

Next Standard



高機能ダクタイル鉄管

日本ダクタイル鉄管協会技術資料

塗装とライニング

JDPA T 12



日本ダクタイル鉄管協会

目 次

1. 塗装及びライニング	1
2. 塗装について	1
2.1 塗料の構成	1
2.2 塗料の乾燥機構	3
2.3 塗装の下地処理	4
2.4 塗装方法	5
3. ダクタイル鉄管の内外面塗装(ライニング)	6
3.1 内外面塗装の変遷	6
3.2 内外面塗装の関連規格	7
3.3 現在の内外面塗装(ライニング)	8
4. 各内外面塗装(ライニング)について	9
4.1 外面塗装	9
4.2 外面特殊塗装	13
4.3 内面モルタルライニング	16
4.4 内面エポキシ樹脂粉体塗装	18
4.5 その他の内面塗装(液状エポキシ樹脂塗装、合成樹脂塗装)	20
参考規格抜粋	22

1. 塗装及びライニング

塗装（コーティング）及びライニングの目的は、物体の表面に塗膜を形成することによって防食保護、美観などの性能をその物体に付与することである。特に金属体の塗装においては美観を目的とする場合でも、防食保護作用は欠かせない基本的な性能として必要である。すなわち、金属体は自然界において酸素、炭酸ガス、水分などによって絶え間のない酸化作用を受け、腐食が進む。

大気中においては風雨、紫外線、気温の変動などの作用によるウェザリングの問題があり、水中においては水、食塩その他塩類による腐食があり、土中埋設においては土壌腐食という複雑な腐食問題を克服する必要がある。このため、鉄鋼材料はこの防食が確実に実行されてその特性を発揮、保持し得るのである。

塗装、ライニングの今ひとつの目的として表示が上げられる。これは物体に塗装することによって、その目的とする意図を示すものである。文字、図形、色分けなどその手段にはいろいろあるが、いずれにしても意図することを見る人に明確に理解させるという面で、塗装は非常に有効な手段である。

2. 塗装について

2.1 塗料の構成

塗料とは、「流動状態で物体の表面に拡げることにより薄膜を形成し、時間の経過とともに密着したまま固化し、所期の性能を持った膜（塗膜）となり、連続して物体の表面を被覆するものをいう」と定義されている。

塗料の組成は、図1に示すように展着剤（ビヒクル）、顔料、添加剤及び溶剤から構成され、これらの組合せにより種々の性能の塗料が作られる。

近年、環境に配慮した溶剤を含まない塗料が開発され、その形状から粉体塗料と呼ばれている。

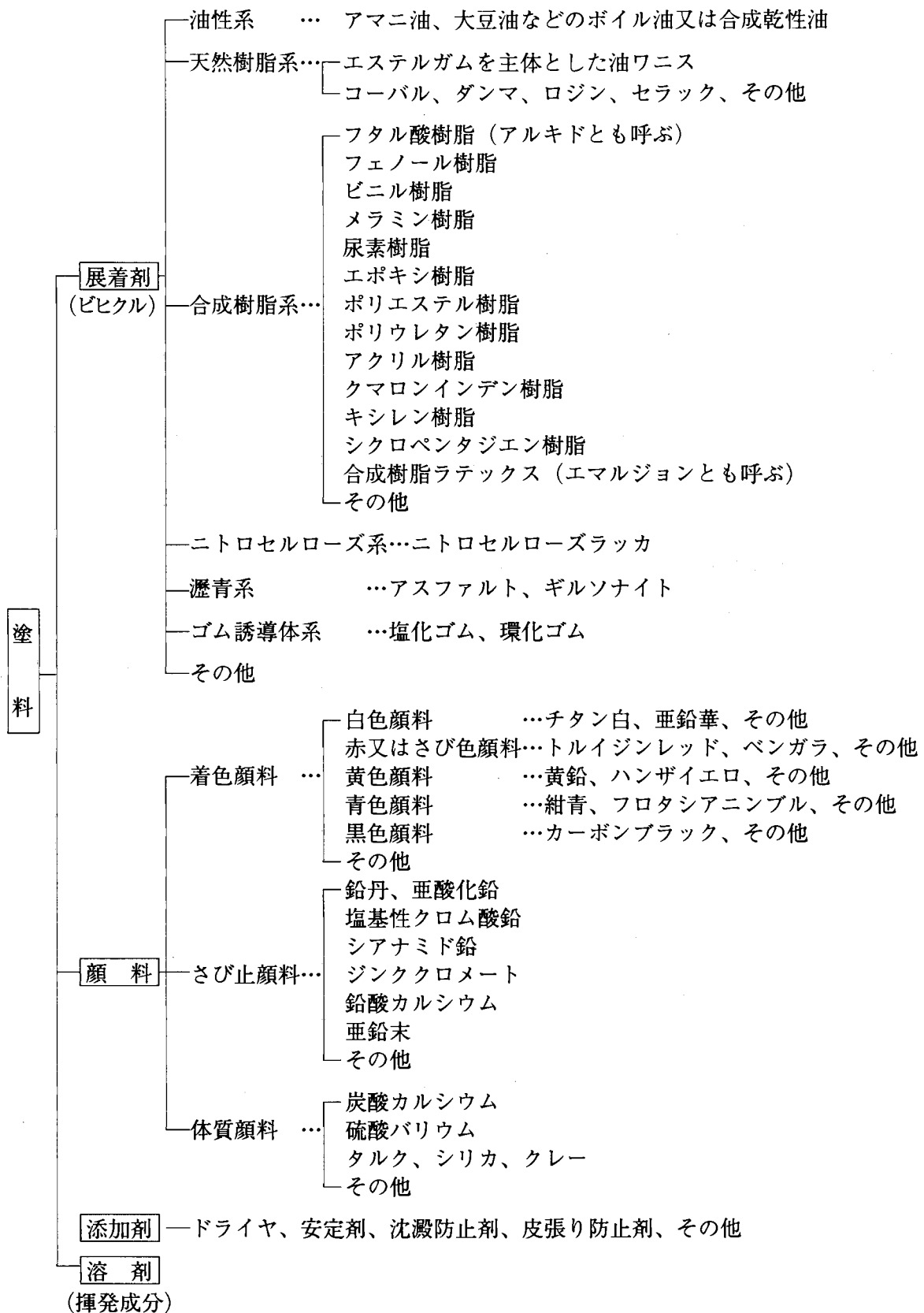


図1 液状塗料の組成

展着剤 は顔料と練りあわせて塗膜を形成するもので、天然油脂を原料としたものや、近年多用される合成樹脂などがある。合成樹脂を展着剤とした塗料には、天然油脂をベースとしてフタル酸を反応させたフタル酸樹脂塗料や、塩化ゴム系樹脂塗料、アクリル樹脂塗料、エポキシ樹脂塗料、ポリウレタン樹脂塗料、フッ素樹脂塗料など多くの品種がある。これらの塗料の塗膜性能は、使用される展着剤により大きく異なるため、腐食環境の厳しさや使用目的に応じて使い分けがなされている。

顔料 は塗膜を形成する主要成分であり、着色顔料は塗膜の着色を、さび止め顔料は防食効果の付与を主な目的としている。また、体質顔料は下塗り塗料や中塗り塗料の塗膜厚を増加させたり、塗膜強度を上げたり、塗料の流動特性を変えて作業性を向上させることを主な目的としている。

添加剤 は塗料の乾燥を促進させる乾燥剤、顔料の沈殿を防ぐ沈殿防止剤や発泡防止剤などがあり、塗料や塗膜の安定性に寄与している。

溶剤 は塗装後に蒸発して塗膜を形成しない成分であるが、ビヒクルを溶解して流動性を与え、塗装作業時の作業性や塗膜の仕上がり状態を良好にする役割をもっている。

塗料は、このように多種の原料の中から、その目的に応じて選定して構成される。

2.2 塗料の乾燥機構

塗料は乾燥してはじめてその機能を果たし得る状態になる。乾燥するということは塗料にとっての第一歩であり、乾燥しなければ塗料とはいえないともいうことができる。また、その遅速、程度などは素地の状態、使用時の環境とも密接な関係がある。乾燥の状態を分類すると表1のように大別できる。

表1 塗料の乾燥状態

乾燥の程度	塗膜の状態
指触乾燥	塗面の中央に指先で軽く触れて、指先が汚れない状態をいう。
半硬化乾燥	塗面の中央を指先で静かに軽くこすって、塗面にすり跡が付かない状態をいう。
硬化乾燥	塗面の中央を親指と人差指とで強く挟んで、塗面に指紋によるへこみが付かず、塗膜の動きが感じられず、また、塗面の中央を指先で急速に繰り返してこすっても塗面にすり跡が付かない状態をいう。

重ね塗りに支障がない時期は、硬化乾燥（または半硬化乾燥）以後である。

また、単に塗料の乾燥時間という場合には、通常、標準状態（温度20℃、湿度65%）での乾燥時間を指している。

2.3 塗装の下地処理

一般の塗装においては、その下地処理が塗膜の耐久性に重要な関連をもっている。ダクタイル鉄管の下地処理は、主としてショットブラスト処理やグラインダ処理が行われているが、製造時に耐食性のある酸化被膜が生じるため、密着性の良いものは付着していても差しつかえないことになっている。

一般的な下地処理の基準としては、ブラスト処理によるものと工具によるクリーニングがあるが、表2のような区分が行われている。

表2 素地調整の等級

素地調整の程度	素地調整の状態	工具
1種ケレン	ミルスケール及びさびは完全に除去し、ピカピカした金属表面とする。	ショットブラスト サンドブラスト グラインダ
2種ケレン	完全に付着したミルスケールは残すが、それ以外の不安定なミルスケール、さびは除去する。	ディスクサンダ チューブクリーナ ワイヤホイール
3種ケレン	ワイヤブラシなどで浮きさび、浮きミルスケールは除去する。	スクレーパ ワイヤブラシ

備考 この規定は主に鋼材の下地処理の等級分けに使用されている。

下地処理は屋内（雨のかからない所）で行うものとし、塗装は下地処理後、発さびのないことを確認した後に行う。部分的発さびが認められるときは、塗装前に再度下地処理を行う。

(参考) 下地処理に関する外国規格を示す。

(1) S. I. S. 規格 (SVENSK STANDARD SIS 05 59 00) [スウェーデン規格]

ショットブラストなどを行う場合 SIS Sa 2 1/2

グラインダ処理などを行う場合 SIS St 2

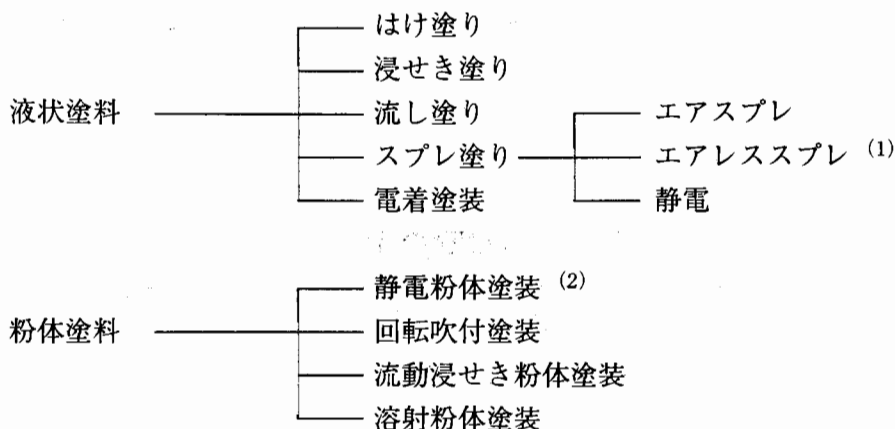
(2) S. S. P. C規格 (STEEL STRUCTURES PAINTING COUNCIL) [U. S. A規格]

ショットブラストなどを行う場合 S. S. P. C-SP-10

グラインダ処理などを行う場合 S. S. P. C-SP-3

2.4 塗装方法

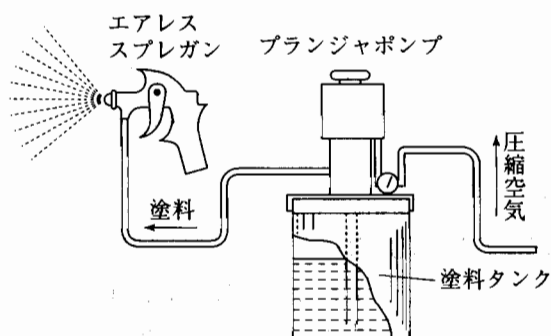
塗料を塗装する方法は、塗料の種類に応じて使い分けられており、以下のようになっている。



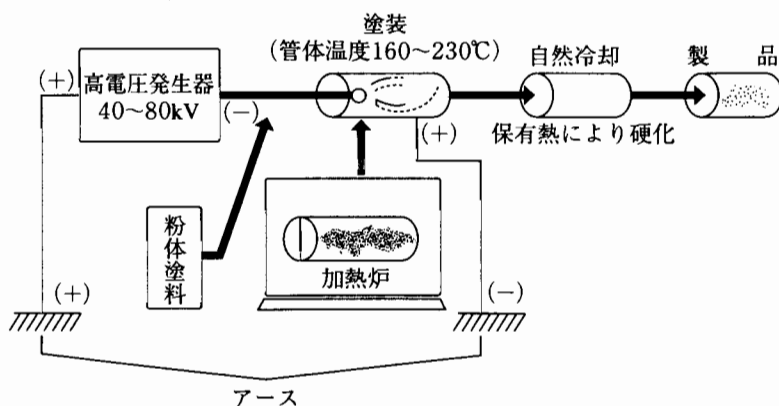
ダクタイル鉄管の外表面は、主としてエアレススプレ塗りが行われており、異形管では呼び径、形状などによってエアレススプレ塗り、はけ塗り、浸せき塗りなどが選択されている。

また、粉体塗装を施す直管内面は回転吹付塗装、異形管では静电粉体塗装が適用されている。

注 (1) エアレススプレ塗り



注 (2) 静电粉体塗装



3. ダクタイル鉄管の内外面塗装（ライニング）

3.1 内外面塗装の変遷

鑄鉄管の内外面塗装の変遷を表3に示す。

表3 鑄鉄管の内外面塗装の変遷

	直 管		異 形 管		
	内 面	外 面	内 面	外 面	
1955 (S30)	コーラルタール系塗装 モルタルライニング	コーラルタール系塗装 アスファルト系塗装	コーラルタール系塗装	コーラルタール系塗装	1955 (S30)
1965 (S40)		タールエポキシ樹脂塗装	コーラルタール系塗装 モルタルライニング	タールエポキシ樹脂塗装	1965 (S40)
1975 (S50)	エポキシ樹脂粉体塗装	合成樹脂塗装	エポキシ樹脂粉体塗装	エポキシ樹脂粉体塗装 合成樹脂塗装	1975 (S50)
1985 (S60)			合成樹脂塗装	液状エポキシ樹脂塗装	1985 (S60)
1995 (H7)					1995 (H7)
2005 (H17)					2005 (H17)

- 備考
- ・内面塗装（ライニング）は、直管ではモルタルライニング、異形管ではエポキシ樹脂粉体塗装が主に採用されているが、直管の粉体塗装も中小口径を中心に増加している。
 - ・外面塗装は、1988年からタールを含まない合成樹脂塗料が採用され、呼び径250以下の直管は亜鉛系プライマが施されることにより耐食性が高められた。
 なお、これらの内容については、1992年にJWWA G 113, 114及びJWWA K 139の中で規定された。
 - ・腐食性土壌における防食方法として、1975年にポリエチレンスリーブの規格が制定され、スリーブの普及が促進された。なお、2005年にポリエチレンスリーブは日本水道協会規格（JWWA K 158）として制定された。
 - ・塗装開始年については、管種や呼び径によって若干差がある。

3.2 内外面塗装の関連規格

国内におけるダクタイル鉄管内外面塗装関連規格を表4に示す。

表4 ダクタイル鉄管の内外面塗装規格

管の種類	塗装の種類	規 格	適用呼び径	備 考		
直 管	内 面	モルタル ライニング	ダクタイル鋳鉄管モルタルライニング (JIS A 5314-1998)			
			水道用ダクタイル鋳鉄管モルタル ライニング(JWWA A 113-2004)			
	内 面	エポキシ樹 脂粉体塗装	ダクタイル鋳鉄管内面エポキシ樹脂 粉体塗装(JIS G 5528-1984)	呼び径75~600(呼び 径700以上については 本規格を準用する。)		
			水道用ダクタイル鋳鉄管内面エポキシ 樹脂粉体塗装(JWWA G 112-2004)			
	外 面	合成樹脂 塗装	ダクタイル鋳鉄管 (JIS G 5526-1998)			
			水道用ダクタイル鋳鉄管 (JWWA G 113-2004)			
			水道用ダクタイル鋳鉄管合成樹脂塗料 (JWWA K 139-1992)			
			ダクタイル鋳鉄管合成樹脂塗装 (JCPA Z 2010-2005)			
	異 形 管	内 面	エポキシ樹 脂粉体塗装	ダクタイル鋳鉄管内面エポキシ樹脂 粉体塗装(JIS G 5528-1984)	75~600(700以上につ いては本規格を準用す る。)	
				水道用ダクタイル鋳鉄管内面エポキシ 樹脂粉体塗装(JWWA G 112-2004)		
内 面		液状エポキ シ樹脂塗装	水道用液状エポキシ樹脂塗料塗装方法 (JWWA K 135-2004)	適用呼び径及び塗装方 法は各製品規格で規定 されている。	適用呼び径は 1350~2600 としている。	
			ダクタイル鋳鉄異形管内面液状エポキシ 樹脂塗装(JCPA Z 2011-2005)			1350~2600(1200以 下の管については本規 格を準用する。)
外 面		合成樹脂 塗装	ダクタイル鋳鉄異形管 (JIS G 5527-1998)			
			水道用ダクタイル鋳鉄異形管 (JWWA G 114-2004)			
			水道用ダクタイル鋳鉄管合成樹脂塗料 (JWWA K 139-1992)			
外 面		合成樹脂 塗装	ダクタイル鋳鉄異形管 (JIS G 5527-1998)			
			水道用ダクタイル鋳鉄異形管 (JWWA G 114-2004)			
			水道用ダクタイル鋳鉄管合成樹脂塗料 (JWWA K 139-1992)			
	ダクタイル鋳鉄管合成樹脂塗装 (JCPA Z 2010-2005)					

3.3 現在の内外面塗装（ライニング）

現在行われているダクタイル鉄管の内外面塗装（ライニング）を表5に示す。

表5 ダクタイル鉄管の内外面塗装（ライニング）

管の種類	塗装（ライニング）の種類	塗料(ライニング材料)	
直管	内面	モルタルライニング	モルタル（セメント+骨材）
		エポキシ樹脂粉体塗装	エポキシ樹脂粉体塗料
	外面	合成樹脂塗装	一液性エポキシ樹脂塗料、アクリル樹脂塗料 二液性エポキシ樹脂塗料
		エポキシ樹脂粉体塗装	エポキシ樹脂粉体塗料
異形管	内面	液状エポキシ樹脂塗装	二液性エポキシ樹脂塗料
		合成樹脂塗装	一液性エポキシ樹脂塗料、アクリル樹脂塗料 二液性エポキシ樹脂塗料
	外面	合成樹脂塗装	一液性エポキシ樹脂塗料、アクリル樹脂塗料 二液性エポキシ樹脂塗料

なお、異形管の内面には、表5以外に合成樹脂塗装やモルタルライニングも行われている。
また、異形管の外面には、エポキシ樹脂粉体塗装も行われている。

4. 各内外面塗装（ライニング）について

4.1 外面塗装

4.1.1 塗料

铸铁管、ダクタイル鉄管の防食塗装としては、古くはコールタールやタールエポキシ樹脂塗料が用いられていたが、タールの衛生性が問題となり、現在ではJWWA K 139（水道用ダクタイル铸铁管合成樹脂塗料）に規定されている塗料を使用している。

なお、この中で規定されている塗料は、表6に示すように、従来使用されていたJIS K 5664（タールエポキシ樹脂塗料）の3種と同等以上の性能を有している。

JWWA K 139の塗料の組成を、表7に示す。

表6 JWWA K 139とJIS K 5664 3種の品質比較

	JWWA K 139	JIS K 5664 3種
耐 屈 曲 性	直径10mmの折り曲げに耐えること。	直径10mmの折り曲げに耐えること。
耐 衝 撃 性	割れ・はがれができないこと。 (500g×300mm)	割れ・はがれができないこと。 (500g×300mm)
耐アルカリ性	水酸化ナトリウム (0.1mol/L) に48時間浸しても異常がないこと。	水酸化ナトリウム (5 W/V%) に48時間浸しても異常がないこと。
耐 酸 性	硫酸 (0.05mol/L) に48時間浸しても異常がないこと。	硫酸 (5 W/V%) に72時間浸しても異常がないこと。
耐 湿 性	120時間の試験で異常がないこと。	120時間の試験で異常がないこと。
耐塩水噴霧性	120時間の試験で異常がないこと。	120時間の試験で異常がないこと。
耐 水 性	30日間の試験で異常がないこと。	—————
耐 候 性	300時間の試験で割れ、はがれ、さびを認めないこと。	—————
耐冷熱繰返し性	6回の繰返しに耐えること。 (-20℃ ↔ 80℃)	3回の繰返しに耐えること。 (-20℃ ↔ 80℃)

表7 JWVA K 139の塗料組成

		一液性エポキシ樹脂塗料	二液性エポキシ樹脂塗料	アクリル樹脂塗料
樹脂	着色顔料	<ul style="list-style-type: none"> ・エピクロロヒドリンとビスフェノールAを反応させたエポキシ樹脂、又はエピクロロヒドリンとビスフェノールAを反応させたエポキシ樹脂に脂肪酸を反応させたもの。 ・メチルアクリレート、スチレンなどを反応させたアクリル樹脂 ・クマロンインデン樹脂、キシレン樹脂、シクロペンタジエン樹脂 		
	主剤	<ul style="list-style-type: none"> ・エピクロロヒドリンとビスフェノールAを反応させたエポキシ樹脂 ・メチルアクリレート、スチレンなどを反応させたアクリル樹脂 ・クマロンインデン樹脂、キシレン樹脂、シクロペンタジエン樹脂 		
硬化剤	硬化剤	<ul style="list-style-type: none"> (標準型) トリエチレンテトラミンを主体とした脂肪族ポリアミノアミド又は脂肪族アミンアダクト体 (低温型) トルエンジイソシアネートを主体としたアダクト体 		
	硬化剤			
顔料、その他	着色顔料	カーボンブラック		
	体質顔料	炭酸カルシウム、シリカ、硫酸バリウム、タルク、クレー		
溶剤				

4.1.2 塗装

合成樹脂塗料（JWWA K 139）の塗装方法及び塗布量について表8に示す。

表8 ダクタイル鉄管の外面塗装

	直管（JWWA G 113）	異形管（JWWA G 114）
塗 装 方 法	機械塗り又は手塗り	機械塗り又は手塗り
塗 布 量	目標250g/m ² 以上 (目標塗膜厚さ100 μ m)	目標200g/m ² 以上 (目標塗膜厚さ80 μ m)
亜鉛系プライマ	呼び径250以下に適用	—

亜鉛系プライマは、下塗りとして優れた外面防食方法であり、土壤中の埋設管の塗膜に微少な傷がついた場合でも、その部分が亜鉛の陰極防食効果により局所的な孔食とはならず、かつ、不要な亜鉛の損耗を上塗り塗料が抑制する効果を持っており、腐食性環境下での管路の防食対策として効果的である。

わが国はもとより国際規格などにおいても、

ISO 8179-1995

Ductile iron pipes - external zinc coating

BS EN 545-1995

Ductile iron pipes, fittings, accessories and their joints for water pipelines

Requirements and test methods

として規格化されている。

亜鉛系プライマの国内外の規格を表9に示す。

表9 亜鉛系プライマ

	JDPA	ISO	BS
規 格	JDPA Z 2010-2005 ダクタイル鋳鉄管合成樹脂塗装	ISO 8179-1995 Ductile iron pipes-external zinc coating	BS EN 545-1995 Ductile iron pipes, fittings, accessories and their joints for water pipelines requirements and test methods.
適用範囲	ダクタイル鋳鉄直管及びダクタイル鋳鉄異形管の外面に形成する塗膜及び塗装方法について規定している。	ダクタイル鉄管の外表面ジंक塗装について規定している。 ジंक、仕上げ塗料、検査仕様も含まれる。	ダクタイル鉄管及び異形管の材料、寸法、機械的性質、並びに標準塗装に関する要求事項を規定している。
内 容	<p>(1) 材料(Zn含有量)</p> <p>亜鉛溶射 99%以上 ジंकリッチペイント 85%以上</p> <p>(2) 外面状態</p> <p>塗装面の前処理は、さびこぶ、さび、その他塗装に有害な付着物をブラスト、グラインダ、サンダなどで除去する。</p> <p>(3) ジंक塗布量</p> <p>亜鉛溶射 130g/m²以上 ジंकリッチペイント 150g/m²以上</p> <p>(4) 上塗り塗装</p> <p>上塗り塗料は、エポキシ樹脂、アクリル樹脂などに変性樹脂、顔料などを配合した合成樹脂塗料とする。 塗装方法は、機械塗り又は手塗りのいずれかで行う。 合計塗膜厚さは、(直管)目標100μmとする。</p>	<p>(1) 材料(Zn含有量)</p> <p>亜鉛溶射 99%以上 ジंकリッチペイント 85%以上</p> <p>(2) 外面状態</p> <p>ジंक塗装は、通常酸化被膜表面に行くがショットブラストをした外面でもよい。さび、付着物のない乾燥した外面で油、グリースなどがあってはならない。</p> <p>(3) ジंक塗布量</p> <p>亜鉛溶射 130g/m²以上 ジंकリッチペイント 150g/m²以上</p> <p>(4) 上塗り塗装</p> <p>ジंक塗装後、ビチューメンか合成樹脂塗料を仕上げ塗装する。 塗装方法は、スプレかハケ塗りで行う。 仕上げ層のみの平均膜厚は、70μm以上とし、50μm以下の箇所があってはならない。</p>	<p>(1) 材料(Zn含有量)</p> <p>亜鉛溶射 99%以上</p> <p>(2) 外面状態</p> <p>管の表面は、乾燥していて、さび及び付着性のない粒子又は油やグリース類があってはならない。</p> <p>(3) ジंक塗布量</p> <p>亜鉛溶射 130g/m²以上</p> <p>(4) 上塗り塗装</p> <p>亜鉛溶射後、ビチューメンか合成樹脂塗料を仕上げ塗装する。 塗装方法は、スプレ、ハケ、浸漬などで行う。 仕上げ層のみの平均膜厚は、70μm以上とし、50μm以下の箇所があってはならない。</p>

4.2 外面特殊塗料

ダクタイル鉄管は一般的には埋設管として使用されているが、浄水場、下水処理場などでは地上または管廊内で露出配管されたり、水中配管されることがある。

露出配管の場合には、塗装は単なる防錆、防食だけでなく、管路の美観や内部流体を識別するための表示が目的となることがある。

水中配管の場合には、内面と同様の優れた防食性能が期待される。

これらの塗装については、JCPA Z 2009-2002（ダクタイル鋳鉄管外面特殊塗装）として規格化されており、現地塗装の種類を表10に示す。この規格では、1次塗装に亜鉛系プライマ塗装を行うことで耐久性の向上を図り、1次、2次、3次塗装は工場で塗装し、輸送や布設工事での塗膜の損傷を考慮して施工現場において、さらに現地塗装を行うこととしている。

M. I. O.とはMicaceous Iron Oxideの略であり、鱗片状をした酸化第二鉄を主体とする天然顔料であり、ドイツ、オーストラリアで産出する。M. I. O.を含有する塗料は、耐候性が優れており、かつ、薄片状のM. I. O.が複層をなし、これが塗膜中への水分、腐食性成分の浸入を抑える効果もある。

また、このM. I. O.を用いると塗膜の表面層の粗度を保持できるため、エポキシ樹脂塗料のように、下塗りとは上塗りの塗装間隔が長くなり、塗膜の層間密着性が悪くなる場合には、M. I. O.を含んだ下塗りを用いることにより、上塗りの付着性が改善される。このためJCPA Z 2009では3次塗装にM. I. O.塗料を用いることとしている。

表10 ダクトイル鑄鉄管外面特殊塗装 (JCPA Z 2009-2002)

種類	工場塗装			現地塗装 (参考)		
	1次塗装	2次塗装	3次塗装	用途	現地塗装適合塗料	備考
AA	亜鉛溶射 又は ジンクリッチ ペイント ⁽¹⁾	管に通常用いる 塗料 塗膜の厚さ 0.08mm	—	主として露出 配管に用い る。	管に通常用いる 塗料	黒色とし、その他の色 は指定できない。
BB		現地塗装のアク リル NAD系艶有塗 料に適した管に 通常用いる塗料 塗膜の厚さ 0.08mm			アクリルNAD系 艶有塗料	色の指定ができ、歩道 橋や建築関係で通常 用いられている。 塗料は市販性がよく、 入手しやすい。
CC		エポキシ樹脂 塗料 塗膜の厚さ 0.05mm	エポキシ M.I.O.塗料 塗膜の厚さ 0.05mm	水中配管及 び湿度の高い 所の露出配 管に用いる。	ポリウレタン 樹脂塗料	色の指定ができ、耐候 性が要求される場合に 使用される。
DD					エポキシ樹脂 塗料	色の指定ができ、水中 や湿度の高い腐食性 環境で使用される。

注 (1) 1次塗装の塗布量は、亜鉛溶射の場合130g/m²、ジンクリッチペイントの場合150g/m²を基準とし、塗膜厚さは0.02mmとして積算する。

次に、外面特殊塗装の種類を選定する簡易な手順を図2に示す。

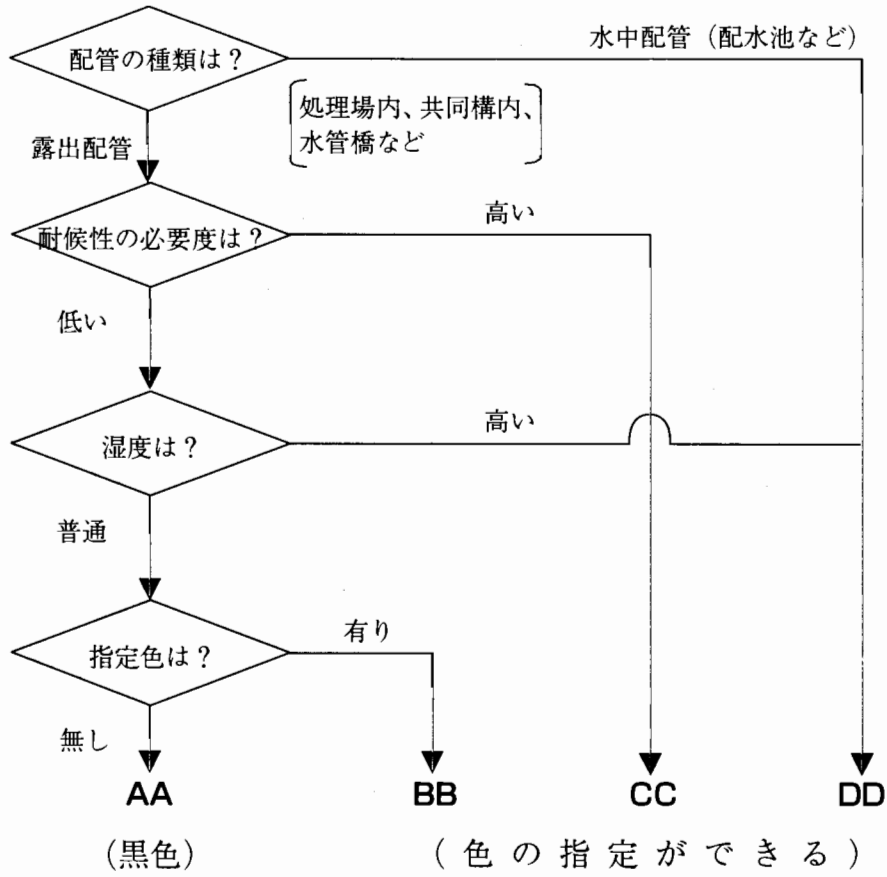


図2 外面特殊塗装の選定手順

4.3 内面モルタルライニング

直管の内面は、1950年代半ば以降、主としてモルタルライニングが施されてきた。

鉄管の内面にモルタルライニングを施すと、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て防食する効果がある。この方法は1850年代、フランスの科学アカデミーが水道管のさびこぶ防止対策として、もっとも確実な方法であると推奨した。

その後米国において1870年代から実用化され、水道管の内面を防食し、さびこぶの発生もなく、管路の流速係数も布設直後とほとんど変わらないと報告されている。表11に米国の調査結果の一例を示す。

わが国においても、モルタルライニングは、使用後約45年以上経過した管についても防食効果を発揮し続けていることを確認している。

モルタルライニングの規格は1956年にJWSA（JWWAの前身）A 107（水道用铸铁管モルタルライニング方法）として制定された。その後ダクタイル鉄管の規格として、1967年にJWWA A 107（ダクタイル鉄管モルタルライニング）が制定され、1984年にはJIS A 5314（ダクタイル铸铁管モルタルライニング）、2000年にはJWWA A 103（水道用ダクタイル铸铁管モルタルライニング）が規格として制定され現在に至っている。

表11 モルタルライニング管流速係数の経年変化実測例

場 所	呼び径 (インチ)	シールコート 有無	公称最小ライニン グ厚さ(インチ)	長 さ (フィート)	布設年	経過年数	C値
Birmingham, Ala.	6	有	1/16	473	1940	1	148
						6	141
						12	138
						17	133
Catskill, N.Y.	16	無	1/8	30,825	1932	25	136
Champaign, Ill.	16	無	3/16	3,920	1928	13	137
						22	139
						28	145
						36	130
Charleston, S.C.	5.78			300	1941	新管	145
	12			12	146		
				16	143		
				1932	15	145	
					25	136	
Chicago, Ill.	36	有	1/8	7,200	1945	1	147
						12	151
Concord, N.H.	12	無	1/16	500	1928	13	143
						29	140
						36	140
Danvers, Mass.	20	無	1/16	500	1926	31	135
						38	133
Greenville, S.C.	30		1/8	87,400	1944	13	148
	30			20	146		
				19	148		
1939	25	146					
Greenville, Tenn.	12	無	1/16	500	1928	13	134
						29	137
						36	146
Knoxville, Tenn.	10		1/16	500	1925	16	134
						32	135
						39	138
Manchester, N.H.	12	有		500	1936	5	151
						19	132
						26	140
Safford, Ariz.	10	無	1/8		1941	16	144
Watertown, N.Y.	10	無	1/16	500	1927	14	151
						28	132
						37	125 ¹⁾

注 1) 過剰塩素処理によりライニング上のスライムを除去したもの(Wallace T. Miller, Jour. AWWA. Jun, 1965)

4.4 内面エポキシ樹脂粉体塗装

粉体塗装は、溶剤を含まない樹脂粉末を被塗物に付着させ、加熱溶融させることによって連続塗膜を形成させるものである。

この粉体塗装の特徴を以下に示す。

- ① 固形分100%の粉末状塗料による塗装で、溶剤を含んでいないため、塗膜の硬化乾燥が迅速で、かつ、塗膜として溶剤に起因するトラブルがない。(ピンホール、膨れ、耐薬品性の低下など。)
- ② 1回塗装で厚塗りが可能である。

これは、長期間にわたっての防食効果が必要な重防食塗料に好都合である。

各種の粉体塗料(エポキシ、ポリエチレン、ポリエステルなど)を用いた性能試験結果では、エポキシ樹脂粉体塗装が防食性能、耐久性、物性、衛生性などの点から、最も優れていることが示された。

エポキシ樹脂粉体塗装管を、pH2に調整した水を用いて表12に示す条件で長期間の通水試験を行った。その結果を表13に示す。

表 12 酸性水通水試験条件

項目	試験条件
水質	pH2 (HClで調整)
流速	約5 m/秒
供試管	呼び径100×長さ300mm
期間	13年間

表 13 酸性水通水試験結果

塗装の種類	塗膜の状態
エポキシ樹脂粉体塗装	約13年間で異常が認められなかった。
タールエポキシ樹脂塗装	6ヶ月で一部膨れを認める。

エポキシ樹脂粉体塗装管は、酸性水(pH2)の通水試験及び10m/秒の高流速試験に対しても良好な密着性を保持し、通常の上水道の内面防食ライニングとしてはもちろんのこと、下水管路で問題になる酸性腐食に耐えることが確認された。

また、水道用として、長年使用したエポキシ樹脂粉体塗装管を掘り上げ、塗膜の付着強さ、吸水率、インピーダンス及び塩素浸透深さを調査した結果を表14に示す。

付着強さ、吸水率及びインピーダンスは新品の値と同等であり、粉体塗膜の劣化兆候は認められなかった。塗膜表面からの塩素浸透深さは20 μ m以内と塗膜表層のごく浅い部分にしか浸透しておらず、優れた長期耐久性を有することを確認した。

表 14 掘り上げ管調査結果

調査項目	φ100一直管 (埋設年数19年)	φ150-異形管 (埋設年数23年)	φ150-異形管 (埋設年数20年)	新品の値
付着強さ (N/mm ²)	平均 8.9 (8.0, 8.4, 10.4)	平均 5.9 (5.3, 6.6, 5.9)	平均 6.8 (5.5, 6.8, 8.2)	平均 5~10
吸水率 (%)	平均 0.4 (0.4, 0.4, 0.5)	平均 0.4 (0.4, 0.3, 0.4)	平均 0.2 (0.2, 0.2, 0.2)	平均 0.2
インピーダンス (Ω)	平均 7.4×10^5 ($7.0 \times 10^5 \sim 7.7 \times 10^5$)	平均 8.2×10^5 ($7.8 \times 10^5 \sim 8.8 \times 10^5$)	平均 1.4×10^6 ($1.3 \times 10^6 \sim 1.5 \times 10^6$)	平均 7.9×10^5
塩素浸透深さ (μm)	17	14	13	0

- 1) 付着強さ：JIS K 5600-5-7
- 2) 吸水率：JIS K 7209
- 3) インピーダンス：JIS K 5400-2001
- 4) 塩素浸透深さ：EPMA（電子線マイクロアナライザ）による、塗膜表面からの塩素浸透深さを調査した。

（参考） これまでに調査を行った経年エポキシ樹脂粉体塗膜の塩素浸透深さを図3に示す。

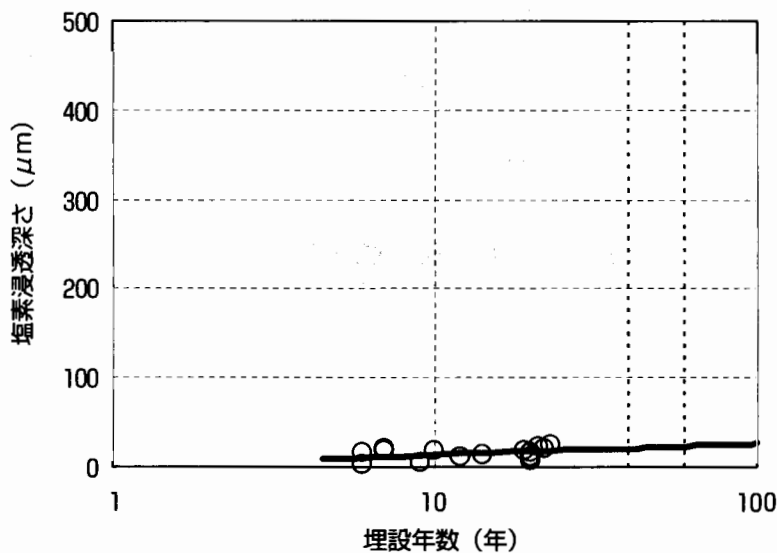


図3 経年エポキシ樹脂粉体塗膜の塩素浸透深さ

エポキシ樹脂粉体塗装は、小口径異形管の内面防食方法として1973年頃に実用化されて以来、品質的に安定し、耐久性に優れていることから赤水防止対策として諸都市で採用されてきた。

この間、1977年に異形管専用の塗装規格として、日本鑄鉄管協会（現日本ダクタイル鉄管協会）規格、JCPA Z 2006（水道用ダクタイル鑄鉄異形管粉体塗装）が適用呼び径75~250として制定された。その後、直管の内面にもエポキシ樹脂粉体塗装を採用する都市が増えてきたことや、事業者から、赤水対策として少しでも適用呼び径の拡大を要望する声が強くなってきたことから、適用呼び径を75~350とし、直管、異形管とも適用できる規格として1980

年に日本水道協会規格JWWA G 112（水道用ダクタイル鋳鉄管内面エポキシ樹脂粉体塗装）が制定された。

さらに、エポキシ樹脂粉体塗装は上水道以外の分野、たとえば硫化水素の発生しやすい下水管路や海水などの工業用水管路でも採用されるようになり、上水道以外にも適用できる規格として1984年に日本工業規格JIS G 5528（ダクタイル鋳鉄管内面エポキシ樹脂粉体塗装）が制定され、適用呼び径も75～600となった。

エポキシ樹脂粉体塗装規格の変遷を以下に示す。

- ① 1977年 JCPA Z 2006
（水道用ダクタイル鋳鉄異形管粉体塗装）制定
- ② 1979年 JCPA Z 2006
（ダクタイル鋳鉄管内面エポキシ樹脂粉体塗装）改正
- ③ 1980年 JWWA G 112
（水道用ダクタイル鋳鉄管内面エポキシ樹脂粉体塗装）制定
- ④ 1984年 JIS G 5528
（ダクタイル鋳鉄管内面エポキシ樹脂粉体塗装）制定
- ⑤ 2004年 JWWA G 112
（水道用ダクタイル鋳鉄管内面エポキシ樹脂粉体塗装）改正

2001年時点では、ダクタイル鋳鉄異形管製造量の約80%以上がエポキシ樹脂粉体塗装管である。また、直管については水の滞留時間が長い管路で、pH上昇や残留塩素消費量が懸念される小口径管路、及び侵食性遊離炭酸の高い水質を水源として使用している管路で多く採用されているほか、腐食性の激しい下水道用ダクタイル鋳鉄管の内面防食ライニングとしても使用されている。

4.5 その他の内面塗装（液状エポキシ樹脂塗装、合成樹脂塗装）

水道用ダクタイル鋳鉄異形管の内面防食対策としては、エポキシ樹脂粉体塗装が一般的であるが、大口径管になると塗装設備などの問題で適用することが困難であることから、これらの管には液状エポキシ樹脂塗料（JWWA K 135）が用いられている。日本ダクタイル鉄管協会では、JCPA Z 2011（ダクタイル鋳鉄異形管内面液状エポキシ樹脂塗装）を制定し、主として呼び径1350以上の、エポキシ樹脂粉体塗装が難しい大口径管に適用するものとしている。

また、一部のダクタイル鋳鉄異形管及びその接合部品には、合成樹脂塗料（JWWA K 139）が使用されている。

参考規格抜粋

JIS A 5314-1998 ダクティル鑄鉄管モルタルライニング

1. セメント

セメントは特に指定のない場合は、次のいずれかの規格に適合したものをを用いる。

- (1) JIS R 5210 (ポルトランドセメント)
- (2) JIS R 5211 (高炉セメント) のA種又はB種
- (3) JIS R 5213 (フライアッシュセメント) のA種又はB種

2. ライニングの厚さ

単位 mm

管の呼び径	ライニングの厚さ ¹⁾	平均最小厚さ	一点の最小厚さ
75～250	4	3.5	3.0
300～600	6	5.5	5.0
700～900	8	7.0	6.0
1000～1200	10	8.5	7.0
1350・1500	12	10.0	8.0
1600～2600	15	13.0	11.0

注 1) 管端から50mm以内は、テーパがついてもさし支えない。

3. 細骨材

細骨材の粒度分布

単位 mm

管の呼び径	各ふるいを通過する量(%)		
	管の呼び径別に用いるふるい ²⁾	300 μ m ふるい	150 μ m ふるい
75～250	95以上	50以下	5以下
300～900		40以下	
1000～2600		30以下	

注 2) 管の呼び径別に用いるふるいは、次のとおりとする。

管の呼び径	ふるいの呼び寸法
75～250	2.00
300～600	2.80
700～900	4.00
1000～1200	4.75
1350・1500	5.60
1600～2600	6.70

4. シールコート

シールコートの材料は、メタアクリレート、ブチルメタアクリレート等を反応させたアクリル樹脂でJWWA K 139に適合したものでなければならない。

JWWA A 113 - 2004 水道用ダクタイル鋳鉄管モルタルライニング

1. セメント

セメントは通常、次のいずれかの規格に適合したものをを用いる。

- (1) JIS R 5210 (ポルトランドセメント)
- (2) JIS R 5211 (高炉セメント) のA種又はB種
- (3) JIS R 5213 (フライアッシュセメント) のA種又はB種

2. ライニングの厚さ

単位 mm

管の呼び径	ライニングの厚さ ¹⁾	平均最小厚さ	一点の最小厚さ
75～ 250	4	3.5	3.0
300～ 600	6	5.5	5.0
700～ 900	8	7.0	6.0
1000～1200	10	8.5	7.0
1350・1500	12	10.0	8.0
1600～2600	15	13.0	11.0

注 1) 管端から50mm以内は、テーパがついてもさし支えない。

3. 細骨材

細骨材の粒度

管の呼び径	各ふるいを通過する量(%)		
	管の呼び径別に用いるふるい	300 μ m ふるい	150 μ m ふるい
	ふるいの呼び寸法mm		
75～ 250	2.00	95以上	5以下
300～ 600	2.80		
700～ 900	4.00		
1000～1200	4.75		
1350・1500	5.60		
1600～2600	6.70		

4. シールコート

シールコートの材料は、メタアクリレート、ブチルメタアクリレート等を反応させたアクリル樹脂でJWWA K 139に適合し、浸出性は以下の表を満足するものでなければならない。

項	目	品質規定
濁度	度	0.2以下
色度	度	0.5以下
有機物 (全有機炭素TOCの量)	mg/L	0.5以下
残留塩素の減量	mg/L	0.7以下
臭気		異常でないこと
味		異常でないこと
スチレン	mg/L	0.002以下

JIS G 5528-1984 ダクティル鑄鉄管内面エポキシ樹脂粉体塗装

1. 塗料

塗料はエポキシ樹脂、硬化剤及び顔料を主とする原料を用いた熱硬化性の粉体塗料で、その品質は次表の規定に適合しなければならない。

試験項目	品 質	
塗膜の比重	1.8以下であること。	
碁盤目試験	評価点数が8以上であること。	
耐衝撃性	衝撃による変形で、はがれができないこと。	
エリクセン試験	き裂が発生しないこと。	
鉛筆引っかき試験	硬度Hの鉛筆で異常のないこと。	
塩水噴霧試験	500時間の塩水噴霧試験に耐えること。	
低温・高温繰返し試験	しわ、割れ、膨れ、はがれなどが発生せず、変色が大きくないこと。	
溶出性 ¹⁾	濁度	0.5度以下
	色度	1度以下
	過マンガン酸カリウム消費量	2mg/L以下
	残留塩素の減量	0.7ppm以下
	フェノール類	0.005mg/L以下
	アミン	検出されないこと。
	シアン	検出されないこと。
	臭気及び味	異常でないこと。

注 1) 溶出性は、水道に使用する場合に行う。

2. 下地処理

錆こぶ、さび、その他塗装に有害な付着物などは除去し、なるべく平滑に仕上げる。

3. 塗装方法

塗装は、塗料製造業者の指定による温度に予熱した管に適当な粉体塗装装置を用いて塗料を吹き付け、塗膜を形成させる。

4. 塗膜厚さ

硬化後の塗膜の厚さは0.3mm以上とする。

JWWA G 112-2004 水道用ダクタイル鑄鉄管内面エポキシ樹脂粉体塗装

1. 塗料

塗料は、硬化後、衛生上無害で水質に有害な影響を与えないものであって、その品質は次表の規定に適合しなければならない。

項 目		品 質 規 定
物 性	塗膜の比重	1.8以下であること
	付着性	試験結果の分類で0又は1であること
	耐おり落下性	衝撃による変形で割れ・はがれができないこと
	耐カッピング性	割れ・はがれがないこと
	引っかき硬度	硬度Hの鉛筆で異常のないこと
	耐中性塩水噴霧性	さび及び膨れ・はがれがないこと
	耐低温・高温繰返し性	割れ・剥がれ・膨れ・白化を認めないこと
浸出性	味	異常でないこと
	臭気	異常でないこと
	色度	度 0.5以下
	濁度	度 0.2以下
	有機物(全有機炭素TOCの量)	mg/L 0.5以下
	残留塩素の減量	mg/L 0.7以下
	シアン化合物イオン及び塩化シアン	mg/L 0.001以下
	フェノール類	mg/L フェノールの量に換算して0.0005以下 ¹⁾
	エピクロロヒドリン	mg/L 0.01以下
	アミン類	mg/L トリエチレンテトラミンとして0.01以下
	ホルムアルデヒド	mg/L 0.008以下
	ヒドラジン	mg/L 0.005以下
	アクリル酸	mg/L 0.002以下

注 1) 当分の間、規定値を0.005以下とする。

2. 下地処理

さびこぶ、さび、その他塗装に有害な付着物などは除去し、なるべく平滑に仕上げる。

3. 塗装方法

塗装は、塗料製造業者の指定による温度に予熱した管に適当な粉体塗装装置を用いて塗料を吹き付け、塗膜を形成させる。

4. 塗膜厚さ

管の塗膜の厚さは0.3mm以上とする。

JWWA K 139-1992 水道用ダクティル鑄鉄管合成樹脂塗料

塗料は、一液性エポキシ、二液性エポキシ及びアクリル系で、水道用塗料として必要な物性を備え、かつ、水質に悪影響を与えないもので、下表に示す品質を有するものでなければならない。

塗料および塗膜の品質

試験項目		品質規格				
塗料	容器の中での状態	かき混ぜたとき堅い塊がなくて一様になること。				
	硬化乾燥時間	48時間以内に硬化乾燥状態になっていること。				
	作業性	塗装作業に支障がないこと。				
物性試験	耐屈曲性	直径10mmの折り曲げに耐えること。				
	耐衝撃性	割れ・はがれができないこと。				
	耐アルカリ性	水酸化ナトリウム(0.1mol/L)に48時間浸しても異常がないこと。				
	耐酸性	硫酸(0.05mol/L)に48時間浸しても異常がないこと。				
	耐湿性	120時間の試験で異常がないこと。				
	耐塩水噴霧性	120時間の試験で異常がないこと。				
	耐水性	30日間の試験で異常がないこと。				
	耐候性	300時間の試験で割れ、はがれ、さびを認めないこと。				
塗膜	耐冷熱繰返し性	6回の繰返しに耐えること。				
	塗料の種類	一液性エポキシ樹脂	二液性エポキシ樹脂	アクリル樹脂		
		濁度 ¹⁾	0.5度以下	0.5度以下	0.5度以下	
	共通項目	色度 ¹⁾	1度以下	1度以下	1度以下	
		過マンガン酸カリウム消費量 ¹⁾	2mg/L以下	2mg/L以下	2mg/L以下	
		残留塩素の減量 ¹⁾	0.7mg/L以下	0.7mg/L以下	0.7mg/L以下	
		臭気	異常でないこと	異常でないこと	異常でないこと	
		味	異常でないこと	異常でないこと	異常でないこと	
	溶出試験	選択項目	シアン	検出しないこと	検出しないこと	—
			フェノール類	0.005mg/L以下	0.005mg/L以下	—
			エピクロロヒドリン	検出しないこと	検出しないこと	—
			アミン類	検出しないこと	検出しないこと	—
			トルエンジイソシアネート	—	検出しないこと	—
			ホルムアルデヒド	検出しないこと	検出しないこと	検出しないこと
			酢酸ビニル	検出しないこと	検出しないこと	検出しないこと
スチレン			検出しないこと	検出しないこと	検出しないこと	
ブタジエン	検出しないこと	検出しないこと	検出しないこと			

注 1) 濁度、色度、過マンガン酸カリウム消費量及び残留塩素の減量の値は、対照水との差である。

JWWA K 135-2004 水道用液状エポキシ樹脂塗料塗装方法

1. 塗料および塗膜の品質規格

試験項目		品質規定	
塗料	容器の中での状態	主剤、硬化剤ともにかき混ぜたとき堅い塊がなく一様になること。	
	混合性	所定の配合により均一に混合できること。	
	作業性	塗り作業に支障がないこと。	
	硬化乾燥時間	48時間以内に硬化乾燥状態になっていること。	
	塗料中の加熱残分	60%以上であること。	
塗膜	物性試験	外観の試験	はげ目が著しくなく、流れ、割れ目がないこと。
		曲げ試験	きれつ及びはく離がないこと。
		衝撃試験	直接衝撃によるはく離面積が3cm ² 以下であること。 間接衝撃によるはく離がないこと。
		付着性試験	切り傷の交点にわずかなはがれがあっても、正方形の一目一目にはがれがなく、欠損部の面積が全正方形面積の5%以内であること。
		低温・高温繰返し試験	きれつ及びはく離がないこと。
		塩水噴霧試験	さび及びふくれがないこと。
	浸出性	耐湿性試験	さび、ふくれ及びはがれがないこと。
		味	異常でないこと
		臭気	異常でないこと
		色度	度 0.5以下
		濁度	度 0.2以下
		有機物等(全有機炭素TOCの量) mg/L	0.5以下
		残留塩素の減量 mg/L	0.7以下
		フェノール類 mg/L	フェノールの量に換算して0.0005以下
性	シアン化合物イオン及び塩化シアン mg/L	0.001以下	
	エピクロロヒドリン mg/L	0.01以下	
	アミン類 mg/L	トリエチレンテトラアミンとして0.01以下	
	2,4-トルエンジアミン mg/L	0.002以下	
	2,6-トルエンジアミン mg/L	0.001以下	

2. 下地処理

スケール、さび、異物などは、ブラスト、グラインダ、ワイヤブラシなどにより除去し、清掃する。

3. 塗装方法

スプレ塗り又は刷毛塗りで行う。

4. 塗膜厚さ

塗装製品の塗膜厚さは、0.3mm以上とする。

JDPA Z 2009-2002 ダクティル鑄鉄管外面特殊塗装

1. 塗装区分

塗装区分は特に指定のない限り下表による。

種類	工場塗装			現地塗装(参考)		
	1次塗装	2次塗装	3次塗装	用途	現地塗装適合塗料	備考
AA	亜鉛溶射 又は ジंकリッチ ペイント ⁽¹⁾	管に通常用いる 塗料 塗膜の厚さ 0.08mm	—	主として露出 配管に用い る。	管に通常用いる 塗料	黒色とし、その他の色 は指定できない。
BB		現地塗装の アクリル NAD系艶有塗 料に適した管に 通常用いる塗料 塗膜の厚さ 0.08mm			アクリルNAD系 艶有塗料	色の指定ができ、歩道 橋や建築関係で通常 用いられている。 塗料は市販性がよく、 入手しやすい。
CC		エポキシ樹脂 塗料 塗膜の厚さ 0.05mm	エポキシ M.I.O.塗料 塗膜の厚さ 0.05mm		ポリウレタン 樹脂塗料	色の指定ができ、耐候 性が要求される場合に 使用される。
DD				水中配管及 び湿度の高い 所の露出配 管に用いる。	エポキシ樹脂 塗料	色の指定ができ、水中 や湿度の高い腐食性 環境で使用される。

注 (1) 1次塗装の塗布量は、亜鉛溶射の場合130g/m²、ジंकリッチペイントの場合150g/m²を基準とし、塗膜厚さは0.02mmとして積算する。

2. 使用材料

塗装に用いる塗料は、次に規定するものを使用しなければならない。

- (1) 亜鉛溶射に使用する亜鉛は、JIS H 2107 (亜鉛地金) の最純亜鉛地金に適合するものとする。
- (2) ジンクリッチペイントは、JIS K 5552 (ジンクリッチプライマ) に準ずるもので、硬化後、塗膜中に85% (質量比) 以上の亜鉛末を含んだものとする。
- (3) ダクタイル鋳鉄管に通常用いる塗料は、JCPA Z 2010 (ダクタイル鋳鉄管合成樹脂塗装) に適合するものとする。
- (4) エポキシ樹脂塗料は、JIS K 5551 (エポキシ樹脂塗料) の2種に適合するものとする。なお、塗膜が水道水と接触する場合には、JWWA K 135 (水道用液状エポキシ樹脂塗料塗装方法) にも適合する塗料を用いる。
- (5) エポキシM.I.O.塗料は、JIS K 5555 (エポキシ樹脂雲母状酸化鉄塗料) に適合するものとする。

3. 下地処理

さび、その他塗装に有害な付着物を除去する。

4. 塗装方法

機械塗り又は手塗り。

JDPA Z 2010-2005 ダクタイル鋳鉄管合成樹脂塗装

1. 適用範囲

この規格は、ダクタイル鋳鉄直管の外表面及び継手部、ダクタイル鋳鉄異形管の内外面及び継手部に形成する塗膜及びその塗装方法について規定する。

2. 塗料

塗料は、一液性エポキシ樹脂、二液性エポキシ樹脂、アクリル樹脂及びエポキシ樹脂粉体系で水質に影響を与えないもので、次頁で示す表の品質を有するものでなければならない。

なお、呼び径250以下の直管については、亜鉛系プライマを併用する。

3. 下地処理

さび、その他塗装に有害な付着物を適切な方法で除去する。ただし、密着性のよい酸化被膜は付着していても差し支えない。

4. 塗装方法

- (1) 予熱が必要な場合は、赤外線、熱風、熱湯浸せきなどにより、均一な加熱を行う。
- (2) 塗装は、機械塗り、手塗りなどの適切な方法によって行う。
- (3) 塗装は、異物の付着、塗りむら塗りもれなどがなく均一な塗膜が得られるように行う。

5. 塗膜厚さ

(1) 直管の場合

塗膜の厚さは、目標0.1mm以上とする。

なお、亜鉛系プライマを用いる場合には

亜鉛溶射：130g/m²以上

ジンクリッチペイント：150g/m²以上

の塗布量とする。

(2) 異形管の場合

塗膜の厚さは、目標0.08mm以上とする。

塗料および塗膜の品質

項 目		品 質 規 定			
塗 料	容器の中での状態	液状塗料は、かき混ぜたとき堅い塊がなくて一様になること。 粉体塗料は、かき混ぜたとき異物の混入や堅い塊がなく均一な粉末であること。			
	塗装作業性	塗装作業に支障がないこと。			
	硬化乾燥時間	液状塗料は、48時間以内に硬化乾燥状態になっていること。 粉体塗料は、常温になったとき硬化乾燥状態になっていること。			
塗 料	耐屈曲性	割れ・はがれができないこと。			
	耐衝撃性	衝撃による変形で割れ・はがれができないこと。			
	耐アルカリ性	膨れ・割れ・はがれ・あな・軟化がなく、原状試験片と比べて、つやの変化や変色の程度が大きくないこと。			
	耐酸性	膨れ・割れ・はがれ・あな・軟化がなく、原状試験片と比べて、つやの変化や変色の程度が大きくないこと。			
	耐水性	しわ・膨れ・割れ・はがれを認めず、更に、2時間放置した後、原状試験片と比べて、つやの変化や変色の程度が大きくないこと。			
	耐中性塩水噴霧性	さび・膨れ・はがれがないこと。			
	耐湿性	しわ・膨れ・割れ・はがれが認められず、2時間放置した後の観察でくもり・白化・変色がないこと。			
	促進耐候性	割れ・はがれ・さびを認めないこと。			
	耐低温・高温繰返し性	割れ・はがれ・膨れ・白化を認めないこと。			
塗 膜	塗料の種類	一液性エポキシ樹脂	二液性エポキシ樹脂	アクリル樹脂	エポキシ樹脂粉体
	味	異常でないこと	異常でないこと	異常でないこと	異常でないこと
	臭気	異常でないこと	異常でないこと	異常でないこと	異常でないこと
	色度	度 0.5以下	度 0.5以下	度 0.5以下	度 0.5以下
	濁度	度 0.2以下	度 0.2以下	度 0.2以下	度 0.2以下
	有機物(全有機炭素(TOC)の量)	mg/L 0.5以下	mg/L 0.5以下	mg/L 0.5以下	mg/L 0.5以下
	残留塩素の減量	mg/L 0.7以下	mg/L 0.7以下	mg/L 0.7以下	mg/L 0.7以下
	シアン化物イオン及び塩化シアン	mg/L 0.001以下	mg/L 0.001以下	—	mg/L 0.001以下
	フェノール類	mg/L フェノールとして 0.005以下	mg/L フェノールとして 0.005以下	—	mg/L フェノールとして 0.005以下
	エピクロロヒドリン	mg/L 0.01以下	mg/L 0.01以下	—	mg/L 0.01以下
	アミン類	mg/L トリエチレンテトラ ミンとして0.01以下	mg/L トリエチレンテトラ ミンとして0.01以下	—	mg/L トリエチレンテトラ ミンとして0.01以下
	2,4-トルエンジアミン	mg/L —	mg/L 0.002以下	—	mg/L —
	2,6-トルエンジアミン	mg/L —	mg/L 0.001以下	—	mg/L —
	ホルムアルデヒド	mg/L 0.008以下	mg/L 0.008以下	mg/L 0.008以下	mg/L 0.008以下
	ヒドラジン	mg/L —	mg/L —	mg/L —	mg/L 0.005以下
	アクリル酸	mg/L —	mg/L —	mg/L —	mg/L 0.002以下
	酢酸ビニル	mg/L 0.01以下	mg/L 0.01以下	mg/L 0.01以下	mg/L —
	スチレン	mg/L 0.002以下	mg/L 0.002以下	mg/L 0.002以下	mg/L —
	1,2-ブタジエン	mg/L 0.001以下	mg/L 0.001以下	mg/L 0.001以下	mg/L —
	1,3-ブタジエン	mg/L 0.001以下	mg/L 0.001以下	mg/L 0.001以下	mg/L —

注 1) 浸出性は、水道に使用する場合に適用する。

日本ダクタイル鉄管協会

<http://www.jdpa.gr.jp>

- 東京事務所 〒102-0074 東京都千代田区九段南4丁目8番9号(日本水道会館)
電話 03(3264)6655(代) FAX 03(3264)5075
- 大阪事務所 〒542-0081 大阪市中央区南船場4丁目2番4号(日本生命御堂筋ビル)
電話 06(6245)0401~2 FAX 06(6245)0300
- 北海道支部 〒060-0002 札幌市中央区北二条西2丁目41番地(セコム損保札幌ビル)
電話 011(251)8710 FAX 011(251)8710
- 東北支部 〒980-0014 仙台市青葉区本町2丁目5番1号(オーク仙台ビル)
電話 022(261)0462 FAX 022(261)0462
- 中部支部 〒450-0002 名古屋市中村区名駅3丁目22番8号(大東海ビル)
電話 052(561)3075 FAX 052(561)3075
- 中国四国支部 〒730-0011 広島市中区基町11番5号(三井生命広島ビル)
電話 082(221)8358 FAX 082(221)8358
- 九州支部 〒810-0001 福岡市中央区天神2丁目14番2号(福岡証券ビル)
電話 092(771)8928 FAX 092(771)8928