

# 月刊下水道

JOURNAL OF SEWERAGE, MONTHLY

平成13年10月15日発行（毎月1回15日発行）昭和54年2月24日 第3種郵便物認可

VOL.24 No.14

## 特集／明日に強い トンネル技術

11

月号  
2001

<好評連載企画>

- ◎ もう一つの下水道物語(小澤 忠一)
- ◎ エレガントな設計でコスト縮減を
- ◎ 知ればナットク腐食対策講座
- ◎ ビオハーモニー下水道
- ◎ Thinking 管更生

# 腐食対策

## 講座

第 27 回

# 圧送管のピグによる 洗浄の必要性とその効果

ライフサイクル サポート研究会

### 1 はじめに

下水道管を健全に機能させるためには、管の点検や清掃等の維持管理が重要である。自然流下管の場合、管径が比較的大きいことや一定間隔でマンホールが設置されていることから、管内面の観察や人手による補修を比較的容易に行うことができる。それに対し、圧送管では管径が小さく管内に圧力が負荷されているので、このような管内面からの直接的な対応は困難である。そのため、圧送管は普段から確実に維持管理を行い、常にその機能の維持を図ることが重要である。

こうした中、管内堆積物や管壁の付着物は送水能力低下や大量の硫化水素生成を招くため、圧送管の維持管理を考える上で重要な課題となっている。その対策として、管路の洗浄を定期的に行うことが望ましく、高流速でのフラッシングや排泥ピットの設置、ピグによる洗浄等、さまざまな方

法が実施されている。

今回は、これらの方法の中からピグ洗浄について、システムの概要と洗浄効果の確認調査結果を紹介する。

写真-1 ピグ発射装置

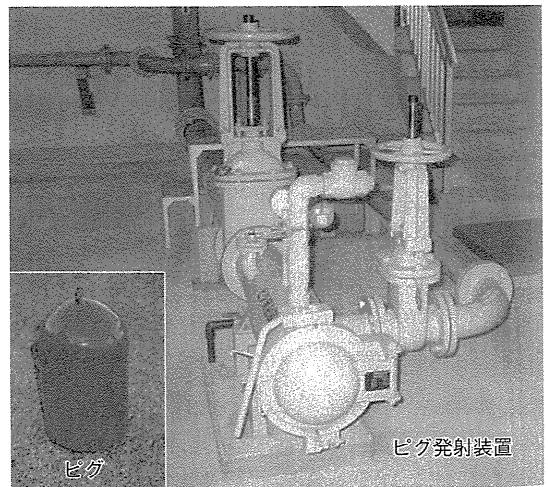
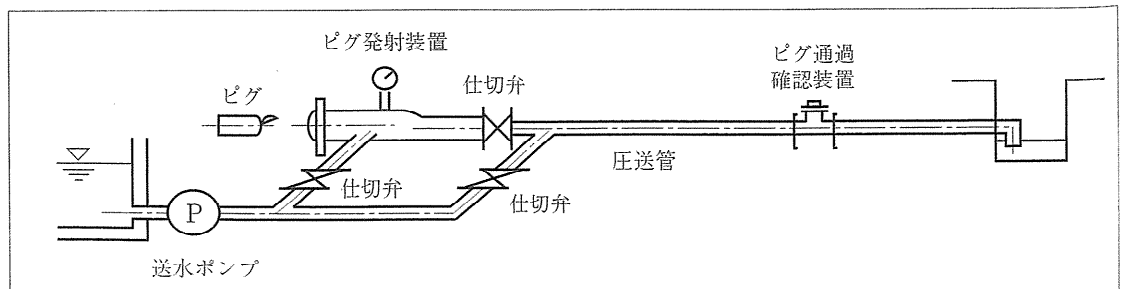


図-1 ピグ洗浄システムの概要



## 2 ピグ洗浄システム

### 2.1 ピグ洗浄システムの概要

ピグ洗浄とは、送水ポンプの出口直後に設けたピグ発射装置を用いて、発泡ポリウレタン製のピグを管内走行させることにより、管内堆積物、付着物、滞留ガス等を排出する手法である。ピグ洗浄システムは、ピグ発射装置、ピグ通過確認装置等からなり、発射装置の弁操作だけで洗浄作業ができるため、圧送管の簡便な維持管理を実現できる（図-1、写真-1参照）。

### 2.2 システムの特徴

① 通水したまま洗浄が可能

ピグの発射はバルブ操作により行い、送水ポンプの運転を止めることなく通水したまま洗浄できる。

② 長距離洗浄が可能

ピグは下水の流れとともに管内を走行するので、ピグ発射装置から圧送管路出口まで一度に洗浄できる。

③ 専用動力は不要

ピグの発射および走行には本設の送水ポンプを利用するので、別途専用動力は不要である。

## 3 ピグ洗浄システムの設置実績

ピグ洗浄システムを設置している管路の実績を表-1に示す（下水道圧送管路研究会が把握しているもの）。ピグ洗浄は、汚水圧送管で40カ所、汚泥圧送管（送泥管）で11カ所で実施されており、その対象口径は100～900mmである。また、最長で20kmの長距離管路でもピグ洗浄は実施されている。

## 4 ピグ洗浄の効果確認調査

### 4.1 建設省土木研究所（現国土交通省国土技術政策総合研究所）試験管路での調査<sup>1)</sup>

(1) 調査方法

建設省土木研究所の試験管路でピグ洗浄試験を行った。1年以上連続的に下水を送水していた管路でピグ洗浄を実施し、管内堆積物や付着物の排出状況、送水能力の回復効果を確認した。

試験管路の概要を以下に示す。

- ① 管路設置場所：茨城県霞ヶ浦浄化センター内
- ② 口径×管路延長： $\phi 100 \times 900 \text{ m}$
- ③ 管種：ダクタイル鋳鉄管
- ④ 下水の種類：浄化センターへの流入下水
- ⑤ 調査時期：平成9年2月～3月

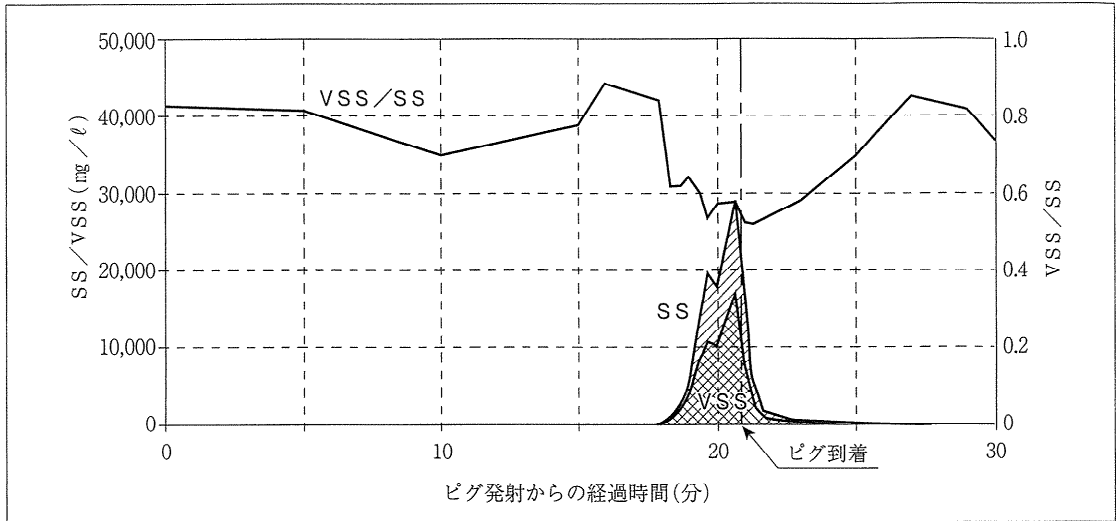
(2) ピグ洗浄による排出物

ピグ洗浄時に管路末端で下水を採取し、浮遊物質（SS）および揮発性浮遊物質（VSS）濃度を測定した。結果を図-2に示す。SS濃度は、ピグが管路末端に到達する約2分30秒前から急激に上昇し、到達直前にピークとなった。ピーク時のSS濃度は約30,000mg/l（通常下水の約200倍）であった。排出量は乾燥固形物として15.5kgであり、管内平均（乾燥固形物量/管内下水量）で約

表-1 ピグ洗浄設備の設置実績

口径 (mm)	管路数		管路延長 (m)
	汚水管路	汚泥管路	
100	7	—	300～2,500
150	3	—	2,100～3,500
200	10	6	200～20,000
250	2	1	100～2,000
300	6	1	1,200～5,800
350	5	2	500～4,000
400	3	—	800～2,000
450	—	1	8,400
500	1	—	4,500
600	1	—	1,200
800	1	—	3,000
900	1	—	1,300
計	40	11	100～20,000

図-2 ピグ洗浄時の管路末端でのSS、VSS濃度測定結果



2,200mg/l 溜まっていたことになる。

また、SSに占めるVSSの割合について見ると、通常の下水中ではVSS（微生物や有機化合物等）が8割程度であったが、ピグ到達が近づきSS濃度が増加するに従ってVSSの割合は約5割にまで低下し、無機物の割合が増加した。

(3) 送水能力の回復効果

ピグ洗浄による送水能力の回復効果を確認するための調査を実施した。ピグ洗浄前後に下水流量および圧力損失を測定し、(1)式から Hazen-

Williamsの流速係数 $C_H$ を求めた。

図-3にピグ洗浄からの経過日数と流速係数 $C_H$ の関係を示す。

$$I = 10.666 \times C_H^{-1.85} \times D^{-4.87} \times Q^{1.85} \dots \dots \dots (1)$$

I：動水こう配（単位管路長当たりの圧力損失水頭）(m/m)

$C_H$ ：Hazen-Williams式の流速係数

D：口径 (m)

Q：下水流量 (m<sup>3</sup>/秒)

ピグ洗浄前には流速係数 $C_H$ は102~104であつたが、ピグ洗浄により

136以上にまで上昇し、大幅に管路の送水能力が改善された。仮にポンプ吐出圧が一定であるとすると、流速係数 $C_H$ が103→136になれば下水流量は1.67倍に増えることになる（実際には、ポンプ性能は下水流量が増えると吐出圧が低くなるため、下水流量は1.67倍までは増えない）。これは、

図-3 ピグ洗浄前後の流速係数 $C_H$ の変化

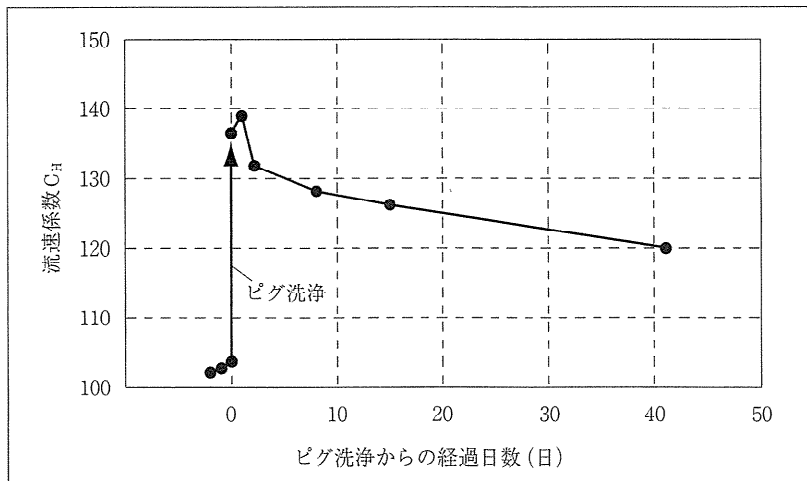
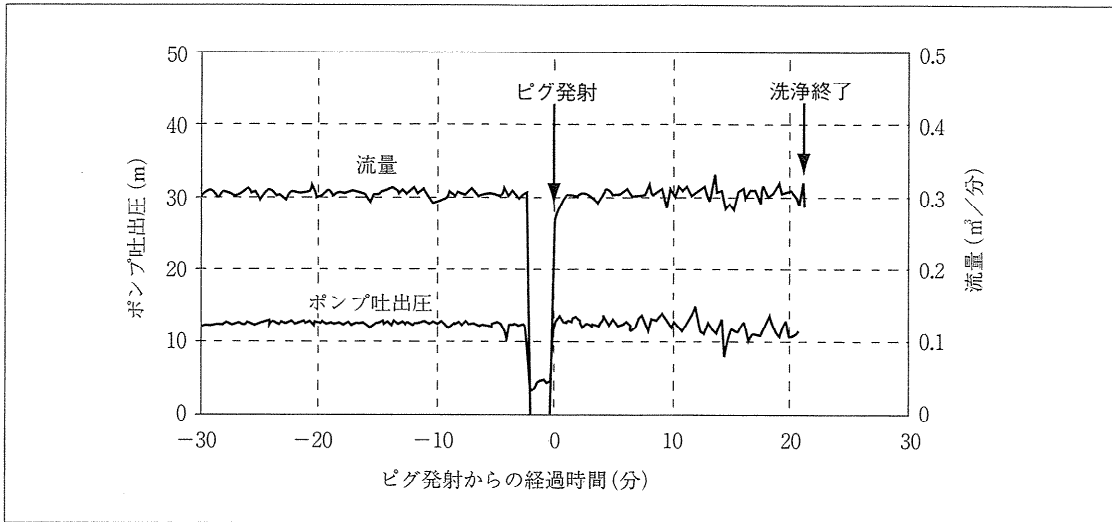


図-4 ピグ洗浄時のポンプ吐出圧、下水流量測定結果



ピグ洗浄により管内堆積物や付着物が排出されたためである。

その後、流速係数 $C_H$ は徐々に低下していくが、ピグ洗浄から40日以上経過した時点においても120以上の値を持続しており、ピグ洗浄は送水能力回復に大きな効果があることが確認された。

#### (4) ピグ洗浄時のポンプ吐出圧

ピグ洗浄時には、ピグの走行抵抗により通常の通水時より高いポンプ吐出圧が必要となる。そこで、本試験管路でのピグの走行抵抗を測定した。

図-4に、ピグ洗浄時のポンプ吐出圧と下水流量の測定結果を示す。ピグ洗浄時には曲がり部を通過する際などで若干ポンプ吐出圧の上昇が認められるが、通常の通水時の圧力と大差なくピグの走行抵抗は小さかった。また、ピグ洗浄時の下水流量も通常時と同程度であった。

### 4.2 日本下水道事業団大阪南エースセンター送泥管での調査<sup>2)</sup>

#### (1) 調査方法

日本下水道事業団大阪南エースセンターでは、送泥管の維持管理業務の一つとして半年に1回ピグ洗浄を実施している。ピグ洗浄の効果を確認す

るために、ピグ洗浄前後に管路の一部を取り外し内面の状況を調査した。

送泥管の概要を以下に示す。

- ① 管路名：高石送泥管（高石ポンプ場→汐見ポンプ場）
- ② 口径×管路延長：φ350×3,880m $\ell$
- ③ 管種：ダクタイル鑄鉄管
- ④ 下水の種類：汚泥（汚泥濃度約1%）
- ⑤ 調査時期：平成9年8月
- ⑥ その他：ピグ洗浄時は処理水を送水

#### (2) ピグ洗浄前後の管内面調査結果

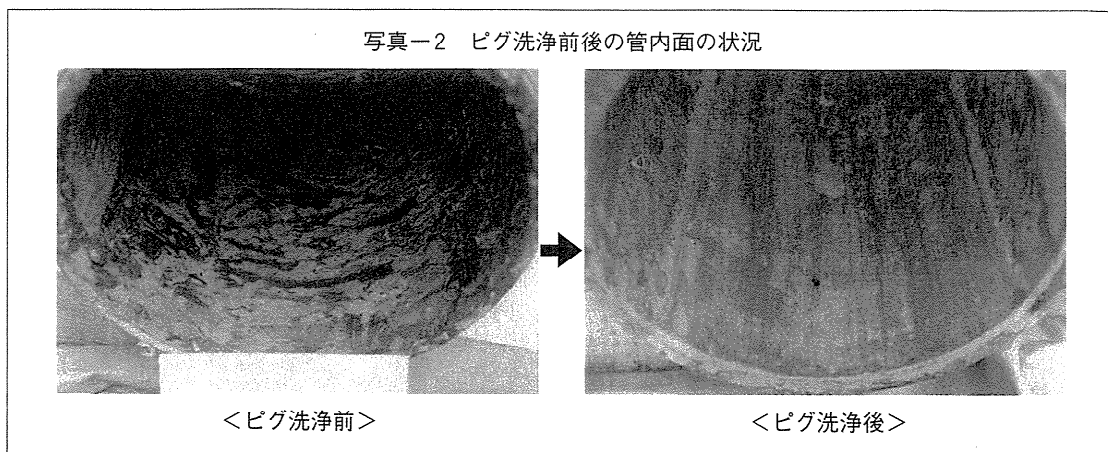
ピグ洗浄4日前および3日後に、送泥管末端付近に位置する地上配管部の供試管を取り外し、管内面の状況を観察した。

ピグ洗浄前後の管内面の状況を写真-2に示す。ピグ洗浄前には、管内の全面に灰色または黒色の付着物が認められた。それに対し、ピグ洗浄後には付着物はほぼ完全に除去されており、ピグ洗浄による付着物除去効果が確認された。

## 5 おわりに

圧送管の機能を健全に維持するためには、管内を定期的に洗浄することが重要である。今回紹介

写真-2 ピグ洗浄前後の管内面の状況



したピグ洗浄は、管内堆積物や付着物の大半を一度の洗浄作業で排出できるため、特に送水能力の回復という面で効果的である。ただし、長期間ピグ洗浄を実施しないと管内に大量の堆積物や付着物が存在するようになり、1回のピグ洗浄では十分な効果を発揮できない可能性がある。また、沈砂池での砂除去が不十分で圧送管内に砂が流入するような場合には、砂による抵抗で管内にピグが詰まる可能性もある。このような施設では、管内に大量の砂が残存しないように、ピグ洗浄の頻度を増やす必要がある。

下水道圧送管路研究会の調査では、1年に1回～数回程度の頻度でピグ洗浄をしている事業者が

多い。ただし、いずれも経験的に決められたものであるため、効果的なピグ洗浄の頻度についての合理的な考え方を確立することが今後の検討課題である。

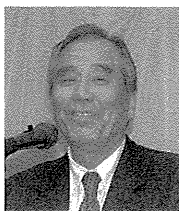
【田中直也・下水道圧送管路研究会】

#### <参考文献>

- 1) 建設省土木研究所共同研究報告書 第194号：下水道施設における経済的な硫化水素対策技術の開発に関する共同研究報告書 (1998)
- 2) 三品文雄、松本崇、二宮一、越智孝敏：送泥管路のピグによる洗浄と付着物排出効果に関する一考察、下水道協会誌、Vol.36、No.436 (1999)



インパイプ工法Ⅱ型研究会が2001年度総会  
新会長に  
吉川・東亜グラウト工業副社長



下水道管路内面補修のインパイプ工法Ⅱ型研究会は9月26日、東京都中央区の八重洲富士屋ホテルで2001年度総会を開催し、①会員の研修、②構成材料の品質

向上、③工法の普及活動——を柱とする13年度事業目標を承認するとともに、新会長に東亜グラウト工業(株)の吉川重弘副社長(写真)を選任した。

吉川会長はあいさつの中で「管路補修には類似工法が多いが、インパイプⅡ型は技術レベルも高く、今後もその良さを伸ばしていきたい。この工法を武器に仕事をしていてもらいたい」と会員各社に呼び掛けた。