

技術資料

水道管の分類と特性（案）

平成 20 年 7 月

財団法人水道技術研究センター

はじめに

本技術資料「水道管の分類と特性（案）」については、水道技術研究センターが厚生労働科学研究費補助金を受けて、平成17年度から平成19年度の3か年間で実施した研究開発プロジェクト「管路施設の機能診断・評価に関する研究（*New Epoch* プロジェクト）」における成果の一部をもととしている。

水道では、様々な材質の管が使用されており、また、同じ材質の管でも年代により継手形式やライニングなどの仕様が異なる。このため、本技術資料は、実際に使用された期間や規格制定時期の管材質やライニング等をもとにして、年代別に大まかに分類するとともに、分類された各材質の管路や各ライニング等の施された管路に関して、埋設環境下及び通水環境下における劣化及び破損特性、耐震性能などを整理したものである。

本技術資料が、我が国の水道管路耐震性改善に向けた取り組みの一助となることを期待するとともに、本技術資料の作成に当たって御指導・御助言をいただいた小泉明首都大学東京大学院教授及び作成に御尽力いただいた「老朽管路の計画的更新に関する技術マニュアル」（素案）作成ワーキンググループの各位に厚く感謝申し上げます。

平成20年7月

財団法人水道技術研究センター
理事長 藤原 正弘

（参考）「老朽管路の計画的更新に関する技術マニュアル」（素案）
作成ワーキンググループメンバー

ワーキンググループ長 大岡俊明 日本水工設計株式会社
委員 瀬戸賢治 日本上下水道設計株式会社
委員 船橋五郎 株式会社クボタ
委員 林光夫 株式会社クボタ
委員 松浦範英 株式会社栗本鐵工所

目 次

1 鑄鉄管（普通鑄鉄管及び高級鑄鉄管）	1
1.1 年代別分類	1
1.2 年代分類ごとの劣化及び破損の特性	10
1.3 耐震性	13
2 ダクタイル鑄鉄管	17
2.1 年代別分類	17
2.2 年代分類ごとの劣化及び破損の特性	30
2.3 耐震性	33
3 鋼管	35
3.1 年代別分類	35
3.2 年代分類ごとの劣化及び破損の特性	44
3.3 耐震性	47
4 硬質塩化ビニル管	49
4.1 年代別分類	49
4.2 年代分類ごとの劣化及び破損の特性	54
4.3 耐震性	58
5 配水用ポリエチレン管	60
5.1 年代別分類	60
5.2 年代分類ごとの劣化及び破損の特性	65
5.3 耐震性	67

1 鑄鉄管（普通鑄鉄管及び高級鑄鉄管）

1.1 年代別分類

1) 規格の変遷

(1) 概要

明治 18 年(1885 年)に横浜において初めて鑄鉄管が布設されたが、当時は鑄鉄管はまだ国産されておらず、ヨーロッパからの輸入に依存していた。明治 26 年(1893 年)に初めて鑄鉄管が国内生産され、明治 40 年代頃からはほぼ国産品で賄われるようになり、その後本格的に鑄鉄管が布設されるようになった。

初期の鑄鉄管は、ねずみ鑄鉄を材質とする普通鑄鉄管であった。昭和 5 年(1930 年)頃から、引張強度の優れた高級鑄鉄管が開発され、普通鑄鉄管に代わり布設されていった。

(2) 規格の変遷

① 普通鑄鉄管

大正 3 年(1914 年)に初めての水道用鑄鉄管規格である「水道用鑄鉄管仕様書標準」が上水道協議会(現在の(社)日本水道協会の 2 世代前の組織)規格として制定された。当時はヤード・ポンド法による規格で、呼び径 3~42in の直管及び異形管、抗張力(引張強さ) 18,000lb/in²以上、接合形式はソケット形、フランジ形と定められていた。

大正 10 年(1921 年)の度量衡法の改正に伴い、大正 14 年(1925 年)にはメートル法による「水道用鑄鉄管規格」(上水協議会規格)が制定された。その後、昭和 3 年(1928 年)に大正 14 年の上水協議会規格が JES 規格(現在の JIS 規格)として制定され、上水協議会規格は廃止された。

昭和 12 年(1937 年)には、高級鑄鉄管の普及に伴い、これらの規格は廃止となった。「水道用鑄鉄管規格」の主な内容を表 1.1 に示す。

表 1.1 水道用鑄鉄管規格の主な内容

(上水協議会規格：1925 年、JES 第 80 号類別 G21：1928 年)

呼び径 mm	区分	製造方法	接合形式	許容静水頭
75~1500	直管	置注鑄造	ソケット形、 フランジ形	普通圧管 75m
	異形管			低圧管 45m

抗張力	抗折力	
抗張力 kg/mm ²	中心荷重 kg	たわみ mm
12.5 以上	800 以上	6.8 以上

② 高級鋳鉄管

■初期

昭和5年(1930年)頃が開発され普及してきた状況を受け、昭和8年(1933年)に「水道用高級鋳鉄管規格」が水道協会(JWSA。現在の(社)日本水道協会の前身)規格として制定され、昭和9年(1934年)には、JES規格として制定された。「水道用高級鋳鉄管規格」の主な内容を表1.2に示す。

**表 1.2 水道用高級鋳鉄管規格の主な内容
(水道協会規格：1933年、JES 第 272 号類別 G36：1934年)**

呼び径 mm	区分	製造方法	接合形式	許容静水頭
75～1500	直管	置注鋳造	ソケット形、 フランジ形	普通圧管 75m 低圧管 45m
	異形管			

抗張力		抗折力	
抗張力 kg/mm ²	中心荷重 kg	たわみ mm	
25 以上	1600 以上	3 以上	

■戦時中

その後、昭和12年(1937年)の日華事変以降、鋳鉄の節約を目的とした臨時規格等が制定されていった。

- ・「水道用高級鋳鉄薄手管規格」：水道協会規格(1938年制定)、
臨 JES 第 11 号類別 G(1939年制定)
⇒ 呼び径 75～300mm の管厚が 1mm 程度薄くなった。
- ・「水道用高級鋳鉄管臨時規格」：水道協会規格 (1940年制定)
⇒ 呼び径により抗張力を変更、呼び径 75～350mm は抗張力 20kg/mm² 以上、400～900mm は 23kg/mm² 以上、1000～1500mm は 25kg/mm² 以上
- ・「水道用遠心力砂型鋳鉄管臨時規格」：水道協会規格(1942年制定)、
臨 JES 第 328 号類別 G(1942年制定)
⇒ 呼び径 300～900mm の鋳鉄管の砂型遠心力鋳造技術が開発され規格が制定された。抗張力は 20kg/mm² 以上。規格の主な内容を表 1.3 に示す。

**表 1.3 水道用遠心力砂型鋳鉄管規格の主な内容
(水道協会規格：1942年、臨 JES 第 328 号類別 G：1942年)**

呼び径 mm	区分	製造方法	接合形式	許容静水頭
300～900	直管	砂型遠心力鋳造	ソケット形	普通圧管 75m 低圧管 45m

抗 張 力	抗 折 力	
抗張力 kg/mm ²	中心荷重 kg	たわみ mm
20 以上	1350 以上	2.5 以上

また、昭和 18 年（1943 年）には、「土木工事戦時規格」（内務省通牒）により、呼び径 900mm 以下は普通圧管に代えて低圧管が、低圧のところは代用管（ヒューム管や木管など）が使用された。

■戦 後

昭和 24 年（1949 年）に、昭和 8～9 年（1933～34 年）に制定された「水道用高級鑄鉄管規格」（水道協会規格及び JES 規格）が整理され、改正された。これにより、呼び径 125mm が削除され、呼び径 1000～1500mm の管厚が 1.5～3.0mm 程度厚くなった。

昭和 25 年（1950 年）には、呼び径 100～300mm の鑄鉄管の金型遠心力鑄造技術が開発され、「水道用遠心力金型鑄鉄管」が水道協会規格として制定された。規格の主な内容を表 1.4 に示す。

表 1.4 水道用遠心力金型鑄鉄管の主な内容(水道協会規格：1950 年)

呼び径 mm	区分	製造方法	接合形式	許容静水頭
100～300	直 管	金型遠心力鑄造	ソケット形	普通圧管 75m 低圧管 45m

抗 張 力	硬 さ
換算引張強さ kg/mm ²	
20 以上	210HB 以下、95HRB 以下、 30HS 以下

さらに、昭和 27 年（1952 年）には、昭和 17 年（1942 年）に制定された「水道用遠心力砂型鑄鉄管規格」（水道協会規格及び臨 JES 規格）が整理・改正され、呼び径 75～250mm を追加して改正された。

■後 期

昭和 24 年（1949 年）の工業標準化法の施行に伴い、昭和 29 年（1954 年）に鑄鉄管の規格が製造方法別に区分され、JIS 規格として制定された。それに伴い、水道協会、JES 及び臨 JES の高級鑄鉄管規格は廃止となった。

制定された JIS 規格の主な内容を表 1.5、表 1.6 に示す。

表 1.5 「水道用立型鑄鉄管」、「水道用鑄鉄異形管」の主な内容
(JIS G 5521・5524 : 1945 年)

呼び径 mm	引張強さ kg/mm ²	製造方法	接合形式
75～350	20 以上	置注鑄造	ソケット形、 フランジ形
400～900	23 以上		
1000～1500	25 以上		

表 1.6 「水道用遠心力砂型鑄鉄管」、「水道用遠心力金型鑄鉄管」の主な内容
(JIS G 5522・5523 : 1945 年)

規 格	呼び径 mm	引張強さ kg/mm ²	製造方法	接合形式
JIS G 5522	75～900	20 以上	遠心力 鑄造	ソケット形
JIS G 5523	75～300			

昭和 34 年 (1959 年) には、昭和 32 年 (1957 年) の「鑄鉄管協会標準仕様書」をもとに、呼び径 75～900mm について「水道用メカニカルジョイント形鑄鉄直管」(JWSA G 102)、
「水道用メカニカルジョイント形鑄鉄異形管」(JWSA G 103) が、日本水道協会規格として制定された。

■塗装に関する規格

昭和 30 年 (1955 年) に「水道用鑄鉄管塗装方法」(JWSA G 104)、昭和 31 年 (1956 年) に「水道用鑄鉄管モルタルライニング方法」(JWSA A 107) が水道協会規格として制定された。

JWSA G 104 は精製タールを主成分とした塗装の規格で、JWSA A 107 は呼び径 75～900mm を対象とした遠心力法によるモルタルライニング方法に関する規格である。

2) 管材質による分類

(1) 鑄鉄管の機械的性質

表 1.7 に鑄鉄管の生産時期と機械的性質を示す。普通鑄鉄管の抗張力 (引張強さ) は 12.5kgf/mm² 以上、高級鑄鉄管のそれは 20.0～25.0kgf/mm² 以上となっており、高級鑄鉄管は普通鑄鉄管の約 2 倍の強度を有している。

しかし、ダクタイル鑄鉄管と比較すると、高級鑄鉄管の場合でも引張強度はダクタイル鑄鉄の 6 割程度と低く、伸びもほとんどないことから、じん性に劣る材料であると言える。

表 1.7 鑄鉄管の生産時期と機械的性質

材 質	引張強度	伸 び	生産された時期
普通鑄鉄管	12.5kgf/mm ² 以上 ^{注1)}	ほとんど なし	1890～1940年頃 (明治中期～ 昭和10年代中頃)
高級鑄鉄管	25.0kgf/mm ² 以上 ^{注2)}	ほとんど なし	1930～1970年頃 (昭和5年頃～ 昭和40年代中頃)
(参考) ダクタイル 鑄鉄管	42.0kgf/mm ² 以上 ^{注3)}	10%以上	1955年頃～ (昭和30年頃以降)

注1) 大正14年(1925年)上水協議会規格「水道用鑄鉄管規格」による

注2) 年代、呼び径により異なる

注3) 昭和57年(1982年)の日本水道協会(JWWA)規格による

(2) 管厚設計の変遷

初期の鑄鉄管ではFanningの下式により管厚が設計されている。

$$T = \frac{(P_s + P_d)}{2\sigma_0 / S_f} d + 8.5 \times \left(1 - \frac{d}{2125} \right)$$

ここで、T : 管厚(mm)

P_s : 使用水圧(kgf/mm²)

P_d : 衝水圧(kgf/mm²)

d : 管の内径(mm)

σ_0 : 引張強度(=12.5kgf/mm²)

S_f : 安全率(=5)

※大正14年のメートル法改正により、インチをミリメートルに換算して係数を簡略した式

第1項は理論上の管厚、第2項が偏肉その他の鑄造上の余裕代である。

昭和8年(1933年)の高級鑄鉄管規格制定後は、管体強度の増強に伴い、第2項の係数が8.5から7.5へ改められ、さらに遠心力鑄造法の採用により偏肉の程度が小さくなったことから、第2項の係数が7.5から6.0へ改められた。

また、戦時中は銑鉄の節約のため、安全率が引き下げられ管厚が薄くされたほか、普通圧管(静水頭75m)に代えて低圧管(静水頭45m)の使用など特殊な状況が見られる。

(3) 管材質からみた鑄鉄管分類

規格の変遷等から、引張強度の異なる普通鑄鉄管と高級鑄鉄管に分類され、高級鑄鉄管は規格制定頃(昭和8年[1933年]頃)から戦時体制前(昭和12年[1937年]頃)までの初期、戦時体制中(昭和13～23年[1938～1948年]頃)、昭和24年[1949年]以降に分類される。

○普通鋳鉄管

○高級鋳鉄管

・規格制定頃から戦時体制前までの初期（昭和 8～12 年[1933～1937 年]頃）

・戦時中（昭和 13～23 年[1938～1948 年]頃）

・後期（昭和 24 年[1949 年]頃以降）

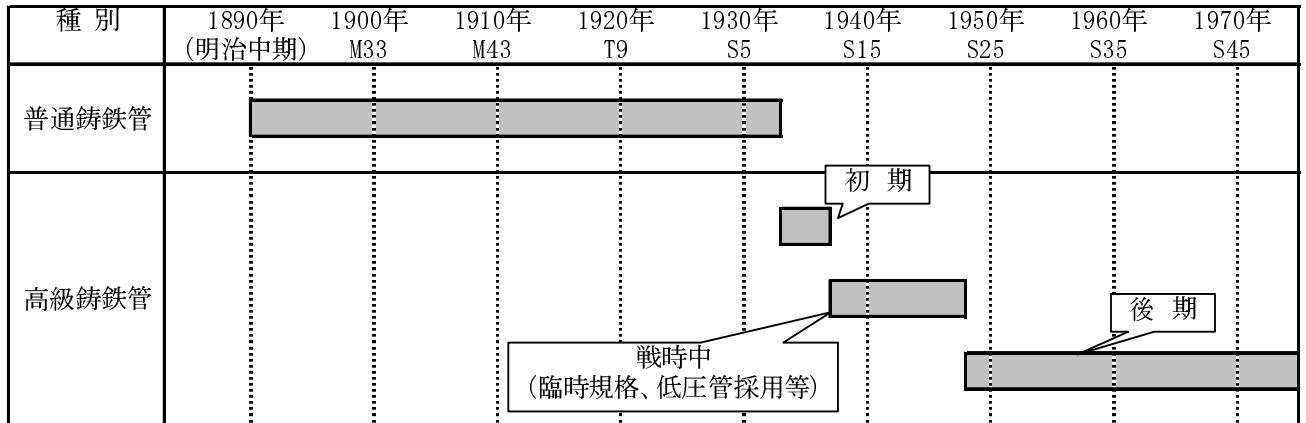


図 1.1 管材料による鋳鉄管の分類

3) 管内外面の塗装仕様による分類

(1) 外面塗装の変遷

昭和 30 年（1955 年）に「水道用鋳鉄管塗装方法」によって精製タールによる塗装が規格化されたが、規格化以前から、鋳鉄管の直管の外表面にはコールタール系塗装又はアスファルト系塗装が、異形管の外表面にはコールタール系塗装が施されていた。

また、規格化は昭和 49 年（1974 年）であるが、昭和 40 年（1965 年）頃からアスファルト系塗装よりも防食性に優れたタールエポキシ樹脂塗装が施されていた。

(2) 内面塗装の変遷

直管にはコールタール系塗装が施されていたが、昭和 31 年（1956 年）に「水道用鋳鉄管モルタルライニング方法」が日本水道協会規格（JWSA A 107）として制定され、モルタルライニングが施されるようになった。なお、昭和 33 年（1958 年）には JIS 規格化（JIS A 5314）され、JWSA 規格は廃止されている。

また、異形管には、コールタール系塗装が主に施されていたが、昭和 40 年（1965 年）以降はタールエポキシ樹脂塗装も施されるようになった。

内面塗装の耐久性を相対的に見ると、モルタルライニングが最も防食効果が優れ、次いでタールエポキシ樹脂、コールタール系塗装の順となる。

なお、現在無ライニングの鋳鉄管と呼ばれるものは、出荷時にコールタール系塗装が施された管である。

(3) 管内外面塗装による分類

規格及び実際に施された塗装の仕様から見ると、铸铁管は以下の4とおりに分類される。

○普通铸铁

- ・内外面 コールタール系塗装 (昭和8年[1933年]頃まで)

○高級铸铁

- ・内外面 コールタール系塗装 (昭和8～30年[1933～1955年]頃)
- ・直管内面 モルタルライニング
直管外面及び異形管内外面 コールタール系塗装
(昭和31～昭和39年[1956～1964年]頃)
- ・直管内面 モルタルライニング
直管外面及び異形管内外面 タールエポキシ系塗装
(昭和40年[1965年]以降)

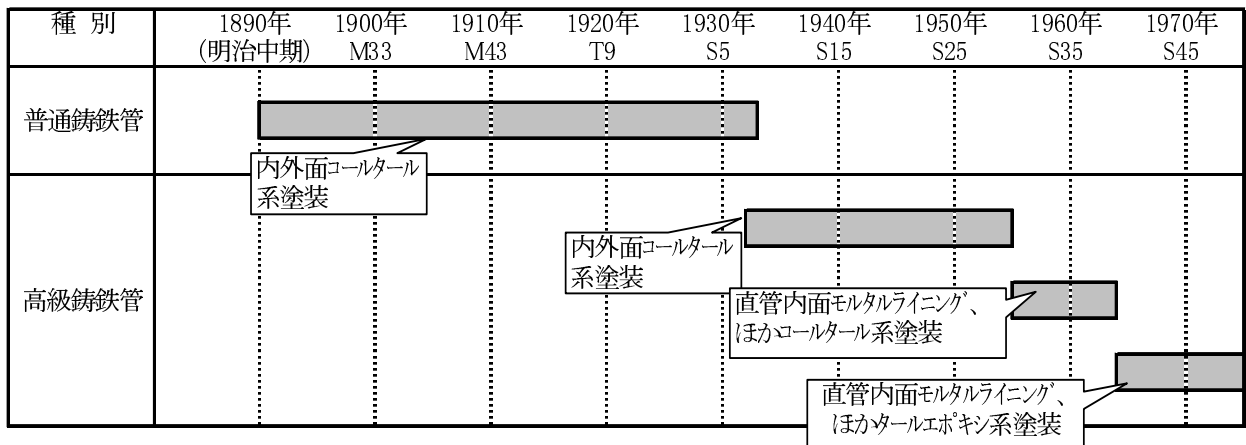


図 1.2 管内外面の塗装による铸铁管の分類

4) 継手形式による鋳鉄管の分類

(1) 印ろう形継手 (ソケット形)

鋳鉄管の当初の継手として、印ろう形継手とフランジ継手があり、中でも印ろう形継手が最も多く使用され、昭和30年(1955年)頃まで生産された。

印ろう形継手は、受口と挿し口の間にヤーン(麻)を詰め、溶融鉛をヤーンの後部に流し込んでコーキングし、ヤーンが水を吸収して膨潤し止水する構造であり、小口径75mm管から大口径1800mm管まで使用されていた。

印ろう形継手は地震の動きに順応性の少ない剛構造継手であり、交通量の増大・重量化及び地盤沈下地帯への配管の増大により、継手部に限度を超える荷重あるいは変位を受けると漏水を生じやすいという欠陥を有する。

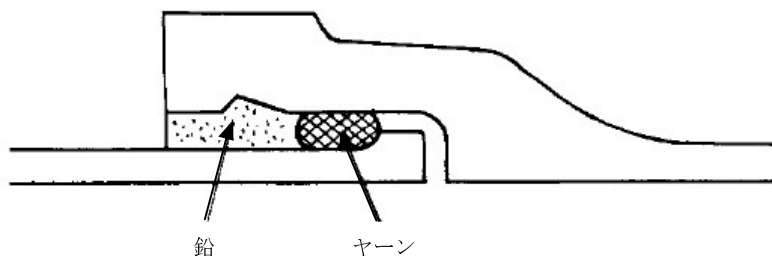


図 1.3 印ろう形継手の構造

(2) メカニカル継手

印ろう継手の問題を解決しようと開発されたのがメカニカル継手である。この継手は受口と挿し口の隙間にゴム輪を挿入し、押輪を介してボルト・ナットで締め付けて水密性を確保するものである。この継手は、伸縮・屈曲できる柔構造継手であり、印ろう形継手と比べ、水密性が飛躍的に向上した。メカニカル継手は、昭和32年(1957年)に鋳鉄管協会標準仕様書が発刊され、昭和34年(1959年)にJWSA(現JWWA)規格として制定された。

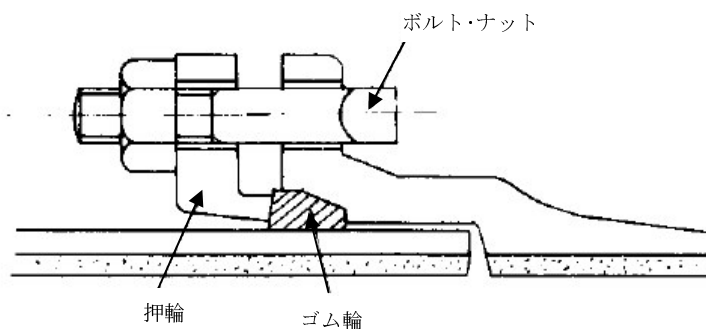


図 1.4 メカニカル継手の構造(A形の場合)

(3) 継手形式による鑄鉄管の分類

普通鑄鉄管は、その製造時期がメカニカル継手の開発前であったことから、全て印ろう形継手である。一方、高級鑄鉄管は、昭和 32 年(1957 年)頃を境に、印ろう形継手とメカニカル継手に分類することができる。

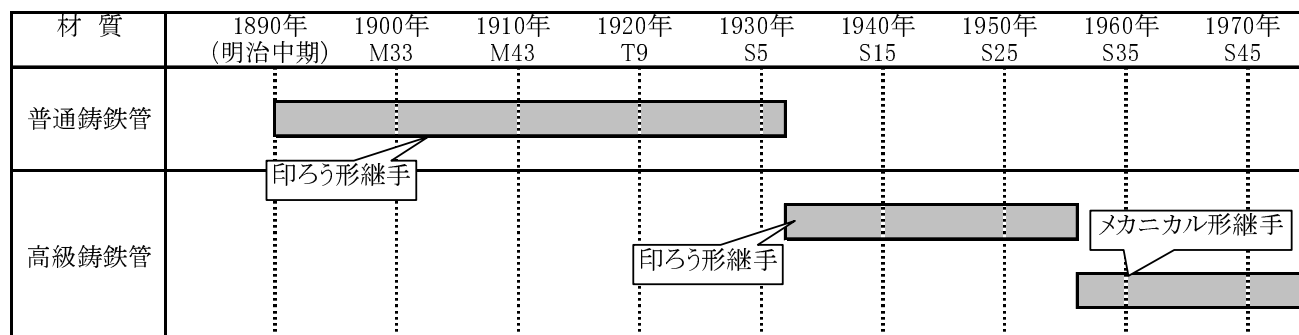


図 1.5 継手形式による鑄鉄管の分類

5) 鑄鉄管の総合的な年代別分類

以上の管材料、塗装仕様、継手形式に関する変遷を大まかにまとめると、次のとおりである。

- ① 管材料 : 昭和 8 年(1933 年)に普通鑄鉄から高級鑄鉄へ、昭和 13~23 年(1938~1948 年)頃の薄肉高級鑄鉄管、昭和 24 年頃以降の高級鑄鉄管
 - ② 塗装仕様 : 昭和 30 年(1955 年)以前のコールタル系塗装、昭和 31 年(1956 年)頃以降の直管内面モルタルライニング採用、昭和 40 年(1965 年)頃以降の外面及び異形管内面タールエポキシ系塗装の採用
 - ③ 継手形式 : 昭和 32 年(1957 年)頃に印ろう形継手からメカニカル継手へ変更
- これらに基づいて、管材料、塗装仕様、継手形式を総合的に勘案した鑄鉄管の年代別分類を行うと下表のとおりである。

表 1.8 鑄鉄管の年代による分類

年代	管材質	塗装仕様	継手形式	主な規格
S7 年(1932 年)以前	普通鑄鉄管	内面 コールタル系塗装 外面 コールタル系塗装	ソケット形(印ろう形)継手	「水道用鑄鉄管仕様書標準」 「水道用鑄鉄管規格」
S8 年(1933 年)~S12 年(1937 年)	高級鑄鉄管	↓	↓	「水道用高級鑄鉄管規格」
S13 年(1938 年)~S23 年(1948 年)	高級鑄鉄管(薄肉)	↓	↓	「水道用高級鑄鉄薄手管規格」 「水道用遠心力砂型鑄鉄管臨時規格」 「水道用高級鑄鉄管臨時規格」
S24 年(1949 年)~S30 年(1955 年)	高級鑄鉄管	↓	↓	「水道用立型鑄鉄管」(JIS G 5521) 「水道用遠心力砂型鑄鉄管」(JIS G 5522) 「水道用遠心力金型鑄鉄管」(JIS G 5523)
S31 年(1956 年)~S39 年(1964 年)	↓	内面 直管:モルタルライニング 異形管:コールタル系塗装 外面 コールタル系塗装	メカニカル形継手	「水道用メカニカルジョイント形鑄鉄直管」(JWSA G 102) 「水道用メカニカルジョイント形鑄鉄異形管」(JWSA G 103) 「水道用鑄鉄管モルタルライニング方法」(JIS A 5314)
S40 年(1965 年)以降	↓	内面 直管:モルタルライニング 異形管:タールエポキシ系塗装 外面 タールエポキシ系塗装	↓	「水道用遠心力鑄鉄管」(JWWA G 108) 「水道用鑄鉄異形管」(JWWA G 109)

1.2 年代分類ごとの劣化及び破損の特性

1) 昭和7年以前（普通鋳鉄管）

(1) 管仕様

- ・管材質 : 普通鋳鉄管
- ・塗装仕様 : 内外面 コールタール系塗装
- ・継手形式 : ソケット形（印ろう形）継手

(2) 劣化及び破損の特性

機械的性質は、引張強さが $12.5\text{kg}/\text{mm}^2$ で、高級鋳鉄管の約 50%、ダクタイル鋳鉄管の約 30%と小さく、伸びもほとんどないため、ある程度の荷重負荷があると圧壊する破壊性状を示す。

また、継手形式は印ろう形継手で、地盤の動きに順応性のない剛構造のため、交通量の多い車道や地盤沈下地帯へ埋設されている場合は、継手部から漏水が生じる可能性が高い。

塗装は簡易な防食塗装であり、現在では経過年から見て防食性能が失われているため、管内面の錆こぶの形成、管外面のマイクロセル腐食による全体的な減肉、また、埋設環境によってはマクロセル腐食による局部腐食を生じている可能性がある。

そのため、小さい管強度と管体の腐食によって荷重に耐えられず、管本体が破損して漏水事故に繋がる可能性が高く、また、継手部からの漏水事故が発生する可能性も高い。

2) 昭和8年以降、昭和12年以前（高級鋳鉄管 初期）

(1) 管仕様

- ・管材質 : 高級鋳鉄管
- ・塗装仕様 : 内外面 コールタール系塗装
- ・継手形式 : ソケット形（印ろう形）継手

(2) 劣化及び破損の特性

機械的性質は、引張強さが $25\text{kg}/\text{mm}^2$ で、普通鋳鉄に比べ2倍と大きいですが、ダクタイル鋳鉄管の約 60%と小さく、伸びもほとんどないため、ある程度の荷重負荷があると圧壊する破壊性状を示す。

継手形式や塗装仕様は、普通鋳鉄管と同様の仕様である。

そのため、普通鋳鉄よりは管体強度が大きいものの、劣化及び破損特性は、普通鋳鉄管と大差ないと考えられる。

3) 昭和 12 年以降、昭和 23 年以前（高級鋳鉄管 薄肉）

(1) 管仕様

- ・ 管材質 : 高級鋳鉄管（薄肉）
- ・ 塗装仕様 : 内外面 コールタール系塗装
- ・ 継手形式 : ソケット形（印ろう形）継手

(2) 劣化及び破損の特性

機械的性質は、引張強さが 20～25kg/mm²（鋳造方法や口径により異なる）で若干の変更が見られるが、破壊性状は同様であると考えられる。

臨時規格などにより管厚が薄くなっており、また、昭和 18 年以降は普通圧管に代わり低圧管が使用された。

継手形式や塗装仕様は、普通鋳鉄管と同様の仕様である。そのため、劣化及び破損特性は大差ないと考えられるが、埋設条件によっては外圧や内圧等の荷重に対する安全性は他の時期の鋳鉄管と比較して著しく小さいと考えられる。

4) 昭和 24 年以降、昭和 30 年以前（高級鋳鉄管 中期）

(1) 管仕様

- ・ 管材質 : 高級鋳鉄管
- ・ 塗装仕様 : 内外面 コールタール系塗装
- ・ 継手形式 : ソケット形（印ろう形）継手

(2) 劣化及び破損の特性

機械的性質は、引張強さが 20～25kg/mm²（鋳造方法や口径により異なる）で、破壊性状は同様であると考えられる。

規格の改正や塗装、継手形式の仕様からみて、この時期の鋳鉄管の劣化及び破損特性は、初期の高級鋳鉄管と同様であると考えられる。

5) 昭和 31 年以降、昭和 39 年以前（高級鋳鉄管 後期）

(1) 管仕様

- ・ 管材質 : 高級鋳鉄管
- ・ 塗装仕様 : 直管内面 モルタルライニング
直管外面及び異形管内外面 コールタール系塗装
- ・ 継手形式 : メカニカル形継手

(2) 劣化及び破損の特性

この時期から、管内面防食としてモルタルライニングが、継手にメカニカル継手がそれぞれ採用され、管の仕様に大きな変化が見られる。

これにより、この時期の鑄鉄管の劣化及び破損特性に関連性の高い内面防食性能、継手部性能（柔構造継手）において改善が図られている。

6) 昭和 40 年以降（高級鑄鉄管 末期）

(1) 管仕様

- ・ 管材質 : 高級鑄鉄管
- ・ 塗装仕様 : 直管内面 モルタルライニング
 直管外面及び異形管内外面 タールエポキシ系塗装
- ・ 継手形式 : メカニカル形継手

(2) 劣化及び破損の特性

この時期から、管外面及び異形管内面の防食対策としてタールエポキシ系塗装が採用されている。

これにより、この時期の鑄鉄管は、高級鑄鉄管の後期と比較し、管外面及び異形管内外面の劣化抑制性能が改善されている。

1.3 耐震性

1) 過去の地震（阪神淡路大震災・新潟県中越地震）における管種・継手と被害率

(1) 阪神淡路大震災・新潟県中越地震での被害率

過去の地震（阪神淡路大震災・新潟県中越地震）における管種・継手と被害率との関係は図 1.6 のとおりで、石綿セメント管が最も高く、硬質塩化ビニル管、鋳鉄管の順に小さくなっている。また、管路が地震によりどの程度被害を受けるかは地盤の条件によっても大きく異なる。

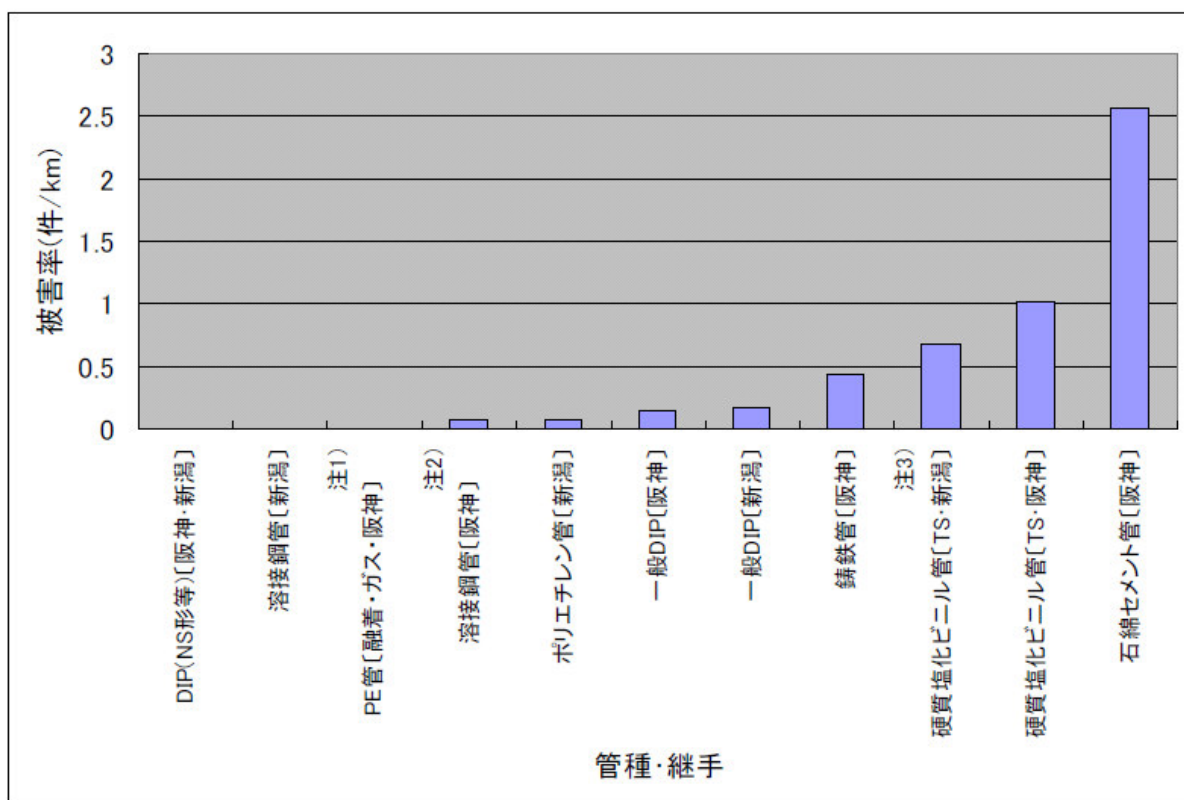


図 1.6 管種・継手と被害率との関係(阪神・淡路大震災、新潟県中越地震)
(阪神・淡路大震災は、神戸市等 7 市町村の値)

出典：「平成 18 年度 管路の耐震化に関する検討会 報告書」厚生労働省

注 1) 配水用ポリエチレン管は耐震性能を判断する被災事例が少ないため、ここでは参考にガス管の事例を記載した。また、ガス用のポリエチレン管は、水道配水用ポリエチレン管とは材質が異なる中密度のポリエチレン管であり、高密度である水道配水用ポリエチレン管に比べると伸び量が大きい。また、ガス用としては、阪神・淡路大震災当時は低圧用(0.1MPa 未満)として用いられており(2003 年以降でも 0.3MPa 以下に限定)、一般的な水道用の内圧(0.75MPa)に比べるとかなり小さい。したがって、ガス用と水道配水用ポリエチレン管は材質、使用条件に差があることに注意を要する。

注 2) 溶接鋼管(阪神)のデータについては、溶接鋼管が地盤変状の大きい場所に設置された水管橋を中心に使用されていたため、結果として被害率が高くなっている。一般埋設部に布設された他の管種との比較には注意を要する。

注 3) 新潟中越地震の被害率は、小千谷市におけるデータである。

(2) 地盤状況別に見た管路被害率

「埋立地」を「悪い地盤」、それ以外を「良い地盤」として集計された被害率は下記のとおりとなっている。

① 「悪い地盤（埋立地）」における铸铁管の被害率

铸铁管の被害率は比較的被害の多い管種・継手であるといえる。

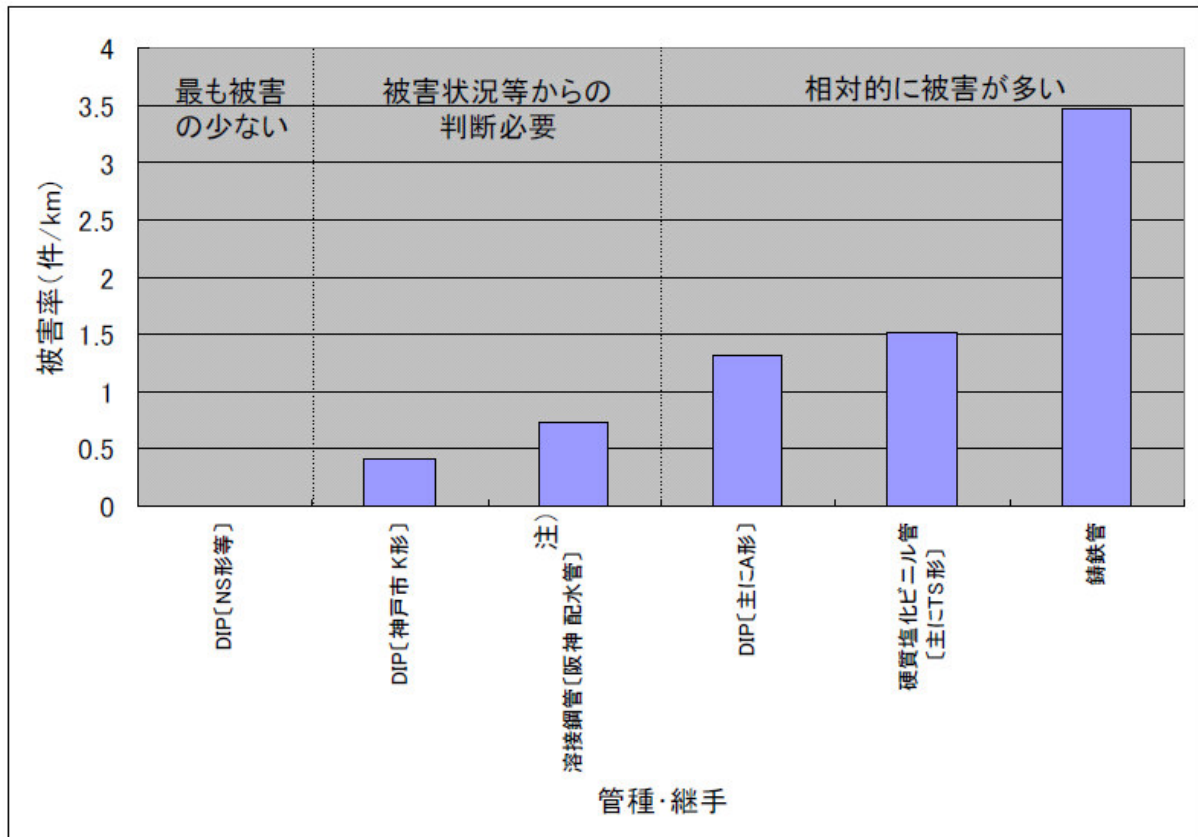


図 1.7 悪い地盤(埋立地)での管種・継手と被害率との関係(阪神・淡路大震災)

出典：「平成 18 年度 管路の耐震化に関する検討会 報告書」厚生労働省

注) 溶接鋼管(阪神 配水管)のデータについては、溶接鋼管が地盤変状の大きい場所に設置された水管橋を中心に使用されていたため被害率が高くなってる。一般埋設部に布設されている他の管種との比較には注意を要する。

② 「良い地盤（埋立地以外）」における鋳鉄管の被害率

良い地盤においても、鋳鉄管の被害率は比較的被害の多い管種・継手であるといえる。

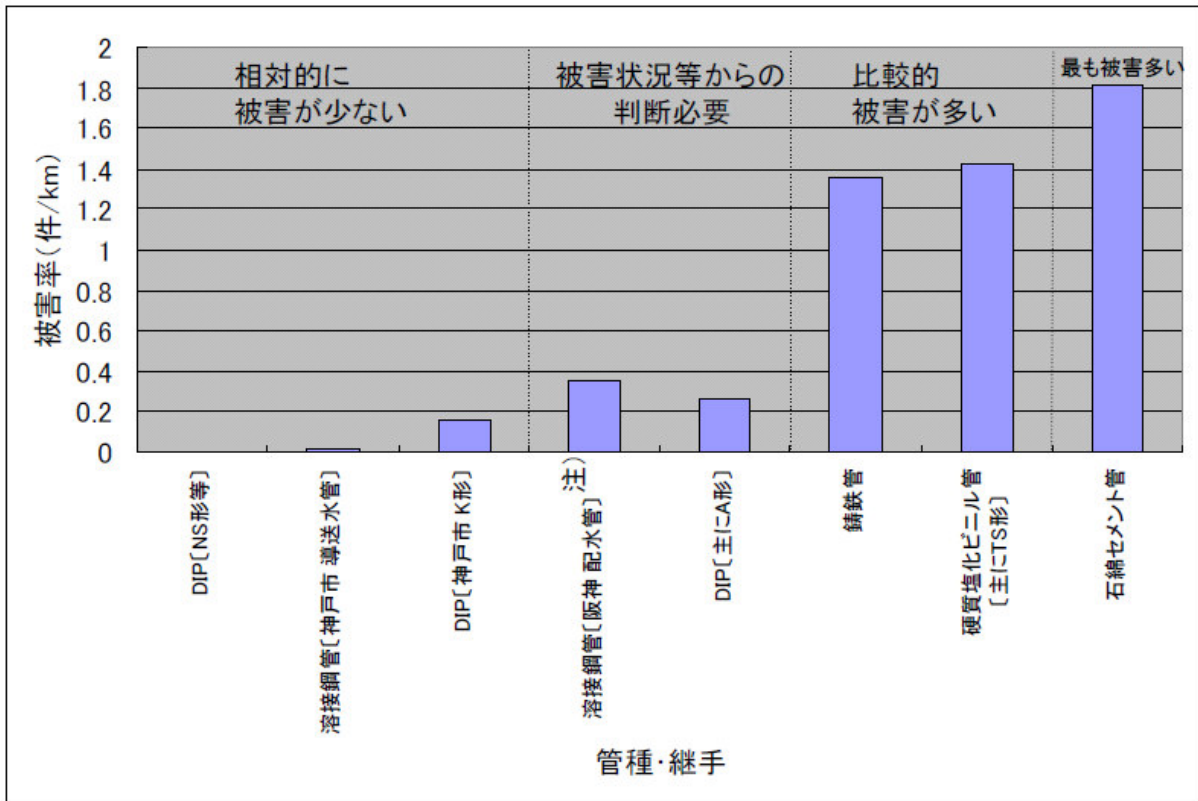


図 1.8 良い地盤(埋立地以外)での管種・継手と被害率との関係(阪神・淡路大震災)

出典：「平成 18 年度 管路の耐震化に関する検討会 報告書」厚生労働省

注) 溶接鋼管(阪神 配水管)の被害には水管橋、特に橋台部に発生した被害が多く含まれている。一方、大部分が道路下に埋設されている神戸市の溶接鋼管(導送水管)に対する阪神淡路大震災でのデータをみると、埋設距離 105km に対して被害が 2 件であるため、0.02 件/km の低い被害率となっている。このことから、溶接鋼管は水管橋部を除いて他の管種と同じ条件であれば、被害率は低いと推測される。また、ダクタイル鋳鉄管(K 形継手)では、岩盤・洪積層において、被害率 0.07 件/km とさらに明解な被害率の低下を示すデータもある。

③ 過去の地震被害例に基づく鋳鉄管の耐震性能

鋳鉄管は、「悪い地盤」、「良い地盤」とともに、「比較的被害が多い管種・継手」であり、大規模地震に耐えうる耐震性能を有していないと判断される。

2) 管特性から見た耐震性

水密性を保持したままで地盤変動に追従するための屈曲・可撓性能を有すること、継手部が離脱しない構造（離脱防止又は離脱しない呑込み）であることが求められる。

印ろう形継手に関しては、屈曲・可撓性能がなく、またメカニカル形継手に関しては、離脱防止構造ではないことから、継手部での抜け出し、破損被害が生じる可能性が高い。

3) 鋳鉄管の耐震性能に関する情報

「平成 18 年度 管路の耐震化に関する検討会報告書（平成 19 年 3 月）」では、以下のとおりとされている。

表 1.9 鋳鉄管の耐震適合性

管種・継手	配水支管が備えるべき耐震性能	基幹管路が備えるべき耐震性能	
	レベル 1 地震動に対して、個々に軽微な被害が生じても、その機能保持が可能であること。	レベル 1 地震動に対して、原則として無被害であること。	レベル 2 地震動に対して、個々に軽微な被害が生じても、その機能保持が可能であること。
鋳鉄管	×	×	×

2 ダクタイル鋳鉄管

主に一般的な埋設管を対象とし整理した。

2.1 年代別分類

1) 規格の変遷

(1) 概要

ダクタイル鋳鉄管は、昭和34年(1959年)の鋳鉄管協会仕様書(現在のJCPA規格)をもとに、昭和36年(1961年)にJWSA規格(現在のJWWA規格)として初めて制定された。その後、昭和49年(1974年)にはJIS規格化され、JWWA規格は廃止となった。

昭和57年(1982年)にJIS規格が水道用途以外の汎用性のある規格に改正されたことを受け、水道用ダクタイル鋳鉄管の規格としてJWWA規格が再度制定され、数回の改正を経て現在に至っている。

(2) ダクタイル鋳鉄管に関する規格の変遷

① 初期のダクタイル鋳鉄管(昭和34年～昭和49年[1959～1974年])

昭和34年(1959年)に初めてのダクタイル鋳鉄管規格が鋳鉄管協会仕様書として発刊され、それを受け、昭和36年(1961年)に「水道用遠心力ダクタイル鋳鉄管」(JWSA G 105)及び「水道用ダクタイル鋳鉄異形管」(JWSA G 106)が日本水道協会規格として制定された。当時の主な規格の内容を表2.1に示す。

この当時は、呼び径200～1500mmで、接合形式がA形、B形、C形、フランジ形(異形管)、機械的性質は、直管の引張強さは38kg/mm²以上で高級鋳鉄管の約2倍となり、伸びの性能も有することから、性能的に大きな進歩が見られる。

昭和40年(1965年)には呼び径75～150mmが追加された。

表 2.1 JWSA G 105・106 の主な内容(日本水道協会規格：1961年)

呼び径 mm	区分	製造方法	接合形式	
200～1500	直管	遠心力鋳造	A形、B形、C形	
	異形管	置注鋳造	A形、B形、C形、フランジ形	

区分	引張強さ kg/mm ²	伸び %	硬さ HB	へん平 試験
直管	38以上	3以上	230以下	規定あり
異形管	40以上	12以上	230以下	—
	45以上	5以上		

昭和 43 年（1968 年）には、日本鑄鉄管協会規格として K 形ダクタイル鑄鉄管の規格が制定され、普及してきたことから、昭和 46 年（1971 年）には、JWWA G 105・106 が改正され、呼び径 75～500mm は A 形、呼び径 400～1500mm は K 形が規格となり、B 形、C 形継手は削除された。主な改正内容を表 2.2 に示す。

表 2.2 JWWA G 105・106（1971 年）の主な改正内容

呼び径 mm	接合形式	備 考
75～500	A 形	呼び径 600～1500mm は削除された。
400～1500	K 形	—

これらの規格は、昭和 49 年（1974 年）の JIS 規格化に伴い廃止となった。なお、JIS 規格化時には、直管の引張強さは 40kg/mm² 以上、伸びは 5%以上となり、機械的性質が向上している。表 2.3 に JIS 規格の主な内容を示す。

表 2.3 JIS G 5526・5527（1974 年）の主な内容

呼び径 mm	区分	製造方法	接合形式
75～500	直 管	遠心力鑄造	A 形
400～1500			K 形
75～500	異形管	置注鑄造	A 形、フランジ形
400～1500			K 形、フランジ形

区 分	引張強さ kg/mm ²	伸び %
直 管	40 以上	5 以上
異形管	40 以上	15 以上
	45 以上	10 以上

② 様々な継手の開発（昭和 45 年～昭和 57 年[1970～1982 年]）

■ T形継手

昭和 45 年（1970 年）には、日本鑄鉄管協会規格としてプッシュオンタイプで施工性に優れるタイトン形のダクタイル鑄鉄管が規格化された。その後、この規格が昭和 48 年（1973 年）に「水道用 T 形遠心力ダクタイル鑄鉄管」（JWWA G 110）、「水道用 T 形ダクタイル鑄鉄異形管」（JWWA G 111）として JWWA 規格として制定された。JWWA 規格の主な内容を表 2.4 に示す。

表 2.4 JWWA G 110・111（1973 年）の主な内容

呼び径 mm	区分	製造方法	接合形式
75～250	直 管	遠心力鑄造	T 形
	異形管	置注鑄造	T 形、フランジ形

区 分	引張強さ kg/mm ²	伸び %
直 管	40 以上	5 以上
異形管	40 以上	15 以上
	45 以上	10 以上

その後、昭和 54 年（1979 年）には、JWWA G 110 に規定されていない呼び径 300～2000mm の規格が日本ダクタイル鉄管協会規格（JDDPA G 1024）として制定された。

また、平成 10 年（1998 年）の JIS G 5526・5527 の改正に伴い、阪神・淡路大震災での経験から、呼び径 75～250mm の受口部の寸法（P 寸法）を変更し現在に至っている。

■U形、UF形、KF形継手

昭和47年（1972年）に管の内面から接合できるU形継手の普及に伴い、呼び径700～2400mmのU形ダクタイル鋳鉄管の規格（JCPA G 1007・1008）が日本鋳鉄管協会規格として制定された。

また、昭和50年（1975年）には、離脱防止形であるUF形・KF形継手の普及に伴いUF形・KF形ダクタイル鋳鉄管の規格（JCPA G 1010～1013）が日本鋳鉄管協会規格として制定された。この規格の主な内容を表2.5に示す。

表 2.5 JCPA G 1010～1013（1975年）の主な内容

呼び径 mm	接合形式	機械的性質
700～2600*	UF形	JIS G 5526・5527と同じ
300～900	KF形	

※UF形は当初2400mmまでであったが、同年の規格改定により2600mmが追加された。

■耐震用及び軟弱地盤用継手S形、SⅡ形

昭和54年（1979年）には、耐震用及び軟弱地盤用として、伸縮・離脱防止機能を持ったS形・SⅡ形継手が日本ダクタイル鉄管協会規格（JDPA G 1019～1022）として制定された。規格の主な内容を表2.6に示す。

表 2.6 JDPA G 1019～1022（1979年）の主な内容

呼び径 mm	接合形式
100*～450	SⅡ形
500～2600	S形

※平成4年（1992年）に呼び径75mmが追加された。

■ダクタイル鋳鉄管規格の統合

昭和52年（1977年）に、国際単位系（SI）導入に伴い、昭和49年（1974年）に制定されたJIS G 5526・5527が改正されたが、この時点では接合形式は変更されていない。

昭和57年（1982年）には、K形、A形以外に開発された継手形式を包括し、水道用以外の用途にも使用できる汎用性のある規格として名称も改められ、JIS G 5526・5527が改正された。また、直管の引張強さが42kg/mm²、伸びが10%以上となり、機械的性質が向上した。主な規格の内容を表2.7に示す。

表 2.7 JIS G 5526・5527 (1982 年) の主な内容

呼び径 mm	管の種類	接合形式	備 考
75～2600	4種管及び中間管種が追加された	K形	
75～350		A形	
75～2000		T形	異形管は呼び径75～250mm
700～2600		U形、UF形	
300～900		KF形	
100～450		SⅡ形	
500～2600		S形	
75～2600		—	フランジ形

区 分	引張強さ kg/mm ²	伸び %
直 管	42 以上	10
異形管	40 以上	12 以上
	45 以上	10 以上

また、JIS 規格が汎用性のある規格となり、規格名称から「水道用」が外れたため、水道用ダクタイル鋳鉄管の規格として、同年に日本水道協会規格 (JWWA G 113・114) が制定された。

③ 現在までの規格の変遷 (昭和 57 年[1982 年]以降)

■新たな耐震用・軟弱地盤用継手US形、NS形

昭和 59 年(1984 年)には、耐震用・軟弱地盤用で内面から接合できる呼び径 700～2600mm の US 形継手が開発され、日本ダクタイル鉄管協会規格 (JDDPA G 1034) として制定された。

その後、平成元年 (1989 年) に JIS 5526・5527 が改正され、異形管の機械的性質の変更や SⅠ 単位 (第 3 段階) への移行とあわせ、US 形が追加された。

平成 4 年 (1992 年) には、JWWA G 113・114 が改正され、呼び径 75mm の SⅡ形が JWWA 規格に追加された。なお、平成 10 年 (1998 年) には規格改正に伴い JIS 規格にも追加された。

平成 7 年 (1995 年) には、SⅡ形管と同等の性能 (伸縮量：管長の±1%、離脱阻止力：3DkN (D：呼び径mm)、許容屈曲角度：4°) を有し、プッシュオンタイプで継

手の接合を容易にした耐地盤変動用のN S形継手（呼び径 75～250mm）が開発され、日本ダクティル鉄管協会規格（JDPA G 1042）として制定された。

その後、平成 11 年（1999 年）には、JWWA G 113・114 が改正され、呼び径 75～250mm のN S形継手が JWWA 規格化された。

なお、この改正により、A形継手が JWWA 規格から削除された。

さらに、JDPA G 1042 が改正され、平成 16 年（2000 年）には呼び径 300～450mm のN S形継手が、平成 17 年（2005 年）には呼び径 500～1000mm のN S形継手が規格化された。

(3) ダクティル鉄管の塗装に関する規格の変遷

① コールタール系塗装

昭和 30 年（1955 年）に制定された「水道用鉄管塗装方法」（JWSA G 104）が鉄管の塗装方法の規格である。なお、本規格は、昭和 53 年（1978 年）に廃止となっている。

■直 管（内外面）

外面については、タールエポキシ樹脂塗装が用いられ始める昭和 40 年（1965 年）頃まで、主にこの塗装が用いられた。

内面については、「水道用鉄管モルタルライニング方法」（JWSA A 107）の規格があったが、呼び径 75～900mm までの遠心力法による規格であったため、主に呼び径 1000mm 以上の直管の内面に対して、呼び径 1500mm までのモルタルライニング施工が可能となる昭和 40 年（1965 年）頃まで、主にこの塗装が用いられた。

■異形管（内外面）

異形管の内外面には、タールエポキシ樹脂塗装が規格化される前の、昭和 48 年（1973 年）頃まで、この塗装が使用されていた。

②モルタルライニング

■直管（内面）

主にダクティル鉄管の直管の内面ライニングとして、製造開始当初から用いられている。当初はライニング技術の面から呼び径 1000mm 以上の管にはコールタール系塗装が用いられていたが、昭和 42 年（1967 年）に呼び径 1500mm まで対応する「水道用遠心力ダクティル鉄管モルタルライニング」（JWWA A 107）が制定され、それ以降、現在まで直管の内面ライニングとして用いられている。

昭和 45 年（1970 年）には、JWWA A 107 が改正され、混和材の規定の新設、モルタルライニング製造方法の改正、瀝青質系シーラントの削除などが行われた。同規格は昭和 49 年（1974 年）の「水道用遠心力球状黒鉛鉄管モルタルライニング」（JIS A 5314）の改正により、これに取り込まれ、廃止された。

昭和 57 年（1982 年）に JIS G 5526・5527 が改正され、呼び径 2600mm までのダク

タイル鑄鉄管が規格化されたため、JIS A 5314 は昭和 59 年（1984 年）に呼び径 1600～2600mm を追加する改正が行われた。

その後、平成 12 年（2000 年）に、水道施設の技術的基準を定める省令が厚生労働省により施行されたのを受け、JIS A 5314 に衛生性を追加した規格として、「水道用ダクタイル鑄鉄管モルタルライニング」（JWWA A 113）が制定され、シーラコートの浸出性、管内 pH の増加量が規定された。

さらに平成 16 年（2004 年）には、この省令の一部改正に伴い、浸出項目、浸出基準、浸出試験方法を変更する改正が行われ、現在に至っている。

表 2.8 に年代別シーラコートの材質を示す。

表 2.8 年代別シーラコートの材質

年 代	シーラコートの状況
昭和 42～45 年頃 (1967～1970 年頃)	シーラコートなし
昭和 45～平成元年頃 (1970～1989 年頃)	シーラコート（成膜性）
平成元年以降 (1989 年以降)	シーラコート（浸透性）

③ タールエポキシ樹脂塗装

昭和 49 年（1974 年）に「水道用タールエポキシ樹脂塗料塗装方法」（JWWA K 115）として呼び径 400～1500mm の内面塗装に適用する規格として制定され、平成元年（1989 年）にはタールの衛生性に鑑み、管内面の水に接する面を規格適用外とする改定が行われ、現在に至っている。

■直管（外面）

コールタール系やアスファルト系塗装に代わり昭和 40 年（1965 年）頃から用いられ、タールを含まない合成樹脂塗料が採用される前の昭和 63 年（1988 年）まで使用された。

■異形管（内外面）

内面塗装としては、コールタール系塗装に代わり昭和 40 年（1965 年）頃から用いられ、平成元年（1989 年）の規格改正の頃まで使用されていた。

外面塗装については、直管と同様である。

④ 内面エポキシ樹脂粉体塗装

昭和 52 年（1979 年）に「水道用ダクタイル鑄鉄異形管粉体塗装」（JDDPA Z 2006）として規格制定され、昭和 54 年（1979 年）に適用範囲に直管を追加し「ダクタイル鑄鉄管内面エポキシ樹脂粉体塗装」として改正された。

その後、昭和 55 年（1980 年）には「水道用ダクタイル鑄鉄管内面エポキシ樹脂粉体塗装」（JWWA G 112）として制定された。

その後、平成 14 年（2002 年）の水道施設の技術的基準を定める省令の施行に伴い改正され、さらに、平成 16 年（2004 年）、この省令の一部改正に伴い、浸出項目、浸出基準、浸出試験方法を変更する改正が行われ、現在に至っている。

■直管（内面）

内面塗装としては、規格制定当初から行われているが、価格面等からモルタルライニングに対し出荷量は少ない状況であった。最近では粉体塗装管の出荷比率が増えてきており、平成 18 年度（2006 年）では 45%（日本ダクタイトイル鉄管協会調べ）となっている。

■異形管（内面）

昭和 55 年（1980 年）に JWWA 規格として制定されてから、これ以後の異形管は基本的にエポキシ樹脂粉体塗装が施されている。

⑤ 液状エポキシ樹脂塗装

タール系塗料に替わる管内面塗装として、平成元年（1989 年）に「水道用液状エポキシ樹脂塗料塗装方法」（JWWA K 135）が制定された。

その後、平成 12 年（2000 年）の水道施設の技術的基準を定める省令の施行に伴い改正され、さらに、平成 16 年（2004 年）、この省令の一部改正に伴い、浸出項目、浸出基準、浸出試験方法を変更する改正が行われ、現在に至っている。

■異形管（内面）

異形管の内面防食塗装としてはエポキシ樹脂粉体塗装が一般的であるが、液状エポキシ樹脂塗装は主に粉体塗装設備に適用することが困難な大口径管に用いられている。

⑥ 水道用ダクタイトイル鑄鉄管合成樹脂塗料

昭和 63 年（1988 年）に日本ダクタイトイル鉄管協会により、「水道用ダクタイトイル鑄鉄管外面塗装」（JDPA Z 2010）として規格制定された。その後、タールの衛生性の問題から、管内外面に使用する塗料として、平成 4 年（1992 年）に日本水道協会により「水道用ダクタイトイル鑄鉄管合成樹脂塗料」（JWWA K 139）として規格制定された。

これに合わせ、平成 5 年（1993 年）に JDPA Z 2010 が改正され現在に至っている。

なお、この規格は内外面に使用する塗料に関する規格であるが、主に外面の塗料として使用されている。

⑦ 水道用ダクタイトイル鑄鉄管用ポリエチレンスリーブ

昭和 50 年（1975 年）に管外面の防食法として呼び径 75～2600mm のポリエチレンスリーブ工法が開発され、「ダクタイトイル鑄鉄管防食用ポリエチレンスリーブ」（JCPA Z 2005）が日本鑄鉄管協会規格として制定された。

その後、サイズの変更や製造方法及び検査方法の改正、材料変更など数次の規格改正を経たが、平成 17 年（2005 年）に、「水道用ダクタイトイル鑄鉄管用ポリエチレンスリーブ」（JWWA K 158）として日本水道協会規格に制定された。これに伴い、日本ダクタイトイル鉄管協会規格（JDPA Z 2005）は平成 20 年（2008 年）に廃止された。

2) 管材質による分類

(1) 管材質の変遷

機械的性質は、以下に示す時期に制定、改正され、引張強度及び伸びの性能向上が図られた。表 2.9 に機械的性質（直管）の変遷を示す。

- ・昭和 36 年（1961 年） 日本水道協会規格（JWSA G 105・106）制定時
- ・昭和 49 年（1974 年） 日本工業規格（JIS G 5526・5527）制定時
- ・昭和 57 年（1982 年） 日本工業規格（JIS G 5526・5527）改正及び日本水道協会規格（JWWA G 113・114）制定時
- ・平成元年（1989 年） 日本工業規格（JIS G 5526・5527）改正時

表 2.9 機械的性質（直管）の変遷

機械的性質	昭和 36 年	昭和 49 年	昭和 57 年	平成元年
引張強さ	38kg/mm ² 以上	40kg/mm ² 以上	42kg/mm ² 以上	420N/mm ² 以上
伸 び	3%以上	5%以上	10%以上	10%以上

(2) 管材質によるダクタイル鋳鉄管の分類

上述のように製造年代によって管材料の機械的性質は異なるが、分類するほどの大差はないため、管の材質によるダクタイル鋳鉄管の分類は行わないこととした。

3) 管内外面の塗装仕様による分類

(1) 外面塗装による分類

外面塗装は、規格制定の順にコールタール系塗装、タールエポキシ樹脂塗装、合成樹脂塗装の 3 つに分類される。

なお、ポリエチレンスリーブは塗装の範疇から外れるが外面防食の観点から分類の対象とする。

○直 管

- ・コールタール系塗装 昭和 39 年（1964 年）頃まで
- ・タールエポキシ樹脂塗装 昭和 40～63 年（1965～1988 年）頃まで
- ・合成樹脂塗装 平成元年（1989 年）以降
- ・ポリエチレンスリーブ 昭和 50 年（1975 年）以降

○異形管

- ・コールタール系塗装 昭和 48 年（1973 年）頃まで
- ・タールエポキシ樹脂塗装 昭和 49～63 年（1974～1988 年）頃まで
- ・合成樹脂塗装 平成元年（1989 年）以降
- ・ポリエチレンスリーブ 昭和 50 年（1975 年）以降

直管と異形管により、コールタール系塗装とタールエポキシ樹脂塗装の使用時期が異なるが、タールエポキシ樹脂塗装への切り替え時期が遅い異形管の使用時期に合わせて管外面塗装仕様による分類を行うと下図のとおりとなる。

外面塗装仕様	1960年 S35	1970年 S45	1980年 S55	1990年 H2	2000年 H12
コールタール系	■				
タールエポキシ系		■			
合成樹脂塗装			■		
ポリエチレンスリーブ*		■			

図 2.1 外面塗装によるダクタイル鋳鉄管の分類

(2) 内面塗装による分類

内面塗装は、規格制定の順に、コールタール系塗装、モルタルライニング、タールエポキシ樹脂塗装、エポキシ樹脂粉体塗装、液状エポキシ樹脂塗装の5つに分類される。

○直管

- ・コールタール系塗装 昭和 39 年（1964 年）頃まで（呼び径 1000mm 以上）
- ・モルタルライニング 昭和 45 年（1970 年）頃まで（シールコートなし）
昭和 46～63 年（1971～1988 年）頃まで [シールコート（成膜性）]
平成元年（1989 年）以降 [シールコート（浸透性）]
- ・エポキシ樹脂粉体塗装 昭和 55 年（1980 年）以降（事業者の採用時期による）

○異形管

- ・コールタール系塗装 昭和 48 年（1973 年）頃まで
- ・タールエポキシ樹脂塗装 昭和 49～54 年（1974～1979 年）頃まで
昭和 55～63 年（1980～1988 年）頃まで
（呼び径 1350mm 以上）
- ・エポキシ樹脂粉体塗装 昭和 55 年（1980 年）以降（呼び径 1200mm 以下）
- ・液状エポキシ樹脂 平成元年（1989 年）以降（呼び径 1350mm 以上）

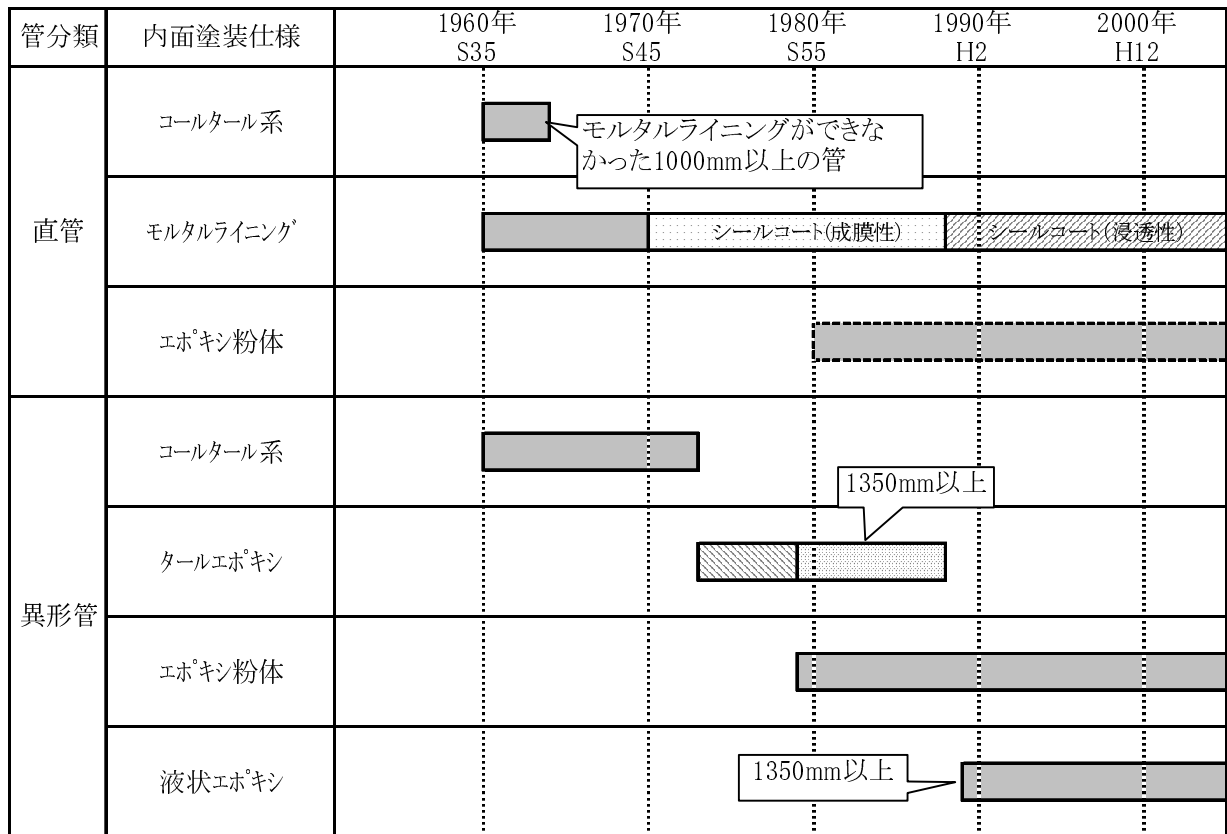


図 2.2 管内面塗装によるダクタイル鋳鉄管の分類

4) 継手形式による分類

ダクタイル鋳鉄管の継手は、様々な目的に応じて開発されてきた経緯から、多くの継手形式が存在する。一般埋設部に採用されてきた継手形式を分類すると、大きく2とおりに分かれる。

- ・一般継手（K形等） A形、K形、T形、U形
- ・耐震継手（NS形等） S形、SⅡ形、NS形、US形、UF形、KF形

また、主な継手形式の採用時期は以下のとおりである。

- ・A形等 平成10年（1998年）まで
- ・K形等 昭和46年（1971年）以降
- ・SⅡ形、NS形等 昭和57年（1982年）以降（事業体の採用時期により異なる）

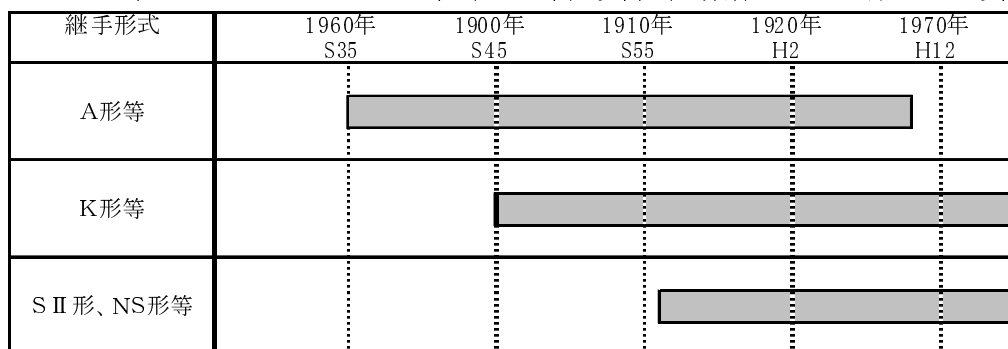


図 2.3 継手形式によるダクタイル鋳鉄管の分類

5) ダクタイル鋳鉄管の年代別分類

以上の管材質、塗装仕様、継手形式に関する変遷を大まかにまとめると、つぎのとおりである。また、このまとめに基づいて総合的に勘案したダクタイル鋳鉄管の年代別分類を行った結果は、表 2.10 のとおりである。

- ① 管材質 : 製造年代によって管材料の機械的性質はわずかに異なるが、分類するほどの大差はなく、ダクタイル鋳鉄の特性自体に特に変更がないため分類は考えない。
- ② 塗装仕様
 - ・当初
管外面 コールタール系塗装
直管内面 モルタルライニング (シールコートなし)
異形管内面 コールタール系塗装
 - ・昭和 46 年 (1971 年)
直管内面 モルタルライニング [シールコート(成膜性)] の使用
 - ・昭和 49 年 (1974 年)
管外面及び異形管内面 タールエポキシ樹脂塗装の使用
 - ・昭和 50 年 (1975 年)
管外面 ポリエチレンスリーブの使用
 - ・昭和 55 年 (1980 年)
異形管内面 エポキシ樹脂粉体塗装の使用
 - ・平成元年 (1989 年)
管外面 合成樹脂塗装、
直管内面 モルタルライニング [シールコート(浸透性)] の使用
- ③ 継手形式
 - ・当初
主に A 形継手
 - ・昭和 46 年 (1971 年)
K 形継手の使用
 - ・昭和 57 年 (1982 年)
K 形等継手、耐震型継手 (S 形、S II 形) の使用
 - ・平成 10 年 (1998 年)
A 形継手の廃止
 - ・平成 11 年 (1999 年)
K 形等継手、耐震型継手 (S 形、S II 形、NS 形) の使用

表 2.10 ダクタイル鋳鉄管の年代による分類

年代	管材質	塗装仕様	継手形式	主な規格
S45年(1970年)以前	ダクタイル鋳鉄管	外 面 コールタル系塗装 直管内面 モルタルライニング [°] (シールコートなし) 異形管内面 コールタル系塗装	A形等	「水道用遠心力ダクタイル鋳鉄管・異形管」(JWWA G 105・106) 「水道用鋳鉄管塗装方法」(JWSA G 104) 「水道用鋳鉄管モルタルライニング [°] 方法」(JIS A 5314、JWWA A 107)
S46年(1971年)～ S48年(1973年)	↓	外 面 コールタル系塗装 直管内面 モルタルライニング [°] [シールコート(成膜生)] 異形管内面 コールタル系塗装	A形等、 K形等	↓
S49年(1974年)～ S54年(1979年)	↓	外 面 タールエポキシ樹脂塗装 (ホ [°] リエチレンスリーブ [°] :S50以降) 直管内面 モルタルライニング [°] [シールコート(成膜生)] 異形管内面 タールエポキシ樹脂塗装	↓	「水道用ダクタイル鋳鉄管・異形管」(JIS G 5526・5527) 「水道用タールエポキシ樹脂塗料塗装方法」(JWWA K 115) 「水道用鋳鉄管モルタルライニング [°] 方法」(JIS A 5314)
S55年(1980年)～ S56年(1981年)	↓	外 面 タールエポキシ樹脂塗装 (ホ [°] リエチレンスリーブ [°]) 直管内面 モルタルライニング [°] [シールコート(成膜生)] (エポキシ粉体塗装) 異形管内面 エポキシ粉体塗装	↓	「水道用ダクタイル鋳鉄管・異形管」(JIS G 5526・5527) 「水道用タールエポキシ樹脂塗料塗装方法」(JWWA K 115) 「水道用鋳鉄管モルタルライニング [°] 方法」(JIS A 5314) 「水道用ダクタイル鋳鉄管内面エポキシ粉体塗装」(JWWA G 112)
S57年(1982年)～ S63年(1988年)	↓	↓	A形等、 K形等、 SⅡ形等	↓
H1年(1989年)～ H10年(1998年)	↓	外 面 合成樹脂塗装 (ホ [°] リエチレンスリーブ [°]) 直管内面 モルタルライニング [°] [シールコート(浸透性)] (エポキシ粉体塗装) 異形管内面 エポキシ粉体塗装	↓	「水道用ダクタイル鋳鉄管・異形管」(JWWA G 113・114) 「水道用ダクタイル鋳鉄管合成樹脂塗料」(JWWA K 139) 「水道用鋳鉄管モルタルライニング [°] 方法」(JIS A 5314) 「水道用ダクタイル鋳鉄管内面エポキシ粉体塗装」(JWWA G 112)
H11年(1999年)以降	↓	↓	K形等、 NS形等 (A形等廃止)	「水道用ダクタイル鋳鉄管・異形管」(JWWA G 113・114) 「水道用ダクタイル鋳鉄管合成樹脂塗料」(JWWA K 139) 「水道用鋳鉄管モルタルライニング [°] 方法」(JWWA A 113) 「水道用ダクタイル鋳鉄管内面エポキシ粉体塗装」(JWWA G 112)

2.2 年代分類ごとの劣化及び破損の特性

1) 昭和 45 年以前のダクタイル鋳鉄管

(1) 管仕様

- ・ 塗装仕様 : 外 面 コールタール系塗装
直管内面 モルタルライニング (シールコートなし)
異形管内面 コールタール系塗装
- ・ 継手形式 : A形等

(2) 劣化及び破損の特性

異形管内面の錆こぶの形成、管外面のマイクロセル腐食を生じている可能性がある。

また、管体の腐食により管厚が薄くなっている場合には、破損事故や漏水事故が生じる可能性もある。

なお、直管内面にはモルタルライニングを施すことによって、セメント中のカルシウム分によるアルカリ性が鉄面を不動態化し防食効果を向上させた。

2) 昭和 46 年以降、昭和 48 年以前のダクタイル鋳鉄管

(1) 管仕様

- ・ 塗装仕様 : 外 面 コールタール系塗装
直管内面 モルタルライニング [シールコート(成膜性)]
異形管内面 コールタール系塗装
- ・ 継手形式 : A形、K形継手

(2) 劣化及び破損の特性

管外面及び異形管内面の仕様は変わらないため、昭和 45 年以前と同様な劣化及び破損特性を有する可能性がある。

また、モルタルの養生期間短縮と管布設当初の pH 上昇防止等の目的で、成膜性のシールコートが施されるようになった。

3) 昭和 49 年以降、昭和 54 年以前のダクタイル鋳鉄管

(1) 管仕様

- ・ 塗装仕様 : 外 面 タールエポキシ樹脂塗装
ポリエチレンスリーブ
直管内面 モルタルライニング [シールコート(成膜性)]
異形管内面 タールエポキシ樹脂塗装
- ・ 継手形式 : A形、K形、T形継手

(2) 劣化及び破損の特性

管外面及び異形管内面はタールエポキシ樹脂塗装であり、タールによる衛生性の問題がある。

また、ポリエチレンスリーブが採用されていれば、外面の防食性能は高くなっている。

4) 昭和 55 年以降、昭和 63 年以前のダクタイル鋳鉄管

(1) 管仕様

・ 塗装仕様	:	外 面	タールエポキシ樹脂塗装 ポリエチレンスリーブ
		直管内面	モルタルライニング [シーラコート(成膜性)] エポキシ樹脂粉体塗装
		異形管内面	エポキシ樹脂粉体塗装
・ 継手形式	:	一般継手	A形、K形、T形、U形
		耐震継手	S形、SⅡ形(S57以降)、UF形、KF形(S57以降)

(2) 劣化及び破損の特性

異形管内面にエポキシ樹脂粉体塗装が施されているため、内面の防食性能は向上している。

また、ポリエチレンスリーブが採用されていれば、外面の防食性能は高くなっている。

5) 平成元年以降のダクタイル鋳鉄管

(1) 管仕様

- ・ 塗装仕様 : 外 面 合成樹脂塗装
ポリエチレンスリーブ
- 直管内面 モルタルライニング [シーラコート(浸透性)]
エポキシ樹脂粉体塗装
- 異形管内面 エポキシ樹脂粉体塗装
- ・ 継手形式 : 一般継手 A形、K形、T形、U形
耐震継手 S形、SⅡ形、NS形 (H11以降)、US形
UF形、KF形

(2) 劣化及び破損の特性

直管のモルタルライニングに浸透性のシーラコートが施されるようになったため、シーラコートの性能は向上した。

また、外面塗装に合成樹脂塗装が採用され、耐食性が高まっている。

さらに、ポリエチレンスリーブが採用されていれば、外面の防食性能は高くなっている。

2.3 耐震性

1) 過去の地震（阪神淡路大震災・新潟県中越地震）における管種・継手と被害率

(1) 阪神淡路大震災・新潟県中越地震での被害率

過去の地震（阪神淡路大震災・新潟県中越地震）における管種・継手と被害率との関係は図 1.6 に示すとおりであり、K形等の離脱防止機構を有しない、いわゆる一般継手を有するダクタイル鋳鉄管の被害率は比較的低い状況にある。

(2) 地盤状況別に見た管路被害率

「埋立地」を「悪い地盤」、それ以外を「良い地盤」として集計された被害率は以下のとおりとなっている。

① 「悪い地盤（埋立地）」におけるダクタイル鋳鉄管の被害率

図 1.7 に示すとおりであり、ダクタイル鋳鉄管の被害率は、A形継手には被害が多く、K形継手にも被害が見られる。耐震型継手に被害は見られない。

② 「良い地盤（埋立地以外）」におけるダクタイル鋳鉄管の被害率

図 1.8 に示すとおりであり、A形継手には被害が見られ、K形継手には相対的に被害が少ない。

③ 過去の地震被害例に基づくダクタイル鋳鉄管の耐震性能

ダクタイル鋳鉄管は、A形継手は比較的被害が多く、他の継手形式と比較すると耐震性能に劣っている。

K形継手については「悪い地盤」で被害が見られ、「良い地盤」では比較的被害が少ない。以上から、地盤状況によっては耐震性能があると判断される。

耐震型継手については、「悪い地盤」、「良い地盤」ともに被害は見られず、十分な耐震性能を有していると判断される。

2) 管特性から見た耐震性

① A形等継手

受口部の呑込みがK形等に比べて小さいため、地震に伴う地盤変動に追従できずに継手部で抜け出す可能性がある。

・該当する継手形式： A形、平成9年以前のT形

② K形等継手

受口部の呑込みがA形継手よりも大きいため、地盤が良い場合は、継手部で抜け出さず、機能保持が可能となる可能性が高くなる。

- ・該当する継手形式 : K形、U形、平成10年以降のT形等

③ NS形等継手

伸縮・可撓性能があり、離脱防止構造となっているため、地震に伴う地盤変動が生じても抜け出さず、機能保持が可能である。

- ・該当する継手形式 : S形、SⅡ形、NS形等

3) ダクタイル鋳鉄管の耐震性能に関する情報

「平成18年度 管路の耐震化に関する検討会報告書（平成19年3月）」では、以下のとおりとされている。

ダクタイル鋳鉄管（K形継手等）については、地盤の状況に応じて被害率が異なるため、注釈を付すこととしたが、各水道事業者の判断により採用することは可能である。

表 2.11 ダクタイル鋳鉄管の耐震適合性

管種・継手	配水支管が備えるべき耐震性能	基幹管路が備えるべき耐震性能	
	レベル1地震動に対して、個々に軽微な被害が生じても、その機能保持が可能であること。	レベル1地震動に対して、原則として無被害であること。	レベル2地震動に対して、個々に軽微な被害が生じても、その機能保持が可能であること。
ダクタイル鋳鉄管 (NS形継手等)	○	○	○
ダクタイル鋳鉄管 (K形継手等)	○	○	注1)
ダクタイル鋳鉄管 (A形継手等)	○	△	×

注1)：ダクタイル鋳鉄管（K形継手等）は、埋立地など悪い地盤において一部被害は見られたが、岩盤・洪積層などにおいて、低い被害率を示していることから、良い地盤においては基幹管路が備えるべきレベル2地震動に対する耐震性能を満たすものと整理することができる。

3 鋼管

3.1 年代別分類

1) 規格の変遷

(1) 概要

わが国における最初の水道用鋼管は、明治 30 年（1897 年）に着工した神戸市水道の創設工事に使用されたものであり、以降、水道用として使用されている。水道用鋼管が規格化されたのは昭和 8 年（1933 年）の「水道協会規格 水道用電弧溶接鋼管」が最初である。その後、昭和 27 年（1952 年）に「日本工業規格 水道用継目無鋼管及び水道用継目無鋼管用異形管」、昭和 32 年（1957 年）に「日本工業規格 水道用塗装鋼管」が制定された。その後、水道用塗覆装鋼管の規格は、数次の改定を経て、昭和 62 年（1987 年）には適用範囲の変更に伴い、「水輸送用塗覆装鋼管」、「水輸送用塗覆装鋼管の異形管」に名称変更され、水道以外の水輸送用全般に使用できる汎用性の高い規格に変更された。

昭和 62 年の JIS 改正を受け、水道用として平成元年（1989 年）に水道協会規格である「水道用塗覆装鋼管」、「水道用塗覆装鋼管の異形管」が制定され現在に至っている。

なお、平成 19 年（2007 年）には JIS の改定が行われた。

(2) 水道用塗覆装鋼管に関する規格の変遷

昭和 8 年（1933 年）に「水道協会規格 水道用電弧溶接鋼管」（300A～1500A）、昭和 9 年（1934 年）に「水道協会規格 水道用継目無鋼管」（75A～350A）、昭和 13 年（1938 年）に「水道協会規格 水道用継目無異形管」（75A～350A）が制定され、当初は製造方法別に規格化されていた。

昭和 23 年（1948 年）には、「JES 金属 3430（JIS G 3430） 水道用継目無鋼管」（75A～350A）及び「JES 金属 3432（JIS G 3431） 水道用電気溶接鋼管」（300A～1500A）、昭和 27 年（1952 年）に「JIS G 3430 水道用継目無鋼管」に用いる異形管として「JIS G 3451 水道用継目無鋼管用異形管」（75A～350A）が制定され、これに伴い水道協会規格は廃止された。なお「JIS G 3451」では、管の種類別に第 1 種（水道用継目無鋼管、圧延鋼材及び鋳鋼）、第 2 種（高級鋳鉄管）として規格化されていた。

その後、昭和 32 年（1957 年）の「JIS G 3443 水道用塗装鋼管」（75A～1500A）の制定により JIS G 3430・3431 が廃止となり、管端の形状はベベルエンド又はネジ付きと定められ、これまでの製造方法別の規格が集約された。また、昭和 43 年（1968 年）には、「JIS G 3443 水道用塗覆装鋼管」、「JIS G 3451 水道用塗覆装鋼管の異形管」と名称変更し、需要の実情に応じた呼び径として 80A～1500A とし、管端の形状はベベルエンドと定められた。

以降、数次の改定を経て、昭和 62 年（1987 年）の規格改定により「JIS G 3443 水輸送用塗覆装鋼管」、「JIS G 3451 水輸送用塗覆装鋼管の異形管」として名称変更され、呼び径が 80A～3000A に拡大され、水輸送用途全般に使用できる汎用性の高い規格に変更された。

現在は2007年に改正・統合され、「JIS G 3443-1 水輸送用塗覆装鋼管—第1部：直管」、
「JIS G 3443-2 水輸送用塗覆装鋼管—第2部：異形管」となり、JIS G 3451は廃止され
ている。

昭和62年のJIS改正を受け、水道用として平成元年（1989年）に「JWWA G 117 水道
用塗覆装鋼管」、「JWWA G 118 水道用塗覆装鋼管の異形管」が制定されたが、平成19年の
JIS改定に伴い、平成20年末頃JWWA規格が改定予定である。

(3) 水道用塗覆装鋼管の塗装に関する規格の変遷

① 外面塗覆装

■ 瀝青質系材料

当初はアスファルト溶液の中へ浸す、いわゆる「ドブ漬け」やコンクリート巻き立て
が行われていたが、昭和8年（1933年）頃にはアスファルトジュート巻きが主に使用さ
れた。

太平洋戦争の混乱期を過ぎた昭和27年（1952年）に「JIS G 3491 水道用鋼管塗覆
装方法」が制定され、全国一律の仕様が確立された。

その後、アスファルトよりも防食性などに優れたコールタールエナメルが一部に使用
されることとなり、昭和43年（1968年）に「JIS G 3492 水道用鋼管コールタールエ
ナメル塗覆装方法」が制定されることとなった。

なお、JIS G 3492は平成16年（2004年）、JIS G 3491は平成19年（2007年）に廃止
されている。

■ プラスチック系材料

アスファルト塗覆装は古くから防食材料として使用されてきたが、硬度が低く容易に
キズが付くこと、夏場は特に柔らかくなり冬場は硬くてもろく割れやすいこと、長期の
電気絶縁抵抗が小さく電気防食には大電流が必要なこと等の理由により、プラスチック
化の検討がなされた。

その結果、昭和51年（1976年）に「WSP 012 水道用塗覆装鋼管ジョイントコート」、
昭和60年（1985年）に「WSP 035 水道用ウレタン被覆鋼管」が制定され、昭和61年（1986
年）に水道用途を追加する「JIS G 3469 ポリエチレン被覆鋼管」の改定が行われ、以
降、プラスチック系の被覆が外面被覆に用いられるようになった。

なお、これらの被覆は平成11年（1999年）に「JWWA K 151 水道用ポリウレタン被
覆方法」、「JWWA K 152 水道用ポリエチン被覆方法」、「JWWA K 153 水道用ジョイント
コート」として規格制定され、2007年には「JIS G 3443-3 水輸送用塗覆装鋼管 第3
部外面プラスチック被覆」が制定されるとともに、JIS G 3491、JIS G 3492が廃止された
ことにより、鋼管の外面塗覆装はプラスチック系の被覆に完全に変更されている。

② 内面塗装

■ 防食性重視の厚膜塗覆装

当初の鋼管内面はアスファルト溶液の中に浸すいわゆる「ドブ漬け」やモルタル塗りが行われた。その後、太平洋戦争の混乱期を経て、昭和 27 年（1952 年）に「JIS G 3491 水道用鋼管塗覆装方法」が制定され、全国一律の仕様が確立された。

その後、昭和 43 年（1968 年）には、アスファルトよりさらに防食性に優れたコールタールエナメルが「JIS G 3492 水道用鋼管コールタールエナメル塗覆装方法」として規格化され、直管及び異形管の内面塗装として使われるようになった。

一方、直管の内面ライニングとしてモルタルライニングも使用されていたが、昭和 43 年（1968 年）に「WSP001 水道用モルタルライニング」が制定され、昭和 45 年（1970 年）に「JWWA A 109 水道用鋼管モルタルライニング」として規格化された。

以降モルタルライニングが直管内面塗装の主流となったが、設備的にモルタルライニングが困難な大口径直管及び異形管にはコールタールエナメル塗覆装が使用された。

しかし、モルタルライニング工場の操業停止により、「JWWA A 109 水道用鋼管モルタルライニング」が平成 15 年に廃止され現在では「WSP001 水道用モルタルライニング」が現地で管路全体をライニングする工法となっている。

■ 施工性重視の薄膜塗装

厚膜塗覆装は防食性に優れるものの、輸送保管中のたわみ・衝撃により剥離や割れのおそれがあること、現地溶接部の溶接後塗装までに一定の時間が必要（水素によるふくれ防止）であることから、これらの問題を解消する薄膜塗装の研究が行われた。

その結果、薄膜でも防食性がありたわみや施工が容易なタールエポキシ塗料が開発され、昭和 49 年（1974 年）に「JWWA K 115 水道用タールエポキシ樹脂塗料塗装方法」が制定され、この塗装が大口径直管の内面及び異形管内面の主流となった。

■ 衛生性重視の薄膜塗装

タールエポキシ塗料は防食性に優れるが、コールタールを原料として使用するためコールタール中に含まれるベンツピレンの衛生性が問題となった。そこで、コールタールを原料としないエポキシ塗料が開発され、平成元年（1989 年）に「JWWA K 135 水道用液状エポキシ樹脂塗料塗装方法」が制定されると同時に、タールエポキシ塗料の管内面への適用を中止した。

その後、塗料中の残留溶剤による水道水への臭気の影響や塗装作業中の作業環境の向上、大気中への VOC（揮発性有機化合物）の揮散防止を目的として、平成 7 年（1995 年）に「WSP 051 水道用無溶剤型エポキシ樹脂塗料塗装方法」、「WSP 052 現場溶接部用水道用無溶剤型エポキシ樹脂塗料塗装方法」が制定され、さらに環境重視型に変わりつつある。

平成 16 年（2004 年）には、「JWWA K 157 水道用無溶剤型エポキシ樹脂塗料塗装方法」が制定、平成 20 年（2008）に改正され現在に至っている。

■ 小口径の現場溶接部対応

小口径では、現地溶接部の内面塗装作業が困難である。そのため、腐食代あるいは余裕代と呼ばれる塗装代替の管厚が設定され、腐食速度等を勘案して、構造計算上必要な管厚に1mmあるいは2mmの厚みが内面に加えられた。昭和50年（1975年）頃になると内面自動塗装機が開発され、海底配管や水管橋などに適用されている。また、昭和57年（1982年）頃には塗覆装鋼管の管端に塗装が不要なステンレス鋼を工場溶接することによって、現場での内面塗装を不要とした管端ステンレス鋼付塗覆装鋼管も開発され使用されている。現在は、「WSP068 水道用ステンレス鋼管設計・施工指針」に収録されている。

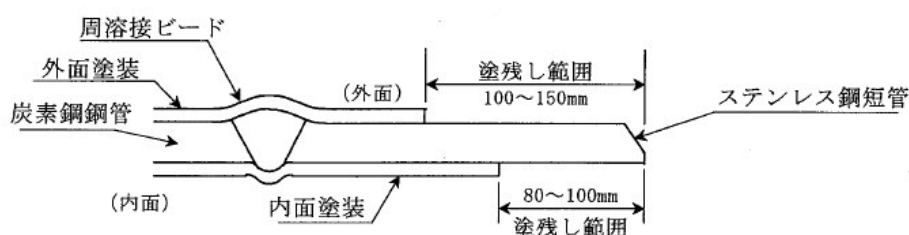


図 3.1 管端ステンレス鋼付塗覆装鋼管の断面図

2) 管材質による分類

(1) 管材質面の特性

① 機械的性質

鋼管の機械的性質及び化学成分等は、規格により定められているため、製造時期や種類の違いによる大きな差異は見られない。

② 中小口径の異形管

直管は、規格制定当初の昭和8年（1933年）頃から呼び径75A～1500Aまでが規格化されていた。

異形管は、昭和27年（1952年）に制定された「JIS G 3451 水道用継目無鋼管用異形管」（75A～350A）では、管の種類は材質別に第1種（水道用継目無鋼管）、第2種（高級铸铁管）が規定されている。その後、昭和32年（1957年）に「JIS G 3443 水道用塗装鋼管」が制定され、1種管（継目無鋼管・鍛接鋼管及び電気抵抗溶接鋼管）、2種管（アーク溶接鋼管）として75～1500mmが規定されたが、400mm以上は対応する異形管の規格が制定されていなかった。昭和43年（1968年）には、JIS G 3443、G 3451が改定され、直管・異形管とも80～1500Aとなり、これまで材質別に分けられていたものが、使用最大静水頭別に1種管（100m）、2種管（75m）とされた。

昭和42年（1967年）以前であっても、400A以上の鋼管に対応した異形管として、製造メーカーの社内規格などにより製作された鋼製のものが使用されており問題はないが、75A～350Aでは、高級铸铁管（2種管）が異形管として使用されている可能性がある。

③ 平成3年以前の小口径電気抵抗溶接鋼管

平成2年(1990年)以前の呼び径500mm以下の電気抵抗溶接鋼管(主にSTW290、呼び径300mm以下)では、現地溶接部の内面塗装が実施されていない場合は溶接部が溝状に腐食する溝状腐食による漏水事故が多く発生した。

平成3年(1991年)以降は、水用途の電気抵抗溶接鋼管が全面的に耐溝食鋼管に変更され、溝状腐食の課題は解消された。平成2年以前のSTW290では溝状腐食の懸念がある。

(2) 管材質から見た鋼管の分類

管材質面の特性から、昭和42年以前の呼び径350mm以下の管路は異形管が問題となっている可能性がある。また、平成2年以前の呼び径300A以下の電気抵抗溶接鋼管(主にSTW290)は溝状腐食の可能性があり、これらの条件により鋼管を分類すると図3.2のとおりである。

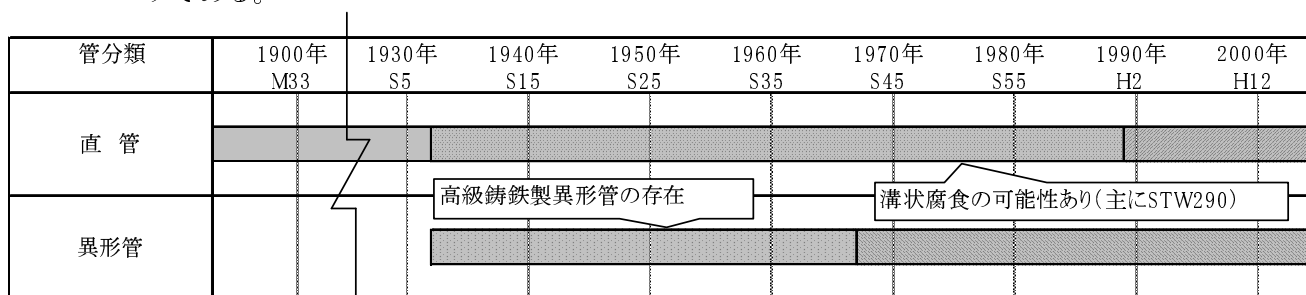


図 3.2 管材質による鋼管の分類

3) 管内外面の塗装仕様による分類

(1) 外面塗装による分類

規格の変遷及び実際に施された塗装の仕様から見ると、鋼管は以下の5とおりに分類される。

- ・簡易塗装 : 昭和7年(1932年)以前
- ・アスファルトジュート塗覆装 : 昭和8~26年(1933年~1951年)頃
- ・アスファルト塗覆装 : 昭和27~平成19年(1952年~2007年)頃
- ・コールタールエナメル塗覆装 : 昭和43~平成11年(1968年~1999年)頃
- ・プラスチック被覆 : 昭和60年(1985年)以降

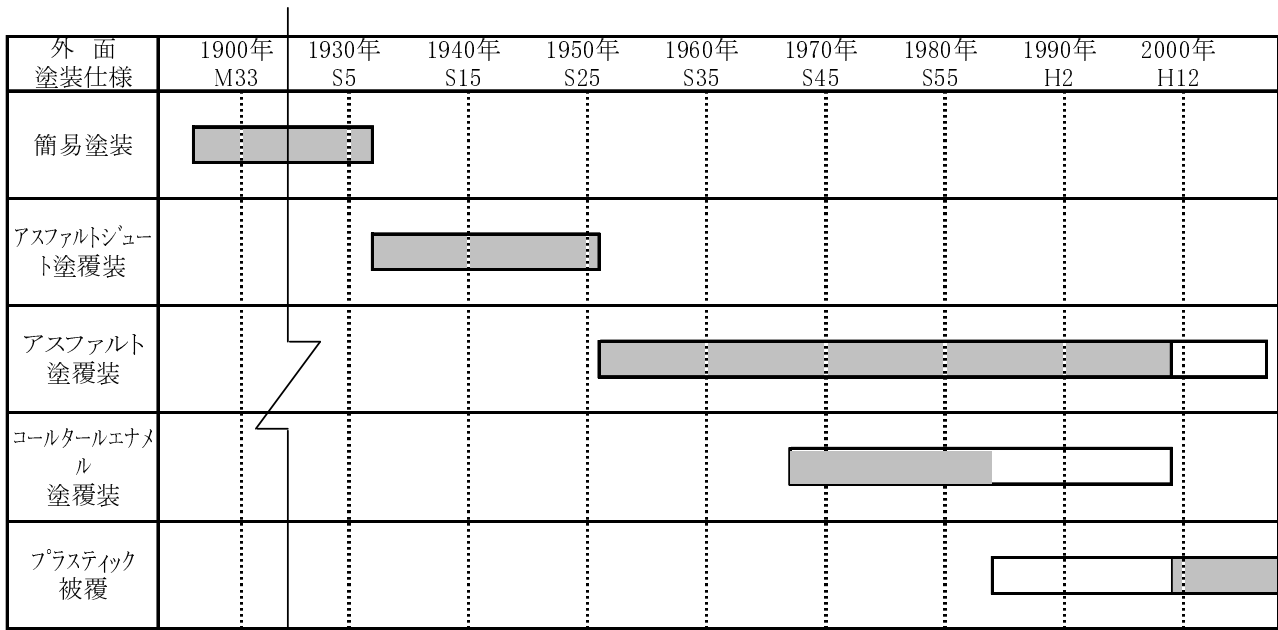


図 3.3 外面塗装による鋼管の分類

※着色部は主に使用された期間を示す。

(2) 内面塗装による分類

規格の変遷及び実際に施された塗装の仕様から見ると、鋼管は以下の7とおりに分類される。昭和43年（1968年）以降は、モルタルライニングと塗装系のライニングが重複しており、ユーザーの意向で選択されていた。

- ・簡易塗装 : 昭和26年（1951）以前
- ・アスファルト塗覆装 : 昭和27～42年（1952～1967）頃
- ・コールタールエナメル塗覆装 : 昭和43～48年（1968～1973）頃
- ・モルタルライニング : 昭和43年～平成15年（1968～2003）
- ・タールエポキシ樹脂塗装 : 昭和49～63年（1974～1988）頃
- ・液状エポキシ樹脂塗装 : 平成元年（1989）以降
- ・無溶剤形エポキシ樹脂塗装 : 平成16年（2004）以降

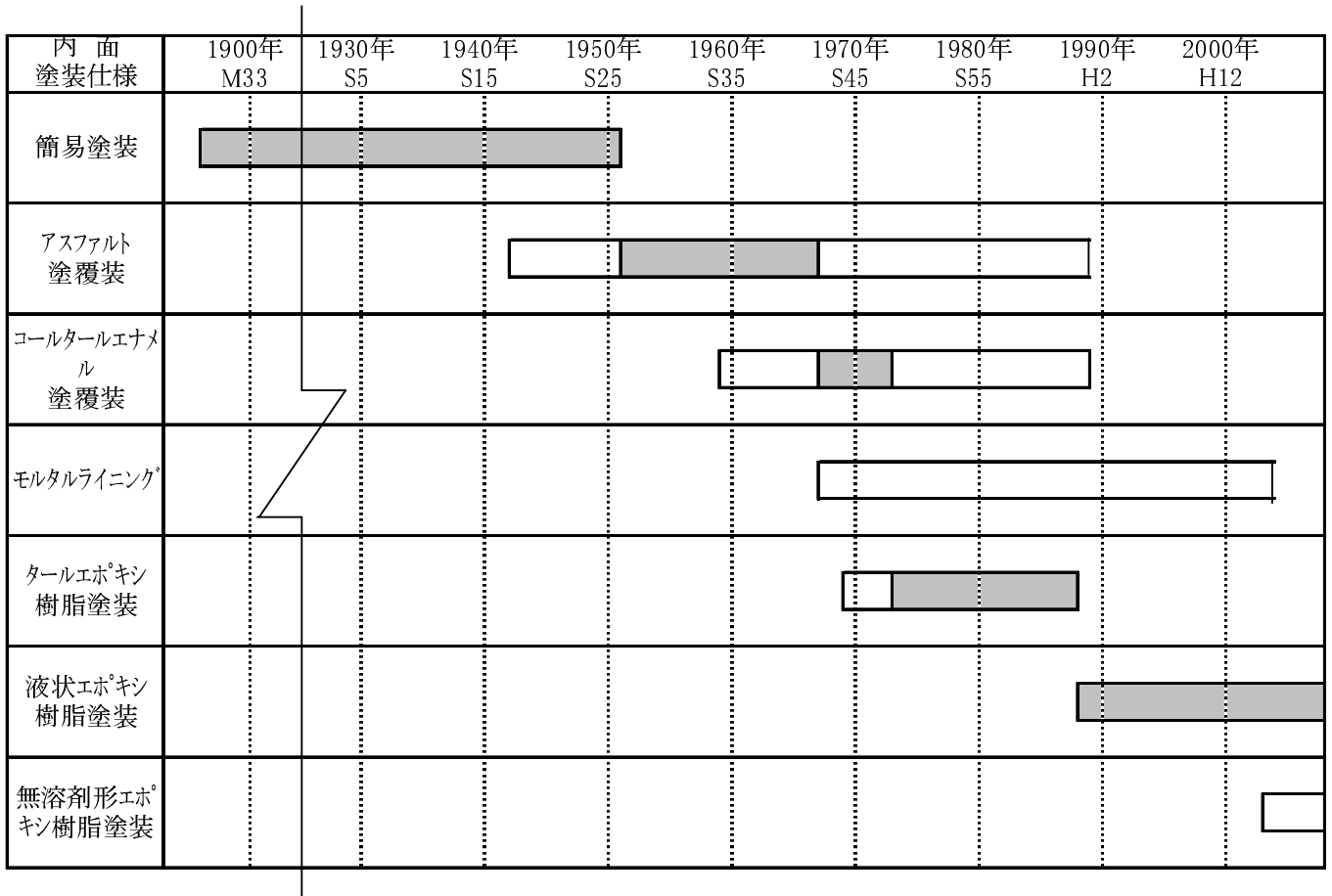


図 3.4 鋼管の内面塗装の変遷

※着色部は主に使用された期間を示す。

4) 継手形式による鋼管の分類

(1) 継手形式の変遷

① 印ろう形継手

昭和 27 年（1952 年）には、承挿接合のヤーンと鉛かしめであった「水道用継目無鋼管」及び「水道用電弧溶接鋼管」は、すべて廃止された。これは鋼管メーカーの電気溶接技術が大いに進歩発達して、現場溶接接合を行うようになったので、従来の承挿形は製造されない状況になったからである。

このような理由から、昭和 30 年（1955 年）には管の両端接合部をベベルエンド、ネジ付に改正した水道協会規格を制定された。

JIS 規格は、これらに遅れて昭和 32 年に「JIS G 3443 の水道用塗覆装鋼管」、昭和 43 年に「JIS G 3451 水道用塗覆装鋼管の異形管」が制定され、両端接合部をベベルエンド、小口径はベベルエンドまたはネジ付とした。

② 溶接継手

土中埋設の鋼管は、耐震性の高い溶接継手が主流である。呼び径 700mm 以下の現場溶接部は管内作業が困難なことから、内面塗装が施されていない。そのため、昭和 50 年（1975 年）頃から、内面自動塗装機が開発、実用化され、さらに昭和 57 年（1982 年）頃には呼び径 700mm 以下の現場溶接部内面無塗装への対応として管端ステンレス鋼管が使用される。なお、管端ステンレスの採用は事業体により異なる。

(2) 継手形式による分類

昭和 42 年（1967 年）以前の水道用継目無鋼管の異形管の 2 種管（高級鋳鉄管）を用いている管路（75～350mm）では印ろう形継手が採用されており、地盤変動により漏水を生じる可能性がある。

また、管端ステンレスあるいは内面自動塗装機を採用していない呼び径 700mm 以下の現場溶接継手部内面は、腐食の可能性はある。

5) 鋼管の総合的な年代別分類

以上の管材質、塗装仕様、継手形式から大まかにまとめると、次のとおりである。

① 管材質

- ・昭和 42 年（1967 年）以前 : 呼び径 350A 以下で高級鋳鉄管（2 種管）使用の可能性あり
- ・平成 2 年（1990 年）以前 : 呼び径 300A 以下の電気抵抗溶接鋼管（主に STW290）
- ・他 : 特に分類は考えない

② 塗装仕様

- ・昭和 26 年（1951 年）以前 : 内面 簡易塗装、外面 簡易塗装・アスファルトジュート塗装
- ・昭和 63 年（1988 年）以前 : 内外面塗装系（アスファルト、コールタール）内面（タールエポキシ、モルタルライニング）
- ・平成 11 年（1999 年）以前 : 外面アスファルト塗覆装、内面液状エポキシ樹脂塗装又はモルタルライニング
- ・平成 12 年（2000 年）以降 : 外面プラスチック被覆、内面液状エポキシ樹脂塗装

③ 継手形式

- ・昭和 27 年（1952 年）以前 : 印ろう形継手
- ・昭和 42 年（1967 年）以前 : 溶接継手。ただし、350A 以下の異形管で高級鋳鉄管（2 種管）使用の可能性あり
- ・昭和 43 年（1968 年）以降 : 溶接継手、呼び径 700A 以下の鋼管は溶接部内面が無塗装の可能性あり

表 3.1 鋼管の年代による分類

年代	管材質	塗装仕様	継手形式	主な規格
S27 年(1952 年)以前	小口径(2 種)異形管に高級鋳鉄	外 面 アスファルトジュート塗装 内 面 簡易塗装	印ろう形	「水道用電弧溶接鋼管」(水道協会規格) 「水道用継目無鋼管」(水道協会規格)
S28 年(1953 年)～S42 年(1967 年)	↓	外 面 アスファルト塗覆装 内 面 アスファルト塗覆装	溶 接	「水道用塗装鋼管」(JIS G 3443) 「水道用継目無鋼管用異形管」(JIS G 3451)
S43 年(1968 年)～H1 年(1989 年)	鋼管	内外面 アスファルト塗覆装、コールタールエナメル 内 面 アスファルト塗覆装、コールタールエナメル・ タールエポキシ又はモルタルライニング	溶 接	「水道用塗覆装鋼管」(JIS G 3443) 「水道用塗覆装鋼管の異形管」(JIS G 3451) 「水輸送用塗覆装鋼管」(JIS G 3443:’87) 「水輸送用塗覆装鋼管の異形管」(JIS G 3451:’87)
H2 年(1990 年)～H11 年(1999 年)	鋼管 (STW290 は耐溝食鋼管)	外 面 アスファルト塗覆装 内 面 液状エポキシ又はモルタルライニング	↓	「水輸送用塗覆装鋼管」(JIS G 3443) 「水輸送用塗覆装鋼管の異形管」(JIS G 3451) 「水道用塗覆装鋼管」(JWWA G 117) 「水道用塗覆装鋼管の異形管」(JWWA G 118)
H12 年(2000 年)以降	↓	外 面 プラスチック被覆 内 面 液状エポキシ又はモルタルライニング	↓	↓

3.2 年代分類ごとの劣化及び破損の特性

1) 昭和 27 年以前

(1) 管仕様

- ・管材質 : 350A 以下の異形管で高級鋳鉄(2 種)使用の可能性あり
- ・塗装仕様 : 内面 簡易塗装
外面 簡易塗装・アスファルトジュート塗装
- ・継手仕様 : 印ろう形継手

(2) 劣化及び破損の特性

簡易な塗覆装のため、塗膜が劣化しており、内外面ともに腐食が進行している可能性がある。また、異形管で高級鋳鉄管(2 種管)が用いられている場合も、同様に腐食が進行している可能性が高い。

腐食による管体の減肉が進行している場合であって、かつ不同沈下などによる外力が作用した場合には、継手箇所への抜けや腐食箇所からの漏水事故につながる可能性がある。

また、腐食の進行に伴い、管内面に錆こぶが付着し、赤水や残留塩素減少など水質劣化の原因となる可能性がある。

2) 昭和 28 年以降、昭和 42 年以前

(1) 管仕様

- ・管仕様 : 350A 以下の異形管で高級鋳鉄(2 種)使用の可能性あり
- ・塗装仕様 : 内外面 アスファルト塗覆装
- ・継手形式 : 溶接、印ろう形継手(異形管 2 種管)

(2) 劣化及び破損の特性

内外面塗装はアスファルト塗覆装であり、簡易塗装よりは防食性能に優れるものの、長期の使用によりアスファルト分の流出やひび割れが生じることにより、管母材の腐食が進行している可能性がある。また、異形管で高級鋳鉄管(2 種管)が用いられている場合も、腐食が進行している可能性が高い。

呼び径 700mm 以下の現場溶接部は内面塗装が困難なため、無塗装状態である。製造技術上の肉厚から腐食代はあるが、布設から長期間を経ているため内面腐食が進行している。

腐食による管体の減肉が進行している場合で、不同沈下などによる外力が作用した場合には、腐食箇所からの漏水事故につながる可能性がある。

基本的には溶接継手であるが、350A 以下の異形管で高級鋳鉄(2 種)が使用されている場合は印ろう形継手を使用されており、地盤の変動に追従できない継手形式のため、不同沈下などにより継手部から漏水が生じる可能性がある。

3) 昭和 43 年以降、平成元年以前

(1) 管仕様

- ・ 塗装仕様 : 内面 アスファルト塗覆装、コールタール・タールエポキシ塗装
又はモルタルライニング
 - 外面 アスファルト塗覆装
- ※700A 以下の現地溶接部は無塗装の仕様がある

(2) 劣化及び破損の特性

昭和 57 年以前では、呼び径 700mm 以下の現場溶接部は内面塗装が困難なため、無塗装状態であれば、内面腐食が進行している可能性がある。腐食代等（あるいは設計管厚と製造可能最小管厚との差による余裕厚）が設けられている場合でも、布設された年代によっては、長期間経過しているため、内面腐食が進行している可能性がある。

昭和 57 年以降では、呼び径 700mm 以下の現場溶接部は、内面自動塗装機や管端ステンレス鋼管が用いられているか、腐食代等が設けられている場合もある。内面無塗装の場合は、長期間経過すれば内面腐食が進行する可能性がある。

内面塗装は、年代を追ってコールタールエナメル（S43～S48 頃）、タールエポキシ（S49～H1 頃）塗装と防食性能は向上しているが、現場溶接部での現場内面塗装部や施工時の塗膜への傷からの内面塗装の劣化が見られる。

腐食による管体の減肉が進行している場合で、不同沈下などによる外力が作用した場合には、腐食箇所からの漏水事故につながる可能性がある。また、管内面に錆こぶが付着し、赤水や残留塩素減少など水質劣化の原因となる可能性がある。

なお、昭和 57 年以降、内面自動塗装機や管端ステンレス鋼付塗覆装鋼管が採用されている場合は、内面腐食の問題はない。

また、平成 2 年以前の呼び径 300A 以下の電気抵抗溶接鋼管（STW290）では、材質の特性として内面塗装が実施されていない溶接部に沿って溝状に腐食が生じている可能性があり、漏水事故が生じる可能性がある。

4) 平成 2 年以降

(1) 管仕様

- ・ 仕様 : 内面 液状エポキシ樹脂塗装
 - 外面 アスファルト塗覆装・プラスチック被覆
- ※700A 以下の現地溶接部は無塗装

(2) 劣化及び破損の特性

呼び径 700mm 以下の現場溶接部は、内面自動塗装機や管端ステンレス鋼管が用いられているか、腐食代等が設けられている場合もある。内面無塗装の場合は、長期間経過すれば内面腐食が進行する可能性がある。

また、STW290 は耐溝食性の材質に変更されているため、溝状腐食の問題は解消された。
内面塗装は、液状エポキシ樹脂塗装で、依然のものより塗膜の強度が高いため、現場塗装部においても問題は生じていない。現時点では、内面の防食性能は向上している。

5) その他

異種金属接触による腐食や、マクロセル腐食、電食などの腐食があるが、年代には無関係であるため、これらに関しては、事故記録などからの状況把握が必要である。

3.3 耐震性

1) 過去の地震（阪神淡路大震災・新潟県中越地震）における管種・継手と被害率

(1) 阪神淡路大震災・新潟県中越地震での被害率

過去の地震（阪神淡路大震災・新潟県中越地震）における管種・継手と被害率との関係は図 1.6 に示すとおりであり、溶接鋼管の被害率は比較的低い状況にある。

(2) 地盤状況別に見た管路被害率

「埋立地」を「悪い地盤」、それ以外を「良い地盤」として集計された被害率は以下のとおりとなっている。

① 「悪い地盤（埋立地）」における鋼管の被害率

図 1.7 に示すとおりであり、溶接鋼管でも被害が見られている。ただし、溶接鋼管は、地盤変動の大きい場所に設置された水管橋を中心に使用されており、かつ、布設延長が少なかったために、被害率が高くなっている。

② 「良い地盤（埋立地以外）」における鋼管の被害率

図 1.8 に示すとおりであり、導送水管では相対的に被害が少ないが、配水管では被害がみられている。ただし、配水管の被害には、水管橋、特に橋台部に発生した被害が多く含まれている。

③ 過去の地震被害例に基づく鋼管の耐震性能

鋼管は、埋設部では比較的被害が少なく、被害の発生箇所は地盤変動の影響を大きく受ける水管橋部分に集中している。

これらのことから、埋設されている鋼管は、十分な耐震性能を有していると判断される。

2) 管特性から見た耐震性

水密性を保持したままで地盤変動への追従性を有することが求められる。鋼管の伸びに関する機械的性質は、伸びが大きくじん性に富んだ材料であるといえる。また、溶接継手のため、継手部の離脱が生じない。

管特性から見れば、鋼管は耐震性を有していると考えられる。

3) 鋼管の耐震性能に関する情報

「平成 18 年度 管路の耐震化に関する検討会報告書（平成 19 年 3 月）」では、以下のとおりとされている。

鋼管（溶接継手）については、表 3.1 のとおりである。なお、鋼管（ネジ継手）については、現在使用されているライニング鋼管の被災実績データが得られないことから、評価対象から除外した。

表 3.1 鋼管の耐震適合性

管種・継手	配水支管が備えるべき耐震性能	基幹管路が備えるべき耐震性能	
	レベル 1 地震動に対して、個々に軽微な被害が生じても、その機能保持が可能であること。	レベル 1 地震動に対して、原則として無被害であること。	レベル 2 地震動に対して、個々に軽微な被害が生じても、その機能保持が可能であること。
鋼管(溶接継手)	○	○	○

4 硬質塩化ビニル管

4.1 年代別分類

1) 規格の変遷

(1) 概要

昭和 30 年（1955 年）に、日本水道協会によって水道用硬質塩化ビニル管・同継手は、規格制定され、次いで翌年の昭和 31 年（1956 年）には、日本工業規格「JIS K 6742・6743」が制定され、全国の都市で相次いで採用されるようになった。

その後、規格口径の拡大（呼び径 75～150）、T S 継手や R R 継手の開発による継手・接合方法の改良、耐衝撃性硬質塩化ビニル管の開発などの技術的進歩に伴い、日本工業規格、日本水道協会規格とも改正を重ね現在に至っている。

(2) 硬質塩化ビニル管

昭和 30 年（1955 年）に、日本水道協会により、水道用硬質塩化ビニル管及び継手の規格である「水道用硬質塩化ビニル管」（JWSA K 105）、「水道用硬質塩化ビニル管継手」（JWSA K 106）が制定された。呼び径は 10～50mm であり、継手形式は甲形、乙形であった。

これらの規格は、昭和 31 年（1956 年）に「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継手」（JIS K 6743）として JIS 規格化され、JWSA 規格は廃止された。

その後、昭和 39 年（1964 年）には、JIS K 6742・6743 が改正され、T S 継手、H 式継手が追加された。

また、同年には、日本水道協会により、「水道用硬質塩化ビニル管」（JWWA K 105）、「水道用硬質塩化ビニル管継手」（JWWA K 106）が制定され、呼び径 75、100mm の硬質塩化ビニル管が規格化された。呼び径以外は JIS K 6742・6743 と同様の規定であった。さらに昭和 42 年（1967 年）には呼び径 150mm が追加された。

昭和 46 年（1971 年）には、JIS K 6742・6743 が改定され、呼び径 75～150mm の追加及び 10mm の削除があり、継手形式は T S 継手のみが規定された。本規格改訂に伴い、JWWA K 105・106 は廃止された。

昭和 54 年（1979 年）には、呼び径 75mm 以上の T S 継手の受口部の形状・寸法が変更され、テーパ寸法の見直しと受口奥部が増肉された。

(3) 耐衝撃性硬質塩化ビニル管

昭和 47 年（1972 年）に、日本水道協会により、水道用耐衝撃性硬質塩化ビニル管及び継手の規格である「水道用耐衝撃性硬質塩化ビニル管」（JWWA K 118）、「水道用耐衝撃性硬質塩化ビニル管継手」（JWWA K 119）が制定された。呼び径は 13～150mm であり、継手形式は T S 継手であった。

平成 5 年（1993 年）には、JIS K 6742・6743 が改正され、耐衝撃性硬質塩化ビニル管（HIVP）、

耐衝撃性硬質塩化ビニル管 T S 継手 (HITS) (JWWA K 118・119 の規定内容) が追加され、これを受け、平成 7 年 (1995 年) に JWWA K 118・119 は廃止された。

(4) ゴム輪形硬質塩化ビニル管

昭和 56 年 (1981 年) に、日本水道協会により、「水道用ゴム輪形硬質塩化ビニル管・管継手」(JWWA K 127・128)、「水道用ゴム輪形耐衝撃性硬質塩化ビニル管・管継手」(JWWA K 129・130)、「水道用ゴム輪形硬質塩化ビニル管のゴム輪形鋳鉄異形管」(JWWA K 131)の規格が制定された。呼び径は 75、100、150mm の 3 種類であった。

昭和 63 年 (1988 年) の規格変更により呼び径 50mm が追加され、JWWA K 131 は、材質がねずみ鋳鉄からダクタイル鋳鉄に変更された。

その後、平成 12 年 (2000 年) に RR ロング継手 (RR ロング受口) の追加と、浸出性の厚生省令への適応が規格に追加される改正が行われ、現在に至る。

2) 管材質による分類

(1) 硬質塩化ビニル管材質の変遷

塩化ビニル管は、硬質塩化ビニル管 (VP) と耐衝撃性硬質塩化ビニル管 (HIVP) に分類される。

HIVP は、塩化ビニル樹脂に改質剤を添加し分散させることにより、大きな衝撃が加わったときに分散している改質剤が衝撃エネルギーを吸収し、破損などを防ぐことができる材質からなっている。

HIVP が規格化された昭和 47 年 (1972 年) 以降、VP と HIVP が使用されている。

(2) 管材質から見た硬質塩化ビニル管の分類

規格の変遷から、下記のとおり分類される。

- 硬質塩化ビニル管のみ 昭和 30～46 年 (1955～1971 年)
- 硬質塩化ビニル管と耐衝撃性硬質塩化ビニル管 昭和 47 年 (1972 年) 以降

管材質	1960年 S35	1970年 S45	1980年 S55	1990年 H2	2000年 H12
硬質塩化ビニル (VP)	[Shaded bar from 1960 to 2000]				
耐衝撃性硬質塩化ビニル (HIVP)	[Shaded bar from 1972 to 2000]				

図 4.1 管材質による硬質塩化ビニル管の分類

3) 継手形式による分類

(1) 継手形式の変遷

硬質塩化ビニル管の接合方法は、呼び径の拡大と生産技術の進歩により、幾多の変遷があった。時代別順に工法の変化を整理すると以下のとおりである。

① 熱間工法

トーチランプなどの熱を用いて接合する方法であり、次の2つがある。

■ 甲形差込

管相互又は管と甲形継手の接合に用いられ、呼び径により一段法と二段法がある。

■ 乙形差込

乙形継手を使用し、接合後加熱器で復元させる。

なお、昭和46年(1971年)のJIS規格の改正により、これらの継手は規格から削除されていた。

② 冷間工法

熱を必要としない接着接合方法であり、継手にはH式とTSがある。

■ H式継手

管の外面と継手の内面を旋削機で削り、両方に接着剤を塗布して接合する方法であり、ソケットの断面がHの形をしていたためこの名前が付けられた。

■ TS継手

米国で開発された継手形式であり、1960年頃から使用されている。受口内部がテーパ状であり、接着剤を塗布して管を挿入するだけで接合でき、施工が簡単なため一般に普及した。

昭和46年(1971年)には、JIS規格からTS継手以外の継手が削除された。

なお、当初規格化された呼び径75~150mmのTS継手については、強度面の不足、工法上の原因などから亀裂などの問題が発生したため、昭和54年(1979年)にテーパ及び継手厚さを変更する規格改正が行われた。

③ RR工法

予めゴム輪が装着された継手に管を挿入して接合する方法である。

■ RR継手

欧州からの技術導入により、昭和46年(1971年)頃から受口付直管や継手が生産され始めた。その後、地震や軟弱地盤が多いという日本の国情に合った受口構造が開発され、昭和56年(1981年)にゴム輪形硬質塩化ビニル管及び継手の日本水道協会規格が制定された。さらに平成12年(2000年)には、より耐震性が向上したRRロング継手が追加規定されていた。

(2) 継手形式による分類

規格の変遷から、以下のとおりに分類される。

- 甲形、乙形、H式継手 : 昭和45年(1970年)以前
- TS継手 : 昭和39年～53年(1964～1978年)(受口部形状変更前)
昭和54年(1979年)以降(受口部形状変更後)
- RR継手 : 昭和56年(1981年)以降
- 鋳鉄異形管 : 昭和56年(1981年)以降
- ダクタイル鋳鉄異形管 : 昭和63年(1988年)以降
- RRロング継手 : 平成12年(2000年)以降

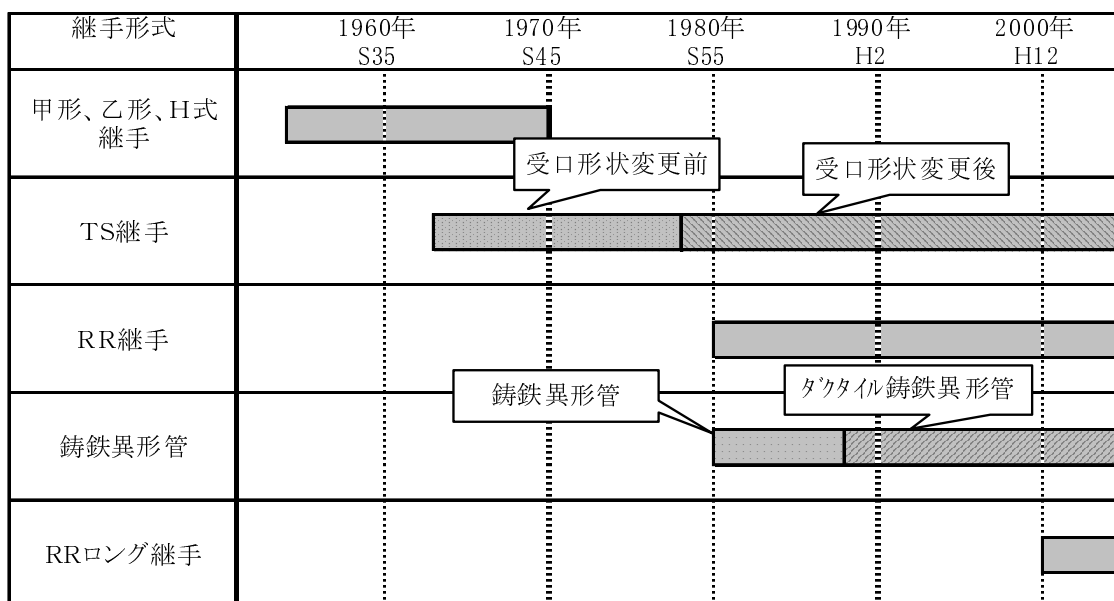


図 4.2 継手形式による硬質塩化ビニル管の分類

4) 水道用硬質塩化ビニル管の総合的な年代別分類

以上の管材質、継手形式に関する変遷を大まかにまとめると次のとおりである。

- ① 管材料 : 硬質塩化ビニル管 (昭和 46 年[1971 年]以前はこれのみ)
 : 耐衝撃性硬質塩化ビニル管 (昭和 47 年[1972 年]以降)
- ② 継手形式 : 甲形、乙形、H 式 (昭和 45 年[1970 年]以前)
 T S 継手[規格改正前] (昭和 39~53 年[1964~1978 年]以前)
 T S 継手[規格改正後] (昭和 54 年[1979 年]以降)
 R R 継手、鋳鉄異形管 (昭和 56~62 年[1981~1987 年]以前)
 R R 継手、ダクタイル鋳鉄異形管 (昭和 63 年[1988 年]以降)
 R R ロング継手 (平成 12 年[2000 年]以降)

表 4.1 水道用硬質塩化ビニル管の年代による分類

年 代	管材質	呼び径 mm	継手形式	主な規格
S38 年(1963 年) 以前	V P	10~50	甲形、乙形	「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継手」(JIS K 6743)
S39(1964 年) ~S46(1971 年)	V P	10~150 ※150 は S42 追加	甲形、乙形、H 式、 T S 継手[規格改 正前]	「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継手」(JIS K 6743)
S47(1972 年) ~S53(1978 年)	V P H I V P	13~150	T S 継手 [規格改正前]	「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継手」(JIS K 6743) 「水道用耐衝撃性硬質塩化ビニル管」(JWWA K 118) 「水道用耐衝撃性硬質塩化ビニル管継手」(JWWA K 119)
S54(1979 年) 以降	↓	↓	T S 継手 [規格改正後]	「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継手」(JIS K 6743)
S56(1981 年) ~S62(1987 年) 以前	↓	↓	T S 継手 R R 継手 鋳鉄異形管	「水道用ゴム輪形硬質塩化ビニル管」(JWWA K 127) 「水道用ゴム輪形硬質塩化ビニル管継手」(JWWA K 128) 「水道用ゴム輪形耐衝撃性硬質塩化ビニル管」(JWWA K 129) 「水道用ゴム輪形耐衝撃性硬質塩化ビニル管継手」(JWWA K 130) 「水道用硬質塩化ビニル管のゴム輪形鋳鉄異形管」(JWWA K 131)
S63(1988 年) 以降	↓	↓	T S 継手 R R 継手 ダクタイル鋳鉄異形管	「水道用ゴム輪形硬質塩化ビニル管」(JWWA K 127) 「水道用ゴム輪形硬質塩化ビニル管継手」(JWWA K 128) 「水道用ゴム輪形耐衝撃性硬質塩化ビニル管」(JWWA K 129) 「水道用ゴム輪形耐衝撃性硬質塩化ビニル管継手」(JWWA K 130) 「水道用硬質塩化ビニル管のダクタイル鋳鉄異形管」(JWWA K 131)
H12(2000 年) 以降	↓	↓	T S 継手 R R 継手 R R ロング継手 ダクタイル鋳鉄異形管	「水道用ゴム輪形硬質塩化ビニル管」(JWWA K 127) 「水道用ゴム輪形硬質塩化ビニル管継手」(JWWA K 128) 「水道用ゴム輪形耐衝撃性硬質塩化ビニル管」(JWWA K 129) 「水道用ゴム輪形耐衝撃性硬質塩化ビニル管継手」(JWWA K 130) 「水道用硬質塩化ビニル管のダクタイル鋳鉄異形管」(JWWA K 131) JWWA K 127 と JWWA K 129 に R R ロング継手が追加規定される

4.2 年代分類ごとの劣化及び破損の特性

1) 昭和 38 年以前の硬質塩化ビニル管

(1) 管仕様

- ・管材質 : 硬質塩化ビニル
- ・継手形式 : 甲形, 乙形
- ・呼び径 : 10～50mm

(2) 劣化及び破損の特性

① 有機溶剤による劣化

耐薬品性に優れた高分子材料であるが、有機溶剤には侵される。化学工場の近傍など溶剤の土中濃度が異常に高い場合には、管の材質に影響を及ぼし、亀裂の発生等が生じるおそれがある。

② 点石荷重による破損

不適切な埋め戻しにより、点石や角材などが管に接触している場合は、応力集中により亀裂や破損が生じる可能性がある。

③ 水圧の脈動による破損

過大な脈動の繰り返しは、継手部への繰り返し荷重を原因とする疲労により、継手に亀裂や破損を生じる可能性が高い。

④ 継手部の破損

地盤の不同沈下や地震などによる地盤変動に追従できない継手形式であるため、地盤変動が生じた場合は、継手部の抜け出しや破損による漏水の可能性が高い。

2) 昭和 39 年以降、昭和 46 年以前の硬質塩化ビニル管

(1) 管仕様

- ・管材質 : 硬質塩化ビニル管 (VP)
- ・継手形式 : 甲形、乙形、H式、TS
- ・呼び径 : 10～150mm (ただし、150mm は昭和 42 年に追加)

(2) 劣化及び破損の特性

管材質に変更はなく、継手形式にH式、TS継手が追加された。劣化及び破損特性は以下のとおりである。

① 有機溶剤による劣化 : 以前と同等。

② 点石荷重による破損 : 以前と同等。

③ 水圧の脈動による破損

TS継手以外は以前と同等である。TS継手は、強度面の不足や工法上の因子から亀裂などを生じる可能性が高い。

④ 継手部の破損 : 以前と同等。

3) 昭和 47 年以降、昭和 53 年以前の硬質塩化ビニル管及び耐衝撃性硬質塩化ビニル管

(1) 管仕様

- ・管材質 : 硬質塩化ビニル管
耐衝撃性硬質塩化ビニル管
- ・継手形式 : T S
- ・呼び径 : 13～150mm

(2) 劣化及び破損の特性

管材質に耐衝撃性硬質塩化ビニル管規格が追加された。劣化及び破損特性は以下のとおりである。

① 有機溶剤による劣化 : 以前と同等。

② 点石荷重による破損

不適切な埋め戻しにより、点石や角材などが管に接触している場合は、応力集中により亀裂や破損が生じる可能性がある。耐衝撃性硬質塩化ビニル管の場合は、亀裂や破損が生じる可能性は、硬質塩化ビニル管に比べて低い。

③ 水圧の脈動による破損

耐衝撃性硬質塩化ビニル管は、材質面における性能向上は見られるが、T S継手部の構造上の問題であり、昭和 39 年以降と同等である。

④ 継手部の破損 : 以前と同等。

耐衝撃性硬質塩化ビニル管は、材質面における性能向上があり、継手部の破損は硬質塩化ビニル管に比べ低い。

4) 昭和 54・55 年の硬質塩化ビニル管及び耐衝撃性塩化ビニル管

(1) 管仕様

- ・管材質 : 硬質塩化ビニル管
耐衝撃性硬質塩化ビニル管
- ・継手形式 : T S (規格変更後)
- ・呼び径 : 13～150mm

(2) 劣化及び破損の特性

呼び径 75mm 以上の T S 継手の受口テーパ一部が変更され、受口奥部が増肉された。劣化及び破損特性は以下のとおりである。

① 有機溶剤による劣化 : 以前と同等。

② 点石荷重による破損 : 昭和 47 年以降、昭和 53 年以前と同等。

③ 水圧の脈動による破損

T S 継手は形状寸法の改善により、亀裂や破損の生じる可能性は改善された。

④ 継手部の破損 : 以前と同等。

5) 昭和 56 年以降、昭和 62 年以前の硬質塩化ビニル管び耐衝撃性塩化ビニル管

(1) 管仕様

- ・管材質 : 硬質塩化ビニル
耐衝撃性硬質塩化ビニル
- ・継手形式 : T S (規格変更後)
R R 継手
鋳鉄異形管

(2) 劣化及び破損の特性

日本水道協会によりゴム輪形の塩化ビニル管、鋳鉄異形管が規格制定された。劣化及び破損特性は以下のとおりである。

- ① 有機溶剤による劣化 : 以前と同等。
- ② 点石荷重による破損 : 昭和 47 年以降、昭和 53 年以前と同等。
- ③ 水圧の脈動による破損 : T S 継手は昭和 54・55 年と同等。

R R 継手は水圧の脈動による破損は無い。

④ 継手部の破損

T S 継手が採用されている場合は、昭和 47 年以降、昭和 53 年以前と同等である。

R R 継手が採用されている場合は、屈曲・可撓性能があるため、地盤変動への追従が可能であり、継手部の抜け出しや破損の可能性は低い。

6) 昭和 63 年以降、平成 11 年以前の硬質塩化ビニル管及び耐衝撃性塩化ビニル管

(1) 管仕様

- ・管材質 : 硬質塩化ビニル
耐衝撃性硬質塩化ビニル
- ・継手形式 : T S (規格変更後)
R R 継手
ダクタイル鋳鉄異形管

(2) 劣化及び破損の特性

異形管が、鋳鉄製からダクタイル鋳鉄製に変更されている。劣化及び破損特性は下記のとおりである。

- ① 有機溶剤による劣化 : 以前と同等。
- ② 点石荷重による破損 : 昭和 47 年以降、昭和 53 年以前と同等。
- ③ 水圧の脈動による破損 : 昭和 56 年以降、昭和 62 年以前と同等。
- ④ 継手部の破損 : 昭和 56 年以降、昭和 62 年以前と同等。

7) 平成 12 年以降の硬質塩化ビニル管及び耐衝撃性塩化ビニル管

(1) 管仕様

- ・ 管材質 : 硬質塩化ビニル
 耐衝撃性硬質塩化ビニル
- ・ 継手形式 : T S (規格変更後)
 R R 継手
 R R ロング継手
 ダクティル鋳鉄異形管

(2) 劣化及び破損の特性

R R ロング継手が規格化された。劣化及び破損特性は以下のとおりである。

- ① 有機溶剤による劣化 : 以前と同等。
- ② 点石荷重による破損 : 昭和 47 年以降、昭和 53 年以前と同等。
- ③ 水圧の脈動による破損 : 昭和 56 年以降、昭和 62 年以前と同等。
- ④ 継手部の破損

T S 及び R R 継手が採用されている場合は、昭和 56 年以降、昭和 62 年以前と同等である。

R R ロング継手が採用されている場合は、呑込み寸法が大きくなっているため、抜け出しに対する安全性が高まっている。

4.3 耐震性

1) 過去の地震（阪神淡路大震災・新潟県中越地震）における管種・継手と被害率

(1) 阪神淡路大震災・新潟県中越地震での被害率

過去の地震（阪神淡路大震災・新潟県中越地震）における管種・継手と被害率との関係は図 1.6 に示すとおりであり、硬質塩化ビニル管（T S継手）は、石綿セメント管に次いで被害率が高い状況にある。

(2) 地盤状況別に見た管路被害率

「埋立地」を「悪い地盤」、それ以外を「良い地盤」として集計された被害率は以下のとおりとなっている。

① 「悪い地盤（埋立地）」における硬質塩化ビニル管の被害率

図 1.7 に示すとおりであり、硬質塩化ビニル管（主にT S継手）の被害率は、铸铁管に次いで被害が多い状況が見られる。

② 「良い地盤（埋立地以外）」における硬質塩化ビニル管の被害率

図 1.8 に示すとおりであり、硬質塩化ビニル管（主にT S継手）の被害率は、石綿セメント管に次いで被害が多い状況が見られる。

③ 過去の地震被害例に基づく硬質塩化ビニル管の耐震性能

硬質塩化ビニル管は、T S継手において比較的被害が多く、他の継手形式（R R継手）と比較して耐震性能に劣っている。

2) 管特性から見た耐震性

水密性を保持したままで地盤変動に追従するための屈曲・可撓性能を有すること、継手部が離脱しない構造（離脱防止又は離脱しない呑込み）であることが求められる。

① T S継手

屈曲・可撓性能がなく、管体強度も鉄系管路の1/10程度であるため、地震に伴う地盤変動に追従できずに、継手部での抜け出し、破損被害を生じる可能性が高い。

② R R継手

屈曲・可撓性能があるため、地震に伴う地盤変動が小さい場合は、継手部で抜け出さず、機能保持の可能性が高くなる。

③ R Rロング継手

屈曲・可撓性能があり、呑込み寸法が大きいため、R R継手よりも抜け出しに対する安全性は高くなっている。

3) 硬質塩化ビニル管の耐震性能に関する情報

「平成 18 年度 管路の耐震化に関する検討会報告書（平成 19 年 3 月）」では、以下のとおりとされている。

硬質塩化ビニル管（RR ロング継手）の使用期間が短く、被災経験もほとんどなく、十分に耐震性能が検証されるには未だ時間を要すると考えられることから、注釈を付すこととした。

（注 1） また、硬質塩化ビニル管（RR ロング継手）は硬質塩化ビニル管（RR 継手）よりは優れているといえるものの、被災経験がないことから、基幹管路が備える耐震性能についても、注釈を付すこととした（注 2）。各水道事業者の判断により採用することは可能である。

なお、硬質塩化ビニル管（RR ロング継手）には離脱防止機能を有するものも開発されている。本管種については、金属管と比べて強度が 1/10 程度と低く、かつ、使用実績・使用期間ともに少ないことから十分な耐震性能が検証されるには未だ時間を要すると考えられるが、各水道事業者の判断により採用することは可能である。

表 4.2 硬質塩化ビニル管の耐震適合性

管種・継手	配水支管が備えるべき耐震性能	基幹管路が備えるべき耐震性能	
	レベル 1 地震動に対して、個々に軽微な被害が生じても、その機能保持が可能であること。	レベル 1 地震動に対して、原則として無被害であること。	レベル 2 地震動に対して、個々に軽微な被害が生じても、その機能保持が可能であること。
硬質塩化ビニル管 (RR ロング継手) 注 1)	○	注 2)	
硬質塩化ビニル管(RR 継手)	○	△	×
硬質塩化ビニル管(TS 継手)	×	×	×

注 1)：硬質塩化ビニル管（RR ロング継手）は、RR 継手よりも継手伸縮性能が優れているが、使用期間が短く、被災経験もほとんどないことから、十分に耐震性能が検証されるには未だ時間を要すると考えられる。

注 2)：硬質塩化ビニル管（RR ロング継手）の基幹管路が備えるべき耐震性能を判断する被災経験はない。

5 配水用ポリエチレン管

5.1 年代別分類

1) 規格の変遷

平成7年(1995年)に、試験採用が始まった配水用ポリエチレン管は、高強度・高密度の第三世代高密度ポリエチレン樹脂(HPPE/PE100)を使用し、さらに継手は信頼性の高い電気融着(以下、EFという。)継手を使用することで、従来の水道用ポリエチレン管と異なり変形性能に優れ、管と継手が一体化した高性能な配管システムを構築することが可能になった。呼び径は50mm~200mmの5サイズが使用されている。また、従来の水道用ポリエチレン管と明確に識別できるように、管の色は「濃い青」が採用された。

平成9年(1997年)9月には、日本水道協会により、呼び径75~150mm配水用ポリエチレン管の規格である「水道配水用ポリエチレン管」(JWWA K 144)、「水道配水用ポリエチレン管継手」(JWWA K 145)が制定された。

その後、「水道配水用ポリエチレン管・管継手」の規格が改正され、平成18年(2006年)11月に、呼び径50mmが追加された。

また、「水道用ポリエチレンパイプシステム研究会」及び「配水用ポリエチレン管協会」と、2つあった団体が平成18年(2006年)に「配水用ポリエチレンパイプシステム協会」に統一されて現在に至っている。なお、呼び径200mm及びその他継手類は、配水用ポリエチレンパイプシステム協会規格(PTC K 03, PTC K 13等)に規定されている。

2) 管材質による分類

(1) 使用材質の変遷

我が国において水道用ポリエチレン管は、昭和28年(1953年)頃から使用されるようになった。当初、低密度ポリエチレン樹脂(以下、LDPEという。)を用いた小口径管が給水管として使用され始め、昭和30年(1955年)頃からは第一世代高密度ポリエチレン樹脂(以下、HDPEという。)を用いた給水管も使用されるようになった。しかしながら、第一世代HDPEのき裂漏水事故、さらにLDPEの水泡はく離事故が多発した。

この対策として、昭和55年(1980年)頃に耐き裂性を改良した第二世代HDPEが開発され、また、水泡はく離事故については、材料に含まれたカーボンブラックが、水道水中の塩素と反応することが原因であることが判明した。そこで耐塩素水性の良い直鎖状低密度ポリエチレン樹脂(以下、L-LDPE)に移行するとともに、内面にはカーボンブラックを含まない水道用ポリエチレン二層管が開発され、平成2年(1990年)頃から使用されるようになった。さらに、平成10年(1998年)のJIS規格改訂時には単層管の規格は削除され、二層管のみとなった。

一方、平成元年(1989年)には第三世代HDPEと呼ばれる高性能ポリエチレン樹脂(HPPE/PE100)がソルベイ社(ベルギー)によって開発されて、その後、国内のメーカーでも同種のものが製造されるようになった。

現在使用されている配水用ポリエチレン管は、全て、この第三世代高密度ポリエチレン

樹脂（HPPE/PE100）が材料として使われており、第一世代及び第二世代に比較して、耐き裂性及び耐塩素水性が大幅に向上している。

(2) 管材質からみたポリエチレン管の分類

配水管としてポリエチレン管が用いられるようになったのは、「配水管用ポリエチレン管」が採用され始める平成7年（1995年）以降で、それ以前は、基本的には給水管用途として用いられていた。ただし、事業者によっては、呼び径50mmの水道用ポリエチレン管及び水道用ポリエチレン二層管を配水支管として使用している場合も見られる。

よって、「配水管用ポリエチレン管」以前の水道用ポリエチレン管を含め、ポリエチレン管は、規格及び使用材質の変遷などから以下のとおり分類される。

- 低密度ポリエチレン樹脂（LDPE）管及び第一世代高密度ポリエチレン樹脂（HDPE）管（昭和28～54年[1953～1979年]頃）
- 直鎖状低密度ポリエチレン樹脂（L-LDPE）管及び第二世代高密度ポリエチレン樹脂（HDPE）管（昭和55年～平成10年[1980～1998年]頃）
- 水道用ポリエチレン二層管
直鎖状低密度ポリエチレン樹脂（L-LDPE）二層管及び第二世代高密度ポリエチレン樹脂（HDPE）二層管（平成2年[2000年]以降）
- 配水管用ポリエチレン管
第三世代高密度ポリエチレン樹脂（HDPE）管（HPPE/PE100）（平成7年[1995年]以降）

種別	1955年 S30	1960年 S35	1970年 S45	1980年 S55	1990年 H2	2000年 H12
LDPE管 第一世代 HDPE管	■					
L-LDPE管 第二世代 HDPE管				■		
L-LDPE二層管 第二世代 HDPE二層管					■	
配水管用 ポリエチレン管						■

図 5.1 管材質によるポリエチレン管の分類

3) 継手形式による分類

(1) 継手形式による分類

ポリエチレン管の接合方法は、大きく分けると以下の3とおりである。

① 電気融着継手 (E F 継手)

配水用ポリエチレン管の継手形式であり、継手内に埋め込まれた電熱線に電流を流すことにより、管表面と継手内面を同時に溶かして接合する方法で、次の2つの方式がある。

■ E F ソケット

管相互又は管と継手スピゴットエンド部^{注)}との接合に用いられる。

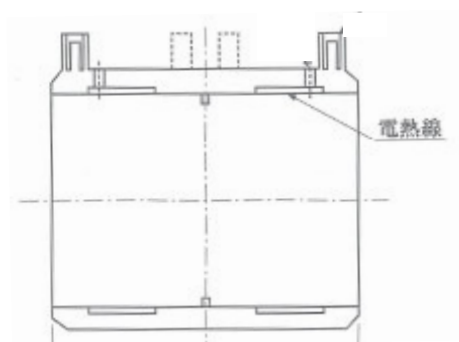


図 5.2 E F ソケット

■ E F 受口付き

E F 受口付直管と E F 片受継手があり、管又は継手スピゴットエンド部との接合に用いられる。

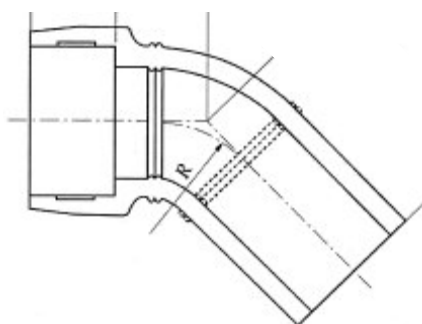


図 5.3 E F 片受継手の例

注) 継手スピゴットエンド部：管と同じ外径 (D) 及び肉厚 (t) の挿し口をもつ継手の挿し口部分のこと。電熱体入り受口継手と組み合わせて使用するもの。
図 5.4 参照。

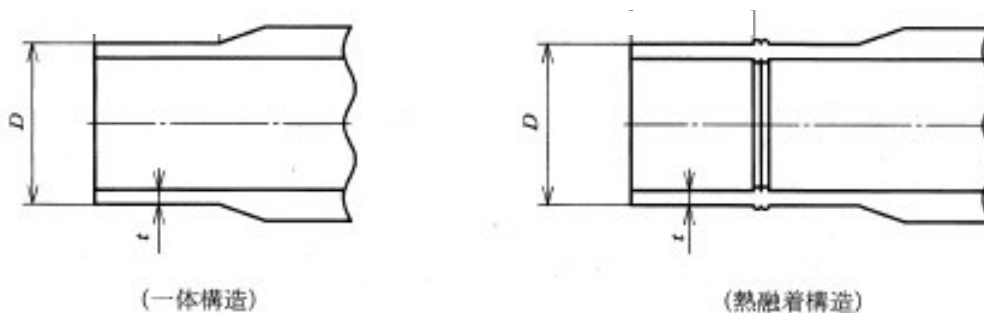


図 5.4 継手スピゴットエンド部

② メカニカル継手

配水用ポリエチレン管の継手形式であり、メカニカル継手は、主に異種管接続や水場で融着接合が困難な箇所などに用いられ、ゴム輪やOリングなどの弾性シール部材を用いて水密性を保つ方法で、ボルトやナットを締め付けることによって、シール性を確保する。一般的には離脱防止機能が内蔵されているものが使用されている。また、配水用ポリエチレン管の端部には、管の変形を抑えるため、インナーコアを挿入する。メカニカル継手の例を図 5.5 に示す。

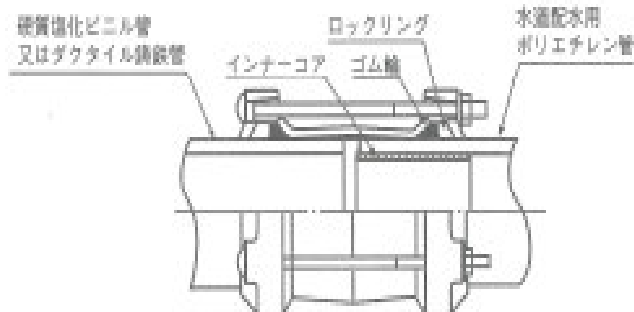


図 5.5 メカニカル継手

③ 金属継手

主に水道用ポリエチレン管同士及び水道用ポリエチレン二層管同士や給水装置との接続の場合に、呼び径 50mm 以下の継手に用いられており、当初から現在まで使用されている。(規格は「水道用ポリエチレン管金属継手」(JWWA B116))。配水用ポリエチレン管では、呼び径 50mm についても E F 継手が規格化されているため、配水管としては、呼び径 50mm の水道用ポリエチレン二層管において主に使用されている。

4) ポリエチレン管の総合的な年代別分類

以上の管材料、継手形式に関する変遷を大まかにまとめると、次のとおりである。

① 管材料

- ・昭和 28～54 年（1953～1979 年）の低密度ポリエチレン（LDPE）及び第一世代高密度ポリエチレン（HDPE）
- ・昭和 55 年～平成 10 年（1980～1998 年）の直鎖状低密度ポリエチレン（L-LDPE）及び第二世代高密度ポリエチレン（HDPE）
- ・平成 2 年（1990 年）以降の直鎖状低密度ポリエチレン（L-LDPE）二層管及び第二世代高密度ポリエチレン（HDPE）二層管
- ・平成 7 年（1995 年）以降の第三世代高密度ポリエチレン（HDPE）（HPPE/PE100）

② 継手形式： 金属継手、平成 7 年（1995 年）以降の E F 継手及びメカニカル継手

これらに基づいて、管材料、継手形式を勘案したポリエチレン管の年代別分類を行うと下表のとおりである。

表 5.1 ポリエチレン管の年代による分類

年代	管材質	継手形式	適用
S28 年(1953 年) ～S54 年(1954 年)	低密度ポリエチレン（LDPE） 第一世代高密度ポリエチレン（HDPE）	金属継手	呼び径 50mm 等で配水管として用いられている場合
S55 年(1955 年) ～H10 年(1998 年)	直鎖状低密度ポリエチレン（L-LDPE） 第二世代高密度ポリエチレン（HDPE）	↓	同上
H2 年(1990 年)以降	直鎖状低密度ポリエチレン二層管（L-LDPE） 第二世代高密度ポリエチレン（HDPE）	↓	同上
H7 年(1995 年)以降	第三世代高密度ポリエチレン（HPPE/PE100）	E F 継手 メカニカル継手	呼び径 50～200mm

5.2 年代分類ごとの劣化及び破損の特性

1) 昭和 54 年以前 [低密度ポリエチレン (LDPE) 管・第一世代高密度ポリエチレン (HDPE) 管]

(1) 管仕様

- ・管材質 : 低密度ポリエチレン (LDPE)、第一世代高密度ポリエチレン (HDPE)
- ・継手形式 : 金属継手
- ・呼び径 : 配水管として使用されている口径としては、主に 50mm

(2) 劣化及び破損の特性

低密度ポリエチレン (LDPE) については水泡はく離事故、第一世代高密度ポリエチレン (HDPE) については劣化による亀裂漏水事故の問題が懸念される。

また、有機溶剤に侵されたり、き裂が発生するようなことはないが、一部の浸透性の高い有機溶剤が大量に土壤に浸透している場合などには、管内の水質に影響を与えることが懸念される。

継手は金属製のため、腐食等の可能性があり、腐食に伴う継手部からの漏水の可能性はある。

2) 昭和 55 年以降、平成 10 年以前 [直鎖状低密度ポリエチレン (L-LDPE) 管・第二世代高密度ポリエチレン (HDPE) 管]

(1) 管仕様

- ・管材質 : 直鎖状低密度ポリエチレン (L-LDPE)、第二世代高密度ポリエチレン (HDPE)
- ・継手形式 : 金属継手
- ・呼び径 : 配水管として使用されている口径としては、主に 50mm

(2) 劣化及び破損の特性

第二世代高密度ポリエチレン (HDPE) では、第一世代低密度ポリエチレン (HDPE) での課題である耐亀裂性が改良され、直鎖状低密度ポリエチレン (L-LDPE) では、低密度ポリエチレン (LDPE) での課題である水泡はく離が改善された。

その他の劣化及び破損の特性は、低密度ポリエチレン (LDPE) 管及び第一世代高密度ポリエチレン (HDPE) 管とほぼ同様である。

3) 平成2年以降 [直鎖状低密度ポリエチレン (L-LDPE) 二層管・第二世代高密度ポリエチレン (HDPE) 二層管]

(1) 管仕様

- ・管材質 : 直鎖状低密度ポリエチレン (L-LDPE) 二層管、第二世代高密度ポリエチレン (HDPE) 二層管
- ・継手形式 : 金属継手
- ・呼び径 : 配水管として使用されている口径としては、主に 50mm

(2) 劣化及び破損の特性

ポリエチレン樹脂に配合されているカーボンブラックが触媒として作用し、水泡・はく離現象を発生することが解明されたので、水道水に接する内面はカーボンブラックを含有しないナチュラル層に、外層は従来どおりカーボンブラックを配合し耐候性を維持した二層構造の二層管とすることによって、従来の単層管に比べ耐塩素水性に優れている。

その他の劣化及び破損の特性は、直鎖状低密度ポリエチレン (L-LDPE) 管・第二世代高密度ポリエチレン (HDPE) 管と同様である。

4) 平成7年以降 (配水用ポリエチレン管)

(1) 管仕様

- ・管材質 : 配水用ポリエチレン管 (HPPE/PE100)
- ・継手形式 : E F 継手 メカニカル継手
- ・呼び径 : 50mm～200mm

(2) 劣化及び破損の特性

耐環境応力き裂特性を向上させた第三世代高密度ポリエチレン樹脂 (HPPE/PE100) は、1997年に日本水道協会規格 (JWWAK144・145) が制定され、10年程度経過しているが、現時点では劣化による漏水や水泡はく離事故等の問題は発生していない。

また、一部の浸透性の高い有機溶剤が大量に土壤に浸透している場合には、状況に応じ、溶剤浸透防止スリーブ等を用いる場合もある。

メカニカル継手を使用する場合、継手金属部分が腐食する可能性までは否定できない。

また、離脱防止機能のあるメカニカル継手を使用した場合は、接合強度が管体強度と同等以上であるため、地盤変動が生じてても配水用ポリエチレン管の管体自身が伸縮し変動を吸収するため、接合部から管が離脱する可能性は低い。

5.3 耐震性

1) 過去の地震（阪神淡路大震災・新潟県中越地震）における管種・継手と被害率

(1) 阪神淡路大震災・新潟県中越地震での被害率

過去の地震（阪神淡路大震災・新潟県中越地震）における管種・継手と被害率との関係は図 1.6 に示すとおりであるが、ポリエチレン管は、耐震性を判断する被災事例の数が少なく、過去の地震から耐震性を評価するには、データが少ない状況である。

2) 管特性から見た耐震性

水密性を保持したままで地盤変動に追従するための屈曲・可撓性能を有すること、継手部が離脱しない構造であることが求められる。

ポリエチレンの材料特性から、屈曲・伸び・可撓性能を有している。継手に関しては、継手形式により異なる。

① EF継手

管体には伸縮・可撓性能があり、さらにEF接合により一体構造管路となっている。EF接合部の強度はポリエチレン管本体以上であり、離脱しないため、地震に伴う地盤変動が生じてても機能保持が可能である。

② メカニカル継手

管体には伸縮・可撓性能があり、メカニカル継手は離脱防止構造となっている。構造的には離脱の可能性があるが、接合強度が管体以上であり、抜け出す前に管本体が伸縮することで、地震に伴う地盤変動を吸収する構造である。

③ 金属製継手

管体には伸縮・可撓性能があり管本体が伸縮するが、継手は離脱防止構造がないため、過度の地盤変動が生じた場合に離脱しないとは言い難い構造である。

3) ポリエチレン管の耐震性能に関する情報

「平成 18 年度 管路の耐震化に関する検討会報告書（平成 19 年 3 月）」では、以下のとおりとされている。

配水用ポリエチレン管（融着継手）の使用期間が短く、被災経験が十分ではないことから、十分に耐震性能が検証されるには未だ時間を要すると考えられること、また、悪い地盤におけるレベル 2 地震の被災経験がないことからそれぞれ注釈を付すこととしたが、各水道事業者の判断により採用することは可能である。

表 5.2 ポリエチレン管の耐震適合性

管種・継手	配水支管が備えるべき耐震性能		
	基幹管路が備えるべき耐震性能		
	レベル 1 地震動に対して、個々に軽微な被害が生じて、その機能保持が可能であること。	レベル 1 地震動に対して、原則として無被害であること。	レベル 2 地震動に対して、個々に軽微な被害が生じて、その機能保持が可能であること。
配水用ポリエチレン管 (融着継手) 注 1)	○	○	注 2)
水道用ポリエチレン二層管 (冷間継手)	○	△	×

注 1) : 配水用ポリエチレン管 (融着継手) の使用期間が短く、被災経験が十分ではないことから、十分に耐震性能が検証されるには未だ時間を要すると考えられる。

注 2) : 配水用ポリエチレン管 (融着継手) は、良い地盤におけるレベル 2 地震 (新潟県中越地震) で被害がなかった (フランジ継手部において被害があった) が、布設延長が十分に長いとは言えないこと、悪い地盤における被災経験がないことから、耐震性能が検証されるには時間を要すると考えられる。

以上