

切管鉄部用塗料の開発

Development of Coating for Exposed Iron of Cut Pipes

大津秀樹* 出口隆亮*

Hideki Otsu,

Ryusuke Deguchi

近年、水道水の安全性やおいしさなど水質に対する関心の高まりから、水道管路についても、内面塗装を防食性および衛生性に優れたエポキシ樹脂粉体塗装とした管の採用が増加傾向にある。

ところで、ダクタイル鉄管の布設工事では、管の長さを調整するために工事現場で切管することがある。切管端面に鉄部が露出するため、現地で補修塗装することが必要となるが、補修塗装の乾燥時間を十分にとれない場合、防食性能、臭気の面から問題となることがあり、エポキシ樹脂粉体塗装管の利点である防食性および衛生性を損なう恐れがあった。そのため、今回、補修塗料として乾燥性に優れ、また、臭気対策を施した切管鉄部用塗料を開発した。

In recent years, there has been an increasing interest in water quality including the safety and taste of tap water. Consequently, more and more pipes used for water pipelines are treated inside with an epoxy resin powder coating, which has excellent anti-corrosive and hygienic properties.

When installing ductile iron pipes, they are sometimes cut at the job site to adjust the length.

Because cutting exposes iron on the cut ends of the pipes, it requires on-site application of touch-up coating to cover the exposed iron; however, when it is not possible to allow sufficient drying time, the touch-up coating sometimes causes poor anti-corrosion performance and an odor problem, making the epoxy resin powder coating lose its anti-corrosive and hygienic properties.

This is why we have developed a quick-drying and odor-controlled touch-up coating for the exposed iron of cut pipes.

1. はじめに

近年、水に対する関心が高まる中、より安全で良質な水道水が求められている。このため、水道事業体では衛生面において高度浄水のみならず、良質な水をそのまま送り届けるため、よりレベルの高い水道管路システムの構築が進められている。

このような背景から、水道管路に使用されるダクタイル鉄管についても、内面塗装を防食性および衛生性に優れたエポキシ樹脂粉体塗装とした管の採用が増加傾向にあるが、優れた材料を用いても施工時に適切な処置を施さなければ、水質に悪影響が発生する。図1に示すように特に管の長さを調整するために工事現場で切管を行い、補修塗装を行う際、補修塗装の乾燥時間を十分にとれない場合、防食性能、臭気の面から問題となることがあり、エポキシ樹脂粉体塗装管の利点である防食性および衛生性を損なう恐れがあった。その解決策として、図2に示すように切管端面をゴムカバーで被覆する防食ゴムが実用化されているが、適合管種や適合サイズによる制約があった。

そこで、今回、補修塗料として乾燥性に優れ、また、臭気対策を施した切管鉄部用塗料を開発した。以下、切管鉄部用塗料の材料および各種性能試験結果について報告する。

2. 現状の切管鉄部用塗料とその課題

切管部の補修は、専用の切管鉄部用塗料である常温硬化型一液性エポキシ樹脂塗料を用いて行う。表1に切管鉄部用塗料の硬化乾燥時間例を示す。

下記塗料の硬化乾燥時間は、施工上必要な時間であり、臭気項目を満足するためには、さらに硬化乾燥時間が必要となる。また、膜厚が厚くなるとさらに硬化乾燥時間

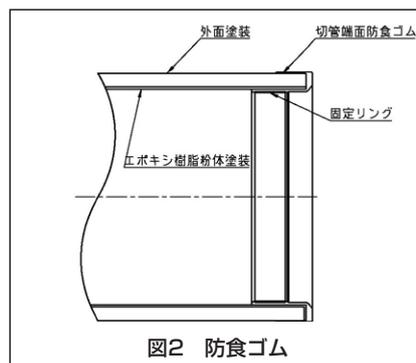
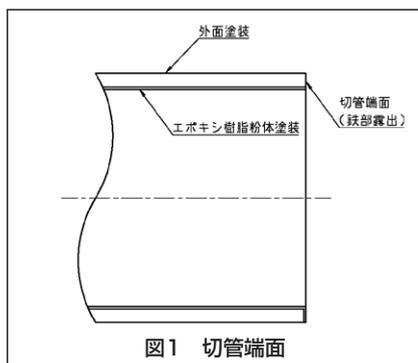


表1 切管鉄部用塗料の硬化乾燥時間例

	雰囲気温度	乾燥時間
硬化乾燥時間	10℃	30分
	20℃	15分
	30℃	15分

* 鉄管事業部 技術本部 研究部

がかかる。硬化乾燥時間が十分に確保できない場合は、給水管路末端で臭気が問題となることがあり、膜厚が厚いとさらに顕著である。

3. 塗料開発のコンセプトと要求事項

切管鉄部を塗料で補修した場合に塗膜中の残留溶剤(キシレン)が原因となって臭気が問題となることがある。そこで、樹脂の選定において無溶剤型塗料等とキシレンを排除した溶剤型の高分子エポキシ樹脂塗料を検討した。その結果、乾燥性、密着性に優れ臭気の少ない高分子エポキシ樹脂を選定した。

次に、一液性塗料と二液性塗料の選定を行った。膜厚が同じであれば一般に二液性塗料の方が耐食性に優れるとされているが、速乾性および作業性を考慮し、一液性塗料を選定した。さらに、薄膜化により速乾性を向上させ、臭気の低減を図った。

- (1) 臭気の原因となるキシレンを溶剤から排除する
- (2) 薄膜化による乾燥時間の短縮と残留溶剤の低減
- (3) 薄膜でも耐食性に優れていること
- (4) 一液性塗料であること
- (5) 各種塗料との塗り重ねが良好なこと

4. 目標性能

表2に切管鉄部用塗料の主要な目標性能を示す。

表2 切管鉄部用塗料の主要な目標性能

項目	目標性能	
塗料	一液性エポキシ樹脂塗料	
浸出性 ^{*1}	臭気	異常のないこと
	TOC ^{*2}	0.5mg/L以下
溶剤組成	キシレンフリー	
乾燥性	硬化乾燥時間(20℃)	15分以内
耐食性 ^{*3}	耐中性塩水噴霧性300時間異常のないこと	
作業性	刷毛塗りに支障がないこと	
通水可能時間	塗装後30分以内	
隠蔽性	隠蔽度100%	
物性	JWWA K 139項目を満足すること	
膜厚	50μm以下	

※1: 接水面積15cm²/L ※2: 全有機炭素量
 ※3: JIS K 5600-7-1 塗膜の傷(クロスカット部)の両側それぞれ2mm以内は観察の対象としない。

5. 配合検討

切管鉄部用塗料の課題として、切管鉄部用塗料の要求性能を満足するため、以下の項目について検討した。

- (1) ベース樹脂および主溶剤の選定
 - ・臭気が少なく、また作業性の良好なものを選定した。
 - ・主溶剤が水溶性のものを選定し、塗膜に残留した場合でも、供用前の洗管で除去されることを目指した。

(2) 配合検討

- ・耐水性、耐中性塩水噴霧性が課題と判明した。
- ・塗料配合による改良検討を行った。検討項目の一例を以下に示す。
 - ①耐水性
 - ②耐中性塩水噴霧性
 - ③その他…JWWA K 139各種物性・浸出性に配慮し顔料や添加剤等の配合を調整した。
- ・耐食性、衛生性を考慮して、高分子エポキシ樹脂系の中で検討の結果、臭気について確認した。
- ・キシレンを排除し、残っても洗管で塗膜に残留しないことを目指して、グリコールエーテル系を主溶剤として樹脂と溶剤を選定した。

6. 塗料開発品の性状および性能

6.1 塗料性状

塗料開発品(以下、開発品)の塗料特性を表3に示す。

表3 塗料性状

項目	性状値
粘度(KU/25℃)	79
比重	1.15
加熱残分(%)	54

6.2 塗料性能

開発品の目標性能項目試験結果を表4に示す。それぞれの目標性能項目を満足している。

浸出性は、塗膜中の残留溶剤である主な物質キシレンを完全に排除することにより、従来品に比べ大幅に改善し、作業時の臭気も著しく少ない。

また、従来品は、夏季において気温が高いため可使時間が短くなる。一方、冬季は気温が低いため硬化乾燥性が遅く、さらに粘度が高いため作業性が著しく悪化する。こういう不具合に対し開発品は、夏季の作業性と冬季の硬化乾燥性を考慮し、さらに塗料粘度を低粘度設計とすることにより改善している。

表4 目標性能項目試験結果

項目	目標性能		試験結果
	浸出性	臭気	
	TOC	0.5mg/L以下	○
溶剤組成	キシレンフリー (主溶剤:グリコールエーテル系)		○
乾燥性	硬化乾燥時間(20℃)	15分以内	○(10分)
耐食性	耐中性塩水噴霧性300時間異常のないこと		○
作業性	刷毛塗りに支障がないこと		○
通水可能時間	塗装後30分以内		○
隠蔽性	隠蔽度100%		○
物性	JWWA K 139を満足すること		○

図3に、耐中性塩水噴霧性試験結果を示す。300時間経過後においても塗膜に膨れ・はがれ・さびの発生といった異常がないことより、目標性能項目を満足している。

経過時間	外観状況		
	膜厚(μm)		
	35	50	65
120hr			
200hr			
300hr			

図3 耐中性塩水噴霧性試験結果

表5に実供用を想定した通水可能時間の浸出性評価結果を示す。

表5 通水可能時間の浸出性評価結果

項目		塗装後の乾燥時間		
		0.5hr	1hr	8hr
浸出性	TOC ^{*1}	○	○	○
	臭気	○	○	○

※1：水道水質基準値 3mg/L 以下、膜厚 50 μm

塗装後、30分でも臭気がなく、水道水質基準を満足していることを確認した。

表6に塗り重ね性評価結果を示す。

表6 塗り重ね性評価結果

塗り重ね仕様		初期 ^{*1} 付着性	二次 ^{*2} 付着性
下塗り	上塗り		
JWWA G 112 エポキシ樹脂粉末塗料	開発品	○	○
JWWA K 139 合成樹脂塗料		○	○

※1：下塗り塗装→1日乾燥(常温)→上塗り塗装→7日乾燥(常温)→付着性 クロスカット法(JIS K 5600-5-6による)

※2：下塗り塗装→1日乾燥(常温)→上塗り塗装→7日乾燥(常温)→30日上水浸漬(常温)→付着性 クロスカット法(JIS K 5600-5-6による)

各種標準下塗り塗装の上塗りとして、開発品を使用した場合、塗り重ね性は特に問題なく良好である。

開発品は、薄膜塗装を目的としているため塗膜の隠蔽性評価を行ったので、評価結果を図4に示す。

膜厚(μm)	12	16	23	31	39
隠蔽度(%)	97	99	99	100	100
塗膜					

※JIS K 5600-4-1による

図4 隠蔽性評価結果

膜厚 31 μm 以上では、隠蔽率 100% であることにより、薄膜でも良好である。

6.3 塗料品質項目試験結果

開発品の塗料品質項目(JWWA K 139)試験結果を表7に示す。それぞれの塗料品質項目を満足している。

表7 塗料品質項目(JWWA K 139)試験結果

項目	規定	試験結果
容器の中の状態	かき混ぜたとき堅い塊がなく一様になる	○
塗装作業性	塗装作業に支障がない	○
硬化乾燥時間	48時間以内に硬化乾燥状態になっている	○
耐屈曲性	き裂又は、はく離がない	○
耐おもり落下性	割れ・はがれがない	○
耐アルカリ性	水酸化ナトリウム(0.1mol/L)に48時間浸漬し、異常がない	○
耐酸性	硫酸(0.05mol/L)に48時間浸漬し、異常がない	○
耐水性	脱イオン水に30日間浸漬し、異常がない	○
耐中性塩水噴霧性 ^{*1}	120時間塩水噴霧し、膨れ・はがれ・さびがない	○
耐湿性 ^{*2}	120時間静置し、異常がない	○
促進耐候性 ^{*3}	光を300時間照射し、割れ・はがれ・さびがない	○
耐低温・高温繰返し性 ^{*4}	6サイクル繰返し、割れ・はがれ・さびがない	○

※1：JIS K 5600-7-1による。塗膜の傷(クロスカット部)の両側それぞれ2mm以内は観察の対象としない。

※2：JIS K 5600-7-2による。試験条件(温度 50 ± 2℃、湿度 95% 以上)

※3：JIS K 5600-7-7による。

※4：試験条件 ①温度 - 20 ± 2℃の恒温器中に1時間保持→②23 ± 2℃の室内に30分以上静置→③80 ± 2℃の恒温器中に1時間保持→④23 ± 2℃の室内に30分以上静置

図5に、耐水性試験結果を示す。30日間経過後においても塗膜に異常がないことより、目標性能項目を満足している。

耐水性試験 浸漬期間	外観状況		
	膜厚(μm)		
	35	50	65
30日			

図5 耐水性試験結果

図6に、開発品の施工後の外観状況を示す。

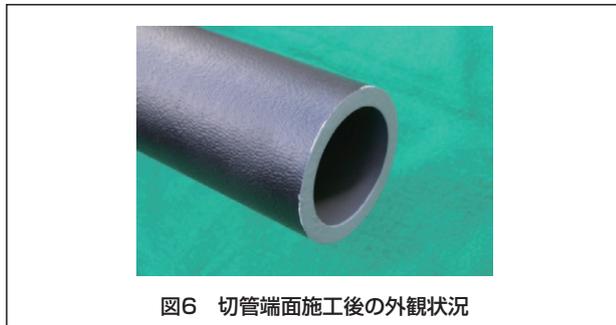


図6 切管端面施工後の外観状況

7. まとめ

ダクトイル鉄管の切管鉄部用塗料の開発を目的として、乾燥性に優れ、臭気対策としてキシレンフリー化、さらに薄膜での耐食性を向上するため検討を行った。その結果、以下の内容が確認された。

- (1) 一液性エポキシ樹脂塗料のキシレンフリー化を開発することができた。
- (2) 耐食性および隠蔽性能を発揮するために必要な膜厚35μmに薄膜化することができた。
- (3) 20℃における硬化乾燥時間を15分から10分に短縮することができた。
- (4) キシレンフリー化および硬化乾燥時間の短縮により、臭気対策を行うことができた。
- (5) 塗り重ねにおいて、開発品塗料は各種標準下塗り塗装の上塗りが可能であることを確認した。

8. おわりに

ダクトイル鉄管の切管鉄部用塗料として、乾燥性に優れ、臭気対策を施した塗料を開発した。さらに、水道事業体に求められているレベルの高い水道管路構築の一助となれば幸甚である。今後は開発品の塗料化技術を応用し、鉄管の切管端面用のみならず外面全般用補修塗料として引続き開発を行う。

執筆者

大津秀樹

Hideki Otsu

1990年入社

ダクトイル管の研究・開発に従事



出口隆亮

Ryusuke Deguchi

1993年入社

ダクトイル管の研究・開発に従事

