

요약문

01. 마도배수지

1.1 시설물 현황

구 분	내 용		구 분	내 용
시설물명	능5배수지(중설)		시설물번호	WS2021-0000010
준공년월일	2021년 07월 13일		시설물 종별	2중
시설물위치	경기도 화성시 능동 697-22번지			
관리주체	화성시맑은물사업소			
규 모	27.4m×32.9m×4.8m×2지			
용 량	7,000m ³ /일		설치형태	매립형
구조형식	철근콘크리트조(RC)		배수지 개수	2지
시설물현황	밸브실	유입 밸브실, 유출 밸브실		
	부대시설	옹벽		
				
배수지 외부 전경		배수지 내부 전경		

1.2 외관조사 결과

1.2.1 손상물량 집계표

구분		손상내용	단위	2024년 정밀안전점검	비고
배수지 1지	상부슬래브	백태	m ²	0.08	
	바닥슬래브	균열 (0.3mm미만)	m	64.00/14	
		도장박리	m ²	10.24	
	벽체	균열 (0.3mm미만)	m	10.20/5	
		균열/누수 (0.3mm미만)	m	2.20/1	
		들뜸 (폼타이홀)	m ²	1.11	
		박리 (폼타이홀)	m ²	0.06	
		백태	m ²	0.06	
	기둥	상태양호	—	—	
	계단실	상태양호	—	—	
배수지 2지	상부슬래브	녹	EA	34	
	바닥슬래브	균열 (0.3mm미만)	m	86.20/21	
		망상균열	m ²	171.3	
	벽체	백태	m ²	0.07	
		균열 (0.3mm미만)	m	8.00/1	
	기둥	상태양호	—	—	
	도류벽	상태양호	—	—	
	계단	상태양호	—	—	
유입 밸브실	상부슬래브	균열 (0.3mm미만)	m	1.60/2	
	바닥슬래브	이음부 균열/누수/백태	m	10.00/1	
	벽체	균열 (0.3mm미만)	m	3.20/1	
		균열부 백태	m	1.30/4	
		누수	m ²	0.20	
		백태	m ²	0.87	

1.2.1 손상물량 집계표 (계속)

구분		손상내용	단위	2024년 정밀안전점검	비고
유출 벨브실	상부슬래브	균열부 백태	m	0.10/1	
		누수흔적	m ²	2.80	
	바닥슬래브	채수	m ²	69.00	
		계단 몰탈박리/박락	m ²	2.40	
	벽체	균열부 백태	m	4.40/10	
		누수오염	m ²	7.70	
		백태	m ²	0.67	
전기실	벽체	이질재이격	m	5.00	
		균열(모르타르)0.3mm미만	m	10.70/15	
	슬래브	망상균열	m ²	20.00	
검수실	벽체	문부식	m ²	0.30	
		박리	m ²	0.24	
		균열(모르타르)0.3mm미만	m	1.70/3	
		이질재이격	m	3.00	
	슬래브	균열 (0.3mm미만)	m	2.80/4	
옥상층	파라펫	이질재이격	m	10.00	
기전 설비	기계설비	관부식	EA	1	
	전기설비	상태양호	—	—	
장내포장 및 사면		장내포장 양호	—	—	
		외부사면 양호	—	—	
배수지 상부(웬스 및 배수로 포함)		웬스 양호	—	—	
		배수로 양호	—	—	
콘크리트옹벽		실링재 열화	m ²	40.0	
		균열 (0.3mm미만)	m	2.20/2	
		재료분리	m ²	0.25	
		파손	m ²	0.01	

1.2.2 손상물량 비교 · 검토표

구분		손상내용	단위	초기점검	2024년 정밀안전점검	물량증감	
배수지 1지	상부슬래브	백태	m ²	—	0.08	▲	0.08
	바닥슬래브	균열 (0.3mm미만)	m	—	64.00/14	▲	64.00/14
		도장박리	m ²	—	10.24	▲	10.24
	벽체	균열 (0.3mm미만)	m	—	10.20/5	▲	10.20/5
		균열/누수 (0.3mm미만)	m	—	2.20/1	▲	2.20/1
		들뜸 (폼타이홀)	m ²	—	1.11	▲	1.11
		박리 (폼타이홀)	m ²	—	0.06	▲	0.06
		백태	m ²	—	0.06	▲	0.06
	기둥	상태양호	—	—	—	—	—
	도류벽	상태양호	—	—	—	—	—
	계단실	상태양호	—	—	—	—	—
배수지 2지	상부슬래브	녹	EA	—	34	▲	34
	바닥슬래브	균열 (0.3mm미만)	m	—	86.20/21	▲	86.20/21
		망상균열	m ²	—	171.3	▲	171.3
	벽체	백태	m ²	—	0.07	▲	0.07
		균열 (0.3mm미만)	m	—	8.00/1	▲	8.00/1
	기둥	상태양호	—	—	—	—	—
	도류벽	상태양호	—	—	—	—	—
	계단	상태양호	—	—	—	—	—
유입 밸브실	상부슬래브	균열 (0.3mm미만)	m	—	1.60/2	▲	1.60/2
	바닥슬래브	이음부 균열/누수/백태	m	—	10.00/1	▲	10.00/1
	벽체	균열 (0.3mm미만)	m	—	3.20/1	▲	3.20/1
		균열부 백태	m	—	1.30/4	▲	1.30/4
		누수	m ²	—	0.20	▲	0.20
		백태	m ²	—	0.87	▲	0.87

1.2.2 손상물량 비교 · 검토표 (계속)

구분		손상내용	단위	초기점검	2024년 정밀안전점검	물량증감	
유출 밸브실	상부슬래브	균열부 백태	m	—	0.10/1	▲	0.10/1
		누수흔적	m ²		2.80	▲	2.80
	바닥슬래브	채수	m ²	—	69.00	▲	69.00
		계단 몰탈박리/박락	m ²	—	2.40	▲	2.40
	벽체	균열부 백태	m	—	4.40/10	▲	4.40/10
		누수오염	m ²	—	7.70	▲	7.70
		백태	m ²	—	0.67	▲	0.67
전기실	벽체	이질재이격	m	—	5.00	▲	5.00
		균열(모르타르)0.3mm미만	m	—	10.70/15	▲	10.70/15
	슬래브	망상균열	m ²	—	20.00	▲	20.00
검수실	벽체	문부식	m ²	—	0.30	▲	0.30
		박리	m ²	—	0.24	▲	0.24
		균열(모르타르)0.3mm미만	m	—	1.70/3	▲	1.70/3
		이질재이격	m	—	3.00	▲	3.00
	슬래브	균열 (0.3mm미만)	m	—	2.80/4	▲	2.80/4
옥상층	파라펫	이질재이격	m	—	10.00	▲	10.00
기전 설비	기계설비	관부식	EA	—	1	▲	1
	전기설비	상태양호	—	—	—	—	—
장내포장 및 사면		장내포장 양호	—	—	—	—	—
		외부사면 양호	—	—	—	—	—
배수지 상부(웬스 및 배수로 포함)		웬스 양호	—	—	—	—	—
		배수로 양호	—	—	—	—	—
콘크리트옹벽		실링재 열화	m ²	—	40.0	▲	40.0
		균열 (0.3mm미만)	m	—	2.20/2	▲	2.20/2
		재료분리	m ²	—	0.25	▲	0.25
		파손	m ²	—	0.01	▲	0.01

1.3 재료시험 결과

1.3.1 현장시험 결과요약

구 분	시험항목	현장시험 결과				결과분석	
토목 구조물	반발경도 시험	구 분	평균강도(MPa)	설계기준 강도(MPa)	강도율(%)	○ 콘크리트의 강도율은 설계기준강도 이상을 상회하므로 강도에 특별한 문제점이 없는 양호한 상태임.	
		배수지	28.9~29.4	27.0	106.9~108.9		
		밸브실	28.3~28.9		104.7~107.2		
	탄산화 깊이 측정	구 분	탄산화 깊이(mm)	탄산화 잔여깊이(mm)	평가결과	○ 모든 개소에서 탄산화 잔여깊이가 30.0mm이상으로 분석되어 양호한 상태임.	
		배수지	1.5~2.0	38.5~98.0	a		
		유출입 밸브실	3.3~3.7	92.7~94.3	a		
	변위·변 형 조사	구 분	기울기 변위량(°)		부등침하 변위량	○ 변위·변형이 일어나지 않은 양호한 상태로 판단됨.	
		배수지	(-)0.30~(+)0.40		-		
		유출입 밸브실	(-)0.10~(-)0.20		(-)1.1~(-)1.2		
건축 구조물	반발경도 시험	구 분	평균강도(MPa)	설계기준 강도(MPa)	강도율(%)	○ 콘크리트 강도율은 102.3~108.3%로 분석되어 설계기준강도의 100%를 상회하므로 강도에 특별한 문제점이 없는 건전한 상태임.	
		검수실	24.7~25.0	24.0	103.0~104.0		
		전기실	24.6~26.0		102.3~108.3		
	탄산화 깊이 측정	구 분	탄산화 깊이(mm)	피복두께 (mm)	탄산화깊이 / 피복두께	평가 결과	○ 모든 개소에서 탄산화깊이 대비 피복두께가 0.04~0.07로 측정되어 상태평가 상 “a”로 양호한 상태임.
		검수실	2.0~3.5	45.0	0.04~0.07	a	
		전기실	2.2~4.0	40.0~55.0	0.05~0.07	a	
	부재의 규격조사	구 분		설계치수 - 측정치수			○ 부재의 규격조사 결과, 도면과 거의 일치하는 것으로 분석됨.
		보(WG1)		(+)3.0~(+)5.0mm			
		벽체(W1)		(+)1.0~(+)5.0mm			
	변위·변 형 조사	구 분		기울기 및 각변위		평가 결과	○ 평가결과, 구조물의 변위 및 변형은 일어나지 않은 양호한 상태로 판단됨.
		건물기울기		1/4,200~1/1,050		a	
		부재 변형	전기실	(+)1.1~(+)1.3mm	1/3,400~1/2,650	a	

1.3.2 점검 결과 비교 · 검토

구 분		2021년 초기점검	2024년 정밀안전점검
토목 구조물	콘크리트 강도시험(MPa)	28.38 ~ 29.10 / (27.0)	28.3 ~ 29.4 / (27.0)
	탄산화시험(mm) (깊이/잔여깊이)	—	1.5 ~ 3.7 / 38.5 ~ 98.0
	변위 · 변형 조사	—	배수지 기울기 (-)0.30~(+)0.40 유출입밸브실 기울기 (-)0.10~(+)0.20 유출입밸브실 부등침하 변위량 (-)1.1~(-)1.2
건축 구조물	반발경도 시험	—	24.6 ~ 26.0 / (24.0)
	탄산화 깊이 측정/ 탄산화깊이÷피복	—	2.0 ~ 4.0 / 0.044 ~ 0.077
	부재의 규격조사	—	보(WG1) (+)3.0~(+)5.0mm 벽체(W1) (+)1.0~(+)5.0mm
	변위 · 변형 조사	—	건축물 기울기 1/4,200~1/1,050 부재변형 (+)1.1~(+)1.3
검토 비교		검토 비교결과 대체적으로 유사한 값으로 조사 되었으나, 일부 결과 값이 차이가 있는 경우, 이는 점검자의 판단, 시험장비, 작업위치 등의 복합적인 요소에 의한 것으로 사료된다.	

1.4 상태평가 결과

1.4.1 종합시설물(7단계) 상태평가

종합시설명	능5배수지(중설)					
통합시설명	평가결과	평가지수	조정계수	중요도	조정값	계산값
토목구조물	b	4.38	1.00	50.00	50.00	219.00
기계설비	a	4.70	1.00	25.00	25.00	117.50
건축구조물	a	4.75	1.00	25.00	25.00	118.75
합계(Σ)				100.00	100.00	455.25
1.복합시설평가지수(E5)=Σ(E4*A*W)/Σ(A*W)=						4.55
2. 복합시설 종합평가 등급 =						A

1.4.2 전차 점검 비교분석

구 분	2021년 초기점검	2024년 정밀안전점검
평가지수	5.00	4.55
평가등급	A등급	A등급
검토결과	초기점검(2021년) 결과와 비교결과, 안전등급의 경우 동일한 A등급으로 평가되었으나, 평가지수의 경우 5.00→4.55로 하향 평가되었다. 이는 초기점검 이후 신규 손상에 따른 것으로 판단된다.	

1.5 보수·보강방안 및 개략공사비

1.5.1 보수·보강 방안

구분		손상내용	단위	손상물량	보수·보강 방안	우선순위
배수지 1지	상부슬래브	백태	m ²	0.08	주의관찰[현상유지]	3순위
	바닥슬래브	균열(0.3mm미만)	m	64.00/14	주의관찰[현상유지]	3순위
		도장박리	m ²	10.24	주의관찰[현상유지]	3순위
	벽체	균열(0.3mm미만)	m	10.20/5	주의관찰[현상유지]	3순위
		균열/누수(0.3mm미만)	m	2.20/1	주입보수[성능회복]	2순위
		들뜸(폼타이홀)	m ²	1.11	주의관찰[현상유지]	3순위
		박리(폼타이홀)	m ²	0.06	주의관찰[현상유지]	3순위
		백태	m ²	0.06	주의관찰[현상유지]	3순위
	기둥	상태양호	—	—	지속관찰	—
	도류벽	상태양호	—	—	지속관찰	—
	계단실	상태양호	—	—	지속관찰	—
배수지 2지	상부슬래브	녹	EA	34	주의관찰[현상유지]	3순위
	바닥슬래브	균열(0.3mm미만)	m	86.20/21	주의관찰[현상유지]	3순위
		망상균열	m ²	171.3	주의관찰[현상유지]	3순위
	벽체	백태	m ²	0.07	주의관찰[현상유지]	3순위
		균열(0.3mm미만)	m	8.00/1	주의관찰[현상유지]	3순위
	기둥	상태양호	—	—	지속관찰	—
	도류벽	상태양호	—	—	지속관찰	—
	계단	상태양호	—	—	지속관찰	—
유입 밸브실	상부슬래브	균열(0.3mm미만)	m	1.60/2	주의관찰[현상유지]	3순위
	바닥슬래브	이음부 균열/누수/백태	m	10.00/1	주입보수[성능회복]	2순위
	벽체	균열(0.3mm미만)	m	3.20/1	주의관찰[현상유지]	3순위
		균열부 백태	m	1.30/4	표면보수[성능회복]	3순위
		누수	m ²	0.20	패킹보수[성능회복]	2순위
		백태	m ²	0.87	표면보수[성능회복]	2순위

1.5.1 보수·보강 방안(계속)

구분		손상내용	단위	손상물량	보수·보강 방안	우선순위
유출 밸브실	상부슬래브	균열부 백태	m	0.10/1	표면보수[성능회복]	2순위
		누수흔적	m ²	2.80	표면보수[성능회복]	2순위
	바닥슬래브	체수	m ²	69.00	주의관찰[현상유지]	3순위
		계단 몰탈박리/박락	m ²	2.40	모르타르마감보수[성능회복]	2순위
	벽체	균열부 백태	m	4.40/10	표면보수[성능회복]	2순위
		누수오염	m ²	7.70	표면보수[성능회복]	2순위
		백태	m ²	0.67	표면보수[성능회복]	2순위
전기실	벽체	이질재이격	m	5.00	주의관찰[현상유지]	3순위
		균열(모르타르)0.3mm미만	m	10.70/15	주의관찰[현상유지]	3순위
	슬래브	망상균열	m ²	20.00	주의관찰[현상유지]	3순위
검수실	벽체	문부식	m ²	0.30	주의관찰[현상유지]	3순위
		박리	m ²	0.24	주의관찰[현상유지]	3순위
		균열(모르타르)0.3mm미만	m	1.70/3	주의관찰[현상유지]	3순위
		이질재이격	m	3.00	주의관찰[현상유지]	3순위
	슬래브	균열(0.3mm미만)	m	2.80/4	주의관찰[현상유지]	3순위
옥상층	파라펫	이질재이격	m	10.00	충진보수[성능회복]	2순위
기전 설비	기계설비	관부식	EA	1	도장보수[성능회복]	2순위
	전기설비	상태양호	—	—	지속관찰	—
장내포장 및 사면		장내포장 양호	—	—	지속관찰	—
		외부사면 양호	—	—	지속관찰	—
배수지 상부(펜스 및 배수로 포함)		펜스 양호	—	—	지속관찰	—
		배수로 양호	—	—	지속관찰	—
콘크리트옹벽		실링재 열화	m ²	40.0	주의관찰[현상유지]	3순위
		균열(0.3mm미만)	m	2.20/2	주의관찰[현상유지]	3순위
		재료분리	m ²	0.25	주의관찰[현상유지]	3순위
		파손	m ²	0.01	주의관찰[현상유지]	3순위

1.5.2 개략공사비

부재명		손 상 내 용	보수 단위	손상 물량	보수 물량	보수보강 방안	단가(원)	공사비	우선 순위
배수지1지	벽 체	균열누수(0.3mm미만)	m	2.20	2.75	주입보수	23,214	63,839	2
유입밸브실	바닥슬래브	이음부 균열누수백태	m	10.00	12.50	주입보수	23,214	290,175	2
	벽 체	누수	m ²	0.20	1 식	패킹보수	250,000	250,000	2
		균열부 백태	m ²	1.30	1.63	표면보수	66,524	108,434	2
		백태	m ²	0.87	1.04	표면보수	66,524	69,185	2
유출밸브실	상부슬래브	균열부 백태	m ²	1.60	2.0	표면보수	66,524	133,048	2
		누수흔적	m ²	2.80	3.36	표면보수	66,524	223,521	2
	바닥슬래브	계단 몰탈박리/박락	m ²	2.4	2.88	모르타르마감보수	40,000	115,200	2
	벽 체	누수오염	m ²	7.70	9.24	표면보수	66,524	614,682	2
		백태	m ²	0.67	0.80	표면보수	66,524	53,219	2
옥상층	파라펫	이질재이격	m	10.00	12.50	충진보수	52,000	650,000	2
기전설비	기계설비	관부식	EA	1	1 식	도장보수	120,000	120,000	2
순 공 사 비				1순위			-		
				2순위			2,691,303		
제 경 비 (순공사비의 50%)							1,345,652		
총공사비(단기 및 장기)							4,036,955		

※1.각 손상물량별로 추가보수 등 여유수량을 감안하여 할정을 적용하였으며, 명확하게 수량산출이 가능한 손상은 할증 적용을 제외함.

· 보수시 시공성 및 효율성을 고려하여 보수물량은 손상물량에 20%를 할증함.

· 면적환산 = 균열보수(0.3mm미만)는 길이(L) x 0.25

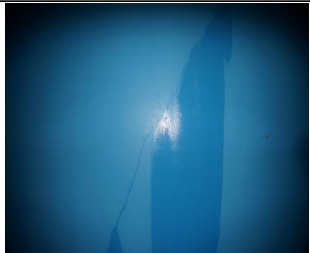
2. 개략공사비는 현장 여건에 따라 증감이 될 수 있음.

3. 보수·보강방안이 주의관찰인 손상은 제외함.

4. 공사시 경제적인 측면을 고려하여 손상 중 발생정도가 아주 경미하고 구조적인 문제가 없는 손상은 제외하였음.

5. 손상물량이 1.0m²미만인 손상들은 보수재료의 단가보다 적게 산정되므로 보수물량을 1.0m²으로 산정하였음.

1.5.3 유지관리 방안

부 재	점 검 항 목	금회 주요 손상사진
배수지	- 균열, 백태, 파손, 들뜸, 철근노출 등의 발생 여부 - 도장박리, 도장기포 등의 발생 여부	
	공용기간 증가에 따른 손상 변화에 대한 주의관찰이 요구됨.	
밸브실	- 균열, 백태, 파손, 들뜸, 철근노출 등의 발생 여부 - 이음부에서 발생한 손상의 진전 및 추가 발생 여부	
	차기 점검시 백태 손상에 대하여 표면보수 실시 후 재손상 발생 및 진전여부 확인이 필요함.	
건축구조물	- 균열, 도장박리, 백태 등 기존 손상의 확대 및 추가손상 발생 여부	
	건축구조물의 경우 대부분 보수가 실시된 상태이며, 손상이 경미하여 차기 점검시 손상의 진전여부 확인이 필요함.	
기전설비	- 배관/밸브 도장박리, 부식 발생여부 - 배관/밸브 누수 및 파손,변형 발생여부 - 밸브 작동상태 확인	
	부식의 손상 진전여부 확인과 이로 인한 추가손상발생에 대하여 확인이 필요함.	
기타시설	- 안전난간 파손, 변형, 부식 발생여부	
	작업자의 안전사고 방지를 위한 지속적인 유지관찰, 점검이 필요함.	

1.6 종합결론

2021년 준공되어 시설물로 약 3년째 공용중인 능5배수지(증설)는 백태, 균열(0.3mm미만), 도장박리, 들뜸(폼타이홀), 박리(폼타이홀), 녹, 망상균열 등의 손상이 배수지 내부에서 조사되었으며, 구조물에 영향을 미치는 손상은 없는 것으로 조사되었다. 그 외 유·출입밸브실 벽체 누수, 이음부, 균열/누수/백태, 균열(0.3mm미만), 균열부 백태, 누수오염 계단몰탈 박리/박락, 백태 등의 손상이 조사되었다.

전기실 및 검수실 손상은 이질재이격, 균열(모르타르)0.3mm미만, 망상균열, 박리, 문부식, 균열(0.3mm미만) 등의 손상이 조사되었다.

금회 정밀안전점검 결과를 종합적으로 분석하고, 시설물의 종합평가를 도출하여 안전등급을 “문제점이 없는 최상의 상태”인 “**A(우수)등급**”으로 지정하였다.

따라서 향후 보수·보강 및 유지관리 방안에서 제시한 내용을 토대로 구조물을 관리한다면 구조물의 상태를 양호하게 유지관리 할 수 있을 것으로 판단된다.

02. 마도배수지

2.1 시설물 현황

구 분	내 용		구 분	내 용
시설물명	마도배수지		시설물번호	WS2018-0000013
준공년월일	2018년 08월 08일		시설물 종별	2층
시설물위치	경기도 화성시 마도면 석교리 2-14번지			
관리주체	화성시맑은물사업소			
규 모	B20.0m×L42.0m×H7.1m×2지			
용 량	10,000m³/일		설치형태	매립형
구조형식	철근콘크리트조(RC)		배수지 개수	2지
시설물현황	밸브실	유입 밸브실, 유출 밸브실		
	부대시설	보강토옹벽		
				
배수지 외부 전경		배수지 내부 전경		

2.2 외관조사 결과

2.2.1 손상물량 집계표

구분		손상내용	단위	2024년 정밀안전점검	비고
배수지 1지	상부슬래브	녹	EA	5	
		백태	m ²	0.01/1	
	하부슬래브	균열 (0.3mm미만)	m	1.50/1	
		도장손상	m ²	0.48/23	
		도장박리	m ²	0.02/1	
	벽체	녹	EA	120	
		박락	m ²	0.05/1	
	기둥	도장손상	EA	9	
		도장손상	m ²	0.03/2	
		녹, 부식	EA	31	
	계단	도장손상	m ²	0.01/1	
		녹	EA	10	
배수지 2지	상부슬래브	녹	EA	41	
	하부슬래브	도장손상	m ²	0.29/16	
	벽체	녹	EA	29	
	기둥	녹	EA	99	
		도장손상	m ²	0.04/4	
		도장기포	m ²	0.03/1	
	도류벽	고정밴드볼트이완, 볼트탈락	EA	6	
	계단	녹	EA	8	
유입 밸브실	상부슬래브	백태	m ²	0.05/1	
	하부슬래브	박리	m ²	0.29/2	
		체수흔적	EA	1	
	벽체	백태	m ²	1.02/3	
		파손	m ²	0.02/1	
	외부 상면	체수	m ²	177.50/1	
	외부 벽체	파손	m ²	0.04/2	

2.2.1 손상물량 집계표 (계속)

구분		손상내용	단위	2024년 정밀안전점검	비고
유출 밸브실	상부슬래브	백태	m ²	1.34/4	
	하부슬래브	균열(0.3mm미만)	m	0.60/1	
		균열(0.3mm이상)	m	10.00/5	
		박리	m ²	0.35/5	
		들뜸	m ²	4.80/1	
	벽체	백태	m ²	0.17/5	
		누수오염	m ²	4.80/1	
1지 계단실	보	상태양호	—	—	
	하부슬래브	상태양호	—	—	
	벽체	균열(모르타르) 0.3mm미만	m	3.10/5	
2지 계단실	보	백태	m ²	0.02/1	
	하부슬래브	상태양호	—	—	
	벽체	녹	EA	—	
		균열(모르타르)0.3mm미만	m ²	4.60/7	
전기실	벽체	도장박리	m ²	0.08/1	
		망상균열(모르타르)	m ²	0.50/1	
		균열(모르타르)0.3mm미만	m	6.20/8	
옥상층	파라펫	상태양호	—	—	
기전 설비	기계설비	볼트부식	EA	8	
		관부식	EA	2	
	전기설비	상태양호	—	—	
안전시설		상태양호	—	—	
장내포장 및 사면		상태양호	—	—	
배수지 상부(펜스 및 배수로 포함)		펜스 양호	—	—	
		배수로 양호	—	—	
보강토 옹벽		블록 파손	m ²	0.35/6	

2.2.2 손상물량 비교 · 검토표

구분		손상내용	단위	2021년 정밀안전점검	2024년 정밀안전점검	물량증감	
배수지 1지	상부슬래브	녹	EA	1	5	▲	4.00
		백태	m ²	0.01/1	0.01/1	—	—
	하부슬래브	균열(0.3mm미만)	m	1.50/1	1.50/1	—	—
		도장손상	m ²	0.44/20	0.48/23	▲	0.04
		도장박리	m ²	—	0.02/1	▲	0.02
	벽체	녹	EA	105	120	▲	15
		박락	m ²	0.05/1	0.05/1	—	—
	기둥	도장손상	EA	—	9	▲	9
		도장손상	m ²	0.03/2	0.03/2	—	—
		녹, 부식	EA	23	31	▲	8
	계단실	도장손상	m ²	0.01/1	0.01/1	—	—
		녹	EA	10	10	—	—
배수지 2지	상부슬래브	녹	EA	41	41	—	—
	하부슬래브	도장손상	m ²	0.24/12	0.29/16	▲	0.05
	벽체	녹	EA	25	29	▲	4
	기둥	녹	EA	99	99	—	—
		도장손상	m ²	0.04/4	0.04/4	—	—
		도장기포	m ²	0.03/1	0.03/1	—	—
	도류벽	고정밴드볼트이완, 볼트탈락	EA	6	6	—	—
	계단	녹	EA	8	8	—	—

2.2.2 손상물량 비교 · 검토표 (계속)

구분		손상내용	단위	2021년 정밀안전점검	2024년 정밀안전점검	물량증감	
유입 벨브실	상부슬래브	백태	m ²	0.05/1	0.05/1	—	—
	하부슬래브	박리	m ²	0.15/1	0.29/2	▲	0.14
		체수흔적	EA	1	1	—	—
	벽체	백태	m ²	1.02/3	1.02/3	—	—
		파손	m ²	—	0.02/1	▲	0.02
	외부 상면	박리	m ²	5.76/1	—	▼	5.76
		체수	m ²	177.50/1	177.50/1	—	—
	외부 벽체	균열(0.3mm미만)	m	1.00/3	—	▼	1.00
		망상균열(모르타르)	m ²	148.10/3	—	▼	148.10
		파손	m ²	0.04/2	0.04/2	—	—
		백태	m ²	0.05/1	—	▼	0.05
유출 벨브실	상부슬래브	백태	m ²	0.29/3	1.34/4	▲	1.05
	하부슬래브	균열(0.3mm미만)	m	0.60/1	0.60/1	—	—
		균열(0.3mm이상)	m	10.00/5	10.00/5	—	—
		박리	m ²	0.35/5	0.35/5	—	—
		들뜸	m ²	—	4.80/1	▲	4.80
	벽체	백태	m ²	0.01/1	0.17/5	▲	0.16
		누수오염	m ²	—	4.80/1	▲	4.80
1지 계단실	보	백태	m ²	0.07/2	—	▼	0.07
	하부슬래브	녹	EA	1	—	▼	1
	벽체	녹	EA	3	—	▼	3
		도장손상	m ²	0.78/1	—	▼	0.78
		균열(모르타르) 0.3mm미만	m	2.40/4	3.10/5	▲	0.70

2.2.2 손상물량 비교 · 검토표 (계속)

구분		손상내용	단위	2021년 정밀안전점검	2024년 정밀안전점검	물량증감	
2지 계단실	보	백태	m ²	0.06/3	0.02/1	▼	0.04
	하부슬래브	녹	EA	1	—	▼	1
	벽체	녹	EA	2	—	▼	2
		균열(모르타르)0.3mm미만	m ²	4.60/7	4.60/7	—	—
전기실	벽체	도장손상	m ²	0.42/1	—	▼	0.42
		도장박리	m ²	—	0.08/1	▲	0.08
		망상균열(모르타르)	m ²	0.50/1	0.50/1	—	—
		균열(모르타르)0.3mm미만	m	5.20/7	6.20/8	▲	1.00
옥상층	파라펫	백태	m ²	0.04/1	—	▼	0.04
		균열(모르타르)	m	2.60/3	—	▼	2.60
기전 설비	기계설비	볼트부식	EA	6	8	▲	2
		관부식	EA	2	2	—	—
	전기설비	상태양호	—	—	—	—	—
안전시설		상태양호	—	—	—	—	—
장내포장 및 사면	파손(출입구 받침)		m ²	1.82/1	—	▼	1.82
	외부사면 양호		—	—	—	—	—
배수지 상부(웬스 및 배수로 포함)	웬스 양호		—	—	—	—	—
	배수로 양호		—	—	—	—	—
보강토 옹벽		블록 파손	m ²	0.17/3	0.35/6	▲	0.18

2.3 재료시험 결과

2.3.1 현장시험 결과요약

구 분	시험항목	현장시험 결과				결과분석		
토목 구조물	반발경도 시험	구 분		평균강도(MPa)	설계기준 강도(MPa)	강도율(%)	◦ 콘크리트의 강도율은 설계기준강도 이상을 상회하므로 강도에 특별한 문제점이 없는 양호한 상태임.	
		배수지		28.6~29.0	27.0	105.9~107.5		
		밸브실		27.8~28.5		102.9~105.7		
	탄산화 깊이 측정	구 분		탄산화 깊이(mm)	탄산화 잔여깊이(mm)	평가결과	◦ 모든 개소에서 탄산화 잔여깊이가 30.0mm이상으로 분석되어 양호한 상태임.	
		배수지		1.3~1.4	33.67~98.7	a		
		유출입 밸브실		4.5~4.8	55.0~93.0	a		
	변위·변 형 조사	구 분		기울기 변위량(°)		부등침하 변위량		◦ 변위·변형이 일어나지 않은 양호한 상태로 판단됨.
		배수지		(－)0.50~(＋)0.36		－		
		유출입 밸브실		(－)0.20~(＋)0.30		(－)21.3~(＋)11.0		
건축 구조물	반발경도 시험	구 분		평균강도(MPa)	설계기준 강도(MPa)	강도율(%)	◦ 콘크리트 강도율은 101.3~106.6%로 분석되어 설계기준강도의 100%를 상회하므로 강도에 특별한 문제점이 없는 건전한 상태임.	
		1지 계단실		24.6~25.3	24.0	102.3~105.6		
		2지 계단실		24.3~25.6		101.3~106.6		
	탄산화 깊이 측정	구 분		탄산화 깊이(mm)	피복두께 (mm)	탄산화깊이 / 피복두께	평가 결과	◦ 모든 개소에서 탄산화깊이 대비 피복두께가 0.02~0.12로 측정되어 상태평가상 “a”로 양호한 상태임.
		1지 계단실		1.5~5.2	45.0	0.03~0.12	a	
		2지 계단실		0.9~2.2	34.0~55.0	0.02~0.04	a	
	부재의 규격조사	구 분		설계치수 - 측정치수				◦ 부재의 규격조사 결과, 도면과 거의 일치하는 것으로 분석됨.
		보(G1)		(＋)4.0~(＋)8.0mm				
		기둥(C1)		(＋)2.0~(＋)5.0mm				
	변위·변 형 조사	구 분		기울기 및 각변위			평가 결과	◦ 평가결과, 구조물의 변위 및 변형은 일어나지 않은 양호한 상태로 판단됨.
		건물기울기		1/17,667~1/779			a	
		부재 변형	1지 계단실	(－)2.1~(＋)8.9mm	1/625~1/500		a	
			2지 계단실	(＋)2.0~(＋)5.1mm	1/1,000~1/769		a	

2.3.2 점검 결과 비교 · 검토

구 분		2021년 정밀안전점검	2024년 정밀안전점검
토목 구조물	콘크리트 강도시험(MPa)	27.3 ~ 28.7 / (27.0)	27.8 ~ 29.0 / (27.0)
	탄산화시험(mm) (깊이/잔여깊이)	1.3 ~ 4.5 / 32.70 ~ 98.70	1.3 ~ 4.8 / 33.67 ~ 98.70
	변위 · 변형 조사	배수지 기울기 (-)0.65~(+)0.36 유출입밸브실 기울기 (-)0.25~(+)0.50 유출입밸브실 부등침하 변위량 (-)21.0~(+)11.0	배수지 기울기 (-)0.50~(+)0.6 유출입밸브실 기울기 (-)0.20~(+)0.30 유출입밸브실 부등침하 변위량 (-)21.3~(+)11.0
건축 구조물	반발경도 시험	23.1 ~ 24.4 / (24.0)	24.3 ~ 25.6 / (24.0)
	탄산화 깊이 측정/ 탄산화깊이÷피복	0.8 ~ 4.7 / 0.02~0.11	0.9 ~ 5.2 / 0.02 ~ 0.12
	부재의 규격조사	보(G1) (+)1.0~(+)8.0mm 기둥(C1) (+)1.0~(+)3.0mm	보(G1) (+)4.0~(+)8.0mm 기둥(C1) (+)2.0~(+)5.0mm
	변위 · 변형 조사	건축물 기울기 1/1,767~1/757 부재변형 (-)2.00~(+)9.0	건축물 기울기 1/17,667~1/779 부재변형 (-)2.00~(+)8.9
검토 비교		검토 비교결과 대체적으로 유사한 값으로 조사 되었으나, 일부 결과 값이 차이가 있는 경우, 이는 점검자의 판단, 시험장비, 작업위치 등의 복합적인 요소에 의한 것으로 사료된다.	

2.4 상태평가 결과

2.4.1 종합시설물(7단계) 상태평가

종합시설명	마도배수지(기준)					
통합시설명	평가결과	평가지수	조정계수	중요도	조정값	계산값
토목구조물	a	4.79	1.00	50.00	50.00	239.50
기전설비	a	4.55	1.00	25.00	25.00	113.75
건축구조물	a	4.75	1.00	25.00	25.00	118.75
합계(Σ)				100.00	100.00	472.00
1.복합시설평가지수(E5)=Σ(E4*A*W)/Σ(A*W)=						4.72
2. 복합시설 종합평가 등급 =						A

2.4.2 전차 점검 비교분석

구 분	2021년 정밀안전점검	2024년 정밀안전점검
평가지수	4.72	4.72
평가등급	A등급	A등급
검토결과	전차 점검결과와 비교결과, 안전등급 및 평가지수는 전차점검과 동일한 B등급으로 평가지수 또한 4.72점으로 동일하게 평가되었다. 이는 전차점검 이후 신규손상 및 기존 손상의 물량 증가가 조사되었으나 대부분 평가에 반영되는 손상이 아니며, 상태평가 면적율에 영향을 주지 않을 정도로 경미하게 조사되어 평가 지수 및 등급이 동일하게 평가된 것으로 조사되었다.	

2.5 보수·보강방안 및 개략공사비

2.5.1 보수·보강 방안

구분		손상내용	단위	손상물량	보수·보강 방안	우선순위
배수지 1지	상부슬래브	녹	EA	5	주의관찰[현상유지]	3순위
		백태	m ²	0.01	주의관찰[현상유지]	3순위
	하부슬래브	균열(0.3mm미만)	m	1.50	주의관찰[현상유지]	3순위
		도장손상	m ²	0.48	주의관찰[현상유지]	3순위
		도장박리	m ²	0.02	주의관찰[현상유지]	3순위
	벽체	녹	EA	120	주의관찰[현상유지]	3순위
		박락	m ²	0.05	주의관찰[현상유지]	3순위
	기둥	도장손상	EA	9	주의관찰[현상유지]	3순위
		도장손상	m ²	0.03	주의관찰[현상유지]	3순위
		녹, 부식	EA	31	주의관찰[현상유지]	3순위
	계단	도장손상	m ²	0.01	주의관찰[현상유지]	3순위
		녹	EA	10	주의관찰[현상유지]	3순위
배수지 2지	상부슬래브	녹	EA	41	주의관찰[현상유지]	3순위
	하부슬래브	도장손상	m ²	0.29/16	주의관찰[현상유지]	3순위
	벽체	녹	EA	29	주의관찰[현상유지]	3순위
	기둥	녹	EA	99	주의관찰[현상유지]	3순위
		도장손상	m ²	0.04/4	주의관찰[현상유지]	3순위
		도장기포	m ²	0.03/1	주의관찰[현상유지]	3순위
	도류벽	고정밴드볼트이완, 볼트탈락	EA	6	주의관찰[현상유지]	3순위
	계단	녹	EA	8	주의관찰[현상유지]	3순위
유입밸브실	상부슬래브	백태	m ²	0.05	표면보수[성능회복]	2순위
	하부슬래브	박리	m ²	0.29	단면보수[성능회복]	2순위
		채수흔적	EA	1	주의관찰[현상유지]	3순위
	벽체	백태	m ²	1.02	표면보수[성능회복]	2순위
		파손	m ²	0.02	단면보수[성능회복]	2순위
	외부 상면	채수	m ²	177.50	주의관찰[현상유지]	3순위
	외부 벽체	파손	m ²	0.04	단면보수[성능회복]	2순위

2.5.1 보수·보강 방안(계속)

구분		손상내용	단위	손상물량	보수·보강 방안	우선순위
유출밸브실	상부슬래브	백태	m ²	1.34	표면보수[성능회복]	2순위
	하부슬래브	균열(0.3mm미만) 무근	m	0.60	주의관찰[현상유지]	3순위
		균열(0.3mm이상) 무근	m	10.00	주의관찰[현상유지]	3순위
		박리	m ²	0.35	단면보수[성능회복]	2순위
	벽체	들뜸	m ²	4.80	단면보수[성능회복]	2순위
		백태	m ²	0.17	표면보수[성능회복]	2순위
		누수오염	m ²	4.80	표면보수[성능회복]	2순위
1지 계단실	보	상태양호	—	—	지속관찰	—
	하부슬래브	상태양호	—	—	지속관찰	—
	벽체	균열(모르타르) 0.3mm미만	m	3.10	주의관찰[현상유지]	3순위
2지 계단실	보	백태	m ²	0.02	주의관찰[현상유지]	3순위
	하부슬래브	상태양호	—	—	지속관찰	—
	벽체	균열(모르타르)0.3mm미만	m ²	4.60	주의관찰[현상유지]	3순위
전기실	벽체	도장박리	m ²	0.08	주의관찰[현상유지]	3순위
		망상균열(모르타르)	m ²	0.50	주의관찰[현상유지]	3순위
		균열(모르타르)0.3mm미만	m	6.20	주의관찰[현상유지]	3순위
옥상층	파라펫	상태양호	—	—	지속관찰	—
기전 설비	기계설비	볼트부식[표면]	EA	8	도장보수	2순위
		관부식[표면]	EA	2	도장보수	2순위
	전기설비	상태양호	—	—	지속관찰	—
안전시설		상태양호	—	—	지속관찰	—
장내포장 및 사면		상태양호	—	—	지속관찰	—
배수지 상부(펜스 및 배수로 포함)		상태양호	—	—	지속관찰	—
보강토 옹벽		블록 파손	m ²	0.35	주의관찰[현상유지]	3순위

2.5.2 개략공사비

부재명		손 상 내 용	보수 단위	손상 물량	보수 물량	보수보강 방안	단가(원)	공사비	우선 순위
유입 밸브실	상부슬래브	백태	m ²	0.05	1.00	표면보수	66,524	66,524	2
	하부슬래브	박리	m ²	0.29	1.00	단면보수	111,354	111,354	2
	벽체	백태	m ²	1.02	1.22	표면보수	66,524	81,159	2
		파손	m ²	0.02	1.00	단면보수	111,354	111,354	2
	외부벽체	파손	m ²	0.04	1.00	단면보수	111,354	111,354	2
유출 밸브실	상부슬래브	백태	m ²	1.34	1.61	표면보수	66,524	107,104	2
	하부슬래브	박리	m ²	0.35	1.00	단면보수	111,354	111,354	2
		들뜸	m ²	4.80	5.76	단면보수	111,354	641,399	2
	벽체	백태	m ²	0.17	1.00	표면보수	66,524	66,524	2
		누수오염	m ²	4.80	5.76	표면보수	66,524	383,178	2
기계설비		관부식	EA	2	2	도장보수	40,000	80,000	2
		볼트부식	EA	8	8	도장보수	40,000	320,000	2
순 공 사 비				1순위			-		
				2순위			2,191,304		
제 경 비 (순공사비의 50%)							1,095,652		
총공사비(단기 및 장기)							3,286,956		

※1.각 손상물량별로 추가보수 등 여유수량을 감안하여 할정을 적용하였으며, 명확하게 수량산출이 가능한 손상은 할증 적용을 제외함.

· 보수시 시공성 및 효율성을 고려하여 보수물량은 손상물량에 20%를 할증함.

· 면적환산 = 균열보수(0.3mm미만)는 길이(L) x 0.25

2. 개략공사비는 현장 여건에 따라 증감이 될 수 있음.

3. 보수·보강방안이 주의관찰인 손상은 제외함.

4. 공사 시 경제적인 측면을 고려하여 손상 중 발생정도가 아주 경미하고 구조적인 문제가 없는 손상은 제외하였음.

5. 손상물량이 1.0m²미만인 손상들은 보수재료의 단가보다 적게 산정되므로 보수물량을 1.0m²으로 산정하였음.

2.5.3 유지관리 방안

부 재	점 검 항 목	금회 주요 손상사진
배수지	- 균열, 백태, 파손, 들뜸, 철근노출 등의 발생 여부 - 도장박리, 도장기포 등의 발생 여부	
	공용기간 증가에 따른 손상 변화에 대한 주의관찰이 요구됨.	
밸브실	- 균열, 백태, 파손, 들뜸, 철근노출 등의 발생 여부 - 이음부에서 발생한 손상의 진전 및 추가 발생 여부	
	차기 점검시 백태 손상에 대하여 표면보수 실시 후 재손상 발생 및 진전여부 확인이 필요함.	
건축구조물	- 균열, 도장박리, 백태 등 기존 손상의 확대 및 추가손상 발생 여부	
	건축구조물의 경우 대부분 보수가 실시된 상태이며, 손상이 경미하여 차기 점검시 손상의 진전여부 확인이 필요함.	
기전설비	- 배관/밸브 도장박리, 부식 발생여부 - 배관/밸브 누수 및 파손,변형 발생여부 - 밸브 작동상태 확인	
	부식의 손상 진전여부 확인과 이로 인한 추가손상발생에 대하여 확인이 필요함.	
기타시설	- 안전난간 파손, 변형, 부식 발생여부	
	작업자의 안전사고 방지를 위한 지속적인 유지관찰, 점검이 필요함.	

2.6 종합결론

2018년 준공되어 시설물로 약 6년째 공용중인 마도배수지는 균열(0.3mm미만), 도장손상, 도장기포, 백태, 녹, 고정밴드볼트이완, 볼트탈락 등의 손상이 배수지 내부에서 조사되었으며, 구조물에 영향을 미치는 손상은 없는 것으로 조사되었다. 그 외 유입밸브실 외부, 계단실 및 전기실의 내부의 경우 전차 점검 이후로 도장보수가 된 것으로 조사되었으나, 특히, 건축시설물 내부의 경우 균열 보수가 미흡한 상태로 확인되었으며, 유입밸브실, 유출밸브실 내부의 경우 보수가 미실시된 상태로 전차점검 시 확인된 바닥슬래브 무근 균열(0.3mm미만, 이상), 박리, 들뜸, 체수흔적, 상부슬래브 백태, 벽체 백태, 파손, 누수오염 등의 손상이 조사되었다.

금회 정밀안전점검 결과를 종합적으로 분석하고, 시설물의 종합평가를 도출하여 안전등급을 “문제점이 없는 최상의 상태”인 “A(우수)등급”으로 지정하였다.

따라서 향후 보수·보강 및 유지관리 방안에서 제시한 내용을 토대로 구조물을 관리한다면 구조물의 상태를 양호하게 유지관리 할 수 있을 것으로 판단된다.

03. 마도배수지(중설)

3.1 시설물 현황

구 분	내 용		구 분	내 용
시설물명	마도배수지(중설)		시설물번호	WS2020-0000038
준공년월일	2020년 09월 25일		시설물 종별	2중
시설물위치	경기도 화성시 마도면 석교리 2-14번지			
관리주체	화성시맑은물사업소			
규 모	B20.0m×L42.0m×H7.1m×2지			
용 량	10,000m³/일		설치형태	매립형
구조형식	철근콘크리트조(RC)		배수지 개수	2지
시설물현황	밸브실	유입 밸브실, 유출 밸브실		
	부대시설	—		
				
배수지 외부 전경		배수지 내부 전경		

3.2 외관조사 결과

3.2.1 손상물량 집계표

구분		손상내용	단위	2024년 정밀안전점검	비고
배수지 1지	상부슬래브	녹	EA	1	
	하부슬래브	균열 (0.3mm미만)	m	10.9/8	
		도장손상	m ²	0.80/1	
	벽체	들뜸 (폼)	m ²	0.23/23	
		녹	EA	23	
		박리, 박락 (폼)	m ²	0.11/11	
배수지 2지	상부슬래브	녹	EA	1	
	하부슬래브	균열 (0.3mm미만)	m	6.70/4	
		박락	m ²	0.01/1	
		도장손상	m ²	0.01/1	
	벽체	균열 (0.3mm미만)	m ²	1.00/2	
		녹	EA	41	
		들뜸	m ²	0.14/14	
		박리, 박락	m ²	0.69/68	
		부식	EA	55	
	기둥	부식	EA	11	
		녹	EA	1	
유입 밸브실	벽체	균열	m	0.60/1	
		백태	m ²	0.61/8	
유출 밸브실	벽체	누수흔적	m ²	1.62/5	
1지 계단실	하부슬래브	백태	m ²	0.02/1	
2지 계단실	내부	상태양호	—	—	
옥상층		상태양호	—	—	
기전 설비	기계설비	상태양호	—	—	—
	전기설비	상태양호	—	—	—

3.2.2 손상물량 비교 · 검토표

구분		손상내용	단위	2021년 정밀안전점검	2024년 정밀안전점검	물량증감	
배수지 1지	상부슬래브	녹	EA	—	1	▲	1
	하부슬래브	균열(0.3mm미만)	m	9.40/6	10.9/8	▲	1.50
		도장손상	m ²	0.80/1	0.80/1	—	—
	벽체	들뜸(폼)	m ²	0.18/18	0.23/23	▲	0.05
		녹	EA	21	23	▲	2
		박리, 박락(폼)	m ²	0.01/1	0.11/11	▲	0.10
		백태	m ²	0.09/9	—	▼	0.09
배수지 2지	상부슬래브	녹	EA	—	1	▲	1
	하부슬래브	균열(0.3mm미만)	m	2.70/3	6.70/4	▲	4.00
		박락	m ²	—	0.01/1	▲	0.01
		도장손상	m ²	0.01/1	0.01/1	—	—
	벽체	균열(0.3mm미만)	m ²	—	1.00/2	▲	1.00
		녹	EA	15	41	▲	26
		들뜸	m ²	0.14/14	0.14/14	—	—
		박리, 박락	m ²	0.04/4	0.69/68	▲	0.65
		부식	EA	—	55	▲	55
		부식	EA	—	11	▲	11
		녹	EA	1	1	—	—
	기둥	백태	m ²	0.01	—	▼	0.01
유입 밸브실	벽체	균열	m	0.60/1	0.60/1	—	—
		백태	m ²	0.16/7	0.61/8	▲	0.45
	외부 상부	망상균열(모르타르)	m ²	177.50	—	▼	177.50
	외부 벽체	균열(0.3mm미만)	m	3.20/4	—	▼	3.20
유출 밸브실	벽체	누수흔적	m ²	1.50/4	1.62/5	▲	0.12
1지 계단실	하부슬래브	백태	m ²	—	0.02/1	▲	0.02
2지 계단실	내부	상태양호	—	—	—	—	—
옥상층		상태양호	—	—	—	—	—
기전 설비	기계설비	상태양호	—	—	—	—	—
	전기설비	상태양호	—	—	—	—	—
안전시설		상태양호	—	—	—	—	—

3.3 재료시험 결과

3.3.1 현장시험 결과요약

구 분	시험항목	현장시험 결과				결과분석		
토목 구조물	반발경도 시험	구 분		평균강도(MPa)	설계기준 강도(MPa)	강도율(%)	◦ 콘크리트의 강도율은 설계기준강도 이상을 상회하므로 강도에 특별한 문제점이 없는 양호한 상태임.	
		배수지		26.7~27.2	27.0	99.1~100.6		
		밸브실		27.4~28.6		101.5~105.8		
	탄산화 깊이 측정	구 분		탄산화 깊이(mm)	탄산화 잔여깊이(mm)	평가결과	◦ 모든 개소에서 탄산화 잔여깊이가 30.0mm이상으로 분석되어 양호한 상태임.	
		배수지		1.0~1.5	82.5~99.0	a		
		유출입 밸브실		2.0~3.2	88.0~96.8	a		
	변위·변 형 조사	구 분		기울기 변위량(°)		부등침하 변위량		◦ 변위·변형이 일어나지 않은 양호한 상태로 판단됨.
		배수지		(－)0.40~(＋)0.20		－		
		유출입 밸브실		(－)0.10~(＋)0.30		(＋)6.20~(＋)11.0		
건축 구조물	반발경도 시험	구 분		평균강도(MPa)	설계기준 강도(MPa)	강도율(%)	◦ 콘크리트 강도율은 100.6~105.8%로 분석되어 설계기준강도의 100%를 상회하므로 강도에 특별한 문제점이 없는 건전한 상태임.	
		1지 계단실		24.2~25.4	24.0	100.6~105.8		
		2지 계단실		24.4~25.1		101.8~104.5		
	탄산화 깊이 측정	구 분		탄산화 깊이(mm)	피복두께 (mm)	탄산화깊이 / 피복두께	평가 결과	◦ 모든 개소에서 탄산화깊이 대비 피복두께가 0.03~0.05로 측정되어 상태평가상 “a”로 양호한 상태임.
		1지 계단실		0.8~1.6	20.0~35.0	0.03~0.05	a	
		2지 계단실		1.4~1.8	40.0	0.03~0.04	a	
	부재의 규격조사	구 분		설계치수 - 측정치수				◦ 부재의 규격조사 결과, 도면과 거의 일치하는 것으로 분석됨.
		보(G1)		(－)4.0~(＋)5.0mm				
		기둥(C1)		(－)2.0~(＋)6.0mm				
	변위·변 형 조사	구 분		기울기 및 각변위			평가 결과	◦ 평가결과, 구조물의 변위 및 변형은 일어나지 않은 양호한 상태로 판단됨.
		건물기울기		1/2,600~1/867			a	
		부재 변형	1지 계단실	(－)4.0~(＋)2.0mm	1/2,500~1/1,125		a	
			2지 계단실	(＋)1.0~(＋)1.5mm	1/4,500~1/3,333		a	

3.3.2 점검 결과 비교 · 검토

구 분		2021년 정밀안전점검	2024년 정밀안전점검
토목 구조물	콘크리트 강도시험(MPa)	26.8 ~ 28.4 / (27.0)	26.7 ~ 28.6 / (27.0)
	탄산화시험(mm) (깊이/잔여깊이)	0.8 ~ 3.0 / 68.2 ~ 100.2	1.0 ~ 3.2 / 82.5 ~ 99.0
	변위 · 변형 조사	배수지 기울기 (-)0.70~(+)0.30 유출입밸브실 기울기 (-)0.05~(+)0.55 유출입밸브실 부등침하 변위량 (+)6.00~(+)10.00	배수지 기울기 (-)0.40~(+)0.20 유출입밸브실 기울기 (-)0.10~(+)0.30 유출입밸브실 부등침하 변위량 (+)6.20~(+)11.0
건축 구조물	반발경도 시험	24.0 ~ 25.5 / (24.0)	24.2 ~ 25.4 / (24.0)
	탄산화 깊이 측정/ 탄산화깊이÷피복	0.7 ~ 1.7 / 0.03~0.07	0.8 ~ 1.8 / 0.03 ~ 0.05
	부재의 규격조사	보(G1) (-)3.0~(+)3.0mm 기둥(C1) (-)3.0~(+)6.0mm	보(G1) (-)4.0~(+)5.0mm 기둥(C1) (-)2.0~(-)6.0mm
	변위 · 변형 조사	건축물 기울기 1/2,600~1/867 부재변형 (-)5.0~(+)13.0	건축물 기울기 1/2,600~1/867 부재변형 (-)4.0~(+)2.0
검토 비교		검토 비교결과 대체적으로 유사한 값으로 조사 되었으나, 일부 결과 값이 차이가 있는 경우, 이는 점검자의 판단, 시험장비, 작업위치 등의 복합적인 요소에 의한 것으로 사료된다.	

3.4 상태평가 결과

3.4.1 종합시설물(7단계) 상태평가

종합시설명	마도배수지(중설)					
통합시설명	평가결과	평가지수	조정계수	중요도	조정값	계산값
토목구조물	a	4.58	1.00	50.00	100.00	458.00
기전설비	a	5.00	1.00	25.00	25.00	125.00
건축구조물	a	4.75	1.00	25.00	25.00	118.75
합계(Σ)				100.00	150.00	701.75
1.복합시설평가지수(E5)=Σ(E4*A*W)/Σ(A*W)=						4.68
2. 복합시설 종합평가 등급 =						a

3.4.2 전차 점검 비교분석

구 분	2021년 정밀안전점검	2024년 정밀안전점검
평가지수	4.62	4.68
평가등급	A등급	A등급
검토결과	전차 점검결과와 비교결과, 안전등급은 전차점검과 동일한 B등급 평가지수의 경우 4.62→4.68점으로 상향 평가되었다. 이는 전차점검 이후 신규손상 및 기존 손상의 물량 증가가 조사되었으나 대부분 평가에 반영되는 손상이 아니며, 상태평가 면적율에 영향을 주지 않을 정도로 경미하게 조사되었으며, 배수지2지의 개별시설물 상태평가 결과가 일부 보수로 인하여 b→a로 상향평가 되면서 지수가 상향된 것으로 판단된다.	

3.5 보수·보강방안 및 개략공사비

3.5.1 보수·보강 방안

구분		손상내용	단위	손상물량	보수·보강 방안	우선순위
배수지 1지	상부슬래브	녹	EA	1	주의관찰[현상유지]	3순위
	하부슬래브	균열(0.3mm미만)	m	10.90	주의관찰[현상유지]	3순위
		도장손상	m ²	0.80	주의관찰[현상유지]	3순위
	벽체	들뜸(폼)	m ²	0.23	주의관찰[현상유지]	3순위
		녹	EA	23	주의관찰[현상유지]	3순위
		박리, 박락(폼)	m ²	0.11	주의관찰[현상유지]	3순위
배수지 2지	상부슬래브	녹	EA	1	주의관찰[현상유지]	3순위
	하부슬래브	균열(0.3mm미만)	m	6.70	주의관찰[현상유지]	3순위
		박락	m ²	0.01	주의관찰[현상유지]	3순위
		도장손상	m ²	0.01	주의관찰[현상유지]	3순위
	벽체	균열(0.3mm미만)	m ²	1.00	주의관찰[현상유지]	3순위
		녹	EA	41	주의관찰[현상유지]	3순위
		들뜸	m ²	0.14	주의관찰[현상유지]	3순위
		박리, 박락	m ²	0.69	주의관찰[현상유지]	3순위
		부식	EA	55	주의관찰[현상유지]	3순위
		부식	EA	11	주의관찰[현상유지]	3순위
	기둥	녹	EA	1	주의관찰[현상유지]	3순위
유입밸브실	벽체	균열	m	0.60	표면보수[성능회복]	2순위
		백태	m ²	0.61	표면보수[성능회복]	2순위
유출밸브실	벽체	누수흔적	m ²	1.62	표면보수[성능회복]	2순위
1지 계단실	하부슬래브	백태	m ²	0.02	표면보수[성능회복]	2순위
2지 계단실	내부	상태양호	—	—	지속관찰	—
옥상층 진입사다리		볼트이완	EA	8	볼트 조임[성능회복]	2순위
기전 설비	기계설비	상태양호	—	—	지속관찰	
	전기설비	상태양호	—	—	지속관찰	—

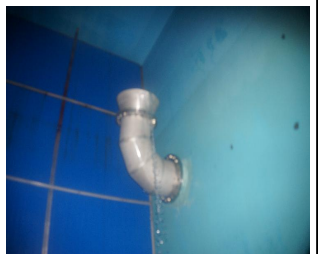
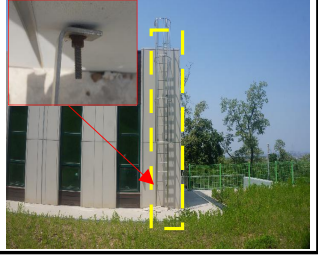
3.5.2 개략공사비

부재명		손 상 내 용	보수 단위	손상 물량	보수 물량	보수보강 방안	단가(원)	공사비	우선 순위
유입밸브실	벽 체	균열	m ²	0.60	1.0	표면보수	66,524	66,524	2순위
		백태	m ²	0.61	1.0	표면보수	66,524	66,524	2순위
유출밸브실	벽 체	누수흔적	m ²	1.62	1.94	표면보수	66,524	129,057	2순위
1지 계단실	하부슬래브	백태	m ²	0.02	1.0	표면보수	66,524	66,524	2순위
옥상층	진입사다리	볼트이완	EA	8	8	볼트 조임	20,000	160,000	2순위
순 공 사 비				1순위			—		
				2순위			488,629		
제 경 비 (순공사비의 50%)							244,315		
총공사비(단기 및 장기)							732,944		

※1.각 손상물량별로 추가보수 등 여유수량을 감안하여 할정을 적용하였으며, 명확하게 수량산출이 가능한 손상은 할증 적용을 제외함.

- 보수시 시공성 및 효율성을 고려하여 보수물량은 손상물량에 20%를 할증함.
- 면적환산 = 균열보수(0.3mm미만)는 길이(L) x 0.25
- 2. 개략공사비는 현장 여건에 따라 증감이 될 수 있음.
- 3. 보수·보강방안이 주의관찰인 손상은 제외함.
- 4. 공사 시 경제적인 측면을 고려하여 손상 중 발생정도가 아주 경미하고 구조적인 문제가 없는 손상은 제외하였음.
- 5. 손상물량이 1.0m²미만인 손상들은 보수재료의 단가보다 적게 산정되므로 보수물량을 1.0m²으로 산정하였음.

3.5.3 유지관리 방안

부 재	점 검 항 목	금회 주요 손상사진
배수지	- 균열, 백태, 파손, 들뜸, 철근노출 등의 발생 여부 - 도장박리, 도장기포 등의 발생 여부	
	공용기간 증가에 따른 손상 변화에 대한 주의관찰이 요구됨.	
밸브실	- 균열, 백태, 파손, 들뜸, 철근노출 등의 발생 여부 - 이음부에서 발생한 손상의 진전 및 추가 발생 여부	
	차기 점검시 백태 손상에 대하여 표면보수 실시 후 재손상 발생 및 진전여부 확인이 필요함.	
건축구조물	- 균열, 도장박리, 백태 등 기존 손상의 확대 및 추가손상 발생 여부	
	건축구조물의 경우 대부분 보수가 실시된 상태이나, 일부 신규조 조사된 백태의 경우 표면보수 실시 후 재손상 및 신규손상 발생에 대한 지속관찰 필요	
기전설비	- 배관/밸브 도장박리, 부식 발생여부 - 배관/밸브 누수 및 파손,변형 발생여부 - 밸브 작동상태 확인	
	부식의 손상 진전여부 확인과 이로 인한 추가손상발생에 대하여 확인이 필요함.	
기타시설	- 안전난간, 진입사다리 파손, 변형, 부식 발생여부	
	작업자의 안전사고 방지를 위한 지속적인 유지관찰, 점검이 필요함. 특히 2021년 정밀안전점검 및 금회 조사된 옥상층 진입사다리 볼트이완의 경우 볼트 조임 후 지속관찰	

3.6 종합결론

2020년 준공되어 시설물로 약 4년째 공용중인 마도배수지(중설)는 균열(0.3mm미만), 도장손상, 녹, 부식, 들뜸(폼), 박리, 박락(폼) 등의 손상이 배수지 내부에서 조사되었으며, 구조물에 영향을 미치는 손상은 없는 것으로 조사되었다. 그 외 유입밸브실 외부의 경우 전차점검 이후로 보수가 된 것으로 조사되었으며, 건축시설물의 경우 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었으나, 일부 신규 손상으로 1지 계단실 내부 하부슬래브 백태가 1개소 조사되었다. 한편, 유입밸브실, 유출밸브실 내부의 경우 보수가 미실시된 상태로 전차점검 시 확인된 벽체 균열(0.3mm미만), 백태, 누수흔적 등의 손상이 확인되었다.

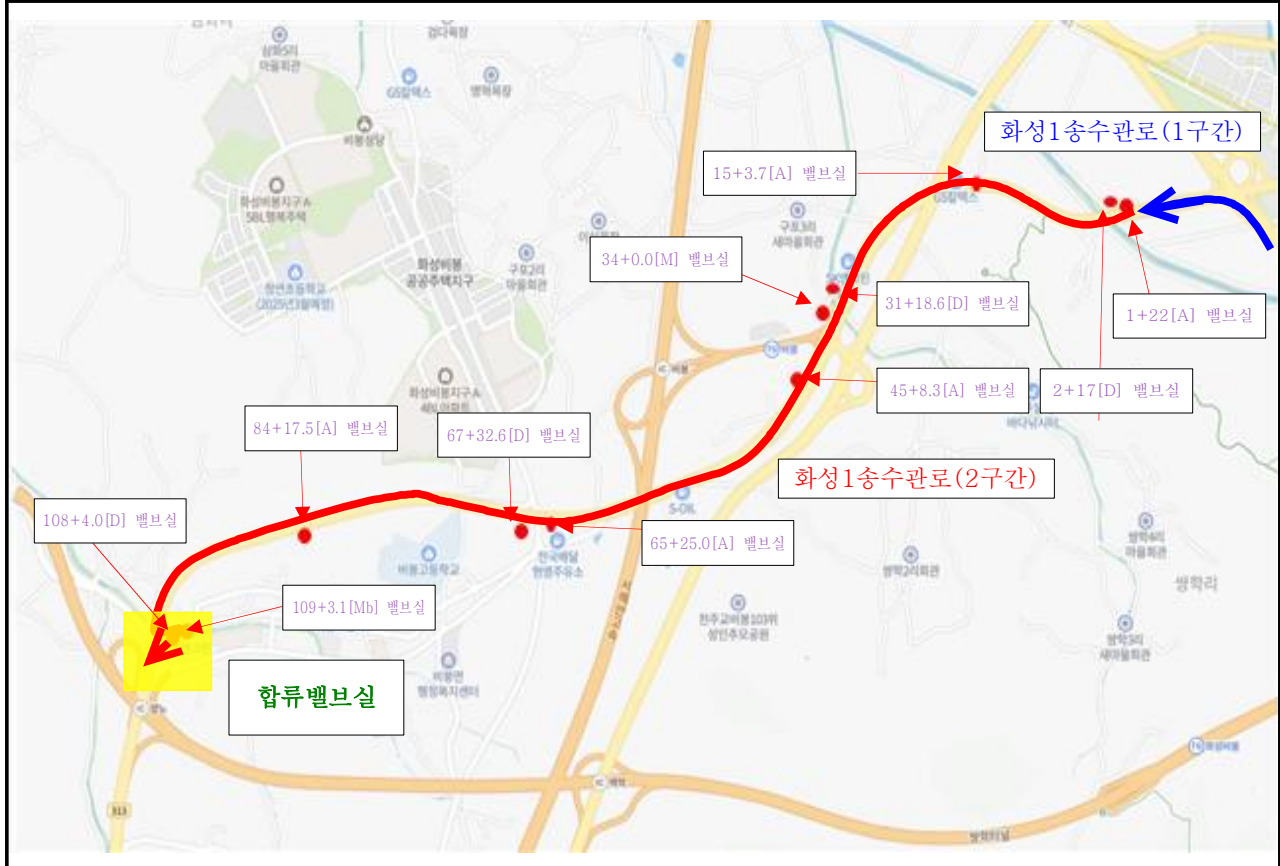
금회 정밀안전점검 결과를 종합적으로 분석하고, 시설물의 종합평가를 도출하여 안전등급을 “문제점이 없는 최상의 상태”인 “A(우수)등급”으로 지정하였다.

따라서 향후 보수·보강 및 유지관리 방안에서 제시한 내용을 토대로 구조물을 관리한다면 구조물의 상태를 양호하게 유지관리 할 수 있을 것으로 판단된다.

04. 화성1송수관로(2구간)

4.1 시설물 현황

구 분	내 용	구 분	내 용
시설물명	화성1송수관로(2구간)	시설물번호	WS2019-0000014
준공년월일	2019년 05월 24일	시설물 중별	2중
시설물위치	경기도 화성시 일원		
관리주체	화성시 맑은물사업소		
규 모	송수01구간 연결관로 ~ 송수02구간	D=1,000mm, L=219.0m, 수도용 도복장 강관	
	송수02구간 ~ 합류밸브실	D=1,000mm, L=4,372.0m, 수도용 도복장 강관	



4.2 송수관로 조사 결과

4.2.1 경과년수에 대한 검토결과

구간	관경(mm)	관종	연장(m)	매설년도(년)	경과년수(년)	평가
송수-01(01)	1100	SP	219.0	2019	5	A (10년미만)
송수-02(01)	1100	SP	1,151.0	2019	5	A (10년미만)
송수-02(02)	1100	SP	209.0	2019	5	A (10년미만)
송수-02(03)	1100	SP	2,811.0	2019	5	A (10년미만)
송수-02(04)	1100	SP	201.0	2019	5	A (10년미만)

▶ 경과년수에 대한 검토결과 2019년 준공 이후 5년동안 공용되고 있으며 경과년수가 10년 미만으로 평가되어 전 구간 A등급으로 평가되었다.

4.2.2 관로 계통별 매설환경

관로시설은 관로 계통별로 매설현황과 관로사고 유발 및 발생 요인, 사고 시 피해영향, 기타 유지관리 상 문제 등을 조사한다

화성1송수관로는 한강하류권(2차) 정수시설(화성정수장) 완공 이후 기존 송수관로의 용수공급 확대를 위해 2019년에 매설되어 5년이 경과 된 관로이며, [송수01구간] [송수02구간] 2개 관로 구간으로 구분되어 있다.

- 관로구간
 송수01구간, Sta. No. 0+0.00 ~ 5+19.00, L=219.00m
 송수02구간, Sta. No. 0+0.00 ~ 109+12.00, L=4,372.00m
- 관 종 : 수도용 도복장 강관(SP)
- 관 경 : D1000mm
- 총 연 장 : L=4,591.00m
- 매설깊이 : 1.47 ~ 4.09m(평균 2.03m)

4.2.3 송수계통 관로 중요관리지점 현황표

관로 구간	밸브실명	측점 (Sta.)	관중	관경 (mm)	관로 현황
01	(01)	0+0.00	SP	1000	●관로시점, 화성1송수관로(구간) 연결관로 구간
02	(01)	0+0.00	SP	1000	●화성1송수관로(2구간)
		2+10.50	SP	1000	●동화천 하천횡단 구간 - Sta. No. 2+10.50 ~ 3+10.00(L=39.50m)
	(02)	31+18.90	SP	1000	●구포천 하천횡단 구간 - Sta. No. 31+18.90 ~ 33+10.90(L=32.00m)
	(03)	55+8.00	SP	1000	●화성로313(왕복 6차선) 횡단 구간 시점
		65+0.00	SP	1000	●비봉1교 밑 푸른들관로 횡단 구간 시점
	(04)	107+27.00	SP	1000	●남전천 하천횡단 구간 - Sta. No. 107+27.00 ~ 108+14.00(L=27.00m)
		109+12.00	SP	1000	●관로종점, 합류밸브실(D1000, D800mm) ●화성1송수관로(3구간) 분기

- [송수01(01), Sta. No. 0+0.00] 지점은 화성1송수관로(1구간)와 접관 지점인 구간으로 차도상에 매설되어 있다. 현재 상재 하중요인과 특이한 문제점이 없는 비교적 양호한 매설상태를 유지하는 것으로 파악되나, 육안상 관로 시점 부 확인이 어려운 상태로 노선 위치관리 및 관로 사고 시 즉각적인 조치 등을 위해서 관로 표식설치를 권고한다.
- 또한, [송수01(01), Sta. No. 0+0.00] 지점은 화성1송수관로(1구간)종점 제수밸브실 이후에 연결되어 있어 용수공급 운영과 사고 시 긴급 조치가 요구되는 지점으로 밸브실 현황을 정확히 파악하고 정기적인 유지관리에 의해 최상의 상태를 유지하여야 한다.
- 화성1송수관로(2구간)는 전반적으로 관로 표시석이 설치되어 있으나, [송수01(01), Sta. No. 0+0.00] 시점부의 관로 노선을 명확히 표시하기 위해서 표시못 혹은 표시석 설치를 권고한다.
- 표시못은 차도구간에 교통에 지장이 없도록 인식표지를 일정한 간격으로 포장면에 설치하여야 하며, 표시석은 차량통행이 없는 비포장도로, 초지나 임야 등 수목이나 풀이 없는 지역에 설치하여 시설물을 유지관리 할 필요가 있다.

관고의 표식은 [상수도공사 설계지침 (2020. 6. 한국수자원공사)] [KDS 57 50 00 상

수도 도수시설 설계기준 2.16 관로의 표식] 상수도설계기준(해설편), 한국상하수도협회, 2020]을 참고하여 도시지역 20m, 지방지역 50m, 곡선부위 5~10m 간격으로 설치되어야 하나 주변지형의 여건 등에 따라 적절히 조정할 수 있다.

- 화성1송수관로(2구간)는 전반적으로 관로 표시석이 설치되어 있으나, [송수01(01), Sta. No. 0+0.00] 시점부의 관로 노선을 명확히 표시하기 위해서 표시못 혹은 표시석 설치를 권고한다.
- 표시못은 차도구간에 교통에 지장이 없도록 인식표지를 일정한 간격으로 포장면에 설치하여야 하며, 표시석은 차량통행이 없는 비포장도로, 초지나 임야 등 수목이나 풀이 없는 지역에 설치하여 시설물을 유지관리 할 필요가 있다.

관로의 표식은 [상수도공사 설계지침(2020. 6. 한국수자원공사)] [KDS 57 50 00 상수도 도수시설 설계기준 2.16 관로의 표식] 상수도설계기준(해설편), 한국상하수도협회, 2020]을 참고하여 도시지역 20m, 지방지역 50m, 곡선부위 5~10m 간격으로 설치되어야 하나 주변지형의 여건 등에 따라 적절히 조정할 수 있다.

- [송수02(04)구간, Sta. No.109+3.10] 지점은 화성1송수관로(2구간, D1000mm)에서 화성1송수관로(3구간, D800mm)로 분기되는 연결지점으로 나대지에 매설되어 있고 상재 하중요인이 없는 비교적 안전한 매설상태를 유지하고 있는 것으로 파악된다.
- 또한, [송수02(04), Sta. No. 109+3.10] 밸브실은 화성1송수관로(3구간)으로 연결되는 지점으로 용수공급 운영과 사고 시 긴급 조치가 요구되는 지점으로 밸브실 현황을 정확히 파악하고 정기적인 유지관리에 의해 최상의 상태를 유지하여야 한다.

4.2.4 관로 매설깊이 조사

관로 매설깊이 조사는 밸브실 내 측정 가능한 노출되어 있는 관로에서 실시하였으며, 7개소 밸브실에서 실측한 매설깊이를 아래와 같이 정리하였고 2022년 정밀안전점검 보고서 자료를 참고하여 인용 및 금회 실측한 매설깊이와 비교를 실시하였다.

구 간	밸브실명	측점 (Sta.)	관종	관경 (mm)	매설깊이 (m)				비고
					준공도 (2019년)	전차 (2022)	금차 (2024)	변동[준공] 변동[점검]	
송수	02(01)	0+22.00	SP	1000	1.51	1.85	1.85	+0.34 0.00	공기밸브실
		15+3.70	SP	1000	1.63	1.60	1.60	-0.03 0.00	공기밸브실
	02(02)	34+0.00	SP	1000	2.38	2.60	2.60	+0.22 0.00	제수밸브실
		45+8.30	SP	1000	1.50	1.80	1.80	+0.30 0.00	공기밸브실
	02(03)	65+25.00	SP	1000	1.57	1.80	1.80	+0.23 0.00	공기밸브실
		84+17.50	SP	1000	1.73	1.60	1.60	-0.13 0.00	공기밸브실
		109+3.10	SP	1000	3.08	2.94	2.94	-0.14 0.00	제수밸브실
	02(04)	109+3.10	SP	1000	3.08	2.94	2.94	-0.14 0.00	제수밸브실

- ▶ 금회 실측된 관로의 매설깊이는 [2022년 실시한 정밀안전점검]에서 실측한 매설깊이와 비교 · 검토하였다.
- ▶ 측정 가능한 7개소의 매설깊이는 대체로 2019년 준공도에 근접하며 매설깊이 1.5m 이상을 확보하고 있는 것으로 분석되었으며, 전차점검과 동일한 결과값으로 조사되었다.
- ▶ 따라서, 현재 매설깊이 변동(과소 및 과대)에 의한 관의 구조적 안전성에는 문제가 없는 것으로 판단되지만, 관로 및 밸브실 등의 유지관리성 확보와 관로의 구조적 안전성 유지 등의 측면에서 관로 상부에 농작물 경작 활동과 불법적인 성토 또는 절토, 중차량 주차 등의 제한이 필요하며, 이를 위해서 정기적으로 관로 노선에 대한 지속관찰을 통한 유지관리가 필요한 상태이다.

4.2.5 하천횡단 관로

하천횡단 관로 구간은 하천 세굴상태, 관 보호공 또는 관체 노출상태 등을 조사하여 현재 매설조건에서 관로 안전성 여부 등을 검토한다.

관로 계통	관로 구간	측점 (Sta.)	관중	관경 (mm)	횡단 연장 (m)	하천 현황	조사결과
송수	02(01)	2+10.50~3+10.00	SP	1000	39.5	동화천	●관체 및 관 보호공 노출 없음 ●매설상태 양호
	02(02)	31+18.90~32+10.90	SP	1000	32.0	구포천	●관체 및 관 보호공 노출 없음 ●매설상태 양호
	02(04)	107+27.00~108+14.00	SP	1000	27.0	남전천	●관체 및 관 보호공 노출 없음 ●매설상태 양호

- 대상 관로의 하천횡단 구간은 3개소이며, 관체 및 관 보호공 노출 등이 없고 비교적 안전한 매설 깊이를 확보하고 있어, 현재로서는 하상 세굴에 의한 관로 안전성을 유지하는 것으로 조사되었다.
- 한편, 하천횡단 관로 구간은 현재 상태에서 하상 세굴에 대응하여 관로 안전성을 유지하더라도 향후 집중호우 등에 의한 하천 유황 변화와 하상 세굴이 발생할 수 있고 이로 인해 관로 또는 관보호공 노출이 될 수 있으므로, 우천시 하천 관로 구간에 대해서 우선적으로 확인 점검이 필요하다.

4.3 밸브.밸브실 조사

4.3.1 밸브실 현황조사

관로계통	제수밸브실	공기밸브실	이토밸브실	점검구실	계
송수	2	5	4	-	11

가. 매설위치 및 침수 현황

매설현황		제수밸브실	공기밸브실	이토밸브실	점검구실	계
매설위치	차도	1	5	—	—	6
	하천	—	—	3	—	3
	나대지	1	—	1	—	2
	계	2	5	4	—	11
침수 현황	1.0m이상 침수	2	5	4	—	11
	0.5~1.0m 침수	—	—	—	—	—
	0.1~.5m 침수	—	—	—	—	—
	미침수	—	—	—	—	—
	미확인	—	—	—	—	—
	계	2	5	4	—	11

- 밸브실은 대부분 차도(갓길) 및 나대지, 하천에 위치하고 있으며, 나대지에 위치한 밸브실은 상부 토사유실 또는 침하 등이 발생하지 않은 것으로 보아 유지관리 등에 큰 문제가 없을 것으로 판단된다. 차도에 위치한 밸브실은 접근시 차량 사고발생 등의 위험이 있으므로 차량 통제 등의 각별한 주의가 필요하다.
- 또한, 하천부에 위치한 밸브실은 우천시에 밸브실 내부 침수와 주변 세굴 또는 퇴적 등이 발생할 수 있으므로 차도에 위치한 밸브실의 경우 중차량 통행으로 발생한 하중에 의한 손상이 발생될 수 있다. 이와 같은 사항을 고려하여 밸브실에 대한 정기적인 점검 및 유지관리가 필요하다.
- 침수 밸브실은 총 11개소로 대부분 1.0m 이상 침수가 발생한 상태로 파악되었으며 그 중 1개소 109+3.1[Mb] 제수밸브실의 경우 0.9m 침수가 발생한 상태이다.
- 밸브실 침수는 밸브 조작기능 및 유지관리성 저해, 밸브류 및 배관 부식 가중 등 요인이 되므로 가능한 건전상태를 유지하여야 한다. 그러나, 하천 등 매설위치와 계절적 상황, 밸브실 결함 등에 의해 상시 침수가 발생할 수 있다. 침수된 밸브실은 정기적인 양수 작업을 실시하여야 하며, 낮은 지역에 위치한 밸브실은 출입구 증고 또는 출입구 뚜껑의 밀폐가 양호한 볼트형 출입구 뚜껑 등으로 교체하는 등의 침수 원인을 파악하여 적절한 조치를 취함으로써 내부 침수를 저감시킬 필요가 있다.

4.3.2 밸브실 상세조사

관로 계통	관로 구간	밸브실 위치	밸브실 명칭	밸브실 규격(m)	밸브규격 (mm)	주요 조사내용
송수	02(01)	1+22.0 [A]	공기 밸브실	D2.5 H2.7	AV(150) BFV(150, 10K) 마개F(900, 80)	•내부 철재 원형 구조물 •강재구조물 국부적 표면부식 (A=7.85m×2.7m) •배관 및 밸브, 관접속부 상태양호 •마개F 경미한 전면부식, 수압계 작동상태 불량 •출입구 주변 아스콘 균열 (A=2.0m×2.0m) •환기구(D300), 사다리 상태양호
		2+17.0 [D]	이토 밸브실	B1.5 L1.2 H4.6	SV(300, 10K) 신축관(300, 텔레스코픽)	•구조물 상태양호 •배관 및 밸브, 관접속부 상태양호 •밸브 받침콘크리트 미설치, 사다리 상태양호 •토출구(D600), 배출수역 상태양호
		15+3.7 [A]	공기 밸브실	D2.6 H2.6	AV(150) BFV(150, 10K) 마개F(900, 80)	•내부 철재 원형 구조물 •강재 구조물 국부적 표면부식 (A=8.17m×2.6m) •배관 및 밸브, 관접속부 상태양호 •마개F 경미한 전면부식, 수압계 작동상태 불량 •출입구 주변 아스콘 파손 (A=1.0m×1.0m) •환기구(D300), 사다리 상태양호
	02(02)	31+18.6 [D]	이토 밸브실	B1.5 L1.3 H5.7	SV(300, 10K) 신축관(300, 텔 레스코픽)	•구조물 상태양호 •배관 및 밸브, 관접속부 상태양호 •키대고정 상태양호, 배관 및 밸브 받침콘크리트 조적시공 •사다리 상태양호, 맨홀뚜껑 볼트 잠금형 •배수실, 토출구(D600), 배출수역 상태양호
		34+0.0 [M]	제수 밸브실	B4.0 L4.5 H3.0	BFV(1000) 부관SV(200) 신축관(1000, 텔레스코픽) AV(150), BFV (150)	•내부 철재 원형 구조물 •강재 구조물 좌측벽체 표면부식 (A=2.5m×2.0m) •밸브 및 신축관 볼트체결부 부식, 마개F 경미한 전면부식 •밸브 받침콘크리트 상태양호, 수압계 작동상태 양호 •환기구(D300), 사다리 상태양호, 맨홀뚜껑 볼트 잠금형

4.3.2 밸브실 상세조사(계속)

관로 계통	관로 구간	밸브실 위치	밸브실 명칭	밸브실 규격(m)	밸브규격 (mm)	주요 조사내용
송수	02(03)	45+8.3 [A]	공기 밸브실	D2.6 H2.5	AV(150) BFV(150, 10K) 마개F(900, 80)	●내부 철재 원형 구조물, 강재구조물 상태양호 ●배관 및 밸브, 관접속부 상태양호 ●본관 볼트체결부 부식, 마개F 경미한 전면부식 ●수압계 작동상태 불량 ●환기구(D300), 사다리 상태양호
		65+25.0 [A]	공기 밸브실	D2.6 H2.7	SV(300, 10K) 신축관(300, 텔레스코픽)	●내부 철재 원형 구조물, 강재구조물 상태양호 ●배관 및 밸브, 마개F, 관접속부 상태양호 ●수압계 작동상태 양호, 맨홀뚜껑 주변 아스콘 상태양호 ●환기구(D300), 사다리 상태양호
		67+32.6 [D]	이토 밸브실	B1.5 L2.0 H3.0	SV(300, 10K) 신축관(300, 텔레스코픽)	●구조물 상태양호 ●배관 및 밸브, 관접속부 상태양호 ●밸브 받침콘크리트 상태양호 ●사다리 상태양호 ●배수실, 토출구(D600), 배출수역 상태양호
		84+17.5 [A]	공기 밸브실	D2.6 H2.6	AV(150) BFV(150, 10K) 마개F(900, 80)	●내부 철재 원형 구조물, 강재구조물 상태양호 ●마개F 경미한 전면부식, 수압계 작동상태 불량 ●맨홀뚜껑 주변 아스콘 상태양호 ●환기구(D300), 사다리 상태양호
	02(04)	108+4.0 [D]	이토 밸브실	B1.5 L2.0 H3.0	SV(300, 10K) 신축관(300, 텔레스코픽)	●상부슬래브 파손 및 철근노출 (A=0.4m×0.4m) ●배관 및 밸브, 관접속부 상태양호 ●밸브 받침콘크리트 상태양호 ●사다리, 키대고정 상태양호 ●배수실, 토출구(D600), 배출수역 상태양호
		109+3.1 [Mb]	제수 밸브실	B7.2 L6.4 H4.2	BFV(1000, 800) 부관SV(200, 150) 신축관(1000, 800, 텔레스코 픽) AV(150, 2EA) BFV(150, 2EA)	●구조물 상태양호 ●배관 및 밸브, 신축관 상태양호 ●마개F 경미한 전면부식 ●밸브 받침콘크리트 상태양호, 수압계 작동상태 불량 ●환기구(D300), 사다리 상태양호

가. 밸브실 구조물

1) 콘크리트 결함

- [송수02(04), Sta. No. 108+4.0(D)]의 파손 및 철근 노출은 상부슬래브 키홀 시공(천공) 당시 철근 하단 접착력 부족으로 콘크리트가 부분적으로 파손 및 탈락되면서 발생한 것으로 판단되며, 노출된 철근은 부식이 발생할 수 있으므로 깊은보수(방청 후 단면보수)를 실시하는 것이 타당하다.
- 밸브실 콘크리트 보수는 보수 효과가 충분히 발휘될 수 있도록 가능한 고강도, 무수축성, 부착성 등이 요구되는 재료를 선정하여 실시하여야 한다.

2) 강재구조물 부식

- [송수02(01), Sta. No. 1+22.0(A), 15+3.7(A)]는 강재 원형 구조로 벽체 전체에 국부적인 표면부식이 발생한 것으로 파악되었으며, [송수02(02), Sta. No. 34+0.0(M)]은 강재 박스 구조로 좌측벽체 일부에 표면 부식이 확인되었다.
- 강재 부식은 구조물의 내구성을 저하시키는 요인이 될 수 있으므로, 밸브실 내부 침수에 유의하고 충분히 건조시킨 상태에서 부식생성물을 제거한 후 도장보수를 통해 부식 진행을 억제하는 것이 타당하다.

3) 배관 접속부 이격

- 배관 접속부는 전반적으로 양호한 상태로 조사되었으며, 유지관리를 통해 주기적인 점검을 실시하고, 이격, 외부수 유입, 박락 등의 손상 발생시 아래[그림]과 같이 지수재 채움(이물질, 토사 제거 → 고무패킹 삽입 → 수팽창성 코킹재 채움 → 고무패킹 삽입 → 무수축 모르터 마감)으로 보수를 실시한다면 충분한 지수효과가 있을 것으로 판단된다.

4) 출입구 증고부 결함

- 조사결과, 이토밸브실 2개소에서 출입구 증고가 확인되었으며, [송수02(04), Sta. No.108+4.0(D)]에서 증고부 이격이 조사되었다. 출입구 증고부 이격의 경우 지표수 유입 등의 손상이 발생할 수 있으므로 주기적인 점검과 정비를 실시하고, 내구성 유지에 문제가 있을 경우 기존 출입구와 일체화되고 내구성을 확보할 수 있는 콘크리트 구조로 재시공 하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

나. 밸브류 및 배관

밸브실 내부 밸브류 및 배관은 도장 손상과 부식, 밸브류 누수, 밸브 기능상 문제 등의 손상 유형별로 검토하였다.

1) 밸브류 및 배관 부식

- 밸브실 내부에 있는 밸브류 및 배관은 양호한 상태인 것으로 조사되었으나, 일부 발생한 마개플랜지 및 이음부 볼트 부식은 대부분 경미한 부식으로 확인되었다. 마개플랜지는 부식 진행 억제를 위해 부식생성물을 제거한 후 충분히 건조시킨 상태에서 현장 시공 여건 등을 고려하여 보수방법을 선택하고, 그에 맞는 도장보수를 실시하여야 하며, 이음부 볼트 부식은 볼트 교체를 통한 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

2) 밸브류 및 배관 누수

- 금회 정밀안전점검 시 밸브실 밸브류 및 배관 누수는 발생하지 않은 양호한 상태이며, 밸브류 및 배관의 외관상태 또한 양호한 상태로 주기적인 점검과 유지관리가 실시 된다면, 누수 및 부식 등의 문제는 없을 것으로 판단된다.

3) 밸브 기능상 문제

- 밸브실 밸브는 현재로서는 기능상 문제가 없는 것으로 파악되며, 밸브 기능상 중요 밸브류에 대해서는 상시 밸브 기능을 발휘할 수 있도록 우선적인 점검·정비가 요구된다.

4) 신축관 설치위치 검토

- 금회 과업 대상 밸브실 내 신축관 설치위치를 조사한 결과, 신축관은 밸브 후단(하류부)에 설치되어 있는 양호한 상태로 확인되었다. 신축관이 밸브 전단에 설치될 경우 밸브 단침 시 불평균력 발생에 의해 신축관 활동(이격) 가능성이 있으며, 그로 인한 신축관 또는 배관 및 밸브 이음부 등의 누수가 발생할 수 있으므로, 향후 신축관 교체 또는 신설 송사가 있을 경우 정확한 설치위치를 파악한 후 신축관을 설치하여야 한다.

5) 밸브실 뚜껑 형식

- 금회 대상 밸브실은 양호한 상태의 원형 뚜껑으로 설치되었으며, 이토밸브실을 제외한 밸브실은 볼트 잠금형 뚜껑이 설치된 것으로 조사되었다. 다만, 뚜껑 받침 고무패킹 마모, 뚜껑 볼트 미체결 등으로 인해 출입구 외부수 유입이 발생하는 것으로 파악되며, 그로 인한 밸브실 침수 및 기능장애(공기밸브)가 발생할 수 있으므로 밀폐된 원형 규격 제품으로 뚜껑 교체 또는 패킹보수가 필요하다.

6) 산소 및 유해가스 위험 밸브실

- 총11개소 밸브실에 대해 산소 및 유해가스 농도 측정결과, 기준농도 범위 내의 값으로 측정되어 산소 결핍 및 유해가스에 의한 위험은 없는 것으로 조사되었다. 다만, 계절 및 기상변화에 따라 밸브실 내부에 가스가 발생할 수 있으므로 출입전 산소 및 유해가스 농도를 항상 측정하고, 기준 이하로 측정되는 밸브실은 위험 표지판을 설치하여 작업자의 사고를 방지할 수 있도록 한다.

7) 밸브실 환기구

- 밸브실 환기구는 공기밸브의 기능 발휘를 위해서 공기밸브실 또는 체수밸브실(공기밸브가 있는 경우) 등에 설치되어야 한다. 금회 실시한 대상 밸브실(체수밸브실 2개소, 공기밸브실 5개소)은 환기구 설치상태가 양호한 것으로 조사되었으며, 공기밸브가 미설치된 밸브실에 대해서도 밀폐공간의 산소 및 유해가스 위험성이 있는 밸브실은 점검자 안전을 위해서 안전 통기 환기구 설치를 고려하여야 한다.

8) 밸브실 침수

- 밸브실 침수는 대부분 출입구 뚜껑 등을 통한 지표수 유입, 하천에 위치한 밸브실에서 하천수 유입 등이 원인이며, 일부 밸브실은 결함부 누수 또는 외부수 유입으로 침수가 되기도 한다. 밸브실 침수 방지를 위해서는 출입구 증고, 밀폐형 뚜껑 교체, 결함부 보수 등 적극적인 조치가 필요하다. 또한, 밸브실의 설치 환경조건과 계절적 영향 등으로 완전한 침수 방지가 현실적으로 곤란할 경우 중요 밸브실을 우선하여 정기적인 양수작업을 실시하여 내부 건조상태를 유지시키는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

9) 밸브 받침콘크리트

- [송수02(01), Sta. No. 2+17.0(D)]은 밸브 받침 콘크리트가 설치되지 않은 상태이며, [송수02(02), Sta. No. 31+18.6(D)]은 밸브 받침 설치상태가 불량(조적)한 것으로 확인되었다. 밸브실 내 배관연장이 짧아 배관 중량에 의해 처짐이 발생하지 않을 것으로 판단되나, 밸브 중량 지지와 배관 플래지 결속력 유지, 관내 이상 수압에 의한 축 방향 관 변형에 대응하기 위해서 밸브 받침 콘크리트 설치 및 고정 필요하다.
- 받침 콘크리트를 설치하는 경우 바닥슬래브와 일체화된 구조로 설치하여야 하며, 본관이 수도용 도복장 강관의 경우에 밸브 받침에서 전기방식 전위 유출을 차단(전기적 부식 가능성)하여야 하므로 절연 워셔, 절연 이음재, 절연 슬리브 등으로 절연조치도 고려되어야 한다.

10) 사다리 상태

- 밸브실 사다리는 대부분 뚜렷한 문제가 없고 고정상태도 양호한 것으로 파악되었으며, 추후 부식 및 고정상태 불량 등의 손상은 밸브실 유지관리 활동시 안전상 문제가 될 수 있으므로 철거 후 재설치하는 것이 타당하다.
- 사다리 설치는 비부식성(STS)이고 안전형으로 설치하는 것을 고려하여야 하며, 설치시 벽체에 안전한 고정 및 미끄럼 방지, 사다리 간격 등에 대해서 고려되어야 하며, 정기적인 점검을 통한 유지관리가 필요하다.

4.3.3 공중이용시설의 외관조사 결과

▶ 추락방지시설

송수관로 추락방지시설은 배수실 내부 진입사다리 등이 공중의 추락 위험성이 있는 위치에 설치되어 있어 외관조사를 실시하였으며 사다리 파손, 변형 등의 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

▶ 환기구 등의 덮개

송수관로 환기구 등의 덮개는 시설물 출입구 및 환기와 같은 시설물 유지관리 목적으로 차량 및 보행자 이동구간에 대부분 설치되어 있다. 화성1송수관로(2구간) 밸브실에 설치된 환기구 덮개는 추락방지를 위한 철제 맨홀이 설치되어 있고 파손 및 변형의 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

4.4 재료시험 결과

4.4.1 점검 결과 비교·검토(내구성 시험)

구 분		2022년 정밀안전점검(mV)	2024년 정밀안전점검(mV)	평 가 내 용
관대지 전위차	2구간	-410 ~ 696	-470 ~ -720	- 전차점검 이후 공용기간 증대에 따라 외부간섭 영향 및 자연전위 또는 방식전위 미달 수준으로 측정되었으며 평가등급은 동일한 것으로 측정되었다.

4.4.2 점검 결과 비교·검토(전위차)

구 분		2022년 정밀안전점검	2024년 정밀안전점검
토목 구조물 [밸브실]	콘크리트 강도시험 (MPa)	24.3 ~ 26.0 / (24.0)	24.4 ~ 26.3 / (24.0)
	탄산화시험 (mm) (깊이/잔여깊이)	0.60 ~ 1.74 / 43.26 ~ 89.40	0.70 ~ 2.00 / 43.00 ~ 94.00

4.5 상태평가 결과

4.5.1 종합시설물(7단계) 상태평가

종합시설명	화성1송수관로(2구간)					
통합시설명	평가결과	평가지수	조정계수	중요도	조정값	계산값
관로시설물	B	4.00	2	100.0	200.0	800.0
합계(Σ)				100.0	200.0	800.0
1.복합시설평가지수(E5)=Σ(E4*A*W)/Σ(A*W)=						4.00
2. 복합시설 종합평가 등급 =						B

4.5.2 전차 점검 비교분석

구 분	2022년 정밀안전점검	2024년 정밀안전점검
평가지수	3.75	4.00
평가등급	B등급	B등급
검토결과	전차 점검결과와 비교결과, 안전등급은 전차점검과 동일한 B등급으로 평가되었으나, 평가지수가 상향된 것으로 확인되었다. 평가지수 상향 사유 분석결과, 전차 정밀안전점검 시 화성1송수관로 01구간 경과년수에 대한 평가오류 a→c산정에 의한 것으로 금회 c→a로수정하여 평가하였으며, 그 결과 전차(B등급(3.75)) → (B등급(4.00))으로 평가되었다.	

4.6 보수·보강방안 및 개략공사비

4.6.1 관로 보수·보강 방안 현황표

관로 계통	관로 구간	세부 구간	위치 (Sta.No)	손상 및 결함 (조사 결과)	보수·보강 방안 (점검 정비사항 포함)	수량	시행 순위
송수	01	01	0+0.00	화성1송수관로 연결관로(D1000) 시점	정기적인 점검·관리	—	단기
			5+19.00	화성1송수관로 연결관로(D1000) 종점	정기적인 점검·관리	—	단기
	02	01	0+0.00	화성1송수관로(2구간) (D1000) 시점	정기적인 점검·관리	—	단기
			2+10.50	동화천 횡단 시점	우천시 점검·관리	—	단기
			2+10.50	동화천 횡단 종점	우천시 점검·관리	—	단기
		02	31+18.90	구포천 횡단 시점	우천시 점검·관리	—	단기
			32+10.90	구포천 횡단 종점	우천시 점검·관리	—	단기
		03	55+8.00	화성로313(왕복 6차선) 도로횡단구간 시점	정기적인 점검·관리	—	단기
			58+40.00	화성로313(왕복 6차선) 도로횡단구간 종점	정기적인 점검·관리	—	단기
		04	107+27.00	남전천 횡단 시점	우천시 점검·관리	—	단기
			108.14.00	남전천 횡단 종점	우천시 점검·관리	—	단기

4.6.2 밸브실 보수·보강 방안 현황표

관로 계통	관로 구간	밸브실 위치	손상 및 결함	보수·보강 방안	수량	시행 순위
송수	02	1+22.00 [A]	강재부식	도장보수(철재류)	21.20m ²	단기
			마개플랜지 부식	도장보수(철재류)	0.86m ²	중기
			수압계 불량	수압계 재설치	1.00ea	단기
			출입구 주변 아스콘 균열	아스콘 균열보수	4.00m ²	단기
		2+17.00 [D]	밸브 받침콘크리트 미설치	받침콘크리트 설치	0.08m ³	단기

4.6.2 밸브실 보수·보강 방안 현황표(계속)

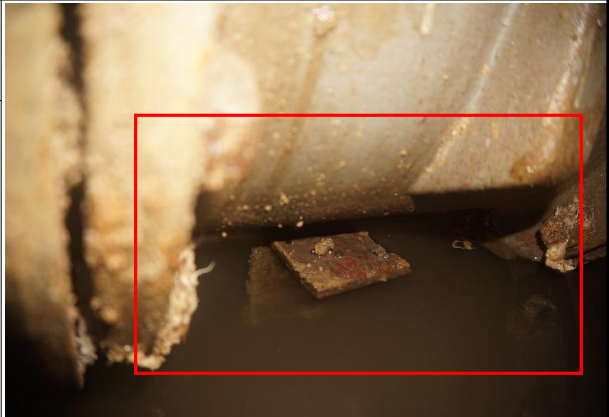
관로 계통	관로 구간	밸브실 위치	손상 및 결함	보수·보강 방안	수량	시행 순위
송수	02	15+3.70 [A]	강재부식	도장보수(철재류)	21.24m ²	단기
			마개플랜지 부식	도장보수(철재류)	0.86m ²	중기
			수압계 불량	수압계 재설치	1.00ea	단기
			출입구 주변 아스콘 균열	아스콘 정비	4.00m ²	단기
		31+18.60 [D]	밸브 받침콘크리트 조적시공	받침콘크리트 설치	4.00m ³	단기
		34+0.00 [M]	강재부식	도장보수(철재류)	5.00m ²	단기
			마개플랜지 부식	도장보수(철재류)	0.86m ²	중기
			볼트체결부 부식	볼트교체	156.00ea	장기
		45+8.30 [A] 강재	수압계 불량	수압계 재설치	1.00ea	단기
			마개플랜지 부식	도장보수(철재류)	0.86m ²	중기
			본관 볼트체결부 부식	볼트교체	56.00ea	장기
		84+17.50 [A] 강재	마개플랜지 부식	도장보수(철재류)	0.86m ²	중기
			수압계 불량	수압계 재설치	1.00ea	단기
		108+4.00 [D]	파손 및 철근노출	깊은보수 (T=30mm이상)	0.16m ²	단기
		109+3.10 [Mb]	수압계 불량	수압계 재설치	1.00ea	단기

4.6.3 보수·보강 개략공사비

시설물	시행순위별 개략 순공사비(단위: 원)			
	단기	중기	장기	계
관 로	—	—	—	—
밸브실	4,576,866	440,976	346,620	5,364,462
계	4,576,866	440,976	346,620	5,364,462

- ※ 1. 대상시설물인 화성1송수관로(2구간)의 경우 전체적인 관로 및 밸브실의 현황이 전차와 유사하며, 특이할만한 조치 및 신규 손상은 확인되지 않은 상태이므로 전차 정밀안전점검 시 작성한 내역서를 참고, 활용하여 금회 보고서 및 부록에 수록하였음.
2. 보수·보강 순공사비 세부내역은 [부록]에 수록하였음.
3. 총 공사비 : 순공사비 + 부대공 및 제경비(관리주체 결정)

4.7 유지관리 방안

부 재	점 검 항 목	금회 주요 손상사진
밸브실 송수02(01) 공기밸브실 (Sta.1+22.0)	- 밸브실 내에 표면부식이 조사됨. - 밸브실 내부 채수가 조사됨.	
(Sta.15+3.7) 송수02(02) 제수밸브실 (Sta.34+0.0)	밸브실 내부 침수에 유의하고 충분히 건조시킨 상태에서 부식생설물 제거 후 도장보수 실시 후 재손상 발생여부에 대한 지속관찰이 요구됨	
밸브실 송수02(01) 이토밸브실 (Sta.2+17.0)	- 밸브 받침콘크리트 미설치가 조사됨. 배관연장이 짧아 배관 중량에 의한 처짐이 발생하지 않을 것으로 판단되나, 밸브 중량 지지와 배관 플랜지 결속력 유지, 관내 이상 수압에 의한 축 방향 관 변형에 대응하기 위해서 받침 콘크리트 설치 및 고정 필요	
밸브실 송수02(02) 이토밸브실 (Sta.31+18.6)	- 밸브 받침 불량(조적)이 조사됨. 배관연장이 짧아 배관 중량에 의한 처짐이 발생하지 않을 것으로 판단되나, 밸브 중량 지지와 배관 플랜지 결속력 유지, 관내 이상 수압에 의한 축 방향 관 변형에 대응하기 위해서 받침 콘크리트 설치 및 고정 필요	

4.8 종합결론

화성1송수관로(2구간) 송수관로에 대한 정밀안전점검 결과, 2019년 준공된 시설물로 약 5년 공용된 시설물로 안전성에 영향을 끼칠만한 손상은 없는 것으로 조사되었으며, 안전등급은 **B등급(양호)**로 평가되었다. 금회 밸브실 내부에서 조사된 손상부에 대해 보수를 실시하여 내구성을 확보 후 시설물의 공용기간과 등급을 고려하여 정기적인 점검을 통한 효율적인 유지관리가 이루어진다면 시설물의 사용성은 문제없을 것으로 판단된다.