

仙台市下水道事業における アセットマネジメントの実践と効果

仙台市 建設局 下水道経営部 経営企画課 経営企画係 技師 田村 典大 たむら のりひろ

1. はじめに

仙台市（以下、「本市」という）の下水道整備は明治32年に東京、大阪に次いで全国で3番目に着手し、令和3年で123年目を迎える。公共下水道に加え、農業集落排水施設、コミュニティプラント（本市では「地域下水道」と呼ぶ）及び浄化槽（公管理）の四つの事業を下水道部署で所管しており、令和元年度末までに、管きょ総延長4,921 km、処理場21箇所、ポンプ場50箇所、浄化槽（公管理）1,504基を下水道施設として整備してきた。また、有形固定資産額としても6,072億円（減価償却後）に上り、膨大な資産を保有している状況である。

本市では、これら膨大な資産を適切に管理するため、平成25年度のアセットマネジメント（以下、「AM」という）本格導入とほぼ同時期にISO 55001の認証を取得し、継続的なAMシステム改善の仕組みについても運用を続けているところである。

また、令和3年度からは、改善したAMシステムを用いて策定した仙台市下水道事業中期経営計画〔令和3～7年度〕（以下、「後期経営計画」という）に基づき、事業を実施し、効率的かつ合理的な下水道事業運営を目指している。

本稿ではまず、AM導入の背景を述べたうえで、AMシステムを用いた事業運営及びAMシステム改善の取り組みと後期経営計画におけるコスト削減の効果について紹介する。

2. AM導入の背景

本市の汚水処理人口普及率は令和元年度末で99.7%となっており、汚水処理施設整備はほぼ概成している。そのため、新たな下水道施設整備よりも、これまでに整備した管きょをはじめとした下水道施設を、いかに効率よく健全な状態で維持していくかが重要な課題となっている。

本市において、下水道管きょの標準的な耐用年数である50年を経過した管きょは令和元年度末で388 kmであり、総延長4,921 kmの8%程度に収まっている。しかし、今後、高度経済成長期以降に整備された管きょが続々と標準耐用年数を迎えることから20年後にはその延長は2,822 kmに上り、管きょ総延長の50%以上を占めることとなる（図-1）。

管きょの老朽化の進行に伴い懸念されるのが、道路陥没の増加である。令和元年度には、規模の大小はあるものの、管路施設に起因した道路陥没が全国で約2,900件発生している¹⁾。本市においても、年度によって増減はあるが、下水道施設を

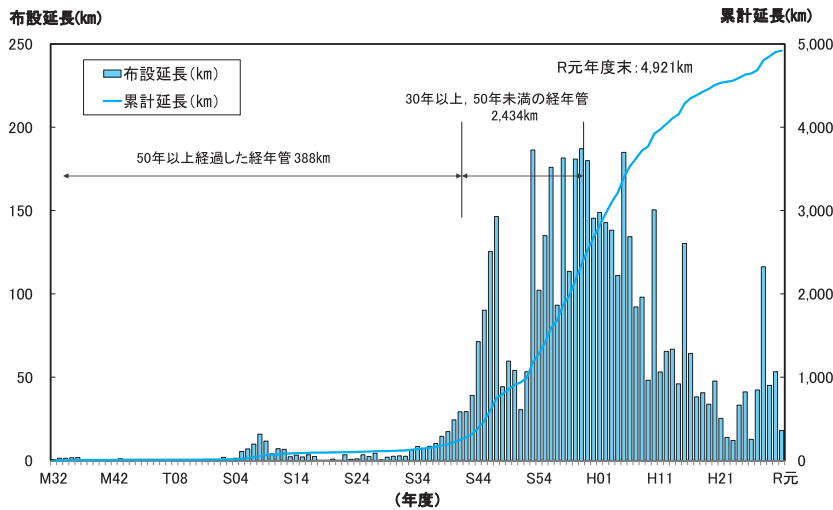


図-1 管きょ年度別布設延長・累計延長

起因とした道路陥没が年間 80 件程度発生している。道路陥没による交通障害，人身・交通事故，管きょへの土砂流入に伴う流下能力の阻害などが発生した場合，市民生活のみならず，人命にも影響を及ぼす可能性があるため，それらを未然に防止するためにも管きょの老朽化対策を確実に推進していく必要がある。

また，本市が抱える課題は施設の老朽化のみではなく，多くの自治体と同様に予算の縮減や職員の削減による経営資源の減少といった課題も抱えており，今後，事業量と経営資源のアンバランス化が進行していくものと見込まれる。そこで，このアンバランス化に対応できる最適な事業運営を目指すため，平成 18 年度から AM 導入のための検討に着手し，平成 25 年度に AM システムの運用

を開始した。平成 26 年 3 月 11 日に AM の国際規格である ISO 55001 の認証を管路部門で取得し，翌年 3 月には施設部門，さらにその翌年には浄化槽部門に対して認証を拡大した。これにより，本市下水道事業全体が ISO 55001 に準拠した AM システムによって事業を運営することとなった。

3. AM システムを用いた事業運営

本市が導入した AM システムの主要な構成要素は「基本理念と基本方針」，「業務プロセスの整備」，「リスク管理と投資判断基準」及び「内部監査の実施」である（図-2）。

今後も下水道事業を運営していくうえで，急激

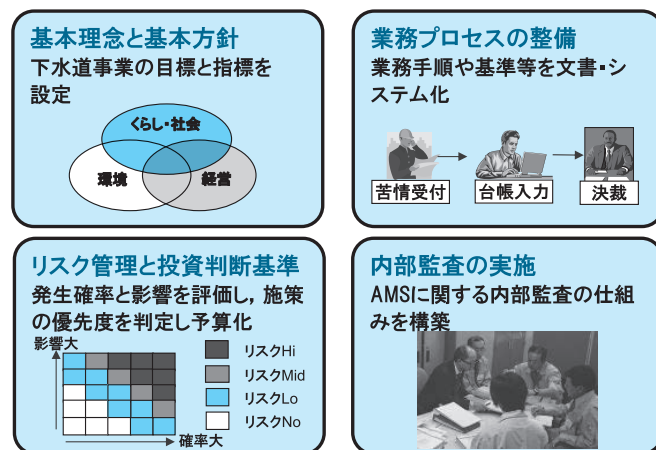


図-2 AM システムの主要な構成要素

に増加していく老朽管の改築更新にかかる費用を把握することは重要な取り組みのうちの一つであり、AM システムの中でも特に老朽管の改築更新費用算出と関わりが深い「リスク管理と投資判断基準」について、その仕組みを紹介していく。

本市下水道事業では、施設や地域が持つリスクに応じて投資判断や優先順位付けを行うリスク管理の仕組みを採用しており、年々進行する施設の老朽化、計画的な対処が必要な耐震化、繰り返される浸水被害への対処が重要な課題となっていることから、「管路リスク」、「設備リスク」、「地震リスク」及び「浸水リスク」の4種のリスクについて、その評価基準をまとめている。

リスクは、不具合が発生した場合の「影響の大きさ」と不具合の「発生確率」の組み合わせによって表現され、本市のリスク評価基準においては「H (High)」、「M (Medium)」、「L (Low)」及び「N (No)」(H > M > L > N) の4段階のリスクレベルを設けている。

また、リスクレベルに応じて対応行動を定めており、管路リスクを例に挙げるとHは「老朽化対策の実施」、Mは「老朽化対策の計画」、Lは「老朽化の状況を注視」、Nは「対応不要」となっている。これにより、リスクレベルが高くなるほど、リスク解消に向けた対策が推進されるようになっていく。

事業の投資判断及び優先順位付けにおいては評

価したリスクをさらに点数化するとともに、事業費とのバランスを考慮している。事業実施により解消されるリスクが大きく、かつ事業費の小さい案件が優先され、解消されるリスクが小さいものや極端に事業費の大きい案件の優先順位は低くなるといった基準となっており、費用対効果を考慮した効率的な事業運営を可能としている。

4. AM システム改善の取り組み

本市における AM システムは平成 25 年度から運用を開始したが、運用を継続していく中で多くの課題が存在していることが明らかとなった。このうち、組織横断的に検討する必要がある重要な課題については、組織全体で解決に向けた検討を実施することとし、平成 28 年度に「仙台市下水道 AM システム改善戦略」（以下、「改善戦略」という）を策定した（表-1）。

これに基づき、平成 29 年度から検討課題ごとに分科会・作業部会を立ち上げ、AM システムの改善に向けた検討を進めた。検討内容の一つとして、老朽管の改築更新費用算出に深く関係する「管路施設の目標耐用年数の見直し」に関して紹介する。

管きよの老朽化リスクを評価するにあたっては、1 スパン（上下流マンホール間に布設された

表-1 AM システム改善戦略のテーマ・タイトル

No	テーマ	タイトル	検討内容
1	「目標 / 指標管理」の改善	後期計画の策定に向けた目標設定	雨水排水施設に関わる維持管理業務の目標設定
2-1	「リスク管理・投資判断」の改善	リスク評価基準の見直し	各リスク間のバランス調整 管路施設の目標耐用年数の見直し
2-2		投資判断基準の明確化	リスク評価対象外案件（法対応等）の詳細化・明確化
3-1	「保全計画」の改善	保全方針の見直し	管路施設保全方針 設備保全方針
3-2		設備系維持管理情報整備の推進	設備系維持管理情報蓄積方針の確認
4	「業務プロセス」の改善	業務プロセスの見直し	業務フロー図の見直し、新規作成、共通化
5	「組織」の改善	業務執行体制の見直し	現状の組織体制に関する課題の認識
6	「情報システム」の改善	情報システムの最適化	業務効率化のための情報システムの改修・構築

管きょ)ごとに「影響の大きさ」と「発生確率」を算出している。

このうち、影響の大きさに関しては、管きょが老朽化により壊れた場合に影響を受ける「周辺人口」や「舗装構成」などのほか、環境面での影響として「環境負荷」、経営面での影響として「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評価している。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。

一方、発生確率は、管きょが改築基準に達するまでの残年数を「20年超」、「20年以内」、「10年以内」、「5年以内」及び「1年以内」の5段階のランクで評価している。改築基準に達する時期は、標準的な耐用年数である50年とは別に本市独自で定めた「目標耐用年数」を用いている。

AMシステム導入時の目標耐用年数の推計には、平成22～25年度の4カ年にかけて実施した網羅的TVカメラ調査と、それ以前に実施済みだったTVカメラ調査の合計約320kmの調査データから、管種別・排除方式別に布設後の年数と管きょの不良率(管きょ調査の結果から算出される劣化度合いを示す本市独自の指標)との関係について回帰分析により、劣化予測式を作成した。

本市では、不良率が30%以上となる管きょを改築工事の対象としており、布設してから不良率が30%以上となるまでの年数を劣化予測式から算出し、目標耐用年数として定めている。その年数に達した管きょに対してTVカメラ調査等の詳細調査を実施し、調査結果から算出された不良率を基に改築工事の要否を判断している。

しかし、劣化予測により改築時期と判断された管きょの詳細調査を実施した結果、想定よりも劣化が進んでおらず、要改築と判断された管きょは調査管きょ全体の20%程度にとどまり、管きょ改築工事が見合わせとなるケースが多々見受けられた。そのため、劣化の予測精度を向上させることで要改築となる管きょの抽出率を向上させる必要があった。

劣化予測式の見直しにあたり、既往の研究や他

都市の先行事例を参考に、マルコフ劣化ハザードモデルを採用した。マルコフ劣化ハザードモデルとは、不確実性を考慮した統計的手法であり、従前の劣化予測と比較して高い精度の予測が可能な手法である。

劣化予測式の見直しの結果、本市における管きょの新たな目標耐用年数は、見直し前の目標耐用年数から17～29年の延長となった(表-2)。

これにより、劣化がより進行した管きょが調査対象として抽出されやすくなり、要改築と判断される管きょの割合が調査管きょ全体の50%程度に向上するものと見込まれる。

また、目標耐用年数の延長により改築周期が延伸されることから、長期的な改築コストの縮減も期待される。

改善前のAMシステムを用いて策定した仙台市下水道事業中期経営計画[平成28年度～令和2年度](以下、「前期経営計画」という)と後期経営計画、それぞれの計画策定時に実施した50年間の長期改築費用予測から1年間に必要と見込まれる改築更新費用を算出すると、前期経営計画においては平均184億円/年程度、後期経営計画においては平均143億円/年程度の予算が必要と見込まれた。期間に若干の差異はあるものの、AMシステムの改善を実施したことにより、年間

表-2 目標耐用年数

管種	標準耐用年数(年)	目標耐用年数		
		見直し前(年)	見直し後(年)	延長(年)
コンクリート系管(合流・汚水)	50	65・72	89	17～24
コンクリート系管(雨水)	50	72・75	101	26～29
陶管	50	布設時期により判断	58	24※
樹脂系管(塩化ビニル管)	50	100年以上	100年以上	変更なし
その他(鑄鉄管等)	50	50	50	変更なし

※昭和60年時点(34年経過)との差分

41 億円程度の予算縮減が見込まれることとなった。

5. 劣化予測に関する今後の課題

改善戦略での見直し結果から劣化予測に採用したマルコフ劣化ハザードモデルは、平均的な管きよの劣化推移を予測するものであり、中長期の改築事業量の算定等に適したモデルであるが、個別のスパンの劣化予測に適用した際には実際の劣化推移と乖離するスパンもあると考えられる。

事実、これまでの TV カメラ調査の結果から、地区単位で不良率が高い地域や特定の工事で布設された管きよで不良率が高い場合などがあることが判明している。これらは施工や材料などのほか、地盤条件や地震等、外力の影響の受けやすさなどさまざまな原因が考えられる。

今後、劣化予測の精度をさらに向上させようとした場合、これらの地域特性ともいえる要素の反

映も検討する必要があると考えられる。

6. おわりに

改善戦略での検討を基に AM システムの改善を進めたことで、本市下水道事業において長期的に必要な改築更新費用の縮減が見込まれることとなった。

今後も AM システムを運用していく中で、新たな課題が発生することも想定されるが、その都度、必要に応じて適切な検討体制を構築し、AM システムの継続的な改善に取り組むことで、より効率的かつ合理的な下水道事業運営を目指していく。

【参考文献】

- 1) 国土交通省, 「下水道の維持管理」, https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewerage/crd_sewerage_tk_000135.html (2021 年 5 月 28 日閲覧)