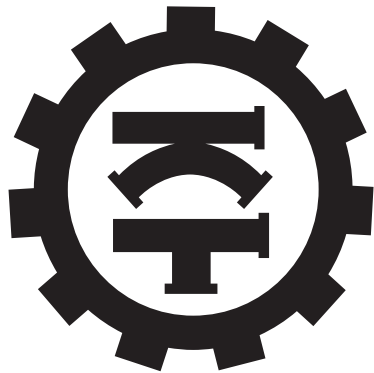


덕타일 주철관 핸드북

Design & Installation of Ductile Iron Pipeline



2020

kcip 한국주철관

「덕타일 주철관 핸드북」 개정판을 발간하면서 !

저희 회사는 1953년 국내최초 상수도용 회주철관을 생산하기 시작하여 현재에 이르고 있으며, 폐사가 오늘에 이르도록 성장한 것은 항상 지도하여 주시고 격려하여 주신 관계 제현의 덕분이라 생각하옵고 이에 진심으로 감사드리는 바입니다.

그동안 피나는 노력의 결정으로 1968년부터 순수한 우리 기술로서 금속계의 신제품인 덕타일 주철관을 생산하기 시작하였으며, 현재에 이르러서는 거의 모든 생산제품에 대한 KS인증을 획득하였고, 또한 ISO규격 및 BS규격, EN규격에 따른 수출품도 생산하고 있습니다. 또한 1997년 9월에는 ISO 9002 인증도 획득하였습니다.

또한 1974년부터는 미국 U.S.PIPE회사의 기술을 도입하여 수냉식 원심력 덕타일 주철관을 생산하여 국내수요를 충족시킴은 물론 세계 각국으로 수출하고 있으며, 1972년부터 저희 회사의 포항공장에서는 수도용 도복장 강관과 건설공사용 스파이럴 강관파일을 생산하고 있고, 또한 1988년부터는 폴리에틸렌 피복강관을 생산하게 되어 명실공히 가스관 및 상·하수도용 관류의 종합메이커로 성장하였습니다.

더욱이 1997년에는 IMS자동조형라인을 도입하여 주철이형관과 각종 부품들의 자동화 및 공급능력을 증가 하였으며, 2009년에는 주철관 내면 에폭시 분체도장 제품의 생산과 2010년 상수도용 압출식 PE 3층 피복강관 공장을 준공하여 주철관, 강관부분의 코팅에 대한 획기적인 품질향상에 기여하고, 제품에 대한 안전성을 입증하여 고객만족에 최선을 다하고 있습니다.

저희 회사에서는 덕타일 주철관을 애용하여 주시는 여러분에게 보다 편리한 자료를 제공해 드리기 위해서 1969년도에 주철관 포켓북의 초판을 발행한 이래 그동안 선배 및 관계제현 여러분께서 지적하여 주신 점을 확충보완하여, 금번 2020년 개정판을 발행하게 되었사오니 여러분의 지속적인 성원과 지도편달을 바라는 바입니다.

2020년 3월

한국주철관공업주식회사
KOREA CAST IRON PIPE IND.CO.,LTD.

회 사 안 내

- 창 립 : 1953년 4월 27일
- 자본금 : 12,000,000,000원
- 공장부지면적
 - 부산공장 : 133,000m²
 - 포항공장 : 192,000m²
- 종업원수 : 약 200명

주 생 산 품

- 주철관
 - 덕타일 주철관 ● 덕타일 주철 이형관
 - 덕타일 주철관의 모르타르 라이닝
 - 덕타일 주철관 내면 에폭시 수지 분체 도장
- 강 관
 - 수도용 도복장강관 ● 배관용 아아크 용접탄소강관
 - 도복장 강관이형관 ● 일반구조용 탄소강관
 - 스파이럴 강관파일
- 폴리에틸렌 코팅강관
 - 압출식 폴리에틸렌 피복강관

KS인증 현황

KS 번호	규 격 명	인증년월일
KS D 4311	덕타일 주철관	1977년 12월 19일
KS D 4308	덕타일 주철 이형관	1977년 12월 19일
KS D 4323	하수도용 덕타일 주철관	2008년 10월 22일
KS D 3565	수도용 도복장 강관	1978년 12월 28일
KS D 3578	수도용 도복장 강관 이형관	1978년 12월 28일
KS F 4602	강관말뚝	1978년 12월 28일
KS D 3566	일반구조용 탄소강관	1987년 2월 16일
KS D 3583	배관용 아아크용접 탄소강관	1987년 2월 16일
KS D 3589	압출식 폴리에틸렌 피복강관	1988년 12월 9일

회사연혁

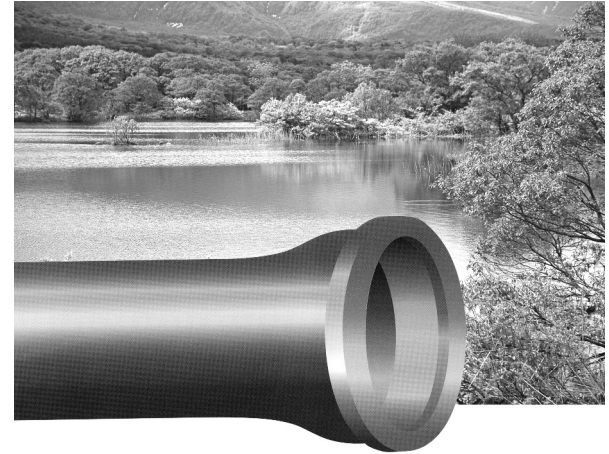
- | | | | |
|-----------|---|-----------|--|
| 1953년 4월 | 전신인 한국기계주물제작주식회사 창립 | 1972년 5월 | 부지 60,000평에 건평 3,000여평의 포항강관 공장 준공, 연간 생산능력 75,000M/T으로 증가 |
| 1957년 2월 | 원심력 주조기, 시험기구 및 부속설비 도입 | 1974년 5월 | 미국 U.S.PIPE회사로부터 수냉식 원심주조 기술 도입 |
| 1958년 7월 | 12,000평의 공장부지에 건평 1,500평의 공장을 신축하고, 5M/T 용선로 2기를 설치하여 원심력 주철관 생산 | 1975년 3월 | 三·一문화상 기술부문상 수상 |
| 1962년 2월 | 회사기구를 대폭 강화하고 회사명칭을 한국주철관공업주식회사로 변경 | 1976년 3월 | 철탑산업훈장 수상 |
| 1962년 4월 | 원심력 주조기 2대와 3M/T 용선로 2기를 증설, 연간 생산능력 12,000M/T으로 증가 | 1979년 5월 | 부지 40,000평에 건평 5,000평의 부산신평공장 준공, 주철관 연간생산능력 100,000M/T으로 증가 |
| 1964년 3월 | 2차확장으로 공장 500평 및 부속건물을 신축하고 대구경용 원심력 주조기 2대를 증설, 연간 생산능력 18,000M/T으로 증가 | 1983년 6월 | 포항에 플라스틱코팅강관공장 준공 |
| 1967년 2월 | 미국 U.S.PIPE회사와 기술제휴로 타이튼 조인트 (TYTON JOINT)발명특허권 사용계약체결 | 1984년 3월 | 산업포장 수상 |
| 1968년 9월 | 국내에서 처음으로 덕타일주철관을 생산개시 하여 연간생산능력 42,000M/T으로 증가 | 1987년 11월 | 1,000만불 수출의 탑 수상 |
| 1969년 12월 | 기업공개, 증권시장에 주식상장 | 1991년 12월 | 부산산업대상 수상 |
| 1970년 4월 | 덕타일 주철관제조기술과 원심력주조법 연구 개발에 대한 과학기술상 수상 | 1993년 3월 | 철탑산업훈장 수상 |
| 1970년 12월 | 상공부장관으로부터 생산성 상인 최우수품질 신뢰상 수상 | 1997년 3월 | 본사 주물공장 증축(건평 1,630평) 연간 24,000M/T 자동차부품과 일반주물품 생산능력 증가 및 이형관 생산(IMS-1라인 증설) |
| 1971년 3월 | 재무부장관으로부터 모범납세자상 수상 | 1997년 9월 | 용선로 1기 추가증설, 연간 생산능력 250,000M/T으로 증가 |
| 1971년 12월 | 포항에 스파이랄(Spiral)강관공장 착공 | 1997년 9월 | ISO 9002품질시스템 인증 획득 |
| | | 1998년 12월 | 포항공장 연간 생산능력 100,000M/T으로 증가 |
| | | 1999년 10월 | 상수도용 도복장강관 및 강관이형관의 폴리에틸렌 테이프 코팅 한국산업규격 표시인증 획득 (Φ80mm~Φ3,000mm) |
| | | 2001년 3월 | 조세의 날 재정경제부 장관상 수상 |
| | | 2001년 4월 | (자동차 주물부문) QS 9000 품질시스템 인증 획득 |

2002년 11월	환경부 장관상 수상
2005년 1월	스파이크 부착방식 고무링 이탈방지조인트 실용신안 등록
2007년 3월	내진형관 연결구 SNAP-LOK JOINT 특허 등록
2007년 3월	내진형관 연결구 EZ-LOK JOINT 특허 등록
2007년 7월	파이프 구조용 몰드 내부의 피닝장치 특허 등록
2007년 8월	진방스틸코리아(주) 인수
2007년 10월	초장축 스파이럴 강관을 제작하기 위한 조관기의 아웃 넷테이블 특허 등록
2008년 3월	덕타일 주철관용 BPF형 에폭시 분체도로 조성물 및 이를 내면에 도포한 덕타일 주철관 및 이형관 특허 등록
2008년 10월	하수도용 덕타일 주철관 KS인증(KS D 4323)
2010년 2월	상수도용 압출식 PE 3층 피복 강관 공장 준공
2010년 7월	'덕타일 주철관 및 이형관' 조달 우수제품 지정
2010년 7월	'내면 에폭시 분체 도장 덕타일 주철관 및 이형관' 신제품 인증(NEP)
2011년 3월	한국강재(주) 인수
2011년 11월	미국 NSF61, 영국 WRAS 인증 내면에폭시 분체도장관, 시멘트 모르타르 라이닝관
2015년 10월	주철관 연결용 조인트(EZ-LOK JOINT) 적합 인증
2015년 11월	신기술 실용화 국무총리 표창 수상
2015년 12월	에이스스틸 인수

차 례

I. 주철관의 발달과정	11
II. 덕타일 주철관의 특징	21
III. 주철관의 조인트 방법과 부속품	41
IV. 덕타일 주철관	55
V. 덕타일 주철 이형관	81
VI. 덕타일 주철 특수이형관	111
VII. 시멘트 모르타르 라이닝	123
VIII. 내면 에폭시 수지 분체 도장	141
IX. 기타 제품 관련 표준	167
X. 주철관 시공 요령	187
XI. 설계 자료	221
XII. 수도 용어	347
XIII. 참고 문헌	363

1. 주철관의 발달과정



주철관의 발달과정

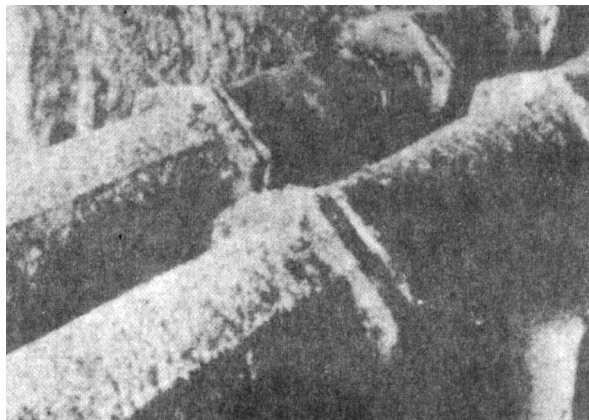
철이 인류의 역사에 도입된 이래 오랜 옛날부터 상수도용 송배수관으로 주철이 사용되었다. 공식 기록으로는 1455년 독일의 한 주물공장에서 Dillenburg성의 배수관 설치를 위하여 주철관을 제조한 것이 그 시초인 것으로 알려져 있다. 그후 1562년에는 독일의 Longensalya에 주철관이 부설되었고, 프랑스에는 약 24km길이의 배수관이 부설되어 오늘날까지 그 기능을 발휘하고 있다.

1783년 이후 철제련에 코크스를 연료로 사용하는데 성공하게 되자 주철관은 급격히 보급되기 시작했다. 특히 주철의 발달과정에 있어서 정점이라고 할 수 있는 덕타일주철이 1948년 H. Morrogh에 의해 발명되어 곧 덕타일주철관으로 사용되기 시작하였다.

일본에서는 1893년 처음으로 주철관이 생산되어 1940년에는 사형 원심주조로 구경 200~900mm의 주철관을 제조하게 되었고 1957년에 이르러 덕타일주철관을 생산하기 시작하였다. 한편 당사에서도 국내 최초로 1953년에는 원심력 회주철관을, 그리고 1968년부터는 덕타일 주철관을 생산공급하기에 이르렀다.

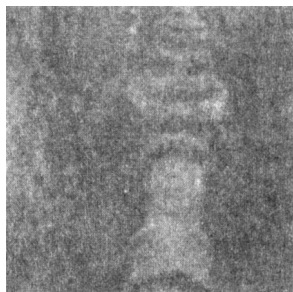
이와같은 주철관의 오랜 역사가 증명하는 것처럼 주철관이 상수도용 송배수관으로서는 다른 어느 재료의 관보다 적합하지만, 오늘날에는 배수량이나 배수망의 엄청난 팽창과 장거리 송수, 고지대, 고층건물의 송수 등으로 배수관이 보다 가혹한 조건하에서 유지되어야 하므로 기존의 보통 주철관으로서는 기술상으로는, 경제적인 제반여건을 충족하기에는 한계에 도달하게 되었다.

다행히 보통 주철 즉, 회주철에 비하여 송배수관으로서의 제반 성능이 훨씬 우수한 덕타일 주철관이 생산됨으로 인하여 이와같은 문제점들을 완전히 해결할 수 있게 되었다.

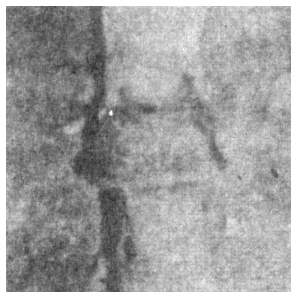


프랑스「베르사이유」궁에 1664년에 매설된 주철관이 지금도 통수되고 있다.

This cast iron water main installed at
Vorsailles, France, in 1664 is still in service.



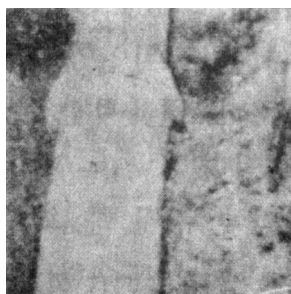
ALBANY:111 YEARS



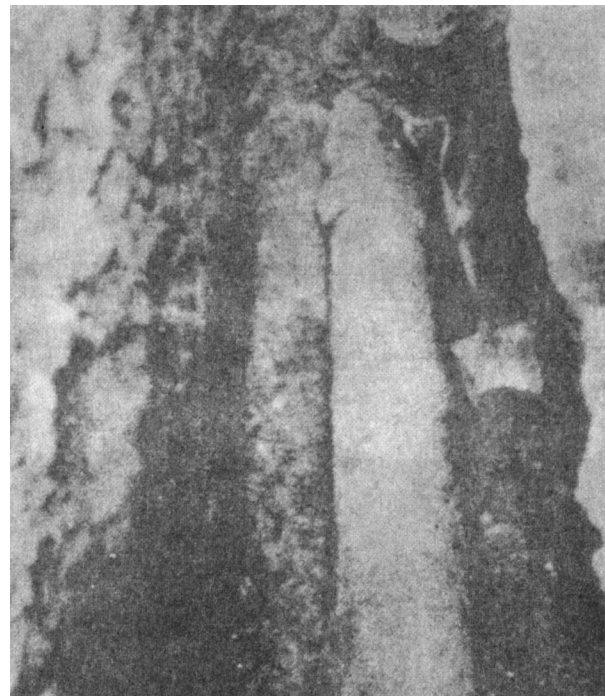
ALLENTOWN:101 YEARS



HUNTSVILLE:126 YEARS



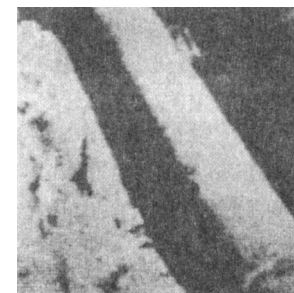
LANCASTER:126 YEARS



America's oldest cast iron water main, laid philadelphia in 1821



MONTREAL:145 YEARS



NEW YORK:122 YEARS

Here's proof of Cast Iron Pipe's century service

American cities from Albany to Zanesville overwhelmingly prefer cast iron pipe. Why? These pictures tell the story. In these cities—some of the 49 water works members of the Cast Iron Pipe Century Club—this dependable water pipe has provided over a century of service.

And all of the pipe pictured is still in use. You'll get dependable, century

CAST IRON PIPE

THE MARK OF PIPE THAT LASTS OVER 100 YEARS

CAST IRON PIPE RESEARCH ASSOCIATION

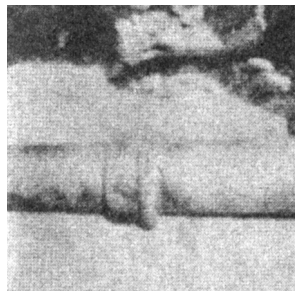
Thos.F.Wolte, Managing Director, 3440 Prudential Plaza, Chicago 1, 111.



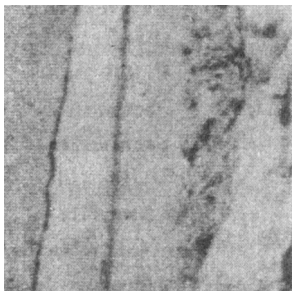
LANCASTER:12 YEARS



MOBILE:121 YEARS



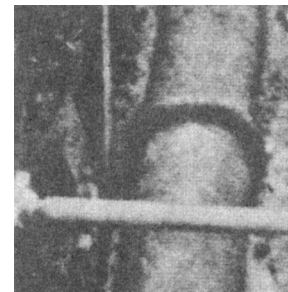
WILLIAMSPORT:107 YEARS



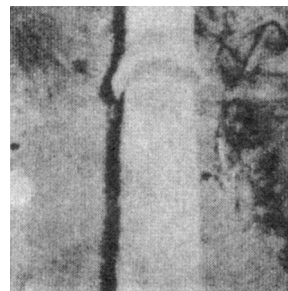
ZANESVILLE:122 YEARS



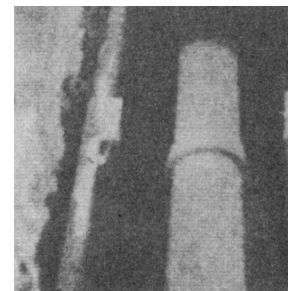
BOSTON:155 YEARS



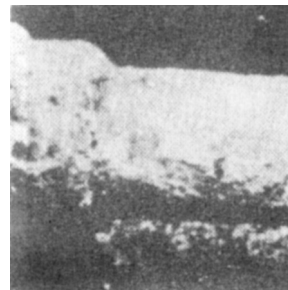
CHICAGO:111 YEARS



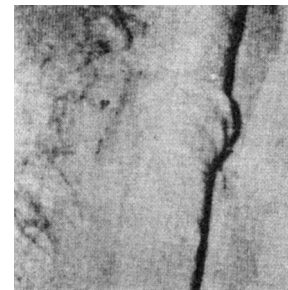
UTICA:113 YEARS



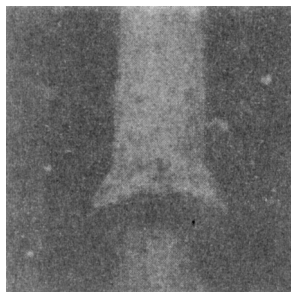
WASHINGTON D.C.:113 YEARS



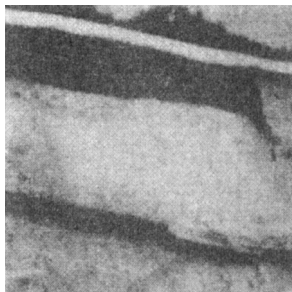
PHILADELPHIA:132 YEARS



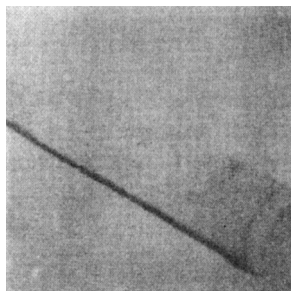
POTTSVILLE:128 YEARS



ST. LOUIS:120 YEARS



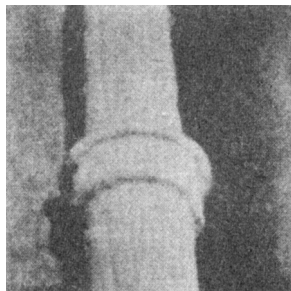
SYRACUSE:110 YEARS



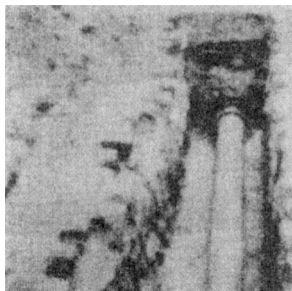
DETROIT:122 YEARS



FREDERICK:117 YEARS



RICHMOND:131 YEARS



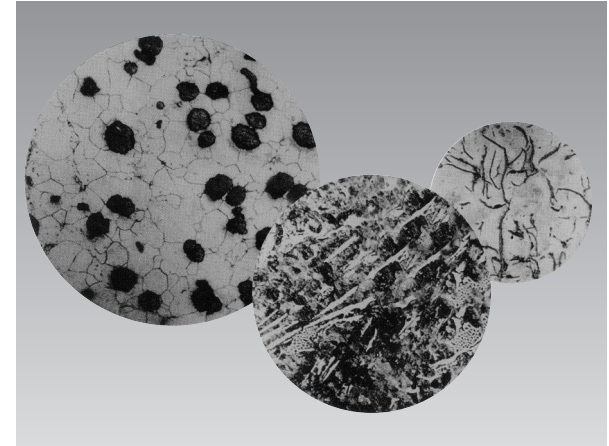
SACRAMENTO:108 YEARS

오랫동안 사용되고 있는 주철관의 예

국 명	지 명	매설연도
프랑스	바르세이유	1664
프랑스	위루마크	1703
프랑스	에렌 · 바르텐	1727
프랑스	크리아몬드	1748
영 국	런던	1810
미 국	필라델피아	1822
미 국	보스턴	1830
미 국	세인트루이스	1831
미 국	리치몬드	1832
미 국	랭카스터	1844
일 본	장 기	1887
일 본	동 경	1888
일 본	대 판	1889
일 본	신 호	1894

덕타일주철관은 어떠한 토양조건에도 설치 가능하고 부식으로 인한 파열을 걱정할 필요가 없다.

II. 덕타일 주철관의 특징



1. 정의 및 조직	23
2. 기계적 성질 및 화학적 성질	26
3. 시공 및 유지관리상의 경제성	37
4. 제조 공정	39
5. 관종 및 조인트 방법에 따른 약호	40



1. 정의 및 조직

철(鐵)과 탄소(炭素)의 합금계(合金系)에서 탄소량이 2%이하인 것을 강(鋼)이라 하고, 2%이상인 것을 주철이라 한다. 주철의 주요 성분은 표1에서 알 수 있는 바와같이 C, Si, Mn, P, S로 되어 있고, 덩타일 주철에는 Mg 또는 Ca 등의 흑연구상화(黑鉛球狀化) 원소(元素)가 미량(微量) 함유되어 있다.

표 1 주철의 화학조성분 (wt%)

성분	덩타일주철	회주철
T.C	2.8~3.7	3.2~3.8
Si	1.7~2.5	1.4~2.2
Mn	0.4 이하	0.4~0.6
P	0.1 이하	0.5 이하
S	0.015 이하	0.1 이하
Mg	0.02 이상	-

일반적으로 주철은 이들 성분의 함량과 용해조건, 냉각속도에 따라서 주조 조직이 변화하게 된다. 주철사에 있어서 가장 오랜 역사를 갖는 회주철은 일반적으로 ferrite나 pearlite 또는 이들이 혼재한 기지에 흑연이 편상으로 정출(晶出)해 있는 상태로서 파면(破面)이 회색(灰色)을 띠는 주철을 말한다.

여기서 ferrite는 상온에서 0.01%이하의 탄소가 고용상태(固溶狀態)로 존재하는 철을 일컫는 것으로 대단히 질긴 성질을 가지며, pearlite는 철탄화물(鐵炭化合物)인 cementite(Fe_3C)와 ferrite가 층상으로 집합한 조직으로 대단히 강한 성질을 갖는다.

일반 회주철에 나타나는 흑연의 형상은 여러가지가 있으나 그림1의 (a)에서 보는 바와 같이 편상으로 되어 있는 것이 보통이다. 한편 구상흑연주철(nodular graphite cast iron 또는 spheroidal graphite cast iron)은 주철의 일종이나 용융 상태의 주철에 특수 원소를 첨가함으로써 주방 상태에서 흑연이 구상으로 정출하게 된 주철을 말하며, 회주철에서 볼 수 없는 좋은 강도와 높은 전연성(展延性)을 가지므로 ductile 주철이라고도 한다.

덕타일 주철은 1948년 영국의 H. Morrogh와 W.J. Williams가 주철용탕에 Ce를 첨가하여 흑연이 구상화하는 것을 발견함으로써 세상에 나오게 되었다. 같은해 미국 A.P.Gagnebin은 Mg의 첨가로 덕타일 주철을 제조하는데 성공하였고, 그후 이에 대한 많은 연구가 수행되어 왔다. 오늘날에는 Mg계 합금을 첨가하여 덕타일 주철을 제조하는 것이 보편화되어 있다.

그림 1의 (b)와 (c)는 덕타일 주철의 현미경 조직 사진이다. 여기에서 그림(b)는 주방 상태의 조직으로 탄소의 일부가 구상으로 정출되어 있고 기지는 pearlite와 소량의 cementite로 되어 있으므로 매우 경한 성질을 가진다. 그러므로 다시 이것을 900℃가량의 높은 온도에서 충분히 열처리한 다음 노냉(爐冷)하면 그림(c)에서 보는 바와 같이 기지 중의 철탄화물(cementite)이 완전히 분해하여 구상흑연과 ferrite로 됨을 알 수 있다. 특히 이러한 조직의 것을 ferrite 덕타일 주철이라고 부르며, 이는 강도와 연성이 높으므로 수도용 송배수관으로 가장 많이 사용되고 있다.

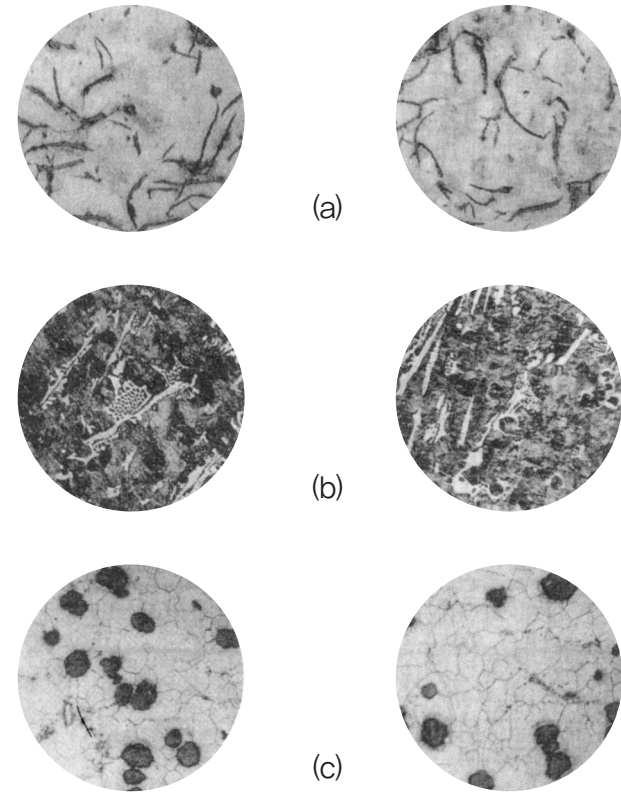


그림 1 주철의 조직 (2% Nital etched, X100)
(a)회주철 (b)주방(鑄放)상태의 덕타일주철 (c)열처리후의 덕타일주철

2. 기계적 성질 및 화학적 성질

1) 인장강도(引張強度)와 연신율(延伸率)

주철제품의 양부(良否)는 일반적으로 인장강도에 의해서 구별할 수 있다. 특히 주철관은 극심한 압력에 견뎌야 하므로 인장 강도가 높아야 함은 두말할 나위가 없다.

일반적으로 주철은 기지 내에 흑연이 분산하여 존재하고 있기 때문에 인장강도는 기지의 강도 표 1에 덕타일 주철의 인장강도, 연신율 등 기계적성질을 나타내고 표 2에 각국의 주철관 표준 규격에 정해진 인장 강도, 연신율, 경도 값을 당사주철관의 그것과 비교하여 나타내었다. 여기에서 덕타일 주철은 회주철에 비하여 인장강도가 훨씬 높음을 알 수 있다. 그 이유는 다음과 같이 설명된다.

주철 중의 흑연은 대단히 약한 성분이다. 그런데 흑연이 편상으로 길게 존재하는 회주철의 경우에는, 재료의 하중을 받는 유효 단면적이 흑연으로 인하여 감소하게 되며, 또 응력이 편상흑연의 첨단부에 집중하게 되므로 쉽게 파단(破斷)하여 강도가 저하된다. 반대로 덕타일 주철의 경우에는 흑연의 형상이 구형(球形)이므로 비교적 강도가 높은 넓은 면적의 기지에 인장응력이 작용하므로 자연히 높은 강도를 나타낸다고 볼 수 있다.

한편 연신율은 앞서서도 언급한 바와 같이, 기지가 단단한 회주철은 연신율이 전혀없는데 반해 덕타일주철관은 기지가 질긴 ferrite로 되어 있으므로 대단히 높은 연신율을 갖음을 표 2에서 알 수 있다.

표 1. 덕타일 주철관의 기계적 성능

구분	기계적성질	덕타일관	비 고
인장강도 N/mm ² (kgf/mm ²)		420(43) 이상	ISO 2531/ KS D4311
굴곡강도 N/mm ² (kgf/mm ²)		600(61.2) 이상	
허용응력 (kgf/cm ²)		1,700	
내 력 N/mm ² (kgf/mm ²)		270(27.5) 이상	ISO 2531
연신율(%)		10이상	ISO 2531/KS D4311
탄성 계수 kN/mm ² (kgf/mm ²)		157~167 (1.6×10 ⁴ ~1.7×10 ⁴)	
경 도		브리넬 230이하	ISO 2531/KS D4311
포아송비		0.28-0.29	
충격치(kg/m)		아이조드 5~10이하	
비 중		7.15	
선팽창계수		1.0×10 ⁻⁵ °C	

표 2. 덕타일 주철관의 규격 비교도

표준별	KS	ISO	JIS	당사제품
재질	덕타일주철	덕타일주철	덕타일주철	덕타일주철
인장강도 (N/mm ²)	420이상	420이상	420이상	420~480
연신율 (%)	10이상	*1 10~7이상	10이상	10~18
경도 (HB)	230이하	230이하	230이하	145~200
표준번호	KSD4311	ISO2531	JISG5526	

*1. DN40~1000mm는 10이상이고, DN1100~2000mm는 7이상임.

2) 경도

주철의 경도는 일반적으로 Brinell 경도 시험기로 측정한다. 이것은 조직내에 흑연이 비교적 조대(粗大)한 상태로 존재하기 때문에 될 수 있는 한 넓은 표면에서 평균적인 경도를 측정하여야 되기 때문이다.

주철의 경도에 미치는 조직내의 성분중 가장 중요한 것은 탄소의 존재상태라고 하겠다. 즉 탄소가 기지 중에 철탄화물로 존재하는 양이 많아지면 경도는 높아지고, 흑연화한 양이 많아지면 경도는 저하한다. 그런데 경도가 높으면 기계가공성은 상대적으로 불량하므로 주철의 경우에는 경도가 낮아야한다.

표 2의 주철관의 표준규격에서 경도의 상한치를 표시한 것을 봐도 알 수 있다.

회주철은 경도가 보통 HB 150~300범위이고, 덕타일주철은 일반적으로 ferrite 기지인 경우는 HB 160~210정도이며 pearlite 기지인 경우에는 HB 200~270 정도이다.

3) 내충격 강도

주철의 충격에 대한 저항성과 충격전이온도(衝擊遷移溫度)는 극히 중요한 기계적 성질의 하나이다. 충격치는 구소량과 P의 증가에 따라 감소하고, 기지가 pearlite일 때 보다는 ferrite일 때 충격치가 높다. 그림2에 덕타일 주철과 회주철의 온도 변화에 따른 charpy충격치를 나타내었다.

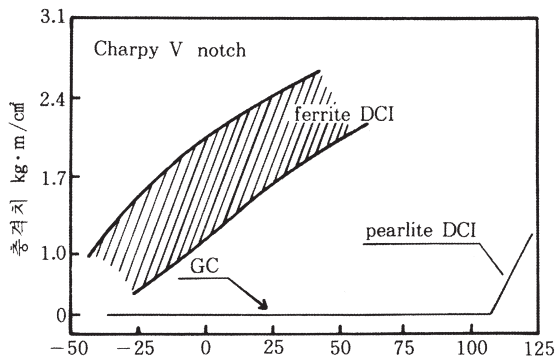


그림 2. 덕타일 주철관과 회주철의 충격전이곡선(衝擊遷移曲線)

여기에서 덕타일 주철은 회주철보다 충격치가 현저히 높고 0°C이하 온도에서도 높은 값을 갖고 있음을 알 수 있다.

이와같이 회주철이 낮은 충격치를 갖는 것은, 기지가 대부분 경한 pearlite로 되어 있을 뿐 아니라 1)에서도 언급한 바와 같이 흑연이 편상으로 존재하므로 이들 흑연이 기지를 불연속적으로 절단하는 상태가 되어, 재료내에 일종의 notch 역할을 하므로 충격하중에 쉽게 파단(破斷)되기 때문인 것으로 보인다. 반면에 덕타일주철은 기지 자체가 전연성이 좋은 ferrite로 되어 있고, 흑연이 기지 내에 노출되는 표면적이 최소 상태인 구상으로 존재하며, 또 기지가 거의 연속적으로 이어져 있으므로 충격 흡수 능력이 높고 따라서 높은 충격치를 나타낸다고 설명할 수 있다.

4) 내부식성

송배수관의 부식문제는 송배수의 위생적인 측면이나 경제적인 측면에서 그 중요성이 매우 높다.

관의 내부가 수분에 의해 부식을 당하게 되면 첫째로 수질을 해치게 되고 부식 생성물인 녹의 침지와 도관 내면의 거칠음으로 인하여 관의 송배수 능력을 저하시키게 되며, 장기적으로 공식(pitting)이나 관 두께의 감소로 주철관의 수명에 절대적인 영향을 주게 된다.

부식이란 일반적으로 어떤 외부 물질이 금속과 반응하여 더 안정한 화합물을 생성시키므로 금속에 손상을 일으키는 화학 또는 전기화학적 작용을 말한다.

화학적 부식이란 그 금속표면에 접촉하는 비금속 원소나 화합물이 직접적인 화학 또는 화합물 중의 다른 원소와의 치환에 의하여 진행되는 부식으로 주철의 경우 가장 일반적인 것은 산소와 수분에 의한 부식이다.

송배수용 주철관에 있어서는, 수분은 계면(界面)에서 주철과 반응할 음이온을 공급하거나 수분이 주철을 양이온으로 분해시키려는 경향이 있을 때 수중의 음이온 성분과 주철중의 양이온 성분이 화합하여 관을 부식시키게 되며, 이때 수산화제이철 또는 붉은 녹이 수중에 발생하게 된다.

또한 주철의 조직 성분 중 흑연은 전기화학적으로 최상의 물성을 나타내며 기지 성분은 철탄화물, pearlite, ferrite 순으로 귀하므로 흑연과 기지 조직의 전위차(電位差)에 의하여 기전력(起電力)이 발생되고 기지가 선택적으로 부식된다. 이러한 현상을 전기화학적 국부전지 작용에 의한 국부 침식(局剖浸蝕-local pitting)이라 하는데 흑연과 기지의 접촉면적이 넓을수록 국부전지의 발생과 동시에 부식량도 증가하게 된다.

이러한 과정들로 부식이 진행되면 주철 표면은 수산화철 혹은 산화철로 변화하나, 흑연은 그대로 잔존하여 표면에 흑연피막을 형성하게 되고 부식생성물이 교착상태로 되어 강고한 보호피막을 형성하며, 더 이상의 내부 부식을 방지하게 된다. 표 3은 덕타일 주철과 회주철의 상수도물 중 침지 시간과 부식량의 관계를 나타낸 것이다.

표 3. 상수도물 중에서 부식량 비교

재 질	부식량(mg /dm ² / day)
덕타일(주방상태)	32.4
회 주 철	34.9

한편 상수도용 주철관은 보통 지하에 매설하므로 토양(土壤)조건에 따라 발생하는 외부 표면의 부식 문제도 고려해야 한다. 주철관의 토양에 대한 내부식 실험은 여러 사람에게 의해 수행되어 왔는데 1968년 미국의 Romanoff는, 덕타일 주철관과 회주철관을 8~12년 동안 각기다른 토양조건에서 실험하여 비교하였다.

그림 3은 이 결과를 나타낸 것으로 각지의 토양에 대하여 최대공식(孔蝕) 깊이와 주철관의 중량 손실을 시간의 경과에 따라 나타내었다.

실험방법은 직경 2 inch, 두께 1/4 inch의 주철관을 대략 3~4ft 지하에 매설한 다음, 시간의 경과에 따라 측정하여 그 평균치를 계산하였다.

그림에서 볼 수 있는 바와 같이 토양조건에 따라 부식량의 차가 현저하고 동일한 토양 조건에서는 덕타일 주철과 회주철의 부식 속도도 서로 비슷함을 알 수 있다.

그런데 또 다른 문헌에서는 덕타일주철 중에서도 ferrite 기지의 주철관은 흑연이 구상으로 유리해서 존재하며 기지의 치밀도가 비교적 손실되지 않기 때문에 제반 부식제가 내부에 침입하기 어렵게 되어 회주철보다 내식성이 우수한 것으로 보고된 바도 있다.

결국, 주철관의 내부식성에 대한 많은 조사결과들을 종합하여 동일한 토양조건일 때 이들 주철관의 부식 양상(樣狀)과 부식 생성물은 동일하고, 덕타일주철관의 내부식성은 최소한 회주철과 동일하거나 우수한 것으로 평가된다. ANSI / AWWA A21.51에 따르면 덕타일주철관은 어떠한 토양조건에도 설치 가능하고 부식으로 인한 파열을 걱정할 필요가 없다고 되어 있다.

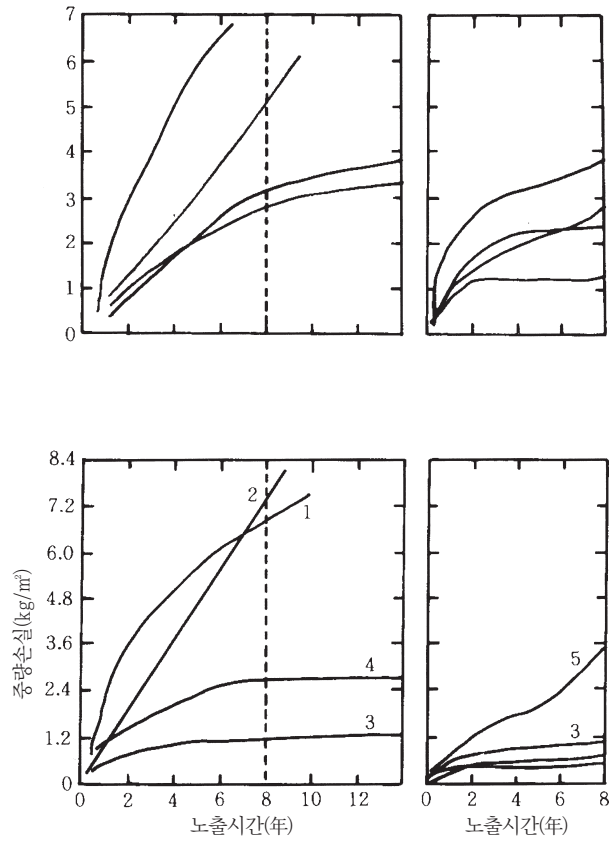


그림 3. 주철관의 토양중 부식에 따른 공식(孔蝕)깊이와 중량(重量)감소 관계

- | | |
|------------------|--------------------|
| 1. Acadia 지역 | 2. Lake Charles 지역 |
| 3. Hagerstown 지역 | 4. Susquehannd 지역 |
| 5. Cape May 지역 | 6. Sagemoor 지역 |
| 7. Lake wood 지역 | |

5) 내파열압력

송배수관이 지하에 부설되어 그 기능을 발휘하게 되면 관의 내외로부터 막대한 압력을 받게 된다. 먼저 내부압을 고찰하면 송수에 필요한 정수압(靜水壓)과 물의 갑작스런 흐름으로 물기둥이 관벽과 충돌 할때 일어나는 파괴적인 수충압(water hammer)이 작용한다.

지금까지 사례로 보아 송배수관의 내부압력으로 인한 파괴는 거의 이러한 수충압 때문인 것으로 알려졌다. 더욱이 오늘날에는 송배수관로가 장거리화하고 위치수두의 차가 증가하게 되며 대량의 물을 집중 급수해야 하는 지역이 많아지므로 수충압의 문제는 더욱 심각하게 되었다. 또한 내부압력이 증가하면 필연적으로 도관(道管)에서의 누수(漏水) 현상도 많이 발생하게 된다.

그러나 내압 능력을 향상시키기 위하여 무조건 관벽의 두께를 증가시킬 수는 없기 때문에 이러한 점에서도 강도가 높은 덕타일 주철은 적당한 재료임이 입증된다.

주철관의 내파열 압력은 대략 $P=2ts/D$ 의 식에 의하여 구하는데 표 4는 이 식을 사용하여 구한 덕타일주철관의 내파열 압력이다.

위 식에서 P는 파열수압, s는 관재(管財)의 인장강도, t는 관의 두께(관 두께에서 주조공차 10%를 뺀 두께, 10mm이상은 1mm를 뺀 두께) 그리고 D는 관의 내경이다.

표 4. 내파열 압력

호칭지름 관종	1 종관		2 종관		3 종관	
	관두께 (mm)	파열수압 (kgf/cm ²)	관두께 (mm)	파열수압 (kgf/cm ²)	관두께 (mm)	파열수압 (kgf/cm ²)
80	7.4	690	6.7	610	6.0	540
100	7.5	564	6.8	506	6.1	445
150	7.7	385	7.0	347	6.3	311
200	7.8	293	7.1	264	6.4	237
250	8.3	250	7.5	224	6.8	202
300	8.8	221	8.0	200	7.2	179
350	9.4	203	8.5	182	7.7	164
400	9.9	187	9.0	169	8.1	152
450	10.5	178	9.5	160	8.6	144
500	11.0	169	10.0	151	9.0	136
600	12.1	156	11.0	140	9.9	125
700	13.2	147	12.0	132	10.8	118
800	14.3	141	13.0	126	11.7	112
900	15.4	135	14.0	122	12.6	108
1000	16.5	131	15.0	118	13.5	105
1100	17.6	129	16.0	116	14.4	103
1200	18.7	125	17.0	113	15.3	100

덕타일 주철관의 파열수압은 제품의 수압시험에서의 시험수압과는 관계가 없다. 수압 시험은 구조상의 결함을 발견하기 위한 한가지 방법으로 석면관, 흙관, PVC관 등에서 말하는 보증수압 또는 시험수압 등과는 본질적으로 다르다.

표 5. 덕타일 주철관의 시험수압

○ 덕타일 주철 직관 (KSD 4311)

호칭지름 mm	시험수압 (MPa)			
	1 종관	2 종관	3 종관	4 종관
300 이하	7	6	5	-
350~600	6	5	4	3.2
700~1000	5	4	3.2	2.5
1100~1200	4	3.2	2.5	1.8

○ 덕타일 주철 이형관 (KSD 4308)

호칭지름(mm)	시험수압(MPa)
300 이하	3.0
350~600	2.5
700~1200	2.0

* 수압시험은 구조 당시에 결함이 발생되는가를 확인하는데 그 목적이 있다.

○ 덕타일 주철관의 접합부 수압시험 1994년 부산공업기술원 시험성적서

종 류	호 칭(mm)	시 험 항 목	시 험 결 과
KP메커니컬 조인트 2종관	200	접합부 수압시험(100kgf/cm ²)	이상없음
	300	접합부 수압시험(100kgf/cm ²)	이상없음
	400	접합부 수압시험(90kgf/cm ²)	이상없음
	600	접합부 수압시험(80kgf/cm ²)	이상없음
	800	접합부 수압시험(70kgf/cm ²)	이상없음
	1000	접합부 수압시험(60kgf/cm ²)	이상없음
	1200	접합부 수압시험(50kgf/cm ²)	이상없음
타이트 조인트 2종관	200	접합부 수압시험(100kgf/cm ²)	이상없음
	300	접합부 수압시험(100kgf/cm ²)	이상없음
	1000	접합부 수압시험(60kgf/cm ²)	이상없음

○ 덕타일 주철관의 보증수압(MPa)

호칭지름	관종류			
	1 종관	2 종관	3 종관	4 종관
80	9.8	9.8	9.8	-
100	9.8	9.8	9.8	-
150	9.8	9.8	9.8	-
200	9.8	9.8	9.8	-
250	9.8	9.8	9.8	-
300	9.8	9.8	9.8	-
350	9.8	9.8	9.8	-
400	9.8	9.8	9.8	-
450	9.8	9.8	9.8	-
500	9.8	9.8	9.1	7.4
600	9.8	9.4	8.3	6.9
700	9.8	8.8	7.8	6.6
800	9.4	8.4	7.5	6.4
900	9	8.1	7.2	6.2
1000	8.7	7.8	7	6.1
1100	8.6	7.7	6.9	5.9
1200	8.3	7.5	6.7	5.7

비고) 표에 나타난 보증수압은 관의 파열수압의 70%로서 최고 9.8MPa으로 했다. 단, 토압, 차량하중 등의 외압은 고려하지 않았다. 또한 규정대로 접합 시킨 접합부의 보증수압도 관의 보증수압과 같다.

현장에서 내파열압력은 관의 전장을 밀폐시키고 관이 파열될 때 까지 수압을 가하여 측정한다.

표 5는 KS, ISO, JIS가 규정하는 두 재료의 관에 대한 수압 시험 규격으로 이와 같은 수압을 가한 후 10초이상 유지하여도 누수가 없어야 한다고 규정하고 있다.

이와 같은 자료들을 조사하여 볼 때 덕타일 주철관은 내수압성이 크고, 파열압력도 높음을 알 수 있다.

미국의 주철관 연구 협회의 발표에 따르면 아직까지 덕타일 주철관이 수충압으로 파괴된 보고는 없으며, 이 재료만이 수충압의 위협을 해결할 수 있는 유일한 배수관용 재료임을 강조하고 있다.

3. 시공 및 유지관리상의 경제성

1) 시공의 경제성

- 날씨와 지하수등 자연조건변화에 관계없이 일일계획량을 일정하게 시공할 수 있기 때문에 시공계획수립이 용이하고 공기도 짧아 경제적이다.
- 도심혼잡구간 및 미개발지역에서도 특수한 장비나 기술이 없어도 시공이 가능하고, 접합부 조인트에 필요한 최소굴착만으로 시공이 가능하여 토목공사비가 저렴하다.
- 연결부가 고무링으로 되어 있어 지반의 이동이나 침하에 잘 적응하고 전식에 대한 우려가 없어 별도의 전식설비가 필요없다.
- 관의 강성 大 → 노면하중에 대해 안전성 높음 → 얇은 매설가능 → 굴삭 토공비 절감, 굴삭 시간 단축, 공사 간소화
- 관의 강성이 커 SAND-BED등과 같은 특별한 기초공 불필요 → 매설비 및 잔토 처리비 절감
- KP 및 TYTON 조인트 접합 후 별도의 내·외부 도장이 불필요
- 管心の 조정(높이 및 평면의 위치) 및 관 연장의 조정 - 덕타일주철관은 다양한 표준의 이형관과 접합부 가요성(허용굴곡각) 이용하여 管心을 용이하게 조정

2) 유지관리시의 경제성

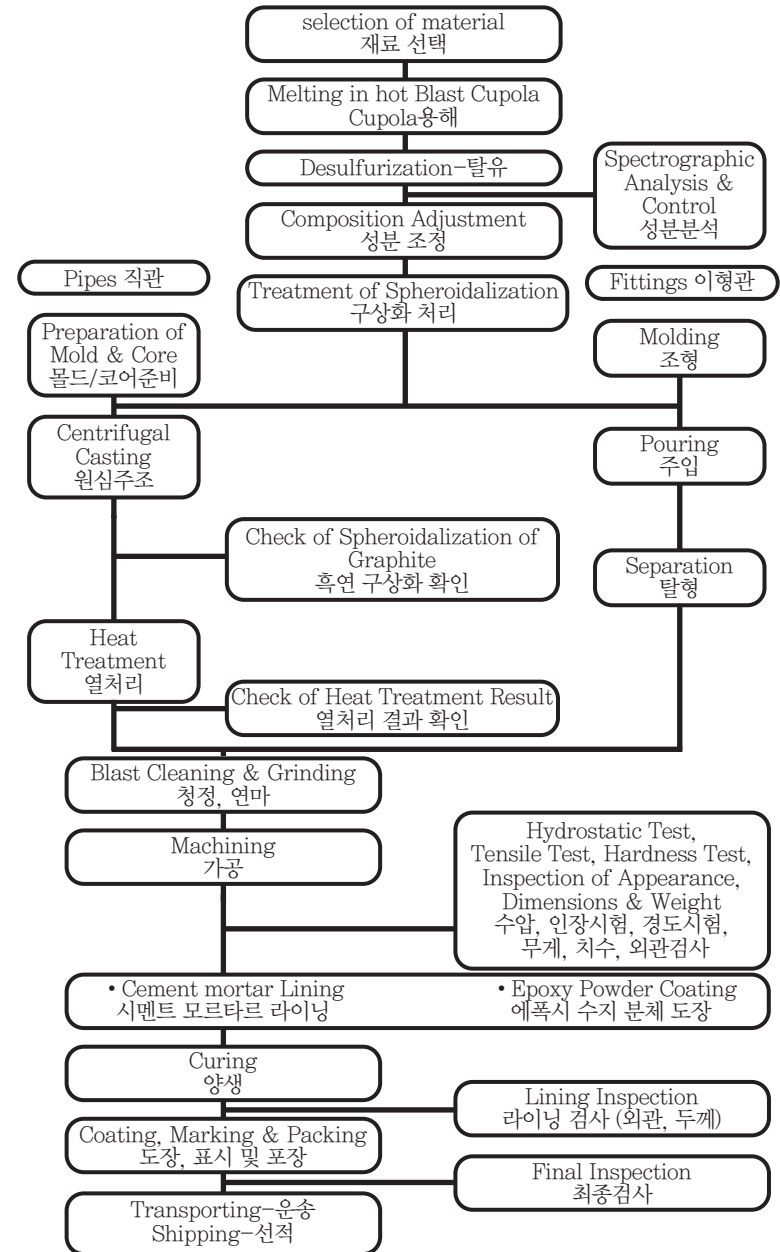
- 부단수천공으로 분기관설치가 용이하다.
- 하천구간 등에서 지하 수위 상승시 부상의 우려가 적다.
- 단순한 볼트만으로 체결하므로 시공시 인체에 미치는 영향이 전혀없다.
- 관로탐사가 용이하고, 규격품이 다양하므로 완벽한 보수작업이 용이하다.

- 절관 및 분기작업이 용이하다.
- 이설 및 철거시 분해가 용이하다.
- 온도변화나 매설환경의 변화에 영향을 받지 않는다.
- 누수사고율이 가장 낮아 유지관리가 용이하다.

○ 전국 관종별 누수통계 ※ 2013년 상수도 통계(환경부)

구 분	덕타일주철관	강관	PVC	PE	아연도강관	스텐레스
km당 누수건 수	0.12	0.23	0.86	0.83	8.93	1.30

4. 제조공정



5. 관종 및 조인트 방법에 따른 약호

○ 조인트 방법에 따른 약호




조인트방법	관종(덕타일)
K: KP식 조인트	D1: 1종관
T: 타이튼 조인트	D2: 2종관
M: 메커니컬 조인트	D3: 3종관
	D4: 4종관

○ 약호표시 방법

분류	관종	조인트 방법	
		KP	타이튼
덕타일	1종관	D1K	D1T
	2종관	D2K	D2T
	3종관	D3K	D3T
	4종관	D4K	D4T

※시멘트 라이닝관은 뒤에 “C자를” 쓴다. “예) D2KC

○ 관종에 따른 도시 방법

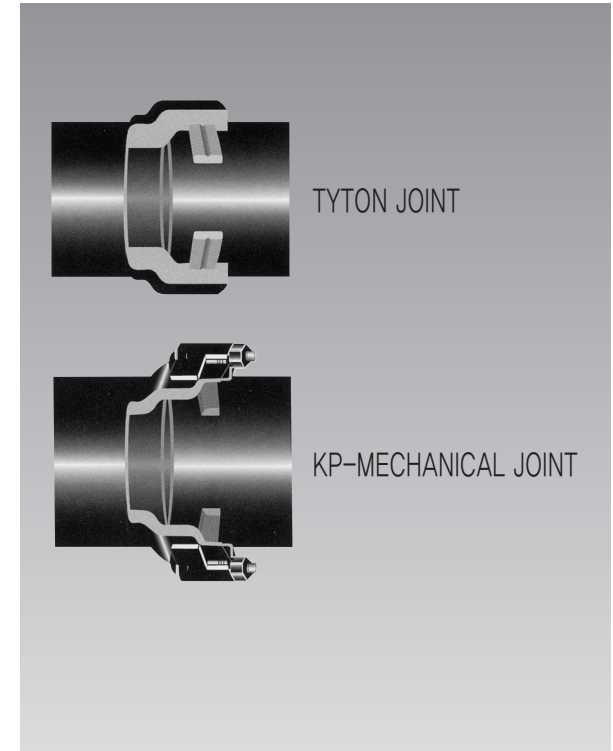
관종류	KP	타이튼	플랜지
도시방법			

○ 내면시공방법 약호

약 호	시 공 방 법	비 고
C	시멘트라이닝	
L	액상에폭시도장	
T	타르에폭시도장	
E	에폭시분체도장	

표기에: 1) KP 메커니컬 조인트 덕타일 2종관에 시멘트 라이닝 및 액상에폭시를 실시한 경우
 ⇨ D2KC
 2) KP 메커니컬 조인트 덕타일 2종관에 에폭시 분체도장을 실시한 경우
 ⇨ D2KE

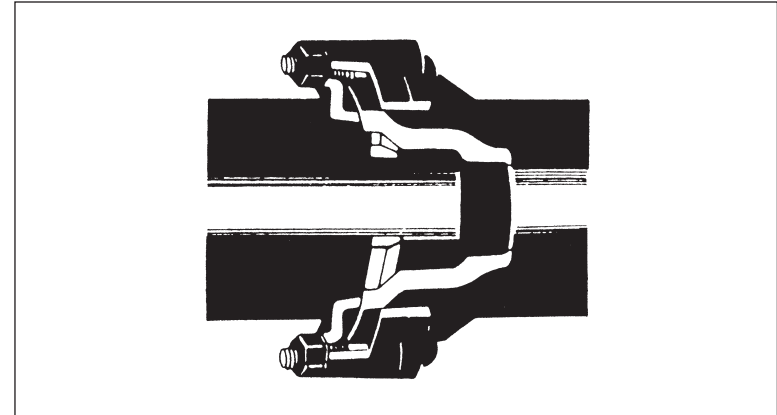
III. 주철관의 조인트 방법과 부속품



1. 조인트 방법 및 특징	43
2. 조인트부 및 부속품의 형상과 치수	46

1. 조인트 방법 및 특징

1) KP 메커니컬 조인트

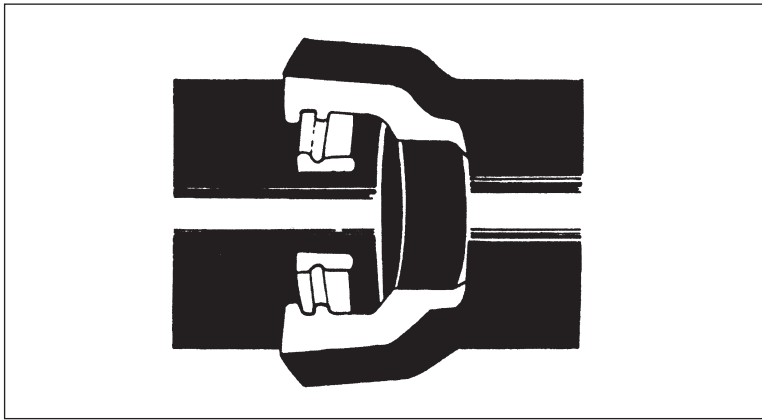


당사에서 고안하여 실용신안 등록이 되었던 조인트 방법으로서 종래에 사용하던 일반 메커니컬 조인트보다 구조상 견고하고 취급이 간편하며 다음과 같은 특징이 있다.

- ① 소켓트부의 볼트 구멍이 필요없으며, 소켓트부에 외각 턱을 형성하게 되어 가일층 견고함.
- ② 관을 연결할 때 힘이 관이 중심부로 집중하게 되어 더욱 안전함.
- ③ 압륜의 형태가 완만한 U형으로 되어 있어 구조역학적으로 압륜의 강도가 증대되며, U형 압륜이 연결 볼트를 덮어주므로 볼트 및 고무링의 부식과 노화방지는 물론 접합부의 유동을 막아 준다.
- ④ 볼트의 머리부분이 걸고리식으로 되어 있으며, 크고 튼튼해서 연결 공사 도중이나 통수 도중에 결손되는 일이 없음.
- ⑤ 관의 소켓트부에 볼트구멍이 없으므로 압륜과 소켓트부의 볼트 구멍을 일치시킬 필요가 없으므로 암반구간이나 수중작업에서도 아무런 불편없이 신속하게 접합작업을 할 수가 있음.

- ⑥ 소켓이 몸체두께의 2~3배 이므로 항상 정원을 유지하므로 외압에 대한 저항력이 커서 조인트부의 상태를 견고하게 유지해준다.
- ⑦ 관 접합작업도중 볼트를 고정시키기 전에 관의 각도를 자유로이 조절할 수가 있어 곡관의 사용이 절감됨은 물론 협소한 공사구간이나 지하의 장애물이 많은 도심구간에서의 작업이 대단히 편리함.
- ⑧ 관을 운반하거나, 보관 및 취급도중 플랜지부의 파손 염려가 없어 대단히 간편함.
- ⑨ 관의 접합공사비가 대폭 절감됨.

2) 타이튼 조인트



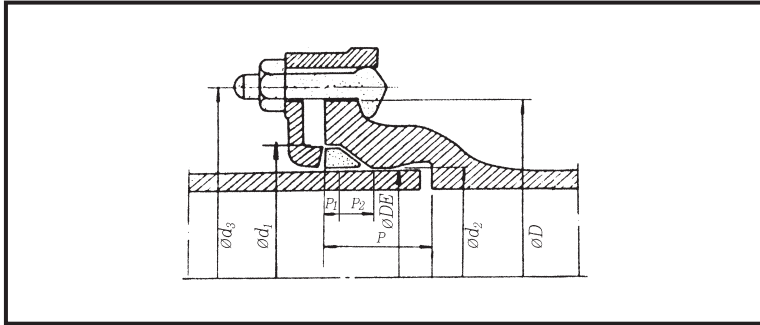
미국 U.S파이프 회사에서 개발하여 세계 특허로 등록되었던 조인트 방법으로서 현재 세계각국에서 널리 사용되고 있다. 이 방법은 원형 고무링 하나만으로 연결되며, 고무링은 단면이 구형으로 되어있고 구조와 치수가 치밀하며 소켓트 내부의 홈은 고무링을 고정시키고, 내면 돌기부는 고무링에 있는 홈속에 들어 맞게 되어 있다. 그리고 관 삽구의 끝부분은 삽입이 쉽도록 테이퍼(Taper)가 져있으며 다음과 같은 특징이 있다.

- ① 조인트에 필요한 부속품이 고무링 하나 뿐이다.

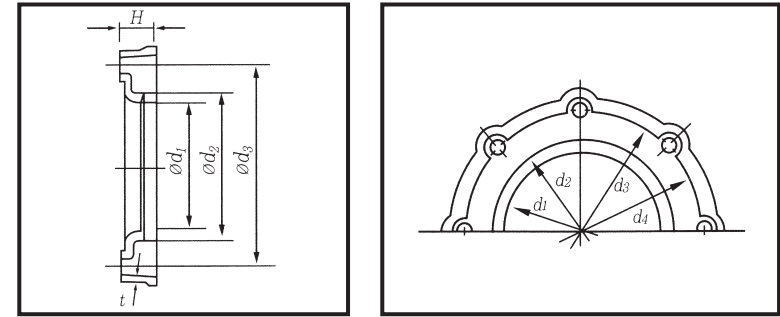
- ② 수구와 삽구사이에 고무링을 정확하게 시공함으로써 자동적으로 기밀하게 밀착된다.
- ③ 접합과정이 간단하여 관 부설을 신속히 할 수 있다.
- ④ 접합부의 확대 굴착이 필요없다.
- ⑤ 고무링과 수구, 삽구만 깨끗하면 비가 올 때나 물기가 있는 곳에서 접합이 가능하다.
- ⑥ 부설비가 저렴하다.
- ⑦ 조인트부의 굴곡각도는 $2^{\circ} \sim 5^{\circ}$ 까지 구부릴 수 있다.
- ⑧ 조인트부의 신축성이 크며 온도변화에 따른 관의 신축이 자유롭다.
- ⑨ 접합이 끝난 즉시로 매도할 수 있으므로 교통이 복잡하거나 위험한 곳에서의 공사에 대단히 편리하다.

2. 조인트부 및 부속품의 형상과 치수

1) KP 메커니컬 조인트관의 소켓



2) KP 메커니컬 조인트용 압륜



※ KP 메커니컬 소켓 치수

단위: 치수mm, 무게kg

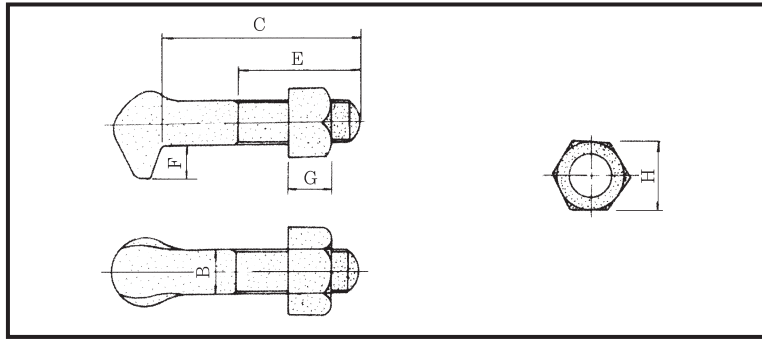
호칭 지름 (DN)	삽입구		D	d_1	허용 차	d_2	허용 차	d_3	P				소켓무게(약)					
	DE	허용차							S형	L형	P_1	P_2	S형	L형	P_1	P_2	S형	L형
80	98	±2.2	174	130	+2	103.4	±1.3	204	65	90	11.0	24	4.0	4.7				
100	118		195	150		123.5		225	65	92	11.0	24	4.8	5.7				
125	144	±2.3	222	177	-1	149.6	±1.3	252	66	95	11.0	25	5.9	7.1				
150	170		250	203		175.6		280	66	98	11.0	25	7.4	9.1				
200	222	±2.4	304	256	±2	227.8	±1.4	334	67	100	12.0	25	9.9	12.3				
250	274	±2.5	360	309		279.9		390	68	103	12.0	26	13.4	16.8				
300	326	±2.6	414	363	±2	332.0	±1.4	444	70	105	12.5	27	16.7	21.0				
350	378	±2.7	471	416		384.1		501	72	108	13.0	28	21.6	27.3				
400	429	±2.8	524	468	±2	435.3	±1.5	554	75	110	13.0	28	26.2	32.8				
450	480	±2.9	578	520		486.4		608	79	113	13.5	29	31.8	39.3				
500	532	±3.0	633	573	±2	538.5	±1.5	663	82	115	14.0	30	38.4	47.1				
600	635	±3.2	743	678		641.8		773	90	120	15.0	32	54.5	65.1				
700	738	±3.4	862	783	±2	745.0	±1.6	892	97	125	16.0	34	73.5	84.9				
800	842	±3.6	957	889		849.3		991	105	130	17.0	36	85.4	97.0				
900	945	±3.8	1061	995	±2	952.5	±1.7	1095	112	135	18.0	38	101.5	113.4				
1000	1048	±4.0	1169	1100		1055.8		1203	120	140	19.0	40	122.6	134.2				
1100	1144	±4.2	1269	1198	±2.5	1152.0	±1.8	1303	127	145	20.0	42	139.4	150.8				
1200	1255	±4.4	1384	1311		1263.3		1418	135	150	21.0	44	168.4	178.8				

※ 비교 소켓 길이(P)의 허용차는 관 호칭 600mm 이하는 -5mm, 관호칭 700mm 이상은 -10mm로 하고 +는 제한하지 않는다.

단위: 치수mm, 무게kg

호칭 지름 (DN)	d_1	허용 차	d_2	허용 차	d_3	허용 차	d_4	허용 차	H	t	볼트구멍		무게 (약)	무게 허용차
											수	지름		
80	103.4	±1.3	127	+1.0 -2.0	204	±2.0	188	±2.0	75	8	3	30	4.2	-8%
100	123.5		225		209		75		8	3	30	4.9	-8%	
125	149.6		252		236		75		8	3	30	6.1	-8%	
150	175.6	±1.4	200	±2.0	280	±2.0	264	±2.0	75	8	4	30	7.0	-8%
200	227.8		252		318		75		8	5	30	8.8	-8%	
250	279.9	±1.4	305	±2.0	390	±2.0	374	±2.0	75	8	6	30	12.5	-8%
300	332.0		359		444		75		8	6	30	14.1	-8%	
350	384.1	±1.5	412	±2.0	501	±2.0	491	±2.5	77	8	8	30	15.3	-8%
400	435.3		464		554		79		8	10	30	16.1	-8%	
450	486.4	±1.6	516	±2.0	608	±2.0	598	±2.5	81	8	10	30	18.3	-8%
500	538.5		569		663		83		9	12	30	20.0	-6%	
600	641.8	±1.6	674	+1.0 -3.0	773	±2.0	763	±2.5	86	9	14	30	26.5	-6%
700	745.0		779		892		90		9	16	30	37.5	-6%	
800	849.3	±1.7	885	±2.0	991	±2.0	977	±3.0	94	10	20	34	41.0	-6%
900	952.5		990		1095		99		10	20	34	50.0	-6%	
1000	1055.8	±1.8	1095	±2.0	1203	±2.0	1189	±3.0	102	10	22	34	60.0	-6%
1100	1152.0		1193		1303		105		10	22	34	72.5	-6%	
1200	1263.3	±2.0	1306	±2.0	1418	±2.0	1404	±2.0	110	10	22	34	77.0	-6%

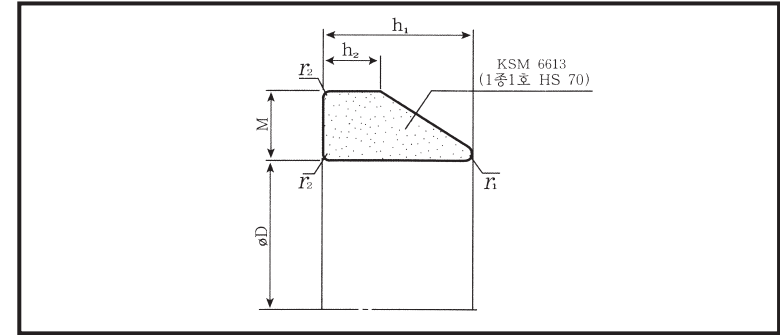
3) KP 메커니컬 조인트용 볼트·너트



단위: 치수mm

호칭지름 (DN)	B	C	E	F	G	H
80	24	85	50	20	24	41
100	24	85	50	20	24	41
125	24	85	50	20	24	41
150	24	85	50	20	24	41
200	24	85	50	20	24	41
250	24	85	50	20	24	41
300	24	85	50	20	24	41
350	24	105	65	20	24	41
400	24	105	65	20	24	41
450	24	105	65	20	24	41
500	24	105	65	20	24	41
600	24	105	65	20	24	41
700	24	105	65	20	24	41
800	27	125	75	22	27	46
900	27	125	75	22	27	46
1000	27	125	75	22	27	46
1100	27	125	75	22	27	46
1200	27	125	75	22	27	46

4) KP 메커니컬 조인트용 고무링

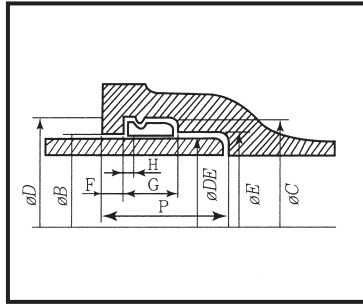


단위: 치수mm

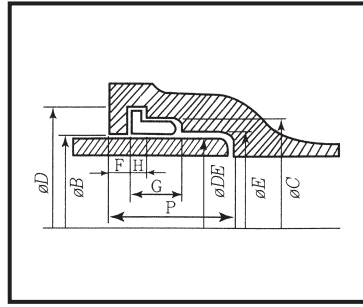
호칭지름 (DN)	D	M	h ₁	h ₂	r ₁	r ₂
80	97	14.0	31.0	12.0	1.7	2.0
100	117	14.0	31.0	12.2	1.7	2.0
125	143	14.0	32.0	12.2	1.9	2.0
150	169	14.5	32.0	12.2	2.1	2.0
200	220	15.0	32.0	13.0	2.3	2.0
250	272	15.5	33.0	13.0	2.5	2.0
300	323	16.0	33.5	13.3	2.7	2.0
350	375	16.5	34.0	13.3	2.9	2.0
400	425	17.0	34.0	13.6	3.1	2.0
450	476	17.5	34.0	14.1	3.3	2.0
500	527	18.0	36.0	14.4	3.5	2.0
600	629	19.0	38.0	15.2	3.7	2.0
700	731	20.0	40.0	16.0	3.9	2.0
800	834	21.0	42.0	16.8	4.1	2.0
900	936	22.0	44.0	17.6	4.3	2.0
1000	1038	23.0	46.0	18.4	4.5	2.5
1100	1133	25.5	48.0	19.2	4.7	2.5
1200	1242	26.5	53.0	20.0	5.0	2.5

* 비고 고무링 안지름은 관 바깥지름 및 소켓 안지름에 지장이 없는 한, M을 크게 할 수 있으며, 조인트 후 누수가 생겨서는 안된다.

5) 타이튼 조인트관의 소켓



Ø600 이하



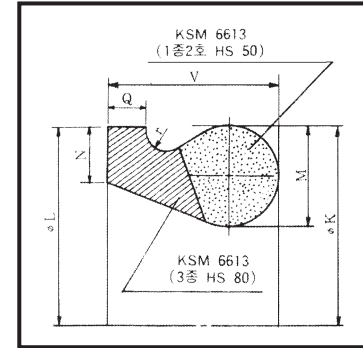
Ø700 이상

단위: 치수mm, 무게kg

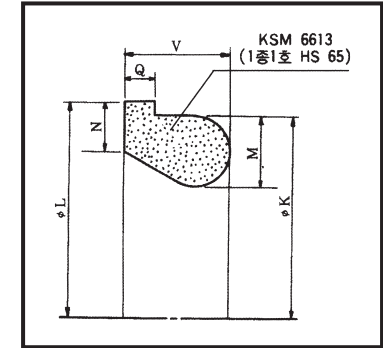
호칭 지름 (DN)	DE	B	C	D	E	F	G	H	P	소켓 무게 (약)
80	98	100.5	119.1	123.0	103.5	12	40	6	84	5.2
100	118	120.5	139.0	143.0	123.4	12	40	6	88	6.7
125	144	146.5	164.8	169.0	149.4	12	40	6	91	8.6
150	170	172.5	190.7	195.0	175.3	12	40	6	94	10.7
200	222	224.5	245.2	250.0	227.8	15	45	7	100	14.9
250	274	276.5	296.9	301.5	279.7	15	47	7	105	21.0
300	326	328.5	351.7	356.5	332.1	17	50	8.5	110	26.5
350	378	380.5	403.4	408.0	383.8	17	50	8.5	110	32.6
400	429	431.5	457.2	462.0	435.8	19	55	9.5	110	37.2
450	480	482.5	507.9	513.0	486.7	19	55	9.5	120	49.3
500	532	534.5	562.6	568.0	539.4	21	60	11	120	55.1
600	635	637.5	668.0	673.4	642.6	21	65	12	120	71.2
700	738	742	777	795	751	17	74	16	155	70.0
800	842	846	881	899	855	17	74	16	160	85.7
900	945	949	984	1002	958	17	74	16	175	107.6
1000	1048	1052	1091	1111	1061	19	84	16	185	137.8
1100	1144	1148	1187	1207	1157	19	84	16	200	163.2
1200	1255	1259	1298	1318	1268	19	84	16	215	197.3

※ 현재 생산 가능 규격은 80mm~1200mm입니다.

6) 타이튼 조인트용 고무링



Ø600 이하



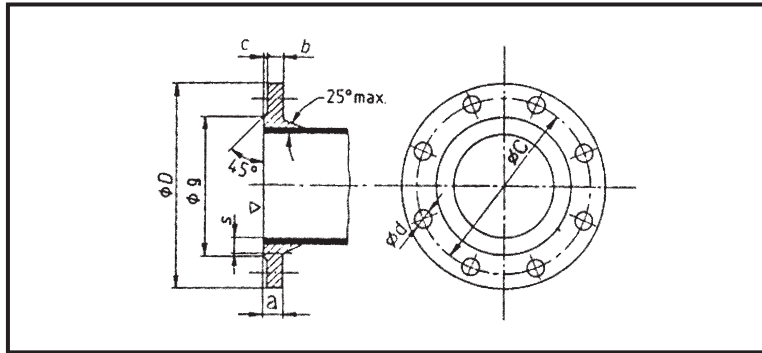
Ø700 이상

단위: 치수mm

호칭지름 (DN)	K	L	M	N	Q	V
80	124	126	16	10	5	26
100	144	146	16	10	5	26
125	171	173	16	10	5	26
150	198	200	16	10	5	26
200	254	256	18	11	6	30
250	308	310	18	11	6	32
300	364	366	20	12	7	34
350	418	420	20	12	7	34
400	473	475	22	13	8	38
450	526	528	22	13	8	38
500	581	583	24	14	9	42
600	690	692	26	15	10	46
700	800	814	31.5	24	15	50
800	907	921	31.5	24	15	50
900	1013	1027	31.5	24	15	50
1000	1130	1146	35	27	15	57
1100	1229	1245	35	27	15	57
1200	1340	1356	35	27	15	57

※ 비고 고무링 안지름은 관 바깥지름 및 소켓 안지름에 지장이 없는 한, M을 크게 할 수 있으며, 조인트 후 누수가 생겨서는 안된다.

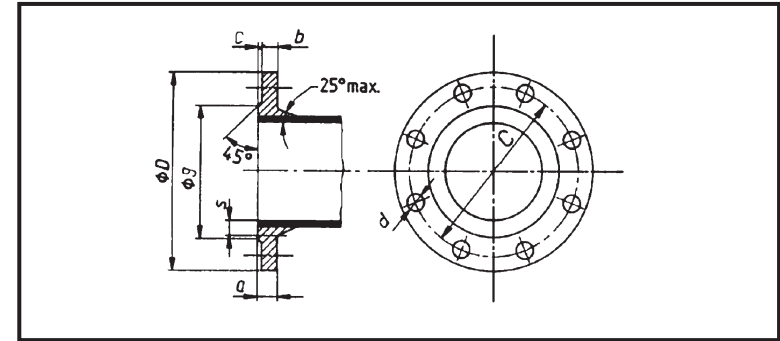
7) PN10 플랜지



단위: 치수mm, 무게kg

호칭 치름 (DN)	D	C	g	a	b	c	s	볼트구멍		무게	볼트
								수	d		
80	200	160	133	19.0	16.0	3	15.0	4	19	3.0	M16
100	220	180	153	19.0	16.0	3	15.0	8	19	3.3	M16
125	250	210	183	19.0	16.0	3	15.0	8	19	4.0	M16
150	285	240	209	19.0	16.0	3	15.0	8	23	4.9	M20
200	340	295	264	20.0	17.0	3	16.0	8	23	6.8	M20
250	400	350	319	22.0	19.0	3	17.5	12	23	9.6	M20
300	455	400	367	24.5	20.5	4	19.5	12	23	12.8	M20
350	505	460	427	24.5	20.5	4	19.5	16	23	14.1	M20
400	565	515	477	24.5	20.5	4	19.5	16	28	16.3	M24
450	615	565	527	25.5	21.5	4	20.5	20	28	18.1	M24
500	670	620	582	26.5	22.5	4	21.0	20	28	21.8	M24
600	780	725	682	30.0	25.0	5	23.0	20	31	30.8	M27
700	895	840	797	32.5	27.5	5	24.0	24	31	40.5	M27
800	1015	950	904	35.0	30.0	5	24.5	24	34	54.8	M30
900	1115	1050	1004	37.5	32.5	5	26.5	28	34	64.3	M30
1000	1230	1160	1111	40.0	35.0	5	28.0	28	37	81.4	M33
1100	1340	1270	1218	42.5	37.5	5	30.0	32	37	105.0	M33
1200	1455	1380	1328	45.0	40.0	5	31.5	32	40	120.9	M36

8) PN16 플랜지



단위: 치수mm, 무게kg

호칭 치름 (DN)	D	C	g	a	b	c	s	볼트구멍		무게	볼트
								수	d		
80	200	160	132	19.0	16.0	3	15.0	8	9	3.0	M16
100	220	180	156	19.0	16.0	3	15.0	8	19	3.3	M16
125	250	210	184	19.0	16.0	3	15.0	8	19	4.0	M16
150	285	240	211	19.0	16.0	3	15.0	8	23	4.9	M20
200	340	295	266	20.0	17.0	3	16.0	12	23	6.6	M20
250	400	355	319	22.0	19.0	3	17.5	12	28	9.2	M24
300	455	410	370	24.5	20.5	4	19.5	12	28	12.4	M24
350	520	470	429	26.5	22.5	4	21.0	16	28	17.2	M24
400	580	525	480	28.0	24.0	4	22.5	16	31	21.9	M27
450	640	585	548	30.0	26.0	4	24.0	20	31	26.7	M27
500	715	650	609	31.5	27.5	4	25.0	20	34	37.0	M30
600	840	770	720	36.0	31.0	5	29.0	20	37	57.3	M33
700	910	840	794	39.5	34.5	5	27.5	24	37	55.6	M33
800	1025	950	901	43.0	38.0	5	30.0	24	40	74.0	M36
900	1125	1050	1001	46.5	41.5	5	32.5	28	40	88.2	M36
1000	1255	1170	1112	50.0	45.0	5	35.0	28	43	122.9	M39
1100	1355	1270	1218	53.5	48.5	5	37.5	32	43	141.0	M39
1200	1485	1390	1328	57.0	52.0	5	40.0	32	49	185.2	M45

※ 1) PN16 플랜지 규격을 적용하는 이형관류에 대해서는 모두 주문제작 가능하며, 무게는 기존 PN10 플랜지 규격과의 차이를 가감하여 적용.

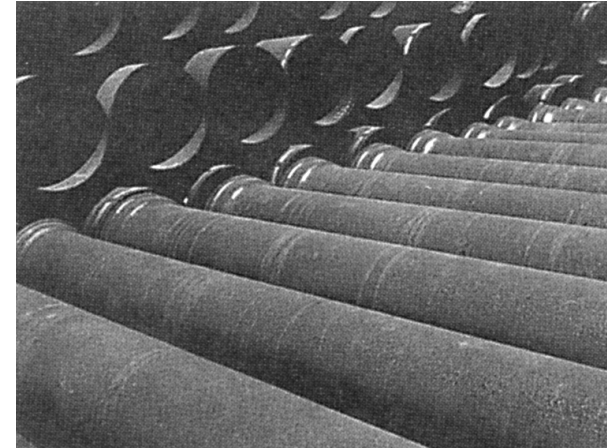
9) 단관계산 중량표

구경(mm)	직관1M당(kg)		KP소켓(kg)	플랜지(kg)	타이튼소켓(kg)
	주물단관	용접단관			
80	14.1	13.5	4.0	3.0	5.2
100	17.7	16.4	4.8	3.3	6.7
125	22.7	21.0	5.9	4.0	8.6
150	28.0	25.3	7.4	4.9	10.7
200	39.7	33.8	9.9	6.8	14.9
250	52.8	44.3	13.4	9.6	21.0
300	67.3	56.3	16.7	12.8	26.5
350	83.1	69.6	21.6	14.1	32.6
400	100.0	83.7	26.2	16.3	37.2
450	118.0	98.5	31.8	18.1	49.3
500	138.2	115.6	38.4	21.8	55.1
600	181.3	152.0	54.5	30.8	71.2
700	230.8	193.0	73.5	40.5	70.0
800	285.5	238.7	85.4	54.8	85.7
900	345.4	288.7	101.5	64.3	107.6
1,000	410.6	343.2	122.6	81.4	137.8
1,100	478.1	399.5	139.4	105.0	163.2
1,200	557.5	465.9	168.4	120.9	197.3

※ 단관 계산예시(중량계산)
 1. 2F단관 200mm×1.5m : (33.8×1.5)+(6.8×2) = 64.3kg
 2. KP단관 200mm×1.5m : (33.8×1.5)+(9.9×1) = 60.6kg
 3. 1F단관 200mm×1.5m : (33.8×1.5)+(6.8×1) = 57.5kg
 4. 무수단관 200mm×1.5m : (33.8×1.5) = 50.7kg

※ 1. 상기 1M당 중량은 K10(2중관)을 기준으로 하여 계산된 것임.
 2. 플랜지는 PN10을 기준으로 계산된 것임.

IV. 덕타일 주철관



1. 덕타일 주철관 57
 2. 하수도용 덕타일 주철관 65

한국산업표준
 Ⓚ 덕타일 주철관
 Ductile iron pipes

KS
 D 4311 2015

1. 적용 범위

이 표준은 지중(땅속) 또는 지상에 배관하여 압력 또는 무압력 상태에서 물의 수송 등에 사용하는 덕타일 주철관(이하 관이라 한다)에 대하여 규정한다.

비고) 물의 수송이란 상수도, 공업용수도, 농업용수도, 하수도를 말한다.

2. 인용 표준

다음의 인용표준은 이 표준의 적용을 위해 필수적이다. 발행연도가 표기된 인용표준은 인용된 판만을 적용한다. 발행연도가 표기되지 않은 인용표준은 최신판(모든 추록을 포함)을 적용한다.

- KS B 0802 금속 재료 인장 시험방법
- KS B 0805 금속 재료의 브리넬 경도 시험 방법
- KS B 0806 금속 재료의 로크웰 경도 시험 방법
- KS D 4308 덕타일 주철 이형관
- KS D 4316 덕타일 주철관의 모르타르 라이닝
- KS D 4317 덕타일 주철관 내면 에폭시 수지 분체 도장
- KS M 6613 수도용 고무
- SPS - KFCA-D4302-5016 구상 흑연 주철품

3. 종류

관은 두께에 따라서 1종관, 2종관, 3종관, 4종관의 4종류로 구분하고, 이음 방법은 메커니컬 조인트, KP 메커니컬 조인트, 타이튼 조인트(Tyton Joint)를 각각 사용한다. 또한 내면 처리 방법에는 모르타르 라이닝 또는 에폭시 수지 분체 도장을 적용하여야 한다.

다만, 주문자·제조사 사이의 협의에 따라 이 표준 이외의 이음 방법 및 내면 처리 방법을 사용할 수 있다.

4. 제조 방법

- 4.1 관은 덕타일 주철용에 적합한 양질의 원료를 용해하고, 주방(鑄放)상태에서 흑연을 구상화시키는 적당한 처리를 한 다음, 이를 원심력을 이용하여 주조하여야 한다.
- 4.2 관은 주형에서 꺼낸 후 규정된 기계적 성질을 갖도록, 필요하다면 적당한 방법으로 열처리를 하여야 한다.
- 4.3 조인트용 압륜(이하 압륜이라 한다)은 구상 흑연 주철품이어야 한다.
- 4.4 조인트용 볼트·너트(이하 볼트·너트라 한다)는 SPS-KFCA-D4302-5016의 FCD 400 또는 FCD450 사형 주철품이어야 한다.
- 4.5 조인트용 고무링(이하 고무링이라 한다)은 최상품의 가황 고무로 제조한 것이어야 한다.
- 4.6 관은 인체에 해롭지 않은 도료로 도장하여야 한다. 또한 관 내면에 시멘트 모르타르 라이닝을 할 경우에는 KS D 4316에 따르고, 에폭시 수지 분체 도장을 할 경우에는 KS D 4317에 따른다.

5. 품질

- 5.1 관은 실용적으로 직관부는 곧으며, 안둘레·바깥 둘레는 동심원이고, 그 양 끝은 관축에 대하여 직각이어야 한다.
- 5.2 관의 안·바깥면은 매끈하여야 하며, 흠이나 그 밖의 해로운 결함이 없고 조직이 균일하며, 가공하기 쉬운 것이어야 한다. 가벼운 흠은 주문자·제조사 사이의 협의에 따라 용접 등 적당한 방법으로 보수할 수 있다.
- 5.3 관의 인장 강도 및 연신율은 7.1에 따라 시험하여 표 1의 값에 따른다.

표 1

시험 항목	인장 강도 N/mm ²	연신율 (%)
호칭 지름(mm)	420 이상	10 이상
80~1000		
1100~2600		

- 5.4 관의 경도는 7.2의 경도 시험을 하였을 때 230 HB 이하 이어야 한다.
- 5.5 수압 시험은 관의 호칭 지름에 따라 통상 도장 전의 관에 대하여 하고, 표 2의 수압을 10초 이상 유지하였을 때 이것에 견디며, 누수나 그 밖의 결함이 없어야 한다.

표 2

호칭 지름 (mm)	시험 수압 MPa			
	1종관	2종관	3종관	4종관
300 이하	7	6	5	-
350~600	6	5	4	3.2
700~1000	5	4	3.2	2.5
1100~2000	4	3.2	2.5	1.8
2200~2600	3.2	2.5	1.8	1.1

- 5.6 압륜의 기계적 성질은 표 3에 따른다.

표 3

인장 강도 N/mm ²	연신율 %
420 이상	10 이상

- 5.7 볼트·너트는 다음에 따른다.

- a) 볼트·너트는 조립한 상태로서 볼트의 머리와 너트를 적당한 방법으로 인장했을 때 표 4의 하중에 견디고 영구 변형되지 않아야 하며, 또한 나사부에도 이상이 없어야 한다.

표 4

볼트의 호칭	시험 하중 kN
M 16	38
M20	60
M24	86
M27	113
M30	138

- 5.8 고무링은 다음에 따른다.

- a) 고무링은 모양이 고르고 표면이 매끈하며 혹, 블로 홀(blowhole), 흠 등의 해로운 결함이 없어야 한다.

- b) 고무링은 물에 해로운 맛과 냄새가 나거나 용해되는 위생상 해로운 물질을 함유해서는 안 된다.
- c) 고무링의 물리적 성질은 KS M 6613에 따른다.
- 5.9 도장 후 관은 7.6에 따라 시험하였을 때 이상이 없어야 하며, 또한 내면인 경우의 용출 시험은 KS D 4316, KS D 4317에 적합하여야 한다.
- 5.10 관의 흑연 구상화율은 80% 이상이어야 한다.

6. 모양, 치수, 무게 및 허용차

- 6.1 메커니컬 조인트관, KP 메커니컬 조인트관, 타이튼 조인트관의 소켓 및 직관에 대한 모양, 치수 및 무게는 부표 메커니컬 조인트관의 소켓, 메커니컬 조인트 1~4종관, KP메커니컬 조인트관의 소켓, KP메커니컬 조인트 1~4종관, 타이튼 조인트관의 소켓, 타이튼 조인트 1~4종관 치수표에 따른다.
- 6.2 관 두께의 (-)허용차는 $(1.3+0.001DN)mm$ 로 한다.
(+)허용차는 바깥지름의 치수에 영향이 없는 한 제한하지 않는다.
- 6.3 관의 유효 길이의 허용차는 $\pm 30mm$ 로 한다. 7.1 a)에 규정한 시험편을 채취한 것에 대하여는 제한하지 않는다.
- 6.4 제조자는 관의 표준 길이에 따라 표 5와 같은 절관의 길이를 주문량의 10%까지 공급할 수 있다.

표 5

구분	절관의 길이(m)
4m	3.5 3.0
5m	4.5 4.0 3.5 3.0
6m	5.5 5.0 4.5 4.0

- 6.5 관 무게의 허용차는 표 6에 따른다.

표 6

구분	허용차 (%)
200mm 이하	-8
200mm 초과	-5

비고) +는 규정하지 않는다.

- 6.6 메커니컬 조인트용 압륜의 모양, 치수 및 무게는 특별한 지정이 없는 한 메커니컬 조인트용 압륜 치수표에 따른다.
- 6.7 KP 메커니컬 조인트용 압륜의 모양, 치수 및 무게는 특별한 지정이 없는 한 KP메커니컬 조인트용 압륜 치수표에 따른다.
- 6.8 메커니컬 조인트용 볼트·너트의 모양, 치수 및 무게는 특별한 지정이 없는 한 메커니컬 조인트용 볼트·너트 치수표에 따른다.
- 6.9 KP 메커니컬 조인트용 볼트·너트의 모양, 치수 및 무게는 특별한 지정이 없는 한 KP메커니컬 조인트용 볼트·너트 치수표에 따른다.
- 6.10 메커니컬 조인트용 및 KP 메커니컬 조인트용 고무링의 모양 및 치수는 메커니컬 조인트용 고무링 및 KP메커니컬 조인트용 고무링 치수표에 따른다.
- 6.11 타이튼 조인트용 고무링의 모양 및 치수는 타이튼 조인트용 고무링 치수표에 따른다.
- 6.12 이 규격 이외의 이음 방법에 대한 모양, 치수 및 무게는 인수·인도 당사자 사이의 협정에 따른다. 이 경우 직관에 대한 모양 및 치수는 메커니컬조인트 1종관~4종관, KP메커니컬 조인트 1종관~4종관, 타이튼 조인트 1종관~4종관 치수표에 따른다.

7. 시험

7.1 인장 시험

- a) 인장 시험편은 관 삽입구 쪽에서 관축에 평행하게 채취하여 표 7에 따라 지름 $\pm 10\%$ 로 가공하고, 시험 전에 지름을 정밀도 $\pm 0.01mm$ 로 측정하여 그 값을 단면적 및 인장 강도의 계산값으로 사용한다. 또한 시험편의 표점 거리는 시험편 지름의 약 5배가 되도록 한다.

표 7

단위 : mm

관 두께	시험편의 지름
6 미만	2.5
6 이상 8 미만	3.5
8 이상 12 미만	5.0
12이상	6.0

- b) 인장 시험 방법은 KS B 0802에 따른다.

7.2 경도 시험

- a) 경도 시험을 하는 경우는 인장 시험편 또는 관에서 절취한 시험편을 사용하여 적절한 크기로 가공한다.
- b) 경도 시험방법은 KS B 0805에 따른다.

7.3 수압 시험

수압 시험은 도장 전 또는 후에 관에 수압을 가하여 규정된 압력에 달하였을 때, 누수나 그 밖의 결함이 없어야 한다.

7.4 볼트·너트 인장 시험

볼트와 너트를 조립한 상태에서 볼트의 머리와 너트를 적당한 시험 장치로 인장할 때 나사 부분의 이상이나 볼트의 절단을 확인한다.

7.5 압륜 인장 시험

시험편은 SPS-KFCA-D4302-5016의 인장 시험편 채취 방법에 따르고, 시험 방법은 KS B 0802에 따른다.

7.6 도장 시험

도장면은 상온에서 3%의 식염수에 6시간 담근 후, 그 표면의 이상 유무를 조사한다.

7.7 흑연 구상화율 판정 시험

관의 흑연 구상화율 판정 시험은 현미경 등으로 흑연 구상화의 정도를 조사한다. 이 경우, 흑연 구상화율은 SPS-KFCA-D4302-5016에 따라 산출한다.

8. 검사

- 8.1 겉모양, 모양, 치수, 무게, 인장 시험, 경도 시험, 흑연 구상화율 시험, 수압 시험 및 도장 시험의 성적이 5. 및 6.의 규정에 적합하여야 한다. 다만, 주문자에 의해 시험의 일부를 생략할 수 있다.
- 8.2 겉모양, 모양 및 수압 시험은 전수 검사로 한다.
- 8.3 인장 시험의 공시관 채취 방법은 표 8에 따르고, 각 공시관에서 시험편 1개를 취하여 시험한다.

표 8

호칭 지름 mm	로트 크기(개수)
300 이하	200
350 ~ 600	100
700 ~ 1000	50
1100 ~ 2600	25

- 8.4 4. 6에 의해 제조된 관은 각 도장에 따라 KS D 4316 및 KS D 4317에 의해 시험한다.

9. 재시험

- 9.1 인장 시험시 시험편에 흠 또는 블로 홀이 발견되어, 시험 성적에 영향을 주었다고 판단될 경우에는 그 성적을 무효로 하고, 다시 예비 시험편을 이것에 대치할 수 있다.
- 9.2 시험편이 눈금 사이의 중심에서 1/4밖에서 절단되고, 그 성적이 규정에 적합하지 않을 경우에는 그 시험을 무효로 하고, 다시 예비 시험편을 이것에 대치할 수 있다.
- 9.3 인장 시험의 성적 일부가 규정에 적합하지 않고, 나머지 성적이 양호한 경우에는 그 시험편을 취한 로트에서 2개의 시험편을 취하여 재시험 할 수 있다. 이 때의 성적은 전부 규정에 합격하여야 한다.

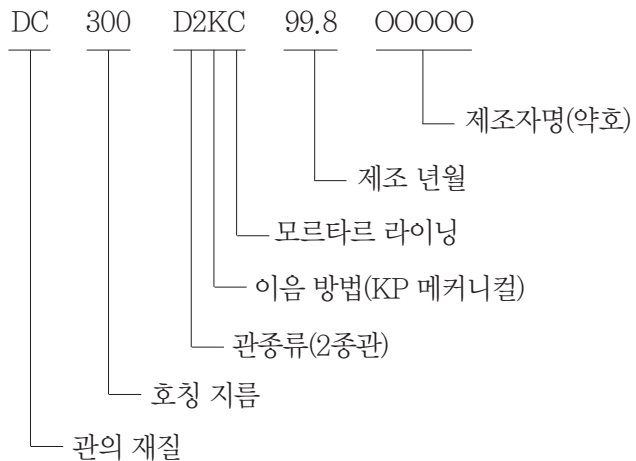
10. 표 시

검사에 합격한 관에는 관 외면의 보기 쉬운 곳에 적당한 방법으로, 다음 사항을 표시하여야 한다.

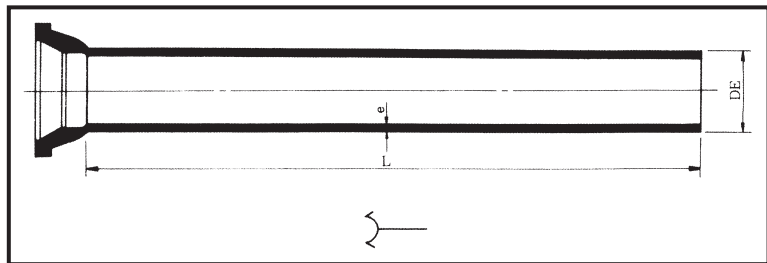
- a) 관의 재질 및 종류의 약호(1종관:D1, 2종관:D2, 3종관:D3, 4종관:D4)
- b) 이음방법의 약호(메커니컬조인트:M, KP 메커니컬조인트:K, 타이튼조인트:T)
- c) 호칭지름
- d) 제조 년 월
- e) 제조자 명 또는 그 약호
- f) 내면 처리 방법의 약호(내면 모르타르 라이닝의 경우 : C, 내면 에폭시 수지 분체 도장의 경우 : E)

g) 원산지의 국명표기(한글 또는 영문)

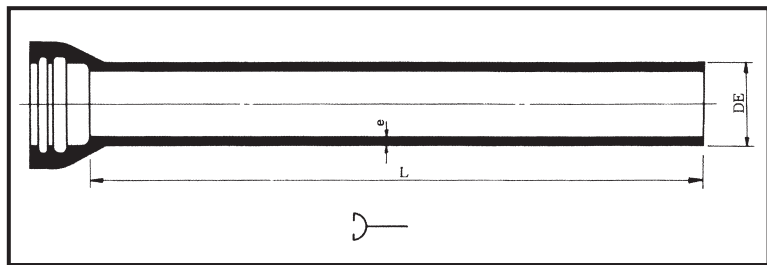
표시 예) 한국산 또는 Made in Korea / 중국산 또는 Made in China
 보기) KP메커니컬 조인트 덕타일 주철관 300mm 2종관 내면 시멘트
 모르타르 라이닝을 한 경우



KP 메커니컬 조인트



타이트 조인트



한국산업표준

하수도용 덕타일 주철관



KS

D 4323 2014

Ductile iron pipes for sewage applications

1. 적용범위

이 표준은 가정의 생활폐수 및 산업폐수, 지표수, 우수 등을 운송하는 배수 및 하수 배관용으로 압력 또는 무압력 상태에서 사용하는 덕타일 주철관(이하 관이라 한다.)에 대하여 규정한다.

2. 인용표준

다음의 인용표준은 이 표준의 적용을 위해 필수적이다. 발행연도가 표기된 인용표준은 인용된 판만을 적용한다. 발행연도가 표기되지 않은 인용표준은 최신판(모든 추록을 포함)을 적용한다.

- KS B 0801 금속 재료 인장 시험편
- KS B 0802 금속 재료 인장 시험방법
- KS B 0805 금속 재료의 브리넬 경도 시험방법
- KS B ISO 7005-2:2008 금속제 플랜지-제2부 : 주철제 플랜지
- KS D 4308 덕타일 주철 이형관
- KS D 4311 덕타일 주철관
- KS D 4316 덕타일 주철관의 모르타르 라이닝
- KS D 4317 덕타일 주철관 내면 에폭시 수지 분체 도장
- KS M 6613 수도용 고무
- KS M ISO 4633 : 2003 고무 썰 - 급수, 배수 및 하수 배관용 조인트 링 - 재료 요구사항
- ISO 2531:1998 Ductile iron pipes, fittings and accessories for pressure pipeline
- ISO 4179 : 2005 Ductile iron pipes and fittings for pressure and non - pressure pipeline - Cement mortar lining
- ISO 6506 : 2005(all part) Metallic materials - Brinell

hardness test

ISO 7186 : 2011 Ductileiron products for sewerage applications

ISO 7483 : 1991 Dimentions of gaskets for use with flanges to ISO 7005

SPS-KFCA-D4302-5016 구상 흑연 주철품

SPS-KOSA0205-ISO8179-1-5270 덕타일 주철관 - 외부 아연 코팅 - 제1부 : 금속 아연과 마무리 층

SPS-KOSA0206-ISO8179-2-5271 덕타일 주철관 - 외부아연 코팅 - 제2부 : 아연 도료와 마무리 층

SPS-KOSA0207-ISO8180-5272 덕타일 주철관 - 폴리에틸렌 슬리빙

3. 용어와 정의

이 표준의 목적을 위하여 다음의 용어와 정의를 적용한다.

3.1 덕타일 주철

관에 사용되는 주철의 종류로 흑연이 실질상 구상으로 존재하고 있는 것.

3.2 직관

양끝으로 수구, 삽구를 갖고 원심 주조한 관상의 주조된 관으로 이형관은 제외한다.

3.3 이형관

KS D 4311에서 규정한 원심력 주조의 관(이하 직관이라 한다.) 이외의 주조품으로 관로의 변위, 방향 및 지름을 변화시키는 것 등.

3.4 부속품

직관 및 이형관의 접합에 사용되는 부품류

3.5 플랜지

원주 방향으로 볼트 구멍을 가지고 있고, 관의 축과 직각을 이루고 있으며, 면이 평평한 것.

3.6 이음관

직관 또는 이형관의 삽구를 함께 결합하는 데 이용되는 것.

3.7 삽구

인접한 직관 또는 이형관과 접합하기 위하여 삽입한 축의 끝 부.

3.8 수구

인접한 직관 또는 이형관과 접합하기 위하여 삽구가 삽입되는 축의 끝 부.

3.9 고무링

조인트 수밀유지 구성요소

3.10 조인트

수밀에 영향을 주는 고무링과 직관, 이형관을 연결하는 것.

3.11 타이튼 조인트

삽구에서 수구로 넣을 때 고무링을 통해 삽구를 밀어 넣음으로써 결합되는 조인트

3.12 KP메커니컬 조인트

삽구에서 수구로 넣어 고무링, 압륜, 볼트 및 너트로 결합되는 조인트

4. 종류

직관은 두께에 따라서 1종관, 2종관, 3종관의 3종류로 구분하고, 이음 방법은 KP메커니컬 조인트, 타이튼 조인트(tyton joint)를 각각 사용한다. 또한 내면 처리 방법에는 에폭시, 시멘트 모르타르를, 외면 처리 방법에는 역청질 도료, 폴리에틸렌슬리브, 금속아연과 마무리층, 에폭시 도장을 각각 적용할 수 있다. 주문자와 제조자 사이의 협정에 따라 이 규격 이외의 이음방법 및 내·외면 처리방법을 사용할 수 있다.

이형관의 종류는 **KS D 4308**에 따른다.

5. 제조방법

- 관은 덕타일 주철용에 적합한 양질의 원료를 사용하고, 주방 상태에서 흑연을 구상화시키는 적당한 처리를 한 다음 이를 원심력을 이용하여 주조하여야 한다.
- 관은 주형에서 꺼낸 후 규정된 기계적 성질을 갖도록 필요하다면 적당한 방법으로 열처리를 하여야 한다.
- 이형관 및 부속품의 제조방법은 **KS D 4308**에 따른다.

6. 품질

- 관은 실용적으로 직관부는 곧으며, 안둘레, 바깥둘레는 동심원이고, 그 양끝은 관 축에 대하여 직각이어야 한다.
- 관의 안·바깥면은 매끈하여야 하며, 흠이나 그 밖의 해로운 결함이 없고 조직이 균일하며, 가공하기 쉬운 것이어야 한다. 가벼운 흠은 주문자와 제조자 사이의 협의에 따라 용접 등 적당한 방법으로 보수할 수 있다.
- 조인트용 고무링(이하 고무링이라 한다.)의 품질은 **KS M 6613**에 적합하여야 한다.
- 이형관 및 부속품의 품질은 **KS D 4308**에 적합하여야 한다.

7. 기계적 성질

7.1 인장 강도 및 연신율

직관의 인장 강도 및 연신율은 **11.1**에 따라 시험하여 표 1의 값 이상이어야 한다. 다만, 이형관은 **KS D 4308**에 따른다.

표 1 - 인장 강도 및 연신율

호칭 지름 mm	인장 강도 N/mm ²	연신율 %
80~1000	420 이상	10 이상
1100~2600		7 이상
비고 주문자와 제조자 사이의 협의에 따라 0.2% 항복 강도를 측정할 수 있다. 이때의 항복 강도는 270N/mm ² 이상이어야 한다.		

7.2 경도

관, 이형관 및 부속품의 경도 시험방법은 **11.2**에 따라 시험을 하였을 때 **HBW 230** 이하, 이형관 및 부속품일 경우 **HBW 250** 이하 이어야 한다.

7.3 흑연 구상화율

관은 **11.7**에 따라 시험하며 이때 흑연 구상화율은 80% 이상이어야 한다.

8. 수밀성

관의 수밀성은 도장 전 **표 5**의 수압 및 유지조건에 따른다. 다만, 이형관은 **KS D 4308**에 따른다.

9. 진직도

관의 진직도는 길이의 0.125% 이하이어야 한다.

10. 관의 모양, 치수, 무게 및 허용차

10.1 KP메커니컬 조인트, 타이튼 조인트 관의 수구 및 직관에 대한 모양, 치수, 무게 및 그 허용차는 **부표 1.1**, **부표 2.1**에 따른다.

10.2 관의 두께 및 바깥지름은 **부표 1.2**, **1.3**, **1.4**, **2.2**, **2.3** 및 **부표 2.4**에 따르며, 이때의 관 두께의 허용차는 관의 경우 -허용차는 $(1.3+0.001 \text{ DN})\text{mm}$, 이형관의 경우 -허용차는 $(2.3+0.001 \text{ DN})\text{mm}$ 로 한다. +허용차는 바깥지름의 치수에 영향이 없는 한 제한하지 않는다.

10.3 플랜지 직관과 플랜지 이형관의 모양, 치수 및 그 허용차는 **KS D 4308** 및 **KS D 4311**에 따른다.

10.4 관의 표준 길이는 **표 2**에 따른다.

표 2 - 관의 표준 길이

호칭 지름 DN	표준 길이 m
DN 80~DN 600	4, 5, 5.5, 6
DN 700~DN 2600	4, 5.5, 6

10.5 유효길이 허용차는 +측 및 -측을 각각 30mm로 한다. 다만, 이형관은 KS D 4308에 따른다.

10.6 KP메커니컬 조인트, 타이튼 조인트용 고무링의 모양 및 치수는 KS D 4311에 따른다.

10.7 관 무게의 허용차는 표 3에 따른다. 다만, 이형관 및 부속품은 KS D 4308에 따른다.

표 3 - 무게 허용차

구분	허용차 %
200mm 이하	-8
200mm 초과	-5
비고 +는 규정하지 않는다.	

11. 시험

11.1 인장 시험

a) 인장 시험편은 관 삽입구 쪽에서 관 축에 평행하게 취하고 표 4에 따라 가공한다. 시험편에는 관의 원통형 부분이 포함되도록 하며, 시험편의 표점거리는 시험편 지름의 약 5배가 되도록 한다. 다만, 이형관은 KS B 0801의 4호 시험편으로 한다.

표 4 - 시험편의 치수

단위 : mm

관 두께	시험편의 지름
6 미만	2.5
6 이상 8 미만	3.5
8 이상 12 미만	5.0
12 이상	6.0

b) 인장 시험방법은 KS B 0802에 따른다.

11.2 경도 시험

경도 시험을 하는 경우 인장 시험편의 일부 및 관으로부터 채취한 시험편을 사용한다. 이때의 시험방법은 KS B 0805에 따른다.

11.3 수압 시험

일반적으로 도장 전의 관에 대하여 하고, 표 5의 시험 수압이 될

때까지 수압을 가하며 유지시간 경과 후 누수가 있는지를 전부 조사한다. 다만, 관의 외면 아연계 프라이머 도장은 시험 전에 하여도 좋다. 다만, 이형관은 KS D 4308에 따른다.

표 5 - 시험 수압 및 유지시간

호칭 지름 mm	시험 수압 MPa			유지 시간 s
	1종관	2종관	3종관	
80~300	6	5	4	10 이상
350~600	5	4	3	
700~1000	4	3.2	2	
1100~2000	3.2	2.5	1.5	
2200~2600	2.5	1.8	1.1	

11.4 볼트·너트는 다음에 따른다.

a) 볼트·너트는 조립한 상태로서 볼트의 머리와 너트를 적당한 방법으로 인장했을 때 표 6의 하중에 견디며, 영구히 변형되지 않는 것이어야 한다.

표 6 - 볼트·너트 시험 하중

볼트의 호칭	시험 하중 kN
M16	38
M20	60
M24	86
M27	113
M30	138

b) a)의 방법으로 시험하였을 경우에 나사에 이상이 없어야 한다.

11.5 압륜 인장 시험

시험편은 SPS-KFCA-D4302-5016의 인장 시험편 채취방법에 따르고 시험방법은 KS B 0802에 따른다.

11.6 도장 시험

도장면은 상온에서 3%의 식염수에서 6시간 담근 후, 그 표면의 이상 유무를 조사한다.

11.7 흑연 구상화율 판정시험

관의 흑연 구상화율 판정시험은 현미경 등으로 흑연 구상화의 정도를 조사한다. 이 경우 흑연 구상화율은 SPS-KFCA-D4302-5016에 따라 산출한다.

12. 검사

12.1 겉모양, 모양, 치수, 무게, 인장 강도, 경도 시험, 흑연 구상화율 시험, 수압 시험 및 도장 시험은 6., 7., 8., 9., 10.에 적합하여야 한다. 다만, 주문자와 제조자의 협의에 의해 시험의 일부를 생략할 수 있다.

12.2 겉모양, 모양 및 수압시험은 관 1개마다 한다.

12.3 인장 시험의 공시관 채취방법은 표 7에 따르고, 각 공시관에서 시험편 1개를 취하여 시험한다.

표 7 - 로트의 크기

호칭지름 mm	로트 크기(개수)
300이하	200
350~600	100
700~1000	50
1100~2600	25

12.4 5.에 의해 제조된 관은 내면 처리방법에 따라 KS D 4316 및 KS D 4317에 의해 시험한다.

13. 재시험

13.1 인장 시험시 시험편에 흠 또는 블로홀이 발견되어 시험성적에 영향을 주었다고 판단될 경우에는 그 성적을 무효로 하고, 다시 예비 시험을 사용하여 재시험할 수 있다.

13.2 시험편이 눈금 사이의 중심에서 1/4 밖에서 절단되고, 그 성적이 규정에 적합하지 않은 경우에는 그 시험을 무효로 하고, 다시 예비 시험을 이것에 대치할 수 있다.

13.3 인장 시험의 성적 일부가 규정에 적합하지 않고, 나머지 성적이 양호한 경우에는 그 시험편을 취한 로트에서 2개의 시험편을 취하여 재시험할 수 있다. 이때의 성적은 전부 규정에 합격하여야 한다.

14. 표시

검사에 합격한 관에는 관 바깥면의 보기 쉬운 곳에 적당한 방법으로 다음 사항을 표시하여야 한다.

- 관의 재질 및 종류의 약호
- 이음방법의 약호(KP메커니컬 조인트 : K, 타이튼 조인트 : T)
- 호칭 지름
- 제조 연월
- 제조자명 및 그 약호
- 원산지

15. 보고

제조자는 주문자의 요구가 있는 경우, 제조 번호를 기재한 시험 성적서를 제출한다.

상수 1 종관 (SPIGOT AND SOCKET PIPE, CLASS 1)

단위: 치수mm, 무게kg

호칭 지름 (DN)	직관부		KP메커니컬 조인트관 총무게						타이튼 조인트관 총무게								
	실바깥 지름 (DE)	관 두께 (e)	M무게 (약)	소켓 무게 (약)	4M		5M		6M		소켓 무게 (약)	4M		5M		6M	
					관	라이닝	관	라이닝	관	라이닝		관	라이닝	관	라이닝	관	라이닝
80	98	7.4	14.8	4.0	63	6.8	78	8.5	93	10.2	5.2	64.5	6.8	79.0	8.5	94.0	10.2
100	118	7.5	18.4	4.8	78.5	8.4	97	10.5	115	12.6	6.7	80.5	8.4	98.5	10.5	117	12.6
125	144	7.6	23.0	5.9	98	10.8	121	13.5	144	16.2	8.6	101	10.8	124	13.5	147	16.2
150	170	7.7	27.7	7.4	118	12.8	146	16.0	174	19.2	10.7	122	12.8	149	16.0	177	19.2
200	222	7.8	36.9	9.9	158	16.8	194	21.0	231	25.2	14.9	163	16.8	199	21.0	236	25.2
250	274	8.3	48.8	13.4	209	20.8	257	26.0	306	31.2	21.0	216	20.8	265	26.0	314	31.2
300	326	8.8	61.8	16.7	264	42.0	326	52.5	388	63.0	26.5	274	42.0	336	52.5	397	63.0
350	378	9.4	76.7	21.6	328	49.2	405	61.5	482	73.8	32.6	339	49.2	416	61.5	493	73.8
400	429	9.9	91.9	26.2	394	56.0	486	70.0	578	84.0	37.2	405	56.0	497	70.0	589	84.0
450	480	10.5	108.8	31.8	466	63.6	574	79.5	683	95.4	49.3	483	63.6	592	79.5	700	95.4
500	532	11.0	126.9	38.4	546	70.0	673	87.5	800	105.0	55.1	563	70.0	690	87.5	817	105.0
600	635	12.1	166.9	54.5	722	83.6	889	104.5	1056	125.4	71.2	739	83.6	906	104.5	1073	125.4
700	738	13.2	211.9	73.5	921	117.2	1133	146.5	1345	175.8	70.0	918	117.2	1130	146.5	1341	175.8
800	842	14.3	262.1	85.4	1134	133.6	1396	167.0	1658	200.4	85.7	1134	133.6	1396	167.0	1658	200.4
900	945	15.4	317.1	101.5	1370	150.4	1687	188.0	2004	225.6	107.6	1376	150.4	1693	188.0	2010	225.6
1000	1048	16.5	377.0	122.6	1631	166.8	2008	208.5	2385	250.2	137.8	1646	166.8	2023	208.5	2400	250.2
1100	1144	17.6	438.9	138.4	1895	183.2	2334	229.0	2773	274.8	163.2	1919	183.2	2358	229.0	2797	274.8
1200	1255	18.7	511.8	168.4	2216	200.0	2727	250.0	3239	300.0	197.3	2245	200.0	2756	250.0	3268	300.0

상수 2 종관 (SPIGOT AND SOCKET PIPE, CLASS 2)

단위: 치수mm, 무게kg

호칭 지름 (DN)	직관부		KP메커니컬 조인트관 총무게						타이튼 조인트관 총무게								
	실바깥 지름 (DE)	관 두께 (e)	M무게 (약)	소켓 무게 (약)	4M		5M		6M		소켓 무게 (약)	4M		5M		6M	
					관	라이닝	관	라이닝	관	라이닝		관	라이닝	관	라이닝		
80	98	6.7	13.5	4.0	58	6.8	71.5	8.5	85	10.2	5.2	59.0	6.8	72.5	8.5	86.0	10.2
100	118	6.8	16.4	4.8	70.5	8.4	87	10.5	103	12.6	6.7	72.5	8.4	88.5	10.5	105	12.6
125	144	6.9	21.0	5.9	90	10.8	111	13.5	132	16.2	8.6	82.5	10.8	114	13.5	135	16.2
150	170	7.0	25.3	7.4	109	12.8	134	16.0	159	19.2	10.7	112	12.8	137	16.0	163	19.2
200	222	7.1	33.8	9.9	145	16.8	179	21.0	213	25.2	14.9	150	16.8	184	21.0	218	25.2
250	274	7.5	44.3	13.4	191	20.8	235	26.0	279	31.2	21.0	198	20.8	243	26.0	287	31.2
300	326	8.0	56.3	16.7	242	42.0	298	52.5	355	63.0	26.5	252	42.0	308	52.5	364	63.0
350	378	8.5	69.6	21.6	300	49.2	370	61.5	439	73.8	32.6	311	49.2	381	61.5	450	73.8
400	429	9.0	83.7	26.2	361	56.0	445	70.0	528	84.0	37.2	372	56.0	456	70.0	539	84.0
450	480	9.5	98.5	31.8	426	63.6	524	79.5	623	95.4	49.3	443	63.6	542	79.5	640	95.4
500	532	10.0	115.6	38.4	501	70.0	616	87.5	732	105.0	55.1	518	70.0	633	87.5	749	105.0
600	635	11.0	152.0	54.5	663	83.6	815	104.5	967	125.4	71.2	679	83.6	831	104.5	983	125.4
700	738	12.0	193.0	73.5	846	117.2	1039	146.5	1232	175.8	70.0	842	117.2	1035	146.5	1228	175.8
800	842	13.0	238.7	85.4	1040	133.6	1279	167.0	1518	200.4	85.7	1041	133.6	1279	167.0	1518	200.4
900	945	14.0	288.7	101.5	1256	150.4	1545	188.0	1834	225.6	107.6	1262	150.4	1551	188.0	1840	225.6
1000	1048	15.0	343.2	122.6	1495	166.8	1839	208.5	2182	250.2	137.8	1511	166.8	1854	208.5	2197	250.2
1100	1144	16.0	399.5	138.4	1737	183.2	2137	229.0	2536	274.8	163.2	1761	183.2	2161	229.0	2560	274.8
1200	1255	17.0	465.9	168.4	2032	200.0	2498	250.0	2964	300.0	197.3	2061	200.0	2527	250.0	2983	300.0

상수 3 종 관 (SPIGOT AND SOCKET PIPE, CLASS 3)

단위: 치수mm, 무게kg

호칭 지름 (DN)	직관부		KP메커니컬 조인트관 총무게						타이튼 조인트관 총무게							
	심배깅 지름 (DE)	관 두께 (e)	M부께 (약)	4M		5M		6M		스켓 무게 (약)	4M		5M		6M	
				관	라이닝	관	라이닝	관	라이닝		관	라이닝	관	라이닝	관	라이닝
80	98	6.0	12.2	4.0	53.0	6.8	65.0	8.5	77.0	10.2	54.0	6.8	66.0	8.5	78.5	10.2
100	118	6.1	15.1	4.8	65.0	8.4	80.5	10.5	95.5	12.6	67.0	8.4	82.0	10.5	97.5	12.6
125	144	6.2	18.9	5.9	81.5	10.8	100	13.5	119	16.2	84.0	10.8	103	13.5	122	16.2
150	170	6.3	22.8	7.4	98.5	12.8	121	16.0	144	19.2	102	12.8	125	16.0	148	19.2
200	222	6.4	30.6	9.9	132	16.8	163	21.0	194	25.2	137	16.8	168	21.0	199	25.2
250	274	6.8	40.2	13.4	174	20.8	214	26.0	255	31.2	182	20.8	222	26.0	262	31.2
300	326	7.2	50.8	16.7	220	42.0	271	52.5	322	63.0	230	42.0	281	52.5	331	63.0
350	378	7.7	63.2	21.6	274	49.2	338	61.5	401	73.8	285	49.2	349	61.5	412	73.8
400	429	8.1	75.5	26.2	328	56.0	404	70.0	479	84.0	339	56.0	415	70.0	490	84.0
450	480	8.6	89.8	31.8	391	63.6	481	79.5	571	95.4	409	63.6	498	79.5	588	95.4
500	532	9.0	104.3	38.4	456	70.0	550	87.5	664	105.0	472	70.0	577	87.5	681	105.0
600	635	9.9	137.1	54.5	603	83.6	740	104.5	877	125.4	620	83.6	757	104.5	894	125.4
700	738	10.8	173.9	73.5	769	117.2	943	146.5	1117	175.8	766	117.2	940	146.5	1113	175.8
800	842	11.7	215.2	85.4	946	133.6	1161	167.0	1377	200.4	947	133.6	1162	167.0	1377	200.4
900	945	12.6	260.2	101.5	1142	150.4	1403	188.0	1663	225.6	1148	150.4	1409	188.0	1669	225.6
1000	1048	13.5	309.3	122.6	1360	166.8	1669	208.5	1978	250.2	1375	166.8	1684	208.5	1994	250.2
1100	1144	14.4	360.1	138.4	1580	183.2	1940	229.0	2300	274.8	1604	183.2	1964	229.0	2324	274.8
1200	1255	15.3	420.1	168.4	1849	200.0	2289	250.0	2689	300.0	1878	200.0	2298	250.0	2718	300.0

상수 4 종 관 (SPIGOT AND SOCKET PIPE, CLASS 4)

단위: 치수mm, 무게kg

호칭 지름 (DN)	직관부		KP메커니컬 조인트관 총무게						타이튼 조인트관 총무게							
	심배깅 지름 (DE)	관 두께 (e)	M부께 (약)	4M		5M		6M		스켓 무게 (약)	4M		5M		6M	
				관	라이닝	관	라이닝	관	라이닝		관	라이닝	관	라이닝		
600	635	8.8	122.0	54.5	543	83.6	665	104.5	787	125.4	559	83.6	681	104.5	803	125.4
700	738	9.6	154.9	73.5	693	117.2	848	146.5	1003	175.8	690	117.2	845	146.5	999	175.8
800	842	10.4	191.6	85.4	852	133.6	1043	167.0	1235	200.4	852	133.6	1043	167.0	1235	200.4
900	945	11.2	231.6	101.5	1028	150.4	1260	188.0	1491	225.6	1034	150.4	1266	188.0	1497	225.6
1000	1048	12.0	275.3	122.6	1224	166.8	1499	208.5	1774	250.2	1239	166.8	1514	208.5	1790	250.2
1100	1144	12.8	320.7	138.4	1422	183.2	1743	229.0	2064	274.8	1446	183.2	1767	229.0	2087	274.8
1200	1255	13.6	373.9	168.4	1664	200.0	2038	250.0	2412	300.0	1693	200.0	2067	250.0	2441	300.0

하수 1 종관 (SPIGOT AND SOCKET PIPE, CLASS 1)

단위: 치수mm, 무게kg

호칭 지름 (DN)	직관부		KP메커니컬 조인트관 총무게						타이트 조인트관 총무게							
	심배깅 지름 (DE)	관 두께 (e)	M무게 (약)	4M		5M		6M		스켓 무게 (약)	4M		5M		6M	
				관	라이닝	관	라이닝	관	라이닝		관	라이닝	관	라이닝	관	라이닝
80	98	6.7	13.5	4.0	58	6.8	71.5	8.5	85	10.2	59.0	6.8	72.5	8.5	86.0	10.2
100	118	6.8	16.4	4.8	70.5	8.4	87	10.5	103	12.6	72.5	8.4	88.5	10.5	105	12.6
125	144	6.9	21.0	5.9	90	10.8	111	13.5	132	16.2	82.5	10.8	114	13.5	135	16.2
150	170	7.0	25.3	7.4	109	12.8	134	16.0	159	19.2	112	12.8	137	16.0	163	19.2
200	222	7.1	33.8	9.9	145	16.8	179	21.0	213	25.2	150	16.8	184	21.0	218	25.2
250	274	7.5	44.3	13.4	191	20.8	235	26.0	279	31.2	198	20.8	243	26.0	287	31.2
300	326	8.0	56.3	16.7	242	42.0	288	52.5	355	63.0	252	42.0	308	52.5	364	63.0
350	378	8.5	69.6	21.6	300	49.2	370	61.5	439	73.8	311	49.2	381	61.5	450	73.8
400	429	9.0	83.7	26.2	361	56.0	445	70.0	528	84.0	372	56.0	456	70.0	539	84.0
450	480	9.5	98.5	31.8	426	63.6	524	79.5	623	95.4	443	63.6	542	79.5	640	95.4
500	532	10.0	115.6	38.4	501	70.0	616	87.5	732	105.0	518	70.0	633	87.5	749	105.0
600	635	11.0	152.0	54.5	663	83.6	815	104.5	967	125.4	679	83.6	831	104.5	983	125.4
700	738	12.0	193.0	73.5	846	117.2	1039	146.5	1232	175.8	842	117.2	1035	146.5	1228	175.8
800	842	13.0	238.7	85.4	1040	133.6	1279	167.0	1518	200.4	1041	133.6	1279	167.0	1518	200.4
900	945	14.0	288.7	101.5	1256	150.4	1545	188.0	1834	225.6	1262	150.4	1551	188.0	1840	225.6
1000	1048	15.0	343.2	122.6	1495	166.8	1839	208.5	2182	250.2	1511	166.8	1854	208.5	2197	250.2
1100	1144	16.0	399.5	139.4	1737	183.2	2137	229.0	2536	274.8	1761	183.2	2161	229.0	2560	274.8
1200	1255	17.0	465.9	168.4	2032	200.0	2498	250.0	2964	300.0	2061	200.0	2527	250.0	2983	300.0

하수 2 종관 (SPIGOT AND SOCKET PIPE, CLASS 2)

단위: 치수mm, 무게kg

호칭 지름 (DN)	직관부		KP메커니컬 조인트관 총무게						타이트 조인트관 총무게							
	심배깅 지름 (DE)	관 두께 (e)	M무게 (약)	4M		5M		6M		스켓 무게 (약)	4M		5M		6M	
				관	라이닝	관	라이닝	관	라이닝		관	라이닝	관	라이닝	관	라이닝
80	98	6.0	12.2	4.0	53.0	6.8	65.0	8.5	77.0	10.2	54.0	6.8	66.0	8.5	78.5	10.2
100	118	6.1	15.1	4.8	65.0	8.4	80.5	10.5	95.5	12.6	67.0	8.4	82.0	10.5	97.5	12.6
125	144	6.2	18.9	5.9	81.5	10.8	100	13.5	119	16.2	84.0	10.8	103	13.5	122	16.2
150	170	6.3	22.8	7.4	98.5	12.8	121	16.0	144	19.2	102	12.8	125	16.0	148	19.2
200	222	6.4	30.6	9.9	132	16.8	163	21.0	194	25.2	137	16.8	168	21.0	199	25.2
250	274	6.8	40.2	13.4	174	20.8	214	26.0	255	31.2	182	20.8	222	26.0	262	31.2
300	326	7.2	50.8	16.7	220	42.0	271	52.5	322	63.0	230	42.0	281	52.5	331	63.0
350	378	7.7	63.2	21.6	274	49.2	338	61.5	401	73.8	285	49.2	349	61.5	412	73.8
400	429	8.1	75.5	26.2	328	56.0	404	70.0	479	84.0	339	56.0	415	70.0	490	84.0
450	480	8.6	89.8	31.8	391	63.6	481	79.5	571	95.4	409	63.6	498	79.5	588	95.4
500	532	9.0	104.3	38.4	456	70.0	560	87.5	664	105.0	472	70.0	577	87.5	681	105.0
600	635	9.9	137.1	54.5	603	83.6	740	104.5	877	125.4	620	83.6	757	104.5	894	125.4
700	738	10.8	173.9	73.5	769	117.2	943	146.5	1117	175.8	766	117.2	940	146.5	1113	175.8
800	842	11.7	215.2	85.4	946	133.6	1161	167.0	1377	200.4	947	133.6	1162	167.0	1377	200.4
900	945	12.6	260.2	101.5	1142	150.4	1403	188.0	1663	225.6	1148	150.4	1409	188.0	1669	225.6
1000	1048	13.5	309.3	122.6	1360	166.8	1669	208.5	1978	250.2	1375	166.8	1684	208.5	1994	250.2
1100	1144	14.4	360.1	139.4	1580	183.2	1940	229.0	2300	274.8	1604	183.2	1964	229.0	2324	274.8
1200	1255	15.3	420.1	168.4	1849	200.0	2269	250.0	2689	300.0	1878	200.0	2298	250.0	2718	300.0

하수 3종관 (SPIGOT AND SOCKET PIPE, CLASS 3)

단위: 치수mm, 무게kg

호칭 지름 (DN)	직관부		KP메카니컬 조인트관 총무게						타이튼 조인트관 총무게							
	심배깅 지름 (DE)	관 두께 (e)	M무게 (약)	4M		5M		6M		소켓 무게 (약)	4M		5M		6M	
				관	라이닝	관	라이닝	관	라이닝		관	라이닝	관	라이닝	관	라이닝
80	98	4.7	9.7	4.0	43	6.8	52	8.5	62	10.2	44	6.8	54	8.5	63	10.2
100	118	4.8	11.9	4.8	53	8.4	64	10.5	76	12.6	54	8.4	66	10.5	78	12.6
125	144	4.8	14.9	5.9	65	10.8	80	13.5	95	16.2	68	10.8	83	13.5	98	16.2
150	170	4.9	17.9	7.4	79	12.8	97	16.0	115	19.2	82	12.8	100	16.0	118	19.2
200	222	5.0	23.9	9.9	105	16.8	129	21.0	153	25.2	110	16.8	134	21.0	158	25.2
250	274	5.3	31.2	13.4	138	20.8	170	26.0	201	31.2	146	20.8	177	26.0	208	31.2
300	326	5.6	39.7	16.7	176	42.0	215	52.5	255	63.0	185	42.0	225	52.5	265	63.0
350	378	6.0	49.0	21.6	218	49.2	267	61.5	316	73.8	229	49.2	278	61.5	327	73.8
400	429	6.3	59.0	26.2	262	56.0	321	70.0	380	84.0	273	56.0	332	70.0	381	84.0
450	480	6.7	69.7	31.8	311	63.6	380	79.5	450	95.4	328	63.6	398	79.5	467	95.4
500	532	7.0	81.4	38.4	364	70.0	445	87.5	527	105.0	381	70.0	462	87.5	543	105.0
600	635	7.7	106.9	54.5	482	83.6	589	104.5	696	125.4	499	83.6	606	104.5	713	125.4
700	738	8.4	135.7	73.5	616	117.2	752	146.5	888	175.8	613	117.2	748	146.5	884	175.8
800	842	9.1	167.8	85.4	757	133.6	924	167.0	1092	200.4	757	133.6	925	167.0	1092	200.4
900	945	9.8	202.9	101.5	913	150.4	1116	188.0	1319	225.6	919	150.4	1122	188.0	1325	225.6
1000	1048	10.5	241.2	122.6	1087	166.8	1328	208.5	1570	250.2	1102	166.8	1344	208.5	1585	250.2
1100	1144	12.8	320.5	139.4	1422	183.2	1742	229.0	2063	274.8	1445	183.2	1766	229.0	2086	274.8
1200	1255	13.6	373.7	168.4	1663	200.0	2037	250.0	2411	300.0	1692	200.0	2066	250.0	2440	300.0

V. 덕타일 주철 이형관



1. 적용 범위

이 표준은 지중(땅속) 또는 지상에 배관하여 압력 또는 무압력에서 물의 수송 등에 사용하는 덕타일 주철 이형관(이하 관이라 한다) 및 조인트 용 부속에 대하여 규정한다.

비고) 물의 수송이란 상수도, 공업용수도, 농업용수도, 하수도를 말한다.

2. 인용 표준

다음의 인용표준은 전체 또는 부분적으로 이 표준의 적용을 위해 필수적이다. 발행연도가 표기된 인용표준은 인용된 판만을 적용한다. 발행연도가 표기되지 않은 인용표준 최신판(모든 추록을 포함)을 적용한다.

- KS B 0801 금속 재료 인장 시험편
- KS B 0802 금속 재료 인장 시험 방법
- KS B 0805 금속 재료의 브리넬 경도 시험 방법
- KS D 4317 덕타일 주철관 내면 에폭시 수지 분체 도장
- KS M 6613 수도용 고무
- SPS-KFCA-D4302-5016, 구상흑연 주철품 환경부 고시, 「수도용 자재및 제품의 위생안전 기준 공정 시험방법」

3. 종류

관 및 조인트용 부속은 고압관이나 특수형과 이 표준 이외의 이음 방법을 제외하고는 부표에 따른다. 다만, 주문자와 제조자의 협정에 따라 부표에 없는 특수형에 대한 모양, 치수와 이 표준 이외의 이음 방법을 결정할 수 있다.

4. 모양, 치수, 무게 및 그 허용차

- 4.1 관의 모양, 치수, 무게 및 그 허용차는 부표에 따른다.
- 4.2 관의 소켓 안지름 및 삽입구 바깥지름의 허용차는 메커니컬조인트관의 소켓치수표, KP메커니컬조인트관의 소켓치수표, 타이트조인트관의 소켓치수표에 따른다.

4.3 관 두께의 허용 한계값은 $-(2.3+0.001DN)$ mm이며, (+)는 바깥지름의 치수에 영향이 없는 한 제한하지 않는다. DN은 관의 호칭지름을 말한다.

4.4 관 표준길이의 허용차는 표 1에 따른다.

표 1

관 종	길이(부호)	호칭지름(DN)	허용차(mm)
플랜지 소켓관 플랜지관 이음관 편락관	L	80 ~ 1200	±25
		1400 ~ 2600	±35
90° 곡관	t	80 ~ 2600	±(15+0.03DN)
45° 곡관	t	80 ~ 2600	±(10+0.025DN)
22½°, 11¼° 곡관	t	80 ~ 1200 1400 ~ 2600	±(10+0.02DN) ±(10+0.025DN)
T형관	L,h	80 ~ 1200 1400 ~ 2600	+50, -25 +75, -35

소켓형 이형관(단관)의 제작 길이에 대한 표준 길이의 허용차는 ±20mm로 하며, 플랜지형 이형관의 제작 길이에 대한 표준 허용차는 ±10mm로 한다. 주문자·제조사 사이에 합의가 있으면 더 작은 허용차를 정할 수도 있지만, 관의 호칭 600이하는 ±3mm, 그리고 관의 호칭은 700 이상은 ±4mm보다 작지 않아야 한다.

4.5 관의 무게의 허용차는 표 2에 따른다.

표 2

관의 종류	허용차 %
곡관, 지관을 가진 이형관 및 특수형	-12
위 종류를 제외한 일반 이형관	-8

비고) +는 규정하지 않는다.

4.6 메커니컬 조인트용 압륜의 모양, 치수 및 무게는 특별한 지정이 없는 한 메커니컬 조인트용 압륜 치수표에 따른다.

4.7 KP메커니컬 조인트용 압륜의 모양, 치수 및 무게는 특별한 지정이 없는 한 KP메커니컬 조인트용 압륜 치수표에 따른다.

4.8 메커니컬 조인트용 볼트·너트의 모양, 치수 및 무게는 특별한 지정이 없는 한 메커니컬 조인트용 볼트·너트 치수표에 따른다.

4.9 KP메커니컬 조인트용 볼트·너트의 모양, 치수 및 무게는 특별한 지정이 없는 한 KP메커니컬 조인트용 볼트·너트 치수표에 따른다.

4.10 메커니컬 조인트 및 KP메커니컬 조인트용 고무링의 모양 및 치수는 메커니컬 조인트용 고무링 및 KP메커니컬 조인트용 고무링 치수표에 따른다.

4.11 타이트 조인트용 고무링의 모양 및 치수는 타이트 조인트용 고무링 치수표에 따른다.

4.12 플랜지의 치수 허용차

4.12.1 플랜지 바깥지름과 돌출면의 바깥지름 허용차는 표 3에 따른다.

표 3

단위 : mm

호칭지름	80~125	150~300	350~600	700~1000	1100~1200	1400	1600~2600	
바깥지름(D)	±4.5	±5.5	±6.5	±7.5	±8.5	±10	±12	
호칭지름	80~125	150	200~400	500~700	800~1000	1100~1400	1600	1800~2600
돌출면(φ)	±4.0	+4.5 -4.0	+5.5 -4.5	+6.5 -5.0	+7.5 -5.5	+8.5 -5.5	+9.5 -5.5	+10 -6.0

단, 호칭 지름 250, 300의 PN16 플랜지 바깥지름(D) 치수 허용차는 +5.5, -2.5로 한다.

4.12.2 돌출면의 높이 허용차는 표 4에 따른다.

표 4

단위 : mm

돌출면 높이(C)	허용차(mm)
3	+1.5, -2.0
4	+2.0, -3.0
5 이상	+2.5, -4.0

4.12.3 플랜지 공명의 허용차는 표 5에 따른다.

표 5

단위 : mm

치수	볼트 구멍 호칭지름		
	φ19~φ28	φ31~φ56	φ62
볼트 구멍 지름(d)	+0.5, 0	+0.5, 0	+1.0, 0
볼트 구멍 중심 거리 대칭(C) 및 인접 구멍	±2.0	±2.8	±4.8

4.12.4 플랜지 두께의 허용차는 표 6에 따른다.

표 6

단위 : mm

플랜지의 종류	허용차
주조한 플랜지	±(3+0.05b)
용접 또는 나사식 플랜지	±(2+0.05b)

비고) b는 플랜지의 규정 두께를 말한다.

4.13 이 표준 이외의 이음 방법에 대한 모양, 치수 및 무게는 주문자와 제조자의 협정에 따른다.

이 경우 이음 부분 이외의 모양, 치수 및 무게는 특별히 지장이 없는 한 부표에 따른다.

5. 품질

5.1 결모양

결모양의 검사는 육안으로 전부 행하여야 하며, 다음에 따른다.

- a) 관 및 압륜의 안 들레 및 바깥 들레는 동심원이고 직선부는 곧아야 하며, 그 양 끝은 관 축에 대하여 직선이어야 한다.
- b) 관, 압륜 및 볼트·너트의 안·바깥면은 매끈하여야 하며, 흠, 블로홀(blowhole) 등 해로운 결함이 없어야 한다. 다만, 가벼운 흠 등은 주문자·제조사 사이의 협정에 따라 용접 보수할 수 있다.

5.2 관의 인장 강도 및 연신율은 7.1에 따라 시험하여 표 7의 값에 따른다.

표 7

인장강도 N/mm ²	연신율 %
420 이상	10 이상

5.3 관의 경도는 7.2에 따라 시험하였을 때 230 HB 이하이어야 한다.

5.4 수압 시험은 통상 도장 전의 관에 대하여 하고, 표 8의 수압을 10초 이상 유지하였을 때 누수나 그 밖의 결함이 없어야 한다.

표 8

호칭지름(mm)	시험수압(MPa)
300 이하	3.0
350 ~ 600	2.5
700 ~ 1200	2.0
1400 ~ 2600	1.0

5.5 압륜의 기계적 성질은 표 9에 따른다.

표 9

인장강도 N/mm ²	연신율 %
420 이상	10 이상

5.6 볼트·너트는 다음에 따른다.

- a) 볼트·너트는 조립한 상태로서 볼트의 머리와 너트를 적당한 방법으로 인장했을 때 표 10의 하중에 견디며, 영구히 변형되지 않아야 하며, 또한 나사부에도 이상이 없어야 한다.

표 10

볼트의 호칭	시험하중 kN
M 16	38
M 20	60
M 24	86
M 27	113
M 30	138

5.7 고무링은 다음에 따른다.

- a) 고무링은 모양이 고르고 표면이 매끈하며 혹, 블로홀, 흠 등의 해로운 결함이 없어야 한다.
- b) 고무링은 물에 해로운 맛과 냄새가 나거나, 용해되는 위생상 해로운 물질을 함유해서는 안된다.
- c) 고무링의 물리적 성질은 KS M 6613에 따른다.

5.8 도장 후 관은 7.5에 따라 시험하였을 때 이상이 없어야 하며, 또한 내면의 경우 용출시험은 KS D 4317에 적합하여야 한다.

5.9 관, 압륜 및 볼트·너트의 흑연 구상화율은 80% 이상이어야 한다.

5.10 수도용으로 사용되는 관의 용출 성능은 7.7에 따라 시험하였을 때 「수도법 시행령」 제24조에 규정한 위생안전기준에 적합해야 한다.

6. 제조방법

6.1 관은 덕타일 주철용에 적합한 양질의 선철 또는 여기에 강을 배합하여 용해하고, 흑연을 구상화시키는 적당한 처리를 한 다음 주조하며, 조직이 균일하고 가공이 쉬워야 한다.

6.2 관은 급격한 냉각에 의하여 생기는 부등 수축 그밖의 지장을 피하기 위하여 필요한 시간동안 주형에서 꺼내서는 안되며, 주형에서 꺼낸 후 규정된 기계적 성질을 갖도록, 필요하다면 적당한 방법으로 열처리를 하여야 한다.

6.3 관은 주조할 때 코어를 받치는 코어받침(chaplet)을 사용해서는 안된다.

6.4 관의 외면 조인트용 압륜 및 볼트·너트에는 인체에 해롭지 않은 도료로 도장하여야 한다. 또한 내면 처리 방법에는 에폭시 수지 분체 도장을 적용하여야 한다. 이 경우 KS D 4317에 따른다. 다만, 주문자·제조사 사이의 협정에 따라 그 밖의 도장을 하여도 좋다.

7. 시험

7.1 인장 시험

- a) 시험편은 KS B 0801의 4호로 하고, 기계로 다듬질하여 시험 한다.
- b) 시험방법은 KS B 0802에 따른다.

7.2 **경도 시험** 인장 시험편의 일부를 사용하고, 시험편은 적당한 크기로 1개를 만들어 경도 시험을 한다.
시험방법은 KS B 0805(브리넬 경도시험방법)에 따른다.

7.3 **수압 시험** 관을 도장 전에 완전히 밀폐하고, 내부에 물을 채운 다음 규정된 수압을 가할 때 누수 이외의 결함이 있는지 확인한다.

7.4 **볼트·너트 인장시험** 볼트와 너트를 조립한 상태에서 볼트의 머리와 너트를 적당한 시험장치로 인장할때 나사 부분의 이상이나 볼트의 절단을 확인한다.

7.5 **도장 시험** 도장면은 상온에서 3%의 식염수에 6시간 침지 후, 그 표면의 이상 유무를 조사한다.

7.6 **흑연 구상화율 판정 시험** 관의 흑연 구상화율 판정 시험은 현미경 등으로 흑연 구상화의 정도를 조사한다. 이 경우 흑연 구상화율은 SPS-KFCA-D4302-5016에 따라 산출한다.

7.7 **용출 성능 시험** 용출 성능 시험은 환경부 고시 「수도용 자재및 제품의 위생안전기준 공정시험방법」에 따른다.

8. 검사

8.1 겉모양, 모양, 치수, 무게, 인장 시험, 경도 시험, 흑연 구상화율 시험, 볼트·너트 인장 시험, 수압 시험 및 도장 시험의 성적이 4. 및 5.의 규정에 적합하여야 한다. 다만, 주문자의 승인이 있을 경우에는 시험의 일부를 생략하여도 좋다.

8.2 겉모양, 모양, 치수, 무게 및 수압 시험은 전수 검사를 한다.

8.3 인장 시험용 시험재는 1용해에서 3개를 취한다.

8.4 인장 강도 검사는 1개의 시험편으로 검사를 하여 합격·불합격을 판정하고, 불합격일 때는 나머지 2개의 시험편이 모두 합격되면 그 로트를 합격으로 판정한다.

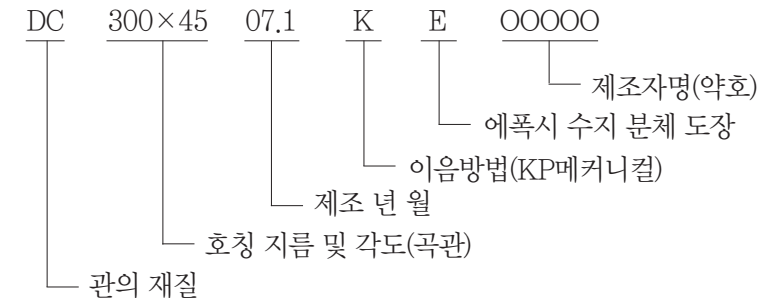
8.5 볼트·너트 인장 시험은 1000조를 1로트로 하여, 1차로 1개의 시험편으로 검사를 하여 합격 여부를 판정하고, 만일 1차 시험에 불합격인 경우에는 다시 2개를 검사하여, 모두 합격이면 그 로트를 합격으로 처리한다. 인장 시험편에 결함이 발견되고, 그것이 시험 성적에 영향을 주었다고 인정될 경우에는 그 성적은 무효로 하고 재시험을 할 수 있다.

9. 표시

검사에 합격한 관에는 보기 쉬운 곳에 적당한 방법으로 다음 사항을 표시하여야 한다.

- a) 관의 재질
- b) 호칭 지름 및 각도(곡관)
- c) 제조 년 월
- d) 제조자명 또는 그 약호
- e) 이음 방법의 약호 (메커니컬 조인트 : M, KP 메커니컬 조인트 : K, 타이튼조인트 : T, 플랜지조인트 : F)
- f) 내면 처리 방법의 약호 (에폭시 수지 분체 도장 : E)

보기) 덕타일 주철 이형관 KP 메커니컬 조인트 300mm 45도 곡관 내면 에폭시 수지 분체 도장을 한 경우

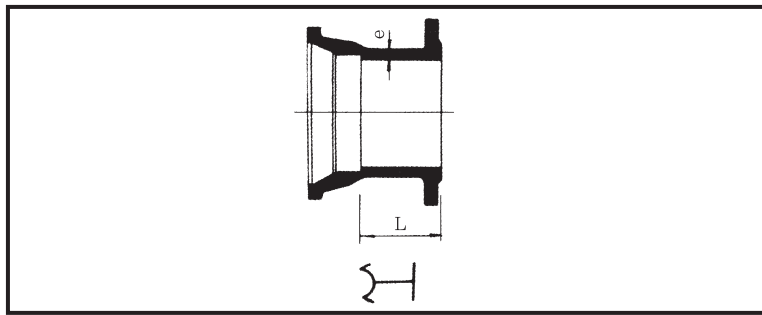


비고) 이음 방법의 약호를 표시하는 경우 지관이 있는 경우에는 본관 이음 방법의 약호를 표시한다.

g) 원산지 : 국명표기(한글 또는 영문)

예) 한국산 또는 Made in Korea / 중국산 또는 Made in China

1. 플랜지 소켓관 (FLANGED SOCKET)

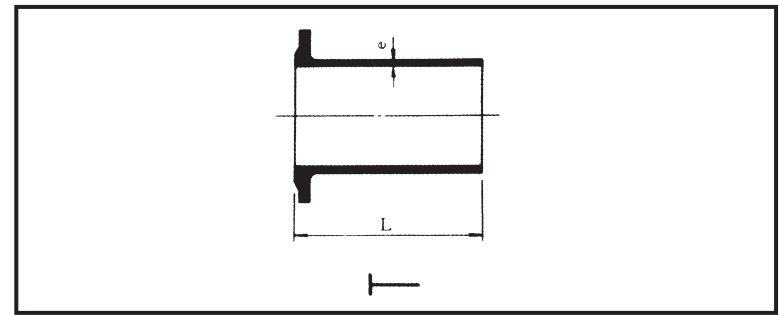


단위: 치수mm, 무게kg

호칭지름 (DN)	e	L	무 게 (PN10)	
			KP메커니컬	타이튼
80	7.0	130	8.8	8.5
100	7.2	130	10.4	10.3
125	7.5	135	13.0	13.2
150	7.8	135	16.1	16.5
200	8.4	140	22.5	23.5
250	9.0	145	30.5	32.5
300	9.6	150	39.5	42.5
350	10.2	155	48.5	52.0
400	10.8	160	58.5	61.5
450	11.4	165	69.5	76.0
500	12.0	170	83.5	89.0
600	13.2	180	118	119
700	14.4	190	158	154
800	15.6	200	197	198
900	16.8	210	238	244
1000	18.0	220	294	310
1100	19.2	230	354	378
1200	20.4	240	423	452

※ PN16 플랜지 적용 이형관은 주문제작함.

2. 플랜지관 (FLANGED SPIGOT)

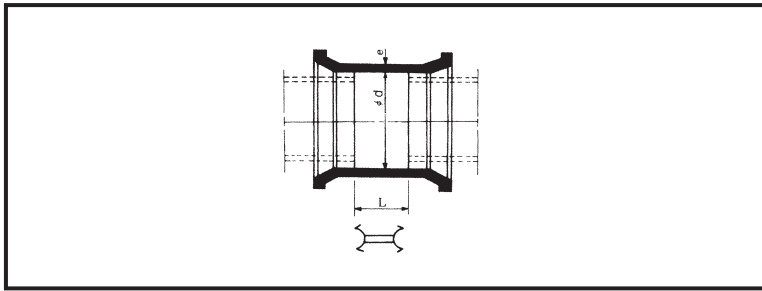


단위: 치수mm, 무게kg

호칭지름(DN)	e	L	무 게 (PN10)
80	7.0	350	7.9
100	7.2	360	9.6
125	7.5	370	12.4
150	7.8	380	15.6
200	8.4	400	22.5
250	9.0	420	31.5
300	9.6	440	41.5
350	10.2	460	52.0
400	10.8	480	64.0
450	11.4	500	77.5
500	12.0	520	94.0
600	13.2	560	133
700	14.4	600	179
800	15.6	600	226
900	16.8	600	272
1000	18.0	600	328
1100	19.2	600	396
1200	20.4	600	456

※ PN16 플랜지 적용 이형관은 주문제작함.

3. 이음관 (COLLAR)

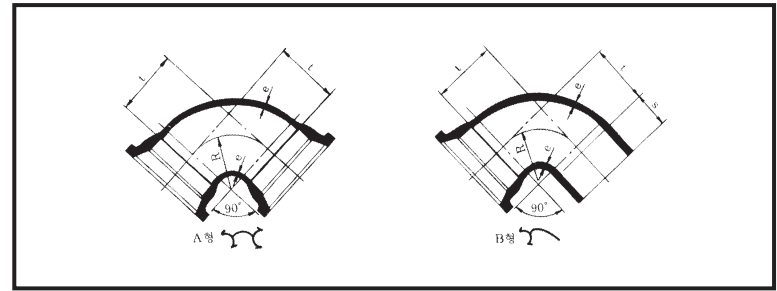


단위: 치수mm, 무게kg

호칭지름 (DN)	e	d	L	무 계	
				KP메커니컬	
80	7.0	107	160	9.3	
100	7.2	127	160	11.3	
125	7.5	153	165	14.1	
150	7.8	180	165	17.4	
200	8.4	232	170	23.5	
250	9.0	285	175	32.0	
300	9.6	337	180	40.0	
350	10.2	390	185	51.0	
400	10.8	441	190	62.0	
450	11.4	492	195	75.0	
500	12.0	545	200	90.0	
600	13.2	649	210	126.0	
700	14.4	753	220	171.0	
800	15.6	858	230	202.0	
900	16.8	962	240	244.0	
1000	18.0	1066	250	298.0	
1100	19.2	1163	260	345.0	
1200	20.4	1275	270	416.0	

※ 내부 흑페인트 도장과 에폭시 수지 분체 도장 제품을 함께 공급함.

4. 90° 소켓곡관 (90° SOCKET BEND)

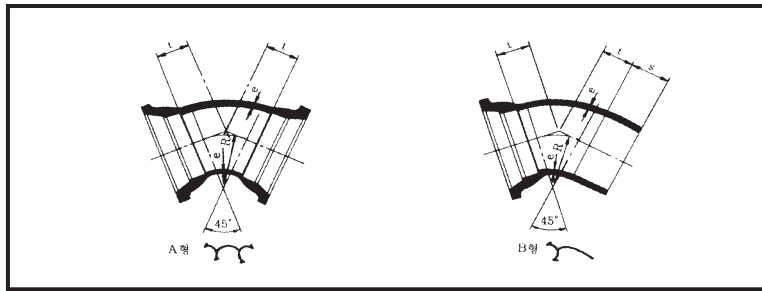


단위: 치수mm, 무게kg

호칭 지름 (DN)	e	R	t	s	무 계					
					KP메커니컬		타이트		KP-L	
					A형	B형	A형	B형	A형	B형
80	7.0	75	(150)	200	11.8	10.6	9.8	8.9	13.2	11.3
100	7.2	95	(170)	200	14.9	13.6	12.9	11.7	16.7	14.5
125	7.5	120	(195)	200	19.5	18.1	17.6	16.0	22.0	20.0
150	7.8	145	(220)	200	25.5	23.5	23.5	21.0	29.0	25.5
200	8.4	195	(270)	200	38.0	36.0	36.0	33.0	42.5	38.5
250	9.0	240	(320)	200	55.0	52.5	53.5	49.0	62.0	55.5
300	9.6	290	(370)	200	75.0	71.5	74.5	68.0	83.5	76.0
350	10.2	340	(420)	200	101	96.0	100	91.0	112	102
400	10.8	390	(470)	200	130	123	126	116	143	130
450	11.4	435	(520)	200	165	156	166	151	180	164
500	12.0	485	(570)	200	206	195	202	186	223	204
600	13.2	580	(670)	200	307	289	292	272	329	300
700	14.4	680	(770)	200	435	408	405	381	458	419
800	15.6	775	(870)	200	573	544	545	516	596	556
900	16.8	870	(970)	200	744	712	722	683	788	724
1000	18.0	970	(1070)	200	953	912	942	887	976	824
1100	19.2	1070	(1170)	200	1178	1135	1178	1111	1201	1146
1200	20.4	1165	(1270)	200	1475	1418	1477	1391	1496	1428

※ KP-L은 장소켓의 경우 중량임

5. 45° 소켓곡관 (45° SOCKET BEND)

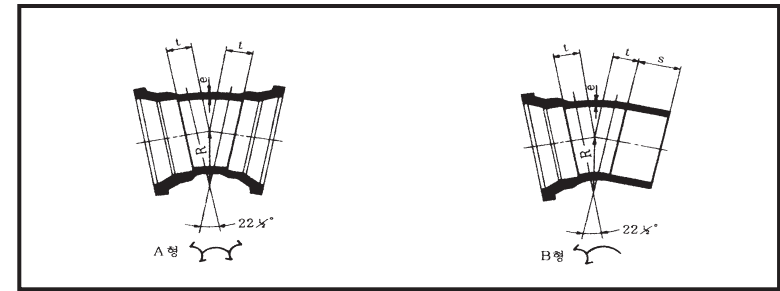


단위: 치수mm, 무게kg

호칭 지름 (DN)	e	R	t	s	무 게					
					KP메커니컬		타이튼		KP-L	
					A형	B형	A형	B형	A형	B형
80	7.0	88	(80)	200	10.2	9.0	8.9	8.0	11.6	9.7
100	7.2	100	(90)	200	12.7	11.4	11.6	10.4	14.5	12.3
125	7.5	120	(100)	200	16.2	14.8	15.5	13.9	18.6	16.1
150	7.8	145	(110)	200	21.0	19.0	20.0	18.0	24.0	21.0
200	8.4	200	(135)	200	30.0	28.0	30.5	27.5	35.0	30.5
250	9.0	245	(155)	200	42.5	40.0	43.5	39.0	49.5	43.0
300	9.6	300	(175)	200	56.0	53.0	59.0	52.5	65.0	57.0
350	10.2	350	(200)	200	75.0	70.0	78.0	69.5	86.5	76.0
400	10.8	400	(220)	200	94.5	88.5	95.5	86.5	108	95.0
450	11.4	450	(245)	200	119	111	127	112	134	119
500	12.0	495	(265)	200	147	136	151	135	164	145
600	13.2	595	(310)	200	217	199	211	191	238	210
700	14.4	695	(355)	200	304	277	285	262	327	288
800	15.6	795	(395)	200	387	358	373	344	410	370
900	16.8	895	(440)	200	494	461	489	450	517	473
1000	18.0	995	(485)	200	626	585	636	580	649	597
1100	19.2	1095	(525)	200	758	715	782	715	781	726
1200	20.4	1195	(575)	200	950	893	980	894	970	903

※ KP-L은 장소켓의 경우 증량임

6. 22½° 소켓곡관 (22½° SOCKET BEND)

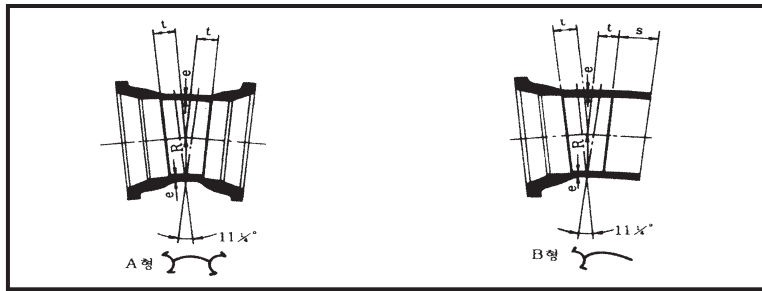


단위: 치수mm, 무게kg

호칭 지름 (DN)	e	R	t	s	무 게					
					KP메커니컬		타이튼		KP-L	
					A형	B형	A형	B형	A형	B형
80	7.0	85	(65)	200	9.8	8.6	8.5	7.6	11.2	9.3
100	7.2	105	(65)	200	11.9	10.6	10.8	9.6	13.7	11.5
125	7.5	130	(75)	200	15.2	13.8	14.5	12.9	17.6	15.0
150	7.8	155	(80)	200	19.3	17.5	18.7	16.5	22.0	19.2
200	8.4	195	(90)	200	27.0	25.0	27.0	24.0	31.5	27.5
250	9.0	240	(100)	200	37.5	34.5	38.0	33.5	44.0	38.0
300	9.6	300	(110)	200	48.0	45.0	51.0	44.5	56.5	49.0
350	10.2	345	(120)	200	63.0	58.0	66.0	57.5	74.5	63.5
400	10.8	390	(135)	200	79.0	73.0	80.0	71.0	92.5	79.5
450	11.4	435	(145)	200	97.5	89.5	105	90.0	113	97.0
500	12.0	495	(155)	200	119	108	123	107	137	117
600	13.2	590	(175)	200	172	154	166	146	193	165
700	14.4	695	(200)	200	239	211	220	196	261	223
800	15.6	800	(220)	200	295	267	282	253	319	279
900	16.8	890	(245)	200	371	338	366	327	394	350
1000	18.0	995	(265)	200	461	420	471	415	484	432
1100	19.2	1050	(295)	200	558	515	582	515	581	526
1200	20.4	1150	(310)	200	679	623	709	624	700	633

※ KP-L은 장소켓의 경우 증량임

7. 11¼° 소켓곡관 (11¼° SOCKET BEND)

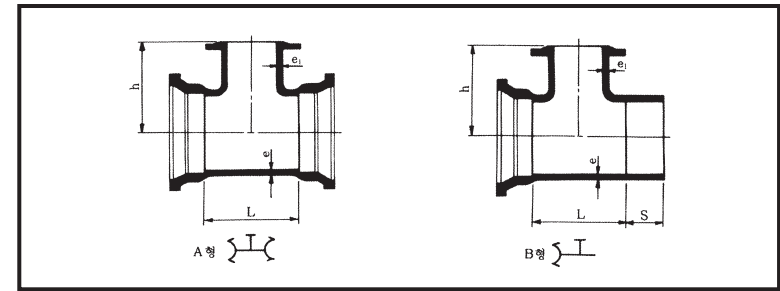


단위: 치수mm, 무게kg

호칭 지름 (DN)	e	R	t	s	무 게					
					KP메커니컬		타이튼		KP-L	
					A형	B형	A형	B형	A형	B형
80	7.0	75	(55)	200	9.6	8.4	8.3	7.4	11.0	9.1
100	7.2	115	(55)	200	11.6	10.3	10.5	9.3	13.3	11.2
125	7.5	125	(60)	200	14.5	13.1	13.8	12.2	16.9	14.4
150	7.8	150	(60)	200	18.2	16.4	17.6	15.4	21.5	18.1
200	8.4	185	(65)	200	25.0	23.0	25.0	22.0	30.0	25.5
250	9.0	230	(75)	200	34.5	32.0	35.5	31.0	41.5	35.5
300	9.6	310	(80)	200	44.0	41.0	47.0	40.5	52.5	45.0
350	10.2	345	(85)	200	57.5	52.5	60.5	52.0	68.5	58.0
400	10.8	380	(90)	200	70.5	64.0	71.5	62.0	83.5	71.0
450	11.4	415	(95)	200	86.0	78.0	93.5	78.5	101	85.5
500	12.0	495	(100)	200	104	93.5	108	92.0	122	102
600	13.2	570	(110)	200	149	131	143	123	170	141
700	14.4	685	(120)	200	202	175	184	160	225	186
800	15.6	760	(135)	200	248	219	234	205	271	231
900	16.8	875	(145)	200	303	271	298	259	327	282
1000	18.0	995	(155)	200	372	332	382	326	395	343
1100	19.2	1075	(165)	200	436	393	460	393	459	404
1200	20.4	1195	(175)	200	532	475	562	476	552	485

※ KP-L은 장소켓의 경우 중량임

8. 소켓플랜지 T형관 (SOCKET TEE WITH FLANGED BRANCH)



단위: 치수mm, 무게kg

호칭 지름 (DN)	본 관		지 관			S	무 게 (PN10)			
	e	L	호칭 지름 (dn)	지 관			KP메커니컬		타이튼	
				e1	h		A형	B형	A형	B형
80	8.1	(220)	80	8.1	165	250	16.1	16.1	14.7	15.0
100	8.4	(220)	80	8.1	175	250	18.7	19.0	17.5	17.9
		(240)	100	8.4	180	250	19.8	20.0	8.6	19.0
125	8.8	(220)	80	8.1	190	250	22.0	23.0	21.5	22.0
		(245)	100	8.4	195	250	23.5	24.5	22.5	23.0
		(275)	125	8.8	200	250	25.5	26.5	24.5	25.0
150	9.1	(220)	80	8.1	205	250	26.5	27.0	25.5	26.0
		(245)	100	8.4	210	250	28.0	29.0	27.5	27.5
		(305)	150	9.1	220	250	33.0	33.5	32.0	32.5
200	9.8	(225)	80	8.1	235	250	35.0	36.5	34.5	35.0
		(250)	100	8.4	240	250	36.5	38.5	36.5	37.0
		(304)	150	9.1	250	250	42.0	43.5	42.0	42.5
		(365)	200	9.8	260	250	48.0	50.5	48.0	48.5
250	10.5	(250)	100	8.4	270	250	47.5	49.5	48.0	48.0
		(365)	200	9.1	290	250	60.5	62.5	61.0	61.0
		(425)	250	9.8	300	250	69.0	70.5	69.0	69.5
300	11.2	(255)	100	8.4	300	250	60.0	63.0	62.5	62.0
		(370)	200	9.8	320	250	74.0	76.5	76.0	76.0
		(485)	300	11.2	340	250	92.5	95.0	94.5	94.5
350	11.9	(255)	100	8.4	330	250	73.5	76.0	75.5	74.5
		(375)	200	9.8	350	250	91.0	93.5	93.5	92.0
		(545)	350	11.9	380	250	120	123	123	122

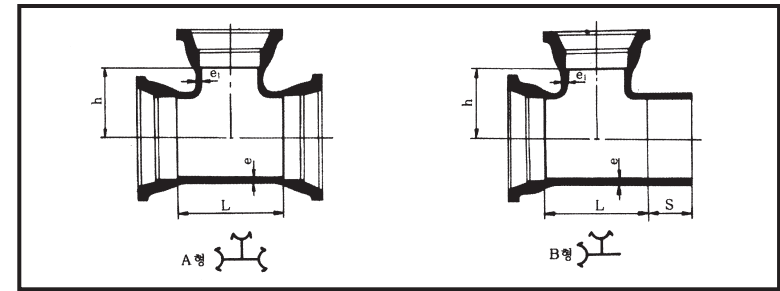
계속

단위: 치수mm, 무게kg

본 관			지 관			S	무 계 (PN10)			
호칭 지름 (DN)	e	L	호칭 지름 (dn)	e1	h		KP메커니컬		타이트	
							A형	B형	A형	B형
400	12.6	(260)	100	8.4	360	250	88.0	91.5	88.5	88.5
		(375)	200	9.8	380	250	108	111	108	108
		(610)	400	12.6	420	250	152	155	152	152
450	13.3	(379)	200	9.8	410	250	128	130	134	130
		(495)	300	11.2	430	250	153	155	159	155
		(669)	450	13.3	460	250	189	192	195	191
500	14.0	(265)	100	8.4	420	250	125	127	127	124
		(380)	200	9.8	440	250	150	151	152	149
		(615)	400	12.6	480	250	204	206	207	203
		(730)	500	14.0	500	250	234	236	236	233
600	15.4	(390)	200	9.8	500	250	203	202	195	192
		(620)	400	12.6	540	250	269	267	261	258
		(850)	600	15.4	580	250	344	343	336	333
700	16.8	(395)	200	9.8	525	250	263	257	243	240
		(625)	400	12.6	555	250	338	331	317	314
		(975)	700	16.8	600	250	465	459	445	442
800	18.2	(400)	200	9.8	585	250	314	312	298	295
		(630)	400	12.6	615	250	403	400	387	384
		(1095)	600	15.4	645	250	576	574	560	558
900	19.6	(405)	200	9.8	645	250	376	375	368	361
		(640)	400	12.6	675	250	483	481	475	467
		(1220)	600	15.4	705	250	734	733	726	719
1000	21.0	(410)	200	9.8	705	250	452	448	458	440
		(645)	400	12.6	735	250	576	572	582	564
		(1340)	600	16.4	765	250	925	922	932	913
1100	22.4	(1340)	1000	21.0	825	250	994	991	1001	982
		(650)	400	12.6	795	250	663	663	688	659
		(650)	600	15.4	825	250	808	808	829	804
1200	23.8	(1345)	1000	21.0	885	250	1134	1134	1154	1130
		(1460)	1100	22.4	900	250	1229	1228	1248	1224
		(890)	600	15.4	885	250	951	945	976	941
1200	23.8	(1120)	800	18.2	915	250	1130	1124	1155	1120
		(1350)	1000	21.0	945	250	1317	1311	1342	1307
		(1580)	1200	23.8	985	250	1525	1519	1551	1516

* PN16 플랜지 적용 이형관은 주문제작함.

9. 소켓 T형관 (SOCKET TEE)



단위: 치수mm, 무게kg

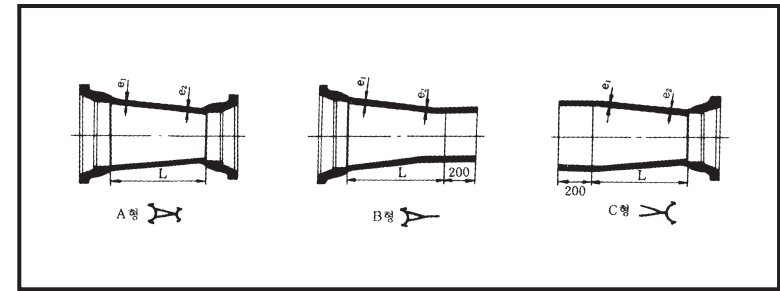
본 관			지 관			S	무 계			
호칭 지름 (DN)	e	L	호칭 지름 (DN)	e1	h		KP메커니컬		타이트	
							A형	B형	A형	B형
80	8.1	(220)	80	8.1	(110)	250	16.2	16.2	14.1	14.4
100	8.4	(220)	80	8.1	(120)	250	18.8	19.1	16.9	17.3
	8.4	(240)	100	8.4	(120)	250	20.0	20.5	18.2	18.6
125	8.8	(275)	125	8.8	(135)	250	26.0	26.5	24.5	25.0
150	9.1	(220)	80	8.1	(145)	250	26.5	27.5	25.0	25.5
	9.1	(245)	100	8.4	(145)	250	28.5	29.0	27.0	27.0
	9.1	(305)	150	9.1	(150)	250	33.0	34.0	32.0	32.0
200	9.8	(225)	80	8.1	(170)	250	35.0	36.5	34.0	34.5
	9.8	(250)	100	8.4	(170)	250	37.0	38.5	36.0	36.5
	9.8	(305)	150	9.1	(175)	250	42.5	44.0	41.5	42.0
250	9.8	(365)	200	9.8	(180)	250	47.5	49.0	47.5	48.0
	10.5	(255)	100	8.4	(205)	250	48.5	50.0	48.0	48.0
	10.5	(370)	200	9.8	(210)	250	60.5	62.5	61.0	61.0
250	10.5	(425)	250	10.5	(210)	250	67.0	69.0	67.5	68.0

(계속)

단위: 치수mm, 무게kg

본 관			지 관			S	무 계			
호칭 지름 (DN)	e	L	호칭 지름 (DN)	e1	h		KP메커니컬		타이트	
							A형	B형	A형	B형
300	11.2	(312)	150	9.1	(227)	250	66.0	69.0	68.0	67.5
	11.2	(370)	200	9.8	(232)	250	73.0	76.0	75.5	75.0
	11.2	(428)	250	10.5	(238)	250	81.5	84.5	83.5	83.5
	11.2	(486)	300	11.2	(243)	250	89.0	91.5	98.5	95.0
350	11.9	(257)	100	8.4	(246)	250	73.5	76.0	75.5	74.0
	11.9	(373)	200	9.8	(257)	250	90.5	93.5	92.5	91.0
	11.9	(489)	300	11.2	(268)	250	108	110	111	110
	11.9	(547)	350	11.9	(274)	250	118	120	121	120
400	12.6	(260)	100	8.4	(271)	250	88.5	91.5	87.5	87.5
	12.6	(376)	200	9.8	(282)	250	107	110	107	107
	12.6	(492)	300	11.2	(293)	250	127	130	128	128
	12.6	(608)	400	12.6	(304)	250	149	152	149	149
450	13.3	(321)	150	9.1	(302)	250	116	119	122	118
	13.3	(379)	200	9.8	(307)	250	127	129	133	129
	13.3	(495)	300	11.2	(318)	250	149	152	156	152
	13.3	(669)	450	13.3	(335)	250	186	188	195	191
500	14.0	(382)	200	9.8	(332)	250	149	151	151	148
	14.0	(498)	300	11.2	(343)	250	174	176	177	174
	14.0	(614)	400	12.6	(354)	250	201	203	212	208
	14.0	(730)	500	14.0	(365)	250	229	231	233	229
600	15.4	(390)	200	9.8	(400)	250	204	202	195	192
	15.4	(500)	300	11.2	(405)	250	233	231	226	223
	15.4	(620)	400	12.6	(410)	250	266	264	267	263
	15.4	(730)	500	14.0	(415)	250	298	296	291	287
15.4	(850)	600	15.4	(425)	250	335	333	324	320	

10. 소켓 편락관 (SOCKET CONCENTRIC TAPER)



단위: 치수mm, 무게kg

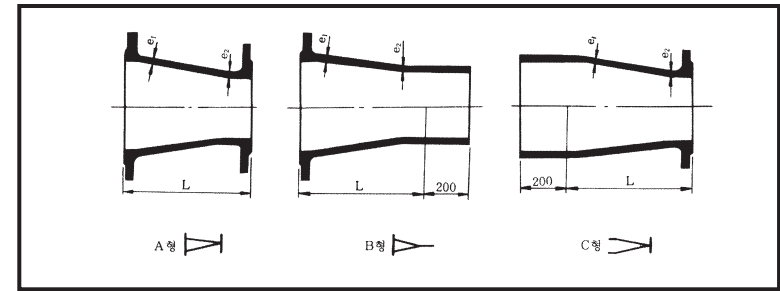
본 관		지 관		L	무 계			
호칭지름 (DN)	e1	호칭지름 (DN)	e2		KP메커니컬			타이트
					A형	B형	C형	B형
100	7.2	80	7.0	90	10.2	9.0	8.9	9.8
125	7.5	80	7.0	140	12.5	11.3	11.1	12.4
	7.5	100	7.2	100	12.7	11.4	11.3	12.8
150	7.8	80	7.0	190	15.4	14.2	13.6	15.5
	7.8	100	7.2	150	15.6	14.3	13.8	15.9
	7.8	125	7.5	100	15.8	14.4	14.0	16.4
200	8.4	100	7.2	250	22.0	20.5	19.8	23.0
	8.4	125	7.5	200	22.0	20.5	20.0	23.5
	8.4	150	7.8	150	22.5	20.5	20.5	24.0
250	9.0	125	7.5	300	30.5	29.0	27.5	32.5
	9.0	150	7.8	250	31.0	29.0	28.0	33.0
	9.0	200	8.4	150	30.0	28.0	27.5	33.0
300	9.6	150	7.8	350	40.5	38.5	37.0	44.0
		200	8.4	250	40.0	38.0	36.5	44.0
		250	9.0	150	39.0	36.5	36.0	44.0

(계속)

단위: 치수mm, 무게kg

본 관		지 관		L	무 계			
호칭지름 (DN)	e1	호칭지름 (DN)	e2		KP메카니컬			타이트
					A형	B형	C형	B형
350	10.2	200	8.4	360	53.0	51.0	48.0	58.0
		250	9.0	260	52.5	50.0	47.5	58.0
		300	9.6	160	50.5	47.0	45.5	57.0
400	10.8	250	9.0	360	67.0	64.0	60.5	71.5
		300	9.6	260	64.5	61.5	58.5	70.5
		350	10.2	160	62.5	57.5	56.0	69.0
450	11.4	300	9.6	360	81.5	78.5	73.5	91.0
		350	10.2	260	79.5	74.5	71.5	89.5
		400	10.8	160	75.5	69.5	67.5	85.0
500	12.0	350	10.2	360	99.5	94.5	88.5	108
		400	10.8	260	95.5	89.5	84.5	104
600	13.2	400	10.8	460	145	138	126	149
		500	12.0	260	134	124	116	141
700	14.4	500	12.0	480	200	189	172	201
		600	13.2	280	186	168	158	184
800	15.6	600	13.2	480	251	233	223	253
		700	14.4	280	231	204	203	228
900	16.8	700	14.4	480	312	285	280	315
		800	15.6	280	275	247	243	282
1000	18.0	800	15.6	480	374	346	334	390
		900	16.8	280	330	297	289	351
1100	19.2	800	15.6	680	482	454	438	506
		1000	18.0	280	386	346	343	425
1200	20.4	800	15.6	880	619	590	562	648
		1000	18.0	280	523	482	466	567

11. 플랜지 편락관 (FLANGED CONCENTRIC TAPER)

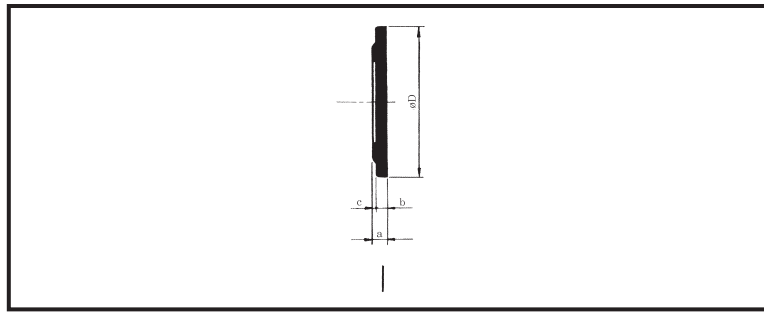


단위: 치수mm, 무게kg

호칭지름 (DN)	e1	작은지름		L	무 계 (PN10)
		호칭지름 (DN)	e2		
100	7.2	80	7.0	200	9.4
125	7.5	100	7.2	200	11.3
150	7.8	125	7.5	200	14.0
200	8.4	150	7.8	300	22.0
250	9.0	200	8.4	300	30.0
300	9.6	250	9.0	300	40.5
350	10.2	300	9.6	300	49.5
400	10.8	350	10.2	300	58.0
450	11.4	400	10.8	300	67.0
500	12.0	400	10.8	600	110
600	13.2	500	12.0	600	149
700	14.4	600	13.2	600	195
800	15.6	700	14.4	600	250
900	16.8	800	15.6	600	308
1000	18.0	900	16.8	600	373
1100	19.2	1000	18.0	600	480
1200	20.4	1000	18.0	790	586

* PN16 플랜지 적용 이형관은 주문제작함.

12. 마개플랜지 (BLANK FLANGE)

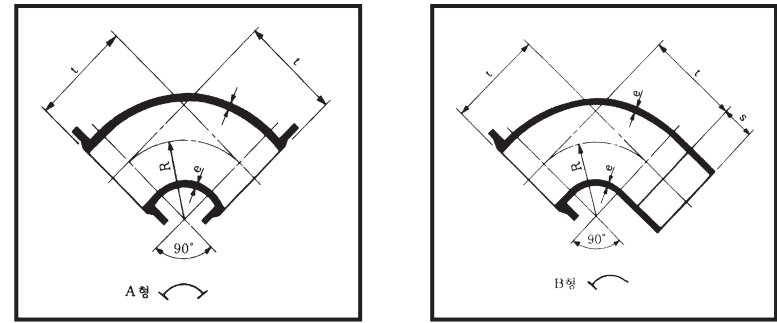


단위: 치수mm, 무게kg

호칭지름 (DN)	D	a	b	c	무게 (PN10)
80	200	19.0	16.0	3	3.6
100	220	19.0	16.0	3	4.3
125	250	19.0	16.0	3	5.6
150	285	19.0	16.0	3	7.2
200	340	20.0	17.0	3	11.0
250	400	22.0	19.0	3	16.9
300	455	24.5	20.5	4	24.0
350	505	24.5	20.5	4	29.5
400	565	24.5	20.5	4	36.5
450	615	25.5	21.5	4	46.5
500	670	26.5	22.5	4	56.0
600	780	30.0	25.0	5	85.0
700	895	32.5	27.5	5	123.0
800	1015	35.0	30.0	5	172.0
900	1115	37.5	32.5	5	224.0
1000	1230	40.0	35.0	5	293.0
1100	1340	42.5	37.5	5	391.0
1200	1455	45.0	40.0	5	575.0

* PN16 플랜지 적용 이형관은 주문제작함.

13. 90° 플랜지곡관 (90° FLANGED BEND)

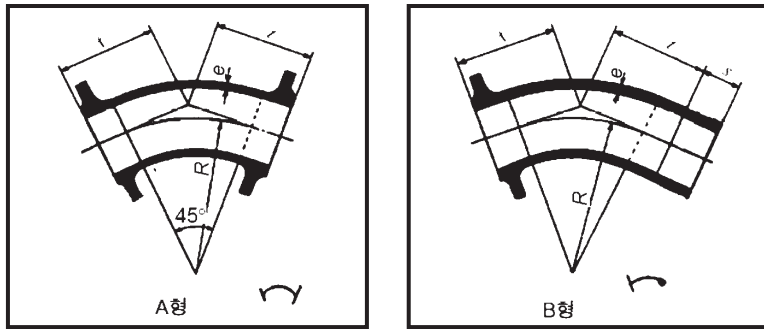


단위: 치수mm, 무게kg

호칭지름 (DN)	e	R	t	s	무게 (PN10)	
					A형	B형
80	7.0	122	165	200	9.9	9.8
100	7.2	135	180	200	11.9	12.2
125	7.5	152.5	200	200	15.6	16.2
150	7.8	170	220	200	20.0	21.0
200	8.4	205	260	200	31.0	32.5
250	9.0	290	350	200	50.0	51.0
300	9.6	335	400	200	70.0	71.0
350	10.2	380	450	200	90.0	93.0
400	10.8	425	500	200	116	120
450	11.4	470	550	200	143	149
500	12.0	515	600	200	181	187
600	13.2	605	700	200	272	278
700	14.4	695	800	200	386	393
800	15.6	785	900	200	533	537
900	16.8	875	1000	200	698	704
1000	18.0	965	1100	200	907	912
1100	19.2	1055	1200	200	1069	1059
1200	20.4	1145	1300	200	1463	1440

* PN16 플랜지 적용 이형관은 주문제작함.

14. 45° 플랜지곡관 (45° FLANGED BEND)

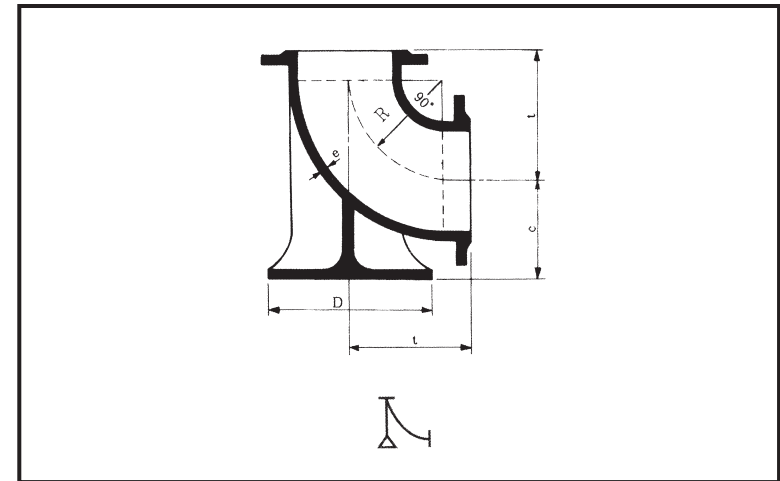


단위: 치수mm, 무게kg

호칭지름 (DN)	e	R	t	s	무 게 (PN10)	
					A형	B형
80	7.0	210	130	200	9.5	9.4
100	7.2	230	140	200	11.3	11.6
125	7.5	250	150	200	14.6	15.2
150	7.8	265	160	200	18.5	19.3
200	8.4	300	180	200	27.5	29.0
250	9.0	700	350	200	55.0	56.0
300	9.6	809	400	200	78.0	79.0
350	10.2	550	300	200	76.0	79.0
400	10.8	600	325	200	96.0	100
450	11.4	650	350	200	115	121
500	12.0	700	375	200	145	151
600	13.2	800	425	200	212	218
700	14.4	900	480	200	296	303
800	15.6	1000	530	200	403	407
900	16.8	1100	580	200	519	525
1000	18.0	1200	630	200	668	673
1100	19.2	1300	695	200	859	850
1200	20.4	1400	750	200	1050	1041

* PN16 플랜지 적용 이형관은 주문제작함.

15. 90° 소화전용곡관 (90° DUCKFOOT BEND)

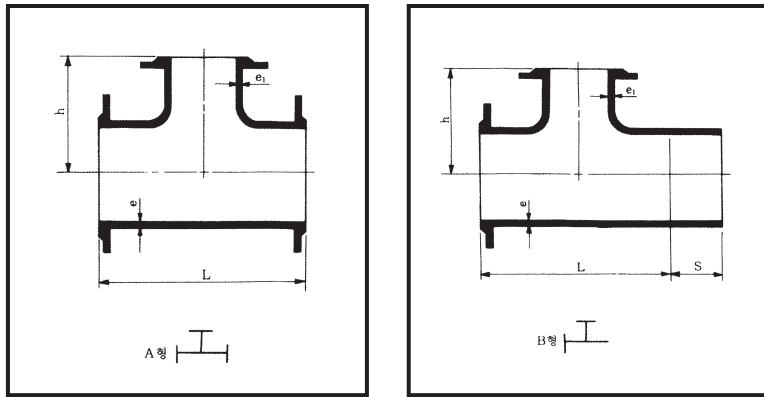


단위: 치수mm, 무게kg

호칭지름 (DN)	e	t	c	D	무 게 (PN10)
					플랜지형
80	7.0	165	110	180	14.3
100	7.2	180	125	200	17.8
125	7.5	200	140	225	23.5
150	7.8	220	160	250	30.0
200	8.4	260	190	300	46.5
250	9.0	350	225	350	75.0
300	9.6	400	255	400	106
350	10.2	450	290	450	139
400	10.8	500	320	500	178
450	11.4	550	350	550	229
500	12.0	600	385	600	283
600	13.2	700	450	700	428

* PN16 플랜지 적용 이형관은 주문제작함.

16. 플랜지 T형관 (FLANGED TEE)



단위: 치수mm, 무게kg

호칭지름 (DN)	본 관		지 관			S	무 게 (PN10)	
	e	L	호칭지름 (DN)	e ₁	h		A형	B형
80	8.1	330	80	8.1	165	250	16.0	17.0
100	8.4	360	80	8.1	175	250	18.6	20.5
		360	100	8.4	180	250	19.4	21.5
125	8.8	400	80	8.1	190	250	23.5	26.0
		400	100	8.4	195	250	24.0	26.5
		400	125	8.8	200	250	25.5	28.0
150	9.1	440	80	8.1	205	250	29.0	32.4
		440	100	8.4	210	250	29.5	33.0
		440	150	9.1	220	250	32.5	36.0
200	9.8	520	80	8.1	235	250	42.5	47.5
		520	100	8.4	240	250	43.0	48.0
		520	150	9.1	250	250	46.0	51.0
		520	200	9.8	260	250	49.5	54.5
250	10.5	700	100	8.4	275	250	68.0	74.0
		700	200	9.8	325	250	76.0	82.0
		700	250	10.5	350	250	82.0	88.0
300	11.2	800	100	8.4	300	250	94.0	101
		800	200	9.8	350	250	102	109
		800	300	11.2	400	250	116	123

(계속)

단위: 치수mm, 무게kg

호칭지름 (DN)	본 관		지 관			S	무 게 (PN10)	
	e	L	호칭지름 (DN)	e ₁	h		A형	B형
350	11.9	850	100	8.4	325	250	116	127
		850	200	9.8	325	250	121	132
		850	350	11.9	425	250	142	153
400	12.6	900	100	8.4	350	250	143	156
		900	200	9.8	350	250	148	161
		900	400	12.6	450	250	174	187
450	13.3	950	200	9.8	375	250	176	193
		950	300	11.2	475	250	196	213
		950	450	13.3	475	250	207	224
500	14.0	1000	100	8.4	400	250	210	229
		1000	200	9.8	400	250	215	234
		1000	400	12.6	500	250	242	261
		1000	500	14.0	500	250	252	271
600	15.4	1100	200	9.8	450	250	305	328
		1100	400	12.6	550	250	329	352
		1100	600	15.4	550	250	355	378
700	16.8	650	200	9.8	525	250	268	296
		870	400	12.6	555	250	343	371
		1200	700	16.8	600	250	477	505
800	18.2	690	200	9.8	685	250	352	382
		910	400	12.6	615	250	441	471
		1350	600	15.4	645	250	613	643
		1350	800	18.2	675	250	657	687
900	19.6	730	200	9.8	645	250	436	474
		950	400	12.6	675	250	541	579
		1500	600	15.4	705	250	787	825
		1500	900	19.6	750	250	853	891
1000	21.0	770	200	9.8	705	250	546	587
		990	400	12.6	735	250	668	709
		1650	600	15.4	765	250	1007	1048
		1650	1000	21.0	825	250	1105	1146
1100	22.4	980	400	12.6	795	250	778	812
		1250	600	15.4	800	250	968	1002
		1675	1000	21.0	885	250	1249	1283
		1780	1100	22.4	890	250	1534	1568

(계속)

단위: 치수mm, 무게kg

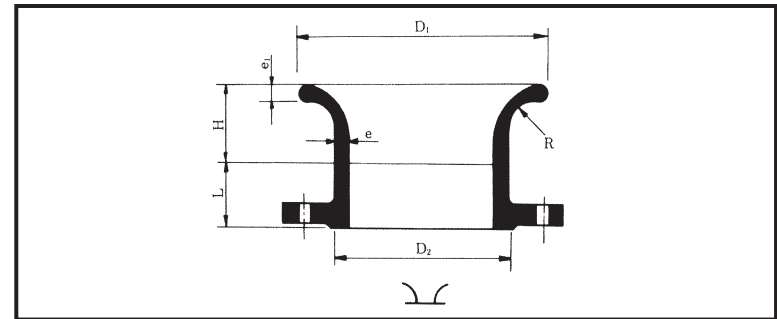
본 관			지 관			무 계 (PN10)		
호칭지름 (DN)	e	L	호칭지름 (DN)	ei	h	S	A형	B형
							1200	23.8
		1470	800	18.2	915	250	1291	1332
		1700	1000	21.0	945	250	1494	1535
		1950	1200	23.8	985	250	1671	1711

※ PN16 플랜지 적용 이형관은 주문제작함.

VI. 덕타일 주철 특수이형관



1. 나 팔 관 (FLANGED BELL MOUTH)

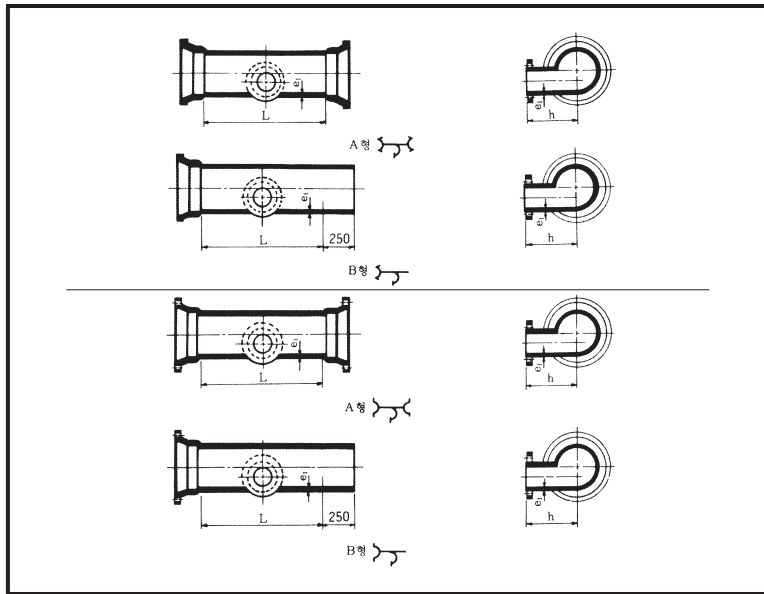


단위: 치수mm, 무게kg

호칭지름 (DN)	두께 e	실외경 D ₂	각 부 치 수					무게 (PN10)
			D ₁	L	H	R	e ₁	
80	7.0	98	110	50	30	37.3	9.5	5
100	7.2	118	150	50	40	46.3	9.7	6
125	7.5	144	190	50	48	53.2	10.0	7
150	7.8	170	230	50	56	60.1	10.8	9
200	8.4	222	300	50	75	81.5	11.4	14
250	9.0	274	375	50	95	103.7	12.0	21
300	9.6	326	450	60	110	118.4	12.6	30
350	10.2	378	530	60	130	139.2	13.2	39
400	10.8	429	600	60	150	162.8	13.8	48
450	11.4	480	680	70	170	183.6	14.4	62
500	12.0	532	750	70	190	207.6	16.0	75
600	13.2	635	900	80	230	252.4	17.2	112
700	14.4	738	1050	80	260	281.6	18.4	142
800	15.6	842	1200	100	300	326.5	19.6	220
900	16.8	945	1350	100	340	371.3	20.8	288
1000	18.0	1048	1500	120	380	416.0	22.0	368
1100	19.2	1144	1500	120	420	460.0	23.2	435
1200	20.4	1255	1500	140	460	505.0	24.4	530

※ PN16 플랜지 적용 이형관은 주문제작함.

2. 드레인관 (LEVEL INVERT TEE WITH FLANGED BRANCH)



단위: 치수mm, 무게kg

호칭지름		각부치수				무 계 (PN10)	
DN	dn	e1	e2	L	h	KP메커니컬	
						A형	B형
200	80	9.8	8.1	190	250	32	35
	100	9.8	8.4	215	255	34	36
250	80	10.5	8.1	220	275	45	47
	100	10.5	8.4	220	285	46	48
300	80	11.2	8.1	220	305	56	60
	100	11.2	8.4	220	310	56	60
	150	11.2	9.1	335	325	68	72
350	80	11.9	8.1	225	330	68	72
	100	11.9	8.4	225	340	69	73
	150	11.9	9.1	340	355	83	87
400	100	12.6	8.4	225	365	81	86
	150	12.6	9.1	340	380	97	102
	200	12.6	9.8	345	395	101	106

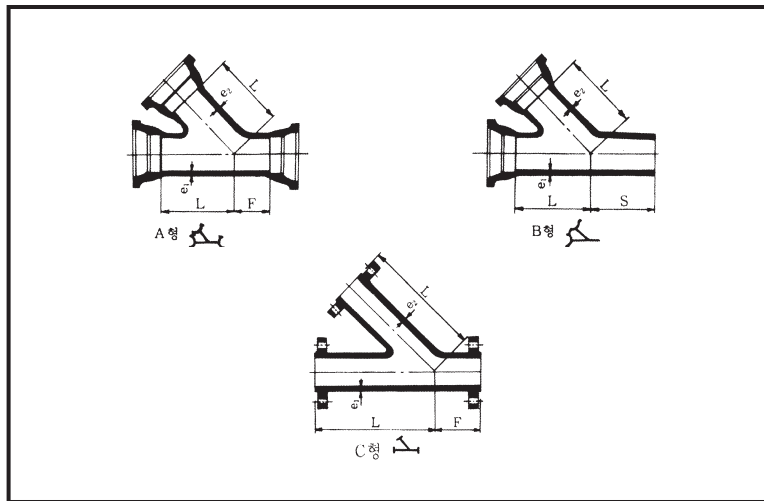
(계속)

단위: 치수mm, 무게kg

호칭지름		각부치수				무 계 (PN10)	
DN	dn	e1	e2	L	h	KP메커니컬	
						A형	B형
450	100	13.3	8.4	230	395	98	103
	150	13.3	9.1	345	410	117	112
	200	13.3	9.8	345	425	120	125
500	100	14.0	8.4	230	420	118	121
	150	14.0	9.1	350	435	140	143
	200	14.0	9.8	400	450	152	155
600	100	15.4	8.4	355	475	189	189
	150	15.4	9.1	410	485	204	203
	200	15.4	9.8	470	495	220	219
700	200	16.8	9.8	360	510	261	252
	250	16.8	10.5	420	520	281	272
	300	16.8	11.2	475	530	300	290
800	200	18.2	9.8	360	560	320	309
	250	18.2	10.5	420	570	343	332
	300	18.2	11.2	475	580	365	354
900	200	19.6	9.8	370	620	393	378
	250	19.6	10.5	430	630	420	405
	300	19.6	11.2	485	640	446	431
1000	300	21.0	11.2	490	720	556	526
	350	21.0	11.9	535	730	579	549
	400	21.0	12.6	595	735	611	580
1100	300	22.4	11.2	490	780	602	585
	350	22.4	11.9	545	790	635	618
	400	22.4	12.6	600	795	668	651
1200	300	23.8	11.2	490	840	686	673
	350	23.8	11.9	545	850	724	711
	400	23.8	12.6	600	855	762	749

* PN16 플랜지 적용 이형관은 주문제작함.

3. Y 형 관 (Y BRANCH)

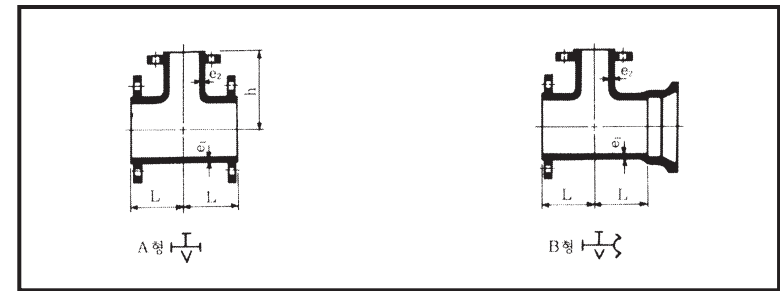


단위: 치수mm, 무게kg

호칭지름		각부 치수					무 게 (PN10)		
DN	dn	e1	e2	L	F	S	KP메커니컬		플랜지
							A형	B형	C형
80	80	8.1	8.1	320	140	345	23.5	22.5	20.0
100	80	8.4	8.1	370	140	345	28.5	28.0	24.5
150	150	9.1	9.1	435	154	360	51.0	50.0	43.5
200	200	9.8	9.8	510	181	385	76.5	76.0	67.0
250	250	10.5	10.5	590	195	400	110	109	99.0
300	300	11.2	11.2	622	140	343	139	139	128
350	350	11.9	11.9	686	152	356	178	178	159
400	400	12.6	12.6	762	165	369	227	227	203
450	450	13.3	13.3	813	178	381	282	280	246
500	500	14.0	14.0	889	203	406	357	352	310
600	600	15.4	15.4	1039	229	432	532	522	463
700	700	16.8	16.8	1190	245	458	763	744	653
800	800	18.2	18.2	1340	271	484	1021	997	900
900	900	19.6	19.6	1490	297	500	1334	1300	1177
1000	1000	21.0	21.0	1640	323	526	1734	1681	1526
1100	1100	22.4	22.4	1850	350	552	2094	2068	1991
1200	1200	23.8	23.8	2000	375	578	2613	2577	2471

* PN16 플랜지 적용 이형관은 주문제작함.

4. 제수밸브 및 버터플라이밸브 부관 (TEE FOR BY-PASS)

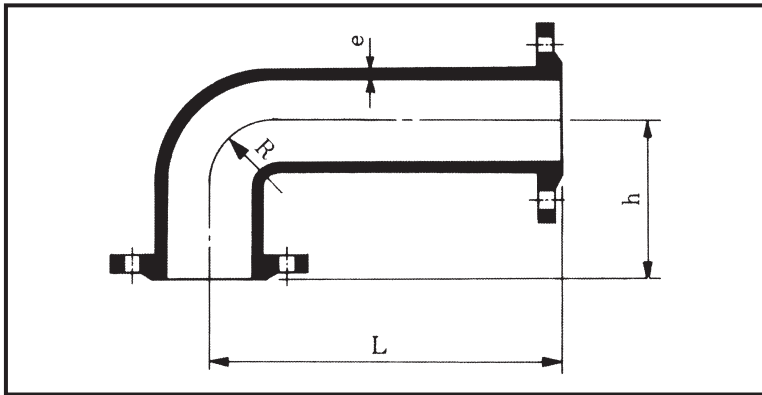


단위: 치수mm, 무게kg

호칭지름		각부 치수					무 게 (PN10)		
DN	dn	e1	e2	L	S	h	A형	B형	플랜지
								KP메커니컬	C형
300	100	11.2	8.4	230	560	280	66	70	79
350	100	11.9	8.4	230	560	300	77	84	95
400	100	12.6	8.4	230	560	320	93	98	116
450	100	13.3	8.4	240	560	340	110	115	136
500	100	14.0	8.4	250	560	360	130	140	159
600	100	15.4	8.4	280	600	440	188	203	226
700	150	16.8	9.1	310	620	490	259	284	303
800	150	18.2	9.1	330	630	550	341	370	388
900	200	19.6	9.8	370	670	610	441	482	500
1000	200	21.0	9.8	400	700	670	563	610	628
1100	200	22.4	9.8	420	720	730	716	752	735
1200	250	23.8	10.5	460	750	790	850	904	886

* PN16 플랜지 적용 이형관은 주문제작함.

5. 제수밸브 및 버터플라이밸브 부관 D형 (DOUBLE FLANGED 90° BEND FOR BY-PASS)

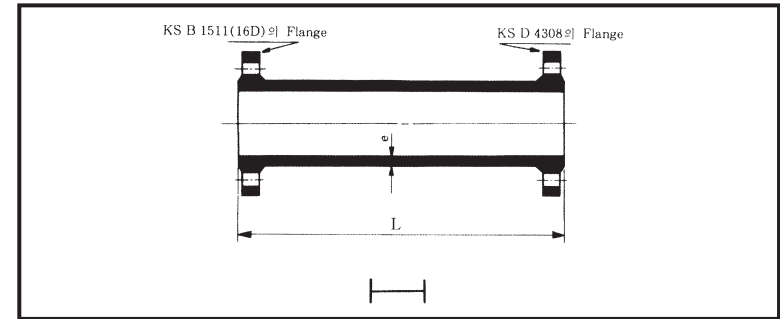


단위: 치수mm, 무게kg

호칭지름		제수밸브 및 버터플라이밸브 표준형					버터플라이밸브 짧은형				
(DN)	(dn)	e	R	L	h	무게	e	R	L	h	무게 (PN10)
300	100	7.2	200	305	250	15	7.2	200	195	195	13
350	100	7.2	200	320	250	15	7.2	200	200	250	13
400	100	7.2	200	340	250	16	7.2	200	215	250	13
450	100	7.2	200	365	250	16	7.2	200	225	250	14
500	100	7.2	200	390	250	17	7.2	200	240	250	14
600	100	7.2	200	435	250	17	7.2	200	290	250	15
700	150	7.8	200	475	250	28	7.9	200	315	250	23
800	150	7.9	200	535	250	30	7.8	200	350	250	24
900	200	8.4	250	590	310	46	8.4	250	385	310	37
1000	200	8.4	250	635	310	48	8.4	250	455	310	40
1100	200	8.4	250	670	310	52	8.4	250	495	310	42
1200	250	9.0	250	680	310	66	9.0	250	505	310	57

* PN16 플랜지 적용 이형관은 주문제작함.

6. 소화전용 단관 (DOUBLE FLANGED SHORT PIPE FOR HYDRANT)

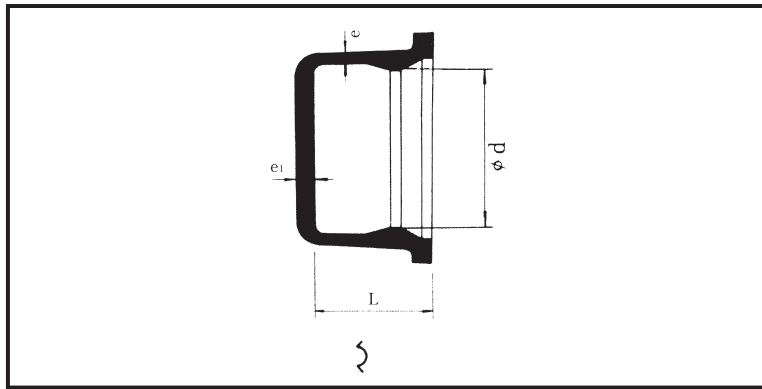


단위: 치수mm, 무게kg

호칭지름(DN)	e	L	무게 (PN10)
80	8.1	100	8.0
80	8.1	150	8.5
80	8.1	250	10.0
80	8.1	300	11.0
80	8.1	400	12.5
100	8.4	100	9.0
100	8.4	150	10.0
100	8.4	250	12.0
100	8.4	300	13.0
100	8.4	400	15.0

* PN16 플랜지 적용 이형관은 주문제작함.

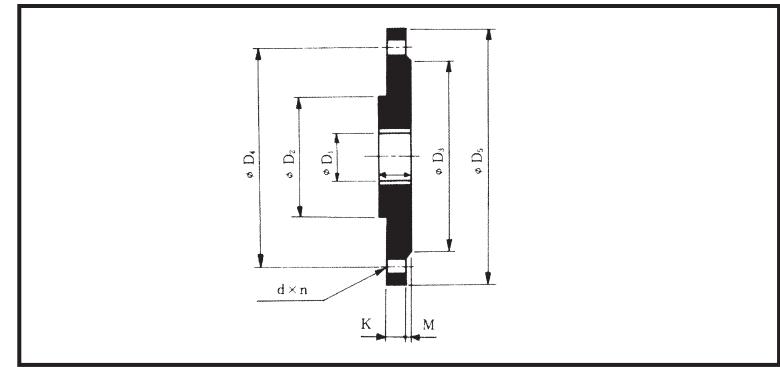
7. 캡 (CAP)



단위: 치수mm, 무게kg

호칭지름 (DN)	e	ei	L	d	무
					게
					KP메커니컬
80	8.1	8.1	100	103.4	4
100	8.4	8.4	100	123.5	5
125	8.8	8.8	102	149.5	6
150	9.1	9.1	102	175.6	7
200	9.8	9.8	102	227.8	12
250	10.5	10.5	105	279.9	18
300	11.2	11.2	105	332.0	23
350	11.9	11.9	107	384.1	33
400	12.6	12.6	110	435.3	41
450	13.3	13.3	112	486.4	51
500	14.0	14.0	115	538.5	64
600	15.4	15.4	120	641.8	93
700	16.8	16.8	130	745.0	134
800	18.2	18.2	140	849.3	178
900	19.6	19.6	150	952.5	234
1000	21.0	21.0	160	1055.8	292
1100	22.4	22.4	170	1152.0	345
1200	23.8	23.8	180	1263.3	385

8. 합플랜지 (REDUCING FLANGE)

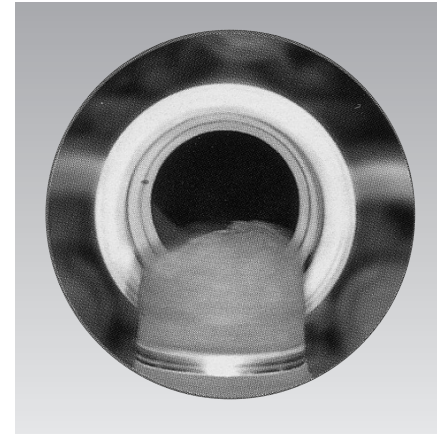


단위: 치수mm, 무게kg

호칭 지름	강관 호칭지름	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	L	L×M	d×n	무게 (PN10)
80	32(1 $\frac{1}{2}$ ")	42.7	60	133	160	200	23	16×3	19×4	3.5
	40(1 $\frac{1}{2}$ ")	48.6	70	133	160	200	23	16×3	19×4	3.4
	50(2")	60.5	80	133	160	200	25	16×3	19×4	3.3
	65(2 $\frac{1}{2}$ ")	76.3	100	133	160	200	25	16×3	19×4	3.1
	80(3")	89.1	110	133	160	200	25	16×3	19×4	2.9
	100	40(1 $\frac{1}{2}$ ")	48.6	70	153	180	220	23	16×3	19×8
50(2")		60.5	80	153	180	220	25	16×3	19×8	4.0
65(2 $\frac{1}{2}$ ")		76.3	100	153	180	220	25	16×3	19×8	3.9
80(3")		89.1	110	153	180	220	25	16×3	19×8	3.7
90(3 $\frac{1}{2}$ ")		101.6	120	153	180	220	28	16×3	19×8	3.4
100(4")		114.3	137	153	180	220	28	16×3	19×8	3.3
150	80(3")	89.1	110	209	240	285	25	16×3	23×8	6.5
	90(3 $\frac{1}{2}$ ")	101.6	120	209	240	285	28	16×3	23×8	6.3
	100(4")	114.3	137	209	240	285	28	16×3	23×8	6.2
	150(6")	165.3	190	209	240	285	31	16×3	23×8	4.9

* PN16 플랜지 적용 이형관은 주문제작함.

Ⅶ. 시멘트 모르타르 라이닝



1. 필요성	125
2. 발달과정	126
3. 부식원인	127
4. 라이닝의 효과	128
5. 취급과 절단 및 천공	132
6. 덕타일 주철관의 모르타르 라이닝	135



1. 시멘트 모르타르 라이닝의 필요성

국민 생활수준 향상과 산업의 발달로 인하여 급증하는 용수 수위를 충족시키기 위한 노력은 끊임없이 계속되고 있으며, 또한 깨끗하고 풍부한 물을 보다 싼값으로 얻고자 하는 것은 모든 인류의 욕망일 것이다.

그러나 깨끗하고 맑은 물을 싼값으로 대량 공급하기란 그리 쉬운 일이 아니다. 이를 위해서는 값싸고 좋은 수자원을 확보하여야함은 물론이며, 이 물을 도심지 내의 각 가정과 공장까지 안전하게 공급할 수 있는 시설과 기술이 필요한 것이다. 이를 위한 기본적인 수단 으로서는 취수, 도수, 정수, 가압, 송수, 배수 및 급수 등의 과정을 거쳐야 되는 것이며, 여기에는 고도의 기술은 물론 많은 시설투자가 뒤따라야만 가능한 것으로서, 이와같이 막대한 자본이 투입된 시설 물을 경제적이며, 안전하게 시공하고, 또한 이를 효율적으로 유지관리 할 수 있도록 하기 위해서는, 시설당시에 경제성과 안전성은 물론 내구성을 고루 갖춘 기자재의 사용이 필수적으로 요구되는 것이다.

수세기동안에 걸쳐 상수도 시설의 대동맥으로 사용되어온 주철관에 대한 제반성능에 관하여는 다른 관종의 추종을 불허하는 것으로 이미 널리 알려져 있으나 도시하수와 산업폐수의 대량유출로 인해 오염된 원수와 물 자체의 매우 복잡한 성질은 주철관의 내부를 부식시키게 되는 것이며, 이로 인해서 종래의 주철관은 녹물이 발생(적수현상)됨은 물론, 관석발생으로 인한 통수단면의 축소로 유속계수가 저하되어 통수능력이 점차 악화됨으로서 마침내는 그 기능이 마비될 수도 있는 것이다.

그리하여 이와같은 문제점을 사전에 방지시켜 기술적으로나 경제적으로 완벽한 덕타일 주철관을 만들고자 하는 방법으로서 관의 내부에 시멘트 모르타르 라이닝을 하는 기술이 선진공업국가들에 의해서 연구발전된 것은 꼭 다행스러운 일이라 아니할 수 없을 것이다.

2. 시멘트 모르타르 라이닝의 발달과정

덕타일 주철관에 대한 시멘트 모르타르 라이닝의 발달과정을 살펴 보면 1936년 프랑스 과학원에서는 두께 2.5mm의 시멘트 모르타르 라이닝을 한 주철관에 대한 실험을 한 결과 취급이 가장 용이하였고 내식성을 크게 발휘하였다고 보고한 바 있으며, CHAPPEL은 미국에서 시멘트 모르타르 라이닝을 실시한지 60년이 경과된 주철관에 대한 연구보고를 하였고, MILLER도 1970년에 부설한 시멘트 모르타르 라이닝 주철관에 대한 연구결과를 보고하고 있다.

또한 미국에서 맨처음으로 시멘트 모르타르 라이닝을 한 주철관을 부설한 것은 1922년에 CHARLSTON 시로 알려지고 있으며, 그후 미국에서는 1939년 ASA(미국표준협회)규격 A21.4로 주철관에 대한 시멘트 모르타르 라이닝 규격을 제정 (현재는 ANSI 21.4 또는 AWWAC-104로 개정)하였고, 현재는 거의 대부분 시멘트 모르타르 라이닝이 된 덕타일 주철관을 상수도관으로 사용하고 있는 것으로 조사되었다.

그리고 서독에서 시멘트 모르타르 라이닝 주철관을 많이 사용하기 시작한 것은 제2차 세계대전 후인 1950년대 후반부터인 것으로 기록되고 있으며, 이는 상수도 전문가들이 미국을 방문하여 영향을 받게 된 것으로 판단된다. 물론 독일에서는 2차대전 전에도 오스트리아에 시멘트 모르타르 라이닝 주철관을 수출한 바도 있고 독일내에서도 사용된바 있기는 하나 이는 일부에 지나지 않은 사실로 받아들여 지게 되는 것이며, 1955년에서 1960년 사이에 외국의 사례가 소개됨에 따라 독일 연방정부에서도 시멘트 모르타르 라이닝된 주철관을 요구하게 되었고, 매스컴에서도 이에 대한 상당한 관심을 불러 일으켰다.

그 후 이의 사용은 현재까지 계속 증가하고 있으며, 또한 가까운 일본에서도 이미 1958년에 JIS(일본공업규격) A5314로 규격을 제정한 이래 현재에 이르러서는 거의 백퍼센트 시멘트 모르타르 라이닝 덕타일 주철관을 사용하고 있는 것으로 발표하고 있다.

한편 우리나라에서도 다소 늦기는 하였으나, 1971년부터 당사에서 처음으로 시멘트 모르타르 라이닝 된 덕타일 주철관을 생산하기 시작하여, 1984년 KS D 4316 한국산업규격으로 제정 되었으며, 그동안 국내공급은 물론 세계각국에 수출하여 호평을 받고 있으며 현재 국내 모든 도시에서 이를 사용하고 있다.

3. 주철관의 부식원인

철의 부식현상은 그 작용상태에 따라

- 1) 전기화학 작용 2) 순화학 작용
- 3) 미생물 화학 작용 4) 기계 작용
- 5) 누설전류작용

등으로 구분할 수 있을 것이다.

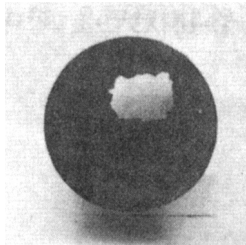
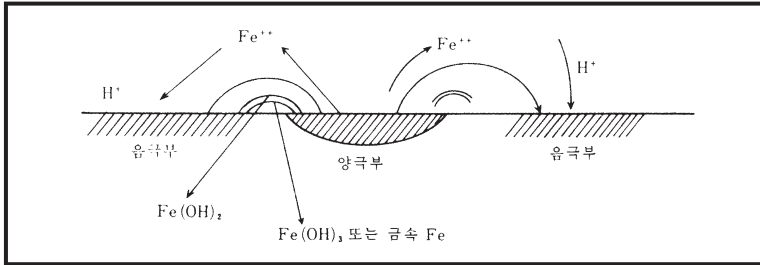
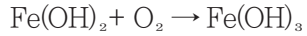
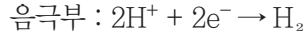
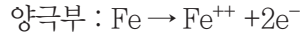
이 중 상수도용 주철관이 관내로 흐르는 용수에 의한 부식의 원인은 주로 전기화학 작용이나 미생물 작용에 의한 것이라 생각 할 수 있다.

미생물 작용으로 인한 부식도 철 박테리아나 유산 박테리아 등의 호기성(好氣性) 세균(細菌)이나 혐기성(嫌氣性) 세균의 번식에 의하여 촉진되지만 본질적으로는 전기화학 작용에 그 기초를 두고 있는 것이다.

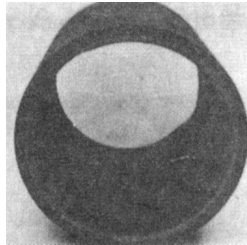
전기화학 작용이 발생하는 것은 주철관내로 흐르는 용수에서 조성 이온 농도, 용재산소량, 온도, 유속 등의 차에 의하여 국부적으로 전위차가 발생하게 되며, 이 결과 수많은 부분에서 국부적인 단락전지가 형성되어서 양극부에 해당하는 주철관 표면이 부식되는 것이다.

이 때 생성된 Fe^{++} 이온과 OH^- 이온이 수산화 제 1철 $[Fe(OH)_2]$ 을 생성시키며 이는 다시 수중의 용존 산소와 반응하여 수산화 제2철 $[Fe(OH)_3]$ 즉, 붉은색 녹으로 변하게 된다. 이때 수산화 제 2철의 생성과정에서 용존 산소량이 충분하지 못할 경우에는 이의 중간생성물인 자성 산화철 $[Fe_3O_4 \cdot OH_2]$ 즉, 검은색 녹이 발생, 침전 퇴적되어 사진(라이닝하지 않은 관)에서 보는바와 같은 심한 관석 발생현상을 일으키게 되는 것이다.

상기 반응을 식과 그림으로 간단히 표시하면 다음과 같다.



○라이닝하지 않은 관



○라이닝 한 관

〈사진-1〉

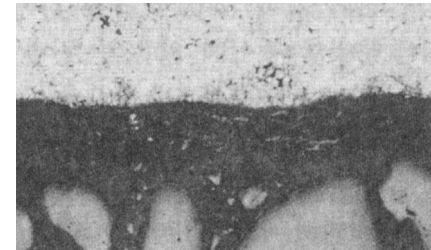
4. 시멘트 모르타르 라이닝의 효과

1) 보호 효과

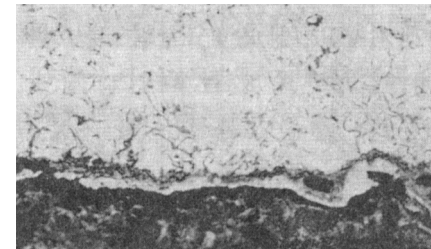
시멘트 모르타르 라이닝의 보호 효과는 그 작용효과에 따라 다음의 두가지 요인에 기인하는 것으로 대별할 수 있다.

첫째, 흐르는 매체로부터 주철관 내벽을 보호해 주는 기계적인 막의 형성(수동적인 보호효과)

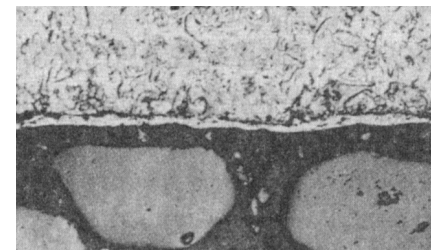
둘째, 침투되는 수분과의 상호작용에 의한 시멘트 모르타르와 주철관의 접촉면 사이에서의 화학적인 변화(능동적인 보호효과) 시멘트 모르타르의 큰 밀도에도 불구하고 수분은 라이닝을 통하여 점차 관벽까지 침투하게 되며, 이때 수분은 수산화 제2철 $[Fe(OH)_2]$ 의 알카리 침전반응에 의하여 소량의 석회와 철을 용해시키게 된다. 이와 같이 서서히 일어나는 화학반응은 오랜 시간이 경과되면 주철면과 모르타르 라이닝 사이에 그물층(Intermeshed Layer)을 형성하게 되는 것이다. 사진 2, 3, 4는 시멘트 모르타르 라이닝을 실시한 주철관의 단면을 확대한 사진이다.



〈사진-2〉 라이닝후 초기



〈사진-3〉 사용후 5년 경과



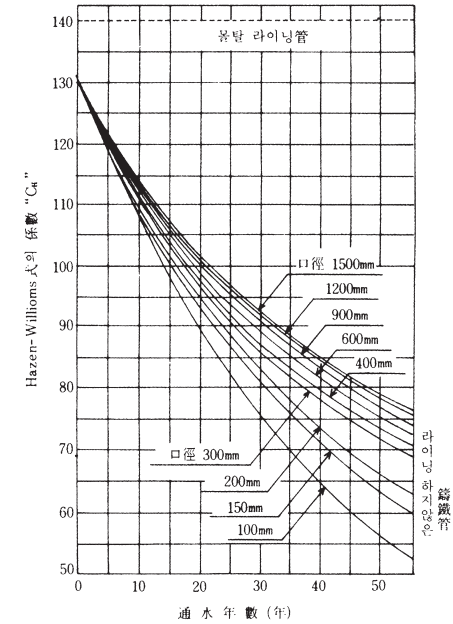
〈사진-4〉 사용후 20년 경과

사진 2에서 보는 바와 같이 새로 시행한 라이닝면에는 아직 이러한 그물층이 형성되어 있지 않음을 보여주고 있는 반면, 라이닝을 실시한 후 사용년수가 5년과 20년이 경과된 사진 3과 4에서는 이러한 그물층이 형성되었음을 분명하게 보여주고 있다.

이와같은 진행 결과에 따라 시멘트 모르타르 라이닝의 결속(Banding)은 처음에는 단지 부착력에 의한 것이다. 시간이 지남에 따라 의집현상이 일어나게 되며 이러한 현상은 사용년수가 경과됨에 따라 증가하여 주철관 벽과 라이닝 층과의 결속력을 증대시켜 주며, 또한 수산화 제 2철[Fe(OH)₂]은 용존석회로 치환되어 시멘트 모르타르 라이닝 층에 침전 퇴적되어서 미세한 공간이나 균열부(龜裂部)를 자연적으로 메꾸어주게 되는 것이다.

2) 수리적 효과

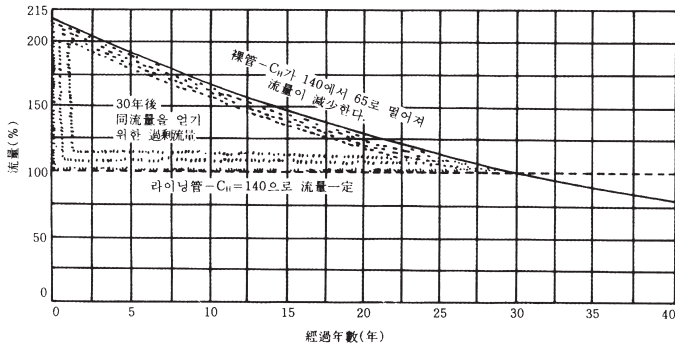
시멘트 몰탕 라이닝을 한 주철관은 오랜 시일이 지나도 유속계수(C_H 値)가 130-150정도로 일정하게 유지된다. 다음 도표 1에서 내부에 시멘트 모르타르 라이닝을 한 주철관의 C_H 치는 오랜기간이 지나도 변하지 않으나, 라이닝을 하지 않은 주철관은 시공후 시일이 경과할 수록 C_H치가 점차적으로 감소되는 것을 볼 수 있다.



〈도표-1〉 주철관의 통수년수경과에 따른 C_H치(値)의 변화도

또한 시멘트 모르타르 라이닝을 한 주철관은 유량의 변화(감소)가 없기 때문에 시설 당시 적정한 관경을 선택하여 부설할 수 있게 되므로 경제적인 배관망을 조성할 수 있다.

도표 2, 3에서 볼 때 라이닝을 하지 않은 주철관은 시멘트 모르타르 라이닝관에 비하여 시설 당시 약 200% (관의 통수면적기준)이상의 관을 부설하여야 되는 것임을 알 수 있다.



〈도표-2〉 경과년수에 따른 유량변화도

라이닝 하지 않은관(∅mm)	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800	900	1000	1100
라이닝관(∅mm)	79	122	164	207	250	292	335	376	419	505	590	676	762	846	933

〈도표-3〉 30년후에 동일한 유량을 얻기 위하여 필요한 관경비교표

5. 시멘트 라이닝 관의 취급과 절단 및 천공(穿孔)

1) 취급 및 부설

시멘트 모르타르 라이닝관의 중량은 나관에 비하여 약 17% 이상 무거우며, 라이닝부의 안전성을 고려하여야 하기 때문에 이를 함부로 취급하여서는 아니된다.

라이닝 주철관을 운반하기 위하여 차량에 상, 하차 할 때에는 크레인 후크 등의 중장비를 사용하는 것이 바람직하며, 이때 크레인 후크는 극단의 접촉 압력을 피할 수 있도록 평형하게 설계되어야 하고, 또한 후크의 표면은 시멘트 모르타르가 손상되지 않도록 적당한 쿠션을 줄 수 있는 재료로 감싸주는 것이 좋다. 만약 현장 사정에 따라 중장비를 사용할 수 없는 경우에는 충분한 안전장비와 인원을 확보하여 즉시 관에 충격이 가지 않도록 신중을 기하여 작업하는 것을 잊지 말아야 한다.

그리고 하차가 완료된 관을 관로내에 투입시킬 때에도 완전히 무게중심을 잡은 상태에서 관을 감싸고 있는 벨트나 로프를 서서히 풀면서 내려 놓아야 한다. 이 때 관로의 굴착이 협소해서 작업하기 곤란하지 않도록 충분히 넓이로 터파기를 하여야 함은 물론이며, 관로 내부에 굴착장비의 잔여물이나 자갈 등이 남아있지 않은가를 확인하여야 한다. 이 때에도 상, 하차시에와 마찬가지로 관이 충격은 받는 일이 없도록 세심한 주의를 하여야 하는 것이다. 만약 운반도중이나 부설도중의 부주의로 인하여 시멘트 모르타르 라이닝 부분이 파손 되었을 때에는 동질의 시멘트 모르타르를 사용하여 현장에서 보수해서 사용하면 되는 것이다.

그 이외의 부설방법이나 취급요령은 라이닝을 하지 않은 보통 주철관과 별 차이가 없다.

2) 절단

시멘트 모르타르 라이닝관을 현장에서 절단할 때 톱이나 분쇄절단기 등을 사용하여서는 아니된다. 왜냐하면 이들은 금속의 연마작용으로 인해서 시멘트 모르타르의 내구성을 저하 시킬 수 있기 때문이다.

따라서 시멘트 모르타르 라이닝관을 절단할 때에는 카바이트로 씌운 절단기를 사용하여 주물 부분만을 절단하는 방법을 이용하기도 하나, 가장 좋은 방법으로 서는 관 절단기(PIPE CUTTER)를 사용한다.

3) 천공

시멘트 모르타르 라이닝 주철관을 분기공사를 하기위해서 천공을 할 때 분기관의 구경 50mm이하까지는 주로 부단수 천공기를 사용하여 천공하는 것이 보통이다. 이때 천공으로 인하여 라이닝부의 손상이 우려되기도 하나, 사진 5에서 보는 바와 같이 라이닝 부에는 하등의 손상이 없음을 알 수 있다. 또한 천공 작업시에 발생되는 절삭분은 천공기 자체의 사용에 의해서 관외로 방출된다.



〈사진-5〉

한국산업표준 KS D 4316 2017 덕타일 주철관의 모르타르 라이닝

Mortar Lining of ductile Iron pipes & Fittings

1. 적용 범위

이 표준은 주철관[㉠](이하 관이라 한다)에 내면에 시행하는 시멘트 모르타르 라이닝(이하 라이닝이라 한다)에 대하여 규정한다.
주[㉡] 주철관이라 함은 KS D 4311을 말하며, 라이닝을 하기 전의 관은 안쪽면을 도장하지 않는 것으로 한다.

2. 인용 표준

다음에 나타내는 표준은 이 표준에 인용됨으로써 이 표준의 규정 일부를 구성한다. 이러한 인용 표준은 그 최신판을 적용한다.

- KSA 5101 (모든 부), 시험용 체
- KSD 4311 덕타일 주철관
- KS I 3225 수질 -수도용 기구- 용출 성능 시험 방법
- KS L 5201 포틀랜드 시멘트
- KS L 5210 고로 슬래그 시멘트
- KS L 5211 플라이 애시 시멘트
- KS L ISO 679 시멘트의 강도 시험방법
- KS M ISO 6353-2 화학 분석용 시약 - 제2부 : 규격 - 제1집

3. 품질

- 3.1 라이닝은 수돗물에 침식되지 않으며, 또한 수돗물의 수질에 나쁜 영향을 주어서는 안 된다.
- 3.2 라이닝은 두께 및 품질이 균일하며 흡수성이 적고, 해로운 균열, 벗겨짐 등의 결함이 없어야 한다.
- 3.3 라이닝의 마무리면은 연마 등을 하여 주름이나 이상 상태가 없 이 균일하고 매끈하여야 한다.

4. 재료

4.1 시멘트는 다음 중의 어느 표준에 적합한 것을 사용한다.

- (1) KS L 5201
- (2) KS L 5210 의 1종 또는 2종
- (3) KS L 5211 의 1종 또는 2종

4.2 세골재 세골재는 깨끗하고 단단하며, 내구적이고, 진흙, 유기물, 염분 등의 유해량을 함유하지 않아야 한다.

또한, 입도는 표 1에 따른다. 입도의 체 분류에 사용하는 체는 KS A 5101 의 규정에 따른다.

표 1

관의 호칭 지름 (mm)	각 체를 통과하는 양(%)		
	라이닝 두께의1/2 정도의 체(°)µm	300µm체	150µm체
80~250	95 이상	50 이하	5 이하
300~600		40 이하	
700~900		30 이하	
1000~2600			

주²⁾ 관의 호칭 지름별로 사용하는 체는 다음과 같다.

단위: mm

관의 호칭 지름	체의 호칭 치수
80~250	2.00
300~600	2.80
700~900	4.00
1000~1200	4.75
1400~2600	6.70

4.3 물 모르타르에 사용하는 물은 모르타르 및 관 내의 수송수의 수질에 유해한 영향을 주어서는 안 된다.

4.4 혼화재 혼화재를 사용하는 경우는 라이닝의 품질에 나쁜 영향을 끼치지 않는 것으로 하여야 한다.

5. 라이닝 가공

5.1 모르타르 모르타르는 시멘트에 세골재 및 물(또는 이들에 혼화재를 가한 것)을 충분히 혼합하여야 한다.

5.2 배합 시멘트와 세골재의 질량 배합비는 1:3.5 이하로 한다. 이 때 물은 가능한 한 소량을 사용하도록 한다.

5.3 라이닝

5.3.1 관의 안쪽면 관의 안쪽면에는 이물질, 부유물, 기타 금속과 라이닝의 밀착에 유해한 영향을 주는 물질은 전부 제거하여야 한다. 또한 관의 수구를 제외한 수송수와 접촉되는 관의 내면은 모두 모르타르로 피복하여야 한다.

5.3.2 라이닝의 시공³⁾ 라이닝의 시공은 수작업 또는 기계작업 등 적당한 방법으로 한다.

주³⁾ 라이닝의 시공은 직사 광선, 비, 서리 등의 극단적인 기상 조건을 피하기 위하여 건물 내부에서 하여야 한다.

5.3.3 수구 안쪽면 관의 수구 안쪽면에 부착된 모르타르는 모두 제거하여야 한다.

5.4 양생 라이닝을 마친 관은 0℃ 이상의 온도에서 양생을 하여야 한다.

5.5 보수 라이닝의 경미한 파손 또는 흠 부분은 보수할 수 있다. 먼저 파손된 모르타르 부분을 제거하고 나서 새로 배합한 모르타르로 균일한 두께를 얻도록 흡수 등으로 보수한다. 보수 작업용 모르타르는 파손되지 않은 기존 모르타르 부분과 잘 붙도록 하기 위하여 첨가제를 첨가할 수 있다.

표 3

시험항목		판정기준	
용출성능	맛	이상 없을 것	
	냄새	이상 없을 것	
	색도	0.5도 이하	
	탁도	0.2 NTU 이하	
	비소	0.001 mg/L 이하	
	카드뮴	0.0005 mg/L 이하	
	6가크롬	0.005 mg/L 이하	
	구리	0.1 mg/L 이하	
	납	0.001 mg/L 이하	
	셀레늄	0.001 mg/L 이하	
	망간	0.005 mg/L 이하	
	수은	0.0001 mg/L 이하	
	과망간산칼륨소비량	1.0 mg/L 이하	
	잔류 염소의 감량	0.7 mg/L 이하	
	페놀	0.0005 mg/L 이하	
	아민류 ⁽¹⁾	0.01 mg/L 이하	
	시안	0.001 mg/L 이하	
	VOCs	1,2-디클로로에탄	0.0004 mg/L 이하
		1,1-디클로로에틸렌	0.003 mg/L 이하
		1,1,2-트리클로로에탄	0.0006 mg/L 이하
		트리클로로에틸렌	0.003 mg/L 이하
		벤젠	0.001 mg/L 이하
		1,1,1-트리클로로에탄	0.01 mg/L 이하
		디클로로메탄	0.002 mg/L 이하
		시스-1,2-디클로로에틸렌	0.004 mg/L 이하
		테트라클로로에틸렌	0.001 mg/L 이하
		에피클로로히드린	0.01 mg/L 이하
		아세트산비닐	0.01 mg/L 이하
스틸렌		0.002 mg/L 이하	
1,2-부타디엔		0.001 mg/L 이하	
1,3-부타디엔		0.001 mg/L 이하	
N,N-디메틸아닐린		0.01 mg/L 이하	
벤조(a)피렌	0.0007 mg/L 이하		
톨루엔	0.7 mg/L 이하		
크실렌	0.5 mg/L 이하		

주⁽¹⁾ 아민류에 대한 기준 적용시기는 따로 정하여 시행한다.
(아민류 검출 시약은 수입규제 품목임)

6. 라이닝

6.1 라이닝의 두께는 표 2에 따른다.

6.2 시멘트 모르타르 라이닝의 압축강도(28일 양생후)는 6개의 압축강도 시험 결과의 산술 평균 값이 50Mpa 이상이어야 한다.

표 2

관의 호칭 지름 (mm)	라이닝의 두께(mm)	
	공칭 두께 ⁽⁴⁾	1점의 최소 두께
80	3	2
100		
125		
150		
200		
250		
300	5	3
350		
400		
450		
500		
600		
700	6	3.5
800		
900		
1000		
1100		
1200이상		

주⁽⁴⁾ 관 끝에서부터 50mm이내는 테이퍼를 주어도 무방하다.

7. 실 코트

7.1 실 코트의 재질은 건조 후 수돗물의 수질에 나쁜 영향을 끼치지 않는 것으로서 아스팔트계 도료나 아크릴계 중합물로 한다.

다만, 주문자의 요구에 따라서 실 코트를 하지 않을 수 있다.

7.2 실 코트를 한 관을 음용수에 사용하는 경우는 상온에서 48시간 건조 후 관 안쪽면에 대해 용출 시험을 하여 표 3에 적합하여야 한다.

8. 시험방법

- 8.1 3.2의 시험은 실 코트의 건조 후 작은 망치로 라이닝면을 가볍게 두들겨서 한다.
- 8.2 7.2의 시험은 실코트를 상온에서 48시간 이상 건조한 관으로 KS I 3225에 따른다. 이 때 시험편의 치수, 수량은 표 4에 따른다.
- 8.3 시멘트 모르타르 라이닝의 압축강도 시험은 KS L ISO 679에 따른다.

표 4

시험편의 치수(mm)	호칭지름 80×길이 300
수량	1개

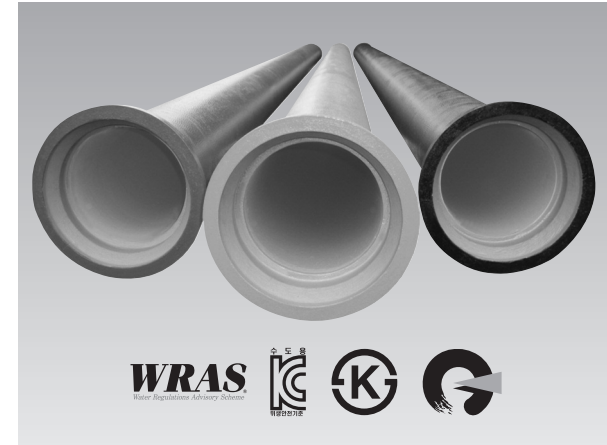
비고) 용출 시험시 주철관 시험편은 호칭지름 80×길이 300을 적용한다.

9. 검사

겉모양 검사는 전수 실시하며, 두께 측정은 아래와 같은 방법으로 연속해서 제조한 관의 호칭지름 중 설비별로 1일 최저 1본을 채취해서 검사한다.

- 9.1 라이닝의 두께는 모르타르가 경화되기 전에 끝이 뾰족한 강철 핀으로 찔러서 그 길이를 측정하거나 또는 경화된 후에 비파괴 시험방법으로 검사한다. 라이닝의 두께는 관의 양 끝에서 약 200mm 안쪽 부분에 내면 둘레를 90도로 나누어 4개점을 측정한다. 두께의 측정값은 0.1mm까지 하고, 1개 점의 최소 두께는 표 2에 적합해야 한다.
- 9.2 겉모양 검사는 눈으로 하며, 3. 및 5.3.3의 규정에 적합하면 합격으로 한다. 다만 수축으로 인해서 표면에 생긴 실금의 폭이 0.4mm 이하일 때는 합격으로 한다.
- 9.3 벗겨짐(박리)검사는 8.의 시험을 하여 이상이 없으면 합격으로 한다.
- 9.4 시멘트 모르타르 라이닝의 압축강도는 KS L ISO 679에 따라 일정기간 또는 품질변경시마다 행하며 인수·인도할 때마다 실시하는 것은 아니다.
- 9.5 실코트를 한 관은 관의 안쪽면에 대해 KS I 3225에 따라 용출 시험을 실시하고 표 3의 기준에 적합하여야 하며, 용출 시험은 연 1회 이상 또는 품질변경시마다 행하며, 인수·인도할 때마다 실시하는 것은 아니다.

VIII. 내면 에폭시 수지 분체 도장



1. 내면 에폭시 수지 분체 도장관의 정의 143
2. 내면 에폭시 수지 분체 도장관의 특성 144
3. 시멘트 모르타르 라이닝관과 내면 에폭시 수지 분체 도장관의 특성 비교 148
4. 덕타일 주철관 내면 에폭시 수지 분체 도장 152



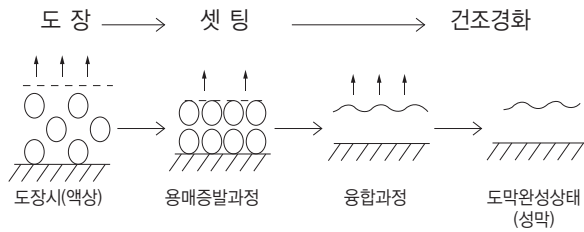
1. 내면 에폭시 수지 분체 도장관의 정의

에폭시 수지라고 총칭되는 것은 이를 구성하는 분자의 화학적 단위가 에폭시 결합을 가지고 있는 것으로 BPA형과 BPF형 등이 대표적이며 에폭시 단독으로 사용되는 경우 보다는 경화제를 다시 첨가하여 열경화성 물질로 변화시켜 사용한다. 이러한 에폭시 수지는 다음과 같은 장점을 가진다.

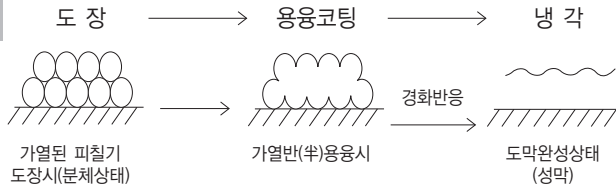
- 수지는 경화에 있어 반응수축이 매우 작고 또한 휘발물을 발생하지 않는다.
- 경화 수지는 전기적 성질이 매우 우수한 성질을 지닌다.
- 경화 수지는 기계적 성질이 우수할 뿐만 아니라 치수 안정성이 매우 좋다.
- 기계 가공성이 좋은 것을 만들 수 있다.
- 내수성, 내약품성이 우수하다.
- 가소성이 우수한 성질을 부여할 수 있다.
- 내마모성이 우수한 성질을 부여할 수 있다.
- 무기, 유기, 금속분말, 모래 등 각종의 충전재를 다량 첨가 할 수 있다.
- 금속, 목재, 시멘트, 유리, 플라스틱 등 거의 모든 것에 접착시킬 수가 있고, 또한 가령 금속과 시멘트 등 이종 물질 간의 접착에 사용 할 수 있다.
- 저장 안정성이 높고 경화제를 혼합하지 않으면 기후, 온도에 관계 없이 장기간의 보관이 가능하다.

내면 에폭시 수지 분체 도장관은 관의 내면에 에폭시 수지 분체 도료를 도포하여 도막을 형성함으로써 앞에서 이야기한 장점을 가지고 관을 보호하며 내구성을 향상시키는 것을 목적으로 한다.

<액상도료>



<분말도료>



[그림 1] 도막 형성 과정

자료 : 内面エポキシ樹脂粉体塗裝ダクタイル鐵管について、日本ダクタイル鐵管協會

2. 내면 에폭시 수지 분체 도장관의 특성

이러한 에폭시 수지 분체 도료를 사용하여 [그림 1]과 같이 관의 내면에 도장하면 다음과 같은 특성을 가지게 된다.

① 휘발성 유기 화합물이 없다.

도료의 제조 및 사용시 공해문제, 위험물 취급, 위생 문제, 자원 절약 등의 측면을 개선하고 도장시 유기용제 증발에 의해 형성되는 도막에 대한 악영향(외관 도막 성능 등)이 없다.

② 고분자량 수지를 사용한다.

유기용제에 대한 용해성의 제약이 없기 때문에 고분자량의 에폭시 수지의 사용이 가능하여 에폭시 수지의 뛰어난 도막 성능을 확보할 수 있다.

③ 도장의 작업성과 효율이 뛰어나다.

도료 용해시의 용해 점도가 높기 때문에 피도장물체의 엷기 커버성이 뛰어나 1회의 도장으로도 소정의 도막 두께를 얻어 효과적인 보호 피막을 형성할 수 있으며 생산성 향상, 도장의 자동화, 취급 작업의 효율화, 동수분체 도료의 재이용 등 종래의 액상 도료와 비교

해서 작업성의 개선을 도모할 수 있다

④ 위생적으로 안정적이다.

일반적인 용제형 도료는 경화 건조가 불충분할 경우 악취로 수질에 악영향을 주는 일이 있다. 하지만 에폭시 수지 분체 도료는 고분자의 에폭시 수지를 이용하였기에 용제를 포함하지 않는 소부형(燒付型)도료로 식용수에 대해서 솔벤트냄새(용제냄새)를 주지 않고 물에 용해하는 저분자화합물도 없어 위생적인 측면에서 우수한 성질을 나타낸다.

⑤ 내구성이 뛰어나다.

내면 에폭시 수지 분체 도장관을 침식성이 강한 지하수(유리 탄산=약 60mg/L, pH=5.8, 랑겔리어 지수(Langelier)=-2.6)를 흐르게 하여 약 15년간에 걸쳐서 시험을 실시한 결과는 [표 1]과 같다. 그 결과 에폭시 수지 분체 도막은 양호한 것으로 관찰되어 내면 에폭시 수지 분체 도장관이 뛰어난 내수성을 가짐을 알 수 있다. 이 외에도 타르 에폭시 수지 도장, 무용제형 액상 에폭시 수지 도장에는 도막이 부풀어 오르는 현상이 다수 발생함을 관찰할 수 있었다.

[표 1] 통수 시험 결과

No.	내면도장종류	도막두께(mm)	관찰결과
I	에폭시수지분체도장	0.3~0.4	이상(異常)이 관찰되지 않음
II	타르에폭시수지도장		φ~2의 부풀어 오름이 관찰
III	무용제형액상에폭시수지도장		φ~20의 부풀어 오름이 관찰

자료 : 内面エポキシ樹脂粉体塗裝ダクタイル鐵管について、日本ダクタイル鐵管協會

또한 내면 에폭시 수지 분체 도장관은 뛰어난 내 염수성을 나타낸다. 크로스컷(crosscut)을 넣은 시험편(試驗片)을 3% 식염수 중에 약 5년간 침지에 따른 결과가 보고되어 있다.

(内面エポキシ樹脂粉体塗裝ダクタイル鐵管について、日本ダクタイル鐵管協會) 이에 따르면, 크로스컷 커팅부분에 출발 부식은 관찰되지 않았으며 도막이 이탈, 부풀어 오름, 주름도 관찰되지 않았다. 그리고 냉온수의 반복에 대해서도 높은 저항성을 보여주는 것으로 나타나 있다.

55℃의 온수와 15℃의 냉수가 4시간씩 교대로 흐르는 시험관로에서 약 5년간에 걸쳐서 통수 시험을 실시한 결과 에폭시 수지 분체 도막은 양호함이 관찰된다고 보고되었다. 염산을 이용한 pH2의 강산성수가 흐르는 시험관로에서 약 13년간에 걸친 통수시험에서도 도막이 양호함을 관찰할 수 있어 강한 내산성을 가지고 있음을 알 수 있다. 또한 기후에 대한 내구성과 내진공성 또한 매우 뛰어나고 보고되었다.

무엇보다 내면 에폭시 수지 분체 도장관은 내마모성이 우수하다는 특성을 가진다. 마모고리에 의한 플라스틱의 시험방법에 의해서 내면 에폭시 수지 분체 도장관은 타르 에폭시 수지 도장관 마모량의 1/5정도 였으며, 물과 규사를 혼합한 슬러리를 약 2.5m/s의 고 유속으로 흘리는 슬러리 통수 시험을 1년에 걸쳐 수행한 결과 마모가 거의 발견되지 않고 양호한 상태를 유지하였다고 보고되고 있다.

따라서 내면 에폭시 수지 분체 도장관은 다른 관에 비하여 고분자 수지를 사용하여 내수성이나 내염성 등의 내구성이 매우 우수하다는 특성을 나타낸다.

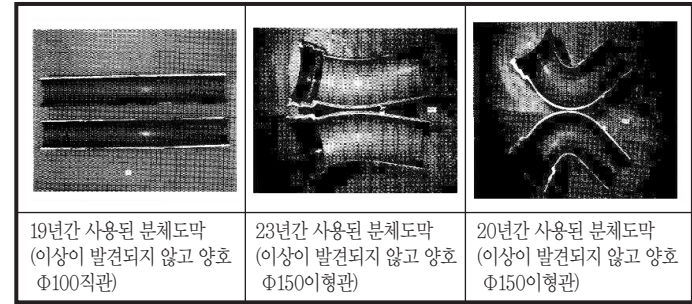
⑥ 시간에 대한 안정성을 가진다.

19~23년 정도 사용한 내면 에폭시 수지 분체 도장관의 도장막 내 구성에 관하여 조사한 결과는 다음과 같다.

[표 2] 경년 내면 에폭시 수지 분체 도장관의 내구성 테스트

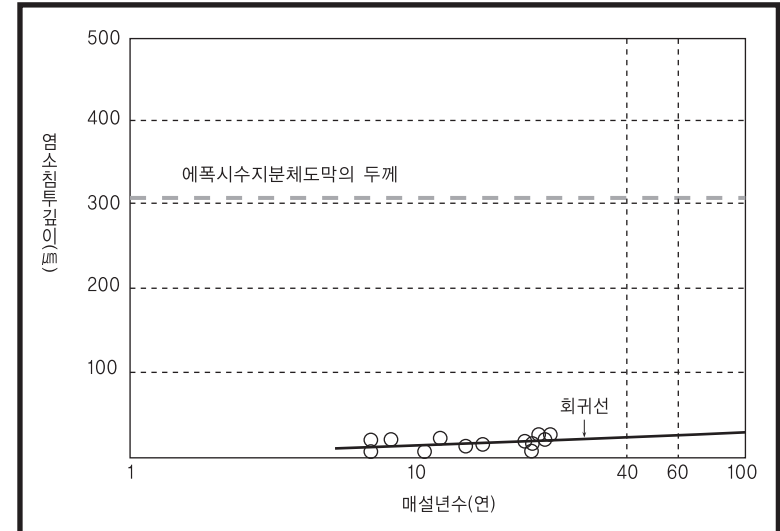
조사항목	Φ100-직관 (매설년수 19년)	Φ150-이형관 (매설년수 23년)	Φ150-이형관 (매설년수 20년)	신품일 경우의 값
부착강도(N/mm ²)	평균 8.9	평균 5.9	평균 6.8	평균 5~10
흡수비율(%)	평균 0.4	평균 0.4	평균 0.2	평균 0.2
임피던스(Q)	평균 7.4×10 ⁵	평균 8.2×10 ⁵	평균 7.4×10 ⁶	평균 7.9×10 ⁵
염소침투깊이(μm)	17	14	13	0

자료 : 内面エポキシ樹脂粉体塗装ダクタイル鐵管について、日本ダクタイル鐵管協會



[그림 2] 경년 내면 에폭시 수지 분체 도장관의 내구성 테스트

자료 : 内面エポキシ樹脂粉体塗装ダクタイル鐵管について、日本ダクタイル鐵管協會



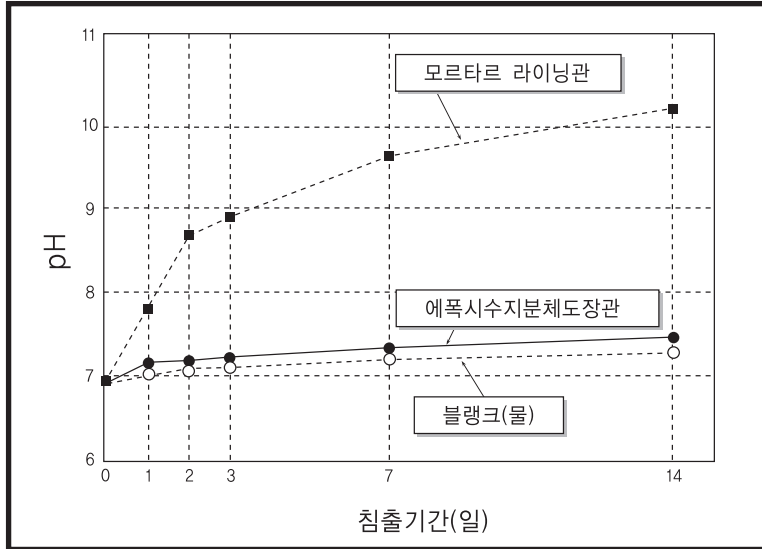
[그림 3] 매설년수에 따른 염소침투깊이

자료 : 内面エポキシ樹脂粉体塗装ダクタイル鐵管について、日本ダクタイル鐵管協會

상기 자료의 조사결과에 따르면 분체 도막의 부착 힘, 흡수율 및 impedance의 값이 신품의 값과 동등하고, 분체 도막의 열화 징조가 발견되지 않았다. 또한 도막 표면으로부터의 염소 침투 깊이를 조사한 결과 염소는 20μm 이내 도막 표층의 극히 얇은 부분 까지 밖에 침투하지 못하여 뛰어난 장기 내구성 및 안전성을 가지는 것으로 나타났다.

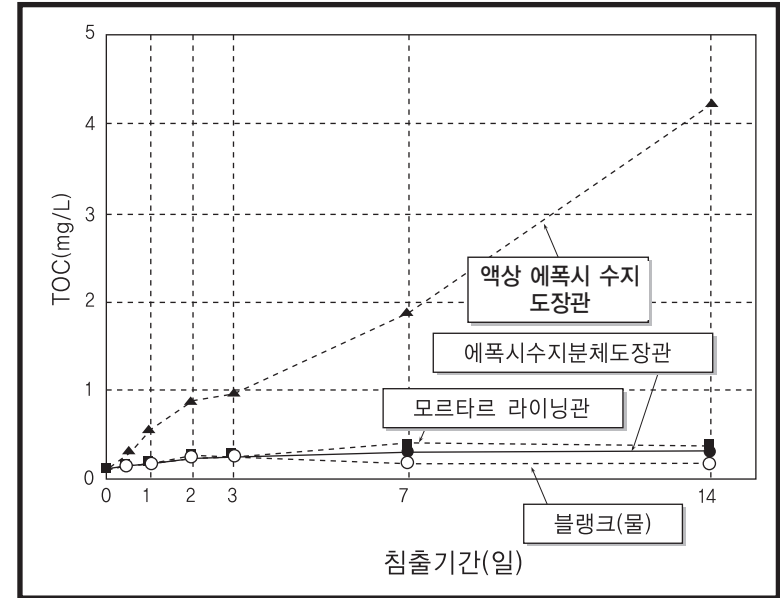
3. 시멘트 모르타르 라이닝관과 내면 에폭시 수지 분체 도장관의 특성 비교

시멘트 모르타르 라이닝관과 내면 에폭시 수지 분체 도장관은 주철관의 내면을 특정 물질을 이용하여 보호함으로써 관의 내구성을 향상시키고 우수한 통수능과 안정성을 확보한다는 점은 동일하지만 그 성질이 상이한 물질들이기에 서로 다른 특성을 가지고 있다. 특히 화학적 특성은 서로 매우 상이하며 이에 대한 시험 결과는 다음과 같다.



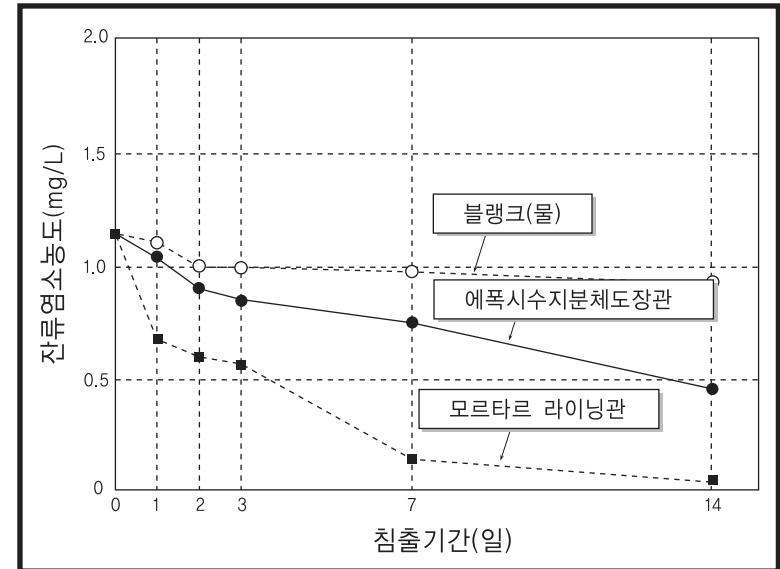
[그림 4] 관체별 pH 변화 테스트

자료 : 内面エポキシ樹脂粉体塗装ダクトイル鐵管について、日本ダクトイル鐵管協會



[그림 5] 관체별 TOC 침출 테스트

자료 : 内面エポキシ樹脂粉体塗装ダクトイル鐵管について、日本ダクトイル鐵管協會



[그림 6] 관체별 잔류염소 감소 테스트

자료 : 内面エポキシ樹脂粉体塗装ダクトイル鐵管について、日本ダクトイル鐵管協會

실험은 관내에 물을 충전 하고 양단에 마개를 하여 2주간의 변화를 관찰하였다. 실험 결과, 에폭시 수지 분체 도장관의 경우 모르타르 라이닝관에 비하여 pH의 변화가 적고 잔류염소 소비량과 TOC 침출량도 적었다. 다만 액상 에폭시 수지 도장관의 경우 체류가 길어지면 서 TOC가 상승하는 경향을 보인다.

이러한 측정 결과에 의해 시멘트 모르타르 라이닝관은 시멘트 성분이 물의 pH를 높이는 효과가 있어 알칼리도가 35mg/l 이하인 물에 적합하다. Mainline이라고 불리는 시멘트는 대부분의 물에서 pH를 1정도만 낮추지만 알칼리도가 35mg/l 이하인 물에서는 EC의 수질기준에 맞추기 어렵다. 그리고 대구경관과 같이 흐름상태가 양호한 경우에는 그다지 영향이 없을 수도 있다. 또한 알칼리도가 낮은 물에서는 시멘트라이닝의 수명이 50년 정도 되나 알칼리도가 100mg/l 이하인 연수에서는 수명이 매우 단축된다. 이에 반하여 내면 에폭시 수지 분체 도장관은 pH 변화 등의 문제가 없고 pH에 의한 관체 수명의 영향이 없고 연수수질조건에서도 라이닝 수명이 75년 정도 기대가 가능하다.

이러한 화학적인 특성의 차이 이외에도 시멘트 모르타르 라이닝관과 내면 에폭시 수지 분체 도장관 사이에는 재질 및 코팅 방법의 차이에 의하여 [표 3]과 같은 차이가 존재한다.

따라서 내면 에폭시 수지 분체 도장관은 시멘트모르타르라이닝관보다 시공성이 좋고 수질 변화에 영향을 주지 않으며 위생상으로 뛰어나기 때문에 더 유용한 관이다. 수명적인 부분에서 내면 에폭시 수지 분체 도장관이 더 뛰어나지만 단순 시공비용만으로 내면 에폭시 수지 분체 도장관이 불리할 수 있다. 하지만 기대 수명과 그에 대한 편익을 고려할 때는 오히려 내면 에폭시 수지 분체 도장관이 더 경제적이라고 할 수 있으며 시공성, 경제성, 사용자들의 안전성 및 서비스 요구 수준에 비추어 볼 때, 내면 에폭시 수지 분체 도장관의 사용 확대가 필요할 것이다.

[표 3] 내면 에폭시 수지 분체 도장관과 시멘트 모르타르 라이닝관의 차이

구 분	내면 에폭시 수지 분체 도장관	시멘트 모르타르 라이닝관
경제성	<ul style="list-style-type: none"> · 전력비 절감 - 시멘트 모르타르 라이닝관 대비 통수단면적이 증대되어(13~6%, DN80~300) 수두 손실이 감소되므로 펌핑비용 절감 · 초기 관 세척 비용 절감 · 운반비 절감, 시공용이 - 시멘트 모르타르 라이닝관 대비 (약10~20%) 관중량 감소 	<ul style="list-style-type: none"> · 초기 관세척 필요 · 에폭시 수지 분체 도장관 대비 관내경이 작아 전력비 등 유지관리 비용 높음
친환경성	<ul style="list-style-type: none"> · 분말상 도료에 의한 도장으로 용제를 함유 하지 않기 때문에 우수한 수질 위생성 확보 · 용제의 증발이 없으므로 작업 안전성, 무공해 친환경성을 실현함 	
도막성능	<ul style="list-style-type: none"> · 도막 부착성 우수(8Mpa 이상) · 장기간 통수에도 부착성 저하 없음 · 압축시험 : 관의 원주방향 변형(30%)에도 도장 탈락 없음 	<ul style="list-style-type: none"> · 5%이상 관체 변형시 시멘트 모르타르 라이닝 손상 가능성
시공성	<ul style="list-style-type: none"> · 도막 부착성이 우수하여 절단, 천공 등을 시행하여도 손상 및 탈락 현상 없음 · 현장보수 시 보수재료의 배합이 필요 없기 때문에 보수시간 단축가능 · 경화 후 바로 사용 · 미려한 외관 	<ul style="list-style-type: none"> · 현장보수 시 별도의 배합이 필요
유지관리	<ul style="list-style-type: none"> · 우수한 부착력으로 내부 도막 탈락 현상 없음 · 통수 후 유속계수를 일정하게 유지 가능하여 시설당시 적당한 관경을 선택하여 부설이 가능하고, 경제적인 배관망을 조성 · 높은 유속에도 양호한 도막 부착성 유지 	<ul style="list-style-type: none"> · 시공 및 유지관리시 주의 필요 · 에폭시 수지 분체 도장관에 비하여 관내경이 작아 수압 및 전력비등 유지관리 비용 증대
화학적 특성	<ul style="list-style-type: none"> · 강 부식성 수질에도 양호한 도막성능 가짐 · 염산을 이용해 조정한 pH2의 강산성수가 흐르는 시험관로에 통수시험 · 통수 후 pH 등 화학적 변화 없음 	<ul style="list-style-type: none"> · 강 부식성 수질에 라이닝 약화
결 론	<p>◇내면 에폭시 수지 분체 도장관의 우수성</p> <ul style="list-style-type: none"> · FREE VOCs(무용제형 도료)로 친환경적이며, 인체 안전함 · 친환경 BPF 에폭시 수지 분체 도료를 사용하여 인체유해성논란 없음 · 고분자량의 수지를 사용하므로 도막의 물성 및 내화학적 성능이 우수함 · 우수한 시공성을 가지며 유지관리가 용이함 · 관 내경이 크고 높은 유속계수를 가짐 → 수두손실 감소 → PUMPING비용 절감 · 관 경량화로 운반비 절감이 가능하며 시공이 용이함 · 산성수나 유리 탄산을 많이 포함한 침식성이 강한 물이 흐르는 관로에도 적합함 · 강 부식성 수질(염산, 황화수소 등)에 대한 저항성 높음 → 하수관용으로도 적합함 	

덕타일 주철관 내면 에폭시 수지 분체 도장

Epoxy powder coating for interior of ductile cast iron pipes and fittings

KS
D 4317 2017

1. 적용 범위

이 표준은 덕타일 주철관¹⁾(이하 관이라고 한다)의 내면에 형성한 에폭시 수지 분체 도장(이하 도장이라고 한다) 및 그 방법에 대해서 규정한다.

2. 인용 표준

다음의 인용표준은 이 표준의 적용을 위해 필수적이다. 발행연도가 표기된 인용표준은 인용된 판만을 적용한다. 발행연도가 표기되지 않은 인용표준은 최신판(모든 추록을 포함)을 적용한다.

- KS B 0812 에릭슨 시험 방법
 - KS D 4308 덕타일 주철 이형관
 - KS D 4311 덕타일 주철관
 - KS D 8303 알루미늄 및 알루미늄합금의 양극 산화 도장 복합 피막
 - KS D 9502 염수 분무 시험 방법(중성, 아세트산 및 캐스 분무 시험)
 - KS I 3225 수질 - 수도용 기구 - 용출 성능 시험 방법
 - KS M 0024 적외선 분광 분석 방법 통칙
 - KS M 5000 도료 및 관련 원료의 시험 방법
 - KS M 5131 안료 시험 방법
 - KS M 6040 래커 도료
 - KS M ISO 1513 도료와 바니시 - 시험용 시료의 검사와 제조방법
 - KS M ISO 4624 도료와 바니시 - 부착 박리 시험
 - KS M ISO 21227-3 도료와 바니시 - 광 이미지 처리를 이용한 도막 표면의 결함 평가 - 제3부 : 흠집 주위의 박리와 부식 평가
- 환경부 고시 「수도용 자재 및 제품의 위생안전기준 공정시험방법」
- ASTM D 1654 Standard test method for evaluation of painted or coated specimens subjected to corrosive environments

3. 도료

도료는 사용상 유해한 성분을 포함하지 않는 것으로 경화 후에는 물에 녹지 않는다. 또한 수질에 악영향을 주지 않으며, 다음과 같은 조성과 품질을 가져야 한다.

3.1 조 성 도료의 조성은 에피클로로 히드린과 비스페놀 A의 반응 생성물 또는 에피클로로 히드린과 비스페놀 F의 반응 생성물로 이루어진 고휘 에폭시 수지, 경화제 및 안료를 주로 하는 원료를 사용한 열경화성의 분체 도료로 한다.

3.2 품 질 도료의 품질은 표 1과 같다.

표 1 도료의 품질

품 질 항목	품질규정
도막의 비중	6.4.1의 시험을 한 경우, 비중은 1.8 이하일 것.
도막의 밀착성	6.4.2의 시험을 한 경우, 100/100일 것.
도막의 내충격성	6.4.3의 시험을 한 경우, 충격에 의한 변형으로 균열, 벗겨지지 않을 것.
도막의 가요성	6.4.4의 시험을 한 경우, 균열이 발생하지 않을 것
도막의 굽힘 저항성	6.4.5의 시험을 한 경우, 이상이 없을 것.
도막의 방식성	6.4.6의 시험을 한 경우, 녹, 부풀, 균열 등이 없을 것
도막의 내온도 반복성	6.4.7의 시험을 한 경우, 주름살, 균열, 부풀, 벗겨짐 등이 발생하지 않고, 변색이 크지 않을 것
도막의 용출성 ^a	6.4.8의 시험을 한 경우, 표 2와 같아야 한다.

^a도막의 용출성은 수도에 사용하는 경우에 행한다.

4. 제품 도막의 품질 제품 도막의 품질은 표 2에 따른다.

표 2 제품 도막의 품질

품 질 항목	품질규정
도막의 겉모양	7.2의 시험을 한 경우, 이물의 혼입, 도장 얼룩, 도장 누락 등이 없고 표면은 평활하며 균일한 도막일 것. 또한, 핀홀은 불꽃이 발생할 정도의 결함이 없는 것.
도막의 부착성	7.3의 시험을 한 경우, 부착강도는 평균 8 MPa, 한 점 최소 6 MPa 이상 일 것.

도막의 경화 정도	7.4의 시험을 한 경우, 결함 및 벗겨짐이 생기지 않을 것.
도막 두께	제품의 도막 두께는 부도 1에 나타난 B의 부분이 0.3mm 이상일 것. 다만 덕타일 주철관 및 덕타일 주철 이형관의 도장 후의 d1, d2 ^(a) 의 치수는 허용범위 내일 것.
도막의 굽힘 저항성	7.6의 시험을 한 경우, 표 1의 규정에 적합할 것.
도막의 장기물성	7.7의 시험을 한 경우, 부속서 B의 규정에 적합할 것.
주 ^(a) d1, d2는 KS D 4311 덕타일 주철관의 부표 1-1, 부표 2-1 또는 KS D 4308 덕타일 주철 이형관의 부표 1-1, 부표 2-1에서 규정하는 d1, d2를 말한다.	

5. 도장 방법

5.1 도장면의 전처리 도장면의 전처리는 다음과 같이 한다.

- (1) 주물 흙, 녹, 기타 도장에 유해한 부착물 등은 연마기, 투사기 등을 사용하여 제거하고, 가능한 한 평활하게 마무리하여야 한다.
- (2) 전처리를 한 주철면은 도장하기까지 사이에 다시 녹이 슬거나, 먼지·기름 등이 부착되지 않도록 보호한다.

5.2 도료 조정 도료는 도료 제조자가 지정하는 유효 기간 내에 사용한다.

또한 회수한 도료를 사용할 경우는 150~220 μ m의 체를 사용하여 이물을 제거한 후, 새로운 도료의 50% 이내로 배합하여 사용할 수 있다.

5.3 도 장 도장은 다음과 같이 한다.

- (1) 도장은 예열한 관에 적당한 분체 도장 장치를 사용하여 도료를 불어 넣고 도막을 형성시킨다. 예열 온도는 도료 제조자의 지정에 따른다.
또한, 도장이 끝난 관은 도막을 충분히 경화시켜야 한다.
- (2) 도장은 이물질의 혼입, 도장 무늬, 핀홀, 도장 누락 등의 결점이 없고, 표면은 평활하며 균일한 도막이 얻어지도록 행한다.

5.4 도장의 범위 도장의 범위는 부도 1에 따른다.

5.5 도장의 재손질 도장의 재손질은 7.의 시험결과 4.의 규정에 적합하지 않는 경미한 결함에 대해서 주문자의 승인이 있는 경우 도장 시공자가 상온 경화형의 에폭시 수지계 도료를 사용하여

행할 수 있다.

또한, 곧은 관의 경우는 도장면을 연마기, 투사기 등을 사용하여 연마한 후 5.3에 의해 재차 도장하여 손질할 수 있다.

6. 도료의 시험

6.1 시험의 일반 조건 시험의 일반 조건은 KS M 5000의 시험 방법 1011(도료의 검사 절차)에 따른다. 다만, 도료의 조성 확인을 위한 절차는 KS M 0024 적외선 분광 분석 방법 통칙을 따른다. 또한, 시험은 도료 제조자가 하고, 그 시험 성적서를 도장 시공자에게 제출하여야 한다.

또한 주문자가 필요하다고 인정한 경우, 주문자는 그 시험에 입회함과 동시에 그 시험 성적서를 제출시킬 수 있다.

6.2 도료의 채취 방법 도료의 채취 방법은 제조 로트마다 KS M ISO 1513에 따른다.

6.3 도장 시험편의 작성

6.3.1 시험 항목별 시험편의 재료, 치수 및 수량 시험 항목 별 시험편의 재료, 치수 및 수량은 표 4와 같다.

표 4 시험 항목별 시험편의 재료, 치수 및 수량

시험항목	시험편의 재료	시험편의 치수(mm)	수량	로트의 크기
바둑판 무늬시험	강판	150×70×2.0	3	제조로트
충격 변형시험			3	
연필 굽기 시험			1	
염수 분무시험			3	동일 도료의 6개월간에 제조된 로트
저온·고온 반복시험			2	
에릭슨 시험		90×90×1.2	1	제조로트
용출시험	관	호칭지름 80×300	1	동일 도료의 1년간에 제조된 로트

6.3.2 시험편의 작성 시험편의 작성은 다음과 같다.

- (1) 강판의 경우 표 4에 규정된 강판을 사용하여 5.3에 따라 0.2mm의 도막 두께로 도장하고 상온까지 냉각한다.

- (2) 관의 경우 표 4에 규정한 관을 사용하여 내면을 5.3에 따라 0.3mm의 도막 두께로 도장하고 상온까지 냉각한다.

6.4 시험방법

- 6.4.1 도막의 비중 시험 도막의 비중 시험은 KS M 5131의 10.(비중)에 따른다.
- 6.4.2 바둑판 무늬 시험 바둑판 무늬 시험은 KS D 8303의 5.8 [도막 부착성 시험(바둑판 시험)]에 따른다.
- 6.4.3 충격 변형 시험 충격 변형 시험은 KS M 6040에 따른다. 다만, 낙하 높이는 50cm로 한다.
- 6.4.4 에릭슨 시험 에릭슨 시험은 KS B 0812의 방법에 따른다. 다만, 핀치를 누르는 거리는 3mm로 한다.
- 6.4.5 연필 긁기 시험 연필 긁기 시험은 KS D 8303의 5.9(도막의 연필 경도 저항성 시험)에 따른다. 다만, 연필은 경도 H의 것을 사용한다.
- 6.4.6 염수 분무 시험 염수 분무 시험은 KS D 9502의 규정에 따르며, 500시간 후에 녹, 부푼, 균열 등이 없는 것을 확인한다. 다만, 시험편에는 긁힌 자국이 있어서는 안된다.
- 6.4.7 저온·고온 반복 시험 저온·고온 반복 시험은 다음 조작을 한 후, 2매의 시험편에 대해서 도막의 상태를 조사한다. 우선 시험편을 $(20 \pm 1)^\circ\text{C}$ 로 유지한 항온기에서 2시간 유지한 후, $(-30 \pm 1)^\circ\text{C}$ 로 유지한 항온기에 2시간 유지시키고, 이어서 $(20 \pm 1)^\circ\text{C}$ 로 유지한 항온기에 1시간 유지한 후, $(70 \pm 1)^\circ\text{C}$ 로 유지한 항온기에 2시간 유지하고, 다시 $(20 \pm 1)^\circ\text{C}$ 로 유지한 항온기에 17시간 유지한다. 이것을 1사이클로 하여 4사이클 반복하여 행한다.
- 6.4.8 용출 시험 용출 시험은 환경부 고시 「수도용 자재 및 제품의 위생안전기준 공정시험방법」에 따른다.

7. 제품 도막의 시험

7.1 시험의 일반 조건 시험의 일반 조건은 다음과 같다.

- (1) 도막의 시험 범위는 부도 1과 같이 한다.
- (2) 시험은 도장 시공자 및 주문자가 행하고, 시험 개수는 7.3의 부착성 시험(Pull off 시험), 7.4의 경화 시험, 7.7의 장기물성 시험을 제외하고 전수검사로 한다.

7.2 겔모양 시험 겔모양 시험은 다음 방법에 따른다.

- (1) 이물의 혼입, 도장 얼룩, 도장 누락은 육안으로 보아서 판별한다.
- (2) 핀홀은 홀리데디텍터를 사용하여 1000V의 전압을 주어 행한다.

7.3 부착성 시험(Pull off 시험) 도막의 부착성 시험은 관길이 방향에 대하여 임의의 1곳을 정하고, 부속서 A에 따라 그 개소에서 원둘레상 4등분이 되도록 4개의 시료를 채취하여 시험한다. 4회의 부착성 시험을 시행한 후 그 시험 결과의 평균값을 평균 부착강도로 하고 최소값을 최소 부착 강도로 한다.

7.4 경화 시험 경화 시험은 부도 1에 표시된 B부분에서 커터 나이프(cutter knife)등을 사용하여 길이 25mm에서 30°로 교차하는 2개의 소지에 달하는 흠집(cross-cut)을 내서 도막의 흠, 벗겨짐의 유무를 조사한다.

이 경우의 시험 개수는 1일의 도장관의 동일 호칭 지름인 관 10개 및 그 끝수를 1조로 하는 각 조에서 1개로 한다. 또한 시험 후에 그의 흠집 부분은 바깥 도장과 같은 도료를 써서 보수하여야 한다.

7.5 도막 두께의 측정 도막 두께의 측정은 다음과 같이 한다.

- (1) 도막의 두께는 전자 미후계(微厚計) 또는 다른 적당한 측정기구를 사용하여 측정한다. 그 측정 개소는 길이 방향에 대하여 임의의 2곳을 정하고, 그 개소의 원둘레상의 임의의 4점으로 한다.
- (2) 소켓 안지름²⁾치수는 최소 한계 게이지 등을 사용하여 측정한다.
주²⁾ 소켓 안지름이라 함은 부도 1의 C 부위 안지름을 말한다.

7.6 연필 긁기 시험 연필 긁기 시험은 6.4.5의 방법에 따라서 행한다.

7.7 장기물성 시험 도막의 장기물성 시험은 부속서 B에 따른다.

8. 재시험

재시험은 5.5의 재손질을 한 경우, 7.의 규정에 따라 행한다.

9. 검사

9.1 도료의 검사 도료의 검사는 도막의 비중, 도막의 밀착성, 도막의 내충격성, 도막의 가요성, 도막의 굽기 저항성, 도막의 방식성, 도막의 내온도 반복성 및 도막의 용출성에 대해서 6.에 따라 행하고, 3.의 규정에 적합하여야 한다. 다만, 도막의 염수 분무 시험, 저온·고온 반복 시험 및 용출 시험에 의한 검사는 일정 기간마다 또는 품질 변경시 마다 행하며 인수·인도할 때마다 실시하는 것은 아니다.

9.2 제품 도막의 검사 제품 도막의 검사는 도막의 겉모양, 도막의 부착성, 도막의 경화 정도, 도막의 두께, 도막의 굽힘 저항성, 도막의 장기물성에 대해서는 7. 및 8.에 따라 시험하여, 4.의 규정에 적합하여야 한다.

10. 표시

표시는 제품의 보기 쉬운 개소에 쉽게 지워지지 않는 방법으로 다음 사항을 표시한다.

- (1) 도장 연월 또는 그의 약호
- (2) 도장 시공자 명 또는 그의 약호
- (3) 사용된 도료의 수지 종류

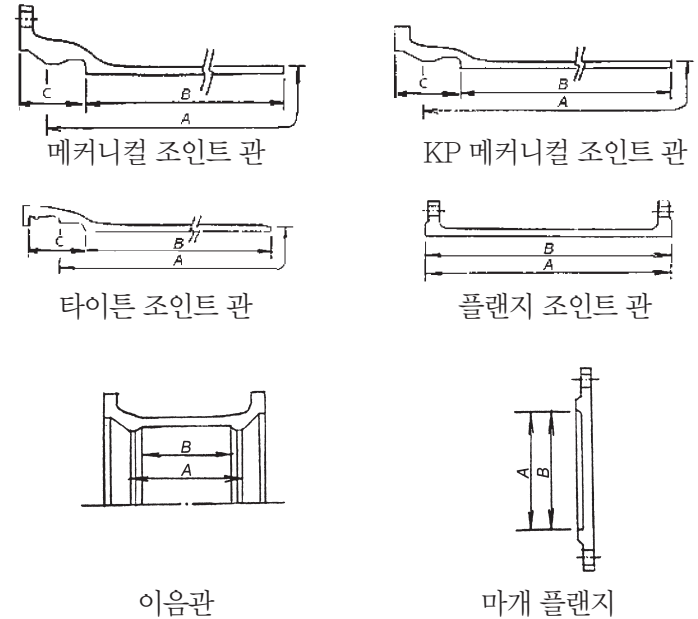
BPA : 에피클로로 히드린과 비스페놀 A의 반응 생성물로 된 에폭시 수지를 사용한 경우

BPF : 에피클로로 히드린과 비스페놀 F의 반응 생성물로 된 에폭시 수지를 사용한 경우

11. 도장면의 보호

검사에 합격한 제품에는 도장면을 보호하기 위해서 양 끝부에는 적당한 캡을 붙여야 한다.

부도 1 - 도장 및 도막의 시험 범위



- 비고) 1. 도장의 범위는 A부분으로 한다.
 2. 도막 시험 범위는 B부분으로 한다.
 3. A의 범위 중에서 B의 범위 이외의 부분은 원칙적으로 다시 바깥면 도장과 같은 도장을 행한다.

부속서 A (규정) 도막 부착성 시험 (Pull off 시험)

A.1 시험편

A.1.1 시료의 채취 도막 부착성 시험을 위한 시료는 덕타일 주철관 내면에 에폭시 수지 분체 도장된 제품으로부터 채취 한다. 관의 종류 및 제조 방법은 관련 KS 표준에 따르며, 시료는 특별한 지정이 없는 한, DN 150 직 관 또는 이형관으로부터 채취 한다.

A.1.2 시료의 제작 내면 에폭시 분체 도장관은 그림 A.1과 같이 절단하되, 시험편 가공시 발생하는 열이나 이물질, 물리적 충격 등에 도막이 손상되지 않도록 유의한다. 또한 절단된 시험편의 길이방향 절단면(중편 절단 면)이 평편하고 원주방향에 수직이 되도록 하며, 인위적으로 원관이 가진 곡률을 변형시키지 않아야 한다. 시험편은, 특별한 지정이 없는 한, 직관 또는 이형관의 가운데 부분에서 채취한다.

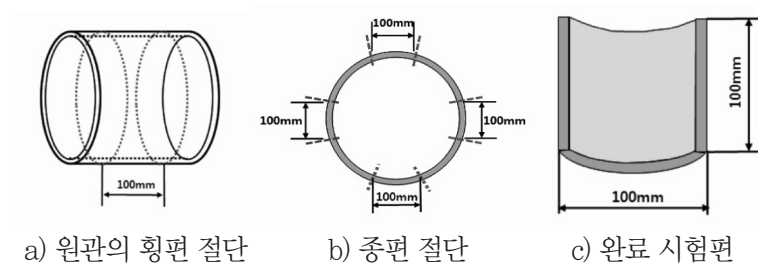


그림 A.1 - 시료의 제작

A.2 시험

A.2.1 시험 준비물

A.2.1.1 인장시험기 박리하중은 도장된 소지면에 수직인 방향으로 적용하여야 하고, 인장 속도를 균등한 속도로 증가시키되 1 MPa/s를 넘지 않아야 한다.

A.2.1.2 돌리 인장시험기와 함께 사용할 수 있도록 설계된 강철 또는 알루미늄 표면의 원통으로 구성되며, 돌리 (dolly)는 한쪽 끝에 접착제/도막과 접합을 할 수 있는 평면과 다른 쪽 끝에는 인장시험기와 연결할 수 있는 장치로 구성된다. 돌리의 지름은 특별한 지정이 없으면 20mm로 하고, 시험 중에 뒤돌어지지 않도록 충분한 두께를 가져야 한다. 돌리 형상 및 치수는 KS M ISO 4624에 따른다.

A.2.1.3 접착제 접착제는 도장된 시험편과 돌리를 접착하기 위해 사용하며, 시험할 도막과 소지면 사이의 접착력보다 접착제와 도막 사이의 접착력이 더 커야 한다.

A.2.1 시험 준비물 그림 A.1과 같이 절단이 완료된 시험편 도막에 균열, 부품, 박리, 핀홀 등 기타 결함이 발생하지 않은 시험편을 준비한다.

커터 칼 등을 이용하여 그림 A.2와 같이 시험편 정 중앙에 지름 20mm(돌리 크기)의 원형으로 소지면에 닿을 때까지 도막에 선을 긋는다.

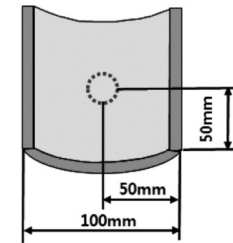
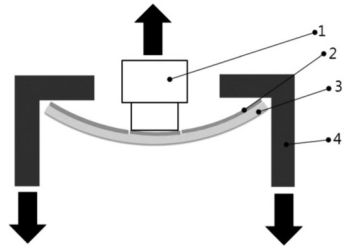


그림 A.1 - 시료의 제작

접착제를 도장 면(지름 20mm 원형면)에 바른 후 돌리를 시험편 중심에 놓이도록 한다. 접착제가 경화(24시간)될 때까지 기다린 후 인장시험기를 이용하여 시험을 실시한다.



1. 돌리
2. 에폭시 분체 도장면
3. 덕타일 주철관
4. 시험용 지그

그림 A.3 — 시험 개략도

굽힘 모멘트 없이 인장력이 시험영역에 균일하게 전달되도록 인장시험기에 돌리와 시험편을 고정시킨다. 인장력(박리하중)은 시험 조립체의 파괴가 인장력(박리하중)의 초기 인가 후 90 초 이내에 발생하도록 소지 도장면에 수직으로 1 MPa/s를 초과하지 않게 점차 늘리면서 인가한다. 시험 조립체의 파괴에 필요한 인장력(박리하중)을 기록하고 준비한 시험 조립체 별로 부착 박리시험을반복한다.

A.2.3 재시험

- a) 시험 결과, 부착강도 6 MPa 미만에서 돌리와 도막 사이의 분리(도막과 소지면이 박리되기 전에 돌리와 도막 사이가 먼저 분리되었을 경우)가 발생한 경우는 재시험을 하여야 한다.
- b) 시험 결과, 평균 부착강도 8 MPa 미만이며 1곳 이상에서 돌리와 도막 사이의 분리(도막과 소지면이 박리되기 전에 돌리와 도막 사이가 먼저 분리되었을 경우)가 발생하여 평균 부착강도 값에 영향을 준 경우는 재시험을 하여야 한다.

A.3 시험 결과의 표시

상기 시험방법에 따라 부착성 시험을 한 경우, 시험 결과는 아래 식에 의해 산출되어야 한다.

$$\sigma = F/A \text{ (N/mm}^2, \text{ MPa)}, \quad \sigma_{avg} = \sigma/4$$

여기에서

$$\begin{aligned} \sigma &= \text{부착강도} & F &= \text{인장력(N)} \\ \sigma_{avg} &= \text{평균 부착강도} & A &= \text{돌리 단면적(mm}^2\text{)} \end{aligned}$$

부속서 B (규정) 도막 장기물성 시험

도막 장기물성 시험은 덕타일 주철관 내면 에폭시 수지 도장관의 사용 환경에 대한 내부식성을 평가하기 위한 시험이다.

B.1 시험 항목 및 판정 기준

표 B.1

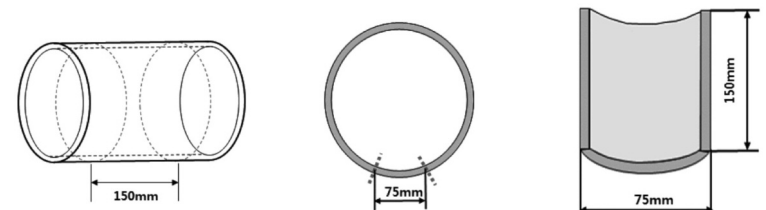
시험 항목				비고
장기물성 시험	염수분무 시험	500hr	X-cut	편측 최대 박리 너비 2mm 이내 (7등급 이상)

B.2 시험편의 크기 및 수량

표 B.2

시험 항목				시험편 크기 (mm)	시험편 수	비고
장기물성 시험	염수분무 시험	500hr	X-cut	150×70	1	시료의 채취는 덕타일 주철관 내면에 에폭시 수지 분체 도장된 제품으로부터 채취한다.

비고) 관의 종류 및 제조 방법은 관련 KS 표준에 따르며, 시료는 특별한 지정이 없는 한, DN 150 직 관 또는 이형관으로부터 그림 B.1과 같이 채취한다.



a) 원관의 횡편 절단 b) 종편 절단 c) 완료 시험편

그림 B.1 — 시료의 제작

B.3 염수분무 시험

도막의 염수분무 시험은 KS D 9502 염수분무 시험방법의 중성 염수분무 시험방법에 따른다.

B.3.1 시험편 준비 표 B.2에 따라 준비하며 흠 생성 및 시험편 세부 준비사항은 다음에 따른다.

- 마스킹(masking): 시험 전에 도장시험편의 선단으로부터 약 5mm 및 이면에 대해서 폴리에스터 점착테이프를 사용하여 시험 중에 벗겨지지 않도록 주의하여 마스킹을 시행한다.
- 흠 생성(X-cutting): 시험에 사용되는 X-cut 시험편은 그림 B.2에 나타낸 것처럼 시험편의 중심 부근에 길이 60mm의 2개의 흠을 약 50°의 각도로 교차시켜서 X자의 형태로 만든다. 흠집은 기본 금속면에 달하는 깊이로 단면 치수는 항상 일정한 것이 바람직하다. 흠집을 내는 기구로서는 커터나이프, 면도칼 등이 좋다.

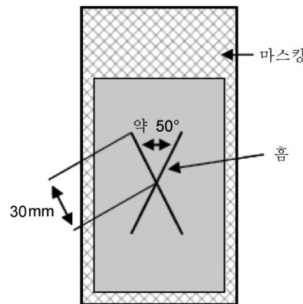


그림 B.2 - 흠 생성 및 마스킹

B.3.2 평가 B.3.1에서 제작한 시험편은 시험기 내에 수직방향에 대하여 15°~20° 각도로 유지하여 중성 염수분무 시험을 500시간 실시한 후 시험편을 빼내고 흐르는 물에 세척한다. 흐르는 물에 세척하는 동안 시험편 표면에 부착력을 잃은 도막을 제거하기 위해 주걱칼, 스크래퍼 등을 이용하여 문지른다. 염수분무 시험기에서 제거된 시험편은 15분 이내로 급

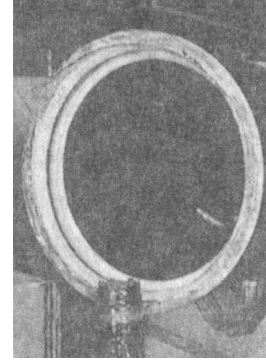
기를 마무리한다.

- 도막의 박리 너비 평가 도막의 박리 너비 평가는 ASTM D 1654의 규정에 의하여 평가하며, 제조자와 소비자 간의 특별한 언급이 없을 경우 편측으로 측정한다. 도막의 최대 박리 너비는 표 B.3에 따라 평가한다. 도막의 박리 너비 측정이 어려울 경우, KS M ISO 21227-3의 규정에 따라 화상처리 장치를 이용하여 측정할 수 있다.

표 B.3 - 평가 등급

박리 너비 mm	등급
0	10
0 ~ 0.5	9
0.5 ~ 1.0	8
1.0 ~ 2.0	7
2.0 ~ 3.0	6
3.0 ~ 5.0	5
5.0 ~ 7.0	4
7.0 ~ 10.0	3
10.0 ~ 13.0	2
13.0 ~ 16.0	1
16.0 이상	0

IX. 기타 제품 관련 표준



1. 주철관연결용조인트(EZ-LOK조인트) 169
2. 수도용 고무 177



한국상하수도협회(적합 인증)

주철관 연결용 조인트

(EZ-LOK Joint)

수도용 자재와 제품의
적합기준 III - 제2장 제2절

1. 적용 범위

이 기준은 물의 수송 등에 사용하는 덕타일 주철관 및 덕타일 주철 이형관(이하, “주철관”이라 한다.)의 연결용 조인트에 대하여 규정한다.

2. 인용표준

다음의 인용표준은 이 기준의 적용을 위해 필수적이다. 발행년도가 표기된 인용표준은 인용된 판단을 적용한다. 발행연도가 표기되지 않은 인용표준은 최신판(모든 추록을 포함)을 적용한다.

KS B 0801 금속 재료 인정 시험편

KS B 0802 금속 재료 인장 시험방법

KS B 0805 금속 재료의 브리넬 강도 시험방법

KFCA D 4302 구상 흑연 주철품

KS D 4308 덕타일 주철 이형관

KS D 4311 덕타일 주철관

KS D 4316 덕타일 주철관의 모르타르 라이닝

KS D 4317 덕타일 주철관 내면 에폭시 수지 분체 도장

KS B 5202 마이크로미터

KS B 5203-1 버니어 캘리퍼스 제 1부 적용 : 적용범위 0.1 mm
및 0.05 mm

KS B 5209 강제 줄자

KS B 5246 금속제 곧은 자

KS M 6613 수도용 고무

3. 용어와 정의

이 기준은 물의 수송 등에 사용하는 덕타일 주철관 및 덕타일 주철 이형관(이하, “주철관”이라 한다.)의 연결용 조인트에 대하여 규정한다.

3.1 주철관 연결용 조인트 주철관을 접합 할 때 사용되는 이음방

법으로, 접합된 조인트의 이탈을 방지해 주는 이탈방지기능, 굴곡기능, 신축기능을 가지는 조인트를 말한다.

- 3.2 **이탈방지기능** 주철관 접합 후 두 조인트 구성요소(삼구 및 수구)가 관 길이 방향으로 이탈되지 않도록 하는 기능을 말한다.
- 3.3 **허용굴곡각** 주철관 접합 후 두 조인트 구성요소가 서지압력을 포함한 사용압력 하에서 안전하게 견딜 수 있는 굴곡 각을 말한다.
- 3.4 **신축기능** 주철관 접합 후 삼구가 소켓 내에서 관 길이 방향으로 이동 할 수 있는 신축 길이를 가지는 기능을 말한다.

4. 종류

조인트의 종류는 표 1에 따른다. 또한 내면 처리 방법에는 모르타르 라이닝(KS D 4316) 또는 에폭시 분체 도장(KS D 4317)을 적용하여야 하며, 해당 표준에 따라 제조한다. 다만, 주문자·제조사 사이의 협의에 따라 이표준 이외의 이음방법 및 내면 처리 방법을 사용할 수 있다.

표 1 - 조인트이 종류

종류의 구분		호칭 지름(DN)
두께에 따른 구분	1종	80, 100, 150, 200, 250, 300, 350,
	2종	400, 450, 500, 600, 700, 800,
	3종	900, 1000, 1100, 1200
	4종	

5. 재료

주철관 연결용 조인트에 사용되는 재료는 통상의 사용 및 시공에 충분히 견딜 수 있는 강도 및 내구성을 가지고 있으며, 수질에 악영향을 주지 않는 위생상 무해한 것이어야 한다. 각부의 재료는 표 2에 따른다.

표 2 - 사용 재료

구 분	사용재료	비 고
주철관연결용 조인트	덕타일 주철관	KS D 4311 및 KS D 4308
고정편	GCD 400 또는 GCD 450-10	KFCA D 4302
삼구링	GCD 400 또는 GCD 450-10	KFCA D 4302
고무링	스티렌부타디엔 고무(SBR)	KS M 6613
고정 고무 편	스티렌부타디엔 고무(SBR)	KS M 6613

6. 치수

주철관 연결용 조인트의 치수 및 치수 허용차는 KS D 4311 및 KS D 4308의 부표에 따른다. 다만, 그 이외 치수는 주문자, 제조사 사이의 협의에 따른다.

7. 구조

7.1 **구조** 주철관 연결용 조인트는 타이튼 접합방식의 소켓에 고정편 설치 홈을 추가 구성하여, 삼구에 형성된 삼구랑과 고정편의 걸림에 의해 삼구의 이탈이 방지되며, 신축 및 굴곡이 가능하다. 소켓의 홈으로 4개의 고정편 조립 후 고정 고무편을 설치하여 고정하는 방식으로, 조인트의 구조 및 모양은 그림 1과 같다.

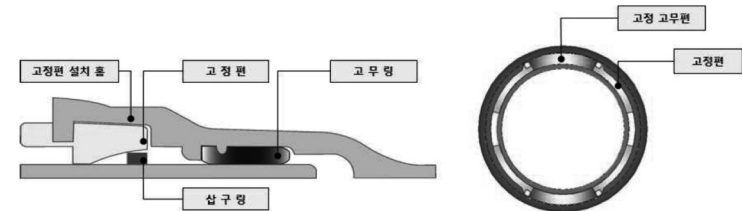


그림 1 - 조인트 구조

7.2 **결모양** 결모양은 다음 각 호에 따른다.

- a) 관은 실용적으로 직관부는 곧으며, 안둘레·바깥둘레는 동심원이고, 그 양 끝은 관축에 대하여 직각이어야 한다.

- b) 관의 안·바깥면은 매끈하여야 하며, 흠이나 그 밖의 해로운 결함이 없고 조직이 균일하며, 가공하기 쉬운 것이어야 한다. 가벼운 흠은 주문자·제조사 사이의 협의에 따라 용접 등 적당한 방법으로 보수할 수 있다.
- c) 조인트의 도장 전 겉모양은 주물 표면이 매끈하며, 블로홀(blowhole), 터짐, 흠, 주물귀 등 사용상 해로운 결함이 없어야 한다.
- d) 고무링은 모양이 고르고 표면이 매끈하며, 블로홀, 흠 등의 해로운 결함이 없어야 한다.

8. 성능

- 8.1 수압시험** 수압시험은 관의 호칭지름에 따라 통상 전 관에 대하여 시행하고, 표 3의 시험 수압을 가하였을 때 이것에 견디고 누수나 그 밖의 결함이 없어야 한다.
- 8.2 접합 수밀성** 접합 수밀성은 9.6.1에 따라 시험하였을 때 누수나 그 밖의 결함이 없어야 한다.
- 8.3 굴곡 수밀성** 굴곡 수밀성은 9.6.2에 따라 시험하였을 때 누수나 그 밖의 결함이 없어야 한다.
- 8.4 이탈 방지 성능** 이탈 방지 성능은 9.6.3에 따라 시험하였을 때 누수나 그 밖의 결함이 없어야 한다.
- 8.5 반복 진동 성능** 반복 진동 성능은 9.6.4에 따라 시험하였을 때 누수나 그 밖의 결함이 없어야 한다.
- 8.6 용출성** 용출성은 「수도법 시행령 제 24조」에서 규정한 “위생 안전기준”에 만족하여야 한다.

9. 시험 방법

- 9.1 겉모양** 겉모양은 육안으로 검사한다.
- 9.2 구조 및 모양** 주철관용 조인트의 구조와 모양은 그림 1에 따른다.
- 9.3 치수** 주철관용 조인트의 치수는 KS B 5202에 규정하는 마이크로미터, KS B 5203-1에 규정하는 버니어캘리퍼스, KS B

5209에 규정하는 강제 줄자, KS B 5246에 규정하는 금속제 끈은자, 또는 이와 동등 이상의 정밀도를 가진 것으로 측정한다.

9.4 화학성분 및 기계적 성질 화학 성분 및 기계적 성질은 KFCA D 4302 및 KS D 4311에 따른다.

9.5 수압시험 수압시험은 관의 호칭 지름에 따라 통상 도장 전의 관에 대하여 하고, 아래 표 3의 수압을 10초 이상 유지하였을 때 견디며, 누수나 그 밖의 결함이 없어야 한다.

표 3 - 시험 수압

호칭 지름 (A)	시험 수압 (MPa)			
	1 종관	2 종관	3 종관	4 종관
300이하	7	6	5	-
350~600	6	5	4	3.2
700~1000	5	4	3.2	2.5
1100~1200	4	3.2	2.5	1.8

9.6 제품의 성능

9.6.1 접합 수밀성 시험 그림 2와 같이 2개의 조인트 직관 또는 단관을 일직선으로 접합하고, 호칭지름(DN) X 30배(N) 이상의 하중(W)을 받게 한 상태에서 표 4의 최대수압을 가하여 15분간 유지 하였을 때, 누수나 그 밖의 결함이 없어야 한다.

표 4 - 조인트 성능

DN	최대수압 (MPa)	신축 길이 (mm)	DN	최대수압 (MPa)	신축 길이 (mm)	DN	최대수압 (MPa)	신축 길이 (mm)
80	9	37	350	7.5	37	800	6	39
100	9		400	7.5				
150	9		450	7.5				
200	9		500	7.5				
250	9		600	6		1100	4.5	
300	9		700	6				

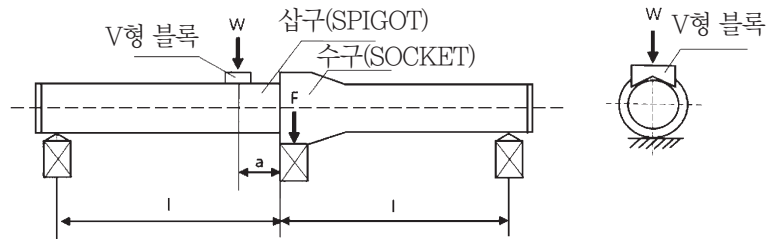


그림 2 - 접합 수밀성 시험

9.6.2 굴곡 수밀성 시험 그림 3과 같이, 2개의 조인트 직관 또는 단관(길이 : 최소 1m)을 접합하고, 표 5의 허용 굴곡 각도로 조인트 접합부를 굴곡한 후 굴곡 시험 수압으로 가압한 상태에서 5분간 유지 하였을 때, 누수나 그 밖의 결함이 없어야 한다.

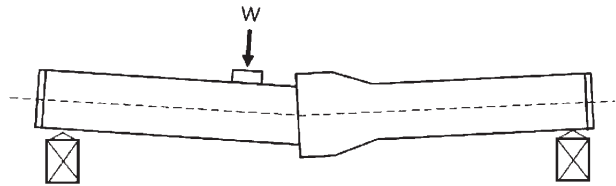


그림 3 - 굴곡 수밀성 시험

표 5 - 굴곡 시험 수압

DN	굴곡시험 수압 (MPa)	허용굴곡각도 (°)	DN	굴곡시험 수압 (MPa)	허용굴곡각도 (°)	DN	굴곡시험 수압 (MPa)	허용굴곡각도 (°)
80	3	5°	350	3	3°	800	2	2°
100			400			900		
150			450			1000		
200			500			1100		
250			600			1200		
300	4°	700	2°					

9.6.3 이탈방지 성능 시험 그림 4와 같이, 2개의 직관 또는 단관을 접합하고, 접합부에 호칭지름의 3배의 인장력(kN)을 가하였을 때 접합부의 이탈 및 조인트부의 이상이 없어야 한다.

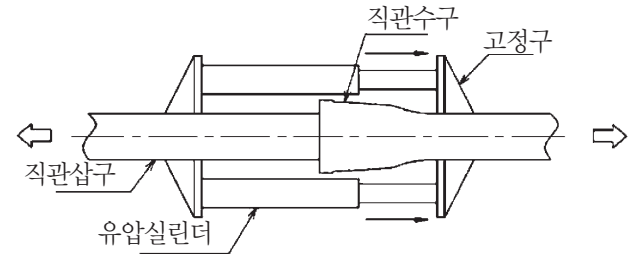


그림 4 - 이탈방지 성능시험

9.6.4 반복 진동 성능 시험

- 반복 진동시험은 그림5와 같이 길이(l) 1m 이상의 덕타일 주철관 조인트의 연결부를 조립한 후 누수가 없도록 적당한 방법으로 양단을 막고, 내부에 물을 채운 다음 표5의 시험수압을 유지시킨다.
- 덕타일 주철관 조인트의 연결부에 축 직각방향으로 진동(너비 : 5mm, 진동수 : 초당 10회)을 5분간씩 3회 반복으로 가했을 때 조인트부의 누수 발생 여부를 조사한다.

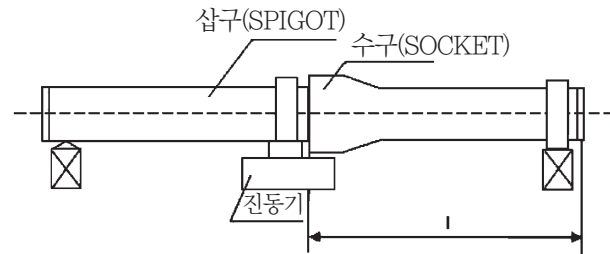


그림 5 - 반복 진동시험

9.6.5 용출시험 용출시험 방법은 환경부고시 “수도용 자재 및 제품의 우생안전기준 공정시험방법”에 따른다. 다만 「수도법 제 14조」에 따라 위생안전기준(KC)인증을 취득한 제품은 용출성을 성략 할 수 있다.

10. 검 사

덕타일 주철관 조인트의 검사는 다음 각 호에 따라 실시한다.

- 검사단위는 제품 1개를 1검사 단위체로 한다.
- 로트는 종류별 1회 검사 신청량 또는 당일 재고량을 1회 검사로트로 한다.
- 시료채취 방법은 KS Q ISO 24153(랜덤 샘플링 및 랜덤화 절차)에 따른다.
- 검사항목, 검사방법 및 조건은 다음에 따른다.

검사항목	시료의 크기
겉모양	n=1, c=0
구조	
치수	
재료	
성능	
표시	

11. 표 시

검사에 합격한 주철관에는 관마다 다음 사항을 표시하여야 한다.

- 관의 재질 및 종류에 약호
- 이음 방법의 약소
- 호칭 지름
- 내면 처리 방법의 약호
- 제조사명 또는 그 약호
- 제조 연월
- 원산지 표시(보기 한국산 또는 Made in Korea)

한국산업표준 수도용 고무

KS M 6613 2017

Rubber goods for water works service

1. 적용범위

이 표준은 수도용 관의 연결부 및 밸브에 사용하는 누수 방지용 고무(이하 고무라 한다.)에 대하여 규정한다.

2. 인용 표준

다음에 나타내는 표준은 이 표준에 인용됨으로써 이 표준의 규정 일부를 구성한다. 이러한 인용표준은 그 최신판을 적용한다.

- KS A ISO 80000 (모든 부), 양 및 단위
- KS B 2331 수도꼭지
- KS M 0100 공업용수의 시험 방법
- KS I 3225 수질-수도용기구-용출성능시험
- KS M 3401 수도용 경질 염화비닐관
- KS M 6518 가황 고무 물리 시험 방법
- KS M 6519 고무 제품 분석 방법
- KS M 6781 가황 고무의 물리 시험 방법 통칙
- KS M ISO 371 가황 또는 열가소성 고무 -인장용력 독성 및 측정방법
- KS M ISO 188 가황 또는 열가소성 고무-축진, 노화 및 내열시험
- KS M ISO 815-1 가황 또는 열가소성 고무-제1부 : 상온, 고온 영구 압축률 측정방법
- KS M ISO 1431-1 가황 또는 열가소성 고무-오존 균열 저항-제1부 정적 그리고 동적변형 시험
- KS ISO 7619-1 가황 고무 또는 열가소성 고무-압입경도 측정 방법-제1부 듀로미터법(쇼어경도)
- KS Q 5002 데이터의 통계적 기술

3. 종류

고무는 품질에 따라 분류하며, 종류는 1종 1호, 1종 2호, 2종, 3종, 4종 1호, 4종 2호, 4종 3호로 나눈다. (표 1참조)

4. 재료 및 가공 방법

4.1 고무는 스틸렌부타디엔 고무(SBR), 에틸렌프로필렌 고무(EPDM), 아크릴로니트릴부타디엔 고무(NBR), 부타디엔 고무(BR), 크로로프렌 고무(CR)등 합성 고무 또는 천연고무(NR)를 주원료로 하고, 양질의 원료 고무를 사용해야 한다. 또한, 1종 2호 및 3종의 스프링 경도 80의 스프링 경도의 변화에 대하여는 KS M 6784의 6.에 따른다. 이 경우 시험 온도는 $70\pm 1^{\circ}\text{C}$, 시험 시간은 연속 96시간으로한다.

비고 수질에 따라서 천연고무 및 이소프렌 고무(IR)는 미생물에 의해서 침식되는 일이 있으므로, 합성고무(이소프렌고무 제외)의 사용이 바람직하다.

4.2 고무는 각각 사용 목적에 적합하도록 가황 제조한 것이어야 한다.

4.3 특히 주문자의 요구가 있을 때에는 모양의 유지를 위하여, 두꺼운 섬유 직포 및 그 이외의 것으로 적당히 보강할 수 있다. 이때, 보강재와 고무는 서로 잘 밀착되어 있어야 한다.

5. 모양 및 치수

5.1 고무의 모양 및 치수는 수도용 부품 표준의 규정에 따른다.

다만, 규정되어 있지 않은 것에 대하여는 인수·인도 당사자 사이의 협의에 따른다.

5.2 판상 고무는 두께가 균일하여야 한다.

6. 품질

6.1 고무는 성분이 균일하고, 표면은 평활하여야 하며, 이물, 흠 등이 없어야 한다.

6.2 고무에는 흠, 기포, 균열, 기공 및 이물이나 그 이외의 사용상 해로운 결점이 없어야 한다.

6.3 고무의 물리적 특성은 표1에 따른다.

6.4 고무의 용해시험은 표2에 따른다.

6.5 유리황은 7.6에 따라 시험하였을 때 표2의 규정에 적합하여야 한다.

표 1

종류	스프링경도 Hs (쇼어 A)		인장시험		영구 신장율 % (이하)	노화시험			용도의 보기 (참고)			
	경도 허용차	Hs (쇼어 A)	686N/cm ² 허중시 신장율(%) (이하)	인장강도 kgf/cm ² [N/cm ²] (이상)		인장강도 변화율 % (이내)	신장 변화율 % (이내)	스프링 경도의 변화 Hs				
					경도 허용차					신장율 % (이상)	인장강도 변화율 % (이내)	신장 변화율 % (이내)
1 종	1 호	70	±5	200	180 [1770]	300	10	-20	+10	+7	20	관종류의 이음부분에 쓰이는 고무링「주철 관, 강관, 석면시멘트 관, 경질염화비닐관, 프레스트레스트 콘크 리트관(압력관)버터플 라이벨브의 디스크시 트용 고무
		65	±5	250	180 [1770]	400	10	-20	+10	+7	20	
		60	±5	300	180 [1770]	400	10	-20	+10	+7	20	
	2 호	55	±5	350	180 [1770]	400	10	-20	+10	+7	20	
		50	±5	400	180 [1770]	400	10	-20	+10	+7	20	
		65	±5	-	180 [1770]	450	-	-40 ⁽¹⁾	+10 ⁽¹⁾	+5 ⁽¹⁾	20	
2 종	50	±5	-	180 [1770]	450	-	-40 ⁽¹⁾	+10 ⁽¹⁾	+5 ⁽¹⁾	20		
	70	±5	200	160 [1570]	300	10	-20	+10	+7	30		
	65	±5	250	160 [1570]	300	10	-20	+10	+7	30		

2 종	60	±5	300	160 [1570]	300	10	-20	+10	+7	30	게이트벨브의 그랜드 부분에 쓰이는 고무 및 버터 플라이 벨브의 디 스크시트용 고무
	55	±5	350	160 [1570]	300	10	-20	+10	+7	30	
	50	±5	400	160 [1570]	300	10	-20	+10	+7	30	
3 종	80	±5	-	120 [1180]	280	15 ⁽²⁾	-25 ⁽²⁾	+10 ⁽²⁾	+5 ⁽¹⁾	30 ⁽²⁾	플랜지면에 쓰이는 판상 고무, 공기 벨브에 사용하 는 동근형 및 동근 판상 고 무, 주철관 부싱 이음용 고 무링의 활부, 소화전 및 급 수전(수도꼭지) 등의 디스 크에 사용하는 판상 고무, 볼렛 사이펀 등 디스크에 사용하는 원형 판상 고무 콘크리트관용 고무링
	75	±5	-	120 [1180]	300	15	-25	+10 ⁽²⁾	+7 ⁽²⁾	30 ⁽²⁾	
	65	±5	250	120 [1180]	300	15	-25	+10	+7	30	
	60	±5	300	120 [1180]	300	15	-25	+10 ⁽²⁾	+7 ⁽²⁾	30 ⁽²⁾	
4 종 1호	50	±5	-	90 [880]	400	15	-25	+10	+7	30	

주 ① 이 수치는 가압산소 가열 노화 시험 방법에 따른 값이다.

② 수도용 고무의 용도에 따라서는 인수·인도 당사자간의 협의에 따라 시험 항목의 일부를 생략할 수 있다.

4종 2호	50	±5	-	1470	400	-	-20	-20	+7 0	30	볼렘 사이편 등의 연결 반침에 사용하는 고무 패킹, 관발이 앵글 벨브, 온수 혼합 꼭지, 욕조용 샤워, 소변기 꼭지, 하이 탱크 사이편 등의 너트 연결부에 사용하는 고무패킹
4종 3호	50	±5	-	980	400	-	-20	-20	+7 0	30	양변기 사이편에 사용하는 고무 덮개

비고) 수돗물의 오존 처리용 등 특수 용도에 쓰이는 에틸렌프로필렌 고무(EPR) 등의 합성 고무를 사용하는 고무의 인장 강도, 신율 등에 대해서는 인수·인도 당사자 사이의 협정에 따른다.

6.6 고무는 7.7 및 7.8의 화학 시험을 하여, 표 2의 규정에 합격하여야 한다.

표 2

시 험 항 목		품 질	
용해시험	유리항 분석 시험	유리 항 (wt %)	0.5 이하
	공통항목	탁 도 (NTU)	0.5 이하
		색 도 (도)	5 이하
		과망간산칼륨 소비량 (mg/L)	5 이하
		잔류 염소의 감량 (mg/L)	0.7 이하
	냄새 및 맛	이상 없을 것.	

6.7 고무는 수도 꼭지용 디스크 패킹 내구성 시험에서 25000회전 이상 견디고, 누수가 없어야 한다. (이 시험은 인수·인도 당사자간의 협의에 따른다.)

7. 시험 방법

고무의 시험은 다음의 방법에 의하여 실시한다.

7.1 인장 시험 KS M 6782의 6.에 따른다.

7.2 영구 신장 시험 KS M 6518의 6.에 따른다.

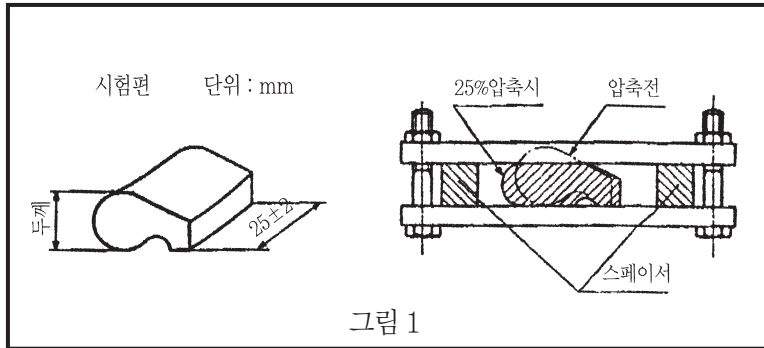
7.3 경도 시험 KS M 6784의 6.에 따른다.

7.4 노화 시험 KS M 6788의 5.에 따른다. 다만, 시험 온도는 $70 \pm 1^\circ\text{C}$, 시험 시간은 96시간으로 한다. 또한, 1종 2호, 3종의 스프링 경도 80의 스프링 경도의 변화에 대하여는 KS M 6788의 8.에 따르며, 이 경우의 온도는 $70 \pm 1^\circ\text{C}$, 시험 시간은 연속 96시간으로 한다.

7.5 압축 영구 줄임 시험 KS M 6791의 6.에 따르며, 압축시험 온도는 $70 \pm 1^\circ\text{C}$, 시험 시간은 22시간으로 한다.

또한, 제품에서 시험편을 절취하는 경우에 KS M 6781의 6.5 방법에 따라 채취할 수 없을 때는, 시험편의 단면을 제품 모양 그대로 하고, 두께는 $12.70 \pm 0.13\text{mm}$ 로 하지만, 제품이 작은 경우는 $10.20^{+0.15}_0\text{mm}$ 또는 $7.20^{+0.15}_0\text{mm}$ 로 할 수가 있다. 이때, 스페이서(spacer)의 두께는 시험편의 두께가 10.20mm 의 경우에는 $7.6^{+0.15}_{-0.02}\text{mm}$, 7.20mm 의 경우는 $5.40^{+0.01}_{-0.02}\text{mm}$ 로 한다.

1중 2호에 대하여는, 시험편은 고무링의 원둘레 방향에서 길이 $25 \pm 2\text{mm}$ 로 절단하여 만들고, 그림 1에 나타난 바와 같이 시험편의 두께에 대해서 $25\%^{+0.01}_{-0.02}\text{mm}$ 압축될 수 있는 스페이서를 끼고 시험한다. 다만, 스페이서는 강제의 것을 사용하여, 금속박 등으로 미조정되는 것으로 한다. 이때, 시험 온도는 $70 \pm 1^\circ\text{C}$, 시험 시간은 22시간으로 한다.



7.6 유리항 분석 시험 KS M 6519(고무제품 분석 방법)의 7.6에 따른다.

7.7 용해 시험 정제수⁽³⁾에 염소를 가하여 12~48시간 정치하고, 잔류염소 약 2mg/L 를 포함하는 물을 만든다. 이 물 10를 취하여, 여기에 표면적 20cm^2 인 시료를 잘 세척하여 물방울을 제거한 후 물을 채취하고 이것을 시료로 한다.

또, 동시에 시료를 침지하지 않고, 시료수와 동일 조건으로 정치하여 이것을 바탕 시험수로 한다. 이어서 부속서A(수도용 고무 용해시험)에 따라 시험을 한다.

주⁽³⁾ 정제수는 증류수 또는 이온 교환수지층을 통하여 탈염한 물로, 그 도전율은 $3\mu\text{S/cm}$ ($300\mu\text{S/m}$)이하의 것으로 한다.

7.8 내구성 시험(당사자간의 협의에 따라 시험할 수 있음)

7.8.1 시험편 수도용 디스크 패킹제품

7.8.2 시험 장치 다음 그림 2와 같이 수압 750kPa 으로 고정시키고, $(147 \pm 10)\text{N/cm}^2$ 하중을 가한 상태에서 10°C 의 비틀림각을 주면서 A에 시험편을 끼워 넣고, 적어도 약 3초에 1회 왕복되는 장치.

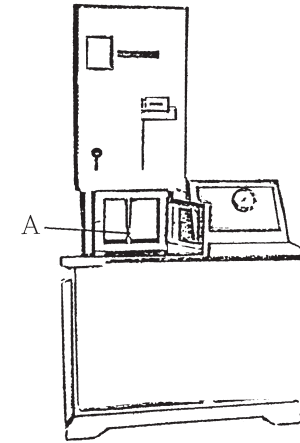


그림 2

7.8.3 시험 조건 시험온도는 상온(20°C) 및 70°C 의 물을 사용하여 한다.

7.8.4 시험 방법 디스크 패킹의 내구성 시험은 상온(20°C) 및 70°C 의 물을 사용하여, 수압 750Kpa 에 1분간 약 20회로 25000회 왕복 작동시킨다.

이때, 디스크 패킹에 따라 $(147 \pm 10)\text{N/cm}^2$ 하중을 가한 상태에서 10° 의 비틀림각을 주면서 작동시킨다. 시험 후 디스크 패킹은 KS B2331의 8. 항 내압 시험에 합격하여야 한다.

7.8.5 시험 결과 수치의 땀음법 시험 성적은 별도의 규정이 없는 한, 3개 시험편의 내구성 시험의 이상 유무, 시험 온도 및 시험편의 모양을 기록하여야 한다.

8. 검사

8.1 고무의 검사는 겉모양, 모양, 치수, 물리적 시험 및 화학 시험에 대하여 실시하고, 그 결과가 5. 및 6. 의 규정에 적합하여야 한다.

8.2 샘플링 방법은 당사자 사이의 협의에 따른다.

9. 표시

고무는 사용상 지장이 없는 곳에 다음 사항을 요철각인 표시하여야 한다. 다만, 요철각인이 불가능할 경우에는 쉽게 지워지지 않는 방법으로 표시하여야 한다.

또한, 제품에 상기 방법으로 표시되지 않을 경우는, 최소 포장 단위마다 포장 용기에 같은 사항을 표시한다.

- (1) 물 기호표시
- (2) 주원료인 자재의 약호 및 천연고무, 이소프렌 고무를 포함하는 경우는 그 약호
 보기) SBR, CR, SBR/NR
 비고) 천연고무 및 이소프렌고무를 포함하고 있는 경우에는 그 원료 고무 중의 비율을 표시하는 것이 좋다.
- (3) 종류 및 스프링 경도
 보기) 1종 1호 70, 1종 2호 65, 2종 60
- (4) 제조자명 또는 그 약호 및 호칭지름⁽⁴⁾
- (5) 제조연월

주(4) 호칭지름은 적용하는 수도용품의 호칭지름을 말한다.

밸브봉용 "O" 링 등 호칭지름과 대응되지 않는 것은 적용하지 않는다.

X. 주철관 시공 요령

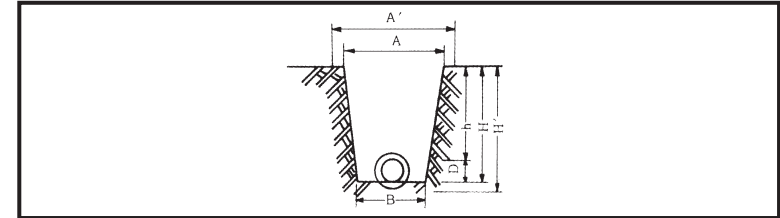


1. 굴착	189
2. 주철관의 부설	190
3. 굴곡부의 부설	193
4. 주철관의 접합	196
5. 교정기 사용 방법	204
6. 방식용 폴리에틸렌슬리브 피복공	206
7. 관로의 수압시험 방법	207
8. 시멘트 라이닝 보수방법	209
9. 내면 에폭시 수지 분체 도장관 유지보수 방법	213
10. 누수복구 커플링	218



1. 굴착

수도관 부설을 위한 굴착은 공사 시방에 의한 심도를 유지하도록 굴착하여야 한다. 굴착폭 및 깊이는 매설한 관 양측에 10~15cm 여유가 있도록 하는 것이 보통이며 구경이 100mm이하의 관 일 때는 작업이 용이할 정도로 확대하여 굴착하는 것이 능률적이다.



1) 표준굴착치수

단위: M

호칭 지름 (DN)	직부		접합부		토피(h)1.2M				토피(h)1.5M			
	폭		길이		각부 치수				각부 치수			
	B	L ¹	H ¹	H	H ¹	A	A ¹	H	H ¹	A	A ¹	
ø80	0.35	0.40	0.60	1.30	1.40	0.74	1.02	-	-	-	-	
100	0.40	0.40	0.70	1.35	1.45	0.76	1.14	-	-	-	-	
125	0.40	0.50	0.70	1.40	1.50	0.82	1.15	-	-	-	-	
150	0.45	0.50	0.80	1.40	1.50	0.87	1.25	-	-	-	-	
200	0.50	0.60	0.80	1.45	1.55	0.94	1.27	-	-	-	-	
250	0.60	0.60	0.90	1.55	1.65	1.07	1.40	-	-	-	-	
300	0.75	0.60	1.00	1.60	1.70	1.18	1.51	1.90	2.00	1.27	1.60	
350	0.80	0.70	1.00	1.65	1.75	1.20	1.53	1.95	2.05	1.29	1.62	
400	0.90	0.70	1.10	1.70	1.85	1.31	1.66	2.00	2.15	1.40	1.75	
450	1.00	0.70	1.20	1.85	1.95	1.44	1.79	2.10	2.25	1.53	1.88	
500	1.10	0.70	1.30	1.90	2.05	1.57	1.92	2.20	2.35	1.66	2.01	
600	1.20	0.70	1.50	2.00	2.20	1.80	2.16	2.30	2.50	1.89	2.25	
700	1.30	0.70	1.60	2.10	2.40	1.93	2.26	2.40	2.60	2.02	2.38	
800	1.50	0.70	1.70	2.20	2.40	2.06	2.42	2.50	2.70	2.15	2.51	
900	1.60	0.70	1.90	2.30	2.50	2.29	2.65	2.60	2.80	2.38	2.74	
1000	1.70	0.70	2.00	2.40	2.60	2.42	2.78	2.70	2.90	2.51	2.87	
1100	1.80	0.70	2.10	2.50	2.70	2.55	2.91	2.80	3.00	2.64	3.00	
1200	2.00	0.70	2.30	2.60	2.80	2.78	3.14	2.90	3.10	2.87	3.23	

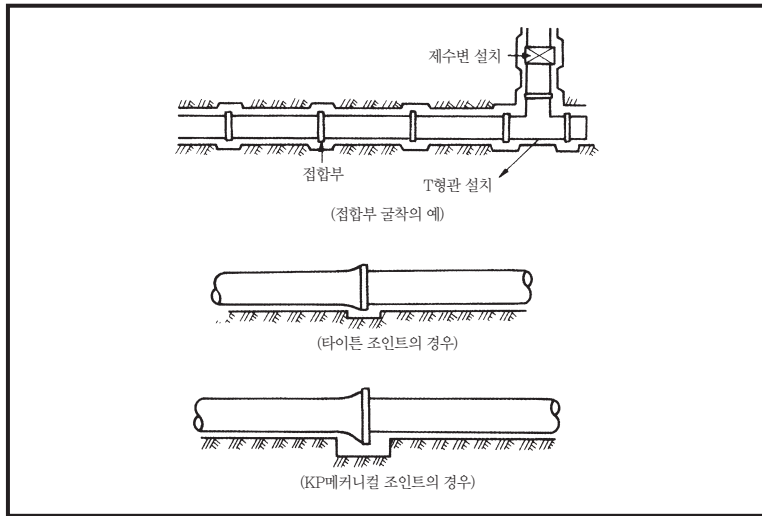
2) 직관부굴착

부설관의 깊이와 관축의 경사를 고려하여 바닥을 잘 고르게 하여야 한다.

3) 접합부굴착

접합부의 굴착이 좁거나 또는 얇으면 관의 접합공사가 어렵게 되므로 불충분한 접합에 의한 누수가 잘 일어나게 된다.

메커니컬 조인트 또는 타이튼 조인트 작업시의 공구사용이 충분하도록 넓게 굴착하여야 한다.



2. 주철관의 부설(敷設)

1) 관부설의 상식

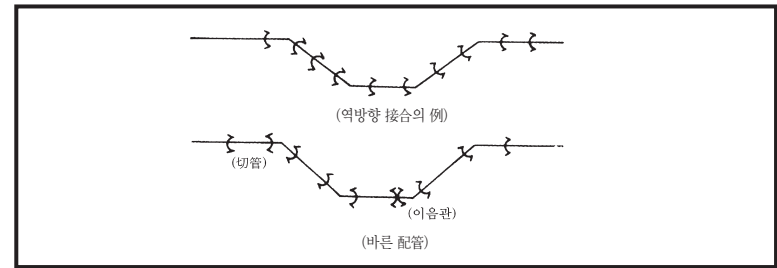
수도관은 지형이 낮은 곳에서 높은 곳으로 향하여 부설을 하는 것을 원칙으로 하며, 관내부의 유체의 흐름방향과는 관계가 없다.

관부설을 역방향으로 즉, 높은 지형에서 낮은 곳으로 접합하면 관의 무게가 낮은 쪽으로 향하게 되어 빠져 나갈 염려가 있으므로 완전 접합이 힘들다.

대부분이 정상적인 방향, 즉 낮은 곳에서 높은 곳을 향하여 접합하고, 일부를 역방향으로 접합시키는 경우를 종종 볼 수 있는데 이것도 좋지 않다.

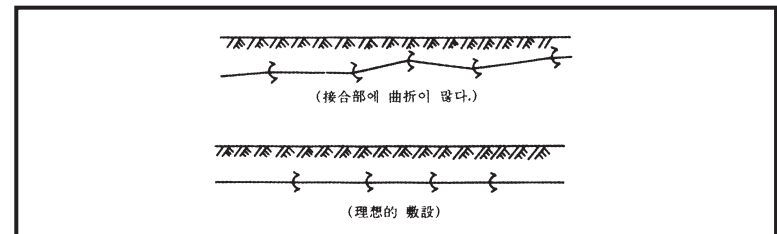


타이튼 조인트의 경우 역방향으로 되면 고무링을 삽입하기가 어렵다. 메커니컬 조인트의 경우도 역방향접합을 피하여야 한다. 역방향접합을 하면 수구와 삼구의 사이가 생기기 쉽고 소량의 누수는 지층으로 흘러가 사고발견이 불가능하다.



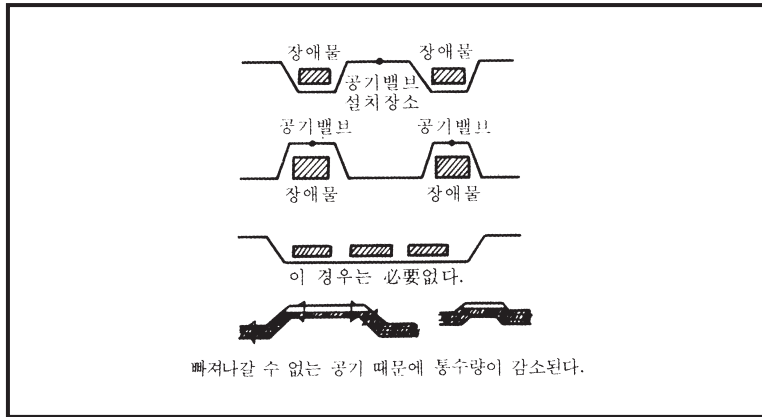
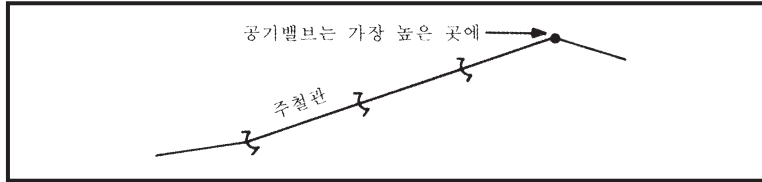
2) 부설관축의 경사

통수할 때 관내의 공기가 배제될 수 있도록 부설관축의 경사를 주의하여 시공한다. 부설시 위에서 볼 때 관의 좌 우의 굴곡은 잘 보이나, 위 아래의 굴곡은 잘 보이지 않으므로 이것이 심하게 되며 공기의 배제가 힘들게 된다.



3) 공기밸브의 설치

암거(暗渠) 기타, 매설물 때문에 수도관을 상월(上越)하여 부설시 공할 때는 공기변 또는 급수전을 분기하여 설치하고 수도관내의 공기를 배제 하여야 한다. 특히 주의할 것은 부설 시공후 처음으로 통수 할 때는 서서히 통수하여야 한다. 통수할 때 일어나는 수압충격(WATER HAMMER)은 보통 수압의 4~8배가 더 크다. 공기밸브의 설치 장소는 대략 다음과 같다.

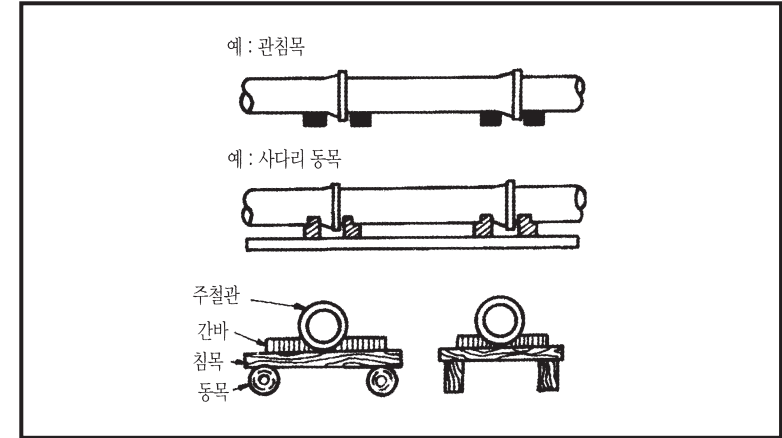


4) 자갈이 많은 지대에서의 부설

자갈 많거나 또는 암석이 많은 지대에서 부등침하(不等沈下) 및 천칭작용(天秤作用)을 일으킬 염려가 많다. 따라서 관상(管床)은 언제나 토사(土砂)를 골고루 하여 부설하고, 돌로 받치거나 또는 돌이 직접 닿지 않도록 하여야 한다.

5) 연약지반에서의 부설

약한 지반에서 부설할 때는 관 호칭지름의 대소를 불문하고 언제나 관침목으로 받쳐 부등침하를 방지하여야 한다. 또한 관침목만으로 부등침하의 염려가 있으면 사다리동목(胴木)을 시공하여야 한다.



3. 굴곡부의 부설

수도관 부설 중 굴곡부에 곡관을 사용하지 않고 절관 또는 접분을 사용하여 필요한 각도로 시공할 수 있다. 이 때는 관 자체에 구부릴 수 있는 한도가 있다.



1) 주철관 조인트부의 굴곡허용 각도 (상수도시설기준 2017발체)

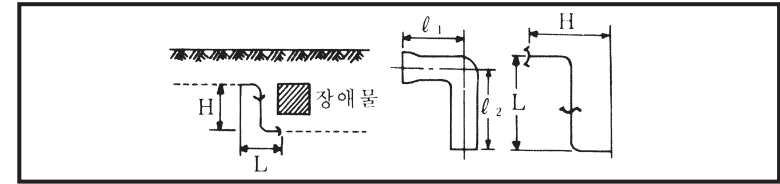
호칭지름	구분	KP메커니컬조인트	타이튼조인트
ø 80mm		5°	5°
100		5°	5°
125		5°	5°
150		5°	5°
200		4°	5°
250		4°	5°
300		4°	5°
350		3°	4°
400		3°	4°
450		3°	3°
500		3°	3°
600		2°	3°
700		2°	2.5°
800		1.5°	2.5°
900		1.5°	2.5°
1000		1.5°	2.0°
1100		1.5°	2.0°
1200		1.5°	2.0°

2) 직관의 각도와 관끝의 편위

각도	직관길이별 관끝의 편위(cm)							
	1.0M	1.5M	2.0M	2.5M	3.0M	4.0M	5.0M	6.0M
1°	1.8	2.7	3.6	4.5	5.4	7.2	9.0	10.5
2°	3.5	5.3	7.0	8.8	10.5	14.0	17.5	21.0
3°	5.2	7.8	10.4	13.0	15.6	20.8	26.0	31.4
4°	7.0	10.5	14.0	17.5	21.0	28.0	35.0	42.0
5°	8.7	13.1	17.4	21.8	26.1	34.8	43.5	52.5
6°	10.5	15.7	21.0	26.2	31.5	42.0	52.5	63.1
7°	12.2	18.3	24.4	30.5	36.6	48.8	61.0	73.7
8°	13.9	20.8	27.8	34.7	41.7	55.6	69.5	84.3

3) 주철곡관으로 부설할 때의 소요거리

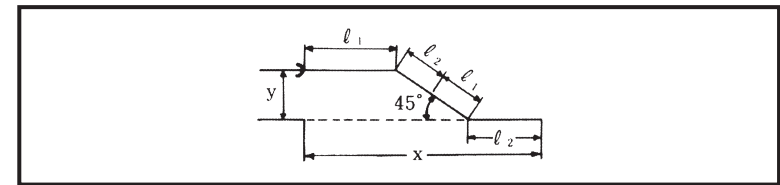
① 90° 곡관의 경우



$$L=l_2+l_1$$

$$H=l_2+l_1$$

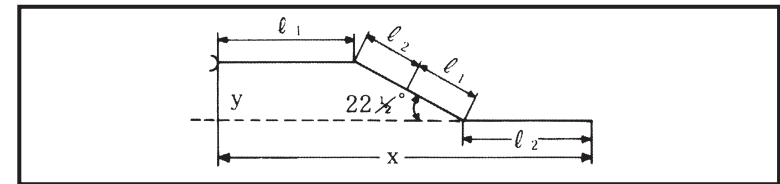
② 45° 곡관의 경우



$$x=l_1+l_2+(l_1+l_2)\text{Cos}45^\circ=l_1+l_2\left\{\left(1+\frac{1}{\sqrt{2}}\right)l_1+l_2\right\}1.706$$

$$y=(l_1+l_2)\text{Sin}45^\circ=(l_1+l_2)0.706$$

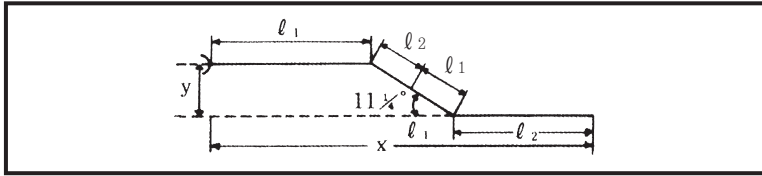
③ 22½° 곡관의 경우



$$x=l_1+l_2+(l_1+l_2)\text{Cos}22\frac{1}{2}^\circ=(l_1+l_2)0.383\leftarrow 1.924$$

$$y=(l_1+l_2)\text{Sin}22\frac{1}{2}^\circ=(l_1+l_2)0.383$$

③ 11¼° 곡관의 경우



$$x = l_1 + l_2 + (l_1 + l_2) \cos 11 \frac{1}{4}^\circ = (l_1 + l_2) 1.982$$

$$y = (l_1 + l_2) \sin 11 \frac{1}{4}^\circ = (l_1 + l_2) 0.195$$

4. 주철관의 접합

관의 접합은 부설공사에서 가장 중요한 것이며 시공후의 누수의 태반이 접합의 불완전 때문에 기인하고 있다.

1) KP 메커니컬 조인트

이 조인트 방법은 종래의 메커니컬 조인트의 소켓플랜지의 볼트 구멍과 압륜의 볼트구멍을 반드시 일치시키는 까다로운 작업이 필요없다. 또한, 관삽구를 소켓에 삽입한 후 관 상부에서 압륜에 볼트를 끼워 자유로이 아래로 돌릴 수 있으므로 작업이 용이 간편하고 능률적이다. 직관의 보관, 운반 취급에서 플랜지 부분의 파손 염려가 없다. KP식 조인트의 접합은 종래 메커니컬 조인트보다 대단히 능률적이며 아래의 요령에 따라 신중히 시공하면 보다 더 견고하고 장기 세월에 걸쳐 사고를 방지할 수 있다.

- ① 터파기의 검사를 마친 후 관에 충격이 가지 않도록 주의 깊게 내린다.
- ② 삽구(Spigot)끝에서 약 40cm간 외면과 소켓 내면을 깨끗이 청소한다.
- ③ 삽구에 압륜을 넣는다.
이에 앞서 압륜의 전후 내외면 볼트공을 깨끗이 소제하고 압륜의 양끝면을 앞으로 하여 끼우고 가볍게 돌리면서 넣는다.
- ④ 고무링은 방향을 유의하여(뾰족한 부분이 삽구 끝을 향함) 삽구에 끼우고 삽구 끝면에서 15cm내외 위치에 둔다.

- ⑤ 관 삽구를 소켓 내에 삽입한다. 이 때 관의 신축, 및 요성들을 고려하여 삽구 끝면과 소켓 저부와의 사이에 수(數)mm의 간격을 둔다.
- ⑥ 삽구외면과 소켓 내면과의 간격이 상하좌우가 균등히 되도록 한 후 고무링을 소정 위치에 끼이지 않도록 주의깊게 삽입한다.
- ⑦ 압륜은 “세트”하고 소켓 볼트를 관상부측에서 소켓 턱에 바로 걸면 머리 양측 날개로 인하여 좌우로 움직이지 않으므로 하부측으로 서서히 돌리면서 전부 끼우면 대단히 용이하다.
- ⑧ 관의 위치를 정착시키고 압륜과 삽구외면사이에 썩기를 넣어 그 간격이 균등하도록 유의하여야 한다.
- ⑨ 스파나 또는 라지엣트 렌치를 써서 너트를 상하좌우로 대각선으로 채우고 조금씩 균형있게 수차에 걸쳐 조이도록 한다.
- ⑩ 너트가 단단히 조여졌는가 토크렌치 등으로 순차적으로 확인하므로써 접합 작업은 마친다.
- ⑪ KP메커니컬 접합에서 볼트의 조임은 한쪽으로부터 좌우로 진행되도록 상하의 너트, 다음에 양쪽옆의 너트, 다음에 대각너트의 순으로 각각 조금씩 조이고 압륜과 소켓 끝의 간격이 관체둘레 모두에 동일하게 되도록한다. 이러한 조작을 반복해서 하고 끝으로 토크렌치로 같은 토크가 될 때까지 조인다.

(참고) KP볼트의 체결 토오크

볼트의 치수 (mm)	권장토오크의 범위(kg-m)
M24	14 ~ 18
M27	17 ~ 23

2) 타이튼 조인트

소켓 내부와 고무링 그리고 삽구의 끝부분은 관 연결시 잡물의 부착이 없도록 깨끗하게 유지되어야 한다. 조인트 부분이 깨끗하지 않으면 누수될 우려가 있는 것이다. 만일 조인트가 잘 연결되지 않을 때는 고무링을 다시 잘 맞추어 삽입하는가 적당히 윤활유를 바르고 조인트 부분에 이물질(異物質)이 있는가를 점검하여야 한다.



① 고무링 삽입<제1도>

소켓 내의 모든 잡물질(흙, 모래, 재, 자갈, 쓰레기 등)을 제거시키고 고무링이 앉은 자리가 깨끗한가를 점검하여야 한다.

고무링이 삽입되는 부분에 이물질이 누수의 원인이 되기 때문이다. 깨끗한 형상으로 고무링을 말끔히 닦은 다음 구부러져 넓은 원형 모서리를 먼저 들어가게끔 하여 소켓에 삽입한다.

그리하면 고무링은 소켓 내에 둥글게 흡과 돌기가 서로 잘 맞는 위치에 서게 되는 것이다. 타이튼 조인트관을 영하 기온에서 부설 할 때는 부설전 고무링을 따뜻한 곳에 놓아두든가 또는 더운 물통에 담그는 등의 방법으로 섭씨 4~5도 이상으로 자체 온도를 유지하도록 하여야 하며 고무링을 더운 물에 넣어 두었을 경우에는 삽입전 수분을 완전히 제거한 후 삽입하여야 한다.

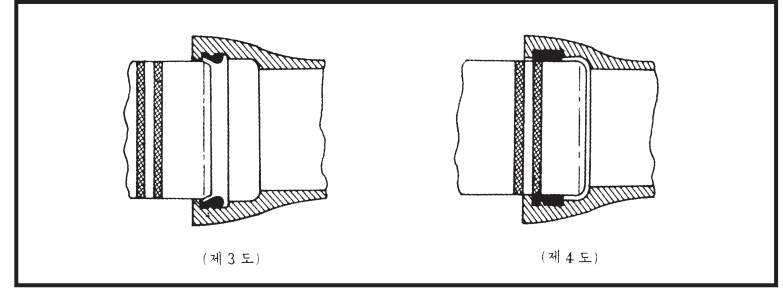
② 윤활유사용<제2도>

관삽구에 접촉하게 되는 고무링 내면에 윤활유를 얇게 도포한다. 삽구도 깨끗하게 청소하여야 하며 추운 날씨에는 얼어붙은 잡물이 관에 부착되어 있을 수 있으므로 그것을 잘 제거하여야 한다.

경우에 따라서는 삽입관말로 부터 약 1인치(2.5cm)정도 윤활유를 얇게 바르는 것이 좋으며 이물질이 삽입구에 붙어 있으면 누수의 원인이 되기 때문에 윤활유를 칠한 후 지상표면에 닿지 않도록 주의하여야 한다.

③ 소켓내 관삽구의 삽입<제3도>

관삽구 끝을 잘 들어서 소켓 내로 주의깊게 밀어 넣어 고무링과 꼭 맞게 접촉되게 하여야 한다.



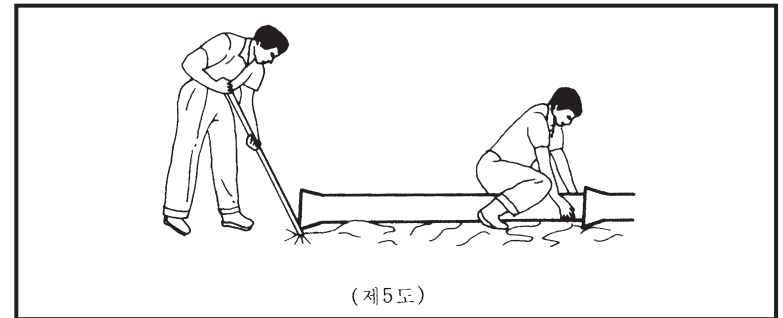
④ 완전 접합된 조인트<제4도>

이 때의 관위치는 조인트하는 첫단계인 것이다. 관삽구 끝부분에 페인트칠한 두 개의 줄띠에 주의하여야 한다.

이 때 관은 중심이 일직선을 유지하도록 주의하여 삽입해야 한다.

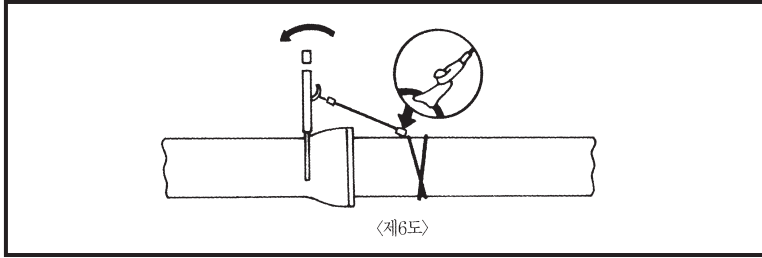
조인트 접합은 앞으로 설명할 방법 등(제5,6,8도 참조)에 의하여 삽입관 끝이 고무링을 지나서 소켓의 밑바닥과 접촉될 때까지 (이 때 압축을 받게 됨) 밀어 넣음으로서 끝나는 것이다.

이 때 첫 번째 페인트 표시한 줄띠가 소켓 내에 완전히 들어가 버리고 두 번째 줄띠의 전단이 소켓 표면에 도달되어 있는가를 확인하여야 한다. 만일 접합이 소정의 방법에 의하여 잘 되지 않을 경우에는 고무링의 위치를 잘 맞추기 위하여 관삽구를 빼내어야 할 경우도 있다.



⑤ 지렛대 접합법<제5도>

200m/m이하의 관 조인트 연결에 있어 경우에 따라서는 지렛대나 삽으로 삽입관을 소켓에 밀어 넣는 방법이다.

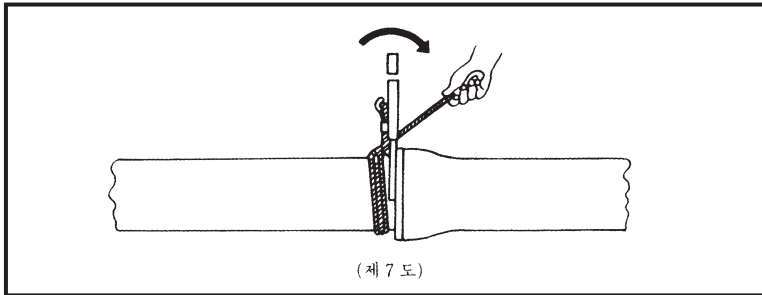


〈제6도〉

⑥ 포-크형 도구사용 접합법(제6도)

200m/m이하의 관 조인트 접합에 있어 포-크(Fork-Tool)형 도구를 추천한다. 포-크형 도구는 부설이 끝난 관의 수구 바로 뒷부분에 장치되어 있다. 달아 올리는 받줄을 삽입관 끝부분에 2중으로 결박하고 결박된 받줄의 한쪽은 삽입관 상부에 걸어들어 다른 한쪽은 포-크핸들의 쇠고리에 건다.

이렇게 한 후 핸들을 당기면서 삽입관을 밀어 소켓내로 들어가게 하는 방법이다.

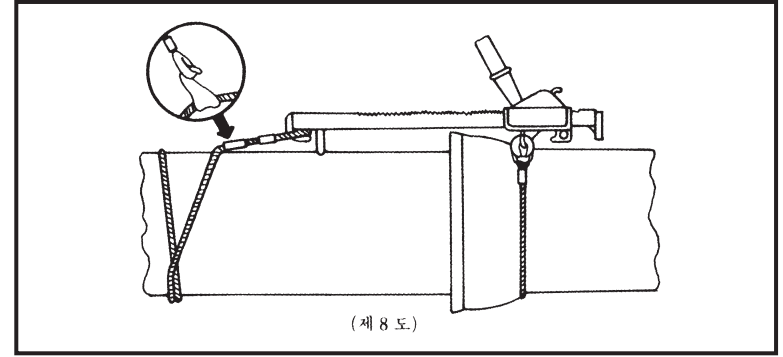


(제7도)

⑦ 포-크형 도구사용으로 관을 빼내는 법(제7도)

200m/m이하의 관 조인트한 것을 빼어 낼 때는 포-크를 수구 관표면에 접촉 장치하여 이를 해체할 수 있는 것이다.

즉, 삽입관에 걸어매는 받줄을 세번 결박하고 한쪽끝은 포-크의 쇠고리에 걸고 다른 끝은 손으로 잡고 포-크핸들을 뒤로 당기면서 삽입관을 빼어낼 수 있는 방법이다.

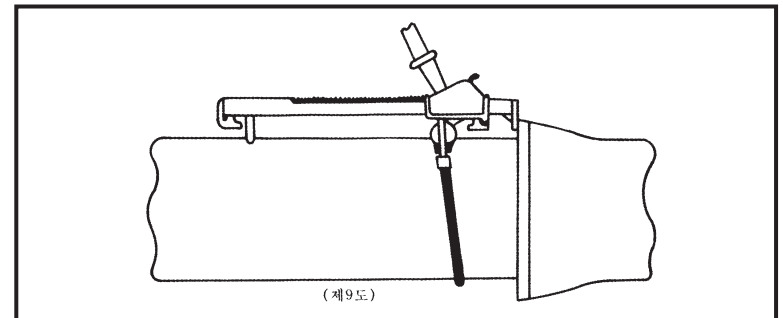


(제8도)

⑧ 「작키」사용 접합법(제8도)

250m/m이상의 관 조인트는 작키(JACK)형 도구가 편리하다. 작키는 하부에 2중 쇠고리가 장치되어 있는데 기히 부설된 관 수구 바로 뒤에 장치되고, 또 하나의 쇠고리는 삽입관 상부에 위치되어 톱니 막대로 서로 연결되어 있으며 작키 핸들을 동작함으로서 삽입관이 넣어지는 것이다.

수구관을 결박하는 받줄은 2중 쇠고리 하부의 관에 매고 그 끝은 2중 쇠고리에 건다. 삽입관을 매는 받줄은 삽입관을 2중으로 둘러매고(포-크형 도구 사용 접합법에서 설명한 바와 같음) 그 한 쪽 끝은 톱니막대 끝에 고정시킨다. 그 다음 작키를 움직여서 삽입관을 밀어 넣는 방법이다.

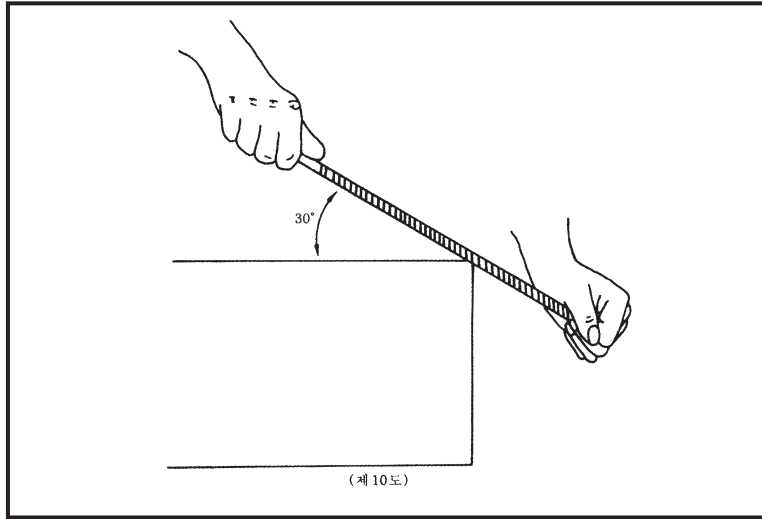


(제9도)

⑨ 작키도구 사용으로 관을 빼내는 법<제9도>

250m/m나 그 이상의 조인트된 관을 빼어 낼 때에는 부설된 삽입관에 작키를 설치하여 관을 빼낼 수 있는 방법이다.

이 때 톱니막대의 한쪽 끝은 삽입관에 그림에서 보는 바와 같이 결박한다. 그 다음 작키를 움직이면 톱니 막대의 돌기부에 의해 삽입관은 수구관으로 부터 빠져나오게 되는 것이다.



⑩ 공사현장에서 절단한 관을 접합하는 법<제10>

관을 현장에서 절단하였을 때 절단끝은 다음 조인트에 알맞게 사용 될 수 있도록 준비되어야 한다.

절단 외측부는 관 중심선에서 30° 정도의 각도로 3mm정도의 굽은 줄(file)이나 휴대용 연마기로서 줄질하면 되는 방법이다.

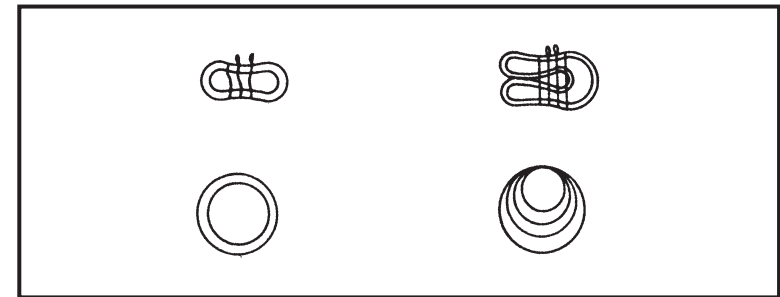
이 작업은 고무링을 손상케 할 수 있는 예리하거나 거칠거칠한 부분을 제거하기 위한 것이다.

3) 고무링의 보존방법

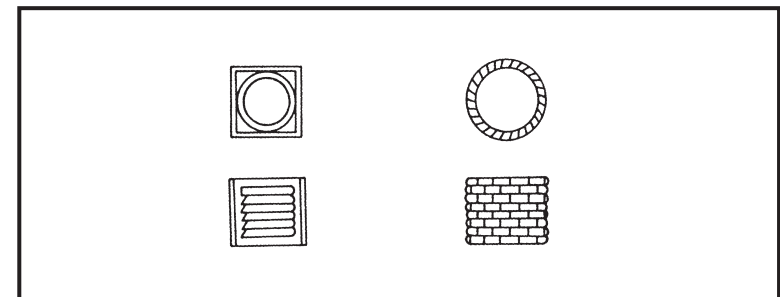
일반적으로 고무 제품의 노화는 열, 직사일광(直射日光), 공기 중의 산소등에 장기간 노출케 함으로써 발생되므로 다음 각항에 주의하여야 한다.

- ① 직사광선(자외선)에 닿지 않도록 할 것.
- ② 고열을 받지 않도록 할 것.
- ③ 통풍이 없도록 할 것
- ④ 어둡게 하여 두는 것이 좋다.
- ⑤ 약간 습냉한 장소가 좋다.
- ⑥ 창고내 어둡고 통풍이 적은 장소가 좋다.
- ⑦ 힘을 받지 않는 상태로 무리하게 압입 또는 절곡치 않게 자연 상태로 두도록 하여야 한다.
- ⑧ 장기간 보존할 시는 상자 또는 지류(紙類)로 포장하는 것이 이상적이다.

나쁜 보존 방법



좋은 보존 방법

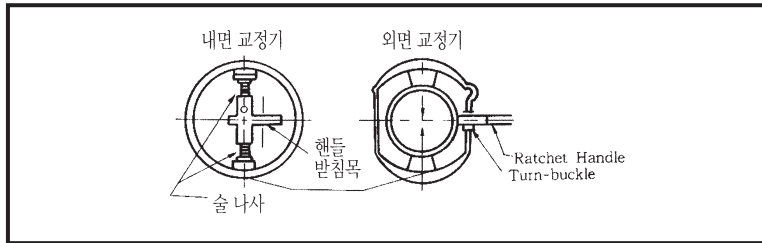


5. 교정기 사용 방법

대구경주철관은 그 제조과정에서 약간의 타원(허용차내로 원주장(圓周長)은 규정범위내)이 될 수가 있다. 만일 이로써 접합이 곤란할 시는 다음 요령에 의하여 시공하면 무난하게 할 수 있다.

1) 관은 연성(延性)이 있으므로 현장에서 간단히 교정하여 접합 할 수 있음.

교정기는 내면에서 교정하는 것과 외부에서 교정하는 2종이 있음.

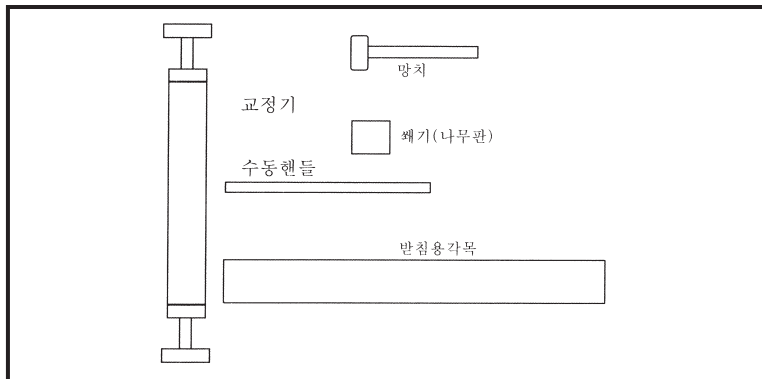


2) 교정기로서 소정의 치수로 교정 한 채로 접합하고 규정의 토크 까지 조이도록 할 것.

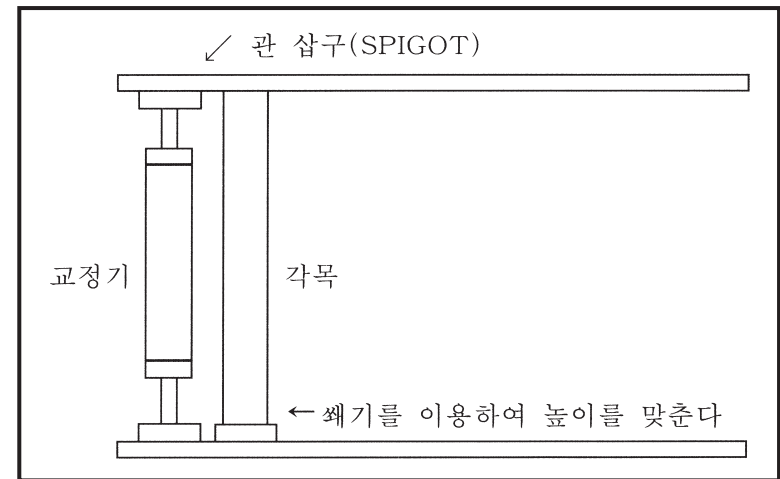
3) 조임을 완전히 마친 후 교정기를 제거하고 기구를 관내에 잔류치 않도록 충분히 점검할 것.

4) 교정기를 뽑은 후 낫트가 이완하지 않았는가 확인하고 규정의 토크까지 조이도록 할 것.

5) 관교정기 사용방법



- ① 타원된 관의 삽구(SPIGOT)부분의 외경치수(DE)를 측정한다.
- ② 측정된 부분의 치수중 최대치와 최소치를 확인하여 최소치가 되는 부분의 삽구끝 부분에서 50mm되는 지점에 교정기를 댄다.
- ③ 교정기의 수동핸들을 돌려 하한치수를 최소치와 최대치의 중간 치수가 될 때까지 천천히 교정한다.
- ④ 교정이 완료되면 미리 준비한 튼튼한 각목으로 받치고 교정기 핸들을 반대로 돌려서 교정기를 뺀다.
(이때, 시공중일때는 각목을 사용치 않고 교정기를 받친 상태에서 조립하여 완료되면 교정기를 빼낸다.)
- ⑤ 시공 후에는 받침용 각목을 망치를 사용하여 제거한다.



※ 실제작업시 교정기와 받침목의 위치는 바뀌어도 관계없음.

6. 방식용 폴리에틸렌슬리브 피복공

(상수도공사 표준시방서 2014 발책)

1) 일반사항

방식용 폴리에틸렌슬리브 피복공

슬리브의 피복은 완전히 수밀이 되고 균등하여야 한다.

2) 재료

- ① 방식용 슬리브를 운반 또는 보관할 때에는 자체 변형이나 손상이 되지 않도록 하여야 한다.
- ② 슬리브의 운반은 접어서 골판지 상자 등에 넣어 손상되지 않도록 주의하여 운반한다.
- ③ 슬리브는 직사광선을 피하여 보관한다.

3) 시공

슬리브의 피복

- ① 슬리브의 피복은 슬리브를 관의 외면에 빈틈없이 감고 나머지 슬리브를 접어서 겹치는 부분이 관 꼭대기 부분에 오도록 한다.
- ② 관이음부의 요철에 슬리브가 잘 맞도록 충분히 여유를 갖게 하고 되메울 때에는 이음에 무리없이 밀착하도록 시공한다.
- ③ 관의 축 방향 슬리브의 연결 부분은 겹치도록 하여야 한다.
- ④ 슬리브의 고정용 접착테이프 또는 고정용 고무밴드를 사용하여 고정하고 관과 슬리브를 일체화시켜야 한다.
- ⑤ 기존관, 밸브, 분기한 곳 등은 슬리브로 잘라 퍼서 시트(Sheet) 모양으로 하여 시공한다.
※ 방식용 폴리에틸렌 슬리브에 대한 자세한 내용은
X. 설계자료 9. 방식용 PE슬리브(414쪽)를 참고하시기 바랍니다.

7. 관로의 수압시험 방법

수압시험및수압검사(상수도공사표준시방서2014 발책)

7.1 현장 수압시험

7.1.1 일반사항

1) 적용범위

이 시방서는 관로이음의 수밀성 및 안전성을 확인할 필요가 있을 경우에 있어서 현장수압시험에 대해 적용한다.

2) 공정계획

- (1) 수압시험방법에 대해서는 공사감독자(감리원)의 지시에 따른다.
- (2) 수압시험 적용 압력은 관로 중 가장 낮은 부분에 최대 정수두의 1.5배로 한다.
- (3) 수압시험 결과에 대해서는 다음과 같은 항목의 보고서를 작성하여 공사감독자(감리원)에게 제출하여야 한다.

① 이음번호

② 시험년월일 시 분

③ 시험수압

④ 시험수압 5분 후의 수압

- (4) 현장여건상 부득이 수압시험이 어려울 경우에는 공사감독자(감리원)와 협의하여 결정한다.

7.1.2 재료 : 해당사항없음

7.1.3 시공

1) 수압시험방법

- (1) 수압시험을 위한 물의 주입에 앞서 관로를 임시로 되메우기하여 관로가 수압시험 중에 이동하는 것을 막아야 한다.
- (2) 관로에 물을 주입할 때는 관내 공기를 배제하면서 천천히 주입해야 하며, 충수 중에 공기밸브 등에서 공기 배제가 잘 되고 있는지 또는 관로에 이상이 있는지를 확인해야 하며 누수장소에는 적절한 지수조치를 하여야 한다.
- (3) 관내 충수 후, 적어도 24시간을 방치시켜 관내 잔류공기를 모두 배제하고, 서서히 규정수압까지 상승시킨다.
- (4) 규정수압으로 1시간 동안 유지할 때, 압력강하가 0.02MPa

- (0.2kgf/cm²)를 초과하여서는 안된다.
- (5) 누수허용량은 관중, 관경, 이음형식 등에 따라 다르나 고무링을 이용한 소켓접합방식의 경우 관경 10mm, 연장 1km에 대하여 50~120ℓ/일 정도를 표준으로 한다.
- (6) 위의 (1)~(4)의 시험을 할 수 없을 때에는 압력유지시험으로 할 수 있다.
- ① 압력유지시험은 관로를 300m 내외로 제수밸브나 블라인드플랜지(blind flange) 등으로 분할하여 사용수압까지 가압하고 수압의 시간적 변화를 도표로 작성하거나 자기 기록장치로 압력강하 상태를 검토하여 관로의 이상이나 누수상태를 판단하는 것으로서 0.5MPa (5.1kgf/cm²)의 수압으로 10시간 정도의 경과를 측정한다.
- (7) 수압시험은 제수밸브와 제수밸브 사이에서 하는 것을 원칙으로 하되, 시험압력이 변하지 않는 간격으로 공사감독자(감리원)와 협의하여 결정한다.

2) 수압시험기에 의한 방법

- (1) 관경 800mm 이상의 주철관 이음은 공사감독자(감리원) 입회 하에 이음부 각 이음마다 내면에서부터 테스트밴드(test band)로 수압시험을 한다.
- (2) 테스트밴드 시험수압은 0.5MPa(5.1kgf/cm²) 이상에서 5분간 유지하여 0.4MPa(4.1kgf/cm²)이하로 수압이 내려가지 않아야 한다. 만약 수압이 내려가는 경우에는 다시 접합하고 수압시험을 하여야 한다.

7.2 현장 수압시험에 따른 모르타라이닝면의 침투방지

7.2.1 일반사항

1) 수압시험에 따른 모르타라이닝면의 침투방지

주철관의 현장 절단 끝면의 테스트밴드에 의한 수압시험을 할 때, 압력수가 모르타라이닝부로 누설하는 것을 방지하기 위하여 배관하기 전 지상에서 도장하여야 한다.

7.2.2. 재료

도장에 사용하는 도료는 염화비닐계의 중합물 또는 아크릴계의 중합물로서 KS D 4316(수도용 원심력 덕타일주철관의 모르타라

이닝)에 따른다.

7.2.3. 시공

1) 절단관 부분 도장

- (1) 실링(sealing)하기 전에 모르타라이닝면이 건조되어 있는가를 확인한 다음, 와이어브러시 등으로 청소하고 먼지 등도 제거한다. 또, 건조가 불충분할 때에는 면포 등으로 닦아내야 한다.
- (2) 도장은 절단 끝면에서 약 150mm를 바르며 초벌칠과 마감칠 2회로 나누어 시행한다. 또 배관은 도장한 뒤 적어도 24시간 이상 건조시간을 둔 다음에 시행하여야 한다.
- (3) 도장방법은 원액과 희석제를 1 : 2의 비율로 혼합하여 초벌칠용으로 하고, 평균 150g/m²를 솔로 모르타라이닝면에 스며들도록 바른다. 또 이 도장은 비교적 습도가 낮은 때에 실시하고, 절단 끝면으로 말려 들어가는 것같이 칠하여야 한다.

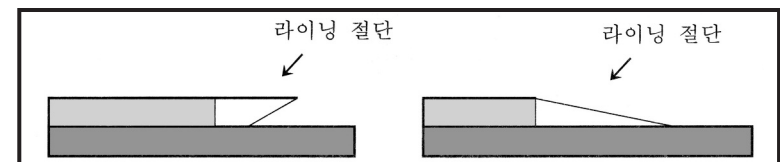
8. 시멘트 라이닝 보수방법

관의 현장내 소운반시 또는 절단 작업시에 모르타라 라이닝이 떨어진 경우 작은 것에서 철부가 노출되고 있지 않는 것은 그대로 사용하여도 지장은 없지만 철부가 노출되어 있는 것은 현지에서 보수하여 사용할 수 있다.

1) 시멘트 모르타르에 의한 보수요령

- ① 라이닝의 유해한 개소를 보수하기 쉽도록 그 주변부를 정과 함마를 사용해서 깎아 내고 깨끗하게 정리한다.

그림1 손상부의 절단



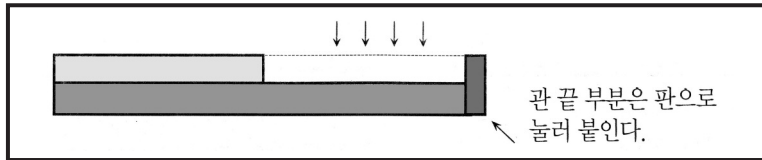
- ② 절단 작업이 완료되면 필요한 량의 모르타르를 다음의 혼합비율로 먼저 시멘트와 모래를 충분히 혼합해서 혼합비의 물을 조금씩 뿌려 가면서 질지 않게 반죽한다.

질량비로 C/S 1:1 (C+S)/W

C=시멘트, S=모래, W=물

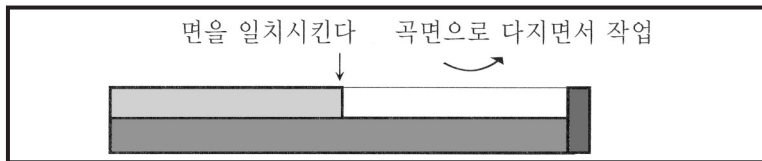
- ③ 보수할 관 내면 접촉부 면을 와이어브러쉬로 청소하고 물붓으로 면을 적셔준다.
- ④ 다음에 모르타르를 되게 반죽된 것을 손으로 뭉쳐 그것을 보수할 부분에 눌러 채우고 함마로 뭉쳐진 부분을 균일하게 두드려 단단하게 한다.

그림2 함마다짐



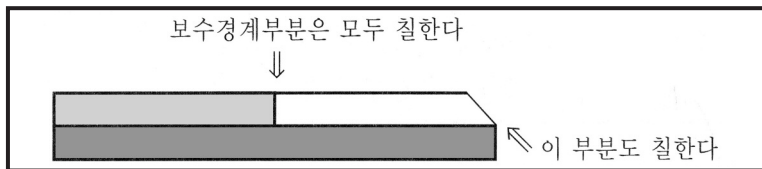
- ⑤ 보수부분의 표면을 주물용 스푼으로 곡면부분으로 강하게 문지르면서 평활하게 다듬는다.

그림3 평탄작업



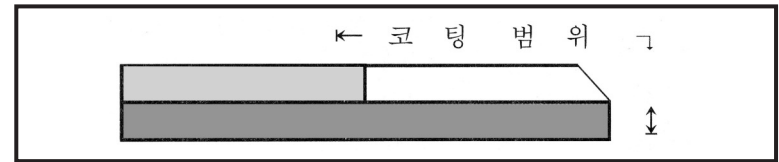
- ⑥ 보수부분의 다듬질이 끝나면 물붓으로 칠한다.

그림4 물 칠



- ⑦ 보수 후 양생을 한다. 보수부분이 급격히 건조하지 않도록 표면과 끝부분을 덮는다.
- ⑧ 양생후 실코팅을 한다.

그림5 실코팅



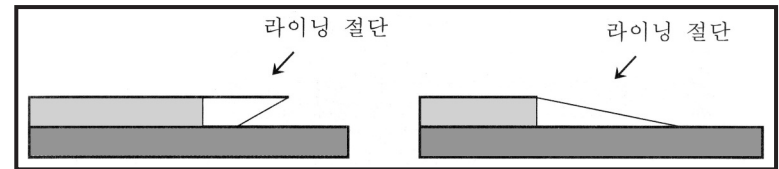
【준비물】

함마(소형), 주물용 스푼, 와이어 브러쉬, 물통, 붓, 정, 모래 시멘트, 물, 실코팅제(아크릴계 또는 역청질계의 지정된것) EPOXY수지 충전제

2) 에폭시 수지에 의한 보수요령(시멘트, 물이 없을 경우)

- ① 라이닝의 유해한 개소를 보수하기 쉽도록 파손부분을 아래로 하고, 그 주변부를 정과 함마를 사용해서 깎아 내고 깨끗하게 정리한다.

그림1 손상부의 절단



- ② 시멘트 라이닝의 보수방법(시멘트, 물이 없을 경우) : 절단작업이 완료되면 필요한 량의 약 100mesh 정도의 고운 모래에 에폭시 수지(주제, 경화제)를 아래와 같은 혼합비로 질지 않게 반죽한다.

질량비로 주제 : 경화제 : 모래 (1:1:30)소량의 시멘트의 첨가도 가능

주1) 먼저 주제와 경화제를 1:1로 잘 혼합하고 여기에 가는 모래를 손으로 뭉쳐서 물기가 없는 정도로 섞어가면서 혼합하여 모르타르를 준비한다.

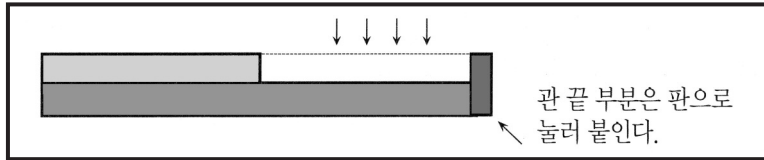
(에폭시 수지 첨가량이 많으면 흘러 내려서 작업성이 나쁘다)

주2) 에폭시 경화제를 직접 손으로 만지지 않도록 주의한다.

(고무장갑, 1회용 위생비닐장갑 등을 사용)

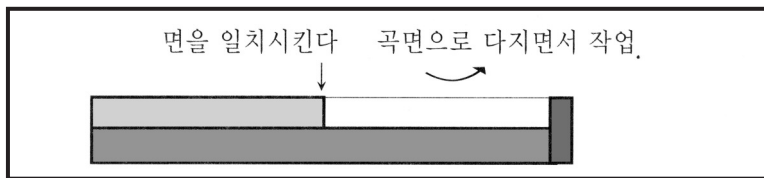
- ③ 보수할 관 내면 접착부 면을 와이어브러쉬로 청소한다. 이때 신나로 면을 약간 적셔주면 좋다.
- ④ 다음에 모르타르의 되게 반죽된 것을 손으로 뭉쳐 그것을 보수할 부분에 눌러 채우고 함마로 뭉쳐진 부분을 균일하게 두드려 단단하게 한다.

그림2 함마다짐



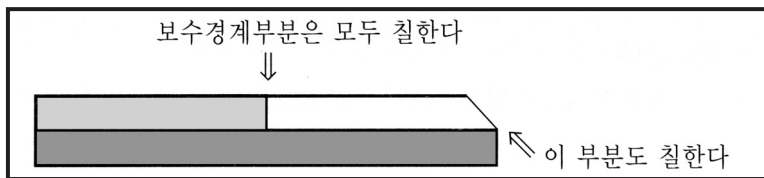
- ⑤ 보수부분의 표면을 주물용 스펀으로 곡면부분을 강하게 문지르면서 평활하게 다듬는다.(이때 스펀에 신나를 문혀서 사용하면 면이 매끄럽게 될 수 있다.)

그림3 평탄작업



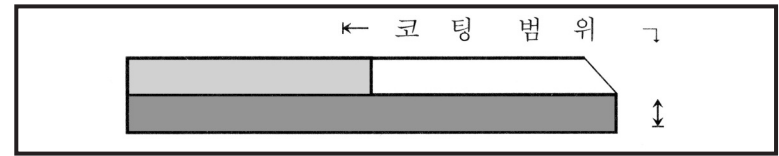
- ⑥ 보수부분의 다듬질이 끝나면 신나를 이용하여 경계부분을 정리한다.

그림4 신나 칠



- ⑦ 보수 후 양생을 한다. 보수부분이 급격히 건조하지 않도록 그늘이 되도록 표면과 끝부분을 덮는다.
- ⑧ 단단하게 경화후(약 1~2시간) 실코팅을 한다.

그림5 실코팅



【준비물】

함마(소형), 주물용 스펀, 와이어 브러쉬, 붓, 정, 고운모래 시멘트, 실코팅제(아크릴계 또는 역청질계의 지정된것), EPOXY수지(주제, 경화제), 에폭시 신나

이 외에도 EPOXY수지 충전제 또는 아크릴에멀전으로 보수하는 방법도 있다.

9. 내면 에폭시 수지 분체 도장관 유지보수 방법

1) 절관

(1) 절관방법

일반적인 절관 방법으로서 다음의 것을 추천할 수 있다.

- ① 다이아몬드 블레이드에 의한 절단 : 절삭 성능이 변하지 않아 깨끗한 절단가능
- ② 바이트식의 커터에 의한 절단
- ③ 전동 메탈 톱에 의한 절단

(2) 주의사항

- ① 절단 슛돌(테지노이드)로 절단 할 경우 슛돌이 마모하면 절단 속도가 늦기 때문에 절단에 시간이 많이 소요되고 절단면이 깨끗하지 않는 경우 발생
- ② 수동식 파이프 커터에 의한 절단 절단 후 내면에 비산된 분진 등을 청소하고 절단면 보수 실시

2) 절관부 등의 보수방법

(1) 보수도료

- ① 절관부의 보수 전용 단면 보수용 도료 (상온 경화형 일액성 에폭시 수지) 사용

- 보수용 도료 (일액성 에폭시 수지)의 경화 건조 시간 -

경화건조시간	10℃	30분
	20℃	15분
	30℃	15분

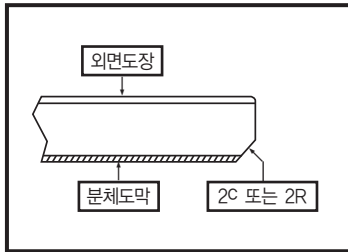
② 관내부 도막 손상시

전용 내면 보수용 도료 (상온 경화형 2액성 에폭시 수지)

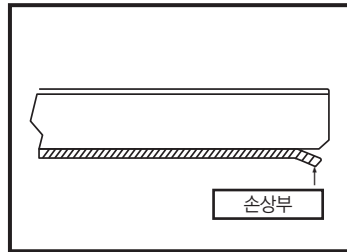
- 내면 보수용 도료 (2액성 에폭시 수지)의 경화 건조 시간 -

경화건조시간	10℃	16시간
	20℃	8시간
	30℃	6시간

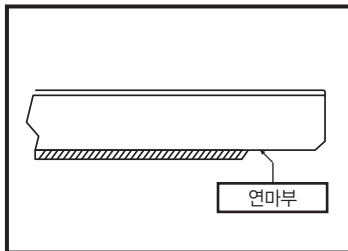
(2) 절관부의 보수



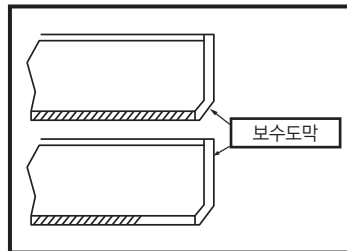
① 절단구 단면(내면측)을 2C 또는 2R정도의 모따기를 실시한다.



② 도막에 손상부가 있으면 이 부분을 제거한다.

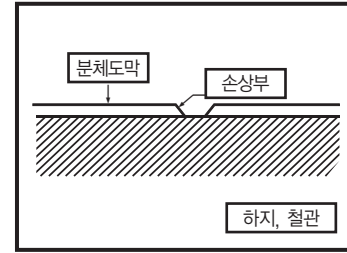


③ 손상부가 큰 경우에는, 도장면과 손상부의 금속면을 그라인더 및 샌드페이퍼 (#160정도)로 연마한다.

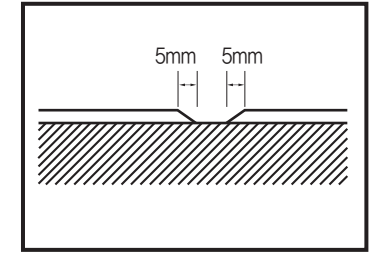


④ 단면 보수용 도료(일액형 에폭시 수지)를 솔로 균일하고 평활하게 도장한다. 1회칠로 소정의 두께를 얻을 수 없는 경우, 도장 간격을 지키고, 같은 방법으로 겹칠 실시. 외면 도장 위 도장은 가능한 피할 것.

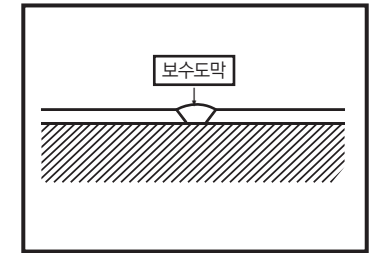
(3) 관내부 손상 도막의 보수



① 손상한 도막을 제거한다.



② 손상부 주변(약 5mm)의 도막면과 손상부의 금속면을 그라인더 및 샌드페이퍼 (#160 정도)로 연마한다.



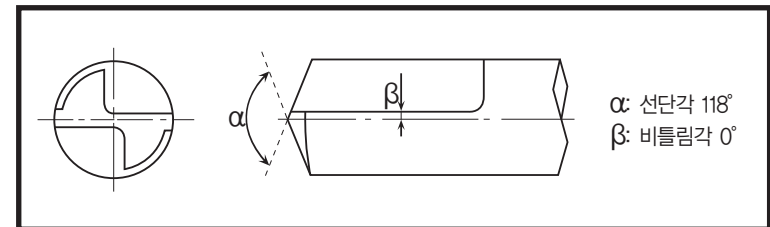
③ 내면보수용 도료(2액성 에폭시 수지)를 소정의 배합비로 혼합해, 충분히 교반 한다.

④ 내면 보수용 도료를 솔로 균일하고 평활하게 도장한다. 1회칠로 소정의 두께를 얻을 수 없는 경우는, 도장간격을 지키고, 같은 방법으로 겹칠을 실시한다.

3) 천공

(1) 천공 방법

① 모르타르 라이닝 주철관 천공용 드릴은 아래 그림과 같은 형상으로, 드릴 마모도 등 충분한 관리시 에폭시 수지 분체 도장관 천공도 가능함.

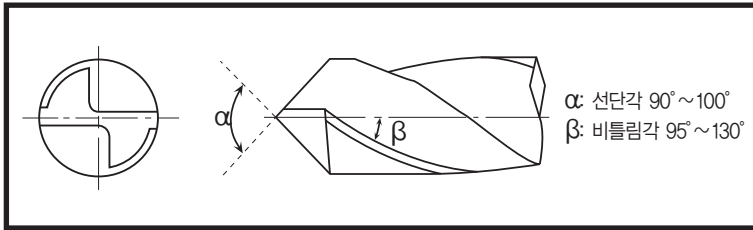


<모르타르 라이닝관용 드릴>

② 마모도 관리가 불충분한 경우

- a) 도막의 관통 불량 : 드릴이 도막을 관통하지 않고 절삭에 의해 발생하는 열 때문에 도막 손상 현상.
- b) 도막의 결함 : 천공부 주변 도막이 드릴 절삭 불량에 의해 필요 이상으로 깨어져 떨어지는 현상 등이 발생하기 쉬움.

③ 이러한 불편을 해소하기 위해 아래 그림과 같이 **선단각이 작고, 비틀림각이 큰 에폭시 수지 분체 도장관전용 드릴**을 채용하는 것이 바람직하다.

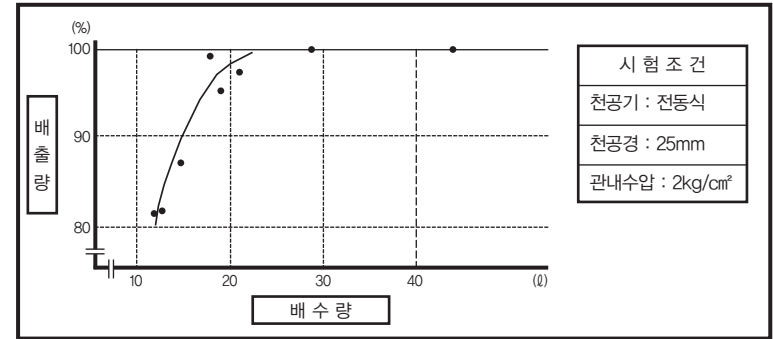


〈분체 도장관용 드릴〉

(2) 천공시 유의점

- ① 천공기는 전동 방식이 바람직하다.
- ② 천공용 드릴은, 다음과 같은 선단각과 비틀림각을 갖고 있는 것이 바람직하다.
 - α = 선단각 ($90^\circ \sim 100^\circ$)
 - β = 비틀림각 ($95^\circ \sim 130^\circ$)
- ③ $\varnothing 30$ 이상의 천공을 실시하는 경우는, 센터 드릴부착 홀소를 이용하는 것이 바람직하다.
- ④ 부단수 천공시에 있어서는 천공 작업 개시와 동시에 충분한 배수를 실시하여 절삭편을 관외부에 배출시키도록 하는 것이 필요하다.

(3) 배수량과 절삭편 배출율의 관계



〈분체 도장관용 드릴〉

(4) 천공부의 방식방법

- ① 배수관에 천공을 실시해 급수 장치를 취부한 후 장기간(수개월 이상)에 걸쳐 급수 휴지 상태가 계속되면 천공부가 발청하여 천공부를 폐색 시키는 일이 있다. 지금까지는, 이러한 트러블을 방지 하기 위해서 동코어가 이용되어 왔지만, 현재는 분기 천공부에서의 발청을 없게 하는 것을 목적으로 한 고무 피복 코어가 실용화되고 있다.



〈분체관용 고무 피복 코어(1)〉



〈분체관용 고무 피복 코어(2)〉

4) 취급 및 보관

(1) 취급 방법

- ① 삼구단면부까지 에폭시 수지 분체 도장이 되고 있으므로, 이 부분의 도막을 손상시키지 않게 유의할 필요가 있다.
- ② 학카로 관을 매다는 경우에는, 고무 등의 부드러운 것을 사용하는 것이 필요하다.
- ③ 이음새 접합용의 부품, 공구류 등을 관내에 던지면, 내면의 도막을 손상시킬 우려가 있으므로, 절대로 하여서는 안된다.

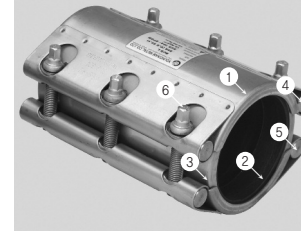
(2) 보관 방법

- ① 내면 분체 도장 직관 및 이형관의 수구부와 삼구부에는, 보호 캡 장착.
- ② 보관시에 보호 캡이 수구부와 삼구부의 양쪽 모두에 제대로 장착되고 있는 것을 확인 하는 것이 필요하다.

누수복구 커플링 사용시 복구시간 단축이 가능하며, 인건비/재료비 등의 원가절감 효과가 월등히 뛰어나 가장 경제적인 누수복구 방법입니다.

- (2) 일반 볼트 조립 공구로 손쉬운 조립 및 분리가 가능 하므로 설치, 정비, 보수 작업이 용이합니다.

3) 누수복구 커플링 각부명칭

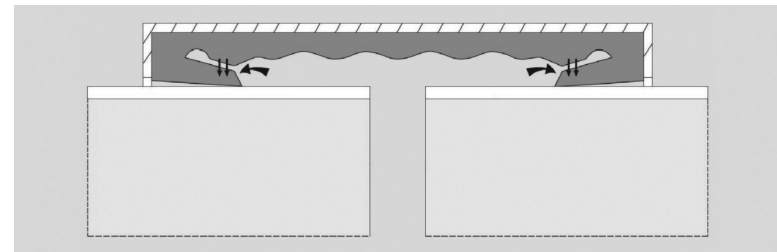


No	부품명	재 질
1	케이스	SUS(스테인리스강) : 304/ 316/ 316L
2	고무 가스켓	EPDM
3	미끄럼 판	SUS(스테인리스강) : 304, 316L
4	바(BAR) 와셔	SUS(스테인리스강) : 304, 316L
5	바(BAR) 너트	SUS(스테인리스강) : 304, 316L
6	볼트	SUS(스테인리스강) : 304, 316L

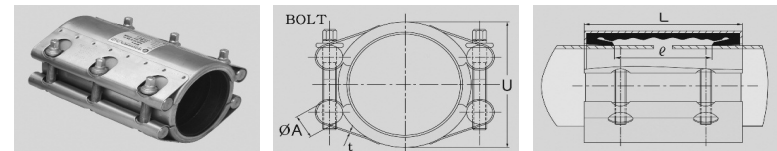
4) 내부 압력 기밀 원리

내부 압력 기밀을 유지하기위해 특수 원리로 고안된 고무 가스켓의 돌출부는 반영구적인 수명이 보장되며, 입술 모양의 LIP은 내부에 흐르는 내용물의 기밀을 유지 시키는데 아주 효과적이므로 누설될 우려가 없습니다.

누수복구 커플링은 일반 커플링의 길이보다 1.5~1.6배 정도 길게 제작되어 파손 부위를 충분히 커버 하여 수밀 가능하므로, 누수 발생시 긴급 복구가 용이합니다.



5) 제품 치수

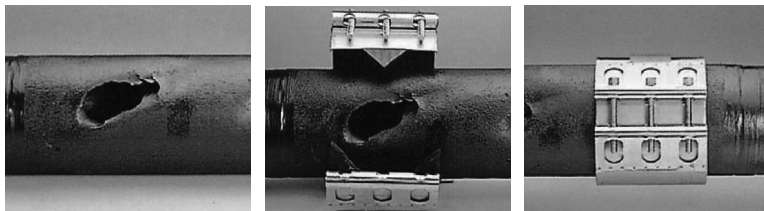


10. 누수복구 커플링

1) 누수복구 커플링이란?

누수복구 커플링은 기존 관로의 관체에서 누수 또는 파손이 발생 되었을 때, 관로 교체 또는 용접 등의 현장 작업 없이 신속하고 간단하게 복구할 수 있는 복구자재입니다.

2) 누수복구 커플링 특징

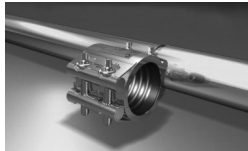


- (1) 작업 환경이 험소하여 복구작업이 어려운 장소의 파이프 라인에 파공이 발생하여 작동중의 LINE을 중지 시키지 않고 보수를 해야할 경우, 양측 부위를 위의 그림과 같이 커플링을 분리하여 누설 부분에 설치합니다.

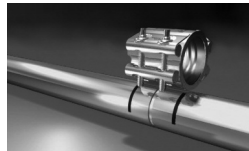
구경(DN)	BOLT	ØA	L	ℓ	t	ØU	W.P	W	T(N·m)
80	M12×60×6	18	203	152	1.5	128	16	3.9	15-20
100	M12×60×6	18	203	147	1.5	148	16	4.3	15-20
150	M14×70×6	22	204	138	2	200	14	7	25-30
200	M16×100×6	30	255	177	2.5	252	14	15	40-80
250	M16×100×6	30	255	177	2.5	304	12	16	40-80
300	M18×120×6	32	255	180	3	356	12	20	80-120
350	M18×120×6	32	255	170	3	408	10	23	80-120
400	M18×130×6	32	255	170	3	459	10	24	80-120
450	M18×130×6	32	255	170	3	510	8	25	80-120
500	M18×130×6	32	255	170	3	562	8	26	120-150
600	M18×130×6	32	255	170	3	665	8	31	120-150
700	M18×140×6	32	255	170	3	768	8	34	120-150
800	M18×140×6	32	255	170	3	872	8	38	120-150
900	M18×140×6	32	255	170	3	975	8	41	120-150
1000	M22×210×6	40	308	200	4	1088	8	79	260-280
1100	M22×210×6	40	308	200	4	1184	8	82	260-280
1200	M22×210×6	40	308	200	4	1295	8	86	260-280

DN:호칭직경(mm) BOLT:조임볼트 크기×길이×수량 ØA:환봉 직경(mm) L:커플링 길이(mm)
 ℓ : 파손부 허용 길이(mm) t:커플링 케이스 두께(mm) ØU:커플링 외경(mm) W.P:사용압력(kg/cm²)
 W:무게(kg) T:잠금 적정 토크 N·m

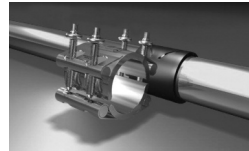
6) 조립&체결 순서



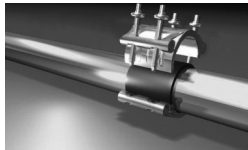
① 파손 부위 확인 및 파손 부위 주변 이물질 제거 한다.



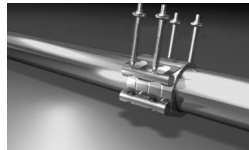
② 고무 가스켓의 절단면이 파손 부위에 놓이지 않도록 유의하여 조립한다.



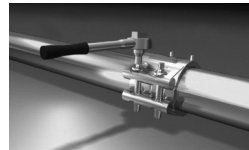
③ 고무 가스켓의 절단면이 CASE의 볼트가 없는 부분에 놓이도록 CASE에 조립한다.



④ 고무 패킹이 CASE 밖으로 나오지 않도록 조립한 후 볼트를 조립한다.

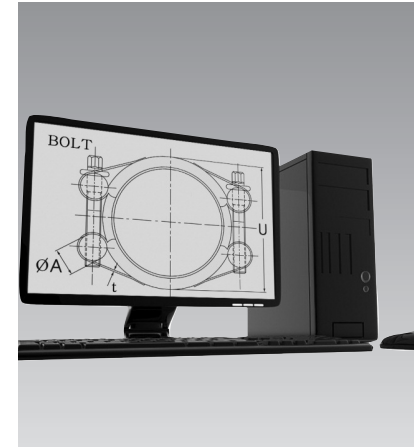


⑤ CASE에 체결된 볼트는 좌/우를 번갈아가며 조금씩 조여 들어간다.



⑥ 규정된 TORQUE 수치에 맞게 볼트를 조인다. (규정 TORQUE 이상으로 체결시 제품에 변형이 올 수 있으므로 주의)

XI. 설계 자료



1. 덕타일 주철관의 관두께 계산	223
2. 주철관의 내진설계	230
3. 이형관 보호콘크리트	238
4. KP특수압류의 적용	239
5. 연약지반의 배관	246
6. 주철관 시방서	256
7. 각종 품셈 자료	255
8. 상·하수도 관로의 관중선정	318
9. 방식용 PE슬리브	325

1. 덕타일 주철관의 관두께 계산

정수압, 수격압, 토피에 의한 토압, 트럭하중에 의한 토압을 전부 동시에 고려하여 유도하고 있다. 정수압을 P_s 로, 수격압을 P_d 로 나타내면 내압에 의해서 발생하는 인장응력 σ_t 는 다음과 같다.

$$\sigma_t = \frac{(P_s + P_d)d}{2t}$$

또, 토피에 의해 발생하는 휨모멘트를 M_f , 트럭하중에 의해 발생하는 휨모멘트를 M_t 로 하면 외압에 의해서 발생하는 휨응력 σ_b 는 다음과 같다.

$$\sigma_b = \frac{(M_f + M_t)}{Z}$$

$$Z = \frac{b t^2}{6}$$

여기서, b : 단위길이

$$\sigma_b = \frac{6(M_f + M_t)}{t^2}$$

토피에 의한 토압을 W_f , 트럭하중에 의한 토압을 W_t 로 나타내면,

$$M_f = K_f \cdot W_f \cdot R^2$$

$$M_t = K_t \cdot W_t \cdot R^2$$

이므로 이를 위 식에 대입하면,

$$\sigma_b = \frac{6(K_f W_f + K_t W_t)R^2}{t^2} \text{ 이 된다.}$$

그런데, σ_b 는 휨응력이기 때문에 인장응력으로 환산하기 위해 0.7을 곱하고, 허용응력을 σ_s 로 하면, 관두께는 다음 식을 만족하도록 결정하면 된다.

$$\sigma_t + 0.7 \sigma_b = \sigma_s$$

여기서, 정수압에 대한 안전율 2.5

수격압에 대한 안전율 2.0

토피에 의한 토압안전율 2.0

노면하중에 의한 토압안전율 2.0
를 대입하고, 관재의 인장강도를 S로 하면 계산식은,

$$2.5\sigma_{ts} + 2.0\sigma_{td} + 1.4\sigma_b = S$$

$$2.5\sigma_{ts} + 2.0\sigma_{td} + 1.4\sigma_b = S$$

여기서, σ_{ts} : 정수압에 의한 발생응력

σ_{td} : 수격압에 의한 발생응력

$R \approx D_m/2$ 로 놓고 계산하면,

$$St^2 - (1.25P_s + P_d)dt - 2.1(K_f W_f + K_t W_t)D_m^2 = 0$$

$D_m \approx d$ 로 두고 t에 대해서 풀면

$$t = \frac{(1.25P_s + P_d) + \sqrt{(1.25P_s + P_d)^2 + 8.4(K_f W_f + K_t W_t)S}}{2S} d$$

가 된다.

여기서, t : 계산 관두께 (mm)

d : 관의 호칭경 (mm)

P_s : 정수압 (kg/cm²)

P_d : 수격압 (kg/cm²)

W_f : 토피에 의한 토압 (kg/cm²)

W_t : 노면하중에 의한 토압 (kg/cm²)

S : 관재의 인장강도 (kg/cm²)

K_f : 관저의 지지각에 따라서 결정되는 계수

K_t : 관정 0.076, 관저 0.011

또한 공칭관두께 T는

$T = (t+2) \times 1.1(\text{mm})$, $t+2 \geq 10\text{mm}$ 인 경우

$T = (t+2) \times 1(\text{mm})$, $t+2 < 10\text{mm}$ 인 경우이다.

관정, 관저의 양쪽에 대해서 계산하여 큰 쪽을 채용한다.

관저의 지지각에 따라서 결정되는 계수값(덕타일 주철관)

관저의 지지각	40°	60°	90°	120°	180°
관 정	0.140	0.132	0.121	0.108	0.096
관 저	0.281	0.223	0.160	0.122	0.096

1) 외압 계산방법

가) 상부 토피하중

① 시트파일(sheet pile)등 토류벽 시공에 따른 수직 굴착의 경우

$$W_f = \gamma_s \cdot H$$

여기서, W_f : 상부 토피하중 (kg/cm²)

γ_s : 흙의 단위중량 (kg/cm³)

H : 토피 (cm)

② 일반 굴착의 경우

수직굴착 경우의 상부 토피하중보다 값이 작으면 수직굴착 경우의 상부 토피하중을 적용한다.

$$W_f = C_d \cdot \gamma_s \cdot B_d$$

여기서, W_f : 상부 토피하중 (kg/cm²)

C_d : 도랑(trench) 상수

(Marston 공식)

$$C_d = \frac{1 - \text{EXP}(-2K \cdot \mu \cdot \frac{H}{B_d})}{2K \cdot \mu}$$

여기서, γ_s : 흙의 단위중량 (kg/cm³)

(입도 다짐도 관련사항)

H : 토피 (cm)

B_d : 관상단에서의 도랑(trench)

폭 (cm)

K : Rankine 토압계수

$$\left(K = \frac{1 - \sin \Theta}{1 + \sin \Theta} \right)$$

μ : 되메우기 흙과 사면의 마찰계수

($\mu = \tan \Theta'$)

Θ : 되메우기 흙의 내부마찰각

Θ' : 되메우기 흙의 사면의 내부 마찰각

(보통 $\Theta' \approx \Theta$)

나) 노면하중

$$W_t = \frac{2np \cdot (1+i)}{[nL+(n-1) \cdot C+b+2H\tan\theta]} \cdot \frac{1}{(a+2H\tan\theta)}$$

여기서, W_t : 노면하중 [truck 하중강도(kg/cm²)]

P : 후륜(1륜) 하중(kg)

n : 점유폭에 접하여 나란한 truck 대수

L : 후륜 중심간격(cm)

(일반적으로 175cm적용)

C : 인접 truck 간의 후륜 중심간격(cm)

(일반적으로 100cm적용)

H : 토피(cm)

b : 후륜 접지폭(cm) (일반적으로 50cm적용)

θ : 분산각(°) (일반적으로 45° 적용)

a : 차륜접지장(cm) (일반적으로 20cm적용)

i : 충격계수

충격계수

토 피(m)	i
$H \leq 1.5$	0.5
$1.5 < H < 6.5$	0.65-0.1H
$H > 6.5$	0.0

표 1. 흙의 단위체적중량과 마찰각

토 질		단위체적중량 (gf / cm ³)	마찰각(θ°)
토사	土砂 ; 건조한 것	1.4	35~40
	자연의 축축한 것	1.6	45
	충분히 축축한 것	1.8	27
점토질 토사	건조한 것	1.5	40~46
	축축한 것	1.9	20~25
점토	건조한 것	1.6	40~50
	축축한 것	2	20~25
모래	건조한 것	1.58-1.65	30~35
	자연의 축축한 것	1.8	40
	충분히 축축한 것	2	25
자갈	건조한 것	1.8-1.85	35~40
	젖은 것	1.86	25
알돌	玉石 ; 각이진 것	1.8	45
	둥근 것	1.8	30

표 2. 매설조건에 대한 지지각

구분	매설조건	지지각
A	일반적인 지반의 경우	60°
	흙 바닥이 강고한 경우이고 흙 바닥에 모래를 넣은 경우	
	흙 바닥이 강고한 경우이고 매려토를 모래로 치환한 경우	
B	흙 바닥이 강고한 경우	40°

입력 DATA

사용관중	관경(mm)	관두께	매설깊이(mm)	차량하중
2중관	1,200mm	17.00mm	1,500	DB-24
정수압(kg/cm ²)	수격압(kg/cm ²)	터파기방법	기초의 지지각	허용응력
10	5.5	수직터파기	120도	4300

덕타일 주철관 관두께 산정

□ 설계조건

관 경(mm) : 1,200mm t=17.00mm 정수압(P_s) : 10kg/cm²
 매설깊이(mm) : 1,500mm 수격압(P_a) : 5.5kg/cm²

□ 토피에 의한 토압 계산 (수직터파기)

▷ W_v=C_d * Y_s * B_a 0.255 kg/cm²
 흙의 단위중량(Y_s) 1,700 kg/cm³
 Rankine 토압계수 0.333
 되메우기 흙과 사면의 마찰계수 0.577
 되메우기 흙의 내부마찰각 30
 관상단에서의 도랑폭(B_a) 160
 도랑상수 (C_d) 0.787

□ 노면하중에 의한 토압 계산

0.225kg/cm²

▷ W_t=2np(1+i)/[{ nL+(n-1)C+b+2Htanα } *]
 I : 충격계수 = 0.5
 p : 후륜 1륜 하중 = (DB-24) 9,600kg
 n : 점유폭에 접하여 나란한 트럭대수 = 2대
 L : 후륜중심간격 = 175cm
 C : 인접트럭간 후륜중심간격 = 100cm
 a : 차륜 접지장 = 20cm
 b : 차륜 접지폭 = 50cm
 α : 분산각 = 45

□ 소요관두께 계산

기초지지각 = 120도

▷ $t = [(1.25P_s + P_a) + \{1.25P_s + P_a\} 2 + 8.4(K_f W_f + K_t W_t) S] \frac{1}{2} * D / (2S)$

K_f : 관저의 지지각에 따른 계수 K_t :
 관저 = 0.108 관저 = 0.076
 관저 = 0.122 관저 = 0.011

관정부 소요두께 t₁ = 8.65mm

관저부 소요두께 t₂ = 7.98mm

공칭관두께(T) 10.65mm OK

T=(t+2) * 1.1(mm), (t+2) ≥ 10mm인 경우

T=(t+2) * 1.0(mm), (t+2) < 10mm인 경우

2. 주철관의 내진설계 (상수도 시설기준 발췌 2017)

1) 설계조건

- (1) 지진동에 의한 것과 상시의 하중에 의한 것을 더하여 내진안전성을 조사한다.
- (2) 관체발생응력, 이음부의 신축량이 허용치 이하가 되도록 검토한다.
- (3) 상시의 하중으로서는 다음을 고려한다.
 - ① 내압에 의한 것
 - ② 차량 하중에 의한 것
- (4) 이음부 신축량을 계산할 때는 상시하중에 의한 변형 이외에도 온도변화와 부등침하에 의한 변형을 추가로 고려한다.

2) 관에 발생하는 응력

- (1) 내압에 의한 축방향 응력(σ_t)

$$\sigma_t = \nu \frac{P \cdot (D-t)}{2 \cdot t}$$

여기서 σ_t : 내압에 의한 축방향 응력(kgf/cm²)

ν : 포아송비

P: 내압(kgf/cm²)

D: 관로의 외경(cm)

t: 관두께(cm, 공칭관두께로부터 주철구조물 공차를 뺀 관두께)

(예: 900mm의 관두께: 14.0/1.1=12.72mm)

- (2) 자동차 하중에 의한 축방향 응력(σ_o)

$$\sigma_o = \frac{0.332 \cdot W_m}{Z} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I}{K_v \cdot D}}$$

여기서 W_m : 차량하중(kgf/cm²)

K_v : 연직방향지반반력계수(1.0kgf/cm²)

E: 탄성계수(1.6~1.7×10⁴kgf/mm²)

I: 단면2차모멘트(cm⁴)

Z: Z= 2 · I/D

$$W_m = \frac{2 \cdot P_m \cdot D}{275 \cdot (a+2 \cdot h \cdot \tan\Theta)} \cdot (1+i)$$

여기서 P_m : 차량 후륜 1륜당 하중(kgf/cm²)

a: 접지폭(cm)

h: 흙두께(cm)

Θ: 하중분포각

i: 충격계수

충격계수

토피(m)	충격계수(i)
h < 1.5	0.5
1.5 ≤ h ≤ 6.5	0.65 - 0.1h
h > 6.5	0

- (3) 지진시의 축방향 응력(σ_x)

① 표층지반의 고유주기는 다음 식으로 계산한다.

$$T_G = 4 \cdot \sum_{i=1}^n \frac{H_i}{V_{si}}$$

여기서 T_G : 지반의 고유주기(sec)

H_i : 지표층 지반의 i번째 토층 두께(m)

V_{si} : 지표층 지반의 i번째 토층의 평균전단파 속도(m/s)

퇴적시대별토질		V_s (m/sec)	
		표층지반	기반암
홍 적 층	점성토	129N ^{0.183}	172N ^{0.183}
	사질토	123N ^{0.125}	205N ^{0.125}
충 적 층	점성토	122N ^{0.0777}	143N ^{0.0777}
	사질토	61.8N ^{0.211}	103N ^{0.211}

② 지반의 수평변위는 다음 식으로 계산한다.

$$U_h = \frac{2}{\pi} \cdot S_v \cdot T_G \cdot K'_{h1} \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot \lambda}{2H_s}\right)$$

여기서 S_v : 단위진도당 기반지진도의 속도응답(m/s)

K'_{h1} : 설계기반면 수평진도

$K'_{h1} = C_z \cdot K'_{h01}$

C_z : 지역별보정계수 I 급 1.0, II 급 0.85, III 급 0.7

K'_{h01} : 기반면 기준수평진도

H_s : 지표층 지반 두께(m)

x: 지표면에서 관축(관로 중심)까지의 거리(cm)

③ 지진시의 파장은 다음식으로 계산한다.

$$L = \frac{2 \cdot L_1 \cdot L_2}{L_1 + L_2}$$

$$L_1 = T_g \cdot V_{DS} \quad L_2 = T_g \cdot V_{BS}$$

여기서, L : 지진동의 파장 (m)

T_g : 표층지반의 고유주기(1.54sec)

V_{DS} : 표층지반의 전단탄성파 속도(m/s)

V_{BS} : 기반층의 전단탄성파 속도(334m/s)

$$V_{DS} = \frac{\sum H_i}{\sum \frac{H_i}{V_i}}$$

④ 지반의 강성계수

$$K_1 = 1.5 \cdot \frac{\gamma}{g} \cdot V_s^2$$

$$K_2 = 3 \cdot \frac{\gamma}{g} \cdot V_s^2$$

여기서, K_1 : 축방향변위에 따른 지반의 강성계수 133(kgf/cm²)

K_2 : 축직교방향변위에 따른 지반의 강성계수 266(kgf/cm²)

γ : 흙의 단위체적중량(kgf/cm³)

V_s : 관로의 위치에 따른 표층지반의 전단탄성파 속도(m/sec)

g : 중력가속도(980cm/sec)

⑤ 지진시의 축방향응력

$$\sigma(\chi) = \sqrt{\sigma L'^2 + \sigma B'^2}$$

$$\sigma L' = \xi_1 \cdot \sigma L$$

$$\sigma B' = \xi_2 \cdot \sigma B$$

$$\sigma L = a_1 \cdot \frac{\pi \cdot U_h}{L} \cdot E$$

$$\sigma B = a_2 \cdot \frac{2\pi^2 \cdot D \cdot U_h}{L} \cdot E$$

$$a_1 = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot \pi}{\lambda_1 \cdot L'} \right)^2}$$

$$a_2 = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot \pi}{\lambda_2 \cdot L} \right)^4}$$

$$\lambda_1 = \sqrt{\frac{K_1}{E \cdot A}}, \quad \lambda_2 = 4 \sqrt{\frac{K_2}{E \cdot I}}$$

$$L' = \sqrt{2} \cdot L$$

$$v = \frac{l}{L} \quad v' = \frac{l}{L'}$$

여기서, σ : 관측방향합성응력(kgf/cm²)

σL : 축응력(kgf/cm²)

σB : 휨응력(kgf/cm²)

ξ_1 : 축응력에 대한 보정계수

ξ_2 : 휨응력에 대한 보정계수

U_h : 관측위치의 지반의 수평변위진폭

L : 지진동의 파장 (m)

D : 관외경 (cm)

E : 주철관의 탄성계수 ($1.6 \sim 1.7 \times 10^4$ kgf/mm²)

K_1 : 축방향변위에 따른 지반의 강성계수(133.0kgf/cm²)

K_2 : 축직교방향변위에 따른 지반의 강성계수(266.0kgf/cm²)

A : 관의단면적(329.8cm²)

I : 단면이차모멘트(3.250×10^5 cm⁴)

- 참고 -

$$\xi(\chi) = \frac{\sqrt{\varphi_1(\chi)^2 + \varphi_2(\chi)^2}}{[\exp(\nu \lambda_1 L') - \exp(-\nu \lambda_1 L')]}$$

$$\xi(\chi) = \sqrt{\varphi_3(\chi)^2 + \varphi_4(\chi)^2}$$

$$\xi(\chi) = \frac{[\exp(-\nu \lambda_1 L') - \cos(2\pi\nu)] \cdot \exp(\mu \lambda_1 L')}{[\exp(\nu \lambda_1 L') - \cos(2\pi\nu)] \cdot \exp(-\mu \lambda_1 L') + 2\sinh(\nu \lambda_1 L') \cdot \cos(2\pi\nu)}$$

$$\varphi_2(\chi) = 2\sinh(2\pi\nu) \cdot \sinh(\mu \lambda_1 L') - \sin(2\pi\mu) \cdot \sinh(\mu \lambda_1 L')$$

$$\varphi_3(\chi) = f_3 e_3 - f_1 e_2 - f_4 e_1 - \sin(2\pi\mu)$$

$$\varphi_4(\chi) = e_3 + f_2 e_3 - f_2 e_2 - f_3 e_1 - \cos(2\pi\mu)$$

f_1	$\frac{l}{\Delta} [C_1(C_4 - C_1) - C_3(C_3 + C_2) - C_1 \cos(2\pi\nu)] \frac{2\pi}{\beta L} + (C_3 + C_2) \sin(2\pi\nu)$	
f_2	$\frac{l}{\Delta} [C_1(C_3 - C_2) - C_4(C_3 + C_2) + (C_3 + C_2) \cos(2\pi\nu)] + \frac{2\pi}{\beta L} \sin(2\pi\nu)$	
f_3	$\frac{l}{\Delta} [C_1(C_4 + C_1) - C_2(C_3 + C_2) - C_1 \cos(2\pi\nu)] \frac{2\pi}{\beta L} + (C_3 + C_2) \sin(2\pi\nu)$	
f_4	$\frac{l}{\Delta} [C_3(C_4 + C_1) - C_2(C_4 - C_1) + (C_2 - C_3) \cos(2\pi\nu)] \frac{2\pi}{\beta L} - 2 \cdot C_1 \sin(2\pi\nu)$	
f_5	$\frac{l}{\Delta} [C_1(C_3 - C_2)^2 - 2C_1 C_4 - 2C_1 \cos(2\pi\nu)] - (C_2 - C_3) \frac{2\pi}{\beta L} \sin(2\pi\nu)$	
Δ	$(C_3 + C_2) \cdot (C_3 - C_2) + 2 \cdot C_1^2$	
C_1	$\sin(\nu\beta L) \cdot \sinh(\nu\beta L)$	C_2 $\sin(\nu\beta L) \cdot \cosh(\nu\beta L)$
C_3	$\cos(\nu\beta L) \cdot \sinh(\nu\beta L)$	C_4 $\cos(\nu\beta L) \cdot \cosh(\nu\beta L)$
e_1	$\sin(\nu\beta L) \cdot \sinh(\nu\beta L)$	e_2 $\sin(\mu\beta L) \cdot \cosh(\mu\beta L)$
e_3	$\cos(\nu\beta L) \cdot \sinh(\nu\beta L)$	e_4 $\cos(\mu\beta L) \cdot \cosh(\mu\beta L)$
ν	$\frac{l}{L}$	μ $\frac{\chi}{L}$
β	$4 \sqrt{\frac{K_g^2}{4E \cdot I}}$	

(3) 관체응력에 의한 내진안정성의 조사

상시하중에 의한 발생응력과 지진시의 발생응력을 합산하고 이것이 허용응력이하인지 조사한다.

3) 주철관 이음부의 축방향 신축량

(1) 내압에 의한 이음부 신축량(ei)

$$ei = \frac{l \cdot \sigma_i}{E}$$

여기서, ei = 내압에 의한 이음부신축량(cm)

σ_i = 내압에 의한 관체발생응력(kgf/cm²)

l = 관길이(cm)

E = 주철관의 탄성계수(kgf/cm)

(2) 차량하중에 의한 이음부신축량(eo)

$$eo = \frac{l \cdot \sigma_o}{E}$$

여기서, eo = 차량하중에 의한 이음부신축량(cm)

σ_o = 차량하중에 의한 관체발생응력(kgf/cm²)

l = 관길이(cm)

E = 주철관의 탄성계수(kgf/cm)

(3) 온도변화에 의한 이음부신축량(et)

$$et = \alpha \cdot \Delta T \cdot l$$

여기서 et : 온도변화에 의한 이음부신축량(cm)

α : 선팽창계수($1.0 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}$)

ΔT : 온도변화($^\circ\text{C}$)

(4) 부등침하에 의한 이음부신축량(ea)

$$ea : \Delta l$$

여기서, $l = \sqrt{l^2 + \delta^2} - l$

δ : 중앙부분의 부등침하(20cm)

$l : l = 30\text{m}$

(5) 지진시의 이음부신축량(ed)

$$I u_j I = u_0 \cdot \bar{u}_j$$

$$u_0 = a_1 \cdot U_a$$

$$U_a = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot U_h$$

$$\bar{u}_j = \frac{2\gamma_1 | \cosh \beta_1 - \cos \gamma_1 |}{\beta_1 \cdot \sinh \beta_1}$$

$$a_1 = \frac{1}{1 + (\gamma_1 / \beta_1)^2}$$

$$\beta_1 = \sqrt{\frac{K_1}{E \cdot A}} \cdot I$$

$$\gamma_1 = \frac{2\pi \ell}{L'}$$

$$L' = \sqrt{2} \cdot L$$

| u_j | : 관측방향 이음부 신축량(cm)

u₀ : 무한연속보의 경우 관측방향 상대변위량(cm)

L : 지진동의 파장

ℓ : 이음부간격(관 연장)(cm)

(6) 이음부의 신축량에 의한 내진안전성의 조사

상시하중과 온도변화, 부등침하에 의한 이음부의 신축량과 지진에 의한 신축량을 합산하여 허용신축량 이하인지 조사한다.

덕타일주철관 단면계수 및 이음부의 허용신축량

호칭 구경 mm	관의 외경 mm	공칭관 두께 mm	단면계수 cm ³	단면2차 모멘트 cm ⁴	허용신축량	
					KP mm	Tyton mm
80	98	6.7	41	201	20	32
100	118	6.8	62	369	20	36
150	170	7.0	140	1,193	20	42
200	222	7.1	250	2,770	20	40
250	274	7.5	407	5,579	20	43
300	326	8.0	620	10,109	20.5	43
350	378	8.5	891	16,848	21	43
400	429	9.0	1,221	26,197	24	36
450	480	9.5	1,620	38,872	26.5	46
500	532	10.0	2,101	55,877	28	39
600	635	11.0	3,307	104,988	33	34
700	738	12.0	4,888	180,372	37	64
800	842	13.0	6,910	290,920	42	69
900	945	14.0	9,391	443,747	46	84
1,000	1,048	15.0	12,394	649,447	51	82
1,100	1,144	16.0	15,769	901,975	55	97
1,200	1,255	17.0	20,190	1,266,930	60	112

3. 이형관 보호콘크리트

이형관 보호는 다음 각 항에 적합하도록 해야 한다.

1. 덕타일 주철관 메커니컬이음의 경우에는 관경에 관계없이 모든 90° 곡관, 관경 100mm이상의 45° 곡관, 관경 300mm이상의 22° 1/2 곡관, 관경 500mm이상의 11° 1/4 곡관과 관경 100mm이상의 T자관에 대하여 이들의 외부를 콘크리트지지대 또는 말뚝박기를 병용하거나 이탈방지압륜으로 보호하여야 한다. 아크용접 등으로 견고하게 연결된 이음을 사용하는 경우에는 보호공을 하지 않아도 된다.
2. 또한 소관경의 곡관과 T자관이라도 지반이 연약한 곳이나 특히 수압이 높은 곳에는 전항에 준하여 보호공을 설치하여야 하나, 연약지반의 경우 콘크리트보호공을 설치할 때에는 침하 등의 문제가 발생될 수 있으므로 시공시 주의하여야 한다.

【해설】

곡관이나 T자관 등의 이형관은 수평과 수직방향에서 관내의 수압 합력에 의하여 외측으로 작용하는 힘을 받으므로 그 힘의 크기는 수압, 관경 및 곡관각도가 클수록 큰 것으로서 (4-8)식으로 계산된다.

$$P = 2pa \sin \frac{\alpha}{2} \dots\dots\dots (4-8)$$

여기서, P : 수압에 의하여 곡선부에 작용하는 외향력의 합력(kg)

P : 관내수압 (kg/cm²)

a : 관단면적 (cm²)

α : 곡선각도

유속에 의한 원심력으로 외측을 향해 일어나는 힘이 있으나 수압에 의한 힘에 비하면 훨씬 적은 것이다. 이 힘에 의해 이형관이 외측으로 이동하고 이음이 탈출할 염려가 있으므로 이를 방지하기 위하여 이음이 관체과 같은 정도의 강도로서 연결되어 있는 경우를 제외하고 외측으로 향해 일어나는 힘에 대하여 보호하여야 한다.

4. 특수압륜의 적용

곡관부에 작용하는 수압의 외향력(P)에 대하여 특수압륜을 적용하여 인체화된 관의 수동토압저항력과 마찰저항력을 비교 검토한다.

표 1. 특수압륜의 일반적용

구분 / 적용	특수압륜의 적용	비 고
90° 곡관	모든구경	소구경의 곡관이나 T자관 이라도 연약지반이나 수압이 높은 경우에는 사용하여야 한다.
45° 곡관	100mm 이상	
22 1/2° 곡관	300mm 이상	
11 1/4° 곡관	500mm 이상	
T자관	100mm 이상	

KP 특수압륜의 적용길이

1) 수평곡관에서의 연결길이

(1) 수압에 의하여 곡관부에 작용하는 외향력 (P)

곡관이나 T자관 등의 이형관은 수평과 수직방향에서 관내의 수압합력에 의하여 외측으로 힘을 받으며 그 힘의 크기는 다음과 같이 계산된다.

$$P = 2pa \sin \frac{\theta}{2} \dots\dots\dots (1)$$

P : 수압에 의한 외향력의 합 (kg)

p : 관내 수압 (최대정수압+수격압, kg/cm²)

a : 관단면적 (cm²)

D : 관의 실외경 (cm²)

θ: 곡선각도

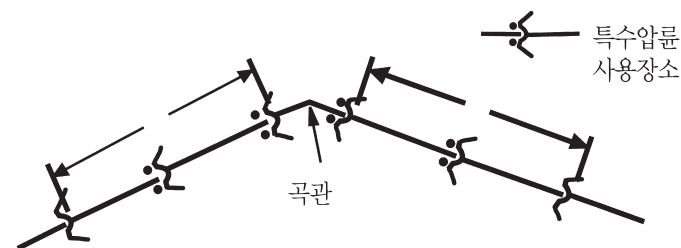


그림 1. 수평곡관 사용장소

표 2. 수압(1kgf/cm²)에 의한 외향력(P) (단위: kgf)

관경	외경(mm)	90θ	45θ	22.5θ	11.25θ	T자관
80	98	106	57	29	14	75
100	118	154	83	42	21	109
125	144	230	124	63	31	162
150	170	320	173	88	44	226
200	222	547	296	151	75	387
250	274	833	451	230	115	589
300	326	1,180	638	325	163	834
350	378	1,587	858	437	219	1,122
400	429	2,044	1,106	563	283	1,445
450	480	2,559	1,384	706	354	1,809
500	532	3,143	1,701	867	435	2,222
600	635	4,478	2,423	1,235	620	3,166
700	738	6,049	3,273	1,669	838	4,277
800	842	7,874	4,261	2,172	1,091	5,568
900	945	9,919	5,368	2,736	1,374	7,013
1000	1,048	12,199	6,602	3,365	1,691	8,626
1100	1,144	14,536	7,867	4,101	2,014	10,278
1200	1,255	17,494	9,467	4,826	2,424	12,370

(2) 주변마찰 저항력의 합력 (F_s)

$$F_s = 2 \sin \frac{\theta}{2} \cdot L \cdot f_s \quad \text{..... (2)}$$

f_s : 단위 길이당 마찰저항력

$$f_s = \mu \cdot \gamma \cdot H_c \cdot \pi D_2 \quad \text{..... (2)-1}$$

γ : 흙의 단위 체적중량(표 3참조)

μ : 관과 흙의 마찰계수(표 4참조)

H_c : 관중심까지의 토피 (=h_i + $\frac{D^2}{2}$ h_i:관정상까지의 토피)

L : 특수압륜을 적용한 관길이

(3) 직관의 수동토압 합력(F_n)

$$F_n = 2 \cos \frac{\theta}{2} \cdot L_p \cdot f_n \cdot \frac{1}{2} \quad \text{..... (3)}$$

f_n : 단위 길이당 수동토압 저항력

$$f_n = \frac{1}{2} C_e' \cdot \gamma \cdot (h_2^2 - h_1^2) \cdot R \quad \text{..... (3)-1}$$

$$C_e' : \tan^2(45^\circ + \frac{\phi}{2}) \quad \text{..... (3)-2}$$

C_e' : 수동토압계수

φ : 흙의 내부 마찰각(표3 참조)

h₂ : 관저 토피

h₁ : 관정 토피

R : 원형단면 감소율(R=1/2)

L : 곡관에 인접한 직관 1분 길이

(4) 수압의 외향력(P)×안전율≤일체화된 관의 수동토압 저항력과 마찰저항력이어야 하므로,

$$P \leq \frac{F_e + F_n}{S_f} \quad \text{..... (4)}$$

(5) 특수압륜을 적용하여 일체화된 관길이 계산

특수압륜을 적용한 관길이(L')는

$$L' \leq \frac{S_f \cdot p \cdot A \sin \frac{\theta}{2}}{\sin \frac{\theta}{2} \cdot \mu \cdot H_c \cdot \pi \cdot D_2 + \frac{1}{4} \cos \frac{\theta}{2} C_e' \cdot \gamma (h_2^2 - h_1^2) R} \quad \text{..... (5)}$$

여기서 L ≥ L' 인 길이를 구하면 된다.

2) 연직곡관에의 관연결 길이

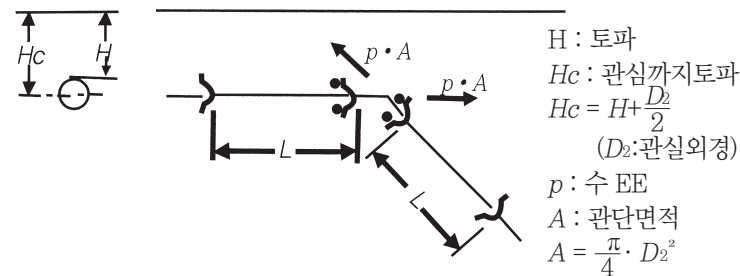


그림 2. 연직곡관 사용장소

(1) 수압에 의하여 곡관부에 작용하는 외향력(P)

$$P = p \cdot A$$

여기서 p : 수압(사용수압+수격압)

A : 관의 실단면적

(2) 주변마찰력 F_s

$$F_s = f_s \cdot L$$

f_s : 단위길이당 마찰저항력

$$f_s = \mu \cdot \gamma \cdot H_c \cdot \pi \cdot D_2$$

μ : 관과 흙의 마찰계수

γ : 흙의 단위체적중량

L : 관의 일체화 길이

(3) 수압의 외향력(P)×안전율≤일체화된 관의 주변마찰력

(F_s)이어야 하므로,

$$p \cdot A \leq \frac{F_s}{S_t} \quad (S_t : \text{안전율 } 1.25)$$

(4) 일체화된 관의 길이

$$L \leq \frac{S_f \cdot p \cdot D_2}{4\mu \cdot \gamma \cdot (H + \frac{D_2}{2})}$$

L : 일체화된 관길이

H : 관정 토피

D_2 : 관의 실외경

3) T 자관

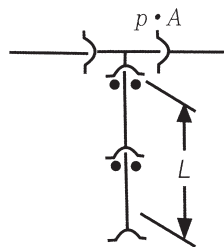


그림 3. T 자관 사용장소

$$L \leq \frac{S_f \cdot p \cdot D_2}{4\mu \cdot \gamma \cdot (H + \frac{D_2}{2})}$$

표 3. 흙의 단위체적중량과 내부마찰각

토 질	단위체적중량 (gf/cm ³)	마찰각 (Ψ°)
토사(土砂:건조한 것)	1.4	35~40
토사(자연의 축축한 것)	1.6	45
토사(충분히 축축한 것)	1.8	27
점토질토사(건조한 것)	1.5	40~46
점토질토사(축축한 것)	1.9	20~25
점토(건조한 것)	1.6	40~50
점토(축축한 것)	2.0	20~25
모래(건조한 것)	1.58~1.65	30~35
모래(자연의 축축한 것)	1.8	40
모래(충분히 축축한 것)	2.0	25
자갈(건조한 것)	1.8~1.85	35~40
자갈(젖은 것)	1.86	25
알돌(玉石: 각이진 것)	1.8	45
알돌(둥근 것)	1.8	30

표 4. 관과 흙의 마찰계수

흙의 성질	마찰계수(μ치)	
	철 관	폴리에틸렌 피복시
견고한 지반	0.5	0.4
중간 지반	0.4	0.3
연약 지반	0.3	0.2

특수압류의 적용의 예

1) 수평곡관에 사용시

설계조건

- 관경 = mm
- 주철곡관 = 22.5θ
- 작용수압(p, 사용수압+수격압) = 1kg/cm²
- 토사의 단위중량(ωt) = 0.0016kg/cm³
- 토사의 내부마찰각(φ) = 25°
- 상재토피(h1) = 120cm
- μ : 관과 흙의 마찰계수 0.4(표4참조)

1. 관에 적용하는 힘(P)

$$P=2 \times p \times A \times \sin(\theta/2)$$

여기서, P : 수압에 의해 곡관부에 작용하는 힘(kg)

$$A : \text{단면적} = \pi/4 \times D^2 (\text{cm}^2)$$

$$D : \text{외경} (\text{cm})$$

2. 주변마찰력의 합력(Fs)

$$Fs=2\sin(\theta/2) \times L \times fs \quad (\text{kg})$$

$$fs(\text{단위길이당 마찰저항력}) = \mu \times \omega t \times Hc \times \pi \times D$$

$$Hc : \text{관중심까지의 토피} \quad 120\text{cm}$$

3. 직관의 수동토압합력(Fn)

$$Fn = 2 \times \cos(\theta/2) \times Lp \times fn \times 1/2$$

fn단위길이당 수동토압저항력

$$fn = 1/2 Cc^1 \times \omega t \times (h_2^2 - h_1^2) \times R$$

$$Cc^1(\text{수동토압계수}) : Cc^1 = \tan^2(45^\circ + \phi/2) \quad 2.46$$

R : 원형단면감소율(1/2)

L : 이형관에 접합한 직관길이

4. 저항길이(L)

$$L' \geq \frac{S \times p \times A \times \sin(\theta/2)}{\sin(\theta/2) \times \mu \times \omega t \times Hc \times \pi \times D + 1/4 \times \cos(\theta/2) \times Cc^1 \times \omega t \times (h_2^2 - h_1^2) \times R}$$

관경 mm	외경 mm	외 압		특수압류의 발출저지력(kg)	저항력(kg)		연결길이 L(cm)
		P(kg)	P×안전율		Fe	Fn	
80	98	29	36	3,771	10	26	11
100	118	42	52	5,467	14	39	13
125	144	63	78	8,143	22	58	16
150	170	88	110	11,349	30	81	19
200	222	151	188	19,353	51	139	24
250	274	230	287	29,482	76	213	30
300	326	325	406	41,734	107	304	35
350	378	437	546	53,666	142	411	40
400	429	563	703	70,363	180	531	45
450	480	706	882	92,286	223	668	49
500	532	867	1,083	121,685	270	825	54
600	635	1,235	1,543	165,007	375	1,186	63
700	738	1,669	2,086	224,328	494	1,614	71
800	842	2,172	2,715	298,363	628	2,118	79
900	945	2,736	3,420	388,276	772	2,687	87
1000	1,048	3,365	4,206	495,269	927	3,327	94
1100	1,144	4,010	5,012	614,460	1,082	3,988	100
1200	1,255	4,826	6,032	755,553	1,270	4,832	108

5. 연약지반의 배관

1) 연약지반

연약지반의 정의는 명확하지는 않지만 일반적으로 퇴적물이 있는 층적층(沖積層)으로, 장기허용내력 10tf/m²미만, 또는 N값이 4이하의 경우는 통상 연약지반이라고 한다.

표 1. 지반의 분류와 허용내력 (건축기준법 시행령)

지 반	장기응력에 의한 허용응력도(tf/m ²)
암반	100
자갈	30
자갈과 모래혼합물	20
경질 점토	15
연한모래, 모래섞인 점토	10
연질 점토	5

표 2. 일본 국철의 선행조사결과와 판정기준(표준관입시험)

N 값	층의 두께(기타)	판 정
0	2m 이상	연약지반
2 이하	5m 이상	
4 이하	10m 이상	
30이상	3m 이상	지지층
이 이하의 연약층이 없을 때		

출전 : “연약지반의 조사, 설계, 시공법” 토목공학회

2) 연약지반에서의 배관시공의 유의점

- ① 시트파일은 특별히 세심하게 박고, 굴삭구내에 지하수가 유입되지 않도록 함과 동시에 구내의 물은 수중펌프 등으로 배출하여, 재반죽에 의한 지반의 연화를 방지한다.
점성토의 진동, 사질토의 보링 등의 사전검토를 하는 대책을 세워둘 필요가 있다.
- ② 지반에 따라 사기초(砂基礎), 제자동목(梯子同木), 항기초(抗基礎) 등의 기초공을 고려 할 필요가 있다.
- ③ 관을 취부할 때에 흙을 덮어 임시로 고정하여, 관을 소정의 위치에 고정한 상태에서 접합하는 것도 좋다.

- ④ 관의 매설에는 충분한 주의를 요한다. 매설중 및 매설직후의 침하가 제일 큼으로 와이어로프 등으로 관을 묶은 상태에서 매설하는 등, 세심하게 매설작업을 한다.
전압(轉壓)은 몸통을 충분히 묶어서 고정시킨 층과 같도록 한다.
- ⑤ 관로의 불규칙한 침하를 방지하기 위해 매설이 완료된 관로상에는 공사중의 굴삭토라던가 기재 등을 방치하지 않도록 한다.
- ⑥ 연약지반에서는 특히 지하수위가 높은 경우가 많아 관내가 비었을 경우는 부상 할 위험이 있기 때문에 이를 방지하기 위해 매설은 배관 후 신속하게 한다.

3) 침하량의 계산

연약지반에서 관을 매설하는 경우 관의 중량, 관내 물의 중량 및 매설한 토압 등을 고려하여, 관저부에서의 토압 증가분을 계산하고 이에 따라서 침하량을 추정한다.

(1) 계산식

침하량의 계산식으로서는 다음과 같이 3가지가 있다.

$$\text{A식 } \delta = \frac{e - e_1}{1 + e} \cdot H$$

$$\text{B식 } \delta = mv \cdot \Delta P \cdot H$$

$$\text{C식 } \delta = \frac{Cc}{1 + e} H \cdot \log \frac{P + \Delta P}{P}$$

여기서 δ : 압밀침하량(cm)

e : 원지반의 초기간격비

e_1 : 재하후의 간격비

H : 압밀된 층의 두께(cm)

mv : 흙의 체적변화율(체적압축계수, cm³/kgf)

Cc : 흙의 압축지수

P : 원지반의 선행하중(kgf/cm²)

ΔP : 증가하중(kgf/cm²)

$$\Delta P = I\sigma \cdot \Delta W$$

$I\sigma$: 깊이에 대한 영향치

ΔW : 증가하중

깊이에 대한 영향치 $I\sigma$

지반에 증가하중이 작용하여 압밀침하한 경우 하중점에 가까운 층의 압밀량에 비해서 하층부의 압밀량이 적어 하중점에서의 깊이에 대한 하중의 감소를 영향치로 하고 있다.

mv 의 예를 들면 표 3과 같다.

그림-1) 깊이와 영향치 $I\sigma$

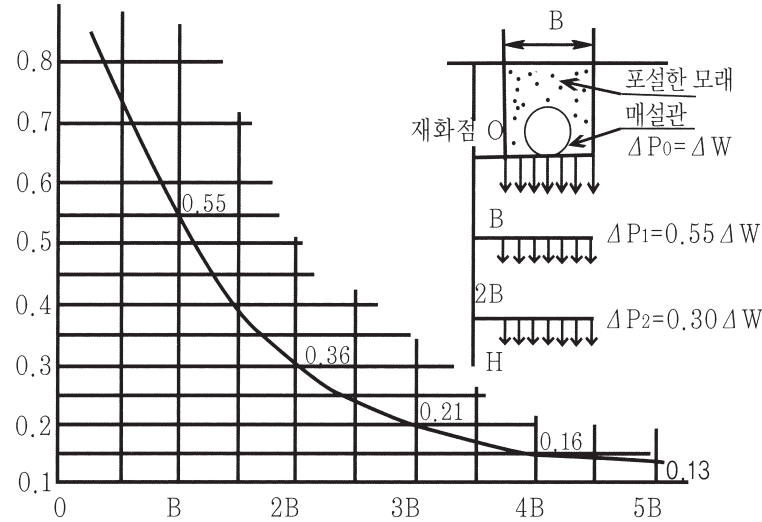


표 3. 체적변화율 mv 값(예)

항 목	mv (cm^2/kgf)
다진모래	0.002 ~ 0.005
무른모래	0.01 ~ 0.02
과밀점토	0.005 ~ 0.008
보통점토	0.05 ~ 0.08
부식토를 함유한 모래, 점토	0.1 ~ 0.3
부식토	0.3 ~ 0.7

(2) 계산예

연약지반에 관을 매설한 경우의 침하량의 추정을 (b)식으로 계산하면 다음과 같다.

(a) 조 건

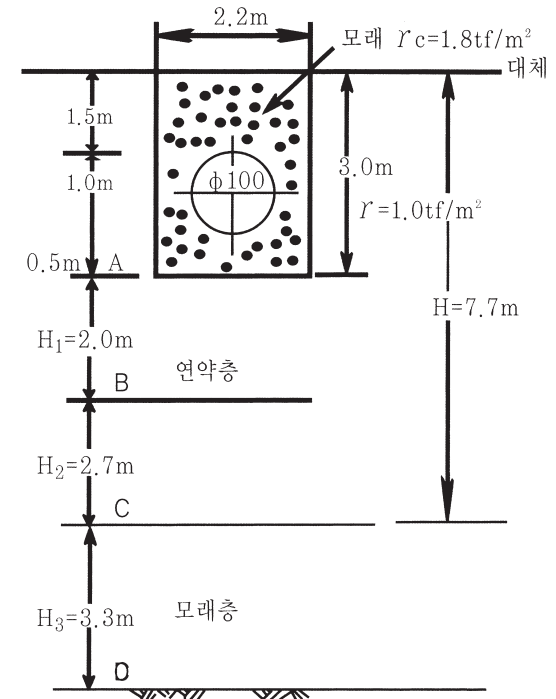
관중 : $\phi 100$ 덕타일관(2중관)

지반 : $mv = 0.2 \sim 0.36cm^2/kgf$ 의 연약층이 깊이 7.7m, 그 이하가 $mv = 0.005cm^2/kgf$ 의 모래층으로 된다.

굴삭 : 폭 2.2m, 토피 1.5m

매설 : 관하부 0.5m에서 전단면 교체

그림-2) 관매설 상태



(b) 계 산

① 굴삭토의 중량

$$2.2 \times 3.0 \times 1.0 = 6.6(tf/m)$$

② 매설토의 중량

$$[2.2 \times 3.0 - (3.14 \times 1.041^2) \div 4] \times 1.8 = 10.35(tf/m)$$

③ 관의 중량(라이닝 포함)

$$0.43(tf/m)$$

④ 관내의 물의 중량

$$(3.14 \times 0.992^2) \div 4 = 0.77(\text{tf/m})$$

A면에서의 증가 하중 ΔP 는

$$\textcircled{2} + \textcircled{3} + \textcircled{4} - \textcircled{1} = 4.95(\text{tf/m})$$

$$4.95(\text{tf/m}) \div 2.2(\text{m}) = 2.25(\text{tf/m}^2) = 0.225(\text{kgf/m}^2)$$

여기서 A-B 간의 침하량을 $\delta_1, mv_1 = 0.356(\text{cm}^2/\text{kgf})$

B-C 간의 침하량을 $\delta_2, mv_2 = 0.201(\text{cm}^2/\text{kgf})$

C-D 간의 침하량을 $\delta_3, mv_3 = 0.005(\text{cm}^2/\text{kgf})$ 로 하면,

총 침하량 : $\delta = \delta_1 + \delta_2 + \delta_3$

$$\delta_1 = mv_1 I \sigma_1 \Delta PH_1 = 0.356 \times 0.78 \times 0.225 \times 200 = 12.50(\text{cm})$$

$$\delta_2 = mv_2 I \sigma_2 \Delta PH_2 = 0.201 \times 0.38 \times 0.225 \times 270 = 4.64(\text{cm})$$

$$\delta_3 = mv_3 I \sigma_3 \Delta PH_3 = 0.005 \times 0.22 \times 0.225 \times 330 = 0.08(\text{cm})$$

에 의해서 총침하량 $\delta = 17.22$ 약 17cm의 침하가 추측된다. 추정침하량의 계산을 각 점에 대하여 하고 여기에 따라서 설계시공자료로 한다.

4) 연약지반에서의 덕타일관의 배관

(1) 덕타일관의 순응성

연약지반의 배관공사에서는 공사상의 도료를 만들어 성토를 한 다던가 매설토를 모래로 대체하는 경우가 있다. 이와같은 경우 굴삭전 보다는 큰 하중이 작용하여 지반의 압밀침하가 일어난다.

익곡(翼谷)과 같이 보통지반에서 연약한 지반으로 완만하게 지층이 변화하고 있는 경우에 연속하여 일체화된 관로에 서는 압밀침하에 동반하여 토압이 크게 작용할 위험이 있지만 덕타일관에서는 1본 1본이 신축조인트의 역할을 하여 그림 3과 같이 순응한다고 생각된다.

또 이 경우의 편위량(침하량) δ 는 다음식으로 계산할 수 있다.

$$\delta \doteq l (2 \tan \theta + 2 \tan 2\theta + 2 \tan 3\theta \dots$$

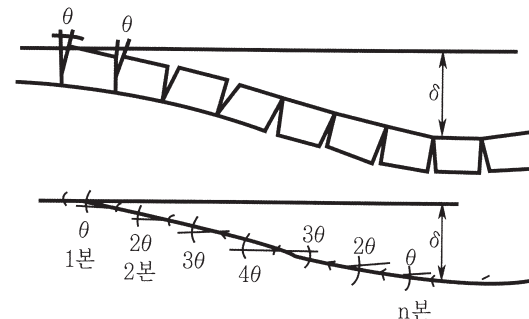
$$\dots 2 \tan \frac{n-1}{2} \theta + \tan \frac{n+1}{2} \theta)$$

θ : 조인트의 굴곡각도

n : 최대침하 지점까지의 관 수량

l : 관 길이

그림-3) 관로의 순응성



한 예로서 관 길이 6m이고 관로길이 90m의 중앙부에서 순응할 수 있는 침하량을 계산하면 표 4와 같이 된다. 관로의 중앙부 까지의 본수는 $n=7$ 이다.

표 4. 순응할 때 까지의 침하량(예)

굴곡각 θ	0.5°	1.0°	1.5°	2.0°
침하량 δ (m)	0.84	1.68	2.52	3.36

(2) 조인트 방법

더욱더 큰 침하가 예상되는 경우에는 신축가요성과 이탈방지 기능을 갖춘 쇠구조(鎖構造) 관로가 보다 효과적이다.

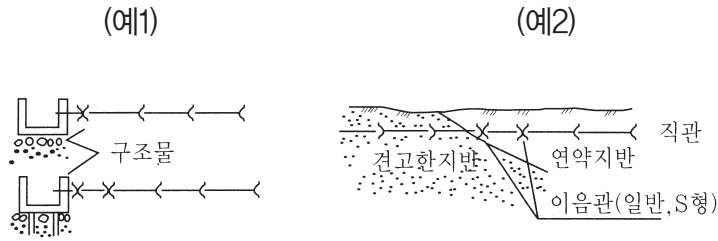
5) 부등침하 대책

관로가 부등침하를 일으키는 지반에서는 이음관(Collar)의 큰 가요성을 이용한 배관이 유효하다. 예상 침하량이 큰 경우에는 신축가요성이 크고 또한 이탈방지 성능을 가진 조인트의 이음관을 적소에 사용하는 것이 좋다.

또 일반적으로 연약지반의 경우는 사기초 등의 지반대책을 충분히 하고 시공을 한다. 최근에는 폴리에틸렌 등을 소재로한 망에 의한 격망공법도 개발되고 있다.

여러가지 기초공을 병용하고 S조인트를 사용한 쇠구조관로로 하면 연약지반 대책으로서는 한층 효과적이다.

그림-4) 이음관의 사용예



6) 연약지반의 관기초

연약지반이나 두꺼운 점토층에서의 관포설에는 장래 관로의 부등침하, 압밀침하를 방지하기 위하여 다음과 같은 관기초를 고려해야 한다.

(1) 연약지반층이 얇은 경우

관저부를 관경의 1/2 ~ 1/5정도의 두께에서 굴삭하여 양질의 모래로 치환 한다던가 제자동목 등을 병용한 기초로 한다.

(2) 연약지반층이 두꺼운 경우

① 지반개량에 의한 대책

- * 약액주입법
- * 샌드드레인 공법
- * 치환공법 등에 의해 지반개량을 하여 관 포설을 한다.

② 지반변동에 순응하는 조인트를 사용

압밀침하량을 검토하여 조인트에서, 흡수할 수 있는 범위에 있으면 이것을 사용하는 것도 가능하다.

③ 항 지지에 의한 방법

관저부를 콘크리트로 감고 이것을 마찰저항 까지는 지지항으로 보지시키는 방법이 있다. 이 경우 관의 응력집중을 피하기 위하여 지지각 $\theta = 60^\circ \sim 120^\circ$ 로 하여 축방향 지지폭도 충분히 넓게 한다.

그림 5) 마찰항

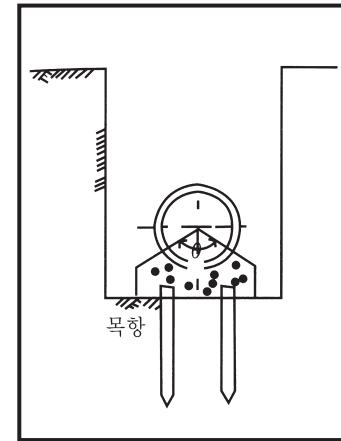
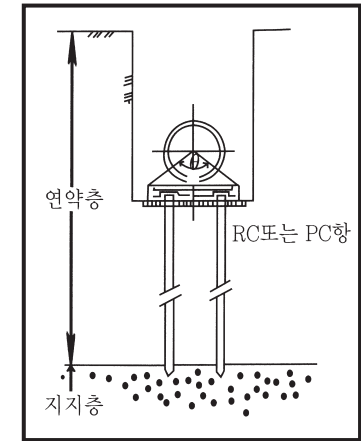


그림 6) 지지항



7) 연약지반에서 주철관의 적용방법

연약지반에서의 주철관 적용은 지반의 부등침하량을 추정한 후 그 결과에 따라서 직관이 적용, 이음관의 사용, 또는 TM이음관의 사용 등을 결정한다.

① 침하량이 편위량 이내일 때

추정 침하량이 허용 굴곡각도의 편위량보다 작을 경우에는 직관의 소켓이음방법을 그대로 사용할 수 있다.

② 침하량이 편위량을 초과할 때

추정 침하량이 직관 1분당 편위량 보다 클 경우에는 이음관을 사용한다. 이때 이음관의 허용 굴곡각도는 일반이음관은 $\theta = 3^\circ$ ($2\theta = 6^\circ$)이며, TM이음관은 $\theta = 5^\circ$ ($2\theta = 10^\circ$)이므로 용도에 맞게 선택하여 사용한다.

또한 이탈방지 기능이 필요할 경우 삼구 부분에 S플랜지를 용접 부착한 조인트를 사용하여 침하에 따른 관의 이탈에 대비하여야 한다.(TM-LOK)

굴곡 각도 및 유동 거리 계산

구 경	관 중					
	KP/M 조인트			T 조인트		
	1	2	허용유동거리(x)	1	2	허용유동거리(x)
80	11.5	6.3	20	9.3	5.8	16
100	9.6	6.4	20	8.7	5.5	18
125	7.9	6.3	20	7.3	5.3	19.5
150	6.7	6.7	20	7.0	5.7	21
200	5.2	6.7	20	5.2	5.1	21.5
250	4.2	7.1	20	4.5	4.7	21.5
300	3.6	6.9	20.5	3.8	5.0	21.5
350	3.2	7.2	21	3.3	5.1	21.5
400	3.2	7.0	24	2.4	5.6	18
450	3.2	6.6	26.5	2.7	5.1	23
500	3.0	6.8	28	2.6	5.6	19.5
600	3.0	6.6	33	1.5	5.9	17.5
700	2.9	6.5	37	2.5	6.0	32
800	2.9	6.3	42	2.4	5.8	34.5
900	2.8	6.2	46	2.5	5.2	42
1000	2.8	6.1	51	2.2	5.5	41
1100	2.8	6.1	55	2.4	5.1	48.5
1200	2.8	6.0	60	2.6	4.7	56

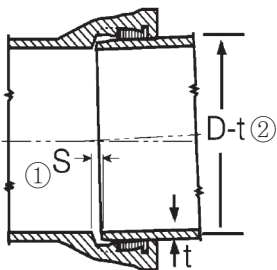
※ 허용유동거리(x)는 여유를 감안한 거리임.

<공식>

1. KP/M조인트

① $\text{arc tan } \frac{P_4+P_5}{DE}$

② $\text{arc tan } \frac{(d_3-d_e)/2+(d_2-d_e)/2}{P} * x=(P_4+P_5)$



2. T조인트

① $\text{arc tan } \frac{(P-F-G)/2}{DE}$ OR $\text{arc tan } \frac{\text{유동거리}(x)}{DE}$

② $\text{arc tan } \frac{(B-DE)/2+(E-DE)/2+Y}{P-F} * x=(P-F-G)/2$

관의 길이에 따른 편위량 비교표

(단위: mm)

굴곡각	1M	2M	3M	4M	5M	6M
1.0	17.5	34.9	52.4	69.8	87.3	104.7
1.2	20.9	41.9	62.8	83.8	104.7	125.7
1.4	24.2	48.9	73.3	97.8	122.2	146.6
1.6	27.9	55.9	83.8	111.7	139.7	167.6
1.8	31.4	62.9	94.3	125.7	157.1	188.6
2.0	34.9	69.8	104.8	139.7	174.6	209.5
2.2	38.4	76.8	115.2	153.7	192.1	230.5
2.4	41.9	83.8	125.7	167.6	209.6	251.5
2.6	45.4	90.8	136.2	181.6	227.0	272.5
2.8	48.9	97.8	146.7	195.6	244.5	293.4
3.0	52.4	104.8	157.2	209.6	262.0	314.4
3.2	55.9	111.8	167.7	223.6	279.5	335.5
3.4	59.4	118.8	178.2	237.6	297.1	356.5
3.6	62.9	125.8	188.7	251.7	314.6	377.5
3.8	66.4	132.8	199.3	265.7	332.1	398.5
4.0	69.9	139.9	209.8	279.7	349.6	419.6
4.2	73.4	146.9	220.3	293.7	367.2	440.6
4.4	76.9	153.9	230.8	307.8	384.7	461.7
4.6	80.5	160.9	241.4	321.8	402.3	482.7
4.8	84.0	167.9	251.9	335.9	419.9	503.8
5.0	87.5	175.0	262.5	350.0	437.4	524.9
5.2	91.0	182.0	273.0	364.0	455.0	546.0
5.4	94.5	189.1	283.6	378.1	472.6	567.2
5.6	98.1	196.1	294.2	392.2	490.3	588.3
5.8	101.6	203.2	304.7	406.3	507.9	609.5
6.0	105.1	210.2	315.3	420.4	525.5	630.6
6.2	108.6	217.3	325.8	434.5	543.2	651.8
6.4	112.2	224.3	336.5	448.7	560.8	673.0
6.6	115.7	231.4	347.1	462.8	578.5	694.2
6.8	119.2	238.5	357.7	477.0	596.2	715.5
7.0	122.8	245.6	368.4	491.1	613.9	736.7
10.0	176.3	352.7	529.0	705.3	881.6	1058.0

6. 주철관 시방서

1) 덕타일 주철관 제작 구입 시방서

(1) 적용범위

이 시방서는 사용할 덕타일 주철관과 이형관 및 접합부속품의 규격, 제조방법, 품질, 허용차, 시험, 검사 및 운반 납품에 대하여 적용한다. 이 시방서에 규정하지 않은 내용은 관련 KS 규격 최신 개정판에 따르며 국가종합전자조달시스템 입찰참가자격 등록업체에 의하여 반드시 G2B 목록번호로 입찰참가 등록한 업체로서 입찰대상물품에 대한 KS소지 제조업체로 규정한다.

(2) 덕타일 주철관(KS D 4311)

① 제조방법

(가) 관은 덕타일 주철용에 적합한 양질의 선철 또는 여기에 강을 배합하여 용해하고, 주방 상태에 흑연을 구상화 시키는 적당한 처리를 한 다음, 이를 원심력을 이용하여 주조하여야 한다.

(나) 관은 주형에 꺼낸 후 규정된 성질을 갖도록 적당한 방법으로 열처리를 하여야 한다.

(다) 관은 인체에 해롭지 않은 도료로 도장하여야 한다. 또한 관 내면에 시멘트 모르타르 라이닝을 할 경우에는 KS D 4316에 따르고 관 내면에 에폭시 수지 분체도장을 할 경우에는 KS D 4317에 따른다.

② 품질

(가) 관은 실용적으로 직관부는 곧으며, 안·바깥 둘레는 동심원이고, 그 양끝은 관축에 대하여 직각이어야 한다.

(나) 관의 안·바깥면은 매끈하여야 하며 흠, 기타 해로운 결함이 없고 조직이 균일하며, 가공하기 쉬운 것이어야 한다. 다만 경미한 흠은 용접 등 적당한 방법으로 보수 할 수 있다.

(다) 관의 인장강도 및 연신율은 다음 표 1의 값 이상이어야 한다.

표 1

호칭지름(mm) \ 시험항목	인장강도 N/mm ²	연신율(%)
80~1,200	420 이상	10 이상

(라) 관의 경도는 HB 230 이하 이어야 한다.

(마) 관은 호칭지름에 따라 통상 도장 전의 관에 대하여 하고 다음 표 2의 수압을 10초 이상 유지하였을 때 이것에 견디며, 누수 기타의 결함이 없어야 하고 흑연 구상화율은 80% 이상이어야 한다.

표 2

호칭지름 (mm)	시험수압 (MPa)			
	1 종관	2 종관	3 종관	4 종관
300 이하	7	6	5	-
350~600	6	5	4	3.2
700~1,000	5	4	3.2	2.5
1,100~1,200	4	3.2	2.5	1.8

③ 모양, 치수, 무게 및 허용차

(가) 관의 이음방법은 메커니컬조인트, 타이튼조인트, KP메커니컬조인트이며, 관의 소켓 및 직관에 대한 모양, 치수 및 무게는 KS D 4311 표준의 부표에 따른다.

(나) 관 두께의 허용차는 $-(1.3 + 0.001 DN)$ mm 이어야 한다.

(+)는 바깥지름의 치수에 영향이 없는 한 제한하지 않는다. DN은 관의 호칭지름을 말한다.

(다) 관의 유효길이의 허용차는 ± 30 mm로 한다. 다만 관 삼입구 쪽에서 시험편을 채취한 것에 대하여는 제한하지 않는다.

(라) 제조자는 관의 표준길이에 따라 표 3과 같은 절관 길이의 것을 주문량의 10%까지 공급할 수 있다.

표 3

구 분	절관의 길이(m)			
4m	3.5	3.0		
5m	4.5	4.0	3.5	3.0
6m	5.5	5.0	4.5	4.0

(마) 관 무게의 허용차는 표 4에 따른다.

표 4

호칭지름(mm)	허용차 %
200 이하	-8
200 초과	-5

비고) +는 규정하지 않는다.

(3) 덕타일 주철 이형관(KS D 4308)

① 제조방법

(가) 관은 덕타일 주철용에 적합한 양질의 선철 또는 여기에 강을 배합하여 용해하고, 흑연을 구상화 시키는 적당한 처리를 한 다음 주조하고, 조직이 균일하며 가공이 쉬워야 한다.

(나) 관은 급격한 냉각에 의하여 생기는 부동 수축 기타지장을 피하기 위하여 필요한 시간 동안 주형에 끼집어 내서는 안 되며, 주형에서 끄집어 낸 후 규정된 기계적 성질을 갖도록 필요하다면 적당한 방법으로 열처리를 하여야 한다.

(다) 관은 주조할 때 코어를 받치는 코어 받침을 사용해서는 안 된다.

(라) 관의 내부·외부, 조인트용 압륜 및 볼트에는 인체에 해롭지 않은 도료로 도장하여야 한다. 또한 내면 처리 방법에는 에폭시 수지 분체 도장을 적용하여야 하고 이 경우, KS D 4317에 따른다. 다만, 주문자·제조사 사이의 협정에 따라 그 밖의 도장을 하여도 좋다.

② 품질

(가) 겉모양의 검사는 육안으로 전부 행하여야 하며, 다음에 따른다.

(ㄱ). 관 및 압륜의 안둘레 및 바깥둘레는 동심원이고 직선부는 곧아야 하며, 그 양 끝은 관축에 대하여 직선이어야 한다.

(ㄴ). 관, 압륜 및 볼트·너트의 안·바깥면은 매끈하여야 하며 흠, 블로홀(blowhole) 등 해로운 결함이 없어야 한다. 다만, 가벼운 흠 등은 주문자·제조사 사이의 협정에 따라 용접 보수할 수 있다.

(나) 관의 인장 강도 및 연신율은 표5의 값에 따른다.

표 5

인장강도 N/mm ²	연신율 %
420 이상	10 이상

(다) 관의 경도는 230 HB 이하이어야 하고 흑연 구상화율은 80% 이상이어야 한다.

(라) 수압 시험은 통상 도장 전의 관에 대하여 하고, 표6의 수압을 10초 이상 유지하였을 때, 누수나 그 밖의 결함이 없어야 한다.

표 6

호칭지름(mm)	시험수압(MPa)
300 이하	3.0
350~600	2.5
700~1200	2.0

③ 모양, 치수, 무게 및 허용차

(가) 관의 모양, 치수, 무게 및 그 허용차는 KS D 4308 표준의 부표에 따른다.

(나) 관의 소켓 안지름 및 삽입구 바깥지름의 허용차는 KS D 4308 표준의 부표에 따른다.

(다) 관의 두께의 허용 한계값은 $-(2.3+0.001 DN)mm$ 이며 (+)는 바깥지름의 치수에 영향이 없는 한 제한하지 않는다. DN은 관의 호칭지름을 말한다.

(라) 관 표준 길이의 허용치는 KS D 4308에 따른다.

(마) 관의 무게의 허용차는 표 7에 따른다.

표 7

관의 종류	허용차 %
곡관, 지관을 가진 이형관 및 특수형	-12
위 종류를 제외한 일반 이형관	-8

비고) +는 규정하지 않는다.

(바) 플랜지 치수 허용차는 KS D 4308 표준에 따른다.

(4) 접합 부속품

① 조인트용 압륜(이하 압륜이라 한다)은 구상 흑연 주철품이어야 한다.

② 조인트용 볼트·너트(이하 볼트·너트라 한다) SPS-KFCA-D4302-5016의 FCD 400 또는 FCD450 사형 주철품이어야 한다.

③ 조인트용 고무링(이하 고무링이라 한다)은 최상품의 가황고무로 제조되어야 한다.

④ 압륜 및 볼트·너트는 인체에 해롭지 않은 역청질계 도료로 도장하여야 한다.

⑤ 압륜의 기계적 성질은 표 5에 따른다.

⑥ 볼트·너트는 다음에 따른다.

(가) 볼트·너트는 조립한 상태로서, 볼트의 머리와 너트를 적당한 방법으로 인장했을 때 표 8의 하중에 견디고 영구 변형되지 않아야 하며, 또한 나사부에도 이상이 없어야 한다.

표 8

볼트의 호칭	시험하중 KN
M16	38
M20	60
M24	86
M27	113
M30	138

⑦ 고무링은 다음에 따른다.

(가) 고무링은 모양이 고르고 표면이 매끈하며, 혹, 블로홀(blow hole), 흠 등의 해로운 결함이 없어야 한다.

(나) 고무링은 물에 냄새와 맛을 주거나 또는 물에 용해되는 위생상 해로운 물질을 함유해서는 안된다.

(다) 고무링의 물리적 성질은 표 9에 따른다.

표 9

구분	시험치
인장강도 (N/cm ²)	1,770 이상
신장률(%)	300 이상
686N/cm ² 하중시 신장률(%)	200 이하
영구신장률(%)	10 이하
스프링 정도(HS)	70 ± 5

(5) 시멘트 모르타르 라이닝

① 라이닝 가공

(가) 모르타르 : 모르타르는 시멘트에 잔골재 및 물 또는 이들에 혼합재를 가하여 충분히 반죽 혼합 한다. 이때 물은 가능한한 소량을 사용하도록 한다.

(나) 배합 : 시멘트와 잔골재의 질량 배합비는 1:3.5이하로 한다.

(다) 라이닝

(ㄱ) 관의 안쪽면 : 관의 안쪽면에는 이물질, 부유물, 기타 금속과 라이닝의 밀착에 유해한 영향을 주는 물질은 전부 제거하여야 한다. 또한 관의 수구를 제외한 수송수와 접촉되는 관의 내면은 모두 모르타르로 피복하여야 한다.

(ㄴ) 라이닝의 시공^㉞ : 라이닝의 시공은 수작업 또는 기계 작업 등 적당한 방법으로한다.

주^㉞ 라이닝의 시공은 직사광선, 비, 서리 등의 극단적인 기상조건을 피하기 위하여 건물내부에서 하여야 한다. 단, 이형관에 대해서는 수작업에 의한 시공을 할 수도 있다.

(ㄷ) 수구 안쪽면 : 관의 수구 안쪽면에 부착된 모르타르는 모두 제거 하여야 한다.

(라) 양생 : 원심력 방법으로 라이닝을 마친 관은 0℃ 이상의 온도에서 양생을 하여야 한다.

(마) 보수 : 라이닝의 경미한 파손 또는 흠부분은 보수할 수 있다. 먼저 파손된 모르타르 부분을 제거하고 나서 새로 배합한 모르타르로 균일한 두께를 얻도록 흡수 등으로 보수한다. 보수작업용 모르타르는 파손되지 않은 기존 모르타르 부분과 잘 붙도록 하기 위하여 첨가제를 첨가 할 수 있다.

② 품 질

(가) 라이닝은 수도물에 침식당하지 않으며, 또한 수도물의 수질에 나쁜 영향을 주어서는 안된다.

(나) 라이닝은 두께 및 품질이 균일하며 흡수성이 적고, 해로운 균열, 벗겨짐 등의 결점이 있어서는 안된다.

(다) 라이닝의 마무리면은 연마 등을 하여 주름이나 이상 상태가 없이 균일하고 매끈하여야 한다.

③ 라이닝

(가) 라이닝의 두께는 표 10에 따른다.

(나) 시멘트 모르타르 라이닝의 압축강도(28일 양생후)는 6개의 압축강도 시험 결과의 산술 평균 값이 50MPa이상이어야 한다.

표 10

관의 호칭지름	라이닝의 두께(mm)	
	공칭두께 ^㉞	1점의 최소두께
80	3	2
100		
125		
150		
200		
250	5	3
300		
350		
400		
450		
500	6	3.5
600		
700		
800		
900		
1000		
1100		
1200		

주^㉞ 관 끝에서부터 50mm이내는 테이퍼를 주어도 무방하다.

표 10

시험 항목		판정 기준	
		일반수도용자재	
도 막 의 용 출 성	맛	이상 없을 것	
	냄새	이상 없을 것	
	색도	0.5도 이하	
	탁도	0.2 NTU 이하	
	비소	0.001 mg/L 이하	
	카드뮴	0.0005 mg/L 이하	
	6가크롬	0.005 mg/L 이하	
	구리	0.1 mg/L 이하	
	납	0.001 mg/L 이하	
	셀레늄	0.001 mg/L 이하	
	망간	0.005 mg/L 이하	
	수은	0.0001 mg/L 이하	
	과망간산칼륨소비량	1.0 mg/L 이하	
	잔류 염소의 감량	0.7 mg/L 이하	
	페놀	0.0005 mg/L 이하	
	아민류 ¹⁾	0.01 mg/L 이하	
	시안	0.001 mg/L 이하	
	벤조(a)피렌	0.0007 mg/L 이하	
	톨루엔	0.7 mg/L 이하	
	크실렌	0.5 mg/L 이하	
	VOCs	1,2-디클로로에탄	0.0004 mg/L 이하
		1,1-디클로로에틸렌	0.003 mg/L 이하
		1,1,2-트리클로로에탄	0.0006 mg/L 이하
		트리클로로에틸렌	0.003 mg/L 이하
		벤젠	0.001 mg/L 이하
		1,1,1-트리클로로에탄	0.01 mg/L 이하
		디클로로메탄	0.002 mg/L 이하
		시스-1,2-디클로로에틸렌	0.004 mg/L 이하
테트라클로로에틸렌		0.001 mg/L 이하	
에피클로로히드린		0.01 mg/L 이하	
아세트산비닐		0.01 mg/L 이하	
스틸렌		0.002 mg/L 이하	
1,2-부타디엔		0.001 mg/L 이하	
1,3-부타디엔		0.001 mg/L 이하	
N,N-디메틸아닐린	0.01 mg/L 이하		

¹⁾ 아민류에 대한 기준 적용시기는 따로 정하여 시행한다(아민류 검출시약은 수입규제 품목임)

④ 실 코트

(가) 실 코트의 재질은 건조 후 수돗물의 수질에 나쁜 영향을 끼치지 않는 것으로 아스팔트계 도료나 아크릴계 중합물로 한다. 다만, 주문자의 요구에 따라서 실 코트를 하지 않을 수도 있다.

(나) 실 코트를 한 관을 음용수에 사용하는 경우는 상온에서 48시간 건조 후 관 안쪽면에 대해 용출시험을 하여 표 10에 적합하여야 한다.

(6) 시험검사 및 표시

시험 방법과 검사 및 표시는 관련 KS규격인 KS D 4311, KS D 4308 및 KS D 4316 최신 개정판에 따른다.

표 10 - 1 항목별 위생안전기준 (수도법시행규칙 제10조 관련)

항 목	기 준	항 목	기 준
카드뮴	0.0005 mg/L 이하	음이온 계면활성제	0.02 mg/L 이하
수 은	0.0001 mg/L 이하	1,1,1-트리클로로에탄	0.01 mg/L 이하
셀레늄	0.001 mg/L 이하	페놀류	0.0005 mg/L 이하
납	0.005 mg/L 이하	과망간산칼륨소비량	1.0 mg/L 이하
비 소	0.005 mg/L	맛	이상 없을 것
6가크롬	0.005 mg/L 이하	디클로로메탄	0.002 mg/L 이하
시안	0.001 mg/L 이하	시스-1,2-디클로로에틸렌	0.04 mg/L 이하
질산성 질소 및 이질산성 질소	1 mg/L 이하	테트라클로로에틸렌	0.001 mg/L 이하
물 소	0.15 mg/L 이하	냄새	이상없을 것
사염화탄소	0.0002 mg/L 이하	색 도	0.5 도 이하
1,2-디클로로에탄	0.0004 mg/L 이하	탁 도	0.2 NTU
1,1-디클로로에탈렌	0.003 mg/L 이하	잔류염소의 감량	0.7 mg/L 이하
1,1,2-트리클로로에탄	0.001 mg/L 이하	에피글로로히드린	0.01 항목 mg/L 이하
트리클로로에틸렌	0.003 mg/L	이민류	0.01 mg/L 이하
벤젠	0.001 mg/L 이하	2,4-톨루엔다이민	0.002 mg/L 이하
아연	0.1 mg/L 이하	2,6-톨루엔다이민	0.001 mg/L 이하
철	0.003 mg/L 이하	포름알데히드	0.008 mg/L 이하
구리	0.1 mg/L 이하	아세트산비닐	0.01 mg/L 이하
나트륨	20 mg/L 이하	스티렌	0.002 mg/L 이하
망간	0.03 mg/L 이하	1,2-부타디엔	0.001 mg/L 이하
염소이온	25 mg/L 이하	1,3부타디엔	0.001 mg/L 이하
증발잔류물	50 mg/L 이하	N,N-디메틸아닐린	0.01 mg/L 이하

표 10 - 2 수도용 자재 및 제품별 적용 대상 위생안전기준

수도용 자재 및 제품 (재질별)	적용대상 위생안전기준
주철 재질의 수도용 자재 및 제품	맛, 냄새, 색도, 탁도, 비소, 카드뮴, 6가크롬, 구리, 납, 셀레늄, 철, 수은
에폭시 수지 재질이거나 에폭시 수지로 도장된 수도용 자재 및 체중	맛, 냄새, 색도, 탁도, VOCs, 페놀, 시안, 과망간산칼륨소비량, 이민류, 2,4-톨루엔다이민, 2,6-톨루엔다이민
아스팔트 재질의 수도용 자재 및 체중	맛, 냄새, 색도, 탁도, 카드뮴, 6가크롬, 비소, 구 리, 납, 셀레늄, 망간, 수은, VOCs

(7) 취급

- ① 검사에 합격한 제품은 지정된 장소에 가지런히 적재하여야 하며 관이 굴러 떨어지거나 미끄러지지 않도록 하고, 안전에 이상이 없도록 하여야 한다.
- ② 호크나 클램프 등을 사용하여서는 안 된다.
- ③ 관을 차량에 적재 할 때는 관의 끝 부분이 변형되지 않도록 조심하여야 한다.
- ④ 시멘트 몰탈 라이닝관
 - (가) 관을 취급 할 때는, 벨트 등의 관 취급 장치를 사용하여 몰탈 라이닝 부에 손상이 생기지 않고 관 몸체에 비틀림이나 흠이 생기지 않도록 조심하여야 한다.

2) 내면 BPF 에폭시 분체 도장 덕타일 주철관 제작 구입
· 시방서

(1) 적용범위

이 시방서는 내면 BPF 에폭시 분체 도장 덕타일 주철관 및 이형관(1)과 접합 부속품의 규격, 제조방법, 품질, 허용차, 시험·검사 및 운반 납품에 대하여 적용한다.

제품은 본 시방의 규정과 관련 KS표준 최신 개정판에 따라 제조되어야 하고, 제조업체는 국가종합전자조달 시스템 입찰참가 자격 등록한 업체로 반드시 G2B목록번호로 입찰 참가등록하여야 하며, 입찰대상물품에 대한 KS인증 업체로 한정한다.

주① 내면 BPF 에폭시 분체 도장 덕타일 주철관 및 이형관

본 시방에 따른 덕타일 주철관 및 이형관은 관 내면에 BPF 에폭시 수지 분체 도료로 도장하여야 한다. 여기서 BPF 에폭시 분체 도료는 비스페놀 F형 에폭시 수지와 경화제로 만들어지며, 덕타일 주철관 내면에 도장함으로써 환경 유해성 없는 도막을 형성한다.

(2) 덕타일 주철관

1) 제조방법

가) 관은 덕타일 주철용에 적합한 양질의 원료를 용해하고, 주방 상태에서 흑연을 구상화시키는 적당한 처리를 한 다음, 이를 원심력을 이용하여 주조하여야 한다.

나) 관은 주형에서 꺼낸 후 규정된 기계적 성질을 가지도록, 필요하다면 적당한 방법으로 열처리를 하여야 한다.

다) 관은 인체에 해롭지 않은 도료로 도장해야 한다. 관의 인장강도 및 연신율은 다음 표1의 값 이상이어야 한다.

2) 품질

가) 관은 실용적으로 직관 부는 곧으며, 안둘레·바깥둘레는 동심원이고, 그 양 끝은 관축에 대하여 직각이어야 한다.

나) 관의 안·바깥 면은 매끈하여야 하며 흠이나 그 밖의 해로운 결함이 없고 조직이 균일하며, 가공하기 쉬운 것 이어야 한다. 가벼운 흠은 주문자·제조사 사이의 협의에 따라 용접 등 적당한 방법으로 보수할 수 있다.

다) 관의 인장강도 및 연신율은 표 1의 값에 따른다.

표 1

시험 항목 호칭지름(mm)	인장강도 (N/mm ²)	연신율 (%)
80~2600	420이상	10이상

라) 관의 경도는 230 HB 이하이어야 하고 흑연 구상화율은 80% 이상이어야 한다.

마) 수압시험은 관의 호칭 지름에 따라 통상 도장 전의 관에 대하여 하고, 다음 표 2의 수압을 10초 이상 유지 하였을 때 이것에 견디며, 누수나 그 밖의 결함이 없어야 한다.

표 2

호칭지름 (mm)	시험수압 (MPa)			
	1종관	2종관	3종관	4종관
300이하	7	6	5	-
350~600	6	5	4	3.2
700~1000	5	4	3.2	2.5
1100~2000	4	3.2	2.5	1.8

3) 모양, 치수, 무게 및 허용차

가) 메커니컬 조인트관, KP 메커니컬 조인트관, 타이튼 조인트관의 소켓 및 직관에 대한모양, 치수 및 무게는 KS D4311의 부표 1-1, 1-5, 1-6, 1-7, 1-8, 2-1, 2-5, 2-6, 2-7, 2-8, 3-1, 3-3, 3-4, 3-5 및 3-6에 따른다.

나) 관 두께의 (-)허용차는 (1.3+0.001DN)mm로 한다. (+)허용차는 바깥지름의 치수에 영향이 없는 한 제한하지 않는다. DN은 관의 호칭지름을 말한다.

다) 관의 유효 길이의 허용차는 ±30mm로 한다. KS D 4311의 7.1 a)에 규정한 시험편을 채취한 것에 대하여는 제한하지 않는다.

라) 제조자는 관의 표준 길이에 따라 표3과 같은 절관의 길이를 주문량의 10%까지 공급할 수 있다.

표 3

구 분	절관의 길이(m)
4m	3.5 3.0
5m	4.5 4.0 3.5 3.0
6m	5.5 5.0 4.5 4.0

마) 관 무게의 허용차는 표 4 에 따른다.

표 4

구분	허용차(%)
200mm이하	-8
200mm초과	-5

비고) +는 규정하지 않는다.

바) 메커니컬 조인트, KP메커니컬 조인트, 타이튼 조인트용 접합 부속(볼트, 너트, 고무링)의 모양, 치수 및 무게는 KS D4311에 따른다.

사) KS D 4311 이외의 이음 방법에 대한 모양, 치수 및 무게는 주문자제조사 사이의 협의에 따른다. 이 경우 직관에 대한 모양 및 치수는 KS D 4311의 부표 1-5, 1-6, 1-7, 1-8, 2-5, 2-6, 2-7, 2-8, 3-3, 3-4, 3-5 및 3-6에 따른다.

(3) 내면 BPF 에폭시 분체 도장

1) 도료

도료는 사용상 유해한 성분을 포함하지 않는 것으로 경화 후에는 물에 녹지 않는다. 또한 수질에 악영향을 주지 않으며, 다음과 같은 조성 및 품질을 가져야 한다.

가) 조성 : 도료의 조성은 에피클로롤로 히드린과 비스페놀 F의 반응 생성물로 이루어진 고휘 에폭시 수지, 경화제 및 안료를 주로 하는 원료를 사용한 열경화성의 분체도료로 한다.

나) 품질 : 도료의 시험 및 품질은 [표5] 품질규정을 따른다.

표 5

품 질 항 목	품 질 규 정
도막의 비중	KSD 4317표준 6.4.1의 시험을 한 경우, 비중은 1.8이하일 것
도막의 밀착성	KSD 4317표준 6.4.2의 시험을 한 경우, 100/100 일 것
도막의 내충격성	KSD 4317표준 6.4.3의 시험을 한 경우, 충격에 의한 변형으로 균열, 벗겨지지 않을 것
도막의 가요성	KSD 4317표준 6.4.4의 시험을 한 경우, 균열이 발생하지 않을 것
도막의 굽힘 저항성	KSD 4317표준 6.4.5의 시험을 한 경우, 이상이 없을 것
도막의 방식성	KSD 4317표준 6.4.6의 시험을 한 경우, 녹, 부풀, 균열 등이 없을 것
도막의 내온도 반복성	KSD 4317표준 6.4.7의 시험을 한 경우, 주름살, 균열, 부풀, 벗겨짐 등이 발생하지 않고 변색이 크지 않을 것

2) 제품 도막의 품질

제품 도막의 시험 및 품질은 [표6] 제품 도막의 품질을 따른다.

표 6 제품 도막의 품질

품질 항목	품질 규정
도막의 겉모양	KS D4317 표준 7.2의 시험을 한 경우, 이물의 혼입, 도장 얼룩, 도장 누락 등이 없고, 표면은 평활하며 균일한 도막일 것.
	핀홀 및 도장이 벗겨진 곳의 검사는 홀리데이 디텍터를 사용하여 하고, 불꽃이 발생할 정도의 결함이 없을 것. 이 경우, 전압은 1000V로 하며 전수 검사를 시행한다.
도막의 부착성	KS D4317 표준 7.3의 시험을 한 경우, 부착강도는 6 MPa 이상일 것.
도막의 경화정도	KS D4317 표준 7.4의 시험을 한 경우, 결함 및 벗겨짐이 생기지 않을 것.
도막 두께	제품의 도막 두께는 KS D 4317 표준의 부도1에 나타낸 B의 부분이 0.3mm 이상일 것. 다만 덕타일 주철관 및 덕타일 주철 이형관의 도장 후 d1, d2a)의 치수는 허용범위 내 일 것.
도막의 굽힘 저항성	KS D4317 표준 7.6의 시험을 한 경우, 표5의 규정에 적합할 것.
a) d1, d2는 KS D 4311 덕타일 주철관 또는 KS D 4308 덕타일 주철 이형관의 부표 1-1, 2-1에서 규정하는 d1, d2를 말한다.	

3) 제품 도막의 용출 시험

제품 도막의 품질 및 용출 시험은 KS D 4317 및 KS I 3225를 따르며, 표7의 항목별 위생안전기준을 만족하여야 한다.

4) 도장 방법

가) 도장면의 전처리 : 도장면의 전처리는 다음과 같이 한다.

① 주물 흑, 녹, 기타 도장에 유해한 부착물 등은 연마기, 투사기 등을 사용하여 제거하고, 가능한 한 평활하게 마무리 하며, 전처리 후 표면은 KS D ISO 8501-1 Sa 2 1/2 동등 이상이어야 한다.

② 전처리를 한 주철면은 도장하기까지의 사이에 다시 녹이 슬거나, 먼지·기름 등이 부착하지 않도록 보호한다.

나) 도료 조정 : 도료는 도료제조자가 지정하는 유효기간 내에 사용한다. 또한 회수한 도료를 사용할 경우는 150-220 μ m의 체

를 사용하여 이물을 제거한 후, 새로운 도료의 50% 이내로 배합하여 사용할 수 있다.

다) 도장 : 도장은 다음과 같이 한다.

① 도장은 예열한 관에 적당한 분체 도장 장치를 사용하여 도료를 불어 넣고 도막을 형성시킨다. 예열 온도는 도료제조자의 지정에 따른다.

또한, 도장이 끝난 관은 도막을 충분히 경화시켜야 한다.

② 도장은 이물질의 혼입, 도장 무늬, 핀홀, 도장 누락 등의 결함이 없고 표면은 평활하며 균일한 도막이 얻어지도록 행한다.

라) 도장의 범위 : 도장의 범위는 KS D 4317 표준 부도1에 따른다.

마) 도장의 재손질 : 도장의 재손질은 KS D 4317 표준 7.의 시험 결과 4.의 규정에 적합 하지 않는 경미한 결함에 대해서 주문자 승인이 있는 경우 도장 시공자가 상온 경화형의 에폭시 수지계 도료를 사용하여 행할 수 있다.

또한, 곧은 관의 경우는 도장면을 연마기, 투사기 등을 사용하여 연마한 후, KS D 4317표준 5.3에 의해 재차 도장하여 손질할 수 있다.

(4) 접합부속품

① 조인트용 압륜(이하 압륜이라 한다)은 구상 흑연 주철품이어야 한다.

② 조인트용 볼트, 너트(이하 볼트, 너트라 한다)는 KS D 4302(구상 흑연 주철품)의 GCD 400 또는 GCD 450의 사형 주철품이어야 한다.

③ 조인트용 고무링(이하 고무링이라 한다)은 최상품의 가황 고무로 제조한 것이어야 한다.

④ 압륜 및 볼트, 너트는 인체에 해롭지 않은 도료로 도장하여야 한다.

⑤ 압륜의 기계적 성질은 표 1 에 따른다.

⑥ 볼트, 너트는 다음에 따른다.

가) 볼트, 너트는 조립한 상태에서 볼트의 머리와 너트를 적당한 방법으로 인장했을 때 표 8의 하중에 견디고 영구 변형되지 않아야 하며, 또한 나사부에도 이상이 없어야 한다.

표 7

볼트의 호칭	시험하중kN
M16	38
M20	60
M24	86
M27	113
M30	138

⑦ 고무링은 다음에 따른다.

가) 고무링은 모양이 고르고 표면이 매끈하며, 혹, 블로홀(blowhole), 흠 등의 해로운 결함이 없어야 한다.

나) 고무링은 물에 해로운 맛과 냄새가 나거나 용해되는 위생상 해로운 물질을 함유해서는 안 된다.

다) 고무링의 물리적 성질은 KS M 6613에 따른다.

(5) 도료, 제품 도막의 시험 및 검사

- 도료, 제품 도막의 시험 및 검사는 KS D 4311 덕타일 주철관, KS D 4308 덕타일 주철 이형관, KS D 4317 내면 에폭시 수지 분체도장 최신 개정판에 따른다.

1) BPF 에폭시 수지의 확인

가) BPF 에폭시 분체 도료

- 비스페놀 F형 에폭시 수지와 경화제를 분산 반응시켜, 덕타일 주철관 내면에 도장함으로써 환경 유해성 없는 도막을 형성하는 BPF형 에폭시 분체 조성물

나) BPF 에폭시 수지의 확인

- 덕타일 주철관 내면 도장용으로 사용된 BPF 에폭시 분체 도료를 FT-IR(적외선 분광분석 시험) 시험법으로 분석하여 BPF 에폭시 수지 분체도료가 내면 도장재로 사용되었음을 확인하여야 한다.

① 시료 채취 방법

a. 현장 채취

BPF 에폭시 분체 도료로 도장된 덕타일 주철관의 내면에서 스크래퍼(SCRAPER), 날카로운 공구 등을 이용하여 분체 도장 시료 약100g을 채취한다. 이때 분체도료 이외의 이물질이 혼입되지 않도록 유의한다.

b. 공장 채취

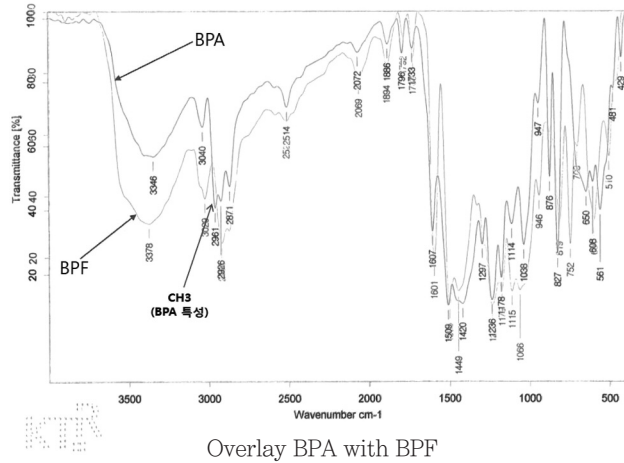
생산 라인에서 사용 중인 도장 전의 BPF 에폭시 분체 도료 중 분말상의 시료 100g을 채취한다.

② 시험 방법

- 채취된 BPF 에폭시 분체 도료 시료를 FT-IR(적외선 분광분석시험) 분석한다.

③ BPF 에폭시 분체도료 확인

- 채취된 시료의 FT-IR 분석 그래프를 [그래프]의 BPF에폭시 분체 도료의 스펙트럼과 비교하여 채취된 시료가 BPF 에폭시 수지를 사용한 분체 도료인지 확인한다.



그래프 1 - BPF, BPA 에폭시 분체도로 스펙트럼

2) 도막 부착성 시험

- 내면 에폭시 수지 분체 도장관을 절단/가공하여 시험편을 제작한 후 부착성 시험을 시행 한 결과 도막의 부착강도는 표6 도막의 부착성 기준을 만족하여야 한다.

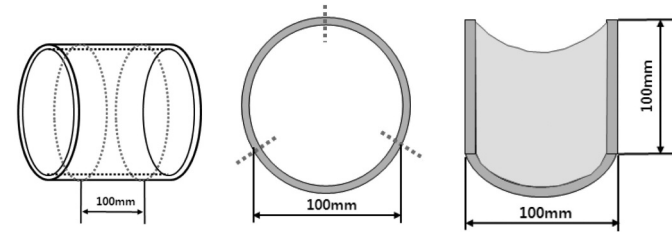
1) 시험편 제작 방법

- 시험편인 덕타일 주철관의 구성은 원관 내면에 에폭시 수지 분체 도장된 제품으로 부터 채취한다. 관의 종류 및 제조 방법은 KS D 4311 또는 KS D 4308과 KS D 4317을 따르며, 본 시방서의 부착성 시험에는 DN100mm의 직관 또는 이형관을 사용한다.

① 현장 제작

- DN100mm인 내면 에폭시 분체 도장관을 [그림1] 시험편 채취 방법에 따라 적당한 방법으로 절단하며, 시험편 가공시 발생하는 열이나, 이물질, 물리적 충격 등에 도막이 손상되지 않도록 유의한다. 또한, 절단된 시험편의 길이방향 절단면(중편 절단

면)이 평편하고 원주방향에 수직이 되도록 하며, 인위적으로 원관이 가진 곡률을 변형시키지 않는다. 시험편은 특별한 지정이 없는 한 원관의 가운데 부분에서 채취한다. 단, 시험편의 현장채취가 어려울 경우 시험편을 공장에서 채취하여 부착성 시험을 시행한다.

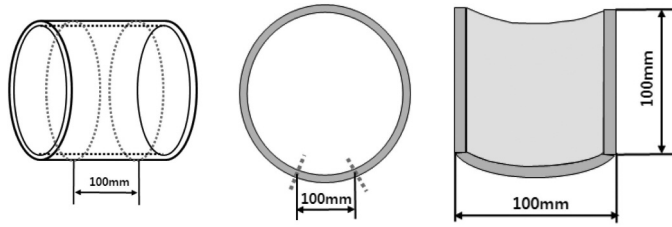


1. 원관 횡편 절단 2. 원관 종편 절단 3. 절단 완료 시험편

[그림1] 시험편 채취 방법

② 공장 제작

- DN100mm인 내면 에폭시 분체 도장관의 경우는 현장 제작 방법과 동일하게 시험편을 제작하고, DN150mm 이상인 내면 에폭시 분체 도장관은 [그림2] 원관 절단 방법2에 따라 적절한 방법으로 절단하며, 시험편 가공시 발생하는 열이나, 이물질, 물리적 충격 등에 도막이 손상되지 않도록 유의한다. 또한, 절단된 시험편의 길이방향 절단면(중편 절단면)이 평편하고 원주방향에 수직이 되도록 하며, 인위적으로 원관이 가진 곡률을 변형시키지 않는다. 시험편은 특별한 지정이 없는 한 원관의 가운데 부분에서 채취한다.



1. 원관 횡편 절단 2. 원관 중편 절단 3. 절단 완료 시험편

[그림2] 시험편 채취 방법2

2) 부착성 시험

① 시험 준비물

ㄱ. 인장 시험기

박리하중은 도장된 소지 면에 수직한 방향으로 적용하여야 하고, 인장 속도를 균등한 속도로 증가시키되 1MPa/s를 넘지 않아야 한다.

ㄴ. 돌리(dolly)

인장 시험기와 함께 사용할 수 있도록 설계된 철 또는 알루미늄 표면의 원통으로 구성되며, 돌리는 한쪽 끝에 접착제/도막과 접합을 할 수 있는 평면과 다른 쪽 끝에는 인장 시험기와 연결할 수 있는 장치로 구성된다.

돌리의 공칭 지름은 20mm이고 시험 중에 뒤틀어지지 않도록 충분한 두께를 가져야 한다.

돌리 형상은 KS M ISO 4624에 따른다.

ㄷ. 접착제

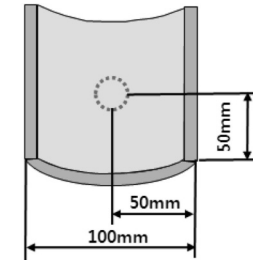
접착제는 도장된 시험편과 돌리를 접합하기 위해 사용하며, 시험할 도장보다 접착제의 접합력이 더 커야 한다.

시아노아크릴레이트 및 퍼옥사이드로 촉진된 폴리에스터 접착제가 추천된다.

② 시험 방법

ㄱ. 그림2 또는 그림3 과 같이 절단이 완료된 시험편 도막에 균열, 부풀음, 박리, 핀홀 등 기타 결함이 발생하지 않은 시험편을 준비한다.

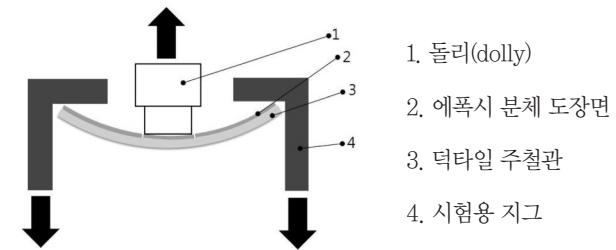
ㄴ. 커터 칼 등을 이용하여 [그림3]와 같이 시험편 정 중앙에 직경 20mm(돌리 크기)의 원형으로 소지 면에 닿을 때까지 도막에 선을 긋는다.



[그림3] 도막 가공

ㄷ. 접착제를 도장 면(직경 20mm 원형면)에 바른 후 돌리를 시험편 중심에 놓이도록 한다.

ㄹ. 접착제가 경화(24시간)될 때까지 기다린 후 인장 시험기를 이용하여 시험을 실시한다.



[그림3] 도막 가공

⑤ 굽힘 모멘트 없이 인장력이 시험 영역에 균일하게 인가되도록 인장 시험기에 DOLLY와 시험편을 고정 시킨 후, 인장 하중은 시험 조립체a의 파괴가 인장 하중의 초기 인가 후 90초 이내에 발생하도록 소지 도장면에 수직으로 1MPa/s를 초과하지 않게 점차 늘리면서 인가한다. 시험 조립체의 파괴에 필요한 인장 하중을 기록하고 준비한 시험 조립체 별로 부착 박리 시험을 반복한다.

a 시험 조립체 - 에폭시 분체 도장면에 돌리가 접촉된 상태의 조립체

3) 결과의 표시

- 상기 시험 방법에 따라 부착성 시험을 한 경우, 시험결과는 아래 식에 의해 산출된다.

$$\delta = F/A \text{ (N/mm}^2\text{, MPa)}$$

여기서, δ : 부착 강도, F : 박리하중(N), A : 돌리 단면적(mm²)

3) 위생안전기준

(1) 표8의 수도용 자재 및 제품의 위생안전기준을 만족하여야 한다.

[표8] 항목별 위생안전기준(수도법 시행령 제24조 별표 1의 2)

항 목	기 준	항 목	기 준
카드뮴	0.0005 mg/L 이하	과망간산칼륨소비량	1.0 mg/L 이하
수 은	0.0001 mg/L 이하	맛	이상 없을 것
셀레늄	0.001 mg/L 이하	디클로로메탄	0.002 mg/L 이하
납	0.001 mg/L 이하	시스-1,2-디클로로에틸렌	0.004 mg/L 이하
비 소	0.001 mg/L 이하	테트라클로로에틸렌	0.001 mg/L 이하
6가크롬	0.005 mg/L 이하	냄 새	이상 없을 것
시 안	0.001 mg/L 이하	색 도	0.5 도 이하
사염화탄소	0.0002 mg/L 이하	탁 도	0.2 NTU 이하
1,2-디클로로에탄	0.0004 mg/L 이하	잔류염소의 감량	0.7 mg/L 이하
1,1-디클로로에탈렌	0.003 mg/L 이하	에피클로로히드린	0.01 mg/L 이하
1,1,2-트리클로로에탄	0.0006 mg/L 이하	아민류	0.01 mg/L 이하
트리클로로에틸렌	0.003 mg/L 이하	2,4-톨루엔다이민	0.002 mg/L 이하
벤젠	0.001 mg/L 이하	2,6-톨루엔다이민	0.001 mg/L 이하
철	0.03 mg/L 이하	아세트산비닐	0.01 mg/L 이하
구리	0.1 mg/L 이하	스티렌	0.002 mg/L 이하
1,1,1-트리클로로에탄	0.01 mg/L 이하	1,2-부타디엔	0.001 mg/L 이하
페놀류	0.0005 mg/L 이하	1,3-부타디엔	0.001 mg/L 이하
		N,N-디메틸아닐린	0.01 mg/L 이하

4) 검사 항목

□ 적용표준 :

KS D 4308 (덕타일 주철 이형관), KS D 4311 (덕타일 주철관)

KS D 4317 (덕타일 주철관 내면 에폭시 수지 분체 도장) 외

순서	검사/시험 항목	방 법	기 준	시험/검사결과	비 고
1	겉모양	육 안	유해한 결함 없을것		KS D 4311
2	모 양	육 안	유해한 결함 없을것		KS D 4311
3	인장강도	UTM	420(N/mm ²) 이상		KS D 4311
4	연신율	UTM	10% 이상		KS D 4311
5	경도시험	브리넬 경도기	230HB 이하		KS D 4311
6	구상화율	금속 현미경	80% 이상		KS D 4311
7	수압검사	수압 시험기	누수 없을것		KS D 4311
8	에폭시 수지 분체 도장	겉모양	육 안	유해한 결함 없을것	KS D 4317
		두께	게이지	300 μm 이상	KS D 4317
		부착강도	UTM	6MPa 이상	
		핀홀	홀리데이 디텍터	직관 내면 검사시 불꽃이 발생하지 않을것	전압:1000V
9	외부 도장	겉모양	육 안	유해한 결함 없을것	
		표시사항	육 안	재질, 호칭지름, 관중, 이음방법, 제조년월, 제조자명	
10	용출시험	공인기관 시험의뢰	용출시험 기준을 만족할 것		수도법 위생안전기준

5) 현장검사

(1) 직관(6m용)절단시험 : 납품을 위한 공장 검사 또는 납품된 자재의 현장검사 시 신속한 확인을 위해 에폭시 분체 도장 덕타일직관은 구경마다 50분 당 1본을 절단시험(절단은 삼구기준 30cm이내)한다. 절단부는 내부 에폭시 도막이 탈락, 박리 등의 층간분리 현상이 발생되지 않아야 하며, 녹·이물질 등이 없어야 한다. 또한, 에폭시 분체 도막에 균열 등의 이상이 없어야 한다.

(2) 도막 박리 확인 : 절단 시험 후 절단부 도장 단면에 일자 드라이버 또는 끝이 납작한 공구를 대고 망치로 때렸을 때 도막 박리 등의 층간분리 현상이 발생되지 않아야 한다.

(3) 절단면 관두께 확인 : 국부적인 과도한 연마로 인한 관두께의 미달여부 확인

(KS D 4311 관 두께 기준 적용)

☞ 절단 시험용으로 사용하여 합격된 관은 마무리처리를 하여 납품함

6. 표시

검사에 합격한 관에는 관 외면의 보기 쉬운 곳에 적당한 방법으로, 다음 사항을 표시 하여야 한다.

a) 관의 재질 및 종류의 약호(1종관 : D1, 2종관 : D2, 3종관 : D3, 4종관 : D4)

b) 이음 방법의 약호 (메커니컬 조인트 : M, KP 메커니컬 조인트 : K, 타이튼 조인트 : T)

c) 호칭 및 지름

d) 제조 연월

e) 제조자명 또는 그 약호

f) 내면 처리 방법의 약호

ㄱ. 내면 모르타르 라이닝의 경우 : C, 내면 에폭시 수지 분체 도장의 경우 : E

ㄴ. 사용된 도료의 수지 종류 (내면 에폭시 수지 분체 도장관의 경우)

BPA : 에피클로로 히드린과 비스페놀 A의 반응 생성물로 된 에폭시 수지 사용 경우

BPF : 에피클로로 히드린과 비스페놀 F의 반응 생성물로 된 에폭시 수지 사용 경우

h) 원산지의 국명 표기 (한글 또는 영문)

7. 취급 및 운반

- 1) 검사에 합격한 제품은 지정된 장소에 가지런히 적재하여야 하며 관이 굴러 떨어지거나 미끄러지지 않도록 하고, 안전에 이상이 없도록 하여야 한다.
- 2) हु크나 클램프 등을 사용하여서는 안 된다.
- 3) 관을 차량에 적재 할 때는 관의 끝 부분이 변형되지 않도록 조심하여야 한다.
- 4) BPF 에폭시 분체 도장관
 - (1) 검사에 합격한 제품에는 도장면을 보호하기 위해서 양 끝단 부(수구와 삽구부)에는 항상 보호 캡을 장착하여 보관한다.
 - (2) 분체 도막의 가스 절단 등은 도막을 연화해 열변형이 생겨 관과 도막의 밀착이 손상되므로 절대 실시하지 않는다.
 - (3) 절관부의 보수는 단면 보수용 도료를 이용해 실시한다.
 - (4) 삽구 단면부 도막을 손상시키지 않도록 운반 및 취급시 주의한다.
 - (5) 이음새 접합용의 부품, 공구류 등을 관내에 던지면, 내면의 도막을 손상시킬 우려가 있으므로, 절대로 하여서는 안 된다.

7. 각종 품셈 자료

1) 덕타일 주철관의 수압시험품

(1) 수압시험품

명 칭	규격	단위	수 량														
			80	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700			
시험재료비	10회사용	회당	1														
마개플렌지	15회사용	개	1														
고무링	10회사용	개	1														
플렌지접합 및 부설		개소	2														
플렌지관 철거		개소	2														
배관공		인	0.1	0.13	0.13	0.13	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.2	0.2			
보통인부		인	2	2.3	2.3	2.3	2.5	2.5	2.7	2.9	3.3	3.6	3.9	4.6			
가구손료	인건비의 %	%	1														
시험용수비	200m	m³	1.01	1.57	3.54	6.28	9.81	14.1	19.2	25.1	31.8	39.3	56.5	76.9			

※ 800mm~1200mm의 수압시험은 TEST BAND로 시험

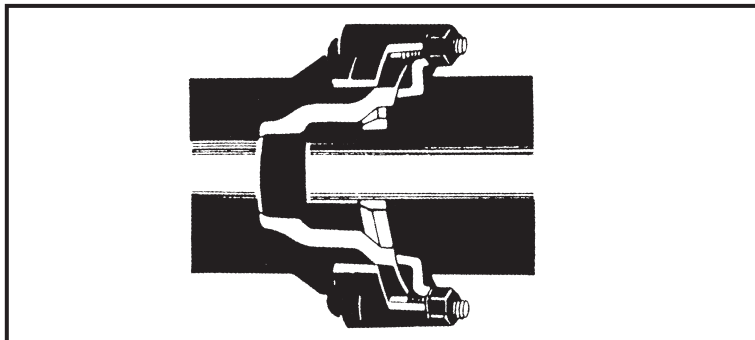
시험재료비 내역(회당)

(10회 사용)

명 칭	규 격	수 량	단 위
분수 전	25mm	0.2	개
엘 보	25mm	0.4	개
유 니 온	25mm	0.1	개
니 플	25mm	0.1	개
소 켓	25mm	0.2	개
밸 브	25mm	0.1	개
밸 브	15mm	0.1	개
파 이 프	25mm	1.1	개
사용고지대	재료비의 %	-25	%
플 러 그	25mm	0.1	개
플 러 그	15mm	0.1	개
소 계			
단위당 금액	1/10회		회당

2) 주철관 접합재료 및 부설 품셈

(1) 주철관 부설



(접합개소 1분당)

관경(mm)	구분	부 설 공		크레인(hr)
		배관공(수도)(인)	보통인부(인)	
인 력	80	0.06	0.16	-
	100	0.09	0.18	-
	120	0.10	0.22	-
	150	0.14	0.35	-
기 계	100이하	0.04	0.02	0.32
	120	0.06	0.03	0.38
	150	0.07	0.03	0.43
	200	0.02	0.08	0.54
	250	0.04	0.11	0.61
	300	0.04	0.13	0.68
	350	0.05	0.17	0.79
	400	0.08	0.23	0.89
	450	0.10	0.30	0.91
	500	0.11	0.35	0.93
	600	0.15	0.45	1.00
	700	0.17	0.56	1.06
	800	0.23	0.73	1.14
	900	0.32	0.97	1.19
1,000	0.41	1.14	1.31	
1,100	0.45	1.25	1.44	
1,200	0.49	1.36	1.57	

- [주] ① 본 품은 직관길이 6m를 기준한 것이며, 특수부설(수중, 터널 내 등), 이형관 및 곡관 부설은 별도 계상할 수 있다.
 ② 200mm 이상의 주철관에 대해 인력 부설을 수행한 경우에는 부설품을 별도 계상한다.
 ③ 본 품은 소운반을 포함한 품이며 관로의 터파기, 되메우기, 기초, 잔토처리, 물푸기 등은 별도 계상한다.
 ④ 본 품은 수압을 받는 상수도관을 기준한 것이다.
 ⑤ 본 품의 부설장비규격은 다음을 기준으로 한다.

관 경(m)	부 설 장 비 규 격
200 ~ 600	10톤 트럭 탑재형 크레인
700 이상	15톤 트럭 탑재형 크레인

- ⑥ 현장 조건상 트럭탑재형 크레인의 적용이 어려운 경우, 동일한 규격의 크레인(무한궤도, 타이어)을 적용할 수 있다.

(2) KP메커니컬 조인트관 접합

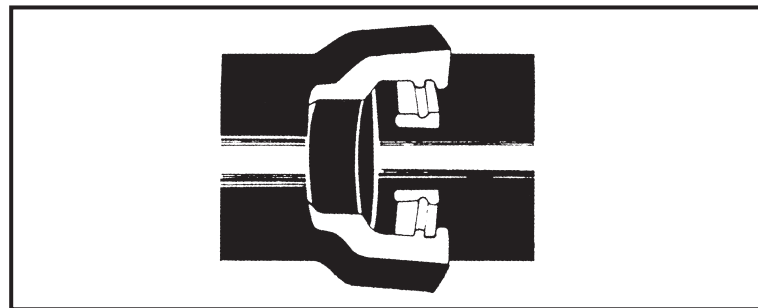
(접합개소 1분당)

구분 관경	접 합 재 료			접 합 공		비고
	명칭 단위	압륜 개	고무링 개	볼트·너트 조	배관공(수도) 인	
D80		1	1	3	0.04	0.02
D100		1	1	3	0.04	0.02
D125		1	1	3	0.05	0.02
D150		1	1	4	0.06	0.03
D200		1	1	5	0.07	0.04
D250		1	1	6	0.11	0.06
D300		1	1	6	0.13	0.06
D350		1	1	8	0.16	0.08
D400		1	1	10	0.23	0.12
D450		1	1	10	0.28	0.14
D500		1	1	12	0.31	0.16
D600		1	1	14	0.41	0.21
D700		1	1	16	0.49	0.25
D800		1	1	20	0.65	0.33
D900		1	1	20	0.87	0.44
D1000		1	1	22	1.09	0.54
D1100		1	1	22	1.20	0.60
D1200		1	1	22	1.30	0.65

[주] ① 본 품은 정위치된 주철관(직관)을 인력에 의하여 접합시키는 품이다.

- ② 이탈방지 압륜을 사용하여 접합할 경우 본 품을 30%까지 증하여 적용 할 수 있다.
- ③ 각종 접합재료의 규격 및 품질은 K·S 규격에 따른다.
- ④ 특수가공(분기개소 등), 계기측정(수압시험 등)이 필요한 때에는 별도 계상할 수 있다.
- ⑤ 각종 접합재료의 규격 및 품질은 관련 K·S 규격에 준한다.
- ⑥ 기계기구 및 잡재료는 필요에 따라 별도 계상할 수 있다.

(3) 타이튼 조인트관



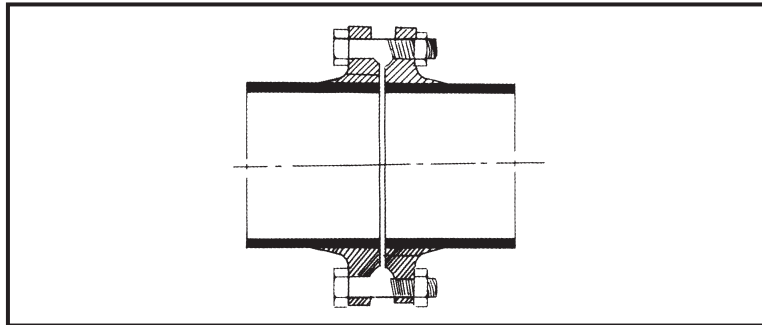
(접합개소 1분당)

구분 관경 (mm)	접 합 재 료		접 합 공	
	명칭 단위	고무링 개	배관공(수도) 인	보통인부 인
ø 80mm		1	0.06	0.03
100		1		
125		1	0.08	0.04
150		1		
200		1	0.14	0.07
250		1		
300		1	0.16	0.08
350		1	0.18	0.09
400		1	0.20	0.10
450		1	0.22	0.11
500		1	0.25	0.12

[주] ① 본 품은 정위치된 주철관(직관)을 인력에 의하여 접합시키는 품이다.

- ② 각종 접합재료의 규격 및 품질은 K·S 규격에 따른다.
- ③ 특수가공(분기개소 등), 계기측정(수압시험 등)이 필요한 때에는 별도 계상할 수 있다.
- ④ 각종 접합재료의 규격 및 품질은 관련 K·S 규격에 준한다.
- ⑤ 기계기구 및 잡재료는 필요에 따라 별도 계상할 수 있다.

(4) 플랜지 조인트 접합



(접합개소 1분당)

구분 관경 (mm)	접 합 재 료				접 합 공		비고
	명칭 단위	고무패킹 개	힌페인트 kg	볼트·너트 치수(mm) 조	배관공(수도) 인	보통인부 인	
D80	1	0.075	16	4	0.05	0.02	
D100	1	0.100	16	8	0.07	0.04	
D125	1	0.110	16	8	0.08	0.04	
D150	1	0.125	20	8	0.09	0.05	
D200	1	0.175	20	8	0.11	0.06	
D250	1	0.255	20	12	0.14	0.07	
D300	1	0.470	20	12	0.14	0.07	
D350	1	0.560	20	16	0.16	0.08	
D400	1	0.685	24	16	0.18	0.09	
D450	1	0.810	24	20	0.20	0.10	
D500	1	0.955	24	20	0.22	0.11	
D600	1	1.540	27	20	0.24	0.12	
D700	1	1.840	27	24	0.27	0.14	
D800	1	2.250	30	24	0.29	0.14	
D900	1	2.715	30	28	0.31	0.15	
D1,000	1	2.940	33	28	0.35	0.17	
D1,200	1	4.170	36	32	0.40	0.20	

[주] ① 본 품은 관의 접합부에 링 개스킷을 사용하는 볼트 체결 플랜지 접합에 적용한다.

② 본 품은 KSB 1511(철강제 관 플랜지의 기본치수)의 호칭압력 5kg/cm²를 기준한 것으로, 이 외 규격은 별도 계상한다.

주철관 절단품

(1개소당)

관경(mm)	배관공(수도)(인)	보통인부(인)
80	0.10	0.10
100	0.10	0.10
150	0.11	0.11
200	0.12	0.12
250	0.13	0.13
300	0.14	0.14
350	0.15	0.15
400	0.17	0.17
450	0.18	0.18
500	0.19	0.19
600	0.22	0.22
700	0.24	0.24
800	0.27	0.27
900	0.30	0.30
1,000	0.33	0.33
1,100	0.36	0.36
1,200	0.39	0.39

[주] ① 본 품은 주철관 절단기(규격:40.64cm)를 사용하여 절단하는 품이며 절단기 소운반품이 포함 되어 있다.

② 잡재료는 인력품의 5%로 계상하며, 연료, 커터 비용을 포함 한다.

송배수관의 마찰손실수두(摩擦損失水頭)

〈직관에서의 손실수두〉

※ 상수도시설기준 2010년판 p.831참조

비교적 긴 관로에서 관경 50mm 이하에 대해서 Weston 공식,

〈Weston 공식〉

$$H_f = \left(0.0126 + \frac{0.01739 - 0.1087d}{\sqrt{V}} \right) \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

$$Q = \frac{\pi d^2}{4} \cdot V$$

관경 75mm 이상에 대해서는 하젠·윌리엄스 공식에 준하는 외에

$$H = 10.666 \cdot C^{-1.85} \cdot D^{-4.87} \cdot Q^{1.85} \cdot L$$

펌프장 내에서와 같이 짧은 관로에 대해서는 달시·와이즈바하 (Darcy-Weisbach)식 적용

〈Darcy-Weisbach 식〉

$$hf = \lambda \frac{1}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

λ : 손실계수

일반공식은 $hf = f \frac{1}{D} \frac{v^2}{2g}$

$hf = \text{마찰수두(摩擦水頭)(m)} \ell = \text{관장(管長)(m)}$

$D = \text{관경(m)}$

$v = \text{유속(m/sec)}$ f 의 치(值)는 다음과 같다.

주철관은 신관(新管) $f = 0.02$ 고관(古管) $f = 0.04$

(f 의 치(值) 0.02 신주철관(新鑄鐵管))

v(m/s) D(m)	0.25	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00	1.20	4.00
0.05	0.036	0.031	0.0304	0.0296	0.0290	0.0285	0.0281	0.0273	0.024
0.10	0.031	0.028	0.0274	0.0268	0.0264	0.0260	0.0256	0.0252	0.023
0.20	0.028	0.026	0.0252	0.0248	0.0245	0.0243	0.0240	0.0237	0.022
0.30	0.027	0.025	0.0242	0.0239	0.0237	0.0235	0.0232	0.0230	0.022
0.40	0.026	0.024	0.0237	0.0234	0.0232	0.0230	0.0228	0.0226	0.021
0.50	0.025	0.024	0.0233	0.0230	0.0229	0.0228	0.0225	0.0222	0.021
1.00	0.024	0.023	0.0222	0.0222	0.0220	0.0219	0.0218	0.0216	0.021
2.00	0.023	0.022	0.0217	0.0215	0.0214	0.0203	0.0213	0.0212	0.020

주철관허용누수량

주철관 부설 당초의 허용 누수량으로 미국수도협회가 사용하고 있는 공식은

$$Q = \frac{n \cdot D \sqrt{P}}{3290}$$

단, $Q = \text{허용누수량}(\ell / hr)$

$n = \text{접합개소수(길이 m)}$

$D = \text{구경(mm)}$

$P = \text{부설시의 시험수압(kg/cm}^2\text{)}$

관내수량 개산표(管内水量 概算表)

단위 : ton

호칭지름 (mm)	관 연 장 (m)		
	1m당(kg)	1분당(ton)	1km당(ton)
80	5.62	0.02	5.62
100	8.56	0.04	8.56
125	13.31	0.07	13.31
150	19.1	0.1	19.1
200	33.9	0.2	33.9
250	52.66	0.32	52.66
300	75.44	0.45	75.44
350	102.3	0.61	102.3
400	132.6	0.8	132.6
450	166.83	1.0	166.83
500	205.78	1.24	205.78
600	294.98	1.77	294.98
700	400.18	2.4	400.18
800	522.7	3.14	522.7
900	660.1	3.96	660.1
1000	813.51	4.88	813.51
1100	970.69	5.82	970.69
1200	1170.31	7.02	1170.31

간선제수변(幹線制水弁)By-Pass에 의한 관만수소요시간(管滿水所要時間)

(관장(管掌) 100m당/분)

본관경(本管徑) D(mm)

By-Pass 경(徑)d(mm)

제수변수압(制水弁水壓) H(m)

By-Pass 유속(流速) $V = 8\sqrt{2gh}$

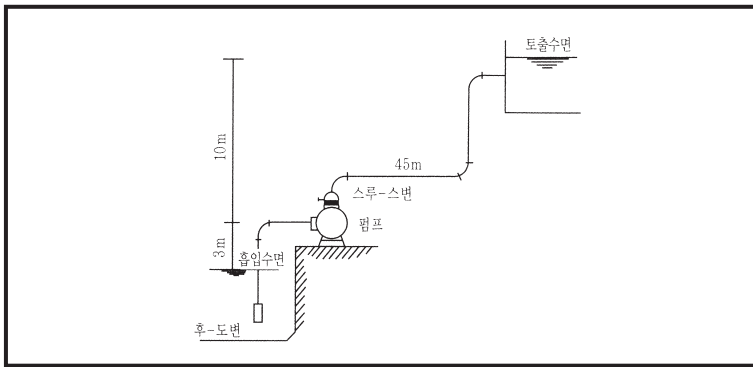
100m만수시간(滿水時間) $\frac{\pi D^2}{4} \times 100 / V \times \frac{\pi d^2}{4} \times 60$

만수시간표(滿水時間表)(100m당/분)

호칭 지름 D	제수변 By-Pass d(mm)	수압(kg/cm ²)				호칭 지름 D	제수변 By-Pass d(mm)	수압(kg/cm ²)			
		0.5	1.0	2.0	3.0			0.5	1.0	2.0	3.0
400mm	100	12분	10분	6분	10분	900mm	200	14분	10분	7분	6분
450	"	14	11	7	5	1000	"	17	12	9	7
500	"	16	12	8	6.5	1100	"	21	15	11	9
600	"	18	13	9	8	1200	250	16	12	8	6
700	150	15	11	8	6	1350	"	20	15	10	8.5
800	"	20	14	11	8	1500	300	17	13	9	7

(例) 압력3kg/cm², 900mm 제수변간(制水弁間)(만수할 관장(管長)800m
인 경우, 만수소요시간(滿水所要時間)은
(解) 6×8=48(분)

「펌프」의 전양정계산예 (全揚程計算例)



〈가정〉

펌프구경	100mm
토출구, 흡입구관경	100mm
토출량	0.85m ³ /min
흡입실양정	3m
토출실양정	10m
흡입관전장	5m
토출관전장	45m
45° 곡관	4개
후-도변(弁)(스트레-나부(付))	1개
스루-스변	1개
실양정(實揚程) $h_a = 10 + 3 = 13m$	$Q = 0.85m^3/min \approx 0.0142m^3/sec$

$$Q = Av \quad \therefore v = \frac{Q}{A} = \frac{0.0142}{0.785 \times 0.1^2} \approx 1.8m$$

$$\text{속도수두(速度水頭)} \quad hr = \frac{v^2}{2g} = \frac{1.8^2}{2 \times 9.8} \approx 0.17m$$

직관의 마찰저항

hv 는 Kutter 공식에서 $n=0.011$ 로 하면, $f \approx 0.038$

$$\therefore hv = f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} \text{ 부터}$$

$$= 0.038 \times \frac{45}{0.1} = \frac{1.8^2}{2 \times 9.8} \approx 2.9m$$

$$45^\circ \text{ 곡관의 손실수두 } hb = fb \times \frac{v^2}{2g}$$

관경 100mm인 경우 $fb = 0.06$

$$4\text{개소분의 } hb = 0.06 \times \frac{v^2}{2g} \times 4 = 0.06 \times \frac{1.8^2}{2 \times 9.8} \times 4 \approx 0.043m$$

$$\text{후-도변 } hb_1 = 2 \times \frac{v^2}{2g} = 2 \times \frac{1.8^2}{2 \times 9.8} = 0.2 \times 0.17 = 0.34m$$

$$\text{스루-스변 } hb_2 = 0.2 \times \frac{v^2}{2g} = 0.2 \times 0.17 = 0.03m$$

$$\begin{aligned} \text{전저항손실수두(全抵抗損失水頭)} \quad hf &= hv + hb + hb_1 + hb_2 \\ &= 2.9 + 0.043 + 0.34 + 0.03 \approx 3.32m \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{전양정(全揚程)} \quad H &= h_a + hr + hf = 13.0 + 0.17 + 3.32 \\ &= 16.49 \approx 17m \end{aligned}$$

고(故)로 펌프의 전양정을 17m로 한다.

원동기용량의 결정공식

$$(1) \text{ 축동력 } P = \frac{(\text{수동력})}{\eta} = \frac{0.163rQH}{\eta} \text{ (KW)}$$

$$Q : \text{양수량} \text{ m}^3 / \frac{\text{mm}}{\eta} = \frac{0.222rQH}{\eta} \text{ (H.P)}$$

H=전양정m

r : 물의 단위측정중량 kg/l (상온정수 r=1)

η : 펌프효율

$$(2) \text{ 원동기출력 } R = \frac{P \times (1 + \alpha)}{\eta} \text{ (KW)}$$

α : 여유율 전동기때 0.1

Engine때 0.2(대형)~0.25(소형)

η : 전동효율

직결때 1

평 Velt때 0.9

V Velt때 0.95

spur Gear때 0.92~0.95

Herical Gear때 0.95~0.98

$$(3) \text{ 비교회전도 } NS = \frac{N\sqrt{Q}}{H^{3/4}}$$

Q : 최고효율점의 양수량 m^3/min

(양최입(兩最入) 때는 양수량의 $1/2$)

H : 최고효율점의 전양정 m

(다단(多段)펌프 때는 1단양정(段揚程)만 적용)

N : 매분회전수(每分回轉數) $r \cdot p \cdot m$

(4) 전동기회전수

$$\text{동기속도 } No = \frac{120}{P} f$$

f : 사이클(c/r) s

P : 극수

회전자속도 $N = No(1 - S)$

S : 슬립 2~6%

Williams Hazen 공식 (1)

본 표의 계산은 윌리엄스 · 하젠(Williams Hazen)공식에 의한 것이며 공식은 다음과 같음.

$$V = 0.84935 C \cdot R^{0.63} \cdot I^{0.54} \text{ (m/sec)}$$

$$Q = AV$$

여기에 V=평균유속(m/sec)

C=유속계수

R=경심(徑深)=D/4(m)

I=동수구배(動水勾配)=h/L

h=장(長)L(m)에 대한 마찰손실수두(m)

D=관내경(m)

Q=유량

A=관단면적=유적(流積)(m^2)

상식(上式)에서 C는 유속계수로서 본표에서는

C=100 C=130에 대하여서만 계산하였음.

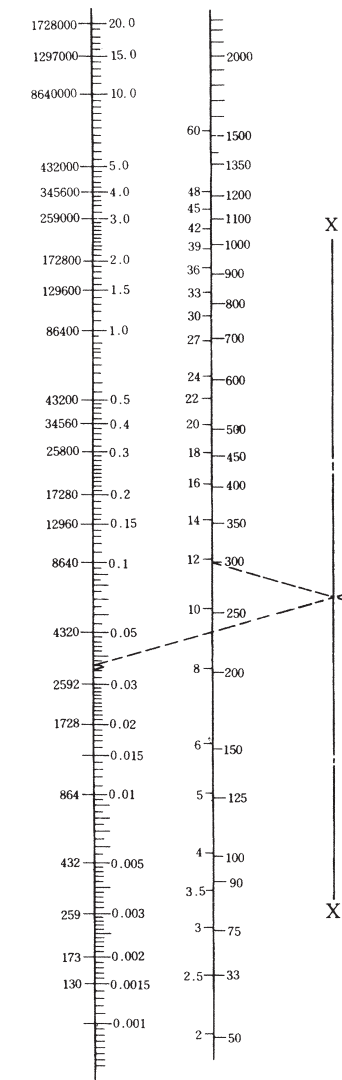
Williams Hazen 공식 (2)

유량 Q

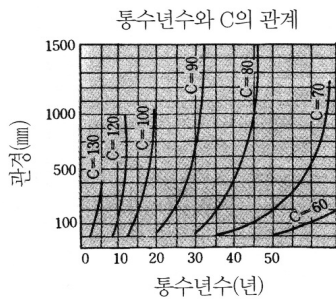
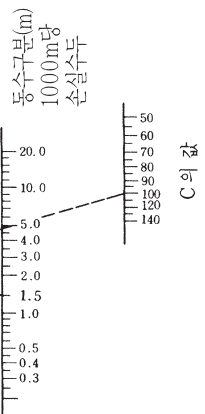
m³/day(m³/sec) (IN)(mm)

유량 Q

m³/day(m³/sec) (IN)(mm)

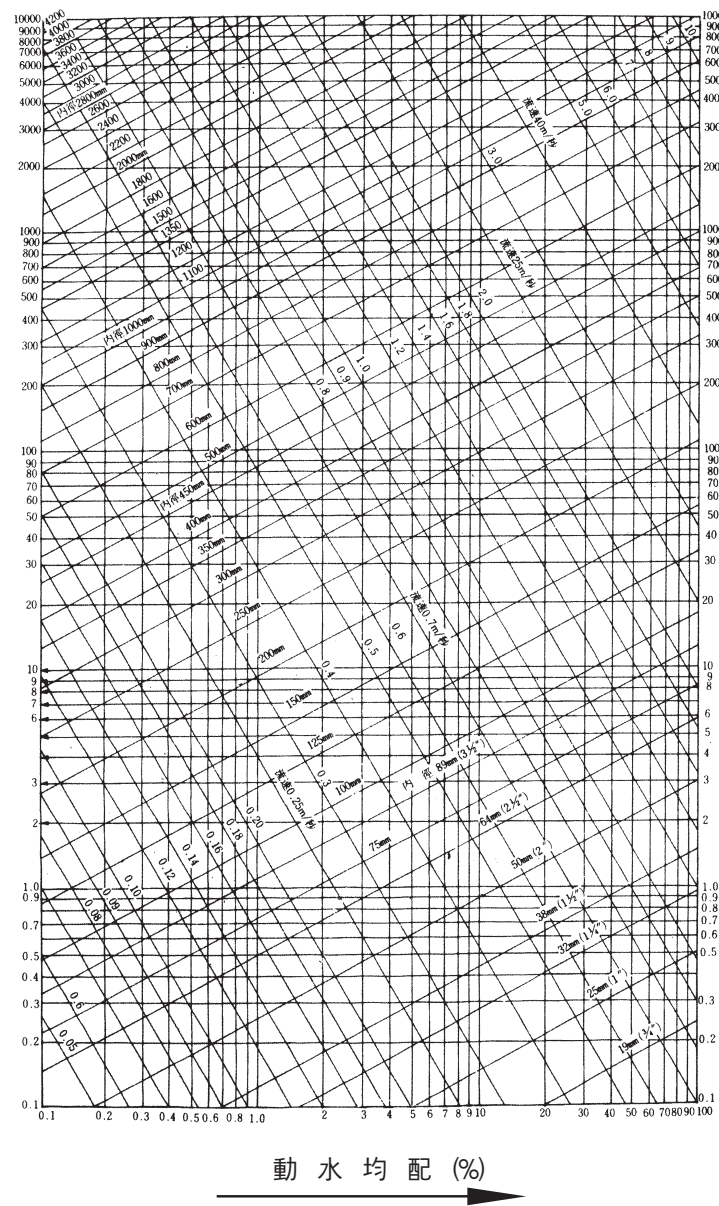


(해) 그림에서 15년후의 관경 300mm
와 구분 1.5를 연결하는 선과
X-X선과의 교점과 C=100을
연결하는 직선상에 유량
Q=0.035m³/sec를 구할 수 있다



Williams Hazen 공식에 의한 유량표

(C=100)



유량표

D=100m/m

A=0.0785m²
R=0.025m

I x / 1000	C=100			C=130		
	V	Q		V	Q	
	m/sec	m ³ /sec	m ³ /day	m/sec	m ³ /sec	m ³ /day
1.0	0.199	0.00156	134.784	0.259	0.00203	175.392
1.2	0.220	0.00172	148.608	0.286	0.00224	193.536
1.4	0.239	0.00187	161.568	0.310	0.00243	209.952
1.6	0.257	0.00201	173.664	0.334	0.00262	226.368
1.8	0.273	0.00214	184.896	0.356	0.00279	241.056
2.0	0.289	0.00226	195.264	0.376	0.00295	254.880
2.5	0.327	0.00256	222.184	0.425	0.00333	287.712
3.0	0.360	0.00282	243.684	0.469	0.00368	317.952
3.5	0.392	0.00307	265.248	0.509	0.00399	344.736
4.0	0.421	0.00330	285.120	0.548	0.00430	371.520
4.5	0.449	0.00352	304.128	0.584	0.00458	395.712
5.0	0.475	0.00372	321.408	0.618	0.00485	419.040
6.0	0.524	0.00411	355.104	0.682	0.00535	462.240
7.0	0.570	0.00447	386.208	0.741	0.00581	501.984
8.0	0.612	0.00480	414.720	0.796	0.00624	539.136
9.0	0.653	0.00512	442.368	0.849	0.00666	575.424
10.0	0.691	0.00542	468.288	0.898	0.00704	608.256
12.0	0.736	0.00577	498.528	0.991	0.00777	671.328
14.0	0.829	0.00650	561.600	1.077	0.00845	730.080
16.0	0.890	0.00698	603.072	1.157	0.00908	784.512
18.0	0.949	0.00744	642.816	1.234	0.00968	836.352
20.0	1.005	0.00788	680.832	1.306	0.01025	885.600
24.0	1.109	0.00870	751.680	1.442	0.01131	977.184
28.0	1.205	0.00945	816.480	1.567	0.01230	1,062.720
30.0	1.251	0.00982	848.448	1.626	0.01276	1,102.464
35.0	1.360	0.01067	921.888	1.768	0.01387	1,198.368
40.0	1.461	0.01146	990.144	1.399	0.01490	1,287.360
45.0	1.557	0.01222	1,055.808	2.025	0.01589	1,372.896
50.0	1.648	0.01293	1,117.152	2.143	0.01682	1,453.248
60.0	1.819	0.01427	1,232.928	2.365	0.01856	1,603.584
70.0	1.977	0.01551	1,340.064	2.571	0.02018	1,743.552
80.0	2.124	0.01667	1,440.288	2.762	0.02168	1,873.152
90.0	2.264	0.01777	1,535.328	2.944	0.02311	1,996.704
100.0	2.397	0.01881	1,625.184	3.116	0.02446	2,113.344

D=150m/m

A=0.01767m²
R=0.0375m

I x / 1000	C=100			C=130		
	V	Q		V	Q	
	m/sec	m ³ /sec	m ³ /day	m/sec	m ³ /sec	m ³ /day
1.0	0.257	0.00454	392.256	0.334	0.00590	509.760
1.2	0.284	0.00501	432.864	0.369	0.00652	563.328
1.4	0.308	0.00544	470.016	0.401	0.00708	611.712
1.6	0.331	0.00584	504.576	0.431	0.00761	657.504
1.8	0.353	0.00623	538.272	0.459	0.00811	700.704
2.0	0.374	0.00660	570.240	0.486	0.00858	741.312
2.5	0.422	0.00745	643.680	0.549	0.00970	838.080
3.0	0.466	0.00823	711.072	0.606	0.01070	924.480
3.5	0.506	0.00894	772.416	0.658	0.01162	1,003.968
4.0	0.544	0.00961	830.304	0.707	0.01249	1,079.136
4.5	0.580	0.01024	884.736	0.754	0.01332	1,150.848
5.0	0.614	0.01084	936.576	0.798	0.01410	1,218.240
6.0	0.677	0.01196	1,033.344	0.881	0.01556	1,344.384
7.0	0.736	0.01300	1,123.200	0.957	0.01691	1,461.024
8.0	0.791	0.01397	1,207.008	1.029	0.01818	1,570.752
9.0	0.843	0.01489	1,286.496	1.096	0.01936	1,672.704
10.0	0.893	0.01577	1,362.528	1.160	0.02049	1,770.336
12.0	1.043	0.01842	1,591.488	1.280	0.02261	1,953.504
14.0	1.070	0.01890	1,632.960	1.392	0.02459	2,124.576
16.0	1.150	0.02032	1,755.648	1.495	0.02641	2,281.824
18.0	1.226	0.02166	1,871.424	1.594	0.02816	2,433.024
20.0	1.297	0.02291	1,979.424	1.687	0.02980	2,574.720
24.0	1.432	0.02532	2,187.648	1.862	0.03290	2,842.560
28.0	1.557	0.02751	2,376.864	2.024	0.03576	3,089.664
30.0	1.615	0.02853	2,464.992	2.100	0.03710	3,205.440
35.0	1.756	0.03102	2,680.128	2.283	0.04034	3,485.376
40.0	1.887	0.03334	2,880.576	2.453	0.04334	3,744.576
45.0	2.011	0.03553	3,069.792	2.615	0.04620	3,991.680
50.0	2.128	0.03760	3,248.640	2.767	0.04889	4,224.096
60.0	2.350	0.04152	3,587.328	3.055	0.05398	4,663.872
70.0	2.544	0.04512	3,898.368	3.320	0.05866	5,068.224
80.0	2.774	0.04848	4,188.672	3.567	0.06302	5,444.928
90.0	2.924	0.05166	4,463.424	3.801	0.06716	5,802.624
100.0	3.096	0.05470	4,726.080	4.025	0.07112	6,144.768

D=200m/m

A=0.03142m²
R=0.05m

I x / 1000	C=100			C=130		
	V	Q		V	Q	
	m/sec	m ³ /sec	m ³ /day	m/sec	m ³ /sec	m ³ /day
0.5	0.212	0.00666	575.424	0.275	0.00864	746.496
0.6	0.234	0.00735	635.040	0.304	0.00955	825.120
0.8	0.273	0.00857	740.448	0.355	0.01115	963.360
1.0	0.308	0.00967	835.488	0.401	0.01259	1,087.776
1.2	0.340	0.01068	922.752	0.442	0.01388	1,199.232
1.4	0.369	0.01159	1,001.376	0.480	0.01508	1,302.912
1.6	0.397	0.01247	1,077.408	0.516	0.01621	1,400.544
1.8	0.423	0.01329	1,148.256	0.550	0.01718	1,492.992
2.0	0.448	0.01407	1,215.648	0.582	0.01828	1,579.392
2.5	0.505	0.01586	1,370.304	0.657	0.02064	1,783.296
3.0	0.558	0.01753	1,514.592	0.725	0.02277	1,967.328
3.5	0.606	0.01904	1,645.056	0.788	0.02475	2,138.400
4.0	0.652	0.02048	1,769.472	0.847	0.02661	2,299.104
4.5	0.694	0.02180	1,883.520	0.903	0.02837	2,451.168
5.0	0.735	0.02309	1,994.976	0.956	0.03003	2,598.592
6.0	0.811	0.02548	2,201.472	1.055	0.03314	2,863.296
7.0	0.882	0.02771	2,394.144	1.146	0.03600	3,110.400
8.0	0.948	0.02978	2,741.472	1.232	0.03870	3,343.680
9.0	1.010	0.03173	2,572.992	1.313	0.04125	3,564.000
10.0	1.069	0.03358	2,901.312	1.390	0.04367	3,773.088
12.0	1.180	0.03707	3,202.848	1.534	0.04819	4,163.616
14.0	1.282	0.04028	3,480.192	1.667	0.05237	4,524.768
16.0	1.377	0.04326	3,737.664	1.790	0.05624	4,859.136
18.0	1.469	0.04615	3,987.360	1.909	0.05998	5,182.272
20.0	1.554	0.04882	4,218.048	2.021	0.06349	5,485.536
22.0	1.637	0.05143	4,443.552	2.128	0.06686	5,776.704
24.0	1.716	0.05391	4,657.824	2.230	0.07006	6,053.184
26.0	1.791	0.05627	4,861.728	2.328	0.07314	6,319.296
28.0	1.865	0.05859	5,062.176	2.424	0.07616	6,580.224
30.0	1.935	0.06079	5,252.256	2.515	0.07902	6,827.328
35.0	2.103	0.06607	5,708.448	2.734	0.08590	7,421.760
40.0	2.260	0.07100	6,134.400	2.933	0.09231	7,975.584
45.0	2.409	0.07569	6,539.616	3.132	0.09840	8,501.760
50.0	2.550	0.08012	6,922.368	3.315	0.10415	8,998.560

D=250m/m

A=0.04909m²
R=0.0625m

I x / 1000	C=100			C=130		
	V	Q		V	Q	
	m/sec	m ³ /sec	m ³ /day	m/sec	m ³ /sec	m ³ /day
1.0	0.355	0.01742	1,505.088	0.401	0.02263	1,955.232
1.2	0.391	0.01919	1,658.016	0.509	0.02498	2,158.272
1.6	0.457	0.02243	1,937.952	0.595	0.02920	2,522.880
1.8	0.487	0.02390	2,064.960	0.634	0.03112	2,688.768
2.0	0.516	0.02533	2,188.512	0.671	0.03293	2,845.152
2.5	0.582	0.02857	2,468.448	0.757	0.03716	3,210.024
3.0	0.642	0.03151	2,727.464	0.835	0.04099	3,541.536
3.5	0.698	0.03426	2,960.064	0.908	0.04457	3,850.848
4.0	0.750	0.03681	3,180.384	0.975	0.04786	4,135.104
4.5	0.800	0.03927	3,392.928	1.040	0.05105	4,410.720
5.0	0.846	0.04153	3,588.192	1.101	0.05404	4,669.056
6.0	0.934	0.04585	3,961.440	1.214	0.05959	5,148.576
7.0	1.015	0.04982	4,304.448	1.310	0.06479	5,597.856
8.0	1.091	0.05355	4,626.720	1.418	0.06960	6,013.440
9.0	1.163	0.05709	4,932.576	1.512	0.07422	6,412.608
10.0	1.231	0.06042	5,220.288	1.600	0.07854	6,785.856
12.0	1.358	0.06666	5,759.424	1.766	0.08669	7,490.016
14.0	1.476	0.07245	6,259.680	1.919	0.09420	8,138.880
16.0	1.585	0.07780	6,721.920	2.061	0.10117	8,741.088
18.0	1.691	0.08391	7,247.824	2.198	0.10789	9,321.696
20.0	1.789	0.08782	7,587.648	2.326	0.11418	9,865.152
22.0	1.884	0.09248	7,990.272	2.449	0.12022	10,387.008
24.0	1.975	0.09695	8,376.480	2.567	0.12601	10,887.264
26.0	2.062	0.10122	8,745.408	2.680	0.13156	11,366.784
28.0	2.147	0.10539	9,105.690	2.790	0.13696	11,833.344
30.0	2.228	0.10937	9,449.568	2.896	0.14216	12,282.624
35.0	2.422	0.11889	10,272.096	3.148	0.15453	13,351.392
40.0	2.602	0.12773	11,035.872	3.383	0.16607	14,348.448
45.0	2.774	0.13617	11,765.088	3.606	0.17701	15,293.664
50.0	2.935	0.14407	12,447.648	3.816	0.18732	16,184.448

D=300m/m

A=0.07069m²
R=0.075m

I x/ 1000	C=100			C=130		
	V	Q		V	Q	
	m/sec	m ³ /sec	m ³ /day	m/sec	m ³ /sec	m ³ /day
1.0	0.398	0.02813	2,430.432	0.517	0.03654	3,157.056
1.2	0.439	0.03103	2,680.992	0.571	0.04036	3,487.104
1.6	0.513	0.03626	3,132.864	0.667	0.04715	4,073.760
1.8	0.547	0.03866	3,340.224	0.711	0.05026	4,342.464
2.0	0.579	0.04092	3,535.488	0.752	0.05315	4,592.160
2.5	0.653	0.04616	3,988.224	0.849	0.06001	5,184.864
3.0	0.720	0.05089	4,396.896	0.937	0.06623	5,722.272
3.5	0.783	0.05535	4,782.240	1.018	0.07196	6,217.344
4.0	0.842	0.05952	5,142.528	1.094	0.07733	6,681.312
4.5	0.897	0.06340	5,477.760	1.166	0.08242	7,121.088
5.0	0.949	0.06708	5,795.712	1.234	0.08723	7,536.672
6.0	1.048	0.07408	6,400.512	1.362	0.09627	8,317.728
7.0	1.139	0.08051	6,956.064	1.480	0.10462	9,039.168
8.0	1.224	0.08652	7,475.328	1.591	0.11246	9,716.544
9.0	1.304	0.09217	7,963.488	1.696	0.11989	10,358.496
10.0	1.381	0.09762	8,434.368	1.795	0.12688	10,962.432
12.0	1.524	0.10773	9,307.872	1.981	0.14003	12,098.592
14.0	1.656	0.11706	10,113.984	2.153	0.15219	13,149.216
16.0	1.778	0.12568	10,858.752	2.312	0.16343	14,120.352
18.0	1.897	0.13409	11,585.376	2.466	0.17432	15,061.248
20.0	2.007	0.14187	12,257.568	2.609	0.18443	15,934.752
22.0	2.114	0.14943	12,910.752	2.747	0.19418	16,777.152
24.0	2.215	0.15657	13,527.648	2.879	0.20351	17,583.264
26.0	2.313	0.16350	14,126.400	3.007	0.21256	18,365.184
28.0	2.408	0.17022	14,707.008	3.130	0.22125	19,116.000
30.0	2.499	0.17665	15,262.560	3.248	0.22960	19,837.440
35.0	2.716	0.19199	16,587.936	3.531	0.24960	21,565.440
40.0	2.919	0.20634	17,827.776	3.794	0.26819	23,171.616
45.0	3.111	0.21991	19,000.224	4.045	0.28594	24,705.216
50.0	3.292	0.23271	20,106.144	4.280	0.30255	26,140.320

D=350m/m

A=0.09621m²
R=0.0875m

I x/ 1000	C=100			C=130		
	V	Q		V	Q	
	m/sec	m ³ /sec	m ³ /day	m/sec	m ³ /sec	m ³ /day
0.5	0.30,2	0.02905	2,509.920	0.392	0.03771	3,258.144
0.6	0.333	0.03203	2,767.392	0.433	0.04165	3,598.560
0.8	0.389	0.03742	3,233.088	0.505	0.04858	4,197.312
1.0	0.439	0.04223	3,648.672	0.570	0.05483	4,737.312
1.2	0.484	0.04656	4,022.784	0.629	0.06051	5,228.064
1.4	0.526	0.05060	4,371.840	0.684	0.06580	5,685.120
1.6	0.565	0.05435	4,695.840	0.735	0.07071	6,109.344
1.8	0.603	0.05801	5,012.064	0.784	0.07542	6,516.288
2.0	0.638	0.06138	5,303.232	0.829	0.07975	6,890.400
2.5	0.720	0.06927	5,984.928	0.936	0.09005	7,780.320
3.0	0.794	0.07639	6,600.096	1.033	0.09938	8,586.432
3.5	0.863	0.08302	7,172.928	1.122	0.10794	9,326.016
4.0	0.928	0.08928	7,713.792	1.206	0.11602	10,024.128
4.5	0.989	0.09515	8,220.960	1.285	0.12362	10,680.768
5.0	1.047	0.10073	8,703.072	1.361	0.13094	11,313.216
6.0	1.155	0.11112	9,600.768	1.502	0.14450	12,484.800
7.0	1.255	0.12074	10,431.936	1.632	0.15701	13,565.664
8.0	1.349	0.12978	11,212.992	1.754	0.16875	14,580.000
9.0	1.438	0.13834	11,952.576	1.869	0.17981	15,535.584
10.0	1.522	0.14643	12,651.552	1.979	0.19039	16,449.696
12.0	1.679	0.16153	13,956.192	2.183	0.21002	18,145.728
14.0	1.825	0.17558	15,170.112	2.373	0.22830	19,725.120
16.0	1.960	0.18857	16,292.448	2.548	0.24514	21,180.096
18.0	2.091	0.2017	17,381.088	2.718	0.26149	22,592.736
20.0	2.212	0.21282	18,336.784	2.876	0.27669	23,906.016
22.0	2.330	0.22416	19,367.424	3.029	0.29142	25,178.688
24.0	2.442	0.23494	20,298.816	3.174	0.30537	26,383.968
26.0	2.550	0.24533	21,196.512	3.314	0.31883	27,546.912
28.0	2.654	0.25534	22,061.376	3.450	0.33192	28,677.888
30.0	2.754	0.26496	22,892.544	3.581	0.34452	29,766.528
35.0	2.994	0.28805	24,887.520	3.892	0.37444	32,351.616
40.0	3.217	0.30950	26,740.800	4.183	0.40244	34,770.816
45.0	3.430	0.33000	28,512.000	4.459	0.42900	37,065.600
50.0	3.629	0.34914	30,165.696	4.718	0.45391	39,217.824

D=400m/m

A=0.012566m²
R=0.01m

I x / 1000	C=100			C=130		
	V	Q		V	Q	
	m/sec	m ³ /sec	m ³ /day	m/sec	m ³ /sec	m ³ /day
0.5	0.328	0.0412	3,559,680	0.427	0.05365	4,635.360
0.7	0.393	0.0493	4,259,520	0.511	0.06421	5,547.744
0.8	0.423	0.0531	4,587,840	0.550	0.06911	5,971.104
0.9	0.451	0.0566	4,890,240	0.586	0.07363	6,361.632
1.0	0.477	0.0599	5,175,360	0.620	0.07790	6,730.560
1.2	0.526	0.0660	5,702,400	0.685	0.08607	7,436.448
1.4	0.572	0.0718	6,203,520	0.744	0.09349	8,077.536
1.6	0.615	0.0772	6,670,080	0.800	0.10052	8,684.928
1.8	0.656	0.0824	7,119,360	0.852	0.10706	9,249.984
2.0	0.694	0.0872	7,534,030	0.902	0.11334	9,792.576
2.2	0.731	0.0918	7,931,520	0.950	0.11937	10,313.568
2.4	0.766	0.0962	8,311,680	0.996	0.12515	10,812.960
2.6	0.800	0.1005	8,683,200	1.040	0.13068	11,290.752
2.8	0.832	0.1045	9,028,800	1.082	0.13596	11,746.944
3.0	0.864	0.1085	9,374,400	1.123	0.14111	12,191.904
3.5	0.939	0.1179	10,186,560	1.221	0.15343	13,256.352
4.0	1.009	0.1267	10,946,880	1.312	0.16486	14,243.904
5.0	1.139	0.1431	12,363,840	1.480	0.18597	16,067.808
6.0	1.256	0.1578	13,633,920	1.633	0.20520	17,729.280
7.0	1.365	0.1715	14,817,600	1.775	0.22304	19,270.656
8.0	1.467	0.1843	15,923,520	1.908	0.23975	20,714.400
9.0	1.564	0.1965	16,977,600	2.033	0.25546	22,071.744
10.0	1.656	0.2080	17,971,200	2.152	0.27042	23,364.288
12.0	1.827	0.2295	19,828,800	2.375	0.29844	25,785.216
14.0	1.985	0.2494	21,548,160	2.581	0.32432	28,021.248
16.0	2.134	0.2681	23,163,840	2.774	0.34858	30,117.312
18.0	2.274	0.2857	24,684,480	2.957	0.37157	32,103.648
20.0	2.407	0.3024	26,127,360	3.129	0.39319	33,971.616
22.0	2.534	0.3184	27,569,760	3.295	0.41404	35,773.056
24.0	2.656	0.3337	28,831,680	3.453	0.43390	37,488.960
26.0	2.774	0.3485	30,110,400	3.606	0.45312	39,149.568
28.0	2.887	0.3627	31,337,280	3.753	0.47160	40,746.240
30.0	2.996	0.3764	32,520,960	3.895	0.48944	42,287.616
40.0	3.490	0.4385	37,886,400	4.550	0.57175	49,399.200

D=450m/m

A=0.15904m²
R=0.1125m

I x / 1000	C=100			C=130		
	V	Q		V	Q	
	m/sec	m ³ /sec	m ³ /day	m/sec	m ³ /sec	m ³ /day
0.5	0.353	0.0561	4,847,040	0.459	0.07299	6,306.336
0.6	0.390	0.0620	5,356,800	0.507	0.08063	6,966.432
0.8	0.455	0.0723	6,246,720	0.592	0.09415	8,134.560
1.0	0.514	0.0817	7,058,880	0.668	0.10623	9,178.272
1.2	0.567	0.0901	7,784,640	0.737	0.11721	10,126.944
1.4	0.616	0.0979	8,458,560	0.801	0.12739	11,006.496
1.6	0.662	0.1052	9,089,280	0.861	0.13693	11,830.752
1.8	0.706	0.1122	9,694,080	0.918	0.14599	12,613.536
2.0	0.747	0.1188	10,264,320	0.971	0.15442	13,341.888
2.2	0.787	0.1251	10,808,640	1.023	0.16269	14,056.416
2.4	0.825	0.1312	11,335,680	1.072	0.17049	14,730.336
2.6	0.861	0.1369	11,828,160	1.120	0.17812	15,389.568
2.8	0.896	0.1424	12,303,360	1.165	0.18528	16,008.192
3.0	0.930	0.1479	12,778,560	1.210	0.19243	16,625.952
3.5	1.011	0.1607	13,884,480	1.314	0.20897	18,055.008
4.0	1.087	0.1728	14,929,920	1.413	0.22472	19,415.808
4.5	1.158	0.1841	15,906,240	1.506	0.23951	20,693.664
5.0	1.226	0.1949	16,839,360	1.594	0.25350	21,902.400
6.0	1.353	0.2151	18,584,640	1.759	0.27975	24,170.400
7.0	1.470	0.2337	20,191,680	1.911	0.30392	26,258.688
8.0	1.580	0.2512	21,703,680	2.054	0.32666	28,223.424
9.0	1.684	0.2678	23,137,920	2.189	0.34813	30,078.432
10.0	1.783	0.2835	24,494,400	2.318	0.36865	31,851.360
12.0	1.967	0.3128	27,025,920	2.557	0.40666	35,135.424
14.0	2.138	0.3400	29,376,000	2.779	0.44197	38,186.208
16.0	2.298	0.3654	31,570,560	2.987	0.47505	41,044.320
18.0	2.449	0.3894	33,644,160	3.184	0.50638	43,751.232
20.0	2.591	0.4120	35,596,800	3.369	0.53580	46,293.120
22.0	2.729	0.4340	37,497,600	3.548	0.56427	48,752.928
24.0	2.860	0.4548	39,294,720	3.719	0.59146	51,102.144
26.0	2.287	0.4750	41,040,000	3.883	0.61755	53,356.320
28.0	3.109	0.4944	42,716,160	4.041	0.64268	55,527.552
30.0	3.226	0.5130	44,323,200	4.194	0.66701	57,629.664
40.0	3.768	0.5992	51,770,800	4.899	0.77913	67,316.832

D=500m/m

A=0.19635m²
R=0.125m

I x/ 1000	C=100			C=130		
	V	Q		V	Q	
	m/sec	m ³ /sec	m ³ /day	m/sec	m ³ /sec	m ³ /day
0.5	0.378	0.0742	6,410.880	0.491	0.09640	8,328.960
0.6	0.417	0.0818	7,067.520	0.542	0.10642	9,194.688
0.8	0.487	0.0956	8,259.840	0.633	0.12428	10,737.792
1.0	0.549	0.1077	9,305.280	0.714	0.14019	12,112.416
1.2	0.606	0.1189	10,272.960	0.788	0.15472	13,367.808
1.4	0.659	0.1293	11,171.520	0.856	0.16807	14,521.248
1.6	0.708	0.1390	12,009.600	0.921	0.18083	15,623.712
1.8	0.755	0.1482	12,804.480	0.981	0.19261	16,641.504
2.0	0.799	0.1568	13,547.520	1.038	0.20381	17,609.1841
2.2	0.841	0.1651	14,264.640	1.093	0.21461	18,542.304
2.4	0.882	0.1731	14,955.840	1.146	0.22501	19,440.864
2.6	0.920	0.1806	15,603.840	1.197	0.23503	20,306.592
2.8	0.958	0.1881	16,251.840	1.246	0.24465	21,137.760
3.0	0.995	0.1953	16,873.920	1.293	0.25388	21,935.232
3.5	1.081	0.2122	18,334.080	1.405	0.27587	23,835.168
4.0	1.162	0.2281	19,707.840	1.510	0.29648	25,615.872
4.5	1.238	0.2430	20,995.200	1.609	0.31592	27,295.488
5.0	1.311	0.2574	22,239.360	1.704	0.33458	28,907.712
6.0	1.466	0.2839	24,528.960	1.880	0.36913	31,892.832
7.0	1.572	0.3086	26,663.040	2.043	0.40114	34,658.496
8.0	1.689	0.3316	28,650.240	2.196	0.43118	37,253.952
9.0	1.800	0.3534	30,533.760	2.340	0.45945	39,696.480
10.0	1.906	0.3742	32,330.880	2.477	0.48635	42,020.640
12.0	2.103	0.4129	35,674.560	2.734	0.53682	46,381.248
14.0	2.285	0.4486	38,759.040	2.971	0.58335	50,401.440
16.0	2.456	0.4822	41,662.070	3.193	0.62694	54,167.616
18.0	2.618	0.5140	44,409.600	3.403	0.66817	57,729.888
20.0	2.770	0.5438	46,984.320	3.601	0.70705	61,089.120
22.0	2.917	0.5727	49,481.280	3.792	0.74455	64,329.120
24.0	3.058	0.6004	51,874.560	3.975	0.78049	67,434.336
26.0	3.193	0.6269	54,164.160	4.151	0.81504	70,419.456
28.0	3.323	0.6524	56,367.360	4.320	0.84823	73,287.072
30.0	3.448	0.6770	58,492.800	4.483	0.88023	76,051.872
40.0	4.028	0.7908	68,325.120	5.237	1.02828	88,843.392

D=600m/m

A=0.28274m²
R=0.15m

I x/ 1000	C=100			C=130		
	V	Q		V	Q	
	m/sec	m ³ /sec	m ³ /day	m/sec	m ³ /sec	m ³ /day
0.5	0.424	0.1198	10,350.720	0.551	0.15578	13,459.392
0.6	0.468	0.1323	11,430.720	0.608	0.17190	14,852.160
0.8	0.546	0.1543	13,331.520	0.710	0.20074	17,343.936
1.0	0.616	0.1741	15,042.240	0.891	0.22047	19,567.008
1.2	0.680	0.1922	16,606.080	0.884	0.24994	21,594.816
1.4	0.739	0.2089	18,048.960	0.960	0.27143	23,451.552
1.7	0.794	0.2244	19,388.160	1.033	0.29207	25,234.848
1.8	0.846	0.2391	20,658.240	1.100	0.31101	26,871.264
2.0	0.896	0.2533	21,885.120	1.165	0.32939	28,459.296
2.2	0.943	0.2666	23,034.340	1.226	0.34663	29,948.832
2.4	0.989	0.2796	24,157.440	1.286	0.36360	31,415.040
2.6	1.032	0.2917	25,202.880	1.342	0.37943	32,782.752
2.8	0.175	0.3039	26,256.960	1.397	0.39498	34,126.272
3.0	1.115	0.3152	27,233.280	1.450	0.40997	35,421.408
3.5	1.212	0.3426	29,600.640	1.576	0.44559	38,498.976
4.0	1.303	0.3684	31,829.760	1.694	0.47896	41,382.144
4.5	1.388	0.3924	33,903.360	1.805	0.51034	44,093.376
5.0	1.470	0.4156	35,907.840	1.911	0.54031	46,682.784
6.0	1.622	0.4586	39,623.040	2.109	0.59629	51,519.456
7.0	1.763	0.4984	43,061.760	2.292	0.64804	55,990.656
8.0	1.895	0.5357	46,284.480	2.463	0.69638	60,167.232
9.0	2.019	0.5708	49,317.120	2.625	0.74219	64,125.216
10.0	2.137	0.6042	52,202.880	2.779	0.78573	67,887.062
12.0	2.358	0.6667	57,602.880	3.066	0.86688	74,898.432
14.0	2.563	0.7246	62,605.440	3.332	0.94208	81,395.712
16.0	2.755	0.7789	67,296.960	3.582	1.01277	87,503.328
18.0	2.936	0.8301	71,720.640	3.817	1.07921	93,243.744
20.0	3.107	0.8784	75,893.760	4.039	1.14198	98,667.072
22.4	3.272	0.9251	79,928.640	4.254	1.20277	103,919.328
24.0	3.429	0.9695	83,764.800	4.458	1.26045	108,902.880
26.0	3.581	1.0124	87,471.360	4.655	1.31615	113,715.360
28.0	3.727	1.0537	91,039.680	4.845	1.36987	118,356.768
30.0	3.868	1.0936	94,487.040	5.028	1.42161	122,827.104
40.0	4.518	1.2774	110,367.360	5.873	1.66053	143,469.792

D=700m/m

A=0.38485m²
R=0.175m

I x/ 1000	C=100			C=130		
	V	Q		V	Q	
	m/sec	m ³ /sec	m ³ /day	m/sec	m ³ /sec	m ³ /day
0.40	0.414	0.1593	13,763.520	0.538	0.207	17,884.800
0.45	0.441	0.1697	14,662.080	0.573	0.220	19,008.000
0.50	0.467	0.1797	15,526.080	0.607	0.233	20,131.200
0.60	0.515	0.1981	17,115.840	0.670	0.257	22,204.800
0.70	0.560	0.2155	18,619.200	0.728	0.280	24,192.000
0.80	0.602	0.2316	20,010.240	0.782	0.300	25,920.000
0.90	0.641	0.2466	21,306.240	0.834	0.320	27,648.000
1.00	0.679	0.2613	22,576.320	0.883	0.339	29,289.600
1.20	0.749	0.2882	24,900.480	0.974	0.394	32,313.600
1.40	0.814	0.3132	27,060.480	1.059	0.407	35,164.800
1.60	0.875	0.3367	29,090.880	1.138	0.437	37,756.800
1.80	0.933	0.3590	31,017.600	1.213	0.466	40,262.400
2.00	0.987	0.3798	32,814.720	1.284	0.494	42,681.600
2.50	1.114	0.4287	37,039.680	1.448	0.557	48,124.800
3.00	1.229	0.4729	40,858.560	1.598	0.614	53,049.600
3.50	1.336	0.5141	44,418.240	1.737	0.668	57,715.200
4.00	1.464	0.5526	47,744.640	1.867	0.718	62,035.200
4.50	1.530	0.5888	50,872.320	1.989	0.765	66,096.000
5.00	1.620	0.6234	53,861.760	2.106	0.810	69,984.000
6.00	1.788	0.6881	59,451.840	2.324	0.894	77,241.600
7.00	1.943	0.7477	64,601.280	2.526	0.972	83,980.800
8.00	2.088	0.8035	69,442.400	2.715	1.044	90,201.600
9.00	2.225	0.8562	73,975.680	2.893	1.113	96,163.200
10.00	2.356	0.9067	78,338.880	3.063	1.178	101,779.200
11.00	2.480	0.9544	82,460.160	3.224	1.240	107,136.000
12.00	2.559	1.0002	86,417.280	3.379	1.300	112,320.000
13.00	2.714	1.0444	90,236.160	3.528	1.357	117,244.800
14.00	2.825	1.0872	93,934.080	3.672	1.413	122,083.200
15.00	2.931	1.1279	97,450.560	3.811	1.466	126,662.400
16.00	3.036	1.1684	100,949.760	3.947	1.519	131,241.600
17.00	3.138	1.2076	104,336.640	4.080	1.570	135,648.000
18.00	3.236	1.2453	107,593.920	4.207	1.619	139,881.600
19.00	3.332	1.2823	110,790.720	4.331	1.666	143,942.400
20.00	3.424	1.3177	113,849.280	4.452	1.713	148,003.200

D=800m/m

A=0.50266m²
R=0.2m

I x/ 1000	C=100			C=130		
	V	Q		V	Q	
	m/sec	m ³ /sec	m ³ /day	m/sec	m ³ /sec	m ³ /day
0.40	0.450	0.226	19,526.400	0.585	0.294	25,401.600
0.45	0.480	0.241	20,822.400	0.623	0.313	27,043.200
0.50	0.508	0.255	22,032.000	0.660	0.331	28,598.400
0.60	0.560	0.281	24,278.400	0.729	0.366	31,622.400
0.70	0.609	0.306	26,438.400	0.792	0.398	34,387.200
0.80	0.654	0.328	28,339.200	0.851	0.427	36,892.800
0.90	0.698	0.350	30,240.000	0.907	0.455	39,312.000
1.00	0.739	0.371	32,054.400	0.960	0.482	41,644.800
1.20	0.815	0.409	35,337.600	1.060	0.532	45,964.800
1.40	0.885	0.444	38,361.600	1.151	0.578	49,939.200
1.60	0.952	0.478	41,299.200	1.238	0.622	53,740.800
1.80	1.015	0.510	44,064.000	1.319	0.663	57,283.200
2.00	1.074	0.539	46,589.600	1.396	0.701	60,566.400
2.50	1.211	0.608	52,531.200	1.575	0.791	68,342.400
3.00	1.337	0.672	58,060.800	1.738	0.873	75,427.200
3.50	1.453	0.730	63,072.000	1.889	0.949	81,993.600
4.00	1.562	0.785	67,824.000	2.030	1.020	88,128.000
4.50	1.664	0.836	72,230.400	2.164	1.087	93,916.800
5.00	1.762	0.885	76,464.000	2.291	1.151	99,446.400
6.00	1.944	0.977	84,412.800	2.528	1.270	109,728.000
7.00	2.113	1.062	91,756.800	2.747	1.380	119,232.000
8.00	2.271	1.141	98,582.400	2.952	1.483	128,131.200
9.00	2.420	1.216	105,062.400	3.147	1.581	136,598.400
10.00	2.562	1.287	111,296.800	3.331	1.674	144,633.600
11.00	2.697	1.355	117,072.000	3.506	1.762	152,236.800
12.00	2.827	1.421	122,774.400	3.675	1.847	159,580.800
13.00	2.952	1.488	128,131.200	3.837	1.928	166,579.200
14.00	3.072	1.544	133,401.600	3.994	2.007	173,404.800
15.00	3.188	1.602	138,412.800	4.145	2.083	179,971.200
16.00	3.302	1.659	143,337.600	4.293	2.157	186,364.800
17.00	3.413	1.715	148,176.000	4.437	2.230	192,672.000
18.00	3.519	1.768	152,755.200	4.575	2.299	198,633.600
19.00	3.623	1.821	157,334.400	4.710	2.367	204,508.800
20.00	3.724	1.871	161,654.400	4.841	2.433	210,211.200

D=900m/m

A=0.63617m²
R=0.225m

I x / 1000	C=100			C=130		
	V	Q		V	Q	
	m/sec	m ³ /sec	m ³ /day	m/sec	m ³ /sec	m ³ /day
0.40	0.485	0.308	26,611.200	0.631	0.401	34,646.400
0.45	0.517	0.328	28,339.200	0.672	0.427	36,892.800
0.50	0.547	0.347	29,980.800	0.711	0.452	39,052.800
0.60	0.604	0.384	33,177.600	0.785	0.499	43,113.600
0.70	0.656	0.417	36,028.800	0.853	0.542	46,828.800
0.80	0.705	0.448	38,707.200	0.917	0.583	50,371.200
0.90	0.751	0.477	41,212.600	0.977	0.621	53,654.400
1.00	0.762	0.484	41,817.600	1.034	0.657	56,764.800
1.20	0.878	0.558	48,211.200	1.141	0.725	62,640.000
1.40	0.954	0.606	52,358.400	1.240	0.788	68,083.200
1.60	1.005	0.639	55,209.600	1.333	0.848	73,267.200
1.80	1.093	0.695	60,048.000	1.421	0.903	78,019.200
2.00	1.157	0.736	63,590.400	1.504	0.956	82,598.400
2.50	1.305	0.830	71,712.000	1.697	1.079	93,225.600
3.00	1.440	0.916	79,142.400	1.873	1.191	102,902.400
3.50	1.565	0.995	85,968.000	2.035	1.294	111,801.600
4.00	1.682	1.070	92,448.000	2.187	1.391	120,182.400
4.50	1.793	1.140	98,496.000	2.331	1.482	128,044.800
5.00	1.898	1.207	104,284.800	2.468	1.570	135,648.000
6.00	2.094	1.332	115,084.800	2.723	1.732	149,644.800
7.00	2.276	1.447	125,020.800	2.959	1.882	162,004.800
8.00	2.446	1.557	134,438.400	3.180	2.023	174,787.200
9.00	2.607	1.658	143,521.200	3.389	2.155	186,192.000
10.00	2.760	1.755	151,632.000	3.588	2.282	197,164.800
11.00	2.905	1.848	159,667.200	3.777	2.402	207,532.800
12.00	3.045	1.937	167,456.800	3.959	2.518	217,555.200
13.00	3.180	2.023	174,787.200	4.134	2.629	227,145.600
14.00	3.310	2.105	181,872.000	4.302	2.736	236,390.400
15.00	3.434	2.184	188,697.600	4.465	2.840	245,376.000
16.00	3.557	2.262	195,436.800	4.625	2.942	254,188.800
17.00	3.676	2.338	202,003.200	4.779	3.040	262,656.000
18.00	3.791	2.411	208,310.400	4.928	3.135	270,864.000
19.00	3.903	2.482	214,444.800	5.074	3.227	278,812.800
20.00	4.012	2.552	220,492.800	5.215	3.317	286,588.800

D=1,000m/m

A=0.7854m²
R=0.25m

I x / 1000	C=100			C=130		
	V	Q		V	Q	
	m/sec	m ³ /sec	m ³ /day	m/sec	m ³ /sec	m ³ /day
0.40	0.518	0.406	35,078.400	0.674	0.529	45,705.600
0.45	0.552	0.433	37,411.200	0.718	0.563	48,643.200
0.50	0.585	0.459	39,657.600	0.760	0.596	51,494.400
0.60	0.645	0.506	43,718.400	0.839	0.658	56,851.200
0.70	0.701	0.550	47,520.000	0.911	0.715	61,776.000
0.80	0.753	0.591	51,062.400	0.980	0.769	66,441.600
0.90	0.803	0.630	54,432.000	1.044	0.819	70,761.600
1.00	0.850	0.667	57,628.800	1.105	0.867	74,908.800
1.20	0.938	0.736	63,590.400	1.220	0.958	82,771.200
1.40	1.019	0.800	69,120.000	1.325	1.040	89,856.000
1.60	1.096	0.860	74,304.000	1.425	1.119	96,681.600
1.80	1.168	0.917	79,228.800	1.518	1.192	102,988.800
2.00	1.236	0.970	83,808.000	1.607	1.262	109,036.800
2.50	1.395	1.095	94,608.000	1.813	1.423	122,947.200
3.00	1.539	1.208	104,371.200	2.001	1.571	135,734.400
3.50	1.673	1.313	113,443.200	2.174	1.707	147,484.800
4.00	1.798	1.412	121,996.800	2.337	1.835	158,544.000
4.50	1.916	1.504	129,945.600	2.491	1.956	168,998.400
5.00	2.028	1.592	137,548.800	2.637	2.071	178,934.400
6.00	2.238	1.757	151,804.800	2.910	2.285	197,424.000
7.00	2.432	1.910	165,024.000	3.162	2.483	214,531.200
8.00	2.614	2.053	177,379.200	3.398	2.668	230,515.200
9.00	2.786	2.188	188,543.200	3.622	2.844	245,721.600
10.00	2.949	2.316	200,102.400	3.834	3.011	260,150.400
11.00	3.105	2.438	210,643.200	4.036	3.169	273,801.600
12.00	3.254	2.555	220,752.000	4.231	3.323	287,107.200
13.00	3.398	2.668	230,515.200	4.417	3.469	299,721.600
14.00	3.537	2.777	239,932.800	4.597	3.610	311,904.000
15.00	3.670	2.882	249,004.800	4.771	3.747	323,740.800
16.00	3.801	2.985	257,904.000	4.942	3.881	335,318.400
17.00	3.929	3.085	266,544.000	5.107	4.011	346,550.400
18.00	4.051	3.181	274,838.400	5.266	4.135	357,264.000
19.00	4.171	3.275	282,860.000	5.422	4.258	367,891.200
20.00	4.287	3.367	290,908.800	5.573	4.377	378,172.800

D=1,100m/m A=0.95033m²
R=0.275m

I x / 1000	C=100			C=130		
	V	Q		V	Q	
	m/sec	m ³ /sec	m ³ /day	m/sec	m ³ /sec	m ³ /day
0.25	0.427	0.405	34,992.000	0.555	0.527	45,532.800
0.30	0.471	0.447	38,620.800	0.612	0.581	50,198.400
0.35	0.512	0.485	41,990.400	0.665	0.631	54,518.400
0.40	0.550	0.522	45,100.800	0.716	0.680	58,752.000
0.45	0.586	0.556	48,038.400	0.762	0.724	62,553.600
0.50	0.621	0.590	50,976.000	0.807	0.766	66,182.400
0.60	0.685	0.650	56,160.000	0.891	0.846	73,094.400
0.70	0.744	0.707	61,084.800	0.968	0.919	79,401.600
0.80	0.800	0.760	65,664.000	1.040	0.988	85,363.200
0.90	0.853	0.810	69,984.000	1.109	1.053	90,979.200
1.00	0.903	0.858	74,131.200	1.174	1.115	96,336.000
1.20	0.996	0.946	81,734.000	1.295	1.230	106,272.000
1.40	1.082	1.028	88,819.200	1.407	1.337	115,516.800
1.60	1.164	1.106	95,558.400	1.513	1.437	124,156.800
1.80	1.240	1.178	101,779.200	1.612	1.531	132,278.400
2.00	1.312	1.246	107,654.400	1.706	1.621	140,054.400
2.20	1.382	1.313	113,443.200	1.797	1.707	147,484.800
2.40	1.449	1.377	118,972.800	1.884	1.790	154,656.000
2.60	1.513	1.437	124,156.800	1.967	1.869	161,481.600
2.80	1.575	1.496	129,254.400	2.047	1.945	168,048.000
3.00	1.634	1.552	134,092.800	2.125	2.019	174,441.600
3.50	1.776	1.687	145,756.800	2.309	2.194	189,561.600
4.00	1.909	1.814	156,729.600	2.482	2.358	203,731.200
4.50	2.034	1.932	166,924.800	2.645	2.513	217,123.200
5.00	2.154	2.047	176,860.800	2.800	2.660	229,824.000
6.00	2.377	2.258	195,091.200	3.090	2.936	253,670.400
7.00	2.582	2.453	211,939.200	3.357	3.190	275,616.000
8.00	2.776	2.638	227,923.200	3.608	3.428	296,179.200
9.00	2.958	2.811	242,870.400	3.846	3.654	315,705.600
10.00	3.131	2.975	251,040.000	4.071	3.868	334,195.200

D=1,200m/m A=0.7854m²
R=0.25m

I x / 1000	C=100			C=130		
	V	Q		V	Q	
	m/sec	m ³ /sec	m ³ /day	m/sec	m ³ /sec	m ³ /day
0.10	0.274	0.309	26,697.600	0.357	0.403	34,819.200
0.12	0.303	0.342	29,548.800	0.394	0.445	38,448.000
0.16	0.354	0.400	34,560.000	0.460	0.520	44,928.000
0.20	0.400	0.452	39,052.800	0.520	0.588	50,803.200
0.25	0.451	0.510	44,064.000	0.586	0.662	57,196.800
0.30	0.497	0.562	48,556.800	0.647	0.731	63,158.400
0.35	0.541	0.611	52,790.400	0.703	0.795	68,688.000
0.40	0.581	0.657	56,764.800	0.756	0.855	73,872.000
0.45	0.617	0.700	60,480.000	0.805	0.910	78,624.000
0.50	0.656	0.741	64,022.400	0.853	0.964	83,289.600
0.60	0.724	0.818	70,675.200	0.941	1.064	91,929.600
0.70	0.786	0.888	76,723.200	1.022	1.155	99,792.000
0.80	0.845	0.955	82,512.000	1.099	1.242	107,308.800
0.90	0.901	1.019	88,041.600	1.171	1.324	114,393.600
1.00	0.954	1.078	93,139.200	1.240	1.402	121,132.800
1.20	1.052	1.189	102,729.600	1.368	1.547	133,660.800
1.40	1.143	1.292	111,628.800	1.487	1.681	145,238.400
1.60	1.229	1.389	120,009.600	1.598	1.807	156,124.800
1.80	1.310	1.481	127,958.400	1.703	1.926	166,406.400
2.00	1.386	1.567	135,388.800	1.803	2.039	176,169.600
2.20	1.460	1.651	142,646.400	1.898	2.146	185,414.400
2.40	1.530	1.730	149,472.000	1.990	2.250	194,400.000
2.60	1.598	1.807	156,124.800	2.078	2.350	203,040.000
2.80	1.663	1.880	162,432.000	2.162	2.445	211,248.000
3.00	1.727	1.953	168,739.200	2.245	2.539	219,369.600
3.50	1.876	2.121	183,254.400	2.439	2.758	238,291.200
4.00	2.017	2.281	197,078.400	2.622	2.965	256,176.000
4.50	2.149	2.430	209,952.000	2.794	3.159	272,937.600
5.00	2.275	2.572	222,220.800	2.958	3.345	289,008.000
6.00	2.511	2.839	245,289.600	3.264	3.691	318,942.400
7.00	2.728	3.085	266,544.000	3.547	4.011	346,550.400
8.00	2.932	3.316	286,502.400	3.812	4.311	372,470.400
9.00	3.125	3.534	305,337.600	4.063	4.595	397,008.000
10.00	3.308	3.741	323,222.400	4.301	4.864	420,249.600

8. 상·하수도 관로의 관종선정

1) 관종선정 기준

상·하수도관의 관종선정은 관중에 따라 경제성, 시공성, 수밀성, 내구성 및 유지관리성 등을 비교 검토하여 관로의 특성 및 과거 실적 등을 고려하여 결정하여야 한다.

현재 국내에서 사용되고 있는 중대구경 상수도 관종에는 덕타일 주철관과 강관이 사용되어 왔다. 이는 과거 시공상 축적된 경험 및 시공의 확실성 내지 신뢰성 등에 의한 것이라 사료된다.

(1) 관종별특성 및 경제성 비교

이에 따라 덕타일 주철관과 강관의 일반적인 특성을 비교, 검토하였으며 관경별로 단위길이당 공사비를 비교하여 본 결과는 다음과 같다.

※ D=1200mm까지 덕타일 주철관이 강관보다 경제적임.

(단순하게 강관의 시공비절감만을 고려 할 때 장대강관 사용을 검토할 수도 있으나 공사현장여건에 대한 고려와 운반차량(트레일러)진입시 교통장애 유발과 대형크레인 등의 현장사용 등 시공상 어려운 점 등을 감안하여 검토하여야 한다.

(2) 관종선정

관종의 특성상 각각 장단점을 가지고 있으나

- m당 표준공사비 면에서 덕타일 주철관 생산구경(1200mm)까지 장대강관과 비교하여 덕타일 주철관이 저렴하며,
- 시공성이 간편하고 접합이 용이하여 우기나 지하수 유출지역에서도 시공이 가능하여 공기를 단축할 수 있는 덕타일주철관 사용이 훨씬 유리하며,

- 광역상수도과 같이 주변사항이 관로의 전식에 대한 영향이 비교적 적은 지역에서도 미주전류와 토양에 의한 부식환경을 고려하여 강관 부설시에는 전식방지시설이 필수적이므로,
- 향후 관로 주변여건의 변화로 인한 전식이나 토양의 부식 등에 영향이 없고 내구성이 우수하며, 유지관리에 편리한 덕타일 주철관을 사용하는 것이 타당하다고 사료됨.

2) 관종별 특성비교

구분	관종	덕타일 주철관	관련규격	상수도용 도복장강관	관련규격
개요		선철과 고철을 용융 특수합금하여, 원심 주조한 관의 내부에 시멘트 모르타르 라이닝이나 에폭시분체도장 하여 만든관	KS D4311	열연강관이나 코일을 전기용접 조관하여 내·외부에 부식 방지 도장을 한 관	KS D3565
생산 규격	국내	φ80~1200	KS D4311	φ80~3000	KS D3565
	해외	φ65~3000	JIS G5526	φ80~3000	
관 두께 (2종관)	600	11.0mm	KS D4311	600	6.0mm
	700	12.0		700	6.0
	800	13.0		800	7.0
	900	14.0		900	7.0
	1000	15.0		1000	8.0
	1100	16.0		1100	9.0
	1200	17.0		1200	9.0
물리적 성능	인장강도 : 4300kgf/cm ²	KS D4311	인장강도 : 4100kgf/cm ²	KS D3565	
	열팽창계수 : 1.0*10 ⁻⁵ /C		열팽창계수 : 1.1*10 ⁻⁵ /C		
	탄성계수 : 1.6*10 ⁴ kg/mm ²		탄성계수 : 2.1*10 ⁴ kg/mm ²		
시험수압 (kgf/cm ²)	직관 : (2종관) 60~32	KS D4311	직관 : (STWW B) 60~32	KS D3565	
	이형관 : 20~30	KS D4308	이형관 : 12~20	KS D3578	
	접합부 : 50~100				
	최대굴곡시 : 30~100				
관의 연결	KP접합, 타이튼 메커니컬, 플랜지접합	KS D4311	용접 또는 플랜지접합 φ800이하 내부도장불가	KS D3565	
관로사고율	0.12건/KM		0.23건/KM	환경부 상수도 통계(2013)	
내구연한	30년	지방공기업법 시행규칙	30년	지방공기업법	

○ 덕타일 주철관의 내식성

구분	관종	덕타일 주철관	도복장강관
전기저항		50 - 70(μΩ - cm)	10 - 20(μΩ - cm)
부식성		타관종에 비해 전기저항이 크고 고무링으로 연결되어 관로가 하나의 불연속체이므로 장대전류의 영향을 받지 않으므로 전식에 우려가 없다.	전기저항이 적고 관로가 연속적으로 연결되어 장대전류에 의한 전식 우려가 커서 별도의 전식 설비가 필요하다.

3) 관종별 경제성 비교

관로의 건설비용은 설계조사비, 재료비, 용지비, 공사비 등 건설시에 요구 되는 초기투자비용과 시설물운전비와 사고, 누수에 의한 유지관리비 및 관의 내용연수를 고려한 감가상각비를 포함한 전체비용을 검토하여야 하는데, 검토결과 주철관이 경제적임.

○ 유지관리비용사고 및 누수에 의한 유지관리비

관로의 연간 유지관리비는 관종별 사고율에 따라 유지관리비가 크게 차이가 나타나며, 누수발생율이 높은 강관이 덕타일 주철관보다 2배이상의 유지관리가 소요됨.

2013년 환경부 통계	덕타일 주철관	강 관	비용발생율
km당 누수발생 건 수	0.12	0.23	주철관의 약2배

4) 시공성

관종 구분	덕타일 주철관	도복장강관
시공	<ul style="list-style-type: none"> ○ 간편하고 경제적이다 ○ 날씨와 지하수등 자연조건변화에 관계없이 일일계획량을 일정하게 시공 할 수 있기 때문에 시공계획 수립이 용이하고 공기도 짧아 경제적이다. ○ 도심혼잡구간 및 미개발지역에서도 특수한 장비나 기술이 없어도 시공 ○ 접합부 조인트에 필요한 최소굴착만으로 시공이 가능하여 토목공사비가 저렴하다. ○ 연결부가 고무링으로 되어 있어 지반의 이동이나 침하에 잘 적응하고 전식에 대한 우려가 없어 별도의 전식설비가 필요없다. ○ 부단수천공으로 분기관설치가 용이하다. ○ 관이 무거워 과거 인력 시공시에는 시공이 어려웠으나 장비의 사용으로 용이하게 되었고 하천구간 등에서 지하수위 상승시 부상의 우려가 적다. ○ 단순한 볼트만으로 체결하므로 시공시 인체에 미치는 영향이 전혀없다. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 용접시 고도의 기술을 요하고 접합부에 도복을 완벽하게 하기 어려운 시공이 불편하다. ○ 용접후 25시간내지 14일 이내에 내외부도복을 하면 수소가스에 의한 도복장의 박리가 일어나 수명이 떨어진다. ○ 수중이나 우천 등의 기후조건에는 작업이 불가능하여 공기가 길어진다. ○ 강재의 일체로 연결되어 있어 관로의 연장이 긴곳에서는 반드시 신축과 전식방지시설을 하여야 한다. ○ 지진이나 연약지반의 부등침하시 용접부괴리현상 및 도장의 박리현상 발생. ○ 부단수천공으로 분기관설치가 용이하다. ○ 관이 주철관보다 가벼워 하천구간에 사용시에는 지하수위에 의해 부상의 우려가 있다. ○ 용접작업중 시공시 인체에 나쁜 영향을 줄 수 있으며, 현장도복의 경우 관이 수명을 크게 단축시킨다.
유지관리	<ul style="list-style-type: none"> ○ 관로탐사가 용이하고, 규격품이 다양하므로 완벽한 보수작업이 용이하다. ○ 절관 및 분기작업이 용이하다. ○ 이설 및 철거시 분해가 용이하다. ○ 온도변화나 매설환경의 변화에 영향을 받지 않는다. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 관로탐사는 용이하나, 보수작업시 보수부분의 내부도장이 어려워 관의 수명이 단축된다. ○ 절관 및 분기작업이 어렵다. ○ 온도변화나 매설환경의 변화에 따라 도복손상이 쉽고 관의 수명이 단축된다.
관로사고율 (환경부2010)	0.14건/km	0.48건/km

○ 덕타일 주철관과 도복장강관은 품질과 경제성이 다르다.

구분	덕타일 주철관	도복장강관	비고
원료 및 제조방법	선철과 고철을 용선로에서 용해한 후 Mg(마그네슘) 등을 첨가합금시켜 원심주조한 후 관내부에 스케일을 방지하기 위하여 시멘트 모르타르 라이닝을 한 관	철판을 전기용접하여 만든 강관 내·외부에 부식을 방지하기 위하여 코팅한 관	
관두께가 두껍다.	$\psi 200 : 7.1\text{mm}$ $\psi 500 : 10.0\text{mm}$ $\psi 1200 : 17.0\text{mm}$	$\psi 200 : 5.3\text{mm}$ $\psi 500 : 6.0\text{mm}$ $\psi 1200 : 9.0\text{mm}$	
인장강도가 높다.	43kgf/cm ²	41kgf/cm ²	
시험수압이 높다.	$\psi 80 \sim 1200 : 60 \sim 32\text{kgf/cm}^2$ (관두께가 두껍고 원심주조화 었기 때문에 수압에 강함)	$\psi 80 \sim 1200 : 20\text{kgf/cm}^2$ (얇고 용접하였기 때문에 수압에 약함)	
시공성이 뛰어나다.	메커니컬 이음 간편. 우천, 수중 작업가능. 공기단축	용접, 코팅, 우천 수중 작업 불가. 공기연장. 용접내부코팅 불가	
내식성이 강하다.	0.0090g/cm ²	0.0396g/cm ²	부식량 (90일간)
화학성분이 다르다.	C : 2.8~3.7%	C : 0.25%이하	C성분이 높을수록 내식성이 강함
유지관리가 편리하다.	분기 및 관로이설 용이	분기 및 관로이설 불가	
경제성이 뛰어나다.	관로공사비가 저렴하다	관로공사비가 비싸다	

5) 덕타일 주철관 관중선정 표준일람표

- (1) 연신율 : 10%이상
- (2) 인장강도 : 43kg/mm²이상
- (3) 충격수압 : 5.5kg/cm²

호칭지름(mm) 수압(kg/cm ²)	시험수압			비고 보증수압 (2중관기준)
	1중관	2중관	3중관	
ø 80	70	60	50	100
100	70	60	50	100
125	70	60	50	100
150	70	60	50	100
200	70	60	50	100
250	70	60	50	100
300	70	60	50	100
350	60	50	40	100
400	60	50	40	91
450	60	50	40	87
500	60	50	40	84
600	60	50	40	84
700	50	40	32	80
800	50	40	32	76
900	50	40	32	74
1000	50	40	32	74
1100	40	32	25	72
1200	40	32	25	72

- 주 (1) 시험수압이란 제조당시에 결함이 발생되는가를 확인하는데 그 목적이 있다.
 (2) 보증수압은 참고로 관파열수압의 70%(최고 100kg/cm²)이다.
 (JIS 덕타일 주철관 G5526-1989 해설집 참조)
 (3) 실내에서 규정대로 접합시킨 접합부의 보증수압도 관의 보증수압과 동일하다.

9. 방식용 PE슬리브

1) 토양의 부식성 판정방법 및 일반적인 방식방법

(1) 토양의 부식성 판정방법

덕타일 주철관은 내식성이 우수해서 일반적인 토양 중에서는 거의 부식이 없이 우수한 내식성을 나타내지만 일부의 특수한 부식환경에서는 부식이 심하여 주철관이라도 그 성능을 발휘하지 못하는 경우가 있으므로 관로를 설계할 때에는 그 지역의 토양에 대한 조건을 검토하여 부식성 유무를 검토하는 것이 바람직하다.

일반적으로 부식성이 강한 토양으로서 다음과 같은 것을 들 수 있다.

- ① 석탄분에 의한 매립지
- ② 해안지역의 하수나 공장폐수가 모인 뿔지대
- ③ 점토층
- ④ 이탄지대
- ⑤ 산성 폐수의 혼입지역
- ⑥ 폐기물 매립지역

이와같은 지역에 대해서는 사전에 부식성을 조사하여 방식 대책을 세워서 시공하는 것이 바람직하다.

토양의 부식성을 판정하는 방법으로는 토양의 비저항에 의한 방법과 비저항과 pH와의 관계, 비저항과 강재의 토양 중에서의 자연전위, 복극률과의 관계 등을 조합해서 판정하는 방법 등이 제안되고 있지만 주철관에 대한 판정기준으로서는 토양의 비저항, pH, Redox전위, 토양수분, 유화물 등을 종합적으로 판단하는 점수법이 이용되고 있다. 독일 가스·수도 기술자협회규격(DVGW GW9)과 미국수도협회(AWWA C105)의 토양 평가방법을 표-1과 표-2에 나타낸다.

2) 일반적인 방식방법

주철관의 내식성을 향상시키기 위한 방법으로 역청질계 도료로 도장하는 방법 외에 널리 사용되고 있는 방법으로는 내면의 시멘트 모르타르 라이닝(Cement mortar lining), 아연도장(Zincrich painting), 에폭시도장(Epoxy coating)과 외면의 금속아연용사(Metallic zinc coating), 에폭시도장(Epoxy coating), 폴리에틸렌슬리브(Polyethylene sleeving/Polyethyleneencasement)에 의한 방법이 대표적이다.

① 시멘트 모르타르 라이닝

시멘트 라이닝은 국가규격으로 1939년 ANSI A 21.4와 1958년 JIS A 5314로 제정되고, 국내에서는 1971년에 한국주철관에서 최초로 생산 시작하여 1984년에 KS D4316으로 제정되어 그 우수한 효과가 입증되어 현재 거의 대부분 시멘트 모르타르 라이닝된 주철관을 사용하고 있으며, 밀착성과 내진공성, 변형에 대한 안정성, 내진동성, 내충격성, 내식성이 우수하다.

② 에폭시 코팅

시멘트 라이닝에 비해 실용화가 적은편이나 최근 도장기술의 진보와 더불어 주목을 받고 있는 방법으로 KS, JIS, ANSI, JWWA, AWWA BS 등의 규격으로 제정되어 있으며, 1회에 250 μ m이상의 두꺼운 피막으로 도장이 가능하며 접착성, 내약품성이 좋고, 도막의 물성이 우수하고 타르 에폭시 도장, 액상 에폭시 도장, 에폭시 수지 분체 도장 등의 방법이 있다.

③ 금속아연용사 및 아연도장

금속아연용사는 국내규격은 제정되지 않았으나 외국의 국가규격으로 제정되어 널리 사용되고 있는 방법으로 전기화학적으로 Fe보다 낮은 전위의 Zn을 코팅하여 Zn이 전부 용출 할 때까지 Fe소지를 보호하는 것으로 용사피막이 두꺼울수록 효과가 좋으며, 장치가 간단하고 운반이 용이하며, 소지에 온도변화를 주지않아 치수변화가 거의 없는 장점이 있다.

④ 폴리에틸렌 슬리브

관로의 매설현장에서 약 0.2mm 두께의 폴리에틸렌 슬리브를 피복하여 토양과 관의 직접접촉을 차단하는 방식방법이다. 또 매설된 상태에서는 관과 슬리브의 극간에 침투한 지하수 등은 산소가 소비되거나, 자유로이 이동을 억제하기 때문에 슬리브에 약간의 손상이 있어도 그 부분이 다른 건전부에 비해 음극으로 되어 선택적으로 공식이 발생하지 않는 구조로 되어있다.

표-1) ANSI A21.5 (AWWA C105)에 의한 토양평가법

측정항목	측정치	점수
비저항 (관의 매설심도에 따라 토양봉에 의한 측정치, 또는 Soil Box에 의한 수포화토양에서의 측정치)	< 700 Ω - cm	10
	700 ~ 1,000	8
	1,000 ~ 1,200	5
	1,200 ~ 1,500	2
	1,500 ~ 2,000	1
	>2,000	0
pH	0 ~ 2	5
	2 ~ 4	3
	4 ~ 6.5	0
	6.5 ~ 7.5	0*
	8.5 ~ 8.5	0
	>8.5	3
Redox 전위	>100mv	0
	50 ~ 100	3.5
	0 ~ 50	4
	<0	5
수분	배수가 나쁘고 습윤	2
	배수가 약간 양호, 일반적으로 젖은 상태	1
	배수양호, 일반적으로 건조	0
유화물	검출	3.5
	흔적	2
	없음	0

1. 유화물이 존재하고, Redox 전위가 낮은 때는 3점을 더할 것.
2. 합계점이 10점 이상의 경우는 주철관에 대해 부식성이 있으므로 방식방법을 고려할 것.

표-2) 독일 가스수도 기술자협회규격(DVGW GW9)

항 목	측 정 값	점수
토양조성	C 석회질(石灰質) Calcareous	+2
	CM 이회상석회암(泥灰狀石灰岩)	+2
	SM 모래상이회사(석회실트) (층을 형성해 있지 않은 것)	+2
	S 모래	+2
	S 릫	0
	SL 모래질 릫(림함유75% 이하)	0
	LM 이회(泥灰)림	0
	SA 모래점토(실트함유75% 이하)	0
	A 점토(粘土)	-2
	AM 이회점토(泥灰粘土)	-2
	H 부식토(腐植土)	-2
	T 이회	-4
	LS 중질(重質)림	-4
SA 소척지토양(沼拓地土壤)	-4	
매설위치에서의 지하수위	N 없음	0
	P 있음	-1
	V 변동	-2
토양의 조건	SN 재래토	0
	Sr 매립토양	-2
	S1 굴삭토와 동일한 토양	0
	S2 굴삭토와 다른토양	-3
비 저 항	10,000Ω -cm 이상	0
	10,000 ~ 5,000	-1
	5,000 ~ 2,300	-2
	2,300 ~ 1,000	-3
	1,000이하	-4
함 수 율	20% 이상	0
	20% 이하	-1
pH	6이상	0
	6이하	-2
Redox 전위	+400mv이상	+2
	+200 ~ +400	0
	0 ~ +200	-2
	0이하	-4
유화물 및 유화수소	없 음	0
	흔 적	-2
	존 재	-4
탄산염 함유율	5% 이상	+1
	1 ~ 2	+2
	1 이하	0
염소이온	100mg/kg 이하	0
	100mg/kg 이상	-1
유산이온	200mg/kg 이하	0
	200 ~ 500	-1
	500 ~ 1,000	-2
	1,000 이상	-3
석회분, 코크스	없 음	0
	존 재	-4
상기점수의 합계가 0점 이상은 토양의 부식성 없음, 0~-4점의 경우는 약간부식성, -5~-10점은 부식성, -10점 이하는 부식성이 격심하다.		

1) PE 슬리브 시공

지하매설용 덕타일관을 방식하기위한 대책은 오래 전부터 여러가지의 방법이 채용되어, 상당한 방식효과를 발휘하고 있다. 미국, 유럽, 중동을 비롯하여 일본에서도 상수도, 하수도 가스 등의 지하매설 덕타일 주철관을 그 관로의 포설현장에서 약 0.2mm 두께의 Polyethylene Sleeve를 피복하여 토양과 관과의 직접 접촉을 차단하여 방식하는 방법(PE SLEEVE 법)이 널리 보급되어있다.

이 PE 슬리브 법은 미국에서는 국가규격으로 ANSI A21.5/AWWA C105 1988(Polyethylene Encasement for Ductile Cast Iron piping for water and other Liquids)로 규정되고, 또 일본에서는 “일본덕타일철관협회규격” JCPA Z 2005-1981(덕타일 주철관 방식용 폴리에틸렌슬리브)로 하여 규정되고, 1981년에 개정되었다.

일본수도협회의 수도설계지침해설의 중에도 토양의 부식성 평가방법 및 부식성 토양 중에 매설하는 경우의 방식대책으로서 PE슬리브 법이 기술되어 있다. 따라서 이방법의 특징, 유의점 및 보다 효과적인 시공순서에 대하여 해설을 한다.

(1) PE슬리브 법의 특징

PE슬리브 법은 방식피막인 슬리브와 관이 밀착하여 있는데 비 밀착성의 방식방법이라는 것이 큰 특징이다. 이 방법에서 덕타일 주철관을 방식하는 경우 슬리브에 의해 부식성 토양과 관의 직접 접촉을 차단하는 것으로 관 환경의 균일화를 방식하는 것이다. 더욱이 매설된 상태에서는 관과 슬리브의 틈사이에 침입한 지하수의 산소가 소비되어 자유롭게 이동하지 않기 때문에 슬리브에 약간의 손상이 있다고 하여도 그 부분이 다른 건전한 부분에 비해 음극으로 되어 선택적인 공식이 발생하기 어려운 구조로 되어 있다.

또 이 방법은 관의 포설현장에서 시공하기 때문에 방식 피막의 열화가 적고, 매설전의 보수도 접착테이프 등을 이용하면 쉽게 할 수 있다.

(2) PE슬리브 법의 유의점

앞에서 서술한 것처럼 이 방법은 슬리브에 약간의 손상이 있어도 이 부분의 방식효과는 그다지 영향을 주지 않는 특징이 있지만 시공에 있어서는 슬리브와 관의 틈새에 지하수가 자유롭게 이동하지 않는 정체시키는 공법을 채용하는 것이 필요하다. 여기서 PE슬리브 법의 시공상 유의할 점을 다음에 서술한다.

① 슬리브 내에 침입한 지하수의 이동을 가능한 한 서술한다.

Polyethylene Sleeve를 관에 고정하는 경우 지하수의 이동을 저지하기 위하여 관 1본마다 적어도 1개소에서 슬리브를 폭 50~75mm의 접착테이프로 원주에 1회이상 감아서 관과 일체화하고, 슬리브와 관의 틈새를 연속되지 않게 한다.

그 때문에 슬리브를 관에 고정할 때 접착테이프 폭의 반이 슬리브에 나머지 반면이 관에 접착하도록 한다.

(그림-1 참조)

또 슬리브와 슬리브를 접속하는 경우에도 같은 모양으로 접착테이프를 반면씩 사용하여 접속한다. (그림-2 참조)

접착테이프 외에 고정용 고무밴드를 사용할 때는 관의 원주에 있어서 고무가 균등하게 늘어나도록 해야한다.

② 슬리브가 크게 손상되지 않는 공법을 채용한다.

(a) 예를들면, 관에 슬리브를 고정할 때 직선부의 꺾어접은 중첩부분(3중부분)을 관의 상부에 오도록 하여 매설시의 토사의 충격을 피한다. (그림-3 참조)

또, 중첩부분은 접착테이프로 세심하게 고정한다.

(b) PE 슬리브를 피복한 관을 이동 할 때는 충분히 관리된 나이론슬링이나 고무 등으로 보호된 와이어로프를 사용하여 슬리브에 손상을 주지 않도록 달기구를 사용한다.

(그림-4 참조)

(c) 조인트부의 형상에 슬리브가 따르도록 충분히 느슨하게 한다. 조인트 부분에는 압륜이나 볼트, 너트에 의해 슬리브를 찢지 않도록 충분히 느슨하게 하고 매설한 상태에서 조인트부의 형상에 따르도록 한다.

그림-1) 슬리브와 관의 고정방법

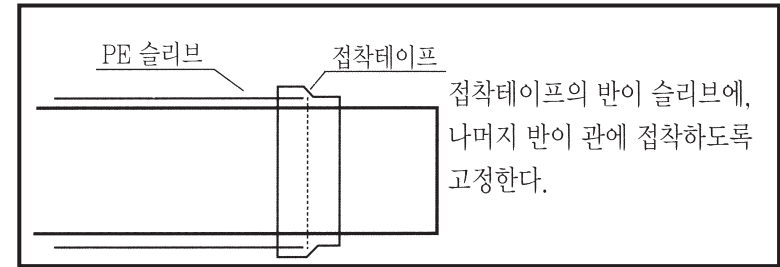


그림-2) 슬리브와 슬리브의 고정방법

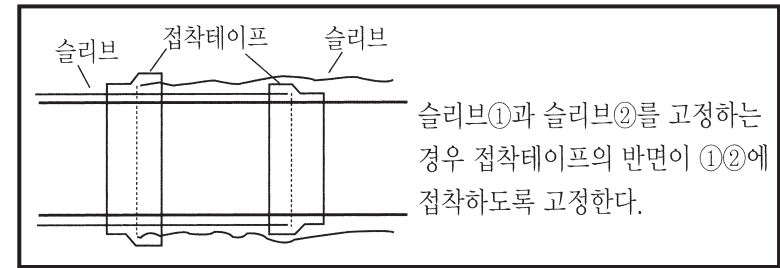


그림-3) 직관부의 고정방법

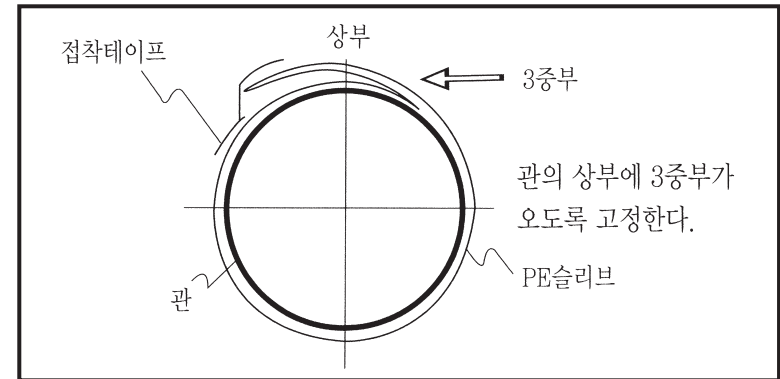
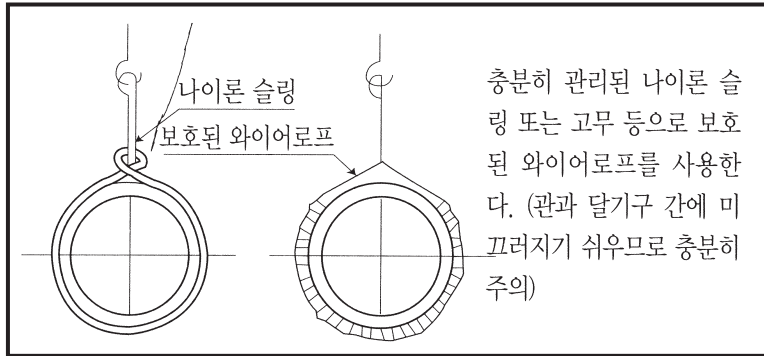


그림-4) 달기구의 사용 예



PE 슬리브에 의해 피복된 관로의 매설시는 슬리브에 손상을 주지 않도록 적당한 방법으로 관 상부를 보호해야 좋다. 또한 큰 자갈, 암석 등이 없는 매설토에 의해 한다. 만약 시공 또는 사용 등에 있어서 결함이 생긴 경우는 별도의 슬리브 또 Polyethylene 시트를 사용해서 보수해야 한다.

수분 등의 영향으로 접착테이프의 접착력이 저하하여 슬리브의 피복고정이 곤란한 경우가 있다. 이런 경우는 미리 지상에서 슬리브를 관에 피복고정하는 것을 원칙으로 한다. (관의 표면을 청소한 후 접착테이프로 고정한다.)

(3) PE슬리브의 효과

① 폴리에틸렌 슬리브 사용관로(일본)



도 시	오사카시내	오사카부내	후쿠오카시	삿포로시	요코하마시
토 양	매립지	매립지	매립지	시가지	조성지
토 질	점토질 (해수 영향)	모래 (해수 근접)	점토질 (해수 영향)	토단	토단
직 경	400	100, 200	500	100	100
매설기간(년)	20	19	29	16	14
ANSI 토양 평가	15.5	12.0	15.5	15.5	14.5
외면검사	부식 없음	부식 없음	부식 없음	부식 없음	부식 없음

※JDPA(일본 덕타일 철관협회 자료)

② 부식성 토양의 덕타일 주철관 내식성(미국)



관 상태	시편 수	평균 부식율 (in/yr)	관통 년수
샌드 블라스트 (플럼 산화 층 제거)	102	0.025	10
나관(무도장)	22	0.0151	17
표준 공장 도장	103	0.0105	24
폴리에틸렌 슬리브	151	0.00045	556

※DIPRA(미국 덕타일 주철관협회 자료)

(4) PE슬리브의 시공

슬리브의 시공법에는 A법, B법 및 C법이 있다.

(a) A법 및 B법

A법은 슬리브를 일체화하여 관에 시공하는 방법이고, B법은 슬리브를 직관부와 접합부로 나누어 시공하는 방법이다.

먼저, 접합부만으로 시공하는 경우는 B법에 준해서 한다.

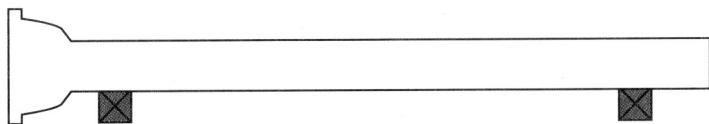
(b) C법

지관을 갖는 이형관(T형관, 드레인관, Y형관 등)에 슬리브를 시공하는 경우 슬리브를 적당히 재단 또는 절단하여 펼쳐서 제품에 갖다대고 고정하는 C법으로 한다. 그러나 곡관, 편락관 등과 같은 지관을 갖지 않는 이형관은 A법 또는 B법에 준해서 한다.

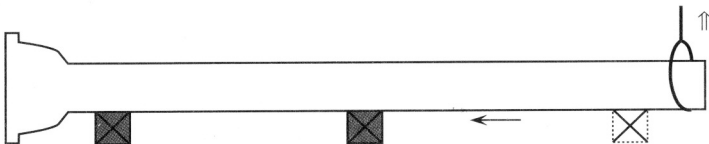
3-1) A법의 순서

(1매의 슬리브로 직관부 및 조인트(Scoket)부를 방식하는 방법)

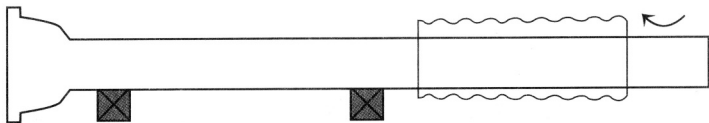
① 관의 수구(Scoket), 삽구(Spigot)를 받침대로 받힌다.



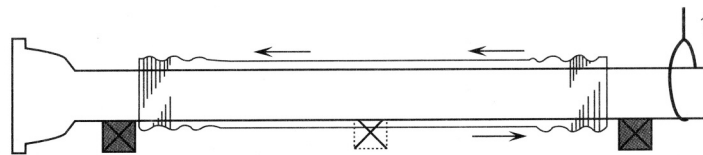
② 삽구를 달아올려 받침대를 관의 중심부까지 이동시킨다.



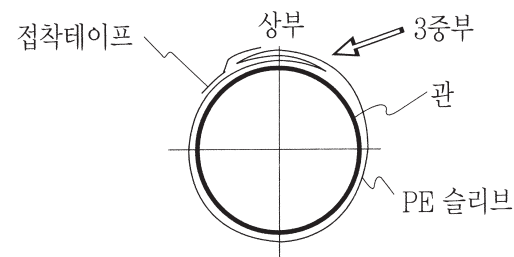
③ 삽구쪽에서 PE슬리브를 관에 입힌다.



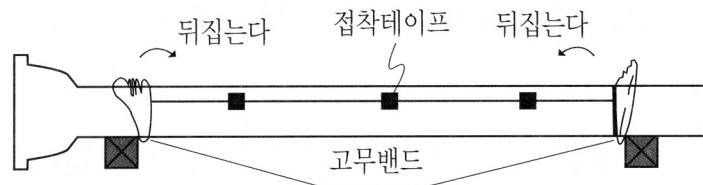
④ 슬리브의 끝면에서 500mm(호칭지름 1000mm 이상은 750mm)의 부착점과 관끝을 합치 시켜 슬리브를 다여 팽팽하게 한다.



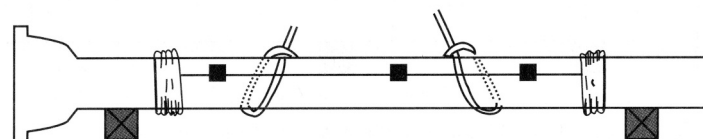
⑤ 관 상부에 슬리브의 접은 부분이 오도록 접어서 접착테이프 로 고정한다.



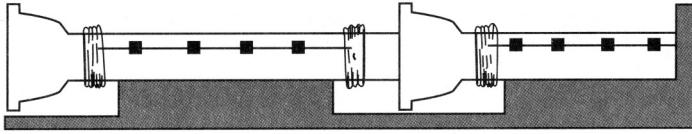
⑥ 수구 및 삽구측에 고무밴드를 감고 관에 슬리브를 고정한다. 수구 및 삽구측의 슬리브를 접어서 반대로 젖힌다.



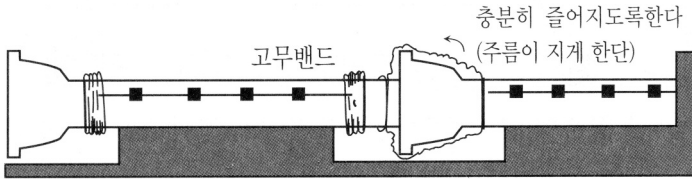
⑦ 나이론 슬링 등으로 슬리브에 손상을 주지 않는 방법으로 관 을 달아 내린다.



⑧ 관을 접합한다.



⑨ 뒤로 젖힌 슬리브를 본래대로 되돌려 접합부에 덮어 씌우고 고무밴드를 감아 슬리브를 관에 고정한다.



⑩ 다른 쪽의 슬리브도 동일한 방법으로 관에 고정한다.

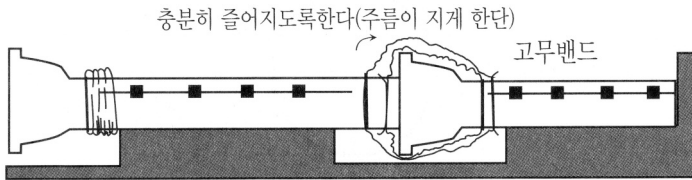
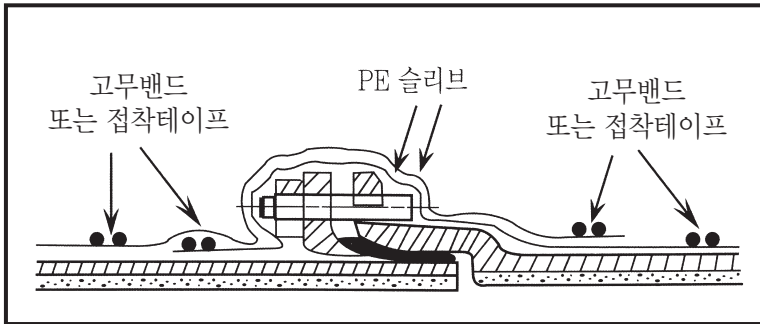


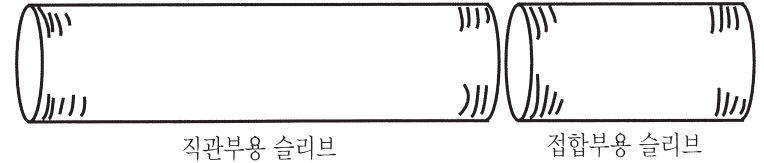
그림-5) A법에 의한 접합부 시공상세도



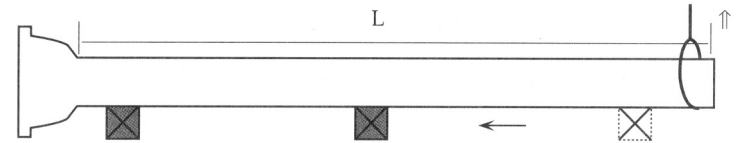
3-2) B법의 순서

(1매의 슬리브로 직관부 및 조인트(Scoket)부를 방식하는 방법)

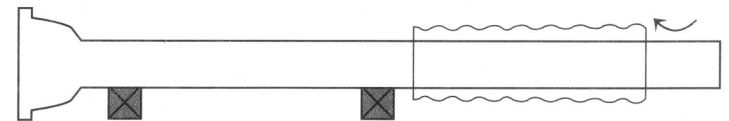
① 1매의 슬리브에서 호칭지름 900mm 이하의 경우 1.5m, 호칭지름 1000mm 이상의 경우 약 2.0m를 절취하고 이것을 접합부용 슬리브로 하고 남은 것을 직관부용 슬리브로 한다.



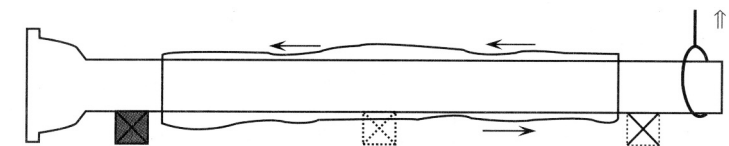
② 삼구를 달아올려 받침대를 관의 중심부까지 이동시킨다.



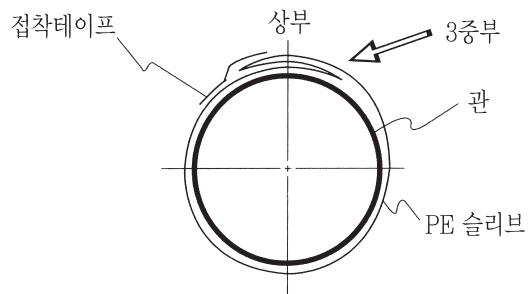
③ 삼구쪽에서 PE 슬리브를 관에 입힌다.



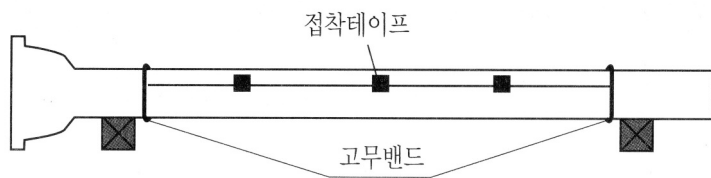
④ 삼구를 달아 올려 중앙부의 받침대를 삼구로 되돌려 PE 슬리브를 직관부 전체에 편다.



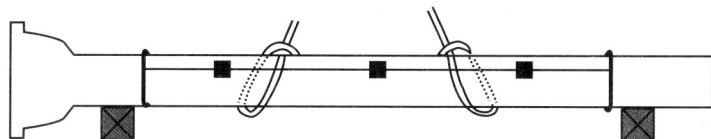
- ⑤ 접착테이프를 사용해서(1m 간격) 관 상부에 3중부가 오도록 슬리브를 고정한다.



- ⑥ 수구 및 삽구쪽 슬리브의 끝을 고무밴드로 감아 관에 슬리브를 고정한다.

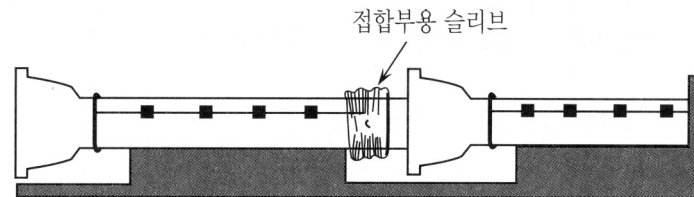


- ⑦ 나이론 슬링 등으로 슬리브에 손상을 주지 않는 방법으로 관을 달아 내린다.

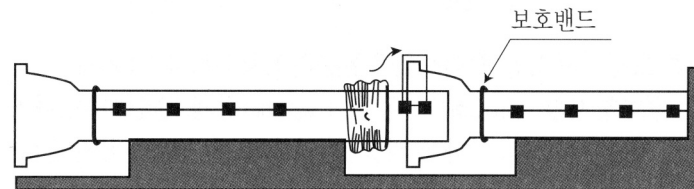


- ⑧ 관을 접합한다.

사전에 접합부(1매의 슬리브에서 직관부 슬리브를 절단하고 남은것)을 삽구쪽에 준비해 둔다.



- ⑨ 보호파트(별도의 슬리브를 절단한 것)을 접합부 원주의 상부 약 1/3에 셋팅한다.



- ⑩ 접합부용 슬리브를 접합부에 덮어 씌워 고무밴드를 감아 관에 슬리브를 고정한다.

충분히 늘여지도록 한다(주름이 지게 한다)

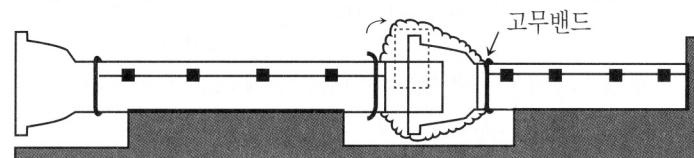
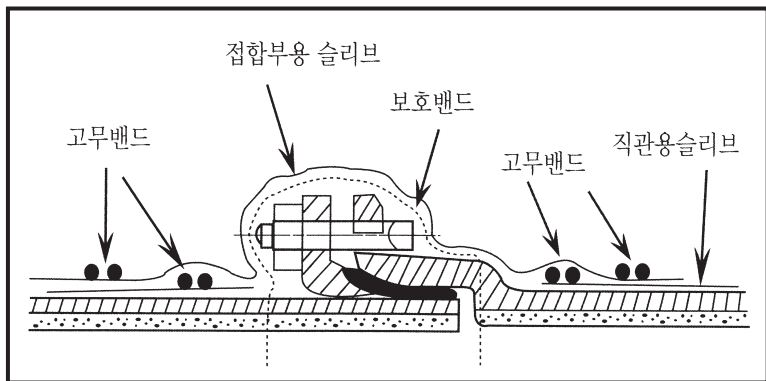
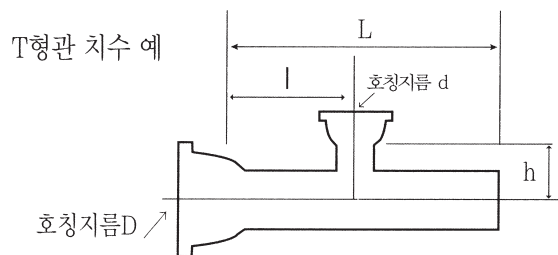


그림-6) B법에 의한 접합부 시공상세도

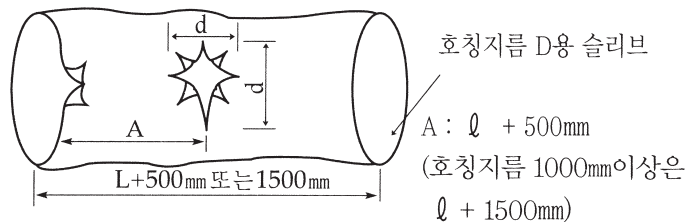


3-3) C법의 순서-(1)

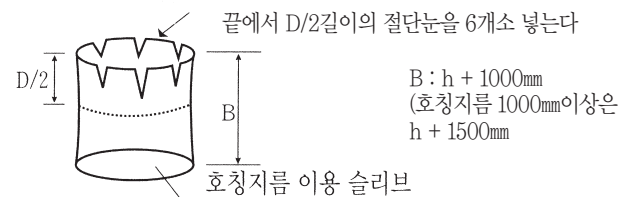
① T형관의 치수에 맞게 슬리브를 절단한다.



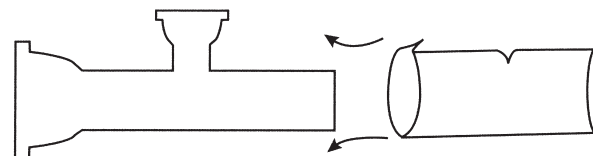
② 호칭지름 D용 슬리브를 T형관의 L치수보다 1000mm (호칭지름 1000mm 이상은 1500mm)길게 절단하여 여기에 지관부분을 용이하게 씌울 수 있도록 절단 눈을 넣어둔다.



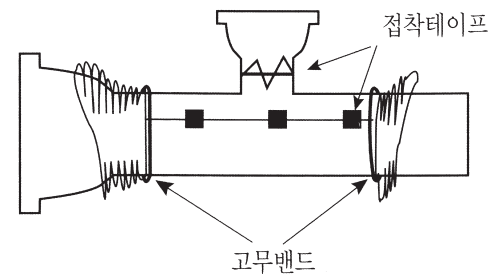
③ 호칭지름 d용 슬리브를 T형관의 h치수보다 1000mm (호칭지름 1000mm 이상은 1500mm)길게 절단하여 지관부분을 용이하게 씌울 수 있도록 절단 눈을 넣어둔다.



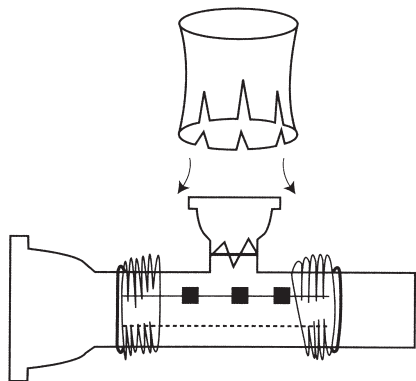
④ 호칭지름 D용 슬리브를 삽입하여 편다.



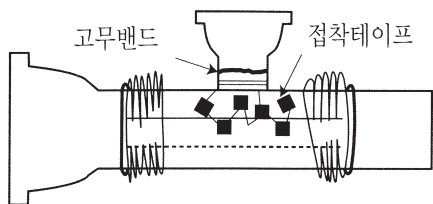
⑤ 호칭지름 D용 슬리브를 A법과 동일한 방법으로 관에 고정하고 지관부분까지 절단 눈을 넣은 곳을 접착테이프로 관에 고정한다.



- ⑥ 호칭지름 d용 슬리브를 지관부분에서 삽입하고 모양을 정리한다.

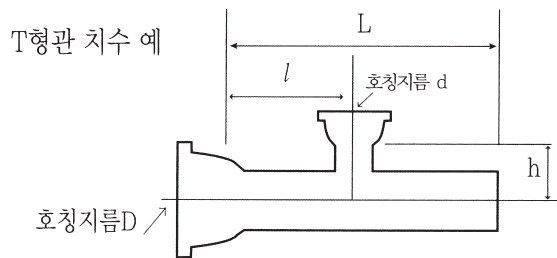


- ⑦ 호칭지름 D용 슬리브를 A법과 동일한 방법으로 관에 고정한다. 단, 호칭지름 D용 슬리브와 호칭지름 d용 슬리브의 연결은 접착테이프로 한다. 이후 A법과 같이 T형관을 설치 접합한 뒤 접합부의 슬리브를 관에 고정한다.

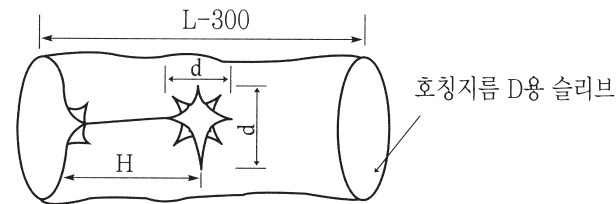


3-4) C법의 순서-(2)

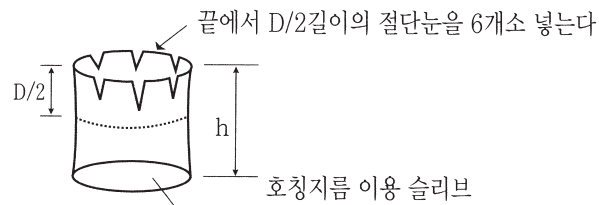
- ① T형관의 치수에 맞게 슬리브를 절단한다.



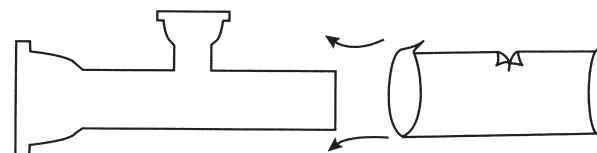
- ② 호칭지름 D용 슬리브를 T형관의 L치수보다 1000mm (호칭지름 1000mm 이상은 1500mm)길게 절단하여 여기에 지관부분을 용이하게 씌울 수 있도록 절단 눈을 넣어둔다.



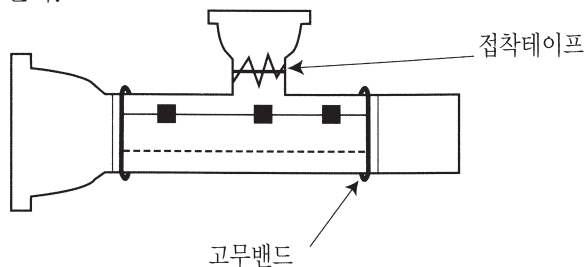
- ③ 호칭지름 d용 슬리브를 T형관의 h치수보다 1000mm (호칭지름 1000mm 이상은 1500mm)길게 절단하여 지관부분을 용이하게 씌울 수 있도록 절단 눈을 넣어둔다.



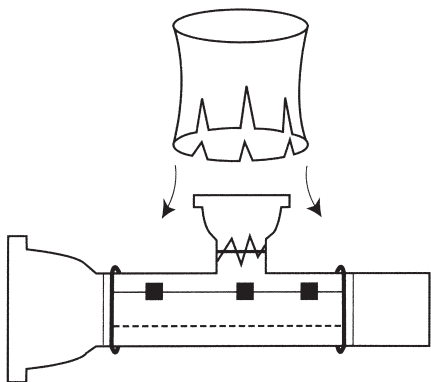
- ④ 호칭지름 D용 슬리브를 삽입하여 편다.



- ⑤ 호칭지름 D용 슬리브를 A법과 동일한 방법으로 관에 고정하고 지관부분까지 절단 눈을 넣은 곳을 접착테이프로 관에 고정한다.

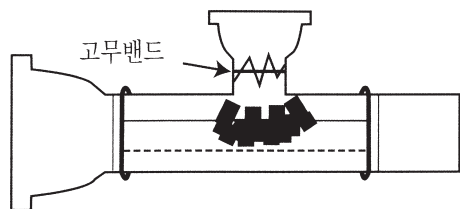


- ⑥ 호칭지름 d용 슬리브를 지관부분에서 삽입하고 모양을 정리한다.



- ⑦ 호칭지름 D용 슬리브를 A법과 동일한 방법으로 관에 고정한다.

단, 호칭지름 D용 슬리브와 호칭지름 d용 슬리브의 연결은 접착테이프로 한다. 이후 A법과 같이 T형관을 설치 접합한뒤 접합부의 슬리브를 관에 고정한다.



<참 조 1>

슬리브의 치수

단위 : mm

호칭지름 (DN)	내 경		폭 (ROLL)		두께	길이
	Tyto7 KP조인트	F조인트	Tyto7 KP조인트	F조인트		
80	286	223	450	350	0.2	7,000
100	318	255	500	400	0.2	7,000
125	350	286	550	450	0.2	7,000
150	369	318	580	500	0.2	7,000
200	433	382	680	600	0.2	7,000
250	497	446	780	700	0.2	7,000
300	560	509	880	800	0.2	7,000
350	624	573	980	900	0.2	7,000
400	668	637	1050	1000	0.2	7,000
450	732	700	1150	1100	0.2	7,000
500	796	796	1250	1250	0.25(0.2)	7,000
600	923	923	1450	1450	0.25(0.2)	7,000
700	1070	1019	1680	1600	0.25(0.2)	7,000
800	1178	1146	1850	1800	0.25(0.2)	7,000
900	1273	1273	2000	2000	0.25(0.2)	7,000
1000	1401	1401	2200	2200	0.25(0.2)	7,500
1100	1528	1528	2400	2400	0.25(0.2)	7,500
1200	1655	1655	2600	2600	0.25(0.2)	7,500

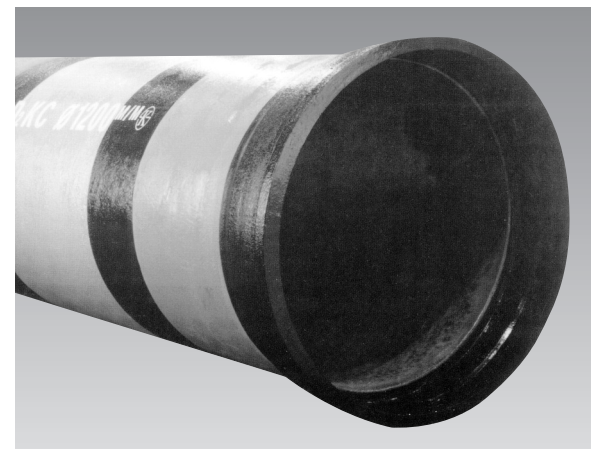
- 비고 1. 슬리브의 폭은 원주길이의 1/2 치수로 한다.
 2. 슬리브의 길이는 적용하는 관의 유효길이에 1000mm (호칭지름1000mm 이상은 1500mm)를 더한다.
 단, 주문자의 지정에 의해 ROLL상으로 감은 것을 납입할 수 있다.

<참 조 2>

PE슬리브의 해외 규격

규격명	국 가
ANSI / AWWA C105 / A21.5	미 국
ASTM A674	미 국
JDPA Z2005	일 본
BS 6076	영 국
ISO 8180	국제규격
DIN 30674, Part 5	독 일
A.S. 3680 - 3681	호 주

XII. 수도 용어



수도 용어

가 압 펌 프	Booster pump	압력을 증가시킬 목적으로 관로 도중에 설치하는 펌프.
가 정 용 수	Domestic use	음료·요리·세탁·수세식변소·목욕 등 일반가정에서 쓰는 물.
감 압 밸 브	Pressure reducing valve.	관로의 송중(送中)에 장치하여 상류부 고압의 물을 저압의 물로 변화시켜 하류에 보내는 밸브.
개 수 로	Open channel	고체성 주벽(周壁)에 의하여 완전히 폐합되지 않고 대기압을 받는 자유 수면을 가진 수로.
결 합 염 소	Combined available chlorine	수중에서 크로오라민(Choramine)과 같은 결합상태로서 존재하는 유효염소.
결합잔류염소	Combined available chlorine residual.	물을 염소처리한 경우 일정시간 후 소멸되지 않고 남아있는 「결합염소」
경 수 (硬水)	Hard water	마그네슘이나 칼슘염의 용해물이 수중에 70P.P.M(CaO로 환산)이상인 물(Ca로는 100P.P.M. 이상)
계획급수구역	Proposed Service area	계획년도까지 배수관을 부설하여 급수하는 구역.
계획급수인구	Estimated population using water	계획년도에 있어서의 급수인구

계획배수량	Proposed rate of distribuiton	배수펌프나 배수관의 계획에 쓰이는 수량을 말하며 일반적으로 평시는 「계획시간 최대급수량」 수재시에 있어서는 「계획 1일 최대 급수량」에 소화용수를 가산한 수량(인구 50만인 이상인 도시에서는 소화용수량을 고려치 않음)
계획송수량	Proposed rate of Transmission	정수장에서 배수지까지 송수하는 계획수량
계획시간	Proposed hourly	배수관 계획에 사용되는 시간
최대급수량	Maximum consumption	최대급수량
계획1일최대급수량	Proposed daily maxium consumption	수도시설의 규모를 규정하는데 사용되는 「1일 최대 급수량」
계획정수량	Proposed in take rate	수원에서 취수하는 계획수량이며 일반적으로 「계획1일 최대 급수량」의 110~115%를 취함.
고가수조 (고가탱크)	Elevated tank	취수량이나 수압을 조절하기 위하여 높은 지지대위에 설치한 물탱크.
고속응집	High rate solie	약품주입·혼화·응집 및 침전 등이 동일지내에서 이루어지게 하는 기계.
곡관	Bent tube (Bent pipe)	어떠한 반경을 가지고 굽은 관.
공공용수	Public use	일반 관공서·학교·병원·병영의 급수, 도로의 분수, 철수, 하수세조용, 소화용수 등의 일반 공공 용수.

관로	Pipe line	관으로 된 수로
관리실	Control room	시설의 전체 또는 대부분을 관리하는 곳.
평균계수	Uniformity Co-efficiency	모래의 체분석곡선(입도가적곡선)에 있어서 60% 통과율의 사립의 크기와 유효경과 비.
급속여과지	Rapid band filter basin.	급속도(1일 약 100~150m)로서 여과를 행하는 못.
급속혼화기	Flash mixer	약품을 기계적으로 급속히 혼화하는 기계.
급수관	Service pipe	배수지관으로부터 분기하여 각 가정에 급수하는 관.
급수구역	Service area	배수관을 부설하여 급수가 가능하게 되는 구역.
급수보급율	Rates of water usage.	급수구역내 총인구의 백분율.
급수인구	Population using water.	급수구역내 인구중 급수를 받고 있는 인구.
급수전	Service connection tap.	급수관의 말단에 설치하는 수도꼭지.
급수주	Stand pipe	내부가 관·부동전 및 급수전 등이 하나로 만들어진 기둥.
날개식양수기	Interential water meter.	통과하는 물의 유속을 이용하여 날개를 회전시켜 그 회전수에 의하여 간접으로 수량을 측정하는 「양수기」
노즐	Nozzle	물이 분사되어 나오는 관의 일단에 붙은 끝이 뾰족한 관구.
다단식여과법	Multiple filtration	같은 원수를 3중(예비여과·중간여과·최후여과 등으로 처리) 이상으로 여과하는 방식.

대 장 균 군	Coliform group	“그람” 음성의 무아포성의 단간균으로서 유당을 분해하여 산과 개스를 발생시키는 호(豪)기성 혹은 호(好)기성의 세균군.	배 수 펌 프 Drain pump	배수를 목적으로 설치한 펌프.
덕타일 주철관	Ductile cast iron pipe	고급 주철관의 일종으로 주철관보다 인장강도와 가요성이 큰 관.	벤투리미터 Venturi meter	벤투리관의 원리를 응용하여 관로중의 유량을 계량하는 양수기.
도 유 벽	Baffle wall	물을 정체하지 않도록 균등하게 흘리기 위하여 침전지 혹은 배수지 등의 내부에 설치하는 벽.	보울 조인트 Ball joint	관류의 접합부가 구상을 이루고 있어 입체적으로 힌지 역할을 한 접합.
도 수	Conveying water	취수설치에서 정수장까지 물을 보내는 것.	보통 침전지 Plain sedimentation basin	유속을 완만하게 (체류유속시간을 12~24시간)하여 자연적으로 침전 시키는 못.
도 장	Coating	철관류에 녹을 방지하기 위하여 그 면에 도료를 바르는 것.	부 관 Bypass	수로 혹은 못·우물 등의 한쪽에 설치하여 그 구조물에 단수가 되었을 때 사용하는 부수로.
동 수 경 사	Hydraulic gradient	①도수관에서는 이 도수관에 꽂은 압력계에 올라온 물의 높이를 연결한 선의 경사. ②개저에서는 수표면의 경사.	부단수천공기 Drilling machine (" attachment)	배수지관으로 부터 분기하여 급수관을 연결할 때 단수치 않고 천공하는 기계.
배 기 밸 브	Air valve	관로의 높은 곳에 설치하여 공기를 자동적으로 배출시키는 밸브.	부 수 두 Negative head	대기압 이하의 수두.
배 수 관	Drain pipe	저수지 혹은 탱크에 불필요한 물을 배제하는 관.	분 수 전 Ferrule	물을 분기하는 관에 설치하는 지수전.
배 수 관	Distributing pipe	배수지 혹은 배수펌프를 기점으로 하여 배수를 목적으로 부설한 관.	사전염소처리 Pre-chlorination	여과에 앞서 소독의 목적 이외에 철·망간의 제거·생물의 살멸 등을 행하기 위한 염소를 주입하는 것.
배 수 본 관	Distributing main	배수관 중에서 근간이 되는 관.	상 수 도 Water supply (Water works)	보건위생 및 방화의 목적을 주로 하여 계통적으로 급수하는 시설의 총칭.
배 수 지	Distributing reservoir	간적변화(間的變化)를 조절하는 못.	삽 구 Spigot	수삽접합에서 수구(受口)에 넣는 관의 끝 부분.
배 수 지 관	Distributing branch	배수본관에서 분기하여 직접 「급수관」에 연결하는 배수관.	세 척 속 도 Back wash rate	역세척수가 단위시간 내에 여과면을 통과하는 길이(보통 급속 여과지에서는 40~60cm/분/m ² 정도이다)
배 수 탑	Water tower	배수지에 대응으로 직접 지상에 높게 축조한 탱크.		

세척탱크	Wash water tank	급속여과지의 세척에 쓰일 물을 저유(貯留)시켜 놓는 탱크.
세척펌프	Wash water pump	급속여과지에 세척수를 압송하는 펌프 혹은 세척탱크에 양수하는 펌프.
소화전송수	Hydrant Conveyance of water	소화용수를 배출하는 수전. 정수장으로 부터 배수지 또는 가압 펌프장으로 물을 보내는 것.
수관교	Aqueduct	관이 하천·수로 또는 심곡을 횡단할 때 가설되는 관전용교.
수구	Socket	수삼접합에서 삼구를 받는 편외 관끝의 넓은 부분.
수두	Water head	단위중량의 물이 가지는 여러가지 형태의 에너지의 크기를 수주의 높이로서 표시한 것.
수로교	Aqueduct	도수거가 깊은 골짜기나 하천 등을 횡단하는 수로전용의 교량.
수중모우터 펌프	Submerged pump	전동기와 펌프가 일체로 되어 있으며 수중이 아니면 운전이 되지 않는 펌프이며 보통심정에 많이 사용되는 것.
수격작용	Water hammer	관로중의 유수량의 급격한 변동으로 인하여 발생하는 동수압.
스트레이너	Strainer	①펌프의 흡수관의 하단 또는 관정의 측벽 체수부에 장치하여 자갈 또는 기타 잡물을 들어오지 못하게 하는 장치. ②급속여과지의 누상에 설치하여 누수·세척수를 균등하게 유출입 시키는 장치.

시간최대급수량	Maximum hourly Consumption	1일을 통하여 시간당 급수량이 최대인 것.
실양정	Static head	펌프의 흡입수위와 토출측수위와의 차.
심정	Deep well	제 1부투 수층이하의 물을 집수하는 우물.
십자관 안전밸브	Cross pipe Safety valve	십자형을 이룬 이형관. 이상수압이 발생하였을 때 자동적으로 물을 배수하여 관로의 안전을 꾀한 밸브.
알카리제	Alkaline Chemical	물의 알카리도를 높이거나 P.H. 값을 조정하기 위하여 사용된 알카리성 약.
압력여과기	Pressure filter	급속여과기의 일종으로서 여과탱크를 밀폐하고 원수레 압력을 가하여 여과하는 여과기.
최확수	M.P.N.(Most probable number)	Most probable number의 약자로서 최확수라 불리운다. 확률론의 원리를 이용하여 수학적으로 산출되어진 수치로서 보통 대장균의 수를 나타낼 때 사용됨.
야안	Yarn	수삼접합에 있어 수구부에 삽입하여 누수를 방지할 목적으로 넣는 삼으로 된 실.
약품용탱크	Chemical solution tank.	응집제를 용해하는 탱크.
약품주입기	Chemical feeder	응집제를 주입하는 기기.
약품침전지	Chemical sedimentation basin	원수에 약품을 혼화하여 침전시키지는 못(체류시간 3~5시간)

양 수 기	Water meter	수관에 장치하여 수량을 계량하는 계기.
양 수 정	Gauging well	너치(Natch) 또는 휘어 등을 설치하여 수량을 측정하는 못.
여 과 과	Filtration	여과재를 사용하여 물을 거르는 곳.
여 과 기	Filter	물을 거르는 기계.
여 과 막	Filtration Film	여과지에서 여과층 표면에 피막이 생기는 균을 제거하는 막.
여 과 모 래	Filter sand	여과재로 사용되는 모래.
여 과 속 도	Rate of filtration	원수가 1일 또는 단위시간에 여과지의 표면을 통과하는 길이 또는 원수가 단위시간에 사면의 단위면적을 여과하는 양.
여 과 자 갈	Filter gravel	①여과지 내의 여과 모래를 지지하는 자갈. ②이중 여과에서는 1차 여과지의 여과재.
여 과 재	Filter medium	여과에 사용하는 재료.
여 과 지	Filter basin	원수나 예비처리수를 모래나 무연탄 등에 여과시켜 거르는 못.
여 과 층	Filter layer	여과지 내의 여과재의 층.
역 세 척	Back wash	압력정수(혹은 정수와 공기)를 여과류향과 반대방향으로 압송하여 여과층을 씻어 내는 것.
역 지 변	Check valve	관로에 설치하여 물이 역류하는 것을 막는 밸브.
연 수 (軟水)	Soft water	경수가 아닌 물 즉, 마그네슘이나 칼슘 염이 수중에 용해되어 있는 양이 70P.P.M.(CaO로 환산)이하인 물. (CaCO ₃ 로는 100P.P.M.이하)

염 소 멸 균	Chlorination	순염소 혹은 클로르 칼키로서 수중의 세균류를 사멸시키는 것.
영 향 원	Radium of influence circle	우물에서 지하수를 집수할 때 수입변화가 일어나지 않은 반경으로 이루어진 원.
완 속 여 과 지	Slow sand filter basin	느린 속도(1일 약 3~5m)로 여과를 행하는 못.
원반식양수기	Disk water meter	원반의 회전장치에 의하여 직접 통과 수량을 계량하는 양수기.
원 수	Raw water	정수 처리 전의 물.
유 량 조 절 기	Rate of flow Controller	여과지의 유량을 조절할 목적으로 설치한 계기.
유 이 염 소	Free chlorine	수중에서 차아염소산 혹은 차아염소산이온 형태로 존재하는 유효염소.
유이잔류염소	Free available chlorine	물을 염소처리하였을 경우 일정 시간 후에 소멸되지 않고 남아있는 유이염소.
유 이 탄 산	Free carbonate	수중에 용존하는 탄산가스.
유 효 경	Effective size	모래의 입도곡선에서 10%통과율의 사력의 크기를 mm로 나타낸다.
응 집 보조제	Aid coagulant	응집제의 효과를 향상시키기 위하여 첨가하는 약품.
응 집 제	Coagulant	수중의 부유물질을 응집시켜 플로크를 형성할 목적으로 추가하는 약품.
응 집 지	Coagulation basin	혼화지와 프로크형성지의 총칭.
이 토 관 (泥土管)	Blow off pipe	관로의 낮은 곳에 설치하여 관내의 토사를 배출하는데 사용되는 특수정자관.

이 토 변	Blow off valve	이토관에 붙은 밸브.
인 입 관	Inlet pipe	탱크, 우물 및 못에 끌어 넣는 관.
인 출 관	Outlet pipe	탱크, 우물 및 못에 물을 빼내는 관.
일 유 관	Overflow pipe	여분의 물을 넘어가게 하는 관.
일 반 세 균	General bacteria	수중에 서식하고 있는 세균으로서 보통한천배지취락을 형성하는 균.
1 인 1 일 최대 급수량	Maximum consumption per day per capital	1일 최대 급수량을 급수 인구 1인당으로 나타낸 것.
1인1일평균 급수량	Average consumption per day per capital	1일 평균 급수량을 인구 1인당으로 나타낸 것.
1 일 최 대 급 수 량	Maximum daily consumption	1년간을 통하여 1일 급수량의 최대인 것.
1 일 평 균 급 수 량	Average daily consumption	1년간의 총급수량을 1일당으로 환산한 것.
1 차 여 과 지	Primary filter basin	2중여과법(double filtration)에 있어 최초의 여과지.
자 정 작 용	Self purification	물이 하해 또는 호수 등을 유과하는 사이에 자연히 정화되는 작용.
전 양 정	Total head	펌프가 물에 가해지는 모든 수두의 합. 즉 흡입양정과 토출장중 및 손실「수두」를 합산한 것.
접 료	Collar (Sleeve)	관의 수구부와 삼구 부간을 접합할 때 사용되는 양단이 수구형의 단관.

접 합 정	Junction well	종류가 다른 관 혹은 거의 연결부 관 혹은 거의 굴곡부 또는 관로의 수두를 멸살시키기 위하여 그 도중에 설치하는 시설.
정 수 지	Clear Well	여과수를 배수지에 양수할 경우에 여과지와 펌프 공간에 설치하여 정수를 저장하여 여과 및 펌프조작과의 조절을 행하는 동시에 염소와 정수를 접촉케 하는 못.
제 수 밸 브	Sluice valve	통수량을 가감하거나 통수의 개폐를 위하여 관로에 설치하는 밸브.
조 절 정	Regulating well(Regulating chamber)	정수장이나 배수지에서 유입수의 수위조절과 양수를 위하여 설치한 작은 우물.
중 속 성 유 이 탄 산 지 수 전	Subjective free carbon dioxide Stop valve	용존염류가 평행을 추지하는데 필요한 유이탄산. 통수량을 가감하거나 단수하기 위하여 급수관로에 설치하는 밸브.
집 수 매 거	Infiltration gallery	부유수(subsurface water)를 취수하기 위하여 매설한 유공거.
집 수 정	Collecting well	두개이상의 수원 못·우물 등으로 부터 집수되어 하류로 보내는 우물.
천 정	Shallow well	제일부투수층까지의 물을 집수하는 우물.
체 류 시 간	Detention Period	못의 유효용량을 단위시간당 유량으로 나눈 값.
축 동 력	Brake horsepower	펌프 축의 소요동력.

취수문	Intake gate	문형으로된 지표수의 취수구조물.
취수탑	Intake tower	하천·저수지 또는 호수등에서 취수하기 위하여 설치하는 탑상 구조물.
침사지	Sand basin	수중의 토사를 침전하는 곳
침식성 유이탄산	Aggressive free carbon dioxide	수중의 여과탄산이 종속성 유이탄산에 상당하는 양 이상의 것.
캐비테이션	Cavitation	펌프에 있어서 임펠러 입구의 정압이 그 수온에 상당하는 포화증기압이하로 될 때 발생하며 펌프의 성능이 저하하고 소음 및 진동이 발생하는 현상.
클로라민법	Chloramination	순염소에 암모니아를 추가하여 살균작용을 행하는 방법.
탁도	Turbidity	물의 흐린 정도를 표시하는 표준.
토출관	Delivery pipe	펌프에 부속되어 빨아올린 물을 압출하는 관.
트로프	Wash water trough	세척오수를 제거하는 한편 유입원수를 분배하는 홈통.
펌프장	Pump station	펌프를 설치한 건물 또는 이 건물이 있는 구내 일반의 명칭.
편락관	Taper pipe (decreaser reducer)	내경이 고르게 변화하는 관.
평저변	Flat valve	상향관이 개폐에 사용되는 평편한 수평변.
폭기법	Areation	원수 또는 예비처리수를 분수장, 폭포장으로 하여 대기에 접촉시키거나 또는 수중에 공기를 직접 흡입시키는 정수법.

폴리에틸렌관	Polyethylene pipe	플라스틱관의 일종으로서 급수관으로 사용되는 관.
표면세척	Surface wash	압력정수를 분사하여 여과층의 표면을 세척하는 것.
후드밸브	Foot valve	흡입관 하단에 붙어있는 펌프 혹은 우물의 물이 역류하는 것을 방지하는 밸브.
플로크	Floc	물에 응집제를 혼화하였을 때에 형성하는 응집물.
플로크 형성기	Flocculator	「플로크」의 형성을 촉진시키는 기계.
플로크 형성지	Flocculation basin	「플로크」를 형성 시키는 곳.
P.V.C.관	Rigid poly- vinylchloride pipe	경질염화비닐관으로서 급수관으로 사용되는 관.
P.H.값	Hydrogenion concentration	수소이온의 농도를 상용대수로 표시한 값.
P.P.M. 혼화지	Part per million Mixing basin	농도의 단위로서 백만분의 1, 원수에 약품을 혼화시키는 곳.
흡입관	Suction well	펌프에 부속되어 물을 퍼올리는 데 사용되는 관.

XIII. 참고 문헌



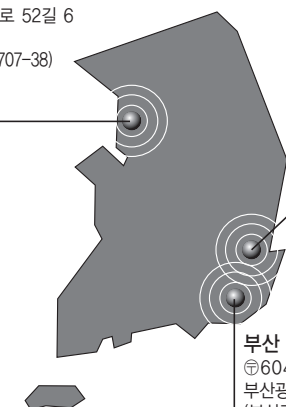
1. Hand book of cast iron pipe : Cast iron pipe research association, Chicago.(1952)
2. A.P Gagneb in, K.D.Millis, N.B.Pilling : “Ductile cast iron -A new engineering material.” Iron Age, V.163 (1949) 77
3. C. T.Haller : “Ductile iron - A new engineering material for water works Construction.”
J.AW WA V.44 N.10 (1952) 912
4. Ductile관 : 久保田鐵工(株). 일본(1972)
5. J.B.Hill : “Ductile iron pipe for utiliy service” J.AW WA V.54, No.7 (1962) 840
6. H.L.Hamilton : “Effect of soil corrosion on cast iron pipe”
J.AW WA V.52, NO.5 (1960) 638
C.V.Davis, K.E.Sorensen : “Corrosion in fresh water.”
7. Hand book of applied hydraulics. 3RD ed. Mc Grow-Hill New York(1969)
W.D.Monje, C.M.Clark : “Loads on underground pipe due to frost penetration.” J.AW WA V.65 No.6 (1974) 205
ANSI A21.1, A, 21.50, ASTM M64-65
9. KSD 4306, 4310, 4311, 4308, 4316, 4309, KSB 2332
10. ISO 13, 2531, BS 4772, JIS G 5526, EN545
11. J.F.Kahles, N.Z.Lation, R B. Kropf “High machinability and productivity of ductile iron.” Metal Progress. V59 (1951) 238
13. 河井貞一 : “소구경원심력 ductile 주철관의 천공과 분기 성능 실험, 수도협회지 n.355 (1965) 51
14. “수도사업계획과 자재수요” 일본수도공업단체연합회(1980)
15. 일본주철관 협회지 1967년 2월호
16. 덕타일주철관 핸드북, 久保田鐵工所.
17. Pipe with Cement Mortar Lining. Thyssen.

18. Schalker Verin GM BH Werk Gelsenkirchen.
19. Corrosion in Drinking Water System. W. Kolle (Germany)
20. Water & Sewage Works June 1962 (Scranton Gillette Publication, U.S.A.)
21. Tyton Joint Centrifugal Cast Iron Pipe. (U.S.Pipe & Foundry Co., Ltd. U.S.A.)
22. Permutit Water Conditioning (The Permutit Company, U.S.A.)
23. Conversion Factors for the engineer (DORR - OLIVER Incorporate, U.S.A.)
24. 수도시설기준 해설 (수도협회)
25. 상하수도 편람 (이공사)
26. 상수도용 송배수관으로서의 구상흑연 주철관의 회주철관의 특성 비교 검토(서울대학교 공과대학 부설 생산기술연구소)
27. 상수도용 덕타일주철관의 시멘트 모르타르 라이닝에 대한 연구 (수도협회)
28. 환경부 제정 - 상수도 시설 기준 (한국수도협회/1997)
29. 2000. 건설 표준 품셈 (건설연구소)
30. 수도용 덕타일주철관의 시공 및 유지관리에 관한 경제성연구 (건설산업연구소)
31. 수도용 송배수관으로서의 덕타일주철관에 관한 특성연구(한국상하수도 학회)
32. 환경부제정-상수도공사 표준 시방서 (1998.6, 한국수도협회)
33. Installation Guide for Ductile Iron Pipe - DIPRA /
34. 2000
일본 후생성 감수 - 수도시설 설계 지침 해설 (일본 수도협회 / 1990)
35. 라이프라인 Q&A (일본 덕타일 철관 협회)
36. 지방공기업법 시행규칙(1999. 4)
37. 일본 - 지방공기업법 시행규칙

약도 및 위치

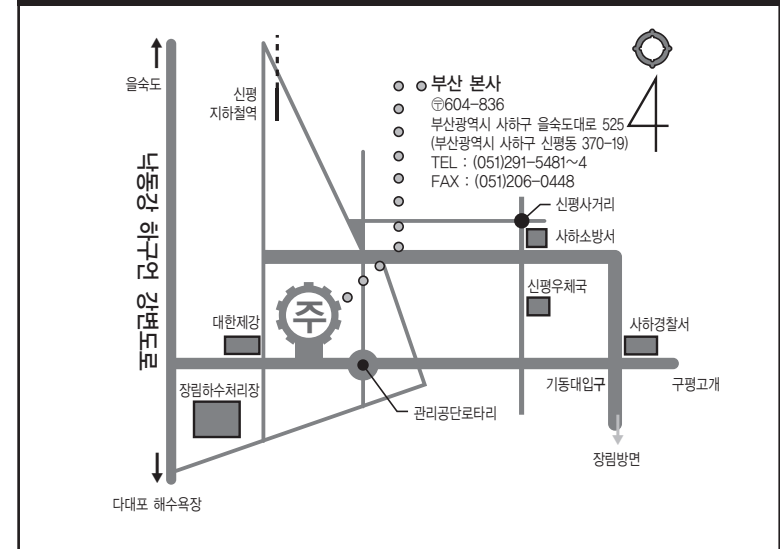
서울사무소
 ☎135-918
 서울특별시 강남구 테헤란로 52길 6
 테헤란 O/T 411호
 (서울특별시 강남구 역삼2동 707-38)
 TEL : (02)565-4900~4
 FAX : (02)565-4905

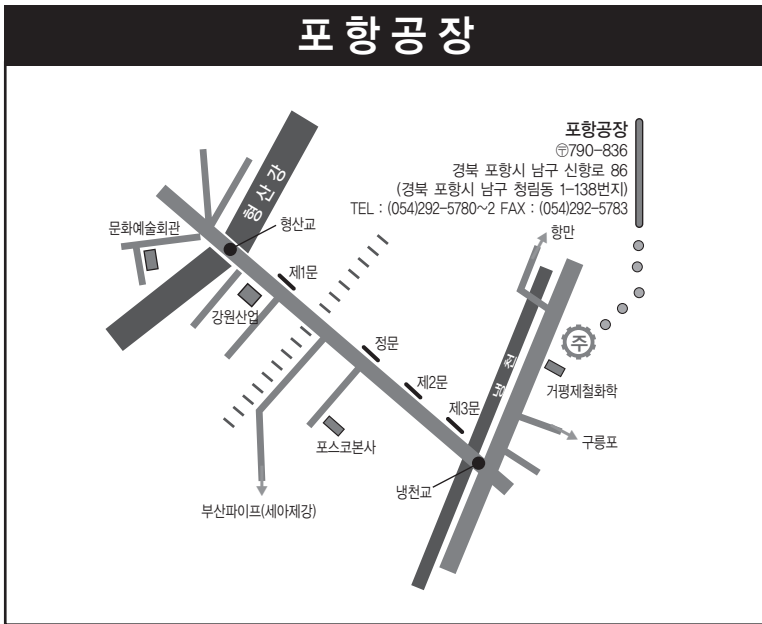
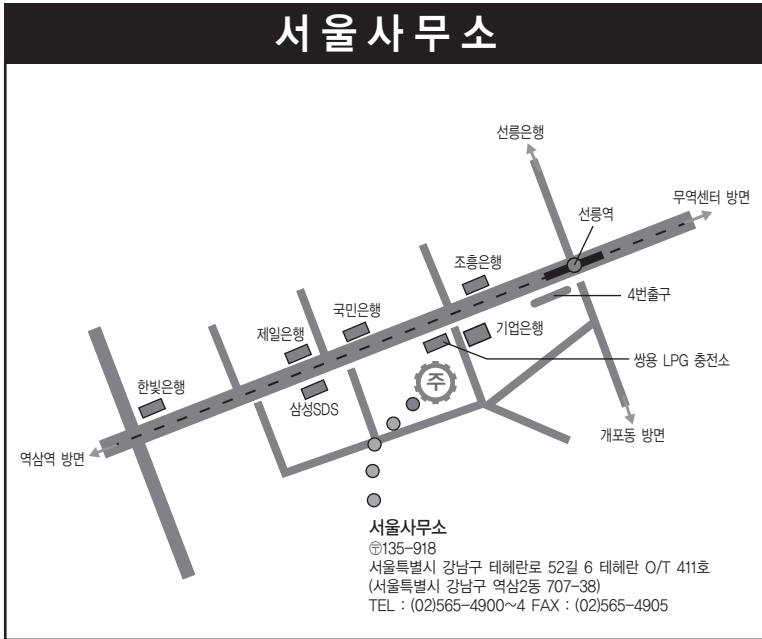
포항공장
 ☎790-836
 경북 포항시 남구 신항로 86
 (경북 포항시 남구 청림동 1-138번지)
 TEL : (054)292-5780~2
 FAX : (054)292-5783



부산 본사
 ☎604-836
 부산광역시 사하구 을숙도대로 525
 (부산광역시 사하구 신평동 370-19)
 TEL : (051)291-5481~4
 FAX : (051)206-0448

부산본사





덕타일 주철관 핸드북

2020년 3월 개정판

<비매품>

발행처 **한국주철관공업주식회사**

본 사 : 부산광역시 사하구 을숙도대로 525
 (부산광역시 사하구 신평동 370-19)
 전화 (051) 291-5481(대)
 FAX (051) 206-0448
<http://www.kcip.co.kr>

포 항 공 장 : 경북 포항시 남구 신항로 86
 (경북 포항시 남구 청림동 1-138번지)
 전화 (054) 292-5780~2
 FAX (054) 292-5783

서울사무소 : 서울특별시 강남구 테헤란로 52길 6 테헤란 O/T 411호
 (서울특별시 강남구 역삼2동 707-38)
 테헤란 오피스빌딩 411호
 전화 (02) 565-4900~4
 FAX (02) 565-4905

Korea Cast Iron Pipe Ind.Co.,Ltd.
<http://www.kcip.co.kr>

KSA   ISO 9001 인증업체