

下水道処理施設ネットワーク 維持管理マニュアル

1. はじめに

下水道事業は普及促進から維持管理の時代へと移行しつつある。下水道の普及により、下水道施設のストックは増大し、維持管理費が増大する傾向にある。また、早くから下水道整備を進めた都市では改築需要が集中する時期を迎えようとしている。このため、このままでは改築に必要な事業費がある時期に突出することになり、安定した下水道事業経営に影響を与えるとともに、合流式下水道改善、高度処理等の社会的要請への対応が困難になると予想される。

これに対し、下水道管理者は将来にわたり、下水道事業の安定化を図るための手段を講じる責任がある。

そこで、これらの問題解決の一手段として、複数の下水道処理施設によるネットワーク化に着目し、ネットワークした処理施設と単独で対応した処理施設について、長期的な視点で経済性、危機管理、付加価値等の比較検討を行い、下水道事業の効率化策の検討を行った。(本誌7月号に概要を掲載した下水道処理施設計画策定マニュアルを参照)

本マニュアルでは、ネットワークした場合と単独対応した場合との経済性比較に必要な維持管理費の算出方法を示し、その結果を計画策定マニュアルに反映させている。また、融通・集約を伴うネットワーク施設(汚水・汚泥・情報等)を運用する際に必要となる、維持管理の方法についての技術的事項も示している。

2. 維持管理費の算出方法

ネットワークした場合と単独対応した場合におけるそれぞれの将来の維持管理費を算出し、ネットワークの効果を把握するためには、維持管理費を構成する各要素(人件費、委託費、電力費など)の費用動向を要素別に積み上げ、できる限り詳細に算出することが望ましい。

しかしながら、積み上げによる方法は繁雑であることから、検討の初期段階で目安を得たい場合には適さない。そのため、検討のレベルによって算出方法を使い分ける必要がある。

本研究では、ネットワーク計画の検討段階別に応じて2種類の算出方法(算出レベル1:検討の初期段階でネットワークした場合と単独で対応した場合のどちらが優位かを判断する目安を得たい場合等に用いる方法、算出レベル2:ネットワーク整備計画および事業計画を策定する段階等で用いる方法)を構築した。

(1) 処理汚水量と維持管理費の近似式から算出する方法(算出レベル1)

算出レベル1は、現状システムをネットワークした場合と単独対応した場合の比較検討を行う際に、処理汚水量と費用の関係の近似式を用いて維持管理費を算出する方法である。算出レベル1の算出フローを図-1に示した。

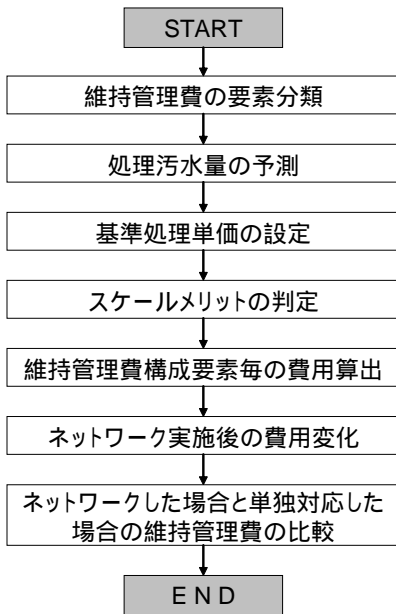


図 - 1 維持管理費算出フロー（レベル1）

処理汚水量と費用の関係の近似式の一例として、処理汚水量と人件費単価の関係を図 - 2 に示す。両者の間には高い相関が見られ（相関係数：-0.84）、その近似式は式（1）で表される。

$$y = 2428.3 \times x^{-0.5969} \quad (1)$$

このように、処理汚水量当たりの処理単価は、一般に水量の増加に伴って漸減し、スケールメリットが発生する。

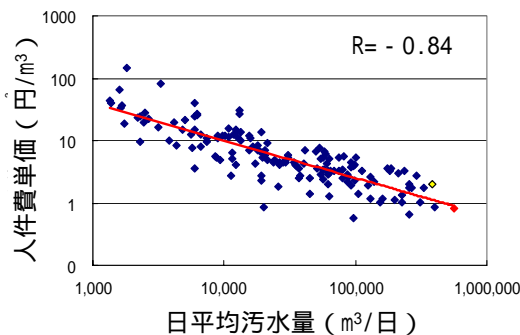


図 - 2 処理水量別人件費単価

(2) ネットワーク整備計画に基づいて算出する方法（算出レベル2）

算出レベル2は、ネットワーク事業計画を策定する際に、設備改築計画に基づいて費用を積み上げることにより、維持管理費を算出する方法である。算出レベル2による算出フローを図 - 3 に示す。

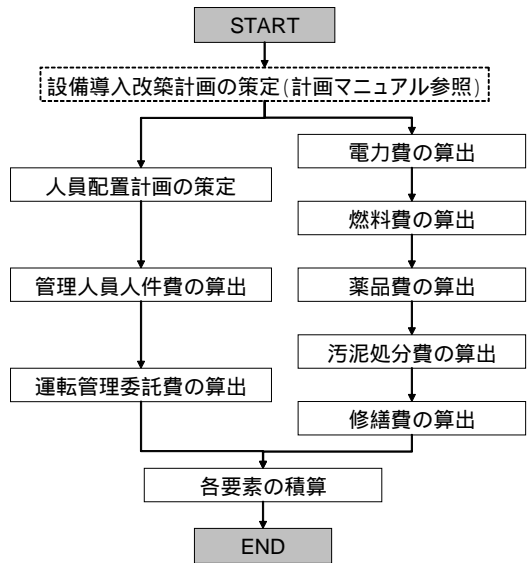


図 - 3 維持管理費算出フロー（レベル2）

処理施設をネットワークする場合、管理人員人件費、運転管理委託費については、処理水量に対するスケールメリットの効果に加えて、管理機能の集約や、汚水・汚泥処理の集約（融通）が可能になり、多くの場合、人員配置が効率化される。よって、人員配置計画を策定し管理人員数と作業人員数を算出しなければならない。その他の要素である、電力費、燃料費、薬品費については、原則として実績単価と予測される使用量を持ちいて算出する。単独対応した場合と、ネットワークした場合の人員配置の参考例を図 - 4 に示す。情報ネットワークにより管理機能が統合されたことによって管理人員が単独対応時と比較して8人削減された。また、汚泥処理のB処理場への集約等によりスケールメリットが生じ、作業人員が単独対応時と比較して109人削減された。

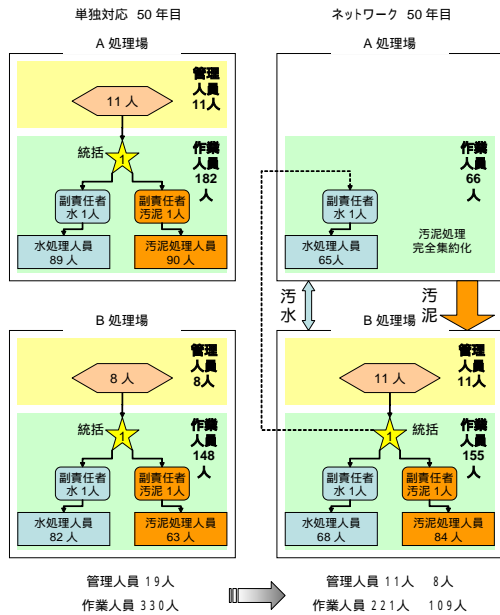


図 - 4 人員配置 (例)

ず一条設置や、一方向送水のみでの設備とする場合でも、災害時には仮設設備による双方向送水が可能である構成とするべきである。

図 - 6 は流入先処理施設が異なる流入管きよをネットワーク管で結び、流量調整ゲートを開閉することで、汚水の集約量を調節する集約の例である。ネットワーク開始時にゲートの開度と融通量の傾向を把握する必要がある。

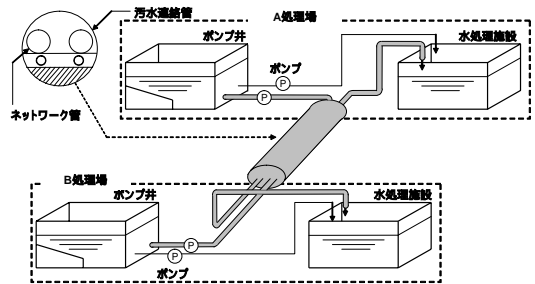


図 - 5 送水ポンプによる融通

3. ネットワーク施設の運用・維持管理方法

下水道施設のネットワーク方式は、対象とする処理施設の現況およびネットワークの目的によって異なり、運用・維持管理方法も目的別に検討する必要がある。

(1) 汚水ネットワーク

汚水ネットワークは、汚水処理負荷の配分、再構築・改築時の処理能力の一時的な不足に対する対応、危機管理対応などの様々な目的で行われ、その方式は「融通」と「集約」の2種類に区分される。代表的な汚水の「融通」と「集約」の設備構成例を図 - 5 および図 - 6 に示す。

図 - 5 は処理施設間を汚水ネットワーク管によって結び、送水ポンプで相互に送水を行うことで汚水の融通を行う例である。汚水ネットワーク管は災害時を考慮して、二条設置し双方向に送水が可能な設備構成とすることが望ましい。やむを得

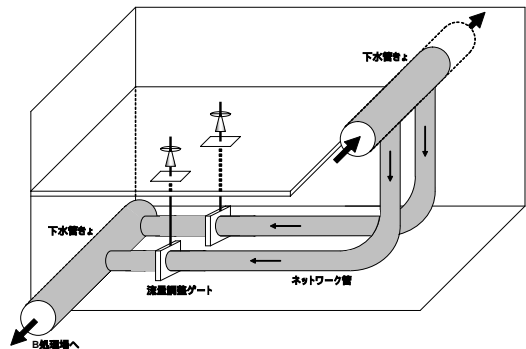


図 - 6 管きよのゲートによる集約

(2) 汚泥ネットワーク

汚泥のネットワークは、汚水ネットワークと同様に、負荷量の配分等の目的で行われ、方式も同様に「融通」と「集約」に区分される。

汚泥の「融通」は汚水の場合と同様に、処理施設間の負荷量の配分や再構築・改築時の処理能力の一時的な不足に対応するために行われる場合が多い。汚泥の「集約」は水処理の高度化による汚泥発生量の増加に単独での対応が難しくなった場合や、スケールメリットによる効率化を目的に行われる場合が多い。

汚泥移送においては、移送中に粘性が増し、圧力損失の増大や管の閉塞等のトラブルが生じやすいため、適切な運用・維持管理がなされなければならない。ポンプによる送泥を行う場合には、送泥側で濃縮した汚泥に処理水を加えることで固形物濃度を 1.0～1.5%程度（消化汚泥では 2%程度）に保つことや、薬品注入や水置換などによる硫化水素抑制対策が必要になる。

また、汚泥を集約する場合には、受泥側施設で発生する返流水が増加する。返流水は一般に SS、窒素、リン等の負荷量が大きく、消化方式を採用している処理施設では、返流水の窒素濃度が高いため、循環式硝化脱窒法や修正 Bardenpho 法等の窒素の除去を目的とする水処理方式の採用が必要になる場合がある。

（3）情報ネットワーク

情報ネットワークは、処理施設間を通信回線で結ぶことで、以下を実現することを目的に構築される。

- ・ 処理施設間の運転管理情報の共有
- ・ 危機管理対応
- ・ 運転管理業務の効率化
- ・ 汚水・汚泥ネットワーク構築時の情報の共有化
- ・ 小規模処理施設の遠方監視

情報ネットワークは図 - 7 に示したように、汚水・汚泥ネットワークを運転管理する際に不可欠な要素のため、災害時の危機管理対応を考慮して構築することが特に重要である。一般的に情報ネットワークを構成する機器は、地震などの被害を受けにくい。過去の震災時における例では、ケーブルの損傷によって機能停止することが多い。よって、通信手段は二重化や無線化などの方法により、災害に対する安全性を高めることが望ましい。

また、情報ネットワークは、目的別に必要な情報量が異なり、信号の種類と数によって小、中、大規模の 3 種類に大別される。また、システムの

構成も大きく異なるため、情報ネットワークの検討にあたっては、現状の情報システムの構成を把握し、増設が必要な設備あるいは既設設備の改造の要否について十分に検討する必要がある。

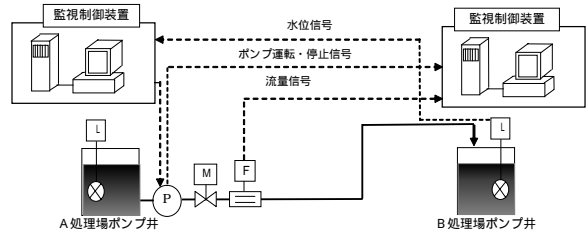


図 - 7 汚水ネットワークの情報共有

4. まとめ

本マニュアルでは、下水道事業の効率化、安定化を図るための手段として、下水道処理施設によるネットワーク化に着目し、維持管理費の算出方法と、ネットワーク施設の種類毎（汚水・汚泥・情報など）の運用・維持管理方法を取りまとめた。

本マニュアルは、ネットワーク計画策定マニュアルと相互に連携しているので、そちらを参照しながら活用して頂きたい。今後、本書の適切な利用が図られることを願う次第である。