

제 4 장 능곡S/S인출

4.1 시설물 개요

4.2 자료수집 및 분석

4.3 현장조사

4.4 재료시험 측정결과의 분석

4.5 상태평가

4.6 종합평가 및 안전등급

4.7 보수·보강 및 유지관리 방안

4.8 종합결론

제 4 장 능곡S/S인출

4.1 시설물 개요

4.1.1 대상 시설물의 개요

능곡S/S인출 전력구는 1996년 06월 준공된 송전전력구이며, 형식은 철근콘크리트 (BOX) □2.5X3.0m 규격으로 연장 52m(통로포함)의 전력구가 변전소 지하에 매설되어 위치하고 있다. 유지관리 및 출입시는 변전소(S/S)의 지하 및 수직구를 통하여 진입하게 되어 있으며, 내부로는 송전, 지중등의 케이블이 지지대에 고정되어 인입 및 인출 되도록 시공되어 있다.

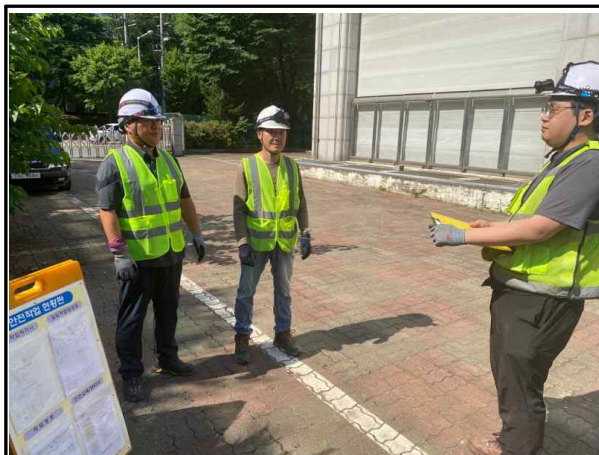
번호	전력구명	시점	종점	길이	형식	공법	폭	높이	준공년도
1	능곡S/S인출	능곡S/S	능곡S/S	134	개착	현타	2.5	3.0	1996



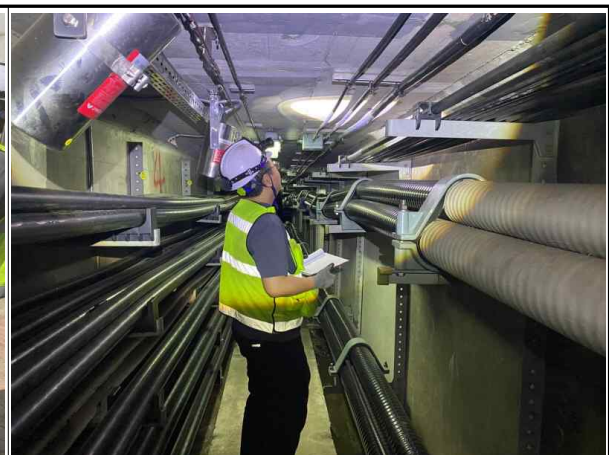
내용 박스내부 전경



내용 박스내부 전경



내용 현장 교육 전경



내용 외관조사 전경

4.2 자료수집 및 분석

4.2.1 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 4.1】 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 【미보유】
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: 2020 점검보고서】 - 부대시설물 【보유: 2020 점검보고서】 - 환경조건(구조물의 내구성과 안전에 영향을 주는 조건) 【보유: 2020 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, 시공사) 등 【일부보유】

가. 검토결과

- 1) 관련자료 보유여부 및 내용을 검토한 결과, 설계도서(도면), 시공자료 등은 보유하고 있지 않은 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.

4.2.2 설계 및 시공검토 사항

가. 개요

관련자료를 검토하여 기본적인 시공사항, 설계조건을 파악하였다.

나. 설계도면

본 송전전력구에 대한 설계도는 미보유하고 있으며, 유지관리용 일반도 등을 통한 간단한 제원, 형태 등을 파악할 수 있는 것으로 분석되었다.

다. 지반조사

지반조사에 대한 사항은 지반보고서 미보유로 확인이 불가능한 것으로 검토되었다.

라. 구조검토

구조검토에 대한 사항은 구조계산서 미보유로 확인이 불가능한 것으로 분석되었다.

4.2.3 기 실시한 점검 및 진단 이력

【표 4.2】 기 실시한 점검 및 진단현황

번호	점검/ 진단명	점검/ 진단기간	점검/ 진단기관	주요점검 / 진단 결과	안전 등급	비고
1	정밀 안전 점검	2017.09.06 ~ 2017.12.04	(주)한국건설 시스템 안전기술	- 외관조사 결과 균열 및 백태, 백태, 철근 노출 등의 손상이 조사됨. - 금회 점검에서 조사된 손상들은 대부분 지하매설 시설물에서 발생되거나 콘크리트 부재에서 일반적으로 관찰되는 결함으로서 구조적으로 야기되는 문제는 없을 것으로 판단되나 내구성 및 사용성 확보를 위한 각 손상별 보수가 필요함	A등급	
2	정밀 안전 점검	2020.09.17. ~2020.12.24.	(주)신영 씨앤에스	- 외관조사 결과 균열(0.3mm미만), 균열 부백태, 백태, 계단 몰탈파손 등의 손상이 조사되었다. - 외관조사 및 내구성조사 결과, 상태평가를 종합적으로 평가한 결과 시설물의 등급은 "A"로 평가되어 안전성에는 문제는 없는 것으로 판단되나, 내구성 증진을 위한 보수가 필요한 상태이다.	A등급	

4.2.4 보수 · 보강 이력 검토

【표 4.3】 보수 · 보강이력

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

4.2.5 기타 관련자료

- 해당사항 없음

4.2.6 관련자료 검토 결과

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

4.3 현장조사 및 시험

4.3.1 현장조사 결과분석

능곡S/S인출 전력구는 1996년 6월 준공되어 약 27년간 공용중인 시설물로서, 전력구는 □ 2.5X3.0m 규격으로 시공되었으며, 연장 52m (통로포함)인 것으로 확인되었다. 금회 외관조사는 능곡변전소를 통해 진입하여 실시하였다.



【사진 4.1】 능곡S/S인출 전력구 현황

1) 박스구간

① 외관조사 결과

금회 정밀안전점검을 통한 외관조사결과, 주요 손상은 전력구 내의 균열(0.3mm미만), 균열부백태, 백태, 누수, 계단 몰탈 파손, 관로구 누수 등이 조사되었다.

【표 4.4】 능곡S/S인출 전력구 박스구간 손상현황

구분	부재	손상	단위	개소	물량	비고
박스	벽체	균열(0.3mm미만)	m	4	9.00	
		균열부백태	m	1	0.5	
		백태	m ²	2	0.19	
		관로구 누수	EA	5	5	
	상부슬래브	누수	m ²	2	2.1	
	바닥부	계단 몰탈파손	m ²	1	0.08	

			
내용	통로#1 좌벽체 Sta.5m	내용	통로#2 우측 벽체 Sta.10m
	균열(0.3mm미만)		균열부백태
			
내용	상부슬래브 Sta.13m	내용	시점벽체
	누수		관로구 누수
			
내용	상부슬래브 Sta.22m	내용	중점벽체
	누수		관로구 누수 & 백태

【사진 4.2】 능곡S/S인출 전력구 주요 손상

② 외관조사 결과

금회 조사 결과, 기 점검시 조사된 손상들 이외에 신규 손상으로 균열, 누수, 관로구 누수가 조사되었으며, 이 중 누수의 경우 맨홀 접촉부에 누수가 심하게 진행되는 것으로 조사되었다. 이는 전력구 시공시에 전력구 부분과 맨홀 접촉부를 따로 시공하여 연결하기 때문에 접합부가 잘 접합되지 않아 발생한 문제로 보이며 그에 따른 주입보수(습식)이 필요한 것으로 보인다. 관로구 누수의 경우 심해질 경우 관로구 주변백태, 관로구 하부 쇄굴등의 손상이 우려됨으로 주의관찰이 필요해 보인다.

2) 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.

3) 부대설비 외관조사 결과

부대설비(조명설비, 소방설비, 강화액 집합함)등은 사용성에 문제가 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.



【사진 4.3】 부대설비 현황

5) 전회차 점검과의 비교

기 점검(21년)과의 비교결과, 금회 점검시에 조사된 신규 손상들로 인하여 소폭의 손상 물량 증가가 발생하였다.

【표 4.5】 능곡S/S인출 전력구 전회차 점검과의 비교

손상	단위	전회물량	금회물량	증감	검토의견	비고
균열(0.3mm미만)	m	8.4	9.0	▲ 4.5	추가손상	
균열부백태	m	0.5	0.5	-	기존손상	
백태	m²	0.03	0.19	▲ 0.16	추가손상	
관로구누수	EA	-	5	▲ 5	추가손상	
누수	m²	-	2.1	▲ 2.1	추가손상	
계단 몰탈파손	m²	0.08	0.08	-	기존손상	

4.4 재료시험 측정결과 분석

4.4.1 재료시험 기준수량

항 목	기 준	수량(개소)		비고
		기준	실시	
측점분할	○ 5~50m 간격 또는 시공이음부	○ 5m 간격		
반발경도시험	○ 총수량 = (총연장 ÷ 300m)개소	1	2	
탄산화 깊이 측정	○ 총연장 1,000m 미만 = 4개소 ○ 총연장 1,000m 이상 = 최소 4개소 + 1000m당 1개소 추가	4	4	
균열깊이 조사	○ 책임기술자의 판단에 따라 수량 결정	-	-	
철근탐사시험	○ 해당 없음	-	4	탄산화시험부 피복조사



【사진 4.4】 능곡S/S인출 전력구 재료시험 전경

4.4.2 콘크리트 강도시험

가. 측정결과

【표 4.6】 능곡S/S인출 전력구 콘크리트강도측정 결과

측정위치	평균 반발경도 (R)	보정 반발경도 (R ₀)	재령 계수 (α)	추정강도 (MPa)		최소 압축강도 (MPa)	설계강도 (MPa)
				재료 학회	건축 학회		
통로#1 Sta.5m 우측벽체	45.0	45.0	0.63	24.7	26.5	24.7	24.0
Sta.20m 좌측벽체	48.1	48.1	0.63	27.1	27.8	27.1	

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

나. 기 점검결과와 비교분석

【표 4.7】 기 점검결과와 비교분석

구분	반발경도(MPa)		설계 기준강도 (MPa)	비고
	2020 정밀안전점검	2023 정밀안전점검		
슬래브 및 벽체	27.9 ~ 30.1	24.7 ~ 27.1	24.0	양호

금회 실시한 반발경도시험 결과를 토대로 20년도 정밀안전점검과 비교 검토한 결과 전개소 설계기준강도(24.0MPa) 이상으로 측정되었으며, 일부 측정값이 차이가 있으나 이는 측정위치에 따른 것으로 내구성에 문제점은 없는 상태인 것으로 분석 되었다.

4.4.3 탄산화 깊이 시험

가. 측정결과

【표 4.8】 능곡S/S인출 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	통로#1 Sta. 10m 우측벽체	9.9 mm	57.0 mm	47.1 mm	24.0	2.02	100년 이상	a	준공 1999
	통로#2 Sta. 10m 우측벽체	13.4 mm	60.0 mm	46.6 mm	24.0	2.74	100년 이상	a	
	Sta. 20m 좌측벽체	16.2 mm	55.0 mm	38.8 mm	24.0	3.31	100년 이상	a	
	Sta. 20m 우측벽체	11.9 mm	57.0 mm	45.1 mm	24.0	2.43	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 4.9】 기 점검결과와 비교분석

구분	탄산화 잔여깊이(mm)		상태등급	비고
	2020 정밀안전점검	2023 정밀안전점검		
벽체	45.0 ~ 51.0	38.8 ~ 47.1	전차: a 금회: a	양호

금회 탄산화 시험 결과를 토대로 20년도 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.

4.4.4 재료시험 결과

【표 4.10】 재료시험 결과 및 검토의견

구분		비파괴시험 결과					검토의견
내구성 조사 결과	콘크리트 비파괴강도	부재	최소 압축강도 (MPa)	설계 기준강도 (MPa)	강도비(%)		설계기준강도100 %이상으로 양호
		벽체	24.7~27.1	24.0	102.8 ~ 112.9		
	탄산화시험	부재	피복두께 (mm)	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	속도계수 (A)	탄산화에의한 부식발생가능성없음 (‘a’등급)
		벽체	55.0~60.0	9.9~16.2	38.8~47.1	2.02~3.31	

4.5 시설물의 상태평가

4.5.1 상태평가결과

【표 4.11】 능곡S/S인출 전력구 부재별 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				
통로#1	b	a	a	a	a	a	a	a	a	4	0.118	a
통로#2	b	a	b	a	a	b	a	a	a	3	0.088	a
본선	a	b	a	a	a	b	a	a	a	1	0.029	a

【표 4.12】 능곡S/S인출 전력구 상태평가 결과

구분	위치	결함지수	상태평가 결과	연장 (m)	연장비	환산결함지수 x 연장비
능곡S/S 인출	통로#1	0.118	a	14.0	0.269	0.032
	통로#2	0.088	a	14.0	0.269	0.024
	본선	0.029	a	24.0	0.462	0.013
					결함지수	0.069
					상태평가 결과	A

4.5.2 공증이 이용하는 부위의 상태평가항목 및 기준

【표 4.13】 공증이 이용하는 부위의 상태평가

구분	추락방지시설		도로포장		도로부 신축이음부		환기구 등의 덮개		비고
능곡S/S 인출	해당여부	해당	해당여부	-	해당여부	-	해당여부	해당	
	상태	A	상태	-	상태	-	상태	A	
	1) 추락방지시설은 난간의 손상 및 결함이 없는 양호한 상태로 조사되었다. 2) 환기구 등의 덮개는 결함이 없는 양호한 상태로 조사되었다.								

			
내용	추락방지시설	내용	환기구 등의 덮개

【표 4.14】 기점검과의 상태평가 결과 분석

구분	2020 정밀안전점검		2023 정밀안전점검		비고
능곡S/S인출	결함지수	0.056	결함지수	0.69	결함지수 증가 상태등급 동일
	등급	A	등급	A	
	• 능곡S/S인출 전력구에 대한 금회 조사시 신규 손상으로 균열, 백태, 누수 등의 손상이 조사되었으며, 전회차와의 상태평가 비교 결과, 금회 신규 손상의 추가로 인하여 결함지수는 증가 하였으나, 상태등급은 동일한 것으로 평가되었다.				

4.6 종합평가 및 안전등급

4.6.1 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 종합평가 결과 “A”등급으로 평가되었다.

시설물 종합평가 결과			
구분	상태평가 결과	안전성평가	종합평가 결과
평가결과	A	미실시	A

4.6.2 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	

4.7 보수,보강 방안

4.7.1 부재별 보수,보강 수량 및 공법

【표 4.15】 능곡S/S인출 전력구 보수,보강

단위 : 천원

구분	부재	손상	보수공법	단위	금회물량	보수물량	단가	금액	보수 순위
박스	벽체	균열(0.3mm미만)	표면보수	㎡	9.00	2.70	105	284	3
		균열부백태	표면보수	㎡	0.50	1.00	105	105	3
		백태	표면보수	㎡	0.19	1.00	105	105	3
	상부 슬래브	누수	누수보수 (주입식)	㎡	2.10	2.52	380	958	1
	바닥부	계단 몰탈파손	단면보수	㎡	0.08	1.00	281	281	2
순위별 순공사비					1 순위		958		
					2 순위		281		
					3 순위		494		
총 순공사비							1,733		
제경비 (순공사비 50%)							867		
개략공사비							2,600		

- 1) 보수물량은 부분보수를 기준으로 손상물량에 20% 할증 실시설계시 공법선정 및 현장여건상 변동될 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.

4.8 중점유지관리방안

【표4.16】 능곡S/S인출 전력구 중점유지관리방안

구분	주요 결함사항	중점 유지 관리 사항
박스 구간	· 균열(0.3mm미만) · 균열부백태, 백태 · 누수	· 균열 보수 후 진행성 여부 점검 · 백태 손상 확대 여부 점검 · 철근노출 보수 후 진행성 여부 점검

			
내용	통로#1 좌벽체 Sta.5m	내용	통로#2 우측 벽체 Sta.10m
	균열(0.3mm미만)		균열부백태

			
내용	상부슬래브 Sta.13m	내용	시점벽체
	누수		관로구 누수

4.9 종합결론

4.9.1 일 반

능곡S/S인출 전력구는 1996년 06월 준공된 송전전력구이며, 형식은 철근콘크리트 (BOX) □2.5X3.0m 규격으로 연장 52m(통로포함)의 전력구가 변전소 지하에 매설되어 위치하고 있다. 유지관리 및 출입시는 변전소(S/S)의 지하 및 수직구를 통하여 진입하게 되어 있으며, 내부로는 송전, 지중등의 케이블이 지지대에 고정되어 인입 및 인출 되도록 시공되어 있다.

4.9.2 현장조사

금회 조사 결과, 기 점검시 조사된 손상들 이외에 신규 손상으로 균열, 누수, 관로구 누수가 조사되었으며, 이 중 누수의 경우 맨홀 접촉부에 누수가 심하게 진행되는 것으로 조사되었다. 이는 전력구 시공시에 전력구 부분과 맨홀 접촉부를 따로 시공하여 연결하기 때문에 접합부가 잘 접합되지 않아 발생한 문제로 보이며 그에 따른 주입보수(습식)이 필요한 것으로 보인다. 관로구 누수의 경우 심해질 경우 관로구 주변백태, 관로구 하부 채굴등의 손상이 우려됨으로 주의관찰이 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.

부대설비(조명설비, 소방설비, 강화액 집합함)등은 사용성에 문제가 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

4.9.3 내구성시험

가. 반발경도시험

슈미트햄머에 의한 콘크리트 강도 측정결과 설계기준강도(24.0MPa)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.

4.9.4 상태평가

외관조사 및 내구성 조사에 의한 상태평가 결과, 결함도 점수 0.069으로 산출되어 세부지침에 따른 상태평가 등급은 『 A등급 』으로 평가 되었다.

4.9.5 종합평가

가. 종합평가

본 시설물에 대한 외관조사 및 내구성조사 결과를 종합적으로 평가한 결과 “문제점이 없는 최상의 상태”인 『 A등급 』으로 평가되었으나 세부지침 상의 평균값에 의해 평가가 산정된 것임으로 현장조사에서 발견된 금회 조사의 주요 손상인 상부슬래브하면에 발생한 누수에 대해 보수를 실시하여 손상부를 통한 지하수 유입 억제가 요구된다.

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) : 균열보수 후 진행성 여부 점검
- 균열부백태, 백태 : 보수 후 재손상 여부 점검
- 누수 : 보수 후 재손상 여부 점검