

# 腐食と劣化(1)

## 建築設備における配管材料の現状

安藤 紀雄 N.A.コンサルタント

**キーワード**：配管材料(Piping Material), 配管用炭素鋼管(Steel Gas Pipe), ステンレス鋼管(Stainless Steel Pipe), 銅管(Copper Tube), 塩化ビニル管(Vinyl Pipe), ポリエチレン管(Polyethylene Pipe), ポリブテン管(Polybutane Pipe)

現在,日本の建築設備に採用されている配管材料は複雑多岐にわたっている。その配管材料は,炭素鋼鋼管・樹脂被覆鋼管・ステンレス鋼管・鋳鉄管・鉛管・硬質塩化ビニル管・ポリオレフィン管,無機材料管などに大別されるが,本稿では,そのうちの**主要配管材料**の必修知識に関し紹介するものである。

### はじめに

空気調和設備は,冷温熱源,熱分配,空調機,空気分配装置の四つから構成されている。これらの間の諸機器を空調システムとして,統合し,機能させるために必要なものが,“配管”や“ダクト”および“自動計装機器”などである。このなかでも,“配管”は人体にたとえれば,熱媒を血液とした場合,“血管”に該当し熱媒を搬送する媒体として不可欠なものであり,空調設備のなかで特に重要な役割を果たしている。

一方,給排水衛生設備には,給水・給湯・排水通気・消火・ガスなど用途別に多種多様な設備があるが,これらの設備を統合し機能させているものがやはり“配管”である。筆者の個人的見解かもしれないが,配管材料の種類に関しては,空調設備に比べると衛生設備は複雑で多種多様な管種がある。

したがって,建築設備技術者としては,これらの配管材料の特質を十分に知し(悉)しておく必要がある。そのような観点から,ここでは,この建築設備に使用される配管材料の現状に関して,その必須知識を述べることにする。

### 1. 建築設備用配管材料の分類

空調設備の配管は,搬送する熱媒の種別により,冷水管・冷温水管・温水管・高温水管・蒸気管・蒸気凝縮水管・ドレン管・油管・冷媒管などに分類される。一方,給排水設備の配管には,その設備により給水管・雑用水管・給湯管・汚水管・雑排水管・通気管・雨水管・水消火管・ガス消火管・燃料ガス管などがある。

配管材料(管種)は,その用途・流体の化学的性質・流体の温度・流体の圧力・管の外側の条件・管の外圧・管の施工性・管の重量および輸送性・その他の条件を十分加味し

て決定しなければならない。

建築設備に使用される配管材料は,“金属配管材料”と“非金属配管材料”に大別される。そして,“金属配管材料”は,表-1に示すように,炭素鋼管,樹脂被覆鋼管,ステンレス鋼管,鋳鉄管,銅管,鉛管などに分類される。

一方,“非金属配管材料”は,硬質塩化ビニル管,ポリオレフィン管,無機材料管に分類される。

総体的にいうと,空調設備と消火設備に用いられる配管材料についてはその差異が小さく,衛生設備の上水・雑用水・給湯・汚水・雑排水設備に用いられる配管材料については,比較的差異が大きく,使用管材も多種多様化している。

### 2. 金属配管材料

ここでは,まず,建築設備に最もよく使用されている,主だった“金属配管材料”を紹介しておきたい。

#### 2.1 配管用炭素鋼管(JIS G 3452)

配管用炭素鋼管は,通称“ガス管”と呼ばれ,“SGP”という略称でも親しまれ,古くから多用されている配管材料である。この管は,ガス配管として専ら使用され,JIS G 3457 ガス管(1951年) JIS G 3432 ガス配管(配管用鋼管)(1955年) JIS G 3432 配管用鋼管(ガス管)(1958年) JIS G 3452 配管用炭素鋼管(1962年) JIS G 3452 配管用炭素鋼管(2004年)という紆余曲折を経て,“ガス管”という呼称がとれたのは,1962年のJIS改定以来のことである。

現在の配管用炭素鋼管の規格は,外径公差が大きすぎる。内径寸法・真円度の規定がない。化学成分もP(リン)とS(硫黄)しか規定されていない(注:ほとんどの鋼管には“鉄鋼5元素”といわれる,C・Si・Mnの規定がある)というような特徴のある規格である。

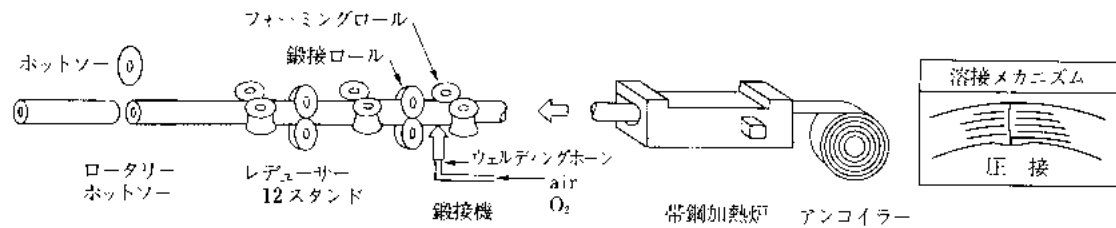
このSGPは,現在でも空調設備・衛生設備ともに,広く使用されており,全体的にその配管の60~85%近くは,SGPが使用されているといっても過言ではないであろう。

なお,建築物における配管材料の“建物別・配管用途別の使用実態”に関しては,参考文献4)および5)に掲載されている調査レポートを参照されたい。

表-1 配管材料の分類と種類

管種	名称	規格	記号	管種	名称	規格	記号	
炭素鋼管	配管用炭素鋼管(白)	JIS G 3452	SGP(白)	硬質塩化ビニル管	硬質塩化ビニル管	JIS K 6741	VP, VU	
	配管用炭素鋼管(黒)	JIS G 3452	SGP(黒)		水道用硬質塩化ビニル管(含・耐衝撃性管)	JIS K 6742	VP(HIVP)	
	圧力配管用炭素鋼管(白)	JIS G 3454	STPG(白)		水道用ゴム輪形硬質塩化ビニル管	JWWA K 127		
	圧力配管用炭素鋼管(黒)	JIS G 3454	STPG(黒)		水道用ゴム輪形耐衝撃性硬質塩化ビニル管	JWWA K 129		
	水配管用亜鉛めっき鋼管	JIS G 3442	SGPW		耐熱性硬質塩化ビニル管	JIS K 6776	HTVP	
樹脂被覆鋼管	水道用硬質塩化ビニルライニング鋼管	JWWA K 116	SGP VA, VB, VD		温泉引湯用ゴム輪形耐熱性硬質塩化ビニル管	メーカー規格		
	水道用耐熱性硬質塩化ビニルライニング鋼管	JWWA K 140	SGP HVA		排水・通気用耐火二層管	メーカー規格		
	フランジ付硬質塩化ビニルライニング鋼管	WSP 011	FVA, FVB, FVD		下水道用硬質塩化ビニル管	JSWAS K 1		
	フランジ付ポリエチレン粉体ライニング鋼管	WSP 039	FPA, FPB, FPD		下水道用硬質塩化ビニル卵形管	JSWAS K 3		
	フランジ付耐熱性樹脂ライニング鋼管	WSP 054	H FVA, H FCA		下水道用高剛性硬質塩化ビニル管	JSWAS K 5		
	水道用ポリエチレン粉体ライニング鋼管	JWWA K 132	SGP PA, PB, PD		下水道用高剛性硬質塩化ビニル卵形管	JSWAS K 4		
	消火用硬質塩化ビニル外面被覆鋼管	WSP 041	SGP VS		工業用水道用受口付硬質塩化ビニル管	JAWAS		
	消火用ポリエチレン外面被覆鋼管	WSP 044	SGP PS		リブパイプ	JSWAS K 13		
	排水用硬質塩化ビニルライニング鋼管	WSP 042	D VA		FRP 補強硬化塩化ビニル管	メーカー規格		
	排水用塩化ビニル塗覆装管	メーカー規格			ポリオレフィン管	一般用ポリエチレン管	JIS K 6761	PE
	排水用タールエポキシ塗装鋼管	WSP 032	SGP TA	水道用ポリエチレン二層管		JIS K 6762		
	ナイロンコーティング鋼管	メーカー規格		ガス用ポリエチレン管		JIS K 6774		
	ポリエチレン被覆鋼管	JIS G 3469	P1H, P2S, P1F	架橋ポリエチレン管		JIS K 6769	XPE	
	ステンレス鋼管	一般配管用ステンレス鋼管	JIS G 3448	SUS TPD		金属強化架橋ポリエチレン管	メーカー規格	
		水道用ステンレス鋼管	JWWA G 115			水道用架橋ポリエチレン管	JIS K 6787	
配管用ステンレス鋼管		JIS G 3459	SUS TP	ポリブテン管		JIS K 6778	PB	
水道用波状ステンレス鋼管		JWWA G 119		水道用ポリブテン管		JIS K 6792		
ガス用ステンレス鋼フレキシブル管		日本ガス協会		水道配水用ポリエチレン管		JWWA K 144		
給水用ステンレス鋼フレキシブル管		メーカー規格		無機材料管		遠心力鉄筋コンクリート管	JIS A 5303	HP
铸铁管	ダクタイル铸铁管	JIS G 5526	D CIP		陶管	JIS R 1201		
	水道用ダクタイル铸铁管	JWWA G 113	D CIP		強化プラスチック複合管	JIS A 5350		
	排水用铸铁管	JIS G 5525	CIP		下水道用鉄筋コンクリート管	JSWAS A 1		
銅管	鋼及び鋼合金継目無管	JIS H 3300			下水道推進工法用鉄筋コンクリート管	JSWAS A 2		
	被覆鋼管	JWWA G 101			下水道小口径推進工法用鉄筋コンクリート管	JSWAS A 6		
鉛管	水道用銅管	JWWA G 101			下水道用陶製卵形管	JSWAS R 1		
	一般冷媒配管用銅管	JIS B 8607			下水道用陶管	JSWAS R 2		
管	一般工業用鉛及び鉛合金管	JIS H 4311	PbT 2		下水道推進工法用陶管	JSWAS R 3		
	水道用ポリエチレンライニング鉛管	JIS H 4312	PbTW 2 L					
	排水・通気鉛管	HASS 203	Ph T					

注 規格の略号は次のとおり  
 JWWA：日本水道協会規格 JSWAS：日本下水道協会規格  
 WSP：日本水道鋼管協会規格 JAWAS：日本工業用水協会規格



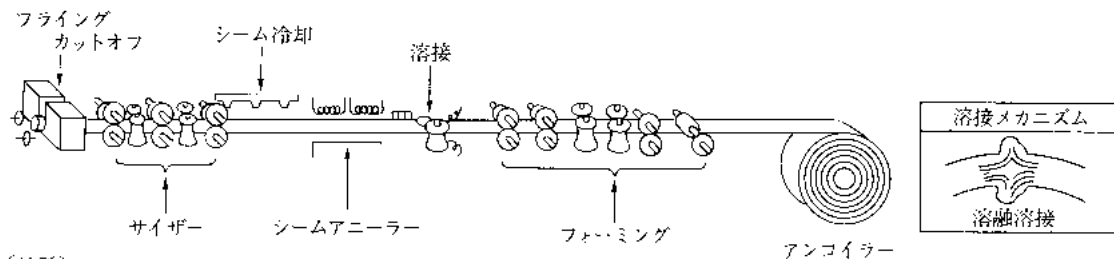
〔長所〕

- 1) 生産性(能率)が高い。
- 2) 周方向組織が均一 → 耐溝食性、加工性に優れている。

〔短所〕

- 1) エネルギー原単位が悪い(抽出温度=1200℃)。
- 2) 溶接部の信頼性が低い。
- 3) 表面肌、形状が劣る(仕上げ温度=1100℃)。

(a) 鍛接(Continuous Butt Weld: CW)法



〔長所〕

- 1) 溶接部の信頼性が高い。
- 2) 表面肌、形状が優れている。

〔短所〕

- 1) 生産性(能率)が悪い。
- 2) 周方向組織が不均一 → 耐溝食性、加工性が劣る。  
(追加工程として管熱処理が必要)

(b) 電気抵抗溶接(Electric Resistance Weld: ERW)法

図-1 配管用炭素鋼管(SGP)製造法

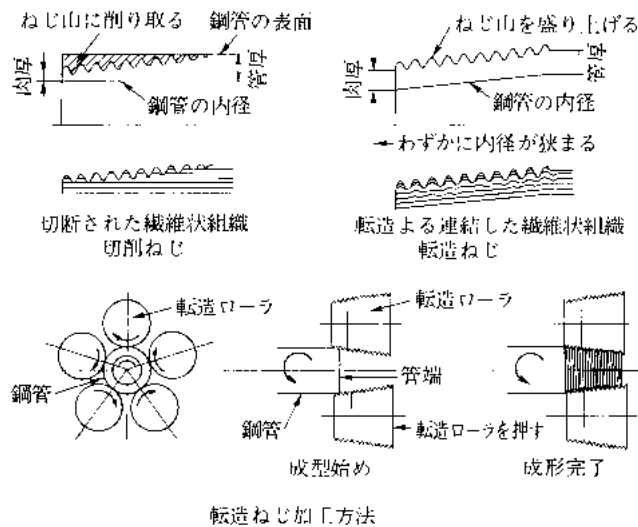
記号のSGPは“Steel Gas Pipe”の頭文字を略したものである。通常、使用圧力の比較的低い蒸気・水(ただし、上水を除く)・油・ガス・空気などに使用される。水圧試験特性は、2.5 MPaの水圧を加える。最高使用圧力は0.1 MPa、使用温度は-20~350 の範囲が一応の目安である。この管は製造方法によって、図-1に示すように、通常呼び径100 A以下のSGPに適用される“鍛接鋼管”などと125 A以上のSGPに適用される“電気抵抗溶接鋼管(電縫鋼管)”などがある。

また、鋼管の代表的な接合法には、“ねじ接合法”と“溶接接合法”がある。このうち“ねじ接合法”は、従来から“切削ねじ(Cutting Thread)”によるねじ接合法が常識であったが、近年革新的な技術による“転造ねじ(Rolling Thread)”によるねじ接合法が徐々にではあるが普及しつつある。この転造ねじ接合では、接合継手部強度が母材強度より強靱で、切削ねじの場合のように、配管の損傷・破壊が接合継手部に生じにくいという特質を有していることである。

この“転造ねじ”によるねじ接合法が普遍化すれば、現状の厚すぎるかとも思える肉厚の鋼管の“薄肉鋼管化”が図れ、地球資源の節約にもつながるのではないだろうか。現在、新幹線などのエアブレーキ用の鋼管には、“RIS規格(日本鉄道車両工業会)”の薄肉鋼管が採用されているのである。

これまで、炭素鋼管の腐食トラブルは、ねじ接合継手部での腐食事故と電縫鋼管の溝状腐食を原因とする事例が圧倒的に多い。電縫鋼管については、溶接部とその近傍だけが“熱影響”を受け、母材との間に金属組織上の差が生じ、“マクロセル”が形成され、Mn $\alpha$ 硫化マンガンが熱影響を受けて腐食されやすい形態になり、“溝状腐食(Groove Corrosion)”が発生する場合がある。

この溝状腐食は、1973(昭和48年)と1974(昭和49年)の2度にわたる“オイルショック”以後なぜか多発したが、この対策として、腐食の原因となる $\alpha$ 硫黄の量を下げ、鋼の耐食性向上にCu(銅)を添加し、さらに鋼管メーカー各社の諸対策を施した“耐溝状腐食鋼管SGP(MN)”があり、



#### 注 切削ねじと転造ねじの比較

従来の切削ねじは、鋼管を削り取りながらねじ山を加工するため、管端に行くほど管の肉厚が減り腐食による、漏水の原因となりやすかった。転造ねじは、転造ローラでねじ山を盛り上げて加工するため、配管の肉厚は均等となる。管端部はわずかに内径が狭くなるが、流れを阻害するといった問題はほとんどない。

図-2 切削ねじ接合と転造ねじ接合

規格記号のあとに、MN(溝食なしの意)の統一名称が付記し販売されている。

また、鋼管には溶融亜鉛めっきを施した、“白ガス管”と素管のままの“黒ガス管”とがあるが、国内の建築設備用に出荷される鋼管では、そのうち80%が“白ガス管”であるといわれている。配管用炭素鋼管の継手には、ねじ込み式可鍛鉄製管継手(JIS B 2301)・ねじ込み式鋼管製管継手(JIS B 2302)・一般配管用鋼製突合せ溶接式継手(JIS B 2311)・ねじ込み式排水管継手(JIS B 2303)などがある。

この管材は、白ガス管の場合、冷温水管・冷却水・工業用水・雑用水・排水・通気・消火・ガスなどや、黒ガス管の場合、冷媒・高温水・蒸気・油などに用いられる。黒ガス管や白ガス管を給水管に採用すると、ときとして年間数mmの侵食速度に達する“局部腐食”により、貫通孔を生じ配管内の液体が漏洩することがある。

一般に金属管の腐食現象は“湿食”と“乾食”に大別され、“湿食”はさらに“全面腐食”と“局部腐食”とに分類される。鋼管の腐食形態には、既述の“溝状腐食”のほか、孔食(ピッチング)・異種金属接触腐食・すきま腐食・選択腐食(例:脱亜鉛腐食)・応力腐食・粒界腐食・炭酸腐食・さびこぶ腐食・迷走電流腐食(電食)・自然腐食等々、多種多様である。

## 2.2 圧力配管用炭素鋼管(JIS G 3454)

圧力配管用炭素鋼管は、“STPG”という略称で呼ばれているが、“Steel Tubing Piping General”の頭文字を省略

したものである。SGPと異なり、化学成分は、JIS G 3454では、C・Si・Mn・P・Sのいわゆる“鉄鋼5元素”がきちんと規定されている。

STPGは、使用温度350℃程度以下の圧力配管に使用される。製造方法から“継目無鋼管”と“電気抵抗溶接鋼管”の2種類があり、引っ張り強さにより“STPG 370”および“STPG 410”の2種類がある。

管の呼び方は、“呼び径”および“呼び厚さ”によるが、厚さは“スケジュール番号”により、スケジュール:Sch 10・Sch 20・Sch 30・Sch 40・Sch 60・Sch 80に区別されている。

スケジュール番号:Sch =  $10/100 \times p/s$  [10 × p/s]

ここに、

p: 最高使用圧力[MPa]

s: 材料の許容応力[MPa]

通常安全率は4とされているので、最高使用圧力は、Sch 10のSTPG 370で0.925 MPa、Sch 80のSTPG 410で8.1 MPaである。この配管としては、白ガス管の場合、冷温水(開放形・密閉系とも)・冷却水・消火(水系一般・ガス系)などや、黒ガス管の場合、冷温水(密閉系)・冷媒・高温水・蒸気・油などに用いられる。

## 2.3 ステンレス鋼管(JIS G 3448・JIS G 3459)

ステンレス鋼(Stainless Steel)は、“不銹(しゅう)鋼”とも呼ばれ、管表面に“不動態被膜”を形成するので、文字どおり“さ(錆)びない鋼”または“さびにくい鋼”、いわゆる“耐食材料”とみなされている。

しかしながら、“耐食材料”とされてはいるが、銅管などと同様に、“局部腐食”の障害が多くみられる。

ステンレス鋼の“不動態被膜”を破壊する環境因子の代表的なものは、“塩素イオン”である。

ステンレス鋼には、明確な定義はなく、一般的には12%以上のCr(クロム)を含む鉄合金をステンレス鋼と考えてよい。ステンレス鋼管の用途により、表-2のように分類されている。

従来、建築設備用配管材料として“高価でぜいたくな鋼管”というイメージの強かったステンレス鋼管は、近年、建築設備用配管材料中でのシェアを急速に伸ばしつつあるが、耐食性および耐熱性に優れ、薄肉のため軽量である。したがって、耐食性を必要とする配管や高温用・低温用の配管として使用される。ステンレス鋼管には、“SUS TPD”と呼ばれる“一般配管用ステンレス鋼管(JIS G 3448)”と“SUS TP”と呼ばれる“配管用ステンレス鋼管(JIS G 3459)”とがある。

一般配管用ステンレス鋼管(SUS TPD)は、最高使用圧力1 MPa以下の給水・給湯・排水・冷温水の配管などに使用され、SUS 304、SUS 316、SUS 315 J1およびSUS 315

表-2 ステンレス鋼の分類

用途	規格番号	名称	適用範囲	製造方法	記号 <sup>1</sup>
構造用	JIS G 3446	機械構造用ステンレス鋼管	機械, 自動車, 自転車, 家具, 器具などの機械部品および構造物	シームレス管 溶接管	TKA TKC
配管用	JIS G 3447	ステンレス鋼サニタリー管	酪農, 食品工業	シームレス管 溶接管	TBS
	JIS G 3448	一般配管用ステンレス鋼管	給水, 給湯, 排水, 冷温水の配管	溶接管	TPD
	JIS G 3459	配管用ステンレス鋼管	耐食用, 低温用, 高温用などの配管	シームレス管 溶接管	TP
	JIS G 3468	配管用溶接大径ステンレス鋼管	耐食用, 低温用, 高温用などの配管	溶接管	TPY
熱伝達用	JIS G 3463	ボイラ, 熱交換器用ステンレス鋼管	ボイラの過熱器管, 化学工業や石油工業の熱交換器管など	シームレス管 溶接管	TB
	JIS G 3467	加熱炉用鋼管	石油精製工業, 石油化学工業などの加熱炉用	シームレス管	TF

注 <sup>1</sup> 鋼種の末尾記号

表-3 配管用炭素鋼管と水配管用亜鉛めっき鋼管の比較

項目	JIS G 3452 配管用炭素鋼管(白管)	JIS G 3442 水配管用亜鉛めっき鋼管
亜鉛付着量	規定なし	平均値 600 g/m <sup>2</sup> 以上 最小 550 g/m <sup>2</sup>
亜鉛めっき試験	硫酸銅試験(浸セキ回数)	5回
	試験種目	均一性試験 性状試験
	曲げ試験	内側半径 6×D (Dは管の外径) 角度 90度 (ただし, 50 A 以下の管のみ)
		内側半径 8×D (Dは管の外径) 角度 90度 10秒間 (ただし, 50 A 以下の管のみ)

J2の4種類があり, SUS 316はSUS 304より“耐食性”が要求される用途に使用される。

一方, 配管用ステンレス鋼管(SUS TP)は, 耐食用・高温用および低温用に使用され, スケジュール番号: 5S・10S・20S・40S・80S・120S・160Sがある。さらに, 水道用には, 1MPa以下で使用される“水道用ステンレス鋼管(JWWA G 115 82)”(記号: SSP)のSUS 304とSUS 316の2種類がある。なお, 一般配管用ステンレス鋼管の継手は, “メカニカル継手”および“溶接式継手”が主として用いられ, ステンレス協会規格(SAS規格)の一般配管用ステンレス鋼管の管継手性能基準(SAS 322), および一般配管用ステンレス鋼管の“突合せ溶接式管継手(SUS 354)”の使用が薦められる。この配管は, 冷温水(開放系)・冷却水・工業用水・雑用水・蒸気還水・給水・給湯などに用いられる。

ステンレス鋼管の腐食形態には, すきま腐食・孔食(ピッチング)・粒界腐食・保温材による外面腐食などがある。

## 2.4 銅管(JIS H 3300・JWWA H 101)

銅管は, 表面に形成される“保護被膜”のために, 酸・アルカリ・塩類などの水溶液や有機化合物に対してかなりの耐食性を有し, “電気伝導度”や“熱伝導度”が比較的大きい配管材料である。“機械的性質”に優れており, ろう付け・はんだ付け・拡張などによる接合が容易, すなわち施工性に富んでいるために, 給水配管や給湯配管および冷媒配管をはじめ, “熱交換器”などに広く使用されている。

銅管には, “りん脱酸銅継目無管(JIS H 3300および銅合金継目無管)”が多く用いられる。この管は, 電気銅をりんで脱酸処理して“冷間引抜法”などによって製管された“継目無管”であり, その肉厚によりKタイプ・Lタイプ・Mタイプなどに分類される。KタイプおよびLタイプは主として“医療配管用”に, LタイプおよびMタイプは, 主として水道用・給水用・給湯用・冷温水用・都市ガス用で使用される。肉厚はMよりLのほうが厚い。接続方法には“ろう付け接合”および“フレア継手接合”などがある。日本水道協会規格の水道用銅管(JWWA H 101)は, Mタイプで被覆のないものと, 外面に合成樹脂を被覆し

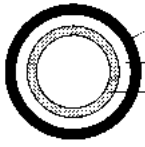
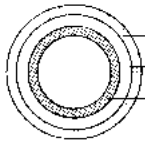
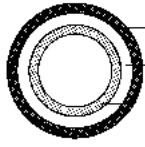
水道用硬質塩化ビニルライニング鋼管 (日本水道協会規格 JWWA K 116)				
種類の 記号 号相	被膜の構成	原管 (鋼管)	使用区分	適用例 (参考)
SGP-VA 茶色		JIS G 3452 (配管用炭素鋼管)の黒管	屋内配管	VA VA+各種 塗装仕上げ
SGP-VB 亜鉛めっき		JIS G 3442 (水配管用亜鉛めっき鋼管)	屋内配管 屋外 (露出)配管	VB VB+各種 塗装仕上げ VB+各種 塗装仕上げ
SGP-VD 青色		JIS G 3452 の黒管	屋外 (露出)配管 地中埋設 配管	VD VD

図-3 水道用硬質塩化ビニルライニング鋼管の種類と構造

だ“被覆鋼管”がある。最近では、施工性に富んだ“被覆鋼管”が開発され、住宅用配管を中心にその使用実績が増加している。

鋼管の腐食形態には、孔食(ピッチング)・潰食(エロージョン)・全面腐食・ありの巣状腐食・応力腐食割れ・保温材による外面腐食・疲労割れなどがある。

2.5 水配管用亜鉛めっき鋼管(JIS G 3442)

水配管用亜鉛めっき鋼管は、記号:SGPWで親しまれているが、母材である“配管用炭素鋼管(SGP)”のブレンエンドの黒管に溶融亜鉛めっきを施した鋼管で、静水頭1.0MPa以下の上水道以外の水配管(空調・消火・排水など)に使用される。水配管用亜鉛めっき鋼管は、表-3に示すように、配管用炭素鋼管(SGP)の白ガス管に比べ、亜鉛の付着料(Zinc Coating)が多く、フラックス処理を施した後めっきをするので、めっき層が良質になり付着力も強い

配管材料である。

2.6 水道用硬質塩化ビニルライニング鋼管(JWWA K 116)

水道用硬質塩化ビニルライニング鋼管は、原管である“配管用炭素鋼管(SGP)”に“塩化ビニル管(JIS K 6741)”を挿入し、熱を加えて密着製造したものであり、原管および外面により3種類に区分される。

図-3に、水道用硬質塩化ビニルライニング鋼管の種類と構造を示す。

この管は、鋼管と硬質塩化ビニル管の両方の特徴を備えている。すなわち、外部からの衝撃や内圧に対しては、鋼管と同じ強度を示し、1.0MPa以下の水道に使用され、耐食性に関しては硬質塩化ビニル管の特性を示す。なお、この管をねじ接合する場合には、図-4に示すような“管端防食継手”を使用する。管端防食継手の形式には、コア内蔵A形・コア内蔵B形・コア内蔵C形がある。

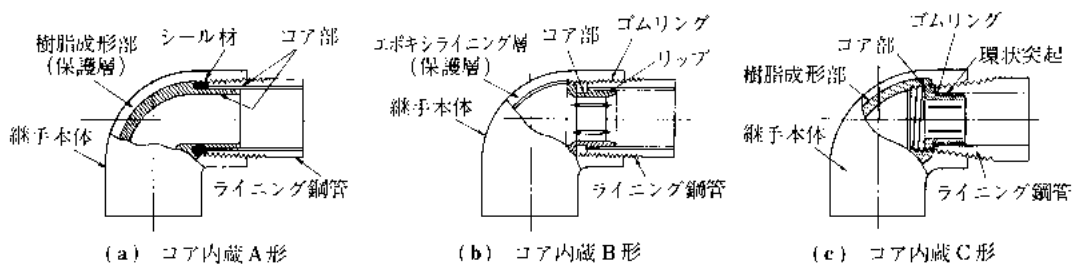
この配管は、給水、冷温水(開放系)・冷却水・工業用水・雑用水などに使用される。

2.7 水道用耐熱性硬質塩化ビニルライニング鋼管(JWWA K 140)

給湯・冷温水(主に開放回路系の配管)など、耐食性・耐熱性が要求される用途に使用される配管材料である。原管は硬質塩化ビニルライニング鋼管同様の鋼管を使用し、その内面に“JIS K 6776”に準じて製造された、“耐熱性硬質塩化ビニル管”をライニングした配管材料である。使用温度は85以下で、これは給湯器の一般的な給湯上限温度を考慮して決められたものである。また、使用圧力は1.0MPaである。

なお、ねじ接合の場合には、水道用耐熱性硬質塩化ビニルライニング鋼管用“管端防食継手”を使用する。

フランジ接合の場合には、フランジ付耐熱性樹脂ライニング鋼管(WSP 054)があるが、こちらは耐熱温度70以下の水に適用されるので注意を要する。



注 コア内蔵A形のコアとライニング鋼管との間のシール方法は、メーカーごとに特徴があり、それぞれ異なる。

図-4 管端防食継手の種類

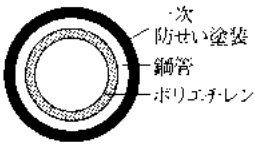

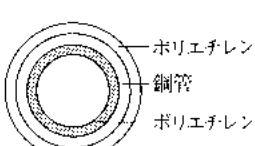
種類の記号 色相	被膜の構成	原管 (鋼管)	使用区分	適用例 (参考)
SGP-PA うすい茶色		JIS G 3452 (配管用炭素鋼管)の黒管	屋内配管	PA PA+各種塗装仕上げ
SGP-PB 垂鉛めっき		JIS G 3442の黒管の外表面に同規格相当の亜鉛めっきを施した管	屋内配管 屋外 (露出)配管	PB PB+各種塗装仕上げ PB+各種塗装仕上げ
SGP-PD 水色		JIS G 3452の黒管	地中埋設配管	PD

図-5 水道用ポリエチレン粉体ライニング鋼管の種類と構造

表-4 鋳鉄管各種の規格と適用範囲

名称	規格	適用範囲
排水用鋳鉄管	JIS G 5525	排水用
ダクタイル鋳鉄管	JIS G 5526	圧力下または無圧力下の水の輸送
ダクタイル鋳鉄異形管	JIS G 5527	同上
水道用ダクタイル鋳鉄管	JWWA G 113	水道用
水道用ダクタイル鋳鉄異形管	JWWA G 114	同上

## 2.8 水道用ポリエチレン粉体ライニング鋼管 (JWWA K 132)

水道用ポリエチレン粉体ライニング鋼管は、鋼管(原管)に適正な前処理を施したのち、ポリエチレン粉体を管内面に融着して製造した水道用の管である。図-5に、その種類と構造を示す。

### 2.9 鋳鉄管

鋳鉄管の主な規格と適用範囲を表-4に示す。

#### (1) 給水用鋳鉄管

給水用鋳鉄管には、ダクタイル鋳鉄管(JIS G 5526)・ダクタイル鋳鉄異形管(JIS G 5527)・水道用ダクタイル鋳鉄管(JWWA G 113)・水道用ダクタイル異形管(JWWA G 114)がある。ダクタイル鋳鉄管は、鋳型を回転しながら“溶銑”を注入し、遠心力を利用して鋳造したものであるから管の厚さに“偏肉”が少なく、その質が均一で緻密にできるので、当然強度も大きくなる。ダクタイル鋳鉄は、“溶銑”のなかにMg(マグネシウム)などを添加し黒鉛を球

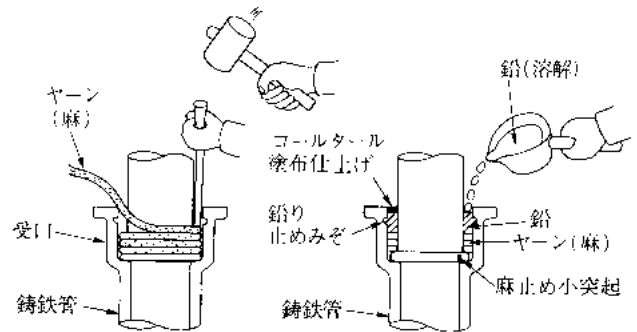


図-6 鉛コーキング法

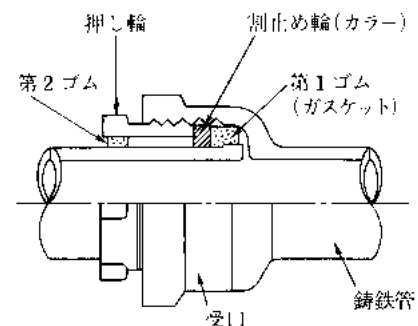


図-7 メカニカル接続方式

化させたもので、普通の鋳鉄に比べて機械的にも物理的にも優れている。この管の接合には、使用条件ごとに各種の“メカニカル継手”や“プッシュオンタイプ継手”が用いられ、施工性・水密性にも優れている。

#### (2) 排水用鋳鉄管(JIS G 5525)

排水用鋳鉄管は、排水管や通気管として使用するもので、メカニカル形1種・メカニカル2種・差込み形RJ管の3種類に区分され、それぞれに直管および異形管がある。試験水圧は0.35MPaの水圧、または0.15MPaの空気圧を加えたとき漏れがあってはならない。メカニカル形は、耐久性・耐震性・施工性に優れ、建築設備の排水用として、多用されてきた。差込み形は、接合が熟練を要した“鉛コーキング法(図-6)から、現在の“ゴムリング”を充てん(填)するだけのメカニカル接続方式(図-7)になってからは、狭い場所でも簡単に施工できるため、パイプスペースに余裕のない集合住宅の排水立て管に多く用いられてき

た。

## 2.10 鉛 管

鉛管(plumbing)は、かつてのポンペイの遺跡にみられるように、今日まで2000年の歴史を有しており、新しく鉛管が敷設されることはないが、今日でも鉛管は“水道管”として残っている。そのため、現在でも“plumber=上下水道の配管工・鉛管工”という言葉が残っているほどである。

ところで、鉛の摂取は血中の濃度が微量でも、子供や妊婦の健康に有害であり、中枢神経や末梢神経にも影響し、子供の精神面の発達に悪い影響を与えることが“疫学的調査”で示唆されている。我が国でも2003(平成15)年4月より、水道水中の“鉛浸出規準値”が、0.05 mg/l以下から0.01 mg/lに強化されたこともあり、鉛には“急性中毒”や“慢性中毒”などの毒性があるという事由から、現在鉛管は給水系統へは使用されなくなっている。その結果、給水系統へ鉛管が使えないばかりでなく、はんだや黄銅の材料も“非鉛化”あるいは“鉛レス化”が波及している。

鉛管の一般的な性質は、以下のとおりである。

- 1) 柔軟(フレキシブル)であるために、施工が容易であり、多の配管の接続が容易にできる。
- 2) 耐食性が極めて優れているために、配管寿命が永久的である。
- 3) 衝撃や振動に強い。
- 4) 寒冷時の氷結膨張による破裂に対し優れている。
- 5) さびや水あかなどが付着せず、また、ジョイント部が少ないため流水性がよい。
- 6) 災害時における修理が簡単にできる。

### (1) 鉛管(JIS H 4311)

一般工業用鉛および鉛合金管(JIS H 4311)には、工業用鉛管1種(PbT 1)および工業用鉛管2種(PbT 2)などがあり、1種は鉛が99.9%以上で肉厚で工業用に適し、2種は鉛が99.6%以上で、薄肉で一般排水用に適している。

### (2) 水道用ポリエチレン複合鉛管(JIS H 4312)

この管の記号はPbTW 2 Lで、地球環境の悪化とともに飲料水に対する諸規制がますます強くなり、既述のように水道水への鉛の流入量も規制されるという背景に誕生した管種である。したがって、給水管として使用される。従来の裸鉛管を“ポリエチレン”で鉛管の内外面に被覆することによって、従来の“鉛管”より“水道用ポリエチレン複合管”に変更したもので、ポリエチレン複合鉛管特殊(PEPb S)・ポリエチレン複合鉛管1種(PEPb 1)・ポリエチレン複合鉛管2種(PEPb 2)の3種類がある。使用圧力0.75 MPa以下の水道に使用されていた。

### (3) 排水・通気用鉛管(SHASE-S 203)

この管の記号はPb Tで、鉛の純度99.6%以上で、か

表-5 硬質塩化ビニル管の種類と圧力

管の種類	常温における使用圧力
VP	1.0 MPa(10.2 kgf/cm <sup>2</sup> )
VM	0.8 MPa(8.2 kgf/cm <sup>2</sup> )
VU	0.6 MPa(6.1 kgf/cm <sup>2</sup> )

つ水圧試験値は0.35 MPaである。内径30~65 mmの管の厚さは3 mm、内径75 mmおよび100 mmの管の厚さは4.5 mmであり、定尺長さは原則として2 mである。

## 3. 非金属配管材料

非金属配管材料は、硬質塩化ビニル管とポリオレフィン管、および無機材料管の三つに大別できる。

### 3.1 硬質塩化ビニル管(JIS K 6714)

硬質塩化ビニル管の長所と短所を以下に記す。

〔長所〕

- 1) 耐酸性かつ耐アルカリ性である。
- 2) 電気絶縁性が大きい。
- 3) 熱伝導度が非常に小さい。
- 4) 管内摩擦抵抗が小さい。
- 5) 配管加工が容易で施工性に富む。
- 6) 重量が軽い。

〔短所〕

- 1) 耐熱性に乏しい。
- 2) 耐衝撃性に乏しい。
- 3) 線膨張係数が大きい。

硬質塩化ビニル管は、一般流体輸送配管(JIS K 6742に規定する水道用硬質塩化ビニル管を除く)に使用され、使用圧力によって、表-5のように、VP・VM・VUの3種類に区分される。

### 3.2 水道用硬質塩化ビニル管(JIS K 6742)

水道用硬質塩化ビニル管には、使用圧力0.75 MPa以下の水道の配管に使用される“硬質塩化ビニル管(VP: Vinyl Pipe)”と、給湯・暖房・温泉引湯用途用に“塩素化塩化ビニル樹脂”を使用して耐熱温度を高めた“耐熱性硬質塩化ビニル管(HTVP: High Temperature Vinyl Pipe)”と、低温時での衝撃性能を強化した“耐衝撃性硬質塩化ビニル管(HIVP: High Impact Vinyl Pipe)”がある。

### 3.3 ポリエチレン管

ポリエチレン管は、主に水道・ガス供給管として“土中埋設”で使用されている“ポリエチレン管”と、主に給水から給湯までの広い温度範囲に使用されている“架橋ポリエチレン管”に大別される。

#### (1) 水道用ポリエチレン管二層管(JIS K 6762)

従来、管の構造については、“単層管”と“二層管”の2種



表-6 ポリブテン管(JIS K 6778)および水道用ポリブテン管(JIS K 6792)の性能

性能項目		ポリブテン管の性能	水道用ポリブテン管の性能
引っ張り降伏強さ		16.0 Mpa 以上	16.0 MPa 以上
耐 圧 性		漏れ, その他の欠点がない	漏れ, その他の欠点がない
熱間内圧クリープ性		漏れ, その他の欠点がない	漏れ, その他の欠点がない
浸出性	濁 度	0.5 度以下	0.5 度以下
	色 度	1 度以下	1 度以下
	過マンガン酸カリウム消費量	2 mg/l 以下	2 mg/l 以下
	残留塩素の減量	1 mg/l 以下	0.7 mg/l 以下
	臭 気	異常がない	異常がない
	味		
試験温度		95	常温
耐塩素水性		水泡発生がない	水泡発生がない

類が規定されていたが、我が国の使用実態から、耐候性および耐塩素水性の性能を兼ね備えた二層構造の管のみが規定された。それには、1種二層管：記号①Wと2種二層管：記号②Wがある。1種は“低密度ポリエチレン”または“中密度ポリエチレン”が、2種二層管には“高密度ポリエチレン”が使用されている。

### (2) 架橋ポリエチレン管(JIS K 6769)

中密度・高密度ポリエチレンを“架橋反応(cross linkage reaction)”させることで、耐熱性・耐クリープ性を飛躍的に向上させた管である。規格は、給水・給湯・床暖房などの広範囲の用途に対応する形で制定された“架橋ポリエチレン管(JIS K 6769)”と、水道法を満足する形で制定された“水道用架橋ポリエチレン管(JIS K 6787)”の二つがある。管は構造により、M種：単層管(メカニカル継手で接合する管)とE種：二層管(融着式継手で接合する管)の2種類がある。

このほかに、ガス用ポリエチレン管(JIS K 6774)・水道配水用ポリエチレン管・金属強化架橋ポリエチレン管などがある。

### 3.4 ポリブテン管(JIS K 6778)

給水・給湯などの配管材料として用いられる金属管の腐食による“赤水発生”の問題に対処するために、極めて耐食性に優れているポリブテン管および継手は1ブテンの重合体で、ポリエチレンの約10倍の超高分子量と特殊な分子構造を持つことにより、高温域でも高い強度を持ち、かつ腐食に強いプラスチック管材である。1965年代から、主として温泉引湯用・床暖房用・ロードヒーティング用や一般住宅の給水・給湯・暖房用などの配管材として使用されてきた。その結果、1990年にポリブテン管(JIS K 6778)とポリブテン管継手(JIS K 6779)が規格化された。

表-7 配管材料別・管径別炭酸ガス排出量指数

管径/管種	SGP	STPG sch 40	VP	SUS (JIS G 3448)	鋼管硬質 Mタイプ (JIS H 3300)
20	3.195	3.289	0.737	1	1.161
25	3.537	3.741	0.821	1	1.259
32	3.449	3.541	0.696	1	1.279
40	3.137	3.306	0.803	1	1.416
50	3.739	3.831	0.994	1	1.943
65	3.395	4.145	0.827	1	1.710
80	2.025	2.604	0.639	1	1.156
100	2.182	2.862	0.767	1	1.548
125	2.355	3.407	0.882	1	1.949
150	1.636	2.289	0.593	1	1.378
200	1.893	2.648	0.802	1	
250	2.141	2.990	0.984	1	
300	2.246	3.318	1.171	1	

これらの規格は、各種の給湯機器の通常の使用温度範囲を考慮して、90 以下の水に使用する配管材料として規定したものである。

このほかに、水道用ポリブテン管(JIS K 6792)もある。

表-6に、ポリブテン管(JIS K 6778)および水道用ポリブテン管(JIS K 6792)の性能を示す。

このほかに、建築の外構設備などに使用される“水路用遠心力鉄筋コンクリート管(JIS A 5372)”や“陶管(JIS R 1201)”がある。

## 4. 建築配管材料の将来展望

従来は、配管材料というと、配管用炭素鋼管(SGP)に代表される“金属管”が主体であった。最近では、同じ金属管

でも薄肉のため軽量で耐食性のある“ステンレス鋼管(SUS管)”が多用されるようになってきている。

配管材料の選択条件には、価格(コスト)・耐腐食性・耐久性・施工性などのファクターがあったが、どちらかというど“価格(コスト)”条件が最優先してきた感がある。

しかしながら、今後は“地球環境に優しい配管材料”という、新たな選択肢がクローズアップされてくると思われる。表-7は、“配管材料別・管径別炭酸ガス排出量指数”をステンレス管の場合を1として示したものである。

なお、この表の作成にあたって、炭酸ガス排出原単位は、(社)空気調和・衛生工学会発行の“地球環境時代における建築設備の課題”より引用させていただいた。

これは“地球温暖化防止”という視点から、各配管材料の製造の際ただし、廃棄時点までの炭酸ガス排出量は含まず)の炭酸ガス排出量を比較したものである。

今後はこのような“地球環境問題”という視点からの配管材料の評価に、次第に重点が置かれていくのではないだろうか。

## おわりに

ここまで、建築設備によく使用される、配管材料の特質について紹介してきたが、正直いって現在の配管材料の多種多様さには驚愕させられる。“多品種少量生産”という言葉があるが、自動車業界が部品数の低減簡素化によって、CO<sub>2</sub>(コストダウン)を指向しているように、逆に当業界でも、もう少し管種を整理統合してはどうかという意見もよく聞かれる。

このことに関連して、ぜひ紹介しておきたいことがある。

1998(平成10)年9月に、“管端防食継手接続研究会”の一員として、上海・松江・蘇州へ“中国研修旅行”にでかけ、蘇州で中国建築設備技術者との交流会を持った時のことである。彼らには、日本の“塩化ビニルライニング鋼管”という配管材料について理解しにくらしく、“日本は一つの管材に‘鋼管’と‘塩化ビニル管’を同時に使用するなんて、何という資源のむだ遣いをしているんだ。”という、

厳しいご指摘を受けたことである。

限りある資源を有効に活用し、地球環境を保護し、“持続ある発展”を遂げるためにも、このご指摘を含蓄ある言葉として受け止めたいと思う。

## 参考文献

- 1) (社)空気調和・衛生工学会：空気調和・衛生工学便覧第13版、5材料・施工・維持管理篇・第8編 材料とその耐久性・第1章 管および継手(2001.11)
- 2) (財)地域開発研究所・管工事施工管理技術研究会：施工編、管工事施工管理技術テキスト(改訂第4版)(2001.4)
- 3) ステンレス協会建築用ステンレス配管マニュアル委員会：新版建築用ステンレス配管マニュアル(1997.7)、ステンレス協会
- 4) 井出浩司著：建築物における配管材料の使用実態調査(上)、設備と管理(2004.12)、(株)オーム社
- 5) 井出浩司著：建築物における配管材料の使用実態調査(下)、設備と管理(2005.1)、(株)オーム社
- 6) 安藤紀雄著：地球環境時代の建築設備配管と弁類、バルブ技報、13(1998)、pp.98~104、(社)日本バルブ工業会
- 7) 安藤紀雄著：配管技能工としての基礎教養——夢のある配管工事業界の将来を目指して——、関東配管工事業協会・研修会テキスト(1994.11)

(2005/4/14 原稿受理)

## Present Situations of Piping Materials Widely Used for the Building Facilities

Norio Ando\*

Synopsis In Japan, so various kinds of piping materials have been presently used for the building facilities.

Above materials are mainly classified into 8 sorts.

This is the reports on the representative materials widely used in Japan at present.

(Received April 14, 2005)

\* N.A. Consultant