

オゾンを用いた圧送管内の硫化水素発生抑制に関する研究

宮崎大学 (学) 山口 大吾 (正) 増田 純雄
日本ヒューム株式会社 井川 秀樹 平田 浩一
株式会社環境改善計画 岡田 克美

1. はじめに

現在、下水道施設内におけるコンクリートの腐食が問題になっており、ポンプ場や終末処理場では排水処理施設から生成する硫化水素に起因するコンクリート構造物の腐食劣化問題が生じており、コンクリートを腐食環境から遮断する対策(防食工法)が必要となっている。埼玉県 T ポンプ場では、圧送約 3km 地点において、硫化水素濃度 140ppm(最大値)が検出され、コンクリート製既設人孔および管渠は硫化水素が原因とされる化学的腐食(硫酸劣化)に侵されている。この施設は敷設替えとなったが硫化水素は依然として発生しており、臭気対策や硫酸劣化の再発が危惧されている。圧送管のような嫌気性状態下では、下水中に含まれる硫酸イオン(SO₄²⁻)が管内に付着している硫酸還元菌により還元され、硫化水素が生成される。よって、硫酸還元菌の増殖を防ぐことで、硫化水素発生を抑制できる。

現在行われている硫化水素対策として圧送管内に空気を注入し、圧送管内を常に好气的条件にすることで、硫化水素の発生を抑制している。しかし、高濃度の硫化水素発生に対する解決策は十分に行われていないのが現状である。オゾンには殺菌効果や脱臭効果があり、硫化水素はオゾンによって分解できることが報告¹⁾されており、圧送管内にオゾンを注入することで硫化水素の除去や硫酸還元菌の不活化できると考えられる。

本研究では、回分式反応槽を用いたオゾン実験により、硫酸還元菌の不活化について検証を行い、また、実際に T ポンプ場で圧送管内にオゾンを注入し、空気注入との硫化水素発生量の比較を行った結果、若干の知見が得られたので報告する。

2. 回分式オゾン実験方法

図-1 に実験装置を示す。装置はオゾン処理槽(容量 2L)とウォータートラップからなり、オゾンガスはオゾン発生装置により、オゾンを発生させ、オゾンモニターでオゾン濃度測定後、曝気を行った。この時発生する排オゾンはウォータートラップを経て、活性炭で吸着処理し、大気中に放出した。今回実験に用いた試料は下水に硫酸還元菌(消化汚泥)を 5mL 添加したものである。実験条件は曝気時間 60min、流量 1L/min、オゾン濃度 5,10g/m³とした。水質分析項目は硫酸還元菌数(MPN/mL)および SO₄²⁻濃度(mg/L)である。

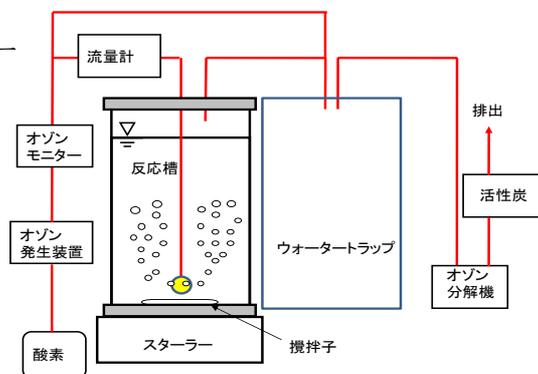


図-1 回分式オゾン実験装置

3. T ポンプ場施設概要と実験方法

図-2 に T ポンプ場の圧送管概要を示す。T ポンプ場からの圧送汚水量は約 242m³/H であり、圧送距離は約 3km である。実験は T ポンプ場の圧送管中にオゾンまたは空気を注入し、約 3km 先のマンホールで硫化水素濃度を測定した。なお、空気注入量は 400L、オゾン注入量は 5,10g/H とし、硫化水素の測定値は 1 週間毎に平均値および最大値を算出し、空気注入、オゾン 5g/H 注入、10g/H 注入で実験期間は各 2 週間とした。

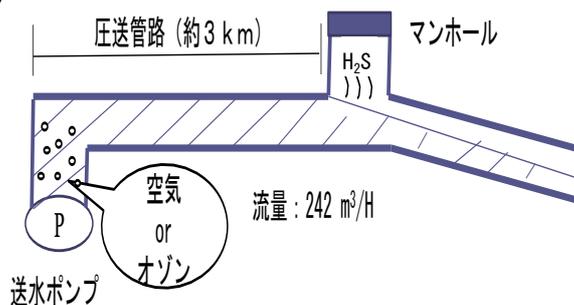


図-2 T ポンプ場の圧送管概要

4. 実験結果と考察

図-3 に回分式オゾン実験におけるオゾン濃度を 5,10g/m³ に変化させた場合の硫酸還元菌数の経時変化を示す。経過時間 60min 後の菌数はオゾン濃度 5,10g/m³ でそれぞれ

9900,240MPN/mL となり、オゾン濃度が高いほど硫酸還元菌の不活化がより進行しているが、5g/m³と低い場合でも経過時間 60min で 6 割程度は不活化できている。この結果より、低濃度であっても経過時間を長く取ることにより、硫酸還元菌を不活化できると考えられる。圧送管内では、硫酸還元菌は汚水中または圧送管に付着するバイオフィーム内に存在し、バイオフィームは表面の好気性層と内部の嫌気性層が混在し、空気注入だけでは内部の嫌気性層に存在する硫酸還元菌は不活化できない。しかし、オゾン注入を長期的に行うことによって、表面の好気性細菌や内部の硫酸還元菌も不活化することができると考えられる。

図-4にオゾン濃度を 5,10 g/m³に変化させた場合のSO₄²⁻濃度の経時変化を示す。SO₄²⁻濃度は経過時間が進むに伴い増加しており、SO₄²⁻濃度が上昇する理由は硫化水素や硫黄化合物がオゾンによって酸化され、SO₄²⁻が生成するためである。一定時間経過後、増加が緩やかになるのは、硫化水素や硫黄化合物がほとんど酸化されたためである。

図-5 に圧送管内に空気またはオゾン 5,10g/H を注入した場合の硫化水素濃度の変動を示す。空気注入の場合、2週間経過後の硫化水素濃度は平均値 95ppm、最大値 293ppmであった。一方、オゾン 5,10 g/H を注入した場合、平均値はそれぞれ 19,19.5ppm、最大値はそれぞれ 112,109 ppm となり、空気注入よりもオゾン注入の方が抑制効果が高いことが分かった。これは硫化水素がオゾンによって分解されたことと、硫酸還元菌が不活化され、硫化水素発生量が抑制されたためである。

4. おわりに

今回、圧送管内へのオゾン注入および回分式実験を行った結果、硫化水素の発生抑制について以下の知見が得られた。

- 1)オゾンによる硫酸還元菌の不活化が明らかになり、圧送管内へのオゾン注入は管内のバイオフィーム内部に存在する硫酸還元菌にも効果が期待できる。
- 2)オゾン処理を行うことによって、硫化水素や硫黄化合物がオゾンによって酸化され SO₄²⁻となり、SO₄²⁻濃度が増加する。
- 3)圧送管内に空気または 5,10g/H のオゾン注入した場合、発生する硫化水素の平均濃度はそれぞれ 95、19、19.5ppm となり、オゾン注入の方が高い硫化水素抑制効果が得られた。

以上のことから、下水の圧送管内にオゾン注入することにより、硫酸還元菌の不活化および硫化水素の抑制が期待できることが分かった。

〈参考文献〉 1)宗宮 功 (2004) オゾンハンドブック サンユースタッフ 269-272.
 2)Larry L. Barton and W. Allan Hamilton (2007) Sulphate-reducing Bacteria 359-381.
 3)N.Wakao and C. Furusaka (1976) Presence of micro-aggregates 8, 157-159.

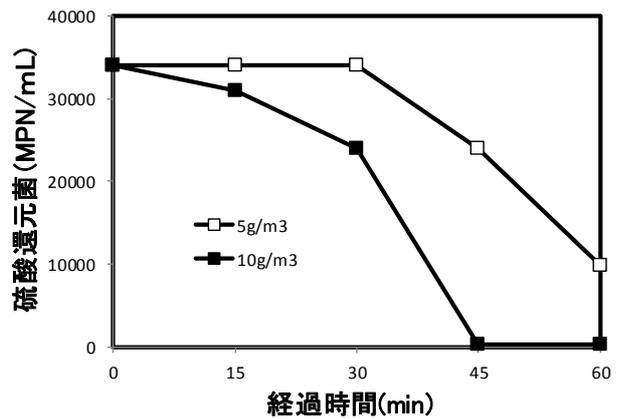


図-3 硫酸還元菌の経時変化

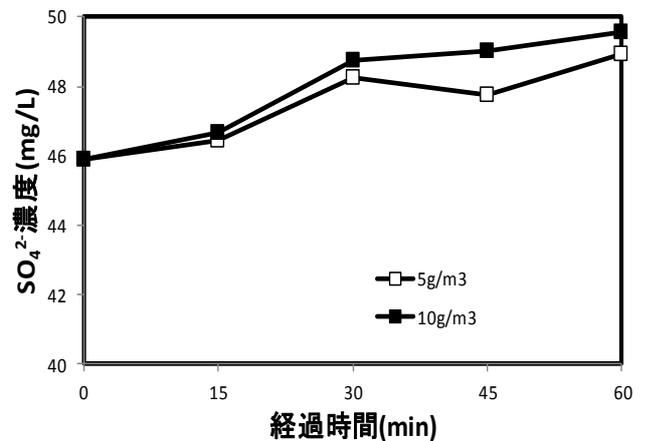


図-4 SO₄²⁻の経時変化

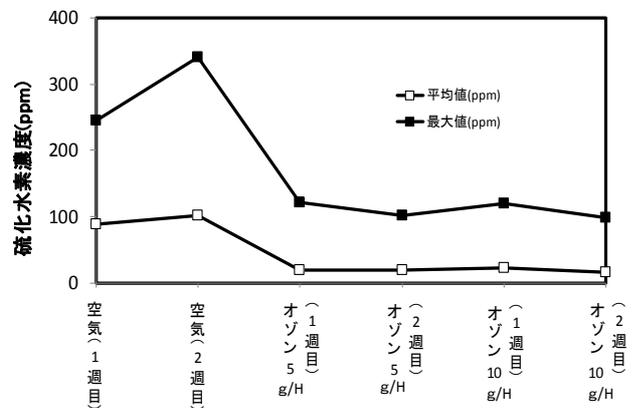


図-5 硫化水素濃度の変動