

神戸市における下水道管路の老朽化対策

地域特集は関西地域から神戸市を取り上げ、下水道事業の概要と管路の老朽化対策を中心にレポートする。Part I では、建設局下水道部の児玉かな部長にインタビューを行い、下水道事業の経緯や特徴、現在の主な取り組み、今後の事業展開等をお話しいただいた。Part II では、管路ストックの現状、改築・更新事業の概要、管路更生工事の実績や工法採用の考え方等を管路課に取材した。

Part I

下水道事業の取り組み

建設局下水道部長 児玉 かな 氏

下水道事業の経緯・特徴

◆整備当初から分流式を採用

神戸市の下水道は1868年に兵庫港が開港した折に外国人居留地が建設され、その居留地内に煉瓦造りの下水道が整備されたのが始まりです。1890mの下水道管が1872年に完成しました。

本格的な下水道事業に着手したのは1951（昭和26）年で、市内で最も古い中部処理場が供用開始したのが1958（昭和33）年でした。

整備当初から分流式下水道を採用したことが大きな特徴で、現在、市域東側の沿岸部の343ha、全体の約2％が合流式ですが、その他のエリアはすべて分流式です。

1970（昭和45）年の公害国会の際、当時の市長が下水道整備を市の最重要施策のひとつとして掲げ、六甲山の南側、既成市街地の整備事業を推進し、1976（昭和51）年に既成市街地の水洗化100％を達成しました。

その後、六甲山北側、西側住宅地等の整備を進め、現在の下水道普及率は98.7％となっています。

◆下水道資源の有効利用を推進

本市下水道事業の特徴のひとつが資源の有効利用であり、特に下水汚泥の有効利用に先進的に取り組んでいます。東灘処理場において、下水汚泥から回

収した「こうべ再生リン」を肥料原料として供給しています。JA兵庫六甲をはじめ、市内生産者のご協力により、今では10種類以上の作物の育成に使用されています。（図1参照）

また、農政部局、教育委員会とも連携して取り組みを進め、収穫された作物はブランド野菜として販売されるほか、学校給食でも提供されるなど、食育の場も担っています。

この再生リンの利用を一層進めるため、国土交通省の実証事業として、市内2基目のリン回収施設を玉津処理場に設置しました。令和7年度は効率的にリンを回収する技術に関する実証を行います。（図2参照）

◆震災を教訓に耐震化や下水道ネットワークも

本市下水道事業において、何より特徴的な出来事は、1995（平成7）年1月17日の阪神・淡路大震災で、今年はこの震災から30年目となります。

下水道施設も甚大な被害を受け、特に被害が大きかった東灘処理場は約100日間も処理機能が停止しました。

汚水管きょの被害についても、古くから下水道整備がなされた市街地部を中心として広範囲に及び、管きょ全体の被災率は約2％でした。

この震災の被害を教訓として、神戸市復興計画では、管きょの耐震化や下水道ネットワークなど、災害

に強い下水道システムの構築を施策に位置づけました。

下水道ネットワークとは、処理場間を管きよで結び相互でバックアップできるシステムです。仮に災害によりどこかの処理場が停止した場合でも、汚水の流入を止めて逆流させることでネットワークに接続する他の処理場に送水するというものです。震災直後から整備を進め、2011（平成23）年度に供用開始しました。

本年1月に埼玉県八潮市で発生した下水道管の破損事故では、約120万人に下水道の利用自粛を要請する事態となりました。

本市ではこの下水道ネットワークを利用することで市民への影響を最小限に抑えることが可能であると考えています。

下水道事業の課題、重点施策と取り組み

◆「神戸市下水道事業経営計画」に基づき事業展開

本市では現在、「神戸市下水道事業経営計画」（以下、「経営計画」）に則って事業を進めています。計画期間は2020～2029（令和2～11）年度の10年間。事業費（建設改良費）は2020～2024（令和2～6）年度の5年間で1050億円、2025～2029（令和7～11）年度の5年間で1088億円です。

基本方針として、①快適な市民生活と社会活動を支えます、②災害に備える安全・安心なまちづくりを進めます、③良好な水環境と循環型社会の実現に貢献します、④下水道の見える化に取り組みます、⑤安定した下水道サービスを提供します、を掲げ、膨大なストックの改築・更新、施設の耐震化、浸水対策、水環境保全、資源の利用、広報の充実、安定した経営、人材育成などに取り組んでいます。

今年度は、計画の中間年度を迎え、前期の取り組み状況の検証に基づいて計画の見直しを進めているところです。

◆改築・更新や浸水対策を中心に事業展開

下水道事業の現在の主な取り組みですが、経営計画において最も事業費をかけて取り組んでいるのが下水道施設の改築・更新です。

管きよについては、昭和40年代から昭和50年頃にかけて整備した管きよの老朽化が進んでいることから、2020（令和2）年度に計画期間5年間の「神戸市下水道ストックマネジメント計画」（以下、「ストマ



図1 リン回収ロゴマーク



図2 リン回収施設

ネ計画」を策定し、事業の平準化を図っています。

この計画は、5年間の評価と見直しを行い、2025（令和7）年度からの新たな5年間の計画期間として改定したところです。

特に汚水管については、改築・更新の対象となるコンクリート製管が約2500kmと膨大なことから、事業の平準化を図りながら、効率的かつ効果的に改築・更新を進めています。

処理場についても西部処理場やポートアイランド処理場などの改築・更新を進めているところです。

浸水対策については、浸水が起きやすいエリアを中心に対策を実施しています。最近では、2018（平成30）年の台風18号で高潮と降雨が重なり、JR神戸駅周辺で国道2号線の冠水や周辺家屋の浸水被害が発生しました。これらを解消するために、新たに新東川崎ポンプ場を建設し、本年4月26日に供用開始しました。

また、本市唯一の合流区域である東灘区沿岸部において1962（昭和37）年に供用開始した後、老朽化が進んでいる魚崎ポンプ場の改築・更新も進めています。

さらに、下水道資源の有効利用では、先述の再生リンのほか、汚泥処理で発生する消化ガスの有効利用にも取り組んでいます。汚泥処理を行う4処理場すべてで汚泥消化を行っており、処理場の特性等を踏まえ、発生した消化ガスをメタン濃度97%程度にまで精製し、天然ガス自動車の燃料として供給、あるいは発電燃料として使用し、FIT制度を活用して売電、あるいは発電して場内利用といった有効利用をしています。

これらのほか、2024（令和6）年度に公共下水道事業と農業集落排水事業の会計を統合しました。公共下水道事業で培ったノウハウを生かし、農業集落排水施設の維持管理の効率化を図っています。また、農村地域の人口減少や施設の老朽化などの課題があり、小規模で点在する施設の統合や、公共下水道への接続などの検討を進めているところです。

下水道事業においては、経営改善や管理体制の効



児玉 かな (こだま かな)

平成6年4月神戸市入庁。平成23年4月建設局西水環境センター管理課主査、25年4月建設局下水道部計画課担当係長、27年4月建設局下水道部計画課担当係長、28年4月建設局東水環境センター施設課水環境係長、令和2年4月建設局下水道部担当課長（水質計画担当）、5年4月建設局下水道部部長（水質管理担当）、7年4月1日建設局下水道部長。

率化の視点から、これまでも下水処理場における維持管理業務の部分的または包括的な民間委託や、ポンプ場、汚泥焼却施設の改築等で民間活力を導入してきました。このような状況下、2023（令和5）年度に内閣府よりPPP/PFI推進アクションプランが発表され、公共施設等運営事業（コンセッション）と合わせてウォーターPPPの導入拡大が進められています。本市においても、民間活力の活用と職員の技術力の持続・継承の双方の観点から導入の検討を行っているところです。

管きよの老朽化対策、 改築・更新と管路更生

管きよの老朽化対策については、膨大な管路延長を抱える本市では、先述のストマネ計画に基づき、効率的かつ効果的に維持管理を実施する必要があります。

そのためには、計画的な点検・調査を行い、管きよの劣化状況を把握することが重要です。緊急度Ⅰ等の異常が見つかった際にはその都度適切に対応しながら、計画的に改築・更新を進めていく必要がある

と考えています。

また、ストマネ計画そのものについても、点検・調査データの蓄積や改築・更新の進捗を踏まえ、定期的に見直し、ブラッシュアップすることが重要と考えています。

埼玉県八潮市の道路陥没事故は全国的に大きな衝撃でした。本市においても、国からの要請は無かったものの、直ちに緊急点検を実施しました。

その後、国が立ち上げた有識者による対策検討委員会の提言を踏まえた要請を受け、全国特別重点調査に取り組んでいるところです。

事故を受け、管きよの維持管理はかつてないほどの注目を集めています。引き続き、国による有識者委員会等での検討内容や提言を注視し、必要に応じて今後の改築・更新事業に取り入れていきたいと考えています。

本市における污水管の改築・更新手法は管路更生工法が中心です。開削工事では地元住民の方への影響が大きくなるのに対し、管路更生工法は工事が短期で終わる、騒音・振動面が軽減されるなどの魅力があります。

より一層信頼の得られる工法となるために、製品としての品質向上や施工業者への技術者養成教育などに取り組んでいただけるととてもありがたいと思います。管路更生工法による改築・更新を積み重ねていくうえで、より一層の技術向上を期待しています。

今後の事業展開

経営計画の基本方針のひとつに「安定した下水道サービスを提供する」を掲げています。節水型社会や人口減少などで使用料収入の伸びが期待できない中、下水道事業をどう運営していくかが問われてきています。

経営計画の中間年度を迎え、事業の健全化を意識しながら、必要があれば見直しを行いたいと考えています。

本市だけでなく、下水道事業は市民の方々に快適な生活を送っていただけるよう、先輩方が下水道サービスを進めてこられました。私どもの世代は改築・更新の時代に事業を引き継ぎました。将来にわたって安全・安心、快適な下水道サービスを持続的に提供できるよう、“チーム下水道”で事業に取り組んでいきたいと考えています。

Part II

神戸市 下水道管路の老朽化対策と 管路更生の考え方

下水道事業の経緯、特徴

神戸市が近代下水道に着手したのは1951（昭和26）年度で、当初から分流式を採用したことが大きな特徴。

下水道事業の最盛期は昭和45～50年度、当時の市長の号令の下、最重要施策の一つとして取り組み、毎年150～250km超を布設。1976（昭和51）年度末には既成市街地の水洗化率100%を達成した。

1995（平成7）年の阪神・淡路大震災を経て、震災で大きな被害を受けた既成市街地を対象にテレビカメラ調査および改築・更新事業を進めた。

それが一段落した後、将来急増が見込まれる老朽管の改築・更新を効率的・効果的に進めるため、2011（平成23）年度に「污水管きょ改築更新基本計画」を策定し、事業の平準化を図りながら面的な改築・更

新を実施。その後、改築・更新だけでなく、延命化の視点も取り入れた「長寿命化計画」に取り組んだ。

現在、2020～2029（令和2～11）年度を計画期間とする「神戸市下水道事業経営計画」（以下、「経営計画」）、2025～2029（令和7～11）年度を計画期間とする「神戸市下水道施設ストックマネジメント計画」（以下、「ストマネ計画」）に基づき、管きょの点検・調査、改築・更新事業を計画的に行っている。

2023（令和5）年度末現在、市域面積は5万5702ha、市街化区域面積2万348ha、行政人口は149万2953人、下水道人口普及率は98.7%、水洗化率は99.9%、下水道処理区域面積は1万7296haとなっている。

下水処理区は、単独公共下水道処理区が東灘、中央、垂水、鈴蘭台、玉津、ポートアイランドの6処理区、流域関連公共下水道処理区が武庫川上流、加古川上流の2処理区となっている。（図1参照）

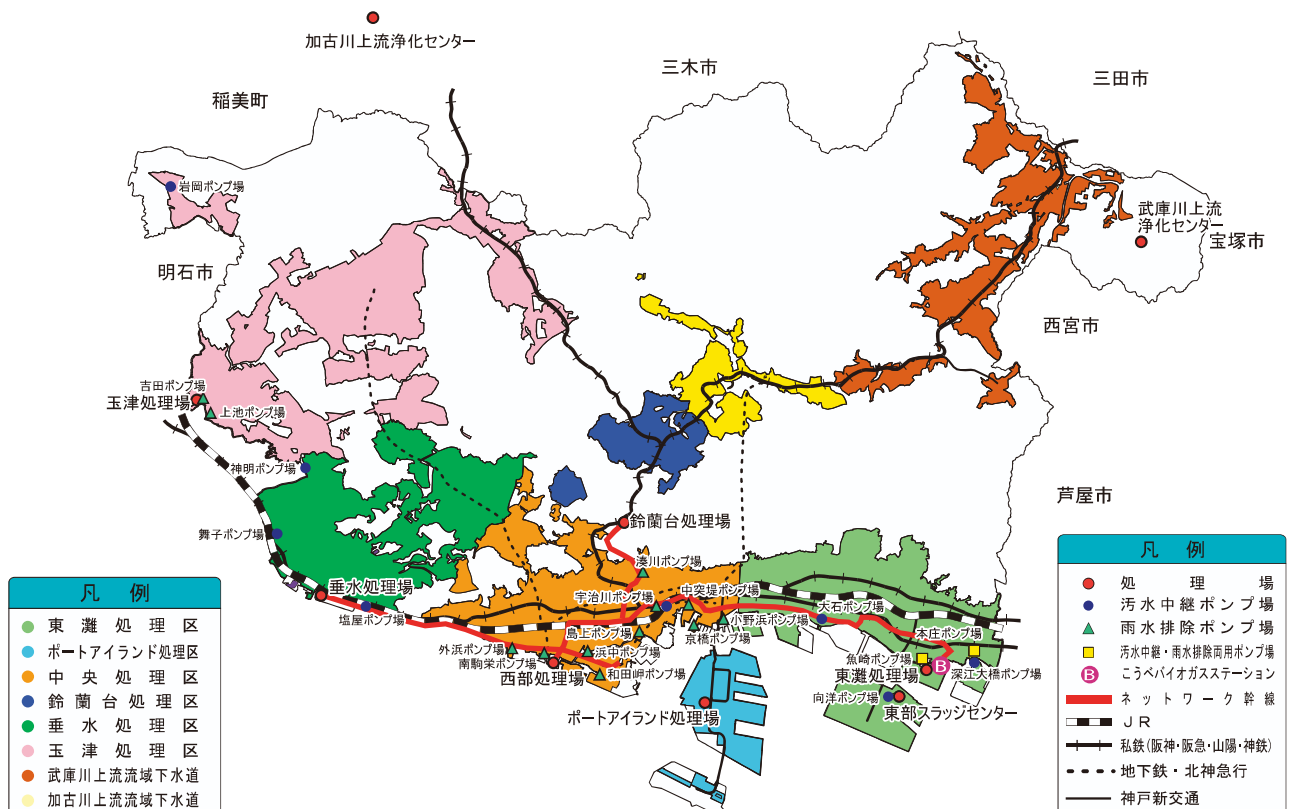


図1 神戸市の下水道

下水道管路ストックと道路陥没

◆管路ストックの割合

令和5年度末の下水道管きょ延長は污水管が約4100km、雨水管が約660kmに上る。

管種別内訳は、污水管はコンクリート系管が約6割、樹脂系管が約4割で、コンクリート系管のうち約500kmが改築済み。雨水管は多くがコンクリート系管やボックスカルバートであるが、石積み水路も一部存在している。

污水管については、標準耐用年数50年を超えた管きょは全体の31%に相当する約1310km、10年後には59%に相当する約2460kmに増加する。(図2参照)

◆道路陥没件数

下水道に起因する道路陥没件数は、令和5年度からの直近3年間は年平均17件で、そのほとんどが取付管やますに起因する小規模なもの。

神戸市は道路陥没件数が比較的少なく推移しているのが特徴で、その理由として、以下の取組みを進めてきたことが考えられる。

まず、阪神・淡路大震災以降、既成市街地の全路線対象にテレビカメラ調査を行い、破損箇所の補修

に努めてきた。

また、不明水対策として、本管と取付管口の接続部に水密性を保つための管口補強工（一体型部材の採用）を実施している。さらに、建物の新築・改築時期をとらえて、コンクリート製の取付管・接続ますを塩ビ製に入れ替える改築工事を行う場合に、支援費用として市が給付金を支払う制度を設けている。

維持管理と改築更新

◆点検・調査等の状況

市は今年度から令和11年度までの5年間を計画期間とする新たなストマネ計画をスタートさせている。

基本方針として、これまでの点検・調査のデータに基づき、点検・調査の頻度を定め、下水道の劣化状況を把握、予測し、異常が見つかった場合は速やかに補修、清掃等の対応をとり予防保全に努める。点検・調査の頻度については、コンクリート系管は塩ビ管より劣化しやすいことから点検頻度を高めている。

◆スクリーニング手法の導入や水中ドローンの試行も

また、点検・調査業務の効率化を図るため、令和

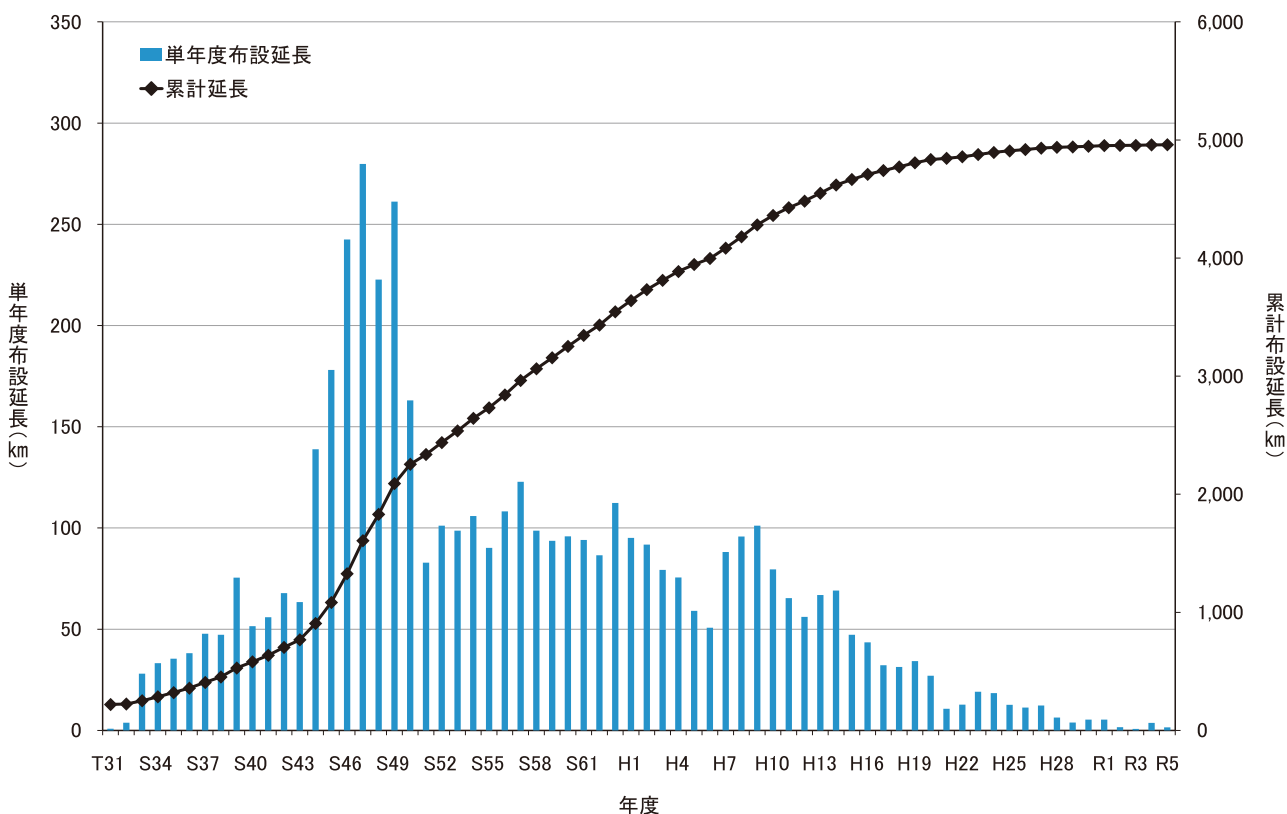


図2 下水道管きょの年度別布設延長

2年度から管口カメラを活用したスクリーニング手法を導入している。過去に点検・調査を実施したことがある管きょを対象に、管口カメラで異常の有無を確認し、異常が見つければ展開式カメラを使って詳細調査を行う。年間業務量はスクリーニング調査と詳細調査を合わせ約200kmに上る。

このほか、臨海部の雨水管は常時満管状態のところもあるため、これまで、潜水土による調査を行っていたが、2023（令和5）年度から水中ドローンを試行活用しており、得られた知見をもとに適用条件等の整理を進め、活用範囲を拡大していきたいと考えている。

◆ウォーターPPPの検討、特別重点調査も

管きょの維持管理については現在、事業所単位で、浚渫・清掃、小規模な補修等の業務ごとに請負業者と契約し、市の指示、監督の下で実務にあたっている。

一方、ウォーターPPPに絡み、今後、性能発注や複数業務のパッケージ化など、業務委託方式の検討を行う。新たな契約方法となるため、円滑に業務を進められるのか、コストダウンが図れるのかなど課題もある。管路課は「将来にわたり安全・安定な下水道サービスを提供し続けるために、どのようなあり方が望ましいのかという視点からの検討が必要」としている。

これらのほか、埼玉県八潮市の道路陥没事故を受け、「下水道管路の全国特別重点調査」が行われることになったが、神戸市では調査対象となる下水道管が約60kmある。これらの調査を今後行っていく方針だ。

◆改築・更新事業

現行の経営計画期間における管きょの改築・更新事業の目標は450km、点検・調査事業は污水管700km、雨水管400km、計1100km。

近年の施工実績は表1のとおり。改築・更新事業量は年平均35km以上で、そのほとんどが管路更生工法で行われている。

ただ、経営計画の目標値である年平均45kmと比較するとやや遅れているが、その主な要因としては、物価および人件費の上昇に伴う施工費の増加が挙げられる。

一方、点検・調査事業は、前記のとおり年間200km程度を実施しており、経営計画の目標値である年平均110kmを大幅に上回っている。これは施工費が高

騰し、改築・更新事業量が当初の想定を下回る中、点検・調査頻度を高め、異常を早期発見することにより、状態監視保全をより充実させていきたい考えがある。

入札不調が少ないことも特徴と言える。平成28年度以降、管路更生工事の事業量が大幅に増加したが、事業者の要望を踏まえ、年間を通じた発注の平準化や工事ロットの大型化などの対策を講じている。

表1 改築・更新工事における更生工法と開削工法の施工実績

	延長（km）		
	更生	開削	計
R1	40	2	42
R2	34	2	36
R3	41	2	43
R4	33	3	36
R5	23	2	25
計	171	11	182

管路更生工法採用の考え方

◆改築更新工事は主に管路更生工法を採用

市は既成市街地の繁華街、商店街、道路交通量の多い施工箇所を主な対象として改築更新工事を行ってきた。そのため、改築手法は、勾配不良やたるみ、破損等があれば開削工法による布設替えを採用するが、それ以外は更生工法を採用している。

また、前記のとおり、不明水対策として、管路更生工事に際し、本管と取付管口に管口補強工を実施しているのも特徴だ。

◆管路更生工法のメリットと技術基準

市の改築更新工事は管路更生が中心であり、管路更生工法に対する期待は大きい。

管路課が考える管路更生工法のメリットは、①開削と比べ道路交通に対する支障や騒音が少ないなど、総じて施工現場の周辺住民に与える影響が少ない、②ガス管、水道管など他企業埋設管に係る調整が不要なため早期に着手できる、など。

管路更生工事の発注時に求める技術基準としては、日本下水道新技術機構の審査証明を取得している技術を採用条件とし、そのうえで発注時の仕様書に「管



参考 管路更生工事のようす（左：施工前、右：施工後）

きょ更生工法における設計・施工管理ガイドライン－2017年版－」（日本下水道協会）を踏まえた要求性能を明示している。

◆管路更生工法に対する期待 ～管内流量の多い大口径管の改築・更新への対応～

埼玉県八潮市の道路陥没事故を受け、全国的に大口径の下水道幹線の改築・更新が下水道事業の主要課題としてクローズアップされているが、大口径管においては管内流量の多さが調査や改築・更新工事を行う上で大きな障害となる。合流式下水道であれば晴天時に流量は減少するが、市のほとんどのエリアは分流式であり、天候に関係なく管内流量が多いことが課題だ。

管内流量が多い箇所では、管路更生工法の採用が制限されるため、管の二条化（管の新設）や別の管へのバイパス（一時的な切り替え）により流量を減らしてから管路更生を行うなどの対応を検討する必要がある。いずれにしても大がかりな事業となるため、詳細な検討が必要で、計画から完成までに長期間を要する。

このため、市は大口径管の抜本的な改築・更新工事を行う前の暫定的な対応策として採用できる、安全面に配慮した修繕工法や、施工時にバイパス管への切り替えが容易な施工方法の実用化などに注目している。

大口径管は管内調査にも課題がある。現在、浮流式テレビカメラを採用しているが、長距離の調査、階段きょの調査などは難しく、調査技術の改善にも期待している。

◆管路更生工法に対する期待 ～施工時間の短縮や省力化、マンホール更生工法も～

前記の課題のほか、労働人口の減少が危惧される

中、管路更生工事の施工時間の短縮、機械化による労務の削減など、施工の効率化を高める技術、さらに老朽化したマンホールの改築・更新をいかにやっていくかも課題となっており、より経済性、施工性の高いマンホール更生工法の開発にも期待を寄せている。

◆下水道総合地震対策計画

市は平成23年度から「神戸市下水道総合地震対策計画（計画期間：平成23～令和2年度）、その後令和3年度からの第2期計画（計画期間：令和3～12年度）に基づき、耐震化事業を継続しており、この事業においても管路更生工法を採用している。

この計画には污水管870km、雨水管250kmを位置づけており、今後も同計画に基づき、着実に耐震化を進めていく。

今後の事業展開

下水道事業の経営環境が厳しさを増す中、計画的に改築・更新を行うとともに、長寿命化の視点も取り入れ、より効率的、効果的な老朽化対策を行っていく必要がある。

そのため、今後の事業展開においては、点検・調査を重点化し、状態把握に努め、管内の状態に応じて必要な補修や清掃等を適切に行いながら、古くても使用に耐えうる管きょはできるだけ長く使用するとともに、計画的な改築・更新を行っていく。

また、埼玉県八潮市の道路陥没事故を踏まえ、重要な社会インフラである下水道施設を将来にわたりきちんと引き継いでいけるよう、適切にマネジメントを行っていく方針。