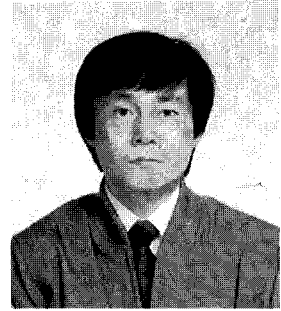


# 동 관 시 공



박상원/(주)정우 하이텍 기술영업부차장

유사이래 동은 인간에게 가장 유용한 금속으로 사용되어 왔으며 최근에는 매우 중요한, 그리고 광범위하게 사용되는 금속의 하나라는 것은 의심할 바 없는 사실이다. 국가의 기간산업에서 부터 우리 주위의 사소한 일상생활에 까지 동이 사용 되고 있는 예는 얼마든지 찾아볼 수 있다.

즉, 산업의 기초소재로서 뿐만 아니라, 일상생활 용품, 화폐, 더 나아가 의약품으로 까지 그 사용범위는 이루 헤아릴 수 없다.

이렇듯 동의 중요성이 큰데 반해 여러가지 미신이나 잘못된 신념도 상당히 많았다. 그중 대표적인 것이 동이 인간에게 유해하고 위험한 물질이라는 믿음이었다. 그러나 오늘날 과학과 의학의 진보, 인간 지식의 증대에 따라 대부분 동에 대한 그릇된 인식은 거의 해소되었다. 따라서 동 사용범위는 점점 더 확대되고 있으며, 신소재 개발이 속속 이루어지고 있는 오늘날에 있어서도 동의 효용가치는 조금도 떨어지지 않고 오히려 증대되고 있고 앞으로도 오랜기간 동은 인류에게 가장 중요한 위치를 점하는 소재로 남을 것이 확실시 된다.

이러한 이유로 다음에 동에 대한 기본지식, 특히 설비소재로서의 동관 및 그 관련부품과 올바른 시공법, 하자 방지책 등을 중심으로 간략히 살펴보고자 한다.

## I. 銅의 일반사항

### 1. 동 의 역 사

동은 인간이 최초로 발견한 금속이다. 그렇지만 역사시대 이전의 인간이 처음에 이용하게된 정확한 시기는 명확하지 않다. 고고학자나 금속학자들은 동의 사용시기를 기원전 8,000~6,000년경이라고 여긴다. 동이 고대 이집트에 의해 기원전 5,000년에 사용된 것은 이 당시 고분의 발굴에 따라 그 부장품들에 의해 확인되고 있다. 오랜기간이 지난 오늘날 그 사용시기의 확인이 가능한 것은 동의 우수한

내부식 특성에 따른 것이다. 동의 용해, 정련이 시작된 시기는 기원전 4,300년경으로 오늘날 발굴된 가장 오래된 동합금(청동)은 기원전 3,700년에 건축된 Medum의 피라밋에서 발견된 봉(棒)이다.

또한 동관이 최초로 사용된 것은 기원전 2,750년경으로 이집트 『아브실』에 건설한 신전의 급수관에 사용된 것이 그 시초라고 알려지며, 현재 『베를린』 박물관에 원형 그대로 보존되어 우리가 실물을 볼 수 있다.

황동은 고대 로마인에 주조된 것으로 초기의 황동으로 알려진 것은 기원전 20년 로마화폐가 그 시

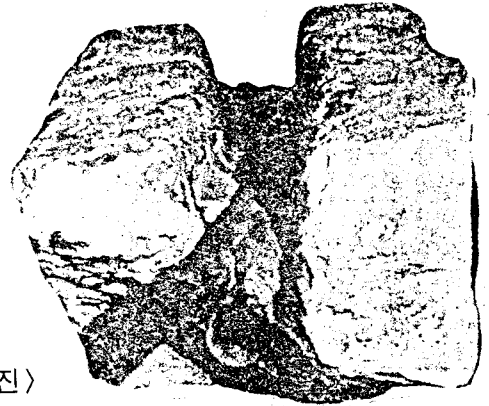
초로 알려져 있다. 이렇듯 사용이 시작된 동문화는 기원전 600~700년경 그리스, 로마시대의 철의 제련기술발달로 잠시 쇠퇴되었으나, 동의 우수한 특성의 재발견에 따라 그 사용범위를 점차 넓혀 가기 시작했다. 중세에 들어와서는 영국을 중심으로 동 및 동합금의 문화가 발전되어 『튜널』왕조(1485~1603)시대에는 동관이 급수관으로 사용되었으며, 그 이후 동의 효용가치의 새로운 개발이 진전됨에 따라 오늘날 가장 광범위한 분야에서 없어서는 안 될 귀중한 소재로서 동의 위치를 확고히 하고 있다.

## 2. 동의 어원

중세 연금술사에 의해 사용된 동의 기호인 ankh 와 이 말의 어원은 이집트에서 유래된다. 십자 모양의 원을 묘사한 ankh(우)는 파라왕 Tut-ankh-Amen의 이름에서 보여지는 것으로 나일해협의 고대주민들의 영원불멸한 생명을 상징하는 것이다. 또한 ankh는 고대 그리스의 생명의 여신-비너스의 상징이기도 하다. 현대에서는 여성을 나타내는 기호로 사용되고 있다. 즉, 동의 어원은 바로 영원불멸함과 그 아름다운 색채에서 비롯되는 것으로 동의 우수한 특성이 반영된 것이다.

산스크리트의 ayas, 라틴어의 ae, 고-포어의 aiz, 독일어의 erz, 영어의 ore 등은 모두 아리안어의 동을 의미하는 파생어이다. 오늘날 광석을 뜻하는 ore 가 동을 의미했다는 것은 동의 금속을 대표했다는 사실을 미루어 짐작케 한다.

오늘날 동의 화학기호로 사용되는 Cu는 라틴어의 Cuprum으로부터 따온 것으로, 이것은 동의 어원에 있는 aes Cyprium의 약어 Cyprium이 로마인에 의해 전화된 것으로 스페인의 Rio Tinto 광산이 발견될 때까지는 오로지 로마인에 의해 채굴, 이용된 Cyprus(키프로스)섬의 이름에서 연유된 것이다.



〈사진〉

『아브실』신전에 사용된 동관

銅이라는 한자는 중국고대 은나라의 갑골문자에서부터 연유된 것으로 이 당시 금·은·동은 모두 귀한 금속으로 금으로 표기했다. 이후 동(銅)이 금(金)과 동일(同)하다는 뜻으로 오늘날 동으로 표기되었다는 것이 일반적 정설로 받아들여지고 있다. 이렇듯, 하나의 금속에 대한 어원이 구체적이고 폭넓게 해설될 수 있는 것은 동의 인류문화에 있어 중요한 위치를 가졌음을 나타내는 것이다.

〈표-1〉 동관의 분류

구 분	종 류	비 고
사용된 소재에 따른 분류	인탄산 동관 타프 피치 동관 무산소 동관 동합금관	일반건축용, 산업용 배관 전기 기기재료 전자 기기재료 산업용 및 기타 용도
질별 분류	연질(O) 반연질(OL) 반경질(1/2H) 경질(H)	인장강도 및 경도가 작다  인장강도 및 경도가 크다
두께별 분류	K TYPE L TYPE M TYPE N TYPE	가장 두껍다 두껍다 보통 두께 얇은 두께(KS규격은 없음)
용도별 분류	WATER TUBE ACR 용 CONDENSER 용	

## II. 설비자재로서의 동관 및 관련 부자재

### 1. 동관

#### (1) 동관의 분류

동에 사용된 소재에 따른 분류와 질별에 따른 분류, 두께 및 용도별 분류가 있다. 각각의 분류내용을 요약하면 <표-1>과 같으며 동의 물리적 성질은 <표-2>와 같다.

<표-2> 동의 물리적 성질(99.95% Cu)

성 질	수 치	
원자량	63.57	
결정구조	면심입방격자 $a=3.6075\text{\AA}$ 활면(111), 쌍정면(111)	
액상선 온도	1,083°C	
고상선 온도	1,065°C	
비등점	2,595°C	
비중	8.94	
용해잠열	48.9Cal/g	
증발잠열	1,150Cal/g	
열전도율	332Kcal/mhr°C	
열팽창계수	(-191)~16°C	0.0000141/°C
	25~100°C	0.0000168/°C
	20~200°C	0.0000177/°C
비 열	20°C	0.0921Cal/g °C
	100°C	0.0939Cal/g °C
종탄성 계수	O질	12,000kg/mm <sup>2</sup>
	H질	12,000~13,500 kg/mm <sup>2</sup>

<표-3> 대표적인 동관규격

구 분	규 격	명 칭	비 고
미국계 규격	ASTM-B88(M)	Seamless Copper Water Tube	FT-LB, 단위계 2종 Metric
	KSD-5301	이음매 없는 동 및 동합금관	FT-LB 단위계와 동일
	JIS-H 3300	이음매 없는 동 및 동합금관	FT-LB 단위계와 동일
유럽계 규격	BS-2871	Copper tubes for water, gas sanitation	
	DIN-1786	Installationsrohre aus Kupfer	

“ 동관은 물이나 콘크리트 등과 접촉하면 일산화동이나 염기성탄산동 같은 치밀한 산화피막이 형성되어 부식진행이 방지된다. ”

#### (2) 동관의 규격

동관의 규격은 크게 미국계와 유럽계 규격으로 나눌 수 있다. KS규격은 미국계 규격에 속하는 것으로 유럽계 규격과는 약간의 차이가 있다. 미국계 규격은 호칭경과 실제외경이 같지 않으며, 유럽계 규격은 호칭경이 실제외경이 된다.

즉 미국계 규격 : 실제 외경 = 호칭경 + 1/2"

유럽계 규격 : 실제 외경 = 호칭경

이러한 규격차이는 동관 이음쇠에도 역시 적용되므로, 자재 사용시 반드시 적용 규격을 확인할 필요가 있다.

#### (3) 동관의 특성

##### 1) 내식성

동관은 우수한 내식성을 가지는 금속이므로 수명이 반영구적이며, 따라서 배관으로 사용후에는 개·보수의 필요가 없게 된다. 동관이 물이나 콘크리트등과 접촉하면 일산화동(Cu<sub>2</sub>O)이나 염기성 탄산동(CuCO<sub>3</sub> · Cu(OH)<sub>2</sub>)같은 치밀한 산화피막이

형성되어 부식의 진행이 방지된다. 즉, 보호 피막이 생성되면 사용 연수가

길어져도 부식이 더 진행되지 않는 것이다.

2) 『스케일』이 생성되지 않는다

하천수, 지하수, 수도물, 공업용수 등 모든 물에는 각종 불순물이 포함되어 있다. 이러한 불순물은 주로  $Ca^{++}$ ,  $Mg^{++}$ ,  $Na^{++}$  등과  $HCO_3^-$ ,  $Cl^-$ ,  $SO_4^{--}$  등으로 결합된 전해질 염류 및 「실리

카」, 산소, 탄산가스등의 용존기체, 유기물, 미세한 토사 등이며, 수처리로도 쉽게 제거되지 않아 급수, 보일러 계통으로 유입되어 여러가지 장애의 원인이 된다. 「스케일」이란 이러한 광물질 및 염기류 등이 온도변화에 따라 석출되어 딱딱한 결정질 구조로 관벽에 부착, 형성되는 것을 말한다. 이러한 스케일

〈표-4〉 각종 부식 분위기에서 배관재별 수명

부식분위기		배관재료	부식감량 mg/cm <sup>2</sup> / 2 weeks	침식깊이 mm/2 weeks	침식깊이 mm/1년	1mm두께일때 푹어지는 기간	비고	
탄산가스 대 내식성	포화탄산수	동	0.1811	0.0002026	0.0052814	189년	없는다. 금속광택을	
		연 (鉛)	1.0705	0.0009440	0.0246115	41년		
		아 연	0.4018	0.0005635	0.0146921	68년		
		연 강 (軟鋼)	2.938	0.0037667	0.0982024	10년		
알카리에 대 내식성	0.91% 암모니아수	동	0.0387	0.000433	0.0011286	886년	저농도의「알카리」용액 에는 동관이 가장 좋다.	
		연	0.2039	0.001798	0.0046878	213년		
		아 연	1.1379	0.0015959	0.0416082	24년		
		연 강 (軟鋼)	0.9532	0.0012221	0.0318606	31		
	0.01% 가성소다수	동	0.0432	0.000483	0.0012598	794년		
		연	0.4669	0.0004117	0.0107043	93년		
		아 연	0.6995	0.0009811	0.0255778	39년		
		연 강 (軟鋼)	1.5062	0.0019310	0.0503446	20년		
산에 대 내식성	0.05% 황 산	동	2.234	0.00244989	0.651494	15년	동은「HNO <sub>3</sub> 」,「H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 」,「HCl」,「산」과 같은 산화성의 산에는 내식성이 좋다. 같은 비산화성에는 부식되거나 황산, 인산과 같은 산화성의 산에는 내식성이 좋다.	
		연	0.322	0.0002840	0.0074030	135년		
		아 연	7.137	0.0100098	0.2609702	3.8년		
		연 강 (軟鋼)	8.390	0.0107564	0.2804350	3.6년		
	0.05% 질 산	동	3.499	0.0039139	0.1020402	9.8년		
		연	39.407	0.0347504	0.9059936	1.1년		
		아 연	3.320	0.0046564	0.1213985	8.2년		
		연 강 (軟鋼)	5.594	0.0071718	0.1869789	5.4년		
토 질	시험시간 (年)	부식도mg/dm <sup>2</sup> / day			비고			
		인탄산동	저탄소강	연				
		옥 토 (A)	9.47	0.19		3.62	0.44	의해 결정된다. 및수분등에 산도, 용, 염분 속도는 그 성분, 토양중부식 토양중부식 금속재료의 일반적으로
		옥 토 (B)	9.11	0.16		3.50	0.42	
		점 토 (A)	9.42	0.69		25.5	0.94	
		점 토 (B)	9.51	1.85		14.3	5.03	
니 탄	9.24	4.54	15.1	0.59				

주1) 1dm=0.1m=10cm

2) 비교된 재질별 비중량은 동 : 8,940kg/m<sup>3</sup>, 연 : 11,340kg/m<sup>3</sup> 아연 : 7,130kg/m<sup>3</sup>, 탄소강 : 7,800kg/m<sup>3</sup>

은 여러가지 폐해를 일으키는데, 열효율 저하, 동력 사용의 증가, 부식촉진 등을 야기한다. 이러한 스케일이 관내에 부착되는 것은 배관내의 조도에 관계되는데, 동관은 조도가 극히 낮으므로 스케일 생성이 안되는 것이다.

〈표-5〉 관종별 절대 조도(ε, mm)

관종	동관	강관	주철관	아스팔트라이닝주철관	철판다트	콘크리트다트
절대조도	0.0015	0.15	0.254	0.127	0.15~0.2	1.0~3.0

3) 뛰어난 가공성

동관은 굽히거나 확관하거나 용접하는 방법이 극히 간단하다. 동관은 생산되는 형태도 직관 뿐만 아니라 코일로도 생산이 되므로 적용성이 아주 높다.

4) 연신률이 좋으므로 동파에 강하다.

일반적으로 금속은 저온으로 갈수록 연신률이 급격히 저하되나 동관은 그렇지 않다. 따라서 동파에 견디는 힘이 타 배관재에 비해 훨씬 강하다.

(1) 동관이음쇠

동관 이음쇠는 순동 이음쇠와 동합금 이음쇠로 구분된다. 순동 이음쇠는 주물 이음쇠의 결점을 보완하기 위하여 1938년 미국에서 처음 개발되었다. 이것들은 모두 동관을 성형가공 시킨 것으로 주로

엘보, 티, 레듀서, 소켓 등이다. 이러한 순동 이음쇠는 냉온수 배관은 물론 도시가스, 의료용 산소 등 각종 건축용 동관의 접합에 널리 사용되고 있으며 다음과 같은 특징을 가진다.

- ① 접합시 가열시간이 짧아 공수절감을 가져온다.
- ② 두께가 균일하므로 취약 부분이 적다.
- ③ 재료가 동관과 같은 순동이므로 내식성이 좋고 부식에 의한 누수의 우려가 없다.
- ④ 조도가 동관과 같아 압력손실이 적다.
- ⑤ 외형이 크지 않은 구조이므로 배관공간이 적어도 된다.

〈표-6〉 동결반복회수와 파열현황

관종	외경(mm)	두께(mm)	파열시까지의 동결 반복회수
강관	21.7	2.80	2
동관	15.0	0.85	5

5) 위생적인 급수가 가능하다.

앞에서도 언급되었 듯이 동은 인간건강에 필요한 금속으로, 자체 세정능력을 지닌 극히 위생적인 금속이다. 또한 스케일 등이 발생되지 않으므로 강관에서 흔히 볼 수 있는 녹물 등이 발생되지 않는다. 따라서 급수관으로서 최적의 배관재라고 할 수 있다.

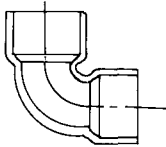
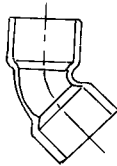
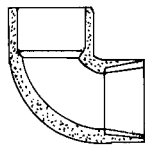
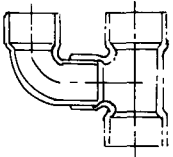
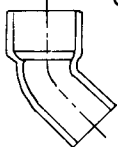
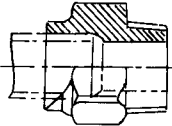
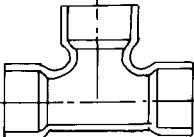
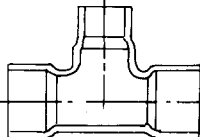
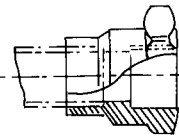
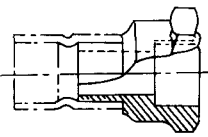
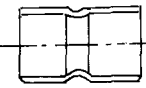
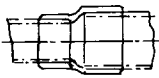
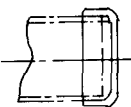
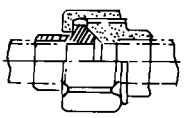
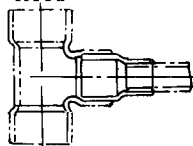
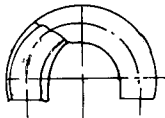
6) 동관은 사용후에도 잔존의 가치를 가진다.

동관은 부식되어 감실되지 않는 것이므로 장구한 시간이 경과한 후에도 재사용하거나 자원으로 재활용 할 수 있다.

동관을 자원으로 재활용시 원래 가지고 있던 가치의 약 80% 이상의 가치를 그대로 활용할 수 있다.

2. 동관시공에 필요한 관련 부자재



<p>90°엘보우 CXC</p> 	<p>45°엘보우 CXC</p> 	<p>수전 엘보우</p> 	<p>〈그림-1〉 이음쇠의 종류와 기호표시</p>
<p>90°엘보우</p> 	<p>45°엘보우 CXFtg</p> 	<p>아답타 CXM</p> 	
<p>티 CXCXC</p> 	<p>이형 티 CXCXC</p> 	<p>아답타 CXF</p> 	<p>아답타 FtgXF</p> 
<p>소켓 CXC</p> 	<p>레두서 CXC</p> 	<p>캡</p> 	<p>유니온 CXC</p> 
	<p>Ftg 레두서 FtgXC</p> 	<p>U-벤드 CXC</p> 	

주) C : 이음쇠 내로 관이 들어가 접합되는 형태(FEMALE SOLDER CUP)  
 Ftg : 이음쇠 외로 관이 들어가 접합되는 형태(MALE SOLDER CUP)  
 F : ANSI 규격 관형나사가 안으로 난 나사 이음용 이음쇠(FEMALE NPT THREAD)  
 M : ANSI 규격 관형나사가 밖으로 난 나사 이음용 이음쇠(MALE NPT THREAD)

동합금이음쇠는 나팔관식 접합용과, 한쪽은 나사식 다른 한쪽은 솔더링이나 브레이징 접합용의 동합금 이음쇠로 대별한다.

① 나팔관식 접합용 이음쇠

나팔관 이음쇠는 분리, 재결합이 용이하여 사용 중 분리할 필요가 있는 곳, 용접접합이 불가능한 곳 등에 사용된다.

② 동합금 주물 이음쇠

이것은 동합금(황동 또는 청동)으로 이음쇠 본체를 만들고 관과 접합부분을 기계가공으로 다듬은 것이다. 그러나 순동 이음쇠에 비해 용접 접합시 어려움이 있으므로 될 수 있는한 순동이음쇠를 사용하는 것이 좋으며, 특별한 형태의 이음쇠는 순동이음쇠로서의 제작이 불가능하므로 합금 이음쇠에 의존하게 된다.

(2) 기타 관련 부자재

동관 및 동관이음쇠를 사용하여 시공하기 위해서는 여러가지 관련 부자재가 있다. 용접을 하기 위해 필요한 용접재, 후럭스, 시공에 필요한 각종 공구가 필요하다. 이러한 관련 부자재는 다음의 시공법에 대한 설명에서 자세한 내용을 다루고자 한다.

〈표-7〉 호칭경에 대한 접합부의 내외경 치수

호칭경 (B)	접 합 부	
	숫(雄)관	암(雌)관
	기준 외경(mm)	기준 내경(mm)
1/4	9.52	9.62
3/8	12.70	12.81
1/2	15.88	16.00
5/8	19.05	19.19
3/4	22.22	22.36
1	28.58	28.75

호칭경 (B)	접 합 부	
	숫(雄)관	암(雌)관
	기준 외경(mm)	기준 내경(mm)
1 · 1/4	34.92	35.11
1 · 1/2	41.28	41.50
2	53.98	54.22
2 · 1/2	66.68	66.96
3	79.38	79.66
4	104.78	105.12

주) 관 이음쇠의 호칭경은 KSD 5301 (표 7 (2))의 배관용 동관 치수의 호칭경에 따른다.

