

雨水ポンプ場ネットワーク計画 に関する研究

研究第二部 研究員
中田 稔



1 研究の背景と目的

近年、市街化の進展や集中豪雨の増加等に伴い、下水道の雨水排除能力を超える雨水流出が頻繁に生じている。また、都市部への資産集中や地下空間利用の進展等都市機能の高度化が進むことにより、浸水に対する都市の被害ポテンシャルは増大している。

一方、昭和30～40年にかけて建設された大都市の雨水ポンプ場の多くは、建設後40～50年が経過し、更新時期を迎えている。これらのポンプ場では、敷地に余裕がないところが多いため、排水機能を維持しながら、老朽化対策や地震対策を含めた再構築をいかに行うかが課題となっている。

このような課題への対応策として、雨水ポンプ場のネットワークの整備による対応が考えられ、近年多発する集中豪雨に対し、広範囲な流域の連結による浸水被害の軽減や、円滑な雨水排水施設の再構築・改築に効果が期待される。

本研究は、雨水排水施設の整備水準の向上や、雨水ポンプ場の再構築・改築を効率的かつ効果的に行う方策であるネットワークを取り上げ、複数の雨水ポンプ場でのネットワーク対応について様々な観点からの検討・評価を行い、ネットワーク計画を策定する際の技術的事項および計画手法を示すことを目的として実施した。なお、本研究は、別途並行して進めた「雨水ポンプ場ネットワーク設備に関する研究」と連携して実施した。

2 研究体制

本研究は、日本上下水道設計（株）、（株）建設技術研究所、（株）東京設計事務所、（株）日水コン、オリジナル設計（株）、中日本建設コンサルタント（株）、日本工営（株）、日本水工設計（株）、日本理水設計（株）、（財）下水道新技術推進機構の計10者が共同で実施した。

3 研究内容

3.1 雨水ポンプ場ネットワークの概要

図-1に雨水ポンプ場ネットワークのイメージを示す。雨水ポンプ場ネットワークは、既存の複数ポンプ場および新設する能力増強または再構築中の代替ポンプ場（以下、種ポンプ場と称す）をネットワーク管で連結することにより、連結された排水区の排水機能を

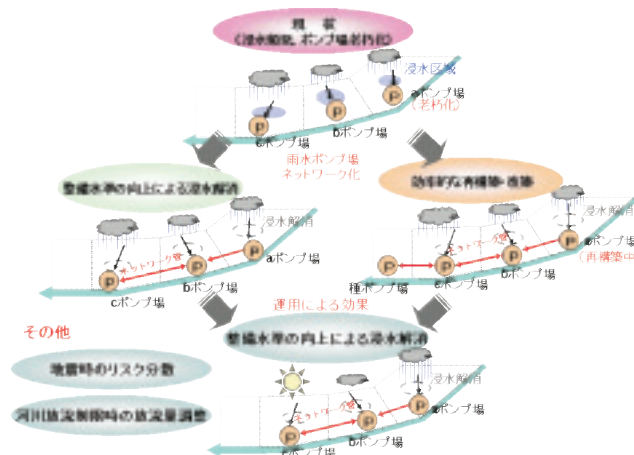


図-1 雨水ポンプ場ネットワークのイメージ

補完する手法である。このようなネットワークにより、雨水排水施設の整備水準の向上や効率的な再構築・改築を行うことができる。雨水ポンプ場ネットワーク計画の対象は、浸水発生頻度、雨水ポンプ場の老朽化状況、耐震化状況、敷地状況、および放流先河川の整備状況等を把握した上で、早急な対応が必要とされる流域とする。

整備水準の向上は、必要量に対して不足する量をネットワーク管内へ貯留したり、種ポンプ場で排水することで対応する。雨水ポンプ場の再構築中は、当該流域の雨水排水ができないため、ネットワークを利用し種ポンプ場等で代替排水を行う。また、地震時におけるリスク分散や計画超過降雨（局所・偏在性）による浸水被害の軽減および河川放流規制時の放流量調整等においても効果が期待できる。表一に期待される効果および留意点を示す。

表一 ネットワークの目的と効果

ネットワークの目的	ネットワークの効果	留意点
整備水準の向上	<ul style="list-style-type: none"> ●浸水規模および浸水発生頻度の軽減が図られる ●ポンプ故障時でも、他のポンプ場で排水機能を補完できる 	<ul style="list-style-type: none"> ●当該排水区の雨水を他の排水区のポンプ場で排水することになる（河川協議の必要性あり）
効率的な再構築・改築	<ul style="list-style-type: none"> ●当該ポンプ場を再構築している場合でも、他のポンプ場で排水機能を補完できる。 ●ネットワーク施設は再構築時の代替施設よりも規模が小さくなる 	<ul style="list-style-type: none"> ●降雨の局所性・偏在性を考慮し、超過降雨時でも浸水被害を軽減できる可能性がある
多様な施設運用	<ul style="list-style-type: none"> ●降雨の局所性・偏在性を考慮し、超過降雨時でも浸水被害を軽減できる可能性がある ●地震時でも排水機能の相互補完により緊急的な対応が可能である ●河川の放流規制がある場合にネットワーク施設での貯留により放流量の調整が可能である 	<ul style="list-style-type: none"> ●下流側での浸水リスクの増大に対する対応を考慮する必要がある

3.2 ネットワークパターンの検討

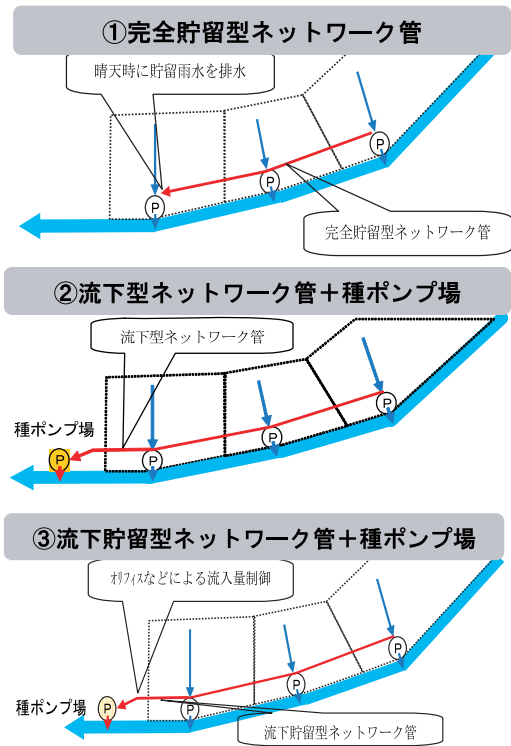
ネットワークパターンは、3種類のパターンに分類される。このようなネットワーク管の利用方法と種ポンプ場の有無の組み合わせから対象パターンを検討する。（図一2参照）

(1) 完全貯留型ネットワーク管

ネットワーク管は全ネットワーク量を貯留できる施設とする。

(2) 流下型ネットワーク管+種ポンプ場

ネットワーク管はネットワーク量が流下できる断面



図一2 ネットワークパターン

を設定し、種ポンプ場はネットワーク量を排水可能な施設とする。

(3) 流下貯留型ネットワーク管+種ポンプ場

種ポンプ場に流入するネットワーク量を制限し、制限以上のネットワーク量はネットワーク管に貯留する方式である。

3.3 雨水ポンプ場ネットワーク計画の策定

(1) 雨水ポンプ場ネットワーク計画の策定手順

図一3に雨水ポンプ場ネットワーク計画のフローを示す。図一3に示すように本計画は、以下の手順により策定する。

1) ネットワークに関する計画方針の検討

ネットワーク計画により整備水準の向上を図る方針とし、現況施設のシミュレーション結果および既設雨水ポンプ場の状況などを勘案して、ネットワーク計画による目標整備水準およびその場合の計画降雨規模を設定する。

また、既存ポンプ場は、将来的に土木施設まで含めた再構築・改築が行われる場合でも、ネットワーク施設を利用し排水能力が維持できる計画とする。

2) 整備水準の向上に関するネットワーク施設の検討
ネットワークパターンごとに、設定した計画降雨に対応可能なネットワークシステムおよび概略の施設計画を検討する。

3) 再構築・改築計画に関するネットワーク施設の検討

2) で検討したネットワーク施設について、再構築・改築時の適合性を検討する。適合性の悪いネットワークシステムは再検討する。

4) 段階的整備計画

3) の検討で選定したネットワーク施設について、整備順位による施設規模の確認を行い段階的整備計画の検討を行う。

5) ネットワーク施設のシミュレーション

ネットワーク施設のシミュレーションを行い、選定したネットワーク施設規模の妥当性の検証を行う。

6) ネットワーク施設の運用検証

ネットワーク施設に対して、超過降雨や地震などのリスクに対する浸水状況の把握のための運用効果の検証を行う。

7) ネットワーク計画の総合評価

ネットワークパターンから最適なネットワーク施設を決定する。最適なネットワーク施設は、整備水準の向上、再構築手法、運用効果、費用対効果等の面から総合的に評価する。

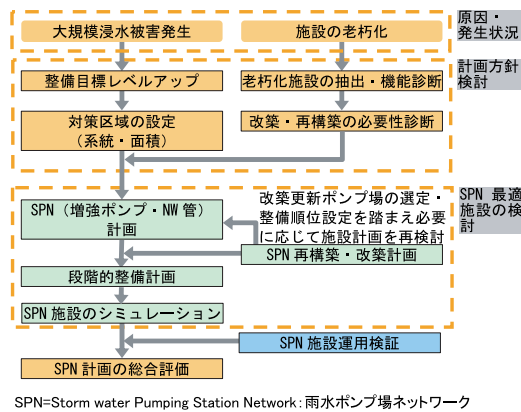


図-3 雨水ポンプ場ネットワーク計画策定フロー

(2) 整備水準向上に関するネットワーク施設の検討

図-4 に整備水準向上に関するネットワーク手順を示す。図-4 左図のフローに従って、整備水準向上に関するネットワーク施設の検討を行う。施設規模を設

定は、図-4 右図の例に示すように、各ポンプ場での整備水準向上に対する流入水量に対し、各ポンプ場での能力増強で対応できない量をネットワーク管へ集水し種ポンプ場で排水する。

なお、この図-4 でネットワーク管は流下貯留タイプであるが、管内貯留量と種ポンプ規模は相互に関係する。

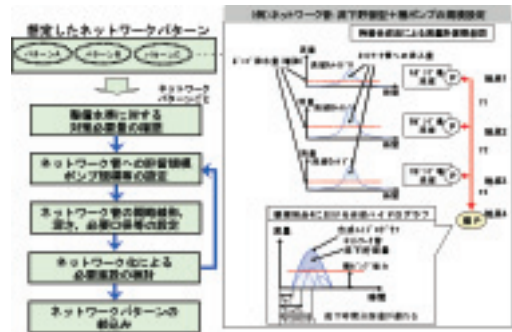


図-4 整備水準向上に関するネットワーク施設の検討手順

(3) 再構築・改築に関するネットワーク施設の検討

整備水準向上に関する検討で絞り込まれたパターンにおいて、ネットワークに組み込まれるポンプ場を対象として、経過年数や健全度調査がなされていれば、その結果と耐震診断結果を参照し、再構築・改築ポンプ場の設定を行う。

図-5 に再構築・改築に関するネットワーク施設の検討手順を示す。図-5 の左図に示すフローに従って、再構築・改築に関するネットワーク施設の検討を行う。施設規模は、図-5 の右図に示すように再構築中のポンプ場については、その流域全量分がネットワーク施設に流入するように見込んで設定する。

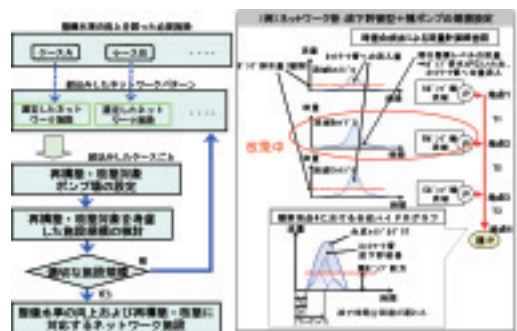


図-5 再構築・改築に関するネットワーク施設の検討手順

(4) 段階的整備計画の検討

図-6 に段階的整備計画の検討手順を示す。整備水

準の向上検討で絞り込まれたパターンを対象に、ネットワークに組み込まれる雨水ポンプ場について経過年数や健全度調査がなされていれば、その結果と耐震診断結果を参照し、再構築・改築ポンプ場の設定を行う。本検討は、図-6左図のフローに従って行い、各段階での整備規模が最終段階で必要となる施設規模に比較して過大となる場合には、適切な施設規模の見直しについて検討する必要がある。施設規模の設定は、図-6右図に示すように、段階的整備計画の検討では、各段階で現状の排水水準を維持しつつ、段階的に対象とする排水区内のポンプ場の再構築を行えるようにすることが重要である。

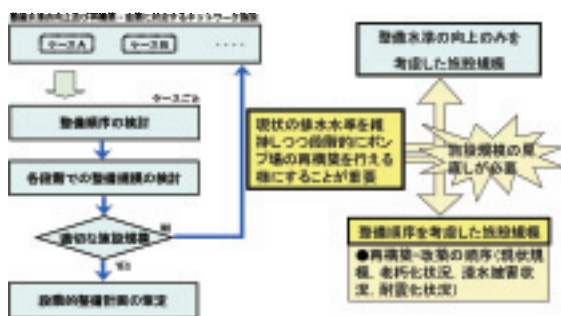


図-6 段階的整備計画の検討手順

3.4 ネットワーク施設の運用検証

ネットワーク施設の運用時には、計画時とは異なる条件で運用せざるを得ない場合が想定される。この時、どのような状況が出現するかをシミュレーションにより検証する。ネットワーク施設運用時の検討としては、原則として、計画降雨を上回る超過降雨への対応、地震等の災害時における排水機能停止時のリスク分散、河川放流規制時の対応とし、これらの運用時において浸水域が下流へ移動するようリスクの有無についても検討する。なお、必要に応じて地域の実情に則した運用事象も検討する。

ネットワーク施設運用時の効果検証の一例として、図-7にポンプ場の超過降雨時におけるネットワーク施設効果の検証例を示す。ネットワーク化していない場合、L排水区における超過降雨により、Aポンプ場への流入量が排水能力を超過するためL排水区で溢水が発生する。一方、ネットワーク化した場合、M排水区・P排水区の貯留能力も有効活用することができ、L排水区の浸水を低減できることが示された。

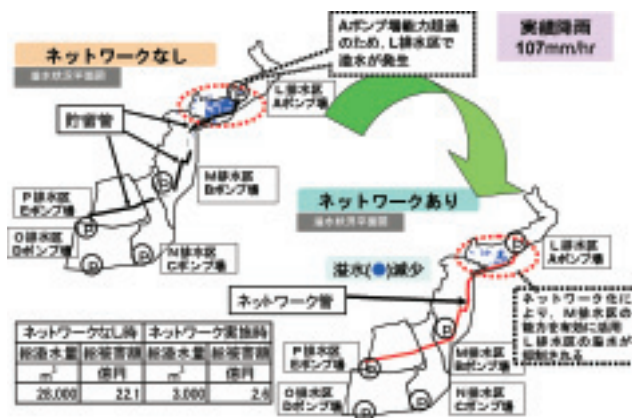


図-7 超過降雨時の検証例

3.5 ネットワーク施設計画の総合評価

運用検証等を含め、検討対象ネットワークパターンの中から最適なネットワーク施設を決定するため、次の項目について評価を行い、最適案を設定する。

- 1) ネットワーク施設性能の評価
- 2) 経済性の評価
- 3) 維持管理性の評価
- 4) ネットワーク計画の評価 (費用効果)
- 5) 関連主体との協議状況

4 マニュアルの構成

本研究の成果を、「雨水ポンプ場ネットワーク計画策定マニュアル」として取りまとめた。本編はネットワーク計画策定時の検討内容や留意点等を、資料編では統計資料、検討例等を記載している。

5 まとめ

本研究では、雨水ポンプ場ネットワーク計画において、複数の雨水ポンプ場でのネットワーク対応について様々な観点からの検討・評価を行い、ネットワーク計画を策定する際の技術的事項および計画手法について整理した。

今後、本技術マニュアルが雨水ポンプ場ネットワークの計画を行っていく上での一助となれば幸いである。