

大阪市における下水道管路の老朽化対策

地域特集は大阪市の下水道事業と管路の老朽化対策を中心にレポートする。Part Iでは、寺川孝下水道河川部長にインタビューを行い、下水道事業の現状と課題、事業展開について伺った。Part IIでは、管路の改築更新事業の現況、更生工事の実績等を調整課、下水道課に取材した。

Part I インタビュー

下水道事業の取り組み

下水道河川部長 寺川孝氏

下水道事業の経緯、特徴

浸水対策、水質改善、老朽化対策が柱

大阪市は明治27年に近代的下水道事業に着手しました。その後、急激な市勢の発展や人口の集中、工業の発達などによる河川等の水質汚濁の進行を受け、昭和15年には、津守、海老江の2下水処理場が通水しました。現在では、12ヵ所の下水処理場が稼動しています。

本市の地勢の特徴として、約90%はポンプ排水に頼らなければならない低地であり、雨に脆弱な地形となっています。そこで現在、概ね10年に1回の発生確率である、1時間60mmの降雨への対応を進めています。また、近年、集中豪雨（いわゆるゲリラ豪雨）が市内でも頻発し、平成23年から平成25年に3年続けて1000戸を超える浸水被害が発生しました。そこで抜本的な対策と平行して、集中豪雨による被害の軽減対策にも取り組んでいます。

本市の下水道は、ほとんどの地域が合流式下水道で整備されており、雨天時における未処理下水の流出が課題です。清らかな水環境を創出するために、独自に開発した「雨天時下水活性汚泥処理法」を導入するなど、効率的な改善対策を推進しています。

下水道施設の老朽化も大きな問題です。現在、管きょ延長は約4950kmで、約1/3の1580kmが標準耐用年数の50年を超えています。設備は平均耐用年

数を20年とすると、全4650装置の約半分、約2300装置を超えています。安定した下水道サービスを提供するために、老朽化対策も非常に大きなウェイトを占めています。

下水道事業の建設改良費の予算は、近年は年間410～460億円程度で推移しており、平成29年度予算は約460億円で、浸水対策、水質保全対策にそれぞれ約200億円前後を充てています。また、この中で老朽化対策を行っており、その規模は約240億円です。

下水道事業を推進していく上で、本来目的である浸水対策、水質保全対策、老朽化対策がまちづくりや観光に寄与しているという視点が必要です。大阪を訪れる外国人観光客は、平成25年は約260万人でしたが、平成28年は約940万人まで伸びています。平成32年には1300万人までに伸ばすことを目標としており、引き続き多くの観光客に来ていただくためにも、「安全なまち」、「きれいなまち」であることはとても大事なことです。そのため、浸水対策や水質保全対策を進めていく中でまちづくりや観光の視点を取り入れていかなければなりませんし、そのベースになる老朽化対策もしっかりと行っていくことが大事だと考えています。

重点施策、主な取り組み

老朽化対策は、従来から計画的に実施してきてお

り、現在は平成28年度を初年度とする改築更新計画を策定し、現在、これに基づいて事業を実施しています。主要な設備については状態監視による予防保全型の維持管理を実施しており、例えばポンプ施設は部分的な補修による長寿命化を図っています。管きょはTVカメラによる詳細調査を行い、その結果に基づいて老朽管の改築更新を更生工法あるいは開削工法により実施しています。

大規模施設の更新事業にも着実に取り組んでおります。海老江下水処理場（1系水処理施設）は通水後77年が経過し、水処理施設躯体が老朽化しているため、取得した用地に新たな水処理施設を建設することになりました。また、中浜下水処理場における水処理設備更新では、DB方式での提案により、MBRを導入します。この処理法は大腸菌やSSがほぼ0と非常に清澄な処理水が得られます。本市で海外からの観光客に最も多く来ていただいているのが“なんば”で、その中心にある道頓堀川は観光資源としての価値が高いため、中浜下水処理場MBR施設による超高度処理水を道頓堀川上流の東横堀川に送り、東横堀、道頓堀全体の水質改善を進めるため、設備更新と送水事業を始動させました。

浸水対策では、淀川北部の抜本的対策として実施している「淀の大放水路」の一部である大隅～十八条幹線や此花下水処理場近くの正蓮寺川内に大規模ポンプ場の建設などハード整備を進めています。

また、地球温暖化対策にも取り組んでいます。下水処理場の汚泥処理過程に汚泥の減容化、安定化等を目的とした消化工程があり、ここからメタンガスを主成分にする可燃性ガス（消化ガス）が発生しますので、これらをガス発電などに利用しています。本市では既に、固定価格買取制度（FIT）を活用するなど、消化ガスのほぼ全量有効利用を達成しています。平野下水処理場では、固形燃料化事業をPFI事業として開始し、汚泥を炭化燃料化して石炭火力発電所に持ち込み、石炭代替燃料として使っていただいています。

インバウンド等による活発な経済状況を踏まえると、これまでの施設を単純に維持する抑制型の事業展開ではなく、まちづくりに資する新しい事業を実現できるように選択と集中を図るなど効率的な事業運営を行うことで原資を生み出し、新しい投資に回していくことが必要だと考えています。現在、局内に下水道経営会議を設置し、個別計画を統合した経営計画の策定に向けて検討しており、平成30年度中に整理できればと思っています。

事業運営に「上下分離方式」を導入

「クリアウォーター OSAKAの事業展開に期待」

このようにいろいろな分野への投資が必要となる中、老朽化対策など、事業を継続的に実施していくためには、効率化が欠かせません。そのため、今年度から、下水道事業の企画・計画・建設を市が行い、維持管理を新たに設立した「クリアウォーター OSAKA（＝CWO）」に包括委託する「上下分離方式」を導入しました。

導入にあたっては、平成25年から外郭団体である一般財団法人都市技術センターへの包括委託を試行しました。初年度は本市に4つある管理事務所の1つを委託し、翌年度から全管理事務所を包括的に委託しました。一方、CWOを平成28年7月に設立し、翌29年4月から本格的に業務を開始することになり、それに合わせて委託先をCWOに切り替えました。委託にあたっては、施設の運転、維持管理、修繕も含めた5年間の包括委託としています。

株式会社化により、民間企業からの派遣など様々な雇用形態をとることが可能になります。その結果、全体の事業費を抑制し、その分を新たな投資に回していくという考え方です。

CWOは市の業務だけでなく、他の自治体のサポートも目標に掲げています。中小自治体はマネジメントをする技術者が少なくなっています。外部委託を行っても、モニタリングがうまくいかず、これを相談する相手もないということですので、CWOがサポートできると思います。というのも、以前から都市技術センターが府の下水道技術協会が解散された時に一部業務を引き継ぎ、府内の自治体のお手伝いをさせていただいたり、管きょ管理を民間企業と一緒にお手伝いさせていただいたりしました。もともとそういう素地があるので、府内の下水道事業をうまく進めていくためにお役に立てると思います。そして、自治体と維持管理を請け負う民間業者をうまく繋ぐような役割を果たすことができればと思います。また、会社として一定の業績を上げながらいろいろなノウハウを吸収することで、市の事業、業務にも良い効果をもたらすのではないかと考えています。CWOの今後の事業展開にも期待しています。

CWOは現在、市が100%出資する会社ですが、将来的には民間からの出資を考える時期が来るでしょうし、コンセッションなどより効率的な業務のあり

方を追求する方針です。

下水道管きょの老朽化対策

「年間約40kmの改築更新を計画」

管きょの老朽化対策については、TVカメラによる調査を毎年度行っており、これまでに約2160kmを調査しています。その点検、調査結果を下水道台帳システムに載せ、健全度判定に活用していますが、その際、調査したものの健全度判定だけでなく、それらのデータを分析して劣化予測式を立て、経過年数や管径等に基づいた予測の健全度判定をし、TVカメラ調査の計画等に役立てています。調査の結果、目地が大きくズレているなど非常に状態が悪い、もしくは逆勾配になっていて機能不全になっているような管は開削工法にて布設替えしますが、それ以外は更生工法を採用しています。市内で工事をする場合、幹線道路などは特に交通量が多く、平日昼間に交通規制をかけるのは難しい。そのため夜間工事になってしまい、近隣住民の皆さまにご負担をおかけすることになるので、マンホール周辺だけ占用して施工できる更生工法は非常にありがたい工法です。

現在、年間約40kmを開削工法または更生工法でリニューアルしていますが、高度経済成長期に布設した管が50年を超えだしており、今後老朽管は加速度的に増えてきます。そうした中で、調査と予測の精度向上と更生工法をうまく取り入れた長寿命化をしないと、事業費が増え、事業の継続性が担保できません。また、事業の停滞は道路陥没など第三者や経済活動への損害に直結しかねません。下水道事業管理者として、その未然防止は非常に大きな役割のひとつだと考えています。

私は「管きょ更生工法の設計・施工管理ガイドライン」の最初の検討に参加し、いろいろな議論をさせていただきましたが、更生工法は比較的新しい工法であり、各工法がまだ完成形ではないと認識しています。各社がいろいろな課題を検証し、改善し、進化している工法だと思います。使う自治体が増えていけば課題もまた出てくるでしょうから、その検証や共同研究等の積み重ねによりユーザーのニーズに応える工法、品質になっていくことを期待します。我々も継続的に情報交換をさせていただけたらと思っています。



寺川 孝 (てらかわ たかし)

昭和63年3月京都大学工学部交通土木工学科卒。同年4月大阪市入庁、平成11年4月下水道局建設部計画課主査、平成13年4月都市環境局下水道部工務課計画係長、平成15年4月同下水道部工務課工務係長、平成16年4月建設局土木部河川課長代理、平成19年4月同総務部参事（下水道新技術推進機構派遣）、平成21年4月同下水道河川部処理場担当課長、平成23年4月同下水道河川部調整課長、平成26年4月同企画室長、平成29年4月同下水道河川部長。

今後の下水道事業

「まちづくりに貢献する下水道を」

本市も一時、景気が低迷して全体的に沈滞感がありました。インバウンドが引き金になり、人の活動が活発になっています。そうした中、まちづくりを加速することが、景気回復の速度を落とさず、更なる成長に繋がる原動力になるのではないかと思います。まちづくりを考えると、大阪は水の都で水が主要な観光資源です。道頓堀川などにはかなりの数の観光船が出ています。そういう意味でも、水質を改善し、観光資源としての価値を高めることが大事で、下水道は非常に大きな役割を担っています。合流改善を年限までにやるのは当然のこと、MBRによる超高度処理を積極的に導入するなど、受けの下水道ではなく、まちづくりや活性化に積極的に貢献できるような下水道事業に方向転換していければいいと思います。マイナスを0にするのではなく、0をプラスにする下水道事業をやっていききたいと思います。

Part II

大阪市 下水道管路の老朽化対策と 管路更生の考え方

明治27年に近代的水道事業に着手した大阪府は、膨大な下水道施設（ストック）を保有しており、また、高度経済成長期に急速な普及拡大に伴い整備したストックが耐用年数を迎えることから、今後、老朽ストックの急増が見込まれている。

これまでの取り組みをもとに、安全・安心の確保および中長期的な維持管理費、改築更新事業費の削減や予算の平準化を図るため、下水道施設の維持管理、改築更新を進めている。Part IIでは、下水道管路の改築更新計画の概要、およびこれまでの調査や改築更新の実績、更生工事の採用の考え方等を取材し、まとめた。

下水道管路ストックの状況と 道路陥没件数

◆下水道管路ストックの状況

大阪市は現在、公共下水道12処理区、流域関連公共下水道3処理区で汚水処理、雨水排除を実施しており、下水道普及率は平成28年度末現在で99.9%となっている（図1参照）。

下水道事業に着手したのは明治27年で、平成28年度末現在、下水道管きょ総延長は約4950km。そのうち、標準耐用年数50年を経過した管きょは全体の約32%に相当する約1580kmに上る。また、このまま改築更新を実施しなかった場合、10年後には全体の約62%に相当する約3050kmが50年経過管となる。

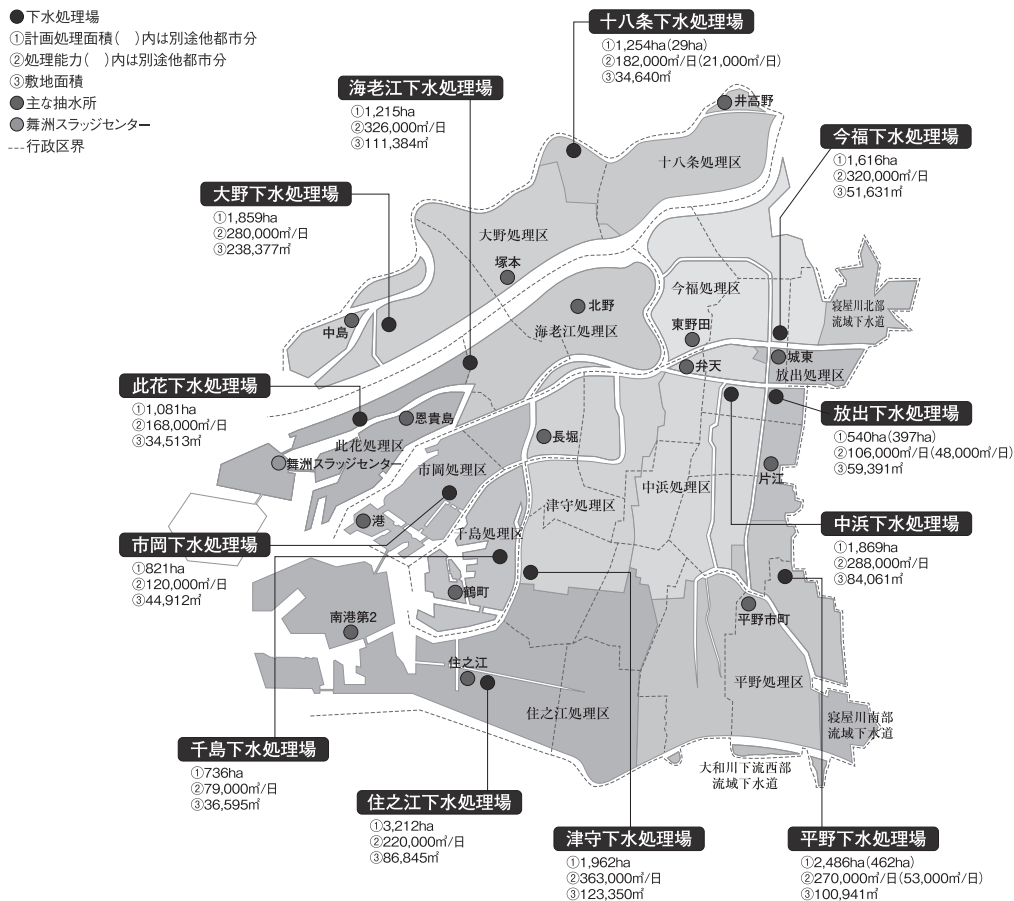


図1 下水処理区と下水処理場

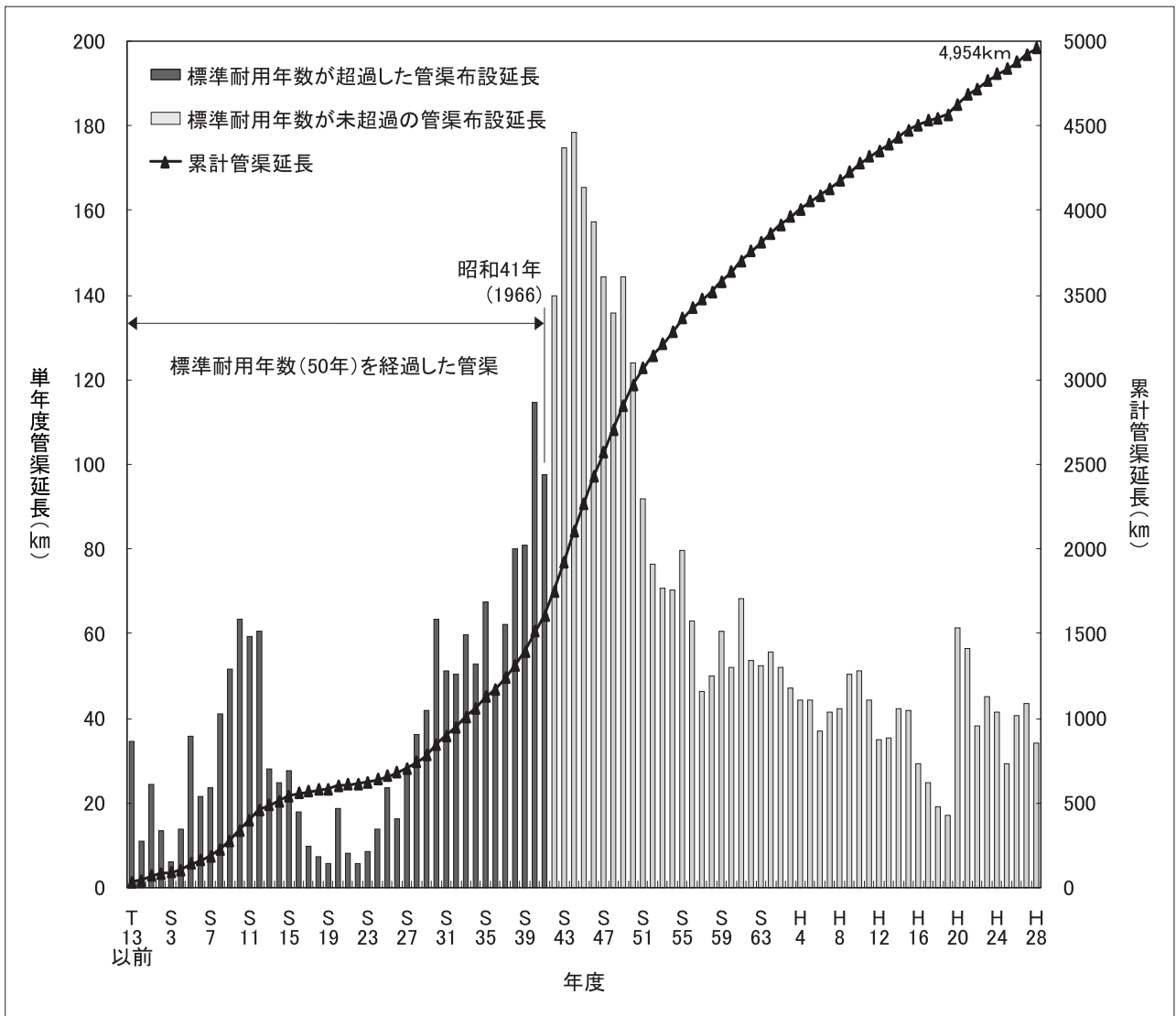


図2 下水道管きよの年度別布設延長 (H28末時点)

管きよ延長の管種別内訳は、コンクリート管が約2720km、陶管が約1160kmと2管種で80%弱を占める。その他は塩ビ管が約350km、FRPM管が約30kmなどとなっている。

なお、市の下水道はほとんどが合流式で整備されており、管きよの97%は合流管である。(図2参照)

◆道路陥没件数

下水道の劣化・損傷等に起因する道路陥没件数は、近年、年間200件前後で推移しており、そのうち概ね7割は取付管が原因となっている。

道路陥没件数は、改築更新の実施に伴い減少傾向にあるが、依然として多く発生しており、改築更新や維持管理の適切な実施により減少させていく。

改築更新、管路更生の実績や考え方

◆改築更新の施工実績

老朽化対策については、昭和63年以降、TVカメラ調査を継続的に実施し、その結果に基づきこれまでに約800kmの改築更新を実施している。

平成19～28年度の10年間の施工実績は約343kmで、工法別では更生工法が約268km、開削工法が約75kmと更生工法が多い。しかし近年、更生工法の採用基準に適合しない管きよが多くなってきていることから、開削工法の割合が増加している。(表1参照)

◆更生工法の採用基準等

市では、更生工法の採用にあたり、工法指定はしていない。更生工法の設計にあたっては、円形を保つ

表1 管きょ改築更新工事の施工実績(平成19~28年度)

	延長 (km)		
	開削	更生	計
19年度	1.9	8.5	10.4
20年度	1.4	55.0	56.4
21年度	10.3	38.3	48.6
22年度	5.4	22.8	28.2
23年度	8.8	30.5	39.3
24年度	7.4	23.9	31.3
25年度	9.6	19.3	28.9
26年度	6.5	26.7	33.2
27年度	12.8	26.0	38.8
28年度	10.6	17.2	27.8
19~28年度計	74.7	268.2	342.9

ていること、中だるみがD/4以下であること、上・下流とも吹き上げ状態になっていないこと、最小土被り1m以上であること、作業車の進入が可能な作業スペースがあること、浸水地域でないこと、浸入水がないことなどを条件としている。

また、市は二層構造管の設計手法を開発し、採用してきたが、これまでの施工実績は全体の1%弱と少ない。特に近年は国の支援制度を活用して、50年以上経過した管きょを中心に対策を進めており、交付要件に適合する自立管、複合管で施工している。

◆更生工法のメリット、期待と要望

更生工法のメリットについては「工期が短く、安価で、道路利用状況などに影響されずに施工できる」を挙げている。特に本格的な更新時期を迎え、改築更新事業の進捗管理が重要になる中、工期が短いことは大きなメリットで、そのため、適用可能な場合は更生工法で施工することを基本としている。

一方、更生工法に対する期待、要望としては、「管径800mm以上の工法毎に異なる複合管の積算の簡素化、統一化」を挙げている。

また、市が管理する下水道用マンホールは約18万個に上り、維持管理コストの低減のため不要なマンホール数を減らすことも課題となっている。そうした中、「開削工事の場合は同時に不要なマンホールを減らすことができるが、更生工法の場合はできない。また、更生工法はマンホール間のスパン単位での積算が基本だが、長距離連続施工が積算に反映できれ

ば、コストも低減できるのではないか」と指摘している。

さらに、更生工法による本管の老朽化対策を進めていく中、マンホールの対策も併せて実施していく必要があることから「本管と同様、自立型マンホールの構築が可能な更生工法の開発を期待したい」としている。

長寿命化計画、地震対策計画、ストックマネ計画の進捗

市では近年、国の支援制度を積極的に活用しながら管きょの老朽化対策を推進している。

「大阪市下水道長寿命化計画」は、国における緊急老朽化対策事業の創設を受け、平成25年度に策定した。現在、第4回変更計画として、計画期間は平成26~29年度、約71kmを位置づけて実施しており、今年度内に本計画におけるすべての対策が完了する見通しとなっている。

また、「大阪市下水道総合地震対策計画」は、平成18年度に策定し、現在は第Ⅱ期計画（計画期間：平成28~32年度）に約86kmの対策を位置づけ、実施している。

一方、現在、ストックマネジメント計画の策定作業を進めており、今年度中にも国に提出する予定。その検討にあたっては、緊急老朽化対策事業が今年度で終了するため、都市活動や安全・安心などへの影響度を踏まえ、都市基盤施設として重要な下水道施設の機能を適正に維持するための制度設計について、大都市としても提案していく。

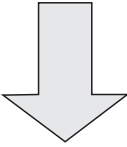
下水道管路の改築更新計画

◆計画策定の経緯

改築更新計画の策定にあたっては、昭和63年から老朽化対策の一つとして、標準耐用年数の50年経過管きょを中心にTVカメラを用いた詳細調査を実施し、現在では約2160kmにも及ぶ管きょの詳細調査データを整理した。

この膨大な詳細調査データを用いて、劣化予測分野で実績のある大学、企業と共同研究を実施し、統計的手法を用いた劣化予測技術を導入し、経過年数とともに管きょの健全度が低下していく傾向を示す劣化曲線を作成。劣化分析により、健全度2となる経過年数の頻度分布のように健全度ごとに統計的

表2 健全度の定義

健全度	劣化状況	対策方針
5	設置当初の状態	経過観察
4	劣化が進行 	経過観察および対策検討 老朽化が進行
3		施設の重要度に応じて 対策実施
2		早期対策実施
1	陥没発生リスクが非常に高い状態	緊急的に対策実施

な分布をもった結果が得られた。

この過程において、統計的に最適な管径の区分である600mm未満と以上で劣化状況が異なることが判明した。調査未実施の管きよの劣化状態を予測し、管径600mm未満の管きよの平均的な寿命を75年、600mm以上は110年と設定し、めざすべき管きよ全体の状態の設定として、改築更新が必要と判断される健全度2（予測含む）以下の延長を増加させないことを目標とした。その上で、劣化予測技術の分析により、例えば健全度2となる頻度分布を管径600mm未満の場合、75年を平均寿命とした前後15年の幅を持つ正規分布として設定し、各年度における今後必要な事業量を試算した。その結果、平成28～37年度の10年間の改築更新の事業量を約400kmと定めた（表2参照）。

◆管きよの施設管理実施方針と「優先度」の考え方

管きよの施設管理実施方針は、「『健全度』および『重要度』を踏まえて『優先度』を判定し、適切な時期に改築を実施するとともに、改築を実施するまでの間、『優先度』に応じて適切な頻度を設定し、計画的に維持管理（点検・調査）を行う『状態監視保全』を基本とした施設管理（改築・維持管理）を実施」というもの。

「優先度」の判定は、目視やTVカメラ調査の結果に基づく「健全度」および、施設規模や埋設条件などに基づく「重要度」を踏まえて行う。

具体的には、マンホール間のスパンごとに、管きよの不具合（変形・クラック、勾配、侵食、目地不良、

侵入水）の判定結果に基づき、「健全度」を5段階で評価するとともに、地上の利用状況、管径、人口密度などの指標を用いて「重要度」を5段階で評価し、この健全度と重要度から優先度を判定する。

◆改築更新、維持管理の内容、事業量

前記の通り、改築更新については年間約40km、平成28～37年度で約400km実施する計画としている。この中で、原則として健全度1の管きよは速やかに、健全度2の管きよは5年以内に対策を講じるほか、健全度3の管きよのうち重要度の高い一部管きよの対策も行う。一方、今後の詳細調査の結果、健全度2（予測含む）以下の管きよが想定以上に増加することもありうるため、計画期間の中間で事業量見直しの検討を行う予定としている。

維持管理については、①マンホールの蓋を開けずに、管きよが埋設された道路面等の状態を把握し、異常の有無を確認する「巡視」、②マンホールの蓋を開け、地上からの目視あるいは鏡・管口カメラ等による目視可能な範囲の状態を把握し、異常箇所を早期発見するための「点検」、③管きよ内の潜行目視調査（管径800mm以上）およびTVカメラ調査（同800mm未満）により、直接異常の有無を確認する「詳細調査」を行う。

年間の事業量は、「詳細調査」が初回調査分約120km/年、再調査分約10～50km/年、「点検」は約290km/年、「巡視」は約970km/年。このほか、下水道法の改正を踏まえ、腐食環境にある管きよの点検を5年に一度以上行う。

なお、TVカメラ調査の平成28年度実績は185kmと同計画を上回る事業量となった。

今後の事業展開については、「現在策定中のストックマネジメント計画により、下水道施設の改築更新、維持管理に関する市の考え方がオーソライズされる。今後、これらの計画に基づき、効率的に改築更新と予防保全的な維持管理を着実に実施していく。また、本計画期間の終了後、高度経済成長期に急速な普及拡大に伴い整備した管きよの健全度が低下し、必要事業量が増加することが想定されるため、この間に管きよの詳細調査実績を積み重ね、中長期的な劣化状況の分析を進めていくことで、最適な事業量を確保していく」としている。