

## 熊本市における下水道管路の老朽化対策

熊本市における下水道事業の取り組みと管路の老朽化対策を中心にレポートする。Part I では、上下水道局計画整備部長の藤本仁氏にインタビューを行い、下水道事業の経緯、特徴、重点施策や今後の事業展開等について伺った。Part II では、管路の老朽化対策や地震対策の現状、管路更生工法に対する考え方等を担当課に取材した。

### Part I インタビュー

## 下水道事業の取り組み

上下水道局計画整備部長 藤本 仁 氏

### 下水道事業の経緯・特徴

熊本市は、九州の中央に位置し、東に阿蘇山、西に有明海を望み、九州でも有数の都会性を持つ都市でありながら、古くから「水の都」、「森の都」と言われるほど自然に恵まれた約74万人の市です。

人口50万人以上の都市としては日本で唯一、水道水源を100%地下水で賄っており、清らかな地下水を水道水として各家庭にお届けしています。

下水道事業は、昭和23年に戦災復興事業の一環として着手し、今年で75年になります。

着手以来、周辺町村との合併や政令市移行などにより、着実に整備区域面積を拡大し、市域3万9032haのうち、市街化区域をベースとした1万3829haを下水道全体計画区域に定め、8つの処理区に分割し、早期整備完了を目指し事業を進めています。

令和4年度末の整備状況は、処理面積1万2283ha、処理区域内人口は66万2609人、普及率は90.8%、市所管の浄化センター5カ所、ポンプ場39カ所（うち雨水は2カ所）、そして、下水道布設総延長は2772kmとなっています。

### 下水道事業の課題と主要施策

本市では、平成24年に「熊本市上下水道事業経営

基本計画」（以下、「経営基本計画」）を策定し、経営理念や基本方針を定め、計画的な事業実施や経営基盤の強化に努めてきましたが、今日的な課題を改めて見つめ直すとともに、国が示す事業展望や経営戦略策定要請の趣旨を踏まえ、令和2年3月、「熊本市上下水道事業経営戦略」（以下、「経営戦略」）を策定しました。

経営戦略では、将来にわたって上質な上下水道サービスを提供し続けるために、これまでの経営基本計画の取り組みを継承しながら、事業を取り巻く環境の変化を踏まえ、上下水道事業の目指す将来像と今後10年間の基本方針等を示しています。

経営戦略に掲げる下水道の主要事業の中で、次の3つに力を入れて取り組んでいます。

1つ目は、未普及地区の解消です。先述の通り、現在の普及率は90.8%、最終的には95.3%を目標とし、鋭意整備促進に取り組んでいます。近年、整備単価の上昇などにより、整備スピードが鈍化しており、最適な整備ルートを選定や効率的な施工方法の検討など、より一層の整備コストの縮減を図り、効率的、効果的な整備によって未普及地区の解消に取り組んでいます。いまのところ、整備完了は令和17年度頃の見込みです。

2つ目は、広域化・共同化です。本市でも公共下水道をはじめとする生活排水処理施設の各事業は、職員数の減少や施設の老朽化等により、持続可能な

運営が課題となっています。こうした中、本市にある4つの農業集落排水施設は、今後、老朽化等により適切な維持管理が困難となることから、令和10年度の供用開始に向けて公共下水道への統合（農集処理施設は廃止し、マンホールポンプ場を新設）に取り組んでいます。

3つ目は、浸水対策です。浸水対策については、過去の浸水実績等を踏まえ、市街化区域の内水対策として、165地区のうち6地区を優先的・重点的に対策を実施すべき地区に選定し、平成20年度に「熊本市下水道浸水対策計画」を策定しています。この計画に基づき、水理模型実験等を行い、対策効果を検証したうえで、雨水バイパス管や雨水調整池を設置するなど3地区を供用開始しており、引き続き残りの3地区の浸水対策を進めているところです。

近年は雨の降り方が激甚化・頻発化し、大規模な都市型水害が発生しており、あらゆる関係者が協働して流域全体で水害を軽減させる「流域治水」への転換が必要とされていることから、これまでのハード整備に加え、ソフト対策を踏まえた総合的な浸水対策の推進が求められています。

また、気候変動の影響を考慮した浸水対策の策定も求められていることから、ハード整備の対象降雨を見直し、地区毎に整備水準を設定しつつ、減災対策・ソフト対策が一体となった内水対策を実施するため、現計画の6地区に新たな3地区を加えた、「(仮称)熊本市下水道浸水対策計画2023」を令和5年度に策定する予定としています。

## 下水道施設の老朽化対策

高度経済成長期以降に築造された下水道施設が本格的な更新時期を迎えるため、改築更新需要は年々増加していきます。一方、近年の少子・高齢化社会の進行、節水機器の普及や節水意識の高揚などにより、今後はさらに下水流入量は減少していくことが予想されます。

これからは下水道使用料等の収入増が見込めない中、将来を見据えた持続可能な維持管理運営を行っていかねばなりません。そこで本市では、下水道管きょと浄化センター・ポンプ場とに分け、2つの部署で取り組んでいます。

### 管きょの老朽化対策

下水道管きょの老朽化対策に本格的に着手したの

は平成19年度です。合流式下水道で整備を行った中心市街地862haから取り組みました。最初は布設後50年以上経過した管きょを調査し、その結果をもとに平成24年度から管路更生工事を行いました。その間、国の長寿命化支援やストックマネジメント制度が創設され、本市においても必要な見直しを行いながら、現在は令和2年度から令和7年度を計画期間とする下水道ストックマネジメント計画に基づき、老朽化した管きょの改築を進めています。

現在、これまでの取り組みにより、令和7年度までに健全度Ⅳ（緊急度が最も高い）としていた管きょの改築に一定の目途がつく見込みですが、健全度判定のもととなる調査は、平成17年度から平成28年度にかけて実施したものであり、前回調査から10年以上経過した管きょが大半を占める状況となっています。

今後は、合流区域において、健全度がⅢからⅣへ経年劣化が進んだ管きょと、分流区域において布設年度が古いヒューム・コンクリート管を中心に老朽化対策を進めていく必要があります。そこで、スクリーニング調査とテレビカメラによる詳細調査を併用して事業対象箇所を効率的に抽出し、適切な事業優先順位付けを行い、新たなストックマネジメント計画をまとめていきたいと考えています。

なお、管きょの老朽化対策では、調査実施箇所の抽出や優先順位の設定などでの一層の効率化が課題です。こうした中、本市では、東京都下水道サービス（以下、「TGS」）と共同研究を行い、TGSと東京ガスエンジニアリングソリューションズが共同開発した「劣化予測機能」を本市に適用できることを確認しました。ストックマネジメント計画における調査において、テレビカメラ調査に替えてこの劣化予測を活用することで、効率化を図っているところです。

次に、業界への期待ですが、管路更生工事については、繁華街や住宅密集地などでの施工では、近隣住民や通行者に対する影響が大幅に軽減できるだけでなく、地下埋設物の移設も必要ないなど、市中心部の管きょの更新を行ううえでなくてはならない工法、技術であると感じています。

布設後50年以上経過した管が急速に増えていく中、管路更生工事による下水道管路の老朽化対策は、今後ますます重要になってきます。業界においても、昨今の物価高などへの対応に苦慮されていると思いますが、管路更生工事の品質や経済性、施工性の向

上を追求し、持続可能な下水道事業の推進に大きな役割を果たしていただくことを期待しています。

### 浄化センター・ポンプ場の老朽化対策

次に、浄化センター・ポンプ場は、施設の老朽化による維持管理費や改築更新経費の増大が見込まれる一方で、料金収入減少等での予算制約の中、管路施設と同様、より一層の効率的な維持管理が求められています。

従来から「下水道施設長寿命化計画」により、機器等の改築を行ってきましたが、平成29年度末からは、国交省の方針に基づき、管きよを含め下水道施設を一体とした「熊本市下水道ストックマネジメント計画（H30～31）」に移行しています。

現在は、令和2年度から令和6年度の本計画に基づき改築更新または長寿命化対策を実施しています。

具体的な取り組みとして、各機器または部品単位による点検調査を徹底し、設備の状態を把握することで機器の一層の延命化を行っています。また、エネルギー消費量削減検討を別途行い、改築更新計画における機器の更新時期と併せ、コスト比較を行ったうえで省エネ、創エネ機器の導入を検討し、エネルギー消費量の削減を進めています。

今後は、これらをストックマネジメント計画と関連付けることで、より経済的かつ効果的な維持管理を目指しています。

### 老朽化対策の検討課題

今後、老朽化施設の増加や職員の減少、人口減少社会の到来による下水道使用料収入の減少に伴い、これまで以上に維持管理の効率化が求められます。

そのような中、本市のストックマネジメントを加速させ、効率的かつ効果的に実施するためには、下水道管きよと浄化センター・ポンプ場のそれぞれで検討すべき項目があると考えています。

#### 管きよの老朽化対策の検討課題

下水道管きよの検討項目は3点あります。

1点目は「点検・調査手法の最適化」です。具体的にはスクリーニング調査の導入検討があげられます。スクリーニング調査を導入することにより点検・調査に係る費用を大幅に削減することができます。

2点目は、「維持管理情報の適正な蓄積」です。点検・調査結果や修繕、改築履歴等を適正に把握し、



藤本 仁（ふじもと・ひとし）

昭和41年8月12日生。昭和60年4月熊本市採用（水道局技術部配水課）。平成25年4月上下水道局計画調整課技術主幹、26年4月上下水道局下水道整備課技術主幹、27年4月上下水道局管路維持課技術主幹、28年4月上下水道局総務部経営企画課副課長、30年4月上下水道局維持管理部管路維持課長、令和3年4月上下水道局計画整備部計画調整課長、令和4年4月より現職。

データベース化することでより効率的な維持管理につながります。

3点目は「民間活力の活用」です。PPP/PFIといった官民連携手法を検討し、本市にあった形を導入することで、今後の課題解決の一助になると考えています。

上記項目を実践し、さらに、下水道管きよと浄化センター・ポンプ場の下水道施設全体を俯瞰的にとらえることで、持続的な下水道事業運営を行うことができるのではないかと考えています。

#### 浄化センター・ポンプ場の老朽化対策の検討課題

浄化センター・ポンプ場の検討項目は2点あります。

1点目は「点検・調査内容の充実化」です。内容が充実することで、資産情報の蓄積が増え、資産状態をより正確に把握することができます。これにより中長期的な視点での健全度予測が可能となります。

2点目は「省エネルギー化、創エネルギー化」です。ストックマネジメントとは別にエネルギー管理計画を策定し、改築の検討を行う際、併せて省エネルギー化、創エネルギー化を取り入れることで、維持管理費用の抑制が図られると考えています。





## 熊本市 下水道管路の老朽化対策と 管路更生の考え方

熊本市の管路ストックの状況、維持管理の実施状況、改造改築計画、長寿命化計画、地震対策計画の概要、進捗等を維持管理部下水道維持課、計画整備部計画調整課に取材した。

市の下水道事業は、昭和23年の事業着手から75年が経過しており、施設の老朽化対策が大きな課題となりつつある。管路については、平成19年度、「熊本市公共下水道管渠改築改造計画」（以下、「改造改築計画」）を策定し、事業初期に整備した合流区域の対策に着手した後、長寿命化計画、ストックマネジメント計画に基づく老朽化対策を進め、加えて、平成28年に発生した熊本地震を踏まえた地震対策を進めている。

### 下水道管路ストックと維持管理の状況

#### ◆下水道管路ストックの状況

市の下水道管路総延長は2772km（令和4年度末、図1参照）で、汚水・雨水別内訳は、汚水管が2473km、雨水管が54km、合流管が245km、管種別内訳は、塩化ビニル管が54%、ヒューム・コンクリート管が42%、ダクタイトル鉄管・ポリエチレン管等が3.1%、更生管が0.9%となっている。

経過年数別内訳は、50年以上経過管の延長が約197km（全体の約7%）、40年以上が約530km（同約19%）、30年以上が約1347km（同約49%）となっている。事業着手から昭和50年度にかけて整備した

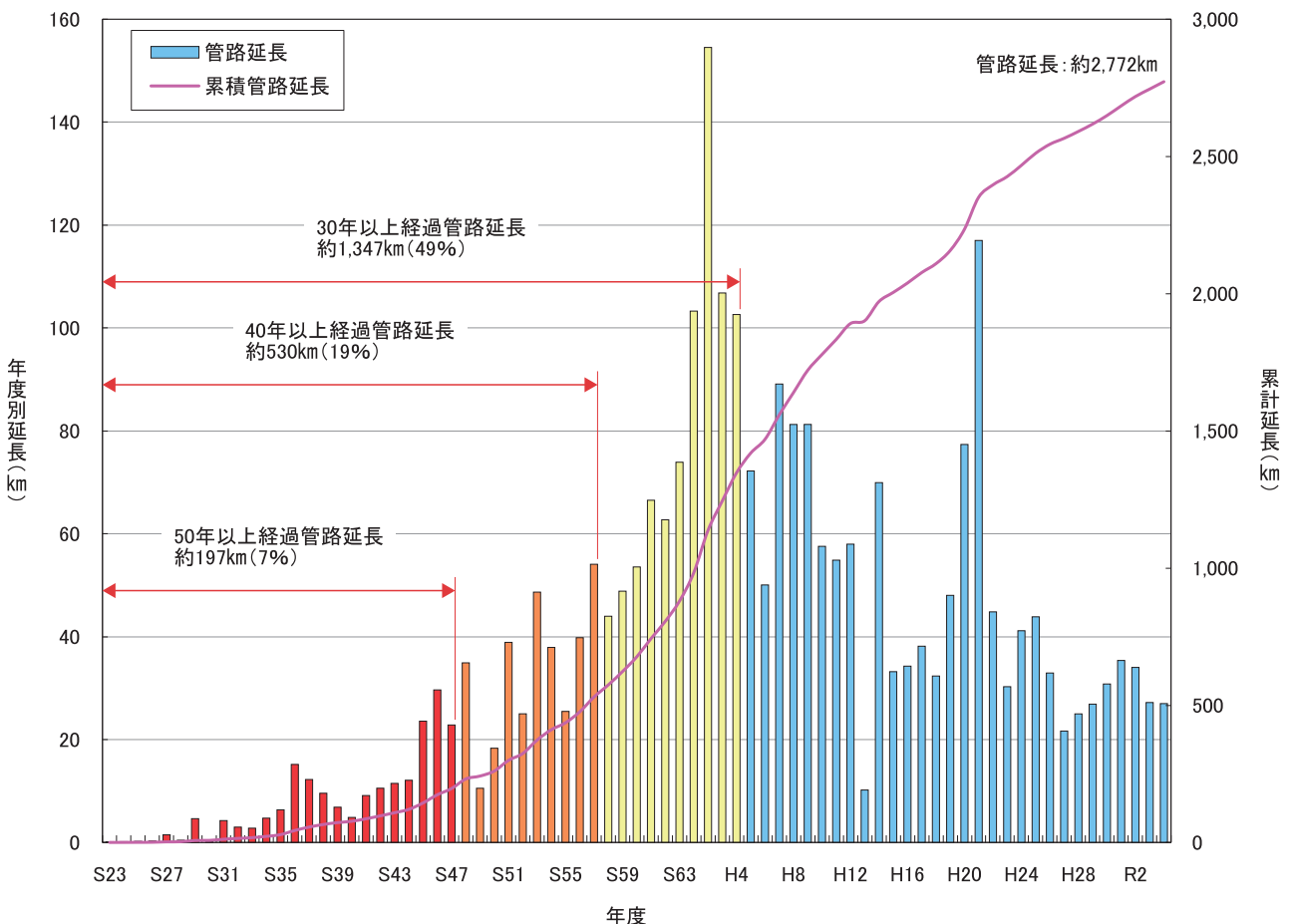


図1 布設年度別管路延長

合流区域859haに約245kmの管きょがあり、現在、50年以上経過した管きょはすべて合流区域内にある。

管きょの老朽化等に起因する道路陥没件数は、平成30年度から令和4年度の5年間の年平均で約20件となっている。直近の令和4年度は28件の道路陥没があるが、いずれも公共ますおよび取付管に起因するものであり、下水道本管に起因する陥没は発生していない。

今後、耐用年数を超過する管きょは急速に増加していくため、効率的・効果的に下水道機能を保全していくことが重要になる。

#### ◆維持管理の状況

管路の維持管理は主に委託で実施している。

維持管理事業の年間事業量は年により多少ばらつきはあるが、令和4年度実績は、管きょ清掃延長が約40km、管きょ調査延長が約8kmで、そのすべてを委託により実施した。

管路調査（テレビカメラ調査）は昭和59年度から合流区域の調査を開始した。令和4年度末の累計テレビカメラ調査延長は約420km（同一路線含む）で、管路全体の15%が実施済みとなっている。

## 老朽化対策の計画と進捗状況

#### ◆調査計画の概要

前記のとおり、事業着手から昭和50年度にかけて整備した合流区域の管きょが最も古いため、昭和50年度からカメラ調査を実施している。平成17年度から28年度にかけて、全スパンでテレビカメラによる詳細調査を実施した。

また、令和2年度から分流区域のヒューム・コンクリート管の調査に着手しており、5年度は、分流区域のヒューム・コンクリート管約45kmを対象としたスクリーニング調査を行うこととしている。

加えて、平成28年度までに一度調査を実施した合流区域において、当時、健全度Ⅲと判定したヒューム・コンクリート管約35kmを対象に、令和5年度に再度、テレビカメラによる詳細調査を実施し、改めて健全度を判定する予定としている。

#### ◆管きょの再構築に係る事業計画の概要・特徴

市の管路老朽化対策は、合流式で整備した市街地中心部において、下水道に起因する道路陥没や臭気

の苦情が続いていたため、事後対応型の維持管理から予防保全型の計画的な維持管理への転換を図るべく、平成19年度に改造改築計画を策定してスタートした。

同計画の対象エリアは合流区域の859haで、区域内管路延長は約245km。事業実施にあたっては、効率的・効果的に進めていくため、対象エリアを10ブロックに分け、事業優先順位を付けて取り組むこととした（図2参照）。

また、平成23年度には、同合流区域を対象に老朽化対策も含めた長寿命化計画を策定し、管きょの調査および改築事業を進めてきた。

一方、日本下水道新技術機構と小口径管を対象に衝撃弾性波検査法により、平成26年度に合流地区（114スパン、延長3509m）、27年度に分流地区（50スパン、1750m）の管きょの残存強度調査を実施。その結果をもとに、管きょの標準耐用年数を独自に74年と設定し、既存の改造改築計画と長寿命化計画を見直し、29年度に熊本市下水道ストックマネジメント計画を策定している。

この中で、管きょについては、計画期間を平成30～令和2年度とし、改築対象延長を約4.3km、事業費を約8.8億円としている。現在も独自にストックマネジメント計画を継続しており、計画期間を令和2～7年度とし、改築対象延長を約15km、事業費を約19億円としている。

## 管路更生工法の採用の考え方、実績等

#### ◆管路更生工法の採用の考え方と求める技術基準

管路更生工法の採用については、原則として「開削工法か更生工法かの判定方法」に基づき判定するが、現在の施工箇所は市内中心部などの繁華街で、地下埋設物の輻輳等もあるため、安全性や施工性、工期短縮などの観点から、布設替えによるマイナスの影響が大きい場合には、ライフサイクルコスト（LCC）に関わらず更生工法を採用している。

なお、2スパン単位での更生工事（一体施工）が実施可能な路線（緊急度が高く、隣接するスパンの更生厚が同値）については、費用比較の検討を行ったうえで一体施工を行っている。

また、管路更生工法には多種多様な工法があり、工法毎に各種材料や施工手順等が異なるため、品質確保の観点から、配置技術者について、以下2点の



資格要件を定めている。

1点目は、競争入札参加資格の技術的要件であり、主任技術者および監理技術者について、建設業法に定める有資格者のほか、下水道管路更生管理技士（一般社団法人日本管路更生工法品質確保協会）、下水道管路管理専門技士（修繕・改築部門）（公益社団法人日本下水道管路管理業協会）、下水道管きよ更生施工管理技士（一般社団法人日本管更生技術協会）のいずれかの資格を有するものを配置することとしている。

2点目は、特記仕様書に定める専門技術者の配置要件であり、「取付管口穿孔の施工にあたっては、当該施工に関する実技研修を伴う技能講習を修了した有資格者（取付管口穿孔技士（一般社団法人日本管路更生工法品質確保協会）または穿孔技師（一般社団法人日本管更生技術協会）を選任すること」としているが、現状の当該有資格者数の実態等を鑑み、「当分の間は取付管口穿孔施工において2年以上の実績経験を有しかつ、各工法（日本下水道新技術機構の建設技術審査証明を取得している工法）協会等が技術者育成のために開催している研修を修了した者をもってこれに代えてもよい」としている。

#### ◆管路更生工法の実績

管路更生工法の施工実績は令和4年度末までで約24kmとなっている。5年度は一部不明水対策を含め約1.4kmを施工する予定。

また、これまでの改築工事は中心市街地およびその周辺で行われており、交通規制や地下埋設物の移設等を考慮すると管路更生工法が有利なことから、開削工法は改築全体の2割以下で、その他はすべて管路更生工法で実施している。（表1参照）

#### ◆管路更生工法の評価、期待、要望

担当課の管路更生工法に対する評価は、「布設替えと同様のクオリティー（新設と同様の取り扱い）があるうえ、安全性や工期短縮、地下埋設物の移設を伴わないなど非常に優位性がある」というもの。一方、管路更生工法への期待、要望としては、「管路更生工法には、多種多様な工法があり、スパン毎に工法を検討する際、材料の違いによる更生厚の違いや材料単価の違いなどにより、各スパンにおける工法の選定が煩雑になる。各協会の連携によりその改善を要望したい」としている。

### ストックマネジメント計画と地震対策計画

#### ◆ストックマネジメント計画

前記のとおり、現行の管きよのストックマネジメント計画は、計画期間を令和2～7年度とし、改築対象延長を約15km、事業費を約19億円としている。

市は現在の計画期間後もストックマネジメントを継続する方針。これまでは、布設年度が最も古い合

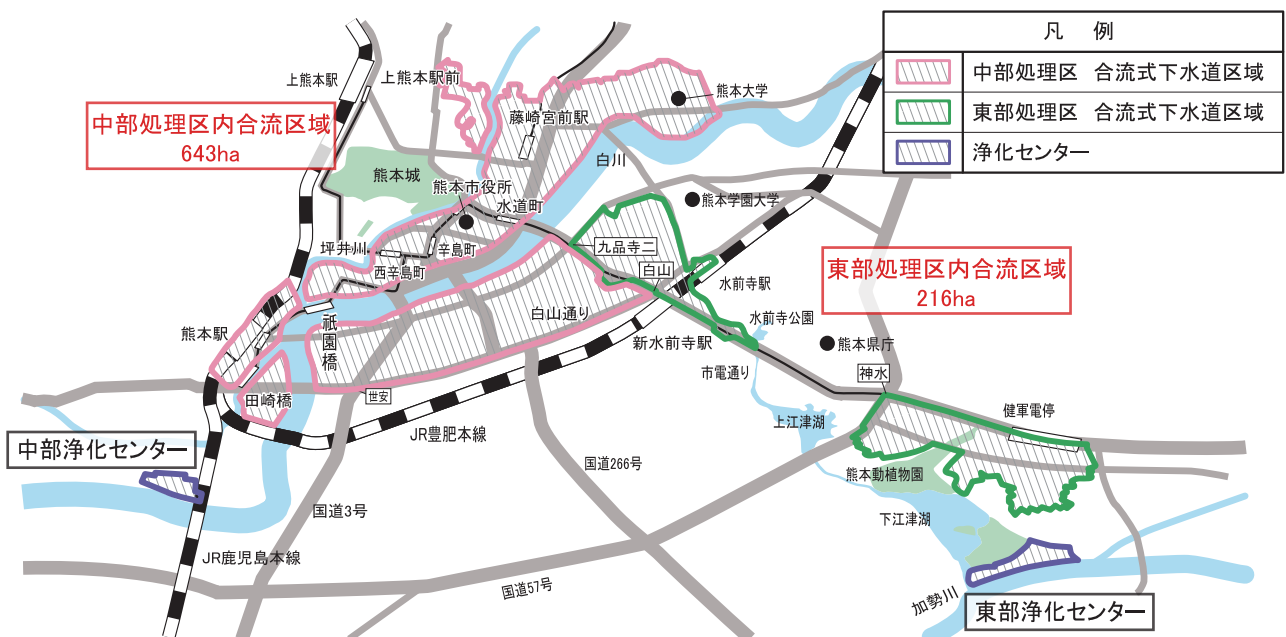


図2 合流区域図

表1 近年の改築工事実績（管路更生、開削）

(m)

| 改築年度  | 更生工事延長 | (管径別) ※H30以降 |           |       | 開削工事延長 |
|-------|--------|--------------|-----------|-------|--------|
|       |        | ～φ300        | φ301～φ800 | φ801～ |        |
| H29以前 | 12,390 | —            | —         | —     | 2,514  |
| H30   | 1,899  | 1,040        | 550       | 309   | 845    |
| R1    | 1,624  | 523          | 644       | 457   | 355    |
| R2    | 964    | 154          | 432       | 378   | 583    |
| R3    | 4,003  | 3,515        | 297       | 191   | 955    |
| R4    | 3,421  | 2,528        | 288       | 605   | 373    |
| 合計    | 24,301 | 7,760        | 2,211     | 1,940 | 5,625  |

※R5年度は約1,400m施工予定

流域の老朽化対策を進めてきたが、次期計画期間では、合流区域で過去に健全度Ⅲとしていたが経年劣化が進んでいる管きよに加え、分流区域のヒューム・コンクリート管について、スクリーニング調査とテレビカメラによる詳細調査を併用して事業対象箇所を効率的に抽出し、適切な事業優先順位付けを行い、予防保全型の改築計画としてまとめていく考えである。

#### ◆下水道総合地震対策計画

総合地震対策計画は、第1期計画を平成25年3月に策定し、計画期間を平成25～30年度の6ヵ年、事業費を30.8億円（うち管路の耐震化：16.5億円）としていた。その後、第1期計画策定から4年目となる平成28年に熊本地震の被災を受け、同年度にマンホールトイレの設置数を5校/年から10校/年とする計画変更を行った。

令和2年度にはⅡ期計画を策定し、計画期間を令和3～7年度の5ヵ年、事業費を約28.1億円（うち管路の耐震化：13.8億円）とした。事業内容は、防災対策として「管路施設の耐震化」「浄化センター、ポンプ場の耐震化」、減災対策として「マンホールトイレシステムの整備」「自家発電設備の設置」となっている。

#### ◆管路施設の耐震化

熊本地震における管路への影響では、震源に近い東部処理区や活断層に沿った城南処理区・富合処理区に被害が集中し、ヒューム管の異常（管周面方向の亀裂・破損・ずれ）や塩化ビニル管の異常（たるみ）およびマンホールと管口の接合部の破損が多く

発生した。

これらの被災状況を踏まえ、令和2年度、施工年度、管口径・震度分布・液状化危険度などの観点から管路の被災データを再検証し、各避難所からの排水を受け持つ管路で被災率が高いことを確認した。そこで、一時避難所を受け持つ管路の耐震化の優先順位を長期から短期へ大きく見直した。

また、第2期計画では、医療拠点（8施設）と浄化センターをつなぐ管路は、熊本地震での被災はなかったものの、被災した際の影響度を考慮して、これまでどおり下水道施設の機能として重要な管路として、継続的に耐震化を進めることとし、具体的には、可とう管化約8.1km、管路更生約1.8kmを計画し、令和4年度末までに管路更生約0.48kmを実施済みである。

#### ◆マンホールトイレシステムの整備

市の地域防災計画では、災害時の一時避難所として小・中学校が位置づけられており、本計画においてもマンホールトイレを設置することとしている。令和4年度末時点では、68校に5基ずつ、計340基の整備が完了しており、今後も年間10校（50基）の整備を行っていく予定。（表2参照）

熊本地震の際、マンホールトイレを設置している避難所では、断水時にもトイレ機能を確保することが可能であり、非常に有用だった。

このことから、避難所となっている小・中学校と各浄化センターを結ぶ管路（約250km）は重要な下水道施設と考えられるため、耐震診断を実施することとしている。



表2 マンホールトイレ設置状況

| 施設の種類 | 地域防災計画における施設数 | 設置対象となる施設数 | R4年度末設置施設数 | 残施設数 |
|-------|---------------|------------|------------|------|
| 小学校   | 96            | 82         | 36         | 46   |
| 中学校   | 42            | 38         | 32         | 6    |
| 防災拠点  | 6             | 6          | 0          | 6    |
| 計     | 144           | 126        | 68         | 58   |

## 管路の老朽化対策 今後の事業展開

今後は、令和7年度までを計画期間とする現行のストックマネジメント計画に沿って、管きよの改築を進めるとともに、次期ストックマネジメント計画の策定に向け、事業対象箇所を効率的に抽出し、適切な事業優先順位付けの検討を進めていく。

一方、布設から50年以上経過した管きよ延長は、令和4年度末時点で約197km（全体の約7%）となっているが、10年後は約530km（全体の約19%）となる見込みであり、より一層、戦略的な維持および改築を行っていくことが重要となる。

このような中、市では、令和6年度から下水道管路施設の包括的維持管理業務委託の導入を予定している。計画期間は令和6～8年度の3ヵ年で、対象区域は中央区とした。中央区は市内5区の中で、最

も管きよストックが多く、老朽度も高いが、テレビカメラ調査を実施済みのエリアが多く、調査データが豊富にあることなどから、最初の包括委託の対象区域とした。

この包括委託では、これまで単体・単年度契約で実施してきたテレビカメラ調査、清掃、修繕等の複数の業務をパッケージ化し、複数年事業として発注することで、下水道サービスの質を確保しつつ、受託者の創意工夫を生かすことで、維持管理の効率化および質の向上を期待している。その一方で、この包括委託には管きよの改築は含めないこととした。市は新たに取り組む包括委託の実施状況を評価、改善しながら、対象エリア・業務の拡充等を検討していく方針。また、長期的な視点で下水道施設全体の今後の老朽化の状況を考慮し、計画的に点検・調査、修繕・改築を実施し、施設管理を最適化していく、としている。

(参考) 更生工事の施工状況



左：施工前、右：施工後



左：施工前、右：施工後