

제 7 장 유 지 관 리 방 안

7.1 유지관리 목적

7.2 유지관리

7.3 점검요령

7.4 중점 유지관리 개선사항

7.5 구조물의 내구년한 평가

7.6 유지관리방안

제 7 장 유지관리방안

7.1 유지관리의 목적

상수도시설물의 유지관리는 상수도시설물의 현재상태를 파악하고 이상 및 변형의 조기발견, 응급조치와 대책 및 조사의 필요성을 판단하고, 하수도시설의 유지관리를 위한 자료의 수집과 축적을 목적으로 실시한다.

구체적으로 첫번째 목적은 관리하고 있는 하수도시설물의 현상을 파악하고 안전성과 기능성에 영향을 끼칠 수 있는 손상을 조기에 발견하고 그 정도를 파악하여 조기에 적절한 대응을 가능하게 하여 시설물의 안전과 원활한 교통소통을 확보하는 것이다.

두 번째 목적은 효과적인 유지관리를 실시하기 위해서 하수도시설물의 변상 정도를 연속적으로 측정하는데 있다.

특히, 변상은 대부분 진행성을 가지고 있으므로 과거의 손상개소 및 보수·보강공의 실시개소 등을 지속적으로 주의깊게 관찰하고 손상의 진행과 재발의 유무를 감시하는 것이 중요하다.

따라서, 하수도시설물의 완성시점에서 유지관리 대장을 준비하고 건설시의 각종 자료를 정리·보존하고, 공용 후 지속적인 유지관리의 기록을 추가하여 시설물의 상태를 일상적으로 정확하게 기록하여 두는 것이 필요하다.

또한, 하수도시설물의 점검 및 보수·보강 요령을 정해 실시하는 것도 유지관리를 효율적으로 수행하는 방법이며, 작업시에는 관계법규를 준수하고 차량통행 및 작업자의 안전확보를 충분히 배려해야 할 것이다. 또한 하수도시설물의 내부 환경을 쾌적하게 하고 하수도시설물의 외관상태를 파악할 수 있도록 하수도시설물 내의 청소를 정기적으로 실시하는 것도 중요하다.

7.2 유지관리

하수도시설물에서의 유지관리는 각종 점검활동을 통해 실시되며, 실시결과에 따라 그 후의 유지관리상에 적절한 대책을 수립하는 것이다.

점검에 있어서 하수도시설물의 상태를 정확히 파악하기 위해서는 상황에 따라 적절한 점검 항목을 선정하여 실시하며 새로운 손상의 발견과 기존 변상의 확대 등의 변화를 조기에 발견하는 것이 중요하다.

따라서 본 하수도시설물의 유지관리에 필요한 중요한 요소를 기술하면 다음과 같다.

7.2.1 상수도시설물관련 자료수집 및 분석

관리주체와 유지관리기관은 상수도시설물에 관한 설계도서(시방서, 도면, 구조 및 수리계산서 등), 시공시 설계변경 내용, 준공도서, 보수·보강자료 등의 자료를 수집하여 유지관리에 필요한 자료를 정리 분석하여 안전점검 및 정밀안전진단 등에 활용하여야 한다.

7.2.2 보수·보강이력서 작성

하수도시설물의 내구성 및 안전성을 판단하는데 손상의 진행성을 파악하는 것이 중요하므로 준공이후 작성하는 보수·보강이력을 세밀하고 정확하게 작성할 필요가 있다.

7.2.3 정밀안전진단 보고서 활용

정밀안전진단 보고서를 향후 유지관리의 기초 자료로 활용하여 새로운 손상 또는 기존손상의 진행성 여부를 확인할 필요가 있다.

7.2.4 정기점검 실시

정기점검은 경험과 기술을 갖춘 자가 시설물의 손상이나 결함을 조기에 발견하고 시설물의 기능적 상태를 판단하며 시설물이 현재의 사용요건을 계속 만족시키고 있는지 확인하기 위하여 필요한 관찰로 실시되는 세심한 육안검사 수준의 점검으로 하수도 시설물에 대하여 전반적인 외관상태를 관찰하여 손상이나 결함의 유무를 확인하여 정기점검 서식에 정기점검 결과 및 조치필요사항을 기록하여 보관토록 한다.

7.2.5 정밀점검 실시

정밀점검은 2년에 1회이상 실시하는 점검으로서 정기점검보다 정밀한 육안검사와 간단한 측정기구를 통해 시설물의 현 상태를 정확히 판단하고 이전에 기록된 상태의 변화를 확인하여 시설물이 사용요건을 계속 만족시키고 있는지 여부를 판별하는 점검이다.

따라서, 하수도시설물에 대하여 전반적인 외관상태조사 및 필요한 내구성 조사·시험·측정을 실시하고 시설물의 상태평가 및 내진설계 여부판단과 필요시 시설물의 안전성평가를 포함하며 기존의 정기점검 결과를 면밀히 검토함과 더불어 시설물의 구조상태 및 외력조건이 변화되어 안전성에 영향을 주는 경우에는 필요한 구조해석 및 구조계산을 다시하여 보관하여야 한다.

또한, 정밀점검 서식에 정밀점검 내용, 결과 및 조치필요사항 등을 기록하고 하수도의 전체적인 시설물에 대한 종합평가와 종합평가등급(A, B, C, D, E)을 포함하는 전반적인 정밀점검 내용 및 결과에 대한 보고서를 작성·보관토록 한다.

7.2.6 긴급점검

긴급점검은 관리주체가 필요하다고 판단하는 경우나 관계행정기관의 장이 필요하다고 판단하여 관리주체에 긴급점검 요청이 있을 때 실시하는 점검으로서 비계획적으로 재해나 사고에 의해 비롯된 시설물의 구조적 손상에 대하여 검토·분석하여 시설물의 상태를 평가하는 손상점검과 구조적 안전성 결여의 의심 및 시설물의 구조형태가 변화 등의 경우에 실시되는 정밀점검 수준의 특별점검으로 구분된다.

7.3 점검요령

7.3.1 점검의 목적

점검의 구체적인 목적은 다음과 같다.

- 1) 구조물이 구조적으로 안전하고 용도에 적합한가를 확인
- 2) 장애의 원인이 되는 결함을 조기에 발견
- 3) 구조물의 상태를 조직적·정기적으로 기록
- 4) 유지관리상 문제가 될 우려가 있는 사항을 지적하여 설계자, 시공자 및 관리자에게 적절한 정보를 제공
- 5) 구조물의 공용하중 변화에 의한 영향을 조사
- 6) 구조물의 보수, 보강 및 교체공사를 행하기 위한 자료획득

7) 유지관리 경비의 효과적인 배분을 위해 다수의 구조물에서 보이는 공통적인 결함 파악 준공 초기단계에서부터 구조물에 내재되어 있는 위험요인을 지속적으로 점검한다는 것은 유지관리차원에서 중요한 의미를 부여할 수 있다. 즉, 점검활동을 통하여 구조물의 소요 내용기간중 구조물의 노후화에 따른 이상현상(손상)이나 구조물의 건전도(내구성, 내하력, 사용성 등)에 대한 문제를 조기에 발견함으로써 관리자에게 정보제공은 물론 건축물의 보수, 보강 및 교체공사를 위한 기초자료로 활용된다는 데 있다.

앞서 제시된 이상현상은 구조물에 발생한 볼트, 리벳의 이완이나 파단, 부재의 파손 및 응력집중부에 발생한 균열 등 구조물에 부분적으로 생긴 손상이 이에 해당되는 것으로 보수·보강으로 대응해 나가야 된다는 것이 전제가 되며, 건전도에 대한 문제는 구조물의 오랜 사용에 따른 열화로 전면적인 부위의 부식이나 응력의 반복작용에 따른 부재의 누적된 피로가 여기에 해당되어 이들에 대한 평가결과가 구조물의 교체시기를 좌우하게 된다는 점이다. 또한, 여기서 간과하기 쉬운 점은 구조물에 변형이나 열화가 없는 경우라 할지라도 주부재의 처짐이나 진동이 크게되면 사용상에 큰 영향을 준다는 점으로 점검시 이에 대한 파악이 필요하다.

따라서, 점검은 이상과 같이 구조물에 내재되어 있는 열화손상이나 건전성의 문제를 조기에 발견함으로써 구조물물의 상태보존은 물론 사용성을 확보하기 위해 필요한 조치를 행할 목적으로 실시하게 된다.

7.3.2 점검의 종류

점검을 다음과 같이 구분한다.

1) 정기점검

정기점검은 손상의 조기발견을 도모하기 위해 주기적으로 실시하는 육안점검을 말한다.

2) 정밀점검

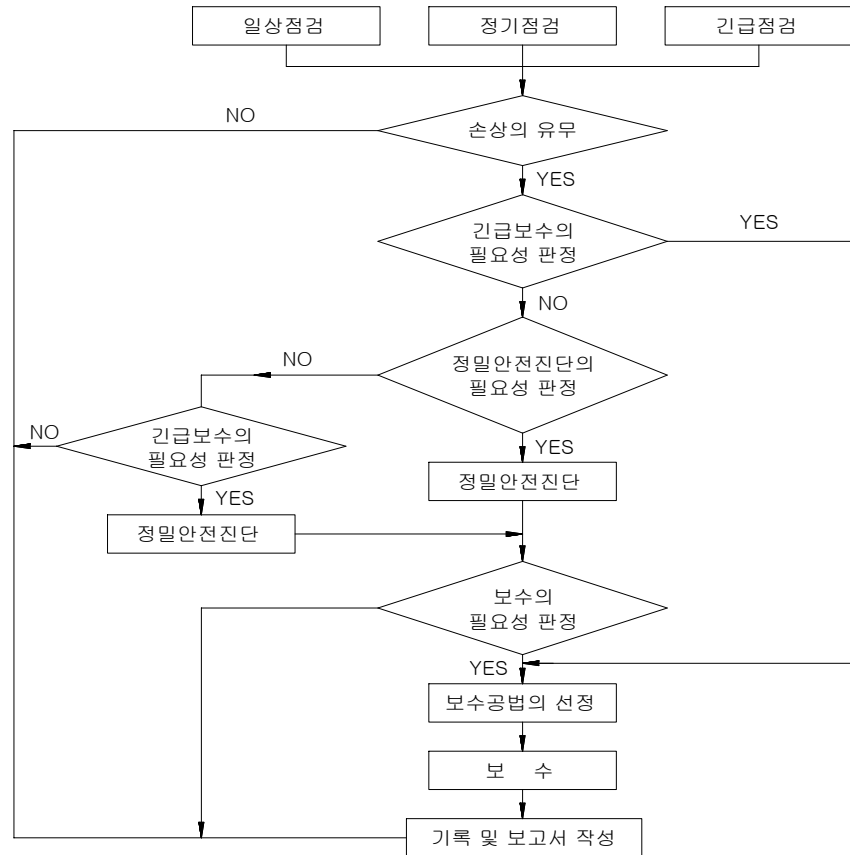
정밀점검은 구조물의 안전을 도모하기 위해 정기적으로 실시하는 것으로 주로 정밀육안점검 또는 간단한 점검기계·기구 등의 장비를 이용한 점검을 말한다.

3) 긴급점검

긴급점검은 지진, 태풍, 집중호우, 화재, 폭발 등의 돌발성재해가 발생한 경우나 관리주체가 구조물의 안정성을 확보하기 위하여 필요하다고 판단되는 경우 행하는 점검을 말한다.

7.3.3 점검의 흐름도

점검은 아래와 같은 순서에 따라서 행하도록 한다.



【그림 7.1】 점검의 흐름도

7.3.4 점검의 빈도 및 방법

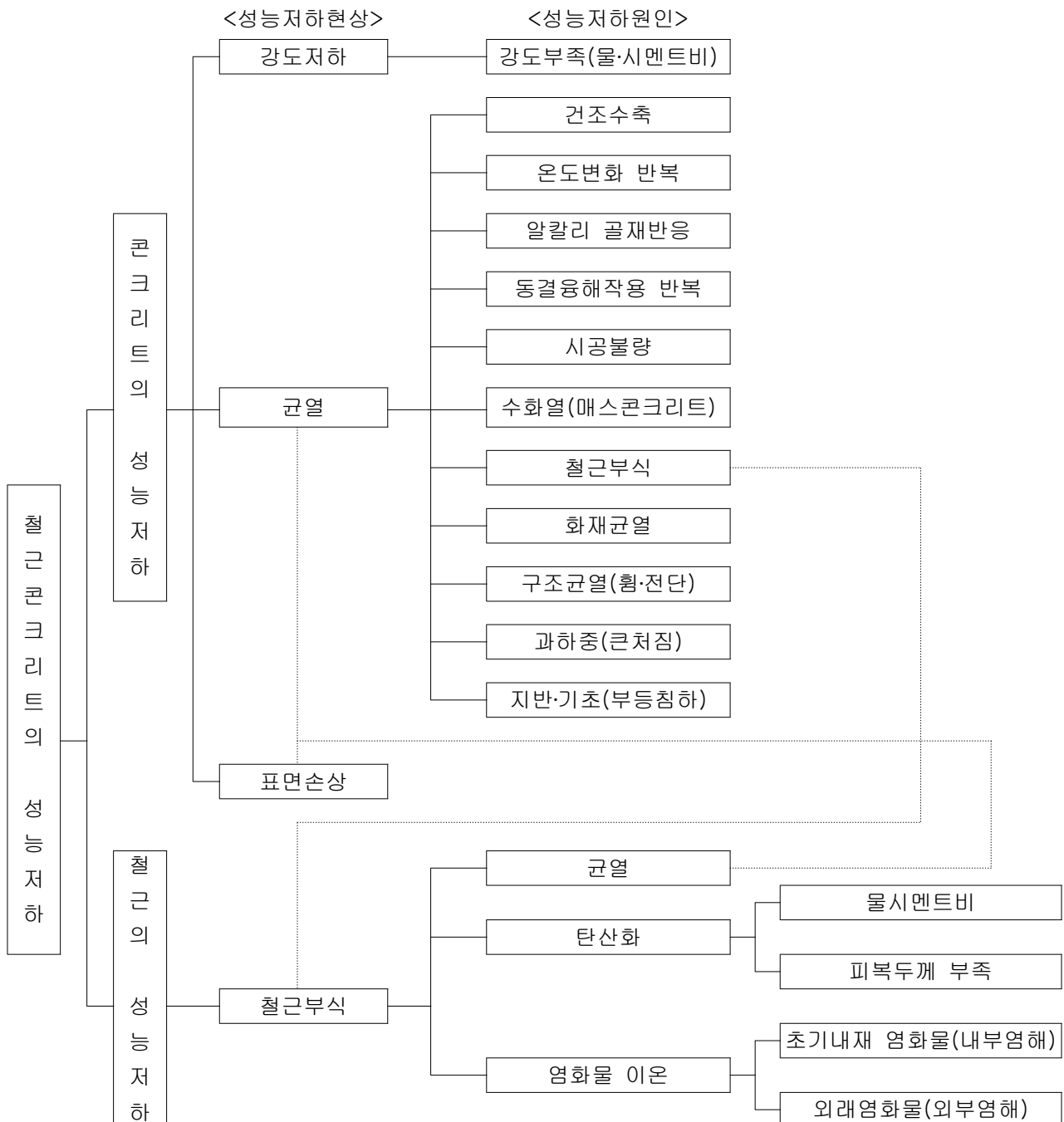
【표 7.1】 점검의 실시시기

구 분	정밀점검		정밀안전진단
	건축물	그 외 시설물	
A 등급	4년에 1회 이상	3년에 1회 이상	6년에 1회 이상
B·C 등급	3년에 1회 이상	2년에 1회 이상	5년에 1회 이상
D·E 등급	2년에 1회 이상	1년에 1회 이상	4년에 1회 이상

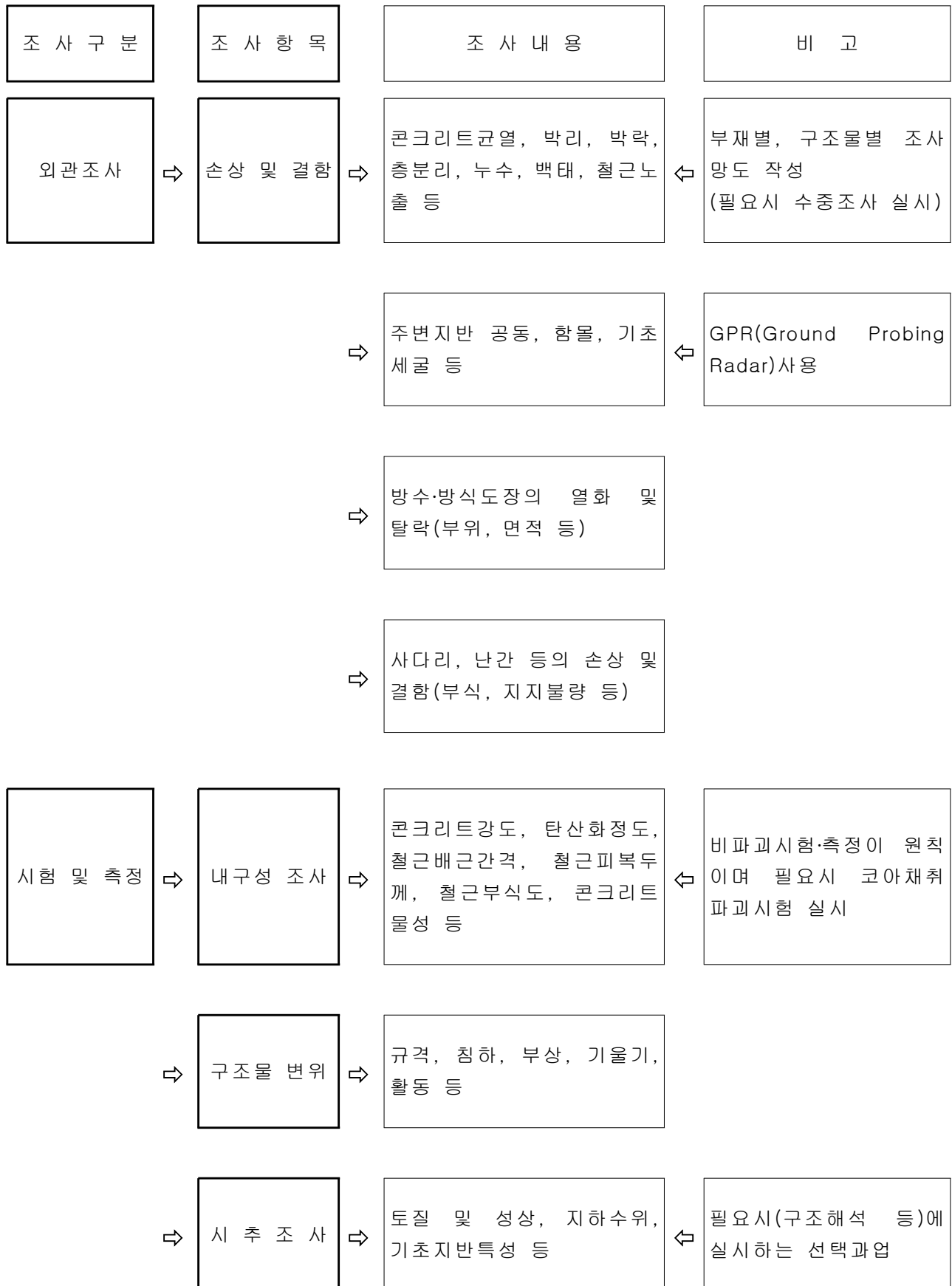
7.4 중점 유지관리 개선사항

구조물의 점검·진단은 크게 외관상태, 내구성 및 구조안전성의 측면의 종합적으로 분석하여 구조물의 상태(사용성)를 평가하고 보수·보강 및 유지관리 방안을 제시하기 위함에 있다.

따라서, 구조물의 상태(사용성) 평가를 위한 구조물 성능저하현상에 따른 원인 및 일반적인 조사내용은 【그림 7.2】 , 【그림 7.3】 와 같다.



【그림 7.2】 철근콘크리트 수리구조물의 성능저하현상에 따른 원인



【그림 7.3】 일반적인 조사항목 및 내용

7.4.1 균열

콘크리트 구조물에 작용하는 균열은 강재(철근)부식을 유발하여 내구성을 저하시키고 수밀성, 기밀성 등의 감소를 촉진하며 미관의 손상뿐만 아니라 구조물의 과대한 변형의 원인이 된다. 특히 일반구조물에 비해 수리구조물은 항상 물과 접촉함에 따라 균열발생시 상기와 같은 악영향에 매우 취약하므로 균열에 대한 조사를 보다 세밀히 하여야 한다.

콘크리트의 허용균열폭은 구조물의 사용목적, 내구성, 환경조건, 부재의 조건 등에 따라 다르며 건설교통부에서 재정한 “콘크리트 표준시방서”의 허용균열폭은 강재의 콘크리트 덮개(피복두께) 및 강재의 종류에 따라 다음표와 같이 규정하고 있으나 물을 저장하는 수조 등과 같은 구조물의 허용균열폭에 대해서는 0.1mm로 강화하여 규정하고 있다.

【표 7.2】 콘크리트의 허용균열폭

강재 종류	강재의 부식에 대한 환경조건				비고
	건조	일반	부식성	극심한 부식성	
철근	0.006C	0.005C	0.004C	0.0035C	C:강재의 콘크리트덮개 (10cm 이하에 적용)
PS강재	0.005C	0.004C	-	-	

7.4.2 누수

수리구조물의 누수는 철근부식 등을 초래하여 콘크리트의 노후화를 촉진시키고 누수로 인해 지반의 공동을 형성시킴으로써 지반의 함몰과 구조물의 변위를 유발하며 또한 지하수위의 상승 효과로 횡토압 증대 또는 부력작용으로 구조물의 변위 및 거동을 일으키게 된다.

구조물의 누수는 대부분 균열부나 불량한 시공이음부 혹은 신축이음부 등에서 발생하며 수밀성이 부족한 콘크리트단면에서 투수계수로 증가로 누수가 발생하기도 한다.

따라서, 누수조사는 균열부조사와 더불어 수행하는 것이 효율적이며 시공이음부와 신축이음부에 대해 세밀한 조사를 실시토록 하고 콘크리트강도가 저하된 부위에 대해서도 종점적으로 조사하는 것이 필요하다. 특히, 신축이음부 조사시 지수재의 재질, 설치상태 등의 조사를 간과해서는 안된다.

구조물의 누수조사방법은 거의 육안조사방법으로 이루어지나 전기비저항탐사방법을 사용하여 조사하기도 한다.

전기비저항탐사에 의한 누수조사는 누수되는 구조물의 경우 물이 새지 않는 건전한 부분은 전류가 잘 통하지 않으나 누수가 이루어지고 있는 부위는 전기전도도가 높아 전류가 잘 통하게 되는 전기적 특성차이를 이용하는 방법으로 지하수위가 높은 지역에서는 적용이 곤란한 단점을 갖는다.

7.4.3 콘크리트의 탄산화

콘크리트의 성분은 알칼리성이므로 콘크리트 구조물의 철근은 부동태막이 형성되어 부식이 억제되나 콘크리트가 대기중의 탄산가스나 수중의 산성물질과 접촉할 경우 콘크리트의 알칼리 성분이 탄산화되고 탄산화 깊이가 철근에 이르게 되면 철근이 부식됨으로써 콘크리트 노후화가 급속히 진행하게 된다.

탄산화가 진행되는 속도는 탄산가스농도, 습도, 온도 등의 환경조건과 시멘트, 혼화재, 골재 등의 재료조건 그리고 물-시멘트비(W/C비), 콘크리트강도, 양생정도 등의 콘크리트 품질에 따라 차이를 갖으며 일반적인 탄산화깊이 산정식을 제시하면 다음식과 같다.

$$C = abc\sqrt{t} = k\sqrt{t}$$

여기서, C	: 탄산화 깊이(cm)
a	: 환경조건에 따른 계수
b	: 재료조건에 따른 계수
c	: 콘크리트 품질에 따른 계수
t	: 경과년수(년)

7.4.4 방수

수리구조물의 콘크리트는 일반구조물에 비해 누수 등의 방지를 위해 보다 수밀성을 갖도록 하며 이는 투수계수를 '0(Zero)'화하는 것이 아니고 '0'에 가깝게 하는 것이므로 시간이 경과함에 따라 물이 콘크리트 속으로 침투하여 철근을 부식시키고 결국에는 외부와 관통하게 됨으로써 누수 또는 외부수의 유입에 의한 수질오염으로 파생하기도 한다.

또한 하수도의 수리구조물은 지하에 설치되는 경우가 많아 습하고 통풍이 잘 안됨으로써 콘크리트 표면의 결로현상에 의한 콘크리트 노후화를 촉진하기도 한다.

따라서, 하수도구조물은 콘크리트 표면을 방수하는 것이 필수적이며 수질조건에 따라 방수재료와 방수공법에 차이가 있으므로 현장조사시 이에 유의하여 수질조건에 대한 재료의 적합성, 방수막의 변질, 손상, 들뜸현상 및 방수재료의 용출 등에 대해 조사가 이루어져야 한다.

7.4.5 구조물의 상황

하수도의 수리구조물은 내부의 공간이 매우 큰 구조물로서 대부분 지하에 설치되고 특히 하수처리장의 경우 지하수위가 높은 저지대 및 연약지반에 위치하며 정수장이나 정수지 등은 암반을 굴착하여 설치하거나 성토지반에 설치하는 경우가 많아 지하수위 또는 거동이 발생할 우려가 높다.

수리구조물은 수위에 의해 운영되며 특히 침전지는 일련의 연속구조물로 자연유하 흐름에 의해 처리공정이 구성되고 수위차에 의해 운영됨에 따라 구조물의 변위나 거동이 발생할 경우 제기능의 발휘가 어려울 뿐만 아니라 타 공정에까지 지장을 초래하며 이의 보수 및 보강 비용이 막대하게 소요되므로 수리구조물에서의 침하, 변위 및 거동 등에 대한 구조물의 상황 조사는 철저하게 이루어지는 것이 중요하다.

7.5 구조물의 내구년한 평가

1855년 프랑스의 Lambot에 의하여 철근콘크리트 부재의 제작이 처음으로 시도된 이후 지금까지 약 150년이 경과되었으나 아직까지 콘크리트 구조물의 내구년한이나 잔존수명을 예측할 수 있는 이론체계의 정립은 여전히 미흡한 실정이다.

다만 지금까지의 연구결과에 의하여 콘크리트는 대기환경(이산화탄소, 산소)에 의하여 재료의 내구성이 서서히 저하되는 특성이 있으므로 반영구적인 건설재료로 보기에 는 무리가 있으며, 특히 철근콘크리트 구조물의 경우에는 콘크리트의 열화 함께 철근부식 및 철근과 콘크리트 경계면의 부착파괴가 수반되므로 안정성 저하와 아울러 전체 구조물의 내하력이 감소하는 것으로 알려져 있다.

최근 콘크리트 구조물의 공용년수에 대하여 여러 가지 주장들이 제기되어 있으나 일반적으로 콘크리트 자체의 내구년한은 최소 50년~70년 이상이라고 추측되나 콘크리트 구조물은 공용이후부터 끊임없이 반복되는 내적 및 외적 작용을 받아 손상되므로 공학적인 개념에서 최소한 설계수명을 반경험적으로 정의하고 있으며, 설계와 시공이 양호할 경우 콘크리트 구조물의 수명은 환경조건에 따라 20~150년까지 변화 가능하다고 연구보고도 발표된 바 있다.

그러나 콘크리트 구조물의 손상은 단계적이 아니라 연속적으로 진행되는 현상이므로 어느 정도의 손상 또는 내구성의 저하가 발생하였을 때는 수명상실로 정의하느냐가 매우 어려운 문제이며, 콘크리트 구조물에 균열, 박리, 박락, 누수 및 백태, 철근노출, 침식 등 육안으로 판단 가능한 손상을 제외하고는 대부분 표면상에 의하여 내부조직의 건전성을 추정하여야 하므로 평가기준과 적용이론에 따라 내구년한과 잔존수명이 달리 추정될 가능성을 배제하기 어렵다.

따라서 콘크리트구조물의 내구년한 평가는 구조물의 현재 사용실태와 시공당시 시방기준, 주변환경과 재료의 내구성 관계, 건설경비와 유지관리 경비 관계 그리고 이들이 인간활동과 생명에 미치는 기능을 고려하여야 할 것으로 판단되며, 이를 위하여 기존 구조물 형식별로 유지관리 실태를 DATA BASE화하여 목표성과 현재의 노후정도에 근거한 전문화된 유지관리 방안을 연구하여야 할 것으로 판단된다.

7.6 유지관리방안

상수도시설의 외관조사시 조사된 결함에 대해 보수·보강을 실시한 부재의 결함사항 진전여부와 발생유무를 주기적으로 관찰함으로서 차후에 추가적으로 발전할 가능성이 있는 결함부위에 대한 원인을 분석하여 사전에 예방하고자 하는 유지관리차원에서 중점적으로 점검하여야 할 사항들이다.

구분	현황사진	중점관리 사항
토목 구조물	 	- 균열 및 백태 발생여부 - 기존 균열 진행성여부 확인 - 신축이음부 누수발생 유무 확인 - 기존 누수부 누수량 확인 - 기존 손상부 진전유무 확인
건축 구조물	 	- 주부재(기둥, 보) 손상 발생 여부 - 누수 발생여부 - 마감재 균열 및 박락 발생의 진전여부 확인 - 구조물의 이격부 우수유입 여부확인
기계·전기설비		- 강재(기기) 부식발생여부 - 강재(기기) 소음·진동 발생여부 - 기기의 누수 및 작동상태 확인