
2. 시 방 서

1. 공통사항

1.1 일반사항

1.1.1 적용범위

이 시방서는 하수관로(하수관, 맨홀, 연결관 등)의 시공 중이거나 시공 후 시공의 적정성을 조사하고 판정하기 위하여 시행하는 관로시공 및 준공검사에 적용한다.

1.1.2 주요내용

- (1) 경사검사
- (2) 수밀검사(침입수, 누수, 공기압시험)
- (3) 부분수밀검사
- (4) 수압시험
- (5) 내부검사(육안 및 CCTV조사)
- (6) 오점 및 유입수, 침입수 경로조사
- (7) 변형검사

1.2 재료 : 해당사항 없음

1.3 시험방법

1.3.1 관로검사는 종·횡방향 시공의 적정성을 판단하기 위하여 경사검사를 수행하며, 관로의 수밀성을 판단하기 위해서는 수밀검사(침입수, 누수, 공기압 시험), 관로 내부 상황 판독을 위한 내부검사(육안 및 CCTV조사, 필요시 연성관 변형검사), 관로 오점여부를 판독하기 위한 오점 및 유입수·침입수 경로조사를 수행한다.

1.3.2 경사검사는 경사 및 축선변동을 조사한다.

1.3.3 수밀검사는 오수관로, 합류관로(차집관로 포함)에 대하여 시행하며, 외부에서 관로 내로 침입하는 침입수량을 측정하는 침입시험(infiltration test)과 관로 내에서 관로 외로 침출되는 침출량을 측정하는 침출시험(exfiltration test)으로 구분된다. 침입시험은 침입수시험(양수시험)이 있으며, 침출시험에는 누수시험, 공기압시험, 부분수밀시험, 압송관의 수압시험으로 나누어진다.

- (1) 시험방법은 지하수위와 매설심도 및 환경, 계절적 영향 등을 고려하여야 하며 공사감독자(건설사업관리자)의 지시에 따른다.
- (2) 지하수위(상하류 맨홀에서 측정한 평균수위)가 관 상단으로부터 0.5m 미만인 경우에는 누수시험(침출시험)을 수행하며, 지하수위가 0.5m 이상인 지역에서는 지하수위 저하 등의 조치에도 불구하고 지하수위가 저하되지 않아 누수시험(침출시험)이 불가능한 경우에 한하여 침입시험을 수행한다.
- (3) 지하수위고는 설계조사 시 건기 및 우기를 구분하여 측정 또는 예측결과를 제시하도록 하며, 공사착공 전 예측된 지점을 육안으로 관측 후 3.3.2에서 제시한 기준범위 내에 판단되는 지점에 한 하여 실측하여 결정하도록 한다.
- (4) 부분수밀시험은 연결부 또는 부분보수와 같은 일부분의 수밀검사 시 적용한다.
- (5) 압송관에는 압송관 수압시험을 적용한다.
- (6) 관로를 시공 중이거나 시공 후 관로의 연결 및 내부의 부실정도와 부실위치를 파악하기 위하여 육안조사, CCTV조사와 연성관 변형검사를 수행하며, 관로의 오점위치, 유입수·침입수 유입위치 파악을 위하여 연기시험, 염료시험 및 음향시험 등을 시험방법으로 활용할 수 있다.
- (7) 준공검사 시 지하수위 높은 구간의 경우 공사 일정상 7, 8월(우기시) 시행할 경우 협의조정 할 수 있다.
- (8) 관로검사의 검사시기, 검사방법, 검사물량, 검사범위 등을 고려하여야 하며, 다만 수밀시험 관로검사 기본사항 준수가 어려운 여건일 경우에는 관체의 보강 및 부등침하 예방과 정밀시공이 가능한 기초(콘크리트 또는 기성제품 등)의 적용방법으로 대체하되 설계반영 및 시방기준 등 필요한 사항을 공사감독자(건설사업관리자)의 지시에 따라 실시한다.

① 검사시기

가. 경사검사는 되메우기 전에 시행하는 것을 원칙으로 하며, 1-1-2 사항을 참조한다.

나. 수밀검사(침입수, 누수, 공기압시험)는 되메우기 전에 시행하는 것으로 한다. 시행자는 검사결과 부적합 시에 따른 책임 각서를 검사 시행 전 공사감독자(건설사업관리자)에게 제출 후 시행토록 한다.

다. 부 검사, 오점 및 유입수·침입수 경로조사는 단계별로 시공이 완료된 일정규모이상의 블록단위별로 수행한다.

라. 포장지역의 경우 본복구(포장) 전에 실시한다.

② 검사방법

가. 검사방법은 1-1-2~1-1-8 규정에 따르며, 허용기준을 만족하여야 한다.

③ 검사구간

가. 검사구간은 맨홀과 맨홀구간을 원칙으로 한다.

나. 품질관리를 위해 필요하다고 판단되는 경우 맨홀단독 또는 맨홀을 포함하여 실시하거나 특정이음부에 대하여 실시한다.

④ 검사수량

가. 관로 시공 및 준공검사 수량은 <표 1-1-1, 1-1-2>의 검사수량을 대상으로 실시한다 단, 준공검사 시 소규모 하수도는 대상관로의 2%만 적용하며, 소규모 하더라도 대도시급(시급 및 광역시)은 대상 관로의 5%를 적용하는 것으로 한다.

⑤ 검사대상

가. 관로 시공 및 준공검사 대상은 <표 1-1-1, 1-1-2>의 내용을 기준으로 실시한다.

나. 준공검사 시 우수관로는 시공검사로 대체하는 것으로 한다.

⑥ 검사인원

가. 검사인원은 공사감독자(건설사업관리자) 및 감독자가 수행하며, 시공검사 및 준공검사 인원은 중복되지 않게 별도 구성하는 것으로 한다.

〈표 1-1-1〉 시공검사

항 목		대 상	검사수량	비 고
우수	경사검사	신설 및 교체관로	대상관로의 100%	
	내부검사	전체관로 ¹⁾	대상관로의 100%	CCTV 및 육안조사
	오점, 유입수/침입수 경로조사	신설 및 교체관로	대상관로의 100% (감독자가 상황등을 고려하여 검사 가 필요하다고 판단되는 경우 적용)	연기/염료/음향시험중 선정검사
오수	경사검사	신설 및 교체관로	대상관로의 100%	
	수밀검사	신설 및 교체관로 전체보수	대상관로의 100% (D1,000mm이하의 관로에 적용)	침입수(양수), 누수, 공기압시험 중 선정검사
	부분수밀시험 ²⁾	전체관로	대상관로의 100%	
	수압시험	신설 및 교체관로	대상관로의 100%	압송관로 만 해당
	내부검사	전체관로	대상관로의 100%	CCTV 및 육안조사
	오점, 유입수/침입수 경로조사	신설 및 교체관로	대상관로의 100%	연기/염료/음향시험중 선정 검사
	변형검사	신설 및 교체관로	감독자가 상황 등을 고려하여 검사가 필요하다고 판단되는 경우 적용	연성관만 해당

주) 1) 전체관로란 사업대상지역내에 설치되는 신설/교체 관로 및 개보수 관로를 포함한 관로를 말한다.

2) 부분수밀시험은 D1,000mm 이상 관로의 접합부와 부분보수에 적용한다.

⑦ 기타 일반사항

가. 관로 검사시 규정된 것 이상으로 관로부실이 판명되면 시공자의 책임으로 보완 및 재시공하여야 하며, 보완 및 재시공의 적정성을 판단하기 위하여 재검사를 실시하여야 한다.

나. 각종 시험결과는 기성서류 및 준공서류에 첨부하여 제출한다.

〈표 1-1-2〉 준공검사

대 상		평가지표 및 검증방법		검사수량주 ³⁾	허용율
		평가지표	검증 방법		
본관	신설관로	관로조사	CCTV+수밀검사	대상관로의 5%	허용누수량 기준이하
	전체보수	관로조사	CCTV+수밀검사	대상관로의 5%	허용누수량 기준이하
	부분보수	지하수위 낮은구간	CCTV검사 + 부분수밀검사	대상관로의 5%	관로정비 등급 기준을 만족하고 허용누수량 기준이하
		지하수위 높은구간	CCTV검사주 ²⁾ 7, 8월(우기시)	대상관로의 5%	침입수의 연속유입개소가 없어야 하며, 불연속 유입개소는 맨홀 대 맨홀 기준으로 3개 이하여야 함
배수 설비	전체	연결부 조사	내시경조사 또는 소구경 CCTV, 육안검사	대상수량의 5%	이상개소가 없어야 함
본관	전체	맨홀부	육안·영상검사 ⁵⁾ + 연막시험	대상수량의 5%	이상개소가 없어야 함
	전체관로 ¹⁾	본관오점	연막시험	대상관로의 5%	이상개소가 없어야 함
배수 설비	전체	오수받이 뚜껑	육안조사	대상관로의 5%	이상개소가 없어야 함
	전체관로	배수설비 오점	연막시험 또는 염료시험	대상관로의 5%	이상개소가 없어야 함
본관	전체관로	허용 변형율	변형검사	대상관로의 5%	허용변형율 규격이 있는 연성관은 규격을 따르고 없는 경우에는 KDS 61 00 00 하수도설계기준의 5%를 따름

- 주) 1) 전체관로란 사업대상지역내에 설치되는 신설/교체 관로 및 개보수 관로를 포함한 관로를 말함.
 2) 지하수위 높은 구간의 경우 공사일정상 7, 8월(우기시) 시행이 어려울 경우 협의 조정할 수 있다.
 3) 소규모 하수도는 2%만 적용한다. 단, 대도시(시급 및 광역시)는 소규모라 하더라도 5%를 적용한다.
 4) 준공검사 시 우수관로는 시공검사로 대체하는 것으로 한다.
 5) 영상검사는 디지털카메라나 캠코더, 스마트폰 등을 활용하여 기록하도록 한다.

2. 경사검사

2.1 일반사항

2.1.1 적용범위

이 시방서는 하수관로공사시 시행되는 관로 경사검사에 적용한다.

2.1.2 제출문

1.2.1 시험계획서를 작성하여 공사감독자(건설사업관리자)에게 제출한다.

1.2.2 시공도면

공사감독자(건설사업관리자)가 요구하는 도면을 작성 제출하여야 한다.

2.2 재료 : 해당사항 없음

2.3 시공

2.3.1 경사검사는 부설관로의 종·횡 방향에 대한 시공적정성을 판단하기 위한 검사로 경사의 변동검사, 관의 축선 변동검사가 있다.

- (1) 경사변동 오차는 매10m마다 수준점을 기준으로 한 관저고의 수준측량으로 되메우기 전 시행하며, 허용오차는 역경사가 일어나지 않는 한도 내에서 $\pm 30\text{mm}$ 이하로 한다.
- (2) 관의 축선 변동허용오차는 매 10m마다 관로중심선에 대하여 좌우 100mm 이하로 한다.
- (3) 공사 준공서류에 경사검사 결과표를 첨부하며, 이에는 허용오차로 인한 통수능 저하, 역경사 등의 저해효과 여부에 대한 수리학적 검토내용이 포함되어야 한다.

2.3.2 되메우기 완료 후의 경사검사는 거울검사 등으로 할 수 있으며, 되메우기 완료 후 맨홀에서 맨홀 사이를 거울 및 광파나 레이저를 비춤으로서 관로의 경사를 측정할 수 있다. 즉, 한쪽 맨홀에서 빛을 보내고 다른 쪽 맨홀에서 그 빛을 수신함으로서 관의 경사를 알 수 있다. 만약 중간에 관의 경사가 달라지면 빛의 일부만 도달하거나 도달하지 못한다.

또한 교통 개방 후 관 침하를 검측 하는 것으로 할 수 있으며, 방법은 공사감독자(건설사업관리자)와 상호 협의하여 결정하도록 한다.

3. 수밀시험

3.1 침입수시험(양수시험)

3.1.1 일반사항

(1) 적용범위

이 시방서는 하수관로공사 및 굴착개량(교체) 공사 시 침입수 시험에 적용한다.

(2) 제출문

① 시험계획서를 작성하여 공사감독자(건설사업관리자)에게 제출한다.

② 시공도면

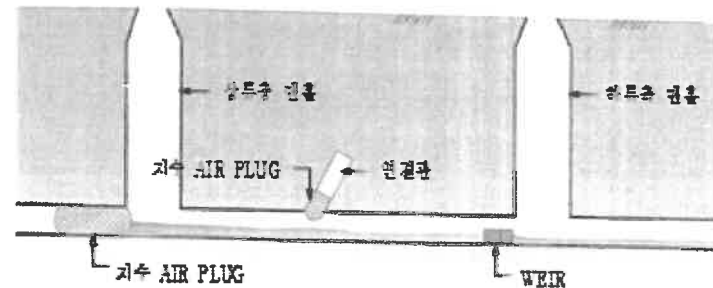
공사감독자(건설사업관리자)가 요구하는 도면을 작성 제출하여야 한다.

3.1.2 재료 : 해당사항 없음

3.1.3 시공

- (1) 지하수위(상하류 맨홀에서 측정한 평균수위)가 관 상단 0.5m 이상에 있고, 현재 관로 내에 침입수가 발생하고 있으며 지하수위 저하 등의 조치가 불가한 경우에 한하여 적용한다.
- (2) 지하수위고는 설계조사시 측정 또는 예측된 지점을 육안으로 관측 후 기준이상(관 상단 0.5m 이상)으로 판단되는 지점에 한하여 실측하여 결정한다.

- (3) 맨홀 사이의 상류측과 연결관을 지수 에어플러그(air plug)로 지수하고, 하류측의 맨홀에서 유량을 측정한다.
- (4) 지하수위 변동에 의해 침입수량이 다르기 때문에 측정한 수량이 항상 침입하고 있다고는 할 수 없으므로 침입수 시험은 강우 직후를 피하여 실시한다.



[그림 1-1-1] 침입수(양수)시험

- (5) 침입수 시험시 되메우기가 끝난 후 맨홀을 포함하거나 맨홀 단독으로 시행하며 침입수량 허용기준 및 보고서 작성은 누수시험의 기준 <표 1-1-3>에서의 허용누수량 수치와 누수시험보고서 <표 1-1-4~5>의 동일한 기준 과 양식을 적용한다.
- (6) 침입수 시험시 침입수 위치를 파악하기 위하여 CCTV조사를 병행할 수 있으며, 침입위치 및 형태 등을 기록하여 추후 보수시에 활용한다.

4. 누수시험

4.1 일반사항

4.1.1 적용범위

이 지방서는 하수관로공사 및 굴착개량(교체) 공사 후 누수시험에 적용한다.

4.1.2 제출문

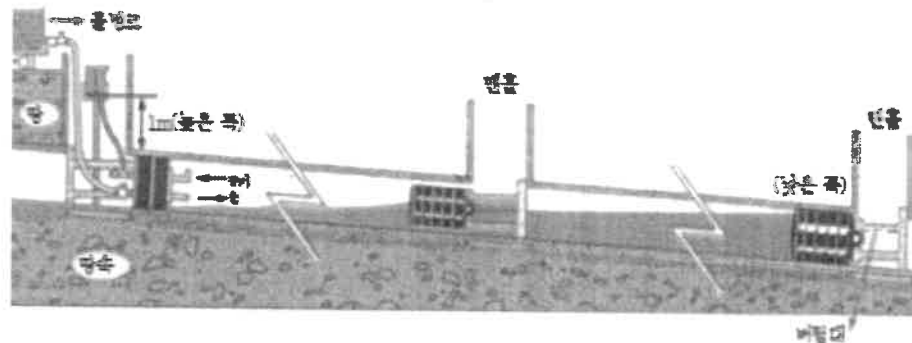
- (1) 시험계획서를 작성하여 공사감독자(건설사업관리자)에게 제출한다.
- (2) 시공도면
공사감독자(건설사업관리자)가 요구하는 도면을 작성 제출하여야 한다.

4.2 재료 : 해당사항 없음

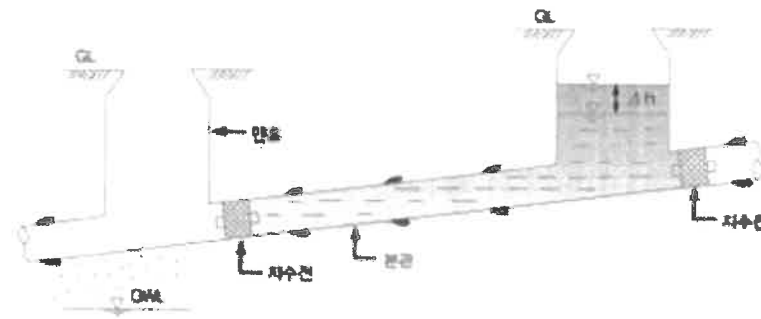
4.3 시공

4.3.1 지하수위가 관로의 침입수에는 영향을 못 미치는 수위(관 상단 0.5m 미만) 하부에 있는 경우에 적용하며 물로 가득 찬 관로에서 누수량을 일정시간 동안 측정하는 방법이다. 공사감독자(건설사업관리자)의 지시가 있을 경우 맨홀단독 또는 맨홀과 본관을 동시에 시험하여 맨홀의 수밀성도 조사한다.

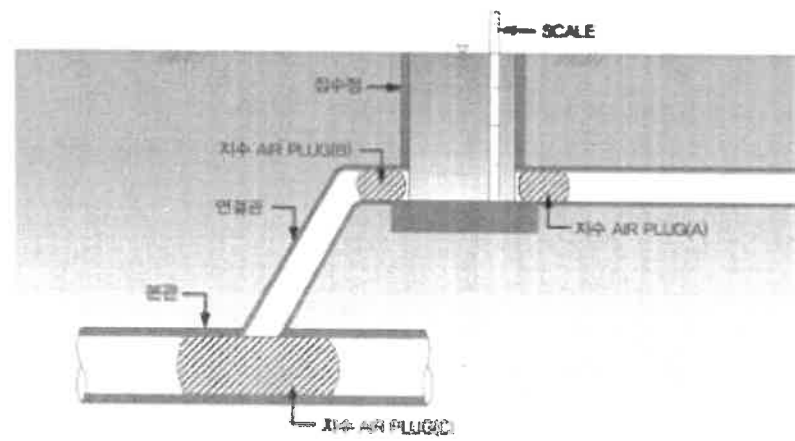
- (1) 연결관의 경우도 본관과 동일한 방법으로 실시한다.
- (2) 맨홀단독시험의 경우에도 상하류측 연결부분을 포함하여야 한다.



[그림 1-1-2] 본관 누수시험



[그림 1-1-3] 본관 및 맨홀 누수시험



[그림 1-1-4] 연결판 누수시험

- 4.3.2 관로는 물이 새지 않도록 만들어야 한다. 공장에서 제작된 관로 기자재는 기술적으로 가능한 정도까지 검사되어야 한다.
- 4.3.3 현지에서 벽돌, 콘크리트, 보강 콘크리트로 만들어진 맨홀과 관로 또한 수밀검사가 되어야 한다. 검사는 관로의 되메우기 전에 실시함이 원칙이다.
- 4.3.4 지름 1,000mm 미만의 자연유하식 관로는 높은 쪽 끝의 관로 상부에서의 내부 압력수두가 1.0m 되도록 하고, 시험압력은 낮은 쪽 끝에서 수두가 5m를 넘지 않아야 한다. 필요하다면 시험은 두, 세 단계로 나누어 실시할 수 있다.
- 4.3.5 시험압력은 매설된 상태에서 하수관로 상부에 형성되는 지하수위보다 큰 수두를 적용하여야 한다.
- 4.3.6 공사감독자(건설사업관리자)의 시험실시 여부에 대한 결정에 따라 지름 1,000mm 이상 관의 경우 누수시험을 실시할 수도 있으나 시험에 물이 많이 소요되고 실시가 어려운 경우는 공기압 또는 연결부시험으로 대체하고, 보조시험방법으로 육안조사, CCTV조사, 연기, 염료 및 음향조사를 실시할 수 있으며 조사 후 결과를 제출하여야 한다.

4.3.7 누수시험 절차

1개 시험구간은 맨홀과 맨홀 사이 또는 중간에 맨홀을 포함하여 검사하거나 맨홀 단독으로 검사하며 검사 전에 관로 내부를 청소하고 지하수위가 기준수위(0.5m)보다 낮게 유지하도록 조치한 다음 시험을 한다.

- (1) 관로의 낮은 쪽 끝, 필요에 따라 지관에도 전수압에 견딜 수 있는 마개를 끼운다. 파이프의 이동을 막기 위해 버팀목이 필요할 수 있다.
- (2) 높은 쪽의 끝에도 이와 유사한 마개나 버팀목을 설치하되 호스(hose)나 수직파이프를 용이하게 세울 수 있도록 한다.
- (3) 기포가 차지 않도록 물로 채운다.
- (4) 수직시험관에 필요수위까지 물을 채운다.
- (5) 관로가 포화될 때까지 최소한의 예비시간(콘크리트 계열 30분~1.0시간, 비콘크리트 계열 10분)동안 방치한다.
- (6) 예비시간 후 다시 상류 수직시험관의 수두가 최소 1.0m 이상을 유지하도록 물을 채운 후 30분 이상에 걸쳐 수직시험관의 최초 수두 1.0m 이상을 유지하는데 필요한 물의 양을 측정한다. 수직시험관은 5분 간격 또는 100mm 이내의 수두저하가 일어날 때 주수하여 최초수두를 유지시켜야 한다.

4.3.8 물의 허용누수량은 <표 1-1-3>를 기준으로 한다.

〈표 1-1-3〉 적용기준 및 허용누수량

구분	대상 ¹⁾	적용 관경	적용수두차 ²⁾ (수압차)	예비시간	측정 시간	수두 저감 허용치	허용 누수량 ³⁾ (L/m ²)
신설 및 전체 보수	관로	1,000mm 미만	관로 높은 쪽 최소 1m(10kPa) 관로 낮은 쪽 최대 5m(50kPa)	콘크리트 계열 30분~1.0시간, 비콘크리트 계열 10분	30±1 분	Δ1kPa 또는 Δ100mm	0.15
	관로+ 맨홀						0.20
	맨홀	—					0.40
	이음부	1,000mm 이상	50kPa				0.15

- 주) 1. 모든 관종에 적용
 2. 적용수두는 수압으로 계산이 가능하며, 100kPa = 1 bar, 1 bar = 10m 수두에 해당
 3. 누수량 계산 : (침기수량)/(물과 관로의 접촉면적 : $\pi \times$ 관지름 $\times$ 관길이)

〈표 1-1-4〉 누수시험보고서(예시)

사업(공사)명: 하수처리구역(분구) 관로정비사업

- 1) 시험일시: 20○○년 ○○월 ○○일 (○요일)
- 2) 시험구간: 시점 No 4+120, EL. 24.55m
종점 No 4+200, EL. 24.35m 거리 80m
- 3) 관 종: 원심력 철근콘크리트관
- 4) 관 경: ϕ 400
- 5) 시험구분: 경간(), 경간+맨홀(●), 맨홀(), 이음부()
- 6) 맨홀부 규격 및 시험 수두:
 - 규격: ϕ 900
 - 맨홀 내 시험 수두: 2m
- 7) 연결형태, 개소 및 시험 전 조치사항: 본관연결 2개소(ϕ 300), 지수플러그로 2개소 지수완료
- 8) 이음부 형태 및 개소: 소켓고무링/15개소
- 9) 시험조건
 - 상류/하류 압력수두(각 관정으로부터 상류 수두압): 1.6m/1.8m
 - 초기포화시간(분): 35분
- 10) 시험결과:

시험시간	첨가수량 (L)	관로접촉면적 (m ²)	실측누수량 (L/m ²)	허용누수량 (L/m ²)	판정	비고
30분	19	106.04	0.18	0.2	합격	1차시험

※ 시험시간: 30분 이상, 실측누수량: 첨가수량/물과 관로 및 맨홀접촉면적
 관로접촉면적: $\pi \times$ 관경(0.4) $\times$ 관길이(80) + $\pi \times$ 맨홀관경(0.9) $\times$ 맨홀 내 수두(2) = 106.04
 11) 특기사항:

시험자	(인)	확인자	(인)	
-----	-----	-----	-----	--

- ※ 1. 시험에 불합격할 경우 재시험하고 비고란에“재시험”이라고 표기한다.
 2. 특기사항에는 시험구간 및 시험실시시 특이사항을 기술하되 불합격된 경우 불합격 추정사유 등을 기술한다.

〈표 1-1-5〉 누수시험 총괄표

구분	대상	시험 일시	시험 구간	관중	관경	실측 누수량	허용 누수량	합격 여부	비고
신설 및 전체보수	관로								
	관로+맨홀								
	맨홀								
	이음부								

4.3.9 다음과 같이 시험에 영향을 주는 인자로 인하여 과도한 누수가 일어날 수 있다.

- (1) 파이프의 공극 또는 틈
- (2) 손상되거나 불량 혹은 불완전하게 연결된 파이프의 연결부
- (3) 용존되어 있는 공기
- (4) 결함이 있는 마개
- (5) 파이프나 마개의 변동(움직임)

5. 공기압 시험

5.1 일반사항

5.1.1 적용범위

이 시방서는 하수관로공사 및 굴착개량(교체) 공사 후 공기압시험에 적용한다.

5.1.2 제출문

- (1) 시험계획서를 작성하여 공사감독자(건설사업관리자)에게 제출한다.

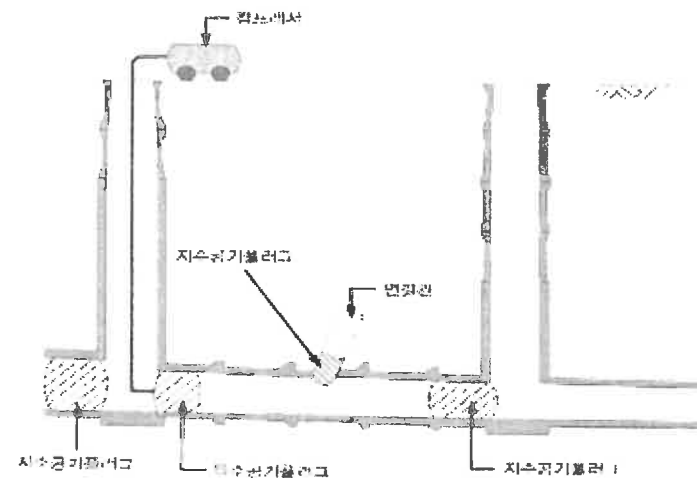
(2) 시공도면

공사감독자(건설사업관리자)가 요구하는 도면을 작성 제출하여야 한다.

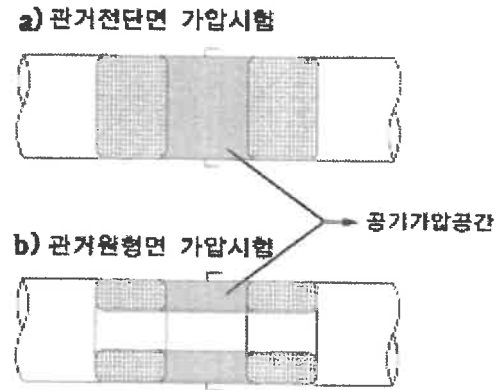
5.2 재료 : 해당사항 없음

5.3 시공

5.3.1 공기압시험은 공기가압을 통해 관로의 경간 및 이음부의 수밀성을 검사하기 위하여 수행하며, 단, 맨홀 시험은 수밀검사로 수행할 수 있다.



[그림 2-8-5] 공기압시험 모식도



[그림 1-1-6] 관로 이음부의 공기압시험 모식도

5.3.2 관로시험은 동일한 압력 하에서도 물과 공기의 특성차이 때문에 공기압 시험결과와 수압시험 결과를 동일하게 볼 수 없으며, 공기압시험은 관로의 공극, 수분함량 및 관 두께에 영향을 많이 받는다.

5.3.3 공기압시험법에는 정압시험(constant pressure method)과 가변압시험(time pressure method)으로 구분되며 하수관로 수밀검사에는 가변압 시험을 적용한다.

5.3.4 공기압시험은 신설관로의 경우 시험방법이 관로의 검사압(P_0), 관경별 측정시간(t)에 따라 저압형, 고압형 방법으로 나누어지며, 적용방법은 발주자와 협의하여 결정하고 수행한다.

- (1) 최초의 초기가압은 각 검사압보다 10% 정도 더하여 가압하며, 초기가압과 검사압 범위 내에서 예비가압 시간동안 압력을 유지한다. (예, 저압형의 초기가압은 $10 \times 1.1 = 11 \text{ kPa}$)
- (2) 예비가압 후에는 실 측정단계로서 각 시험방법과 관경별에 따른 측정시간(t) 동안 연속 측정된 최종감압량(ΔP_f)이 허용감압량(ΔP_0)과 비교하여 합격여부를 판단한다.
- (3) 측정된 최종감압량(ΔP_f)이 허용감압량(ΔP_0)보다 작을 경우에 합격한 것으로 판단한다.
- (4) 공기압시험이 적용되는 기준은 누수시험과의 기준에 부합될 수 있는 환산값을 이용하여 적용한다. 즉, 동일한 누수상태에서 시험 방법에 따라 합격과 불합격이 발생하여서는 안된다.

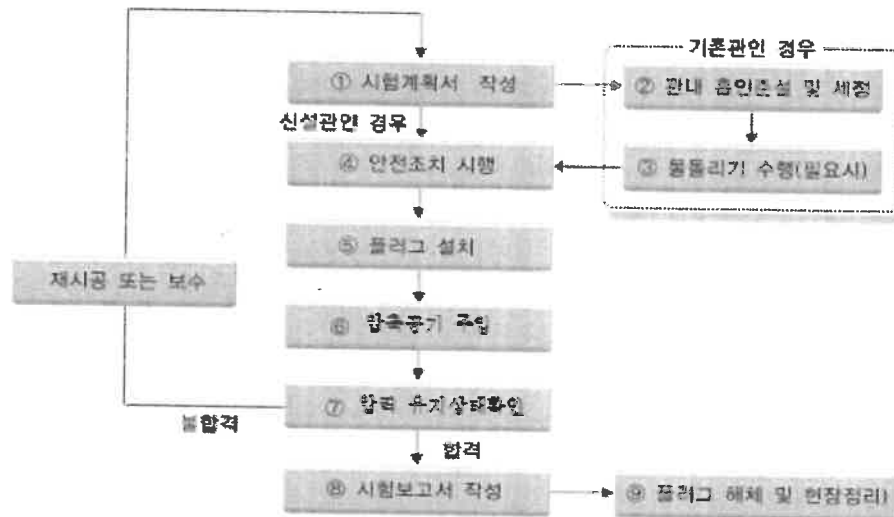
5.3.5 대형 관로의 경우(1,000mm 이상)는 이음부를 위주로 시험하며 공기압 시험보고서는 <표 1-1-8>를 기준으로 작성한다.

5.3.6 저압공기시험법을 적용할 때에는 다음을 주의하여 적용하여야 한다.

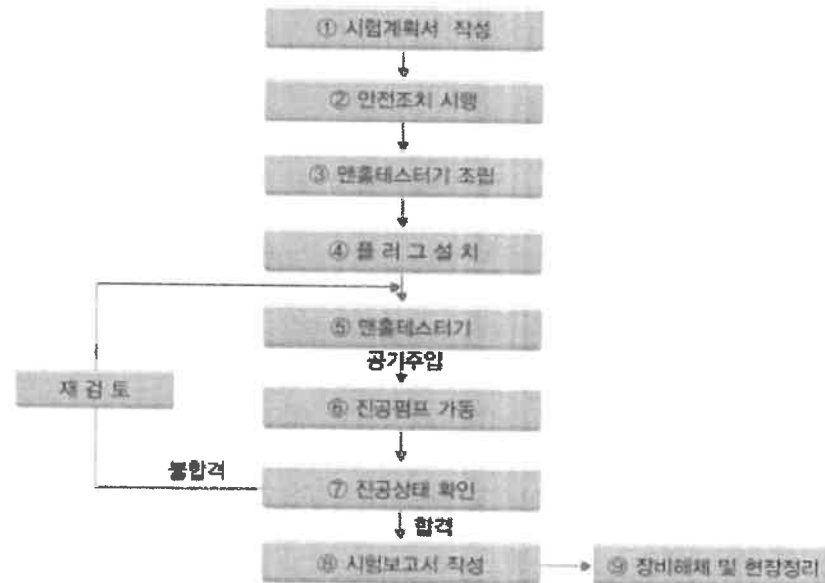
- (1) 관로의 습윤상태, 관의 종류 및 관경 등을 고려하여 검사방법을 발주자와 협의하여 결정하여야 한다.
- (2) 지수플러그는 기밀을 유지하여 시공이 되어야 하며, 시험구간에서는 공기압이 대기압으로 떨어질 때까지 제거해서는 안된다.
- (3) 안전을 위해서 시험기간 동안은 시험구간 인근에 사람의 접근을 금지하여야 하며, 시험기구에는 감압장치 등 안전장치가 시설되어 있어야 한다.
- (4) 공기압 측정기의 정도는 허용 감압량의 10% 이내의 정도를 갖추어야 한다.

5.3.7 공기압시험 절차

1개 시험구간은 맨홀과 맨홀 사이 또는 중간에 맨홀을 포함하여 검사하거나 맨홀 단독으로 검사하며 검사 전에 관로 내부를 청소하고 시험을 한다.



[그림 1-1-7] 관로 공기압시험 절차 모식도



[그림 2-8-8] 맨홀 부공기압(진공시험) 절차고식도

<표 2-8-6> 맨홀 규격별 시험 적용기준(부공기압 시험의 경우)

맨홀깊이(m)	맨홀직경(mm)				검사압 (kPa)	허용감압량 (kPa)
	900	1200	1500	1800		
	측정시간(t, 초)					
2.4	14	20	26	33	33.8	3.4
3.0	18	25	33	41		
3.7	21	30	39	49		
4.3	25	35	46	57		
4.9	29	40	52	67		
5.5	32	45	59	73		
6.1	35	50	65	81		
6.7	39	55	72	89		
7.3	42	59	78	97		
7.9	46	64	85	105		
8.5	49	69	91	113		
9.1	53	74	98	121		

※ 참고자료 : ASTM C 1244-05a(1244-93)규격

<표 1-1-8> 공기압시험 보고서(예시)

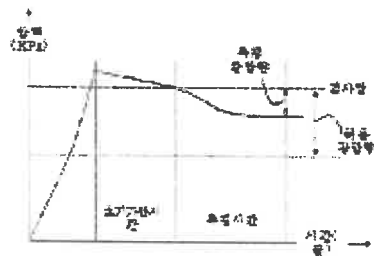
사업(공사)명: 하수처리구역(분구) 관로정비사업

- 1) 시험일시: 20○○년 ○○월 ○○일 (○요일)
- 2) 시험구간: 시점 No 4+120, EL. 24.55m
종점 No 4+170, EL. 24.35m 거리 50m
- 3) 관종(습윤, 건조상태 포함): 원심력 철근콘크리트관
- 4) 관경: $\phi 400$
- 5) 시험구분: 경간(●), 이음부()
- 6) 연결형태, 개소: 본관연결 2개소($\phi 300$), 지수플러그로 2개소 지수완료
- 7) 이음부 형태 및 개소: 소켓고무링/15개소
- 8) 시험조건
 - 검사방법: 고압형
 - 초기가압/예비가압시간: 22kPa/5분
 - 검사압(P_0 , kPa): 20
- 9) 시험결과:

시험(측정)시간	측정 감압량 (ΔP_t , kPa)	허용 감압량 (ΔP_0 , kPa)	판정	비고
2.5분	0.7	1.5	합격	

10) 압력측정 그래프(작성 예)

※ 공기압시험과정의 압력변화를 0.5분미만 간격으로 측정하여 작성



시험자	(인)	확인자	(인)
-----	-----	-----	-----

※ 1. 시험에 불합격할 경우 재시험하고 비고란에 “재시험”이라고 표기한다.

2. 특기사항에는 시험구간 및 시험실시시 특이사항을 기술하되 불합격된 경우 불합격 추정사유 등을 기술한다.

6. 부분수밀시험

6.1 일반사항

6.1.1 적용범위

이 시방서는 하수관로공사 및 굴착개량(교체) 공사, 연결관이 존재하여 맨홀~맨홀 구간 수밀시험의 수행이 어려울 경우에 부분수밀 시험을 적용한다.

6.1.2 제출문

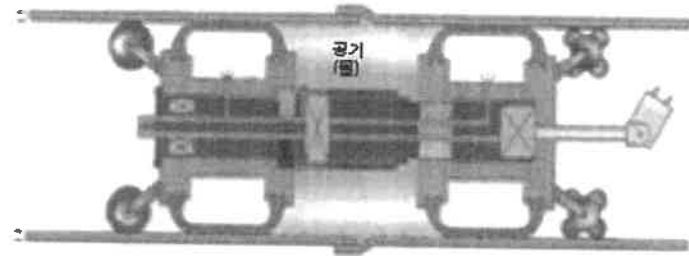
- (1) 시험계획서를 작성하여 공사감독자(건설사업관리자)에게 제출한다.
- (2) 시공도면
공사감독자(건설사업관리자)가 요구하는 도면을 작성 제출하여야 한다.

6.2. 재료 : 해당사항 없음

6.3. 시공

6.3.1 연결부 또는 이음부에 대한 시험은 연결부 또는 부분보수구간과 같은 일부분의 수밀성만을 조사하고자 할 때 실시한다.

6.3.2 관로이음부 또는 시험하고자 하는 특정부위에 기밀을 유지하도록 기구를 장착하고 공기 또는 물을 가압하여 일정시간동안 압력 또는 누수량을 측정하여 기준치와 측정수치를 비교한다.



[그림 1-1-9] 부분 수밀시험(예시)

6.3.3 허용누수량 및 허용감압량은 누수시험 및 공기압시험 규정의 이음부에 해당하는 기준에 따른다.

7. 수압시험

7.1 일반사항

7.1.1 적용범위

이 시방서는 신설 오수압송관로의 수압시험에 적용한다.

7.1.2 제출문

- (1) 시험계획서를 작성하여 공사감독자(건설사업관리자)에게 제출한다.
- (2) 시공도면
공사감독자(건설사업관리자)가 요구하는 도면을 작성 제출하여야 한다.

7.2 재료 : 해당사항 없음

7.3 시공

7.3.1 적용수압

- (1) 수압시험방법으로 D700mm 이하의 압송관로는 적용 관종별 KS시험규격에 따른 규정수압의 압력유지시험으로 실시한다.
- (2) 덕타일 주철관의 경우 KS 규정수압은 D300mm 이하는 6MPa, D350~600mm는 5MPa, D700~1000mm는 4MPa으로 실시한다.

7.3.2 시험 방법

- (1) 시험구간 관로에 물을 채우고 24시간 이상 방치하였다가 서서히 압력을 가하여 규정수압까지 상승시켜야 한다.
- (2) 규정수압으로 1시간동안 유지할 때 압력강하가 $0.2\text{kgf/cm}^2(0.02\text{MPa})$ 를 초과하여서는 아니 된다.
- (3) 규정수압을 계속 유지하도록 물을 보충하였을 때 1시간 동안 구경 10mm당 1 l 이상 누수가 있어서는 안 된다.
- (4) 수압시험을 위한 물의 주입에 앞서 어느 정도 관로를 임시로 되메우기하여 관로가 수압시험 중 이동하는 곳을 막아야 한다.
- (5) 수압시험은 300m 간격을 기준으로 하되 제수밸브와 제수밸브 사이에서 시험하는 것이 좋으며, 도로매설구간 등 현장 여건을 감안하여 실시거리, 시험방법 등을 감독원의 승인 후 조정할 수 있다.

7.3.3 기 타

- (1) 부득이하여 상기와 같은 수압시험을 할 수 없을 때에는 압력유지시험으로써 대체할 수 있다. 압력유지시험은 관로를 300m 내외로 제수밸브나 블라인드플랜지(blind flange) 등으로 분할하여 수동펌프 등으로 사용수압까지 가압하고 수압의 시간적 변화를 도표로 작성하거나 자기 기록장치로 압력강하상태를 검토하여 관로의 이상이나 누수상태 등을 판단하는 것으로 대개 5kg/cm^2 의 수압으로 10시간 정도의 경과를 측정하는 것이 보통이다. 또한, 큰 구경의 관에서는 이음부도 5kg/cm^2 정도의 수압으로 검사한 다음에 되메우기하는 것이 바람직하다.
- (2) 수압시험 결과에 대해서는 다음과 같은 항목보고서를 작성하여 공사감독자(건설사업관리자)에게 제출하여야 한다.
- (3) 수압시험도중 관이음이나 관자재의 불량으로 인해서 누수가 발생할 시는 불량부위에 대한 재시공을 시공자의 부담으로 처리하여야 한다.

<표 1-1-9> 수압 시험보고서(예시)

◆ 공 사 명 :		◆ 시험구간 :	
◆ 시험일자 :			
◆ 적용수압 :			
보충수 주입량			
시간(hr)	주입수량 (ℓ)	보충수 주입량 변화	
		주입수량 (ℓ)	
유지시간내 수압변화			
수압 (kgf/cm ²)	7.5		
	7.4		
	7.3		
	7.2		
	7.1		
시간(hr)			
시험자 : (인)		확인자 : (인)	

8. 내부검사(육안 및 CCTV조사)

8.1 일반사항

8.1.1 적용범위

이 시방서는 하수관로공사 및 굴착개량(교체) 공사의 내부검사(육안 및 CCTV)에 적용한다.

8.1.2 참조기준

(1) 상수도공사 표준시방서 (한국상하수도협회)

8.1.3 제출문

(1) 시험계획서를 작성하여 공사감독자(건설사업관리자)에게 제출한다.

(2) 시공도면

공사감독자(건설사업관리자)가 요구하는 도면을 작성 제출하여야 한다.

8.2 재료 : 해당사항 없음

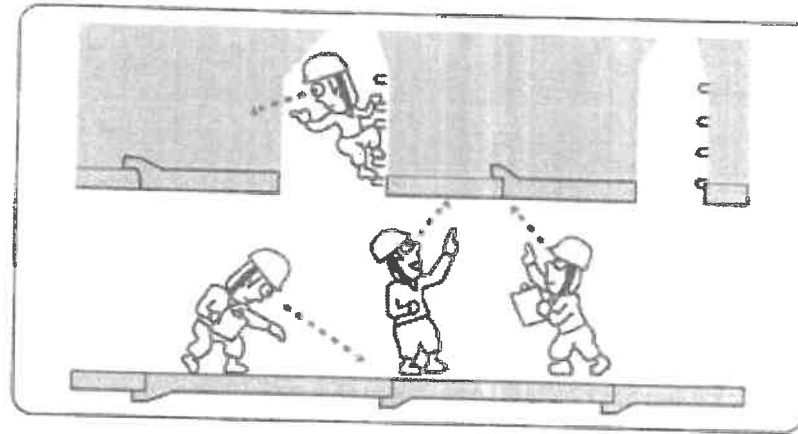
8.3 시공

굴착 및 비굴착공법에 의해 부설된 모든 관로(빗물관 포함)를 되메우기 후 준공하기 전이나 기존 관로의 개보수 계획·설계 조사시에 개보수 규모 및 방법을 판단하기 위해서 연결 및 내부검사를 수행한다. 공사의 준공 전에 관로 내부를 검사하도록 한 것은 대규모 건설(택지개발, 공단조성, 공유수면매립)의 경우 관로 매설 후 홍수 등에 의해 관로 내에 토사 퇴적으로 통수단면이 줄어 물의 흐름에 지장을 주기 때문이다.

8.3.1 육안조사

대구경 관(1,000mm 이상) 및 접속관, 맨홀 등의 상태를 라이트, 반사경 등을 활용하여 육안으로 점검하며, 사진촬영 등을 통해 정밀성을 기하며 추후 분석자료로 활용한다. 육안조사는 비교적 접근이 용이한 관로에 한해서 제한적으로 실시되며, CCTV 조사를 위한 사전 조사단계로서 활용한다.

(1) 조사대상관 선정 → 육안조사 → 이상부위 촬영 및 기록 → 자료정리 순으로 실시한다.



[그림 1-1-10] 육안조사

8.3.2 CCTV조사

- (1) 1,000mm 미만의 관로에 대하여 CCTV(closed circuit television)를 관로 내부로 투입하여 균열, 침입수 여부, 이음부 상태, 관돌출 등 전반적인 파손상태를 조사하며, 조사결과를 TV로 관측하여 연속 기록 촬영 후 분석·활용하기 위해 발주자에게 영상내용 및 조사보고서를 전산자료(CD) 등으로 제출해야 한다.
- (2) 유독가스나 산소결핍 등의 우려가 있거나 불가피한 사항의 경우는 발주자와 협의하여 1,000mm 이상의 관에 대하여도 CCTV로 검사할 수 있다.
- (3) 침입수 발생우려가 많은 지역에서는 관로 내 불량위치의 정확한 판단을 위하여 지하수위가 관 상단 이상으로 상승하거나 우기시에 CCTV조사를 수행하는 것을 원칙으로 한다.
- (4) 검사내용은 관 이음부 상태, 경사, 연결관의 돌출 및 접합부, 유수장애 시설물, 토사, 이물질의 퇴적, 관 파손 및 균열, 기타 등이 있으며 <표 2-8-12>과 같다.
- (5) 내부검사를 하여야 할 사항과 검사양식은 다음과 같으며 전산화하여 향후 유지관리에 도움이 되도록 하여야 한다.
- (6) 조사대상관 설정 → 준설작업시행 → CCTV설치 → 조사작업 → 영상 및 자료정리의 순으로 실시한다.

〈표 1-1-11〉 TV카메라(CCTV) 관로조사 집계표(예시)

단위 구간	위치 (m)	하수관로 결함						단위구간 상태등급			
		구분	결함	코드	등급	점수	비고	구조적		운영적	
								점수	등급	점수	등급
1	0.0	상태	조사시작 (정주행)	IS				16	2	28	3
	0.2	구조	균열-길이	CL	소	5					
	1.2	운영	침입수 흐름	IF	중	28					
	1.8	운영	퇴적-토사	DS	소	3					
	2.3	구조	균열-길이	CL	중	16					
	2.5	상태	이음부 존재	JE							
2 (역)	-5.0	상태	조사 완료	IE			역주행 완료	40	4	28	3
	-5.0	구조	이음부 단차	JD	중	40					
	-5.0	상태	이음부 존재	JE			내용 미기록				
	-4.2	구조	연결관 돌출	LP	중	10					
	-3.2	구조	균열-길이	CL	소	5					
	-3.0	운영	침입수 흐름	IF	중	28					
	-2.5	상태	이음부 존재	JE			내용 미기록				
‘조사구간’ 구조적, 운영적 상태등급								(2+4)/2= 3.0		(3+3)/2= 3.0	

구분	결함 항목		영문표기	코드
구조적 결함	균열	길이	Crack, Longitudinal	CL
		원주	Crack, Circumferential	CC
		복합	Crack, Multiple	CM
	표면손상		Surface Damage	SD
	라이닝 결함		Lining Defect	LD
	좌굴(구부러짐)		Buckling	BC
	변형(단면형태 변화)		Deformation	DF
	파손		Broken Pipe	BK
	붕괴		Collapsed pipe	CX
	영구 장애물		Permanent Obstruction	PO
	천공		Hole	HL
	연결관	돌출	Lateral, Protruding	LP
		접합부 이상	Lateral, Sealing Defective	LS
	이음부	단차	Joint, Displaced	JD
		손상	Joint, Faulty	JF
		이탈	Joint, Separated	JS
	침하		Sags	SG
	역경사		Negative Slope	NS
운영적 결함	내피생성		Deposits, Encrusted	DE
	토사퇴적		Deposits, Silty	DS
	폐유부착		Debris, Greasy	DG
	임시 장애물		Temporary Obstruction	TO
	뿌리침입		Roots Intrusion	RT
	침입수		Infiltration	IF

9. 오접 및 유입수·침입수 경로 조사

9.1 일반사항

9.1.1 적용범위

이 지방서는 하수관로공사 및 굴착개량(교체) 공사의 오접 및 유입수·침입수 경로조사에 적용한다.

9.1.2 제출문

- (1) 시험계획서를 작성하여 공사감독자(건설사업관리자)에게 제출한다.
- (2) 시공도면
공사감독자(건설사업관리자)가 요구하는 도면을 작성 제출하여야 한다.

9.2 재료 : 해당사항 없음

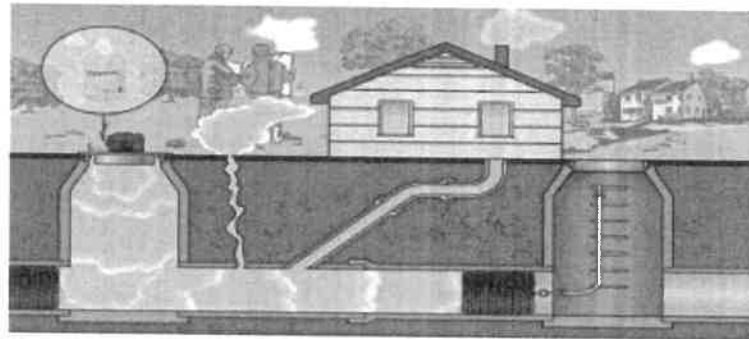
9.3 시공

오접 및 유입수·침입수 경로 조사를 위하여 연기시험, 염료시험 및 음향시험 등을 수행한다. 관로 정비시 대상지역에 따라 시험방법을 선택하여 수행 후 관로정비 설계시 반영하고 준공검사시 준공서류에 정비 후 시험결과서를 첨부하여 오접이 없음을 확인하여야 한다.

9.3.1 연기시험(smoke testing)

- (1) 연기시험은 관로시설에서 유입수(inflow)의 발생위치를 찾을 수 있는 비용이 저렴하고 신속한 방안이다. 유입수 발생은 지붕홈통, 분수 및 빌딩 배수, 관로 오접 등에 기인하며 연기시험으로서 파악이 가능하다.
- (2) 연기시험은 다음 사항을 고려하여 수행하여야 한다.
 - ① 지역주민과 공공기관에 사전공지한 후 조사대상 오수관로에서 연기시험을 실시한다.

- ② 연기가 발생되는 모든 장소에 대하여 기록 및 사진촬영을 실시한다.
- ③ 연기시험 결과로부터 유입수가 발생하는 맨홀, 유입지점과 우·오수관의 오염을 확인할 수 있다.
- ④ 연기시험은 관로가 침하되어 있거나 만수상태 및 바람이 부는 시기에는 조사를 수행하지 않는다. 또한 관의 매설토양이 물로 포화되어 있거나 동결 또는 적설상태에서는 연기시험을 통해 관의 파손 또는 이음부 누수 등을 판독할 수 없다.
- ⑤ 연기시험을 수행하기 위해서는 연기발생통, 송풍기, 카메라, 무전기, 관로지수장비 등이 필요하며, 조사시 발생하는 연기는 독성, 냄새, 잔류성이 없어야 한다.

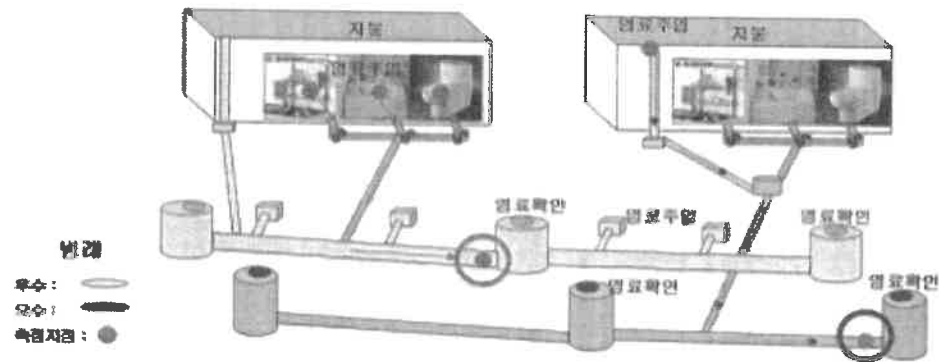


[그림 1-1-12] 연기시험 개념도

9.3.2 염료시험(dyed water testing)

- (1) 염료시험은 하수관로의 유하상황을 확인하기 위해 실시하며 추적자(tracer)를 유하시켜 이의 경로 및 농도 등을 분석함으로써 관로의 상태를 조사하게 된다.
- (2) 염료조사를 실시하면 하수배수경로의 추적 및 이와 관련된 누수, 침입수 여부, 관로 내 실제 유하유속 등의 평가가 가능하며, 분류식 관로의 오염 여부를 판단할 수 있다.
- (3) 염료시험은 주로 우수관로에서의 침입수(infiltration)와 강우유발침입수(RII: rainfall induced infiltration)의 발생지점을 파악하는데 활용이 된다. 염료시험은 연기시험 결과를 확인하기 위하여 수행되기도 하나 연기시험에 비하여 비용 및 시간이 많이 소요되고 다량의 물이 소요되는 단점이 있다. 주로 형광염료가 사용되며, 염료는 취급이 용이하며 생분해성과 관로 퇴적물과 화학적으로 반응하지 않는 성질을 갖추어야 한다.
- (4) 염료시험은 다음의 순서에 의해 진행된다.
 - ① 오수관로와 평행하거나 교차하는 구간의 우수관로, 특히 연기시험시 오염의 우려가 있는 우수관로에 지수조치 한 후에 염료를 채워서 시험을 진행한다.

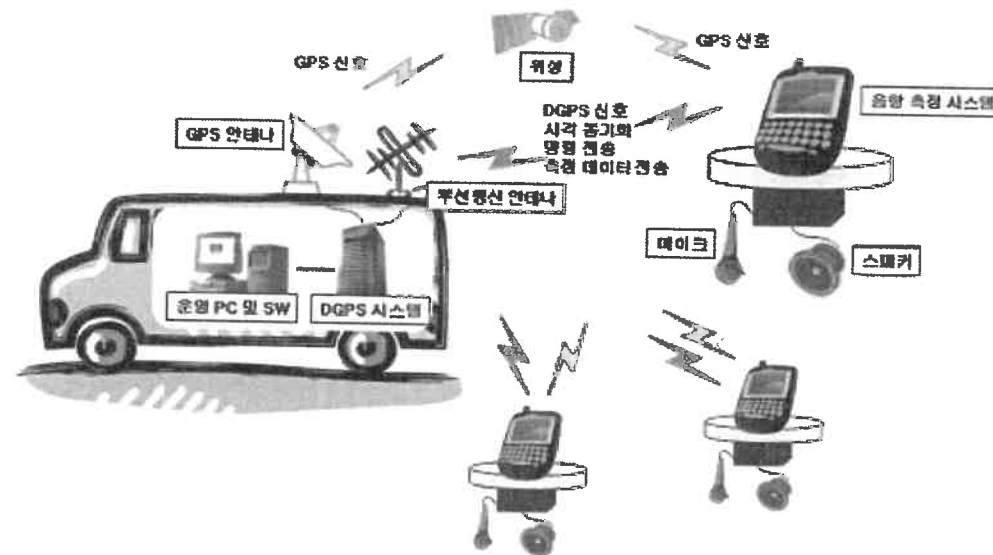
- ② 홍수터, 도랑 및 연못에 인접해 있는 오수관로가 있는 지역은 염료시험을 필수적으로 수행할 필요가 있다.
- ③ 하류부 맨홀부에서의 염료유무에 따라서 침입수 발생가능성을 판단한다.
- ④ 염료의 발생지연 유무와 염료유량 증가추세를 이용하여 침입수 또는 강우유발 침입수의 경로를 파악하게 된다.



[그림 1-1-13] 염료시험 개념도

9.3.3 음향시험(acoustic testing)

- (1) 관로시설의 올바른 접속 여부를 평가하기 위한 방법으로 배수설비와 하수관로 본관과의 연결여부 및 경로를 파악하기 위한 도구로 음향조사가 유용하게 활용될 수 있다.
- (2) 이 시험방법은 발신기에 의해 음을 생성시켜 측정지점에서의 수신 정도를 분석, 이를 통해 연결경로 등을 파악하며 특히 접합관의 접합여부 검사에 유효하게 활용된다.



[그림 1-1-14] 통합시스템의 구성

10. 변형검사

10.1 일반사항

10.1.1 적용범위

이 시방서는 연성관의 하수관로 신설 공사시 공사감독자(건설사업관리자)가 토질조건, 시공상황 등을 종합적으로 고려하여 변형검사가 필요하다고 판단되는 경우 적용한다.

- (1) 적용 대상 : $\phi 200 \sim \phi 1,000\text{mm}$ 의 하수관로
($\phi 1,000\text{mm}$ 이상의 하수관로는 육안검사 수행)
- (2) 시험 용도 : 신설관 매설 연성관의 변형상태 검사

10.1.2 참조사항

해당사항 없음

10.1.3 제출문

- (1) 공사수행에 따른 변형검사 계획서를 작성하여 공사감독자(건설사업관리자)에게 제출한다.

10.2 재료 : 해당사항 없음

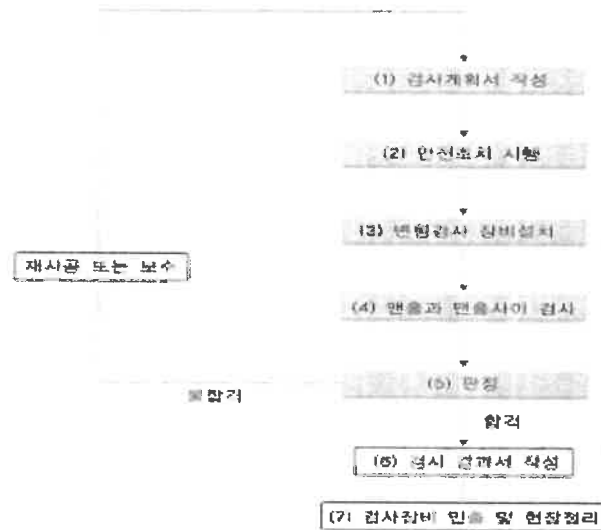
10.3 검사

10.3.1 검사기준

- (1) 변형검사 위치 및 범위는 필요에 따라 공사현황을 고려하여 선정토록 하며, 현장여건에 따라 공사감독자(건설사업관리자)의 판단 하에 변경 할 수 있다.
- (2) 합격판정여부 : 시공 후 30일 이후 검사를 원칙으로 하며, 연성관 자체 KS 규격에서 제시하는 허용변형율을 고려하여 판정하도록 한다. 단, 자체 KS 규격에서 제시하는 허용변형율이 없을 경우에는 KDS 61 00 00 하수도설계기준에서 제시하는 연성관의 허용변형율 5%를 고려하여 판정하도록 한다.

10.3.2 검사절차

변형검사 절차는 필요시 다음의 계통도에 따라 시행한다.



10.3.3 검사방법

본 시방서는 연성관의 변형검사 수행을 위한 시방으로 변형검사에 관한 전반적인 조건 및 현황, 주의사항 등 일반적인 사항에 대한 내용이다. 변형 검사는 허용변형을 초과 여부를 확인할 수 있도록 정량화된 수치를 제공할 수 있는 장비를 사용하여야 한다.

(1) 검사계획서 작성

- ① 대상 관로의 현황 및 수량을 파악하고 검사대상 관로의 시험 순서를 결정 한다.

(2) 하수관로 세정 및 준설 시행(필요시)

관로 내 이물질(토사 등)이 퇴적되어 있는 경우 원활한 변형검사가 곤란하므로 조사대상 관로의 준설작업을 실시하여야 한다.

- ① 준설대상 관로 주변에 교통신호수를 배치하고 안전한 차량의 흐름을 유도 한다.
- ② 준설 대상 관로의 상,하류 맨홀뚜껑을 개방하고 안전한 차량의 통행을 유도하기 위한 안전요원을 배치한다.
- ③ 준설장비를 대상의 관로에 위치하고 세정 및 준설을 실시한다.
- ④ 준설완료 후 준설장비를 안전한 곳으로 이동한다.

(3) 검사장비 설치

- ① 검사장비를 대상 관로에 투입한다.
- ② 대상 관로 시점부에 장비를 정위치 시킨다.

(4) 맨홀과 맨홀사이 검사

- ① 맨홀과 맨홀 사이를 관통하여 대상관로가 허용변형 이내임을 확인한다.

(5) 검사결과서 작성

- ① 검사의 전 과정은 공사감독자(건설사업관리자)의 입회하에 진행함을 원칙으로 하고, 검사 후 공사감독자(건설사업관리자)는 소정양식에 따라 대상관로 현황, 검사일시, 판정결과, 관련사진 등이 포함된 검사결과서를 작성하고 관련자의 서명을 받아 보관한다.

(6) 검사완료 및 주변정리

- ① 검사가 완료되면 검사 장비를 관로에서 인출하고, 작업중 시행한 교통통제 및 교통안전 표지판 등을 제거하고 주변을 정리한 후 검사작업을 종료한다.