



Title	圧送管へのO ₂ 注入による腐食対策
Author(s)	上田, 恵一; 坂田, 芳治; 三谷, 紀行
Description	第5回衛生工学シンポジウム (平成9年11月6日 (木) -7日 (金) 北海道大学学術交流会館) . 7 事例報告 . 7-5
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 5, 291-294
Issue Date	1997-11-01
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/7749
Type	departmental bulletin paper
File Information	5-7-5_p291-294.pdf



7-5 圧送管へのO₂注入による腐食対策

上田 恵一、坂田 芳治、三谷 紀行 (昭和エンジニアリング㈱)

1. はじめに

近年、下水道施設において発生する硫化水素による施設の腐食が維持管理面で大きな問題となっている。特に圧送方式下水管路では、自然流下方式に比べ、圧送距離が長くなると管路内での嫌気化が進行し、硫化水素の発生による管路内もしくは末端でのコンクリート腐食あるいは悪臭問題が発生しやすい環境にある。

この硫化水素を抑制する方法として、空気注入や薬剤注入等がある一方で、欧米では、酸素注入の実施例も見られる。酸素注入による抑制方法は、汚水中に浮遊する微生物および管路壁に付着する生物膜の消費する酸素を少ないガス量で効率よく供給し、管路内の嫌気化を防止する方法である。本報告は、腐食防止実験施設で行った酸素注入による硫化水素抑制実験の結果に関して概要をまとめたものである。

2. 実験方法および実験条件

2-1 実験施設

腐食防止実験施設のフローシートを図-1に示す。圧送管（内面モルタルライニング 鋳鉄管）は

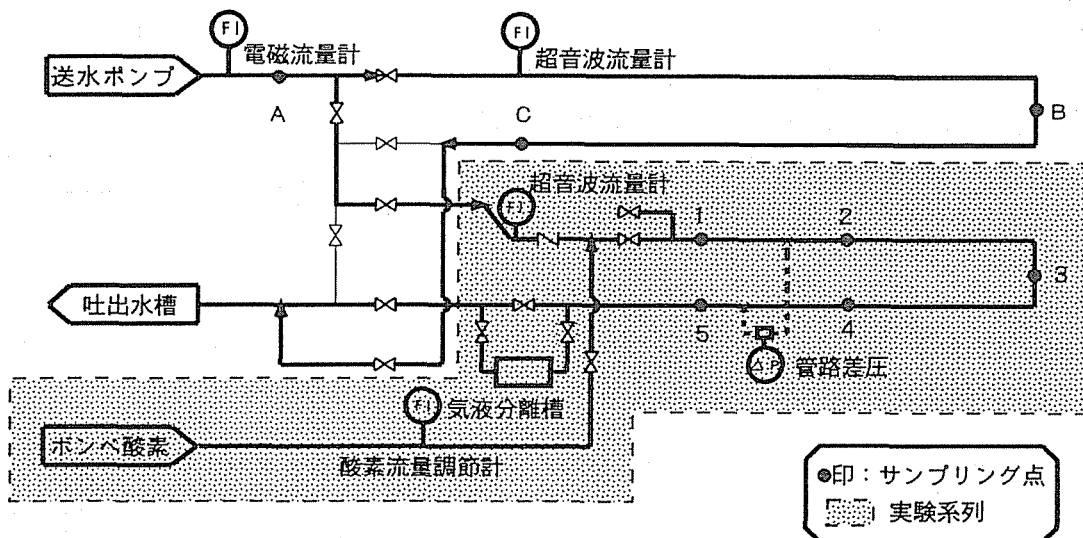


図-1 腐食防止実験施設フローシート

内径100mmφ、総延長1,800mで、バルブ操作により実験系列（酸素注入系列）と基準系列（無対策系列）おのこの900mに二分されている。流入生下水は嫌気性調整槽にいったん受けられた後、送水ポンプで圧送管に送られる。酸素は酸素ポンプより流量調節計で注入量を調節した後、実験系列管路始点配管中に底部から直接注入した。図-1に示したA～C点および1～5点は、水質分析地点である。A点を始点とした各分析点の距離を表-1に示す。

2-2 実験条件

実験は低水温期および高水温期各3条件ずつ実施した。実験条件を表-2に示す。管路下水流速は、0.3および0.6m/秒の条件で、また、酸素注入量は2.0～4.5Nℓ/分の範囲で実験を実施した。なお、基準系列の管路下水流速は実験系列と同一とした。

表-1 各分析点の距離

分析点	A点からの距離
酸素注入点	9.5 m
1	18.7
2	225.4
B、3	428.5
4	631.7
C、5	838.4

表-2 実験条件

実験No	水温条件	管路流速 (m/秒)	酸素注入量 (N ℓ/分)	平均水温 (℃)
RUN-1	低水温期	0.3	3.0	19.4
RUN-2		0.3	2.0	18.4
RUN-3		0.6	3.0	18.0
RUN-4	高水温期	0.6	3.0	25.6
RUN-5		0.6	5.0	25.4
RUN-6		0.6	4.5	24.2

3. 実験結果と考察

3-1 硫化物濃度測定結果

基準系列の圧送管入口(A点)および出口(C点)における全硫化物濃度測定結果を表-3に示す。各データは実験期間の平均値で示した。圧送管入口全硫化物濃度が0.04~1.05mg/ℓであったものが圧送管出口では2.8~7.7mg/ℓまで増加した。

次に、酸素注入を行った実験系列における全硫化物および溶存硫化物濃度の圧送管中の変化を図-2、3に示す。圧送管に流入した下水中の硫化物濃度は、酸素注入と同時に減少し始め、酸素注入量を2.0N ℓ/分としたRUN-2(低水温期)以外は、200mを越えた時点でほぼゼロとなった。

また、圧送管出口の溶存硫化物濃度は、RUN-2および高水温期のRUN-4(酸素注入量は3.0N ℓ/分)では0.6~0.7mg/ℓ検出されたものの、その他の実験区では全て検出されなかった。これらの結果より、硫化物抑制に必要な酸素注入量は、低水温期においては、3.0N ℓ/分、高水温期では4.5N ℓ/分であると考えられる。表-2に示したように、低水温期の平均水温は18.0~19.4℃、高水温期では24.2~25.6℃であり、硫化物抑制に必要な酸素注入量は水温の上昇とともに増加すると考えられる。

表-3 基準系列全硫化物測定結果

実験No	全硫化物濃度 (mg/ℓ)	
	入口(A点)	出口(C点)
RUN-1	0.30	6.9
RUN-2	0.53	7.7
RUN-3	0.04	2.8
RUN-4	1.05	6.1
RUN-5	0.90	5.7
RUN-6	0.68	5.0

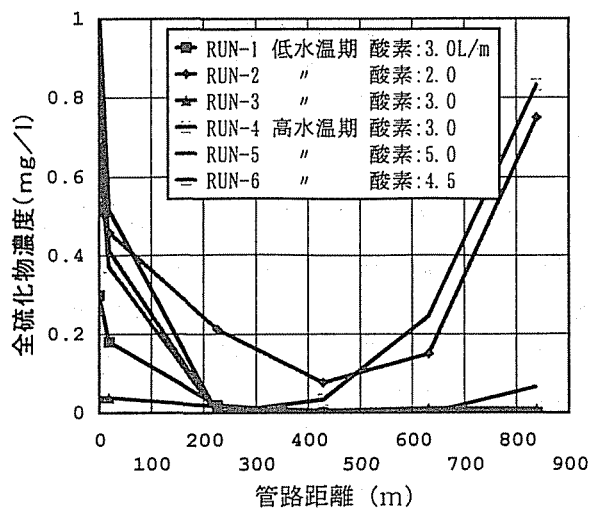


図-2 全硫化物濃度変化

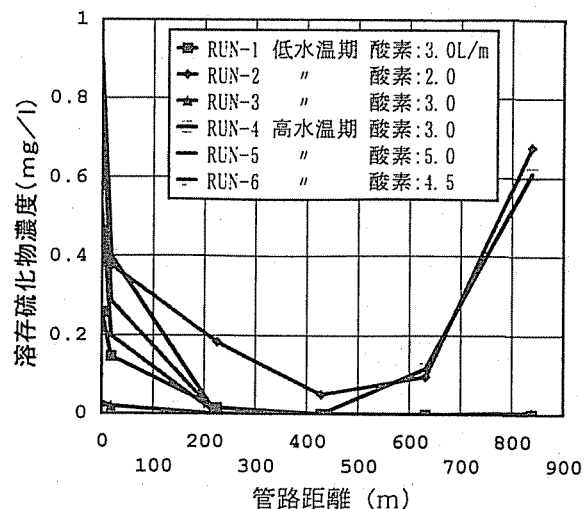


図-3 溶存硫化物濃度変化

3-2 溶存酸素濃度およびORP測定結果

実験系列の各分析点における溶存酸素濃度およびORPの測定結果を図-4、5に示す。図-4に示すように、酸素注入点以降、溶存酸素濃度は急激に上昇し、200mを越えた地点で概ね3~7mg/lの最高値を示した後、管路中間点付近より徐々に減少していった。

一方、ORPの変化を示した図-5によると、圧送管入口では-200mV程度であったものが、酸素注入点より緩やかに上昇し、圧送管出口に近づくにつれて低下していく傾向が見られた。

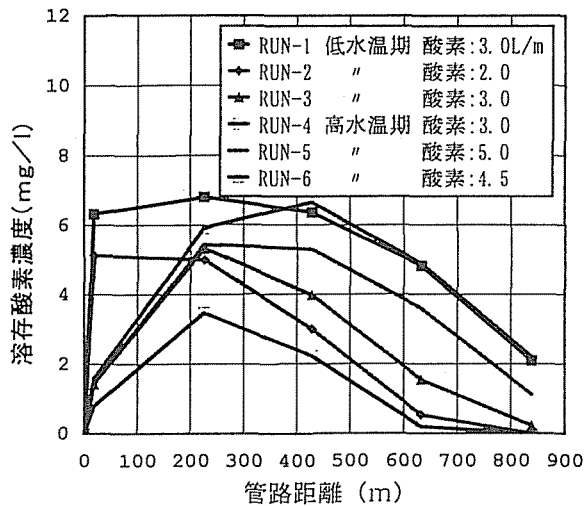


図-4 溶存酸素濃度変化

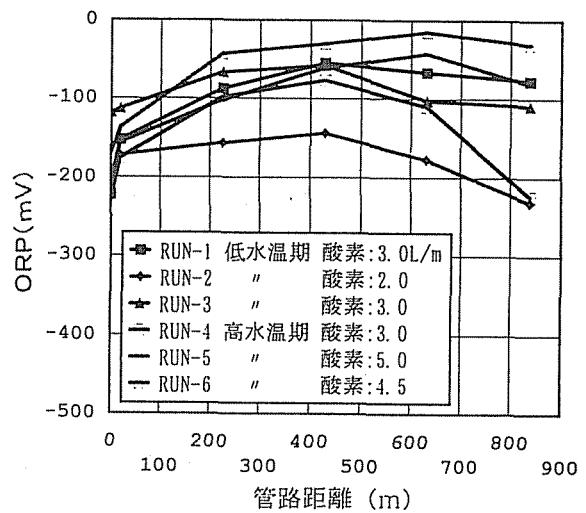


図-5 ORP変化

次に、管路出口の溶存酸素濃度、ORPと溶存硫化物濃度の関係を図-6、7に示す。図-6から、溶存酸素濃度については概ね1.0mg/l以上で、また図-7から、ORPについては概ね-100mV以上で溶存硫化物が検出されなくなることがわかる。これらの傾向は、低水温期、高水温期とも同様である。したがって、圧送管に酸素を注入して硫化物の生成が抑制できる溶存酸素濃度およびORPの下限値は、管路出口において各々1.0mg/l以上、もしくは-100mV以上であると考えられる。したがって酸素注入によって硫化物の生成を抑制しようとする場合には、これらの値を維持できるように酸素注入量を決定することが必要であるものと考えられる。

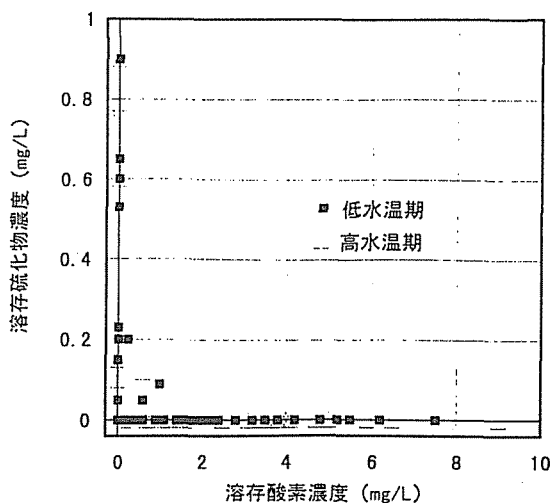


図-6 溶存酸素濃度と溶存硫化物濃度の関係

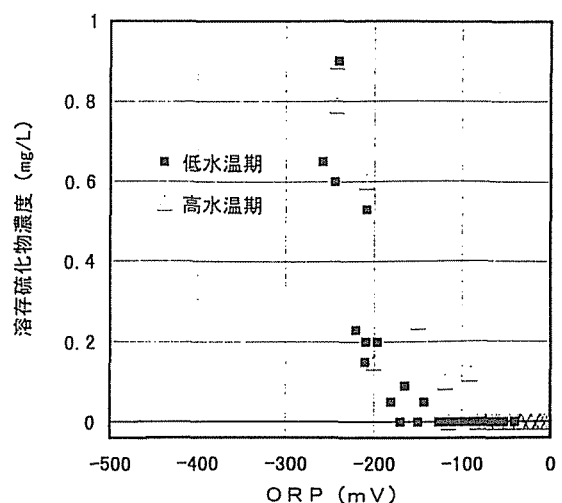


図-7 ORPと溶存硫化物濃度の関係

3-3 水温と必要酸素注入量の関係

圧送管に注入された酸素は下水中に溶解し、下水中の浮遊微生物に消費されると共に、管路内面に成長した生物膜に消費される。圧送管において硫化物を抑制するために必要な酸素の注入量は、以下の式で算出することができる。

$$OF = ODr + ODe + ODb$$

ここで、OF : 必要酸素注入量 (1.0mg/ℓ 以上)

ODr : 浮遊微生物に消費される酸素量

ODe : 生物膜に消費される酸素量

ODb : 管路末端DOを1.0mg/ℓ 以上に維持するための酸素量

微生物に消費される酸素量は水温の上昇にともなって大きくなることが予想されるため、実験データより一次回帰により、ODrおよびODeの水温 (T℃) との相関関係を求めると、以下の関係式が得られた。

$$ODr(T) = ODr(20^\circ\text{C}) \times \theta^{(T-20)} = 7.11 \times 1.064^{(T-20)} \quad (\text{mg}/\text{O}_2/\ell \cdot \text{時})$$

$$ODe(T) = ODe(20^\circ\text{C}) \times \theta^{(T-20)} = 847 \times 1.067^{(T-20)} \quad (\text{mg}/\text{O}_2/\text{m}^2 \cdot \text{時})$$

計算結果より温度補正係数θの値は、文献値の1.07とほぼ一致した。

4. まとめ

腐食防止実験施設 (内径100mmφ × 900m長 × 2系列) を用いて、酸素注入による下水圧送管の硫化水素抑制実験を行い、以下の結果を得た。

(1) 酸素を注入しなかった基準系列では、圧送管出口における全硫化物濃度が2.8~7.7mg/ℓ 検出された。

(2) 圧送管出口における溶存硫化物を抑制するために必要な酸素注入量は、低水温期 (18.0~19.4℃) では3.0Nℓ/分、高水温期 (24.2~25.6℃) では4.5Nℓ/分であると考えられる。したがって、水温の上昇に伴って、酸素注入量を増加する必要があることが明らかになった。

(3) 管路出口の溶存酸素濃度およびORPと溶存硫化物濃度の関係を検討した。その結果、溶存硫化物を抑制できる溶存酸素濃度の下限値は概ね1.0mg/ℓ、ORPの下限値は-100mVであることが確認された。

(4) 水温と必要酸素注入量の関係を検討した。下水中の浮遊微生物による酸素消費量(ODr) および管壁に成長した生物膜による酸素消費量(ODe)の水温に対する相関関係を求めた。

<謝辞>

本研究は、建設省土木研究所との共同研究として実施したものである。この場をお借りして、関係各位に深く感謝の意を表します。

【参考文献】

- 1) 下水道施設の臭気と腐食対策、下水道業務管理センター (1988年)
- 2) 田中ら、空気注入による圧送管路内硫化水素抑制手法について、第33回下水道研究発表会講演集(H8)