



特集記事・4

寿命100年に挑む水道管

給水用ライニング鋼管の耐久性と耐震性向上技術

Improvement Technology of Durability and Earthquake Resistance of Lining Steel Pipes for Warter Service

住友金属工業(株) 鋼管カンパニー
鋼管技術部 参事 岸川浩史
Hirofumi Kishikawa

新日本製鐵(株) 鋼管営業部
マネージャー 石田雅己
Masami Ishida

JFEスチール(株) 東日本製鉄所
商品技術部 主任部員(課長) 宮田志郎
Shiro Miyata

1 はじめに

給水管には、古くは亜鉛めっき鋼管が使用されていたが、水質によっては白濁や赤水等を生じるという問題があった。この対策として1957年に硬質塩化ビニルライニング鋼管が開発され、1972年には、日本水道協会規格(JWWA K116)が制定された。一方、性能的にはほぼ同等で、より安価なものをという要望に応じて、日本水道鋼管協会を中心に業界共通の規格製品として開発されたのがポリエチレン粉体ライニング鋼管であり、1982年には、日本水道協会規格(JWWA K132)が制定された。

本報告では、この2種類のライニング鋼管について解説するとともに、その耐久性向上技術について論じる。また、耐震性向上技術として転造ねじ技術の適用についても解説する。

2 硬質塩化ビニルライニング鋼管

2.1 硬質塩化ビニルライニング鋼管について

硬質塩化ビニルライニング鋼管は、表面に接着剤を塗布した内面用塩ビ管を鋼管の中に挿入し、内面用塩ビ管の加熱膨張または原管の縮径により内面用塩ビ管を鋼管の内面に接着させることでライニングを行った鋼管である。1957年に開発されて以来、主に給水用のライニング鋼管として幅広く使用されている。

内面用塩ビ管を加熱膨張させる方法としては、予め加熱により膨張する形状記憶性を持たせた内面用塩ビ管を鋼管に挿入して、管の中央部から順次加熱して膨張させて鋼管の内面に接着させる方法や、あるいは加熱しながら内面用塩ビ管を加圧することで膨張させて鋼管の内面に接着する方法などがある。

硬質塩化ビニルライニング鋼管の被覆仕様を表1に示す。硬質塩化ビニルライニング鋼管は、外面の防食方法が異なる

表1 被覆仕様

呼び径 (A)	鋼管部		内面	外 面				
	外径	厚さ	硬質塩化ビニル	一次防錆塗装	亜鉛め っ き	硬質塩化 ビニル被覆		
15	21.7	2.8	1.5±0.2	(実績:平均塗膜 厚さ15μm以上)	均 一 性 試 験 6回以上 めっき付着量 最低550g/㎡以上 平均600g/㎡以上	1.5以上		
20	27.2	2.8				1.2以上		
25	34.0	3.2						
32	42.7	3.5						
40	48.6	3.5						
50	60.5	3.8				1.5以上		
65	76.3	4.2						
80	89.1	4.2	2.0±0.2					
100	114.3	4.5						
125	139.8	4.5						
150	165.2	5.0					2.5±0.2	
色調			灰 色	濃い茶色	—	青 色		
原管			JIS G3452 配管用炭素鋼鋼管 (黒管)	JIS G3442 水配管用亜鉛 めっき鋼管	JIS G3452 配管用炭素鋼鋼管 (黒管)			
記号			SGP-VA	SGP-VB	SGP-VD			

3種類の鋼管がある。SGP-VAは外面には一次防錆塗装がなされ、屋内配管などに主に用いられる。SGP-VBは、原管として水配管用亜鉛めっき鋼管（JIS G3442）を使用し、屋内配管および屋外露出配管などに主に用いられる。結露や雨水による腐食が懸念される環境で使用が可能で、最も汎用的に用いられる硬質塩化ビニルライニング鋼管である。SGP-VDは外面にも硬質塩化ビニル被覆がなされており、主に地中埋設配管および屋外露出配管として用いられる。

SGP-VAやSGP-VBは、土壌中で局部腐食を生じる恐れがあるため埋設用途に使用してはならない。どうしても使用しなければならない時は、別途、鋼管外面に適切な防食処理を施さなければならない。

2.2 硬質塩化ビニルライニング鋼管の性能

硬質塩化ビニルライニング鋼管の内面用塩ビ管の性能を

表2に示す。硬質塩化ビニルは、可塑剤を含まない硬質のポリ塩化ビニル樹脂で、耐水性、耐薬品性に優れる樹脂である。また分子構造上、酸化劣化を受けにくく耐久性に優れ、機械的な安定性にも優れる。

この硬質塩化ビニル管を内面にライニングした鋼管の主な性能を表3に示す。接着剤を介して鋼管の内面に強固に接着されることで優れた接着性を示し、曲げやへん平に対する優れた抵抗性を示す。

また水道管として用いるには、水質に影響を与える成分が溶け出さないことも必要である。厚生労働省令水質基準および（社）日本水道協会規格（JWWA K116）に定められた浸出試験の基準と結果例を表4に示す。各種の基準を満足し、衛生面でも優れた水道用鋼管である。

しかし、耐寒性には注意が必要で、 -5°C 以下の低温では樹脂が脆化してハンドリング時の衝撃等で割れることがあ

表2 内面用塩ビ管の性能

性 能 項 目	性 能	試験時の温度
引張強さ	15°C における引張強さが $49\text{N}/\text{mm}^2$ 以上	$23\pm 2^{\circ}\text{C}$
耐水圧	1.0MPa の水圧で1分間保持し、漏れ、その他の欠点がないこと	常温
へん平	管外径の $1/2$ のへん平で、割れ及びひびがないこと	$23\pm 2^{\circ}\text{C}$
ピカット軟化温度	76°C 以上	—

表3 硬質塩化ビニルライニング管の主な性能

性 能 項 目	性 能	試験方法
接着力(内面)	$20\text{N}/\text{cm}^2$ 以上	JWWA K116
接着力(外面 SGP-VDのみ)	$200\text{N}/\text{cm}^2$ 以上	JWWA K116
曲げ(呼び径50A以下)	割れ及びひびが無いこと	JWWA K116
へん平(呼び径65A以上)	割れ及びひびが無いこと	JWWA K116

表4 水質試験結果例（試験所：（社）日本水道協会川口試験所）

試 験 項 目	厚生労働省令 水質基準	JWWA K116規定		試験結果例
		水道施設用	給水装置用	
味	異常でないこと	異常でないこと	異常でないこと	異常なし
臭 気	異常でないこと	異常でないこと	異常でないこと	異常なし
色 度	5度以下	0.5度以下	1度以下	0.1未満
濁 度	2度以下	0.2度以下	0.5度以下	0.1未満
全有機炭素(TOC)	$3\text{mg}/\text{L}$ 以下	$0.5\text{mg}/\text{L}$ 以下	$3\text{mg}/\text{L}$ 以下	$0.1\text{mg}/\text{L}$ 未満
残留塩素の減量	—	$0.7\text{mg}/\text{L}$ 以下	$0.7\text{mg}/\text{L}$ 以下	$0.3\text{mg}/\text{L}$
鉄及びその化合物	$0.3\text{mg}/\text{L}$ 以下	$0.03\text{mg}/\text{L}$ 以下	—	$0.005\text{mg}/\text{L}$ 未満
鉛及びその化合物	$0.01\text{mg}/\text{L}$ 以下	$0.001\text{mg}/\text{L}$ 以下	$0.008\text{mg}/\text{L}$ 以下	$0.001\text{mg}/\text{L}$ 未満
亜鉛及びその化合物	$1.0\text{mg}/\text{L}$ 以下	$0.1\text{mg}/\text{L}$ 以下	$0.5\text{mg}/\text{L}$ 以下	$0.1\text{mg}/\text{L}$ 未満

る。より低温で使用する場合には耐寒性に優れた後述のポリエチレン粉体ライニング鋼管を使用することが好ましい。

一方、高温側の使用温度は40℃以下である。特に寒冷地等で凍結防止のためにヒーターで配管を加熱したり、解凍のため管を加熱する際などで温度が上がりすぎて内面塩ビ管が軟化・膨張して管を閉塞する事例が過去発生している。低温とともに過剰な高温にも注意が必要である。

2.3 硬質塩化ビニルライニング鋼管の接続方法

硬質塩化ビニルライニング鋼管はねじ加工後、内面にコアが内蔵された管端防食継手を使用して接続する。ライニング鋼管にとって、最大の弱点は継手接続部であった。ライニング鋼管の継手としては、60年代は亜鉛めっき継手、70年代は樹脂コーティング継手を使用されるようになった。樹脂コーティング継手を使用した場合でも、ライニング鋼管の管端と樹脂コーティング継手の、めねじの奥1～2山については鉄地が露出し、完全に防食することはできなかった。この対策として、シール剤の塗布や管端コアの装着が行われるようになったが、不十分なシール剤塗布や管端コアの装着忘れ等の問題により継手部腐食を完全に解決するには至らなかった。この問題を解決したのが管端コアを内蔵、一体化した管端防食継手（日本金属継手協会規格MP-003）である¹⁾。管端防食継手は、1985年に開発され、管端部の止水性が良好なことから、管端部を効果的に防食することができる。

近年、後述のように耐震性に優れた転造ねじが徐々に普及してきているが、硬質塩化ビニルライニング鋼管に転造ねじを適用することはできない。転造ねじ加工時には鋼管が若干縮径するが、ライニングの厚い硬質塩化ビニルライニング鋼管では、縮径により内径が管端防食継手の許容内径以下になり、ねじ込み時に管端防食継手の内面コアと当たりねじ込むことができず、無理にねじ込むとコアを破損して適正な継手接合ができないことが原因である。給水管に転造ねじを適用する場合は後述のポリエチレン粉体ライニング鋼管を使用する必要がある。

2.4 硬質塩化ビニルライニング鋼管のリサイクルについて

塩化ビニル樹脂は、構成分子中に塩素を有し、燃焼時に酸性ガスが発生するため、硬質塩化ビニルライニング鋼管をそのまま転炉や電気炉に投入してスクラップ処理することはできない。そこで塩ビライニング鋼管リサイクル協会が2000年に設立され、全国240カ所の拠点（中間集積所）で回収された硬質塩化ビニルライニング鋼管について塩ビ樹脂と鋼管を加熱分離し、それぞれについてマテリアルリサイクルを実施している。

2.5 硬質塩化ビニルライニング鋼管の耐久性

硬質塩化ビニルライニング鋼管は耐水性、耐久性に優れた硬質塩化ビニル管を使用しており、適正な条件で使用すれば長期間の耐久性が期待できる。

硬質塩化ビニルライニング鋼管は、管端防食継手が適用される前の時代では、鋼管の端面の鉄地が露出した部分から腐食して、赤水や漏水が発生するなどのトラブルが発生したこともあったが、管端防食継手の適用後は、管端防食継手のコアによる止水効果で鋼管端面の腐食による赤水や漏水が発生することも無くなり、本来の優れた耐久性を発揮するようになった。

長期使用した硬質塩化ビニルライニング鋼管の調査例としては、東京都内の集合住宅で19年および30年使用後に回収された管の調査が日本水道鋼管協会にて行われた結果がある²⁾。観察結果を表5に、回収管の写真を写真1、写真2に示す。写真1は管端防食継手を使用したケースである。内面に若干のもらい錆が付着していた以外は、管端部も含めていずれも内面、外面の外観には浮きやふくれなどの異常は見られず、接着力も初期の規格値（日本水道協会JWWA-K116）を長期使用後でも満足している結果が得られ、優れた耐久性があることが確認できている。

また、同じ日本水道鋼管協会で調査した40年使用後の硬質塩化ビニルライニング管の調査結果を表6に、回収管の写真を写真3に示す。同様に外観に異常なく、接着力も初期の規格値を満足した結果が得られている³⁾。

一方、硬質塩化ビニルライニング鋼管の耐久性は、ねじ接

表5 長期間使用した硬質塩化ビニルライニング鋼管の調査結果

使用年数	用 途	呼び径	調 査 結 果		
			外 観		ライニング接着力 試験結果
			内 面	外 面	
19年	給水管	25A	浮き、剥離なし	良好	20N/cm ² 以上
30年	給水管	32A	浮き、剥離なし	良好	20N/cm ² 以上

東京都内集合住宅改修工事
注 ライニング接着力規格値20N/cm²以上（JWWA K116(水道用硬質塩化ビニルライニング鋼管)による）

合の施工不良等や不適切な使用で著しく低下することがあるので注意が必要である。例えばねじ込み不足や鋼管内面の面取り過多等で、管端防食継手とライニング鋼管内面との止水が不十分な状態で使用した場合には、端面からの赤水・漏水が発生する場合がある。ねじ接合の施工管理基準を遵守して接合する必要がある。

3 ポリエチレン粉体ライニング鋼管

3.1 ポリエチレン粉体ライニング鋼管について

ポリエチレン粉体ライニング鋼管は、予熱した鋼管の内面にポリエチレン粉体を吸引し加熱融着して製造される。被覆材となるポリエチレン樹脂は、無極性高分子であり、水分の透過バリアー性が高く、吸水率も0.04%以下と非常に低いため、鋼管の内外面の被覆に利用されている。

ポリエチレン粉体ライニング鋼管は、表7に示すように、外面被覆が、一次防錆塗装、亜鉛めっき、ポリエチレン被覆

という異なる3種類の製品がある。被覆仕様を表7に示すが、内面被覆の仕様は共通であり、外面が一次防錆塗装であるSGP-PAは腐食環境がマイルドである屋内に、外面が亜鉛めっきであるSGP-PBは結露や雨水等による腐食が懸念される屋内外に、また外面がポリエチレン被覆であるSGP-PDは埋設配管に適用される。SGP-PAやSGP-PBは、土壤中で局部腐食を生じる恐れがあるため埋設用途に使用してはならない。どうしても使用しなければならない時は、別途、鋼管外面に適切な防食処理を施さなければならない。

なお、内面に使用されるポリエチレン樹脂の色調については、従来、硬質塩化ビニルライニング鋼管に使用される樹脂と同じくグレーの色調であったが、リサイクル時の識別を容易にするために、2003年3月に日本水道協会規格（JWWA K132-2003）が改正され、以降、ブルー色で供給されている。また、ポリエチレン粉体ライニング鋼管に使用されるポリエチレン樹脂については、黒色にするとか光安定剤を添加する等の特別な紫外線対策を施していないため、長期保管する場合は、被覆ポリエチレン樹脂に直射日光が当たらないようにしておく必要がある。

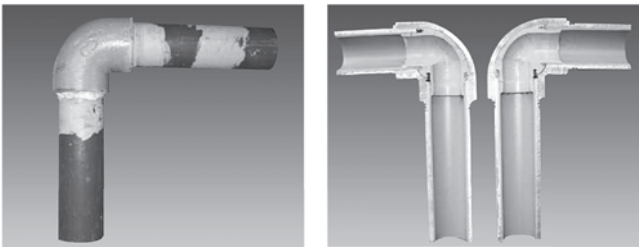


写真1 19年使用後の硬質塩化ビニルライニング鋼管
（東京都内集合住宅回収工事 SGP-VA 25A）

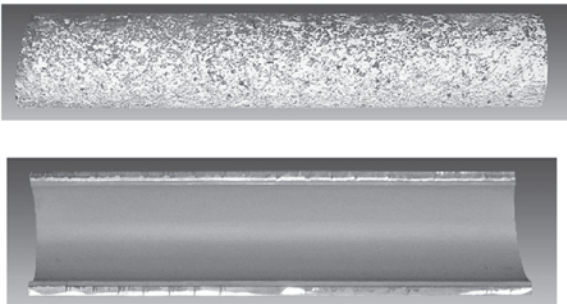


写真2 30年使用後の硬質塩化ビニルライニング鋼管
（東京都内集合住宅回収工事 SGP-VB 25A）

3.2 ポリエチレン粉体ライニング鋼管の性能

内面ライニングに使用される粉体ポリエチレン樹脂の性能を表8に示す。またポリエチレン粉体ライニング鋼管による水質試験の結果を表9に示す。ポリエチレン樹脂は、炭素と水素のみで構成される無極性高分子であり、極性を持たないため水分を吸収しにくく、耐水性に非常に優れている。一方、極性を有さないため、鋼面との接着性に乏しいという問題が

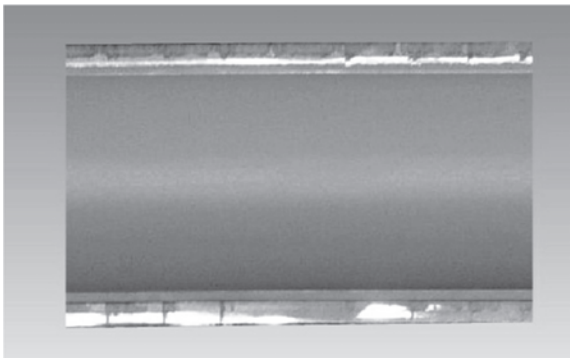


写真3 40年使用後の硬質塩化ビニルライニング鋼管

表6 40年間使用した硬質塩化ビニルライニング鋼管の調査結果

使用年数	用 途	呼び径	調 査 結 果			
			外 観		ライニング接着力	
			内 面	外 面	規格	試験結果
40年	給水管	20A	浮き、剥離なし	良好	20N/cm ² 以上	194N/cm ²

あり、この対策として鋼面にエポキシ樹脂系プライマーを被覆して接着性を高めるとともに、プライマーに接するポリエチレン樹脂については、マレイン酸等で変性したポリエチレン樹脂を使用することにより更に接着性を高めている。水質への影響もなく、上水道としての利用が可能である。

3.3 ポリエチレン粉体ライニング鋼管の継手接続方法

硬質塩化ビニルライニング鋼管と同様にねじ加工後、管端防食継手を使用して接続する。ねじには、切削加工による切削ねじと塑性加工による転造ねじの2種類があり、ポリエチレン粉体ライニング鋼管はどちらのねじの適用も可能であ

る。耐震性向上に有効な技術である転造ねじについては、次章で解説する。

3.4 ポリエチレン粉体ライニング鋼管のリサイクルについて

ポリエチレンは、炭素と水素のみからなる高分子であり、燃焼する場合も、完全燃焼すれば水と二酸化炭素しか生成せず、環境に優しい製品といえる。このため、ポリエチレン粉体ライニング鋼管はそのままスクラップ処理が可能である。

3.5 ポリエチレン粉体ライニング鋼管の長期耐久性について

ポリエチレン粉体ライニング鋼管が、開発されて30有余年が経過した。初期の頃は、継手管端部の防食が不完全なため、管端部での腐食、それに起因した漏水等が生じるケースがあったが、管端防食継手が使用されるようになってからは、このような腐食事故も見当たらなくなっている。

図1に切削ねじ加工した25Aのポリエチレン粉体ライニング鋼管を管端のシール無しで50℃ 3%食塩水に1カ月および3カ月浸漬した時の管端からの剥離長さを示す。本試験は、厳しい腐食条件で管端から半強制的に剥離を促進した時の抵抗性を示すものである。

プライマーを使用したものと不使用のもので試験をした。

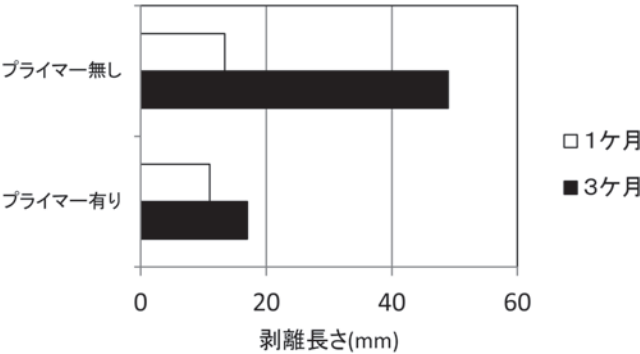


図1 ポリエチレン粉体ライニング鋼管のプライマー適用効果
50℃ 3%食塩水浸漬後の内面皮膜剥離幅（管端シール無し）

表7 被覆仕様

管の呼び径	内面	外面		
	ポリエチレン粉体ライニング厚さ(mm)	溶融亜鉛めっき	一次防せい装	ポリエチレン被覆厚さ(mm)
15A 20A 25A 32A 40A 50A 65A 80A 100A	0.30以上	均一性試験5回以上SGPと同等	平均塗膜厚さ15μm以上	1.7以上
	0.35以上			1.5以上
	0.40以上			1.6以上
色調	青色	—	赤褐色	青色
種類記号	(内面仕様共通)	SGP-PB	SGP-PA	SGP-PD

表8 ポリエチレン樹脂の性能

性能項目	単位	性能	試験方法
密度	kg/m ³	920以上	JIS K7112
引張強さ	MPa	10以上	JIS K7161
引張破壊ひずみ	%	300以上	JIS K7161
硬さ	HDD	40以上	JIS K7215
ピカット軟化温度	℃	85以上	JIS K7206
吸水率	%	0.04以下	JIS K7209

表9 水質試験結果例（試験所：日本食品分析センタ）

試験項目	厚生労働省令 水質基準	JWWA K132規定		試験結果例
		水道施設用	給水装置用	
味	異常でないこと	異常でないこと	異常でないこと	異常なし
臭気	異常でないこと	異常でないこと	異常でないこと	異常なし
色度	5度以下	0.5度以下	5度以下	0.1未満
濁度	2度以下	0.2度以下	2度以下	0.1未満
全有機炭素(TOC)	3mg/L以下	0.5mg/L以下	3mg/L以下	0.2mg/L未満
残留塩素の減量	—	0.7mg/L以下	0.7mg/L以下	0.1未満
鉄	0.3mg/L以下	0.03mg/L以下	0.3mg/L以下	0.01mg/L未満

1カ月では大きな差はなかったが3カ月と言う長期の試験では、プライマーの有無で剥離長さに大きな差を生じ、プライマーによる密着性向上が効果的に作用していることがわかる。一方、同じねじ切り鋼管を管端防食継手で接続し同じ条件で浸漬試験を実施した。管端防食継手で接続した場合、端面への浸水が防止されるため、3カ月を経過しても管端からの剥離は認められなかった。このことから、管端防食継手により、端面の腐食は防止され、万一、浸水があった場合もプライマーの使用により端部からの剥離が抑制されることがわかる。

長期使用したポリエチレン粉体ライニング鋼管の調査例として、東京都内集合住宅で19年間使用された鋼管（管端防食継手使用）がある。調査は、日本水道鋼管協会によって行われ、結果を表10に示す。また、その外観状況について鋼管を半割りした内面皮膜状況を写真4に示す。表面にもらい錆に起因すると思われる錆の付着が僅かに見られるが、腐食した

様子は認められない。また写真5には密着力測定後の外観の様子を示す。剥離面にはポリエチレン樹脂の凝集破壊のあとが見られ、密着力も規格で定められた値を満足しており、良好な性能を維持している。また写真6には管端防食継手のコア除去後の外観を示す。鋼面の腐食は認められない。このことから、管端防食継手とポリエチレン粉体ライニング鋼管を組合わせた配管システムは、長期の耐久性を保持していることがわかる。

4 ポリエチレン粉体ライニング鋼管への転造ねじ適用について

1995年1月に阪神大震災が発生してから2011年の東日本大震災まで数多の大地震が発生してきたが、建物が健全な場合、配管系において直管部が損傷を受けることは少なく、その被害は、継手部、特にねじ部に集中する傾向⁴⁾にある。

表10 19年使用したポリエチレン粉体ライニング鋼管の調査結果

使用年数	用 途	呼び径	調 査 結 果			
			外 観		ライニング接着力	
			内 面	外 面	規 格	試験結果
19年	給水管	20A	浮き、剥離なし	良好	30N/10mm以上	○

注 規格値は、JWWA K132(水道用ポリエチレン粉体ライニング鋼管)による

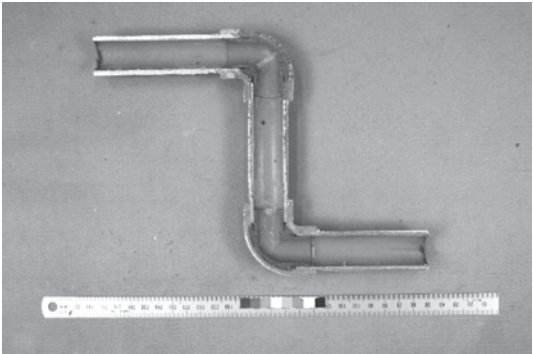


写真4 19年使用後のポリエチレン粉体ライニング鋼管

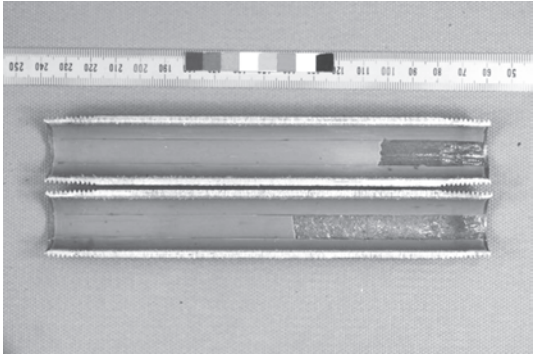


写真5 19年使用後のポリエチレン粉体ライニング鋼管の密着力測定後外観

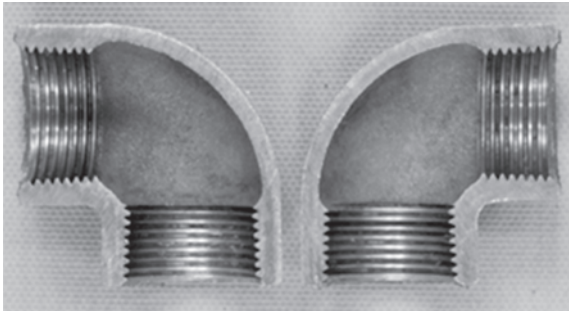


写真6 19年使用後の管端防食継手の外観（コア除去後）

配管系の耐震性確保には、配管の固定支持をしっかり行うことが最も重要であり、また変位を吸収できるような可とう性継手を組み込む事も有効な対策であるが、これらの対策が充分に行われているとは言い難い状況にある。配管系の弱点であるねじ継手部の強度を直管部並に強くすることを可能にしたのが「転造ねじ」であり、近年、ねじ継手の耐震性向上技術として、注目されるようになってきた。

転造ねじは、早くから亜鉛めっき鋼管への適用は認められ、実績が積まれてきたが、最近になって防食性が高く実績も有しているポリエチレン粉体ライニング鋼管への適用も拡大してきている。平成22年の公共建築工事標準仕様書においてそれまで禁止されていたライニング鋼管への転造ねじ適用が、ポリエチレン粉体ライニングに限って認められたことから、今後さらなる適用拡大が期待されるものである。

4.1 転造ねじについて

転造ねじは、従来のチェーザで鋼管を切削加工する切削ねじと異なり、塑性加工により鋼管の肉厚を極端に減じることなくねじを形成する新加工法である。転造ローラーと呼ばれるローラーを回転する鋼管に押し当てて圧延によりねじを形成するため、写真7に示すように、ねじ谷底部でもある程度の肉厚の確保が可能である。さらには、ねじ部は、圧延による加工硬化により強度を増すため、ねじ接合した場合、直管の強度以上の引張強度を示す。

4.2 転造ねじ加工における継手嵌合性

転造ねじ加工および切削ねじ加工を施したポリエチレン粉体ライニング鋼管と管端防食継手を嵌合し、その半割り断面の状態を写真8に示す。転造ねじ加工は圧延によりねじ山を造形するがこの時、管端部が若干、縮径する。管端防食継手は、ポリエチレン粉体ライニング鋼管より被覆厚が厚い硬質塩化ビニルライニング鋼管と共用の継手になっており、継手のコア部とポリエチレン粉体ライニング部の間には余裕があ



写真7 転造ねじと切削ねじの断面形状

るため、縮径する分を吸収でき、嵌合に問題を生じることはない。また、管端防食継手は種々のタイプが開発販売されているが、日本金属継手協会により50A以下のサイズについては、どのメーカーの管端防食継手を使用しても問題ないことが確認されている。一方、65A以上のサイズについては、日本金属継手協会としてのオーソライズがまだできておらず、その適用可否については管端防食継手メーカーに個別にヒアリングする必要がある。

4.3 転造ねじの耐震性

近年、建物の重要度に応じた耐震性のグレード分けが提案されており、空気調和衛生工学会シンポジウム⁵⁾では防災拠点となる重要施設には最高の耐震性であるSグレードを要求している。このような建物では、配管系にも最高の耐震性が要求され、継手の耐震性向上が課題となる。表11には、鋼管の各種接続法における継手効率（設計継手強度／直管強度）を示す。転造ねじで接続した鋼管を引張試験した結果を写真9に示す。破断は、ねじ接続部ではなく、直管部で発生し、継

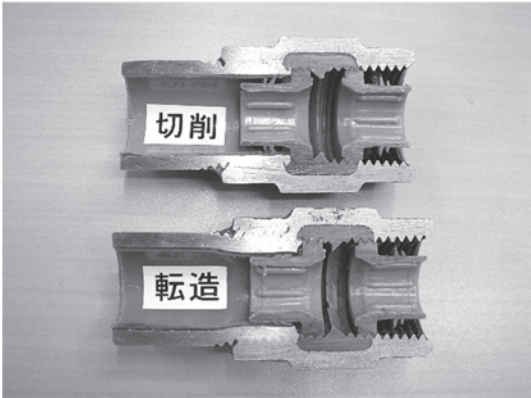


写真8 管端防食継手とポリエチレン粉体被覆鋼管の嵌合性

表11 各種接続継手の継手効率

配管接続方法	継手効率
溶接*	0.9
フランジ	0.6
切削ねじ	0.6
転造ねじ	1.0

*放射線透過試験実施の場合



写真9 引張試験結果（直管部破断）

手接続部が直管部以上の強度を有することがわかる。切削ねじ接続が継手効率0.6に対し、転造ねじ接続では直管部以上の強度を示すため、継手効率=1として設計可能である。このように耐震性が向上可能なため、避難所となりライフライン確保が重要な学校を始め、超高層ビル等への適用が図られてきている。

4.4 ねじ加工が皮膜密着性に与える影響

前述のように転造ねじ加工を行うと鋼管は若干、縮径するため、内面皮膜への密着性の影響が懸念される。そこでねじ加工が皮膜密着性に与える影響について検討した。評価は、

50℃ 3%食塩水浸漬1カ月後の剥離幅で行った。管端防食継手を嵌合した場合は、切削ねじ加工した継手同様、剥離が発生しなかったため、プライマー有無の評価同様、継手を装着せず、端面シールもない管端フリーの状態で、浸漬試験を実施した。ねじ加工の影響を見るため、ねじ加工を施さない直管についてもあわせて試験した。結果を図2に示す。ねじ加工により、5mm程度剥離しやすくなる傾向が認められたが、切削ねじと転造ねじで有意の差は認められなかった。

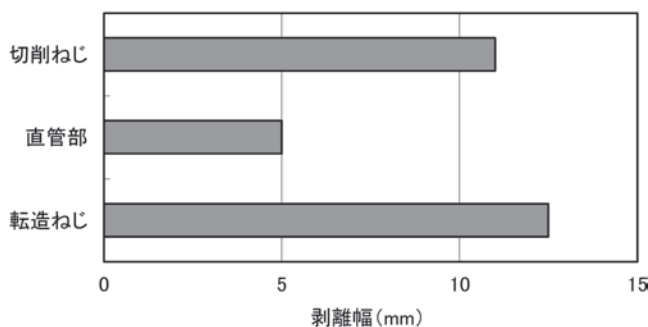


図2 ポリエチレン粉体被覆鋼管の管端加工が耐食性に与える影響
50℃ 3% NaCl 30日浸漬後の剥離幅（管端シール無し）

5 おわりに

本報告では、給水管として使用される硬質塩化ビニルライニング鋼管とポリエチレン粉体ライニング鋼管の2種類のライニング鋼管について解説するとともに、その耐久性向上技術について論じた。ライニング鋼管は、直管部の耐久性については実績があったが、継手部が弱点であった。その対策として管端防食継手が開発され、継手部腐食の問題が解決された。また、継手部の耐震性向上技術としてポリエチレン粉体ライニング鋼管への転造ねじ技術の適用も実績が上がりつつあり、平成22年公共建築工事標準仕様書にも採用されたことから、さらなる適用拡大が期待される。

最後に本稿をまとめるにあたりご協力をいただいた日本水道鋼管協会に感謝する。

参考文献

- 1) 技術資料 管端防食継手を使用する方々へ, 日本金属継手協会, (2010)
- 2) WSP News, 日本水道鋼管協会, (2009) 23.
- 3) WSP News, 日本水道鋼管協会, (2006) 20.
- 4) 藤田日出雄, 阪口市朗, 田中輝幸, 高間館千春, 福永規: 住友金属, 48 (1996) , 84.
- 5) 建築設備の耐震機能・計画(案), 空気調和・衛生工学会シンポジウム資料, (2005)

(2011年9月1日受付)