

酸素注入による下水管内硫化水素発生防止に関する基礎実験

(株) 大広エンジニアリング 正会員 ○盛谷 悠介 九州産業大学 フェロー会員 羽田野袈裟義
(有) バブルタンク 非会員 藤里 哲彦 九州産業大学 非会員 岩 満 公 正

1. まえがき

嫌気状態の下水中に発生した硫化水素によるコンクリート管の劣化が大きな問題となっている。

本研究では、この下水管の劣化のメカニズムと現状を概観し、次にその対策として期待される液膜式曝気による酸素注入の原理を述べ、そしてこの技術の基礎実験とその結果を述べる。

2. 硫化水素発生による下水道管劣化のメカニズム

本研究の主要課題である硫化水素による下水道施設のコンクリート劣化の仕組みは次のようである¹⁾。

- (1)硫酸塩を含む下水が嫌気条件に曝されると硫酸塩還元細菌の作用により下水中の硫酸塩は硫化水素に変化する。
- (2)硫化水素がガス状で大気中に放散されると悪臭の原因となるため硫化水素ガスの漏洩を防ぐ対策がとられる。
- (3)その結果、密閉空間の硫化水素ガス濃度は上昇し、気相部のコンクリート表面に生息する硫黄酸化細菌の作用で硫酸に変化する。
- (4)コンクリートはアルカリ性材料であり、硫酸（酸性物）と接触すると中和反応を起こす。この中和反応によりコンクリートが変質し大幅な強度低下を引き起こす。

3. 液膜式曝気による酸素注入の原理²⁾

液膜式曝気の原理を簡単に述べる。気泡を次々に発生させて気泡が集積した状態（気泡集合体）で、気泡集合体を構成する個々の気泡が次々に入れ替わる状態にすることができる。また曝気処理される水は、すべて一旦気泡集合体の構成要素となる。この状態では、気泡集合体の液相の比表面積がふつうの液体状態に比べて格段に大きいこと、および個々の気泡（気泡を構成する液相）が次々に入れ替わること、の2つの効果で気相・液相間のガス成分の交換がきわめて効率的となる。気泡集合体の生成方法には、h 形管内での曝気と噴射式³⁾がある。このうち噴射方式は、大量の酸素溶解が可能で、本研究の最

終的な目的である下水管内での硫化水素発生を抑えるための酸素注入ではこの方式を採用する。#

4. 実験

4.1 実験の概要

実験装置の全体像を図-1に示す。これは、曝気処理する水を溜めたバケツ、ポンプ、噴射ノズル、噴射水を受ける上部開口の円錐台形の容器、この容器から溢流した水を集める凹部（以下集水凹部）から構成される。バケツ・ポンプ間、ポンプ・噴射ノズル間はビニールホースで連結した。また集水凹部からバケツへと排水するパイプを配置した。こうして、バケツ→噴射ノズル→円錐台容器→集水凹部→バケツと水を循環させた。実験ではバケツに15ℓの水を入れ、ポンプを稼働して水循環した。実験に先立ちバケツの水の温度とDO濃度を測った。実験開始後は、所定の時間間隔でバケツの水のDO濃度と水温を測定し記録した。温度とDO濃度の測定はYSI社のProODOで測定した。

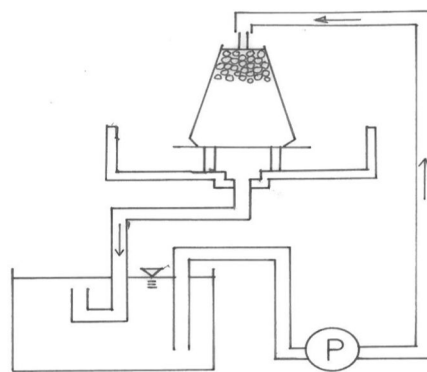


図-1 実験装置の全体像

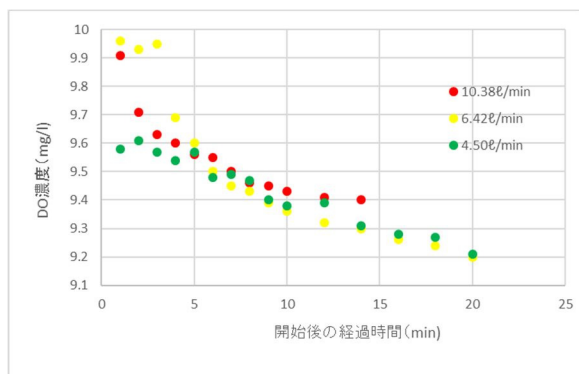
実験では空気雰囲気、酸素雰囲気、窒素雰囲気において液膜生成を行った。

4.2 実験結果と考察

図-2は空気雰囲気、図-3は窒素雰囲気、図-4は酸素雰囲気の実験の結果である。図ではDO濃度の時系列に加え、DOの飽和度 S と循環水の体積÷流量で1循環時間 T_c と経過時間 t の比 t/T_c との関係図

キーワード 下水道、コンクリート管劣化、硫化水素対策、貧酸素対策、液膜式曝気

連絡先 〒733-0035 広島市西区南観音 7-13-14 株式会社大広エンジニアリング 本社 技術部 TEL 082-291-1313



(a) DO 濃度の時系列

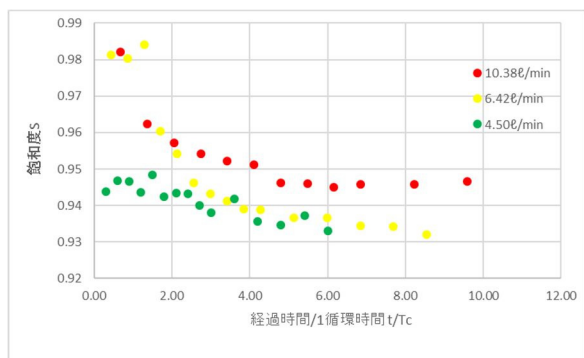
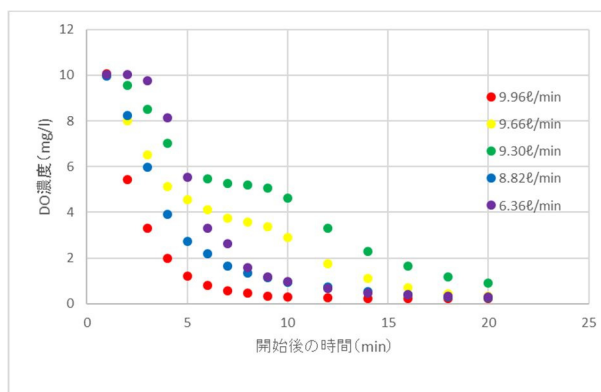
(b) DO 飽和度と t/T_c の関係

図-2 空気雰囲気の結果



(a) DO 濃度の時系列

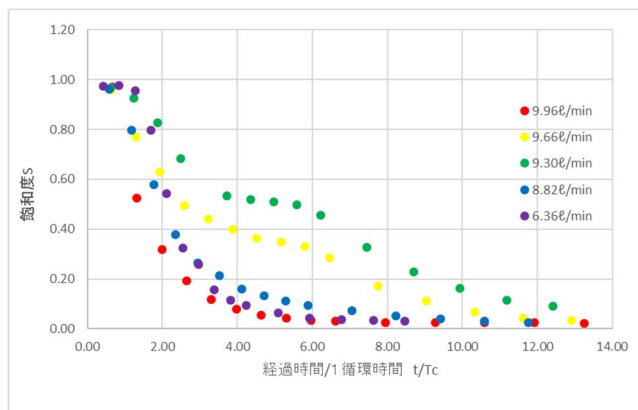
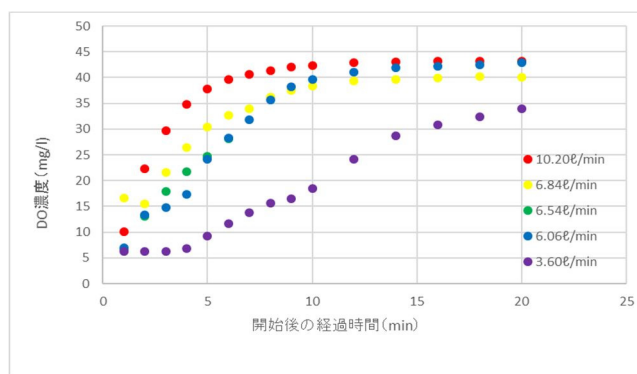
(b) DO 飽和度と t/T_c の関係

図-3 窒素雰囲気の結果



(a) DO 濃度の時系列

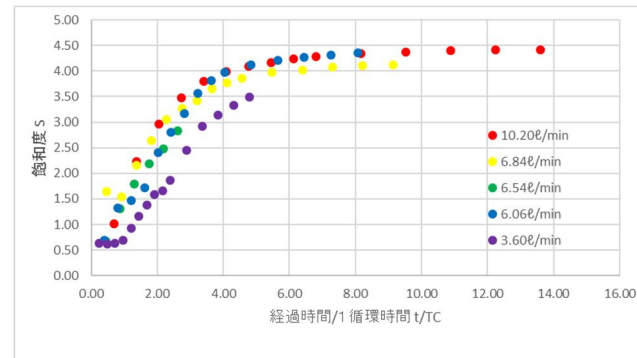
(b) DO 飽和度と t/T_c の関係

図-4 窒素雰囲気中の空気雰囲気の結果

を示した。酸素雰囲気では純酸素のヘンリー係数に対する値に近づき、窒素雰囲気の DO 濃度はゼロに近づく傾向を示す。空気雰囲気の DO 濃度は飽和 DO 濃度に近づく。いずれのケースも DO 濃度が最終的な濃度に近づく速さは水が循環する流量が大きいのほど速い傾向がある。飽和度 S と t/T_c の関係は DO 濃度の変化が大きいのときによくまとまる。

5. 結語

以上、下水管内の硫化水素発生による下水管劣化の防止を最終目的として、液膜式曝気による酸素溶解の基礎的な実験を行った。その結果、図-2~4 のように、最終的に空気雰囲気の DO 濃度は飽和 DO 濃度に近づき、酸素雰囲気の DO 濃度は純酸素のヘンリー係数に対する値に近づき、窒素雰囲気の DO 濃度はゼロに近づく傾向を示すことがわかった。また図-2~4 の(b)の表現の有用性を確認した。

謝辞：本研究において実験で熱心に協力頂いた九州産業大学卒研生の石橋・堺の両君に深謝します。

参考文献

- 1) 須賀：いまさら訊けない下水道講座 7，2010.
- 2) 大木ら：土木学会論文集 B3 (海洋開発)，2011.
- 3) 羽田野ら：日本流体力学会年会，2017.