7.0	m	주입보수	1순위
	망상균열	79.18	㎡	95.02	㎡	표면처리	1순위
	콘크리트열화	4	㎡	4.80	㎡	표면처리	2순위
	표면오염	49.1	㎡	58.92	㎡	주의관찰	3순위
	박리, 박락	10.3	㎡	12.36	㎡	단면보수	2순위
	점검통로 파손, 부식	2	EA	2	EA	재설치	2순위
교량받침	받침장치 부식	62	EA	62	EA	재도장	2순위
	받침몰탈 균열(cw=0.2㎜이하)	0.7	m	0.21	㎡	표면처리	2순위
	받침몰탈 망상균열	0.08	㎡	0.10	㎡	표면처리	2순위
	받침콘크리트 균열(cw=0.2㎜이하)	1.3	m	0.39	㎡	표면처리	2순위
신축이음	후타재균열(0.2mm이하)	54.1	m	64.9	m	주의관찰	3순위
	유간토사퇴적	27.9	m	33.5	m	청소	2순위
교면포장	접속포장부 파손	19.2	㎡	23.04	㎡	재포장	1순위
	아스콘 파손	1.3	㎡	1.56	㎡	재포장	1순위
	포트홀	0.15	㎡	0.18	㎡	재포장	1순위
	망상균열	1,600.00	㎡	1920.00	㎡	재포장	1순위
배수시설	배수구 막힘	25	EA	25	EA	청소	2순위
	배수관 파손	25	m	30.0	m	재설치	2순위
	배수관 길이부족	8	m	9.6	m	재설치	3순위
난간, 연석	난간 파손	4.7	m	5.6	m	재설치	2순위
	중앙분리대 파손	1.25	㎡	1.50	㎡	단면보수	2순위
	보도부 포장 박리	960	㎡	1152.00	㎡	주의관찰	3순위
	볼트연결 파손	1	EA	1	EA	주의관찰	3순위
	연석 철근노출	0.03	㎡	0.04	㎡	단면보수+방청	1순위
	교명주 표면박리,박락	0.4	㎡	0.48	㎡	단면보수	2순위
기초부	상태양호	-	-		-	-	-

※ 일부 손상은 보수물량 산정시 보수단가 및 방법을 고려하여 단위 및 물량 변경.(0.2㎜이하 균열 : 1m→0.25㎡)
※ 보수물량은 손상물량의 20% 할증함(정확한 수량의 경우는 제외)

4.6.3 보수 · 보강 공사비

금회 정밀안전점검 결과에 따른 보수 · 보강 공사비는 다음과 같다.

<표 4.6.2> 유지관리 개략공사비

구 분	손상내용	보수 물량	단위	단가 (천원)	보수공법	개략공사비 (천원)	우선 순위
바닥판 하면	균열(0.2mm이하)	6.75	㎡	60	표면처리	45	2순위
	균열부 백태	0.87	㎡	60	표면처리	36	2순위
	망상균열	8.40	㎡	60	표면처리	20	2순위
	백태	1.40	㎡	60	표면처리	3	2순위
	파손	0.05	㎡	250	단면보수	144	2순위
	파손 및 철근노출	0.73	㎡	260	단면보수+방청	101	1순위
거더	균열(0.2mm이하)	421.5	㎡	60	표면처리	6,674	2순위
	망상균열	1881.65	㎡	60	표면처리	360	2순위
	파손	0.38	㎡	250	단면보수	402	2순위
	재료분리	1.56	㎡	250	단면보수	345	2순위
	균열부 백태	0.09	㎡	60	표면처리	1	2순위
교대	균열(0.2mm이하)	10.08	㎡	60	표면처리	851	2순위
	균열부 백태	0.51	㎡	60	표면처리	132	2순위
	박락	0.96	㎡	250	단면보수	306	2순위
	백태	1.85	㎡	60	표면처리	70	1순위
	실런트 파손	7.8	m	30	실링보수	2,353	2순위
교각	균열(cw=0.2㎜이하)	47.13	㎡	60	표면처리	780	1순위
	균열(cw=0.3㎜이상)	7.0	m	50	주입보수	150	2순위
	망상균열	95.02	㎡	60	표면처리	5,040	2순위
	콘크리트열화	4.80	㎡	60	표면처리	1,122	2순위
	박리, 박락	12.36	㎡	250	단면보수	306	2순위
	점검통로 파손, 부식	2	EA	1000	재설치	4	2순위

※ 보수물량은 손상물량의 20% 할증함(정확한 수량의 경우는 제외)
※ 부대공은 교량점검차 일대 150만원 4일로 측정하였음.

<표 1.6.2> 유지관리 개략공사비(계속)

구 분	손상내용	보수 물량	단위	단가 (천원)	보수공법	개략공사비 (천원)	우선 순위
교량받침	받침장치 부식	62	EA	60	재도장	3,720	2순위
	받침몰탈 균열(cw=0.2㎜이하)	0.21	㎡	60	표면처리	13	2순위
	받침몰탈 망상균열	0.10	㎡	60	표면처리	6	2순위
	받침콘크리트 균열(cw=0.2㎜이하)	0.39	㎡	60	표면처리	23	2순위
신축이음 장치	유간토사퇴적	33.5	m	10	청소	335	2순위
교면포장	접속포장부 파손	23.04	㎡	70	재포장	134,400	1순위
	아스콘 파손	1.56	㎡				
	포트홀	0.18	㎡				
	망상균열	1920.00	㎡				
배수시설	배수구 막힘	25	EA	20	청소	500	2순위
	배수관 파손	30.0	m	150	재설치	4,500	2순위
	배수관 길이부족	9.6	m	150	재설치	1,440	3순위
난간, 연석	난간 파손	5.6	m	2,000	재설치	2,000	2순위
	중앙분리대 파손	1.50	㎡	250	단면보수	375	2순위
	연석 철근노출	0.04	㎡	260	단면보수+방청	9	1순위
	교명주 표면박리,박락	0.48	㎡	250	단면보수	120	2순위
순공사비 합계						302,844	
제경비(순공사비의 50%)						151,422	
부대공비(교량점검차 일식)						6,000	
순위별 공사비(제경비 포함)				1순위		278,838	
				2순위		22,566	
				3순위		1,440	
공사비 총계						**460,266**	

※ 보수물량은 손상물량의 20% 할증함(정확한 수량의 경우는 제외)
※ 부대공은 교량점검차 일대 150만원 4일로 측정하였음.

4.7 유지관리방안

4.7.1 개 요

유지관리방안은 금번 정밀안전점검에서 조사되고 분석된 손상 및 결함을 근거로 하여 다음과 같이 중점유지관리 항목을 제시하였고, 그에 따른 유지관리업무를 기술하였다.

4.7.2 중점유지관리 사항

본 정밀안전점검 결과, 구조물의 현재 상태는 구조적 안전성을 확보한 상태로 분석되었지만, 향후 구조물의 공용기간이 증가되면서 시공당시의 결함 및 공용중 내구성 저하 및 구조적 불안전 요소로 발전될 수 있는 손상들에 대해서는 중점유지관리 항목으로 선정하여 구조물의 유지관리를 실시하는 것이 타당할 것으로 판단되며, 중점유지관리 항목은 아래와 같다.

<표 4.7.1> 중점유지관리 항목

구 분	관리사항	중점유지관리 항목	손상현황
거더	망상균열	· 거더 측면에 전반적인 망상균열 발생. → 표면처리	
바닥판하면	철근노출	· 국부적인 피복두께 부족. 보수시 열화 및 부식부 완전 제거 후 보수 시행 확인 → 단면보수+방청	
포장부	전체 망상균열	· 공용기간 증가에 따른 포장부 전체 망상균열 발생 → 전면 재포장	
받침장치	받침장치부식	· 공용중 습기, 온도차 및 우수 등에 발생된 손상으로 대다수 부식 발생 → 재도장	

4.8 종합결론

4.8.1 외관조사

가. 바닥판하면

- 상부구조는 프리플렉스빔교(PF) 형식으로 구성되어 있고, 바닥판 하면은 별도의 마감재 처리 없이 콘크리트가 노출된 상태이다.
- 바닥판하면 점검결과, 균열, 망상균열, 균열부백태, 백태, 콜드조인트, 파손 및 철근노출 등이 조사되었다.
- 바닥판하면에 조사된 균열, 망상균열은 시공초기 건조수축, 외·내부 구속의 영향 및 공용 중 온도변화에 따른 신축작용 등의 복합적인 원인에 의해 국부적으로 발생하였다. 발생된 균열은 구조물의 안전성 및 내구성에 미치는 영향은 미미할 것으로 표면처리를 통한 보수를 시행해야 할 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 균열 및 백태, 백태는 공용 중 하부 굴포천에 의한 습기 및 온도차이 등 복합적인 영향에 의해 국부적으로 콘크리트 균열부 및 표면에 미세하게 발생되었다. 조사된 손상은 내구성 향상을 위해 표면처리를 시행하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.
- 시공초기 다짐불량, 품질관리미흡 및 국부적인 피복부족, 충격 등으로 판단되는 파손, 파손 및 철근노출은 구조물에 대비하여 발생빈도 및 크기가 작은 상태이나 장기적인 구조물의 내구성 확보를 위하여 파손은 단면보수, 파손 및 철근노출은 단면보수+방청이 필요하다.
- 누수흔적, 콜드조인트는 기 점검과 비교시 손상의 진전이 없는 상태로, 지속적인 주의관찰을 통한 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

나. 거더 및 가로보

- 거더는 PF Beam으로 경간당 14기씩 4경간에 걸쳐 총 56기가 시공되어 있으며, 거더 사이에는 하중분배, 비틀림 방지 등을 위한 가로보가 설치되어 있다.
- 거더 및 가로보 점검결과, 거더는 균열, 망상균열, 파손, 재료분리, 균열부 백태 등이 조사되었고, 가로보는 손상발생이 없는 양호한 상태로 조사되었다.
- 거더에 발생된 균열, 망상균열은 시공초기 건조수축, 내·외부 구속의 영향 및 공용 중 온도변화에 따른 신축작용 등의 복합적인 원인에 의해 발생된 비구조적 균열로서, 표면처리를 일괄 수행하여 구조물의 내구성 확보를 하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.
- 균열부 백태는 공용 중 하부 굴포천에 의한 습기, 온도 차이 및 외기 등에 의해 거더

균열부에 국부적으로 발생 되었으며, 균열보수 시 일괄적인 표면처리를 시행하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

· 거더에 국부적으로 조사된 파손, 재료분리는 시공초기 다짐불량 및 거푸집 조기탈형, 품질관리미흡, 충격 등에 의해 발생 되었으며, 발생빈도 및 크기가 작은 상태이나 구조물의 내구성 확보를 위하여 단면보수를 시행하여야 할 것이다.

다. 교대

· 본 교량의 교대(A1, A2)는 철근콘크리트 역T형 구조형식으로 시공 되어있다.

· 교대 점검결과 균열, 균열부 백태, 백태, 박리 및 박락, 실런트 파손, 표면오염, 누수흔적 등이 조사되었다.

· 교대에 조사된 균열은 일정한 패턴 및 특정 유형 없이 불규칙적으로 조사되었으며, 시공 시 품질확보 미흡, 콘크리트 타설 시기 차이에 의한 외부구속, 건조수축 및 양생 시 온도차 등으로 발생된 비구조적 균열로 판단된다. 조사된 cw=0.2㎜이하균열은 표면처리를 통한 보수를 시행 하여야 할 것이다.

· 균열부 백태, 백태는 공용증가에 의한 하부 굴포천의 습기 및 온도차이로 인하여 비건전부 및 국부적인 균열부에 발생된 것으로 표면처리를 통한 보수가 필요할 것으로 판단된다.

· 시공초기 다짐불량, 거푸집 조기탈형, 품질관리미흡 및 국부적인 피복부족 등으로 판단되는 박리 및 박락은 구조물에 대비하여 발생빈도 및 크기가 작은 상태이나 장기적인 구조물의 내구성 확보를 위하여 단면보수가 필요할 것이다.

· 기타 손상으로 공용기간 증가에 따른 실런트 파손은 내구성 향상을 위해 실릴보수를 실시하는 것이 바람직하고, 그을음, 표면오염, 누수흔적은 기 점검과 손상의 규모가 동일하여 지속적인 주의관찰를 실시하는 것이 필요할 것이다.

다. 교각

· 본 교량의 교각은 3주식으로 총 6기가 시공되어 있으며, 모든 교각에 점검로가 설치되어 있는 것으로 확인되었다.

· 교각 점검결과 균열, 망상균열, 콘크리트열화, 표면오염, 박리, 박락, 점검통로 파손 및 부식 등이 조사되었다.

· 교각에 조사된 균열 및 망상균열은 대다수 코핑부에 발생 되었으며 형상, 방향성, 발생 위치 등을 고려해 볼 때 건조수축, 온도변화, 내·외부구속 작용 등 부피변화에 기인한 균열로 조사 되었었다. cw=0.3㎜이상 균열은 기 점검과 비교결과 진행성이 없는 것으로 확인되었으며, 주입보수 후 지속적인 주의관찰을 하고, cw=0.2㎜이하 균열 및 망상균열은 표면처리를 시행하여 구조물의 내구성 저하 방지가 필요하다.
· 시공초기 다짐불량, 거푸집 조기탈형, 품질관리미흡 및 국부적인 피복부족 등으로 판단되는 박리, 박락은 장기적인 구조물의 내구성 확보를 위하여 단면보수가 필요할 것이다.
· 그 외 조사된 콘트리트열화, 표면오염은 구조물의 사용성에 지장이 없는 것으로 판단되어 주의관찰 후 향후 손상의 진행상태에 따른 유지관리가 필요할 것이고, 점검통로 파손, 부식은 추후 시설물 점검이나 유지관리의 효율성 증대를 위해 재설치를 실시하는 것이 바람직할 것이다.

라. 교량받침

· 교량받침의 형식은 전개소 탄성받침으로 교대 14개소씩 2기, 교각 P1, P3 14개소씩 2기, P2 28개소 1기, 총 84개소 설치되어 있으며, P1, P3가 고정단으로 시공되어 있다.
· 교량받침 점검결과 받침장치 부식, 받침몰탈 균열, 받침몰탈 망상균열, 받침콘크리트 균열 등이 조사되었다.
· 받침몰탈에 발생한 균열(cw=0.2㎜이하), 망상균열은 정착부(앵커볼트 설치부)가 아닌 교량받침 중앙부에 발생된 방향성이 없는 상태로, 교량받침에 작용하는 수평력에 의한 구조적 손상이 아닌 시공초기 건조수축으로 인한 균열로 표면처리를 통해 내구성 저하 방지가 필요할 것으로 판단된다.
· 받침콘크리트에 조사된 균열은 시공초기 건조수축 및 내·외부구속 작용으로 인한 균열로 양생 시 온도차 등으로 생긴 비구조적 균열이며, 몰탈균열 보수시 일괄적으로 보수를 시행하여야 할 것이다.
· 조사된 받침장치 부식은 공용증가 및 굴포천에 의한 습기 및 온도차, 우기시 외부에서 유입된 빗물 등에 발생된 손상으로 받침 전반적으로 조사되었으며, 손상진행 상태를 확인하여 일괄적인 재도장이 필요할 것으로 판단된다.
· 교량받침 이동량을 검토한 결과 전체적으로 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되어 교량받침의 가동에는 문제가 없는 것으로 판단된다.
· 연단거리 측정 결과, 측정값은 500~1020㎜로서 계산치(400㎜)를 상회하는 것으로

분석되어, 본 교량의 교량받침 연단거리 확보에 문제가 없는 것으로 평가되었다.

마. 신축이음장치

· 신축이음장치는 온도변화 및 활하중에 따른 상부구조의 신축작용을 원활하게 수용하고 상부구조 이음부에서 차량의 주행성을 확보하기 위한 중요한 부속 시설물로서 본 구조물의 차도부 신축이음은 레일조인트 형식으로 총 3개소가 설치되어 있다.
· 신축이음 점검결과 후타재균열, 유간토사퇴적 등이 조사되었다.
· 신축이음의 후타재에 발생된 균열은 공용기간이 증가됨에 따라 우수, 제설용 염화칼슘, 중차량의 반복적 이동 등의 복합적인 원인으로 발생된 것으로 조사되었다. 조사된 후타재 손상은 손상정도가 경미하고 후타재의 보수는 반복적인 차륜의 마모로 인하여 보수효과가 미미하므로 지속적인 주의관찰이 필요할 것으로 판단된다.
· 신축이음의 유간부 및 주변 토사퇴적은 공용년수 증가에 따른 이물질 퇴적이 발생한 것으로서, 온도변화에 따른 신축거동에 영향을 미치므로 주기적인 청소가 필요하다.
· 전 구간에 설치된 신축이음 유간, 바닥판 및 거더 유간을 각각 측정한 결과, 측정된 유간은 신축여유량을 확보하고 있는 것으로 나타나 신축이음의 거동상태는 양호한 것으로 판단된다.

바. 교면포장

· 교면포장은 왕복 6차로에 아스팔트(ASP)포장으로 시공되어있다.
· 교면포장 점검결과 접속포장부 파손, 아스콘 파손, 포트홀, 망상균열 등이 조사되었다.
· 교면포장에 발생된 접속포장부 파손, 아스콘 파손, 포트홀, 망상균열 등의 손상은 중차량의 지속적인 통행, 온도변화에 의한 신축작용 등의 복합적인 원인에 의해 발생된 것으로 판단된다. 조사된 손상은 손상부를 통한 우수 및 제설제의 유입 가능성이 있으므로, 시설물의 내구성 향상을 위해 전면 재포장을 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

사. 배수시설

· 배수시설은 하천용으로 총 30개소가 설치되어 있다.
· 배수시설 점검결과 배수구 막힘, 배수관 파손, 배수관 길이부족이 조사되었다.
· 배수시설의 집수구는 토사 및 이물질로 인하여 전 개소 막힌 상태로 청소가 필요한 상태이며, 배수관 파손 및 길이부족은 재설치가 필요할 것으로 판단된다.

아. 난간 및 연석

· 본 교량의 좌·우측 보도부에는 연석 및 난간이 시공되어 있으며, 중앙부에는 중앙분리대가 시공되어있다.
· 난간 및 연석 외관조사 결과 난간 파손, 중앙분리대 파손, 보도부 박리, 볼트연결 파손, 연석 철근노출, 교명주 표면 박리, 박락 등이 조사되었다.
· 난간 및 중앙분리대에 조사된 파손은 외부충격에 의해 발생된 것으로, 난간은 재설치를 실시하고, 중앙분리대는 단면보수를 실시하는 것이 바람직하다.
· 연석 철근노출, 교명주 표면 박리, 박리은 공용 중 외기의 영향 및 동절기 염화칼슘 등에 의해 발생된 것으로 내구성 향상을 위해 연석 철근노출은 단면보수 및 방청을 실시하고, 교명주 표면박리, 박락은 단면보수가 필요할 것으로 판단된다.
· 보도부 전구간 조사된 표면박리는 공용기간 증가에 따른 것으로 사용성에는 문제가 없을 것으로 판단되어 추후 지속적인 주의관찰 후 보수시기를 결정하여 일괄 재포장을 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.
· 볼트연결파손은 충격 등에 의한 것으로 기 점검과 손상의 규모가 동일하고 정도가 미미하여 지속적인 주의관찰이 필요할 것이다.

자. 기초부

· 본 시설물의 기초는 강관 PIPE로 시공되었으며, 현장 조사 시 지중에 근입 되어있어 육안조사는 어려운 상황이다.
· 기초 주변의 외관조사결과 기초부의 파손, 기울음, 전도, 세굴 등의 손상은 조사되지 않았고, 법면 또한 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

1.8.2 내구성조사

가. 반발경도법 시험

반발경도법을 통해 본 구조물에 압축강도를 추정하였으며, 상부구조 8개소, 하부구조 8개소에서 실시하였다. 측정결과, 상부구조 40.7~42.8㎫, 하부구조 25.4~26.8㎫로 설계기준강도(상부구조 : 27.0㎫, 하부구조 : 24.0㎫)를 상회하는 것으로 조사되어 전반적으로 양호한 상태인 것으로 측정되었다.

나. 탄산화 시험

본 시설물의 탄산화 깊이 측정은 상부구조에서 4개소, 하부구조 6개소를 측정하였다.

탄산화 깊이 측정에 따른 분석결과, 측정위치 모두 잔여깊이 30.0㎜이상으로 탄산화에 의한 철근노출의 우려는 없는 것으로 분석되었다.

4.8.3 종합평가 및 안전등급 지정

본 시설물은 준공 후 약 14년이 경과된 PF 빔교 형식의 교량으로 상태평가 결과 “보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태”인 “B”로 평가되어, 종합평가는 “B등급(양호)”으로 평가되었으며, 시설물의 안전등급은 “B등급(양호)”으로 지정 되었다.

4.8.4 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성 여부

본 시설물은 정밀안전점검 결과, 일부부재에 부분적으로 손상이 발생되었으나 구조물의 안전성에는 영향이 없는 경미한 손상으로 긴급진단이나 정밀안전진단, 사용제한은 필요치 않은 것으로 판단된다.

4.8.5 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항

본 시설물의 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항은 본 보고서 4.7.2 중점유지관리 사항에 수록하였다.