

水道用ポリエチレン管

二層管開発経緯

平成 28 年 3 月

1. 水道用ポリエチレン管の概況

水道用ポリエチレン管には、1種（軟質管）と2種（硬質管）の2種類がJIS規格（JIS K 6762-1993）に定められている。使用材料は一般的に1種（軟質管）は低密度または中密度ポリエチレン樹脂、2種（硬質管）には高密度ポリエチレン樹脂が用いられる。

このポリエチレン樹脂は1933年、英国ICI社に於て開発され、欧米諸国に於ては早くから広く一般産業用、家庭用に使用されており、ポリエチレン管についても水道用給配水管や農工業用配管等の一般用途向きに広範囲に使用されており、他の合成樹脂管に比べその使用比率は非常に高くなっている。

わが国に於ては、昭和28年にポリエチレン管の生産が始められた。ポリエチレン管は他の配管材に比べ、軽量で柔軟性に富んでいることから耐衝撃性、耐震性、耐寒性に優れており、ウォーターハンマー等の水撃に対して強い性質を示す。水撃圧の計算によく用いられるAllieviの式によって計算した結果を、他管種と比較したものは図1のようになっている。また、その樹脂の特長から長尺品の生産が可能のため、継手箇所を少なくすることが出来、曲げ配管も可能である事とも合わせ、工数が少なく配管施工性に優れ、また継ぎ手部分からの管路の漏れも少ない。このように配管材として優れた特長を保有しているので、年々その需要は大幅に増大してきている。

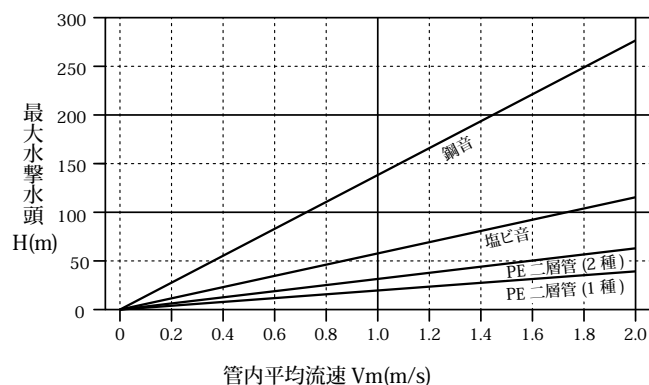


図1 各種管の水撃圧（呼び径 25mm）

水道用ポリエチレン管は昭和33年に日本水道協会規格（JWSA K 101-1958）として制定され、昭和34年には日本工業規格 JIS K 6762-1959（水道用ポリエチレン管）として制定された。これらの規格制定に加え、日本水道協会事前証印品に認定されたことから、水道用配管材として採用する市町村が急激に増加していった。それに伴い水道用ポリエチレン管の需要も大幅な伸びを示してきている。最近の需要については日本水道協会検査実績によると図2のようになっている。

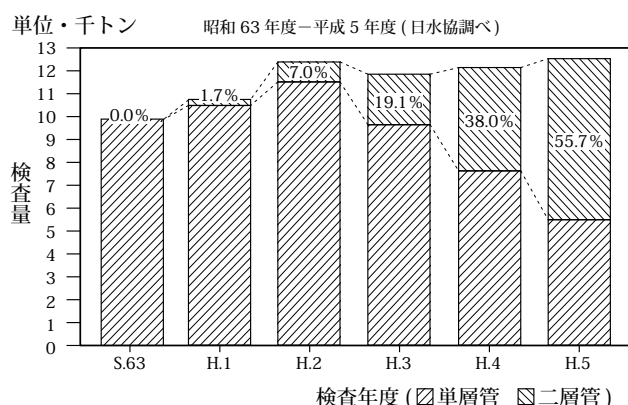


図2 水道用ポリエチレン管検査実績の推移

2. 二層管開発迄の経緯

順調に水道用配管材として需要が拡大してきた水道用ポリエチレン管であるが、昭和52年頃より一部の都市に於て布設後数年以上経過した埋設配管の内面に水泡が発生し、稀な例として薄皮を剥いだような剥離現象に至るといった問題が聞かれるようになった。この現象の原因究明の為、日本ポリエチレンパイプ工業会では原料メーカーと共同にて対策委員会を発足させ、調査・実験を開始した。欧米諸国に於ては、水道用給配水管として広範囲に使用されているにも拘わらず、水泡剥離の現象は確認されておらず、日本特有の問題である事が判明した。（欧米諸国の水道用ポリエチレン管の使用材料は日本と同様に、ポリエチレン樹脂に耐候性向上の為、安定剤としてカーボンブラックを2～3%配合している。）これと平行して日本水道協会の指導協力のもと、関東地区に於てA市とB市、関西地区ではC市とD市の4都市にてフィールドテストを実施した。

又、確認テストとして 塩素水連続通水試験を実施したところ、高濃度塩素水 (2000ppm) と低濃度塩素水 (50ppm) では水泡剥離現象の発生順序は必ずしも一致しているとはいえない。(表 1、表 2 参照) フィールドテストの結果と合わせて考察すると、樹脂の種類により 50ppm 前後を境に塩素化に弱い樹脂と、酸化に弱い樹脂の比率が相違しているものと思われ、pH と塩素濃度との関係をも含めて図にまとめると、図 3 のようになると推定される。

水泡剥離現状の発生したサンプルについて分析を行ったところ、剥離発生部分は剥離層と脆化層及び本体に分かれており、剥離層については厚さが 40 μ m 程度で樹脂の架橋が認められ、C=O 結合・C-Cl 結合が存在しており、水泡の中には HCl が存在している。これらのことから、水泡剥離発生メカニ

ズムとしては、水道水中に存在する遊離塩素・酸素と次亜塩素酸〔HClO〕や活性酸素〔O〕とのラジカル反応などから、塩素化・酸化・架橋反応が起きるものと推定される。塩素化や酸化で直ちに分子鎖の低下が起こる訳でなく、単なる塩素化ポリエチレンの生成であったり、分子鎖の途中にカルボニル基が出来たり、逆に機械的強度の向上するであろう架橋化による分子鎖の増大現象も同時に発生する。ポリエチレンは一般的に H⁺、ClO⁻イオンは拡散しにくいと考えられるので、Cl₂・H₂O の状態で内部に浸透しポリエチレンの内部で解離現象が進行すると考える事ができる。

一定層まで浸透して起きる塩素の解離現象では、発生した次亜塩素酸イオンあるいは活性酸素などが内表面から一定の層をピークに存在することが考えられる。次亜塩素酸イオンあるいは活性酸素などが存在して酸化反応、塩素化反応、架橋反応が進行する部分が脆化層であると考えれば、ほぼ脆化層の中

表 1 高濃度塩素水 (2000ppm) 試験結果

試験時間 NO	24hr	72hr	168hr	耐水泡 発生順位
LLDPE ①	0	1	4	3
" ②	0	0	0	1
" ③	0	0	1	2
LDPE ④	1	3	5	4
" ⑤	2	6	8	5

試験条件

- ・塩素濃度 2000ppm
- ・管は単層管
- ・温度 40℃
- ・評価方法は 10 点法
- ・液比 1.2cc/cm² (ASTM D714-56 の図 4 による)
- 同等品を液化 3.6cc/cm²にして再試験しても 168hr では異常がなかった。

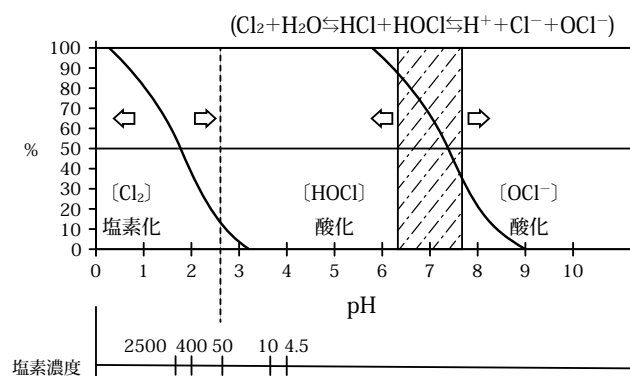


図 3 水道水中の塩素の存在形態と pH

表 2 低濃度塩素水 (50ppm) 試験結果

通水期間	30 日	48 日	65 日	81 日	113 日	145 日	178 日	耐水泡発生順位
LLDPE ①	0	0	0	0	0	0	1	1
" ②	1	2	2	2	2	2	2	2
" ③	0	0	0	0	1	2	3	3
LDPE ④	1	1	4	6	6	6	8	4
" ⑤	4	4	6	8	8	8	8	5

試験条件

- ・塩素濃度 50ppm
- ・温度 25℃ (期間平均)
- ・流量 1m³/hr
- ・pH 3.6

間地点が反応として最大の影響を受ける部分と考えることができる。その部分が 40 μ m 程度の厚さと考えると、水泡と剥離の発生部が同一場所であることも剥離現象と一致する。

塩素化または酸化されて、柔軟になったり低分子化などで本来の強度に比較して機械的強度の低下した部分は、水の浸透によりその部分が伸張して水泡を発生し、乾燥すると水分が蒸発して元に戻ると考える事ができる。又、分析結果で水泡の中に塩化水素が存在するのは、水泡発生部分に存在していた塩化水素が浸透してきたものと考えられる。

水泡剥離の原因については図 4 の反応基本図及び図 5 の反応後の現象であると推定することができる。

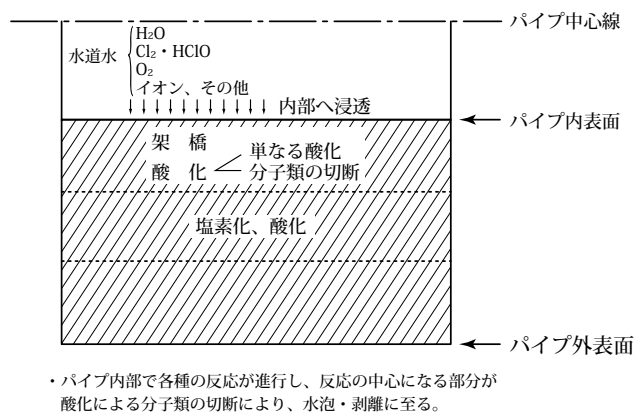


図 4 反応基本図

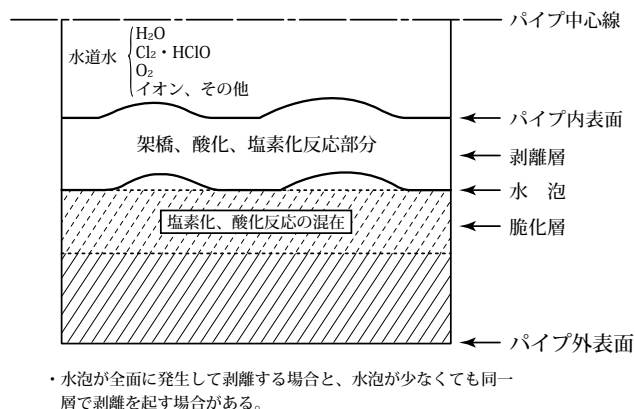


図 5 反応後の現象

上記の水泡剥離発生メカニズムには、水道用ポリエチレン管の耐候性向上の為に配合されているカーボンブラックが、何らかの形で関与しているものと

考えられる為、各種類の水道用ポリエチレン管材料及び、カーボンブラックを配合していないナチュラルポリエチレン樹脂管にて耐塩素水性についての促進試験を行った。その結果、図 6 に示すようにナチュラル管には水泡の発生は認められなかった。これは A 市に於て実施した 12 年間のフィールドテストの結果（図 7 参照）とよく一致する。これらの事から、水道用ポリエチレン管に配合されているカーボンブラックが、水泡剥離現象に何らかの触媒作用を起こしているのではないだろうか考えるに至った。

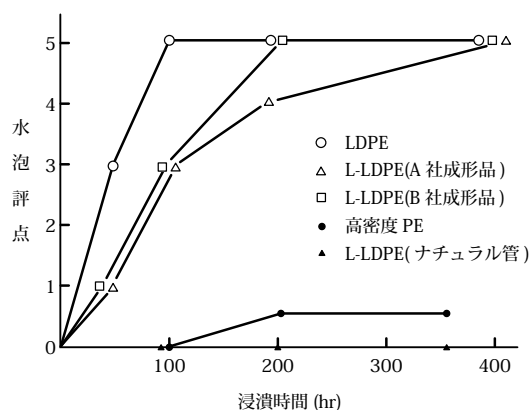
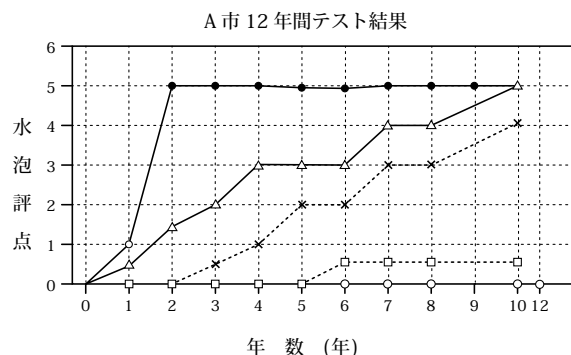


図 6 耐塩素水の評価比較〈連続促進法〉



注一 符号 ● 従来品 (高圧法・低密度管)
 △ 対策品 1 (中低圧法・低密度管)
 × 改良品 (異種カーボンブラック使用)
 □ 硬質 PE 管 (高密度管) 従来品
 ○ 対策品 2 (ナチュラル管)

—2 平均残留塩素濃度 0.5ppm

—3 平均通水量 6,150m³/年

図 7 耐塩素水性フィールドテスト結果

そこでカーボンブラックの触媒作用についての確認試験を行ったところ、次に述べるような結果が得られた。

- (1) ポリエチレン中にカーボンブラックが存在するとナチュラルのポリエチレンに比べ、急激に塩素水中の残留塩素を消費する。(これは、HClO がカーボンブラックの存在によって変化した事を意味する。)
- (2) カーボンの粒径が小さいほど塩素消費量は大きく、水泡発生も速い。又、カーボン濃度が高いほど水泡発生は速い。(これは、カーボンブラックとの接触面積が大きいほど反応が速い事を意味しておりカーボンブラックが関与している事が判る。)
- (3) カーボンブラックの入っているポリエチレン表面には架橋層が形成される。(これは、ポリエチレンが架橋反応を起こしている為であり〈実際には架橋と分解との競争反応であり、この時点では架橋反応が優先している〉塩素水がカーボンブラックと接触する事により、架橋反応を起こす因子が発生していることになる。)
- (4) カーボンブラックと接触すると pH が低下し水中の塩素平行関係が下記反応式の左に移行する。



もし、カーボンブラックが塩素や塩素イオンを吸収又は吸着しているのであれば pH の低下は起こり得ない為、カーボンブラックは下記反応を促進していると考えられる。



以上の結果から、塩素水がカーボンブラックと接触する事により、なんらかの反応(例えば $\text{HClO} \rightarrow \text{HCl} + [\text{O}]$) が急激に促進されている事を示し、カーボンブラックが水泡剥離現象に対し触媒として作用しているものと推察される。

3. 水道用ポリエチレン二層管の開発及びその性能確認

水道用ポリエチレン管に配合されているカーボンブラックが水道水中の塩素との間に、触媒作用を起こしポリエチレン管の水泡剥離現象を発生させるというメカニズムがほぼ解明された事から、ポリエチレン管の基本構造を再検討する必要性が生じた。すなわち、従来ポリエチレン樹脂の耐候性向上に不可欠とされていたカーボンブラックは、水道水に接触する内面には配合せず耐塩素水性を向上させる。しかも耐候性能は現状を維持する必要がある事から管を二重構造とし、内面はカーボンブラックを含有しないナチュラル樹脂に、外面には従来通りカーボンブラックを 2～3% 配合した二層構造とした管が有効であり、使用材料の変更は行わない為、従来の水道用ポリエチレン単層管の特徴も継承できる最高の管材であるとの結論に達した。

管の成形方法は層間剥離の発生しない二層同時押出成形とし、内層・外層の最適厚さ設定の為の比較試験を実施した。二層管の試料は 1 種管、2 種管とし、内層のナチュラル層厚さについては 1 種管は 1.0mm、1.5mm、2 種管は 1.0mm について試験を行い、同時比較試験をする為、単層管の 1 種管、2 種管も評価試験を実施した。試料については表 3 に示すものにて行い、表 4、表 5 のような結果が得られ、耐塩素水性についてはナチュラル層肉厚 1.0mm で充分効果がある事が確認された。

この二層管の耐塩素水性の長期寿命について、JIS K 6762 に準じた塩素水試験(但し pH は 6.5 ± 0.5 に設定)にて単層管(L-LDPE・2～3% カーボン配合)と二層管(内層 L-LDPE ナチュラル層厚さ 1.0mm)の塩素濃度及び塩素水温度別試験を行い、評点が 1～2 点(10 点法)の水泡発生時間測定結果を図 8 及び図 9 に示す。1 種単層管の塩素水促進試験結果から、塩素濃度と温度の関係はほぼ同一勾配になる事が判明した。1 種二層管の試験についても 70℃、60℃の結果は単層管とはほぼ同一傾向にあり、これを基に 23℃を推定すると塩素濃度 1ppm では約 270 万時間(約 300 年)となる。

表 3 二層管評価試験試料

試 料		項 目	内 層	外 層
1 種二層管 NO-1	樹脂構成		L-LDPE	L-LDPE
	カーボン含有量		0%	2.2%
	厚み構成		1.0 mm	3.0 mm
1 種二層管 NO-2	樹脂構成		L-LDPE	L-LDPE
	カーボン含有量		0%	2.2%
	厚み構成		1.5 mm	2.5 mm
2 種二層管 NO-3	樹脂構成		HDPE	HDPE
	カーボン含有量		0%	2.2%
	厚み構成		1.0 mm	2.5 mm
1 種単層管 NO-4	樹脂構成		L-LDPE	
	カーボン含有量		2.2%	
2 種単層管 NO-5	樹脂構成		L-LDPE	
	カーボン含有量		2.2%	

1 種単層管の場合、23℃で塩素濃度 1ppm における水泡発生時間は約 6.7 万時間 (約 7.6 年) となるが、実埋設品では約 2～3 年 (評点 2～4) で水泡が発生する事がある。この差異は水道水の流水と滞留の繰り返しに起因しているものと考えられる。従ってこの試験結果に対して約 4～5 倍の安全率を見込む必要がある。1 種二層管の場合、23℃、塩素濃度 1ppm の水泡発生推定時間は約 270 万時間 (300 年) となり、安全率 5 を見込むとその寿命は約 60 年となる。

管構造を二層とし、内層にナチュラル樹脂を配する事により外層のカーボンブラック配合部分の厚さが薄くなり、その耐候性に対する影響が懸念されるが、光透過性を考慮してもカーボン層の厚さは 1mm 以上であれば問題はないとの評価が得られた。しかし水道用配管材施行時には屋外に在庫される事が多くある為、内部層のナチュラル樹脂に対する紫外線劣化の影響も考慮する必要がある、2 年間の長期屋外曝露試験を実施した。その結果、**図 10** に示すように管端から内側に入るほど内層表面のカルボニル基は少なくなっており、管端が露出している場合でも管端より 30mm 内側で内層表面より 1.0mm 内部の位置を見る

と、カルボニル基量は外層表面と同程度で劣化はほとんど進んでいないものと推定される。(表 6 参照)

引張強度についても**図 11** に示す通り、曝露面・非曝露面での差異は認められない。

これらの事から、二層管については管端にキャップを実施し、もし管端が露出していた場合は端末を 50mm 切り落して使用すれば、耐候性に対して問題はなく、販売に際してはこの点の注意事項を付記したチラシを製品毎に添付している。

表 4 二層管評価試験結果

試験項目			試料	1 種二層管 NO-1	1 種二層管 NO-2	2 種二層管 NO-3	1 種単層管 NO-4	2 種単層管 NO-5
熱間 クリープ 圧縮	80℃ 1000 時間後		——	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
	80℃ 2000 時間後		——	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
	80℃ 3000 時間後		——	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
引張 特性	45℃	降伏点応力	kgf/ cm ²	90	90	190	80	190
		破断点抗張力	kgf/ cm ²	130	125	140	130	155
		破断点伸び	%	710	760	580	750	610
	23℃	降伏点応力	kgf/ cm ²	110	110	250	115	260
		破断点抗張力	kgf/ cm ²	150	145	160	165	160
		破断点伸び	%	690	720	570	760	560
	-20℃	降伏点応力	kgf/ cm ²	250	245	415	250	420
		破断点抗張力	kgf/ cm ²	170	170	230	185	240
		破断点伸び	%	210	220	40	240	40
対塩素 水性	500 時間後の水泡評点		——	0	0	0	1	0
	1000 時間後の水泡評点		——	0	0	0	2	0
	1500 時間後の水泡評点		——	0	0	0	2	0
	2000 時間後の水泡評点		——	0	0	0	3	1
	2500 時間後の水泡評点		——	0	0	0	3	2
	3000 時間後の水泡評点		——	0	0	0	——	——
アイゾット衝撃強度-20℃			kgcm/ cm	割れなし	割れなし	6.2	割れなし	6.6
定歪み繰返し疲労 偏平率：50% 500 回	未試験パイプ		——	異常なし	異常なし	異常なし	——	——
	塩素水浸漬 1000 時間後		——	異常なし	異常なし	異常なし	——	——
ヒートサイクル 1000 時間後			——	異常なし	異常なし	異常なし	——	——
残留歪		リング切り直後	%	17.2	16.6	10.1	19.6	16.7
		80℃1 時間後	%	41.0	42.3	23.8	53.3	68.5
ESCR	ベストストリップ法		hr	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000
	リング法 (JIS K6774)		hr	>1000	>1000	>1000	——	——

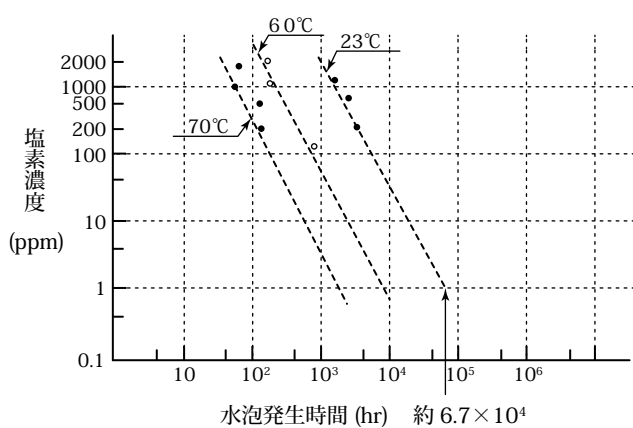


図 8 耐塩素水性長期寿命推定 (1 種単層管)

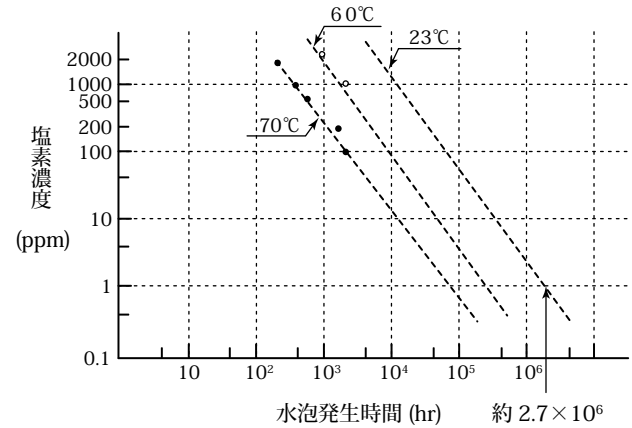


図 9 耐塩素水性長期寿命推定 (1 種二層管)

表 5 二層管評価試験結果

試験項目			試料		1 種二層管 NO-1	1 種二層管 NO-2	2 種二層管 NO-3
			単位				
耐候性	照射前		YS	kgf/cm ²	110	110	245
			TS	kgf/cm ²	170	150	165
			EL	%	730	700	600
	外照射	500 時間後	YS	kgf/cm ²	115	115	248
			TS	kgf/cm ²	220	140	155
			EL	%	660	660	660
		1000 時間後	YS	kgf/cm ²	110	110	250
			TS	kgf/cm ²	165	130	150
			EL	%	700	560	530
		2000 時間後	YS	kgf/cm ²	115	115	250
			TS	kgf/cm ²	135	130	145
			EL	%	550	550	540
	内照射	500 時間後	YS	kgf/cm ²	110	110	250
			TS	kgf/cm ²	170	150	150
			EL	%	700	650	620
		1000 時間後	YS	kgf/cm ²	115	115	255
			TS	kgf/cm ²	200	170	160
			EL	%	600	500	30
		1500 時間後	YS	kgf/cm ²	120	115	160
			TS	kgf/cm ²	100	90	160
			EL	%	520	200	20

備考：YS 降伏点応力 TS 破断点抗張力 EL 破断点伸び

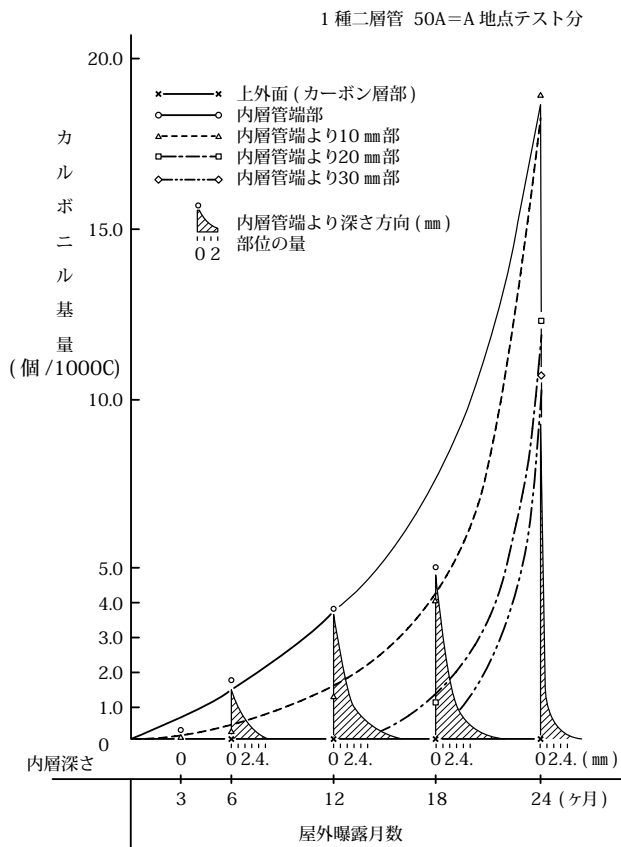


図 10 屋外曝露劣化度 (カルボニル基量)

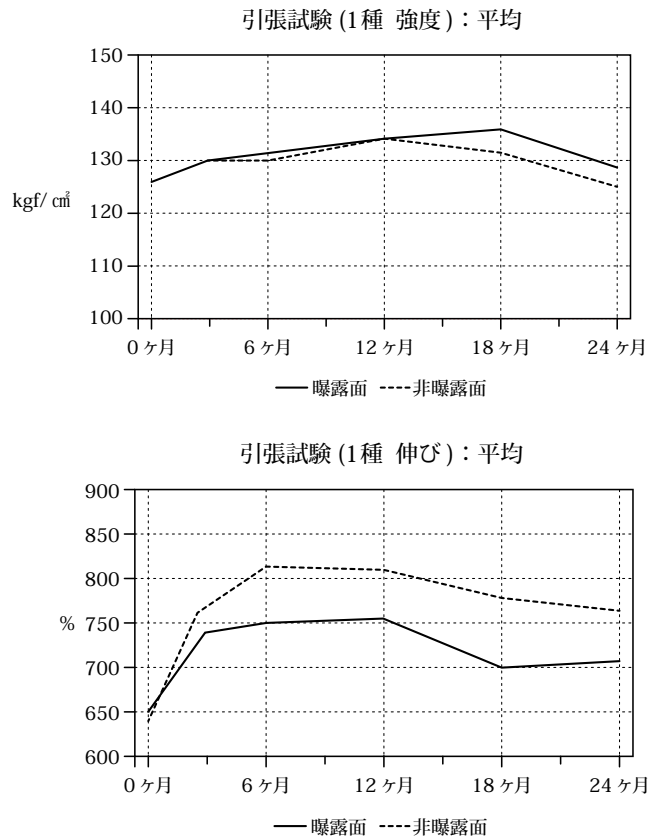
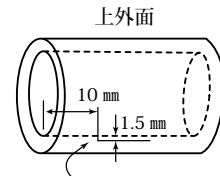


図 11 屋外曝露品引張試験結果

表6 二層管劣化度試験(カルボニル基量)



※測定位置の例

10-15 管端面より 10 mm
深さ 1.5 mm

		サイズ	位 置	0 ヶ月	3 ヶ月	6 ヶ月	12 ヶ月	18 ヶ月	24 ヶ月
1 種 管	20A	上 外 面		0.33	0.16	0.06	0.12	<0.1	
		00－00		0.35	8.06	7.40	8.42	13.33	
		00－05		0.26	4.06	7.40	10.01	6.87	
		00－10		0.13	4.43	7.90	8.28	2.00	
		00－15		0.13	4.70	7.70	8.00	1.40	
		00－20			4.00	7.20	7.08	1.67	
		00－25			1.81	1.50	1.70	0.67	
		00－30			0.27			0.17	
		10－00		0.13	1.85	3.30	4.63	10.29	
		10－05			0.52	0.95	2.39	4.67	
		10－10			0.29	0.37	0.95	2.00	
		10－15			0.07	0.15	0.66	1.33	
		10－20				0.02	0.02	1.14	
		20－00		0.14	0.11	0.29	0.95	2.43	
		20－05			0.04	0.05	0.35	0.50	
		20－10					0.19	0.17	
		20－15					0.06		
		30－00			0.07	0.14	0.12	0.10	
		30－05			0.06	0.02	0.05		
	30－10					0.05			
	50A	上 外 面		0.03	0.05	0.06	0.07	<0.1	
		00－00		0.26	1.75	3.90	5.05	18.89	
		00－05		0.18	0.17	1.90	1.38	10.78	
		00－10		0.09	0.95	1.70	0.72	1.00	
		00－15		0.10	0.78	1.70	0.78	1.00	
		00－20		0.09	0.62	1.60	0.78	0.40	
		00－25			0.20	1.30	0.84		
00－30				0.14	1.30	0.96			
00－35				0.07	1.30	1.07			
00－40					1.00	1.15			
00－45					0.76	1.47			
00－50					0.41	1.40			
00－55					0.11	1.11			
10－00			0.09	0.23	1.30	4.10	19.00		
10－05			0.12	0.03	0.21	1.20	9.33		
10－10					0.06	0.42	1.00		
10－15					0.01	0.19	0.40		
10－20						0.19	0.40		
10－25						0.13			
20－00			0.08	0.03	0.02	1.11	12.25		
20－05						0.16	6.40		
20－10						0.02	1.10		
20－15							0.40		
20－20							0.40		
30－00						0.11	10.78		
30－05						0.01	5.38		
30－10							0.68		

4. 水道用ポリエチレン二層管の規格化

長期塩素水試験でその推定寿命が約 60 年と管路寿命に充分対応できると確認されたことから、日本ポリエチレンパイプ工業会ではこの水道用ポリエチレン二層管の規格化に取組み、寸法規格は従来の単層管との整合性を考慮して同一とした工業会規格『JPS-04』を制定した。(肉厚については内層及び外層厚みを参考規格として追加した。)

塩素水試験については耐塩素水性能が大幅に改良されたことから試験条件を厳しくし、品質規格についても「水泡発生のないこと」とした。その他の品質特性については、従来の単層管とほぼ同等の値となっていることから、これも同一規格とした。

この水道用ポリエチレン二層管の規格は昭和 63 年 6 月に「日本ポリエチレンパイプ工業会規格 JPS-04-1988」として制定された。工業会規格制定と同時に、工業会加盟各社も一斉に量産化に入りその普及に努めてきたが、平成 3 年 3 月に日本水道協会の団体規格(在庫検査)の承認が得られ、普及速度が早められた。

日本水道協会の団体規格承認を機に、水道用ポリエチレン二層管の採用許可を全国の水道企業体へ積極的な働きかけを行ってきた結果、平成 4 年 4 月時点で約 300 市町村、平成 6 年 10 月現在では約 750 市町村にて採用許可を受けるなど、急速な普及状況となった。日本水道協会検査実績における二層管比

率は、平成 3 年 3 月には 10% 以下であったものが、平成 4 年 2 月には 30 %、平成 6 年 10 月では約 75% となっている。

これらのことから、更に水道用ポリエチレン二層管を水道用給水管として広く普及を図るため、日本工業規格 JIS K 6762(水道用ポリエチレン管)に追加制定されるよう工業会として関係方面へ働きかけを行ってきた結果、平成 5 年 7 月 1 日に改正規格が制定公布された。

主な改正点は下記の通りとなっている。

- ① SI 単位移行に伴う単位の変更。
- ② 規格様式改正に伴う構成、表現様式等の変更。
- ③ 二層管の追加規定と分類の変更。
- ④ 性能・試験規定の一部変更、追加。
 - ④-1 塩素水試験規定条件の変更と二層管性能の追加。
 - ④-2 環境応力き裂性の追加。
 - ④-3 カーボン濃度試験規定の追加。
- ⑤ 寸法及びその許容差の変更。
 - ⑤-1 平均外径許容差の縮小。
 - ⑤-2 最大・最小外径の許容差の削除。
 - ⑤-3 二層管の内・外層厚み規定の追加。
 - ⑤-4 1 種呼び径 30 の肉厚増。

JIS K 6762-1993(水道用ポリエチレン管)規格の 1 種の寸法とその許容差を表 7 に、2 種の寸法とその許容差を表 8 に、管の性能については表 9 に示す。

表 7 1 種の単層管及び二層管の寸法とその許容差

単位 mm

呼び径	外 径		全体厚さ		外層厚さ		長 さ		参 考				
	基準寸法	平均外径の許容差	基準寸法	許容差	基準寸法	許容差	基準寸法(m)	許容差(%)	内径	質量 ⁽³⁾ (kg/m)	コイル巻径(cm)		内層厚さ
13	21.5	±0.15	3.5	±0.30	1.5	±0.3	120	+2 0	14.5	0.184	80 以上	約 120 以上	2.0
20	27.0	±0.15	4.0	±0.30	1.5		120		19.0	0.269	120 以上	約 160 以上	2.5
25	34.0	±0.20	5.0	±0.35	1.5		90		24.0	0.423	120 以上	約 160 以上	3.5
30	42.0	±0.20	5.6	±0.40	2.0	±0.4	90		30.8	0.595	170 以上	約 200 以上	3.6
40	48.0	±0.25	6.5	±0.45	2.0		60		35.0	0.788	170 以上	約 210 以上	4.5
50	60.0	±0.30	8.0	±0.55	2.0		40		44.0	1.216	170 以上	約 210 以上	6.0

注(3) 質量は、管の寸法を基準寸法とし、管に使用する材料の密度を 0.930g/cm³として計算したものである。

備考 1. 平均外径の許容差とは、任意断面における円周測定値を円周率 3.142 で除した値、又は相互に等間隔な 2 方向の外径測定値の平均値(平均外径)と基準寸法との差をいう。

2. 外層厚さの基準寸法とその許容差及び内層厚さ(参考)は、二層管だけに適用する。

表 8 2 種の単層管及び二層管の寸法とその許容差

単位 mm

呼び径	外 径		全体厚さ		外層厚さ		長 さ		参 考				
	基準寸法	平均外径の許容差	基準寸法	許容差	基準寸法	許容差	基準寸法 (m)	許容差 (%)	内径	質量 (4) (kg/m)	コイル巻径 (cm)		内層厚さ
											内 径	相 当 外 径	
13	21.5	±0.15	2.5	±0.20	1.0	±0.2	120	+2 0	16.5	0.143	80 以上	約 120 以上	1.5
20	27.0	±0.15	3.0	±0.25	1.0		120		21.0	0.217	120 以上	約 160 以上	2.0
25	34.0	±0.20	3.5	±0.30	1.0		90		27.0	0.322	120 以上	約 160 以上	2.5
30	42.0	±0.20	4.0	±0.30	1.5	±0.3	90		34.0	0.458	170 以上	約 200 以上	2.5
40	48.0	±0.25	4.5	±0.35	1.5		60		39.0	0.590	170 以上	約 210 以上	3.0
50	60.0	±0.30	5.0	±0.35	1.5		40		50.0	0.829	170 以上	約 210 以上	3.5

注 (4) 質量は、管の寸法を基準寸法とし、管に使用する材料の密度を 0.960g/cm³として計算したものである。

備考 1. 平均外径の許容差とは、任意断面における円周測定値を円周率 3.142 で除した値、又は相互に等間隔な 2 方向の外径測定値の平均値 (平均外径) と基準寸法との差をいう。

2. 外層厚さの基準寸法とその許容差及び内層厚さ (参考) は、二層管だけに適用する。

表 9 性能

性能項目	性 能	
引張降伏強さ	1 種	9.8N/mm ² {100kgf/cm ² } 以上
	2 種	19.6N/mm ² {200kgf/cm ² } 以上
耐 水 圧	漏れ、その他の欠点がないこと。	
溶 出 性 (1)	濁度	
	色度	
	過マンガン酸カリウム消費量	
	残留塩素の減量	
	臭気及び味	
熱間内圧クリープ性	割れ、その他の欠点がないこと。	
灰 分	0.07%以下	
耐 塩 素 水 性	単 層 管	試験片内面の水泡発生個数が直径 0.4 mm 以上のものが 3 個 / cm ² 以下であること。
	二 層 管	水泡発生がないこと。
耐環境応力き裂性	50%き裂発生時間が 240 時間以上	
カーボン濃度 (2)	濃度 2.0%以上、3.0%以下であること。	

注 (1) 試験温度は、常温とする。常温とは、20±15℃ (JIS Z 8703) に規定する温度 15 級をいう。

注 (2) カーボン濃度は単層管及び二層管の外層に適用する。

5. おわりに

水道用ポリエチレン管の水泡発生及びその原因究明、対策品としての二層管の開発とその確認試験に到る経緯について概略を述べてきた。工業会では品質確認として、実際の二層管製品の耐塩素水性能を検証するため、現在関東地区及び中部地区に於いて、10 年間のフィールドテストを工業会加盟各社の製品を使用して実施中であり、2 年毎に掘り返し確認テストを行っている。(最初の 4 年間通水後の確認試験で

は、二層管内部に異常は全く認められていない。)

今後もこれらの性能確認試験を継続実施していくとともに、更に水道用ポリエチレン管の品質向上に積極的に取り組んでいきたい。

最後に、この水道用ポリエチレン管の水泡剥離現象のメカニズム解明及び二層管の開発・性能確認試験に御協力を賜った、日本水道協会、関係市水道局及び原料メーカーの諸兄に対し、厚くお礼を申し上げたい。

水道用ポリエチレン管二層管開発経緯 (No. 95-01)

平成 11 年 10 月 1 日 初版発行

平成 28 年 3 月 1 日 第 2 版発行

編集 日本ポリエチレンパイプシステム協会 技術委員会

発行 日本ポリエチレンパイプシステム協会

〒 111-0041 東京都台東区元浅草 2 丁目 6 番 7 号 マイタビル 4 階

TEL 090-3320-3725 FAX 03-5246-7884

非売品 不許転載

本技術資料記載の内容については変更することがありますのでご了承ください

