

人・地球・水環境

月刊下水道

JOURNAL OF SEWERAGE, MONTHLY

February, 2012

2

VOL.35 No.2

特集

データで見る最新下水道事業

- 人口減少時代の下水道行政のあり方
- 東日本大震災からの復旧
- 兵庫県における下水道施設の台風被害と復旧



■ 海外レポート
上海市TVカメラ調査
マニュアルの策定



<http://www.gesuidou.jp/>

■ ズームあっぶ——JSが視察会開催
復旧待たれる仙台市南蒲生浄化センター

長寿命化を担う不明水対策

—処理コストの低減に向けて—

ペンタフ(株) 代表取締役 後藤 清

1 はじめに

都市部の下水道普及率がほぼ100%に達した日本にとって、下水道ストックの長寿命化は、避けて通れない時代の要請であり、これに応じて、平成20年、「長寿命化支援制度」が国土交通省により創設されている。

建設中心の時代は、法定償却年数を念頭においた改築更新をイメージするだけで良かったが、実際に償却年数を超える施設が増加するにつれて、償却年数基準による開削更新の現実味は薄れ、長寿命化の必要性が切実になっている。

長寿命化を実現するためには、施設の劣化対策だけでは十分ではない。不明水は次の3つの問題を抱えており、不明水対策による管路施設の延命とリスク回避、ライフサイクルコストの低減が課題として認識されるようになった。

- (1) 膨大な不明水処理コストが、ライフサイクルコストに影響を与えており、下水道経営の観点からは、看過できない問題である
- (2) 地下水浸入水ほかの不明水が、管路施設周囲の土砂を引き込み、地盤の空洞化や道路陥没を引き起こすばかりでなく、地山を弱めて不陸蛇行や接合不良を生じ、管路施設自体の短命化の要因になる
- (3) 雨天時浸入水が、入孔溢水による浸水や、処

理場やポンプ場への過負荷による放流水質の悪化（公共水域の環境汚染）の原因になっており、これらのリスクが下水道を超えて社会的費用を発生させる

2 不明水処理コストと削減効果

2.1 不明水処理コスト

平成21年度の不明水量は、24.7億 m^3 。これに汚水処理原価164円/ m^3 を乗じた不明水処理コストは、年間約4,000億円である（表-1 [7.不明水処理に係る経費の試算]）。

法定償却年数を50年として、この間の不明水処理コストは、計算上、約20兆円になる。ここでいう不明水とは、広義の不明水のことである。

- 広義の不明水：下水道施設的设计段階で見込む地下水量+狭義の不明水
- 狭義の不明水：見込み地下水量を超える不明水

汚水処理原価には、狭義の不明水処理に関わる、不明水処理費は含まれていないため、厳密な不明水処理コスト計算にはならないが、狭義の不明水対策費は維持管理費の0.7%のレベルであり、計算には含めていない。

逆に、不明水処理費の83億円、維持管理費の

表-1 不明水処理コストと削減効果の試算

地方公営企業年鑑（平成21年4月1日～平成22年3月31日）

第57集 総務省自治財政局編

第2章 事業別状況 7. 下水道事業 II 現状と課題

1. 処理量と不明水率（法適用・法非適用の企業合計、流域下水道は除く） ■経費の内訳（4）不明水より		
総処理水量 A	146.9 億m ³ /年	雨水 + 汚水処理量
雨水処理量 B	13.1 億m ³ /年	
有収水量 C	109.1 億m ³ /年	汚水処理量 - 不明水量
不明水量 D=A - (B+C)	24.7 億m ³ /年	
不明水率 D/A	16.8%	注：有収外汚水や雨天時浸入水を含む
2. 汚水処理原価の内訳 ■汚水処理原価および使用料の状況（1）汚水処理原価より		
汚水処理原価	163.99 円/m ³ （100%）	汚水処理費/有収水量
維持管理費	71.99 円/m ³ （43.9%）	汚水処理費のみ
資本費	92.00 円/m ³ （56.1%）	同上
減価償却費	54.77 円/m ³ （33.4%）	同上
企業債利子	37.23 円/m ³ （22.7%）	同上
3. 経費回収率 ■同上（4）汚水処理原価と使用料単価の比較より		
使用料単価 A	134.97 円/m ³	使用料収入/有収水量
汚水処理原価 B	163.99 円/m ³	汚水処理費/有収水量
経費回収率 A/B	82.30%	
4. 管理運営費の内訳 ■経費の内訳（1）維持管理費と資本費より		
管理運営費	3 兆 4,288 億円（100%）	
維持管理費	1 兆 1,353 億円（33.1%）	
資本費	2 兆 2,935 億円（66.9%）	
減価償却費	1 兆 4,049 億円（41.0%）	
企業債利子	8,886 億円（25.9%）	
5. 維持管理費の内訳 ■経費の内訳（2）維持管理費の経費別内訳より		
維持管理費	1 兆 1,353 億円（100%）	
経費別		
汚水処理費	9,529 億円（83.9%）	狭義以外の不明水を含む
雨水処理費	1,345 億円（11.8%）	
水質規制費	84 億円（0.7%）	
水洗便所等普及費	72 億円（0.6%）	
不明水処理費	83 億円（0.7%）	狭義の不明水が対象
高度処理費	93 億円（0.8%）	
その他	147 億円（1.3%）	
施設別		
管渠費	1,271 億円（11.2%）	
ポンプ場費	765 億円（6.7%）	
処理場費	5,163 億円（45.5%）	
総務・管理費	4,154 億円（36.6%）	
6. 資本費の内訳 ■経費の内訳（3）資本費の経費別内訳より		
資本費	2 兆 2,935 億円（100%）	
汚水処理費	1 兆 987 億円（47.9%）	
雨水処理費	4,924 億円（21.5%）	
高度処理費	99 億円（0.4%）	
高資本費対策経費	546 億円（2.4%）	
分流式下水道経費	4,042 億円（17.6%）	
その他	2,336 億円（10.2%）	
7. 不明水処理に係る経費の試算		
試算条件：狭義の不明水は含まれない汚水処理原価による概算値		
汚水処理原価 A	163.99 円/m ³	汚水処理費/有収水量
不明水量 B	24.7 億m ³ /年	
不明水処理費 A × B	4,044 億円/年	
8. 不明水削減による経費削減効果の試算		
試算条件：不明水削減が汚水処理費削減に相関する仮定		
維持管理費 A	71.99 円/m ³	汚水処理原価の維持管理費
汚水処理費比率 B	83.90%	維持管理費の汚水処理費比率
削減効果 C=A × B	60.40 円/m ³	削減不明水 1m ³ 当たりの経費削減効果
不明水量 D	24.7 億m ³ /年	
経費削減効果 C × D	1,492 億円/年	不明水 100% 削減の場合

0.7%だけを見て、対策の必要性を感じない、無視できるレベルであると認識されるならば、それは誤解である。

下水道経営から言えば、広義の不明水そのものが削減対象であって、可能かつ事業効果が見込めるのであれば、不明水対策は推進されるべきである。不明水は放置すれば、微増はあっても減ることはなく、供用開始後の経年数と、現在処理区域面積の増加に比例して有収率が低下する傾向からも、不明水対策の必要性が示唆される¹⁾。

2.2 不明水削減による経費削減効果

不明水削減により、1 m³ 当たり 164 円の不明水処理原価分が、そのまま削減されるわけではない。経費別の維持管理費から、汚水処理費と不明水処理費以外は不明水増減の影響を受けるとは考え難く、資本費も減価償却費と企業債利子で構成されるため、不明水の増減とは直接、関係がないためである。ただし、不明水により、管路寿命に影響する重篤な障害が発生した場合は、実質的な資本費増大につながることは考慮されるべきである。

不明水削減により期待できる削減経費単価は、維持管理費の汚水処理費比率だけで計算した場合、60.40 円 / m³ になる。不明水を 100% 削減したと仮定すると、年間約 1,500 億円の経費削減が見込まれる。ここで、不明水処理費分を入れていないのは、汚水処理原価の維持管理費に不明水処理費が含まれていないことによる(表-1 [8. 不明水削減による経費削減効果の試算])。

実現可能な案として、例えば不明水の 50% を削減しようとする場合、年間 750 億円、償却年数 50 年間では 3.75 兆円の経費削減が期待できる。これが、不明水対策が下水道経営の一丁目一番地と言われる所以である。

2.3 費用対効果からみた不明水対策

年間の不明水量 24.7 億 m³ には、地下水浸入水以外のものも多く含まれており、対策の方法も一般的な費用対効果も異なる(表-2)。

表-2 流入下水(不明水)の構成

	汚水	有収水量	
	雨水	(合流式下水道)	
流入下水	不明水	雨天時浸入水	直接浸入水
			浸透浸入水
		常時(地下水)浸入水	地下水浸入水
			海水浸入水
			用水浸入水
		有収外(未収)汚水	融雪浸入水
	水道漏水等、他企業流入		
	人為放流(放雪、庭浸水排除)		
	バイパス放流(誤接合ではない)		
	漏水	無断接続(事業排水、工事排水等)	
マイナス値の不明水(土壌汚染)			

有収外(未収)汚水の解消は、有収化や他企業負担により解消が可能で、費用対効果が最も高い優先実行課題である。

雨天時浸入水は、一時には多量に流入するが、通年で考えれば地下水浸入水よりも流入量は少ないので、見かけ上の費用対効果は低い。しかし実際は、溢水や施設冠水などのリスクがもたらす社会的コストを含めて考える必要がある。

3 リスク管理と 予防保全からみた不明水対策

3.1 溢水対策としての雨天時増水対策

雨天時浸入水は、処理コストより、溢水、過負荷、放流水質悪化による環境汚染等のリスクによる社会的コストのほうが大きい。したがって、その対策は、リスク回避が優先される。このような状況下、2003年3月、(財)下水道新技術推進機構より、『分流式下水道における雨天時増水対策計画の手引き(案)』が刊行され、さらに雨天時浸入水の計画的な削減を目指して、2009年3月『分流式下水道における雨天時浸入水対策計画策定マニュアル』が刊行され、対策の促進が期待されている。

表-3 神戸市気密試験規則

神戸市 気密性試験特記仕様書 (抄出)						
1. 適用範囲	新設管路 (注: 更生管工事にも用いられている)					
2. 対象とする工事	HP 又は VP700 φ以下の開削布設工事で、300m長以上					
3. 試験の実施要領	監督員が決定する5スパン、舗装本復旧、インバート施工以前					
4. 試験方法	計測機器: 試験開始圧、終了圧、試験時間を記録できるもの 測定精度は許容減圧量の10%以上、かつ5秒以内					
5. 試験手順	0.02MPa まで加圧し5分間保持後0.02MPaにして測定開始、 測定時間後に、許容減圧 (0.0015MPa) の範囲内であれば合格					
	本管内径 (mm)	250 以下	300	350 ~ 400	450 ~ 500	600 ~ 700
	測定時間 (分)	1.5	2	2.5	3	4
6. 追加検査・手直し等	① 1 回目の不合格数と同数を 2 回目として試験 ② 2 回目の合格のとき、1 回目の不良箇所を手直し ③ 2 回目の不合格のときは、全スパンの試験をおこなう					
7. 報告書	省略					
8. 事故防止に関する注意事項	省略					

3.2 道路陥没対策としての浸入水対策

管路施設の老朽化等に起因した、道路陥没は増加傾向にあり、平成19年度の発生件数は、約4,700カ所あった²⁾。

道路陥没のメカニズムは、管路施設の破損や水密性不良箇所への土砂を伴った浸入水→周辺土壌に生じる空隙→地上からの加重また道路舗装の自重による陥没の発生、と考えられる。

重大な陥没事故は、交通障害や水道管破裂などの原因になるので、リスク管理の観点から、優先的に不明水対策がなされる必要がある。

本質に迫る不明水対策である。

4.2 新設・更新時水密性検査による不明水根絶

一旦発生してしまった不明水(浸入水)を短期に改善することは、経験的にいって容易ではない。しかし、長期展望に立てば、根本的に浸入水問題を改善するための方策はある。

管路施設の改築・更新時に行う水密性試験がそれで、わが国では、神戸市をはじめ、いくつかの自治体はその端緒にある。国レベルの試験方法や判定基準などが標準化されることが望まれる(表-3)。

4 管路寿命を延ばすための不明水対策

4.1 土砂を伴う浸入水の根絶

浸入水が引き込む土砂は、管路施設周囲の地盤を弛めて、管路寿命そのものにも、影響を与える。これにより、建設後15年程度で、すでにながたつきが生じているような、開発団地の管路施設を多くみてきた。建設自体の品質にも問題があるかもしれないが、浸入水が引き込む土砂が、管路施設の短命化を促進している可能性は高い。

管路施設の短命化は、資本費の実質的な増加に直結しており、土砂を伴う浸入水の根絶は、単なる維持管理費の合理化に留まらない、長寿命化の

5 まとめ

5.1 処理コスト低減に見合う不明水対策の方法

処理コスト低減に見合うためには、調査と対策工事をリンクさせて、事業効果を判定しながら、所定の効果が認められる範囲で対策をすることが必要である。対策の内容は、マッピングシステムに維持管理データベースとして、時系列管理されることが望ましい。

対策は、具体的には次の手順による。

- (1) 要対策箇所の絞込み(同時多測点式による雨天時浸入水分布調査、遡流式瞬時流量測定による地下水浸入水分布調査、既存データを利用したDr.TCBMによる絞込み等)(図-1、2)

図-1 浸入水分布マップ（雨天時浸入水+地下水浸入水）

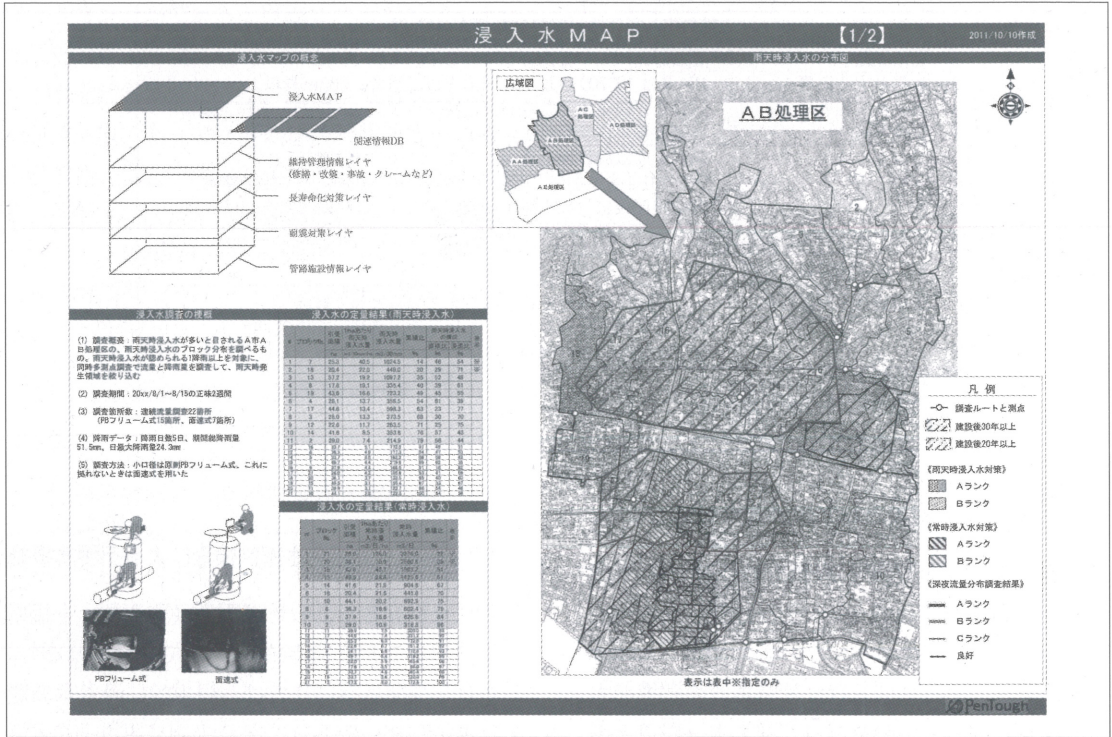


図-2 管網浸入水マップ（地下水浸入水）

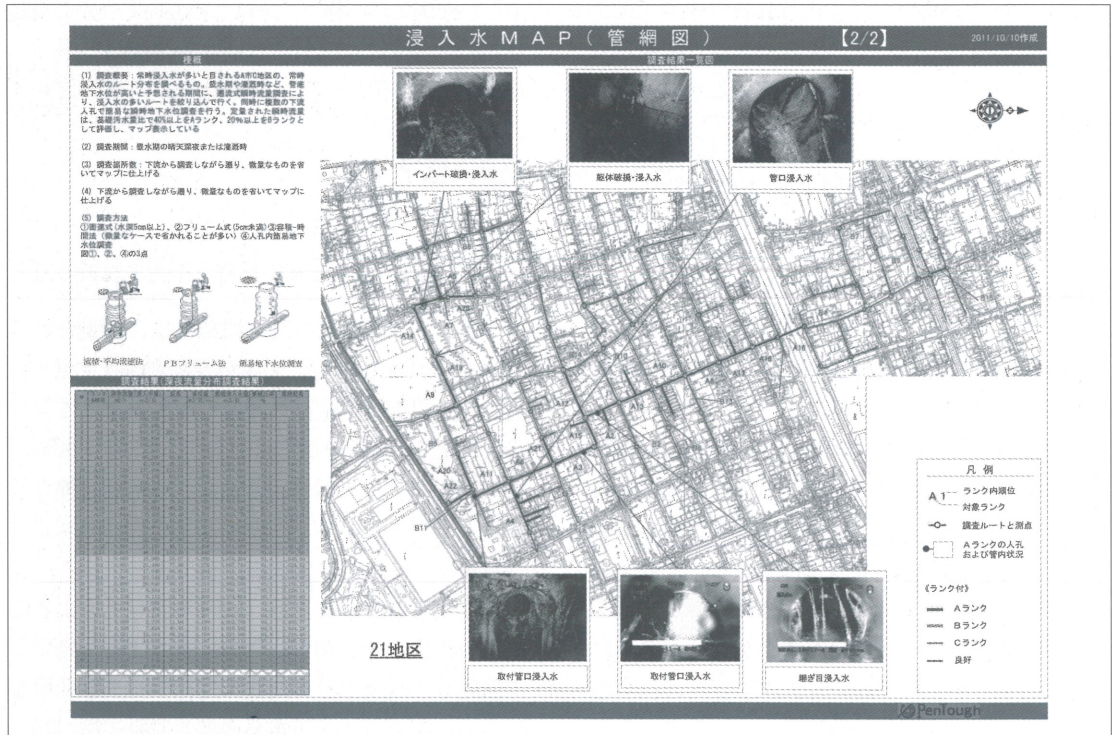
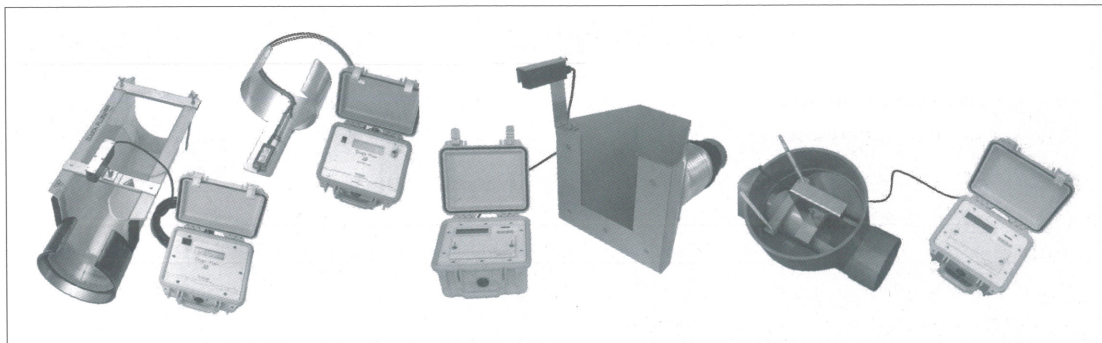


写真 浸入水分布調査のために開発された、ワンタッチ流量計群



左より、人孔用フリューム式・面速式・せき式、公共樹用フリューム式

- (2) 絞り込んだモデル地区対策を対象にした、事業効果の定量と、対策手法の標準化
- (3) モデル地区の知見に基づく全体計画の策定
- (4) 事業効果が認められる範囲の対策

5.2 不明水調査に関する最新技術

絞込み専用のワンタッチ流量計(写真)や、人孔内の雨天時増水状況をネット監視するシステム

ム、安価な水質ロガーを多用した雨天時浸入水分布調査などが、開発、発表されている。

〈参考文献〉

- 1) 天野純之介：不明水と下水道経営、月刊下水道、2011年2月号
- 2) 国土交通省 HP：計画的な改築の推進
(<http://www.mlit.go.jp/crd/sewera/sesaku/03kaichiku.html>)



日本下水道事業団：

霞ヶ浦浄化センターへの高速吸着剤用いたリン除去・回収技術の技術評価を開始

日本下水道事業団(JS)は12月16日、JS技術評価委員会(会長：松尾友矩東洋大学常勤理事)が、茨城県から国土交通省への評価実施の申請を受けて、茨城県霞ヶ浦湖北流域下水道霞ヶ浦浄化センターにおける新たなリン除去・回収技術の適用について評価を開始した、と発表した。

今回の評価は、JSが旭化成ケミカルズ(株)との共同研究で開発した「高速吸着剤を用いたリン除去・回収技術」を霞ヶ浦浄化センターに導入するにあたり、下水道事業計画における計画放流水質を定めるために必要な外部委員会による評価。国土交通省の運用通知に規定されているものであり、実績のない新しい処理方法を導入する場合に、その処理方法が下水道事業計画で定めようとする計画放流水質に適合していることを確認するために行うもの。

対象となる技術は、新たに開発された特殊な多孔構造を有する高速リン吸着剤を用いて、下水処理水中からリンを極低濃度(全リン濃度で0.03~0.05mg/l程度)にまで除去するとともに、肥料や代替リン鉱石として利用可能なリン酸塩として回収する技術。茨城県では、霞ヶ浦のさらなる水質浄化に貢献するため、霞ヶ浦浄化センターへの同技術の導入を計画している。

評価に必要なデータを取得するための実証試験に先立って平成23年11月18日、東京・新宿区のJS本社で第62回技術評価委員会が開催され、水質測定項目や頻度、流入水量の設定方法等の実験条件について事前評価が行われた。

現在、JSでは、茨城県からの調査を受託し、霞ヶ浦浄化センター内に処理能力500m³/日(日平均)の実証プラントの設置を進めている。今後、この実証試験プラントを用いて、平成24年3月から1年間にわたり実証試験を行い、平成25年3月に開催される技術評価委員会において、計画放流水質への適合性についての評価を行う予定。