

環境と防災に配慮したフレキシブルな下水道システムに関する研究—汚水関連施設への雨水流入方策に関する提案と技術的検討—

白柳 博章¹・北村 幸定²

¹正会員 奈良県県土マネジメント部 (〒637-1103 奈良県吉野郡十津川村上野地356番地1)

E-mail: crr_437f@maia.eonet.ne.jp

²正会員 摂南大学理工学部 (〒572-8508 大阪府寝屋川市池田中町17-8)

E-mail: kitamayu@mbox.kyoto-inet.or.jp

近年わが国においては、少子高齢化・人口減少、企業の海外移転等による経済活動の減退により、家庭排水ならびに工場排水の減少が顕著である。その結果、下水道事業における汚水関連施設の処理能力に余剰が生じつつあり、処理施設の雨水施設転用が始まっている。その一方で、集中豪雨の頻発により局地的な浸水被害等自然災害に関するリスクが増大しつつあるが、下水道事業における雨水排水対策は一向に進んでおらず、処理能力が慢性的に不足している。これらは、都市における下水道システムの地上・地下空間が有効に活用されていないことを示唆している。

そこで本研究では、下水道システムのフレキシブルな運用を目指すべく、汚水関連施設へ雨水を流入させる方策についての提案と技術的検討を行うことにより、本提案が環境面や防災面に対しての効果を検討するとともに、下水道システムをマネジメントする上でそれらの方策を実行するための様々な課題について整理する。

Key Words : *Flexible sewerage systems, Rainwater, Environment, Disaster prevention, Management*

1. 研究の背景と目的

近年、水道・下水道・電気・ガス・道路といった社会的基盤施設ストックの膨大な蓄積とともにその老朽化の進行が危惧されており、より一層の財政状況の逼迫とともに、快適な市民生活を妨げる形で顕在化しつつある。それゆえに、快適な市民生活の維持を図るためには、サービスレベル維持を鑑みつつ、事業者として施設の更新や維持管理の費用を最小化していく議論を進めることが、市民への説明責任を果たす上でも重要となってきている¹⁾。

しかしながら、下水道の事業者については、概ね市町村を単位としており、比較的小規模な所が多い。そのようなところでは、長期的な視点から下水道施設の更新や維持管理をどのように行っていくか、また限られた財源の中でどのようなサービスレベルを提供できるか、について定量的な検証を前提とした議論が遅々として進んでおらず、短期的な視点にとどまりがちである。それゆえ

に、短期的・長期的な視点から施設の更新や維持管理に関するスキームを確立することは、事業者として施設のアセットマネジメントを実践する上で重要であると考えられる²⁾。

次に、下水道事業をとりまく社会的情勢をみると、少子高齢化や人口減少・海外移転等による経済活動の減退により、水道供給の需要ならびに工場排水の処理量の減少が続く中で、処理技術の向上も相まって、下水道事業における汚水関連施設の処理能力に余剰が生じつつあるのが現状である。

その一方で、集中豪雨の頻発により局地的な浸水被害等自然災害に関するリスクが増大しつつあるが、下水道事業における雨水排水対策は一向に進んでおらず、処理能力が慢性的に不足している。これらの下水道事業の相反する事象は、言い換えれば都市における下水道システムにて使用されている地上・地下空間が有効に活用されていないことを示唆するものである。

そこで本研究では、都市における地下空間の有効活用

を目指すべく、下水道システムのフレキシブルな運用、すなわち、汚水関連施設へ雨水を流入させる方策についての提案と技術的検討を行う。

そして、本提案が環境面や防災面に対してどのような効果や影響をもたらすかを検討するとともに、下水道システム全体をマネジメントする上でそれらの施策を実行するための様々な課題について整理する。

具体的には、第2章にて、対象都市における下水道事業の現状と課題を述べたうえで、汚水事業と雨水事業がそれぞれ抱える問題点について整理する。

第3章にて、下水道事業の抱える問題点を踏まえ、本研究で提案する下水道システムのフレキシブルな運用について概説する。

第4章にて、第3章について水理面からのモデリングを行い、その効果と影響について概説する。

最後に、第5章にて、本研究のまとめを行うとともに、下水道システム全体をマネジメントする上でそれらの施策を実行するための様々な課題について整理する。

2. 下水道事業の現状と課題

(1) 汚水事業の現状と課題

本研究で対象となるのは、関西地方にあるN市であり、可住地面積に対する人口密度が約7,000人/km²と高く、平坦な河川堤内地に位置している。

汚水事業において下水道普及率は99.1%（2012年4月1日現在）となっており、ほぼ完成に近い状態に至っている。また、人口は近年横ばい状況にあるが、生活環境の変化や工場排水の減少により、日平均・日最大の下水道処理量はともに年々減少している。

(2) 雨水事業の現状と課題

雨水事業において設定されている計画降雨量は5年確率で51.6mm/h、10年確率で61.1mm/hrである。しかしながら2008年7月には時間最大降雨量76.5mm/hr、2010年8月には時間最大降雨量96.0mm/hrを記録するなど、近年10年確率を超える時間降雨量が見られ、たびたび内水氾濫の被害が発生する状況となっている。

台風や集中豪雨の頻発により、局地的な浸水被害等自然災害に関するリスクが増大しつつあるが、地形的な要因から雨水が流出しにくい状況である。さらに、人口密集地で狭隘な道路が多いことから、雨水排水・貯留施設の新設といった雨水事業は遅々として進んでいない。

(3) N市における下水道事業の問題点

上記で述べたように、汚水事業については処理能力に余力を残している状態にある。すなわち、下水道（汚水）施設にて使用している地上・地下空間について余剰が生

じている。反対に、雨水事業については、局地的な浸水被害等自然災害に関するリスクが増大している現状においても、満足に対応できていない状態にある。すなわち、下水道（汚水）施設にて使用している地上・地下空間は不足している。浸水被害といった人命にかかわる事象について、安全・安心なるまちづくりを行っていくために、下水道事業が果たす役割として、この空間利用のギャップをできるだけ埋めていく努力が今後求められている。下水道事業における空間利用の現状に関するイメージを図-1に示す。



図-1 下水道事業における空間利用の現状

3. 下水道システムのフレキシブルな運用の提案

本研究で提案する下水道システムのフレキシブルな運用のイメージを図-2に示す。集中豪雨のような、雨水管のみで処理できるような降雨量でないような状況となり、雨水の排水処理能力が限界になる状況が想定されるときに、汚水管の処理能力余剰を利用し、雨水を汚水管に流入させることにより、雨水の排水処理能力不足を緩和させ、内水氾濫被害などを抑制させるものである。

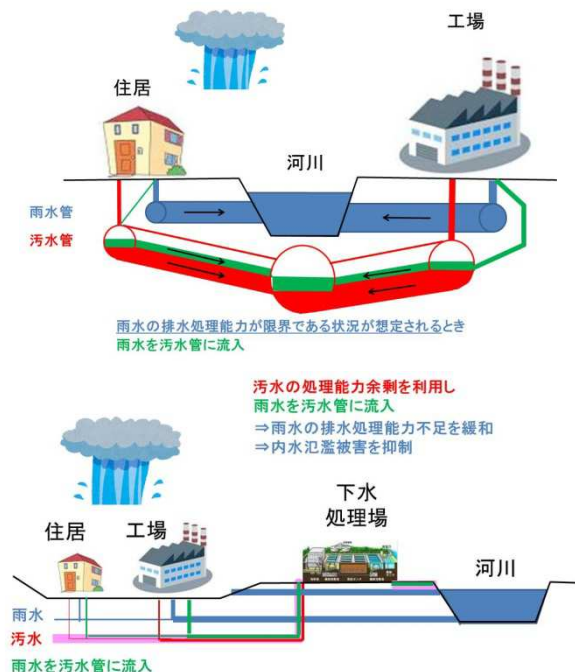


図-2 下水道システムのフレキシブルな運用のイメージ

また、初期の降雨時には路面上の塵やほこりを含んだ濁水が多く雨水管に流れ込んでいる。それを下水管で処理することにより、河川の濁水防止にもつながるものとする。さらに、流量の少ない污水管における洗浄効果・臭気の防止効果も期待できる。

しかしながら、雨水の排水処理能力が限界になる状況がいつなのか、を的確に予測することは困難であり、適用方法によっては下水道の処理施設に多大な負担を強いることになる。また、雨水管と污水管を接続することによる臭気の拡散やコストといった問題もあげられる。

4. ハイドログラフによる考察

本章では、前章で述べた下水道システムのフレキシブルな運用について、ハイドログラフによる考察を行う。

(1) モデルの設定

モデルの設定のイメージを図-3に示す。他地域からの流入量に、対象地域への降雨による流入量を加えたものが、対象地域の最下流にある基準点からの流出量とする。なお、流入・流出量については、河川の流量と雨水管での処理量の合計、さらにフレキシブルな運用を行った場合にはそれに加えて污水管での処理量を合計したものと

(2) フレキシブルな運用がない場合の基準点での流入・流出量の考察

上記にハイドログラフのイメージを図-4に示す。他地域からの流入量=A、対象地域への降雨による流入量=B、基準点での流出能力=Cとする。

A+BがCを上回る場合には、基準点での流出量はCとなり、対象地域への降雨がはげずに浸水が始まる。A+BがCを下回る状態になったとしても、対象地域内での浸水により基準点での流出量はCのみであり、しばらくして基準点での流出量が低下していくことになる。

(3) フレキシブルな運用を行った場合の基準点での流入・流出量の考察

上記におけるハイドログラフのイメージを図-5に示す。基準点での污水管の余剰能力=Dとする。

仮にA+BがCを上回るときに雨水を污水管へ流入させる運用を行うものとする。A+BがC+Dを上回るまでは浸水は発生せず、基準点での流出量はA+Bが確保される。A+BがCを下回るときに雨水を污水管へ流入させる運用を停止したとすると、汚水処理場への流入量は斜線部で表される。

また、A+BがC+Dを上回った場合においても、(2)の場合に比べると浸水時間は軽減されることがわかる。

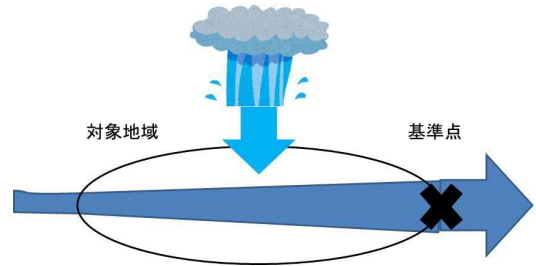


図-3 基準点と対象地域のイメージ

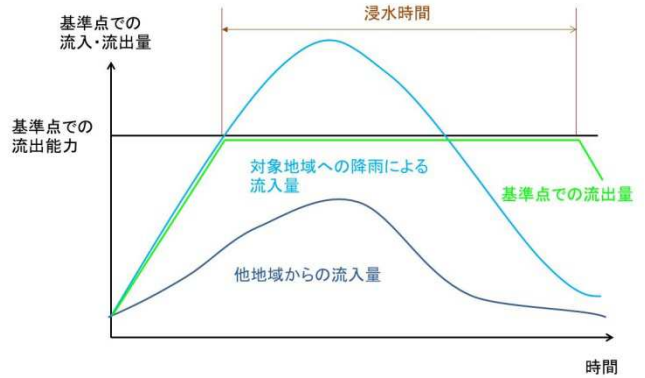


図-4 基準点での流入・流出量
(フレキシブルな運用がない場合)

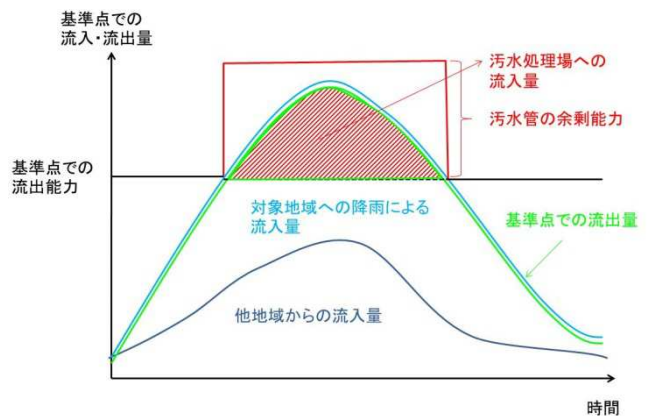


図-5 基準点での流入・流出量
(フレキシブルな運用がない場合)

5. まとめと今後の課題

本研究では、下水道事業をとりまく社会的情勢を鑑み、汚水事業については処理能力に余力を残している状態、雨水事業については、局地的な浸水被害等自然災害に関するリスクが増大している現状においても、満足に対応できていない状態であり、言い換えれば都市における下水道システムにて使用されている地上・地下空間が有効に活用されていないという問題点を指摘した。

その上で、都市における地下空間の有効活用を目指すべく、下水道システムのフレキシブルな運用、すなわち、汚水関連施設へ雨水を流入させる方策についての提案と技術的検討を行い、本提案が環境面や防災面に対してど

のような効果や影響をもたらすかについて、ハイドログラフを用いた考察を行った。今後は本研究で提案した方策について、タンクモデルを用いたより詳細なモデルを構築した上で、特定地域でのシミュレーションを行うことにより、浸水時間の軽減といった効果や汚水処理の負荷の増大といった影響について定量的な把握を行うとともに、費用対効果や運用方法といった課題を抽出・整理していきたい⁴⁾。

実務的課題としては、下水道事業は汚水事業・雨水事業とも都市計画決定の上でなされるものであり、関係機関との調整、特に計画流量や区域決定の見直しが重要となる。その際には、汚水事業・雨水事業別々ではなく、下水道システム全体として、また都市システム全体といった広い観点から議論していく必要がある。

技術的課題としては、汚水関連施設へ雨水を流入させるための基準の策定や維持管理しやすいシステム構築が求められる。また、処理場への流入負荷を軽減しつつも、環境に配慮した処理・貯留システムの構築が必要であると考える。

最後に、浸水被害といった人命にかかわる損害を最小

限に留めつつ、安定した生活環境を長期間にわたって維持管理していくような、安全・安心かつ快適なるまちづくりを行っていくために、下水道事業が果たすべき役割を担っていくにあたり、本研究にて提案した方策が具体化され、下水道システムのアセットマネジメントの一助になれば幸いである。

参考文献

- 1) 宮坂典男・岩田雄三:社会資本における NPM 型マネジメントシステムの構築に関する研究, 季刊 政策・経営研究, 2008 vol4
- 2) 国土交通省国土総合研究所下水道研究部下水道研究室:下水道管渠におけるストックマネジメント導入に関する検討調査, 国土交通省国土総合研究所平成 22 年度年報
- 3) 貝戸清之・鎌田敏郎・大谷明・山中明彦:下水道コンクリート管渠のストックマネジメント, 下水道協会誌 Vol.47 No.577, pp.78-86,2010.11
- 4) (社)日本下水道協会:下水道事業における費用効果分析マニュアル(案), 2006.11
- 5) 白柳博章・北村幸定:下水道施設の最適更新・維持計画の策定指針に関する基礎的研究, 一社会的基盤施設における公共経営マネジメントシステムの構築とその運用に向けて一, 第 43 回土木計画学研究発表会(春大会), 2011.05

(受付)

A study on the flexible sewerage systems considered the environment and disaster prevention - the strategy implementation and technical investigation on the rainwater flowing into the sewage facility-

Hiroaki SHIRAYANAGI and Yukisada KITAMURA

In Japan, by low birthrate and aging population recently, the accumulation of the enormous social capital infrastructure is brought to a crisis progressively. To secure a comfortable civic life, we must advance an argument to minimize the expense of renewal and maintenance of the infrastructure maintaining the service level, so it will carry out the service improvement and the accountability to citizen.

Particularly, the quantity of the home and factory drainage are remarkably decreasing by the decline of the economic activities with the overseas move of the company in Japan. As a result, the condition of the over-capacity of filthy water institution is occurred in the sewer business. So, we will try to convert the filthy water institution to the rainwater institution

On the other hand, the risks about the natural disaster such as the damage of the local flood by the heavy rain are rapidly increased, but the rainwater drainage measures in the sewer business do not advance at all, the ability of the processing is short chronically. I suggest that the underground space should not be utilized effectively about the sewer system in the city.

In our study, to construct the flexible sewerage systems in consideration of the environment issues and disaster prevention, we suggest the strategy implementation and technical investigation about the scheme on the rainwater flowing into the sewage facility. This suggestion examines the effect for an environment side and the disaster prevention side by performing the policy and arranges the various problems to carry out those policies in managing the flexible use of a sewer system.