

空気供給型圧送式下水管路内での硫化物生成に及ぼすポンプ運転条件の影響

岩手大学 正 会 員 ○相澤治郎
岩手大学 学生会員 鈴木貴之
岩手県下水道公社 杉山 潤
岩手大学 正 会 員 伊藤 歩 海田輝之

1. はじめに

北上川上流流域下水道都南処理区の雫石幹線は繋ポンプ場を有しており、その下流には約 1500mにわたって圧送管路が設置されている。このような長距離圧送管内において下水が嫌気状態になると、下水中の硫酸イオンが硫酸塩還元細菌によって還元され、硫化物が生成する。圧送管内で生成した硫化物の一部はマンホールや着水井などの吐き出し部分で硫化水素として放散し、これが悪臭や腐食の原因となっている¹⁾。

繋ポンプ場では、この悪臭を防ぐために空気注入法を用いて嫌気状態を改善する試みが行われているが、圧送管路の下流において臭気に関する問題が起きている。そこで本研究では、ポンプ井及び圧送管路末端部において水質調査を行い、圧送管内での硫化物の生成とポンプの運転条件との関連性を調査した。

2. 調査方法

繋ポンプ場に流入した下水はポンプ井 (P_0) から間欠的に圧送され、その直後に圧送管は2条 (各々φ300mm) に分岐し、それぞれの管に空気注入が連続的に行われている。空気の供給量は通常2条で $0.50\sim 0.55\text{Nm}^3/\text{min}$ である。圧送管路の延長は約 1500m であり、末端部 (P_1) において1条に合流し、その後自然流下する (図1参照)。

本研究では圧送管路末端部における気相の硫化水素濃度の変化とポンプの運転状況との関連性を調べるため、2005年11月28日～12月7日にかけて P_1 地点のマンホール内に硫化水素メーターを設置し、5分毎に計測した。

また、下水の水質を把握するため、2006年10月11日、11月13日、12月20日、2007年1月17日の計4回調査を行い、ポンプ井及び圧送管路末端部において採水を行った。1回目の調査では通常通りの運転とした。2回目の調査では2条の圧送管のうち右側 (山側) の圧送管への空気供給を止め、左側 (湖側) の圧送管に全ての空気を供給した。3、4回目の調査に関しては右側の圧送管の送水を強制的に15分、30分及び60分止め、その後に送水を開始した。

測定項目はpH、ORP、DO (ウィンクラーアジ化ナトリウム変法)、COD (二クロム酸カリウム法)、全硫化物 (メチレンブルー吸光光度法)、硫酸イオン (比濁法) とした。

3. 調査結果及び考察

ポンプの運転状況と P_1 地点でのマンホール内の硫化水素濃度の変化を、2005年12月4日を例として図2に示す。硫化水素濃度は $3.1\sim 60.9\text{ppm}$ と幅広く変動していることがわかる。この日以外でも硫化水素濃度は頻繁に変動し、一時的に高い値を示した。ポンプの電流値が0になっている部分はポンプの運転停止を表し、運転停止後に P_1 地点での硫化水素濃度が増加している。一方ポンプが連続運転している日中の数時間は硫化水素濃度が低く、その変化もあまり見られなかった。

図3は調査期間中におけるポンプの運転停止時間と、

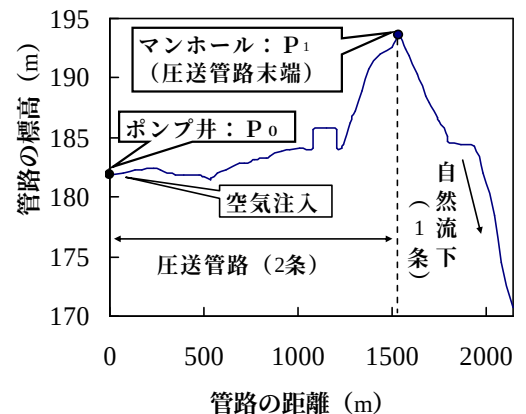


図1 管路概要

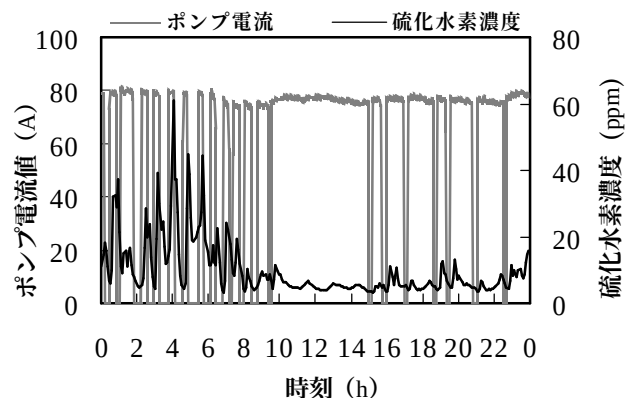


図2 ポンプの停止時間と硫化水素濃度の変化

運転停止後に発生する硫化水素濃度の最大値との関係を示す。運転停止時間が長い場合に、硫化水素濃度が低い値を示す時もあるが、高い値を示す場合も見られた。ポンプの停止時間が長いと、管内に停滞している下水中の DO がより多く消費されて嫌気状態になり、硫化物の生成が進み、圧送管路末端部における硫化水素の放散が増加すると考えられる。

図4に2006年12月～2007年1月に行った調査の結果を示す。データは、条件に示した送水停止時間を経て送水を開始した後の値を示している。なお、圧送管内での下水の滞留時間は約1時間である。

ORP 値に着目すると、送水停止時間15分や30分に比べて60分の時に、最も下水が還元状態にあったことがわかる。次にDO濃度の変化に着目する。ポンプ井のDOは15分停止の場合で0.4mg/l、30分停止の場合で1.2mg/l、60分停止の場合で0.3mg/lであった。P₁地点における送水開始直後のDOは、15分停止の場合で一番高い値を示し、一方、停止時間60分では0.05mg/l以下となりDOの消費が顕著であった。これは、長時間にわたり停滞した下水においてより多くのDOが消費されたためと考えられる。経過時間30～60分にかけてDOが増加しているのは、送水停止中も空気注入を行っているため、酸素の供給を受けている部分の下水が、送水開始後にP₁を通過したと推測される。硫化物の濃度は、送水開始直後に15分停止の条件で0.26mg/lと低い値を示し、30分停止では0.62mg/l、60分停止では2.2mg/lとなり、停止時間が長くなるにつれて高い値を示した。圧送管に停滞していない60分以降についての値はすべて0.6mg/l以下であった。

以上の結果から、繋ポンプ場では連続的な空気注入が行われているにも関わらず、下水が圧送管内で長時間停滞することで、硫酸塩還元細菌による硫化物の生成量が増加することが示された。

図5は、P₁地点における下水のDOに対する全硫化物濃度を示す。DOの低下によって全硫化物濃度が高くなっていることがわかった。また、空気の供給を通常より多くした場合(2回目調査(左))、DOが全て0.81mg/l以上の値を示した。送水停止時間毎に比較すると、同じDOが低い場合においても停止時間が長い場合に全硫化物濃度が高い傾向にある。このことから、空気注入量を増やすか、もしくはポンプの運転停止時間を短くすることによって硫化物の生成を抑制することが出来ると考えられる。

4. まとめ

繋ポンプ場の通常運転における空気供給では硫化物濃度が高い値を示す時もあるが、今後供給量を増やすことによってその効果を高めることが出来ると考えられる。また、ポンプの運転停止時間を短く抑えることにより、間欠的な運転における硫化物の生成を抑制出来ると考えられる。

参考文献

- 1) 日本下水道事業団 技術評価委員会, 下水道構造物に対するコンクリート腐食抑制技術及び防食技術の評価に関する報告書, 2001

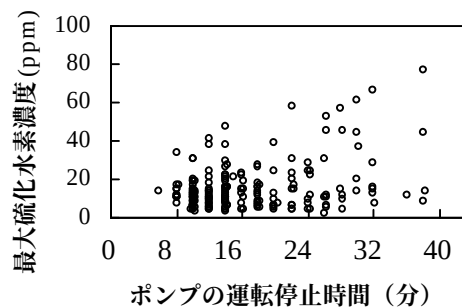


図3 ポンプ停止時間と硫化水素濃度の比較

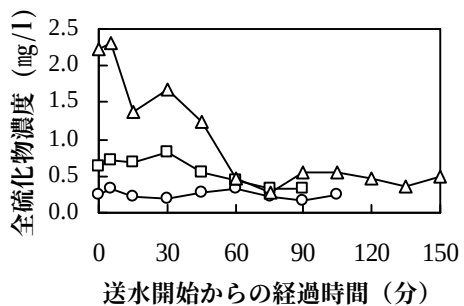
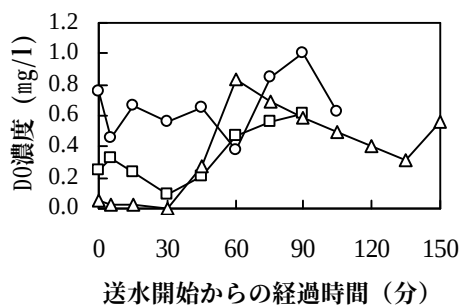
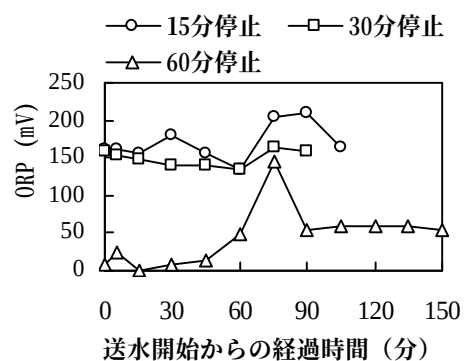


図4 ポンプの経過時間に対するP₁地点のORP、DO濃度、全硫化物濃度の変化

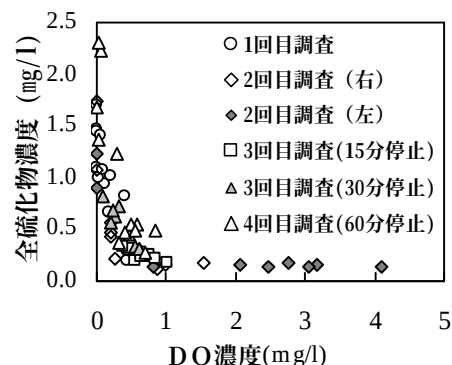


図5 DO濃度と全硫化物濃度の比較