

金沢市における下水道管路の老朽化対策

金沢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 では、上野浩一 企業局建設部担当部長（兼）建設課長に下水道事業の経緯や現在の主な取り組み、今後の事業展開等について寄稿していただいた。Part II では、管路老朽対策の経緯、管路更生工事の実績や工法採用の考え方等について寄稿していただいた。

Part I

下水道事業の取り組み

企業局建設部担当部長(兼)建設課長 上野浩一 氏

金沢市の下水道事業

はじめに

本市は、加賀百万石の城下町として培われた伝統文化、美しい緑と豊かな水に恵まれたまちであり、市内を貫通する犀川、浅野川の2つの清流と、卯辰山、小立野台地、寺町台地の3つの丘陵による起伏に富んだ地形が特徴的で、多くの用水が市内に網の目のように張り巡らされています。

また、400年余りの永きにわたり戦禍や大災害に見舞われることがなかったため、細街路や袋小路など、近世城下町のまち割りが今も残り、風情あるまちなみを醸し出しています。

こうした恵まれた自然環境と先人達によって磨き高められてきた歴史や伝統、学術、文化を保存、継承すると同時に、これらの地域資源を生かし、未来を見据え、創造的なまちづくりを進めてきました。

新幹線開業から5年が経ちましたが、まちの魅力を国の内外に向けて発信するとともに、さまざまな交流を通じて、新たな価値を創造し持続的な発展を続けるまち『世界の交流拠点都市金沢』を目指し施策を展開しているところです。

下水道事業の概要

本市の下水道は、昭和37年度に事業着手し、市民

生活に欠くことのできない重要な社会資本として、市の重点施策に位置づけられ、金沢駅から香林坊繁華街を含む旧市街地の整備を皮切りに、都市化の進展に合わせて急速に拡張を進め、平成27年度に計画的な面整備を完了しました。

また、最初に建設された終末処理場である城北水質管理センターが昭和44年に供用開始されてから、令和元年で50年という大きな節目を迎え、令和元年度末における人口普及率は98.0%、管路整備延長は2273kmとなっています。

終末処理場については、公共下水道では、犀川以北の市中心部を受け持つ城北水質管理センター（昭和44年4月供用開始）、犀川以南の南部地区を受け持つ西部水質管理センター（昭和55年7月供用開始）、国道8号より北部を受け持つ臨海水質管理センター（平成6年10月供用開始）の3施設があります。

石川県流域下水道では、西南部地区並びに隣接する野々市市の全域及び白山市の一部（旧鶴来町）を受け持つ犀川左岸浄化センター（平成6年11月供用開始）、その他、特定環境保全公共下水道では、中山間地に位置する湯涌温泉街を受け持つ湯涌水質管理ステーション（平成13年4月供用開始）があります。

なお、最初に供用を開始した城北水質管理センターは一部合流式ですが、その他の処理場は全て分流式となっています。

下水道事業の重要施策と取り組み状況

企業局経営戦略の概要

企業局は、下水道事業のほか、ガス、水道、発電、工業用水道の5事業を担う総合ライフライン事業者として『金沢市企業局経営戦略2016』に基づき、「高度化戦略」、「強靱化戦略」、「エネルギー自由化対応戦略」、「連携戦略」の4つの重点戦略に対応した重要施策と管理指標を設定し、平成28年度から令和7年度までの10年間を計画期間として事業を展開しています。

下水道事業においては、料金収入が減少する中、投資と財源とのバランスを図りながら現行料金を維持していくこと、投資については長寿命化計画により規模の平準化を図り企業債の発行を抑えることを基本方針としています。

また、3つの戦略に対応する10重要施策で15管理指標を掲げており、「高度化戦略」においては、「管路及び施設の長寿命化計画の策定・推進」や「農村下水道事業の企業局への移管統合」など5指標、「強靱化戦略」においては、「管路及び施設の耐震化率」や「幹線道路下の空洞調査延長」など5指標、「連携戦略」においては、「官民パートナーシップの研究推進」や「新たな広域連携施策の検討」など5指標を

掲げています。

この経営戦略に基づき、限られた財源で計画的かつ効率的、効果的に施設の維持管理を行うため、従来の長寿命化計画よりも将来予測の精度を上げ、下水道にかかる予算全体を考慮した上で、今後の施設維持管理の考え方や改築方針を示した「金沢市公共下水道ストックマネジメント計画」を平成30年1月に策定しました。

管路の長寿命化

管路の長寿命化に向けた具体的な取り組み状況については、まず、平成11年度に布設年度が古い旧市街地の合流区域404haを対象に管内テレビカメラ調査を行い、翌12年度から管路更生工事を開始し、平成22年度に完了しました。

その後、分流域において、国の長寿命化支援制度等を活用し、第1期事業として平成25年度から平成29年度までの5ヵ年で、当時の長寿命化計画に基づき兼六園周辺の区域310haの更生工事を完了しています。

現在、第2期事業として平成30年度から令和4年度までの5ヵ年計画で、ストックマネジメント計画に基づき旧市街地周辺820haの更生工事を進めているところです。(図1参照)

併せて、第3期事業計画の基礎とするため、「圧送

管吐出し先マンホール」、「ビルピット排水の排出先マンホール」、「伏越し部マンホール」、「落差・段差の大きいマンホール」など、腐食のおそれ大きい箇所を対象に、下水道法で定められている5年に1度の頻度で、目視による点検・調査を行っています。

また、優先路線と位置づけた緊急輸送道路下や下水道機能上重要な路線は15年に1度、その他の路線については20年に1度、管内テレビカメラや目視による点検・調査を実施しています。

さらに、大規模な汚水中継ポンプ場からの圧送管路については、竣工図等から気相部を想定し、土被りが浅い箇所道路掘削を行い管厚の腐食状況調査を実施しています。

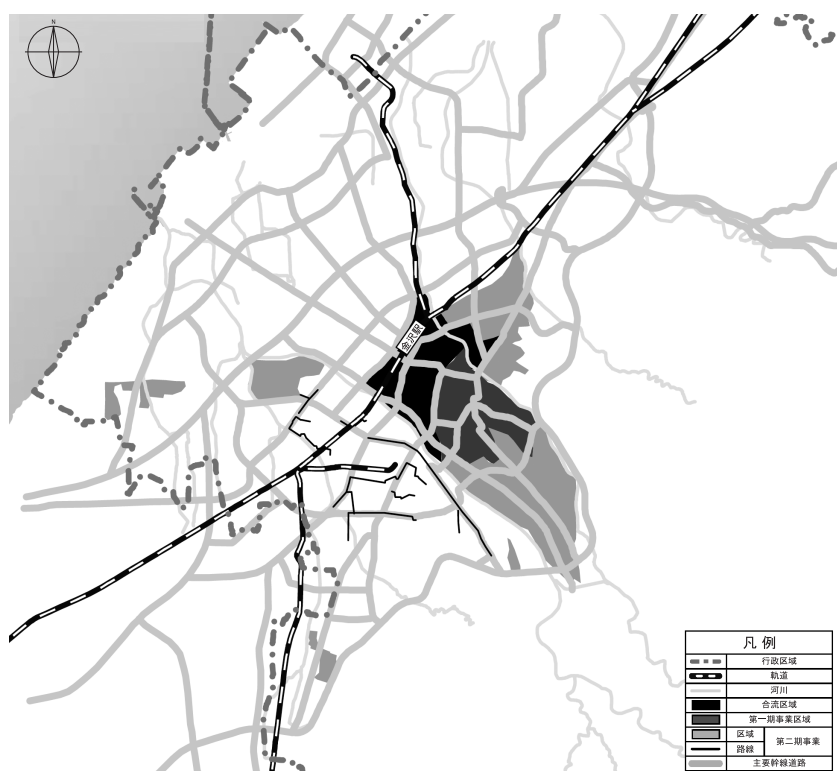


図1 修繕・改築計画図（ストックマネジメント計画）

他方、平成27年度から、市内の国道（直轄を除く）・県道・幹線市道等の幹線道路約200kmを対象に、4年に1度の頻度で地中レーダー探査車による路面下空洞調査を行っています。

また、本年度からは、合流区域内の生活道路約100kmを調査対象に加え、重大事故の未然防止に努めています。

将来を見据えて

今後の課題と事業展開

下水道は、地域から排出される汚水を浄化し放流するものであり、公共用水域の水質を保全するうえで必要不可欠な施設ですが、今や維持管理の時代となり、事業運営の効率化を図り、サービスの持続性をいかに確保していくかが大きな課題となっています。

本市では、事業運営の効率化の取り組みとして、公共下水道の終末処理場3カ所のうち2カ所の運転管理業務を民間企業へ包括委託するとともに、農村下水道の一部を公共下水道に統合し、さらに近隣自治体との広域連携についても検討を進めています。

また、今後老朽化した多くの施設が更新時期を迎え、多額の更新費用を要することが見込まれることから、ストックマネジメント計画に基づき、施設全体の計画的な点検・調査や適切な修繕・更新を行い、強靱化と事故防止に取り組んでいるところです。

しかしながら、未だ耐震基準を満たしていない施設が存在しており、これらの既存ストックが被災した場合、市民の生命や社会活動に重大な影響を与えるため、大規模地震を想定した対策の強化も急務となっています。

また、老朽化に起因した管路破損に伴う道路陥没事故の危険性が全国的にも増大していますが、これらの事故等を未然に防止するには、失われた管路の機能を再生あるいは補完向上する更生工事など、既存ストックを活用した計画的な長寿命化や更新を一層推し進める必要があります。

折しも本市では、災害時における人命・財産の保護と迅速な復旧・復興を図るための総合的な指針を示す『金沢市国土強靱化地域計画』を令和2年3月に策定したところであり、今後もストックマネジメント計画の推進を通して、既存ストックを有効に活用し、安全で快適な生活環境の保全に努めていくこととしています。



上野 浩一（うえの こういち）

昭和61年4月金沢市入庁（下水道部建設課配属）。平成4年4月経済部金沢テクノパーク建設事務所技師、平成9年4月企業局建設改良課主査、平成14年4月企業局検査員室主査、平成18年4月企業局経営企画課担当課長補佐、平成20年4月企業局安全対策室長補佐、平成23年4月企業局建設課担当課長、平成26年4月企業局検査員室長、平成27年4月企業局ガス・水道修繕センター所長、平成29年4月企業局担当部長（兼）維持管理課長、平成31年4月より現職。

おわりに

人口減少や少子高齢化の進展により、財政状況は一層厳しくなることが見込まれる中、一方で維持管理や改築・更新への投資が増大するなど、下水道事業を取り巻く課題は山積しています。

このため、日々刻々と変化する社会情勢に柔軟に対応しながら、管路及び施設の耐震化や長寿命化に取り組んでいくことが、これまで以上に求められています。

また、下水道は、大雨の際の市街地浸水対策に対しても重要な役割を併せ持つことから、維持・改築を計画的かつ効率的に推進していかなければなりません。

本市としては、これらの課題を踏まえた上で、これまで先人達が築き上げてきたストックの有効活用に精一杯努めながら、下水道の強靱化に取り組んでまいります。

そして、管路更生工法をはじめとする既存ストックの有効活用に資する技術水準の一層の向上を期待しつつ、引き続き安全で快適なまちづくりに貢献していく所存です。

Part II

金沢市 下水道管路の老朽化対策と 管路更生の考え方

Part IIでは、下水道管路ストックの状況、下水道管路ストックマネジメント計画の概要、老朽化対策の経緯、今後の事業展開等について企業局建設部建設課より寄稿していただいた。

◆下水道管路ストックの現状

本市の公共下水道は、昭和37年に金沢駅から市中心部の合流区域を皮切りに事業に着手し、市の重点施策として、生活環境の確保・保全を図るため、ピーク時には年間約90kmの管路整備を推進した結果、令和元年度末の管路延長は2273km、うち50年経過管は約17kmで全体の0.7%となっている。10年後には約339kmで全体の14.9%、20年後には約947kmで全体の41.7%と、今後急速に老朽管が増大するため、修繕や改築更生等、下水道管路の長寿命化の推進に

よる事故の未然防止が急務となっている。(図1参照)

◆道路陥没件数の推移

平成26年～令和元年度の下水道起因の道路陥没件数は、年間約17件である。(図2参照)

管路施設の老朽化が原因の件数は全体で15件だが、平成28年度以降は、修繕・改築更生等の対策により、道路陥没の要因となっていないが、地下空洞による土の流出が原因の道路陥没が全体の67%を占めている。(図3参照)

市としては、平成27年度から、幹線道路約200kmを対象に、路面下空洞調査を行っており、令和2年度から、合流区域内の生活道路約98kmも調査対象に加え、重大事故の未然防止に努めている。

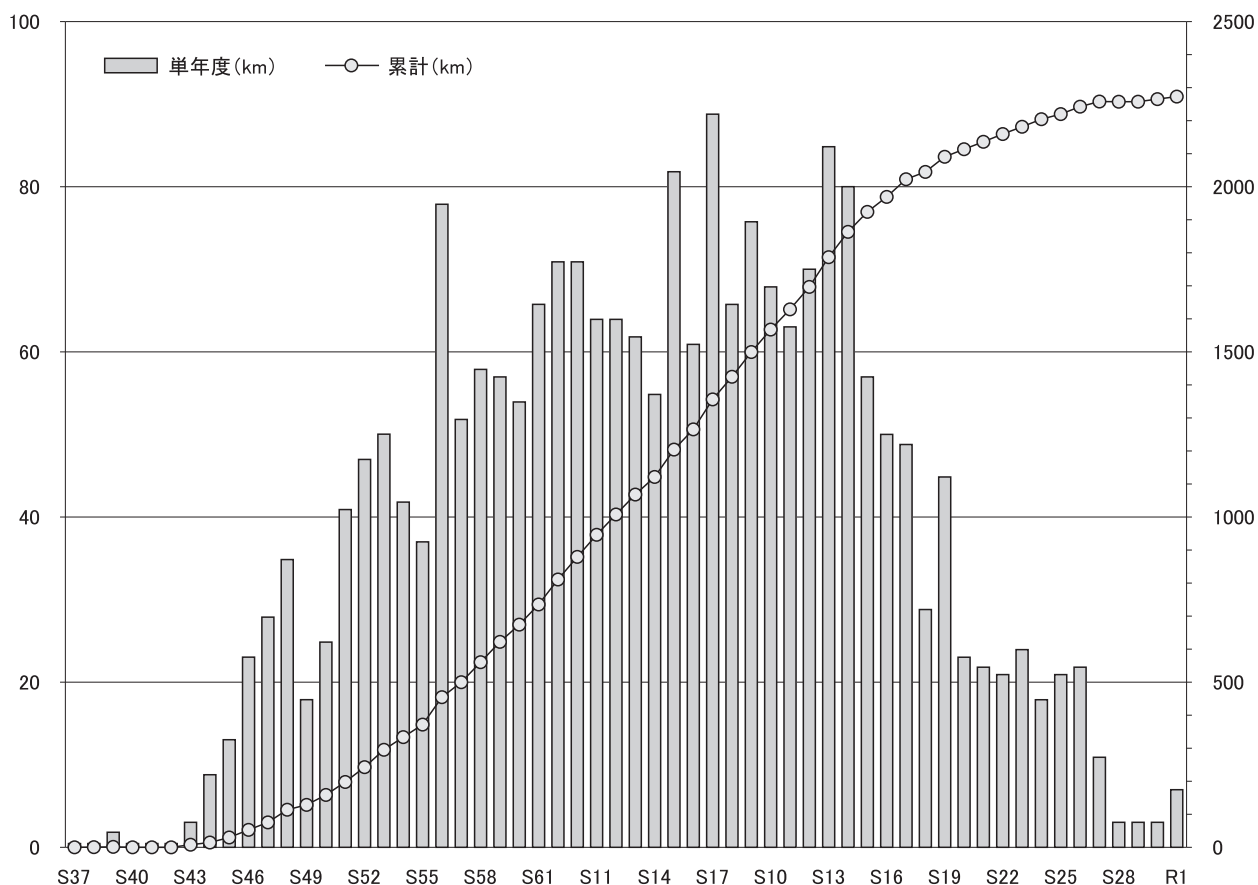


図1 下水道管路年度別布設延長の推移

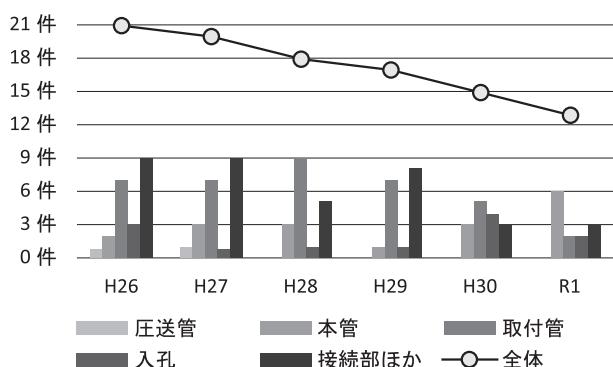


図2 下水道起因の陥没件数

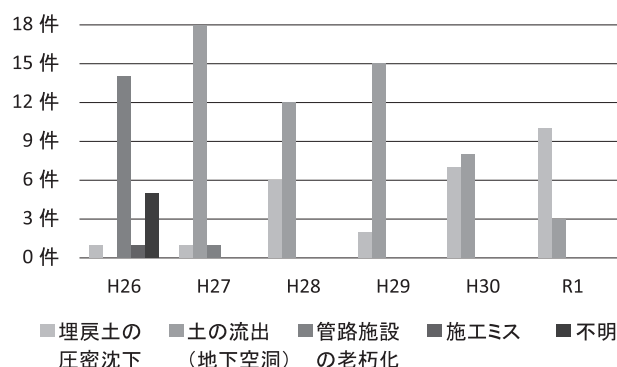


図3 陥没原因件数



写真1 陥没状況（上）と腐食したDIP管（下）

なお、平成27年5月に汚水中継ポンプ場からの圧送管（口径500mm・ダクタイル鋳鉄管）の内面腐食により、大規模な道路陥没が発生した（写真1参照）。これをうけ、陥没箇所上流の気相部にて、道路掘削を行い、腐食状況等の調査を行い、腐食が激しい区間において布設替えを実施し、さらに自然流下管への取付部にはドロップシャフト人孔を新設する等の対策を講じたが、圧送管の点検・調査が課題となっている。特にマンホールポンプ場では、吐出し人孔の保守点検や、吐出し口から取付管カメラを入れて気相部の手前までを見ることしかできていないのが実情である。圧送管用のテレビカメラも開発されているが、ドライ環境でないと難しいこと、空気

弁から入れるためスパン延長が長いとすべてを見ることができないといった課題があるため、導入に至っていない。これらを抜本的に解消できるような技術開発を期待するとともに、今後ともこれらの点検・調査に加え、通常のパトロールを強化することにより、安全安心のまちづくりに寄与したいと考えている。

◆下水道管路ストックマネジメント計画

長寿命化計画は、布設年度が古いなど一定の区域に絞って個別施設ごとに計画を策定するため、下水道施設全体を俯瞰した点検・調査や修繕・改築の優先順位が明確になっていなかったが、ストックマネジメント計画では、効率的・効果的に実践するため、「リスクマネジメント」の視点を持ち、リスク評価による優先順位等を検討することで長期的な改築事業のシナリオ設定や点検・調査及び修繕・改築計画の策定を行っている。

長期シナリオでは、これまでの管内調査結果を基に、損傷の多いヒューム管を優先的に改築すること、維持管理水準については、独自の健全率予測式を作成し、計画策定時の2017年における緊急度割合（緊急度Ⅰ：1.8%、緊急度Ⅱ：5.9%）を指標とすること、管路施設を緊急輸送路下や管路の重要性等、被害時の大きさやその影響を考慮し、「優先箇所」と「その他箇所」に分類することにより、効率的・効果的な計画としている。（図4参照）

「優先箇所」は2017年時点の緊急度割合を維持すること、「その他箇所」は、支出可能な事業費の範囲内での対応としている。なお、全体事業費には、管路改築のほか、マンホールポンプ・鉄蓋の改築費、テレビカメラ等による調査費、計画的および計画外の修繕費等も考慮し、事業費5年毎の平準化を図っている。（図5参照）

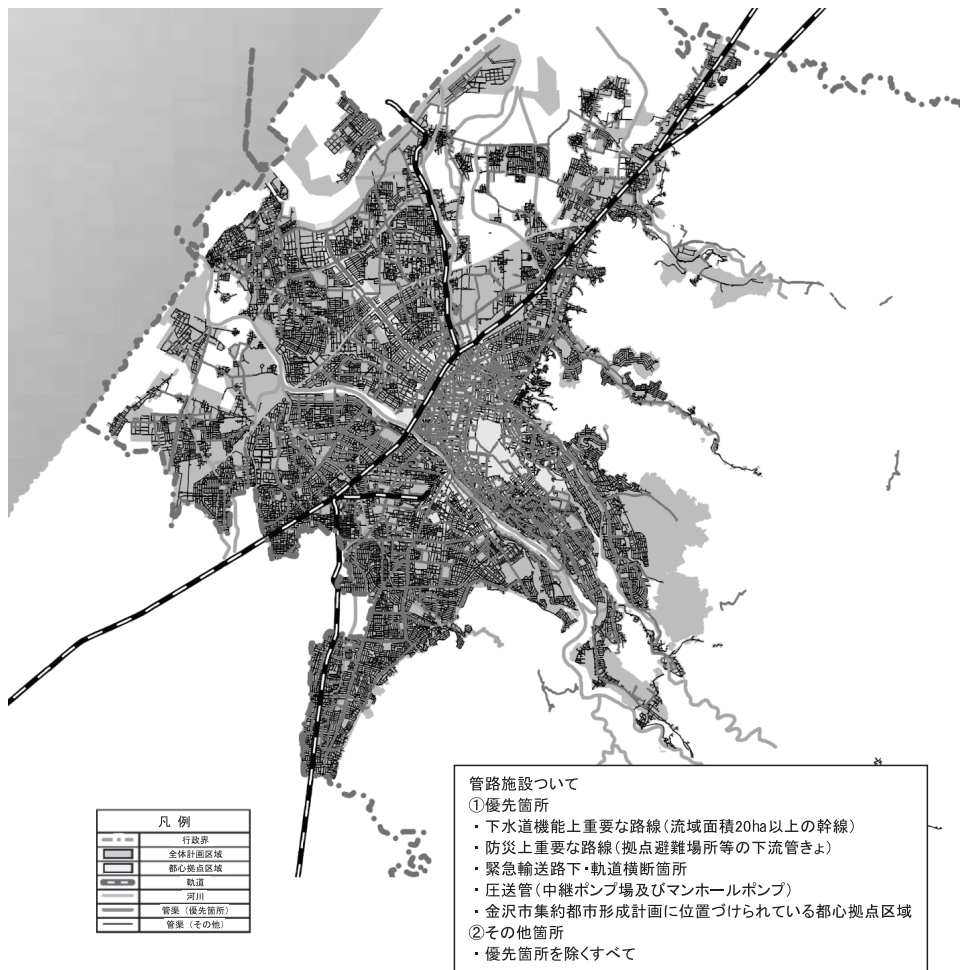


図4 スtockマネジメント計画による優先箇所の選定

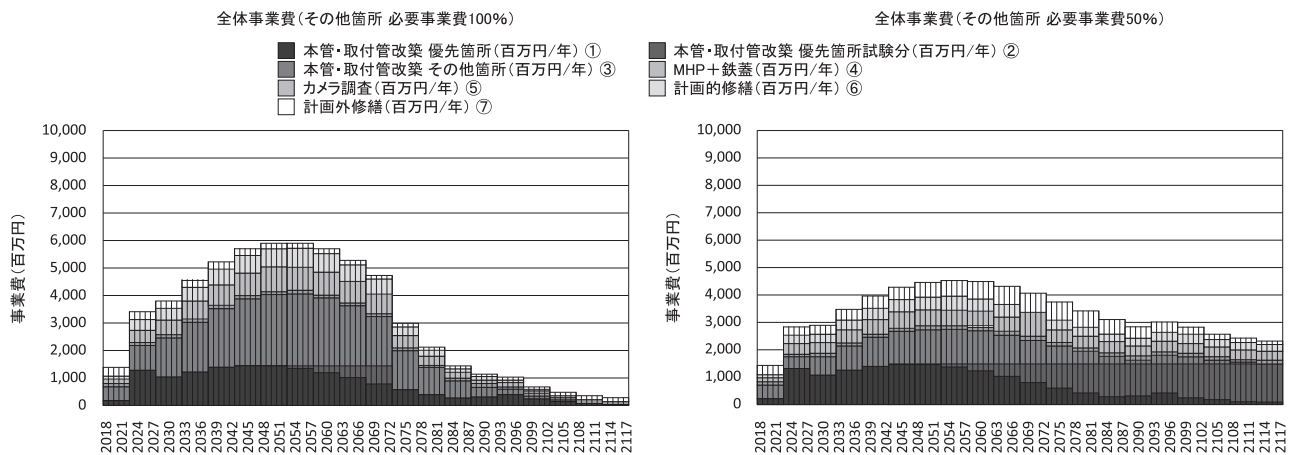


図5 長期的な改築事業シナリオによる全体事業費

◆ストックマネジメント計画で示した改築の方 向性

平成30年1月に策定した管路ストックマネジメント計画では、下水道管路施設として下水道本管、取付管に加え、マンホール鉄蓋およびマンホールポンプ場についても、計画的に改築を行うこととしてい

る。

本管については、管内調査結果から、スパン・本管の状態を整理し、緊急度判定でⅠ・Ⅱの箇所および管1本ごとの評価a・bについて対策の必要性が「有り」としている。これらのスパンについて、管の腐食・たるみA、破損・継ぎ手ズレ・侵入水aが確認されれば「改築」、それ以外のスパンについては、

スパン改築費用	<	スパン修繕費用累計
50年（耐用年数）	>	残存耐用年数（50年－経過年数）

図6 年価比較による判定

「修繕」か「改築」かの判定を年価比較にて行い（図6参照）、「改築」とされたスパンについて、既設管の状況や流下能力の確保、現場条件等を考慮し、布設替えもしくは更生工法の判断を行っている。

また、取付管については、本管の基準表を参考に本市独自の判断基準を設けている。緊急性が高い箇所は、部分修繕工事等にて迅速に対応しており、本計画では、概ね5年以内に対策が必要な箇所を選定し、対策はすべて「改築」となり、本管の土被りや現道交通量等、現場条件を考慮し、布設替えもしくは更生工法の判断を行っている。

マンホール鉄蓋については、緊急輸送路の車道上にある鉄蓋を対象としている。現地調査の点検項目は、外観・がたつき・周辺舗装の損傷及び段差、調査項目は、表面摩耗・腐食・機能の作動（浮上防止機能、かぎ構造、転落防止）・段差・調整部及び連結部の損傷としており、これらに、耐荷重や鉄蓋箇所等の要素を考慮し、優先順位を付け改築を行っている。なお、緊急輸送路上の幹線道路での施工となるため、円形工法を採用し、早期解放を心掛けている。

マンホールポンプ場は、揚水機能となることから、本計画では「設備の劣化に起因する事故・故障」を対象としている。本市の更新実績や既設設備の使用

状況から総合的に判断し、電気設備については時間計画保全とし、目標耐用年数を22年（標準耐用年数15年の1.5倍）と設定し改築を行っている。また、機械設備については状態監視保全として、電気設備改築のタイミングに合わせ、健全度の評価を行い「修繕」か「改築」かの判定を行い対応している。

◆これまでの管路の改築更新

本市では、老朽化対策として合流区域404haを、長寿命化対策として合流区域の次に布設年次が古い、兼六園・近江町市場・金沢市役所周辺の密集既成市街地310haにて、管路更生工事等を実施し、本管・取付管ともに改築修繕工事を完了している。（図7参照）

◆現在進捗中の管路改築工事の事例紹介

第2期事業として、平成30年度から令和4年度までの5年間はストックマネジメント計画に基づき旧市街地820haの管路更生工事を実施しており、事業の概要は、本管改築L=12.6km、本管部分修繕N=3551箇所、取付管改築N=4011箇所、鉄蓋N=506箇所、マンホールポンプ場N=28機となっている。

令和元年度末時点で、本管改築L=3.8km（すべて更生工）、本管部分修繕N=1106箇所、取付管改築N=1591箇所（布設替工N=634箇所、更生工N=957箇所）、鉄蓋N=172箇所、マンホールポンプ場N=11機の改築を完了しており、引き続き、令和4年度の完成に向けて、工事を推進していく。（写真2参照）

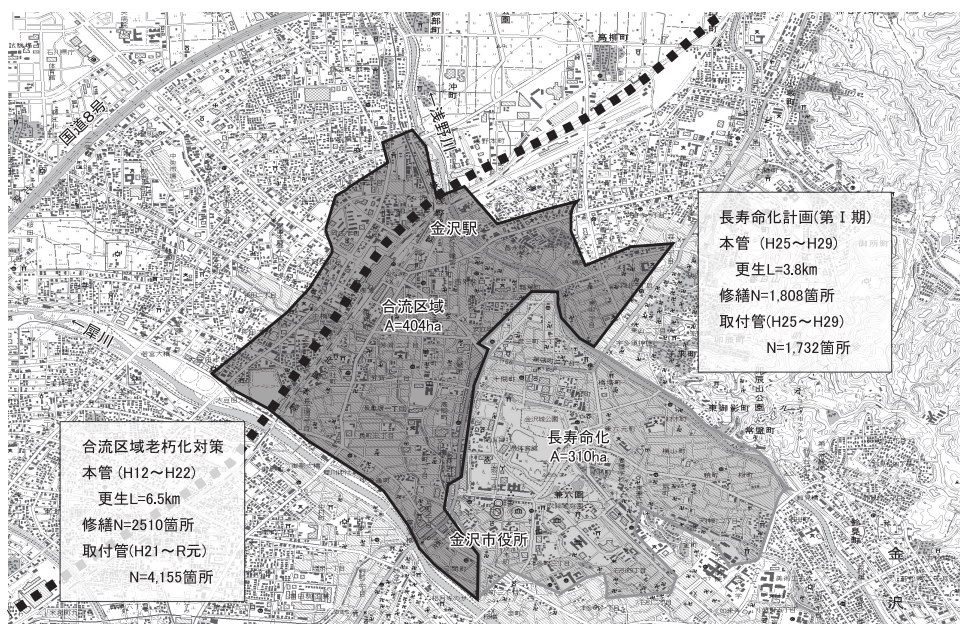


図7 合流地区老朽化対策と長寿命化計画

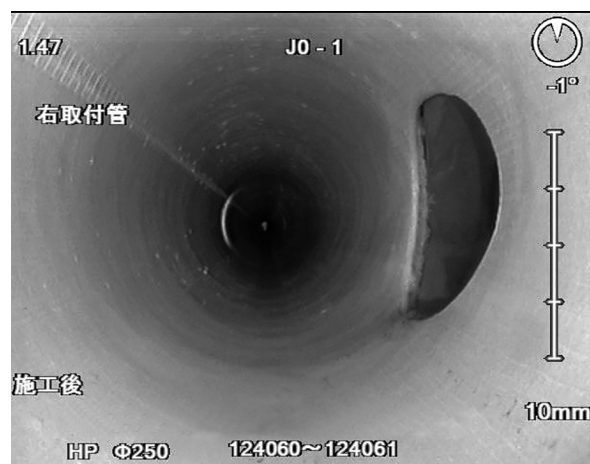


写真2 本管改築更生工事（着工前・完成）



写真3 人孔と本管接続部 耐震化工事（着工前・完成）

◆管路の耐震化

本市では、被災時における下水道施設被害の最小化を図ることを目的に、平成20年度に「第1期金沢市下水道地震対策緊急整備計画」を、引き続き、「第2期金沢市下水道総合地震対策計画」を策定し、現在、「第3期金沢市下水道総合地震対策計画」（令和元年度から令和5年度まで）に基づき、耐震化対策を行っている。第1期計画では、液状化危険度が高い地域で緊急輸送道路下の重要な幹線約26kmを、第2期計画では、同じく液状化危険度が高い地域で拠点避難場所と処理場を結ぶ管路とマンホールトイレシステム設置場所下流の管路約37kmの耐震化が完了している。このことにより、液状化危険度の高い地域に位置する重要な幹線の耐震化は概ね図られたことから、第3期計画では、液状化危険度に、耐震性能を有していない緊急輸送道路下や救護病院等の拠点避難場所と処理場を結ぶ重要な幹線の耐震化を進めていく計画となっており、令和元年度末で重要な幹線総延長約239kmのうち、耐震化済延長は約

144kmであり、耐震化率は60.3%となっている（写真3参照）。なお、更生工法による改築路線と人孔と本管接続部の耐震化路線が、重複していることから、耐震化路線の選定においては、ストックマネジメント計画による調査または改築路線との整合を図っている。また、前記の汚水中継ポンプ場からの圧送管においては、現在1条のみであり、非常時の対応や維持管理等を行うために管内を空にすることができない状況であり、道路陥没事故の教訓から、耐震性能の保有と今後の適切な維持管理を行うための圧送管の2条化や、避難拠点場所へのマンホールトイレシステム設置等も併せて行うことで、安定的な下水道サービスの提供を確保していく。

◆処理場・ポンプ場の耐震化

平成7年1月に発生した阪神淡路大震災では、下水道施設においても甚大な被害が発生した。このため、旧耐震基準にて設計していた各処理場・ポンプ場施設について、平成9年に改正された下水道施設

の耐震対策指針と解説、平成12年度から同21年度にかけて耐震診断を順次行ってきた。

平成16年10月に発生した新潟県中越地震を受け、国は平成18年度に「下水道地震対策緊急整備事業」を創設した。これにより処理場においては、職員が常時滞在する管理棟等の施設、主要な電気・機械設備のある施設、また最低限の処理機能や揚排水機能を行う施設を優先して耐震化を行っていく方針がなされた。

本市では、「金沢市下水道総合地震対策計画」を策定し、各処理場の揚水・沈殿・消毒施設の簡易処理機能およびポンプ場の揚排水機能を確保するため耐震補強工事を行っている。

処理場には様々な施設があり、また規模も大きいことから、事業費が多大となる傾向があり、耐震化が進みにくい側面もある。このような中、平成26年に発行された「下水道施設の耐震対策指針と解説」において「補強困難箇所の削減と工事費の低減」を目的とした、非線形解析での設計手法が新たに加わった。本市では、臨海水質管理センター沈砂池ポンプ棟の耐震設計を非線形解析にて行った結果、大幅な工事費の低減を図ることができ、令和元年度には、同水質管理センターの簡易処理機能の耐震化を進めており、併せてすべての汚水中継ポンプ場にて耐震化が完了した。

今後も各施設の特性を踏まえ、必要に応じて非線形解析を行い、効率的、効果的な耐震化を推進していく。

なお、施設については、地震発生後に上水道が使用でき、下水道管路に異常が無い状態であっても、下水処理施設が被害を受け機能停止した場合には、これらの使用を制限しなければならない事態となることが想定され、その場合、被災区域での生活や活動に多大なる影響をもたらす状況になる。大規模な地震が発生しても簡易処理が可能となる最低限の処理機能が確保できるよう、事業費の低減等を図りながら耐震化を進捗させ、設備の老朽化対策との整合を図り、下水道施設の機能強化を図っていく。

◆今後の事業展開について

今や下水道事業は維持管理の時代となり、それに伴って事業運営をいかに進めていくかが大きな課題となっている。人口減少や少子高齢化の流れから、今後とも財政状況は厳しくなるうえ、維持管理や改築更新への投資が増大することは明白である。

一方、下水道事業については受益者負担の観点から、汚水に係る下水道施設の改築は使用者が負担すべきとの考えのもと、下水道老朽化施設の改築にかかる国による支援を引き下げる趣旨の議論もされている。しかしながら、市民生活維持の観点から、下水道施設の改築に対する国の十分な財政支援が不可欠である。本市としても、ストックマネジメント計画に基づく国の支援を要望するとともに、より効率的、効果的で経済的な事業を継続して展開していくことが責務となっている。

このことから、国の支援を受けるために必要となる要件を満たす工法の選定が急務となっている。本市の老朽化対策は、まずエリア内の取付管の改築を行い、その後に本管改築を行っている。取付管の改築においては、布設替を基本としているが、金沢の旧市街地は、細街路や袋小路などが多く、掘削が困難な状況下にあるため、更生工法による改築も行っている。本市では、取付管更生工事に使用する材料を「自立管相当」としているが、「管きょ更生工法における設計・施工管理ガイドライン」(以下「ガイドライン」)では、しわ等の基準が確立していないため、摘要外となっている。

また、更生工法による改築路線と、人孔と本管接続部の耐震化路線が重複しており、更生対策済みの管路にマグマロック工法等の管内部改良を現在行っているが、今後、管内部改良等による耐震化対策済みの管路に更生工事を行うにあたり、それぞれの機能が確保できるか危惧している。

これらについて、日本管路更生工法品質確保協会において、現状および今後の課題等を整理していただき、使用材料の品質や期待されている機能の確保の検証やガイドラインへの反映等にご尽力されることを期待している。

下水道は、地域から汚水を排除することによって公衆衛生を確保するとともに、汚水を浄化・放流することによって公共用水域の水質を保全するうえで不可欠な施設である。まさに、市民生活に欠くことのできない重要な役割を担う社会資本であり、“縁の下力持ち”と言えるが、「使えて当たり前」との意識からか、災害時でなければその重要性が認識されにくい存在でもある。

下水道事業を取り巻く課題は山積しているが、日々刻々と変化する社会情勢に柔軟に対応しながら、市民から信頼される下水道を目指していく。