事例No.	3261
公表年度	R6
団体の属性	中核市
団体名	千葉県柏市

事例区分	公営企業

タグ	・下水道事業 ・（行政改革）業務の効率化 ・新たな政策手法の確立・活用

事例種類	民営化等・包括委託

事例内容・タイトル

千葉県柏市の下水道管路における包括的民間委託の取組～官民連携による管路の予防保全型維持管理～

出典

雑誌「公営企業」先進事例紹介（令和６年９月号）

先進事例紹介



千葉県柏市の下水道管路における包括的民間委託の取組
～官民連携による管路の予防保全型維持管理～

柏市上下水道局 下水道工務課
主事 **中島　愛子**
㈱奥村組 東日本支社 リニューアル工事部
工事所支援グループ長 **山口　治**

1．はじめに

柏市は、千葉県の北西部に位置する中核都市であり、人口約43万人、面積114.7km^2、下水道管路延長は約1,300km です。昭和30年代に首都圏のベッドタウンとして急激な人口増加を迎えたこともあり、当市を流れる大堀川の流末にあたる手賀沼では、環境省の公共用水域水質測定結果において昭和49年から27年間ワースト１となる深刻な汚染状態が続いていました。水質改善をはじめ下水道インフラの健全化をはかるべく、長きに渡り合流改善事業や汚水本管の整備事業を進めて来ましたが、整備開始から60年が経過する中、陥没が発生するなど、下水道施設の老朽化も問題視されるようになって来ました。このままの体制では増加する改築需要に追い付かないと判断し、平成28年11月に策定したストックマネジメント計画を基に、平成30年10月より下水道管路施設の包括的民間委託（以下、「本事業」という）を導入しました。

これまでの市直営の事業方式である事後保全型の維持管理（以下、「従来型事業」という）から、予防保全型の維持管理を目指す本事業は、第１期が令和４年９月末までの４年間、第２期が令和５年１月から令和10年１月までの５年間で実施しています。事業を開始した当初は、全国に例のない大規模な改築工事を含む下水道管路の包括的民間委託事業として本誌（2019年２月、９月）をはじめ、様々な機会で紹介させていただいております。現在では、第２期がスタートして１年８ヶ月、第１期を含めて５年８ヶ月が経過しましたので、本稿ではこれまでの実施の成果および課題と対策を紹介します。

2．第１期事業について

⑴　第１期事業の概要

第１期事業の期間は平成30年10月から令和４年９月までの４年間でした。委託当初の業務内容と実施規模（数量）は、簡易カメラ調査が485km、目視調査が96km、改築が4.2km、その他ストックマネジメント計画の見直し、企画技術提案に基づく任意業務となっています（表１）。第１期事業では、改築業務を導入するにあたり、同一路線の管路調査と改築工事は期間をずらして実施する方式をはじめて採用し、「柏モデル」と呼ばれています（図１）。具体的には、第１期に先立って実施した平成28年、29年の管路調査の結果により改築業務を行う路線と費用を決定します。また、第１期で実施する管路調査で改築工事が必要となった路線は、次期事業（第２期）で実施します。このように、予算規模が大きく、国庫補助金を組み合わせて実施することが多い改築工事において、委託側の計画的な予算措置や、改築工事の実施優先度、実施数量などの精査が可能となります。

平成30年４月の公告から約半年間の公募型プロポーザル方式で発注し、参加表明関連書類及び企画技術提案の提出、ヒアリングを経て、外部有識者を加えた選定委員会により優先交渉権者を決定し契約を締結しました。受託者は、管更生メーカー１者、総合建設業者１者、維持管理系企業３者（地元企業９社による組合を含む）、コンサルタント２者、地元建設業者１者（９

予防保全型維持管理業務	計画的維持管理業務	巡視点検業務
		管路内簡易カメラ調査等業務（人孔を含む）
		公共汚水桝点検業務
		管路内目視調査業務
		障害物除去業務（変更による追加）
	計画的改築業務	計画的な改築に係る設計業務
		計画的な改築業務
ストックマネジメント実施計画関連業務	点検調査データ管理業務	
	ストックマネジメント実施計画の見直し業務	
統括管理業務	一元的統括管理業務	
	業務計画書及び報告書作成業務	
その他業務	企画技術提案に基づく任意業務	

表１　業務内容（第１期）

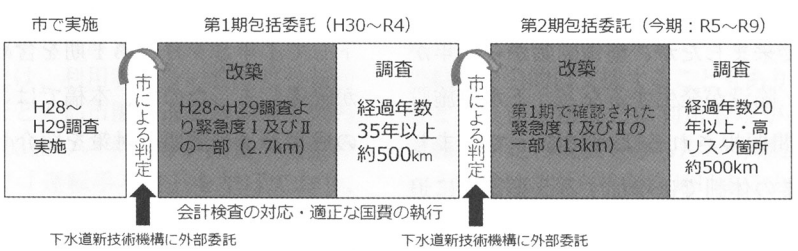


図１　柏モデル

社による組合）で構成された全８者24社の共同企業体（以下、「JV」という）です。JVは、各業務の専門分野や実施規模などを勘案して、同一業務を複数の企業が担当する構成となっており、持続可能な業務の実施、JV構成企業間の技術力の共有ができる体制となっていました（図２）。

⑵　事業の成果

第１期事業は、当初の予定通り令和４年９月末に完了しました。実施の成果として、１）管路の実態把握、２）ハザードマップによる管路状態の可視化、３）事業期間の短縮と品質の向上、４）コスト縮減効果の４点が挙げられます。

１）管路の実態把握

１つ目は、本市の下水道管路の実態把握で、本事業を下水道管路包括的委託事業とした目的の最優先事項とも言えます。本市内の管路は、令和７年時点で敷設後35年を経過する管路が約560kmあり、そのうち487kmを第１期で調査しました。この結果、管路施設の劣化に関する６項目（腐食、たるみ、破損、クラック、継手ズレ、浸入水）の件数は、国土技術政策総合研究所の管渠劣化データベースによる劣化予測式（以下、「従来予測式」という）の想定と比べて、劣化が少なく状態が良いことが確認できました（図３）。また、従来予測式に代り、新たな予測手法として「マルコフ推移確立モデル」を受託者の提案で適用しました。この手法は、管路調査で得られる個々の管路の健全度を基に下水道管路に特化した確率モデルを用いて将来の劣化予測を行う手法であり、安全な結果となりやすい従来予測式に比べて実態に近い結果を得ることが可能とされています。これにより詳細な劣化予測を行うことができ、調査結果に基づく管路の平均寿命である期待寿命は、従来予測式に比べて大幅に増加しました。劣化予測は第２期においても引き続き実施しており令和５年度末時点の結果としては、幹線の平均期待寿命（健

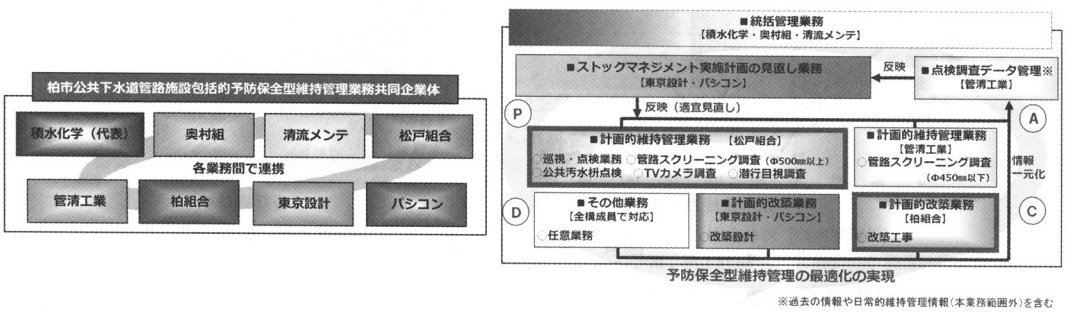


図２　共同企業体構成（第１期）

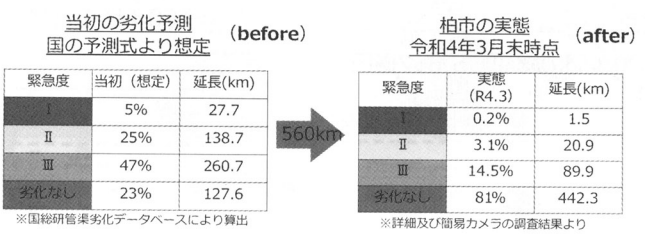


図３　調査結果に基づく管路の実態

全度２相当）は102年、技線の平均期待寿命は83年となっています（図４）。この結果は、今後必要となる維持管理費用を予測するために活用され、延命による改築工事費用の抑制という結果となり、長期的には大幅な費用の削減効果と必要な予算の平準化が実現しました（図５）。

２）ハザードマップによる管路の状態可視化

２つ目は、前項で述べた管路の実態把握結果を可視化したことです。まず、不具合の劣化要因の分析を行うため、管路の諸元（敷設後経過年数、管種・管径、土被り等）、管路管理の移管の情報（大規模開発団地、コミュニティプラント等）、用途地域、地形分類、液状化地域、想定される震度、苦情箇所など、あらゆる諸元と組み合わせた相関性を分析しました。それぞれの要因と劣化した管路の情報を重ね合わせ、250m×250mのメッシュで区切ったエリアごとに可視化しました（図６）。同様に、管路調査結果で得られた劣化や不具合（腐食、クラック、たるみ等）を可視化し、現在の維持管理業務に活かしています（図７）。また、既存のストックマネジメント計画では処理分区単位の劣化予測マップでしたが、管路調査結果を反映したメッシュ単位のリスク評価マップを採用したことで、緻密で精度の高い可視化マップとなりました（図８）。

３）業務品質の向上と事業期間の短縮

３つ目は、業務品質の向上と事業期間の短縮が挙げられます。

業務品質の向上については、まず、管路調査のスクリーニング調査方法を、公告段階の仕様である管口カメラを用いた方法から、受託者の

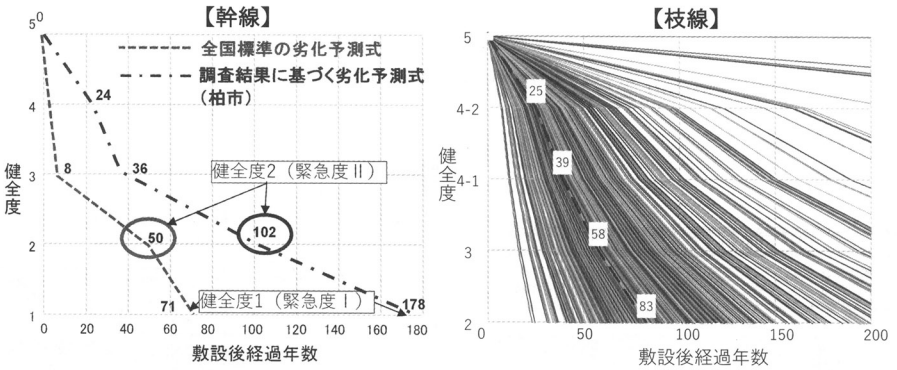


図４　管路の期待寿命

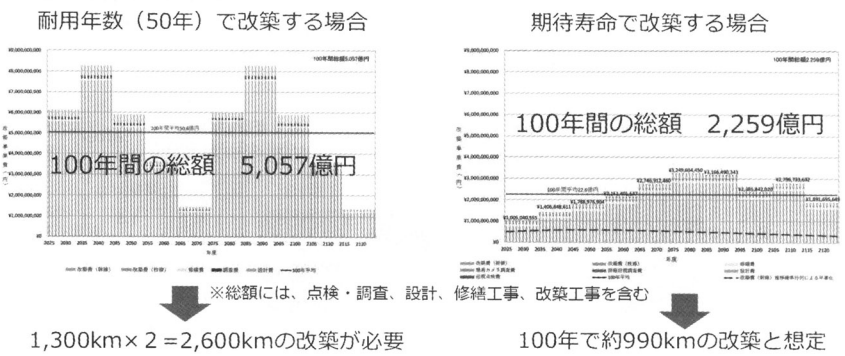


図５　期待寿命による管路の延命化

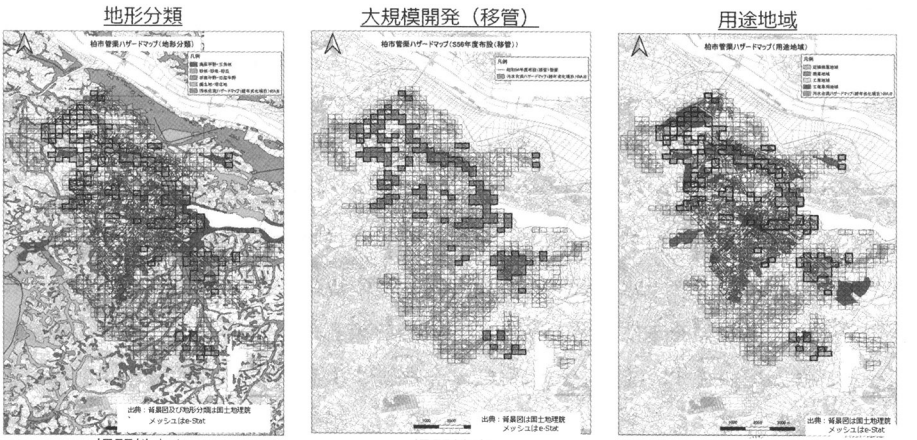


図６　劣化要因の分析

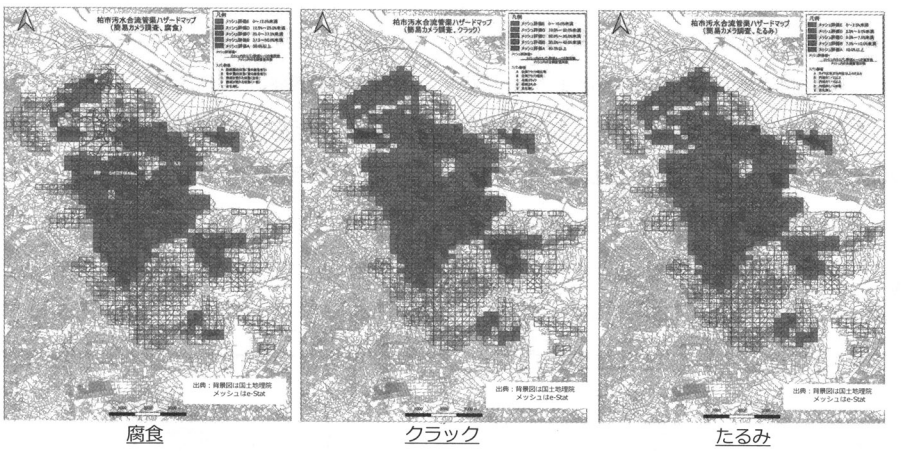


図７　劣化・不具合の可視化

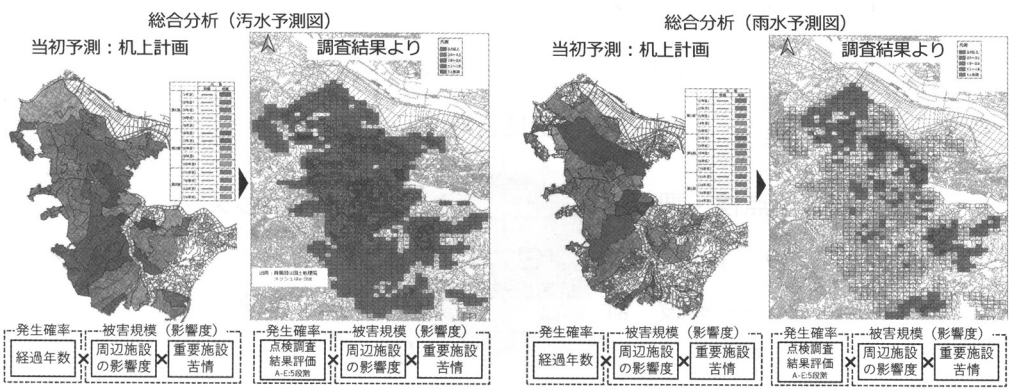


図８　リスクマップ評価の更新（汚水、雨水）

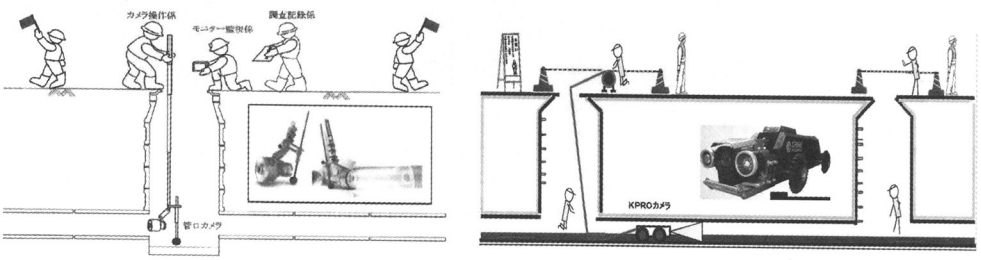
提案で管路内全線自走式の簡易カメラを用いた方法に変更しました。これにより、スクリーニング調査から詳細調査への移行率が、これまでの管口カメラ点検の実績に比べて約５％、約22km増える結果でした（図９）。すなわち、これまで管路の異常を見過ごしていたかもしれない場所が減少することで、下水道管路としての機能不全や道路の陥没等を未然に防ぐことに貢献していると考えています。また、受託者は、下水道維持管理分野において、それぞれの専門性を有した企業から知見ある技術者が参加し、各業務の進捗、成果、次の業務への引き渡し等において、業務を連携したクロスチェックを行っていました。その結果、業務の手戻りの減少、業務品質や精度の向上につながりました（図10）。

事業期間の短縮については、これまでの従来型事業では、管路調査、設計業務、改築工事の間に、委託業者の選定（入札事務手続き）が必要なために長い期間が必要でした。第１期の業務量を従来型事業として実施した場合、約３年８ヶ月を要する試算でしたが、包括的民間委託にしたことで、約１年５ヶ月となり、２年３ヶ月もの短縮となりました（図11）。これは、主に委託業者の選定にかかる期間（前業務の成果の照査、次業務の契約事務等）が短縮されたことと、一括受託により業務間の連携を取りながら効率的に業務が進められたことが挙げられます。

４）コスト縮減効果

４つ目は、事後保全型維持管理から、予防保全型維持管理に移行したことで得られるコスト縮減効果が挙げられます。

まず、管路の修繕費は、包括的委託開始前に年間平均で約93,390千円程度でしたが、第１期



管口カメラ：前後１０m程度の調査　　自走式簡易カメラ：全線の調査

図９　スクリーニング調査方法の改善

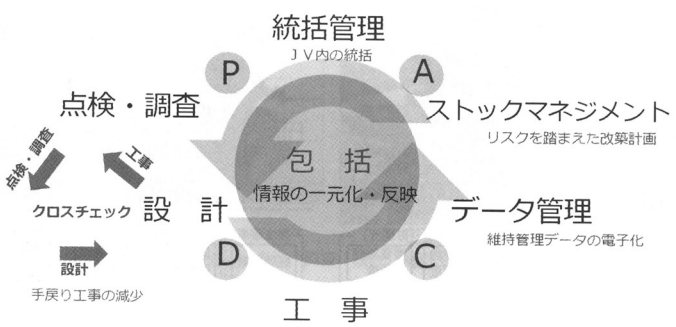


図10　受託者によるクロスチェック

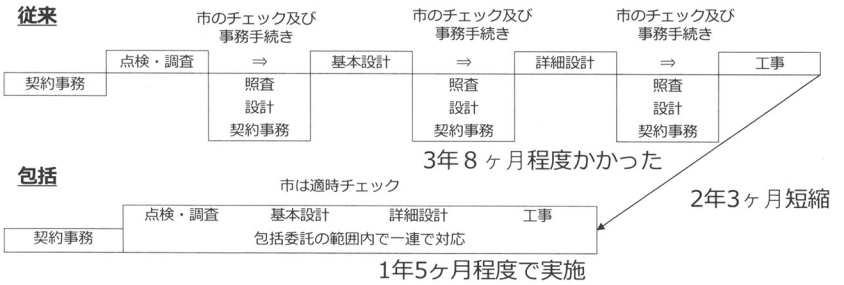


図11　事業期間の短縮効果

では年間平均で約85,450千円程度となり、約7,940千円減少しました（表２）。予防保全型管理に移行した当初は、積極的な調査により異常の発見が多発し、修繕費が増加するものと考えていましたが、効率的な業務の遂行、巡視や管路調査等の予防保全型維持管理の結果として、緊急修繕対応が減少していったことから修繕費が削減されたものと考えています。

次に、アウトカム指標として掲げた３項目（道路陥没件数、詰まり件数、苦情件数）の発生件数が、目標値である包括的民間委託実施前の過去５年の平均値を60％以上減少する結果となりました（表３）。予防保全型維持管理に転換したことで、管路の不具合が小さいうちに早期に発見して対処することで、アウトカム指標の各項目の件数が減少したと考えています。それに伴って、対策にかかる費用の削減につながりました。

第１期の事業における費用対効果（VFM：Value for Money）を試算した結果、従来型事業の場合と比較して、市職員人件費（４人分、年間約37,000千円）、事業パッケージ化による経費削減効果（年間約61,000千円）、また、前述のアウトカム指標の発生率低減による削減額（年間約7,940千円）を合わせて、年間約105,940千円の削減効果となりました。

(3)　導入のメリット

前述までの成果のほか、第１期目を実施して

税抜

	年　度	管路の修繕費
開始前	平成28年度	102,176,901
	平成29年度	81,970,109
	平成30年度	96,024,840
包括開始	令和元年度	85,942,371
	令和2年度	88,317,747
	令和3年度	78,585,163
	令和4年度	88,951,781

	年間平均
平成28～30	93,390,617
令和1～4	85,449,266
平均削減額	**7,941,351**

表２　年間維持管理費の推移

アウトカム指標	目標値	令和元年度	令和2年度	令和3年度	平均	削減率
道路陥没件数	15	6	4	7	5.7	**62%**
詰まり件数	95	39	31	20	30.0	**68%**
苦情件数	279	132	60	96	96.0	**66%**

表３　アウトカム目標の達成度

得られたメリットとして、特定の技術の採用や実施が難しい従来型事業と異なり、民間企業等が保有する新技術が導入しやすいことが挙げられます。そのほか、業務間の緊密な連携による成果の質の向上、個々の管路条件に合わせた技術・工法が柔軟かつ適切に選択できたことがあります。

新技術の導入では、スクリーニング調査の実施にあたり、当初は管口カメラによる調査を想定していましたが、JVの企画技術提案により、管きょ内を全線走行する自走式筒易カメラで調査を実施しました。これにより、管きょ内全スパンを目視確認でき、より詳細な調査を実現することができました。さらに、その詳細なカメラ調査データを基に、地域ごとの劣化状況や施設等の重要度を地図上に落とし込んだ下水道管の劣化ハザードマップを作成しました。上記成果により、机上の計画だったストックマネジメント計画を実態に合わせて見直すことができ、第２期以降の事業を効率的に進められています。この取組は、令和５年度の国土交通大臣賞「循環のみち下水道賞」アセットマネジメント部門を受賞することができました。

そのほか、施工計画を踏まえた詳細設計の実施（設計と施工の協力）、維持管理や調査業務における成果項目をストックマネジメント計画へ活用するための項目の工夫（維持管理と計画の協力）、場所や管径、延長に合わせた管更生工法の柔軟な選択（維持管理と設計の協力）などがあります。いずれも、業務期間の短縮や効率化に寄与しています。

(4)　第１期で直面した課題

本事業は、先行する類似の事案が無いため、当初計画では想定していなかった事象が度々発生して対策を求められました。主な事象について２点紹介します。

１）不測の増額変更による見直し

ボックスカルバートの管更生では、現地の底版の高さや構造が築造時の図面と異なる場所があり、管更生後の断面と勾配を確保するために、事前に不陸や段差の除去を目的としたコンクリート打設が必要になりました。また、屈曲部で生じる製管材の隙間や、構造変化点の端部に、人力でFRP素材を貼り付けるハンドレイアップなども必要となりました。しかし当初積算では、これらの費用を想定していなかったため、設計変更を余儀なくされる経緯があり、次期に向けて積算条件の整理や精度の向上などが課題となりました。

詳細調査では、木根の侵入やモルタル・油脂等の付着、取付管の突き出し等の障害物によってカメラが進めず、除去しなければ調査が進まない事態が発生しました。計画当初は想定していなかったため、巡視点検の延長を減らし、新

たに障害物除去業務を新設しました。そして、後述する本事業の第２期以降は、これまでに実施した第１期の実績を考慮した数量を参考に積算しています。

そのほか、全業務に共通しますが、交通量の多い道路や駅前の繁華街等では、道路使用における警察との協議や町会・病院等からの要望により、夜間施工への変更や交通誘導員の増員が求められたため、増額の要因となっていました。

第１期は、全体の総事業費と年度ごとの上限額が決まっていたため、これらの増額に対応するために業務量を減らす方法しかありませんでした。そのため各業務において、当初の計画延長よりも実施延長が少なくなる事態となりました。

２）緊急修繕の増加

本市では、これまで一度も点検をしていない管路に対して計画的な点検･調査を進めたため、必然的に緊急対応が必要な不具合が数多く発見されました。主な不具合は、古い人孔蓋や公共汚水桝の破損、本管のクラックや削孔部の閉塞不良でした。緊急修繕を行う業務は包括的民間委託事業に含まれていなかったため、別途業務を発注するしかありませんでした。また、当時本市では包括的民間委託事業と維持管理を担当する部署（課）が異なっていたため、課を横断して対応に当たる必要があり、やりとりに苦慮しました。

３．第２期事業について

⑴　第２期事業の概要

第２期事業の期間は令和５年１月から令和10年１月までの５年間です。委託当初の業務内容と実施規模（数量）は、簡易カメラ調査が369km、目視調査が158km、改築が13km、その他ストックマネジメント計画の見直し、企画技術提案に基づく任意業務となっており、１期と概ね同様となっています(表４)。異なる点は、修繕業務が追加されたことです。

計画的維持管理業務	管路内スクリーニング調査業務
	管路内詳細調査業務
	巡視点検業務
	公共汚水桝点検業務
	障害物除去業務
	修繕業務（第1期から追加した項目）
計画的改築業務	詳細設計業務
	改築施工業務
ストックマネジメント実施計画関連業務	点検調査データ管理業務
	ストックマネジメント実施計画の見直し業務
統括管理業務	
その他業務	企画技術提案に基づく任意業務

表４　業務内容（第２期）

受託者の選定は、令和４年８月中旬に公告し選定期間は約４ヶ月、第１期と同様に公募型プロポーザル方式で実施しました。参加者は第１期と同一のJVのみでしたが、公告資料に示された１者応募による選定の基準（評価点が700点／1,000点以上）を満たした評価となり優先交渉権者として選定され、契約を締結しました。

⑵　第１期からの変更点

第１期で直面した課題を踏まえて、第２期では以下の内容を変更しました。

１）アウトカム指標の目標値

まず、性能発注の指標としているアウトカム指標（陥没、詰まり、苦情件数）については、同様の指標を採用しています。第１期事業期間に目標の６割減となったことも踏まえ、この期間も含めた平成23年から令和３年までの年間件数で平均値を取り、年間目標値としました。そのため第１期よりも高い(厳しい)目標値となっています（表５）。

単位：件数/１年間当たり

アウトカム指標	第1期	第2期
道路陥没件数	15	12
詰まり件数	95	61
苦情件数	279	232

表５　アウトカム指標の目標値

２）積算

次に、積算については、第１期、第２期とも管径別に下水道協会の歩掛や県単価、各工法協会の見積もり等を用いて算出し、最安価だった単価で積算しています。しかし、経費率の算出方法は見直しを行っています。第１期は１年ごとに直接工事費を算出し、それに対し経費率をかけています。また算出方法が当時は確立されていなかったため、国交省の導入事例集にある先進都市の事例を参考に、工事費については10%、調査費は５％の削減率をかけ、総額を算出しています。第２期ではガイドラインの整備が進んできたため、５年分の直接工事費を算出し、それに対して経費率をかけ総額を算出しています。なお、第１期で実施した工事費、調査費の先進都市の事例である削減率の採用は行っていません。第２期においては、従来方式に比べ、包括的民間委託を実施した場合のコスト効果が約10%になっています。なお、前述した課題の一つであった管更生前の処理等のほか第１期で変更契約となった要素について、可能な限り第２期の当初積算に反映しました。

３）緊急修繕

また、もう一つの課題であった緊急修繕対応についても、一部業務内容に追加しています。修繕業務として追加した内容は、本管や取付管の内面補修と人孔蓋交換です。これらは、包括的民間委託業務で発見した事案について直接JVによる緊急対応が可能となるほか、人孔蓋交換についてはがたつきの苦情等への早期対応にも貢献し、市民サービスの向上に繋がっています。

⑶　企画技術提案に基づく任意業務

第２期の公募では、より競争性を高めるため、企画技術提案を充実させることを必要条件としました。企画技術提案で求めた項目として、「汚水量の多い管路における点検調査技術」など管路の維持管理で課題となる事象を解決するための方法や、「維持管理データと下水道台帳の連携に関する提案」など、情報共有に関する事項を求めました。

その結果、浮流式のスクリーニングカメラや取付け管のサテライトカメラ、JVの維持管理台帳と市の下水道台帳のリンク等、新たな提案をいただいていますので紹介します。

１）浮流式スクリーニングカメラによる調査技術

通常のカメラ点検・カメラ調査が困難な汚水量が多い管路では、「浮流式スクリーニングカメラ」を導入することで、面上部（天井･壁面）の状況が確認できます（図12）。水替え、切り回し等を実施せずに損傷を早期に発見でき、陥没等のリスクを低減できます。

２）サテライトカメラによる不明取付管施設調査技術

通常の不明取付管の調査は大がかりになりますが、本管側から取付管内部を調査する「サテライトカメラ」を用いることで、比較的容易に取付管の接続先を明らかにし、台帳の修正や閉塞処理の判断が可能となります（図13）。従来の送煙調査などに比べて迅速に調査ができ、民間用地への立入が最小限となることから、維持

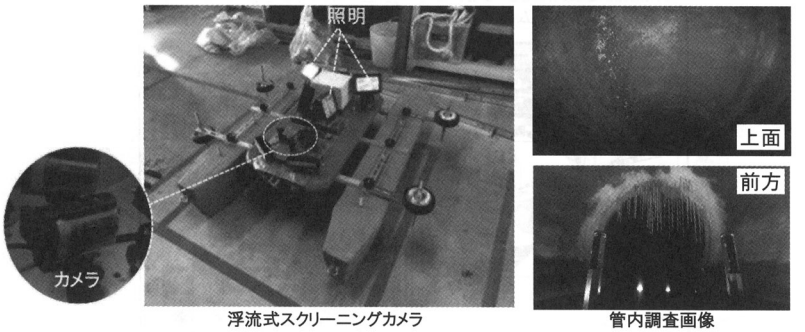


図12　浮流式スクリーニングカメラ

管理業務や改築施工業務の工程遅延を抑制できます。

3）下水道台帳システムへの維持管理データ閲覧機能の付与

本市で運用している下水道台帳システムと、JVが実施した調査等のデータを蓄積した「維持管理データベース」を連携させることで、下水道台帳システムから既往業務の維持管理情報の検索・閲覧が可能になります（図14）。包括的民間委託の成果物を連携させる方法と異なり、本事業の委託期間中に実施した調査結果等が随時更新されるため、維持管理の高度化・効率化につながります。

上記のように、受託者から提案のあった内容は、課題を解決する技術や手法であり、委託業務の効率化、成果の可視化、コスト縮減等を目指して実施項目が選定されています。費用の関係から部分的な実施となっていますが、持続可能な業務遂行に有効と認められる技術は、業務として予算化し採用することで、民間企業の参画意欲を確保しながら維持管理業務の質の向上が実現すると考えています。

第２期も、民間ノウハウを活用したこれらの提案が下水道事業全体とうまく絡み合い、課題解決に向けた相乗効果を発揮してくれることを期待しています。

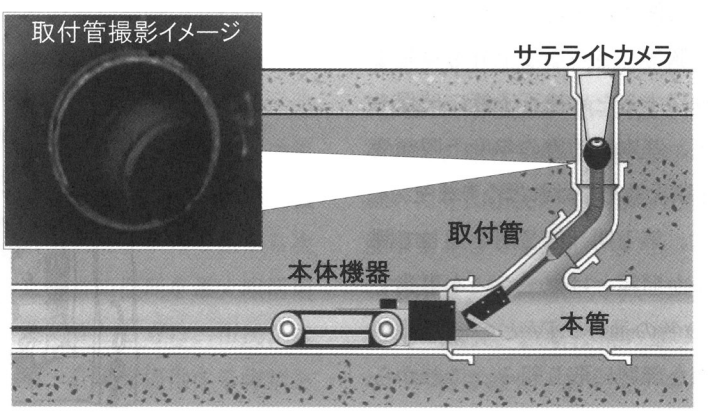


図13　サテライトカメラ概要図

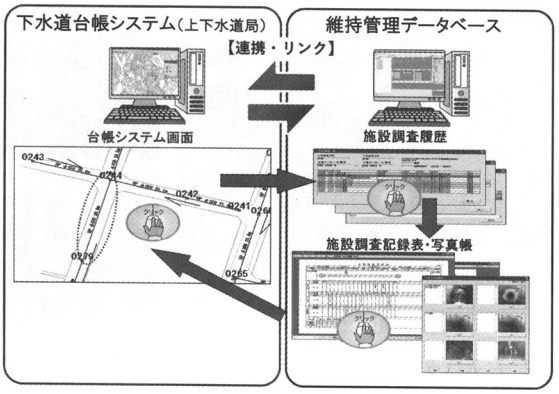


図14　台帳システムと維持管理データベースのリンク（イメージ）

4．新たな課題

第２期がスタートして令和６年９月で１年８ヶ月が経過しました。令和６年度からは、新たな官民連携の方針として国土交通省が打ち出したウォーターPPPの導入に向け、準備を進めています。柏市の事業は期間を10年に延伸することでレベル3.5の要件はほぼ満たしていると考えますが、レベル４であるコンセッション方式への移行も含めて事業の方向性を検討して行く予定です。

また、昨今の人件費及び物価の上昇による委託費の増額についても対応に迫られています。当初よりも１年で人件費が平均５％程上昇しており、材料費の高騰等、さらなる上昇も見込まれます。差額を捻出するため補正予算の確保や債務負担額の変更、基本契約書の年度上限額変更の手続きなどを順次進めなければなりません。

前述したように、第１期、第２期を通して課題が多く、なかなか順調とは言えない本事業ですが、官民連携の名の通り、JVとの協力体制を取りながら新たな課題に取り組み、これからも双方協議・合意の上、事業を進めていけたらと考えています。

