

제 8장

종합결론

- 8.1 외관조사결과
- 8.2 시험 및 측정결과
- 8.3 관로의 상태판정 결과
- 8.4 관로의 안전성 평가 결과
- 8.5 관로의 노후도 검토 결과
- 8.6 관 사용성 판정 결과
- 8.7 보수·보강 개략 공사비
- 8.8 종합결론

제 8장 종합결론

8.1 외관조사결과

8.1.1 중온수배관

중온수배관은 서울대공원 내의 동물원에 공급되는 난방온수를 공급하는 관로로 공급라인과 회수라인으로 구성되어 있다. 배관종류는 압력 배관용 탄소강관으로 직경은 25~200mm이며 총 연장은 13.0Km(지관포함)이다.

- 부식부-관교체
- 표면 점부식-부식제거 및 재도장

배관과 밸브의 상태는 전반적으로 양호한 것으로 판단된다. 조사된 손상 중 부식 심화부(3.0m/1개소)에 대해서는 관 부분 교체가 필요한 하고 일반 손상인 도장열화, 표면 점부식은 부식제거와 표면 재도장을 통한 유지관리가 필요하다.

8.1.2 소화수 배관

소화수배관은 서울대공원 내의 각 시설물에 공급되는 소화수를 공급하는 관로이다. 배관은 아연도금 탄소강관과 주철관으로 구성되어 있으며 직경은 25~200mm이고 총 연장은 10.0Km(지관포함)이다. 아연도금 탄소강관은 서울대공원 동물원 구역에 설치되었으며, 주철관은 종합관리사무소에서 119 맨홀까지 약 300.0m 구간에 설치되어 있다.

- 관 외관상태 양호
- 관 내부 스케일 발생
 - 전체 관 교체

외관조사 결과 관 외부 상태는 양호한 것으로 조사되었고 관 내부의 배관 스케일 발생은 미약한 것으로 분석되나, 배관의 사용년수와 추후 유지관리를 고려하여 배관의 교체가 필요한 것으로 판단된다.

또한 밸브 및 신축이음부에 대한 점검결과 밸브와 신축이음의 작동 상태는 양호하였으나, 신축이음부 1개소에서 누수가 조사되어 신축이음부의 교체가 필요한 것으로 판단된다.

8.1.3 잡용수 배관

잡용수배관은 서울대공원 내의 각 시설물에 공급되는 잡용수(청소, 해양관 수조수)를 공급하는 관로이다. 배관은 회주철, 덕타일 주철관으로 구성되어 있으며 직경은 15~400mm이고 총 연장은 8.5Km(지관포함)이다.

- 관 손상 - 관 보수
- 점부식/누수-관 부분 교체
 - 전체 관 교체(유지관리 차원)

잡용수배관의 주철관은 표면전면부식과 점부식이 발생되었고 일부구간에서 관 표면 누수, 관 손상(1개소)이 발생한 것으로 조사되었다. 주철관의 메커니컬 조인트와 관 받침부에는 표면부식이 발생한 것으로 조사되었고 연결부에서 누수, 파손, 균열 등의 손상은 조사되지 않았다.

조사된 손상 중 점부식 및 누수 구간에 대한 관 교체가 필요한 것으로 판단되고 유지관리의 용이성과 조인트부의 노후화를 고려하여 부분 교체보다는 잡용수배관 전체에 대한 교체를 고려해볼 필요가 있는 것으로 판단된다.

8.1.4 기타사항

기타 조사사항으로 배관 받침 지주대인 L형, 형강에 대하여 점검을 실시하였으며, 점검결과 배관 받침 지주대 전 개소에서 하부 부식, 단면손실이 조사되었다. 손상부에 대한 보수·보강 방안으로 지주대 교체가 필요하고 지주대만 교체한다면 손상의 재발이 우려되므로 공동구 내부의 배수불량, 체수, 결로 방지가 우선적으로 실시되어야 할 것으로 사료된다. 배수불량과 체수는 맨홀의 경사를 고려한 집수정 설치가 수행되어야 하고 결로에 대한 보완방안은 맨홀부에 환기팬 등을 설치하여 공동구 내부의 결로가 예방될 것이며, 지주대 하부 기초를 콘크리트로 보완한다면 지주대 하부의 내구성 및 사용성을 증대시킬 수 있을 것으로 판단된다.

- 지주대 부식-전개소 교체
- 공동구 결로 방지 대책 필요
- 배수 집수정, 환기팬 필요

8.2 시험 및 측정결과

관로의 재료적 성질과 부식의 발생 원인을 파악하기 위한 시험결과의 성과를 아래와 같이 요약하였다.

구분		측정결과	평가의견
관 두께 측정		3.83~8.73mm	관 두께 측정결과 관 내부 부식량은 0.07~2.30mm으로 측정되었다.
수질 관련	용존산소(DO)	3.5~11.0mg/ℓ	상수도 수질 기준을 만족하고 있으며 용존산소에 의한 부식은 없을 것으로 판단됨.
	pH	7	상수도 수질 기준을 만족하고 약알칼리성으로 부식에 대한 영향은 미약할 것으로 판단됨.
인장강도		350~416N/mm ²	KS기준을 만족하고 있음.
연신율		21~38%	KS 기준을 만족하고 있으나, 소화수 배관의 연신율이 다소 부족한 상태인 것으로 측정되었다. 연신율 부족에 의한 신축관 이음부 손상이 조사되지 않아 문제점은 없는 것으로 판단된다.

8.3 관로의 상태판정 결과

- 중온수관 배관의 상태등급은 주기적 점검이 필요한 상태인 “c” 등급 으로 판정되었으나, 0.3m(1개소)에 대한 관 부분 교체가 필요한 것으로 판단된다.
- 소화수 배관의 상태등급은 주기적 점검이 필요한 상태인 “c” 등급 으로 판정되었으나, 700m 구간에서 배관 보수 및 부분교체가 필요한 “e” 등급으로 판정되었다.
- 잡용수 배관의 상태등급은 전반적으로 주기적 점검이 필요한 상태인 “c” 등급이나, 일부 개소에서 배관 보수 및 부분교체가 필요한 “e” 등급 으로 지정되었다.

중온수배관	시설물의 종합상태판정 “C” 등급
소화수배관	시설물의 종합상태판정 “E” 등급 (E 등급 : 700m)
잡용수배관	시설물의 종합상태판정 “E” 등급 (E 등급 : 1.5km)
지주대	시설물의 종합상태판정 “E” 등급

8.4 관로의 안전성 평가결과

각 관의 구조 안전성은 대상관로에 대하여 발생하는 최대 정수압을 적용한 내압 의한 구조 안전성 검토를 실시한 결과, 서울대공원 지하구내 관의 구조 안전성은 **안전율 1.0이상**을 확보하고 있어 구조 안전성에는 문제점이 없는 것으로 검토 되었다.

8.5 관로의 노후도 검토 결과

관 노후도 검토는 집중부식에 의해 용수공급 기능상 한계에 도달하는 시점을 예측하는 부식률에 의한 잔존수명과 부식에 의해 감소되는 관 두께가 외적 하중 조건에서 관이 구조적인 안전성을 확보할 수 있는 한계에 도달하는 시점을 예측하는 응력조건을 고려한 잔존수명으로 구분하여 수행되며, 검토 결과 부식률에 의한 잔존수명은 최소 15년 이상, 응력조건을 고려한 잔존수명은 최소 19년 이상을 확보하는 것으로 파악된다. 따라서 50년 이하의 잔존수명을 보유하고 있는 관로에 대해서는 관 교체를 고려해야 할 것으로 판단되며 대상 구간은 다음과 같이 정리하였다.

구분	위치 (맨홀번호 ~맨홀번호)	sta.	관종	관경 (mm)	부식률에 의한 잔존수명(년)	응력조건을 고려한 잔존수명(년)	조치(안)
소화수 배관	201~202	103	아연도금	165.2	-	42년	정기점검, 스케일제거 및 갱생
	205~206	64	아연도금	165.2	-	43년	정기점검, 스케일제거 및 갱생
	207~207'	78	아연도금	165.2	-	46년	정기점검, 스케일제거 및 갱생

구분	위치 (맨홀번호 ~맨홀번호)	sta.	관종	관경 (mm)	부식률에 의한 잔존수명(년)	응력조건을 고려한 잔존수명(년)	조치(안)
소화수 배관	209~210	95	아연도금	165.2	-	36년	정기점검, 스케일제거 및 갱생
	212~213	108	아연도금	165.2	-	45년	정기점검, 스케일제거 및 갱생
	216~217	30	아연도금	165.2	-	48년	정기점검, 스케일제거 및 갱생
	216~217	30	아연도금	165.2	-	37년	정기점검, 스케일제거 및 갱생
	216~217	30	아연도금	165.2	-	48년	정기점검, 스케일제거 및 갱생
잡용수 배관	114~115	78	D주철관	222	-	49년	정기점검, 관 교체
	115~116	50	D주철관	222	40년	40년	정기점검, 관 교체
	116~117	23	D주철관	222	49년	48년	정기점검, 관 교체
	117~118	10	D주철관	222	15년	19년	정기점검, 관 교체
	117~118	25	D주철관	222	18년	20년	정기점검, 관 교체
	117~118	130	D주철관	222	-	35년	정기점검, 관 교체
	118~119	70	D주철관	222	-	49년	정기점검, 관 교체
	201~202	58	주철관	378	18년	24년	정기점검, 관 교체

8.6 관 사용성 판정 결과

관종	상태판정 등급	안전성판정 등급	노후도 평가 (최소사용기간)	사용기간	관련법규에 사용기간	사용성 판정
중온수배관	c	a	20년	30년	20년	0.3m층상부식 (관 교체)
소화수배관	c	a	15년	30년	10년	700m부식심화 (관 교체)
잡용수배관	e	a	15년	30년	20~30년	1.5km부식심화 (관 교체)

상기와 같이 관로의 사용성 판정 결과, 서울대공원 지하구내 관로에 대한 사용성 판정은 조사내용 및 관련 규정에 의거한 판정결과, 관로의 사용성에 문제가 우려되어 보완(관 교체)이 필요한 것으로 판정되었다.

8.7 보수·보강 개략 공사비

8.7.1 시설물 총 개략공사비(잡용수배관 부분교체+지주대)-1안

구 분	손상내용	보수·보강방안	금액
소화수배관	내부부식	부분보수	669,240,000원
잡용수배관	점부식 및 누수	부분교체	262,800,000원
지주대	부식	지주대 교체	210,000,000원
순공사비			1,142,040,000원
제경비(순공사비의 50%)			571,020,000원
공사비			1,713,060,000원
절 사			-
개략공사비			1,713,060,000원

※ 보수시 시공성 및 효율성을 고려하여 보수수량은 손상수량에 50%를 할증을 함.

※ 각 시설물에 발생된 동일 손상수량에 따른 보수수량의 총 합이 1 미만인 손상은 1 로 올림하여 보수수량을 산출함.

※ 현장여건 및 시공기간에 따라 개략공사비는 변동될 수 있음.

8.7.2 시설물 총 개략공사비(잡용수배관 전체 교체+지주대)-2안

구 분	손상내용	보수·보강방안	금액
소화수배관	내부부식	관 교체	669,240,000원
잡용수배관	점부식 및 누수	관 교체(전체)	946,500,000원
지주대	부식	지주대 교체	210,000,000원
순공사비			1,825,740,000원
제경비(순공사비의 50%)			912,870,000원
공사비			2,738,610,000원
절 사			-
개략공사비			2,738,610,000원

※ 보수시 시공성 및 효율성을 고려하여 보수수량은 손상수량에 50%를 할증을 함.

※ 각 시설물에 발생된 동일 손상수량에 따른 보수수량의 총 합이 1 미만인 손상은 1 로 올림하여 보수수량을 산출함.

※ 현장여건 및 시공기간에 따라 개략공사비는 변동될 수 있음.

8.7.3 각 관로별 손상 개략공사비

가. 소화수 배관 개략공사비

구분	손상내용	보수·보강방안	손상수량	보수수량 (50%할증)	단가 (원)	공사비 (원)
소화수배관	스케일	관 교체	5,148 m	6,693 m	100,000	669,240,000

나. 지주대 개략공사비

구분	손상내용	보수·보강방안	손상수량	보수수량 (50%할증)	단가 (원)	공사비 (원)
지주대	부식	지주대 교체	1,077EA	1,400EA	150,000	210,000,000

다. 잡용수관 배관 개략공사비(잡용수관 부분 교체)

구분	손상내용	보수·보강방안	손상수량	보수수량 (50%할증)	단가 (원)	공사비 (원)
잡용수배관	관 노후화	관 교체	1,348 m	1,752 m	150,000	262,800,000

라. 잡용수관 배관 개략공사비(잡용수관 전체 교체)

구분	손상내용	보수·보강방안	손상수량	보수수량 (50%할증)	단가 (원)	공사비 (원)
잡용수배관	관 노후화	관 교체	4,854 m	6,310 m	150,000	946,500,000

8.8 종합결론

서울대공원 지하구내 관로에 대한 점검 결과 중온수관은 관 손상, 부식, 점부식, 소화수 배관 내부 스케일 등이 조사되었고 잡용수 배관은 표면전체부식, 점부식 및 누수, 관 손상등의 손상이 조사되었다. 각 관로에 대한 안전성 검토 결과 각 관로의 안전율은 1.0이상으로 검토 되어 사용성에는 문제점이 없으나, 각 관로 노후도 검토 결과 소화수배관과 잡용수배관의 추정잔존년수가 20년 이하인 곳이 일부개소 분석되었으므로 잔존년수에 따른 부분 관 교체가 필요하고 사용성 평가에 의한 판정결과, 서울대공원 지하구내 관로는 관로의 사용성에 문제가 우려되어 **보완(관 교체)**이 필요한 것으로 판정되었다.

제안사항으로 공동구 내부에 존재한 관로에 대해서 **매 5년을 주기로** 관로의 상태와 노후도에 대한 점검을 실시하여 **관로의 유지관리에 필요한** 이력관리가 될 수 있도록 점검 계획을 수립하여 실시하는 것이 필요하다.