

제 16 장

신덕은파주문산CC

16.1 시설물 개요

16.2 자료수집 및 분석

16.3 현장조사

16.4 재료시험 측정결과의 분석

16.5 상태평가

16.6 종합평가 및 안전등급

16.7 보수·보강 및 유지관리 방안

16.8 종합결론

제 16 장 신덕은파주문산CC

16.1 시설물 개요

16.1.1 대상 시설물의 개요

신덕은파주문산CC 전력구는 2016년 준공되어 약 7년간 공용중인 시설물로서, 전력구는 □ 2.4x2.2m, 내경Ø3.0m 규격의 개착식-터널식 전력구로 시공된 연장 2117.0m의 시설물이다.

번호	전력구명	시점	종점	길이	형식	공법	폭	높이	준공년도
16	신덕은파주문산CC	신덕은S/S	수직구#1	25	개착	현타	2.4	2.2	2016
		수직구#1	수직구#3	2000	터널	TBM	3.0	3.0	2016
		수직구#3	장문C/T	92	개착	현타	2.4	2.2	2016



내용

박스 내부 전경



내용

환기구 전경



내용

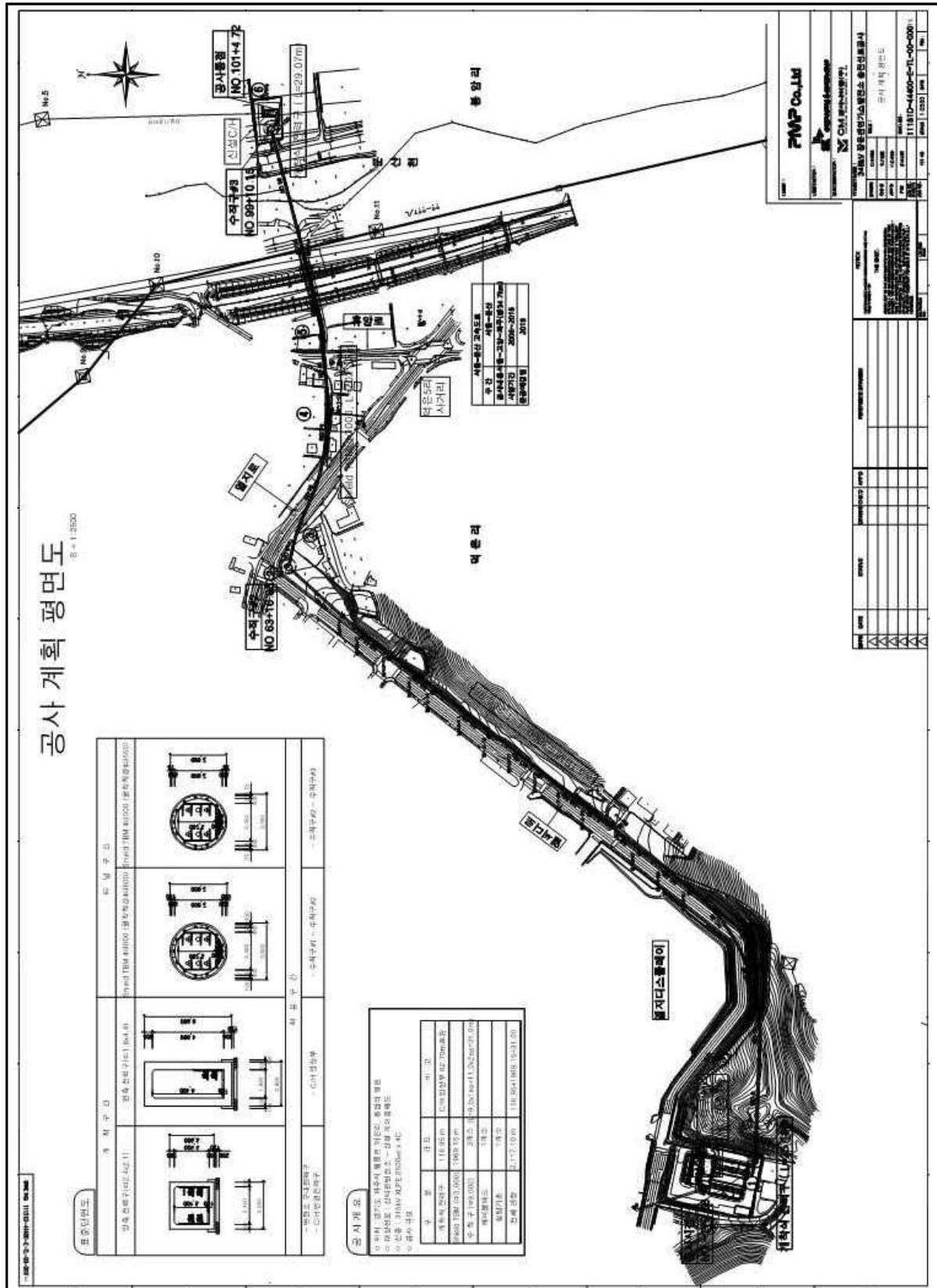
현장 교육 전경



내용

외관조사 전경

16.1.2 관련도면



【그림 16.1】 신덕은파주문산CC 공사계획평면도

설계기준 (1)

S = NONE

■ 적용 설계 기준

관련기준	관련기준
국토의 일부	- 토목공사 일반표준시방서 - 콘크리트 표준시방서 - 도로표시방서 - 표준구조물 기초설계 및 시공지침 - 터널 설계기준 - 지중송전 설계기준 - 저전압배전설계서 - 통신보통설계서 - 전기설비 기술기준에 관한 규칙 - 전기공급약관 및 내선배선 규정 - 직접 작업 절차서 - 입찰 안내서
관 계 부	- 터널공사 표준시방서 - 도로공사 표준시방서
기 타	- 하수도 시설기준 - 상수도 시설기준 - 한국공법 규칙 - 기타 청부기관에서 시행하고 있는 설계기준 및 기준

■ 설계방법

적용설계법	대 상 구 조 물
강도설계법	- 철근콘크리트 구조물 (주철구, 환기구, 개략적 전배구, 세그먼트) - 상하중을 고려한 사용성 (처짐, 균열, 변위, 처짐, 지진 등) 검토 - 가시보 구조물, 무연콘크리트 구조물

■ 하중신정

강도설계법 : 콘크리트를 적용

하중을 신정 : 설계법 : 상하중을 적용

하중신정 : 사용성, 활하중, 충격하중, 간주하중, 크리프, 온도변화, 모인, 수압, 지진하중, 지지점의 부동형하 영향을 고려

■ 고정하중

재 료	단위 중량 (단위 KN/m ³)	재 료	단위 중량 (단위 KN/m ³)
강재, 주강, 단조강	78.5	목 재	8.0
주 질	72.5	역상재(상수용)	11.0
말 미 질	28.0	역상포장	23.0
철근콘크리트	25.0	모 래	19.0
무연콘크리트	23.5	벽돌쌓음	20.0
시 면 토 용 탈	21.5	석 고 포장	26.0
석 재	26.0	지 하 수	10.0
도상자갈, 쇄석	19.0		

토압은 벽면의 작용하는 토압하중으로 적용

■ 활 하중

표준트럭하중(DS-24), 군진하중 등을 고려하여 불리한 용역이 발생하는 하중을 사용하여 설계

가시보 설계시 과적하중은 10kPa를 적용

■ 토 압

구 분	토압공식	관 장 점 토	상 시	토압계수
단 면 설 계	COULOMB 공식	RANKINE 공식	COULOMB 토압계수, 시정회계법	MONOBORE OKABE 토압계수

토압은 벽면에 작용하는 토압하중으로 적용

■ 주요재료 사용기준

종 류	항복응력(MPa)	인장응력(MPa)	최 용 구 조 용
SD 40	$f_y = 400$	$f_{sa} = 180$	- 세그먼트 - 주철구 및 판기구 - 개략적 전배구 - 토류벽콘크리트

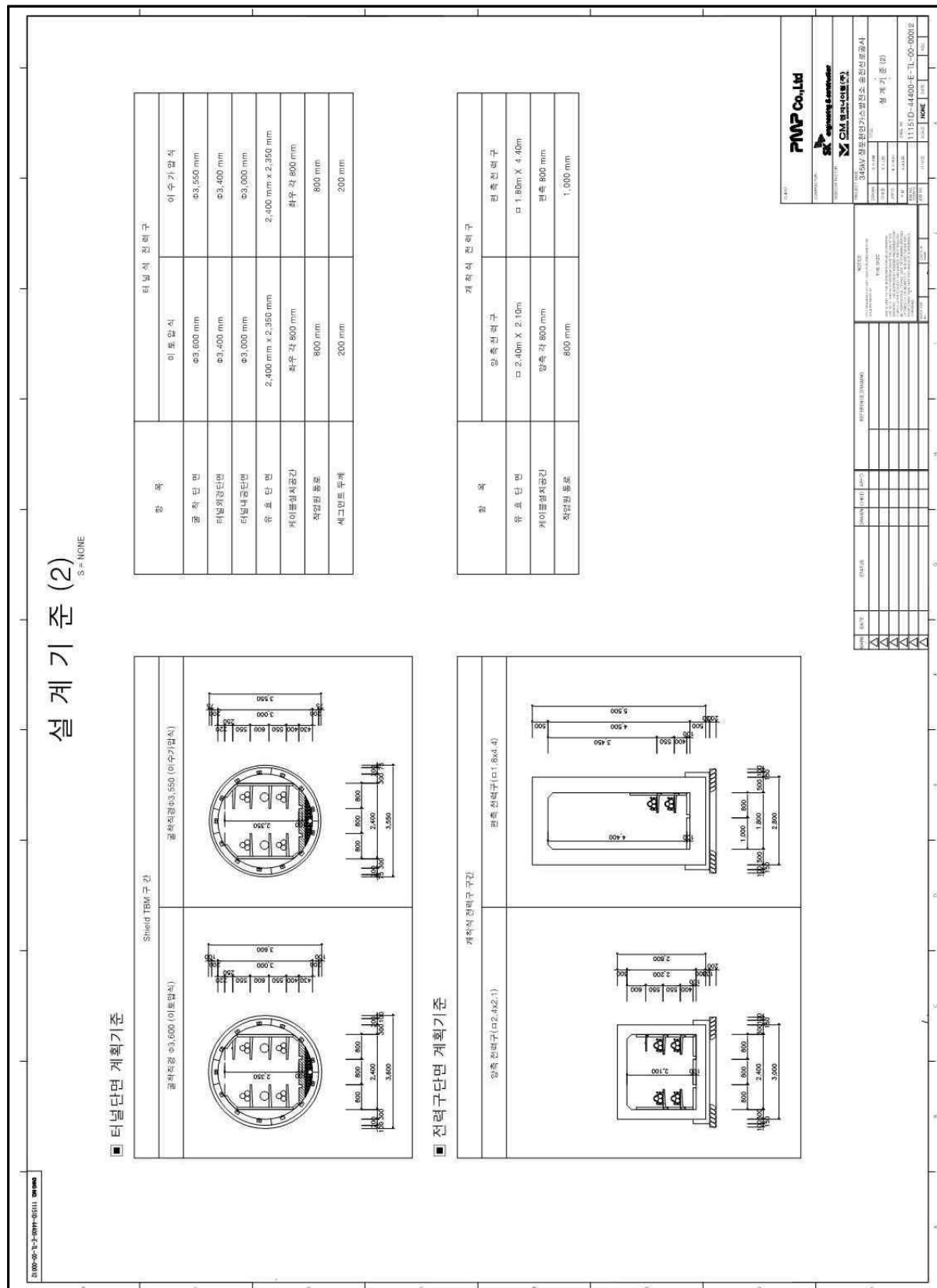
콘크리트

설계기준강도(MPa)	최 용 구 조 용
42MPa 이상	세그먼트
27MPa 이상	주철구, 환기구, 개략적 전배구
21MPa 이상	중크리트, 모토, 방벽벽
18MPa 이상	비철콘크리트, 토류벽콘크리트, 해빙콘크리트

【그림 16.2】 신덕은파주문산CC 설계기준-1

2023년도 경기북부 송전전력구, 맨홀 정밀안전점검용역

I - 473



【그림 16.2】 신덕은파주문산CC 설계기준-2

16.2 자료수집 및 분석

16.2.1 설계도서 등의 보존

시설물의 준공도서로서 종·평면도, 단면도, 구조물도, 시공상세도, 구조계산서, 수리·수문계산서, 공사시방서 등 시설물의 유지관리에 필요한 도서 등 가설당시의 모든 설계도서와 준공 이후의 점검이나 진단보고서 및 이력, 보수·보강 공사 이력 및 내역 등 유지관리 자료를 보존하는 것이 가장 중요하다. 본 대상구조물의 관련자료 수집내용 및 설계도 확인은 다음과 같다.

【표 16.1】 자료수집 항목 및 검토

항 목 및 검 토	
설계도서	1) 공통 - 준공내역서, 공사시방서 【일부보유】 - 각종계산서 【미보유】 - 토질 및 지반조사 보고서 【미보유】 - 기타 특이사항 보고서 【미보유】
	2) 설계도면 - 위치도, 평면도, 단면도(중·횡), 구조물도, 철근배근도 등 【일부보유】
시설물관리대장	- 기본현황, 상세제원, 유지관리 이력 【보유:전력구관리대장】
시공관련자료	1) 시공관련 자료 - 사진(주요공종 사진 등) 【미보유】 - 기타(시설물 부재의 상세도면, 주요 설계변경 내역 등) 【일부보유】 2) 품질관리 관련자료 - 재료증명서, 품질시험기록 【미보유】 - 관리 및 선정시험 기록 등 각종시험 기록 【미보유】 - 시설물의 주요 구조부위에 대한 계측 관련자료 【미보유】 3) 사고기록 - 사고날짜, 장소, 경위 등 【미보유】 4) 운영기록 - 준공일로부터 현재까지의 전반적인 운영상황을 기록한 자료 【일부보유】
안전점검 및 정밀안전점검자료	1) 공통 - 사용제한 사항 【보유: 2021 점검보고서】 - 부대시설물 【보유: 2021 점검보고서】 - 환경조건(구조물의 내구성과 안전에 영향을 주는 조건) 【보유: 2021 점검보고서】 2) 시설물별 특이사항 - 시설물 형식, 하부형태 및 기초상태, 통행제한 상태 등 【일부보유】
보수·보강 공사자료	1) 보수·보강의 경위 【일부보유】 2) 보수·보강 적용공법 및 적용범위 【일부보유】 3) 보수·보강 기간 및 시행자(감독, 시공자) 등 【일부보유】

가. 검토결과

- 1) 관련자료 보유 여부 및 내용을 검토한 결과, 설계도서(도면), 시공자료 등은 일부 보유하고 있는 것으로 확인되었다
- 2) 향후 점검자료 및 보수 또는 보강 등이 이루어질 경우에는 도면 복원화를 권고하며, 관련자료의 비치 및 보존을 통한 시설물의 유지관리가 이루어지도록 하여야 한다.

16.2.2 설계 및 시공검토 사항

가. 개요

관련자료를 검토하여 기본적인 시공사항, 설계조건을 파악하였다.

나. 설계도면

설계도서(도면), 시공자료 등은 일부 보유하고 있는 것으로 확인되었다

다. 지반조사

지반조사에 대한 사항은 지반보고서 미보유로 확인이 불가능한 것으로 검토되었다.

라. 구조검토

구조검토에 대한 사항은 구조계산서 미보유로 확인이 불가능한 것으로 분석되었다.

16.2.3 기 실시한 점검 및 진단 이력

【표 16.2】 기 실시한 점검 및 진단현황

번호	점검/ 진단명	점검/ 진단기간	점검/ 진단기관	주요점검 / 진단 결과	안전 등급	비고
1	정밀 안전 점검	2021.07.07.~ 2021.12.03	한국종합안전 연구원	- 금회 점검에서 조사된 손상들은 구조적 결함에 의한 손상은 확인되지 않았으며, 발생한 손상은 일반적인 지하매설 구조물에 공용 중 발생하는 일반적인 손상으로 판단되며, 박스형 구간 벽 체 및 터널형 구간 바닥슬래브에 폭 0.3mm이상의 균열이 다수 조사되었다. 균열부를 통한 누수 및 균열의 진행도 예방과 내구성 확보를 위해 우선적인 보수조치가 필요할 것으로 판단된다. 조사된 결함에 보수를 실시하고, 점검결과에 따른 중점 유지관리방안에서 제시한 대로 보수부 및 중점유지관리가 필요한 부위에 대하여 효율적인 유지관리를 실시한다면, 구조물의 안전성과 사용성을 확보할 수 있을 것으로 판단된다	B등급	

16.2.4 보수 · 보강 이력 검토

【표 16.3】 보수 · 보강이력

공사기간	공사 구분	보수, 보강 부위	설계자	시공자
		공사내역	공사비(천원)	책임기술자
-	-	-	-	-
		-		

16.2.5 기타 관련자료

- 해당사항 없음

16.2.6 관련자료 검토 결과

본 과업의 효율적인 용역 수행을 위하여 건설관련(준공도면) 및 유지관리 자료 (기존 점검자료)를 일부 입수하였으며, 수집 자료를 검토, 분석하여 시설물의 현황을 파악하고 정밀안전점검 과업의 방향 및 기초자료로 활용함.

16.3 현장조사 및 시험

16.3.1 현장조사 결과분석

신덕은파주문산CC 전력구는 2016년 준공되어 약 7년간 공용중인 시설물로서, 전력구는 □ 2.4x2.2m, 내경 Ø3.0m 규격의 개착식-터널식 전력구로 시공된 연장 2117.0m의 시설물이다.



【사진 16.1】 신덕은파주문산CC 전력구 현황

1) 전력구 (박스 및 터널) 구간

① 외관조사 요약

금회 외관조사결과, 균열(0.3mm미만&이상), 망상균열, 백태, 파손, 재료분리, 덮개파손, 박리가 조사되었으며, 금회 조사는 전력구 구간, 수직구 및 환기구 구간으로 나누어 시행하였다.

【표 16.4】 신덕은파주문산CC 전력구 구간 손상현황

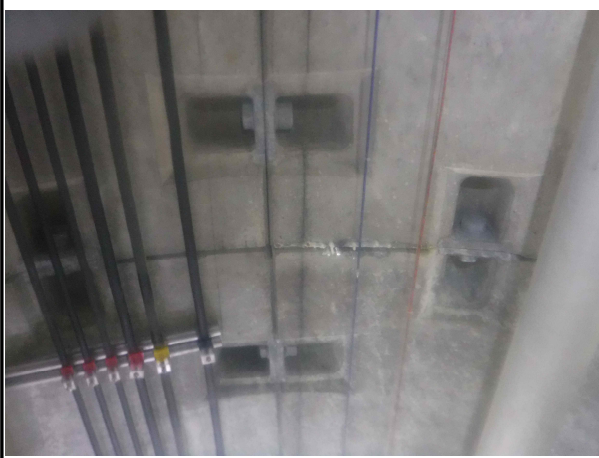
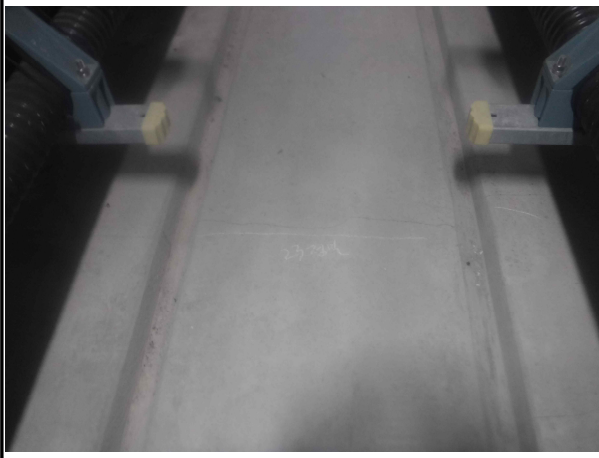
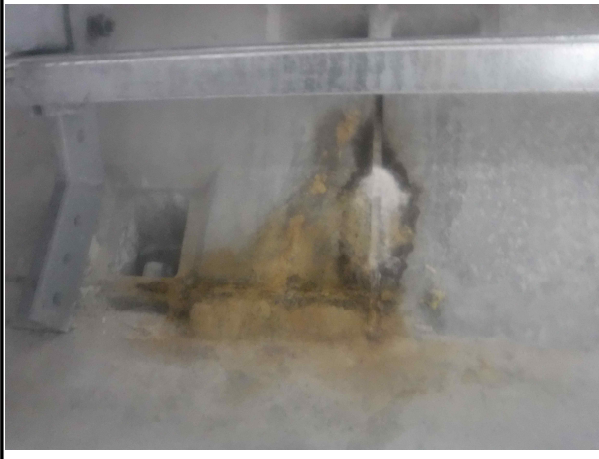
구분	부재	손상	단위	개소	물량	비고
박스	벽체	균열(0.3mm미만)	m	11	19.6	
		균열(0.3mm이상)	m	12	28.3	
		망상균열	m ²	4	10.56	
		백태	m ²	7	1.59	
		파손	m ²	1	0.06	
	상부슬래브	균열(0.3mm미만)	m	1	4.0	
		재료분리	m ²	2	0.80	
	바닥부	균열(0.3mm미만)	m	4	5.6	
		균열(0.3mm이상)	m	15	21.3	
		망상균열	m ²	1	20.00	
		백태	m ²	2	0.76	

구분	부재	손상	단위	개소	물량	비고
터널	벽체	균열(0.3mm이상)	m	1	1.2	
		누수	m	13	15.1	
		누수및백태	m ²	1	0.10	
		백태	m ²	249	8.75	
	상부슬래브	누수	m	1	0.5	
		백태	m ²	76	1.28	
	바닥부	균열(0.3mm미만)	m	11	12.3	
		균열(0.3mm이상)	m	970	1164.0	
		덮개파손	m ²	1	0.01	
		박리	m ²	1	0.01	

			
내용	좌측벽체 Sta.2m	내용	좌측벽체 Sta.18m
	백태		백태

			
내용	우측벽체 Sta.40m	내용	우측벽체 Sta.75m
	백태		백태

【사진 16.2】 신덕은파주문산CC 전력구 주요 손상

			
내용	상부슬래브 하면 Sta.115m	내용	우측벽체 Sta.177m
	누수		백태
			
내용	바닥부 Sta.197m	내용	좌측벽체 Sta.240m
	균열(0.3mm이상)		백태
			
내용	우측벽체 Sta.282m	내용	우측벽체 Sta.400m
	백태		누수

【사진 16.2】 신덕은파주문산CC 전력구 주요 손상(계속)

			
내용	좌측벽체 Sta.556m	내용	바닥부 Sta.776m
	백태		균열(0.3mm이상)
			
내용	좌측벽체 Sta.935m	내용	바닥부 Sta.1017m
	백태		균열(0.3mm이상)
			
내용	좌측벽체 Sta.1052m	내용	우측벽체 Sta.1133m
	백태		백태

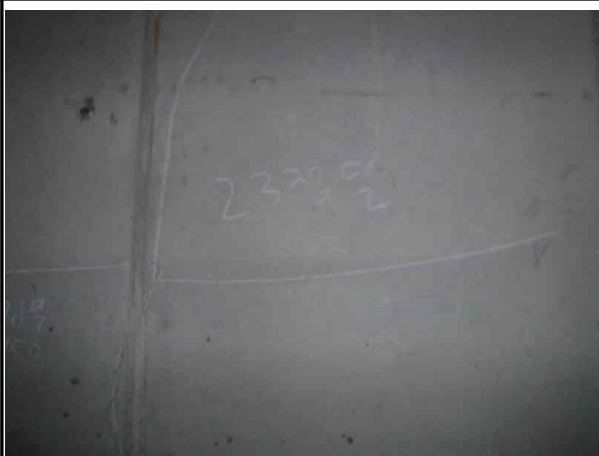
【사진 16.2】 신덕은파주문산CC 전력구 주요 손상(계속)

			
내용	좌측벽체 Sta.1158m	내용	바닥부 Sta.1247m
	누수, 백태		균열(0.3mm이상)
			
내용	바닥부 Sta.1269m	내용	우측벽체 Sta.1410m
	덮개파손		백태
			
내용	좌측벽체 Sta.1467m	내용	상부슬래브하면 Sta.1547m
	백태		백태

【사진 16.2】 신덕은파주문산CC 전력구 주요 손상(계속)

			
내용	좌측벽체 Sta.1158m	내용	좌측벽체 Sta.1158m
	누수, 백태		누수, 백태
			
내용	우측벽체 Sta.1793m	내용	우측벽체 Sta.1872m
	백태		백태
			
내용	좌측벽체 Sta.1906m	내용	우측벽체 Sta.2031m
	백태		백태

【사진 16.2】 신덕은파주문산CC 전력구 주요 손상(계속)

			
내용	우측벽체 Sta.2046m	내용	좌측벽체 Sta.2055m
	누수, 백태		백태
			
내용	좌측벽체 Sta.2062m	내용	바닥부 Sta.2077m
	망상균열		파손
			
내용	바닥부 Sta.2088m	내용	바닥부 Sta.2114m
	균열(0.3mm이상)		균열(0.3mm이상)

【사진 16.2】 신덕은파주문산CC 전력구 주요 손상(계속)

② 외관조사 결과 및 검토의견

금회 정밀안전점검을 통한 외관조사결과, 균열(0.3mm미만&이상), 망상균열, 백태, 파손, 재료분리, 덮개파손, 박리가 조사되었다.

- 균열(0.3mm미만&이상), 망상균열은 건조수축 및 온도 변화 등에 의해 발생한 것으로 외부수 유입으로 인한 2차 손상 발생 예방 및 내구성 확보를 위해 표면보수 및 주입보수가 필요해 보인다.

- 누수, 백태는 전력구의 전 구간에 걸쳐 분포하고 있으며 손상 부위로 지하수가 침투되어 수밀성이 부족한 균열부 및 시공이음부 보수부를 통해 발생하는 것으로 판단된다. 백태는 장기적으로 내구성 저하의 원인이 될 수 있으므로 누수의 경로가 되고 있는 균열부 및 시공이음부는 수밀성 확보를 위해 주입보수(습식) & 표면보수가 필요해 보인다.

- 박리, 재료분리, 파손등은 손상의 규모 및 수량으로 볼 때 외부 충격에 의하여 발생한 것으로 판단되며, 손상 규모 확대 방지 및 구조물의 내구성 확보를 위해 단면보수가 필요해 보인다.

2) 환기구 및 수직구 외관조사 결과

① 외관조사 결과 요약

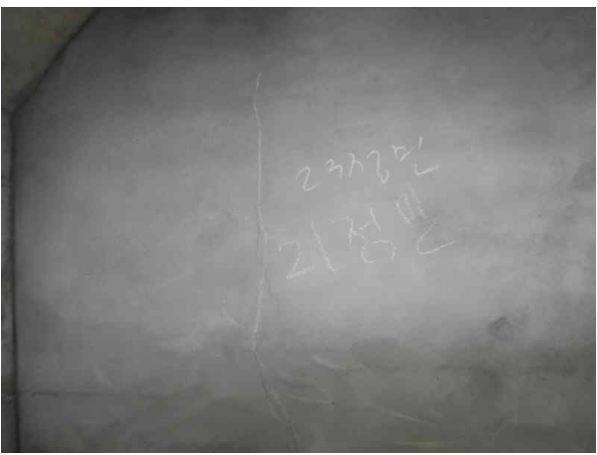
금회 외관조사결과, 균열(0.3mm미만), 균열(0.3mm이상), 망상균열, 백태, 체수 등의 손상이 조사되었다.

【표 16.5】 신덕은파주문산CC 환기구 및 수직구 구간 손상현황

구분	부재	손상	단위	개소	물량	비고
환기구	벽체	균열(0.3mm미만)	m	3	4.30	
		균열(0.3mm이상)	m	2	1.90	
		망상균열	m ²	8	23.77	
		백태	m ²	2	0.09	
	바닥부	균열(0.3mm미만)	m	1	1.00	
		망상균열	m ²	2	6.00	
수직구	벽체	균열(0.3mm미만)	m	4	5.10	
		망상균열	m ²	5	110.50	
		백태	m ²	8	6.99	
	하부슬래브	망상균열	m ²	1	0.25	
		체수	m ²	1	12.00	

			
내용	수직구#1 - B1층	내용	수직구#1 - B2층
	백태		망상균열
			
내용	수직구#1 - B4층	내용	수직구#2 - B1층
	균열(0.3mm미만)		백태
			
내용	수직구#2 - B3층	내용	수직구#3 - B1층
	백태		백태

【사진 16.3】 신덕은파주문산CC 환기구 및 수직구 주요 손상

			
내용	수직구#3 - B5층	내용	환기구#1 외부 벽체
	체수		균열(0.3mm이상)
			
내용	환기구#1 내부 벽체	내용	환기구#1 외부 벽체
	백태		백태

【사진 16.3】 신덕은파주문산CC 환기구 및 수직구 주요 손상(계속)

② 외관조사 결과 및 검토의견

금회 외관조사결과, 균열(0.3mm미만), 균열(0.3mm이상), 망상균열, 백태, 체수 등의 손상이 조사되었다.

- 균열(0.3mm미만&이상), 망상균열은 건조수축 및 온도 변화 등에 의해 발생한 것으로 외부수 유입으로 인한 2차 손상 발생 예방 및 내구성 확보를 위해 표면보수 및 주입보수가 필요해 보인다.

- 백태는 손상 부위로 지하수가 침투되어 수밀성이 부족한 균열부 및 시공이음부 보수부를 통해 발생하는 것으로 판단된다. 백태는 장기적으로 내구성 저하의 원인이 될 수 있으므로 누수의 경로가 되고 있는 균열부 및 시공이음부는 수밀성 확보를 위해 주입보수(습식) & 표면보수가 필요해 보인다.

- 채수는 균열부 및 시공이음부, 환기구 등 외부로부터 유입된 침투수로 인해 발생되었으며, 주의관찰을 실시 후 발생한 구간의 채수가 진전이 될 경우 유도배수가 필요해 보인다.

3) 부속시설(수용시설) 및 주변환경 외관조사 결과

수용시설의 부속시설인 이음부, 지지대, 받침대는 파손 및 변형이 발생 되지 않은 상태이며, 볼트결속 및 용접상태도 특별한 손상이 발생 되지 않은 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

4) 부대설비 외관조사 결과

조명설비 3개소(Sta.590m, 1093m, 1442m) 미점등이 발생하였으며 그 외 부대설비(소방설비,집수시설,배전반)등은 사용성에 문제가 없는 양호한 상태로 조사되었다.

			
내용	지지대 상태양호	내용	조명설비 미점등(3개소)

5) 전회차 점검과의 비교

기 점검(21년)시 조사된 손상들은 점검 이후 보수가 시행되지 않아 기존 손상이 남아 있었으며, 신규 손상으로는 철근노출과 체수 그리고 관로구 누수가 있는 것으로 조사되었다.

【표 16.6】 신덕은파주문산CC 박스 구간 전회차 점검과의 비교

손상	단위	전회물량	금회물량	증감		검토의견	비고
균열(0.3mm미만)	m	41.5	41.5		-	기존손상	
균열(0.3mm이상)	m	1214.8	1214.8		-	기존손상	
누수	m	15.3	15.7	▲	0.4	추가손상	
덮개파손	EA	1	1		-	기존손상	
망상균열	m ²	30.56	30.56		-	기존손상	
박리	m ²	0.01	0.01		-	기존손상	
백태	m ²	5.68	12.38	▲	6.7	추가손상	
재료분리	m ²	0.80	0.80		-	기존손상	
파손	m ²	0.06	0.06		-	기존손상	

【표 16.7】 신덕은파주문산CC 박스 구간 전회차 점검과의 비교

손상	단위	전회물량	금회물량	증감		검토의견	비고
균열(0.3mm미만)	m	10.4	10.4		-	기존손상	
균열(0.3mm이상)	m	1.9	1.9		-	기존손상	
망상균열	m ²	40.52	140.52	▲		추가손상	
백태	m ²	0.6	7.08	▲		추가손상	
체수	m ²	1.2	1.2			기존손상	

16.4 재료시험 측정결과의 분석

16.4.1 재료시험 기준수량

항 목	기 준	수량(개소)		비고
		기준	실시	
측점분할	◦ 5~50m 간격 또는 시공이음부	◦ 5m 간격		
반발경도시험	◦ 총수량 = (총연장 ÷ 300m)개소	7	7	
탄산화 깊이 측정	◦ 총연장 1,000m 미만 = 4개소 ◦ 총연장 1,000m 이상 = 최소 4개소 + 1000m당 1개소 추가	5	5	
균열깊이 조사	◦ 책임기술자의 판단에 따라 수량 결정	-	-	
철근탐사시험	◦ 해당 없음	-	5	탄산화시험부 피복조사

		
내용 반발 경도 측정	내용 탄산화 깊이 측정	내용 철근탐사시험

【사진 16.4】 신덕은파주문산CC 전력구 재료시험 전경

16.4.2 콘크리트 강도시험

가. 측정결과

【표 16.8】 신덕은파주문산CC 전력구 콘크리트강도측정 결과

측정위치	평균 반발경도 (R)	보정 반발경도 (R0)	재령 계수 (α)	추정강도 (MPa)		최소 압축강도 (MPa)	설계강도 (MPa)
				한국시설 안전공단	과학 기술부		
Sta. 90m 우측 세그먼트	56.4	56.4	0.64	53.4	46.6	46.6	42.0
Sta. 300m 우측 세그먼트	55.2	55.2	0.64	52.4	45.5	45.5	
Sta. 650m 우측 세그먼트	55.8	55.8	0.64	52.9	46.1	46.1	
Sta. 1020m 좌측 세그먼트	55.7	55.7	0.64	52.8	46.0	46.0	
Sta. 1550m 좌측 세그먼트	55.3	55.3	0.64	52.5	45.6	45.6	
Sta. 1900m 우측 세그먼트	53.4	53.4	0.64	50.8	43.8	43.8	
※ 고강도 콘크리트 강도측정(설계기준강도 40.0 MPa 이상일시 실시) -한국시설안전공단 : $\alpha(1.3343R_0+8.1977)$ -과학기술부 : $F_c=(15.2R_0-112.8)*0.098$							
측정위치	평균 반발경도 (R)	보정 반발경도 (R0)	재령 계수 (α)	추정강도 (MPa)		최소 압축강도 (MPa)	설계강도 (MPa)
				재료 학회	건축 학회		
Sta. 2030m 좌측벽체	49.5	49.5	0.64	28.7	28.9	28.7	27.0

슈미트햄머에 의한 콘크리트 강도 측정결과 설계기준강도 (40.0MPa(고강도), 24.0MPa)를 상회하거나 만족하는 것으로 분석되어 콘크리트 강도는 양호한 것으로 판단된다.

나. 기 점검결과와 비교분석

【표 16.9】 기 점검결과와 비교분석

구분	반발경도(MPa)		설계 기준강도 (MPa)	비고
	2021 정밀안전점검	2023 정밀안전점검		
터널구간(고강도)	42.0 ~ 42.8	43.8 ~ 46.6	42.0	양호
박스구간	27.0	28.7	27.0	양호

금회 실시한 반발경도시험 결과를 토대로 21년도 정밀안전점검과 비교 검토한 결과 전개소 설계기준강도 (40.0MPa(고강도), 24.0MPa)이상으로 측정되었으며, 일부 측정값이 차이가 있으나 이는 측정위치에 따른 것으로 내구성에 문제점은 없는 상태인 것으로 분석되었다.

16.4.3 탄산화 깊이 시험

가. 측정결과

【표 16.10】 신덕은파주문산CC 전력구 탄산화 깊이 시험 측정결과

구 분		탄산화 깊이 (a)	측정 피복두께 (b)	탄산화 잔여깊이 (b-a)	공용 년수	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	상태 등급	비 고
벽 체	Sta. 90m 우측 세그먼트	2.1 mm	66.0 mm	63.9 mm	7.0	0.79	100년 이상	a	준공 2016
	Sta. 300m 우측 세그먼트	3.0 mm	66.0 mm	63.0 mm	7.0	1.13	100년 이상	a	
	Sta. 1550m 좌측 세그먼트	1.7 mm	60.0 mm	58.3 mm	7.0	0.64	100년 이상	a	
	Sta. 1900m 우측 세그먼트	2.0 mm	65.0 mm	63.0 mm	7.0	0.76	100년 이상	a	
	Sta. 2030m 좌측 벽체	4.1 mm	70.0 mm	65.9 mm	7.0	1.55	100년 이상	a	

탄산화깊이 측정결과 상태등급은 탄산화 잔여깊이 30mm 이상인 ‘a’ 등급으로 “탄산화에 의한 내부 철근 부식 가능성 없음” 으로 평가되었다.

나. 기 점검결과와 비교분석

【표 16.11】 기 점검결과와 비교분석

구분	탄산화 잔여깊이(mm)		상태등급	비고
	2021 정밀안전점검	2023 정밀안전점검		
벽체	55.0 ~ 58.9	58.3 ~ 65.9	전차: a 금회: a	양호

금회 탄산화 시험 결과를 토대로 21년도 정밀안전점검과 비교 검토한 결과 측정값에 다소 차이가 있으나, 이는 측정위치의 차이에 의한 것으로 전개소 탄산화 잔여깊이 30mm 이상인 ‘a’ 등급으로 측정되어 탄산화에 따른 철근부식 우려가 없는 양호한 상태인 것으로 분석 되었다.

16.4.4 재료시험 결과

【표 16.12】 재료시험 결과 및 검토의견

구분		비파괴시험 결과					검토의견
내구성 조사 결과	콘크리트 비파괴강도	부재	최소 압축강도 (MPa)	설계 기준강도 (MPa)	강도비(%)		설계기준강도100%이상으로 양호
		터널(고강도)	43.8~46.6	42.0	104.4 ~ 111.1		
		박스	28.7	27.0	106.3		
	탄산화시험	부재	피복두께 (mm)	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	속도계수 (A)	탄산화에의한 부식발생가능성 없음('a'등급)
		벽체	60.0~70.0	1.7~4.1	58.3~65.9	0.76~1.55	

16.5 시설물의 상태평가

16.5.1 상태평가결과

【표 16.13】 신덕은파주문산CC 상태평가 결과표

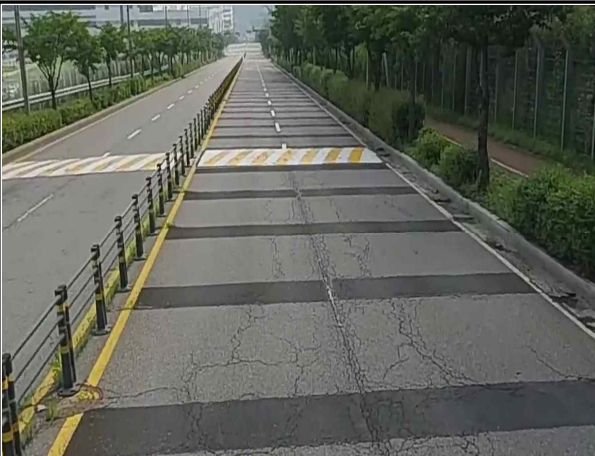
구분	균열	누수	파손 및 손상	재질열화					탄산화	결함점수 합계	결함지수 (f)	상태평가 결과
				박리	충분리 및 박락	백태	재료 분리	철근 노출				
평균	b	a	a	a	a	b	a	a	a	6.0	0.176	b
결함지수										0.176		
상태평가 결과										B		

※ 세부 상태평가 Data 부록에 첨부

16.5.2 공증이 이용하는 부위의 상태평가항목 및 기준

【표 16.14】 공증이 이용하는 부위의 상태평가

구분	추락방지시설		도로포장		도로부 신축이음부		환기구 등의 덮개		비고
신덕은 파주문산 CC	해당여부	해당	해당여부	해당	해당여부	-	해당여부	해당	
	상태	A	상태	C	상태	-	상태	A	
	1) 추락방지시설은 난간의 손상 및 결함이 없는 양호한 상태로 조사되었다.								
	2) 도로포장은 연결구간 위로 넓은 구간에 걸쳐 포장 망상균열이 조사되어 “C” 등급으로 평가되었다.								
	3) 환기구등의 덮개 상태는 결함이 없는 양호한 상태로 조사되었다.								

			
내용	추락방지시설	내용	도로포장 (포장 망상균열)
			
내용	도로포장 (포장 망상균열)	내용	환기구등의 덮개

【표 16.15】 기점검과의 상태평가 결과 분석

구분	2021 정밀안전점검		2023 정밀안전점검		비고
신덕은파주문산 CC	결함지수	0.173	결함지수	0.176	결함지수 증가 상태등급 동일
	등급	B	등급	B	
	·신덕은파주문산CC 전력구에 대한 금회 조사시 신규손상에 의해 결함지수는 증가 하였으나, 결함지수의 증가 폭이 크지 않아 상태등급은 동일하게 조사되었다.				

16.6 종합평가 및 안전등급

16.6.1 종합평가

시설물의 종합평가 등급은 외관조사 및 내구성시험에 의한 상태평가 결과와 안전성평가 결과 중 낮은 결과를 종합평가 등급으로 결정하며, 정밀안전점검의 경우 안전성 평가를 실시하지 않으므로 대상 전력구의 평가등급은 상태평가 등급으로 결정된다.

시설물 종합평가 결과			
구분	상태평가 결과	안전성평가	종합평가 결과
평가결과	B	미 실시	B

16.6.2 안전등급

안전등급	시설물의 상태	비고
A (우수)	문제점이 없는 최상의 상태	
B (양호)	보조부재에 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	

16.7 보수,보강 방안

16.7.1 부재별 보수,보강 수량 및 공법

【표 16.16】 신덕은파주문산CC 전력구 보수,보강

단위 : 천원

구분	부재	손상	보수공법	단위	금회물량	보수물량	단가	금액	보수 순위
박스	벽체	균열(0.3mm미만)	표면보수	m ²	19.60	5.88	105	617	3
		균열(0.3mm이상)	주입보수	m ²	28.30	8.49	150	1,274	1
		망상균열	표면보수	m ²	10.56	12.67	105	1,331	3
		백태	표면보수	m ²	1.59	1.91	105	200	3
		파손	단면보수	m ²	0.06	1.00	281	281	2
	상부 슬래브	균열(0.3mm미만)	표면보수	m ²	4.00	1.20	105	126	3
		재료분리	단면보수	m ²	0.80	1.00	281	281	2
	바닥부	균열(0.3mm미만)	표면보수	m ²	5.60	1.68	105	176	3
		균열(0.3mm이상)	주입보수	m ²	21.30	6.39	150	959	1
		망상균열	표면보수	m ²	20.00	24.00	105	2,520	3
	벽체	균열(0.3mm이상)	주입보수	m ²	1.20	1.00	150	150	1
		누수	누수보수	m ²	15.10	18.12	380	6,886	1
		누수및백태	누수보수	m ²	0.10	1.00	380	380	1
		백태	표면보수	m ²	8.75	10.50	105	1,103	3
	상부 슬래브	누수	누수보수	m ²	0.50	1.00	380	380	1
		백태	표면보수	m ²	1.28	1.54	105	161	3
	바닥부	균열(0.3mm미만)	표면보수	m ²	12.30	3.69	105	387	3
		균열(0.3mm이상)	주입보수	m ²	1164.00	349.20	150	52,380	1
		박리	단면보수	m ²	0.01	1.00	281	281	2
환기구	벽체	균열(0.3mm미만)	표면보수	m ²	4.30	1.29	105	135	3
		균열(0.3mm이상)	주입보수	m ²	1.90	1.00	150	150	1
		망상균열	표면보수	m ²	23.77	28.52	105	2,995	3
		백태	표면보수	m ²	0.09	1.00	105	105	3
	바닥부	균열(0.3mm미만)	표면보수	m ²	1.00	1.00	105	105	3
		망상균열	표면보수	m ²	6.00	7.20	105	756	3
수직구	벽체	균열(0.3mm미만)	표면보수	m ²	5.10	1.53	105	161	3
		망상균열	표면보수	m ²	110.50	132.60	105	13,923	3
		백태	표면보수	m ²	6.99	8.39	105	881	3
	상부 슬래브	망상균열	표면보수	m ²	0.25	1.00	105	105	3
순위별 순공사비					1 순위		62,558		
					2 순위		843		
					3 순위		25,893		
총 순공사비							89,293		
제경비 (순공사비 50%)							44,647		
개략공사비							133,940		

- 1) 보수물량은 부분보수를 기준으로 손상물량에 20% 할증 실시설계시 공법선정 및 현장여건상 변동 될 수 있으며, 주의관찰에 해당하는 내용은 개략공사비에서 제외함.
- 2) 균열 손상은 지침에 따라 m 단위 손상에 표면보수 0.25m를 곱하여 보수 물량을 산출함.
- 3) 우선순위는 손상정도가 내구성 저하에 미치는 영향 및 기타 제반사항 등을 고려하여 관리주체가 유지관리 효율성을 충분히 고려하여 결정하도록 함.
- 4) 1.00m² 미만의 보수물량은 보수의 효율성을 감안하여 1.00m²로 조정하였음.

16.8 중점유지관리방안

【표16.17】 신덕은파주문산CC 전력구 상태평가 결과표

구분	주요 결함사항	중점 유지 관리 사항
신덕은 파주문산 CC	- 균열(0.3mm미만&이상), 망상균열 - 균열부백태, 백태 - 누수	- 균열 보수 후 진행성 여부 점검 - 백태 보수 후 손상 확대 여부 점검 - 누수 보수 후 재손상 여부 점검



내용	바닥부 Sta.776m	내용	좌측벽체 Sta.1052m
	균열(0.3mm이상)		백태



내용	좌측벽체 Sta.2062m	내용	좌측벽체 Sta.1158m
	망상균열		누수, 백태

16.9 종합결론

16.9.1 일 반

신덕은파주문산CC 전력구는 2016년 준공되어 약 7년간 공용중인 시설물로서, 전력구는 □ 2.4x2.2m, 내경 Ø3.0m 규격의 개착식-터널식 전력구로 시공된 연장 2117.0m의 시설물이다.

16.9.2 현장조사

금회 외관조사, 기 점검(21)년 이후 보수가 시행되지 않아 기존의 손상이 그대로 조사되어, 균열(0.3mm미만&이상), 망상균열, 백태, 파손, 재료분리, 덮개파손, 박리가 조사되었다.

- 균열(0.3mm미만&이상), 망상균열은 건조수축 및 온도 변화 등에 의해 발생한 것으로 외부수 유입으로 인한 2차 손상 발생 예방 및 내구성 확보를 위해 표면보수 및 주입보수가 필요해 보인다.

- 누수, 백태는 전력구의 전 구간에 걸쳐 분포하고 있으며 손상 부위로 지하수가 침투되어 수밀성이 부족한 균열부 및 시공이음부 보수부를 통해 발생하는 것으로 판단된다. 백태는 장기적으로 내구성 저하의 원인이 될 수 있으므로 누수의 경로가 되고 있는 균열부 및 시공이음부는 수밀성 확보를 위해 주입보수(습식) & 표면보수가 필요해 보인다.

- 박리, 재료분리, 파손등은 손상의 규모 및 수량으로 볼 때 외부 충격에 의하여 발생한 것으로 판단되며, 손상 규모 확대 방지 및 구조물의 내구성 확보를 위해 단면보수가 필요해 보인다.

- 체수는 균열부 및 시공이음부, 환기구 등 외부로부터 유입된 침투수로 인해 발생되었으며, 주의관찰을 실시 후 발생한 구간의 체수가 진전이 될 경우 유도배수가 필요해 보인다.

수용시설의 부속시설인 이음부, 지지대, 받침대는 파손 및 변형이 발생 되지 않은 상태이며, 볼트결속 및 용접상태도 특별한 손상이 발생 되지 않은 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

조명설비 3개소(Sta.590m, 1093m, 1442m) 미점등이 발생하였으며 그 외 부대설비(소방설비, 집수시설, 배전반)등은 사용성에 문제가 없는 양호한 상태로 조사되었다.

16.9.3 내구성시험

가. 반발경도시험

슈미트햄머에 의한 콘크리트 강도 측정결과 설계기준강도(42.0MPa(고강도), 27.0MPa)를 상회하거나 만족하는 것으로 분석되어 콘크리트 강도는 양호한 것으로 판단된다.

나. 탄산화 깊이 측정

탄산화깊이 측정결과 상태등급은 탄산화 잔여깊이 30mm 이상인 ‘a’ 등급으로 “탄산화에 의한 내부 철근 부식 가능성 없음”으로 평가되었다.

16.9.4 상태평가

외관조사 및 내구성 조사에 의한 상태평가 결과, 결함도 점수 0.176으로 산출되어 세부지침에 따른 상태평가 등급은 『 B등급 』으로 평가 되었다.

16.9.5 종합평가

가. 종합평가

본 시설물에 대한 외관조사 및 내구성조사 결과를 종합적으로 평가한 결과 “보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태”인 『 B등급 』으로 해당하는 것으로 평가되었으므로 현장 조사에서 발견된 균열(0.3mm미만&이상), 재료분리, 백태, 철근노출, 관로구 누수 등에 대하여 하자보수의 기간이 남아 있으니 하자보수를 실시하여 유지보수를 통한 내구성 증진을 필요로 한다.

나. 정밀안전진단 및 구조물의 사용제한의 필요성 여부

금회 외관조사 및 내구성조사, 상태평가 결과 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한은 필요치 않다.

다. 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 균열(0.3mm미만&이상) : 균열보수 후 진행성 여부 점검
- 균열부백태, 백태 : 보수 후 재손상 여부 점검
- 누수 : 보수 후 재손상 여부 점검