

ポンプ排水流域における浸水対策のシミュレーション事例

日本水工設計（株） 新川 勝樹
武井 弘
石塚 奥人

1. はじめに

雨水計画の策定を行うに当たって必要となる、下水道施設の能力評価手法としては、従来より合理式及び等流計算に基づく手法が一般に用いられてきた。

しかしながら、ポンプ施設や伏越し、貯留施設等の複雑な下水道システムが存在する流域では、従来手法では、時系列的な水理的挙動を把握することは困難であり、精度の高い能力評価は期待できなかった。

それに対して、分布型モデルを用いて時系列的な解析を行えば、複雑な下水道システムにも対応でき、精度の高い能力評価が期待される。

本研究では、ポンプ排水流域を対象に分布型モデルを用いて浸水対策を立案する業務において明らかとなった、ポンプ排水流域における浸水発生メカニズム、対策施設による効果の検証についての一事例を紹介する。

2. 調査対象流域の概要

今回調査対象となったのはA市のBポンプ場流域（排除方式 合流式・流域面積約520ha）である。

Bポンプ場流域の特性としては、

- ・地形はほぼ平坦（臨海部の埋立地である）
- ・伏越し管が多い（内部河川が多い）
- ・逆勾配管が多い（地盤沈下による）
- ・上流部に雨水ポンプ場（Cポンプ場）が存在する。

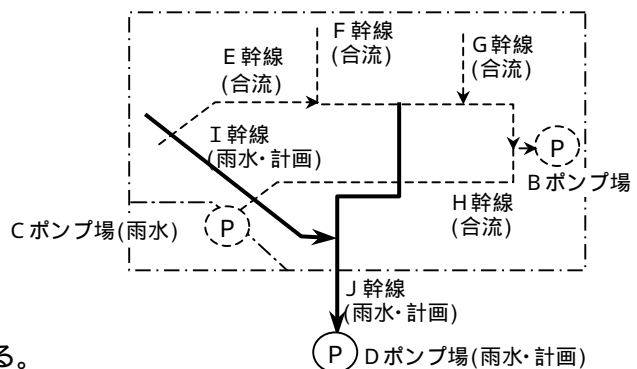
等の点が挙げられる。

都市化の進展に伴う雨水流出量の増大に伴い、既存下水道施設が能力不足となっているため、Bポンプ場流域内に2本の雨水幹線（I幹線、J幹線）とDポンプ場を新設したうえで流域分割を行い、Bポンプ場及び幹線管渠の負担を軽減し、A市の整備目標である50mm/h計画降雨に対応する計画が策定されている。

しかしながら、事業費が莫大であることから事業化は見送られ、上流部を中心とした流域内各所で浸水被害が頻発している状況であったことから、早急な浸水対策の実現が求められていた。

3. 使用モデルの選定及び流域モデルの作成

今回調査に使用する分布型モデルとしては、A市の他流域において使用実績のあるXP-SWMMを選定し、モデル化は、Bポンプ流域内の内径800mm以上の主要な管渠、Bポンプ場のポンプ施設を対象に行った。



Bポンプ場流域概略図

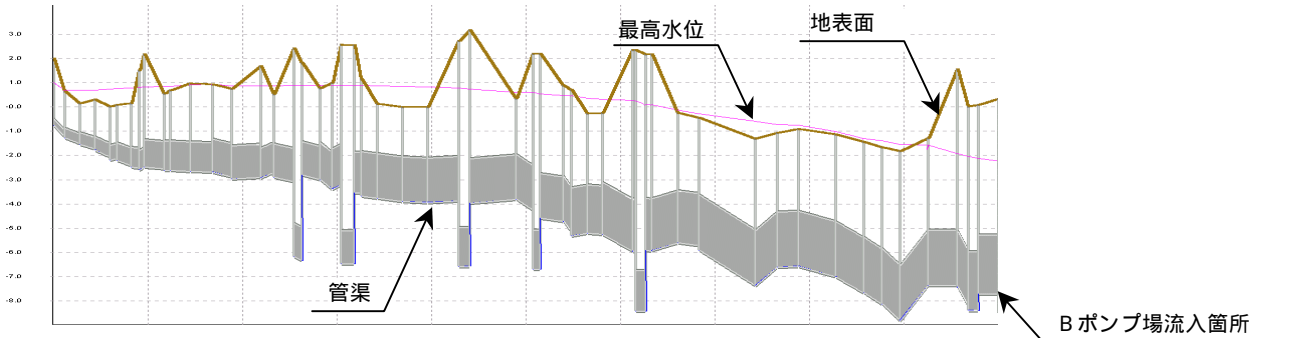
4. 解析結果

(1) ポンプ排水流域における水理的挙動の把握

現況施設的能力評価及び浸水発生要因の抽出を目的に、強度と降雨パターン（実績降雨、中央集中型、フラット型）の異なる複数の降雨による解析を行った。

現況解析の結果からは、流域内において浸水がほぼ発生しなくなる強度の降雨を、限界降雨強度と称すると、限界降雨強度未満の降雨では最高水位が低くなる傾向があったのに対して、限界降雨強度以上の降雨では下のH幹線縦断面図に示すように、極端に最高水位が高くなる傾向が見られた。

また、下の縦断面図からはBポンプ場流入箇所における最高水位は既に高い位置にあることから、Bポンプ場が既に能力不足であることが想定される。

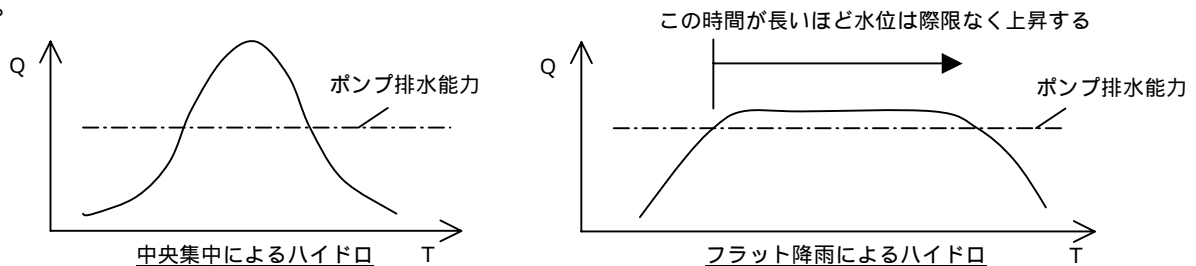


現況解析による解析結果・H幹線縦断面図（50mm/h計画降雨）

さらに、解析結果を検証すると、降雨強度が他の降雨より強いにも係わらず、最高水位が低くなるケースが見られた。

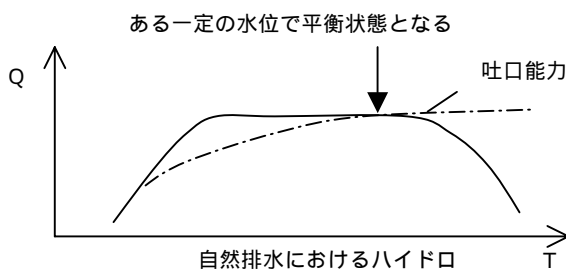
これは、降雨の継続時間が影響しているものと考えられる。

すなわち、限界降雨強度以上の降雨が持続的に長時間降った場合には、ポンプ能力を超過する流入量が継続する時間が長くなり、ポンプ流入箇所の水位が際限なく上昇し、地形が平坦なBポンプ場流域では地形勾配が動水勾配に負けて、上流域を中心に広域的かつ長時間の浸水被害を引き起こしているものと考えられる。



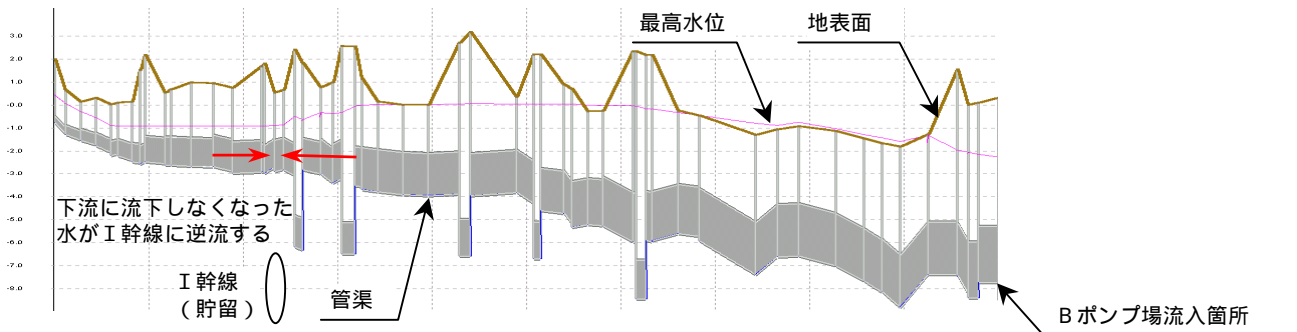
中央集中型降雨の場合は、ピーク流入量は大きくなるが、短時間であれば、管内貯留が働き、ポンプ場のダメージは少ない。フラット降雨ではピーク流入量が小さくても、ポンプ排水能力を超える降雨が持続的に長時間降れば、ポンプ場及びこの背水影響を受けた管渠のダメージは大きくなる。

自然排水では、流入箇所の水位が上昇するにつれ、オリフィスの原理から吐口能力も相対的に上昇することから、状況は異なっているものと考えられ、ポンプ排水流域では降雨の強度だけでなく持続時間が水理的に重要な意味を持つという特性が、分布型モデルによる解析によって確認された。

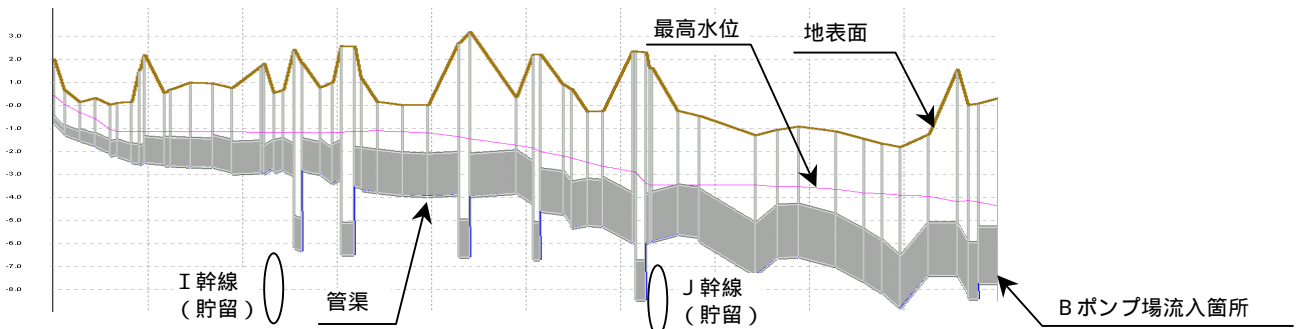


(2) 段階的整備による効果の検証

Bポンプ場流域の浸水解消を目的として、既計画では流下雨水管として計画されているI幹線及びJ幹線の一部を先行整備したうえで、貯留運用を行った場合の効果の検証を行った。



I幹線貯留運用時の解析結果・H幹線縦断面図 (50mm/h r 計画降雨)



I幹線・J幹線貯留運用時の解析結果・H幹線縦断面図 (50mm/h r 計画降雨)

I幹線だけを貯留運用した場合の解析結果の縦断面図からは、最高水位が上流域では大幅に低下していることが把握できる。

また、I幹線との交差部の下流付近に着目すると、最高水位は上流に遡るにつれて低くなっていることが判る。

これは下流側の水位が高くなるに従い、流下しにくくなった水が逆流し、I幹線に流入しているためであり、このような水理的な挙動は合理式及び等流計算では把握不可能である。

さらに、I幹線とJ幹線の両方を対象に貯留運用を行った場合には、A市の整備目標である50mm/h r計画降雨に対して、Bポンプ場流域内は浸水をほぼ解消することが可能となることが明らかとなった。

以上のことから、Dポンプ場の建設を省くことが可能となり、既計画よりも少ない事業費で十分な効果を得ることができるといえる。

5. まとめ

今回検討はポンプ排水流域における検討であったが、下水道システムは他にも様々な水理構造物により構成されている。

既存の下水道システムの能力を正確に把握し、必要十分な対策を立案・評価する上では、分布型モデルは有用な評価手法であることが判った。

さらに、今後の下水道事業では、B/C(費用対効果)や住民への説明責任が重要視される傾向にあり、分布型モデルはそのような要求にも対応可能であることから、今後広く活用されることが期待される。

問合せ先：〒104-0054 東京都中央区勝どき3丁目1番1号フォアフロントタワー

日本水工設計株式会社東京支社第1技術部設計第1課 TEL03-3534-5512