

상·하수도 관망의 종류별 재질 및 결함 특성

— 상수도관로 및 하수관거의 종류와 분포 —

이 현 동 수석연구원 (한국건설기술연구원, 공학박사, 상하수도기술사)

오늘날 현대문명 혜택 속에 살고 있는 도시민들은 도시기반시설물 (Infrastructure)로 필수 불가결한 지하매설시설물 중 하나인 상·하수도관망이 생명선(Lifeline)과 같은 역할을 하고 있다는 사실조차 잃어버리고 살고 있다.

그러나 기존에 매설된 상·하수도시설물들은 불리한 매설환경 조건 등으로 체계적인 종합적 관리 및 보수와 보강에 막대한 시간 및 경제적인 손실이 불가피했다. 따라서 경제적 손실을 최소화하고 효율적으로 상·하수도관망의 유지보수가 가능한 체계적 상·하수도시설 관리를 위해 각 시설물 상태를 정확히 효과적으로 평가하는 기술과 전체적 신뢰성 평가기술 개발을 더욱 더 필요로 한다.

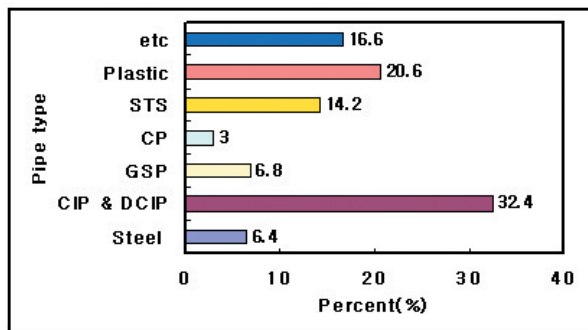
이중에서도 가장 중요한 부분이 관종의 재질이다. 소재를 무엇을 어떻게 사용해 생산했는가에 따라 천차만별의 관이 탄생하기에 종류별로 특성을 파악, 적재적소에 알맞은 관종을 선택해 매설함이 매우 중요하다. 적재적소에 알맞은 관종은 그 효율성 또한 배가 된다. 이에 착안, 한국건설기술연구원 책임연구원 이현동 박사가 상·하수도관의 종류와 규격별 특성의 중요성을 일찍이 인식하고 이를 연구한 자료가 있다.

본지는 다양하게 활용이 가능해 경제적이고 미래 첨단기술과 융합을 이루면서 장래 효율적으로 상·하수도관의 유·보수 및 보강에 크게 기여할 것으로 전망되는 ‘상·하수도 관망의 종류별 재질 및 결함 특성’을 소개한다. <편집자 주>

1. 상수도관로의 현주소

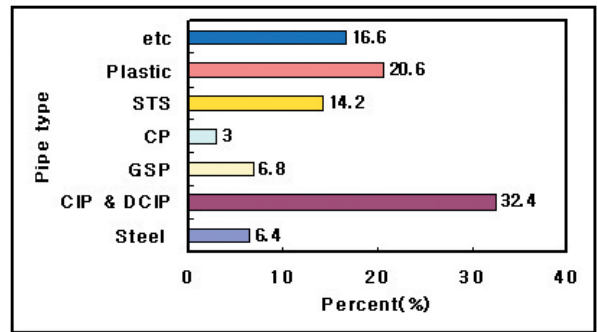
가. 상수도관망의 종류별 재질

현재 국내에서 상수도관망에 사용되는 관종은 도복장강관(Wrapped Steel Pipe: WSP), 시멘트모르타 라이닝 닥타일주철관(Cement Mortar Lining Ductile Cast Iron Pipe : CML-DCIP), 스테인레스강관(Stainless Steel Pipe), 동관(Copper Pipe), 경질염화비닐관(PVC Pipe)과 폴리에틸렌관(PE Pipe) 등의 플라스틱관 등이 있다. 배수관종으로 사용되는 CML-DCIP는 뛰어난 성능과 내부 라이닝 기술의 발달 등으로 인해 그 사용 비율이 계속적으로 증가하고 있다. 과



〈그림 1-1〉 관종별 매설현황

범례 : STS : Stainless Steel Pipe, CP : Copper Pipe,
GSP : Galvanized Steel Pipe, CIP : Cast Iron Pipe,
DCIP : Ductile Cast Iron Pipe



〈그림 1-2〉 매설년수별 현황

거 1994년 이전까지 급수관으로 널리 사용되었던 아연도강관(Galvanized Steel Pipe)은 현재 사용이 금지되어 있다.

국내에서 생산되는 상수도관종의 종류 및 규격은 종류와 매설년수에 따른 분포는 각각 〈그림 1-1〉 및 〈그림 1-2〉와 같고, KS에 명시된 상수도관종의 종류 및 규격은 (표 1-1)과 같다.

(1) 시멘트모르타 라이닝 닥타일주철관(Cement Mortar Lining Ductile Cast Iron Pipe : CML-DCIP)

철과 탄소의 합금계에서 탄소량이 2% 이하인 것을 강(鋼)이라 하고, 2% 이상인 것을 주철(鑄鐵)이라 한다. 일반적인 주철의 주요 성분은 C, Si, Mn, P, S이며 여기에 Mg 혹은 Ca 등의 흑연구상화 원소가 미량 함유되어 있는 것을 닥타일주철관이라고 한다.

(표 1-1) 국내 상수도관종의 종류 및 KS 규격

구분	명칭	관경(호칭경(mm))	KS 규격	비고
주철관	수도용 원심력 닥타일 주철관의 모르타르 라이닝 ¹⁾	80~1200	KS D 4316	
강관	수도용 도복장 강관	80~3000	KS D 3565	
	수도용 도복장 강관 이형관	80~3000	KS D 3578	
	수도용 아연도 강관	6~600	KS D 3537	현재 사용×
	일반배관용 스테인레스 강관	8~300	KS D 3595	
	수도용 에폭시 수지분체내이면 코팅강관	15~200	KS D 3608	
	수도용 폴리에틸렌 분체 라이닝 강관	15~100	KS D 3619	
	수도용 경질염화비닐관	13~300	KS M 3401	
플라스틱관	수도용 경질염화비닐관의 이음관	13~300	KS M 3402	
	수도용 폴리에틸렌관	13~300	KS M 3408	
	수도용 폴리에틸렌관의 이음관	10~150	KS M 3411	

1) "시멘트모르타 라이닝 닥타일 주철관" 이라고도 함

(표 1-2) 주철관의 기준

규 격	재 질	인장강도(kg/mm ²)	연신율(%)	경도(硬度)(Hb)	규격번호
KS	덕타일주철	43 이상	10 이상	230 이하	KS D 4311
	회주철	20 이상	-		KS D 4306
ISO	덕타일주철	420 N/mm ² 이상	10~7 이상	230 이하	ISO 2531
	회주철	200 N/mm ² 이상	-		ISO 13
ASTM	덕타일주철	42 이상	10 이상	-	ANSI A21.51
	회주철	-	-		-
JIS	덕타일주철	42 이상	10~18	230 이하	JIS G 5526
	회주철	-	-		-

주철관의 기계 및 화학적 특성으로는 인장강도와 연신율, 경도 그리고 내충격성이 있다. 덕타일주철관은 회주철에 비하여 인장강도가 훨씬 높는데, 이는 흑연이 단상인 회주철에 비해 덕타일주철관의 경우에는 흑연의 형상이 구형이기 때문에 비교적 강도가 높은 넓은 면적의 기지에 인장응력이 작용하므로 높은 강도를 나타내는 것이다. 연신율은 기지가 단단한 회주철은 연신율이 전혀 없으나 덕타일주철관은 기지가 길긴 아철산염(ferrite)으로 되어 있으므로 대단히 높은 연신율을 가지고 있다. 이러한 특성으로 인해 현재 상수도관에는 덕타일주철관이 사용되고 있다.

관체 내면의 부식을 억제하기 위하여 덕타일주철관 내면에 시멘트모르터 라이닝을 한 것을 시멘트모르터 라이닝 덕타일주철관(CML-DCIP)이라고 한다.

현재 국내에서 생산되는 덕타일주철관은 100% 시멘트모르터 라이닝되어 공급되고 있으며, 시멘트모르터 라이닝 부분이 정수와 접촉하기 때문에 수질악화의 주된 부분은 시멘트모르터 라이닝에서 유발된다. 그 외 덕타일주철관의 부식과 관련되어 발생하는 수질악화는 거의 발생하지 않는 것으로 보고되고 있다. 라이닝된 시멘트의 악화는 여러 가지 원인에 의해 발생하게 되지만, 가장 중요하고 폭넓게 발생하는 것은 강부식성 수질을 가지는 정수에 의해 기인하게 된다. 일반적으로 정수와 접촉하는 시멘트모르터 라이닝 표면에서는 Ca^{2+} , OH^- , Na^+ , K^+ , SO_4^{2-} 등과 같은 이온 물질들이 정수 안으로 확산되며, 동시에 CO_3^{2-} , HCO_3^- , Cl^- 등과 같은 이온성 물질들은 시멘트모르터 라이닝의 공극 안으로 확산되게 된다.

(2) 도복장강관(Wrapped Steel Pipe)

일반적으로 강관은 주철관에 비하여 강하며 용접성이 우수하다고 알려져 있고, 강한 내·외압에도 견디는 힘이 강하며 임의의 환경에 따라 제도가 용이하다. 도복장강관은 강관에 부식방지를 위하여 아스팔트, 콜타르에나멜, 타르에폭시 수지 도료, 액상에폭시 수지 도료, 폴리에틸렌 테이프, 폴리에틸렌 등을 도복장한 강관이다. (표 1-3)은 현재 국내·외에서 사용되고 있는 방식방법과 및 적용성을 나타낸 것이다.

(표 1-4)는 현재 국내에서 적용중인 수도용 도복장강관(KS D 3565)의 내·외면 방식 도복장 방법을 나타낸 것이다.

(3) 스테인레스 강관(Stainless Steel Pipe)

스테인레스강은 철(Fe)에 상당량의 크롬(Cr, 보통 12% 이상)을 넣어서 부식이 잘되지 않도록 만들어진 강으로, 탄소(C), 니켈(Ni), 규소(Si), 망간(Mn), 몰리브덴(Mo) 등을 소량씩 함유하고 있는 합금강이다. 스테인레스강은 보통 내식성, 내열성 및 내충격성이 있으나 성분 함유량에 따라 기계적 성질, 열처리 특성 등의 변화가 크다.

스테인레스강은 함유된 성분과 성질(금속내 내부조직의 차이)에 따라 분류할 수 있다. 현재 사용되어지고 있는 스테인레스강을 금속 조직상으로 분류하면 마르텐사이트(Martensite)계, 오스테나이트(Austenite)계, 페라이트(Ferrite)계와 석출경화형이 있다. 스테인레스강관의 인장강도는 강관이나 동관보다 크기 때문에 두께를 얇게 제조하는 경향이 있다.

(표 1-3) 도복장강관의 방식방법 및 적용성

도복장 방법	적용환경	내 면				외 면					
		상수도	공업 용수	농업 용수	해수	대기중				토양중	해저
						육상	암거내	수상	해상		
액상 에폭시		○	○	○	○	○					
타르 에폭시			△	○	○	○					
염화비닐		○	○	○							
폴리에틸렌 분체		○	○	○	○						
시멘트모르터		△	△	△	△						
아연		△	△	△		○	△			○	
아스팔트, 비닐론크로스							△			○	
콜타르 에나멜 · Glass cloth							△			○	○
폴리에틸렌						○	○		○	○	
폴리우레탄						○	○		○	○	
콜타르에나멜 · Glass cloth+강화시멘트모르터											○
전기방식					○					○	○
전기방식+도복장					○					○	○
조인트코트(WSP 012)						△	○		○	○	
방식도장(WSP 009 일반도장계)						○	○	○			
주방식도장(WSP 009 장기방식도장계)						○	○	○	○		

* ○ 사용되고 있음, △ 사용예가 적음,
WSP 009 : 수관교 외면도복장 기준
WSP 012 : 수도용 도복장강관 조인트코트

(표 1-4) 수도용 도복장강관의 도복장 종류

구분	KS 규격	규격명칭	사용 도료 및 도장재	유사해외규격
공 장 도 복 장	KS D 8307	수도용 강관 코울타르 에나멜 도복장 방법	• 코울타르 프라이머 • 코울타르 에나멜 • 글라스 클로스(Glass cloth) 또는 세시언 클로스(Hessian cloth) • 글라스 매트(Glass mat), 글라스 화이버 매트(Glass fiber mat)	AWWA C 203 JIC G 3492
	KS D 8306	수도용 강관 아스팔트도복장 방법	• 아스팔트 프라이머 • 아스팔트 • 내열용 비닐론 글로스 • 글라스 클로스(또는 글라스 매트)	JIS G 3491
	KS D 8501	수도용 타르 에폭시 수지 도료 도장 방법	• 타르 에폭시 수지 도료	JWWA K 115 AWWA C 210
	KS D 8502	수도용 액상 에폭시 수지 도료 도장 방법	• 액상 에폭시 수지 도료	JWWA K 135 AWWA C 210
현 장 도 복 장	1) 현장에서의 접합부 도복장은 지정된 도복장 재료의 공장 도복장 요령에 준하며, 별도 사양을 지정한 경우는 그에 따름			
	2) 기타	강관용접부 외면 테이프 도복장 방법	• 프라이머 • 실링제 • 테이프(플라스틱제)	AWWA C 209
		수도용 도복장 강관 조인트 코트	• 플라스틱계 테이프 • 고무계 시이트 • 열수축계 튜브 • 열수축계 시이트	WSP 012

나. 상수도관로의 파손특성

(1) 상수도관로의 파손형태

〈그림 1-3〉은 상수도관로의 파손형태를 나타낸 그림이다. 관의 파손형태는 크게 4가지로, 원주방향의 파손(Circumferential), 길이방향의 파손(Longitudinal), 부식 또는 압력·파열에 의한 구멍(Hole), 접합부의 이탈(Split bell)로 구분된다.

미국의 4개의 수도국(EBMUD, KWU, PWD, NYC)에서 수행한 파손형태에 따른 빈도 조사 결과, 원주방향의 파손이 가장 큰 비율을 차지했으며, 구멍, 길이방향 순으로 나타났다. 그리고 원주형방향의 파손의 경우 소구경관에서 발생이 쉽게 일어나며, 길이방향의 파손 및 구멍은 대구경관에서 쉽게 발생하고 있는 것으로 조사되었다. 또한 관경에 따른 파손형태는 3개의 수도국(NYC, PWD, LWC)에서 유사한 경향을 나타냈다.

(2) 관종별 파손율

관종별 파손율은 국내·외를 불구하고 지역특성 즉 토양특성, 시공방법, 매설지역 등에 따라 매우 다양하게 나타나고 있다.

미국의 경우, 6개 대상 수도국 모두 주철관종이 많이 매설되어 있었으며, 닥타일주철관, 석면시멘트관, 아연도강관, 강관 순으로 매설되어 있다. 관종에 따른 파손율은 아연도강관, 주철관이 가장 높았으며, 석면시멘트관, 강관, 닥타일주철관, 콘크리트관의 순으로 높았다.

국내의 한국수자원공사의 경우 흙관, 주철관, 강관 순으로 파손발생율이 높은 것으로 나타났으며, 그외 시에서는 주철관이 타관종에 비해 월등히 많은 파손발생률을 나타내었다. 즉, 국내의 관종별 파손율 조사에는 주철관이 다른 관종에 비해 상대적으로 취약한 것을 볼 수 있었다.

(3) 관경별 파손율

미국의 경우 관경별로는 소구경의 파손율이 컸으며, 국내의 조사에서도 관경이 작을수록 파손발생률이 증가함을 뚜렷하게 볼 수 있었다. 그 이유는 작은 관이 힘에 의한 파손에 더 약하고, 관두께가 얇기 때문에 부식으로 인한 손상가능성이 크기 때문이라고 설명할 수 있다. 그 외 다른 도시에서도 모두 관경이 작을수록 파손율이 높았다.

(4) 매설년수별 파손율

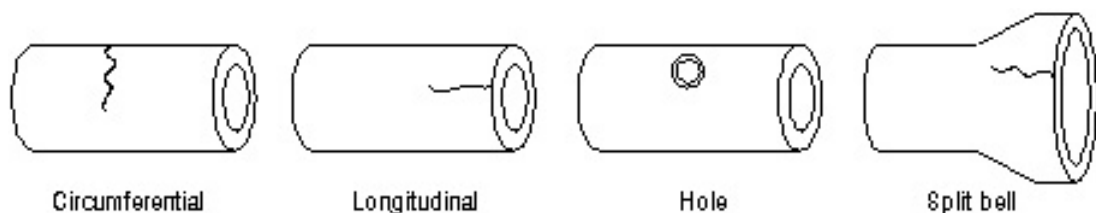
상수도의 파손사고가 발생하면 대체로 경년관이기 때문이라고 단정하는 경우가 많다. 그러나 상수도관의 매설년수가 길수록 파손율은 크지만 관재질에 따라서는 매설년수별 파손율은 상관성이 크지 않다.

따라서 어떤 경우에 있어서는 매설조건 및 관종에 따라 노후화 속도가 늦어지는 경우도 있으므로 여러 가지 조건이 다른 장소에 매설된 관로에 대하여 전반적으로 매설년수와 관로파손과는 관계가 없다고 보고되는 것이 일반적이다. 이러한 상황에 있어 “경년관”이라고 말하기보다는 “노후관”이라는 용어를 사용하는 것이 타당하다.

미국 및 국내의 자료에서 매설년수와 관의 파손발생율의 명확한 상관관계가 발견되지 않고 있으며, 결론적으로 매설년수와 부식율과 파손율의 상관관계는 모든 경우에 적용되는 것이 아니라, 금속관의 경우에만 비교적 어느 정도 상관성이 있다고 할 수 있다.

(5) 계절별 파손율

계절별 파손건수를 월별로 분석하면, 겨울철(11월~2월)의 파손건수의 1년 전체의 파손건수에 대한 비율을 조사한 결과, 미국 및 국내에서는 다른 계절에 비해 겨울철의 파손율이 상대적으로 높은 것을 볼 수 있었다.



〈그림 1-3〉 상수도관의 파손형태

2. 하수관거의 현주소

가. 하수관거의 종류별 재질

기존 국내에서 사용되어 왔던 하수관거는 대부분 흙관(Hume Pipe)였으나, 부식방지를 위해 다른 관종의 개발과 사용이 점차 증가하는 추세에 있다. 1995년에 조사된 환경부 자료에 의하면 당해연도 관거시설 총연장 749km 중 흙관이 전체 관거의 약 58%에 해당하는 437km가 설치되어 주로 시공된 관 재질로 조사되었다. 다음으로 VR관 14%, 그 다음으로 PC관, 닥타일 주철관, PE관 순으로 나타나 점차 관거재료의 다변화가 진행되고 있다.

또한 (표 1-5)에 나타난 하수관거 시설별 재질 사용 현황을 보면 흙관의 경우는 다양한 시설을 통해서 설치되고 있지만 그중에서도 간선관거의 사용비율이 38%로 가장 높게 사용되었고, PVC와 이중벽합성수지관(D.C관)은 주로 배수관용과 연결관으로 사용되고 있는 것으로 나타나고 있다.

나. 재질별 특성

관거의 재질별 종류는 다음에 열거하는 것이 대표적이며, 하수의 질적 특성과 시공성, 경제성을 고려하여 선정하되 KS 규격 제품을 원칙으로 한다. 하수관거는 특별한 경우를 제외하고는 내압은 고려할 필요가 없으나 외압에 대해서는 충분히 견딜 수 있는 구조 및 재료의 것을 사용하여야 한다. 또한 설계유량, 재질, 연결방법, 형상, 공사비 및 장래의 유지관리는 물론 매설장소

의 각종 여건들을 충분히 고려하여 합리적으로 선정해야 한다. (표 1-6)에 관종에 따른 특성을 비교하여 나타내었으며, 현재 하수관거로 사용되고 있는 각종 재질별로 구분하여 각각의 특성을 요약하면 다음과 같다.

(1) 콘크리트관종

(가) 무근콘크리트관 및 철근콘크리트관(Concrete pipes and reinforced concrete pipes, KS F 4401)

철근의 유무에 따라 무근콘크리트관과 철근콘크리트관으로 분류한다. 무근콘크리트관은 철근을 사용하지 않고 보통의 외압에 대해서 설계된 관으로 직경 100~600mm까지 생산되고 있으며, 철근콘크리트관은 보통 외압에 대하여 설계된 1종(150~1,800mm)과 비교적 큰 외압에 대해서 설계된 2종(150~2,000mm)으로 분류된다.

(나) 진동 및 전압 철근콘크리트관(Vibrated and Rolled reinforced concrete pipe : VR관, KS F 4402)

로울러(roller, 원형단면의 회전봉)를 사용하여 콘크리트 표면을 접합하여 단단히 굳혀서 만든 철근콘크리트관으로 오수용과 우수용 관거 또는 수로 등에 사용되며, 형상, 치수 및 강도는 원심력 철근콘크리트관과 같다. 모양에 따라 A형, B형, C형으로 분류하며, 용도에 따라 보통관과 압력관(2K, 4k, 6k)로 분류한다.

(다) 원심력 철근콘크리트관(Reinforced spun concrete pipes, KS F 4403)

(표 1-5) 하수관거 시설별 재질 사용현황

(단위 : 사용도시 %)

시 설 \ 관 종	흙관	PC관	PVC관	이중벽합성수지관(D.C관)
배수관용	9(12%)	-(0%)	14(50%)	13(43%)
연 결 관	10(14%)	-(0%)	14(50%)	10(33%)
지선관거	19(26%)	-(0%)	-(0%)	6(20%)
간선관거	28(38%)	2(22%)	-(0%)	1(3%)
차집관거	7(10%)	7(78%)	-(0%)	-(0%)
합 계	73(100%)	9(100%)	28(100%)	30(100%)

(주) 1) '90년 자체 설문결과를 요약한 것임, 2) 28개 시급이상 도시를 대상으로 한 것임.
(출처 : 건설부, 하수도 시설정비를 위한 조사연구, '91.11.)

〈표 1-6〉 관종의 특성 비교

특 성			KS 규격	개 요	장 · 단점	
하수관						
강 성 관	콘 크 리 트 관 종	무근 콘크리트관 (Concrete pipes) 및 철근 콘크리트관 (Reinforced concrete pipes)	무근 콘크리트관 철근 콘크리트관	KS F 4401	시멘트, 모래, 자갈만으로 만든 관 거푸집에 조립철근 및 콘크리트를 넣은 후 진동기 또는 이것과 동등 한 효과를 얻을 수 있는 방법으로 다져서 제조한 철근콘크리트관	- 비교적 값이 싸고 시공이 용이하지만 강도가 약해 운송, 시공도중 파손이 많음.
		진동 및 전압 철근콘크리트관 (V.R 관) (Vibrated and Rolled reinforced concrete pipe)		KS F 4402	흙관과 제조방법은 동일하나 진동 및 로울러전압에 의해 성형된 관	- 중량이 흙관의 약 1.5배. - 진동에 의한 생산방식으로 철근의 뒤틀림 현상이 발생하여 철근의 이격상태가 심해 철근에 물을 주 입할 경우 중철근에 따라 물이 흐르는 현상도 있 어 철근부식으로 관수명에 막대한 지장을 줄 수 있으며, 형틀(몰드)의 장기간 사용으로 수밀의 보 장이 저하될 수 있음.
		원심력 철근콘크리트관 (흙관) (Reinforced spun concrete pipes: Hume pipe)		KS F 4403	원심력 회전에로 조성된 콘크리트 관으로 벽체내에 종선, 횡선, 사선 방향으로 철선을 삽입하여 제조	- 현재까지 하수관으로 가장 많이 사용되어 공사경 험이 많아 부실시공 우려가 적으나 문제점인 외압 강도 및 내약품성이 약하고, 접합부의 수밀성 문제 가 있음.
	코아식 프리스트레스트 콘크리트관 (PC 관) (Core type prestressed concrete Pipe)		KS F 4405	중방향 및 횡방향으로 강선을 삽입 하여 강도를 높여 제조한 관	- 차집관거에 많이 사용됨. - 외압이 많이 걸리는 장소에 사용.	
	도관 (Clay pipes)		KS L 3208	점토가 주원료이고 내산 및 내알칼 리성이 뛰어나고 토사 등에 의한 마모에도 강하다	- 현재 KS 규격에는 보통관과 두꺼운 관이 있는데, 오수관으로는 두꺼운 관이 적합. - 국내에는 도관의 사용실적이 그리 많지 않으나 외 국의 경우는 수질변화가 심하여 부식의 염려가 많 은 400mm 이하의 소형 오수관용으로 사용됨(대 구경에 적합치 않음) - 충격에 대해서 다소 약하기 때문에 취급 및 시공 에 유의할 필요.	
	덕타일주철관 (Ductile iron pipes)		KS D 4311	구상흑연 주철을 주원료로 하여 원 심주조방법으로 제조된 관	- 상수도 및 공업용수관으로 사용되며, 일부 하수의 압송관에 사용. - 고가이나 수밀성이 우수하고 염분에 강함.	
연 성 관	P V C 관	일반용 경질염화비닐관 (PVC관) (Unplasticized polyvinyl chloride pipes for general service)	KS M 3404	염화비닐 중합체를 주체로 하고 양 질의 안정제, 안료 및 충격보강제 등을 첨가한 것으로 압출성형기에 의해 제조(이중벽은 다층 공압출 성 형기에 의해 제조)	- 다루기 쉽고 연결이 쉬워서 공기를 단축할 수 있 으며 내면이 매끈하여 조도가 작음. - 대구경에 부적합하다.	
		하수도용 고강성 경질염화비닐 이중벽 주름관 (Rigid polyvinyl chloride corrugated sewer pipe with a smooth interior)	KS M 3600	원형의 통파이프를 외부관과 내부 관으로 생산하여 외부관을 캐터필 러식의 금형이 연속적으로 O링형상 을 성형하여 제조한 관	- 고무링 소켓접합으로 수밀성이 양호하여 신축 및 부동침하에 강함 - 강성이 우수하여 하중이 큰 곳에 적합. - 총량이 가벼우며 연결방법이 간단하여 시공이 빠름.	
	P E 관	일반용 폴리에틸렌관 (PE관) (Polyethylene pipe for general purpose)	KS M 3407	폴리에틸렌 또는 에틸렌을 주체로 한 공중합체를 주원료로 하고 압출 가공 기타 방법에 의해 제조한 관.	- 경질염화비닐관(PVC관)보다 경량이다.	
		대구경 2중벽 구조 고밀도 폴리에틸렌관 (Large diameter pipes of high density polyethylene with profiled wall and smooth inside pipe surface)	KS M 3500	고밀도 폴리에틸렌(HDPE)으로 성 형된 2중벽관.	- 관의 내면은 평활하고 외면은 요철모양 또는 평활 한 모양을 가지며, 배수로, 하수로 및 농업 용수로 용 등 저압이면서 자연 기물기에 의한 흐름에 사용.	

특 성		KS 규격	개 요	장 · 단점
하수관	폴리에틸렌 이중벽구조 하수도관 (Sewer pipe and profile wall and smooth inside pipe surface)	KPS M 2009	고밀도 폴리에틸렌으로 성형된 2중 벽관	- 하수관중 경량으로 다루기 쉬움. - 매끈한 관에 비해 큰 강성구조를 가지고 있음.
	파형강관 (Corrugated steel pipes)	KS D 3590	열간압연강관에 아연도금을 하여 외압강도를 높이기 위해 파형으로 제조한 관	- 우수관거용으로 사용되고 있으며, 파형강관에 폴 리에틸렌(PE)수지, PVC 등으로 피복하여 내식성 및 내마모성을 증가시키면 우수관거용으로 사용할 수도 있음. - 미국 등 외국에서는 우수관으로 많이 사용되고 있 으나 오 · 폐수관에는 부식문제로 사용이 한정됨.

발명자의 이름을 따서 흙관(Hume Pipe)으로도 불리며, 재질은 철근콘크리트관(KS F 4401)과 유사한데 원심력에 의해 다짐하므로써 강도를 강화시킨 관으로 하수도용으로 가장 많이 사용되어 왔다. 흙관의 규격은 KS에서 그 사용조건에 따라 보통관과 압력관으로 구별하고 있다. 보통관의 경우 접합형상에 따라 A형(150~1,800mm), B형(150~1,350mm), C형(1,500~3,000mm), NC형(1,500~3,000mm)으로 분류되며, 압력관의 경우 A형(150~1,800mm), B형(150~1,350mm), NC형(1,500~3,000mm)으로 분류된다.

A형관은 접합부의 시공에 기술을 요하고 관의 보수, 교체 또는 특수 신축접합 등을 하는 경우에 주로 이용된다. B형관은 고무링을 이용하여 연결하는 것으로 시공성이 우수하여 일반적으로 많이 사용된다. C형관은 두 개의 관이 서로 맞붙는 곳에 수구와 삼구가 단을 이룬 것으로 맞닿는 부분에 고무링을 채워 연결한다. 시공이 비교적 간단해서 굴착폭이 작아도 되기 때문에 도로폭 원과 타 매설 등으로 제약을 받는 경우에 사용된다. 또한 이형관은 사용형태에 따라 T자관, Y자관, 곡관(U, V형)으로 구분되어 있다. 적합한 규격 및 형태는 매설장소의 하중조건 등에 따라 신중하게 결정해야 한다.

(라) 코아식 프리스트레스트 콘크리트관(Core type prestressed concrete pipes : PC관, KS F 4405)

콘크리트로 된 코아 파이프 주위에 P.C강선을 인장하여 원주 방향 및 관축방향으로 압축응력을 작용하게 하여 내 · 외압에 의해 발생하는 인장응력을 소멸시켜, 상당히 큰 압력에도 견딜 수 있게 만든 것으로 흔히 PC관으로 부른다. 따라서 안전성은 좋으나 가격이 원심력

철근콘크리트관 보다 고가이며, 내 · 외압이 크게 걸리는 장소에서 주로 사용되고 있다. 현재 KS상에서는 1~5종으로 관종을 나누고 있으며, 제작방법에 따라 원심력 방식(관경 500~2,000mm, 유효길이 4.0m)과 축전압 방식(관경 500~2,000mm, 유효길이 4.0m)이 규정되어 있다.

(2) 제품화된 철근콘크리트 직사각형거(정사각형거 포함)

철근콘크리트 또는 프리스트레스트 콘크리트에 의한 공장제품으로 운반경로 및 시공조건에 따라 측벽, 상판, 바닥판 등으로 분할해서 제조하는 것이 가능하여 제품화된 철근콘크리트 직사각형거는 현장타설 철근콘크리트관에 비하여 공사기간이 단축된다는 장점이 있다.

(3) 도관(Clay pipes, KS L 3208)

도관은 내산 및 내알칼리성이 뛰어나고 마모에도 강하며 이형관을 제조하기 쉽다는 장점이 있으나 충격에 대해서 다소 약하기 때문에 취급 및 시공에 유의할 필요가 있다. 접합방법으로는 공장에서 제작되는 압축조인트 접합과 현장 시멘트모르타 접합이 있는데, 수밀성을 확보하기 위해서 압축조인트 접합을 사용하는 것이 바람직하다. 현재 KS에는 보통관(50~300mm), 두꺼운 관(100~450mm)이 규격화되어 있으나 우수관으로는 두꺼운 관이 바람직하다. 또한 여러 가지 각도의 곡관(30°, 45°, 60°, 90°)이나 가지관(60°, 90°)도 KS 규격화되어 있다. 한편 국내에서는 도관의 사용실적이 많지 않으나 외국의 경우는 수질변화가 심하여 부식의 염려가 많은 400mm 이하의 소구경 우수관거용으로 많이 사용되고 있다.

(4) 경질염화비닐관

(가) 일반용 경질염화비닐관(Unplasticized polyvinyl chloride pipes for general service, KS M 3404)

경질염화비닐관(PVC관)은 가볍고 시공성이 우수하지만 연성관이기 때문에 내경의 5% 정도를 허용변형율로 하고 있다. 일반적으로 가벼워서 다루기 쉽고, 접합이 쉬워서 공기를 단축할 수 있으며 내면이 매끈하여 조도가 작다. 수명이 길고 값도 싼 편에 속해 외국에서 사용량이 크게 늘고 있는 추세이지만 시공방법 및 재질상 파열과 처짐 등의 문제점을 가지고 있으므로 경질염화비닐관의 제조업체가 제시한 시공순서 및 방법에 따라 신중히 시공하여야 한다. 경질염화비닐관의 접합은 소켓 접합으로 고무링에 의한 방법과 접착제에 의한 방법이 있다. KS에는 일반관과 얇은 관으로 규정되어 있으나, 하수관거용으로는 얇은 관을 많이 사용하고 있다.

(나) 하수도용 고강성 경질염화비닐 이중벽 주름관(Rigid polyvinyl chloride corrugated sewer pipe with a smooth interior, KS M 3600)

최근 신기술에 의해 개발된 제품으로 원형의 통파이프를 외부관과 내부관으로 생산하여 외부관을 캐터필러식의 금형이 연속적으로 O링 형상을 성형하여 제조한 관으로 매끄러운 안쪽 벽면과 주름진 바깥쪽면으로 구성되어 있다. 기존 경질염화비닐관의 단점인 파열과 처짐을 보완하였으며, 특히 큰 하중을 요하는 곳에 적합하여 사용이 널리 증가하는 추세에 있다. 가볍고 시공이 간단하며 내화학성이 우수하고 허용변형율은 5%이다. KS규격에서는 1종(고강성용)과 2종(일반용)으로 분류되어 있다.

(5) 폴리에틸렌관

(가) 일반용 폴리에틸렌관(Polyethylene pipe for general purpose, KS M 3407)

가볍고 시공성이 우수하며, 내산·내알칼리성이 우수하다. 또한 연성관으로 허용변형율을 안지름의 5% 정도이나 큰 하중에는 변형이 우려되므로 기초 및 되메움 등 시공에 주의를 요한다.

(나) 대구경 2중벽 구조 고밀도 폴리에틸렌관(Large diameter pipes of high density polyethylene

with profiled wall and smooth inside pipe surface, KS M 3500)

관의 내면은 평활하고 외면은 요철모양 또는 평활한 모양을 가지며, 배수로, 하수로 및 농업 용수로용 등 저압이면서 자연 기울기에 의한 흐름에 사용되는 안지름이 450~3,000mm인 대구경 2중벽 구조의 고밀도 폴리에틸렌관으로, 관의 종류는 표준 원 강성계수 분류에 따라 RSC 40, RSC 63, RSC 100, RSC 160의 4종류로 나뉜다.

(다) 폴리에틸렌 이중벽구조 하수도관(Sewer pipe and profile wall and smooth inside pipe surface : KPS M 2009)

관의 내면은 평활하고 외면은 요철 또는 평활한 모양을 가지며 저압이면서 자연구배에 의한 흐름에 배수로, 하수로 및 농업용수로용 등에 사용되는 이중벽구조의 폴리에틸렌관으로, 관의 종류는 제조방법에 따라 열린 이중관을 A종으로 하고, A는 4급으로 분류하고 막힌 이중관을 B종으로 하며, B는 2급으로 분류한다.

(6) 현장타설 철근콘크리트관

공장제품의 사용이 불가능한 경우, 큰 단면 및 특수한 단면을 필요로 하는 경우, 특히 고강도를 필요로 하는 경우 등에는 현장에서 직접 타설하는 철근콘크리트관을 사용한다. 또한 원심력 철근콘크리트관(Hume Pipe), 코아식 프리스트레스트 콘크리트관(PC관), 진동 및 전압 철근콘크리트관(VR관) 및 철근콘크리트관(KS F 4401)의 하중계산은 흙 두께가 극히 적은 경우나 3m 이상의 경우는 일단 점검해야만 하며, 최근의 노면하중의 증대에 따른 관거에 대한 영향을 점검할 필요가 있다.

(7) 강화플라스틱 복합관

유리섬유, 불포화폴리에틸렌수지, 골재를 주원료로 하며, 내외면은 유리섬유 강화층이고, 중간층은 수지모르터복합관이다. 외압관과 내압관의 두종류가 있으며, 하수도용으로는 외압관을 사용한다. 강화플라스틱복합관은 고강도로 내식성 및 시공성이 우수하지만 사용실적이 미미하다.

(8) 덕타일주철관(Ductile iron pipes, KS D 4311)
내압성 및 내식성에 우수하며, 일반적으로 상수도 및
공업용수관, 일부 하수의 압송관으로 사용되며 처리시
설내의 연결관 및 송풍용관으로도 사용되고 있다. 관의
두께에 따라 1종관, 2종관, 3종관, 4종관의 4종류로 나
뉜다.

(9) 파형강관(Corrugated steel pipes, KS D 3590)
파형강관(KS D 3590 및 ASTM A 444)은 용융아연
도금된 강관을 스파이럴형으로 제작한 강관으로서 하
수관거중 아연도금을 한 파형강관은 우수관거용으로

사용되고 있으며, 파형강관에 폴리에틸렌(PE)수지,
PVC 등으로 피복하여 내식성 및 내마모성을 증가시키
면 우수관거용으로 사용할 수도 있다.

국내에 사용되는 하수관중 중 일부 강성관은 내식성
에 약하기 때문에 황화수소(H₂S)에 의한 부식(crown
corrosion)과 산, 알칼리, 폐수, 염분, 유기물의 영향을
받는다. 그리고 강성관중 일부의 관중은 연성관보다 충
격에 약하기 때문에 깨지는 성질이 있으며 지반의 부등
침하시 파단이 일어난다. 중량이 무거워 운반 및 설치
가 어렵고, 현장관리가 불편하다.

〈표 1-7〉 국내의 하수관 종류 및 규격

구분	명 칭	종 류		관경(mm)	KS 규격
콘 크 리 트 관 중	무근콘크리트관 및 철근콘크리트관	무근콘크리트관		100-600	F 4401
		철근콘크리트관	1종 2종	150-1,800 150-2,000	
	진동 및 전압 철근콘크리트관 (VR관)	보통관	A형 B형 C형	250-1,800 250-1,800 250-1,200	F 4402
		압력관	2K 4K 6K	250-1,200 250-1,200 250-800	
	원심력 철근콘크리트관 (흙관)	보통관	A형 B형 C형 NC형	150-1,800 150-1,350 1,500-3,000 1,500-3,000	F 4403
		압력관	A형 B형 NC형	150-1,800 150-1,350 1,500-3,000	
	원심력 철근콘크리트관용 이형관	T자관 1,2종 Y자관 1,2종 곡관 (U,V형) 지관 1종 단관 1종		200-450 200-450 150, 200 150, 200 150-450	F 4036
합 성 수 지 관	코아식 프리스트레스 콘크리트관	보통관	1종 2,3,4,5종	500-1,650 500-2,000	F 4405
		압력관	1종 2,3,4,5종	500-1,650 500-2,000	
	일반용 경질염화비닐관	VG 1(일반관) VG 2(엷은관)		10-300 35-1,000	M 3404
	하수도용 고강성 경질염화비닐 이중벽 주름관	1종(고강성용) 2종(일반용)		100-600	M 3600
도관	일반용 폴리에틸렌관	1종관(유연성) 2종관(건고성)		10-300 10-300	M 3407
	이중벽합성수지관	1종-6종		100-3,150	M 3500
도관	도관	보통관 두꺼운관		50-300 100-450	L 3208

반면, 연성관은 강성관보다 외압과 열에 약하지만 내식성이 우수한 편이다. 그러나 광화학적 반응(자외선)이 일어날 수 있으며, 중량이 가벼워 다루기 쉬우나 재질상 파열(동파포함)과 처짐, 변형의 문제가 있다. (표 1-7)은 국내에서 생산되는 하수관의 규격을 보여주고 있다.

(10) 기타

최근에 하수관거에 대한 관심과 더불어 2002년도 부터 본격적으로 시작된 전국적인 하수관거 정비사업과 맞물려 하수관거의 재질에 대한 종류가 너무 많이 개발되어 사용중이라 여기서 일일 열거하지 못함을 밝혀 두고자 한다.

3. 맺음말

오늘날 현대문명 혜택 속에 살고 있는 도시민들은 도시 기반 시설물(Infrastructure)로 필수 불가결한 지하 매설시설물 중 하나인 상·하수도관망이 생명선(Lifeline)과 같은 역할을 하고 있다는 사실조차 잃어버리고 살고 있다. 그러나 기존에 매설된 상·하수도시설

물들은 불리한 매설환경 조건 등으로 체계적인 종합적 관리 및 보수와 보강에 막대한 시간 및 경제적인 손실이 불가피했다. 따라서 경제적 손실을 최소화하고 효율적으로 상·하수도관망의 유지보수가 가능한 체계적 상·하수도시설 관리를 위해 각 시설물 상태를 정확히 효과적으로 평가하는 기술과 전체적 신뢰성 평가기술 개발을 더욱 더 필요로 한다.

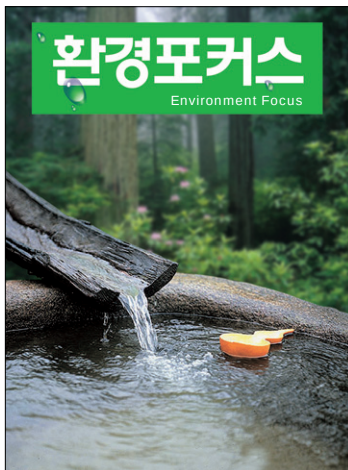
이중에서도 가장 중요한 부분이 관종의 재질이다. 소재를 무엇을 어떻게 사용해 생산했는가에 따라 천차만별의 관이 탄생하기에 종류별로 특성을 파악, 적재적소에 알맞은 관종을 선택해 매설함이 매우 중요하다. 적재적소에 알맞은 관종은 그 효율성 또한 배가 된다.

따라서 본 원고는 필자가 상·하수도관의 종류와 규격별 특성의 중요성을 일찍이 인식하고, 다양하게 활용이 가능해 경제적이고 미래 첨단기술과 융합을 이루면서 장래 효율적으로 상·하수도관의 유·보수 및 보강에 크게 기여할 것으로 전망되는 “상·하수도 관망의 종류별 재질 및 결합 특성”을 연구한 이 자료를 활용해 상·하수도관망의 유지·보수 및 보강에 초석이 되었으면 하는 바램이다. **EF**





CONTENT



화려하고 눈부신 5월, 나긋나긋 감기는 청아한 봄별이 교태롭다. 꺾불에 전해지는 봄바람도 여인의 입김처럼 부드럽다. 그리고 새 초록(新綠)이 있어 싱싱하다. 여리고 부드럽고 투명한 새 잎으로 온통 뒤덮인 숲은 햇살이 스며들어 깊은 곳까지 천지가 온통 연둣빛으로 채색됐다. 한 폭의 풍경화를 보는 듯하다.

이 어린 신록은 곧 여름이 온다는, 계절이 오고 감을 알리려는 듯하다. 내달이면 짙은 초록으로 무성해질 것이다. 황홀한 연둣빛은 봄과 여름 사이의 찰라다. 계절의 오고감이 빚어낸 수채화다. 그래서 5월은 봄과 여름, 두 계절을 한꺼번에 느낄 수 있다.

나그네의 타는 목마름을 적셔줄 시원스런 물줄기가 재잘거리며 계곡에서 흘러내린다. 길손에겐 감로수(甘露水)에 다름 아니다.

이 청량한 감로수가 농·어촌 구석구석까지 전해지기를 기원하며 환경포커스가 5월 17일 소규모 수도시설 개량사업과 관련한 세미나를 개최한다.

이래저래 바빠진 5월, 정녕 그대로 늠하기엔 너무 아까운 봄날은 그렇게 간다.

16 | 발행인칼럼 /

인류와 지구생태계는 공생관계다

18 | 정책포커스 / 소규모수도시설

최우수상 강원도 철원군 9억원 등, 총 70억원 포상금 지급
농·어촌주민에 안전한 수돗물 공급

20 | 포커스피플 / 환경관리공단 손주석 이사장

"냉철한 판단으로 사업추진 적극화"

26 | 진화하는 공복들 / 국립공원관리공단 박화강 이사장

"국립공원의 생태적 파괴는 없어야 한다"

30 | 기획특집 / new 테크놀로지

상하수도관망의 관중 재질 및 결함특성

41 | 돋보기 / 환경실천연합회

"희망의 미래위해 몸과 마음 다지자"

42 | 클로즈업 / 한국수자원공사 협약

美·日·獨 물전문기관과 공동연구 협약

44 | NEWS / 아리수

서울시 상수도연구소 "아리수는 과학입니다"

51 | 핫이슈 / 강북개발

'서울 속에서 새롭게 떠오르는 강북'

54 | 인터뷰 / 환경운동실천연합회 이경을 회장

"국토발전위한 중립단체로 성장할 터"

56 | 핫뉴스 / 자연하천

"아이들 먹 감을 수 있는 하천 만든다"



CONTENT



환경포커스 vol.19

STAFF

발행인·편집인 | 신 미 령

편집·디자인 | designone (T: 02-2168-3700)

인쇄 | 대양프린테크

인쇄인 | 박 기 성

등록일 | 2005년 10월 6일

등록번호 | 서울라10845

펴낸날 | 2007년 5월 1일

펴낸곳 | 환경포커스

서울시 강남구 도곡1동 876-14 정자빌딩 4층

전화 | 02-2058-2258

팩스 | 02-3462-1587

「환경포커스」는 한국간행물윤리위원회의 윤리강령 및 실천요강을 준수합니다.

「환경포커스」에 실린 글과 그림, 사진 등은 「환경포커스」의 사전허락없이 사용할 수 없습니다.

포커스뉴스

- 58 | 환경부
- 68 | 건교부
- 75 | 산자부
- 80 | 과기부
- 84 | 보건복지부
- 89 | 해양수산부
- 94 | 산림청
- 99 | 기타 공공기관

110 | 골프아카데미 / 한타줄이기

프리스윙 - 백스윙

112 | 여러분과 함께합니다

