

ベンドサイフォン供用開始後の追跡調査 及び設計計画への反映について

(財)愛知水と緑の公社 斎藤 忠司

○武山 直樹

1. はじめに

愛知県の下水道普及率は、名古屋市を含めても全国平均に達していない状況にある。限られた予算でいかにコストを抑えて整備を進めていくかが、今後普及率を延ばしていくうえでポイントとなる。汚水管渠の整備においても、さまざまなコスト削減策が講じられているが、最も効果が期待できる施策のひとつとして管渠の浅埋化があげられる。しかし、水路等の下越しにより、その下流全てが深くなってしまうことが少なくない。このような場合の対応策として、伏越しの採用があげられるが、硫化水素の発生やそれに伴う躯体の腐食、汚泥・ゴミ等の固形物の滞留など維持管理上の問題があり、「下水道施設計画・設計指針と解説・2001年版（以下指針という。）」に避けることが望ましいと記述されているため、原則採用しないとしている自治体が多い。本公社では平成14年度より、伏越しの問題解決を目指して、ベンド管を用いた伏越し（以下ベンドサイフォンという。）についての手引書を作成し、県内の自治体が設計する上で参考としてもらっている。現在ではベンドサイフォンを採用する市町が増えてきていることから、供用開始後の施設の追跡調査を行っている。今回は、これまで行った調査・実験内容やベンドサイフォンの構造等についてまとめたので報告する。

2. 調査内容と結果

ベンドサイフォンの構造を図-1に示す。一般的な伏越しに設置される泥だめは設けていない。また原則として1条管としており、ベンド管は上下流とも45度を標準としている。

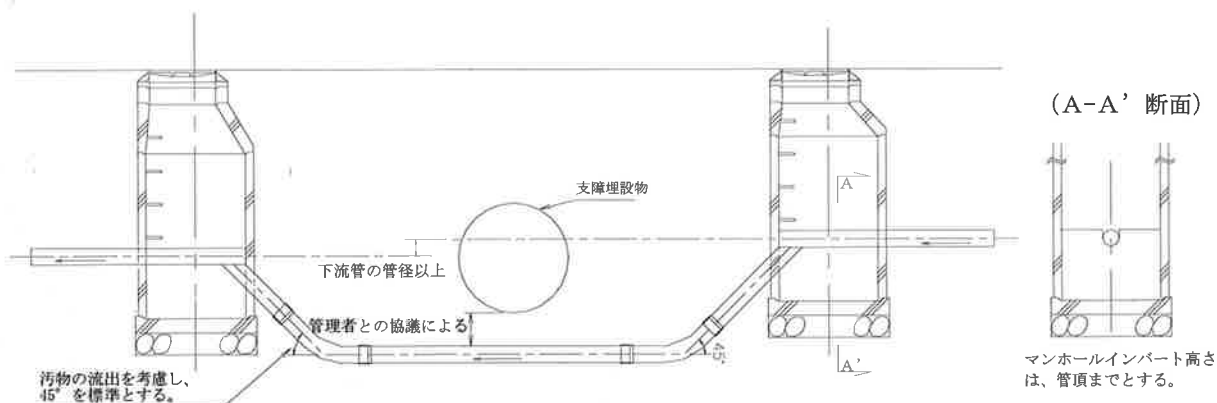


図-1 ベンドサイフォン参考図

これまでに愛知県内の自治体（名古屋市を除く）では、50を超える箇所ではベンドサイフォンが採用されてきた。今後もコスト削減の観点から普及していくと考えられるため、ベンドサイフォンを採用した場合の下水の流れや、汚泥堆積に対する懸念を払拭していく必要がある。そこで、平成18年12月に、県内の供用開始済みの8箇所（取付管ベンドサイフォンを含む）において、管渠内の汚泥堆積状況及び上下流人孔内の状況についての現地調査を行った。調査結果は以下のとおりである。

- ・人孔内の硫化水素濃度は 0ppm、酸素濃度は 20.93%であり異常はみられなかった。
- ・上流側の管取付け部の界面に浮遊物（トイレットペーパー等）が見られたが、長期にわたって滞留している様子はなかった。
- ・管周りに油が付着しているところもあったが薄いものであった。
- ・下流側人孔の管立ち上がり部に、スカムが堆積しており汚水の流れを阻害している箇所もあったが、管は閉塞しておらず、清掃により解消できる程度であった。
- ・MLSS計の挿入により、管内堆積物の有無について調べてみると、ほとんどの箇所で汚泥の存在が確認できた。
- ・上流側の人孔からポリタンク 2 杯分（約 40 リットル）の水を投入し掃流状況を観察してみると、大量の汚泥が一気に流れ出した。界面にみられた浮遊物もフラッシングにより流れていった。

今回調査した箇所では、いずれの箇所も管の閉塞はみられず、ベンドサイフォンは有効に機能しており、水の投入による管渠内汚泥の流下効果も確認できた。また、堆積物の清掃を簡単に行えるように、上流側の人孔内に手動式の簡易なゲート（天然ゴム製）を設置し、フラッシング操作ができるようにしてある箇所もあった（写真－1 参照）。

取付管ベンドサイフォンでは、フラッシングによる堆積物の流下は見られなかった。これは、日常生活の間欠的な汚水の流下により、清掃されているものと推測される。



写真－1 フラッシングゲート

3. ベンドサイフォンの実流実験

これまで県内外のベンドサイフォンの現地調査を行ってきたが、現地調査では管渠内部の流れまでは確認することはできない。そのため、平成 14 年度に屋内の仮施設を用いて実流実験をおこなっているため報告する。管径 200 mm の透明アクリル管を加工して製作した施設に、2 種類の擬似汚物（比重 0.95 と 1.05）を流しその挙動を観察した。（写真－2 参照）

（1）ベンド角部について

加工したアクリル管は円形管を斜めにカットしたものを 2 個つなげたものであったため、接合面が楕円となり、断面が円形より大きくなることと、ベンド角部が折れ点となることにより擬似汚物が停止した。ベンド部に粘土を詰め断面変化を少なくし滑らかにした結果、流れが改善された。このことから、ベンド部は流れをスムーズに導けるよう、できるだけ大きな曲がり管を使用することが望ましい。

（2）ベンド角度について

45度と90度で実験した。流下状況を見たところ、比重の軽いものは上流側を45度としたほうが流れやすかった。下流側では45度と90度の違いはみられなかった。逆に、比重の重いものは下流側



写真－2 実流実験風景

を45度としたほうが流れやすかった。上流側では45度と90度の違いはみられなかった。

(3) 流速について

ベンドサイフォンは流量が大きくなれば、管内流速が大きくなり流れやすくなる。実験でも流量が大きいほど流れやすかった。

(4) 損失水頭について

指針に記載されている算出式より損失水頭を求めると約50mmであった。一方、ベンドサイフォン上下流の水位を計測してみると、水位差は数ミリであった。

(5) 擬似汚物について

擬似汚物の比重は味噌を使って調整したため、挙動に少しばらつきが生じた。吸水してしまい比重0.95想定のもので沈みながら移動することもあった。

4. まとめ

これまでの調査・実験結果などから、ベンドサイフォンの構造についての留意事項を以下にまとめる。

- ・ベンド部は流れをスムーズに導けるように、できるだけ大曲がり管を使用することが望ましい。
- ・浮遊物を飲み込みやすくし、汚物が流れやすくするためにベンド角をとる。角度は45度を標準とする。
- ・管径を小さくし流速を大きくすれば効果はあるが、下水道管の実態として何が流れてくるかわからないため、上流の管と同一管径とする。
- ・損失水頭の計算値・実測値は、下水道管の最小径以下であった。小流量時においても流れやすいよう上下流管の落差は下流管の管径以上とする。
- ・フラッシング操作を簡単に行えるようにするには、簡易なゲートの設置が有効である。
- ・泥だめは、汚物やスカムの沈殿、それに伴う腐食の原因となるので設けない。
- ・瞬時の最大流量がそのまま管を流れるため、間欠的にはあるが汚物の掃流効果が期待でき、閉塞が生じにくい。また、清掃が必要となっても量・時間とも少なく済むため、原則として1条管とする。
- ・上流管からの汚水を流速など変化させないで伏越管に誘導するため、人孔底部にインバートを設ける。また、越流を防ぐためインバートは管頂まで立ち上げる。
- ・取付管ベンドサイフォンは、各家庭より流されるものによっては即閉塞してしまうことも考えられる。また、閉塞してしまった場合、個人宅に汚水が噴出してしまう恐れがあるため、採用にあたっては慎重を期すこととする。
- ・合流式下水道では、土砂の流入等の影響を考慮する必要があるため、分流式下水道のみの適用とする。
- ・あくまでも伏越し施設であるため、定期的な点検を行い適正な維持管理をすることが重要である。特に供用当初は点検頻度を多くすることが望ましい。

供用開始後の管の閉塞を恐れて、ベンドサイフォンの採用をためらっている自治体もあるようであるが、現地で施設の調査してみると、清掃など定期的な維持管理を行っていても、閉塞などの問題は起きていなかった。今後も調査を続けて、安心してベンドサイフォンを採用できるように努めていきたいと考えています。

【参考文献】・下水道施設計画・設計指針と解説 前編 2001年版 (社)日本下水道協会
・エレガントな設計でコスト縮減を 成原富士郎

問い合わせ先：(財)愛知水と緑の公社 下水道部 管理課 調査設計担当

〒460-0002 名古屋市中区丸の内3丁目19番30号

TEL 052-971-3047 E-mail awg-g-cs@pluto.plala.or.jp