

令和5年度日本水道協会全国会議(水道研究発表会) WSP発表論文

去る10月18日から20日の3日間、東京ビッグサイトで開催されました日本水道協会主催の令和5年度水道研究発表会において、当協会から発表しました「水道用埋設鋼管外面被覆材の27年目試験報告」及び「水道用鋼管の現場溶接から現場塗装までの必要時間の検討」の発表概要を紹介します。

【水道用埋設鋼管外面被覆材の27年目試験報告】

1. はじめに

日本水道鋼管協会では、1995年から水道用鋼管外面塗覆装の長期耐久性を確認・検証するために、新日本製鐵(株)八幡製鐵所(戸畑地区)(現:日本製鐵(株)九州製鐵所)構内にて実際に通水されている八幡製鐵所動力工場所有の1,200A水道用塗覆装鋼管(以下、1,200A本管)及び300Aサンプル管を用い、多くの被覆材の試験データ取得を目的とした継続的な調査を実施している。

2. 試験概要

各種外面被覆を施した1,200A本管(図-1)の埋設位置は海岸から約2km、土被りは1,100mm、地下水位は管底より低い位置である。埋設環境は非腐食性土壌である。埋め戻し土は山砂(排水良)を使用している。また、1,200A本管横に300Aサンプル管(未通水)を埋設し、1,200A本管と同様の試験を実施している(写真-1)。



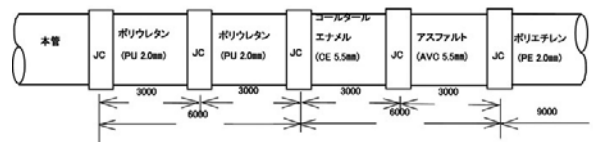
写真-1 埋設状況

3. 調査結果

外面被覆材の性能確認試験として、外観検査、ピンホール検査、被覆硬さ測定、塗膜抵抗測定、密着力試験を実施した。

(1) 外観・ピンホール検査

図-2より、ポリウレタン・ポリエチレン(PU・PE)は、初期から良好な外観を維持している。アスファルトビニロンクロス(AVC)は、3年目試験から外観の変状が見られ、15年目試験にて全体的な表面ひび割れが発生し、本調査にてピンホールが検出された。コートアルエナメル(CE)は、AVCと同様な外観の変状を辿り15年目試験にて所々に表面のひび割れ発生した状態を維持している。



※JC: 現地被覆

図-1 試験状況図

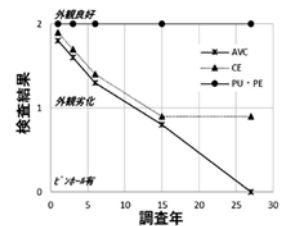


図-2 外観・ピンホール検査

(2) 塗膜抵抗測定

図-3より、AVCは3年目試験時に、CEは15年目試験時に大きく低下し、その後は安定している。PU・PEは、27年経過後も大きな低下も無く良好である。

(3) 密着力試験

図-4、5より、PUは、6年目試験時より上昇傾向であり、これは熱硬化樹脂の特性による強度上昇の途中であると推測する。PEは、高位安定であり、AVC、CEは大きな変化は無い。

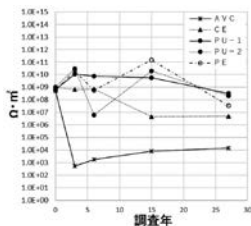


図-3 塗膜抵抗値

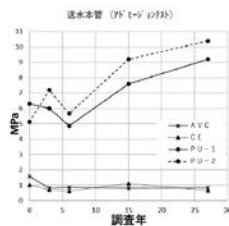


図-4 密着力(アドヒージョン試験)

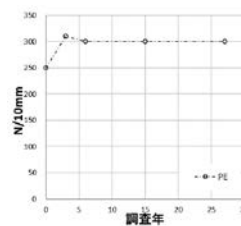


図-5 密着力(ピール試験)

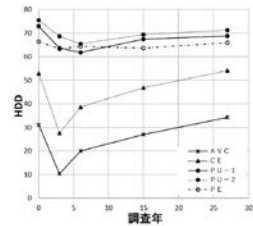


図-6 硬さ

4. まとめ

(1) 瀝青質系被覆材 (AVC, CE)

AVCにて経年劣化によるピンホールが検出された。この原因は、塗膜がもろくなっていることと考えられる。これは、図-6より、硬さ試験の上昇からも推測できる。しかし、密着力試験の破壊面は、塗膜の凝集破壊であり、鋼面上に十分な塗膜が残存していることから防食性を維持している。

(2) プラスチック系被覆材 (PU, PE)

図-3, 4, 5より、PU, PEは、塗膜抵抗値及び密着力ともに良好である。また、明確な硬度変化もないことから瀝青質系被覆材と比較して長寿命が期待できる被覆材である。

【水道用鋼管の現場溶接から現場塗装までの必要時間の検討】

1. はじめに

本州四国連絡橋公団の「鋼橋等塗装基準 (平成2年4月)」では、溶接部の水素放出時間を定めており、これを溶接から塗装までの必要時間の設定にあたり参考としている。しかし、鋼道路橋と水道用鋼管とは、鋼材質・溶接・塗装等条件が必ずしも合致しない。そこで、溶接部の拡散性水素放出に絡む溶接から塗装までの必要時間について、水道用無溶剤エポキシ塗装に対する影響の有無を確認するために性能確認試験を実施した。

2. 性能確認試験

(1) 溶接材料の選定

- ・手溶接: JIS Z 3211 軟鋼, 高張力鋼及び低温鋼用被覆アーク溶接棒 (低水素系)
- ・半自動溶接: JIS Z 3313 軟鋼, 高張力鋼及び低温鋼用アーク溶接フラックス入りワイヤ (炭酸ガス用)

(2) その他の諸条件

試験片, 溶接方法, 下地処理, 塗装, 塗膜養生等については、水道用塗覆鋼管の基準に基づき設定した。

(3) 試験項目

性能確認試験は、塩水噴霧試験 (JIS K 5600-7-1), 温度勾配試験 (JWWA K 157:2013), 密着性試験 (プルオフ: JIS K 5600-5-7, Xカット: 旧JIS K 5400-8.5.3) の3項目の試験を実施した。

3. 試験結果

上記の各試験について、溶接から塗装までの必要時間としては、3時間, 1日, 2日, 3日の4パターンで実施した。

(1) 塩水噴霧試験 (750時間)

- ・試験片は溶接ビード上, 溶接部近傍, その他平滑部とも健全な状態を保っている。
- ・溶接ビード上のクラッチ部において、全ケースで膨れ及び剥がれも無く外観上の差異は無い。

(2) 温度勾配試験 (50℃/20℃×90日間)

- ・全体的に14日後から膨れが発生し始め、90日後の膨れ面積率は手塗りで約42%、機械塗りで約48%となった。面積率は若干の差異は認められるが、その増加傾向は、非溶接の試験片による過去の試験データとほぼ合致した。
- ・溶接ビード上での膨れは全ケースで認められず、溶接部近傍の状態もその他平滑部との差異は無い。

(3) 密着性試験 (プルオフ・Xカット)

- ・プルオフ: 手塗りで約5MPa, 機械塗りで約9MPaとなり、特異値も認められない。
- ・Xカット: 全てのケースにおいて剥がれが無い。

4. まとめ

何れの試験においても、塗装までの時間及び溶接方法に特化した差異は無かった。よって、今回の溶接条件下であれば、溶接後3時間経過時であっても無溶剤エポキシ塗装は可能であると判断できる。

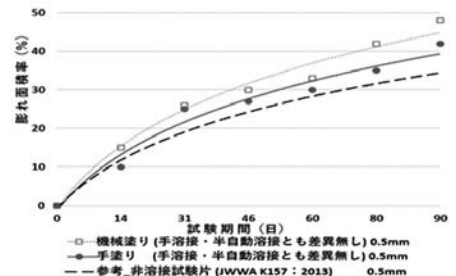


図-7 温度勾配経時の膨れ面積率

表-1 溶接ビード部における性能確認試験結果

| 塗装方法 | 溶接時間 | 【手溶接 低水素系】 | | | | | 【半自動溶接 炭酸ガス】 | | | | |
|------|------|--------------|--------|----------------|-----------|--------------|--------------|----------------|-----------|-----|--|
| | | 塩水噴霧 90日 (%) | 密着性 | | 平均値 (MPa) | 塩水噴霧 90日 (%) | 密着性 | | 平均値 (MPa) | | |
| | | | Xカット | プルオフ 個々値 (MPa) | | | Xカット | プルオフ 個々値 (MPa) | | | |
| 手塗り | 3時間 | ○ 42 | ○ 5.1 | 5.1 | 4.7 | ○ 42 | ○ 5.4 | 5.7 | 5.2 | | |
| | 1日 | ○ 42 | ○ 5.3 | 5.0 | 5.1 | ○ 42 | ○ 4.6 | 5.8 | 4.8 | | |
| | | ○ 42 | ○ 5.0 | 3.4 | 4.6 | ○ 42 | ○ 5.1 | 5.3 | 5.0 | | |
| | | ○ 42 | ○ 4.2 | 5.4 | 4.9 | ○ 42 | ○ 5.0 | 4.8 | 4.8 | | |
| | 機械塗り | 3時間 | ○ 48 | ○ 9.5 | 10.0 | 10.6 | ○ 48 | ○ 7.5 | 9.5 | 7.9 | |
| | | 1日 | ○ 48 | ○ 9.0 | 10.5 | 8.5 | ○ 48 | ○ 10.5 | 10.5 | 9.8 | |
| ○ 48 | | | ○ 8.0 | 6.5 | 9.5 | ○ 48 | ○ 9.0 | 9.0 | 8.9 | | |
| ○ 48 | | | ○ 10.5 | 8.5 | 9.5 | ○ 48 | ○ 9.0 | 9.0 | 8.9 | | |
| 3日 | | ○ 48 | ○ 10.0 | 9.0 | 8.1 | ○ 48 | ○ 9.5 | 8.0 | 9.6 | | |
| | | ○ 48 | ○ 9.0 | 7.5 | 8.1 | ○ 48 | ○ 10.5 | 13.5 | 9.6 | | |
| | ○ 48 | ○ 9.5 | 6.5 | 8.1 | ○ 48 | ○ 7.5 | 7.0 | 9.6 | | | |

○は外観観察において良好である事を示す。
・温度勾配の経時の膨れ面積率は図1による。