

千曲川流域下水道上流処理区 垂直管渠性能評価に関する 調査研究

1. 目的

財団では、平成6年度より長野県と共同で、高落差を有するマンホールの構造や維持管理性の改善を目指し、下水の全量を垂直に落下させる“らせん案内路式ドロップシャフト”の技術開発と設計手法の確立を進めてきた。なお、本研究は、新技術活用モデル事業として実施した。

長野県千曲川流域下水道上流処理区千曲川幹線の最終人孔（処理場内）では、流入する関連公共下水道との落差高が約12mと高落差であるため、この研究成果を踏まえ、ドロップシャフトの第1号基として設置した。

本研究は、1996年9月より供用開始され、1999年9月で3年以上が経過したドロップシャフトの、設置状況をはじめ、材質の変化やしさ等の堆積状況などを確認することで、設計諸元等の妥当性を確認することを目的としたものである。

2. 調査内容および結果

調査対象としたドロップシャフト口径は、350mmで、計画時間最大汚水量は0.026m³/s、設計対象流量は余裕率100%を見込んだ0.052m³/sである。

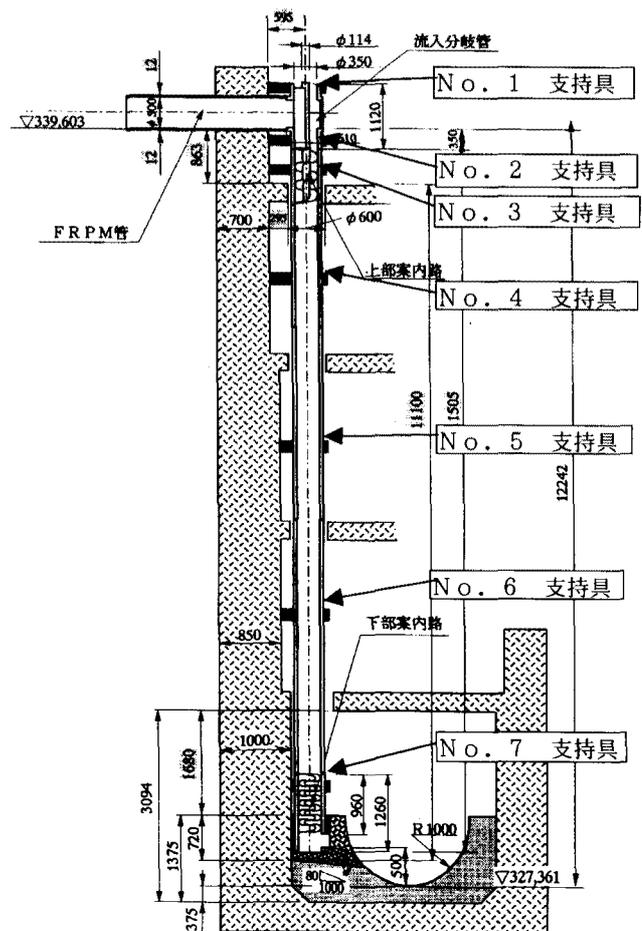


図-1 調査対象らせん案内路式ドロップシャフト構造図と支持具位置

3. 調査の概要

1) 設置寸法の測定, 設置状況の調査

ドロップシャフト設置後に, 流水による振動等によって, 支持具の位置や締め具合等が変化したかどうかを確認する。

このため, 壁とドロップシャフトとの距離を測定したが, 設置時との差違は最大約3mmであり, 計測誤差等を考慮すると問題ない値であると考えられる。人孔壁からの距離測定結果は, 図-2のとおりである。

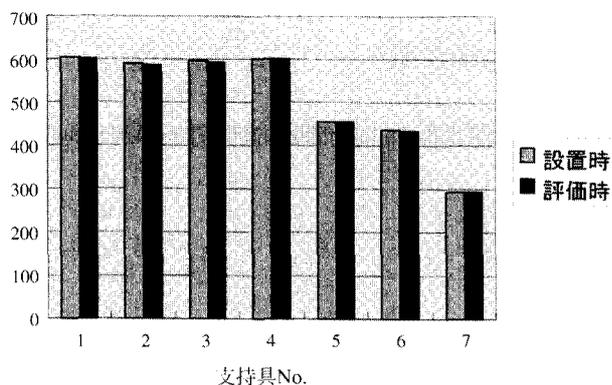


図-2 支持具ごとの人孔壁からの距離

また, 支持具は, 錆やボルトのゆるみはなく, 設置時の状態を確保していた。

2) ドロップシャフト内給排気量の確認

流下中のドロップシャフト上部と吐出部において空気量を計測した。なお, 計測時には, 処理場の揚水ポンプが停止していたため, 吐出管は埋没状況にあった。

測定したところ, 両部とも測定できるほどの空気量は無く, シャフト内で空気が十分脱泡されているものとする。

3) 人孔内騒音, 臭気の確認

人孔内の騒音レベルは75db程度で, 普通に会話ができる状態であり, 喧噪さはなかった。また, 以前に測定した結果と大差がなかったため, シャフト内の流れは初期と同様であるとする。

人孔内は, やや下水臭があるものの, 硫化水素などの有害ガスの発生はないことから, 滞留がなくスムーズに流下できているものとする。

4) 流下状況および夾雑物の調査

流下状況および夾雑物の有無を目視および目玉式管内調査用カメラにより調査したが, 流入部, 上部案内路, 中間案内路, 下部案内路とも下水の滞留

や夾雑物は認められなかった。

また, 本ドロップシャフトの維持管理を担当している(助)長野県下水道公社に, 供用開始以来の維持管理状況について, ヒアリングを行ったところ, 一度も夾雑物等が滞留すること等により, ドロップシャフト上部や上流地先からの溢水はなかったとのことであった。

5) 管内面, 外観の確認

ドロップシャフトを取り外したのち, 管を軸方向に切断し, 内面状況を確認した。

当初心配された摩耗の現象はほとんど見られず, 管内面には, 生物スライム層(管内面に付着した微生物等の半固形物)が多く付着している。なお, 管内面の状況は, 写真-1~3のとおりである。



写真-1 流入分岐管



写真-2 上部案内路



写真-3 下部案内路

6) ドロップシャフト部材の肉厚測定

ドロップシャフトと取り外し、切断した外殻およびらせん案内板の肉厚を測定し、供用後の変化を確認した。

① 肉厚減耗量の計測

計測位置は、設置時の計測箇所を基本として測定し、設置時の肉厚と比較した。

測定した結果、最大で約0.3mm小さい値が測定されたが、成形がガラス繊維と樹脂との手積み積層のため、肉厚には多少のバラツキがあることを考慮すると、摩耗しているとはいえないと考える。

② 表面状態の電子顕微鏡による観察

ブランク（使用前の状態）との比較をしたところ、生物スライム層がFRP表面を覆うように密着しているが、FRPそのものの変化は見られない。なお、FRP表面の電子顕微鏡による状況は、写真-4、5のとおりである。

7) 水質、流量の調査

① 千曲川上流処理区下水処理場（アクアピア千曲川）で測定した年報のデータによると、下水

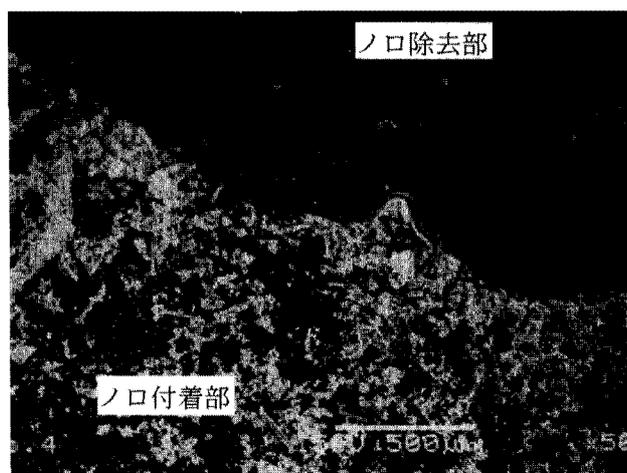


写真-4 上部案内路表面

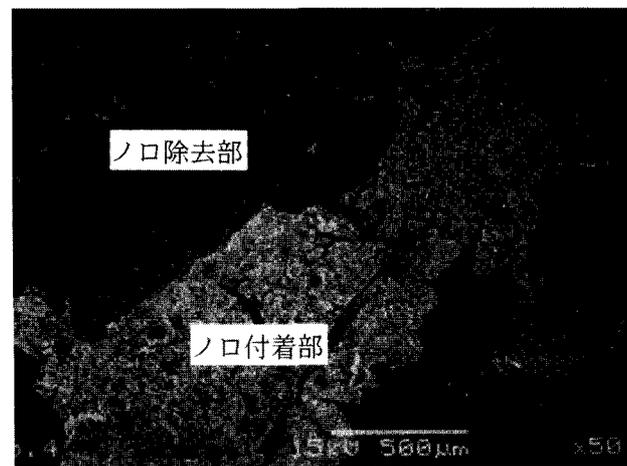


写真-5 下部案内路表面

排水基準の範囲内にあり、異常値はなかったことから、一般的な下水が流入しているものと考ええる。

なお、Phは、ほぼ中性であった。

② 流入水量は、普及率の増加等により年々増加しているが、平成11年度で計画量の約40%程度であった。

8) 強度検査

① FRP管の管片圧壊強度計測

試験片3個とブランク片1個から、たわみ量、外圧および破壊外圧を測定した結果、供用品は、K-2規格（強化プラスチック管）を満足するとともに、ブランク品と同等の強度を保っていることから、供用による強度低下はないと考える。なお、強度試験の状況を写真-6に示す。

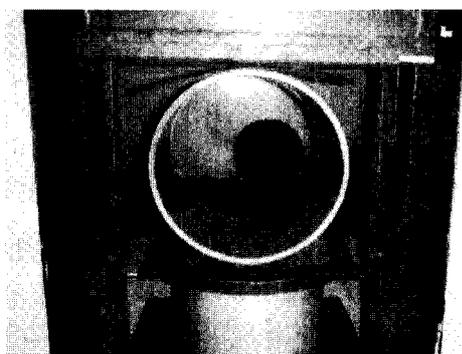


写真-6 供用品の管強度試験状況

② FRP案内板の曲げ強度計測

試験片5個とブランク片5個から、曲げ強度と曲げ弾性率を測定した結果、供用品は、設計以上であるとともに、ブランク品と同等の強度を保っていることから、供用による強度低下はないと考える。なお、案内板の曲げ試験結果を図-3に示す。

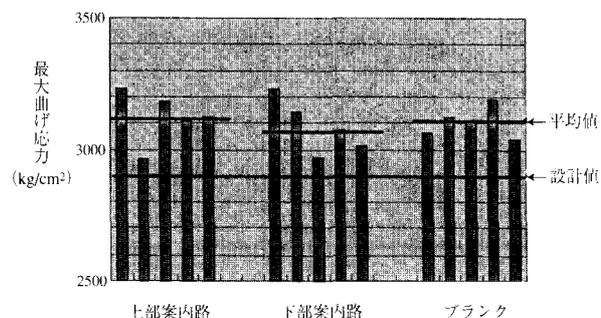


図-3 案内板の曲げ試験結果

③ 止水ゴムの評価

定変位時の荷重を試験片3個とブランク片1個から計測した。この結果、供用品とブランク品の荷重—変位の挙動すなわち荷重の立ち上がり点であるネッキングポイントが同等であることから、供用において弾性変形がほとんどなく、初期の弾性を有していると考ええる。

④ 案内板固定部の評価

案内板とそれを支えている管との接着部を案内板ごと切り出し、その接着部にせん断力を与えることで、破壊した荷重値と破壊のモードを確認する。

曲げ強度は、ブランク品とほぼ同等であった。

試験片の破壊形態は、管と案内板との接着部で破壊するのではなく、案内板自身のせん断で破壊している。

以上のことから、劣化はしていないと考える。また、これは設計の考え方を裏付けるものである。

3. 調査結果のまとめ

- 1) 設置の状況については、設置時の結果と比較してもほとんど変わることはなかった。
- 2) 材質は、強度的にほぼ当初のものを有しており、ほとんど変化はなかった。

3) カメラを挿入してドロップシャフト内の流下状況を調査したところは、管壁に沿ったらせん流で流下しており、ほぼ当初想定したとおりであった。

4) 夾雑物の有無等について、カメラ調査を行ったが、詰まりの原因となるような兆候は見られなかった。またヒアリングによる調査をしたが、3年間1度も詰まり等による流下阻害はなかった。

以上のことから、約3年の供用期間ではあるが、ドロップシャフトに異常はなく、ドロップシャフトの設計手法や材料開発の妥当性についての検証が確認でき、設計どおりの機能が発揮されているものと考ええる。

4. 今後の課題

今回の性能評価により、設計資料(案)に記載した範囲でのドロップシャフトの実用化に問題の無いことが確認できた。

今後は、設計流量や落差高さ等のドロップシャフト適用象範囲を拡大できるよう、調査研究を進めていく予定である。

●この研究に関するお問い合わせは 事務局次長 鈴木 茂
技術部事業課長 松本 征