

Keywords | 下水道ストックマネジメント、リスク評価、点検・調査計画、平準化、管口カメラ

小矢部川流域下水道におけるストックマネジメント計画(管渠) 策定事例 ～リスク評価結果を用いた点検・調査計画の策定～



荒井 秀和
インフラマネジメント事業本部 水環境部 水工系グループ 課長代理
(技術士 建設部門-建設環境 RCCM(下水道))
arai@shinnihon-cst.co.jp

1 はじめに

(1) 下水道ストックマネジメントへの取り組み

我が国の下水道施設は、高度成長期以降集中的に整備が進められ、平成27年度末現在総延長約47万kmが整備されている。このうち、1.3万kmが整備後50年を経過しており、今後、老朽化が一斉に進み、それらの改築や修繕・維持管理に莫大な費用が必要となり、地方の小規模な自治体などでは、職員の減少や人口減少による経営環境の悪化などが予想され、効率的な下水道運営が求められている。

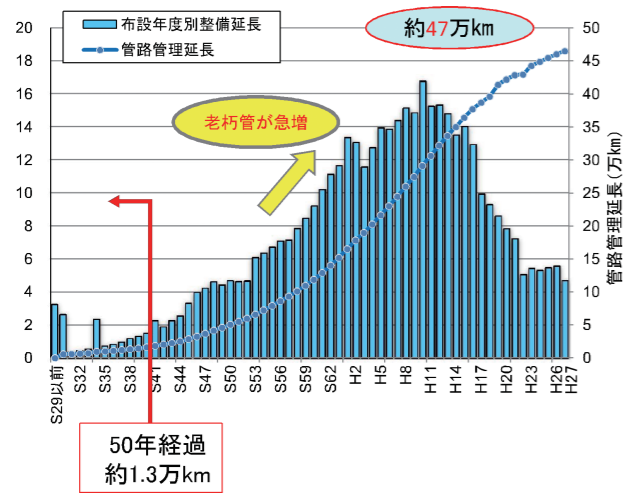


図-1 管渠の年度別整備延長 (H27年度末)

これまででは、点検・調査結果に基づき損傷のある施設や標準耐用年数を超過する施設に対し、概ね5か年の下水道長寿命化計画を策定し改築が行われてきた。しかしながら、将来の財源等の制約が想定されることから、適切な管理を行っていくためには、中長期的な視野のもと下水道事業全体の今後の老朽化の状況を見据えるとともに施設の優先度を踏まえながら改築事業を進める、計画的で効率的な維持管理を行うストックマネジメントの導入が全国的に進められている。

(2) 小矢部川流域下水道の状況

小矢部川流域下水道は、富山県の西部5市の処理人口約20万人、処理水量約12万m³/日最大を受け入れ、管渠延長約130km、流末に二上浄化センターが整備されている。

最も古い路線は、昭和57年から整備が進められ、平成29年現在35年経過し、施設の半数が25年以上経過している。また、現在も整備が進められており、古い施設と新しい施設が併存している。

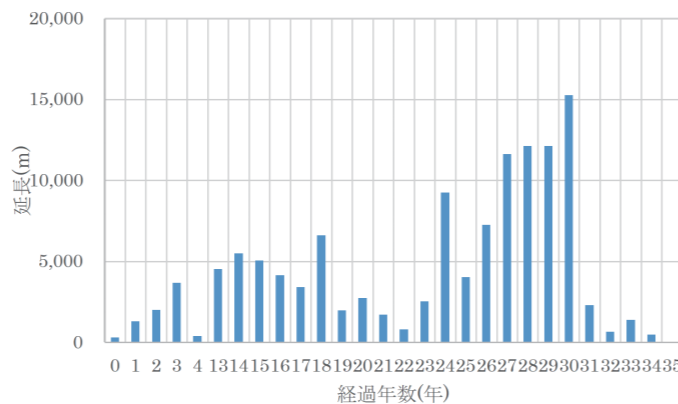


図-2 年度別整備延長

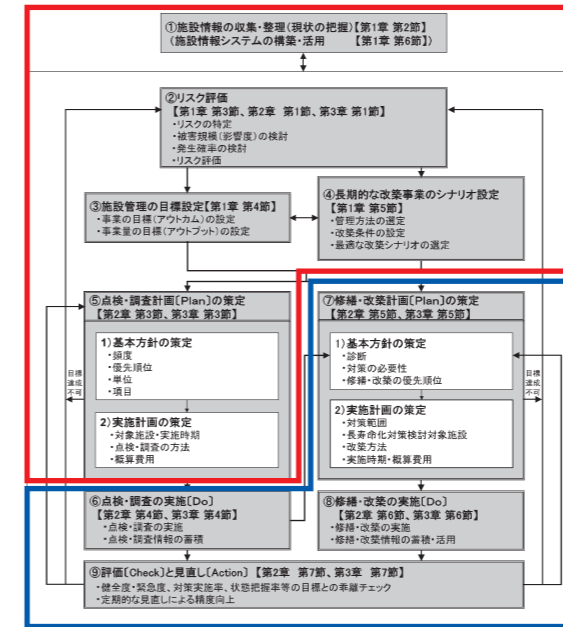
2 下水道ストックマネジメント計画

(1) 概要

下水道ストックマネジメント計画は、持続可能な下水道事業を維持するために、中長期的な視点で、施設の状況を予測しながら、計画的で効率的な計画を策定する。具体的には、「①既存施設の施設情報の収集・整理」を行ったうえで、下水道事業を継続していくうえでの「②リスク評価」を行う。また、施設を管理していくための「③施設管理の目標設定」を行ったうえで「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」を行い、ストックマネジメント実施方針を策定する。

事業運営では、策定した実施方針に基づき、「⑥点検・調査の実施」、その結果より「⑦修繕・改築計画の策定」及び、「⑧修繕・改築の実施」を行い、PDCAサイクルにてストックマネジメントを実施する。

ストックマネジメント実施方針



ストックマネジメントの実施

図-3 下水道ストックマネジメント実施のフロー

(2) 計画的で効率的な計画策定

今後の下水道施設の維持管理は、財政面等の問題を鑑み、計画的かつ効率的に実施することが必要であり、予算制約等の条件下において優先度に応じ最適な維持管理を行うことが求められる。そのため最適な優先順位の設定と優先順位に基づく予算の平準化や点検・調査計画の策定が重要となる。

本稿では、リスク評価結果より各管渠の優先度を設定し、これに基づく効率的な点検・調査計画の策定事例について以下に示す。

3 リスク評価について

(1) 対象リスクについて

まず初めに下水道事業を運営していくうえでのリスクは、管渠施設破損による道路陥没等の下水道管理者が計画的に維持管理を行うことで排除可能なリスクを対象とし、地震災害などの下水道管理者の維持管理によらないリスクは対象外とする。

リスク評価にあたっては、「①被害規模(影響度)」と「②発生確率(不具合の起こりやすさ)」の大きく2つの指標により評価を実施する。

(2) 被害規模(影響度)

下水道管渠は広域にわたって整備されており、管網システムとして各々がもつ役割が異なる。また、周辺環境によって周辺への事故影響度が異なること等を踏まえて、「機能上重要な施設」「社会的な影響が大きい施設」「事故時に対応が難しい施設」の3つの視点から下表に示す評価項目について、5段階の評価を行った。

表-1 被害規模の評価項目

評価の視点	評価項目	内容	評価方法
機能上重要な施設	流量(時間最大)	・処理場までの流下能力を確保するのに重要な管渠	5段階評価 2万m ³ /日未満: 1点 5万m ³ /日未満: 2点 10万m ³ /日未満: 3点 15万m ³ /日未満: 4点 15万m ³ /日以上: 5点
		・被災時に下水機能を確保する上で重要な管渠	該当する: 5点 該当しない: 0点
社会的な影響が大きい施設	軌道横断		該当する: 5点 該当しない: 0点
	河川横断		該当する: 5点 該当しない: 0点
	緊急通行確保路線	・日常または緊急時に交通機能確保等を図る上で重要な管渠	該当する: 5点 該当しない: 0点
	管径		5段階評価 ~300mm: 1点 ~700mm: 2点 ~900mm: 3点 ~1200mm: 4点 1350mm~: 5点
事故時に対応が難しい施設	DID地区	・日常または緊急時、人身・物損事故等を削減する上で重要な管渠	該当する: 5点 該当しない: 0点
	伏越し、圧力管		該当する: 5点 該当しない: 0点
	施工方法(開削、推進、シールド、水管橋、樋管)	・不具合が生じた場合に対応が難しい管渠	5段階評価 開削: 1点 推進: 3点 水管橋: 4点 樋管: 5点
布設深さ			5段階評価 ~4.0m: 1点 ~6.0m: 2点 ~8.0m: 3点 ~10.0m: 4点 10.01m~: 5点

各評価項目については、小矢部川流域下水道内の施設状況に応じて、評価点の設定を行った。例えば、評価項目「管径」については、実際の管径分布状況を確認しながら、同程度の分布状況になるように閾値を設定し、小口径、中大口径の区分を踏まえるなど、5段階の評価を行った。

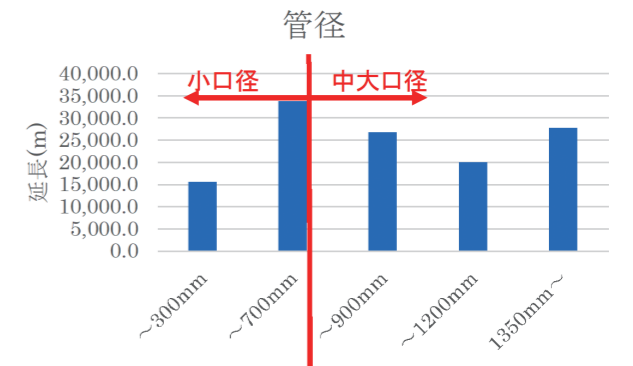


図-4 管径分布状況

(3) 発生確率(不具合の起こりやすさ)

下水道施設の発生確率は、単純に経年劣化による損傷の発生や、腐食環境下にあることで劣化しやすいなどの不具合の起こりやすさにより5段階の評価を行った。経過年数による不具合の起こりやすさについては、

国総研の健全率予測式より、何らかの対策が必要な緊急度IまたはIIになる発生確率を指標とした。

健全率推定式（公共）：全管種：ワイフル

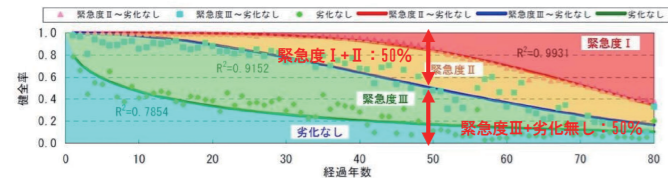


図-5 健全率予測式

腐食環境については、「①圧送管の吐口」「②落差・段差の大きい箇所」「③伏越し部」等の腐食環境となりやすい箇所を抽出した。以下に、発生確率（不具合の起こりやすさ）の評価項目を示す。

表-2 発生確率の評価項目

評価の視点	評価項目	内容	評価方法
経年劣化	経過年数による発生確率（緊急度IまたはIIとなる発生確率）	・健全率予測に基づく管渠の劣化の程度	5段階評価 ～発生確率20%（～28年）：1点 ～発生確率30%（～35年）：2点 ～発生確率40%（～43年）：3点 ～発生確率50%（～50年）：4点 ～発生確率100%（51年～）：5点
			・腐食環境下における管渠の劣化等
布設環境による劣化	腐食環境下	・腐食環境下における管渠の劣化等	圧送管吐出口、腐食実績箇所：5点 その他腐食環境：3点 一般環境：0点

(4) リスク評価

各路線について「被害規模」と「発生確率」の各評価項目について評価を行い、それぞれ5段階評価を行った。

表-3 被害規模と発生確率のランク分け

評価点合計	被害規模ランク	評価点合計	発生確率ランク
1～5	E	1～2	e
6～10	D	3～4	d
11～15	C	5～6	c
16～20	B	7～9	b
21～	A	9～10	a

被害規模と発生確率の評価結果より、5段階のマトリクス表を用いて優先度を評価する。ただし、被害規模、発生確率の重みづけによって、マトリクス表の配点が変わることから、以下のように3ケースのマトリクス表を作成し、小矢部川流域下水道の実情を踏まえたリスク評価に最適なマトリクス表を選定した。



図-6 マトリクス表の例

ここで、評価指標について再度記述するが、「被害規模」については、周辺環境等が大きく変わらない限り基本的には普遍的なものである。一方、「発生確率」については、今後、年数を経ることで劣化が進行するため発生確率は高まる。現時点では、経過年数が浅く発生確率が低いことから発生確率による評価が加味されない（影響が少ない）ことを踏まえ【被害規模重視】のマトリクス表にてリスク（優先度）を評価した。

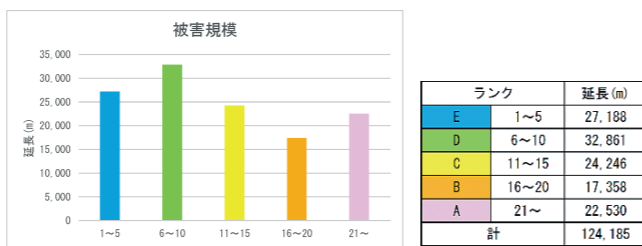


図-7 リスク評価結果（優先度分布）

4 点検・調査計画について

(1) 点検・調査の頻度と実施順位について

現在、小矢部川流域下水道では、管内調査（目視調査、TVカメラ調査）が年平均8.5km実施されている。圧送管を除く路線122.5kmを順に調査した場合、15年周期で実施可能と考えられる。本点検・調査計画では、今後も現在と同様に道路陥没等の事故を発生させないため、現状以上の頻度で点検・調査を実施するものとした。また、下水道法に準じ腐食環境下の点検については5年/回の頻度で実施するものとし、以下の通り設定する。

表-4 点検・調査頻度の設定

区分	設定頻度	
点検	1) 腐食環境下	5年/回
	2) 一般環境下	なし
調査	1) 腐食環境下	15年/回または点検で異常が確認された場合
	2) 一般環境下	確認された場合

点検・調査の実実施順位は、リスク評価にて管渠ごとに算定した優先度より決定した。優先度と環境区分による施設状況を以下に整理する。腐食環境下の路線18%については、5年に1度点検を実施する計画である。

表-5 優先度・環境区分別施設数

優先度	一般環境		腐食環境		合計	
	延長	箇所数	延長	箇所数	延長	箇所数
25	0	0	1,624	4	1,624	4
24	0	0	1,212	5	1,212	5
23	0	0	0	0	0	0
22	11,294	21	216	2	11,510	23
21	8,114	33	70	1	8,184	34
20	0	0	476	6	476	6
19	0	0	2,310	16	2,310	16
18	0	0	0	0	0	0
17	4,420	17	0	0	4,420	17
16	10,001	60	152	3	10,153	63
15	0	0	1,271	12	1,271	12
14	0	0	2,457	25	2,457	25
13	0	0	0	0	0	0
12	6,700	67	0	0	6,700	67
11	13,591	134	227	4	13,818	138
10	0	0	1,784	19	1,784	19
9	0	0	3,259	31	3,259	31
8	0	0	0	0	0	0
7	6,005	67	0	0	6,005	67
6	20,314	259	1,500	22	21,814	281
5	0	0	267	6	267	6
4	0	0	327	6	327	6
3	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
1	21,520	388	5,074	85	26,594	473
合計	101,960	1,046	22,224	247	124,185	1,293

(2) 点検・調査の平準化について

調査については、15年周期の実施となることから、各路線の最新調査時期を基準に15年後に調査を実施することを基本とした。しかし、右図に示すように調査後15年以上経過している路線があることから、計画初年度に調査が集中する結果となった。このような偏った調査の実施は、現実的に難しく何より財政を圧迫する要因となることから、平準化が必要がある。想定する年間調査延長が8.5kmであることから、これを概ねの上限として平準化を検討した。

平準化にあたっては、調査を先送りすることでリスクが高まることから、優先度の高い路線については、基本的に当初設定した時期に実施するものとし、優先度の低い路線を先送りすることとした。平準化により調査費用が安定し、財政圧迫要因を排除することができた。

今回設定した年度を基準に以降15年周期で調査を実施する。また、腐食環境においては、点検を5年周期に実施することから、調査年度を基準に5年後:点検、10年後:点検、15年後:調査のサイクルで実施するものとする。

(3) 新技術による調査について

既往の点検・調査をより効率的に実施するために管口カメラの導入を提案する。管口カメラは、地上からマンホール内部や管渠内部（50m程度は見通し可能）を確認できることから、従来の目視点検よりも効率的かつ経済的に点検が実施可能である。また、目視点検では確認できない管渠内の懸案箇所を簡易的に把握可能で、詳細な管内調査（TVカメラ・目視調査）の必要箇所

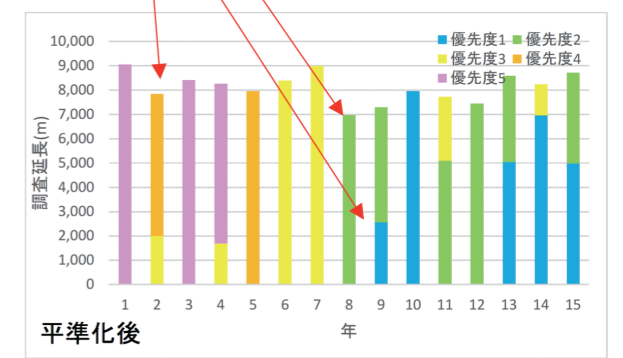
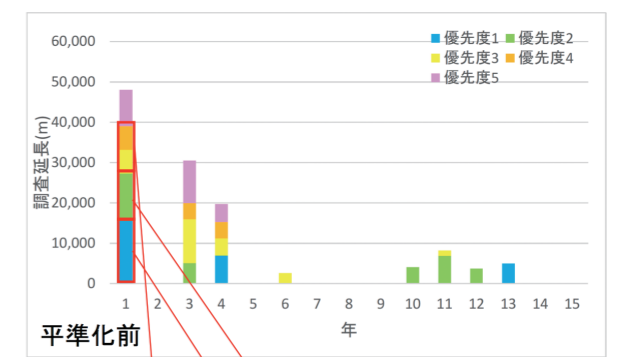


図-8 調査計画の平準化

をスクリーニングできることから、戦略的な維持・管理が期待される。

5 点検・調査計画について

今後の下水道施設の施設運営においては、加速する施設の老朽化による改築コストの増加や人口減少による収益の低下等により財政面での制約が発生することは容易に想像できる。ストックマネジメント計画は、リスク評価による施設の優先度を設定することで、点検・調査に限らず施設全体として優先的に予算を投入する対象が明確化され、効率的で効果的な維持管理に寄与するシステムであると考えられる。

建設コンサルタントとして、下水道台帳システムと点検・調査結果データベースの連携による最適な維持管理システムの提案や新技術による点検・調査のコスト縮減など、下水道事業の持続性を高めるための技術・情報の提供を行っていきたく考える。

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- 平成27年11月 国土交通省水管理・国土保全局下水道部 国土交通省国土技術政策総合研究所下水道研究部