

札幌市における下水道管路の老朽化対策

札幌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、佐藤洋一 下水道河川局管路担当部長にインタビューを行い、下水道事業の経緯や特徴、重点施策の現況や今後の事業展開等について伺った。Part II では、下水道管路の老朽化対策や管路更生の考え方等について管路保全課に取材した。

Part I インタビュー

下水道事業の取り組み

下水道河川局管路担当部長 佐藤 洋一 氏

札幌市下水道事業の特徴・概要

札幌市は、明治2年の開拓使設置以来、北海道開拓の拠点として発展し続け、大正11年8月1日の市制施行、昭和47年4月に政令指定都市に移行し、現在では人口190万人を超え（北海道の人口の約3割）、東京、横浜、大阪、名古屋に次いで全国5番目の人口規模となっています。

また、令和4年8月1日に札幌市は、市制が施行されてから100周年の節目を迎えることとなります。

そのような中、札幌市の下水道事業は、大正15年に市街地の雨水排除を目的として整備を始め、戦後の急激な人口増加に伴い、昭和32年から、生活環境の改善と浸水の防除を目的とした本格的な下水道整備に着手しました。

その後、札幌冬季オリンピックを契機として、快適な生活環境の確保や水環境の保全・創出のため積極的な整備を進めてきた結果、札幌市の下水道普及率は99.8%に達し、ほとんどの市民が下水道を利用できるようになりました。

また、この間、汚濁が進行し一時は魚もすめない川となった市内中心部に流れる豊平川に、昭和54年には25年ぶりにサケが戻るなど、下水道の整備とともに河川水質の改善も着実に進みました。

さらに、処理の高度化や合流式下水道の改善など

さらなる水質改善を行い、処理水を活用したせせらぎ回復や下水道資源の有効活用に努めてきました。

その他では、処理水の熱エネルギーの有効活用として、雪処理施設を構築し、除排雪した雪を融雪処理するなど、雪対策事業を積極的に進めています。

札幌市下水道事業の規模は、令和3年度末現在、管路延長約8300km、水再生プラザ10ヵ所、ポンプ場16ヵ所、下水処理の過程で発生する汚泥を処理するためのスラッジセンター2ヵ所、下水道管の清掃時や水再生プラザ、ポンプ場で発生する土砂やごみを処理する2つの洗浄センターや、その他にも下水道管やマンホールなどを維持管理するため、2つの下水管理センターを有する事業規模になっています。

下水道事業の重点施策・取り組み

（1）下水道ビジョン2030

札幌市においても、昭和40年代から50年代の集中的な整備により、老朽化した下水道施設の急激な増加や、近年は全国的に大雨が増加傾向にあり、局地的大雨などの自然災害の増加に直面しています。

また、将来的な人口減少などに伴う下水道使用料収入の減少といった財政状況の悪化も懸念されるところです。

このような状況においても、社会情勢の変化に対応し、将来にわたり良好な下水道サービスを提供し

ていくため、令和3年度からの10年間の下水道事業の方向性をとりまとめた「札幌市下水道ビジョン2030（以下、「ビジョン2030」）」を令和2年8月に策定しました。

時代とともに社会情勢が変化中、将来にわたり良好な下水道サービスを提供し、安全で快適な市民生活や社会活動を支えていくため、札幌市の下水道事業の現状と課題を踏まえ、今後10年間の下水道事業の基本方針として、「札幌をささえる下水道を次世代へつなぎます」を方針としています。（図1参照）

これは、老朽化した下水道施設の急激な増加、集中豪雨の増加や大規模な地震の発生、財政状況が悪化する見通しや組織の技術力が低下するおそれなど、大変厳しい状況に直面する中、市民の理解を得ながら持続可能な下水道事業を推進し、札幌を支える下水道を次世代へつなぐことを目的としています。

この基本方針を踏まえ、「基本目標」とこれを達成するための「取組の方向性」および「取組内容」を定めており、基本目標Ⅰ「安全で快適な暮らしと良好な環境を守ります」では、下水道の機能を維持し、災害に強い下水道を構築することで、安全で快適な暮らしを守るとともに、公共用水域の水質を保全し、下水道エネルギー・資源の有効利用をすることで、

良好な環境を守ることを目標としています。

次に、基本目標Ⅱ「健全な経営を持続します」では、財務体質を強化することや、下水道事業の運営体制を強化することで、健全な経営を持続することを目的としています。

基本目標Ⅲ「幅広い世代への理解を促進します」では、下水道科学館の活用や効果的な情報発信により下水道を見える化することで、幅広い世代への理解を促進することを目的としています。

このビジョン2030に基づいて今後10年間の事業を進めることとしています。

（2）中期経営プラン2025

ビジョン2030にあるとおり、今後は老朽化した下水道施設の急激な増加や自然災害の増加に加え、将来的な人口減少に伴う下水道使用料収入の減少といった財政状況の悪化が懸念されるなど、大変厳しい状況に直面することから、このよう状況においても、将来にわたり良好な下水道サービスを提供していくため、ビジョン2030に基づいて、今後5年間の具体的な事業計画と財政計画を示す「札幌市下水道事業中期経営プラン2025（以下、「プラン2025」）」を令和3年7月に策定しています。

その中では、老朽化した下水道施設の急激な増加、

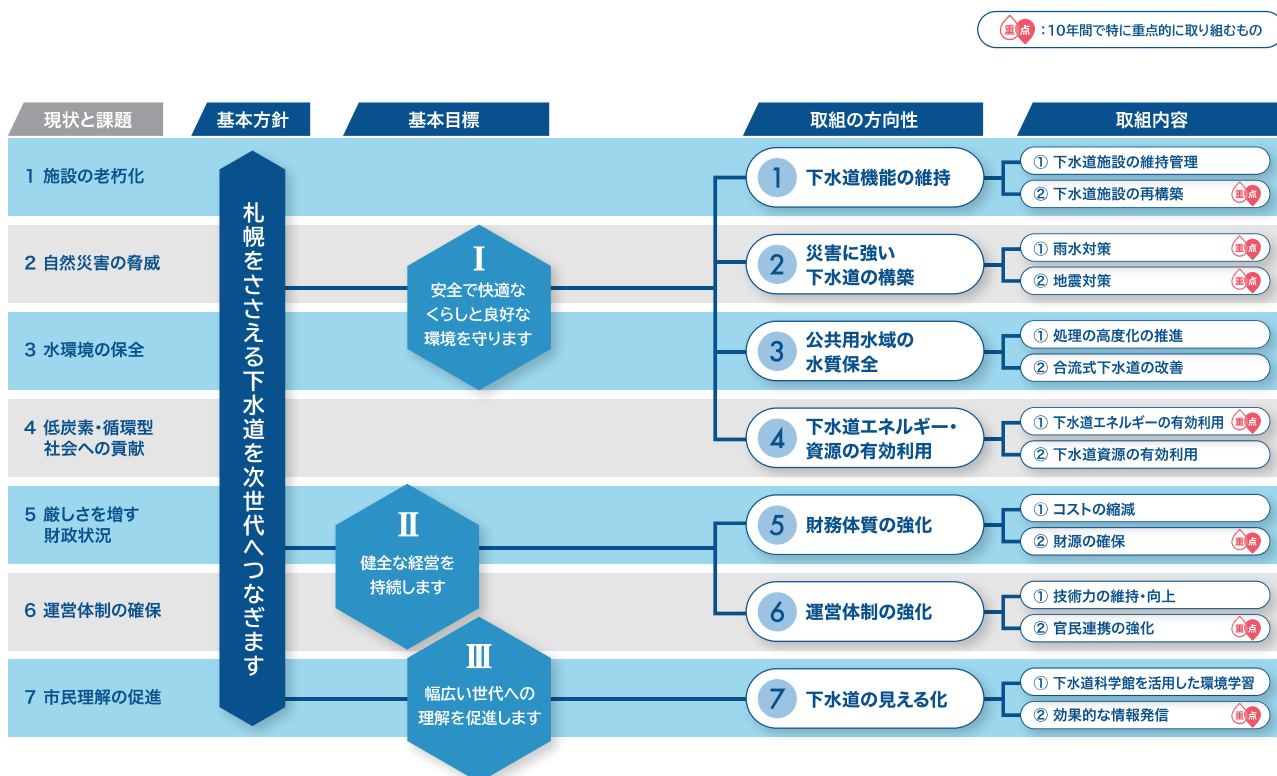


図1 「取組の方向性」と「取組内容」

集中豪雨の増加や大規模な地震の発生、財政状況が悪化する見通しなど、厳しい状況に直面することを踏まえ、次の3つの対応を重要な要点としています。

まずは「急激な増加が続く老朽化施設への対応」として、計画的な維持管理や改築を引き続き進めるとともに、土木・建築構造物を含めた、処理施設の長期的な再構築計画の策定を行います。

次に、「増加する自然災害への対応」では、計画的な施設整備を引き続き進めるとともに、内水ハザードマップの作成・公表や、液状化を踏まえた管路の耐震化（※1参照）の実施を行います。

また、3つ目の要点として「一層厳しくなる経営環境への対応」では、コストの縮減や財源確保の取組を引き続き進めるとともに、適正な受益者負担について具体的な検討を実施します。

これら3つの対応を重要な要点としたうえで、ビジョン2030の基本目標を達成するために、7つの「取組の方向性」、14の「取組内容」を定めています。

そのうち、「1 下水道機能の維持」、「2 災害に強い下水道の構築」、「3 公共用水域の水質保全」、「4 下水道エネルギー・資源の有効利用」、「7 下水道の見える化」に対して、指標と目標値等を設定したうえで、年次計画を定めて進捗管理を行い、具体的な取り組みの実施を図ることとしています。（図2参照）

※1 液状化を踏まえた管路の耐震化

北海道胆振東部地震では、清田区里塚地区周辺を中心に、液状化により地下ライフラインが甚大な被害を受けた。これを踏まえ、市は今後、従来から取り組んできた耐震対策に加え、液状化対策を講じていくこととし、現在、対象地域の選定や手法等について調査、検討を進めている。

下水道施設の老朽化対策

（1）札幌市下水道改築基本方針と管きよの老朽化対策

下水道は、安全で快適な市民生活や社会経済活動を支えるうえで、必要不可欠なライフラインです。札幌市の下水道事業では、これまで整備を進めてきた結果、約8300kmの下水道本管、10ヵ所の水再生プラザ等、膨大な下水道施設を有しており、今後、急速にこれら施設の老朽化が進行していくことから、改築事業量が大幅に増加することが見込まれます。

これらの下水道施設は、昭和40年代から50年代に



佐藤洋一（さとう よういち）

昭和61（1986）年4月～平成3（1991）年3月北海道開発局（河川技術職）勤務を経て、平成3（1991）年4月札幌市入庁、平成27（2015）年4月水道局工事課長、平成30（2018）年4月下水道河川局河川管理課長、令和2（2020）年4月厚別区土木部長、令和4（2022）年4月より現職。

集中的に整備を進めてきたことから、標準耐用年数による改築を行った場合、特定の時期に事業量のピークが生じるとともに、相当な事業量となります。

そのため、老朽化した下水道施設が急増していく状況においても、厳しい財政状況を前提として、次世代にわたり良好な下水道サービスを提供していくことができるよう、平成28年度から10年間の中期的な下水道施設の改築に係る事業量見通しを示した「札幌市下水道改築基本方針」を平成27年3月に決めました。そのうち、管きよについては、札幌市内に整備されている管路は約8300kmに及ぶことから、優先順位を付けて調査を行っていく必要があります。

そこで、すべての管路を、事故時の影響の大きさに応じた調査サイクルを定め、調査を行います。

年間に必要な調査量を各施設の調査サイクルから推計すると、年間約210kmの詳細調査が必要になり、現在この調査量に対して管路内調査を実施しています。

また、各年度の調査対象管路は、市民生活や社会経済活動等を踏まえた「事故時の被害規模の大きさ」と、経過年数や地盤の影響等を踏まえた「被害の発生確率」から優先順位を付けて選定しています。

そのうえで、改築事業については、調査によって判定された「緊急度Ⅰ」は、可能な限り速やかに改

築を行い、「緊急度Ⅱ」については、計画的に改築を行うこととしています。

長期的な改築事業量については、今後、段階的に増加させ、将来的に年間約60kmの改築事業量とした場合、管路の状態を概ね現状程度に維持することができると推測しています。

プラン2025では、下水道本管の改築事業量を2021～2025年度にかけて34km～44kmとし、概ね年間2kmペースで増加させる計画としています。

(2) 札幌市下水道処理施設再構築方針

今後、処理施設においても標準耐用年数の50年を超過する施設が急増する見込みであるため、「札幌市下水道改築基本方針」の土木・建築構造物に対する考え方を補完し、再構築事業を実施する際の方向性を示す「札幌市下水道処理施設再構築方針（以下「再構築方針」）」を令和4年3月に策定しています。

これは、処理施設の再構築の手法や将来下水量の見通し、処理施設の供用年数など、処理施設の再構築事業の方向性を示すことで、その後の経営戦略や具体的な事業計画につなげ、財政面の逼迫が見込まれる状況においても、良好な下水道サービスを継続的に提供していくことを目的としています。

対象施設は、現存する主要な下水道処理施設である、水再生プラザ 10 施設、ポンプ場 16 施設、スラッジセンター 2 施設、洗浄センター 2 施設の計 30 施設を対象としています。

管路更生工法に対する印象、期待

管路施設は20年後に約8割が標準耐用年数である50年を超過する状況を踏まえて、現時点では年間約35kmの管路改築ですが、将来的には60km進めることとしています。

改築する施工方法として、管路更生工法や開削工法を採用していますが、道路を掘削することなく施工できる管路更生工法が札幌市ではますます主流になるものと考えています。

しかし、管路更生工法は特殊な機材を要するため、市内では施工できる業者が限られている状況にあり、現段階での体制からすると年間20km超の施工能力ですが、今後、管路改築事業の増加が見込まれる中で、担い手となる業者の確保に向けた対策が急務であり、新規参入を促す取り組みを行っていきたいと考えています。

取組の方向性	取組内容	指標	プラン2020 目標値 (実績値(見込み))	プラン 2025 目標値
1 下水道機能の維持	①下水道施設の維持管理	下水道本管の目視点検延長	6,840km (6,890km)	8,304km
		下水道本管の詳細調査延長	1,060km (1,120km)	1,062km
		コンクリート製取付管の詳細調査箇所数	22,600 か所 (24,668 か所)	29,600 か所
		設備の修繕台数	950 台 (954 台)	1,040 台
	②下水道施設の再構築	管路の改築延長	119km (100km)	193km
2 災害に強い下水道の構築	②地震対策	処理施設の設備の改築を行う施設数	23 施設 (23 施設)	23 施設
		雨水拡充管の整備延長(累計)	204.3km (205.0km)	209.2km
		管路の耐震化延長(管路の改築延長:再掲)	119km (100km)	193km
		水再生プラザ・ポンプ場の耐震化箇所数(ポンプ棟)	4 か所 (4 か所)	1 か所
		水再生プラザ・ポンプ場の耐震診断箇所数(ポンプ棟)	— (2 か所)	10 か所
3 公共用水域の水質保全	①雨水対策	下水道BCPの点検回数	— (1回/年)	1回/年
	②合流式下水道の改善	目標放流水質達成率	100% (100%)	100%
4 下水道エネルギー・資源の有効利用	①下水道エネルギーの有効利用	合流式下水道対策率	70% (70%)	100%
	②下水道資源の有効利用	下水道エネルギーの有効利用による温室効果ガス削減量(CO ₂ 換算)	— (-)	7,920t-CO ₂
7 下水道の見える化	①下水道施設を活用した環境学習	下水汚泥の有効利用実施率	— (100%)	100%
	②下水道科学館を活用した環境学習	下水道科学館来館者数(累計)	— (99万人)	121万人

図2 指標一覧

今後の事業展開について

本格的な改築時代が到来している中、札幌市は市制100周年を迎え、下水道事業としても次世代に良好な下水道利用環境を引継いで行く責務があります。そのためには、これまでに策定した改築基本方針や、具体的な事業計画であるプラン2025に基づいて、効果的に事業を実施することにより、将来にわたって安定した下水道施設を後世代に引き継いでいけるようにしていきたいと考えています。

また、令和4年度に市制100周年を迎える本市の記念事業の一環として、さまざまな行事が行われますが、それに合わせるように、翌年の令和5年には、札幌市において関東以北で初めてとなる下水道展が開催される予定となっています。

開催にあたっては、全国の皆様から北海道へ足を運んでいただき、より良い展覧会になるよう努めて参りたいと考えています。

Part II

札幌市 下水道管路の老朽化対策と 管路更生の考え方

管路整備延長・ストックの特徴

札幌市の令和3年度末の管路整備延長は8309kmであり、そのうち布設後50年以上の管路は約1150km（全体の約14%）、40年以上は約4586km（全体の約55%）、30年以上は約6901km（全体の約83%）となっている。

都心部を中心に古くから街並みが形成されている地域において老朽管が多く、このような状況から標準耐用年数である50年を超過する管路が今後急増することが見込まれている。（図1参照）

◆道路陥没の発生状況・要因について

近年の下水道管路施設に起因する道路陥没は、令和元年度231件、2年度196件、3年度159件となっており、そのうち、公共ます取付管（以下「取付管」）

に関連するものが約7～8割を占めている。

道路陥没の多くは昭和56年以前に整備した管路施設に起因することが多い傾向にあり、その主な要因の一つとして、これらの管路に接続されている同年代に設置された取付管（約18万ヵ所）の大部分がコンクリート製であったことが要因であると認識している。

特に取付管の管接合部には可とう性がなく、地盤変状等への追従性がないことや、経年劣化によるひび割れが生じやすく、このひび割れが進行すると、この部分から土砂が流入して徐々に地中に空洞ができ、陥没を引き起こすことが原因と考えられている。

下水道管路の調査・点検の状況

◆テレビカメラ等による管内調査

平成27年3月に市にある膨大な下水道施設を適切

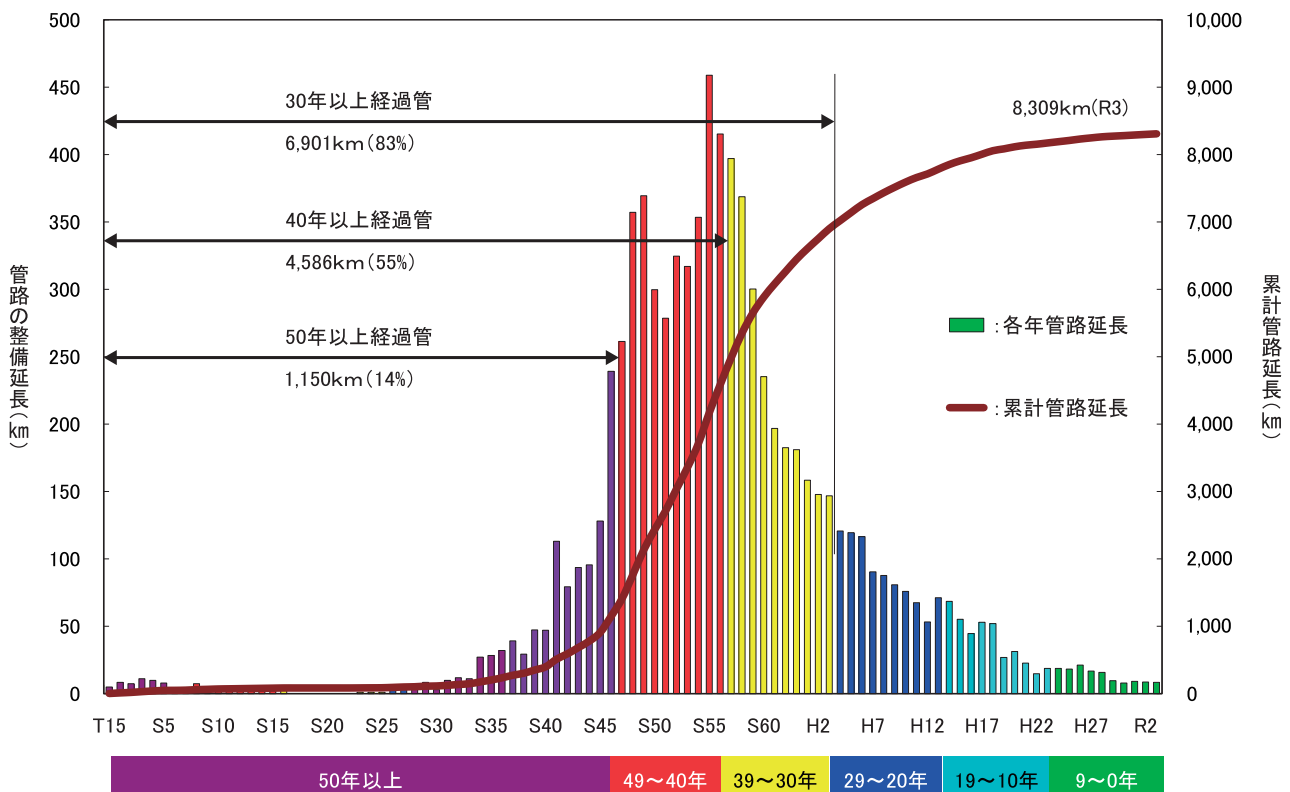


図1 管路の整備状況

に維持管理し、計画的に改築を進めるべく、将来的な改築の方向性を示す基本的な考え方として「札幌市下水道改築基本方針（以下、「改築基本方針」）」を定め、この改築基本方針において改築事業の長期的見通しを示しており、具体的に改築を進めるにあたっては、管路の状態や不具合の程度を調査し、改築の必要性や時期を適切に判断していく。

下水道本管の改築は、テレビカメラ等による管路内調査により、管路の劣化状況を客観的に把握し、修繕による延命化を図るか、改築を行うかを総合的に判断することが必要であるため、状態を監視しながら（状態監視保全）、対策を進めることとしている。

そのため、札幌市内に整備されている管路8300km（計画策定当時は8200km）に対して、優先順位を付けて調査を行っていく必要があり、事故時の被害規模の影響度合いや経過年数に応じた調査サイクルを定め、調査を実施することとしている。

これらを基に、年間に必要な調査量を各施設の調

査サイクルから推計すると、年間約210kmの詳細調査が必要との結果になり、年間調査量を約210kmとして計画的に調査を実施している。（図2、3参照）

◆目視点検による管路調査

管路の点検状況については、平成13年度から目視点検や簡易カメラ調査を個別に行っていたが、平成25年度からは、市内の全管路においてマンホール内の状況およびマンホール内から目視で管路の調査を行う目視点検を6年に1回のサイクルで実施することとした。

その後、平成27年度の下水道法改正に伴い、管きょのうち腐食するおそれの大きい箇所について5年に1回以上の頻度で点検を実施する改正が行われたため、それを受けて、箇所を選定する中で箇所数が多いエリアや選定対象も増えることから、統一的な実施管理をするうえで、一律的な点検サイクルを見直して、令和3年度からは、5年に1回のサイクルで目視点検を実施している。

	管路延長 (km)	調査サイクル (年)	年間調査延長 (km/年)
住宅地域における管路等（面的施設）	5,400	60	90
下水道幹線管路等（線的施設）	1,300	30	45
緊急輸送路下の管路等（線的施設（重要））	1,500	20	75
河川や軌道横断部の管路等（面的施設）	6	3	2
合計	8,206		212

図2 調査サイクルと調査延長



図3 施設分類

管路の改築事業の状況

◆改築基本方針による改築計画

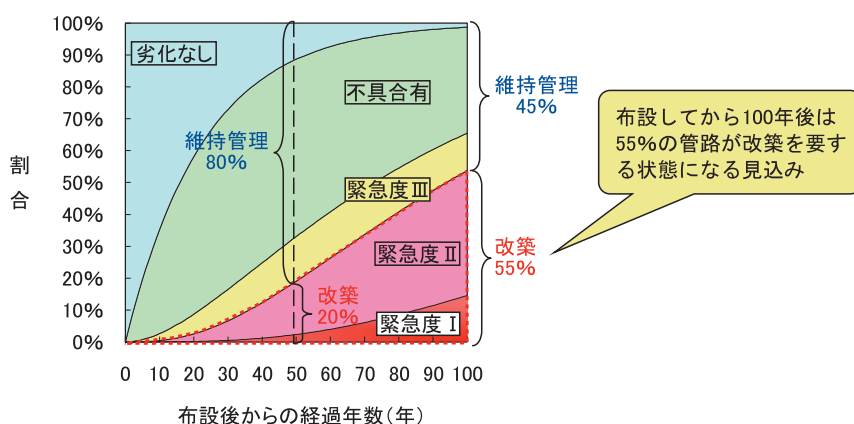
札幌市では、これまでに実施したコンクリート製の管路約2000kmの調査結果を基に、管路の不具合の程度を「緊急度Ⅰ」「緊急度Ⅱ」「緊急度Ⅲ」「不具合有り」「劣化なし」に分類し、市における管路がどのように経年劣化していくのか、100年スパンでの予測を行った。

図4のとおり、標準耐用年数である50年経過時では、改築が必要な管路は約20%であり、100年経過

時でも、改築対象は約55%にとどまることが推測された。そこで、早急な対応が必要となる緊急度Ⅰは可能な限り速やかに改築を行い、緊急度Ⅱについては、計画的に改築を行うことによって、長期的な改築事業量については、今後、段階的に増加させ、将来的に年間60kmとすると、図5のとおり、管路の状態を概ね現状程度に維持することができると推測している。

◆老朽管の改築における実績

老朽管の改築の対象は、管路調査結果から、緊急度ランクⅠ～Ⅱを対象として改築を実施しており、



判定結果	調査の状況	対応
劣化なし	新設した管と同様、劣化がない場合	経過観察
不具合有り	微小なひび割れ等がある場合	必要に応じて修繕
緊急度Ⅲ	不具合はあるが、箇所が少ない場合	修繕等で延命化
緊急度Ⅱ	不具合の程度が大きく、箇所が多い場合	計画的に改築
緊急度Ⅰ	不具合の程度が著しく、箇所が多い場合	早急に改築

図4 下水道本管（コンクリート管）の劣化予測

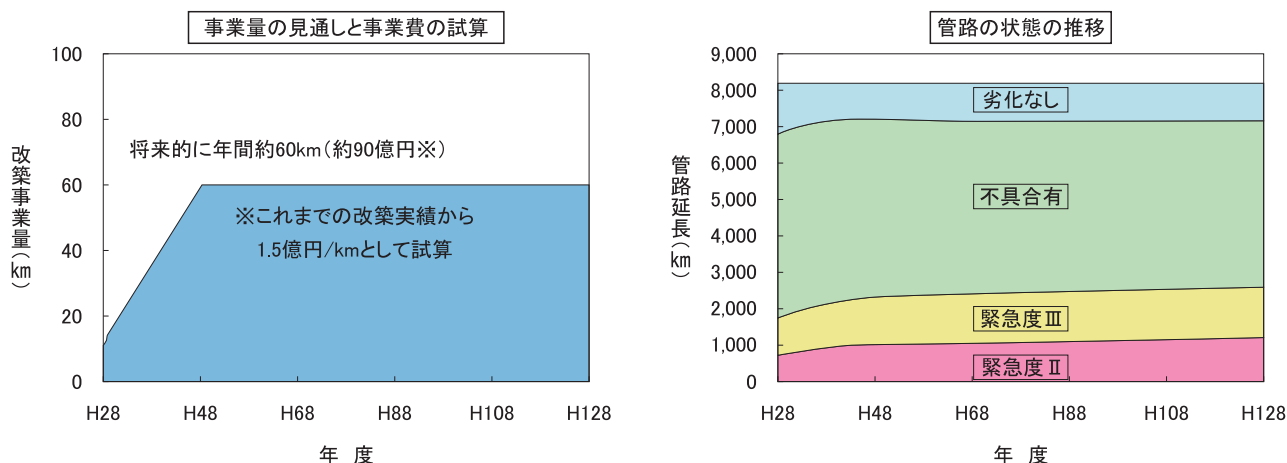


図5 改築事業と管路の状態の長期的見通し

優先順位は、緊急度ランクⅠを最優先とし、緊急度ランクⅡについては、不具合の度合いや状況、施工条件等を考慮して優先順位を付けている。

老朽管の改築事業は、管路調査結果を踏まえ、改築基本方針および中期経営プラン2020および2025の事業計画に基づき実施しており、改築事業量は、平成29年度15.1km、平成30年度17.0km、令和元年度20.1km、令和2年度21.7kmと毎年増加している。管路更生の改築事業量は、ほぼ老朽管の改築事業となっており、平成29年度11.7km、平成30年度13.1km、令和元年度17.6km、令和2年度17.8kmとなっている。

管路更生工法の考え方

札幌市において管路更生工法が初めて採用されたのは昭和63年度であり、当初は浸入水防止などの目的で施工されていた。

改築における工法採用にあたっては、開削工法や推進工法による布設替えを基本としているが、改築対象である既設管の多くは市中心部に埋設されている老朽管等であり、地下埋設物や道路交通などの現場条件的制約があることから、非開削で改築可能な

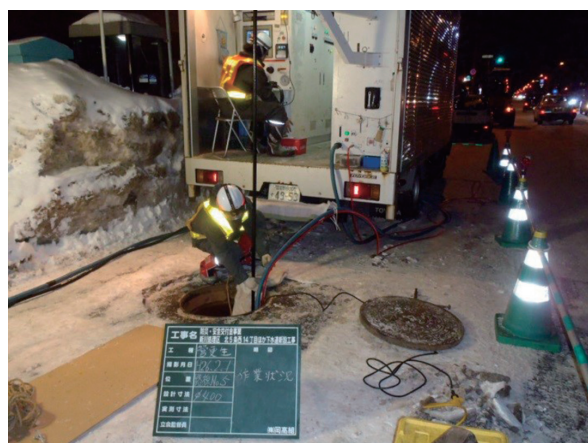


写真1 冬季施工の様子

管路更生工法の採用が増えている。

あわせて、技術の進歩に伴い新設管と同等以上の性能を有する工法も数多く開発されており、布設替えと比較しても安価に施工可能な場合があることも、管路更生工法を採用する要因となっている。

また、積雪寒冷地である市において、管路更生工法が冬季施工においても制約を受けづらいなどの利点もある(写真1)。令和2年度までの管路更生工法による改築延長の累計は約120kmであり、施工年度・管径・工法による内訳は図6～8のとおりである。

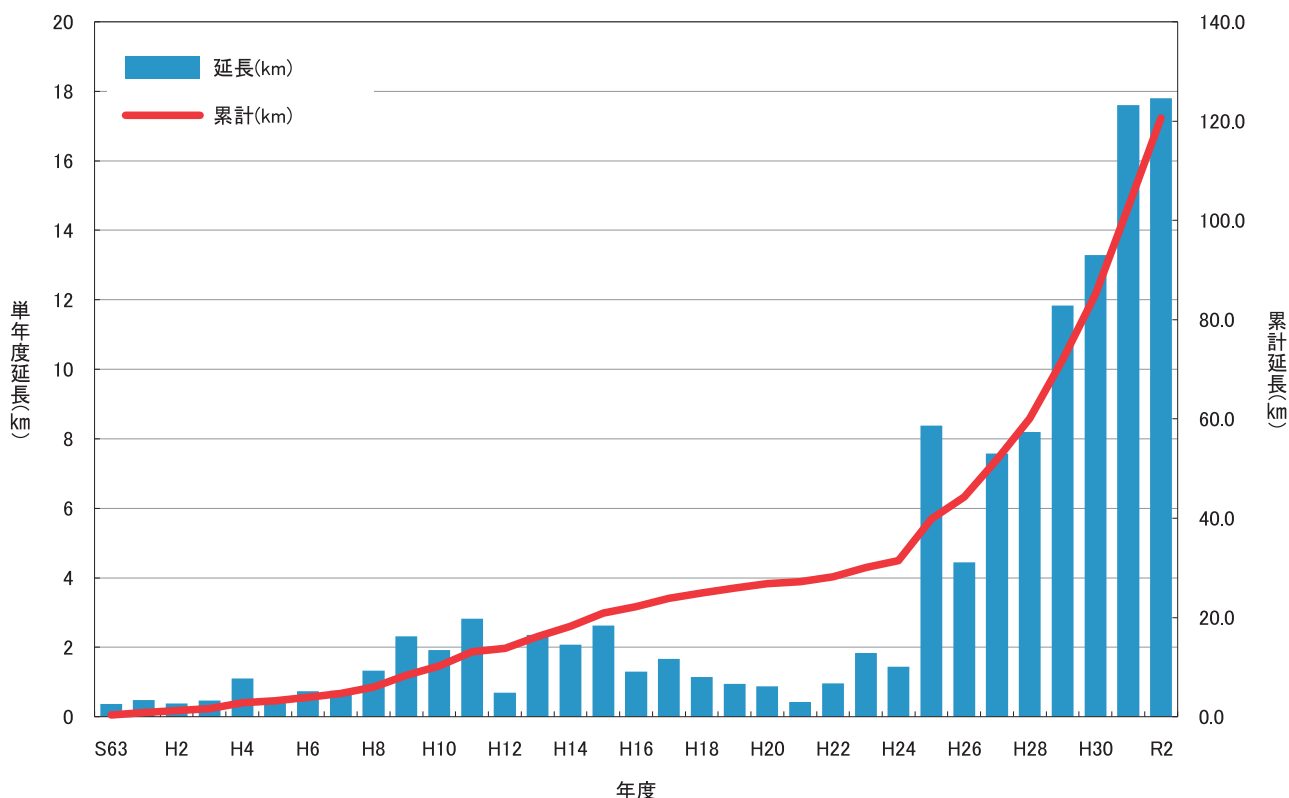


図6 管路更生の年度別施工延長

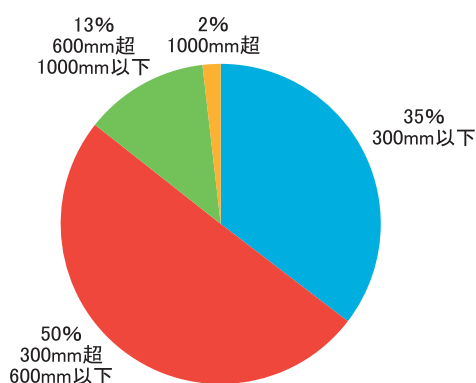


図7 管径別施工延長割合（昭和63～令和2年度）

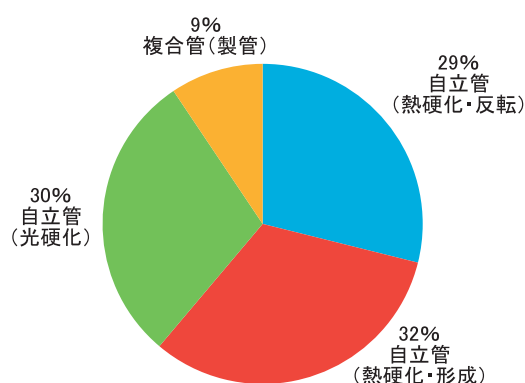


図8 工法別施工延長割合（昭和63～令和2年度）

札幌市下水道ストックマネジメント計画

札幌市では、平成20年度に創設された国土交通省の支援制度である「下水道長寿命化支援制度」に基づき、過年度に実施した健全度に関する点検・調査結果を用いて、管路の改築更新事業に交付金を活用するために、平成25年7月に「札幌市下水道長寿命化計画（管路施設）」を策定した。

その後、平成28年度に当該制度内容を拡充する「下水道ストックマネジメント支援制度」が新たに創設され、交付金を活用した改築の実施にあたっては「下水道ストックマネジメント計画」を策定する必要があるため、平成29年3月に平成29年度から平成33年度（令和3年度）を計画期間とする「札幌市下水道ストックマネジメント計画（以下、「ストックマネジメント計画」）」を策定し、管路施設については状態監視保全に区分するとともに、ポンプ場・処理場施設については状態監視保全設備、時間計画保全設備に区分して予防保全に努めている。

なお、引き続き当該事業を継続するために、計画期間を令和4年度から令和8年度までとするストックマネジメント計画を令和4年3月に策定している。

札幌市下水道総合地震対策計画

札幌市では、平成21年度に創設された国土交通省の支援制度である「下水道総合地震対策事業」制度を活用するために、平成24年1月に平成24年度から平成28年度を計画期間とする「札幌市下水道総合地震対策計画（以下、「地震対策計画」）」を策定した。

その後、計画期間が5年間以内と定められていることを受けて、当該事業を継続するために、平成29

年度から令和2年度の計画期間で地震対策計画を策定（その後、令和3年度まで計画期間延長）し、現在は、引き続き令和4年度から令和7年度の計画期間で地震対策計画を策定し、交付金を活用して地震対策を実施している。

事業内容としては、これまでに管路施設については、幹線管きょにある人孔の耐震化や耐震診断、緊急輸送道路下の管路の耐震化や汚泥圧送管のループ化・ネットワーク化等を行っており、処理施設等については、水再生プラザおよびポンプ場の耐震診断、耐震補強などを行っている。

現在は、引き続いて管路施設では汚泥圧送管のネットワーク化や管路施設の耐震診断、処理施設等では、水再生プラザおよびポンプ場の耐震診断や耐震補強などを実施している。

今後の事業展開

最後に、今後の事業展開については、「市民生活において欠かすことのできないライフラインである下水道は、不断の事業継続が求められる事業である。

今後、ますます進む管路ストックの老朽化や、いつ発生するともわからない大地震による管路の流下機能の停止、道路陥没や交通機能阻害といった、社会的に大きな影響を及ぼす事故等の発生を防止する責務を全うすべく、関係部署や機関との連携を強化するとともに、担い手である民間事業者との連携や協力が不可欠であることを十分に認識し、次世代へ良好で安定した下水道施設を引き継いでいけるように、スピード感を持って老朽化対策等に係る事業を推進することが、今後の事業展開において重要であると考えている」としている。