

第13 講

水運式下水道の 限界を超える

下水文化出前学校
㈱アクア・ソリューションズ 代表取締役
技術士 (総合技術監理部門・上下水道部門)

渡邊 勝美



① はじめに

下水道普及率は平成24年度末で76.3%と高い普及率になっているが、これは「都市の健全な発展及び公衆衛生の向上に寄与し、併せて公共用水域の水質の保全に資する」目的から、「都市の持続的かつ健全な発展、公衆衛生の向上及び公共用水域の水質の保全に寄与する」ことへとその時々時代の時代に相応しい目的を有し普及してきたものである。

この結果、都市の生活環境に向けては、**水質保全等水環境保全に向けた積極的な貢献**

- 高度処理の推進
- 高度処理水の有効活用
- 水循環の確保

水循環保全以外の環境施策等への戦略的かつ積極的な活動の展開

- 地球温暖化対策
- 下水汚泥の有効活用
- 消化ガスのエネルギー利用

——といったさまざまな取り組みがなされてきた。そこで、本稿では高い普及率となった下水道がこれから迎える少子高齢化（以降、人口減少社会と呼ぶ）での下水道のあり方を「下水の移送・流下方式」の視点から考察をしたい。

② 水運式下水道の現状

タイトルの「水運式下水道」は普段聞きなれない用語である。

そこで、本稿では次のように整理したい。「通常、排水は固体と液体が混ざりあいながら、豊富な液体の掃流力を活用し、高低差による位置エネルギーにより混層状態で移送・流下していく下水道」ということで、下水の移送・流下方法に視点をおいた用語と考えていただきたい。

さて、この水運式下水道による下水排水方式は対象となる排水により「合流式」「分流式」に分類される。昭和30年代までの下水道は、河川の下流部にある大都市を中心として、浸水防除と下水道の普及促進を目的とし、雨水と汚水を同時に収集できる合流式下水道による整備が積極的に図られてきた。

しかし、昭和45年に水質汚濁防止法などの公害関係法が整備され、環境汚染に対する規制強化の結果、公共用水域の環境基準達成の必要性から、分流式下水道による整備が進められてきた。維持管理の時代に移行していく中で、それぞれの技術的な特徴を整理すると次のように要約できる。

〈合流式〉(図-1)

- 管が1系統ですむので、地下埋設物との競合

図-1 合流式下水道

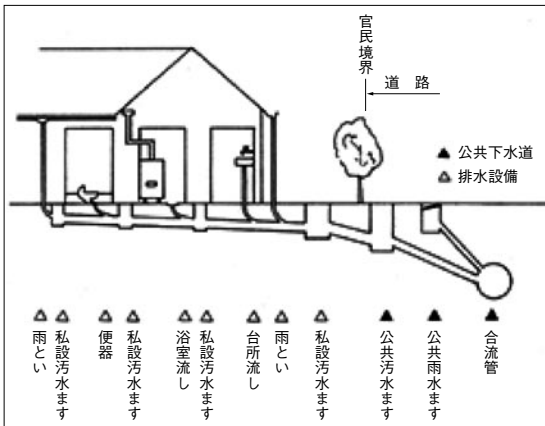
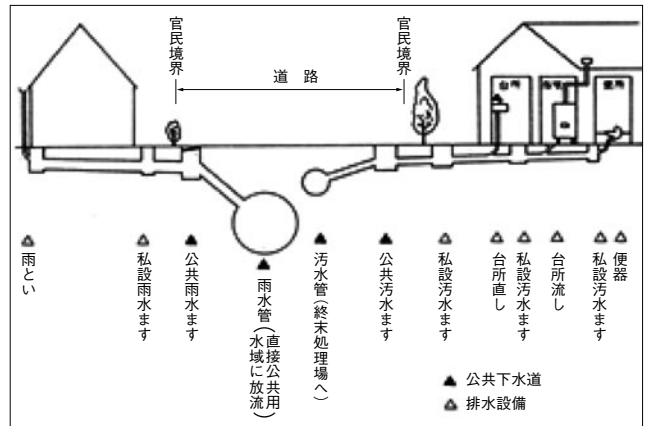


図-2 分流式下水道



は少なく、施工が安易で安価である

- 管径が大きく管勾配が小さいので、管内に堆積しやすいが、降雨時の雨による管内洗浄がおこなわれる
- 初期雨汚濁汚水を収集・処理することが可能である。なお、遮集量を超える分は、未処理で水域へ放流される
- 汚濁物が水域へ流出し、水質汚濁・環境リスクのおそれがあり、雨天時越流水対策が必要である

(分流式) (図-2)

- 管が2系統になるので、狭い道路には施工が困難であり、污水管、雨水管を建設する場合は高価となる
- 汚水はすべて処理場で処理されるが、雨水はそのまま水域へ放流される
- 誤接合（雨水管と污水管の接合）への注意が必要である

3 水運式下水道の限界

さて、現在、下水道で採用されている下水収集方法は、その多くは「自然流下式」そして「圧送・圧力式」「真空式」が採用されている。

「自然流下式」は、重力を利用して下水を流下させる方式で、汚水中の堆積物の蓄積を防止する

ために流速を確保することが求められる収集方式である。そのため、建設費の増大を招く埋設深さを抑える工夫がポイントとされている。

「圧送・圧力式」は、破碎羽根を備えたポンプ設備を活用する、機械的なエネルギーを液体の圧力・運動エネルギーに変換させて収集する方式である。そのため、ポンプ設備を稼働させる電力の確保と汚水中の硫化水素対策の工夫がポイントとされている。

「真空式」は、大気圧より低い圧力の気体で満たされた空間を管内に発生させる収集方式である。そのため、真空状態を発生させる真空ポンプ設備を組み込むことと電力の確保が必要となり、あわせて真空能力の限界を配慮した工夫がポイントとなる。

このように、種々の下水収集方法のうち、豊富な液体と位置エネルギーの活用で得られる掃流力により移送・流下させる「自然流下式」は、構造は単純ではあるものの地形条件の制約が採用に向けた限界を発生させる要因と考えられる。

4 収集システム転換の必要性

4.1 真空式下水道の有用性

そこで、「水運式下水道の限界」を超える下水収集方式としてあらためて、今後の社会状況およ

び水を媒体としない「真空式下水道」の有用性を概観したい。

ちなみに「真空式下水道」のしくみは、図-3に示すように気密性の高い真空ステーション、真空管路、および各家庭単位の真空弁ユニットから構成される。この時、真空管路内は真空ステーションにおける排気によって管路が大気圧力より低い減圧状態となり負圧に保たれる。一方、家庭からの汚水は、自然流下にて真空弁ユニットに流入、貯留され、水位の上昇により圧力スイッチが作動し、真空弁が無電源で開閉し汚水は管路へ吸引される。

平成24年までの採用状況は、359事業となっており、公共下水道のみならず農業集落排水事業での採用が多い。さらに計画人口の視点で採用をみると、約30人から5,800人程度の規模となっ

ている。このことから、小規模下水道での採用が特徴とも言える。

4.2 人口減少社会 (図-4)

わが国は人口減少社会という今まで経験のない時代に突入した。この人口減少社会の影響は、これからの街づくりにおいて(図-5)、下水道では、

- 汚水量の減少により施設能力に対する稼働率が低下した場合の水処理機能や管きよの流下能力の低下
- 使用者の減少により使用料収入が減少した場合の下水道経営や地方財政の悪化

——などが十分に予想され、このことから街のコンパクト化とあわせて、快適性向上と省エネを両立した生活空間の実現に向け、今後の下水道には

図-3 真空式下水道のしくみ

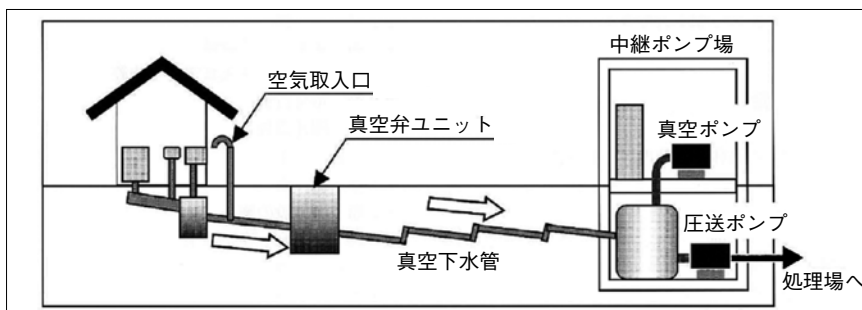


図-4 日本の人口推移

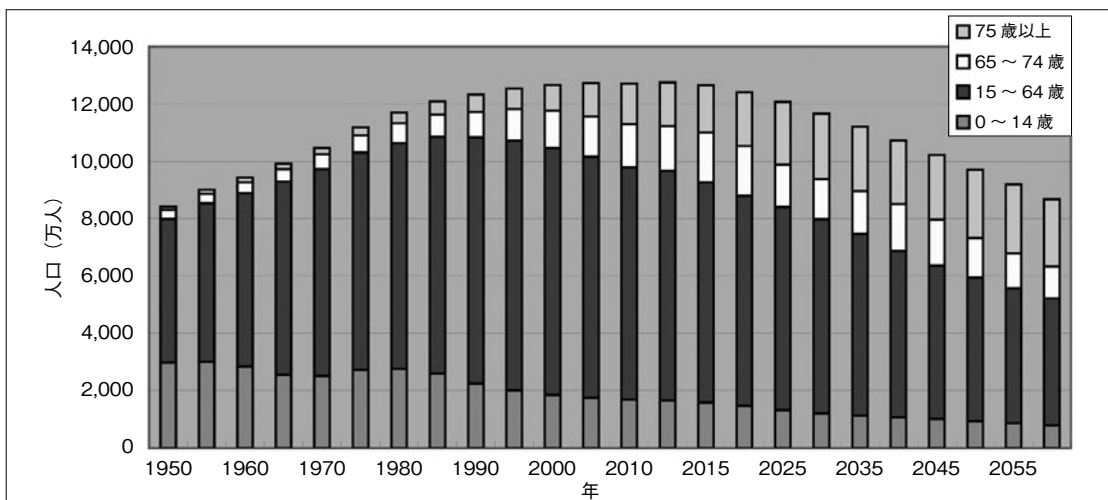
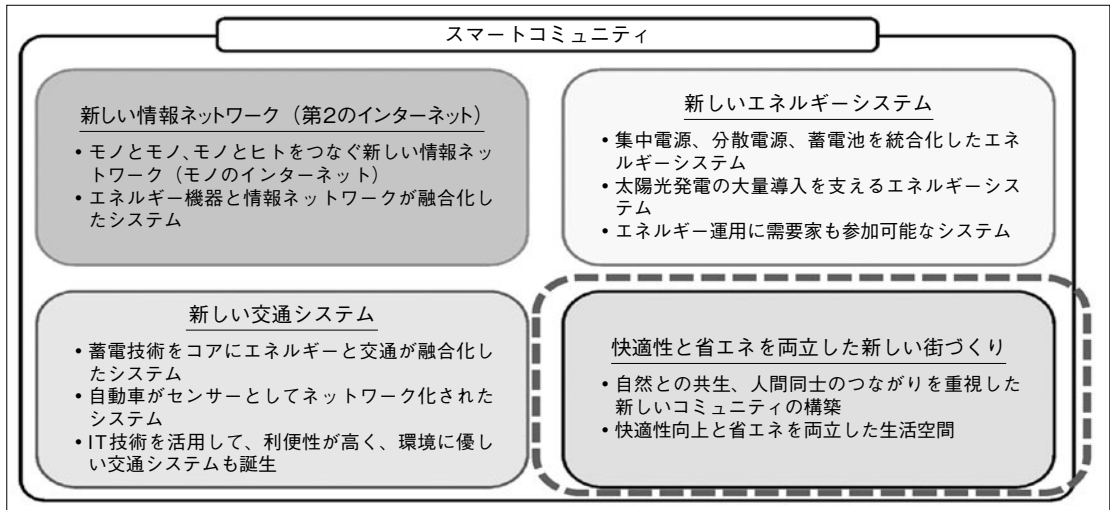


図-5 これからの街づくり



過大な投資ではなく、地域特性に配慮した適切な投資が最も重要であると考えられる。

そこで、このような状況に対して、今後の下水収集方法に求められる要件は次のように整理できる。

- (1) 市街地および区域の適合性
 - 人口密度の低い区域
 - 下水道の早期供用開始が必要な区域
 - 平坦な地形である区域、または低位置に管きよを設けられない区域
- (2) 地形・地質の適合性
 - 軟弱地盤や岩盤がある区域
 - 地下水位が高い区域
- (3) 工事環境の適合性
 - 地下埋設物が輻輳している区域
 - 道路が狭い区域
- (4) 工事施工の適合性
 - 下水管の埋設深を浅くする区域
 - 下水道管の管径を小さくする区域

5 おわりに

さて、あらためて「水運式下水道の限界を超える」をテーマとして下水収集方式について「真空式」の技術について概観し、「人口減少社会」と

いう今まで経験のない社会状況に対して、採用実績や街づくりとあわせてこれからの下水収集方式に求められる要件など俯瞰すると、その時々時代に求められ開発されてきた技術の導入の可能性の高さを実感した。

このことは、大きく社会が転換しつつあるこの時期は、今までに開発された技術に対して、あらためて社会的条件の変革が新技術の開発と同様に既存技術の再活用の時期が到来したと言えなくはないだろうか!?

さらに、「人口減少社会」は、抽象的なイメージとして「ダウンサイジング」を口にする我々コンサルタントエンジニアとしての真価を問われる時代もいよいよおとずれたとも言えなくはないだろうか! 常に、謙虚に時代と向き合う姿勢は保ち続けたいものである。

〈参考文献〉

- 1) 下水道新技術推進機構「真空式下水道収集システム技術マニュアル—2002年版—」
- 2) 経済産業省商務情報政策局「スマートコミュニティの実現に向けた政策展開」、p.22、2010年12月
- 3) 国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来人口推計」、総務省「国勢調査」「人口推計」
- 4) 平成12年度「日本の下水道」建設省都市局下水道部監修
- 5) 真空式下水道システム委員会「都道府県別全国採用実績平成24年度実績」