

# 下水道施設の長期的な改築事業のシナリオ設定作業の検討

エンジニアリング本部 国土基盤情報部

石井 昭裕

鈴木 史浩

## 1. はじめに

下水道ストックは、多くの地域で昭和 40 年代から平成 10 年代に整備されており、今後急速に老朽化することが見込まれる。一方で、人口減少社会の到来により使用料収入は減少傾向にあり、将来にわたって良質な下水道サービスを継続的に提供していくためには、下水道ストックの戦略的な維持、修繕および改築を行う必要がある。

このような背景のもと、平成 27 年度の改正下水道法においては、予算制約のもと、増大する改築需要に対応すべく、施設全体の維持管理を最適化するストックマネジメントを推進することとしている。これを受けて平成 27 年に国土交通省が、ストックマネジメントの一連のプロセスを計画的に実施することを支援するための指針をまとめた「下水道事業のストックマネジメント実施に関するガイドライン-2015 年版-」<sup>1)</sup>(以下、ガイドラインと称す)を公表している。

ガイドラインには、ストックマネジメントの実施にあたり参考となる手法が例示されている。試みに、当社でサンプルデータを用意して、健全度予測や費用の平準化等の計算処理を含む「長期的な改築事業のシナリオ設定」の手法を検証した。すると、煩雑な作業や実施する上で不明確な点が存在することがわかった。実際のデータでは、煩雑さがさらに増すことが予想される。そこで本稿では、「長期的な改築事業のシナリオ設定」に着目し、概要の紹介と、作業効率化

の検討を行う。

なお、ガイドラインでは管路施設と処理場・ポンプ場施設で処理フローが別々に用意されているが、本稿では処理場・ポンプ場施設を対象とする。

## 2. 長期的な改築事業のシナリオ設定の概要

### 2.1 下水道ストックマネジメントでの「長期的な改築事業のシナリオ設定」の位置づけ

ガイドラインに例示されているストックマネジメントの流れは次の通りである。

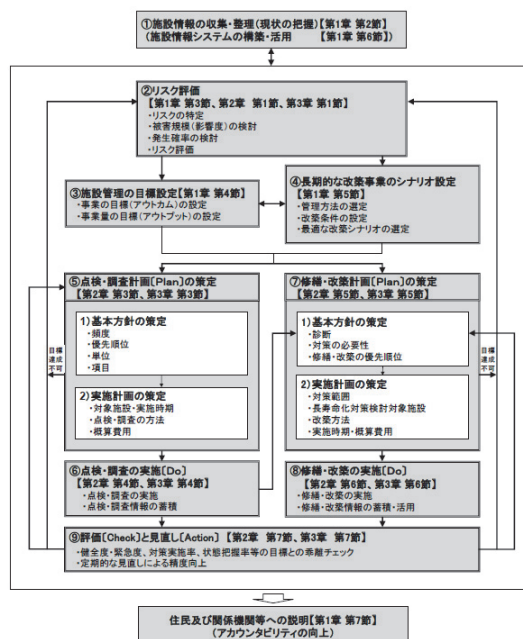


図 1 スtockマネジメントの実施フローの例  
(ガイドラインより)

- ① 施設情報の収集・整理
- ② リスク評価
- ③ 施設管理の目標設定
- ④ 長期的な改築事業のシナリオ設定
- ⑤ 点検・調査計画の策定
- ⑥ 点検・調査の実施
- ⑦ 修繕・改築計画の策定
- ⑧ 修繕・改築の実施
- ⑨ 評価と見直し

①では、既存資料の確認や現地調査により施設の情報を収集し、データベースやExcelに整理する。次に、②では施設に含まれる設備ごとにリスク値を設定し、設備情報に付与する。そして、③では安全性の確保やライフサイクルコストの低減など、優先する目標を設定する。

本稿で取り上げるのは上記④に該当する。地域の実情を考慮した複数のシナリオを考え、シナリオごとに長期的な改築費用を算定する。算定結果を比較して、最適なシナリオを設定する。

⑤点検・調査計画の策定では、②のリスク評価に基づいて、頻度および優先順位を定める。⑥点検・調査の結果に基づき、⑦修繕・改築計画を策定する。このとき、④で設定したシナリオを踏まえて修繕・改築の優先順位を設定する。

⑨評価と見直しは、目標の達成度合いや点検・調査計画および修繕・改築計画を定期的に評価し、必要に応じて実施する。

## 2.2 用意するシナリオの検討と評価

地域によって優先度は異なると思われるが、ガイドラインには3つの視点が例示されている。

表 1 3つの視点(ガイドライン表 2-18 を転載)

項目	視点	内容
投資額	年当たりの額もしくは総額	投資額が少なく、変動幅の小さいシナリオが望ましい
健全度	最低健全度	健全度1となる設備を発生させない
リスク	リスクの大きさ	リスクが小さく、かつその変動幅の小さいシナリオが望ましい

表 1 の基準でシナリオを評価するためには、年度ごとに投資額、健全度、リスク値を計算し、それらの変動を確認する必要がある。計算結果の例として、ガイドラインからグラフを転載する(図 2～図 7)。図 2～図 4 はシナリオ 1 の例であり、リスクの変動が小さいが、投資額の変動が大きい。一方、図 5～図 7 はシナリオ 3 の例であり、投資額の変動が小さいが、リスクの変動が大きい。

このように、投資額、健全度、リスク値の変動は、シナリオ設定に応じて差が出る。表 1 の基準に適用シナリオを複数検討することで、総合的に優れたシナリオを設定する。

総合評価の例としては、まず総投資額やリスクの変動幅などの評価基準を設定して点数をつける。そして、総合点が高いシナリオを、長期的な改築事業のシナリオとして設定する。

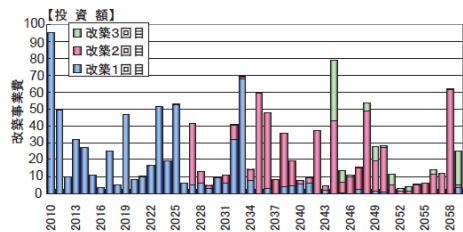


図 2 シナリオ 1 の投資額の推移 (ガイドラインより)

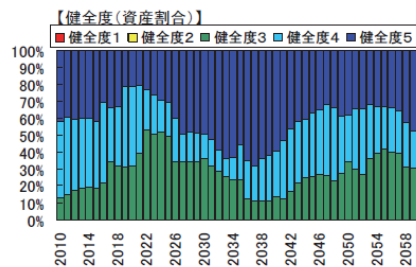


図 3 シナリオ 1 の健全度割合の推移 (ガイドラインより)

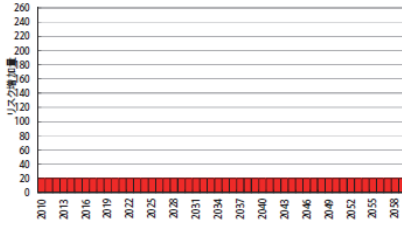


図 4 シナリオ 1 のリスクの推移(ガイドラインより)

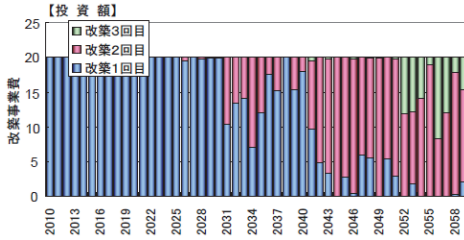


図 5 シナリオ 3 の投資額の推移(ガイドラインより)

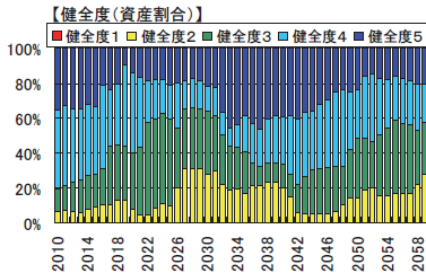


図 6 シナリオ 3 の健全度割合の推移  
(ガイドラインより)

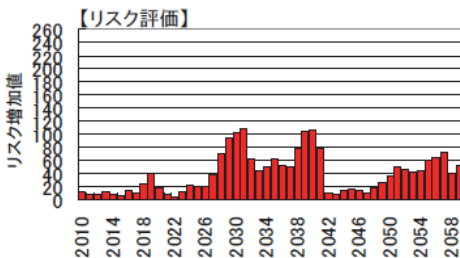


図 7 シナリオ 3 のリスクの推移(ガイドラインより)

## 2. 3 ガイドラインに例示されているシナリオ

ガイドラインに例示されている長期的な改築事業のシナリオは、次の 4 通りである。

- ① 耐用年数で改築
- ② 過去の実績に基づいた投資限度額内で改築
- ③ 故障する前に改築し、検討期間の投資額を一定とする
- ④ シナリオ③の一部の年度で投資額を増やし、リスクをさらに低減する

以下、上記①～④を、単にシナリオ 1～シナリオ 4 と記載する。シナリオ 1 は国交省からツールが公表されている<sup>2)</sup>が、他のシナリオについて算定するツールは準備されていない。

シナリオ 1 は、考え方が最も単純であるが、一般的に投資額の総額と変動幅が大きい。シナリオ 2 は、投資額の総額と変動幅を小さくできる一方で、投資額の上限が決まっているために故障しても改築するための投資額が確保できない可能性がある。

そのため、シナリオ 1 とシナリオ 2 の折衷案となるシナリオについても検討するのが望ましい。ガイドラインではシナリオ 3 とシナリオ 4 が折衷案に該当する。各自治体の実情を考慮すると投資限度額やリスクの許容範囲は異なると考えられるが、基本的にはシナリオ 1～4 の考え方がベースになると思われる。

## 3. 長期的な改築事業のシナリオ設定の実施

シナリオ 1 については、国土交通省が公表しているツールにより設定できる。そこで本稿では、シナリオ 2 およびシナリオ 3 で実施する投資額の平準化について説明する。

### 3. 1 投資額の平準化

投資限度額の制約があるシナリオ 2 や、年ごとの投資額のばらつきが発生するシナリオ 3 において、

平準化を実施する。

まずは、平準化のイメージを、20の設備からなるサンプルデータで示す。10年間にわたって改築する際の投資額の分布は、図8のようになる。図中では、設備ごとに色分けし、例として2つの設備AおよびBをラベル表示した。同じ20設備に対して、できる限り均一にすることだけを考慮して平準化を実施した投資額の分布を、図9に示す。

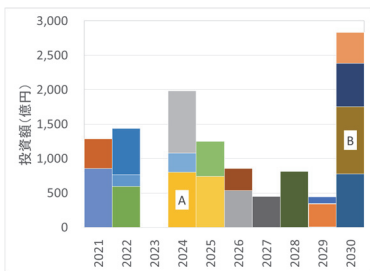


図8 平準化前の投資額分布

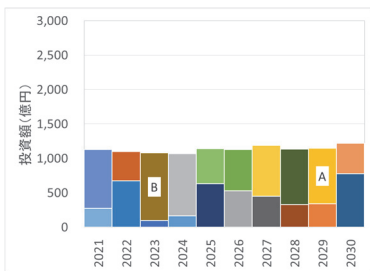


図9 均一化だけ考慮した平準化例

### 3.2 平準化による健全度の変化

図9では投資額のばらつきを、かなり少なくできています。しかし、健全度割合の推移をみると、故障に該当する健全度1が生じている(図10)。

下水道サービスの安定供給を目指すうえで、故障が想定される時期まで改築時期を先延ばししてまで、投資額の均一化を図るべきではない。そこで、健全度の推移にも考慮して、投資額の平準化を図った例

を図11に示す。図9ほど均されていないが、健全度1になる前に改築できていることがわかる(図12)。

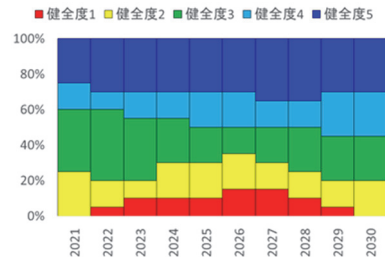


図10 平準化後の健全度割合

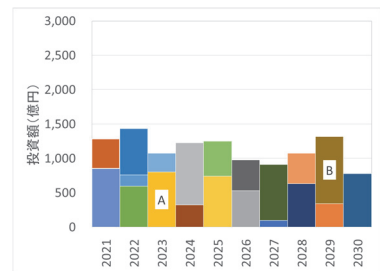


図11 健全度とリスクを考慮した平準化例

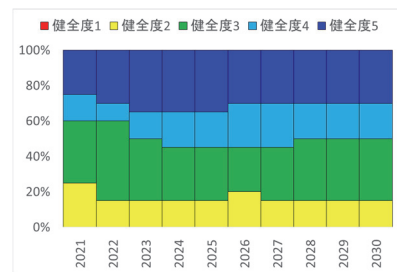


図12 健全度を考慮した平準化後の健全度割合

### 3. 3 平準化の注意点

平準化の注意点は次の通りである。

#### (1) 改築時点の健全度

前節では、改築時期を先延ばしすることで故障しないよう、注意が必要であることを説明した。反対に、改築時期を前倒しすることで、まだ健全度が高いにも関わらず改築してしまう場合もありうる。これを防ぐには、個々の設備について改築時点の健全度が適切な範囲内かを確認する必要がある。

#### (2) 改築の優先順位

平準化のために改築時期をずらす際に、一般的にリスクが高い設備から改築するのが望ましい。改築時期をずらすとリスクも変動することに留意しつつ、適切な優先順位を設定する必要がある。

#### (3) 他計画の考慮

他計画(地震・津波対策、高度処理など)の実施時期および投資額も考慮しなければならない。

#### (4) 設備数(データ量)

前節ではたかだか 20 設備で 10 年間の投資額を対象としたが、実際には 100 以上の設備で 100 年間の投資額を対象とすることもありうる。

このように、様々な条件を考慮して、平準化する作業を Excel 等を用いて手作業で実施した場合、調整箇所が多くなり、非常に煩雑な作業となる可能性がある。また、複数の作業者が手作業での調整に携わる場合、作業者による判断基準の差が出る可能性があり、同一の手順による処理を保証できない。

そこで、一定のルールに従う処理を行うプログラム等を作成することで、作業の省力化を行いつつ、一定のルールで検討されることを保証することが望ましいと考えられる。

## 4. 作業効率化の検討

### 4. 1 再現性の確保

まず、作業誤りやデータ修正による手戻りが生じた場合を考慮して、平準化作業の再現性を確保することが望ましい。再現性を確保するために、以下の2点を明確にする必要がある。

- ① 改築対象とする健全度の範囲
- ② 改築の優先順位

ガイドラインのシナリオ 3 を例にとると、①改築対象とする健全度は 2 のみとしている。また、②改築の優先順位は、リスク値が大きい順としている。ただし、リスク値が等しい設備が複数ある場合もあるため、優先順位が一意に定まるように複数の基準を設ける必要がある。

### 4. 2 作業時間の短縮

前節①②の基準と手順が決まれば、平準化の作業はプログラムで処理できる。これにより、作業者による判断基準の違いの解消、及び作業時間の短縮を図ることができる。また、データや条件を一部変更して再実施することも容易になるため、柔軟な検討が可能になる。

## 5. おわりに

本稿では、処理場・ポンプ場を対象として、長期的な改築事業のシナリオ設定作業について、効率化が図れることを示した。

管路施設のシナリオ設定作業についても、投資限度額の制約下で改築の優先順位を考慮した処理が必要となるため、本稿で検討した効率化の手法を活用できる。

また、管路施設におけるリスク評価では、河川の伏

越しや緊急輸送道路の下部など、構造的な条件や地理的条件に基づいてリスクを評価しなければならぬ。このような作業は GIS を活用することで、効率化が可能である。

当社では、ツール開発や GIS 活用により、ストックマネジメントに係る作業の効率的な取り組みを進めていく所存である。

### <参考文献>

- 1) 「下水道事業のストックマネジメント実施に関するガイドライン-2015年版-」(国土交通省)  
<http://www.mlit.go.jp/common/001110722.pdf>
- 2) 「【参考資料4】処理場・ポンプ場改築需要量算定ツール」(国土交通省)  
[http://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewerage/crd\\_sewerage\\_tk\\_000135.html](http://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewerage/crd_sewerage_tk_000135.html)