

仙台市における下水道管路の老朽化対策

仙台市の下水道事業概要と管路の老朽化対策等についてレポートする。Part Iは甲野藤弘憲建設局次長兼下水道事業部長より、下水道事業における現在の主な取り組み等や今後の展開についてのお考えを寄稿していただいた。Part IIは、管路の維持管理、老朽化対策、管路更生工事の実績や工法採用の考え方等について、下水道計画課、下水道調整課、管路建設課より情報提供をいただいた。

Part I

下水道事業の取り組み

建設局次長兼下水道事業部長 甲野藤弘憲 氏

仙台市下水道事業の沿革

仙台市の下水道事業は、伊達政宗公により構築された「四ツ谷用水」が起源と言われています。現在の本市の市街地は河岸段丘に位置しているため、利水には適さない状況でした。そのため、広瀬川から取水するため四ツ谷堰を設置し、約40kmに及ぶ水路を城下に巡らせたのです。

明治時代になると、水路の暗渠化が進み、排水の停滞が生じ、コレラの流行など衛生面の悪化が顕著になりました。その解決に向け、明治24年から下水道の調査が進められ、明治32年に合流式下水道の整備を開始しました。明治35年には、旧下水道法の事業認可を受けました。

都市化の進展に伴い、未処理の生活排水が大量に河川に放流され、河川の汚濁化を加速させる事態になり、昭和32年に簡易処理方式による南蒲生下水処理場（現南蒲生浄化センター）を位置づけた新下水道法の事業認可を取得しました。

その後、高級処理の下水処理場として事業認可変更を行い、現在は5単独処理区、2流域関連処理区の計7処理区において事業を展開しています。

下水道の現状と課題・重点事業等

◇下水道マスタープラン（平成28年度～令和7年度）

本市の下水道事業においては、下水道機能の適切な維持、地震や浸水に対する防災機能の確保、汚濁負荷の一層の削減、循環型社会の構築・地球環境保全への貢献などの課題、少子高齢化社会、東日本大震災など社会情勢の変化があり、これら課題等の解決に向けた下水道事業のバイブルとして、「くらしを、地球を、未来を支え続ける仙台の下水道」を理念に掲げた「仙台市下水道マスタープラン（計画期間：平成28年度～令和7年度）」を策定し、事業展開を図っています。

「くらし・社会」、「環境」、「経営」という3つの視点、そして、それらの視点に基づく事業の方向性として6つの基本方針並びに基本方針達成のための18施策を取りまとめています。（図1参照）

◇中期経営計画

中期経営計画は、マスタープランの計画期間を前後期（各5年）の2期に分け、実施施策を取りまとめています。

前期（平成28年度～令和2年度）計画は、東日本大震災からの復興後を見据え、現状の課題への対応

くらし・社会	基本方針1 生活環境維持の方針	施策1 下水道施設の適正な維持管理
		施策2 下水道施設の計画的な保全
		施策3 汚水施設の再構築
	基本方針2 防災の方針	施策4 地震・津波対策
		施策5 浸水対策
		施策6 緊急時対応の強化
環境	基本方針3 水環境保全の方針	施策7 合流式下水道における雨天時越流水対策
		施策8 汚水施設利用の推進
		施策9 雨天時浸入水対策
		施策10 放流水質の適正維持
	基本方針4 地球環境保全の方針	施策11 資源・エネルギーの利活用と温室効果ガスの排出抑制
		施策12 適切な汚泥処理による環境負荷の軽減
経営	基本方針5 健全な経営の方針	施策13 効率的な経営
		施策14 組織基盤の強化
		施策15 財務基盤の強化
	基本方針6 サービスの充実・連携の方針	施策16 お客さま満足の向上
		施策17 市民協働と産学官の連携
		施策18 国内外への貢献

図1 下水道マスタープランの18施策

と人口減少などを踏まえた将来に向け、事業として何を実施すべきであるかという点、未来永劫持続させるための事業はどうあるべきかなどを念頭において計画し、継続的に進めなければならない事業にアセットマネジメントのシステムを利用した優先度を付して実施しました。

また、サービス水準を示す成果指標を施策毎に定め、その成果指標達成のための管理指標も併せて定めており、この目標の達成状況により、計画期間に行った事業を評価しています。

前期計画を大まかに評価すると、約7割達成という感じであり、自己評価としては合格点を頂けたかなと思っています。

特に評価に値する点としては、

- 生活環境維持の点で、市民生活に直結する汚水管の詰まり回数削減を、維持管理を充実させることにより、過去5か年との比較で約25%削減できた。
- 防災の点では、管路の耐震化率について、目標を上回る成果をあげられた。

- 地球環境保全の点では、省エネ機器導入や太陽光発電、小水力発電、高温焼却などにより、温室効果ガス排出抑制目標を5%以上上回った。
- 経営の点では、企業債残高を削減する目標を確実に達成した。

現在進行形の後期（令和3年度～7年度）計画では、前期計画の進捗や新たな課題を踏まえ、次のような視点を重視して策定しました。

①国土強靱化対応

- 令和2年12月に閣議決定された「国土強靱化のための加速化対策」（現在は期間延伸）を踏まえ、防災・減災対策の充実を図る。

②SDGsを踏まえた目標設定

- 17のゴールのうち、特に「6. 安全な水とトイレを世界に」、「11. 住み続けられるまちづくり」、「13. 気候変動に具体的な対策を」、「14. 海の豊かさを守ろう」に関連した事業を推進する。

③浸水対策の促進

- 令和元年東日本台風により約1300戸の床上浸水が発生したが、主に内水氾濫による被害が多かったことから、流域治水の視点も取り入れて下水道における浸水対策の強化を図る。

④主要施策、事業規模

ア) 老朽化対策

- 標準耐用年数の50年を超える管路施設が令和20年には5割を超える見込みであり、計画的な保全のため、カメラ調査や管路更生工法による対策を確実に進める。

イ) 地震対策

- 緊急輸送路下の施設など重要路線において、引き続き管路更生工法を中心に対策を進める。令和2年度末における管路の耐震化率(特に重要な幹線)は42.5%とまだ低迷している。
- 市内の7割の汚水を処理している南蒲生浄化センターへの導水を非常時においても確保するため、第1、第2南蒲生幹線のバックアップ的機能を備えた第3南蒲生幹線を、令和5年完成をめざして進める。
- その他、老朽管の更新等も含め耐震機能をアップさせる。

ウ) 浸水対策

- 令和元年東日本台風による甚大な被害は内水氾濫によるものが多かったことから、仙台市雨水対策委員会(市内部組織)を開催し、令和3年から7年度までの5年間における浸水対策のあり方等を定めた。
- この委員会は副市長をトップに市組織のすべての局・区が関与する組織であり、下水道部署がその取りまとめを行った。
- 委員会では、重点対策地区を抽出し、ハード、ソフトの両面で対策推進が決定され、浸水対策の費用についても重点化することとなった。

特に、仙台市そして東北の玄関口である仙台駅西口周辺の対策を重点箇所のひとつとして実施している。

その他、浸水常襲地区において、雨水調整池や雨水ポンプ増設などの事業を行う予定であるが、局所的な浸水対策として、各区役所道路部署における側溝等未設置地区の整備、準用河川等における土砂浚渫や農業用排水施設における流水制御のゲート設置など、組織横断的に対策を実施することとしている。

令和4年度には、流域治水関連法の改正等を踏まえ、計画降雨の見直しや雨水管理総合計画の検討を予定している。

エ) 地球環境への寄与

- 下水道法施行令に基づき、令和5年度末までに合流式下水道改善を確実に行う。
- 河川等への汚濁負荷流出抑制のため、新たな管路設置や夾雑物除去施設設置を促進する。
- 温室効果ガスの削減に向け、再生可能エネルギー活用や省エネ機器導入を継続して実施する。

目玉事業としては、南蒲生浄化センター汚泥処理施設の設備更新に際し、社会的ニーズやライフサイクルコスト等を総合的に判断して再構築に取り組むこととしている。

具体には、消化を汚泥処理工程に組み込み、消化ガス発電を民活で導入し、汚泥量削減と創エネに取り組む。消化ガス発電の供用は令和9年度を予定している。

老朽化対策

ポンプ・処理場

ポンプ場、処理場の老朽化対策については、基幹ポンプ施設の老朽化による耐震性低下や、設置年数の古い施設の能力不足などの課題があり、施設の特長や立地条件などを踏まえ、機能高度化も考慮した再構築を進めています。

例えば、郡山ポンプ場は合流ポンプであり、合流式下水道改善も踏まえ、排水能力向上などを進めています。

一方、南蒲生浄化センター汚泥処理施設の再構築は、規模感も加味すると大きなミッションと考えています。

管路施設

管路施設は、標準耐用年数50年を超える施設が令和20年には5割を超える見込みです。

老朽化対策は、アセットマネジメントの考え方に基づき実施しており、管路施設の状態や埋設年次などを管種毎に調査し、市独自の耐用年数を設定しています。現在もデータ収集を継続しており、随時調整しています。HPで80年以上、塩ビ管は100年程度を見込んでいます。

老朽化対策は主に更生工法により実施しています。



甲野藤弘憲 (こうのとう こうけん)

昭和63（1988）年4月仙台市入庁（下水道局下水道建設第二課）、平成26（2014）年4月建設局下水道計画課長、平成31（2019）年4月建設局下水道事業部長、令和3（2021）年4月より現職。

更生工法は昭和63年にSPR工法で実施したのが最初で、これまでに約110kmで実施しています。

更生工法は、耐震性は勿論、開削工法による交通規制や面前の住民への規制が少なく、工期短縮にも繋がる画期的なものと思います。現在は多くの工法が技術認定を受け、実施箇所毎に適材な工法選定ができることもうれしいです。品確協はじめ関係企業の皆様に感謝申し上げます。

更生工法において期待していることがひとつあります。取付管の更生工法の標準化です。現在、本市で採用していますが、交付金の対象にはなっておらず、市単独費を充当して実施しているため、ぜひ交付金対象にという思いがあります。

私は、日本下水道協会の技術委員会のメンバーになっており、当委員会において「管きょ更生工法における設計・施工管理ガイドライン」の見直しも議論しています。この中で、取付管編を記載することを検討しており、その実現に大きな期待を寄せています。業界の皆様にも積極的なアピールをお願いしたいです。

今後の事業展開

下水道はナショナルミニマムとして未来永劫存続し続けなければならない施設です。

しかし、資産の増大、施設の老朽化、人口減少、

少子高齢化などの影響により、下水道を取り巻く経営環境は今後も厳しさを増すことは確実です。本市でも初めて人口減少に転じたこともあり、切実な課題です。

新型コロナウイルスの影響の対策として、下水道でも令和2年に基本使用料金2か月の減免を実施しましたが、企業等の大口需要家の使用水量減少もあり、令和元年、2年と使用料収入の減少が続いています。コロナ禍以前の水準に戻るには、まだ時間を要する状況もあり、収支シミュレーションにも影響を及ぼしています。

使用料金の減収や建設改良費ピーク時期の企業債償還などで、現在資金の減少傾向が続いており、一時的な資金ショートが発生を予測しています。金額、期間から見て一般会計からの借り入れなどで対応可能と判断しているものの、経営上は無いことが望ましいです。

下水道事業に要する費用は、世代間で公平に負担することが前提です。今後の安定的な事業運営には、引き続きアセットマネジメントによる効率的な運営が必須であり、将来の改築費用や資金残高、企業債などの動向を正確に見通し、長期収支シミュレーションによる中長期的な経営状況を的確に把握していかなければなりません。

さらに、人材育成の点も今後重要となってきます。本市の土木職員の年齢構成は、40～50歳代が多数を占め、20～30歳代が少ない状況にあります。

技術伝承のため、ベテランのノウハウを確実に後進に繋げることが必要ですが、ニュアンスだけでなく、文字として残すことも必要です。

本市では、台帳システムにおいて、苦情要望への対応に関し、その履歴や対応方法などを確認できるようにしており、職員の誰でもその情報を得ることができるようになっていました。これはアセットマネジメントにおいて対応しているものであり、今後とも生かしていきたいと考えています。

さらに、下水道施設の永続化に改築更新は必須であり、特に老朽化した施設では切実な課題です。

これらの課題を克服し、次代へ引き継ぐために、特に市民生活に密接な管路施設における対策は重要です。確実に実施していくためには、施工性や工期短縮等に有利な更生工法による更新はますます需要が大きくなると考えており、官民連携して今後とも確実に事業を進めていきたいと考えています。新技術の開発についても大いに期待しているところであります。

Part II

仙台市 下水道管路の老朽化対策と 管路更生の考え方

下水道管路ストックと維持管理

◆管路ストックの状況

仙台市の管きょ総延長（令和2年度末現在）は、4963kmと膨大な数量に上る（図1参照）。管種別の割合はヒューム管を主としたコンクリート系管が61%と最も多くを占め、次いで塩ビ管を主とした樹脂系管が31%、陶管が6%、その他が2%となっている。管きょ総延長のうち標準耐用年数である50年を経過した管きょは478kmで全体の10%であり、その割合は10年後には28%、20年後には59%となり、老朽化が急速に進行すると見込まれている。

老朽管は古くから下水道が整備された市中心部の合流地区に多く見られたが、当該地区では管路更生工法を中心とした改築事業の進展もあり、老朽化に

よるリスクという観点では、その分布が市中心部から郊外部に移行しつつある。

◆道路陥没件数の推移

老朽管の増加に伴い、道路陥没の増加が懸念されており、下水道管路施設に起因する道路陥没は年間約80件発生している（表1参照）。これには、老朽化によるもののほか、他企業工事により損傷を受けたことが原因と思われるものも含まれる。これまでは取付管起因の道路陥没の割合が多数だったが、近年は本管起因の割合が増加傾向にある。

表1 下水道管路施設起因の陥没発生件数

	H28	H29	H30	H31 (R1)	R2	合計	平均
陥没件数 (件)	79	59	102	87	93	420	84

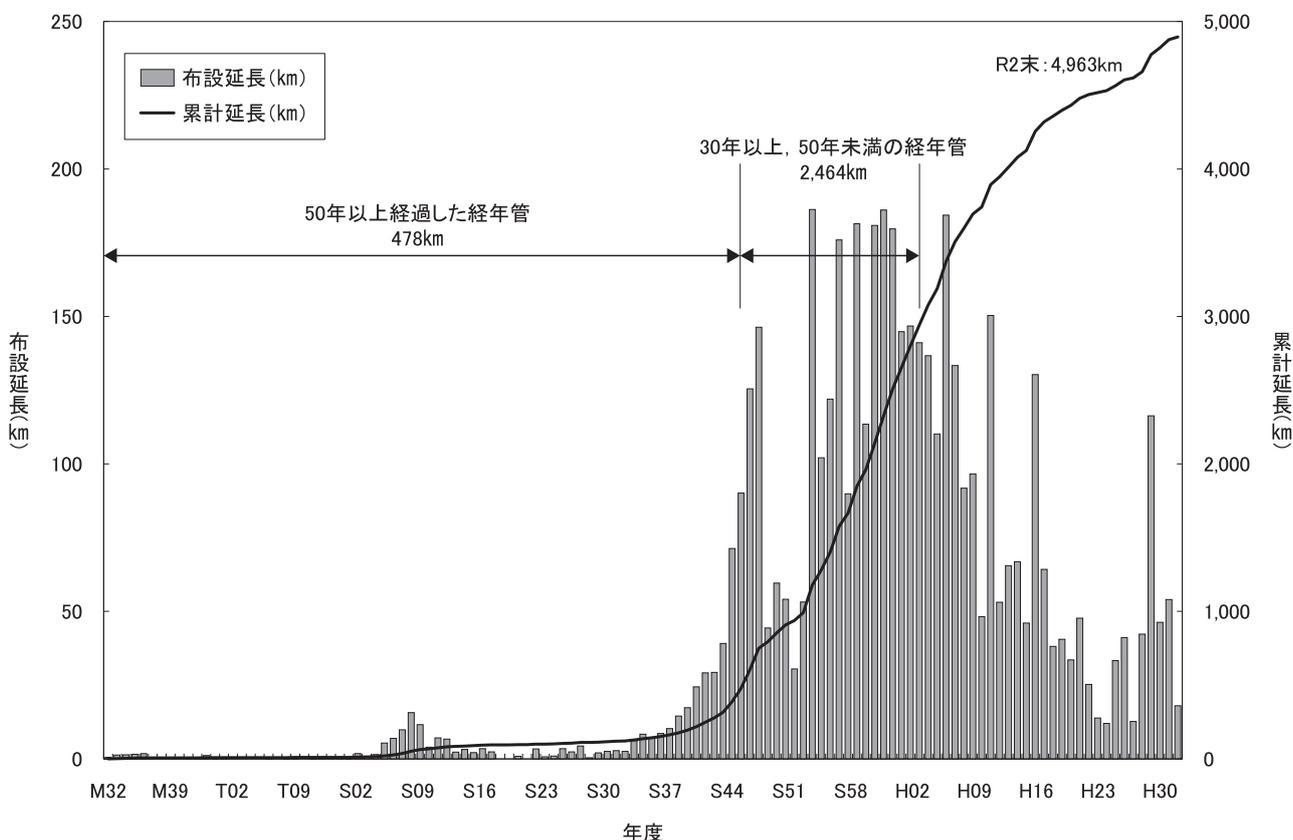


図1 年度別管きょ整備延長

◆維持管理の状況

常に下水道の機能を適正に確保するためには、適切な維持管理が必要不可欠である。維持管理はその目的から通常（日常）の維持管理と老朽化対策の観点からの維持管理などに区分できる。老朽化対策としての維持管理では主に点検と調査を行っている。これらの対象となる管きよはリスクにより抽出し、点検は目視や管口カメラにより、調査はテレビカメラを中心として、中期経営計画に基づき計画的に実施している。近年の実績は表2のとおりである。

また、老朽化対策の観点からの維持管理としては、腐食のおそれの大きい箇所も挙げられる。対象となる人孔192ヵ所および管きよ7.18kmの点検実績は表3のとおりであり、法定要件の5年に1回以上の頻度での一巡目の点検を完了している。

表2 老朽化対策に係る管きよの点検・調査実績

	H28	H29	H30	H31 (R1)	R2	合計	平均
点検延長 (km)	65.9	102.5	135.1	18.1	45.8	367.4	73.5
調査延長 (km)	21.0	25.3	33.7	28.8	24.0	132.8	26.6

表3 腐食のおそれの大きい箇所の点検実績

	H28	H29	H30	H31 (R1)	R2	合計	平均
人孔 (箇所)	61	45	45	19	22	192	38
管きよ (km)	2.46	1.41	2.21	0.47	0.63	7.18	1.44

老朽化対策の概要、現状

◆調査計画の概要、特徴

仙台市では、老朽化対策で行う管きよ調査の路線を、管きよの老朽化リスクに基づいて選定している。管きよの老朽化リスクとは、管きよが老朽化により壊れるという不具合によって生じ得る下水道サービスの停止や道路陥没、汚水溢水の発生などを指す。

リスクは、不具合が発生した時の「影響の大きさ」と不具合の「発生確率」の積により表現するが、これに基づき、現在、管きよの老朽化によるリスク評価基準を図2のとおり定義している。

また、マスタープランにおいて下水道事業最大の目標である基本理念を「くらし・社会」、「環境」および「経営」の3つの視点に基づき定めている。そのため、リスク評価において影響の大きさを評価する項目（以下、「影響項目」という。）についても、アセットマネジメントシステムとしての一貫性を考慮し、この3つの視点を踏まえて設定している。

具体的には、管きよが老朽化により壊れた場合に影響を受ける「周辺人口」や「交通量」などのほか、環境面での影響としての「環境負荷」、経営面での影響としての「復旧費用」を影響項目として設定し、それぞれ5段階のランクにより影響の大きさを評価することとしている。なお、影響の評価は、各影響項目の評価ランクの中から最も高いランクが採用されることになる。発生確率は、管きよが老朽化によ

影響					
くらし・社会/経営			環境		経営
生活環境維持、防災/サービスの充実・連携			水環境保全、地球環境保全		健全な経営
市民サービスへの影響		交通への影響	環境への影響		コスト
周辺人口	排水能力 (伏越しは上流スパンの能力) (調整池は許容放流量または流入量)	交通量	環境負荷		復旧費用
スパンあたり周辺人口	丘陵地 管径	低平地 現有能力	舗装構成	計画汚水量	復旧費用

構造的な不具合に対応した リスク評価表				
20年 超	20年 以内	10年 以内	5年 以内	1年 以内
A	B	C	D	E

50人未満	400mm未満	360m ³ /hr未満	簡易、砂利、農道、私道	100m ³ /日未満	100万円未満	1
50人以上～100人未満	400mm以上～800mm未満	360m ³ /hr以上～1,000m ³ /hr未満	L舗装 A舗装	100m ³ /日以上～1,000m ³ /日未満	100万円以上～500万円未満	2
100人以上～200人未満	800mm以上～1,500mm未満	1,000m ³ /hr以上～5,000m ³ /hr未満	B舗装	1,000m ³ /日以上～5,000m ³ /日未満	500万円以上～1,000万円未満	3
200人以上～500人未満	1,500mm以上～3,000mm未満	5,000m ³ /hr以上～36,000m ³ /hr未満 合流の放流管・貯留管	C舗装 緊急輸送路	5,000m ³ /日以上～50,000m ³ /日未満 雨水吐き室の遮集管	1,000万円以上～5,000万円未満	4
500人以上	3,000mm以上	36,000m ³ /hr以上	D舗装 直轄国道線路下	50,000m ³ /日以上	5,000万円以上	5

1	6	11	13	21
2	7	12	17	22
3	8	14	18	23
4	9	15	19	24
5	10	16	20	25

リスク	行動の内容
H	老朽化対策*を実施する
M	老朽化対策*を計画する
L	老朽化(劣化)の状況を注視する
N	何もしない

※調査・設計・工事(更新・長寿命化対策)

図2 管路の老朽化によるリスク評価基準

り壊れるまでの残年数として、「20年超」、「20年以内」、「10年以内」、「5年以内」および「1年以内」の5段階のランクで設定している。

管きよが老朽化により壊れる時期としては、管きよの改築時期として市が独自に設定している管きよの使用年限、すなわち「目標耐用年数」を用いている。

上述の影響ランク5段階と発生確率ランク5段階からなる5×5のマトリクスを作成し、25のマスそれぞれに「H (High)」、「M (Medium)」、「L (Low)」および「N (Negligible)」（H>M>L>N）からなる4段階のリスクレベルを設けるとともに、最上位を25とするリスク順位を付与している。

なお、リスクレベルにはそれぞれ要求される行動が設定されており、Hは「調査・工事」、Mは「計画策定」、Lは「注意喚起」、Nは「当面静観」を意味している。

そのため、詳細調査は老朽化リスクのHリスク発現が予測される時期における実施が基本となる。調査済みの管きよについても、調査結果に基づいてHリスク発現までの残存年数を再評価しているため、リスクの予測に基づく詳細調査に関しては、今後は未調査の管きよだけでなく、リスクの再評価によって調査対象となる調査済み管きよが増加していくと見込まれている。

また、道路陥没の要因となることが多い陶管については、リスク評価に基づく詳細調査とは別に、これまで未調査の管きよの調査を進めている。

なお、付帯施設の点検・調査頻度に関しては、現行では管きよ（本管）の点検・調査に併せて実施することとしているが、今後は表4のとおり、人孔については点検を主体とした施設管理に取り組んでいく方針である。

表4 付帯施設の点検・調査頻度

保全行為	対象施設	頻度（時期）
点検	人孔	管きよの点検・調査（簡易・詳細）時
詳細調査	人孔	点検異常時
	取付管・樹	管きよの詳細調査時

調査結果の整理方法

◆劣化・損傷度に応じた判定方法

仙台市では、「不良率」が30%以上の管きよを改築の対象として定めている。そのため、管きよの目標耐用年数は、劣化予測式において不良率が30%となる布設後の経過年数として設定した。

不良率とは、管きよの劣化度合いを表す指標であり、テレビカメラ調査等、管きよの詳細調査の結果により算出される。

具体的には、詳細調査の結果から表5に示す判定基準により管体1本ごとの破損の程度を4つのランク（S>A>B>C）で評価（最も高いランクを採用）した後、式（1）により管体ごとの異常の程度

表5 管きよ調査判定基準表

分類	ランク		S	A	B	C
	項目					
構造上 影響の あるもの	(1) 管の腐食（摩耗）	—		鉄筋が露出している	骨材が露出している	A・B以外の露出
	(2) 管の破損（変形）	管径の30%以上の欠落・変形		欠落している	全体の亀裂（ヒビ）	A・B以外の破損
	(3) 管の鉛直クラック			クラック幅5mm以上	クラック幅2～5mm未満	クラック幅2mm未満
	(4) 管の水平クラック			クラック幅5mm以上	クラック幅2～5mm未満	クラック幅2mm未満
	(5) 継手（目地）・鉛直ズレ		管厚以上のズレ又は全体の脱却があり、土砂の流入や浸入水又は土砂流入の痕跡が見られる	管厚以上	クラック幅2mm未満	管径の1/2未満
	(6) 継手（目地）・水平ズレ		全体が脱却している	40～60mm	20～40mm	
供用上 影響の あるもの	(7) 管のタルミ・蛇行	—		管径の3/4以上	管径の1/2～3/4	管径の1/2未満
	(8) 浸入水（漏水）	—	噴き出ており、かつ土砂の流入が見られる	噴き出ている	流れている	滲んでいる
	(9) 取付管突出	—		管径の50%以上	管径の10～50%未満	管径の10%未満
	(10) 油脂類の付着	—		管径の1/3以上の付着	管径の1/3～1/10以上の付着	管径の1/10未満の付着
	(11) 侵入根	—		管断面の50%以上	管断面の10～50%未満	管断面の10%未満
	(12) モルタル付着	—		管径の1/3以上の付着	管径の1/3～1/10以上の付着	一部付着（1/10未満）
	(13) パッキングズレ	—		円周の1/2以上はみ出している	円周の1/4以上はみ出している	円周の1/4未満はみ出している
	(14) 異物混入	—		管断面の50%以上阻害	管断面の10%以上阻害	A・B以外の阻害

注1) (9)～(14)については、不良率の算出には含めない項目である。

注2) 異常項目中の継手（目地）・鉛直ズレについて、カラーやソケットに異常があり、土砂等の侵入が懸念されるものを対象とし、カラーやソケットの形状に異常が無く、かつ、土砂侵入の懸念が無いズレはCとする。

注3) 異常項目中の継手（目地）・水平ズレにおいて、脱却とは管の継手部分の抜け出しをいい、数値については、継手内の抜け出し長さをいう。

で重みづけを行い、スパン単位の劣化度合いとして算出される。なお、不良率の算出にあたっては、管種により異なる管体延長に応じた補正も行っている。

式(1)

$$\begin{aligned} \text{不良率(\%)} = & \frac{1.0 \times \text{S,Aランクの管体本数}}{\text{スパン全体の管体本数}} \times 100 \\ & + \frac{0.7 \times \text{Bランクの管体本数}}{\text{スパン全体の管体本数}} \times 100 \\ & + \frac{0.3 \times \text{Cランクの管体本数}}{\text{スパン全体の管体本数}} \times 100 \end{aligned}$$

◆改築更新対応か修繕対応かの判定方法

(1) 管きよ (本管)

仙台市では、管きよの改築の要否を判断するための指標として前記のように「不良率」を用いており、調査結果から得られる不良率の実測値が30%以上であれば、そのスパンは改築が必要と判断され、改築工事の対象路線として選定されることになる。この不良率という指標と、閾値を30%として管きよの改築要否を判断する方針について、今のところ変更予定はないが、採用の有無は別として、緊急度など、より一般的な指標への転換に関する検討は必要であろうと考えている。

図3は修繕・改築判断フローになり、前記の未調査の陶管に係る詳細調査を位置付けている。詳細調査によって最も大きな異常であるSランク(写真1参照)の異常を有する管体が発見された場合には、

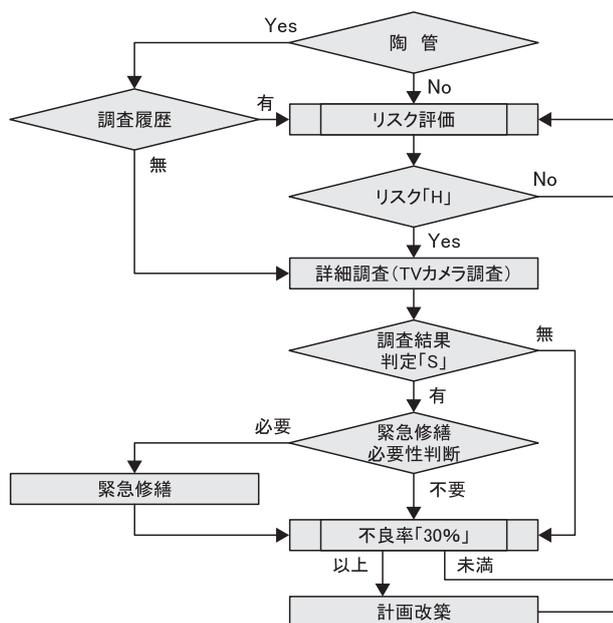


図3 修繕・改築判断フロー (見直し後)

緊急修繕の要否が判断されることになるが、その判断が担当職員の経験や勘に委ねられていることに加え、緊急修繕が必要と判断された場合であっても、修繕費の予算制約によりそのすべてに対応できていないことが課題となっている。

なお、修繕という行為は一般に、施設の一部の再建設あるいは取替えを行うもので、施設の長寿命化に寄与しないものと定義される。そのため、実際に緊急修繕により実施する対策には施設の長寿命化に寄与すると考えられるものもあるところだが、仙台市では、その内容によらず、修繕はあくまで修繕と捉え、緊急修繕を行った場合でも、原則として当該スパンの不良率は改善しないものとして取り扱うこととしている。

管きよの改築に関しては、調査結果に基づく不良率がスパン単位で算出されることから、改築もスパン単位で実施することを基本としている。

(2) 付帯施設

人孔、取付管および柵に関しても、点検や調査において緊急性が認められる異常や不具合が発見されれば、本管と同じく緊急修繕の対象となる(写真2参照)。しかし、本管同様に修繕実施の判断が担当職員に委ねられているなど、明確な判断基準が未だ確

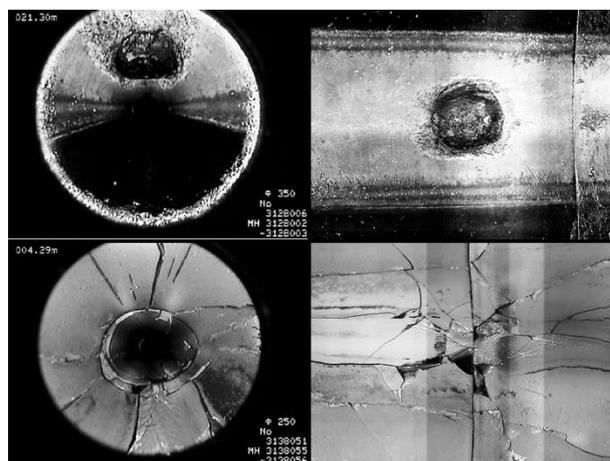


写真1 Sランク異常と判定された管体の例 (左：直視画像、右：展開画像)

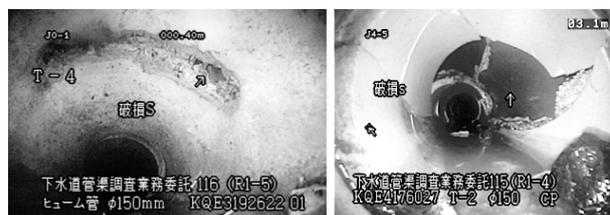


写真2 緊急修繕が必要と判断された取付管の例

立されていないことが課題となっている。

改築についても同様で、異常や不具合の程度を評価する判定基準はあるものの、これにより改築の要否を判断する基準がないのが現状である。

◆開削工法か更生工法かの判定方法

仙台市では、管きよ改築の工法として、本管・取付管に関わらず、管路更生工法を第一として検討し、カメラ調査の結果により管路更生工法が適用できない場合に限り、開削入替を採用している。

開削工法を採用するのは、設計業務委託によるカメラ調査結果から、管路更生工法が適用不能な破損や目開き、段差と判断された場合や、管きよ勾配のたるみ、逆勾配による滞留解消が目的の場合、スパン途中で管きよが曲げられていたり、断面が変わっていたりするなどの特殊な現場状況の場合である。工事発注後には、施工業者の事前調査により最終判断を行っている。

スパンのうち、一部に破損が見られる場合には部分的に開削入替を行い、スパン全体に管路更生工法を実施する場合もある。止水目的で部分更生を行い、スパン全体に更生工法を実施する場合もある。

管路更生工法の施工実績

管きよの改築（老朽化対策、地震対策、不明水対策を含む）の近年の施工実績は表6のとおり。

工法は布設替え（開削・推進）と管路更生工法に大別されるが、工事のほとんどを管路更生工法により施工している状況である。これは、改築延長をスパン単位で管理しており、管体単位での部分布設替えは行っているものの、最後はスパン単位で更生を施してしまうことから、スパン単位での布設替え以外は全て更生として計上されることにもよる。

表6 管きよの改築（老朽化対策、地震対策、不明水対策を含む）の近年の施工実績（単位：m）

	開削・推進	更生
H29年度	297	4,779
H30年度	182	6,865
R元年度	674	8,808
R2年度	656	11,597

管路更生工法の採用の考え方

◆管路更生工法採用のメリット

仙台市が考える管路更生工法採用の主なメリットは下記のとおり。

- 下水道建設当初と比較して、地下埋設物の複雑化や道路交通量が増大しており、開削工法による管きよ入替は技術的な困難さや市民活動への影響も大きくなっている。
- 開削では掘削土砂や既設管の撤去により建設副産物が多く発生する。
- コスト面では、開削工法と管路更生工法の単純比較ではなく、覆工板や地下埋設物の移設切り廻し費、安全費、地下埋設物破損のリスクなどを考慮すると管路更生工法が有利と考える。
- 工期面では、管路更生工法は事前調査に時間を要するものの、工事に入ってからでは圧倒的に有利である。

◆管路更生工法採用に係る技術基準等

管路更生工法採用に係る技術基準については、特記仕様書において、「下水道新技術推進機構等の公的機関において技術審査または技術証明を得た工法」であることと明記している。

◆管路更生工法に対する印象、要望、期待等

管路更生工法に対する印象、要望、期待等は下記のとおり。

- 改築がメインとなっている仙台市の下水道事業では更生工法を第一として検討しており、欠かすことのできない工法である。
- 今後更生工法の需要はさらに高まっていくと思われる。コストの低下が望まれる。
- 更生と開削をセットで発注するため、開削を敬遠した入札不調が発生している。開削工事の下請け業者が確保できない場合もあり、多くの業者に更生・開削どちらもできるような体制を整えてもらえるとありがたい。
- 特に熱硬化型では現場で発生するスチレンガスの処理について厳格な対応が必要。作業員の安全確保の観点では示されているが、周辺住民への臭気影響を考慮する必要あり。
- 取付管更生は「管きよ更生工法における設計・施

工ガイドライン」の中で適用外とされている。下水道法に基づけば下水道施設には耐震性能など厳格なものが求められるが、法を守るために全て開削入替の方針では老朽化のスピードに追い付かない。道路陥没の回避や流下機能の確保の面では何もしないよりも良いという考えの下、仙台市では取付管更生を積極的に採用している。追跡調査を実施して取付管更生の効果を評価し、多くの都市が採用できるようにして欲しい。

ストマネ、総合地震対策計画の概要

◆ストックマネジメント計画

①経緯と概要

仙台市の下水道整備は明治32年に東京・大阪について全国で3番目に始まり、令和3年で123年目を迎えた。これまでに整備した下水道施設は、令和2年度末で管きょ総延長4963km、処理場21施設、ポンプ場50施設、浄化槽（公管理）1532基となり、膨大な資産を抱えている。

一方、平成10年代頃から財政状況は悪化しはじめ、建設改良費や職員の削減が進められてきた。今後の人口減少に伴う減収や施設の老朽化が進むことによる改築需要の増大を踏まえ、平成25年にアセットマネジメントシステムの本格運用を開始した。その取り組みの一環として、リスクマネジメントをベースとしたストックマネジメントを実施しており、令和2年度で第1期ストックマネジメント計画（平成29～令和2年度）が完了し、令和3年度より第2期ストックマネジメント計画（令和3～7年度）が開始された。

②今後の実施方針

ストックマネジメントの効果を検証するため、管路施設におけるストックマネジメント導入によるコスト削減効果を算出している。標準耐用年数による改築に係る費用とストックマネジメントによる改築に係る費用の差をコスト削減額としている。前者は50年間で1兆6300億円、後者は50年間で約2960億円となり、コスト削減効果は約1兆3340億円（年平均約267億円）と試算された。

第1期ストックマネジメント計画では、コスト削減額を年間78億円（管路施設、処理場・ポンプ場施設の合算）としており、第1期計画から第2期計画

にかけて管理施設が増加したことなど、両計画のコスト削減効果の差異を正確に測ることはできないが、ストックマネジメントの仕組み自体を改善したことにより、コスト削減効果についても改善が見られたものと考えている。

施設の老朽化は急速に進行すると想定されており、ストックマネジメントのほか、人員や予算のマネジメントも加えたアセットマネジメントによる効果的・効率的な経営を実施しており、今後も引き続きこれら手法の改善なども視野に入れながら、さらなる効果的・効率的な経営を目指していく。

◆下水道総合地震対策計画

①経緯と概要

上記のとおり、下水道事業は明治32年より整備を行っており、これらの老朽化した下水道施設は現在の耐震基準に照らし合わせた際に耐震性が乏しく、地震動による破損、倒壊などにより流下機能の喪失や道路陥没等のリスクを抱えていることから、早急な対策が必要となっている。

平成20年度に計画期間を平成20年度～27年度として「仙台市下水道総合地震対策計画」を策定し、現在は計画期間を平成28年度～令和7年度とする第2期の計画に基づいて、管きょの耐震化（約22km）、第3南蒲生幹線の整備（約11km）、処理場の耐震化（4箇所）、ポンプ場の耐震化（32箇所）の地震対策を鋭意進めている。

②今後の実施方針

管きょ施設については、整備時期が古く耐震性が確保されていない施設が多い市中心部の合流地区を中心に、更生工法を主体とした耐震工事を進めている。重要な幹線等の耐震化率は46%となっている。処理場施設の耐震化についても、揚水・消毒・沈殿機能の確保を優先して施設の耐震化を順次進めているが、耐震化率は42%に留まっている。

これらの耐震化を実施する際には、アセットマネジメントに基づく地震リスク評価により優先度を判断して進めている。地震リスクとは、地震時に下水道施設が壊れて機能しなくなる不具合のリスクを表すもので、管路施設と処理場・ポンプ場施設とに分け、発生確率は施設の耐震性の有無から推定し、影響は施設の周辺状況や環境負荷などにより評価している。

地震リスクの高さはH（高）、M（中）、L（低）およびN（無視できる）の4段階に分け、リスクHは

最も優先的に地震対策を実施する、リスクMは優先的に地震対策を実施する、リスクLは地震対策を実施する、リスクNは地震対策不要であることを意味する。(図4参照)

この他にも、仙台市全体の約70%の汚水を南蒲生浄化センターへ送水している基幹幹線(第1南蒲生幹線、第2南蒲生幹線)の被災時におけるバックアップ機能確保のため、第3南蒲生幹線の整備を推進しており、整備完了後は、第1、2南蒲生幹線の管きよ内調査を行い、耐震化を図ることとしている(図5参照)。

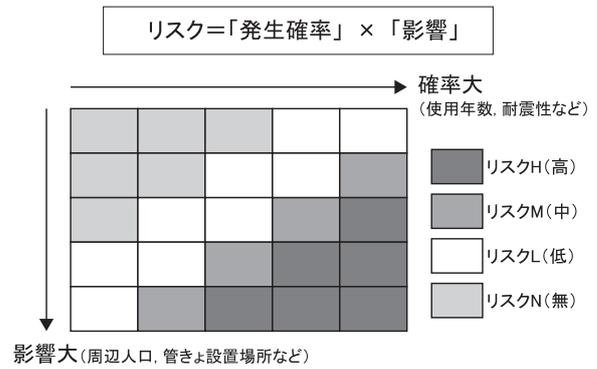


図4 地震リスク評価

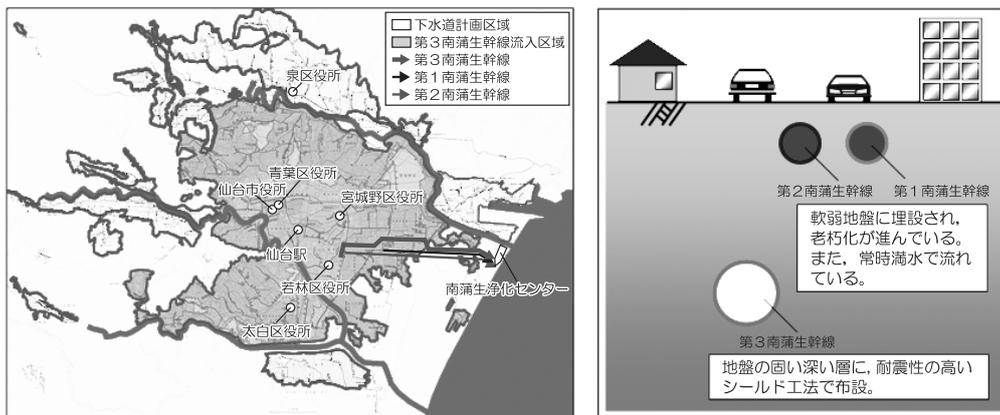


図5 第3南蒲生幹線の建設による下水道施設の相互補完の取り組み

今後の事業展開

仙台市では、アセットマネジメントによるリスク評価や優先順位付けにより、浸水対策や地震対策等の施設整備に取り組んでいるが、維持管理の面においても、施設の機能を最大限活用しつつ、下水道機能を維持していく上でのアセットマネジメントの重要性はますます高まっている。

これまで適切な維持管理や計画的な保全に取り組んできたが、今後見込まれる人口減少による使用料収入の減少や施設の老朽化の進展、管理対象施設の増加等、厳しさを増していく事業環境の変化に対応し、持続的、安定的な事業運営を行っていくには、維持管理の効率性を更に高めていく必要がある。

下水道の維持管理は、施設の運転管理や整備工事に加え、巡視、保守点検、調査、清掃、修繕等、対応が多岐にわたり、これらの業務に効率的に対応していくためには、情報の蓄積と分析が不可欠となる。そのため、仙台市では道路陥没や浸水被害、詰まり等により実施した管路清掃・修繕の履歴などの情報

を管路維持台帳システムに蓄積し、GISシステムに紐づけして可視化を行っており、この情報を有効活用して管路施設の不具合が発生しやすい地区とその不具合の種類などを予測することを目指している。

現在、木根や油脂による管きよ閉塞が頻発する箇所点検や問い合わせ対応等に活用する一方、不具合の分布や発生傾向を基に点検や調査、更新等の計画を策定するための予測については、データが不足している状況である。今後も引き続き維持管理情報の蓄積を進め、ピンポイントの対策ができるよう取り組んでいく。

また管路調査についても、今後、高度経済成長期に布設された下水道管が次々と耐用年数を超過することから、改築のほか、その前段となる調査の事業量が増すものと見込まれており、調査の効率化のため、作業効率が高く作業時間が短縮できる展開図式カメラによる調査を導入し、日進量の向上を図っている。

こうした工夫を積み重ねながら、より効率的な維持管理ができるよう取り組んでいきたいと考えている。