

上水道施設のメンテナンス技術

<http://www.nakazato-const.com>

 **NAKAZATO**

すてきな街をこどもたちに...

中里建設株式会社

NAKAZATO CONSTRUCTION Co., Ltd.

2018年11月20日



中里建設株式会社

1. 上水道施設の現状と課題

- 明治20年初めて横浜に引かれて131年、高度成長期を経て
- 給水人口1億2,440万人、普及率97.9%(平成28年度末)



国民皆水道が実現
公園の水道が飲める唯一の国



しかし！配水池、管路の多くが、老朽化し更新時期

- ①上水道・簡易水道の配水池(浄水池・配水塔)は5万池
- ②管路(導・送・配水管)の総延長は65万km超え、地球16周分
 - 40年超4.4万km(約7%)、20年超28.3万km(約45%)
 - 上水道資産約40兆円の約70%(28兆円)が上水道管路
 - インフラの最たるものが水道、管路が最大の水道インフラ



今世紀中に再整備に取り組む必要性あり！！

1-①. 配水池管理の現状と課題

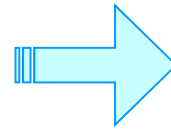
- ・ 水道法において・・・

10m³以上の貯水槽



【簡易専用水道施設】

＝年1回の点検清掃が義務化



配水池



【水道、簡易水道施設】＝特になし！



平成28年に(公社)日本水道協会規格として改正された水道事業ガイドライン(JWWA Q 100:2016)のなかで、業務指標(PI)として【配水池清掃実施率】が定められている。

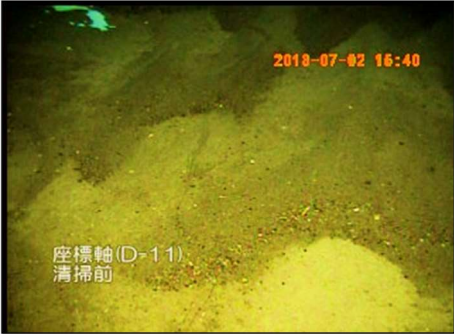
A203(5002)【配水池清掃実施率(%)】

$$= \frac{\text{5年間に清掃した配水池有効容量(m}^3\text{)}}{\text{配水池有効容量(m}^3\text{)}} \times 100$$

安全な水道水を供給するためには、配水池を適正に清掃(管理)することが必要である。

1-①. 配水池管理の現状と課題

・配水池内の堆積物の状況(水中ロボットによる内部調査写真)

原水	浄水処理	送水管	内部 躯体設備
◇主に湧水等由来のマンガンや鉄 ◇塩素で酸化された茶褐色の酸化マンガン・酸化鉄 ◇井戸由来の砂	◇浄水場で注入する凝集剤(PAC)由来の柔らかい白色沈殿物(フロック) ◇ろ過砂	◇送水管の防食材・内面塗膜(シールコート)剥離した白色固形片 ◇管内表面のさび等の剥離	◇天井、壁、柱、床面の塗装やコンクリート片の剥離 ◇流入出管、越流管、排水管、連通管、水位計、タラップ・人孔枠のさび
			
			

1-①. 配水池管理の現状と課題

● 配水池の不適切管理の要因

- 配水池の予備池がないため、清掃作業に**断水**が必要
- 予備池はあるが、流入出弁の作動不良により**断水**が不可
- 熟練職員の不足・職員の安全知識の欠如
- 予算確保が困難など

● 配水池の構造上の問題点

- 1池構造の清掃は、バルブ操作による**濁水**発生や長時間**断水**リスクが伴う等、水道需要者への影響は大きい
- 2池構造でも空にすることは、地震等リスクの対応上回避すべき
- 沈澱物放置で**水質悪化**の恐れ、**巻き上がり流出**のリスクあり



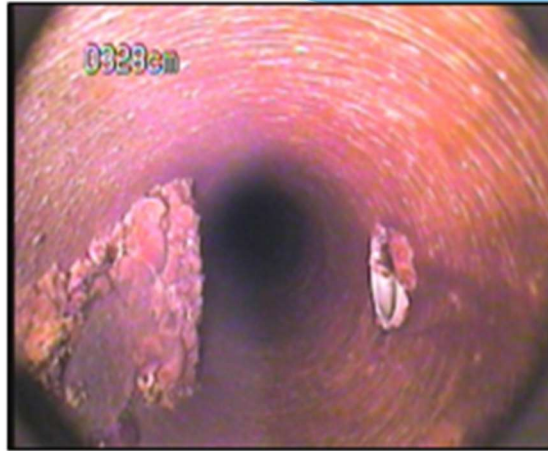
**配水池内を空にすることなく稼働状態のままで、
簡便にしかも安全・衛生的に清掃ができる
システムの開発が望まれていた！**

1-②. 管路(導・送・配水)管理の現状と課題

- ・管路内の腐食や堆積物の状況(内視鏡カメラによる調査写真)



管内錆瘤発生状況



管内堆積状況



管内閉塞状況

- ・鉄管の腐食、ろ過不足、過剰なミネラル成分、施工不良
このような実態をあまり国民が知らされていない
- ・でも給水人口減、料金収入不足、、、、



- ◎ 水道管内の機能の維持・向上・計画的な更新必要
- ◎ 水道経営に直結する重要課題の一つ

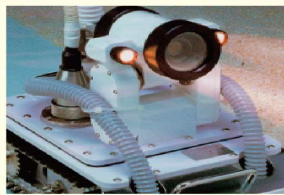


2. 経営理念に則り水理事業を開発

☆川上～川下までのライフラインを護る日本初のビジネスモデル

- ・ 大正9年、井戸掘りから創業98年目、総合建設企業に発展
経営理念＜いのちを護り、生命を創る＞ 水理部を創設

配水池内 水中ロボット清掃



水を抜かないから
安心!安全!!

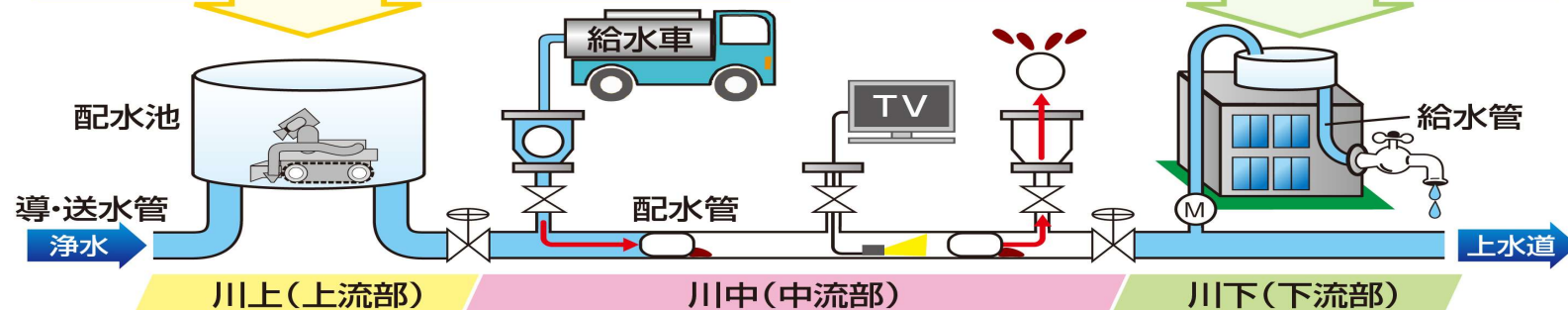
水中の映像をモニターTVで
監視しながら、配水池の内部
調査、及び底盤清掃を実施

オゾンによる給水管洗浄



安全・経済的・短期間
安心・強力

オゾン殺菌洗浄工法で
老朽化した給水管を
甦らせる!



アクアピグ工法(水道管内特殊洗浄) ※特許出願中



AQUAPIG. <http://aquapig.jp>

土木工事・管断工事不要!

水道用不断水内視鏡カメラによる洗管
状況確認とアクアピグによる物理的な
摩擦を利用した、より効果的な洗管

3. 水中ロボットによる配水池清掃

① 水中ロボットによる調査・清掃の仕組み



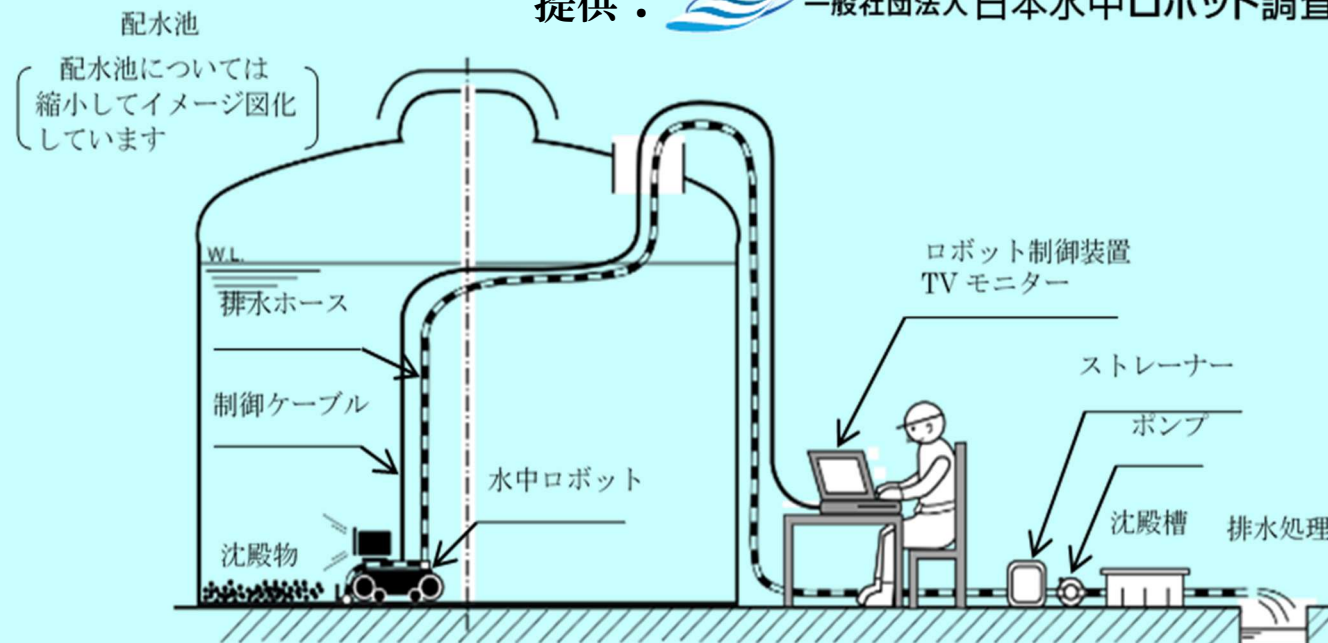
- ロボットは**開口径600mm以上**のマンホール部から、配水池内部へ人力投入可能
- ロボットは**オイルレス**で溶出物はなく、**塩素滅菌後投入**するため**水質汚染なし**
- **外部モニターで遠隔操作**、堆積物を**巻き上げず**、最適速度で走行する
- **水中用CCDカメラ搭載**で、沈殿状況、内部構造を調査し**録画データとして記録**
- 排水はストレーナ及び沈殿槽で適切に処理、濁水が河川、池に流出しない処置
- **不断水工法**のため配水池を運転しながら施工可能なので、**水が無駄にならない**
- 作業者が**入槽しない**ため、労働災害が発生しない**安全で衛生的な工法**である

3. 水中ロボットによる配水池清掃

②行政との連携（厚生労働省所管）

水中ロボットにより、“**不断水**”で配水池内部の調査および底部堆積物を除去する工法であり
（公社）日本水道協会「水道維持管理指針2016」
P.437 図-8.3.3参照 に掲載されました。

提供：  一般社団法人日本水中ロボット調査清掃協会



3. 水中ロボットによる配水池清掃

③水中ロボットの開発 (H26年度補正ものづくり補助金事業に採択)

【マルチくん】 旧神戸メカトロニクス㈱製

- B420×H365×L437mm W19kg
- 耐水深15m・ハロゲンライト・1カメラ上下75°

【CUV-40型】 広和㈱製

- B368×H335×L620mm W18kg
- 耐水深40m・LEDライト・2カメラ上下165° 左右360°

メーカーが改善改良

中里建設㈱へ
納入

中里建設㈱が
フィールドテスト実施

中里建設㈱が
フィードバック

ハイス
ペック
化



新型ロ
ボット開
発

スペック
向上

清掃能力
向上
長距離化
高深度化

サービスの
高付加価値
工程短縮
施工単価
低減
適用拡大

増収増益で
経営向上
ロボット供給
モデルケース
安心・安全な
水道の確保

ハイス
ペック
化

- ✓大規模水槽対応
- ✓多壁・柱・筋交水槽対応
- ✓工業用水・中水対応
- ✓マニピレーター装着
- ✓水中非破壊検査
- ✓耐震度調査
- ✓AIビッグデータ
- ✓AI自動運転制御

4. アクアピグ工法による管内洗浄

①川中エリアで**アクアピグ工法**を開発

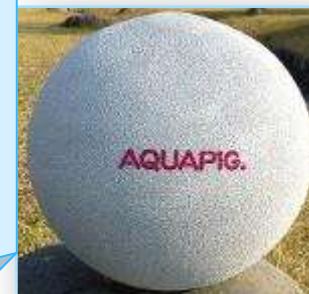
☆H25年補正ものづくり補助金により、「中里建設**水理**研究開発センター」開設

☆**上水道**管内の堆積物除去を目的に、圧縮復元の驚異の物理特性を有する発泡ウレタン製の特殊洗浄具**アクアピグ**の開発に成功[特許第5595205号取得]

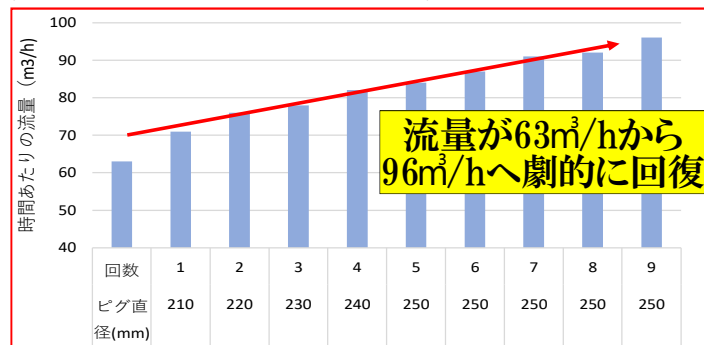


〈施設概要〉

- *国内最大級の実流実験装置
- *総延長L≒316.5m
- *口径φ20～300mm
- *ダクタイル鋳鉄管、透明アクリル管
- *各種実験研究が実施可能



☆管路内に**アクアピグ**を水圧で送り込み、物理的な摩擦を利用して、堆積物を管外へ排出する洗管技術**アクアピグ工法**を開発[特許第6041400号取得]



連続投入装置

水道管路内

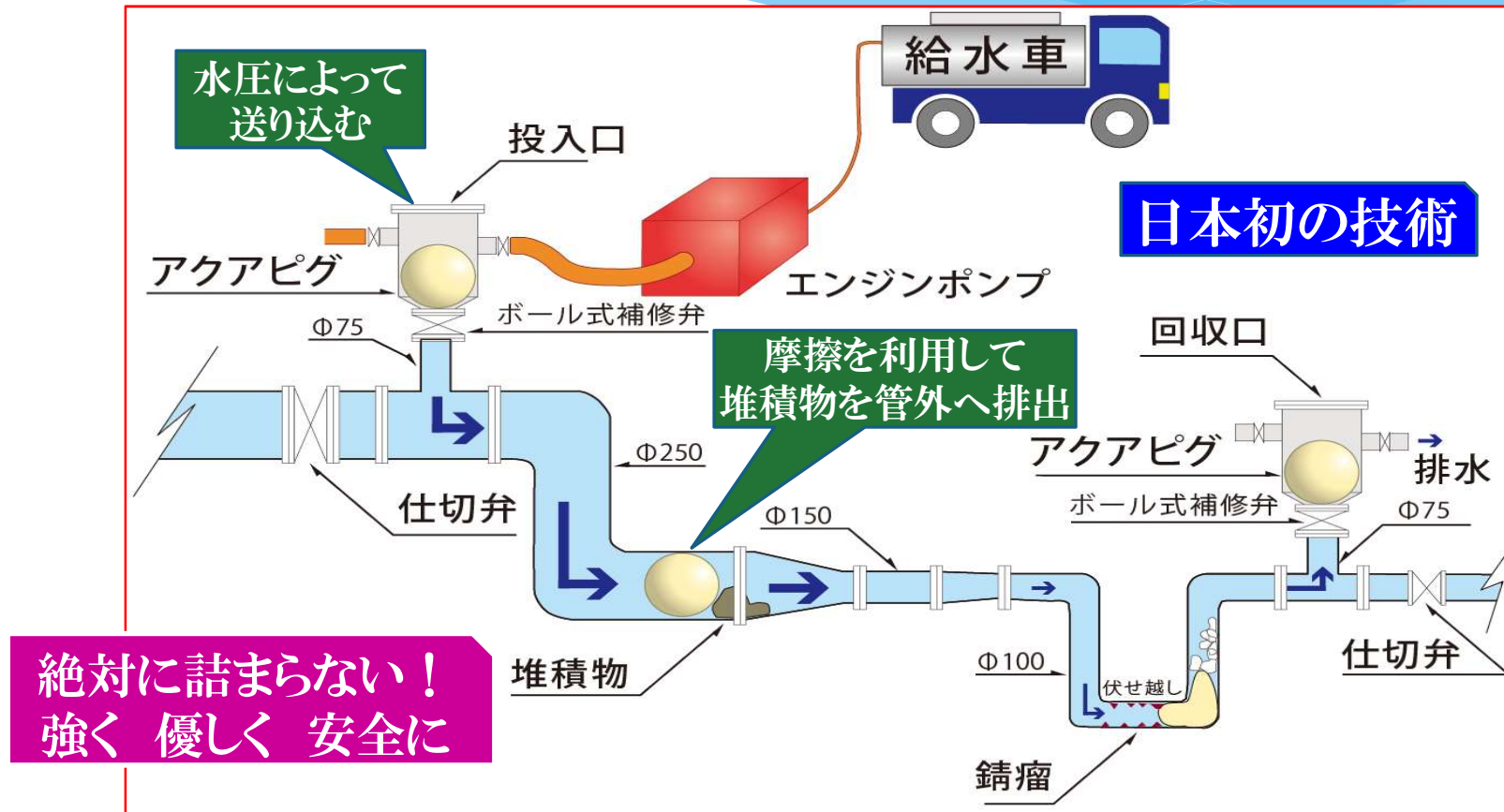
連続受取装置



☆**アクアピグ**を連続発射することで作業工程が短縮され、洗浄水量と断水時間の大幅削減可能な洗管装置**アクアピグ連続発射機**を開発[特許第6232650号取得]

4. アクアピグ工法による管内洗浄

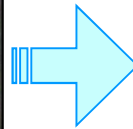
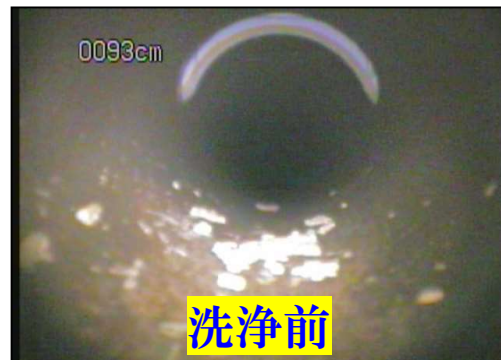
② アクアピグ工法の特長



- 土木工事不要、最小断水時間、曲り、伏越、すぐに濁水被害解消
- $\phi 75\text{mm} \sim \phi 250\text{mm}$ (国内55万km) 一工程で洗浄可能とした特許3つ取得
- 長距離施工によるコストダウン実現、最長実績2780m[岩手県矢巾町]

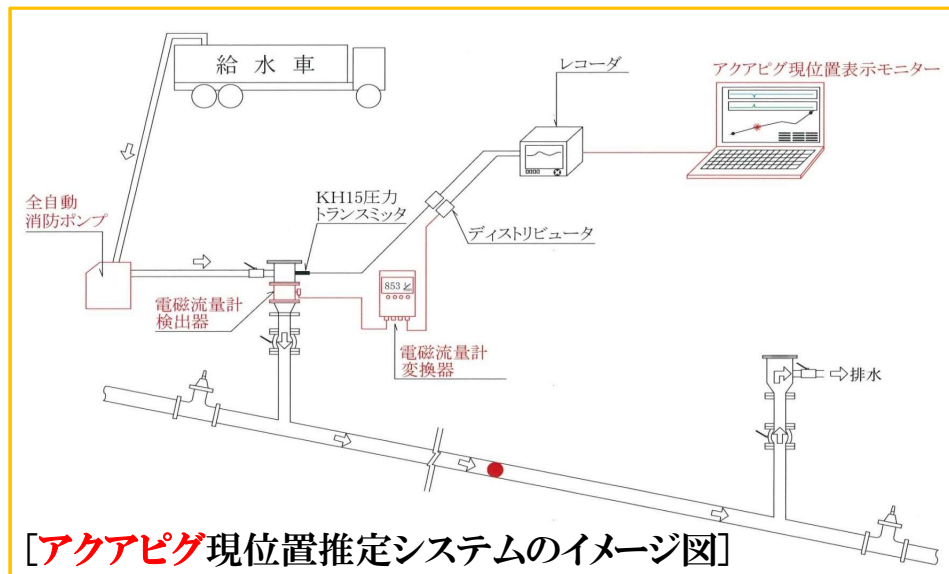
4. アクアピグ工法による管内洗浄

③ アクアピグ工法の開発



マンガン成分
のスケールが
ほぼ完全に除
去されている

- $\phi 200\text{mm}$ 配水管内に**アクアピグ** $\phi 210 \rightarrow 220 \rightarrow 230\text{mm}$ 順に3個貫通
- 2018年10月現在**43件**受注、累計施工延長**50,299m**
- $\text{¥}5,000 \sim 10,000/\text{m} \Rightarrow$ 長距離施工で **$\text{¥}1,000/\text{m}$** コストダウン可能



継続
研究
開発
中

- ✓現位置推定システムの試作
- ✓洗浄システムのデジタルAUTO化
- ✓新型アクアピグクロスの完成
- ✓宇都宮大学との共同研究の継続
- ✓管路内面劣化度診断の研究
- ✓管路内夾雑物付着メカニズムの研究
- ✓下水道圧送管洗浄への応用
- ✓民間中水道管内洗浄技術の開発
- ✓アクアピグパートナー協会の設立
- ✓JICA案件化調査事業の実施
- ✓ASEAN諸国での営業展開