

서울대공원 토목, 건축, 기계설비 시설물 안전점검

요 약 보 고 서

2001. 7.



서울대공원 관리사업소

1. 서 론

1.1 과업명

서울대공원 토목, 건축, 기계설비 시설물 안전점검 용역

1.2 과업목적

- 시설물의 안전성 및 내구성을 판단하여 재해예방과 사용성 확보
- 물리적, 기능적 결함 발견 및 신속하고 적절한 조치 강구
- 보수/보강 방안 및 우선순위 제시

1.3 과업 내용

- 외 관 조 사 : 손상현황 및 외관조사망도 작성
- 비 파 괴 시 험 : 강도조사, 철근배근상태, 중성화시험
- 강 도 시 험 : 코아채취를 통한 압축강도 시험
- 안 전 성 평 가 : 구조해석 및 모델링을 통한 구조안전성 평가
- 보수/보강 대책 수립 : 보수, 보강방안 제시, 보수 우선순위 결정
- 염분 함유량 조사

1.4 과업기간

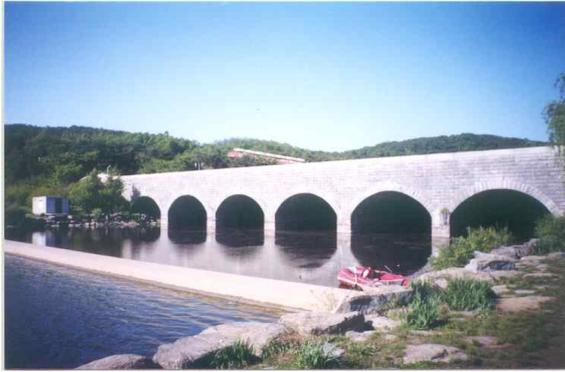
2001년 4월 20일 ~ 7월 18일 (90일간)

1.5 대상시설물

- 토목구조물 : 교량(13개소), 공동구(7.3km), 하수 암거(3개소)
- 건축구조물 : 안전진단대상 구조물(해양관외 5개소)
안전점검대상 구조물(식물원외 150개소)
- 기계설비 시설물 : 냉동기 11set 외 설비 시설 363set, 배관 34km

2. 대상 시설물 개요

2.1 토목구조물



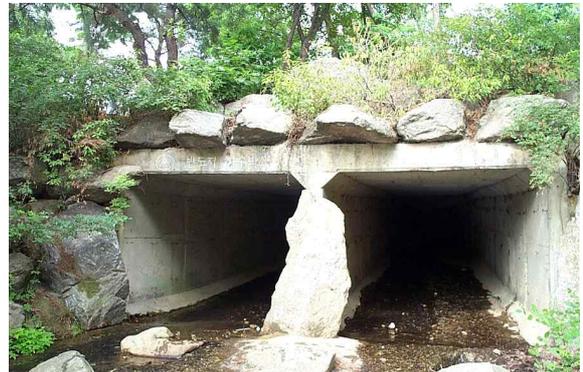
2호 교량



7호 교량



공동구(No.119)



하수암거(반도지^上)

구 분		형 식	위 치	비 고
교량	1,2,3,4호	철근콘크리트라멘, RC SLAB	호수순환로	
	5,6호		대공원내	
	7,8,9,10,11호		내부순환로	
	15, 인도교량		대공원 외부	
공동구	100번대	1련(교량구간4련)	호수순환로	7.3km
	200번대	1련	대공원내 통행로	
하수암거	하수암거-1	2련	해양관측	
	하수암거-2		반도지(上)	
	하수암거-3		반도지(下)	

2.2 건축구조물



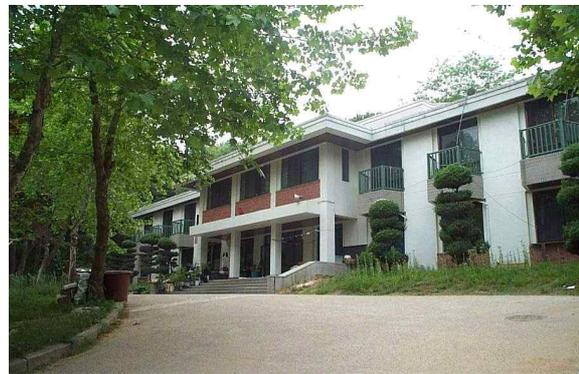
해 양 관



동 양 관



중합안내소



독신자숙소

구 분		형 식	위 치	연면적(m ²)
안전진단 대상 구조물	해양관	철근콘크리트	지하1층, 지상2층	4,584
	동양관	철근콘크리트	지층, 지상1층	4,082
	남미관	철근콘크리트	지하1층, 지상2층	3,907
	중합안내소	철근콘크리트	지상3층	7,478
	독신자숙소	조적 철근콘크리트	지하1층, 지상2층	925
	쓰레기소각장	철근콘크리트	지층, 지상층	1,005
안전점검 대상 구조물	산재장 외 150개동			

2.3 기계설비 시설물



케이싱 노후(식물원)



코일핀 놀림(대동물관)



노후화에 의한 누수(곤충관)



펌프축 노후화/누수(유인원관)

연번	설비명	수량(대)	비고
1	냉동기	11	
2	(패키지)에어콘	23	
3	중온수 및 소형보일러	28	
4	저탱조	11	
5	열교환기	35	
6	공조기	23	주위 덕트 포함
7	송풍기(Fan)	52	주위 덕트 포함
8	펌프(Pump)	105	
9	배수펌프	75	
10	탱크류	11	
11	배관	34km	
12	덕트	-	

3. 점검 결과

3.1 토목구조물

구분	손상 내용	복구 방안	
교량	1호교량	<ul style="list-style-type: none"> 철근노출 및 파손 재료분리 콘크리트 피복두께 부족 	<ul style="list-style-type: none"> 콘크리트 단면복구, 철근노출부 보수 콘크리트 면보수
	2호교량	<ul style="list-style-type: none"> 철근노출 및 파손 재료분리 콘크리트 피복두께 부족 	<ul style="list-style-type: none"> 콘크리트 단면복구, 철근노출부 보수 콘크리트 면보수
	3호교량	<ul style="list-style-type: none"> 철근노출 및 파손 재료분리, 마감재 탈락 교대부 균열 	<ul style="list-style-type: none"> 콘크리트 단면복구, 철근노출부 보수 콘크리트 면보수 균열보수
	4호교량	<ul style="list-style-type: none"> 시공이음부 공동 슬래브 하면 철근노출, 파손 슬래브 하면 재료분리, 마감재 탈락 천단부 균열 	<ul style="list-style-type: none"> 콘크리트 단면복구, 철근노출부 보수 콘크리트 면보수 균열보수
	5호교량	<ul style="list-style-type: none"> 콘크리트 균열 재료분리, 백태 	<ul style="list-style-type: none"> 균열보수 콘크리트 면보수
	6호교량	<ul style="list-style-type: none"> 콘크리트 균열 철근노출 백태, 망상균열 	<ul style="list-style-type: none"> 균열보수 철근노출부 보수 콘크리트 면보수
	7호교량	<ul style="list-style-type: none"> 철근노출 및 파손 재료분리, 백태 	<ul style="list-style-type: none"> 콘크리트 단면복구, 철근노출부 보수 콘크리트 면보수
	8호교량	<ul style="list-style-type: none"> 철근노출 박리, 누수 교대부 균열 	<ul style="list-style-type: none"> 콘크리트 단면복구, 철근노출부 보수 콘크리트 면보수 균열보수
	9호교량	<ul style="list-style-type: none"> 누수 및 백태 배수구 막힘 교대부 균열 	<ul style="list-style-type: none"> 콘크리트 면보수 및 방수 청소 균열보수
	10호교량	<ul style="list-style-type: none"> 누수 및 백태 콘크리트 파손 	<ul style="list-style-type: none"> 콘크리트 면보수 및 방수 콘크리트 단면복구
	11호교량	<ul style="list-style-type: none"> 슬래브 하면 및 측면 백태, 박리 	<ul style="list-style-type: none"> 콘크리트 면보수
	15호교량	<ul style="list-style-type: none"> 슬래브 상부 아스팔트 균열 교대부 누수 및 백태 	<ul style="list-style-type: none"> 균열보수 콘크리트 면보수 및 방수
	인도교량	<ul style="list-style-type: none"> 슬래브 하면 백태 및 박리 하부 슬래브 파손 	<ul style="list-style-type: none"> 콘크리트 면보수 및 방수 콘크리트 단면복구

구분		내용	대처 방안
공동구	호수 순환도로	<ul style="list-style-type: none"> • 철근노출 및 부식 • 배관설치에 따른 파손, 세굴 • 백태, 균열 	<ul style="list-style-type: none"> • 철근노출부 보수 • 콘크리트 단면복구 • 콘크리트 면보수
	대공원 내부	<ul style="list-style-type: none"> • 철근노출 및 부식 • 배관설치에 따른 파손, 세굴 • 백태, 균열 	<ul style="list-style-type: none"> • 철근노출부 보수 • 콘크리트 단면복구 • 콘크리트 면보수
하수 암거	반도지 ^上	<ul style="list-style-type: none"> • 철근노출 및 부식 • 배관설치에 따른 파손, 세굴 등 단면손상 	<ul style="list-style-type: none"> • 철근노출부 보수 • 콘크리트 단면복구
	반도지 ^下	<ul style="list-style-type: none"> • 철근노출 및 부식 • 배관설치에 따른 파손, 세굴 등 단면손상 	<ul style="list-style-type: none"> • 철근노출부 보수 • 콘크리트 단면복구
	해양관측	<ul style="list-style-type: none"> • 철근노출 및 부식 • 배관설치에 따른 파손, 세굴 등 단면손상 	<ul style="list-style-type: none"> • 철근노출부 보수 • 콘크리트 단면복구

3.2 건축구조물(안전진단대상 구조물)

구분	손상 내용	복구 방안
해양관	<ul style="list-style-type: none"> • 해수 영향에 의한 기둥 및 보의 철근부식 및 콘크리트 박리, 단면결손, 슬래브 균열, 백태 • 에어돔 트러스부재의 일부 국부손상, 접합부 부식 • 트러스 와이어 인장력 이완 • 트러스 부재는 설하중에 안전 	<ul style="list-style-type: none"> • 염해 방지 보수공법 적용 • 국부손상은 시공초기의 손상으로 손상부위 부식부 방청처리 • 인장력 재긴장
동양관	<ul style="list-style-type: none"> • 보 관통 균열(RG20) : 철근배근이 급격히 줄어드는 지점의 휨균열 • 옥상 난간벽 하부 균열, 박락 • 슬래브 온도 수축 균열 • 옥상 방수재 들뜸 	<ul style="list-style-type: none"> • 보 강성 증가 공법(철판보강공법) • 보수, 방수 보호 콘크리트 타설시 신축줄눈 설치 • 균열보수 • 방수 보수
남미관	<ul style="list-style-type: none"> • 관람통로 파라펫 벽체 수직균열 • 채광창 렉산 코킹 노후 누수 • 백태, 들뜸, 균열 • 부재의 구조결함은 없음 	<ul style="list-style-type: none"> • 균열보수 • 코킹 재시공 • 콘크리트 보수
종합안내소	<ul style="list-style-type: none"> • 기계실 상부 슬래브 단차에 의한 방수층 파손, 벽체 누수, 백태 • 외부 계단 옹벽 균열, 박리 • 2층 외부 바닥 침하 • 3층 OPEN부위 구조변경후 전시설 사용 • 슬래브 두께가 규정보다 얇아 처짐의 우려 	<ul style="list-style-type: none"> • 외부 방수 재시공 • 분리 기초로 시공, 불가피한 균열로 균열 보수,면보수 • 돌마감 하부의 토사침하, 구조적인 문제와 관련없음, 단순보수 • 관련 부재의 이상은 없음 • 과하중이 재하되지 않도록 조치
독신자 숙소	<ul style="list-style-type: none"> • 조적벽체 균열 • 옥상 처마 치장마감 몰탈 탈락 • 용도변경을 하기 위한 조적벽체 철거시 구조검토 선행 필요 	<ul style="list-style-type: none"> • 외관상 보수 • 옥상 처마 치장 몰탈 전체 제거, 면보수 • 필요시 별도의 구조보강 실시
쓰레기소각장	<ul style="list-style-type: none"> • 대부분 벽체 망상 균열 • 용도변경 고려시 타용도 사용 가능 	<ul style="list-style-type: none"> • 벽체 면보수, 마감 보수 • 중층 슬래브 설치 가능 및 타용도로 사용가능

3.3 기계설비 시설물

구분	문 제 점	해 결 방 안
공조기	<ul style="list-style-type: none"> • 급기 FAN 단독운전으로 효율저하 • 장기간 사용으로 인한 케이싱, 캔버스 등의 노후화 • 코일의 부식 및 핀파손 • 폐열회수용 전열교환기 노화로 성능저하 	<ul style="list-style-type: none"> • 환기 FAN의 적극적 사용 • 공조기 교체가 필요 • 코일핀 보수 및 교체 요망 • 전열 교환기의 철거
송풍기	<ul style="list-style-type: none"> • 노후화에 의한 주위덕트, 캔버스 등 파손 • 방진장치의 노후화로 인한 성능저하 • 전동기 결선커버망실로 안전재해 발생 우려 	<ul style="list-style-type: none"> • 주위 덕트 및 캔버스 재시공 • 방진장치의 재시공 • 결선커버의 설치
펌 프	<ul style="list-style-type: none"> • 케이싱 부식 및 축 마모 • 방진베이스의 침하 발생으로 성능저하 • 전동기 결선커버망실로 안전재해 발생 우려 	<ul style="list-style-type: none"> • 펌프 전면교체 • 방진장치의 재시공 • 결선커버의 설치
열교환기	<ul style="list-style-type: none"> • 접합부 및 코일 노후화로 누수현상 발생 • 부위배관부와 밸브류의 부식발생 • 배관내부 침전물이 부식을 가속화 	<ul style="list-style-type: none"> • 열교환기의 교체 • 주위배관 및 밸브류 교체 • 주기적인 스트레이너 청소
냉동기	<ul style="list-style-type: none"> • 방진패드 경화현상으로 진동 전달 	<ul style="list-style-type: none"> • 방진패드 교체
보일러	<ul style="list-style-type: none"> • 중온수 보일러 주위배관 노후화 및 부식 • 관사 보일러의 노후화 	<ul style="list-style-type: none"> • 중온수관의 전면교체 • 보일러 전면교체
배 관	<ul style="list-style-type: none"> • 중온수 배관의 노후화 및 부식 • 상수 및 잡용수관의 부식으로 인한 누수현상 • 각 기계실과 1펌프장 배관의 노후화 	<ul style="list-style-type: none"> • 중온수관의 전면 교체 • 상수 및 잡용수관의 전면 교체 • 난방 및 급수관의 전면 교체

4. 상태평가 및 보수비용 산출

현재의 시설물 현황을 파악하여 손상원인을 분석하고 손상된 부위가 구조물에 미치는 영향의 정도, 주변환경조건, 경제성, 부재의 중요도와 기능 등을 고려하고 손상의 진행방지, 사용상 지장이 없는 상태, 효율성 등을 고려하여 보수물량을 산출하였다.

4.1 상태평가

구분		상태평가	보수우선순위	
교량	1호교량	B	⑥	
	2호교량	B	⑥	
	3호교량	C	②	
	4호교량	C	①	
	5호교량	B	④	
	6호교량	C	④	
	7호교량	B	⑥	
	8호교량	B	⑥	
	9호교량	B	⑥	
	10호교량	B	⑥	
	11호교량	B	⑥	
	15호교량	C	③	
	인도교량	B	⑤	
	공동구		C	-
하수암거		C	-	
건축구조물 (안전진단대상)	해양관	돌고래풀	C	②
		관람장	B	⑧
		에어돔	B	③
	동양관		C(D)	①
	남미관		B	④
	종합안내소		B	⑦
	독신자 숙소		B	⑤
	쓰레기소각장		B	⑨
건축구조물 (안전점검대상)	산새장		C	⑥
	식물원외 30개동		B	⑪
	동물사		B	⑩

4.2 개략 보수비용 산출

(1) 토목구조물 (단위 : 천원)

구분		주요손상	개략공사비
교량	1호 교량	철근노출 및 파손, 균열	148,836
	2호 교량	철근노출 및 파손, 균열	28,430
	3호 교량	철근노출 및 파손, 균열, 시공이음부 공동	27,166
	4호 교량	철근노출 및 파손, 균열, 시공이음부 공동, 슬래브 하면 박락	138,312
	5호 교량	균열, 백태	8,421
	6호 교량	균열, 철근노출, 백태	25,152
	7호 교량	철근노출, 파손, 누수	13,369
	8호 교량	철근노출, 박리, 균열	7,428
	9호 교량	균열, 백태	13,992
	10호 교량	콘크리트 파손, 백태	2,527
	11호 교량	박리, 균열	16,798
	15호 교량	균열, 몰탈박리, 파손	7,898
	인도 교량	박리, 파손	85,352
	소계	-	523,681
하수암거	반도지상	세굴, 균열, 철근노출, 콘크리트 파손	131,321
	반도지하	세굴, 균열, 철근노출, 콘크리트 파손	89,029
	해양관측	세굴, 균열, 철근노출, 콘크리트 파손	49,922
	소계	-	270,272
공동구	네부순환도로	철근노출 및 부식, 균열, 콘크리트 파손	287,909
	원내	철근노출 및 부식, 균열, 콘크리트 파손	796,817
	소계	-	1,084,726
총 계			1,878,679

※ 개략공사비 : 순공사비 + 제비용(60%)

(2) 건축구조물(단위 : 천원)

구분		주요손상	순공사비
안전진단대상 구조물	해양관	박리, 파손, 철근노출, 와이어재시공 등	112,700
	동양관	균열, 백태, 누수, 채광창 보수 등	170,000
	남미간	균열, 철근노출, 채광창 보수 등	181,600
	종합안새소	백태, 균열, 방수층 보수 등	70,230
	독신자숙소	박리, 파손, 백태 등	58,860
	쓰레기소각장	균열 백태, 망상균열 등	85,050
	소 계	-	678,440
안전점검대상 구조물	산새장	박리, 파손, 철근노출, 와이어재시공 등	181,340
	식물원외30개동	균열, 백태, 누수, 채광창 보수 등	272,720
	동물사	균열, 철근노출, 채광창 보수 등	125,000
	소 계	-	579,060
합 계		-	1,257,500

※ 개략공사비 : 건축구조물 보수비용 + 제비용(60%)

$$= 1,257,500 \times 1.6 = 2,000,000\text{천원}$$

(3) 기계설비 시설물(단위 : 천원)

구분	공사비	비고
장비설치공사	8,509,000	재료비, 노무비, 경비
일반관리비	425,000	순공사비의 5%
이윤	750,000	(노무비+경비+일반관리비)*15%
부가세	968,000	(공사비+일반관리비+이윤)*10%
계	10,652,000	

※ 1. 배관등 설비철거비용이 포함된 개략공사비임

2. 설비공사와 관련한 전기공사비는 추후 별도의 금액산정이 필요함

4. 종합평가

4.1 토목시설물

1) 교량

- 13개 교량에 대하여 정밀점검을 수행한 결과, 전반적으로 구조적인 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 평가된다. 그러나 준공 후 상당한 기간이 경과하여 노후화로 인한 손상이 있는 것으로 조사되었다. 주요 손상으로는 균열, 철근노출, 마감재 탈락, 시공이음부 공동 등이 있다.
- 조사된 손상은 더이상의 열화를 방지하고 구조물의 내구성을 유지하기 위해서 보수가 요망된다. 수많은 관람객이 방문하는 시설의 특성상 양호한 외관상태 유지를 위하여 보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 비파괴 시험을 통한 콘크리트 강도, 철근배근 탐사, 중성화 시험을 실시하였다. 시험결과, 강도저하, 중성화에 의한 내구성 저하에 대한 우려는 없을 것으로 판단된다. 철근배근 또한 설계와 유사한 것으로 확인되어 문제점이 없으나, 콘크리트 피복은 시공시 철근과 거푸집 사이의 간격이 일정하게 유지되지 않아 부분적으로 부적한 것으로 판단된다. 철근 노출은 대부분 피복부족으로 인한 박락이 주요 원인이므로 이러한 부분에 대해서는 부식의 확대를 방지하기 위해서 보수가 요망된다.

2) 공동구

- 대공원내 공동구는 호수순환도로 2.1km 구간과 원내 공동구 5.2km 등 7.3km이다. 공동구는 상수도, 전기 등의 각종 배관이 설치되어 있으며 원내 건축 시설물과 연결된다.
- 외관조사 결과 철근 부식에 의한 피복 박리, 배관 공사시 마무리 미흡으로 인한 손상 방치, 누수가 있었으며, 횡방향 균열이 있는 것으로 조사되었다.
- 비파괴 시험에 의한 콘크리트 강도, 철근배근, 중성화 정도를 확인하였으며, 측정결과 콘크리트 강도, 철근배근은 설계기준 이상이거나 유사한 것으로 평가되어 큰 문제점은 없다.

- 중성화 또한 실측 피복 두께 이하로 측정되어 중성화에 의한 내구성 문제는 없는 것으로 평가된다. 그러나 시공시 철근과 거푸집 사이의 간격이 일정하지 않아 발생한 피복 부족 구간이 상당수 있어 추후 철근부식 및 이에 따른 박락은 계속 발생할 것으로 판단된다. 이 부분은 이미 발생한 부분을 제외하면 현재까지는 관찰되지 않으므로 내구성 유지를 위해 추후 정기적인 점검을 통한 지속적인 관리가 필요하다.
- 공동구의 상태평가 등급은 손상을 기준으로 C등급으로 선정하였으며, 이미 발생한 손상에 대해서는 현재상태 유지를 위해 보수가 요망된다.

3) 하수암거

- 반도지 상·하단 하수암거와 해양관에 인접한 하수암거 3개에 대하여 외관조사와 비파괴 시험을 실시하였다. 외관조사결과 바닥판 세굴, 철근노출, 균열 등이 조사되었다. 또한, 다짐 불량에 의한 재료분리가 관찰되어 당초 바닥판의 재료분리 부분이 바닥판 세굴의 주요 원인으로 판단된다.
- 콘크리트 강도는 설계기준 강도 210kg/cm²의 85% 이상으로 측정되어 강도상 큰 문제점은 없으며, 중성화 정도는 피복두께 이하로서 중성화에 의한 내구성 문제는 없는 것으로 평가된다.
- 균열심도 측정결과, 피복두께를 초과한 것으로 측정되어 내부 철근 부식 등이 우려된다.
- 하수암거는 세굴, 철근노출 등의 손상을 기준으로 C등급으로 선정하였으며, 기 발생한 손상에 대해서는 손상확대를 막고, 내구성을 유지하기 위해 보수가 요망된다.

4.2 건축시설물

- 대공원내에 있는 163개 구조물중 해양관을 포함하여 6개동은 정밀안전진단을 실시하였으며, 산새장을 포함한 157개동은 정밀점검을 수행하였다.
- 정밀안전진단 대상 구조물에 대한 조사 결과 해양관, 동양관의 구조적인 손상을 제외하면, 구조적으로는 양호한 상태인 것으로 판단되며, 조사된 손상은 구조적인 손상이 아니므로 적절한 보수조치가 선행되면 현재 상태를 유지할 수 있을 것으로 사료된다.
- 정밀안전진단 대상 구조물 중 해양관, 동양관에서 일부 부재의 구조적인 결함이 발견되었으며, 그 이외의 구조물에서는 노후화에 따른 콘크리트 구조물의 내구성을 저해하는 손상들이 조사되었다. 구조적인 결함을 가진 부재는 보강조치를 하고 콘크리트 노후화에 따른 손상은 성능 저하 요인에 맞는 보수방법을 적용하여 보수하는 것이 필요하다.
- 점검 대상 구조물은 구조적으로는 대부분 양호한 상태이며, 외관조사시 조사된 파손, 철근노출, 누수 등의 손상에 대해서는 시설물의 내구성 유지와 관람객이 이용하는 관람시설인대공원 시설물 특성상 적절한 보수가 요망된다.
- 산새장에 대해서는 설하중의 편재와 풍하중에 대하여 구조검토를 수행한 결과 주기동에 대한 안전성은 큰 문제가 없었으나, 일부 보조기둥의 안전성에 문제가 있는 것으로 산정되었다. 문제가 되는 보조기둥 및 앵커블럭에 대해서는 재축을 포함하여 보강과 보수가 필요한 것으로 사료된다.
- 콘크리트강도시험, 철근배근조사, 중성화시험, 염분함유량 시험 등 비파괴시험 결과 해양관의 경우는 염분함유량이 기준치를 초과하였고 중성화도 다른 구조물보다 많이 진행된 것으로 나타났다. 그밖의 구조물은 일반적인 시공오차에 따른 편차를 나타내었고 특별히 구조적으로 문제가 될만한 것은 없는 것으로 판단된다.
- 조사된 손상에 대해서는 내구성유지를 위해 적절한 보수·보강이 요망되며, 특히 보강이 필요한 것으로 제시한 부분에 대해서는 시급한 조치가 요망된다.

4.3 기계설비 시설물

- 기계설비는 사용기간의 장기화에 의해 전반적으로 노후화되어 일부분의 보수 작업만으로는 최상의 기기성능 확보가 어려우므로 전반적인 개보수가 필요하며, 공사의 범위와 방법을 면밀히 검토하여 순차적, 연차적으로 교체작업이 이루어져야할 것으로 사료됨.
- 대공원은 특징상 일부분만 난방이 필요할 경우가 있으므로 현재의 중앙 난방 방식은 간헐운전시 열손실이 불가피하다. 따라서 구역별 혹은 개별난방방식 채택이 에너지 절감 및 효율성면에서 유리할 것으로 사료됨
- 공동구배관(상수, 잡용수 및 중온수관)은 관의 노후화가 심각하여 전면적인 교체작업이 이루어져야할 것으로 사료됨
- 각 기계실의 난방 및 급수관은 관의 노후화가 심각하여 전면적인 교체작업이 시급한 것으로 사료됨