

再利用水配管の腐食について

(財)愛知水と緑の公社

○野村 貴治
藁科 亮
丸山 司

1. はじめに

下水処理場には、良好な処理を行うために偶発的停止が許されない主要設備が数多く設置されている。主要設備とはポンプ、プロワ、脱水機、焼却設備などを行い、それらは日常点検、定期点検による機器の状態の監視や、運転時間管理による整備をすることにより偶発的停止の低減に努めている。

処理場内では、処理水の場内再利用として、冷却水、洗浄水、水封水、薬品溶解水等の用途に利用している。再利用水を供給する配管には、亜鉛メッキ鋼管(以下 SGPW 管)が使用されることが多いが、再利用水配管の漏水、閉塞などの送水不良の発生と、その復旧のために主要設備を停止することがある。

再利用水配管の漏水、閉塞などの不具合は、外観や時間により発生を予測することは困難である。しかし、配管の不具合による主要設備の偶発的停止を低減することは、処理施設全体の信頼度の向上に欠かせないため、これまで発生した不具合事例から、その手法について考察する。

2. 下水処理場における再利用水配管の不具合事例

図-1 は、再利用水配管で、漏水や閉塞が発生した様子である。このような再利用水配管の不具合がどのような傾向で発生しているか、これまでの不具合事例から傾向を確認する。



図-1 再利用水配管で漏水や閉塞が発生した様子

例として、平成3年4月から供用開始した衣浦西部浄化センターについてみると、処理水の再利用の用途は、ポンプの軸封水、ブロワの冷却水、水処理の消泡水、汚泥棟の洗浄水、焼却炉の排煙処理などに利用している。これらの給水を行うための配管は、基本的にSGPW管が使用されている。再利用水は、窒素・リンの高度処理後に砂ろ過等でろ過した処理水を使用している。また、塩素等の殺菌は行っていない。

平成 16 年度から平成 21 年度までの 6 力年で発生した主な再利用水配管の不具合の発生箇所の内

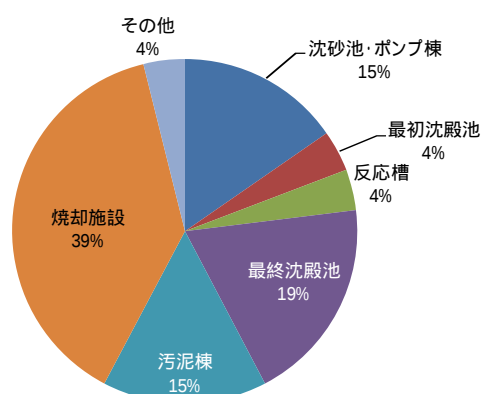


図-2 再利用水配管の不具合の発生箇所の内訳

訳を図-2 に示す。最も不具合が発生したのは、焼却施設で、以下最終沈殿池、沈砂池・ポンプ棟、汚泥棟の順であった。

不具合の原因となった腐食の内訳を図-3 に示す。閉塞が7割、孔食その他で3割という内訳であった。閉塞が起きた配管の90%以上は、32A以下の管径の小さい配管で発生していた。また、孔食は、70%以上が40A以上の管径の大きい配管で発生していた。

これら腐食による不具合がどれくらいの経過年数で発生しているか、具合箇所の経過年数と件数を図-4 に示す。これによると、概ね7年程度で、径の小さな配管での閉塞が発生し、10年程度で径の大きな配管での孔食が発生していることが確認できた。

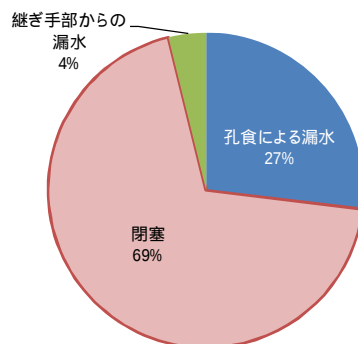


図-3 不具合の原因となった腐食の内訳

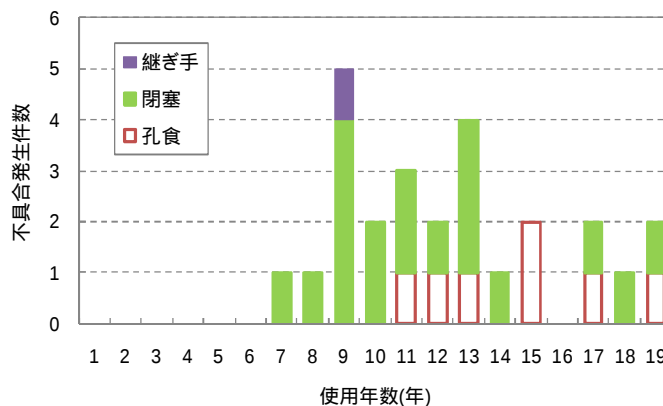


図-4 不具合箇所の経過年数と発生件数

3. 再利用水配管の不具合に関する考察

一般的に SGPW 管は経済性と防食性に優れていることから、様々な用途に用いられてきているが、再利用水配管として利用すると、水道水の配管として利用する場合よりも、腐食による不具合の発生が早く発生していると想定される。そのため、SGPW 管の防食性の理由と再利用水の水質の面から考察を行う。

(1)SGPW 管の防食性

溶融亜鉛メッキが防食性の機能を果たしているのは、以下の2つの作用があるためである。

保護皮膜作用

亜鉛メッキ表面は緻密なさびの薄膜が生成し、それが強力な保護皮膜となってその後の腐食が進行しにくくなる。

犠牲防食作用

亜鉛メッキに皮膜に何らかの理由で傷が生じた場合、周囲の亜鉛が陽イオンとなって鉄の腐食を電気化学的に保護する犠牲防食作用がある。

これらの作用が有効な防食性を示すのは、pH6.0～12.0、水温約50度以下と言われており、再利用水（放流水）はpH6.5前後、水温20度前後のため、この条件に適合している。しかし、実際のSGPW管の水中での防食性は、局所的なpHや、含有物質、温度、流速によって大きく影響を受ける。また、水中にカルシウム塩やマグネシウム塩が多く含まれると防食性が強くなるといわれている。

(2)再利用水の腐食性

処理水の水質から再利用水の腐食性について考える。配管の腐食は、様々な腐食要因が総合的に影響して発生するものであるため、一般的に水の腐食性を示す指標であるランゲリア指数を用いて試算し、再利用水の

腐食性を考える。

処理水と水道水の水質比較を表-1に示す。処理水のランゲリア指数は、特に影響の大きい項目はみられないものの水道水よりやや低い値となった。

このほかランゲリア指数算出に含まれない項目である塩化物イオン、窒素酸化物濃度については水道水より高い値であった。さらに炭酸、溶存酸素による影響や、バイオフィーム（生物膜）の付着による腐食（腐食電池）が考えられ保護材である亜鉛は卑金属となりやすいことから、さらに腐食性を高めている可能性があるものと思われる。

表-1 処理水と水道水の水質比較

	水温 ()	pH	蒸留残留物 (mg/L)	カルシウム 硬度 (mg/L)	Mアルカリ度 (mg/L)	ランゲリア指数	塩化物イオン (mg/L)	窒素酸化物 (mg/L)
処理水 水質	22.8	6.5	290	32	44	-2.2	71	6.2
	14.4～30.9	6.0～7.2	170～420	30～33	33～52	-3.1～-1.3	33～280	3.7～9.7
水道水 水質	18.1	7.2	95	37	38	-1.5	9.6	1.3
	15.6～20.8	6.3～8.1	25～310	6～170	10～89	-3.5～0.3	2.0～58	0.0～8.6

* 水道水水質：平成19年度水道統計、愛知県内浄水場検査結果より

* ランゲリア指数：簡便計算法により算出

4. 再利用水配管腐食による偶発的処理停止リスクの軽減

(1) 再利用水配管の材質について

処理場内での再利用水の用途は多岐にわたり、給水先の設備の重要度も様々である。再利用水配管の腐食による漏水は、点検等による事前確認が困難であり偶発的に発生する。現在、再利用水配管に使用しているSGPW管では、腐食は必ず発生し、不具合により施設の停止は避けられない。耐用年数未満の不具合も多数発生しており、予防保全を行うことは容易ではない。このため、処理停止リスクを低減させるためには、塩ビライニング鋼管、ステンレス鋼管等の耐食配管材料などの採用を検討する必要がある。

(2) 処理停止リスクを低減するための給水システムの構築

システムとして処理停止リスクの高い污水ポンプ、ブロワ、返送汚泥ポンプ等への給水ラインに腐食漏水が発生すると、処理全体が停止してしまうことになる。実際にもこのような事例が発生しており、これを回避するようなシステムを構築する必要がある。そのためには、配管の材質に対する配慮だけでなく、不具合の波及を防ぐよう適切なバルブの配置やバイパスルートやバックアップルートの確保を考慮することが重要である。これらの対応は、腐食による処理停止リスクの低減だけでなく、大地震発生時の処理停止リスクの低減にもつながることから、現在ある処理場の再利用水の給水ラインについて再度確認し、処理停止リスクの低減に努めることが重要である。

問合わせ先：（財）愛知水と緑の公社 下水道部 日光川下流事業所 野村 貴治

〒498-0067 愛知県弥富市上野町 2-28 Tel：0567-68-6162 Fax：0567-68-6165