

再利用水配管の劣化状況と材質に関する調査

(公財)愛知水と緑の公社 後藤康明、武山剛、竹内祐二、○川田武史

1. はじめに

下水処理場では処理水を場内の機器等（冷却水・軸封水・散水等）で使用している。これらの処理水を処理場内の各所へ送水する再利用水配管は、亜鉛メッキ鋼管（以下、SGPW管という）が主に使用されている。これまでの維持管理を経験する上で、SGPW管の腐食劣化による漏水や閉塞による断水トラブルが多く、多くの処理場で発生していることから、本調査では、SGPW管及び耐腐食性配管の処理水に対する適性を比較検討し、更に腐食進行の追跡調査による評価を行い、腐食に強く且つトータルコストで経済性に優れた配管選定の指標を示すことで、今後の修繕及び新設更新工事を行う際の再利用水配管の材質を決定するための一助となることを目的として、調査をおこなった。

2. 水配管用亜鉛メッキ鋼管（SGPW管）について

（1）水配管用亜鉛メッキ鋼管（SGPW管）とは

鋼管内外面に熔融亜鉛めっきを施した製品（図-1）。飲料用を除く空調、消火、排水、下水、工業用水等広い用途に使用されている。

（2）下水処理場におけるSGPW管が使用される場所

日本下水道事業団の機械設備工事一般仕様書では、SGPW管の使用区分は、40A以上の処理水配管に使用するものとされている。過去は、32A以下にも規定されていたが、平成20年度以降、32A以下はSUS管（Sch20S）を使用することとなっている。

愛知県流域下水処理場におけるSGPW管の状況は、主に再利用水管として場内散水・消泡水・軸封水・冷却水用に使用されており、平成20年度以前に供用した処理場がほとんどの為、32A以下の配管でも使用されている。

3. 再利用水配管の腐食トラブル件数についての調査

（1）腐食漏水トラブル件数

当社が維持管理している11の下水処理場で平成22年度から平成30年度現在までに発生したSGPW管の修繕件数を図-2に示す。これまでにSGPW管でのトラブル（修繕件数）は、95件発生している。設置後、早い所では3年程度からトラブルが発生しはじめ、約10年後から増加が始まり、耐用年数である15年以降は急激に増加していることがわかる。

（2）腐食漏水トラブル状況及び修繕状況

腐食漏水トラブル状況について、大別すると孔食による漏水（写真-1）、閉塞などがあり、前者は口径40A以上の配管、後者は40A未満の配管に多く見られた。絶え間ない漏水や閉塞に対しては、修繕にて配管取替を実施している。しかし、送水先設備の重要度が高い・長期間の停止が困難な場所では、孔食部分のパテ埋めや、写真-1のような止水バンド等による簡易補修対応しか出来ず、恒久対策に至っていない

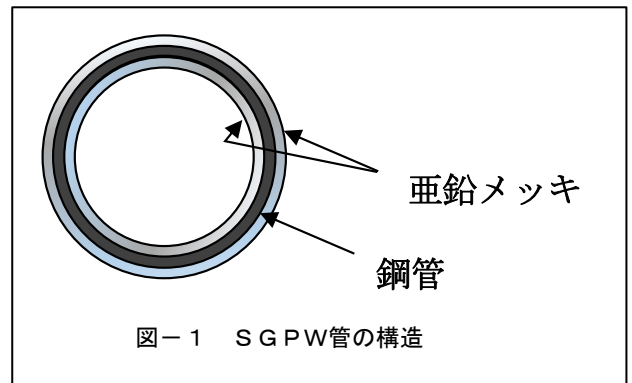


図-1 SGPW管の構造

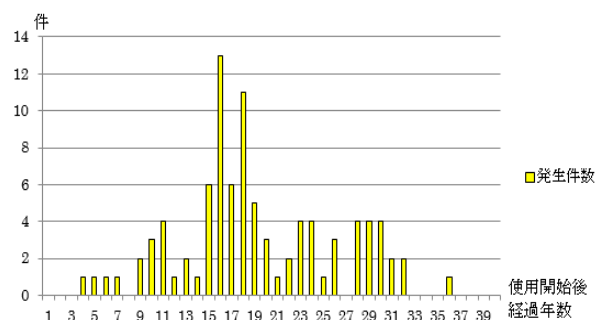


図-2 SGPW管のトラブル発生件数



写真-1 孔食によるSGPW管の漏水

い。一方で、設備停止が容易な場所では、再度SGPW管への取替や、耐腐食性を考慮し、塩ビライニング鋼管・SUS管・塩ビ管・ポリエチレン管等に取替えた事例がある。平成22年から現在までの調査では、材質変更後の漏水、閉塞トラブルは確認されなかった。

4. 処理水による配管の腐食進行と水質の変化についての調査

SGPW管とSUS管を、処理水、水道水、超純水にそれぞれ浸漬し、亜鉛溶出がしやすい恒温槽 60℃の環境下において金属腐食促進実験を行い、配管の状況と浸漬水の変化を調べた。SGPW管の主要金属である亜鉛と鉄の溶出状況を(図-3)に示す。亜鉛の溶出具合は水質により異なり、水道水では高く、塩素の影響が考えられた。処理水についても同様に溶出が見られた。その反面、超純水での溶出は少ない傾向となった。

次に処理水中に含まれている塩化物・硝酸等の項目及びSGPW管・SUS管の主要金属溶出の変化を(図-4)に示す。SUS管は数値、主要金属の溶出による変化が見られなかったのに対し、SGPW管は、塩化物、硝酸が減少する一方で、鉄や亜鉛がイオン化していることがわかった。

5. 各種配管の腐食状況の調査

平成22年度～平成30年現在までに配管修繕件数が95件あった中で、SGPW管から材質変更をした例は37件あり、現在において漏水等のトラブルは発生していない。そこでSGPW管設置後10年で漏水し、SGPW管以外で修繕した箇所について、追跡調査を行い、配管の腐食状況について目視確認及び分解調査を行った。SGPWの腐食漏水状況を(図-5)に示す。管全体に腐食が進行し、鉄瘤と呼ばれる瘤が発生しており、黄色矢印で示した部分が漏水した箇所である。鉄瘤が形成された下側に局所的な侵食がみられ、部分的に穴が空いていた。SGPW125Aの肉厚は、JIS規格では、4.5mmと規定されており、経過年数10年では、年あたり0.45mmの腐食進行が起こっていることがわかった。漏水したSGPWからSUSに取り替えた箇所(取替後12年経過)及びSGP-VB管に取り替えた箇所(取替後11年経過)した箇所を(図-6)に示す。どちらも内部には生物膜が付着していたが、鉄瘤等が無く腐食らしき状況が確認されなかった。肉厚についても減肉等はなかった。

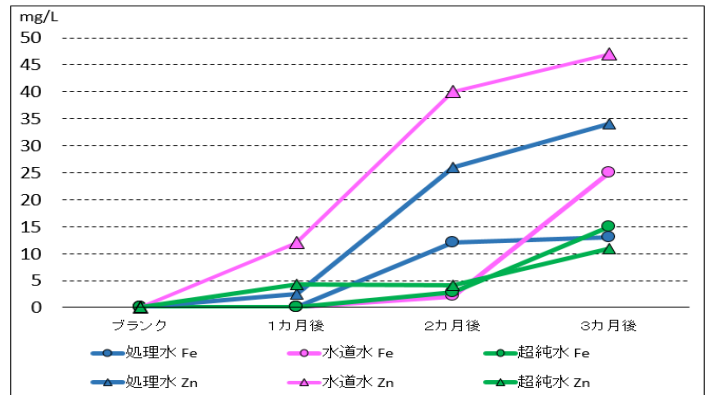


図-3 各サンプルによるSGPW管の亜鉛と鉄の溶出

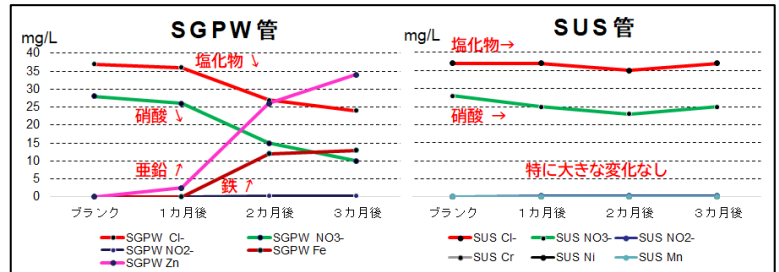


図-4 塩化物・硝酸等の項目及びSGPW・SUSの主要金属の変化

県内流域Y浄化センター 設置後10年で漏水した既設のSGPW

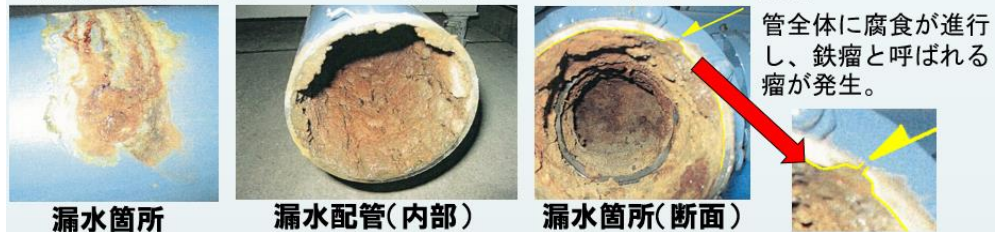


図-5 SGPWの腐食漏水状況

SGPWからSUSに取替【取替後12年経過】



SGPWからSGP-VB (塩ビライニング鋼管)に取替【取替後11年経過】



図-6 SGPWから修繕した管の内部状況

6. 施工性等の比較

これまでの結果より、SGPW以外の配管について耐腐食性の材質にて施工性等の比較検討を行った。施工規模として大口径（水源～途中配管用）、小口径（末端配管）の2つを以下の条件にて材料、施工コストをSGPWのコストを「1」として積算基準や施工業者のヒアリングにより、乗率にて算出し施工性等の比較を行った。施工性等の比較結果については、以下（表-1・表-2）の通りである。

条件1：大口径配管 φ150 施工規模150m ストレート配管 フランジ接続。

条件2：小口径配管 φ25 施工規模100m 曲がり20箇所 ねじ込み接続。

表-1 大口径配管 φ150 施工性等の比較

表-2 小口径配管 φ25 施工性等の比較

番号	配管種類	施工業者	積算	小計	順位	施工期間	耐腐食性実績	施工性	判定	番号	配管種類	施工業者	積算	小計	順位	施工期間	耐腐食性実績	施工性	判定	
		乗率										乗率								
—	SGPW	1.00	1.00	2.00	—	○	×	○ 現場溶接	×	—	SGPW	1.00	1.00	2.00	—	○	×	○ 現場加工	×	
1	SGP-FVA	1.09	1.05	2.14	3	○	◎	◎ 現場加工	◎	1	SGP-VB	1.33	0.89	2.22	3	◎	◎	◎ 現場加工	◎	
2	SGP-FVB	1.17	1.19	2.36	6	○	—	◎ 現場加工	○	2	SGP-PB	1.32	0.89	2.21	2	◎	◎	◎ 現場加工	◎	
3	SGP-FPA	1.12	0.98	2.10	2	○	—	◎ 現場加工	○	3	SUS	1.31	1.18	2.49	4	◎	◎	◎ 現場加工	◎	
4	SGP-FPB	1.22	1.09	2.31	5	○	—	◎ 現場接着	○	4	HIVP	0.26	0.55	0.81	1	◎	◎	◎ 現場接着	◎	
5	SUS	1.15	1.10	2.25	4	○	◎	◎ 現場加工	○											
6	HIVP	0.56	0.51	1.07	1	◎	◎	◎ 現場接着	◎											

上記より、小口径配管の場合は、SGPW管を1とした場合、塩ビ管に次いでSGP-PB管、SGP-VB管、SUS管という結果となった。SGP-VB・PBで使用されるコア継手類の接続不良により腐食する可能性があるため、確実に接続することが大切である。SGPWと比較すると若干割高にはなるものの、これらの配管にて施工を行うことで、大口径管同様、腐食漏水リスクを回避できることがわかった。また、鉄瘤が発生しないため、管内閉塞が起こりにくいものと考えられる。

7. まとめ

これまでの調査より、処理水配管としてSGPW管にて配管を行うことで、バイオフィーム、溶出等で化学的腐食進行は避けられず耐用年数を前に腐食漏水トラブルが起きることがわかっている¹⁾。また、60℃の加温浸漬により腐食調査を行ったが、実現場は常温での運用であり、比較することが難しいが同様の腐食が考えられると推測される。新設時に腐食性の高いSGPW管以外の配管であるSUS管・ライニング鋼管等について、SGPW管より若干のコストが上がることとなるが、これらを採用することで腐食漏水によるリスクから解放され、漏水による修繕・更新費用もほぼなくなるため、トータルコストで見ればSGPW管よりもコスト削減となることがわかった。（ただし、HIVP管については、他の配管と比べて強度が劣るため、採用時に十分留意する必要がある。）SGPW管以外で更新した配管について、流域内では腐食漏水トラブルは起きておらず、修繕後の配管内部確認においても健全性が確認された。今回の調査で得られた結果を、今後の配管修繕に役立て、維持管理コストの更なる削減、リスクの低減を図って行きたい。

関連文献：1)第47回下水道研究発表会講演集「再利用水配管の腐食について」野村 貴治, 藁科 亮, 丸山 司

問い合わせ先：(公財)愛知水と緑の公社 下水道部 尾張北部事業所 川田 武史

愛知県小牧市新小木四丁目47番地

Tel : 0568-75-2911 Fax : 0568-75-2913

e-mail : g-gs@aichi-mizutomidori.or.jp