

【事例 ⑥】機能維持のコツ(効率的・効果的な施設管理(改築・維持を実践する大阪市)

- ・ 劣化予測とリスク評価を用いることで、膨大な施設を効率的・効果的に施設管理(改築・維持)することを検討

1. はじめに

明治 27 年に近代下水道事業に着手した大阪市は、膨大な下水道施設(ストック)を保有しており、また高度成長期に急速な普及拡大に伴い整備され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。

また、人口減少や節水化による使用料収入減など下水道経営の課題に直面するとともに、地震時においても公衆衛生の確保や市民の健康被害の防止の観点から耐震化などの機能向上も求められている。

本市ではこれまでも、点検調査に基づく効率的な下水道施設の管理を行っており、管渠においては昭和 63 年から TV カメラを用いた調査を開始し、この調査結果に基づいてこれまで約 800km の改築更新を行ってきた。また、機械電気設備では昭和 50 年頃に下水処理の二次処理化を進め多くの機械電気設備を設置しており、これらが平成初期には多くの設備が老朽化し、改築更新事業を速やかに遂行する必要性から計画的に改築更新事業に取り組んできた。

本市の今後の取り組みとしては、厳しい経営環境において、低廉かつ安定した下水道サービスを確保するためにストックマネジメント手法を取り入れ、施設の延命化や改築時期の最適化を行うなど、ライフサイクルコストの縮減を図りながら、引き続き、計画的・効率的な施設管理を行うものとしている。本稿ではそれらの取り組み、特に改築更新事業を進め方について紹介する。

2. 下水道施設の老朽化状況とその影響

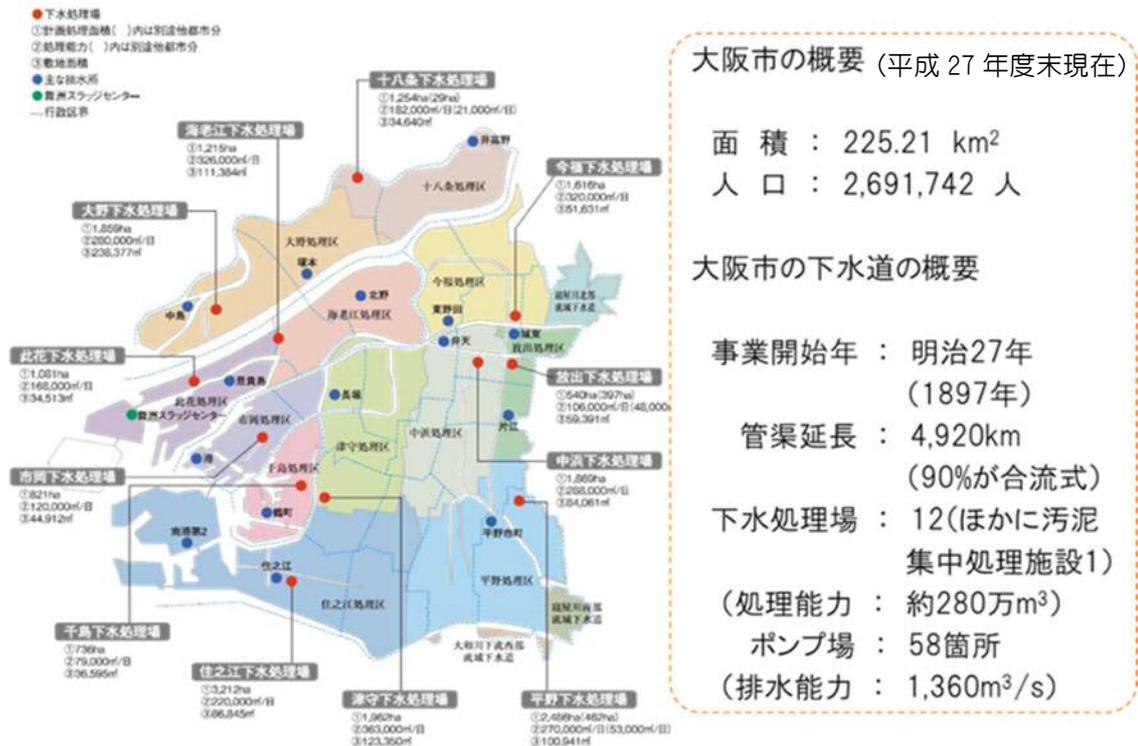


図2-1 大阪市の下水道事業の概要

大阪市では図 2-1 に示すとおり、管渠の総延長は 4,920km、12 の下水処理場、1 つの汚泥集中処理場及び 58 箇所の抽水所（ポンプ場）を有している。

年度別の管渠布設延長は、図 2-2 に示すとおり、平成 27 年度末時点において布設後 50 年を経過した管渠が全体の約 31%（約 1,510km）（全国平均 2%）を占めるまでに至っており、改築更新を行わなければ 10 年後には 50% を超える見込みである。また、年度別の機械・電気設備設置装置数は、図 2-3 に示すとおり、72 施設ある下水処理場・抽水所の約 4,600 装置の機械・電気設備のうち、設置後 20 年を経過した施設は全体の 50% を超える（約 2,430 装置）状況となっている。

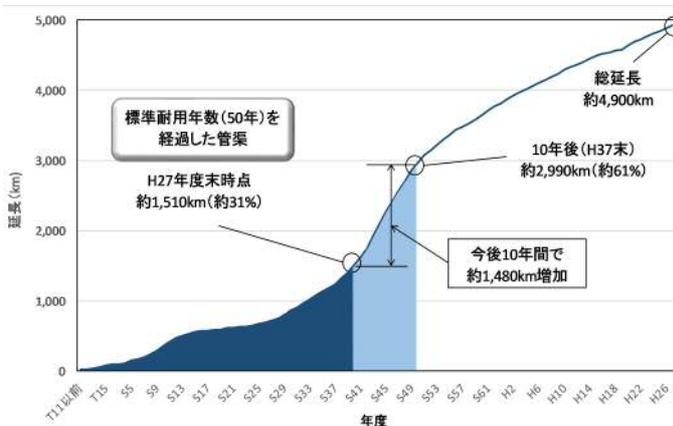


図 2-2 年度別管渠布設延長

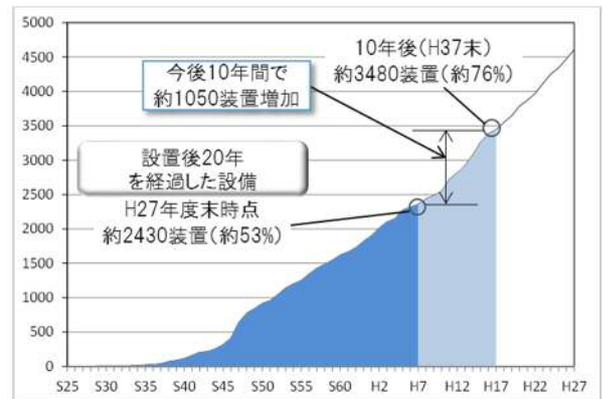


図 2-3 年度別機械電気設備設置装置数

本市においては老朽化した管渠が原因で生じる道路陥没は年間約 200 件発生し、これは単位距離当たりの全国平均の約 4 倍にも達している。図 2-4 に平成 21 年に大阪市中央区で発生した道路陥没状況を示す。これは中央大通りという交通量の多い幹線道路の車道部で発生した陥没であり、直径 380mm の小口径管渠の老朽化による損傷が原因であった。



図 2-4 大阪市中央区での道路陥没状況

3. 大阪市下水道施設管理計画について

本市では下水道老朽施設の増加に加え、下水道使用料減などの厳しい経営環境下において、低廉かつ安定した下水道サービスを確保するためにストックマネジメント手法を取り入れ、施設の延命化や改築更新時期の最適化を行うなど、ライフサイクルコストの縮減を図りながら計画的・効率的な施設管理を行うため、大阪市下水道施設管理計画を策定しており、平成 28 年度に公表する予定としている。

この大阪市下水道施設管理計画は、ストックマネジメントの推進に向けた基本的事項を取りまとめた基本方針であり、これを基に維持管理及び改築更新の実行計画を策定するものとしている（図 3-1）。

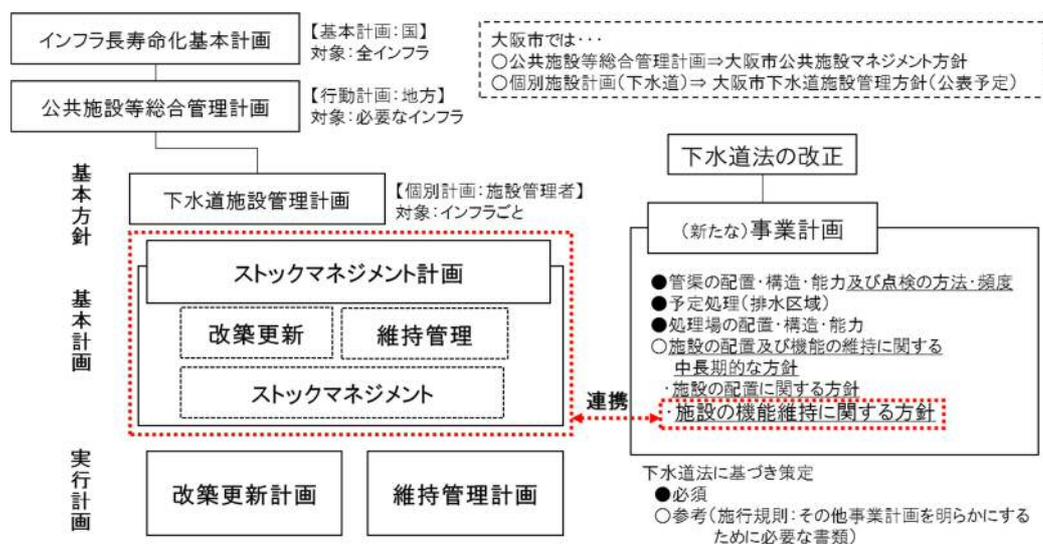


図 3-1 施設管理計画の位置付け

対象施設は大阪市内のすべての下水道施設である「管渠」「下水処理場」「抽水所(ポンプ場)」が対象である。計画的で効率的な施設管理を実施するために、『状態監視保全』を基本として、各施設の特性に応じた最適な方法により管理し、その優先度は、施設が有する機能や状態の健全さと施設規模や設置条件などに基づく重要度により設定している。

4. 管渠の具体的な取り組み事例

4.1 管渠台帳と健全度調査

本市では、平成5年度より下水道総合情報システムを整備してきており、現在では20万スパンに及ぶ市内すべての管渠をこのシステムに収録している。スパンごとに11桁の施設番号を付与し、それぞれに管径、管種、施工年月、深さ・延長等の属性情報、健全度及びGISの位置情報を格納しており、完成図書とも相互連携できるようにしている。巡視、

点検及び詳細調査の維持管理の結果も収録してシステム上で一元的に管理している。これらのシステムは各職員のPCから閲覧できるようにされており、基本的な位置情報等は大阪市建設局ホームページ上で公開している。

TVカメラ等による管内の詳細調査の結果、スパンごとの劣化状況を健全度として記録している。健全度は管渠の劣化状況を変形クラック、侵食、勾配不良、目地不良及び侵入水の5項目から評定し、5段階で評価している(図4-1)。昭和60年代より管内詳細調査を実施しており、これまで約2,000kmの調査を実施してきており、これらの結果もすべてシステムに登録している。

4.2 劣化予測技術の導入

ストックマネジメントを推進していく上で、改築更新事業の長期的な見通しを把握することは、下水道事業経営の持続性の確保の観点から非常に重要な取り組みとなる。本市では、これまで蓄積してきた約2,000km分、約9万スパンにも及ぶ膨大なデータを用いて、大学、企業と共同研究を行い、統計学的手法を用いて劣化予測技術を導入している。この劣化予測技術の導入の過程において、管渠の内径により劣化状況が異なることが判明したことから、内径別の劣化予測を行い早期対策の実施が必要となる健全度2となる年数を目標耐用年数として長期の改築更新事業を算出することとした(図4-2)。



図 4-1 詳細調査評点と健全度

なお、内径 600mm 未満においては、調査データが多く信頼性が高いことから中央値である 75 年を、内径 600mm 以上では調査データが少ないこと、また、100 年を超過した管渠が少ないことから、安全側である 5% 下限値の 110 年を目標耐用年数として設定した。

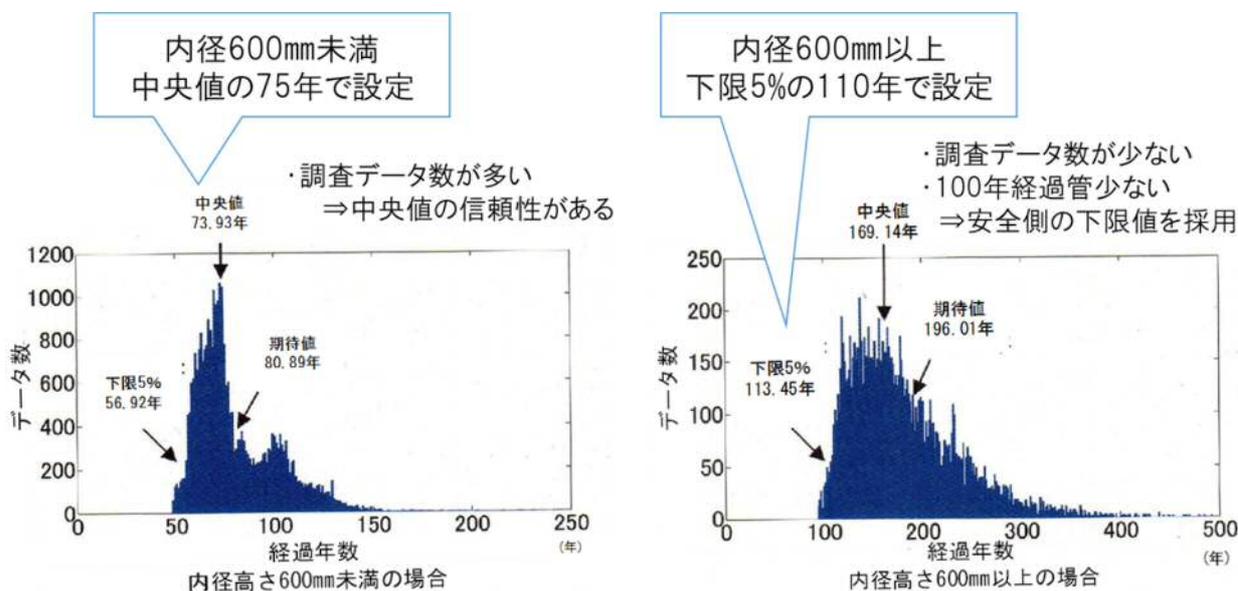


図 4-2 健全度 2 となる経過年数の頻度分布

4.3 改築更新事業の長期見通し

改築更新事業の長期見通しを算出するにあたり、目標とする施設状態を『①健全度 1 を早急に解消②健全度 2 の施設の割合を将来にわたり現在と同水準 (6%) 以下に維持する』とした。これは現在の状況を引き続き確保できれば、現状のサービスレベルの維持が可能であることから設定した。この目標を基に、劣化予測技術を用いて改築更新事業の長期的な見通しを算出した。健全度 2 となる頻度分布を内径 600mm 未満では 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、各年度における改築更新延長を算出した。また、この効果を検証するため、内径 600mm 未満の 5% 下限値である 60 年に達した時点で改築更新する時間計画保全との比較を実施した。

この結果、図 4-3 及び表 4-1 に示すとおり、従来の維持管理手法である時間計画保全に比べ、ストックマネジメントを導入し状態監視保全を導入した場合、改築更新事業費の 25% を削減することが可能となる。

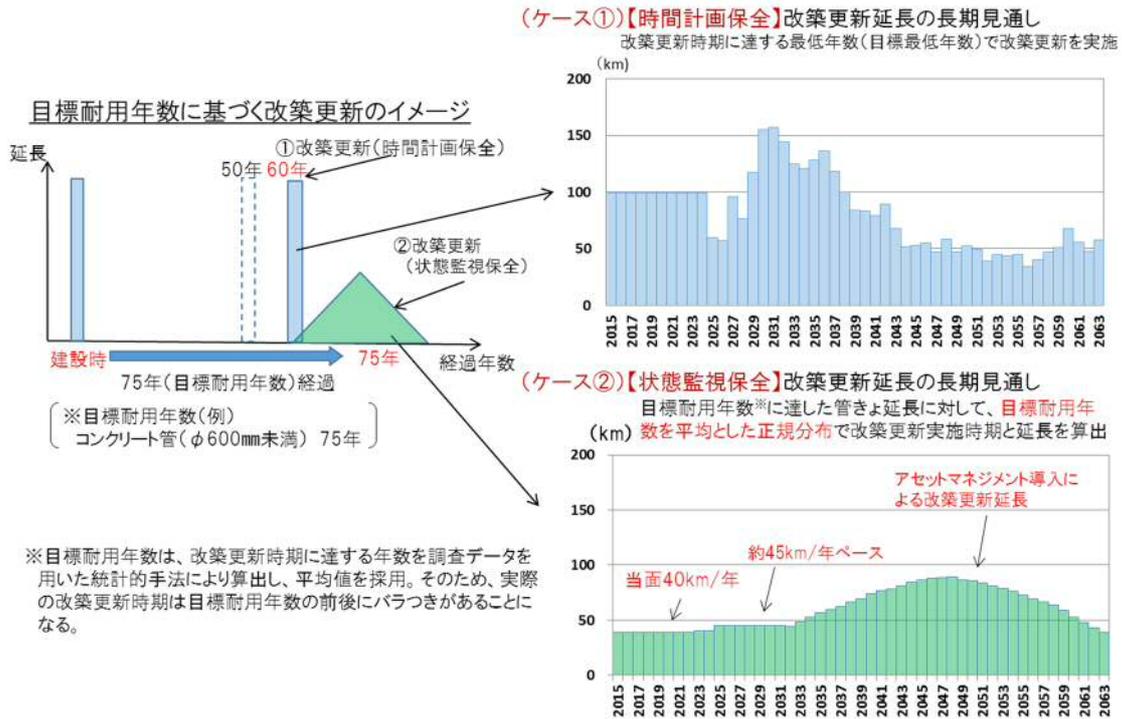


図 4-3 劣化予測技術を用いた改築更新事業の長期的な見通し

表 4-1 管理手法の違いによる事業費比較

		ケース①	ケース②
概要		従来の維持管理実績に基づく更新	ストックマネジメントに基づく更新
管渠更新時期	一般	60年	75(60-90)年
	大口径	110年	110年(95-125)年
維持管理方針		時間計画保全	状態監視保全
今後50年間	更新事業費	6,000億円	4,400億円
	(延長)	(4,000km)	(3,000km)
	調査費	-	約2億円/年
	合計	6,000億円	4,500億円
コスト削減効果			25%削減

※大阪市実績による費用比較。更新事業費は開削工事と管更生工事を同延長とした。

4.4 管渠施設の施設管理(維持管理・改築更新)

管渠施設の施設管理(維持管理・改築更新)の実施フローを図4-4に示す。管理方法は状態監視保全と設定し、巡視点検の結果、異常が確認されたもの、布設後50年を経過したもの、または劣化予測から健全度の低下が予測されているものは管内詳細調査の対象とする。管内詳細調査により得られる健全度とその管渠が有する重要度から優先度を評価し、優先度の高いものから改築更新を実施する予定である。

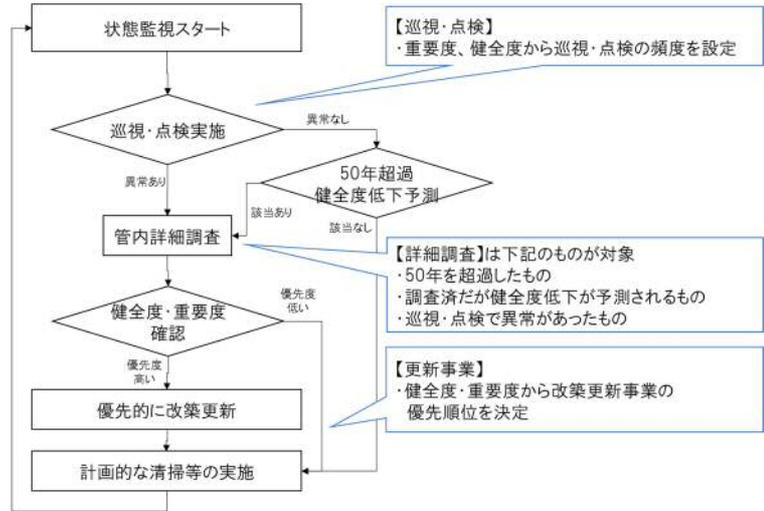


図4-4 管渠施設の施設管理フロー

優先度を設定するにあたり、下水道事業のストックマネジメント実施に関するガイドライン(2015年版)(以下「ガイドライン」)を参考に、リスクの特定→被害規模(影響度)の検討→発生確率の検討→リスク評価の順に行い、優先順位を設定した。

老朽化した下水管渠が破損することにより、①流下阻害等による下水道サービスの停止及び②道路陥没の発生の2点が生じることを特定リスクとして設定し、被害規模(影響度)は、その管渠が有する重要度を人口密度(昼間人口・夜間人口の多いもの)、管径及び地上の利用状況(車道・歩道等)によりそれぞれ5段階で評価したものを、4:3:3で評価したものをを用いた。また、発生確率は健全度の5段階評価を用いて、リスク評価はこれらの重要度と発生確率による5×5のリスクマトリクスを用いて優先度を設定した(図4-5)。ここで設定される優先度を用いて維持管理及び改築更新に活用している。

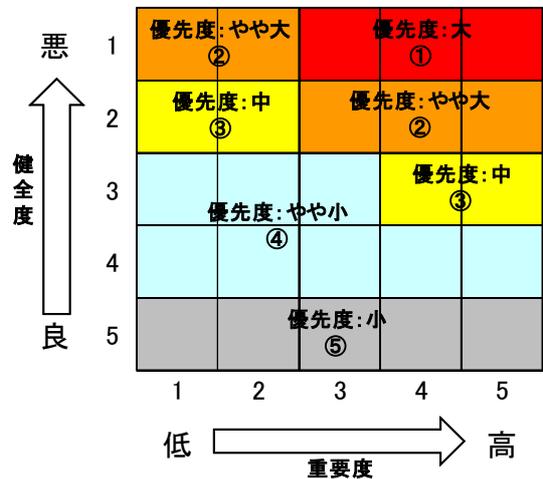


図4-5 管渠のリスクマトリクス

維持管理における巡視・点検は健全度と重要度から表4-2のとおり設定している。

表4-2 巡視点検の頻度設定について

	健全度	重要度	対象延長	頻度	巡視点検計画	
点 検	1	すべて	170km	1年に1回	約170km/年	約284km/年
	2	3~5	90km	3年に1回	約 30km/年	
		1~2	10km	5年に1回	約 2km/年	
	3	4~5	140km	5年に1回	約 28km/年	
1~3		380km	7年に1回	約 54km/年		
巡 視	1	1~5	250km	1年に1回	約250km/年	約964km/年
	1~5	5				
	2~5	1~4				

また、改築更新事業については管内詳細調査で得られた健全度を基に優先度を設定し、リスクマトリクスから優先順位を設定し、優先順位が高いものを GIS により図面化した(図 4-6)。ただし、この優先順位はあくまで机上の評価であることから、これをベースに現場実態に合わせた改築更新計画とすることが重要であることから、この優先順位リストを基に、総合地震対策計画、浸水対策計画及び合流改善計画等とのすり合わせを行い、改築更新事業を実施する予定としている。

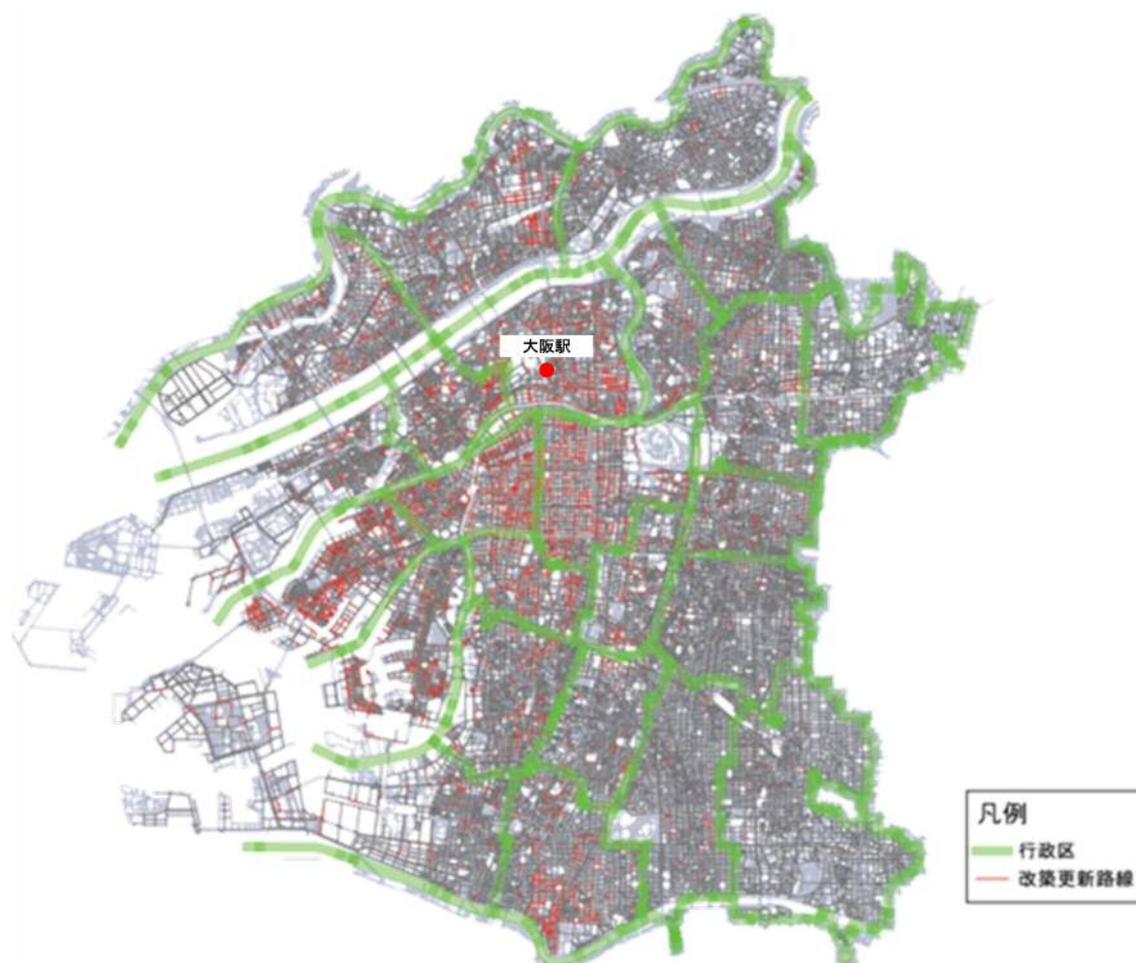


図 4-6 改築更新の優先度判定結果イメージ

5. 機械電気設備における具体的な取り組み事例

5.1 これまでの取り組み

本市が有する機械・電気設備の機器点数は約 4 万点に及んでおり、標準耐用年数が管渠に比べて短いことから、老朽化も進んでいる状況であるが、これまでも、本市の直営体制での日常点検や請負による修繕工事により、予防保全的な観点で維持管理を実施してきた。この結果、多くの機器において延命化が図られており、標準耐用年数を大きく超過して使用している場合

が多い。図 5-1 は、ポンプ設備及び汚泥処理設備を例に、これまでの設備更新実績を示しているが、主ポンプ設備については、汚水ポンプ設備及び雨水ポンプ設備とも、目標耐用年数(25年、30年)を大きく超えた状態で更新を実施している状況である。しかし、汚泥処理設備については、目標耐用年数の20年の前後において更新している状況であり、設備の使用環境や使用用途により、更新時期は大きく異なる状況となっている。

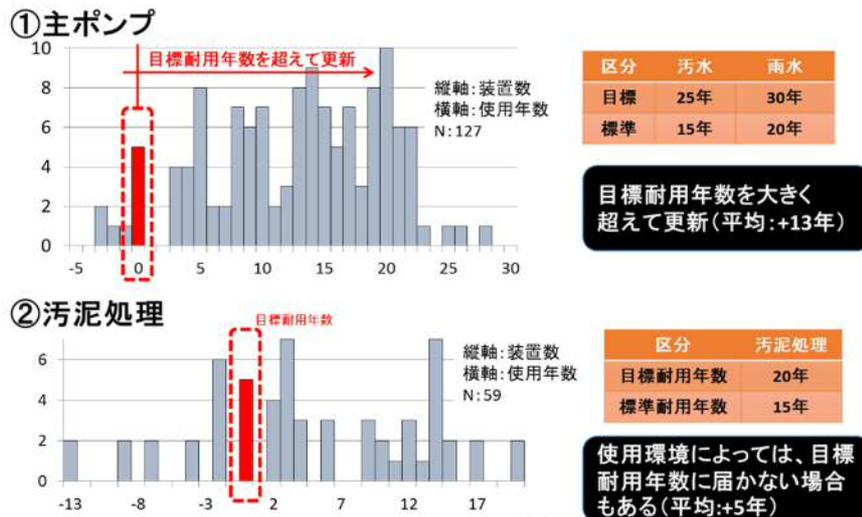


図 5-1 これまでの設備更新実績

5.2 管理単位とリスク評価

機械・電気設備は複数機器で機能を発揮するものが多いことから、本市においては単一機能を発揮する機器の集合体を「装置」と定義し、この装置単位で管理を実施している。この装置の中でも主たる機能を発揮し、コストインパクトの大きい「主機」を中心に管理することで、ライフサイクルコストを抑えた改築計画を立案することとしている(図 5-2)。また、主機の更新に合わせた装置全体の点検修繕計画を立案するものとしている。ただし、機器により耐用年数は異なることから、装置全体の寿命にあわせて、機器の一部更新や修繕、長寿命化を実施している。

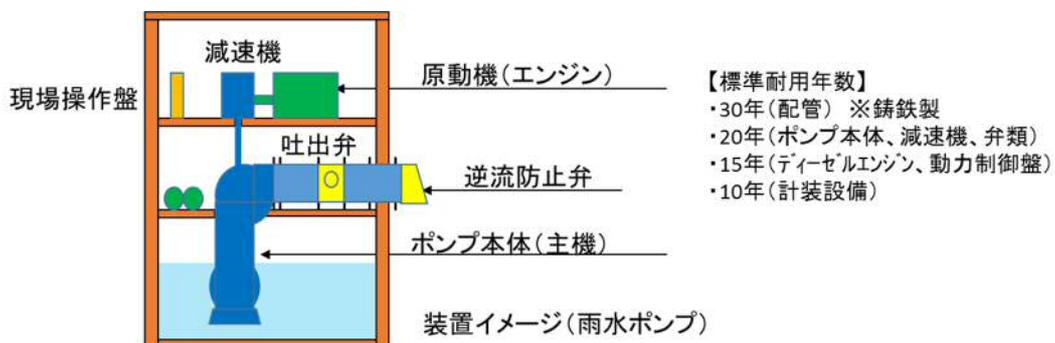


図 5-2 装置の概念図

この装置ごとに長期の改築更新事業の見通しを算出しており、管渠と同様にガイドラインに基づいて、リスク評価を行い優先順位を設定している。機械・電気設備における特定リスクは老朽化した設備による機能停止を想定しており、①ポンプ施設停止による下水の溢水及び②処理施設

停止による放流水質の悪化の2点を設定している。被害規模(影響度)は、排水機能や水処理機能に与える影響と予備機の有無から設定し、また、発生確率は定期調査による健全度評価から設定している。施設停止のリスクは被害の発生確率と発生する被害の大きさから設定し、これらの重要度3段階、健全度8段階の3×8のリスクマトリクスにより優先度を設定している(図5-3)。

			健全度							
			5	4	3.5	3	2.5	2	1.5	1
重要度 ↑ 高 ↓ 低		評価点	0.2	0.5	0.8	1.5	3	4	6	10
	最重要	10	2	5	8	15	30	40	60	100
	重要	8	1.6	4	6.4	12	24	32	48	80
	通常	5	1	2.5	4	7.5	15	20	30	50
			良 ←————→ 悪							

図5-3 機械・電気のリスクマトリクス

機械・電気設備における重要度及び健全度の設定は表5-1及び表5-2の通りとしている。機械・電気設備における健全度は定期調査で得られる機器の劣化度と経過年数により評価することとしているが、これは劣化していなくても耐用年数を大きく超過している機器は、メーカーによる修繕対応や部品供給が停止している可能性があるため、経過年数も含めて評価を行っている。

表5-1 機械・電気設備における重要度

重要度	故障時の影響	対象となるリスク項目
最重要	<ul style="list-style-type: none"> ・短期間でも市民生活に重大な影響を与えるもの ・短期間であっても維持管理作業に重大な支障となるもの ・爆発、火災事故に直結するもの 	・浸水に関するリスク
重要	<ul style="list-style-type: none"> ・長期間停止すると、サービスに影響を与えるもの ・長期間停止すると維持管理作業に支障をきたすもの ・著しい周辺環境悪化を招くもの 	・水質悪化に関するリスク
通常	・最重要または重要に該当しないもの	—

表 5-2 機械・電気設備の健全度評価

		劣化状況				
		A	B	C	D	E
経過年数	a	健全度5 (経過観察) 対策の必要無し		健全度3 (対策実施検討) 更新・長寿命化の対象 施設に位置付け、更新 時期や予算反映につい て検討する。		健全度1(機 能 停止中) 緊急的に 対策を実施
	b	健全度4 (経過観察及び検討) 早急な対策は必要ないが、 必要に応じて対策を検討する				
	c					
	d	健全度3 (対策実施又は計画見直し) 状態の良い施設については、 管理計画の見直しを検討する		健全度2 (早期対策実施) 更新・長寿命化計画を立案し 早期に対策を実施する		

経過年数の評価
(目標耐用年数に対して)
a: 1/3 以内 b: 2/3 以内
c: 2/3 を超過 d: 超過

劣化状況の評価
A: 劣化なし B: 軽微な劣化
C: 劣化進行 D: 不具合発生
E: 機能停止

5.3 改築更新事業の長期見通し

機械・電気設備においても、ストックマネジメントを推進していく上で、改築更新事業の長期的な見通しを把握することは、下水道事業経営の持続性の確保の観点から非常に重要な取り組みとなることから、管渠と同様に改築更新事業の長期見通しを次の通り行った。

改築更新事業の長期見通しを算出するにあたり、目標となる施設の目指す状態を『①健全度 1 の施設を生じさせない②健全度 2 の施設の割合を将来にわたり現在と同水準(15%)以下に維持する』とした。これは現在の状況を引き続き確保できれば、現状のサービスレベルの維持が可能であることから設定している。この目標を基に、これまでの本市において実施してきた維持管理の履歴及び健全度の

データから劣化モデルを用いて改築更新時期を予測した。これまでの実績から、機械設備においては標準耐用年

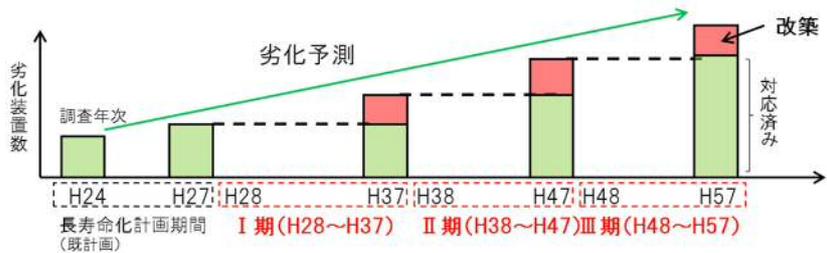


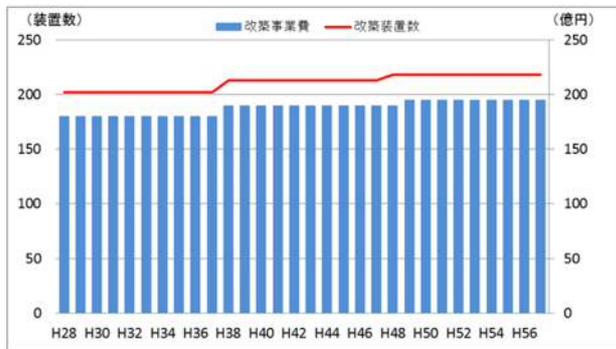
図 5-4 劣化モデルと改築更新事業量

数の 2 倍、電気設備にお

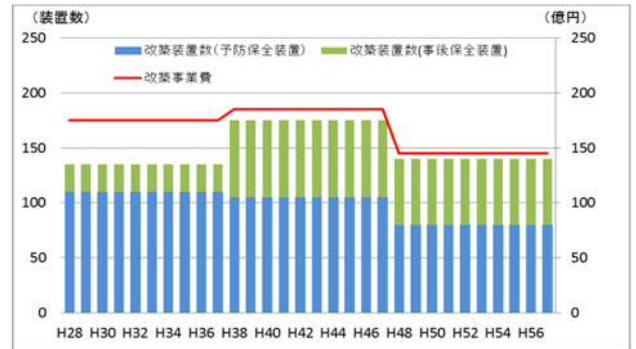
いては標準耐用年数の 1.5 倍を目標耐用年数として設定し、必要な改築更新事業量を試算した(図 5-4)。

もっともライフサイクルコストが低減される改築更新事業量とするため、設備設置後一定の年数が経過すれば改築更新する時間計画保全とする場合、健全度が 2 に低下した時点で改築更新する場合の 2 つのシナリオを設定し、それぞれを比較した。試算の結果、健全度 2 に低下した時

点で改築更新する場合が目標値も達成したうえで最もコスト縮減が図られること分かった(図5-5、6)。



シナリオ①



シナリオ②

(注) 機械・電気設備は改築周期が短く、老朽化設備が多いので劣化予測により10年単位で事業を平準化して考えている。

図 5-5 各シナリオの年度ごとの事業量

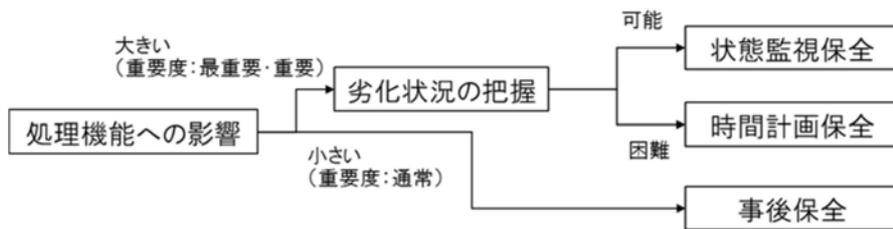
		シナリオ①	シナリオ③
概要		従来の維持管理実績に基づく更新	健全度に基づく更新 [健全度2で更新]
更新時期	機械設備	13～30年	16～40年
	電気設備	15～25年	15～30年
主な管理方針		時間計画保全	状態監視保全
ピーク事業量	改築更新費	218億円/年	185億円/年
	(改築装置数)	(195装置/年)	(175装置/年)
今後30年間	改築更新費	6,330億円	5,050億円
	(改築装置数)	(5,650装置)	(4,500装置)
	コスト比較	120%	100%
アウトカム達成		達成	達成

図 5-6 各シナリオ比較結果

5.4 機械・電気設備の施設管理(維持管理・改築更新)

機械電気設備の施設管理(維持管理・改築更新)を実施するにあたり、各機器の特性に応じて管理方法(状態監視保全、時間計画保全、事後保全)を適切に設定し、管理方法に応じた点検・調査・修繕・改築更新計画を立案することが必要である。本市では図5-7に示す通り、機械・電気設備の管理方法を分類している。

管理方法に応じて点検調査計画を立案するものとし、それぞれの点検手法について表5-3に示す。あわせて、これまで本市が行ってきた維持管理のデータ蓄積から、目標保全周期の設定を行った。装置毎に目標周期が異なることから主要な装置ごとに設定を行っている。



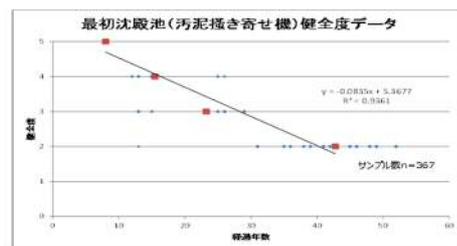
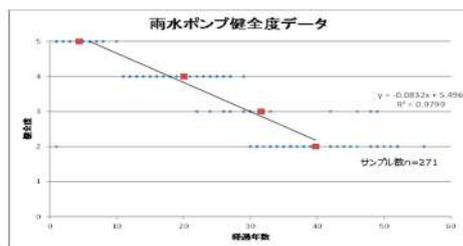
項目	概要	対象機器
予防保全／ 状態監視保全	重要度が高く、点検・調査による劣化状況の把握や不具合発生時期の予測が可能な設備 主に健全度低下により修繕・改築更新計画を立てる。	汚水・雨水ポンプ、 汚泥かき寄せ機、 機械スクリーン等
予防保全／ 時間計画保全	重要度が高く、点検・調査による劣化状況の把握や不具合発生時期の予測が困難な設備 主に時間経過により修繕・改築更新計画を立てる。	消化タンク設備、 電気設備全般、等
事後保全	重要度が低く、水処理・排水機能への影響が小さい設備 主に異常発生時に修繕・改築更新計画を立てる。	沈砂設備、高度処理 ゲート設備、等

図 5-7 機械・電気設備の管理方法の分類

表 5-3 管理方法ごとの点検・調査の内容

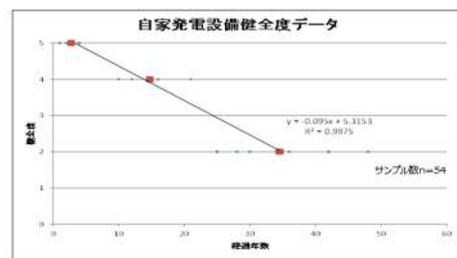
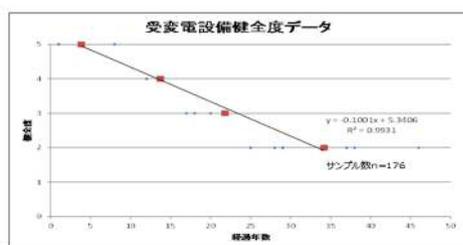
項目	概要	状態監視	時間計画	事後保全
日常点検	設備の運転状態や外観の確認を行う。 巡視点検や管理運転がこれに含まれる。	○	○	○
定期点検	定期的に行つ設備の老朽化等による不良個所発見及び劣化防止のための整備点検。 月例点検・年次点検・法定点検等がこれに含まれる。	○	△	×
定期調査	健全度を評価するための劣化度調査劣化度と経過年数により健全度評価を行う。	○	○	○

○:基本的に実施する △:必要に応じて実施する ×:基本的に実施しない



雨水ポンプ: 42年経過で健全度2(標準: 20年)

汚泥かき寄せ機: 40年経過で健全度2(標準: 15年)



受変電設備: 33年経過で健全度2(標準: 20年)

自家発電設備: 35年経過で健全度2(標準: 15年)

図 5-8 主要な装置ごとの目標保全周期の設定

6. 今後の取り組み課題等

今後の本市において計画的・効率的な施設管理を実践していく上で課題となっている点及びその対応方針について、表 6-1 に示す。

表 6-1 今後の取り組み課題点と対応方針

課題点	対応方針
・台帳の精度が一部低いものがある ・維持管理情報や改築更新情報の台帳への反映に時間を要している	・情報入力に関するルール策定、ガイドブック等の整理など ・ルール実施の徹底を図るための業務フローづくり
・他の計画との整合性の確認必要	・他の計画との整合性を図る PDCA サイクルの構築を実施。また定期的に見直すルール作り
・ストックマネジメント手法の組織への浸透が図れていない	・すべての部門においてストックマネジメント手法への抵抗感を解消するための勉強会の実施 ・担当者が参加する PT や WG の構築と実施

上記の課題解消に向けた継続的な取り組みを実施すること、また、定期的な検証や見直しを行うことで、PDCA サイクルの構築とその実施徹底を図り、本市の取り巻く環境に適切に対応しつつ、下水道サービスの維持を行っていくべく、取り組みを継続していきたい。

【事例 ⑦】機能維持のコツ(アセットマネジメントを用いて管きよの維持管理を効率的に進める仙台市)

・アセットマネジメントを用いて管きよの維持を実施

1. 仙台市下水道管路施設の状況

1.1 仙台市市勢と污水関連施設

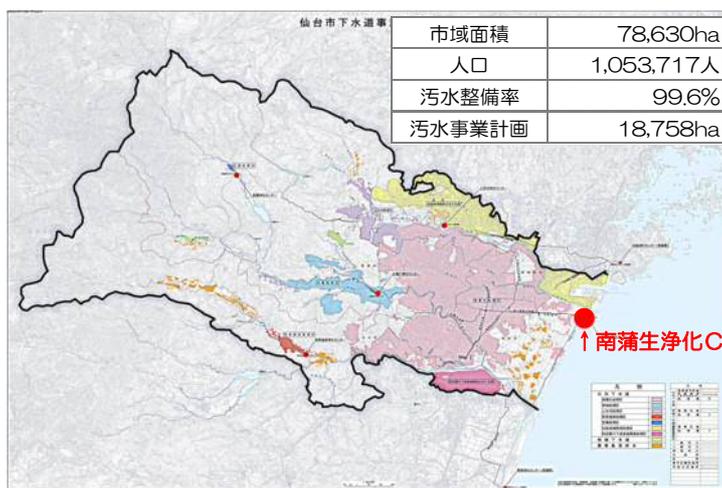
仙台市は、東は太平洋、西は山形県に面し、面積人口規模等は図 1-1 の通りである。

污水事業計画面積は市域面積の約 24%であり、都市部が集中している一方で自然部の占める割合が大きい。

この集中した都市部を受持つ污水関連施設を表 1-1 に示す。処理区域としては、図 1-1 に薄ピンクで示した南蒲生処理区域が最大で、合流区域(約 2,700ha)と分流区域から成っており、市内から発生する污水の約 7 割を南蒲生浄化センターで処理し太平洋へ放流している。

また、污水系の管きよ延長は約 3,500km で、市中心部の最も古い合流管は布設後 119 年を迎えようとしている。

このように、仙台市の污水整備は概成を迎えており、将来も安心して下水道を使えるよう、アセットマネジメントを導入し効率的な維持管理を行っていく時代を迎えている。



污水施設関連		
管きよ施設	合流	596km
	分流污水	2,948km
処理施設	市単独	5箇所
	県流域	2箇所
送水施設	中継P	33箇所
	マンホールP	210箇所

表1-1

図1-1

1.2 管路延長推移

仙台市における下水道管路延長推移を図 1-2 に示す。平成 28 年度末において、雨水系を含んだ総延長は 4,801km となった。平成 28 年度の布設延長が大きな値を示しているが、これは行政による新規整備ではなく、土地区画整理事業完了による管路施設帰属によるところが大きい。

そして、この 4,801km のうち 252km が既に標準耐用年数の 50 年を経過しており、約 80% にあたる 193km が未改築となっている。更に、今後 20 年間で 2,093km が標準耐用年数を超える

見込みであり、将来における改築更新をより効率的に進めていくことが必要であるとともに大きな課題となっている。

また、仙台市の管路施設のほとんどは平成 23 年の東日本大震災を経験しており、管路延長の約半分を占めるヒューム管や陶管については、震災時管路調査において災害復旧が必要なほどの不具合はなかったとしても、小規模な管路の不具合が潜在している懸念がある。

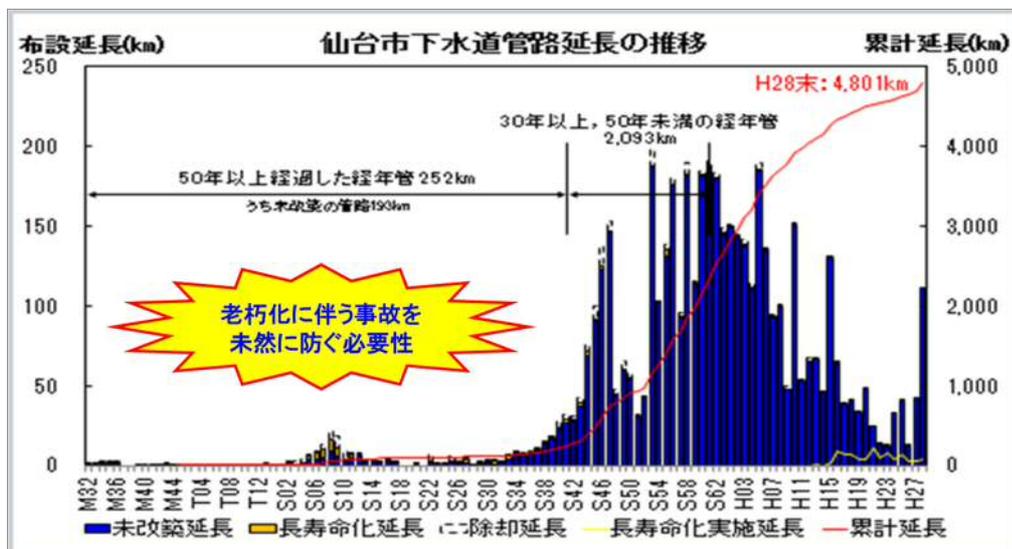


図 1-2

1.3 管路障害発生事例

仙台市では、管理する下水道施設に関連した要望・苦情等は年間約 4,000 件に上っている。内訳は多種多様であるが、汚水系管きよにおいて発生した障害の事例について取り上げる。

(1) 道路陥没

平成 28 年度は、下水道管起因による道路陥没が 79 件発生した。陥没は予測できない現象であることに加え、市民がトイレ等を使用できなくなったり、通行止めや事故発生など道路交通への影響も大きく、最も防ぐべき障害の一つである。

仙台市では陶管の取付管が陥没の原因となることがほとんどであることから、平成 27 年度より、取付管のカメラ調査を本格的に実施している。



(2) 流下阻害

管内への木根侵入や油脂詰りの例を下に示す。仙台市では、木根侵入の件数が多い傾向が見られ、ある団地で多く発生するといった地域性や同じ場所で繰り返し発生するといった特徴がある。これまでの木根侵入対策は、事後対応としての木根除去にとどまっており、これが繰り返し発生する一因となっていたことから、過去に木根侵入の苦情を受け維持管理を目的とする場合に限り、宅内最終枿を塩ビ枿へ交換している。

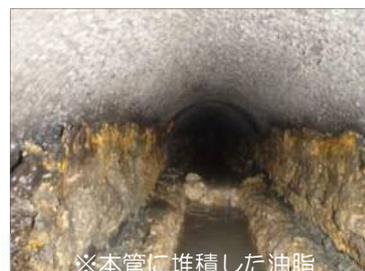
また、油脂詰りは飲食店の下流部に発生することが多いことから、比較的原因を特定し易く、定期的な管内点検や飲食店の管理する除外施設を抜打ち点検するなどといった予防保全に努めている。



※本管に侵入した木根



※宅内枿に侵入した木根



※本管に堆積した油脂

(3) 鉄蓋老朽化

仙台市では、雨污水合流計で約 136,000 箇所の人孔を管理している。

鉄蓋老朽化については一般新聞紙にも取り上げられたところであり、鉄蓋の劣化の進み具合では、表面がすり減ってスリップ事故が起きる危険を指摘されている。

管路施設については、下水道台帳において管路情報や人孔情報を把握しているが、現状では蓋の年代や型式情報は把握できていない。

新聞報道を契機に、人孔の固定資産情報から蓋の年代を推察してみると、飛散防止型は約 3 割止まりとなっている。

一方で、摩耗やガタつきといった不具合を有する蓋については順次交換工事を行っているが、例年 500 箇所程度であり、人孔蓋の老朽化対策が課題になりつつある。

また、仙台市では民地と本管を結ぶ宅内最終枿を管理しており、家屋数を考えるとその数は人孔蓋のそれと比較にならない程である。

近年では、この蓋が破損するケースが多く見られ、多くは直営により交換作業を行っているところである。

枿蓋破損は道路陥没と同様に、事故に直結する危険性が大きいことから、予防保全が望まれる施設の一つと言える。



※破損した枿蓋

(4) 取付管破損

仙台市で発生する道路陥没(下水道起因)の約 9 割は、陶管取付管によるものである。陶管取付管は昭和 60 年代頃まで使われており、市中心部から周辺エリアまで広範囲に存在している。

下は調査による陶管取付管の破損事例であるが、このような不具合を発見した場合には直ちに改築工事を行い、少しでも陥没件数を減らすための予防保全を行っている。

加えて、老朽化対策として本管の改築工事を行う際には、陶管取付管を不具合の有無に関わらず塩ビ管に交換しており、例年 300 箇所程度の実績がある。



1.4 管路維持台帳システム

仙台市の下水道施設に関する要望・苦情数は年間約 4,000 件に上っている。それらの情報を GIS 上で管理しているのが「管路維持台帳システム」である。これは、平成 25 年度から本格運用を開始したアセットマネジメントによって構築したもので、要望・苦情の受付内容⇒位置情報⇒現地状況⇒対応内容(写真)⇒結果までの一連の経緯を一元管理するものである。これにより、過去の状況や施設との関連を迅速に把握することが可能になり、市民からの声に対してシステム上でスケジュール管理しながら、早急かつ着実な対応を行っている。

図 1-3 にシステム画面を示す。内容ごとにマーカーが異なっているため視覚的に判断し易くなっており、それぞれのマーカーが個別情報を持っている。また、下水道台帳図や他種のレイヤーと重ねて表示することで、様々な情報を一つの画面で得ることができる。

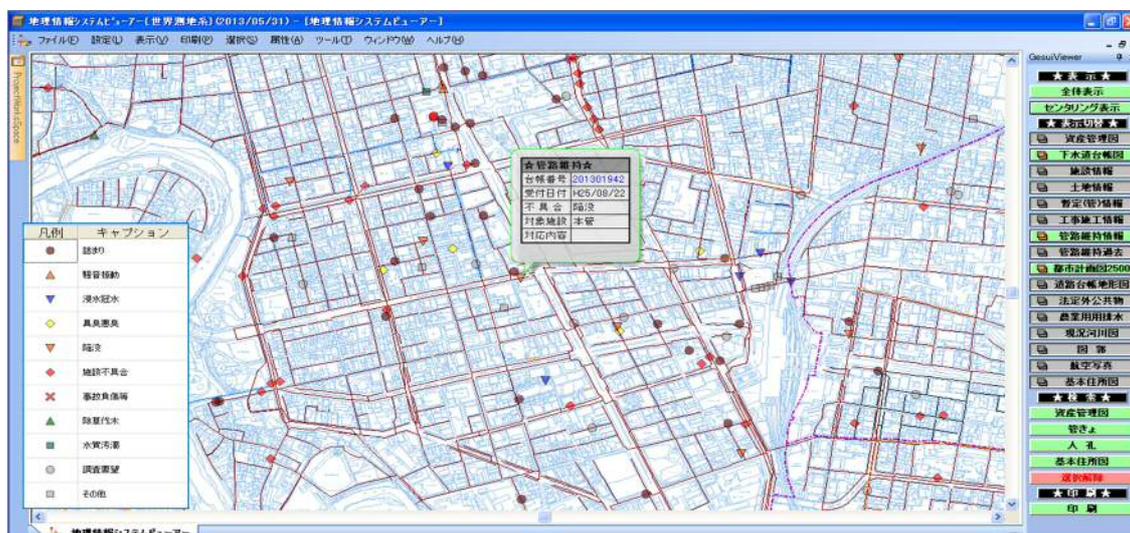


図 1-3

また、過去の記録を種類別に表示できることを利用することで、図 1-4 や図 1-5 のように発生した不具合の地域特性を分析することも可能であり、今後、計画的なパトロールを行うなど予防保全に役立てたいと考えている。

ちなみに道路陥没は、やはり陶管の取付管が多い市中心部に集中しており、縦 300m×横 400m の 1 メッシュにおいて過去 10 件以上も発生しているエリアなどは、TV カメラによる取付管調査を優先して行うべきである。

一方、詰まりについては、開発団地といったまとまりで不具合が多いという傾向を把握することができ、面的な対応を実施する判断に至ったケースもある。

赤丸で囲んだ中には、6 件以上の赤エリアと 10 件以上の黒エリアが連続しており、その範囲は開発団地との整合が見られている。

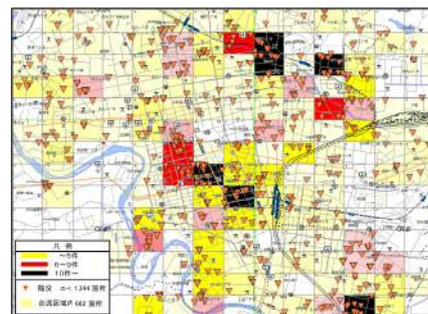


図 1-4 過去の記録における陥没の分布

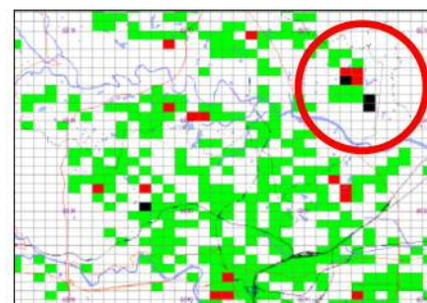


図 1-5 過去の記録における詰まりの分布

2. 管路施設の適正な維持管理

2.1 仙台市下水道マスタープランと中期経営計画

現在、仙台市下水道事業は、平成 27 年度に策定した「仙台市下水道マスタープラン」に基づいて事業を進めている。

本プランでは、下水道の役割や現状の課題、社会情勢の変化を踏まえ、改めて下水道事業の使命を基本理念として明らかにし、下水道が進むべき方向性を 6 つの基本方針として定めている。

さらに、各基本方針には、今後具体的に取組むべき施策を整理しており、計 18 の施策がある。

このマスタープランを着実に推進していくためには、施策やその取組みについて、10 年間の計画期間の中で達成すべき目標や具体的な実施計画、必要な予算等を明確にして確実に進捗管理を行う必要があることから、「仙台市下水道事業中期経営計画」を策定し、現在は本計画に基づき事業運営を行っている。

これは、仙台市下水道事業では効率的・効果的に事業運営を行うための仕組みとしてアセットマネジメントを導入しており、アセットマネジメントに

基づいて事業に係るリスクや費用を適切に評価し、これらの最適なバランスを考慮し策定したものである。

中期経営計画は、変化の激しい社会情勢を的確かつオンタイムに反映すべく、マスタープランの計画期間を前期と後期の 5 年ずつに分割し、現在は前期 5 年計画に相当する。



2.2 中期経営計画に基づく維持管理施策

本計画で定めている維持管理面の施策を以下に示す。各施策には達成目標があり、それを満足するための手段として管理指標を設定している。年度毎にこの管理指標の成果を確認することで適切に進捗管理を行うとともに、達成結果は毎年度市民に公表している。

【施策1】下水道施設の適正な維持管理

くらし・社会																																																																				
基本方針1 生活環境維持の方針（快適なくらしを支え続ける）																																																																				
施策1 下水道施設の適正な維持管理																																																																				
<p>下水道施設の増加や老朽化に伴い、道路陥没など管路施設の不具合に起因する事故や浄化センター・ポンプ場における設備故障が多く発生しています。経営資源の減少に対応しつつ、これらの発生を未然に防ぐためにも、業務の更なる効率化・高度化を図るとともに、近年急速に発達しているICTをこれまで以上に活用しながら、下水道施設を適正に管理し、下水道の機能を正常に維持します。</p>																																																																				
<p>■ 達成目標</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>成果指標</th> <th>目標の方向性</th> <th>現状値（26年度）</th> <th>目標値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>汚水溢れ回数（管路）</td> <td>減少（↓）</td> <td>91回</td> <td>計画期間5ヶ年の平均で現状値より減少</td> </tr> <tr> <td>汚水管詰まり回数</td> <td>減少（↓）</td> <td>628回</td> <td>計画期間5ヶ年の平均で現状値より減少</td> </tr> <tr> <td>ポンプダウン回数</td> <td>減少（↓）</td> <td>1回</td> <td>毎年度0回</td> </tr> </tbody> </table>		成果指標	目標の方向性	現状値（26年度）	目標値	汚水溢れ回数（管路）	減少（↓）	91回	計画期間5ヶ年の平均で現状値より減少	汚水管詰まり回数	減少（↓）	628回	計画期間5ヶ年の平均で現状値より減少	ポンプダウン回数	減少（↓）	1回	毎年度0回																																																			
成果指標	目標の方向性	現状値（26年度）	目標値																																																																	
汚水溢れ回数（管路）	減少（↓）	91回	計画期間5ヶ年の平均で現状値より減少																																																																	
汚水管詰まり回数	減少（↓）	628回	計画期間5ヶ年の平均で現状値より減少																																																																	
ポンプダウン回数	減少（↓）	1回	毎年度0回																																																																	
<p>■ 取組み項目</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>項目1</th> <th colspan="5">管路施設の適正な維持管理</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>概要</td> <td colspan="5"> <ul style="list-style-type: none"> ● 管路施設の機能を確実に発揮させるために、日常的・定期的な維持管理を的確に実施し、施設を良好な状態に保ちます。 ● 記録・蓄積された維持管理情報を分析し、活用することで、より効率的な維持管理を実施します。 </td> </tr> <tr> <td>主な事業</td> <td colspan="5"> <p>< 管路施設の点検 > 老朽化した管路等を中心に管路施設の点検を実施し、不具合の未然防止を図ります。</p> <p>< 不具合取付管の改善 > 調査や清掃時に不具合が見つかった取付管に対し、計画的に改築を行い、汚水管の詰まりの未然防止や維持管理コストの削減を図ります。</p> <p>< 老朽化した人孔蓋の交換 > 摩耗やがたつき等の不具合が見つかった人孔蓋に対し、計画的に交換工事を実施します。</p> </td> </tr> <tr> <td></td> <td>実施計画</td> <td>28年度</td> <td>29年度</td> <td>30年度</td> <td>31年度</td> <td>32年度</td> </tr> <tr> <td>管路施設の点検</td> <td>実施</td> <td>⇒</td> <td>⇒</td> <td>⇒</td> <td>⇒</td> <td>⇒</td> </tr> <tr> <td>不具合取付管の改善</td> <td>実施</td> <td>⇒</td> <td>⇒</td> <td>⇒</td> <td>⇒</td> <td>⇒</td> </tr> <tr> <td>老朽化した人孔蓋の交換</td> <td>実施</td> <td>⇒</td> <td>⇒</td> <td>⇒</td> <td>⇒</td> <td>⇒</td> </tr> <tr> <td>課題別</td> <td>管路施設点検延長</td> <td colspan="5">5年間で800km</td> </tr> <tr> <td></td> <td>不具合取付管改善箇所数</td> <td colspan="5">5年間で1,900箇所</td> </tr> <tr> <td></td> <td>老朽化人孔蓋交換箇所数</td> <td colspan="5">5年間で2,700箇所</td> </tr> </tbody> </table>		項目1	管路施設の適正な維持管理					概要	<ul style="list-style-type: none"> ● 管路施設の機能を確実に発揮させるために、日常的・定期的な維持管理を的確に実施し、施設を良好な状態に保ちます。 ● 記録・蓄積された維持管理情報を分析し、活用することで、より効率的な維持管理を実施します。 					主な事業	<p>< 管路施設の点検 > 老朽化した管路等を中心に管路施設の点検を実施し、不具合の未然防止を図ります。</p> <p>< 不具合取付管の改善 > 調査や清掃時に不具合が見つかった取付管に対し、計画的に改築を行い、汚水管の詰まりの未然防止や維持管理コストの削減を図ります。</p> <p>< 老朽化した人孔蓋の交換 > 摩耗やがたつき等の不具合が見つかった人孔蓋に対し、計画的に交換工事を実施します。</p>						実施計画	28年度	29年度	30年度	31年度	32年度	管路施設の点検	実施	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	不具合取付管の改善	実施	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	老朽化した人孔蓋の交換	実施	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	課題別	管路施設点検延長	5年間で800km						不具合取付管改善箇所数	5年間で1,900箇所						老朽化人孔蓋交換箇所数	5年間で2,700箇所				
項目1	管路施設の適正な維持管理																																																																			
概要	<ul style="list-style-type: none"> ● 管路施設の機能を確実に発揮させるために、日常的・定期的な維持管理を的確に実施し、施設を良好な状態に保ちます。 ● 記録・蓄積された維持管理情報を分析し、活用することで、より効率的な維持管理を実施します。 																																																																			
主な事業	<p>< 管路施設の点検 > 老朽化した管路等を中心に管路施設の点検を実施し、不具合の未然防止を図ります。</p> <p>< 不具合取付管の改善 > 調査や清掃時に不具合が見つかった取付管に対し、計画的に改築を行い、汚水管の詰まりの未然防止や維持管理コストの削減を図ります。</p> <p>< 老朽化した人孔蓋の交換 > 摩耗やがたつき等の不具合が見つかった人孔蓋に対し、計画的に交換工事を実施します。</p>																																																																			
	実施計画	28年度	29年度	30年度	31年度	32年度																																																														
管路施設の点検	実施	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒																																																														
不具合取付管の改善	実施	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒																																																														
老朽化した人孔蓋の交換	実施	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒																																																														
課題別	管路施設点検延長	5年間で800km																																																																		
	不具合取付管改善箇所数	5年間で1,900箇所																																																																		
	老朽化人孔蓋交換箇所数	5年間で2,700箇所																																																																		

・ 管路施設点検

⇒5年間で800km

30年経過管が対象。後述する仙台市下水道防災訓練による調査延長も加味している。不足分は委託しており、人孔調査および地上からの管口調査を行う。

・ 不具合取付管改善

⇒5年間で1,900箇所

主に陶管の取付管が対象。道路陥没の原因を計画的に減らしていく。

・ 老朽化人孔蓋交換

⇒5年間で2,700箇所

平受型から飛散防止型の鉄蓋に交換していくこととしているが、対象数が膨大である。

【施策2】下水道施設の計画的な保全

くらし・社会						
基本方針1		生活環境維持の方針（快適なくらしを支え続ける）				
施策2		下水道施設の計画的な保全				
下水道施設の老朽化に伴い、道路陥没など管路施設の不具合に起因する事故や浄化センター・ポンプ場における設備故障が多く発生しています。経営資源の減少に対応しつつ、事故や故障を未然に防ぐためにも、より効果的かつ効果的な施設保全に取り組みます。						
■ 達成目標						
成果指標		目標の方向性	現状値 [26年度]	目標値		
陥没件数		減少（↓）	89件	計画期間5ヶ年の平均で現状値より減少		
主ポンプ故障停止時間		減少（↓）	4,056時間	計画期間5ヶ年の平均で現状値より減少		
■ 取組み項目						
項目4 管路施設の計画的な保全						
概要 <ul style="list-style-type: none"> ● 不具合や事故の発生を未然に防止するために、TVカメラ調査により管路施設の状態を把握するとともに、蓄積した維持管理情報を活用し計画的な保全を実施します。 ● 陶管については、他の材質の管路に比較して損傷の可能性が高く、詰まりや道路陥没の大きな要因となっているため、優先的な保全に取り組みます。 ● 管路施設の保全にあたっては、長寿命化対策*を適切に実施し、維持管理費やその後の更新費を含め、ライフサイクルコストの最小化を図ります。 						
主な事業 <ul style="list-style-type: none"> <腐食のおそれのある管路施設の点検> 腐食のおそれのある管路施設の異増の有無を計画的に把握します。 <管路施設の調査> 管路リスクに基づき管路施設のTVカメラ調査や目視調査を行い、不良箇所のある管路を抽出します。 <老朽管の改築> 中心市街地や中山吉成地区など、管路施設の計画的な改築を実施します。 						
実施計画		28年度	29年度	30年度	31年度	32年度
腐食のおそれのある管路施設の点検		実施	▶▶▶	▶▶▶	▶▶▶	▶▶▶
管路施設の調査		実施	▶▶▶	▶▶▶	▶▶▶	▶▶▶
老朽管の改築		実施	▶▶▶	▶▶▶	▶▶▶	▶▶▶
課題・目標		腐食のおそれのある管路施設点検箇所数		5年間で211箇所		
		管路施設調査延長		5年間で69km		
		老朽管改築延長		5年間で19km		

- 腐食のおそれのある管路施設点検

⇒5年間で211箇所

仙台市では、伏越上下流部と圧送管吐出部を位置付けており、計画的に少なくとも5年に1回は点検する。

- 管路施設調査

⇒5年間で69km

50年経過管が対象。本管のTVカメラ調査と取付管調査を行う。調査結果はシステムに取込み一元管理し工事計画立案やリスクの見直しに活用する。GIS表示も可能。

- 老朽管改築

⇒5年間で19km

TVカメラ調査の結果から、不良率が30%を超えるスパンを改築対象としている。

【施策9】雨天時浸入水対策

環境						
基本方針3		水環境保全の方針（健全な水環境の形成に貢献する）				
施策9		雨天時浸入水対策				
汚水と雨水を別々の管路で流す分流式下水道においても、雨天時に雨水が汚水管に浸入する、いわゆる雨天時浸入水により、雨水で希釈された未処理汚水が公共用水域等へ流出することがあります。公共用水域等への汚水の溢水を防ぐため、従来の誤接続*調査と改善指導に加えて、調査対象範囲の拡大や対策工事の実施による雨天時浸入水対策に取り組みます。						
■ 達成目標						
成果指標		目標の方向性	現状値 [26年度]	目標値		
雨天時浸入水量把握地区数		増加（↑）	—地区	計画期間内で5地区		
■ 取組み項目						
項目18 計画的な対策の実施						
概要 <ul style="list-style-type: none"> ● 排水設備に関する計画的な誤接続調査と改善指導の取組みを今後も継続するとともに、調査対象施設を街きよます等にも拡大し、雨天時浸入水の原因を把握し対策を実施します。 ● 雨天時浸入水の影響が大きい地区について、早急に原因調査を行い、計画的に対策工事を実施します。 						
主な事業 <ul style="list-style-type: none"> <誤接続調査> 宅内排水設備の誤接続について訪問による調査を行い、改善について指導を行います。 <雨天時浸入水調査> 露目地区や仙塩処理地区において、雨天時における水量調査を行い、浸入水の実態を把握します。また調査結果が判明し次第、対策工事を実施します。 						
実施計画		28年度	29年度	30年度	31年度	32年度
誤接続調査		実施	▶▶▶	▶▶▶	▶▶▶	▶▶▶
雨天時浸入水調査		実施	▶▶▶	▶▶▶	▶▶▶	▶▶▶
課題・目標		誤接続調査実施戸数		毎年度3,000戸程度		
		浸入水量調査実施率		5% 30% 40% 50% 75%		

- 誤接続調査

⇒毎年度3,000戸程度

平成元年度より調査を開始し、委託によりこれまで約80,700戸の調査を行った。これまでの結果、誤接続率は約8%で、所有者への改善指導により約80%が既に改善済み。

- 浸入水量調査

⇒調査実施率

雨天時浸入水の多い地区を把握。地区によって大小があり、小ブロックまでの絞込みには多大な費用と時間を要する。2つの事例を下に示す。

調査事例 1 霞目地区：650ha

霞目地区は、650ha を有する一つの分区であり、中継ポンプ場を経由して下流の南蒲生浄化センターへ圧送している地区である。その中継ポンプ場における、東日本大震災前後の圧送量推移を図 2-1 に示す。震災後では、不明水率が 22%から 86%と約 4 倍に増加しており、近年は地区内の地盤が低いエリアで汚水溢水が多発している。この地区内の震災復旧工事は完了しているものの不明水量は依然として多いことから、改めて管の不具合を調べるため、流量調査によるブロックの絞込みを行った。ブロック割を図 2-2 に示す。

7 つに分割したブロックの流量調査では、2 つのブロックからの不明水量が約 30%0 を占めていることが判明し、まずはこれら 2 つのブロックについて対策を行うべく TV カメラ調査を進めているところである。

また、この地区では、流量調査と併せて誤接続調査も行ったが、誤接続率は約 3%で平均の約 8%より低い結果であった。

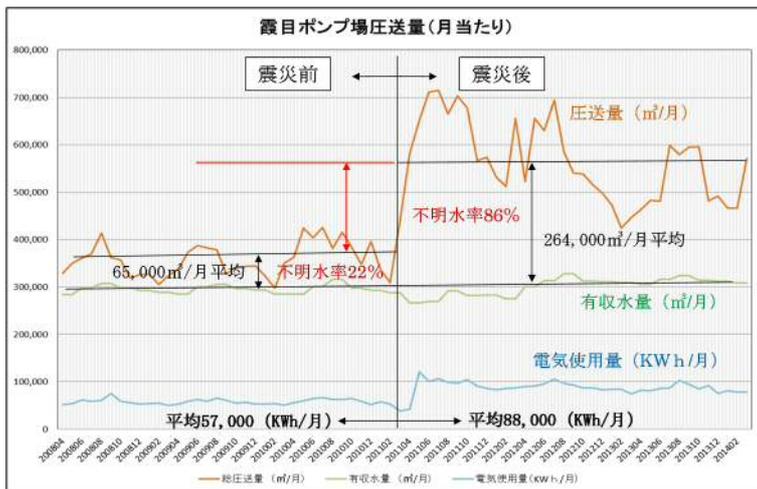


図 2-1



図 2-2

調査事例 2 仙塩処理区：3,433ha

仙塩処理区は、宮城県管理の流域下水道上流に位置し、下流側他市町の汚水と合わせて仙塩浄化センターで処理している地区である。この地区の下流側では、雨天時不明水の影響により他市町内において頻繁に汚水溢水被害が発生しており、流域全体の大きな課題となっている。特に、仙台市の仙塩処理区は一番大きい面積を占めており、不明水量が多いという報告を受けている。

よって、その対策としてまず流量調査を実施し地区内の絞込みを図っているが、対象面積が 3,433 ha と広大であることから先の霞目地区のような小ブロックまでの絞込みは現実的ではないため、ここでは開発団地単位に着目し調査を行っている。

これは、アセットマネジメントの検討の中で、管の不具合は管種や年代に左右される傾向が大きいことを把握できたことから、その原因として施工の質に着目し、調査ブロック

として開発団地を採用したものである。

今後、この調査結果を基に優先順位を設定し対策を行っていく予定としている。

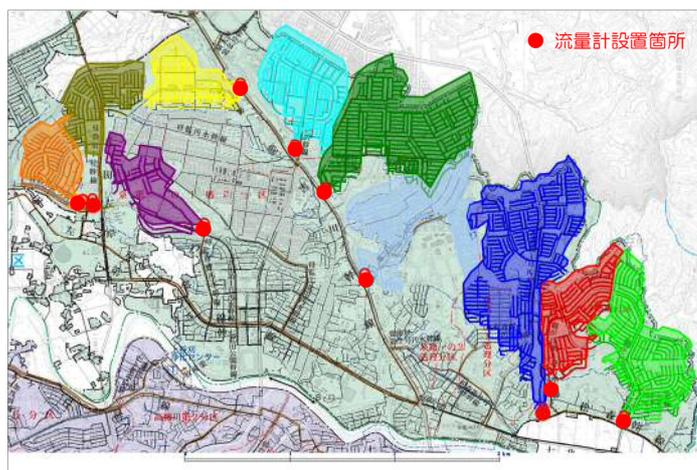


図 2-3

2.3 仙台市下水道防災訓練

仙台市では、平成 25 年 3 月に「仙台市下水道BCP(地震・津波編)」を策定しており、BCPの定着及び内容の維持改善に加え、災害時における管路調査の技術力向上を目的とし、毎年秋に防災訓練を行っている。

これは、市職員等と災害協定を締結している民間団体が合同で、1日かけて施設点検を行うもので、管路災害復旧調査における1次調査に相当するものである。平成 29 年度は、13 の調査班により 52.9km の点検を行い、【施策 1】管路施設点検延長の指標(5年で 800km)の一つとしてカウントしている。



当日の調査結果は、調査終了後に本部でデータ入力を行い、「災害時管路調査支援システム」によって不具合内容や状況写真などを一元管理し、GIS表示も可能としている。本システムは東日本大震災後に構築したもので、これまで実際の運用は行っていないが、万一の有事に備え、今後も訓練とともに改善を続けていく。図 2-4 は、調査結果を GIS 上に示した画面であり、調査により見つかった不具合が種類別に表示されている。

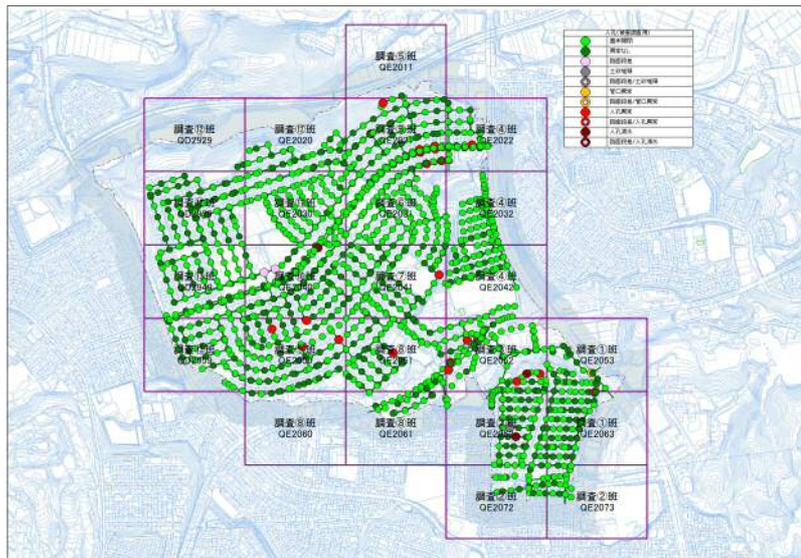
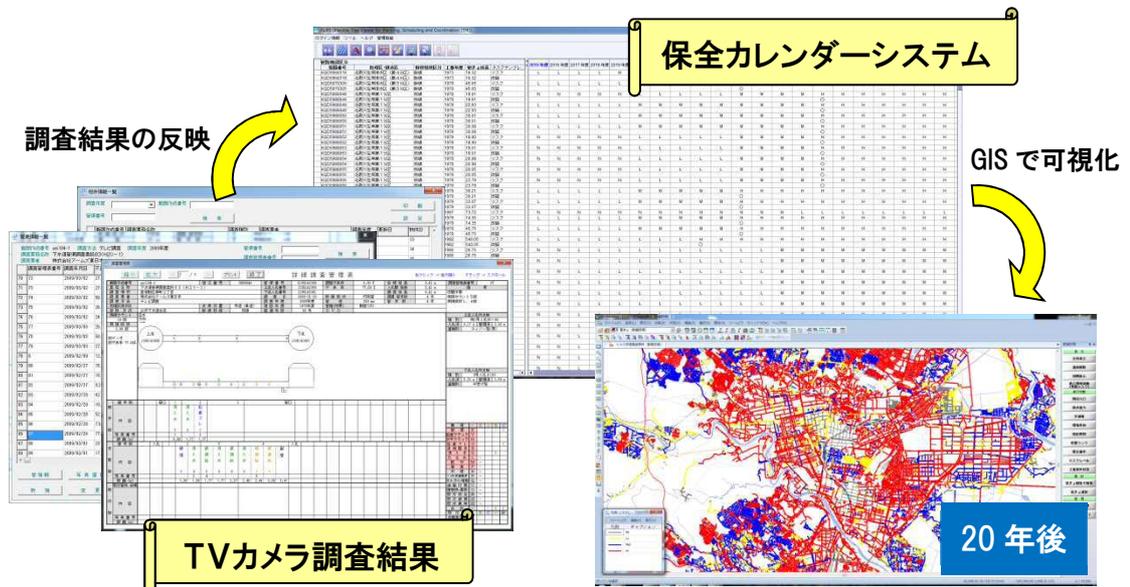


図 2-4

2.4 維持管理情報の活用

このように仙台市では、維持管理でも種々の指標を設定し、これらの指標の進捗管理を通して効率的かつ効果的な維持管理を進めている。これらの指標設定までの経緯や事業化につながるリスクの考え方といったアセットマネジメントの手法は、本書の別事例に委ねるが、維持管理におけるアセットマネジメントの成果としては、管路維持台帳システムの構築や下に示したような調査結果をリスクに反映するシステムの確立が挙げられる。



3. 仙台市下水道ストックマネジメント計画

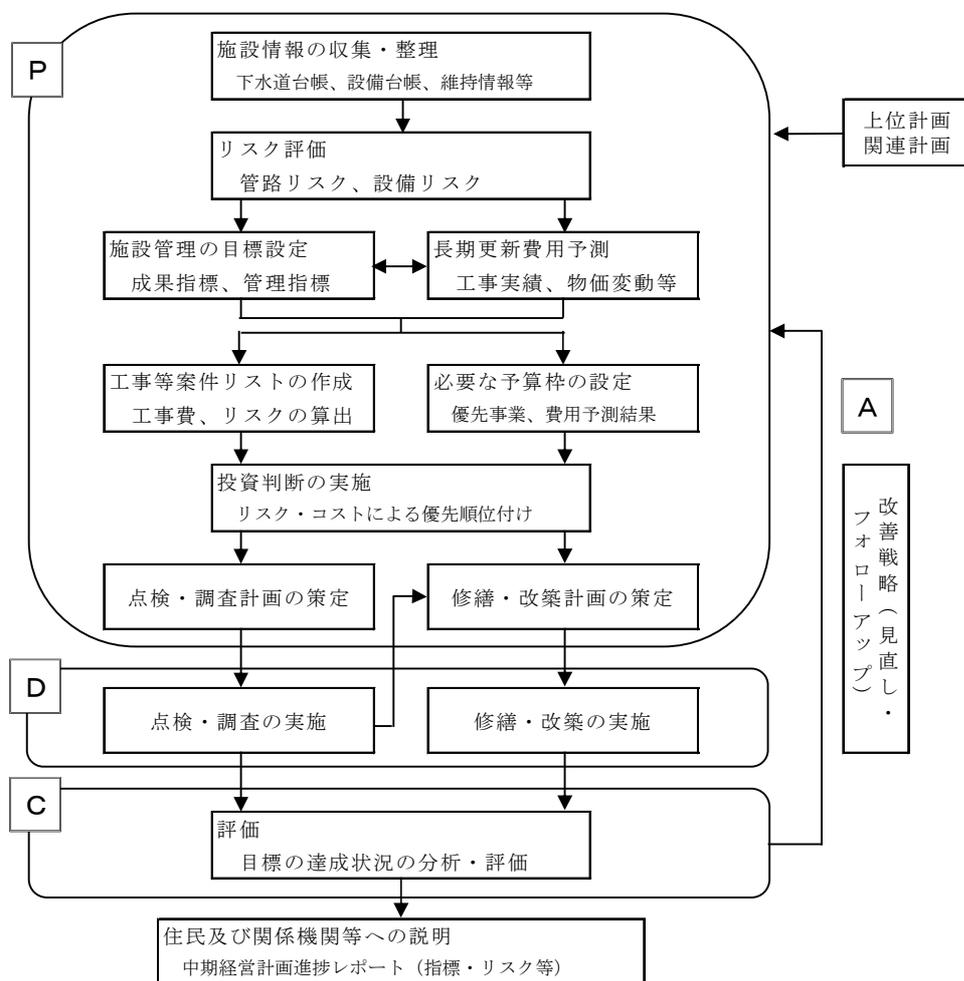
仙台市では、平成 29 年 3 月に「仙台市下水道ストックマネジメント計画」を策定した。

仙台市ではアセットマネジメントを先行して進めていたことから、ストックマネジメントもその考え方を基にしており、ここでは管路施設について取り上げる。

3.1 スtockマネジメント実施フロー

仙台市では明治 32 年に工事に着手し下水道の整備を進めてきており、老朽化に伴う下水道施設の不具合の増加が懸念されていることから、アセットマネジメントシステムを事業運営の基軸とし、リスクの高さに応じた対策を効果的・効率的に実施していく「リスクマネジメントを導入している。

ストックマネジメントの実施にあたっては、リスクマネジメントに基づき策定してきた長寿命化計画を継承し、リスク評価の結果を基に投資判断基準による工事等の優先順位付けや、長期更新費用予測を基にした点検・調査計画及び改築計画を策定するとともに、PDCAサイクルを廻しながらより一層の向上を図っていくことを基本方針としている。



3.2 管路施設の管理区分の設定

本計画では管路施設を状態監視保全と位置付けており、管理基準を表 3-1 に示す。管路施設を「腐食のおそれの大きい箇所」「布設後 30 年経過管」「上記以外」に分け、それぞれに基準を設けている。

まず基本的に点検を行うこととし、点検により異常の可能性がある場合に調査を行うこととしている。また、点検と並行して、アセットマネジメントに基づくリスク評価も判断しながら必要に応じて調査を行っていく。このリスク評価は、改築の判断基準にもなっており、仙台市における事業化判断の基礎となっている。

施設名称	点検・調査頻度	改築の判断基準	備考
管きよ、マンホール	1回/5年の頻度で点検を実施。 点検の結果から異常の可能性のある箇所や、経過年数を基にリスク評価を行い高いリスク（H・Mランク）が想定されるものについて、テレビカメラ等による調査を実施。	テレビカメラ等の調査結果を基にリスク評価を見直し、高いリスク（Hランク）のものを改築。	腐食のおそれの大きい箇所
管きよ、マンホール、 柵、取付管	1回/20年の頻度で点検を実施。 点検の結果から異常の可能性のある箇所や、経過年数を基にリスク評価を行い高いリスク（H・Mランク）が想定されるものについて、テレビカメラ等による調査を実施。	テレビカメラ等の調査結果を基にリスク評価を見直し、高いリスク（Hランク）のものを改築。	布設後 30 年 経過管
管きよ、マンホール、 柵、取付管	経過年数を基にリスク評価を行い高いリスク（H・Mランク）が想定されるものについて、テレビカメラ等による調査を実施。	テレビカメラ等の調査結果を基にリスク評価を見直し、高いリスク（Hランク）のものを改築。	上記以外

表 3-1 管路施設の管理基準

3.3 管路施設の改築実施計画

改築実施計画は、平成 29 年度から平成 32 年度を計画期間としており、中期経営計画の前期 5 年計画の完了としている。表 3-2 に詳細を示す。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
処理区・ 排水区 の名称	合流・ 汚水・ 雨水の別	対象施設	布設年度	供用年数	対象延長 (m)	概算費用 (百万円)	備考
南蒲生処理区	汚水・ 合流	管きよ、マンホール、 柵、取付管	1899~1994	22~117	19,000	6,100	
合計					19,000	6,100	

表3-2 改築実施計画

3.4 スtockマネジメントの導入によるコスト縮減効果

表3-3には、コスト縮減額を示した。標準耐用年数から目標耐用年数に改築・更新基準を見直すことで、約78億円/年のコスト縮減が想定される。ただし、これは処理場・ポンプ場施設をも含んだ、仙台市下水道としての総縮減額である。

概ねのコスト縮減額	試算の対象時期	改築の需要見通し (年当たりの概ねの事業規模の試算)	試算の前提条件
約78億円/年 (処理場・ポンプ場も含む)	概ね50年	年当たり概ね180億円	目標耐用年数
		年当たり概ね258億円	標準耐用年数

表3-3 コスト縮減効果額

【事例 ⑧】機能維持のコツ(効率的な調査で管きよの改築を進める名古屋市)

- さまざまな計画的調査ときめ細やかな対応により、効率的に管きよ施設の維持管理を図る

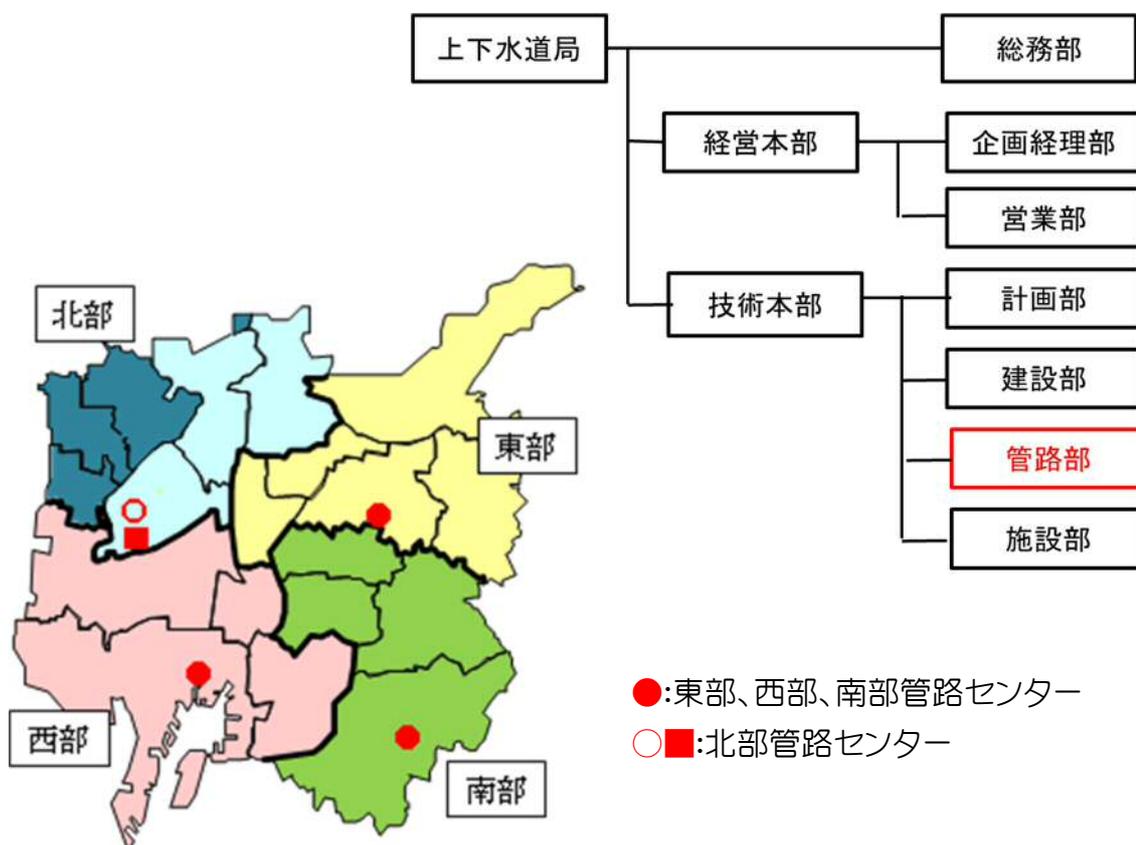
1. 名古屋市と名古屋市上下水道局について

1.1 名古屋市の歴史

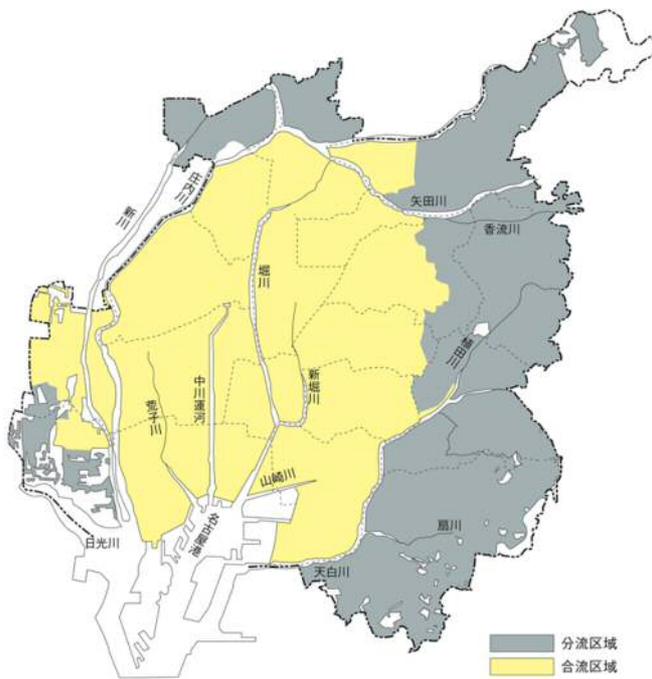
・1610年 徳川家康が海陸の連絡に便利な那古野台地に築城工事を始める。これに伴って清洲の土民が移り住み(清洲越し)、市街地ができあがる。

- ・1889年 市制施行(市人口 157,496人)
- ・1912年 下水道供用開始
- ・1914年 水道供用開始
- ・1934年 市人口 100万人突破
- ・1975年 16区制開始
- ・2000年 東海豪雨水害

1.2 名古屋市上下水道局の組織



2. 名古屋市の下水道施設の概要について

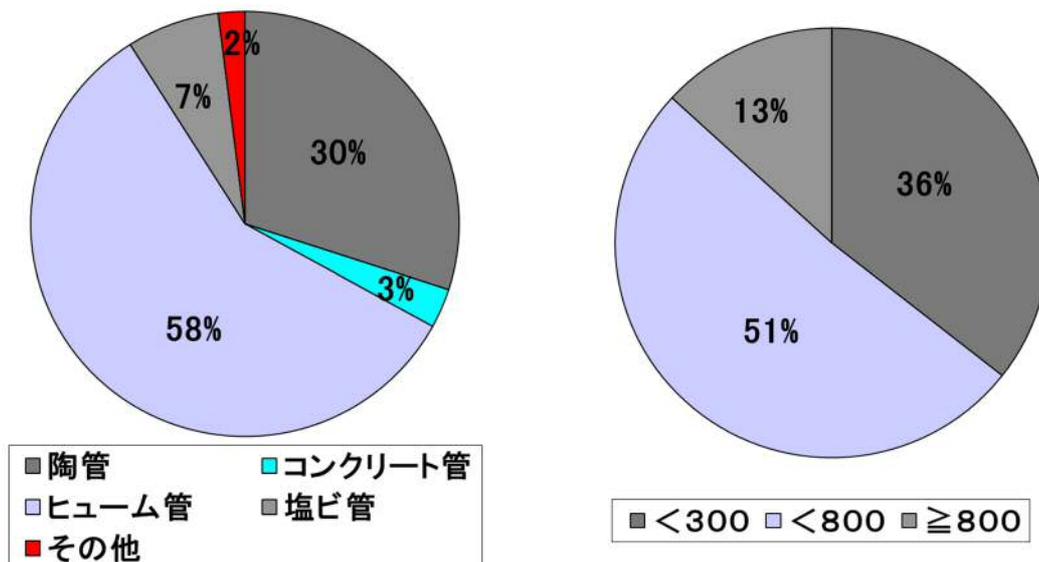


- 4割が分流式(主に東部丘陵地)
- 6割が合流式

2.1 下水維持係が管理する主な施設(平成27年度末)

- 管きよ 約7825km
- 排水設備取付管 約119万箇所
- マンホール 約19万箇所
- 雨水ます 約22万箇所

2.2 下水本管の種類



2.3 さまざまな下水道施設

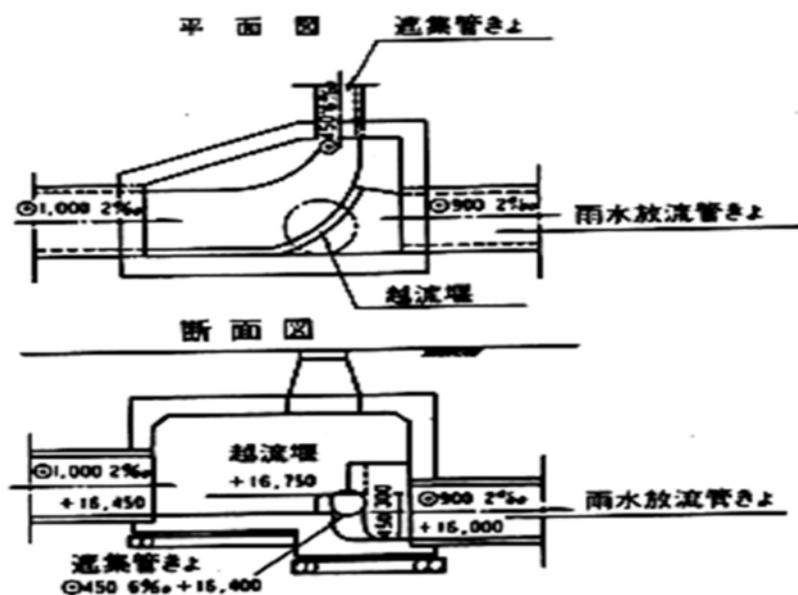
(1) 震災マンホール用鉄蓋



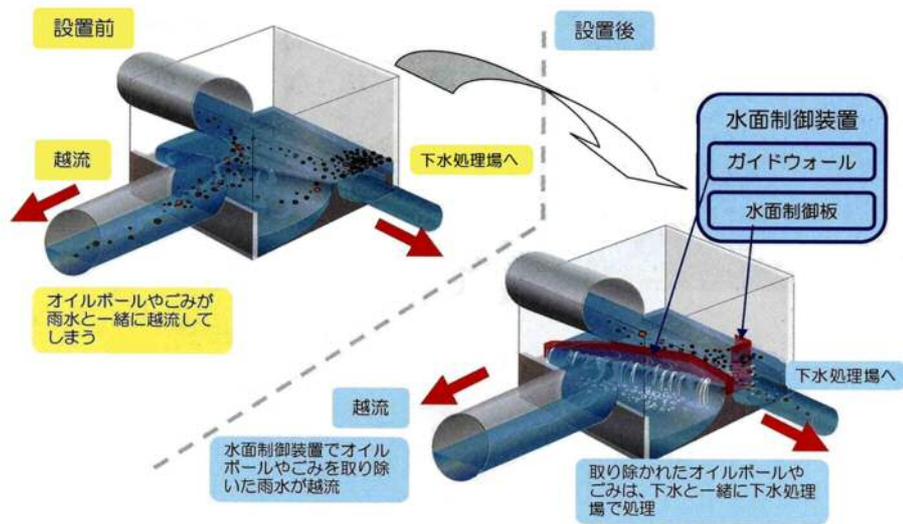
下水道直結式仮設トイレ

避難所付近の道路に設置(約 780 箇所)

(2) 雨水吐き室



(3) 水面制御装置



(4) 雨水調整池



名駅南雨水幹線
貯留量 18300t



玉船雨水調整池
貯留量 13300t

(5) 雨水耐水池



堀川右岸雨水耐水池
貯留量 13000t

3. 管路センター(下水部門)の業務

(1) 受付、対応業務

(市民要望・苦情等 他企業、建築立会い)

- ・直営業務 (調査、清掃、点検等)
- ・委託・請負業者の監督 (調査、清掃、補修等)
- ・管きよ布設替え工事
- ・管きよ更生工事

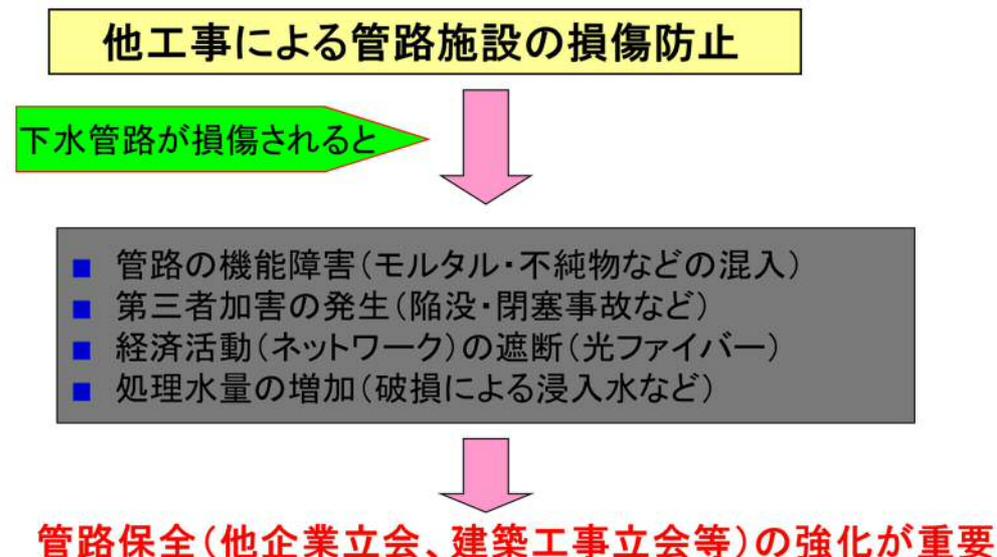
3.2 維持管理の基本

- ・壊れたら、壊されたら、直す
⇒ 発生対応
- ・壊れている所、壊れそうな所を早く見つける
⇒ 巡視点検、調査による情報収集
- ・壊れる前に、手当てをして、長持ちさせる
⇒ 予防保全
- ・壊されないよう、見回る
⇒ 施設保全(他企業立会、建築工事立会等)
- ・壊れにくく、管理しやすいものをつくる
⇒ 建設部門との連携

4. 維持管理作業

4.1 立会い業務

(1) 立会い業務の重要性



(2) 他企業工事立会い記録簿

(様式-6・5)

整理番号		他企業工事 立会記録簿			
—		※太線内の記入をお願いします			
受付月日	年 月 日AM・PM	受付者			
施工場所	区	町・通	丁目	番地	
件名					
施工内容					
施工時期	年 月 日	～	年 月 日		
連絡先	施工業者		担当者		電話
	発注者		担当者		電話

月・日	状況及び指示事項	立会者

工事一件毎に記録し、資料として保存

(3) 建築立会い工事



建築工事によって下水管内にモルタルが流入することがある

(4) 建築工事立会い受付簿

建築工事立会・検査記録

立会番号	管轄事務所名 名古屋市上下水道局技術本部管轄東部管轄事務所						
建	所在地 名古屋市天白区種田南一丁目515番地						
	連絡先 TEL 052-803-2711						
	FAX 052-803-2827						
受付	平成 年 月 日			受付者			
建築現場	区 丁目 番地						
建築業者	電話番号		担当				
工期	平成 年 月 日			規模及び			
	平成 年 月 日			ビル等名			
【契約事項】 雨水、側溝、下水本管、田舎路下水取付管へのコンクリート、モルタル、土砂、 ベントナイト等を使用しません。或した場合は上下水道局の指示に従います。 平成 年 月 日 署名							
立会	施工前	平成 年 月 日 AM			当局立会者	業者立会者	
		平成 年 月 日 PM					
カメラを携帯してください。写真はA4用紙にプリントアウトして、位置のわかる図面といっしょ に速やかに提出してください。							
立会	施工後	平成 年 月 日 AM			当局立会者	業者立会者	
		平成 年 月 日 PM					
		施工前			施工後		
		良	不良	不良箇所の処置	良	不良	不良箇所の処置
雨水井		◎	◎	◎	◎	◎	◎
側溝井		◎	◎	◎	◎	◎	◎
本管(人孔)		◎	◎	◎	◎	◎	◎
<特記>							
※注意事項 上記の契約事項を厳守しないと、沙汰により処罰されることがありますので十分注意してください。 また、工事完了後は速やかに上下水道局に連絡し、検査を受けてください。							

誓約サイン

モルタル等を流さないように、誓約していただいている

4.2 陥没修繕業務



陥没が発生した場合、
 応急復旧・原因調査は
 主に直営にて実施

4.3 清掃業務

(1) さまざまな状況



ラードによる閉塞

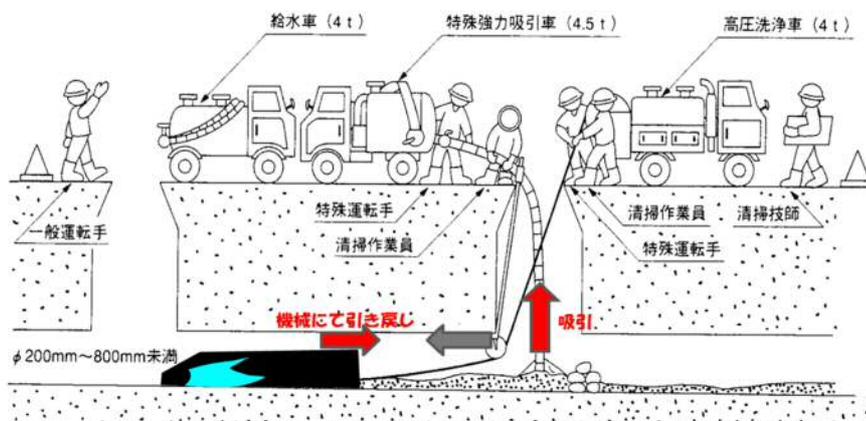


投棄されたモルタル

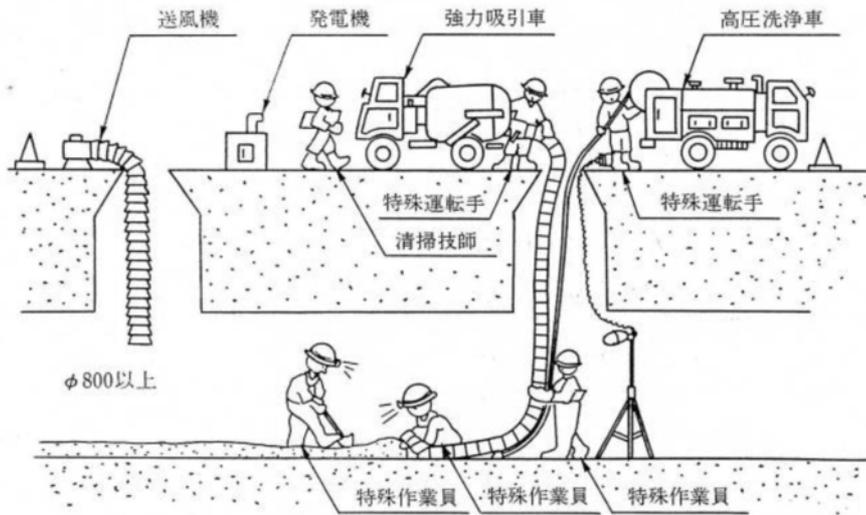


木根による閉塞

(2) 本管清掃



内径 800 mm未満



内径 800 mm以上

(3) 清掃前後の状況



清掃前



清掃中①



清掃中②



清掃後

(4) さまざまな清掃機具



木管用回転ノズル
(木根に効果あり)



モルタル除去ノズル
(先端でモルタルを破碎)



取付管用回転ノズル
(木根に効果あり)



取付管用ポイントノズル
(木根に効果あり)

4.4 逆流防止・悪臭対策

(1) 防臭リング

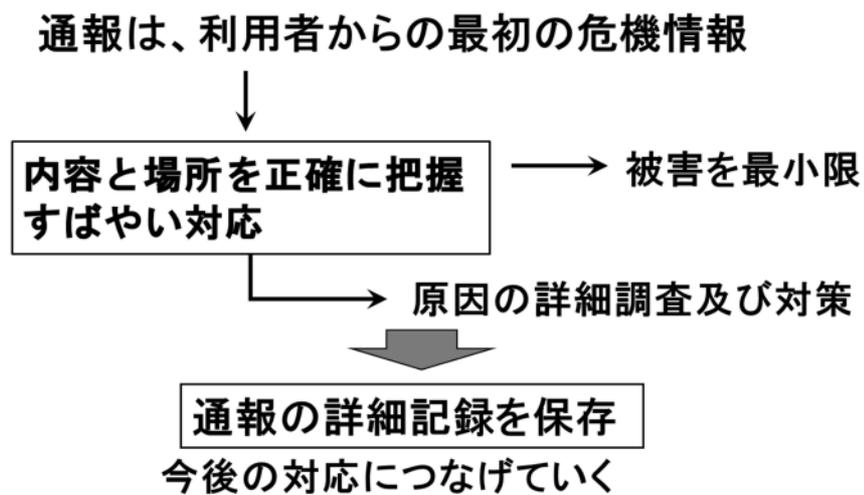


(2) 逆止弁



4.5 苦情・事故対応

(1) 苦情、事故対応の考え方



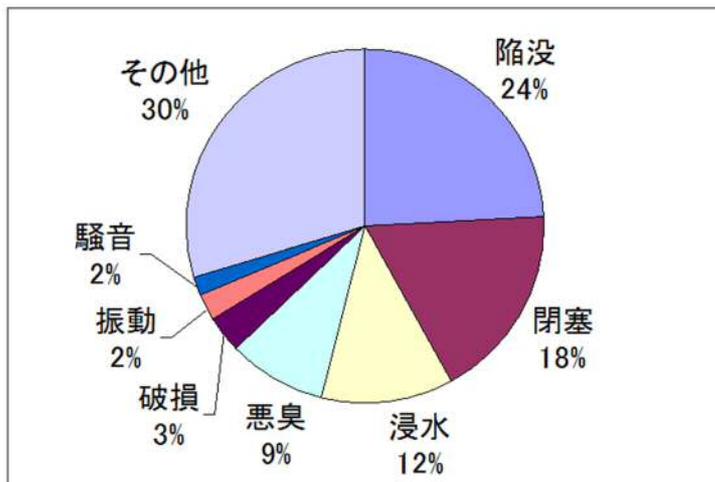
(2) 受付カード(受付一件毎に作成)

- ①受付月日、住所、氏名
(苦情や問い合わせの内容)
- ②調査結果
(閉塞・陥没・悪臭など)
- ③対応内容(施工内容)
- ④舗装工事発注

苦情内容を保管・記録

受付カード		受付番号
受付 年月日	AM/PM	受付者
申 区	町・丁目	番地
出 人	TEL	TEL
住 居	区	町・丁目
調査 月日	調査員	調査 種別
本管 内容	mT・H・C・V	土質
閉塞	本管・雨水(排水管・側)・排水設備(排水管・宅内)	その他
陥没	本管・人孔・排水管(雨水・排水設備)	その他
騒音	人孔・敷設機・工事作業	その他
振動	人孔・敷設機・工事作業	その他
悪臭	下水・石鹸等・シンナー・廃品等	その他
浸水	路上・床下・道路排水・敷設機・溝ズレ・舗装破損	下水坑上・その他
その他	人孔(蓋破損・高差調整等)・その他(雨水(設備・蓋破損・積雪・新設・新設配付)・その他)	下水坑上・排水管内・その他
舗装 月日	舗装員	舗装 種別
舗装 内容	舗装機	舗装 材料
舗装 月日	舗装員	舗装 種別
舗装 内容	舗装機	舗装 材料
舗装 月日	舗装員	舗装 種別
舗装 内容	舗装機	舗装 材料

(3) 苦情種類(平成 23 年度実績)



(4) 苦情・事故発生後の対応

- ・現場保全、応急処置
危険排除、空洞処置
- ・原因調査、修理
本管調査資料の活用、現地調査
調査掘削・修理
- ・関連部署への連絡
記者発表対応、補償問題対応

5. 調査、改築計画

5.1 調査改築計画策定の契機

昭和55年度(1980年度)に発生した大規模な陥没事故を受けて、従来は事後処理的な対応を行ってきたが、名古屋市ではTVカメラを導入した、下水管路調査改築の5ヵ年計画の策定を行い、事前に下水管きよの状況を的確に把握・診断し、計画的に適切な措置を講ずる予防保全的な維持管理に移行。

5.2 調査改築計画の概要

(1) 各次の調査内容

- | | | | | |
|-----|---------------------|--------------|--------|--|
| 第1次 | 昭和55年度 | ～ | 昭和60年度 | |
| | 昭和27年度 | までに建設された管の一部 | | |
| 第2次 | 昭和61年度 | ～ | 平成2年度 | |
| | 昭和27年度 | までに建設された管の一部 | | |
| 第3次 | 平成3年度 | ～ | 平成7年度 | |
| | 昭和30年度 | までに建設された管 | | |
| 第4次 | 平成8年度 | ～ | 平成12年度 | |
| | 昭和35年度 | までに建設された管 | | |
| 第5次 | 平成13年度 | ～ | 平成17年度 | |
| | 昭和40年度 | までに建設された管 | | |
| | および、第1次で調査された管(再調査) | | | |
| 第6次 | 平成18年度 | ～ | 平成22年度 | |
| | 昭和50年度 | までに建設された管 | | |
| | および、第2次で調査された管(再調査) | | | |
| 第7次 | 平成23年度 | ～ | 平成27年度 | |
| | 昭和55年度 | までに建設された管 | | |
| | および、第3次で調査された管 | | | |
| 第8次 | 平成28年度 | ～ | 平成32年度 | |
| | 建設後50年を経過した未調査の管 | | | |
| | および過去の簡易調査にて不良の管 | | | |

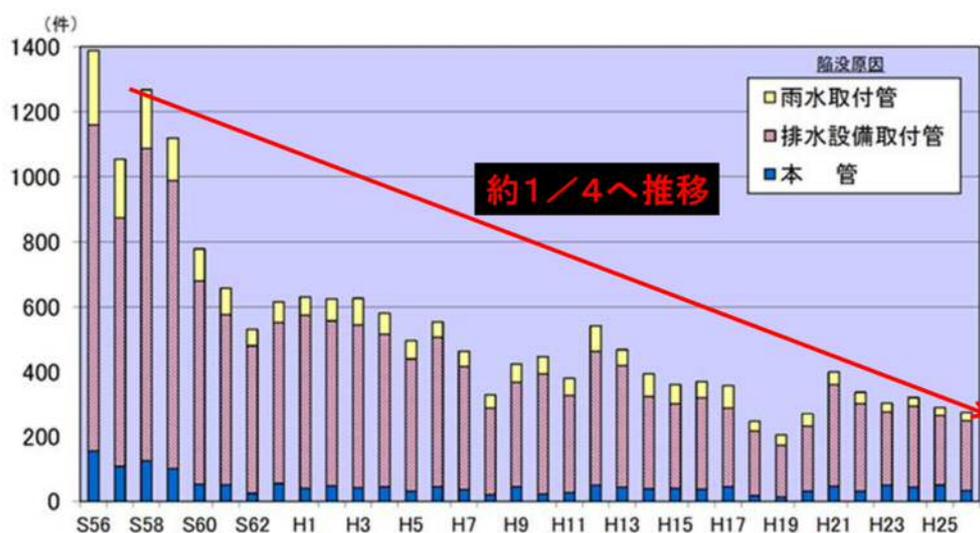
(2) 調査延長と事業費

対象 (単位)	本管		取付管	
	延長 (km)	事業費 (百万円)	箇所 (千箇所)	事業費 (百万円)
第1次	32	2,288	11	1,019
第2次	92	8,651	22	2,251
第3次	100	13,373	35	4,486
第4次	144	20,520	37	4,995
第5次	139	15,946	37	4,578
第6次	166	21,811	36	4,063
第7次	162	29,400	59	6,590
合計	835	111,989	237	27,982

(3) 改築延長と事業費

対象 (単位)	本管		取付管	
	延長 (km)	事業費 (百万円)	箇所 (千箇所)	事業費 (百万円)
第1次	32	2,288	11	1,019
第2次	92	8,651	22	2,251
第3次	100	13,373	35	4,486
第4次	144	20,520	37	4,995
第5次	139	15,946	37	4,578
第6次	166	21,811	36	4,063
第7次	162	29,400	59	6,590
合計	835	111,989	237	27,982

(4) 調査改築計画の成果(道路陥没件数の推移)



6. 下水管路施設の調査

6.1 調査方法

(1) 調査種別

直営調査

- ・本管調査(支管口、調整池)
- ・取付管調査(メッシュ、既設管利用)

請負調査

- ・本管調査(総価契約、単価契約)
- ・取付管調査(総価契約、単価契約)

6.2 さまざまな調査方法

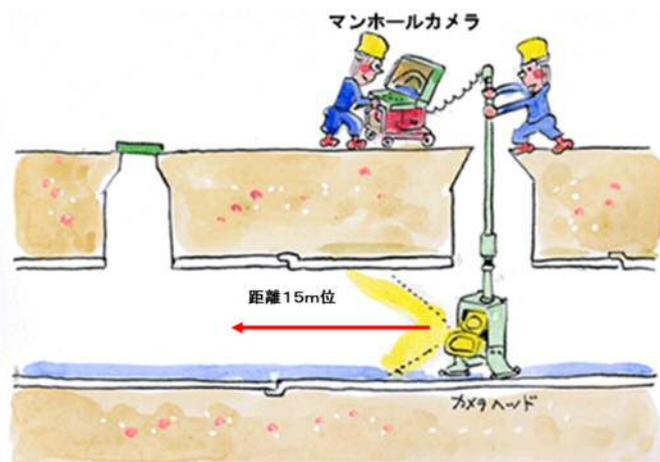
(1) 本管テレビカメラ調査



(2) 中大口径テレビカメラ調査



(3) 管口カメラ調査(簡易調査)



(4) 取付管調査(直営調査機器)



(5) 取付管調査カメラの工夫

ソリに取付管用カメラヘッドを装着し、直営で本管の簡易調査を実施



6.3 調査によって発見された不良状況



電柱貫通



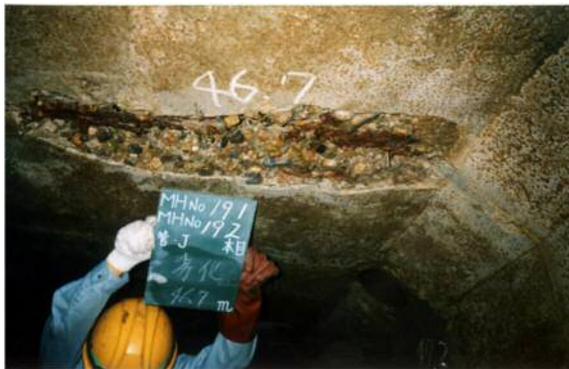
埋設管貫通



陶管破損



コンクリート破損



コンクリート劣化



侵入水



モルタル閉塞



木根侵入

6.4 調査結果の整理

(1) 評価基準(一例)

症状	重度	中度	軽度	良好
クラック	管長の 50%以上	管長の 50%未満 25%以上	管長の 25%未満	異常なし
腐食	鉄筋が 露出	骨材が 露出	表面が 荒れた状態	異常なし
浸入水	吹き出る	流れる	にじむ	異常なし
付着物 (モルタル)	管径の 30%以上	管径の 30%未満 10%以上	管径の 10%未満	異常なし

(2) 評価点数

症状		評価	重度 (4)	中度 (3)	軽度 (2)	良好 (1)
1	破損 クラック	幅	100	50	10	0
		軸方向	50	25	5	
		円周方向	50	25	5	
		段差	90	45	9	
2	接合不良	隙間	90	45	9	
		パッキン	50	25	5	
		腐食	80	40	8	
3	浸入水	60	30	6		
4	木根侵入	60	30	6		
6	付着物	モルタル	50	25	5	
		油脂など	30	15	3	
7	土砂堆積	30	15	3		
8	貫通	30	15	3		
9	弛み	蛇行	10	5	1	
		逆勾配	10	5	1	
		その他	50	25	5	
11	取付不良	突き出し	0	0	0	
		接続部	0	0	0	
		破損など	0	0	0	

(3) 老朽度のランク分け

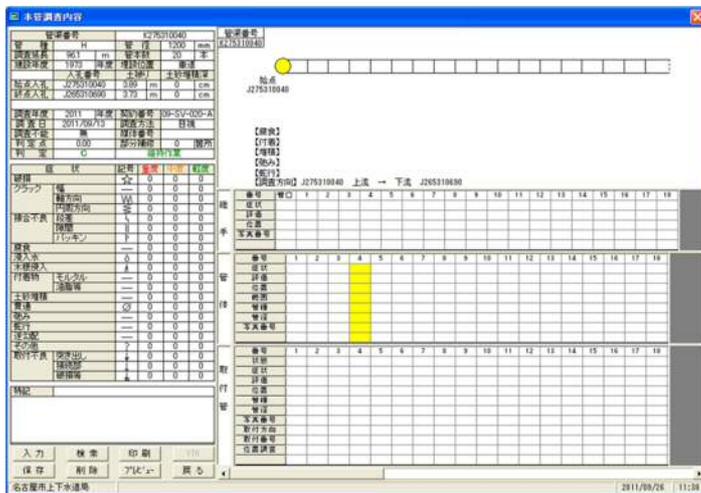
各スパン毎に、評価点を合計し、
判定点（＝評価点の合計÷延長）
 により3段階にランク分け。

- A … 早急に改築が必要**
- B … 機会を捉えて改築が必要**
- C … 維持作業を継続**

6.5 調査結果の整理と活用

(1) 調査結果表

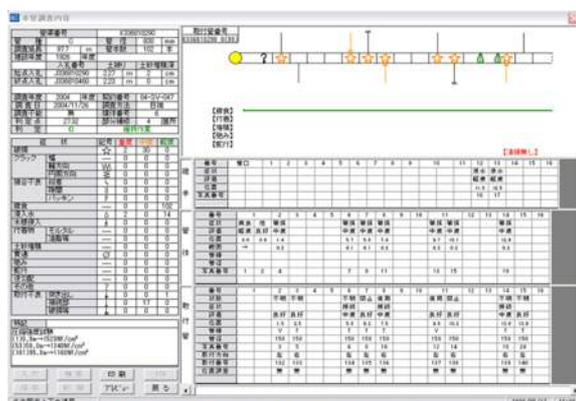
本管1本毎、継手1個所毎に不具合状況を整理し、下水道台帳システムに入力



(2) 下水道台帳システムでの表示例



ハイライト表示機能



調査結果表にリンクし、表示可能

(3) 調査結果の利用

調査による判定・評価・建設年度・管種・地域特性により改築優先順位を決定

6.6 改良方法の決定

(1) 工法決定

対象管の状況・経済性・工期および、現場の条件により決定

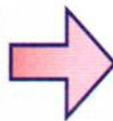
改築：開削工法、更生工法

補修：部分補修工事

(2) 更生工法



老朽化した下水管



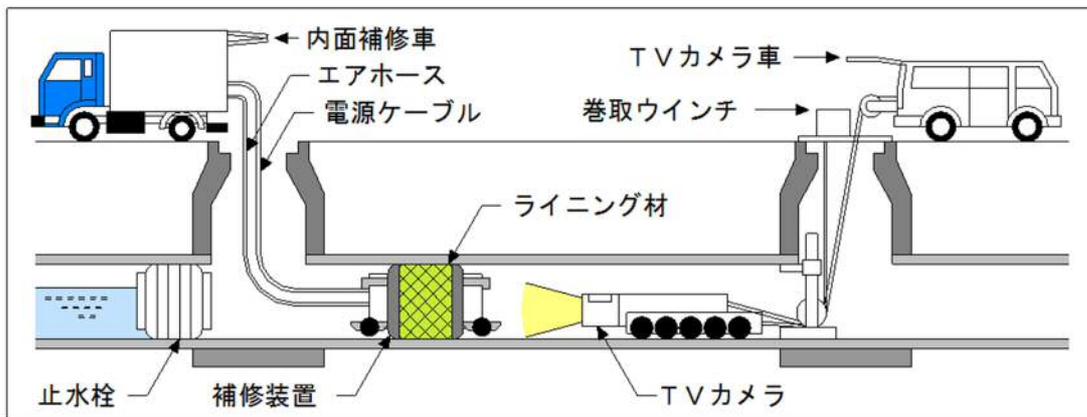
再生した下水管



SPR 工法

(Sewage Pipe Renewal Method)

(3) 部分補修工法



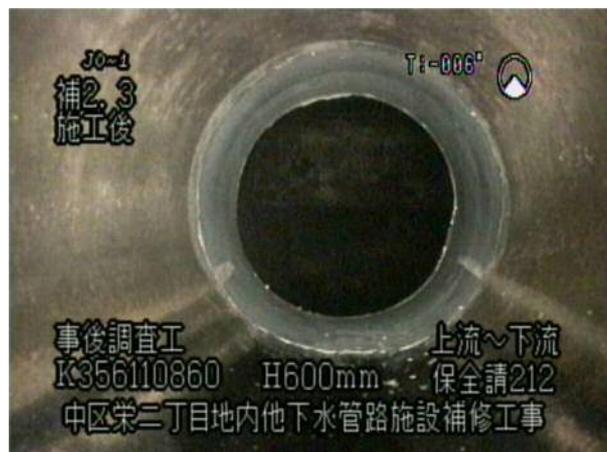
小口径部分補修



補修前



補修中



補修完了

6.7 空洞調査

(1) 空洞調査の概要

電磁波を路面に照射し、異常信号を探し出す。空洞(空気)と土との反射率が異なることを利用し、空洞の有無を解析する調査。

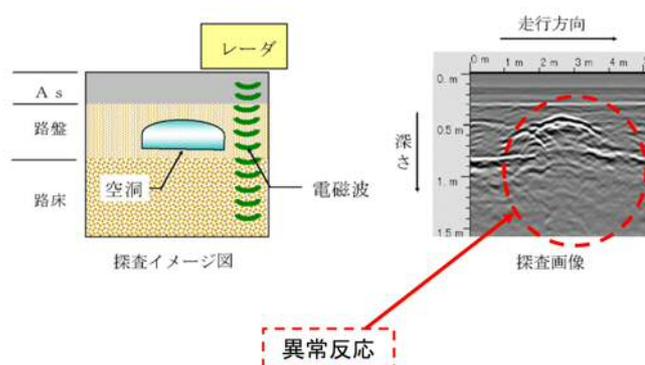
1.5~2.0m程度の深さの空洞が探査可能。

(2) 調査手順

- ① 探査車での大まかな調査
- ② ①により異常信号が認められた箇所をハンディ機器によって詳細調査
- ③ ②により空洞が疑われる箇所をスコープ調査し、具体的な空洞の広がりを確認



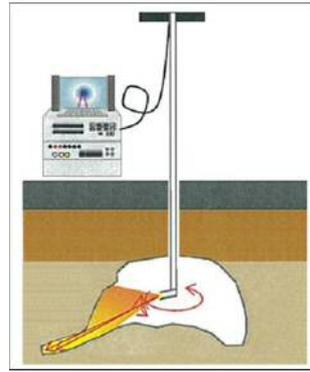
①探査車での調査



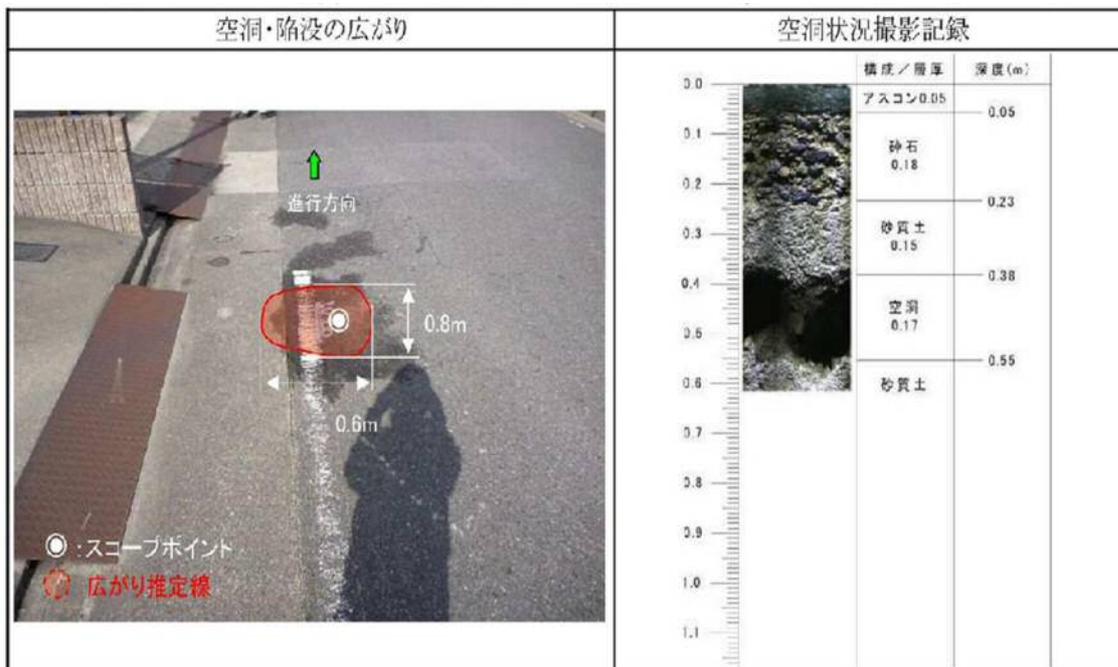
②ハンディ機器による詳細調査



(3) スコープ調査



スコープ調査イメージ



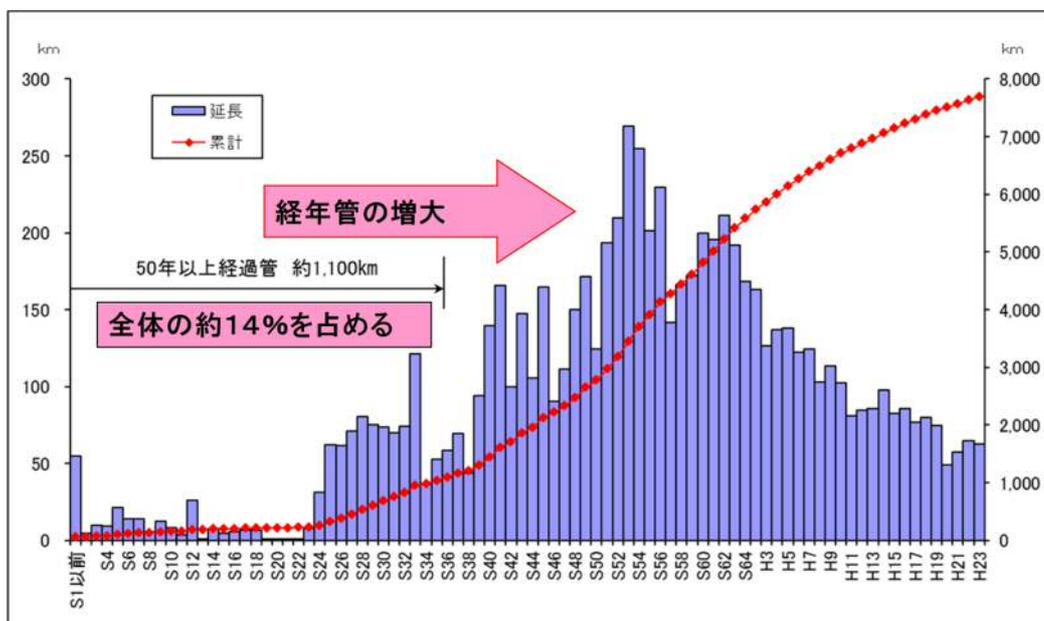
空洞調査結果

7. 今後の維持管理の課題

7.1 下水道に求められること

- 効率的な資産管理 (LCC、機能維持)
- 適切な維持管理 (陥没・空洞の防止)
- 安心・安全 (浸水対策、地震対策)
- 環境面の改善 (合流式下水道の改善など)

7.2 経過年度別管渠延長(名古屋市)



7.3 改正下水道法について

(1) 背景

下水管路の腐食等に伴う道路陥没が多発(年間約4000件)

下水管路の点検を計画的に実施している自治体が少ない(約2割)



国土交通省が平成27年度に下水道法を改正し、維持修繕基準を創設
(改正下水道法 第7条の2)

(2) 改正下水道法の内容

適切な時期に点検・清掃を行うこと

硫化水素により管路が腐食しやすい箇所を5年に1回以上の頻度で点検すること

点検で異常が判明した時は詳細調査や修繕をすること

(注)点検とは:目視調査、管口カメラ調査で異常の有無を把握する目的

調査とは:テレビカメラ調査などで異常の程度の把握する目的

(注)硫化水素により管路が腐食しやすい箇所とは:

材質はコンクリート(耐酸性の優れたものを除く)

各自治体で腐食劣化実績やこれまでの点検において把握した腐食環境を踏まえて選定する

例としては以下のような箇所

- ① 圧送管吐出し先
- ② 落差・段差の大きい箇所
- ③ 伏越し下流部
- ④ その他腐食のおそれの大きい箇所

(3) 名古屋市での対応

H28年度に業務委託により、以下の4カテゴリーに分けて、実際の現地の硫化水素発生状況やマンホールの腐食状況を調査(15か所)

- ① 流路勾配が著しく変化する箇所
- ② 落差・段差の大きい箇所
- ③ 合流式・分流式
- ④ 小口径(800 mm未満)・中大口径(800 mm以上)

(4) 名古屋市での調査結果および今後の予定

調査の結果、1か所を除いてほぼ0ppm

腐食がみられない

0.36ppmが1か所(中大口径 θ 800~ θ 2200 接続か所、落差約3m)

調査結果を受けて、以下の調査を継続して実施する予定

- ① 伏せ越しの下流側の調査
- ② H28年度調査個所のうち4か所で、夏季に再調査
(気温により硫化水素発生状況が変化することが考えられる)

【事例 ⑨】機能維持のコツ(効率的・効果的な管路調査を実践する広島市)

- ・スクリーニング調査を活用することで、管路調査コストを削減

1. はじめに

1.1 広島市の下水道整備

中国山地に源を發する太田川の下流、「デルタ」の上に發達した広島市は、市街地の大半が満潮面以下の低湿地であり、排水の問題には古くから悩まされてきました。

そうしたなか、明治 41 年から下水道事業に着手しましたが、昭和 20 年 8 月 6 日の原爆被災により下水道施設も壊滅的な打撃を受け、その後の戦災復興土地区画整理事業に伴う抜本的な街路網の変更により、戦後の下水道整備はゼロからの再スタートとなりました。

このため、緊急な整備を要する戦災復興区域である中心市街地を対象として、昭和 26 年度から公共下水道事業に着手し、以降、計画区域を拡大しながら整備を進めてきた結果、平成 15 年度末には市街化区域内の汚水処理施設の整備が概成しました。

さらに、平成 20 年度からは、市街化区域外の特定環境保全公共下水道、農業集落排水、市営浄化槽の 3 つの事業を下水道事業会計に統合して一体的に整備を進め(図-1)、未整備地区の解消に取り組んだ結果、平成 29 年度末には、汚水処理人口普及率が 96.5%となっています。

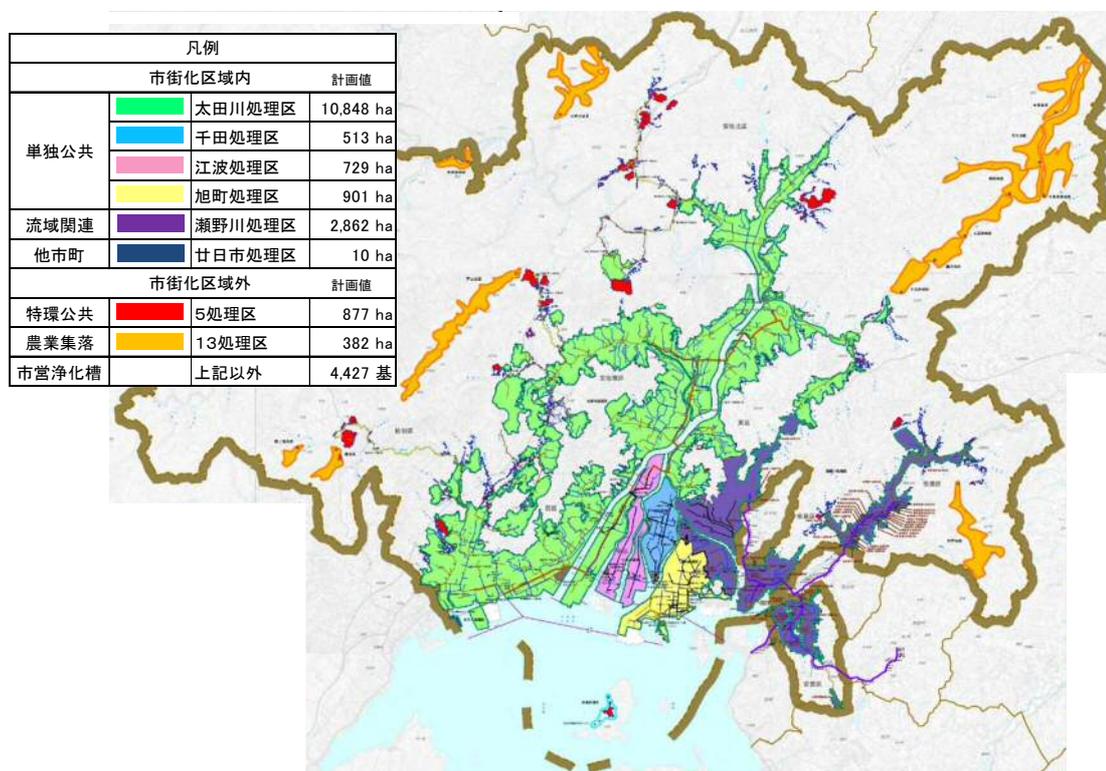


図-1 広島市下水道計画図(平成 30 年度版)

また、広島市の下水道施設としては、平成 29 年度末現在、管きよ約 6,000km、マンホール約 219,800 箇所、処理場 18 箇所、ポンプ場 68 箇所など、膨大な数のストックを有しています。

(表-1)

1.2 管きよの特徴

広島市における管きよの総延長約 6,000km のうち、標準的な耐用年数である布設から 50 年が経過した管きよは約 280km で全体の約 5%、これが、10 年後には約 820km (約 14%)、20 年後には約 2,240km (約 37%)

表-1 下水道施設の状況 (平成 29 年度末現在)

区分		処理場 か所	ポンプ場 か所	管きよ km	マンホール 個	マンホールポン か所	市営浄化槽 基
市街化 区域内	単独公共	4	51	5,650	204,500	109	—
	流域関連	—	12				—
	小計	4	63	5,650	204,500	109	—
市街化 区域外	特環公共	1	5	120	4,600	24	—
	農業集落	13	—	230	10,700	161	—
	市営浄化槽	—	—	—	—	—	585
	小計	14	5	350	15300	185	585
合計		18	68	6,000	219,800	294	585

まで増加することから、管きよの老朽化は加速度的に進んでいくことになります。

また、管種別の延長は、コンクリート製管きよが約 2,490km で全体の約 41%、塩ビ系管きよが約 3,350km (約 56%)、その他の管きよが約 160km (約 3%)となっており、50 年経過管のほとんどがコンクリート製管きよであることがひとつの特徴で、その傾向は今後 10 年間においても同じ状況です。(図-2)

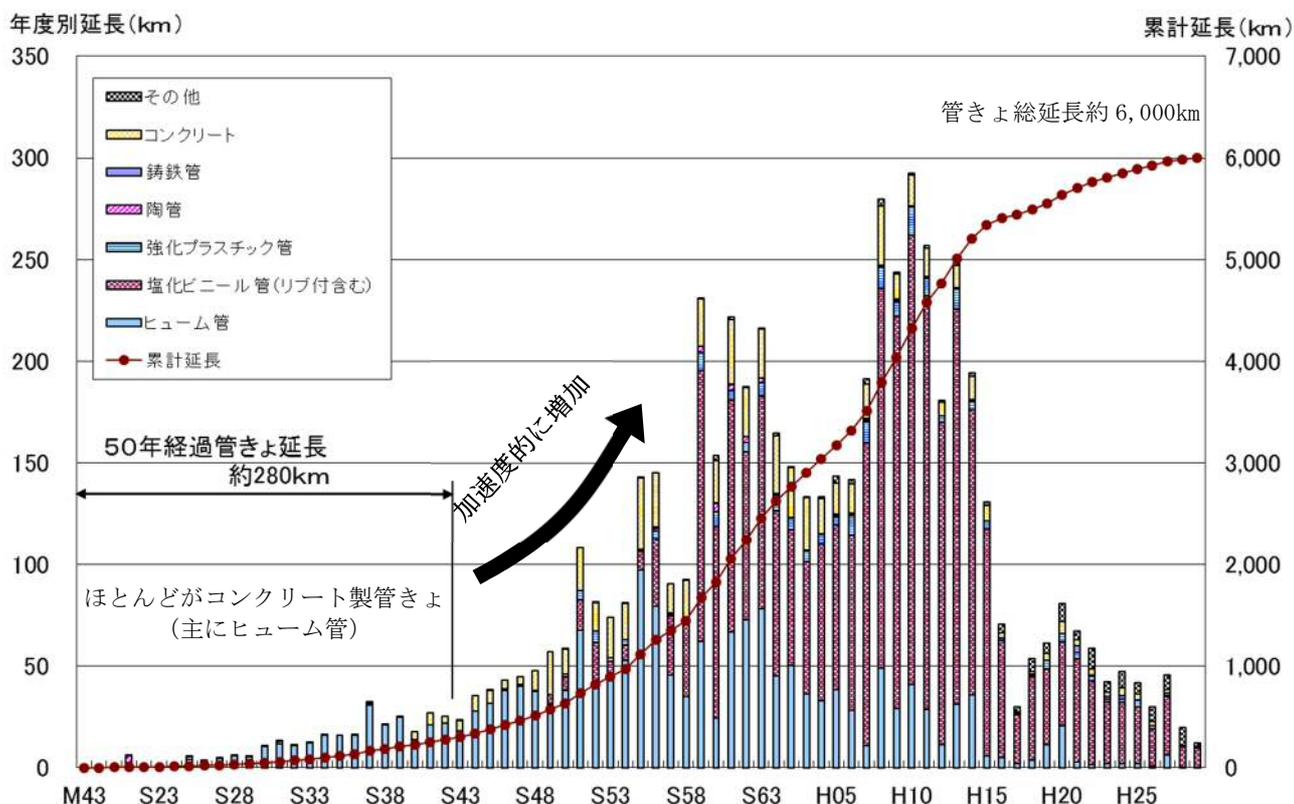


図-2 布設年度別・管種別の延長 (平成 29 年度末現在)

1.3 下水道管きょに起因する道路陥没

本市における下水道管きょに起因する道路陥没件数は、直近 5 年間の平均で年あたり約 120 件発生しています。そのうち、本管に起因するものが約 1 割で、残り 9 割が取付管に起因するものとなっています。このため、陥没が小規模で重大な事故は発生していませんが、近年は、本管に起因する事故が増加傾向となっています。(図-3)

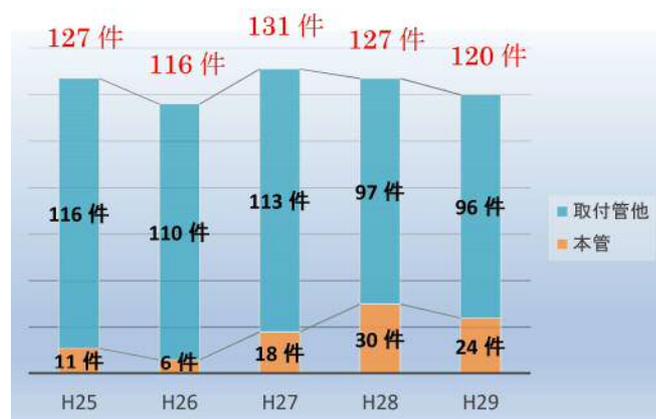


図-3 直近 5 年間の道路陥没件数

2. 管路管理における課題

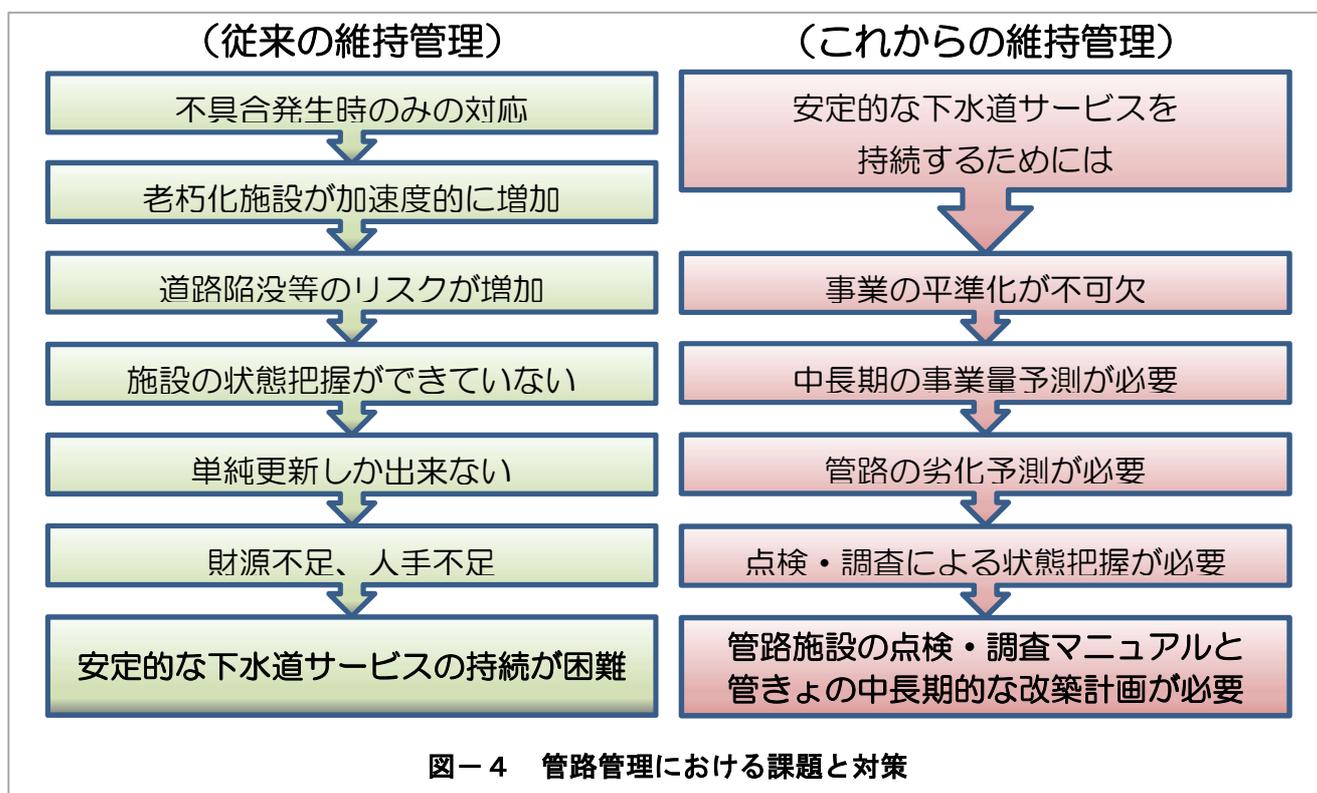
下水道管路はその耐用年数の長さから、布設してから当分の間はメンテナンスフリーの施設として取り扱われることが多く、本市においても、不具合が発生した場合のみに対応する「事後保全型」として管理して来ました。

また、維持管理時代の到来と言われますが、未普及対策としての下水道整備が概成した後も、浸水対策や合流改善といった新たなニーズへの対応が求められ、それらの対策を優先的に進めてきたことから、いまだ維持管理体制は財政面、人材面ともに脆弱なままとなっています。

古くから整備された地区のコンクリート製管きょでは、経過年数とともに不具合の発生リスクが高まり、定期的な点検や清掃、補修など適切なメンテナンスを行わずにいた管きょでは、破損やつまりといった不具合が発生しやすくなります。ひとたび不具合が発生すれば、道路陥没による交通への影響や汚水流出による環境衛生上の問題が引き起こされ、その対応に多大な時間と費用が掛かるだけでなく、下水道サービスに対する市民の信頼が失墜してしまいます。今後、老朽化施設が急増する中、これまでの事後保全型の維持管理では、将来にわたり安定的な下水道サービスの提供ができなくなる恐れがあることから、早急に対策を講じていく必要があります。

一方で、老朽化対策に充てられる財源や人員は限られており、経過年数のみで改築の判断をする単純更新では急増する老朽化施設すべてを早急に改築していくことは不可能です。このため、管路を点検、調査することで施設の状態を把握し、調査結果を分析することで将来における管路の劣化予測を行い、さらに陥没などによる被害規模やその影響度のリスクを踏まえた事業の優先度設定を行うことで、老朽化対策を確実に実施することが重要です。

こうしたことから、安定的な下水道サービスを持続するためには、事後保全型の管理から脱却し、管路の状態をきちんと把握し計画的な維持保全を实践する「状態監視型」の維持管理へ移行する必要があります。そのために必要なことは、効率的かつ効果的な巡視・点検・調査の具体的な方法やリスク評価手法を定めるとともに、改築更新時期やその事業費を把握したうえで平準化を図り、実現可能な中長期の改築計画を策定することです。(図-4)



3. 点検・調査マニュアルと中長期計画

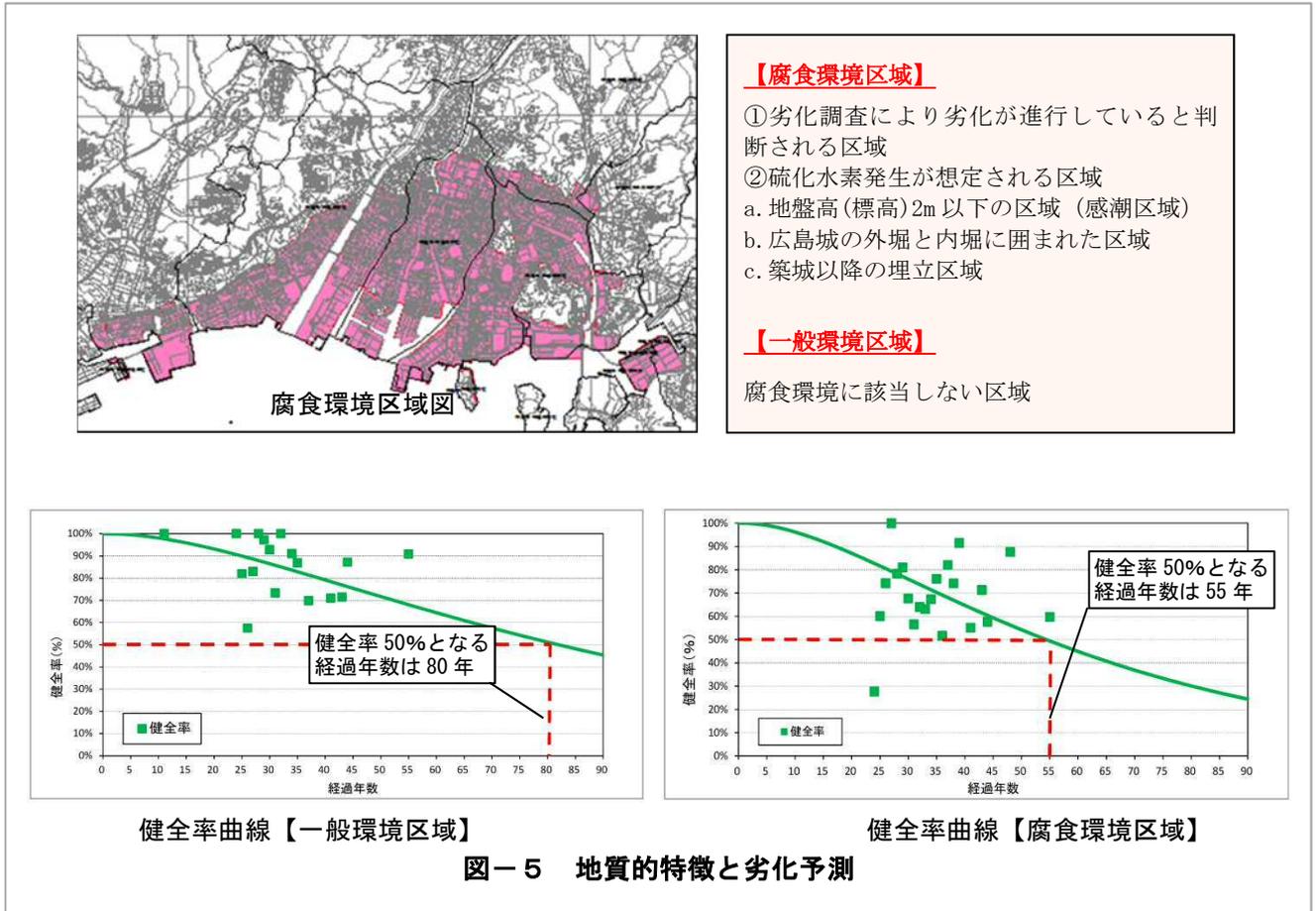
広島市では、管路施設の状態監視保全に向け、「巡視・点検・調査」の指針となる「広島市下水道管路施設の点検・調査マニュアル」を平成27年2月に策定しています。本マニュアルでは、管きよ及びマンホールの効率的かつ効果的な巡視・点検・調査の具体的な方法について記述するとともに、施設の現状のリスクを評価するための診断・評価基準を設定しています。

また、管きよの改築を計画的かつ効率的に実施していくため、「広島市下水道施設における管きよの中長期的な改築計画」を平成28年3月に策定しています。

(広島市HP内アドレス:<http://www.city.hiroshima.lg.jp/www/contents/1402895456635/index.html>)

この改築計画の特徴は、次のとおりです。

- 本市の地質的特徴を踏まえて、「腐食環境区域」と「一般環境区域」に分けた劣化予測式を設定(図-5)
- 不具合発生時のリスクから優先順位を付け、100年先までの改築事業量の予測計算を行い、それを基に各年度の事業費を平準化した40年間の中長期計画としている(図-6)



4. 管路点検調査(事例紹介)

4.1 中長期計画に基づく点検調査

管路施設の点検・調査マニュアル及び管きよの中長期的な改築計画に基づき、膨大な施設の点検調査を実施し、そこから改築が必要な管きよの抽出を行う必要がありますが、従来の調査手法(直視・側視型のテレビカメラ調査)では非効率で長期間を要することとなります。

このため広島市では、国土技術政策総合研究所より平成27年10月にガイドラインが発行された「B-DASH 管渠マネジメントシステム技術」に着目し、致命的な損傷の早期発見や、



詳細調査を必要とする箇所の絞り込みを行える低コストな調査技術として管口カメラによる簡易調査(スクリーニング調査)と、そこで発見された不具合箇所のみを従来の直視・側視型より効率的にテレビカメラ調査が行える展開図化式カメラによる詳細調査という技術を導入することとしました。

こうした技術の導入により、広島市のコンクリート製管きょ約 2,490km のすべてを点検調査した場合を試算(年間調査日数 200 日、1 班体制)すると、従来の手法では調査コストで約 27 億円、調査期間に約 42 年を要するものが、導入手法では調査コストが約 10 億円(約 6 割削減)、調査期間が約 16 年(約 6 割削減)との結果が得られました。(表-2、表-3参照)

平成 28 年度から本技術を導入して、計画的かつ効率的な改築更新のための点検調査業務を発注しており、平成 30 年度までの 3 年間で年平均約 10,200 箇所の管口カメラによる簡易調査と、年平均約 70km の展開図化式カメラによる詳細調査を実施し、状態監視保全へ向けて着実に取り組んでいます。

《従来手法と導入手法の試算》

表-2 日進量と単価の比較

	従来手法	広島市の手法	
	従来のTVカメラ技術	管口カメラ技術	展開図化式カメラ技術
日進量	約 300m/日	約1,200m/日	約450m/日
m単価	約1,100円/日	約 210円/m	約930円/m

表-3 調査コストと調査期間の試算例

	従来手法	広島市の手法	比較
調査コスト	約27億円	約10億円	約6割削減
調査期間	約42年	約16年	約6割削減

※ 広島市のコンクリート製管きょ約2,490kmでの試算

※ 展開図化式カメラ(詳細調査)は、広島市の実績より調査延長の2割と想定

※ 調査期間は、調査稼働日数を年間200日で試算

4.2 点検調査における課題

現在行っている点検調査は、改築実施路線を抽出することが主目的となっており、維持管理という視点での整理ができていないことから、部分的な修繕や経過観察といった対応が不十分となっています。

また、点検調査路線を管きょ台帳システムにより抽出していますが、実際の現地との不整合に

より調査不能となる路線が多く存在します。

管口カメラによる点検では、管軸方向の不具合(管きよの抜けなど)の発見が困難なことや、不具合箇所までの距離の実測が出来ないなど技術的な問題があるほか、クモの巣などの視認性が低下した場合には著しく調査精度が落ちたり、業者間或いは測定者により判定の誤差が生じるなど、まだまだ多くの課題があることも事実です。

こうした課題をきちんと整理し、対応策を検討することで、より効率的で効果的な点検調査が可能になるものと考えており、PDCAサイクルの確実な実践が必要と考えております。

5. おわりに

公共施設のストック(資産)をマネジメント(管理)するためには、情報を管理しなければなりません。広島市では、様々な情報を管理するにはシステムへの一元化を図る必要があると考えているため、平成30年度に下水道管路台帳システムを再構築し、管路のストックマネジメントが確実に実践できるための様々な仕掛けを本システムに搭載していく予定です。(図-7)

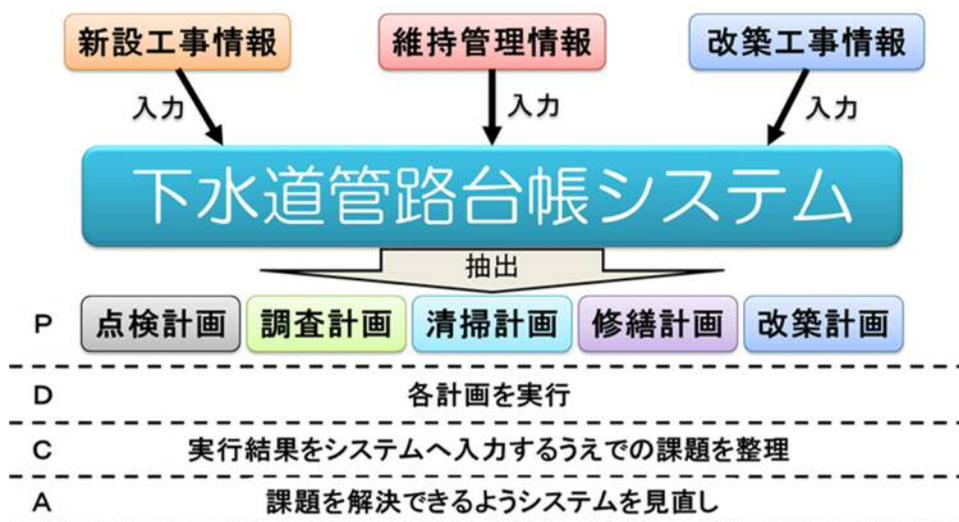


図-7 管路維持管理のPDCAサイクル

膨大な資産を維持管理していくためには、現在の資産状況と将来予測を常に見直し、職員一人一人が経営者としての視点を養う必要があります。なぜなら、現代は、一昔前からは考えられないほど社会情勢が変化しており、経営的には危機的状況にあると言えるからです。

公共施設を管理するすべての人が、こうした状況から目をそらさず、“お金がない”と言い訳せず、どうしたら前進できるのかを考えていかなければなりません。

これからの公共施設管理は、傷みかけている箇所を出来るだけ早く発見し、軽症のうちに安く治すことで、可能な限り健康に長持ちさせることだと考えており、本市でもこれを目標に取り組んでいきたいと考えています。

【事例 ⑩】経営のコツ(今般、公営企業会計移行と使用料改定を検討・実施する柏市)

- ・ 公営企業会計への移行に伴い、中長期経営計画を策定
- ・ 老朽化対策における使用料のあり方を検討(累進度の是正、資本報酬)

1. 事業概要

1.1 事業規模

柏市の下水道事業は、昭和 35 年柏駅を中心とした単独公共下水道(合流式)に着手したのが始まりである。その後、昭和 42 年に十余二工業団地を対象とした特定公共下水道に着手し、昭和 45 年に供用を開始した。その頃、急激な都市化に伴い、公共用水域の汚濁が著しく生活環境を悪化させ、昭和 42 年公害対策基本法が制定された。この対策の一環として、千葉県による手賀沼流域下水道及び江戸川左岸流域下水道計画が策定され、昭和 56 年に手賀沼流域下水道が一部供用開始された。

本市の下水道整備は、平成 16 年度に沼南町と合併し、単独公共下水道の 2 処理区(柏・十余二)は平成 21 年度までに流域下水道に切替え、手賀沼流域下水道及び江戸川左岸流域下水道による流域関連下水道として整備を図っている。平成 26 年度末の汚水処理人口普及率は約 89%となっている。

一方、雨水整備については、近年の集中豪雨により市内約 60 箇所の浸水被害が発生しており、「柏市浸水(内水)ハザードマップ」を作成し、ホームページに公開している。また、近年の雨水対策事業として、下記の事業を実施しており、都市浸水対策達成率は約 40%となっている。

- ・平成 19～22 年:大堀川右岸第8号雨水幹線(シールド工事,約 1km)整備
- ・平成 22～24 年:大津川左岸第4号雨水幹線(シールド工事,約 1.4km)整備
- ・平成 25～27 年:大堀川右岸第8号雨水幹線(シールド工事,約 1km)整備
- ・平成 25～27 年:大津川左岸第4号雨水幹線(推進工事,約 0.4km)整備

表 1-1 柏市の事業概要

	数値	項目	数値
1 行政人口	406,835人	7 水洗化人口	333,051人
2 行政面積	11,474ha	8 人口普及率	89.3%
3 市街化区域面積	5,434ha	9 水洗化率	91.7%
4 汚水認可面積	5,296ha	10 雨水認可面積	3,730ha
5 処理面積	4,521ha	11 整備面積	1,501ha
6 処理人口	363,184人	12 整備率	40%

1.2 経営状況

(1) 特別会計から企業会計への移行

平成 23～25 年度の 3 ヶ年計画で、企業会計移行の準備を進め、平成 26 年度から地方公営企業法の財務規定を適用した。

平成 26 年度の決算に伴い、特別会計と企業会計の違いを「柏市下水道事業年報」に掲載した。

- 移行により、現金主義会計である特別会計から、発生主義会計である企業会計に変わる（費用として減価償却費 44 億円、収益として長期前受金戻入 24 億円計上）。
- 歳入歳出の予算・決算から、公営企業会計では 3 条と 4 条、すなわち収益的収支（損益取引）と資本的収支（資本取引）に区分した予算・決算。

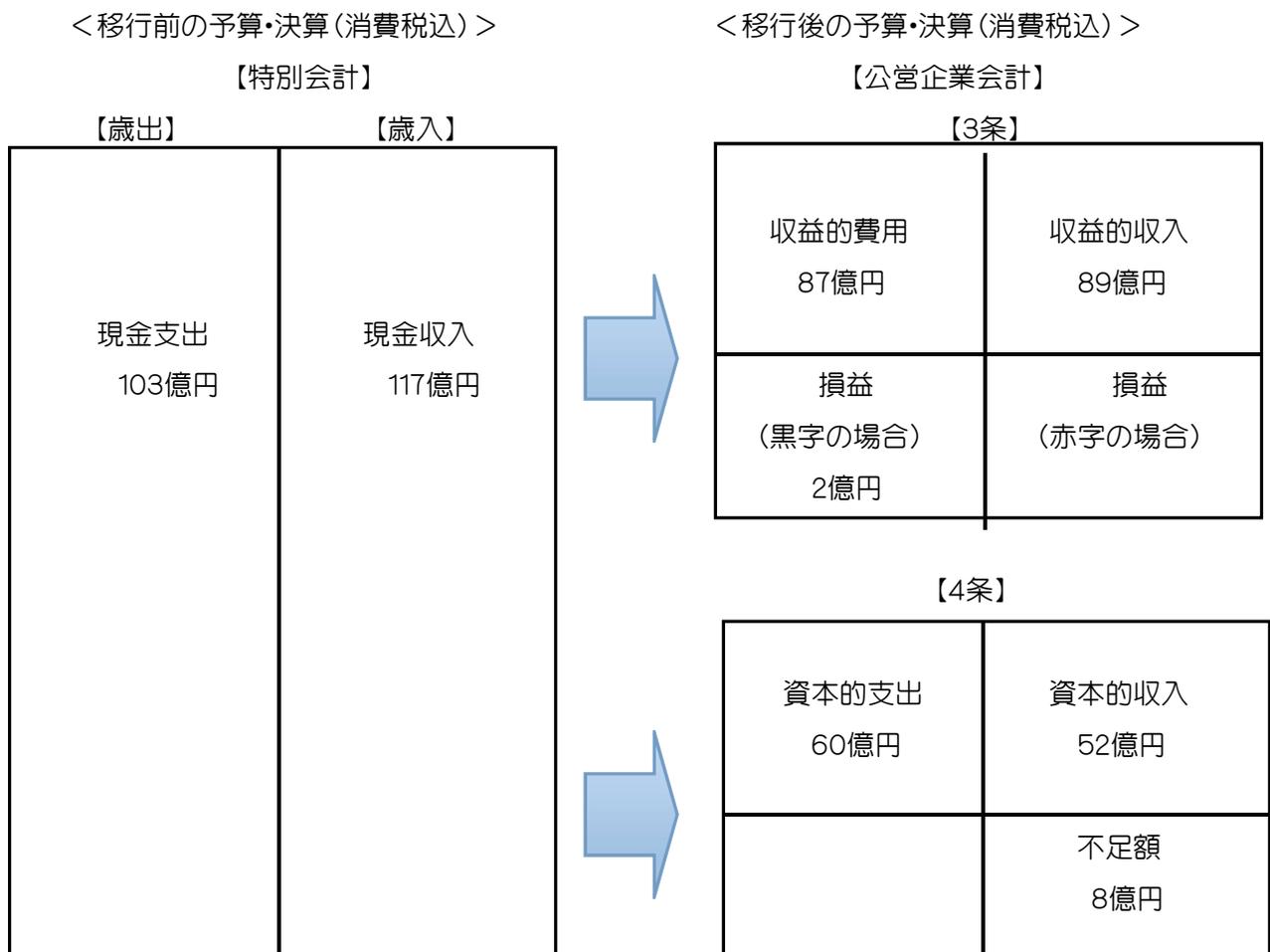


図 1-1 特別会計移行前後の予算・決算

(2) 経営状況

表 1-2 経営状況

項目	H22	H23	H24	H25	H26	備考
1 企業債残高 (百万円)	55,632	52,660	50,523	47,517	45,810	
2 使用料収入 (百万円)	5,524	5,416	5,450	5,555	5,643	
3 使用料単価 (円/㎡)	140.8	142.0	139.6	148.2	147.5	
4 処理原価 (円/㎡)	188.9 (149.0)	196.6 (148.9)	173.8 (148.7)	180.9 (148.6)	130.1	
5 経費回収率	74.5 (94.5)	72.3 (95.4)	80.3 (93.8)	81.9 (99.7)	113.3	
6 繰入金 (百万円)	3,500	3,400	3,150	3,000	3,000	

※ ()内の数値は、「分流式下水道に要する経費」を考慮したものの。
H25年度までは地方自治法の特別会計，H26年度は地方公営企業法の財務規定を適用。

(3) 企業債の抑制

平成 26 年度末における市全体の市債借入れ額のうち下水道事業が約 3 割を占めている。

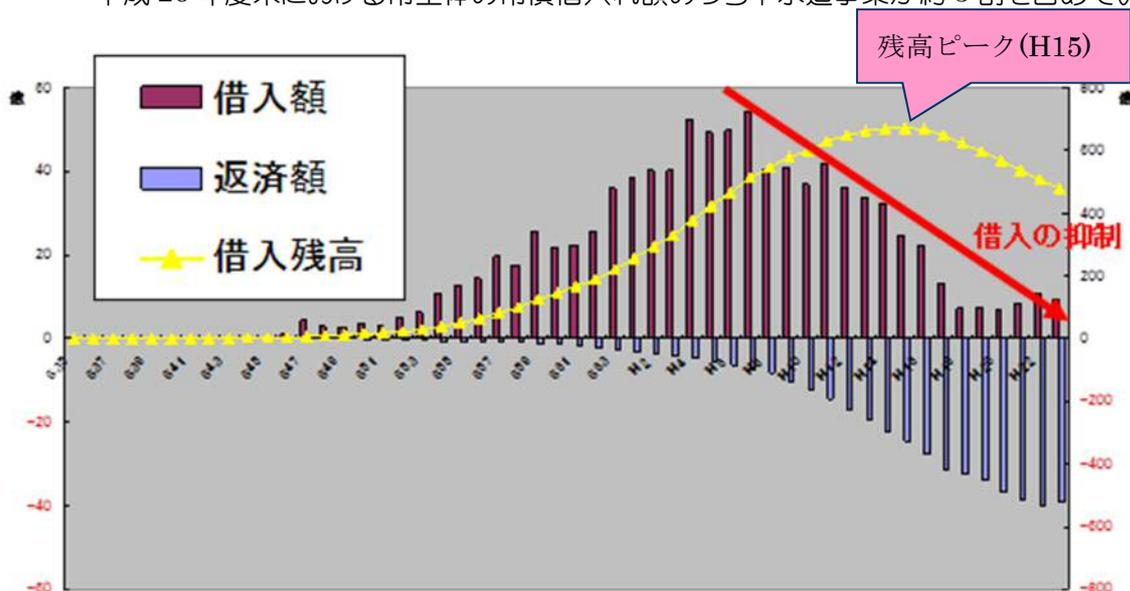


図 1-2 市債借入れ額と返済額

(4) 経営計画の策定

企業会計の移行に伴い、下水道経営委員会を設置し2カ年計画で経営計画を策定した。本計画を踏まえ、今後の老朽化対策における下水道使用料のあり方を検討した結果、当分の間据え置きとした。

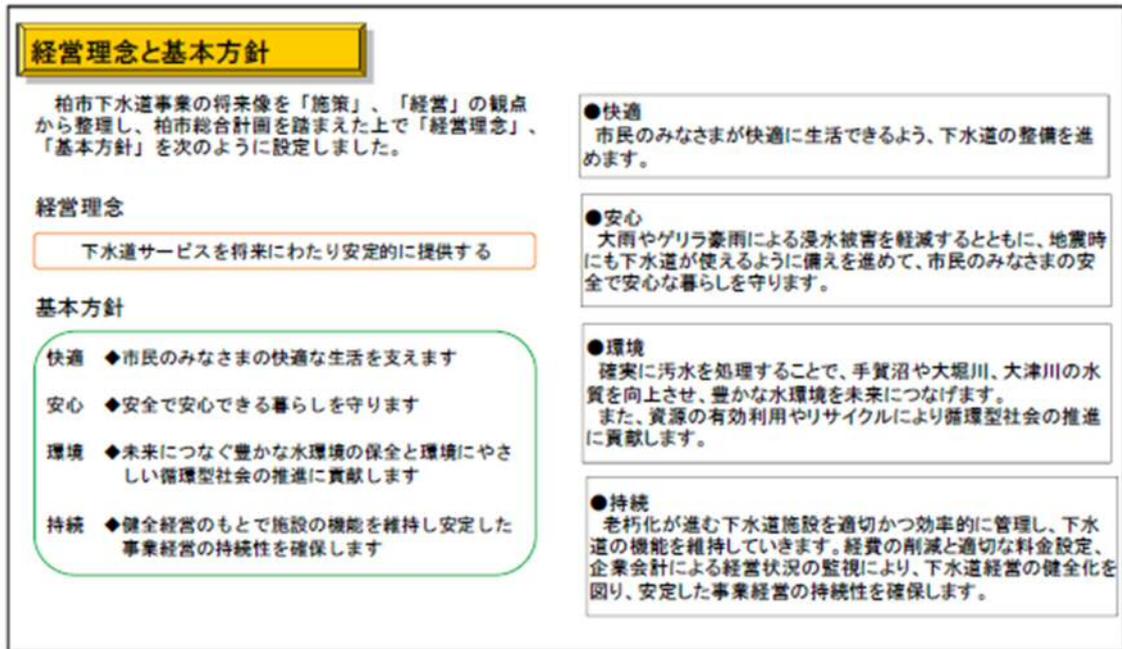
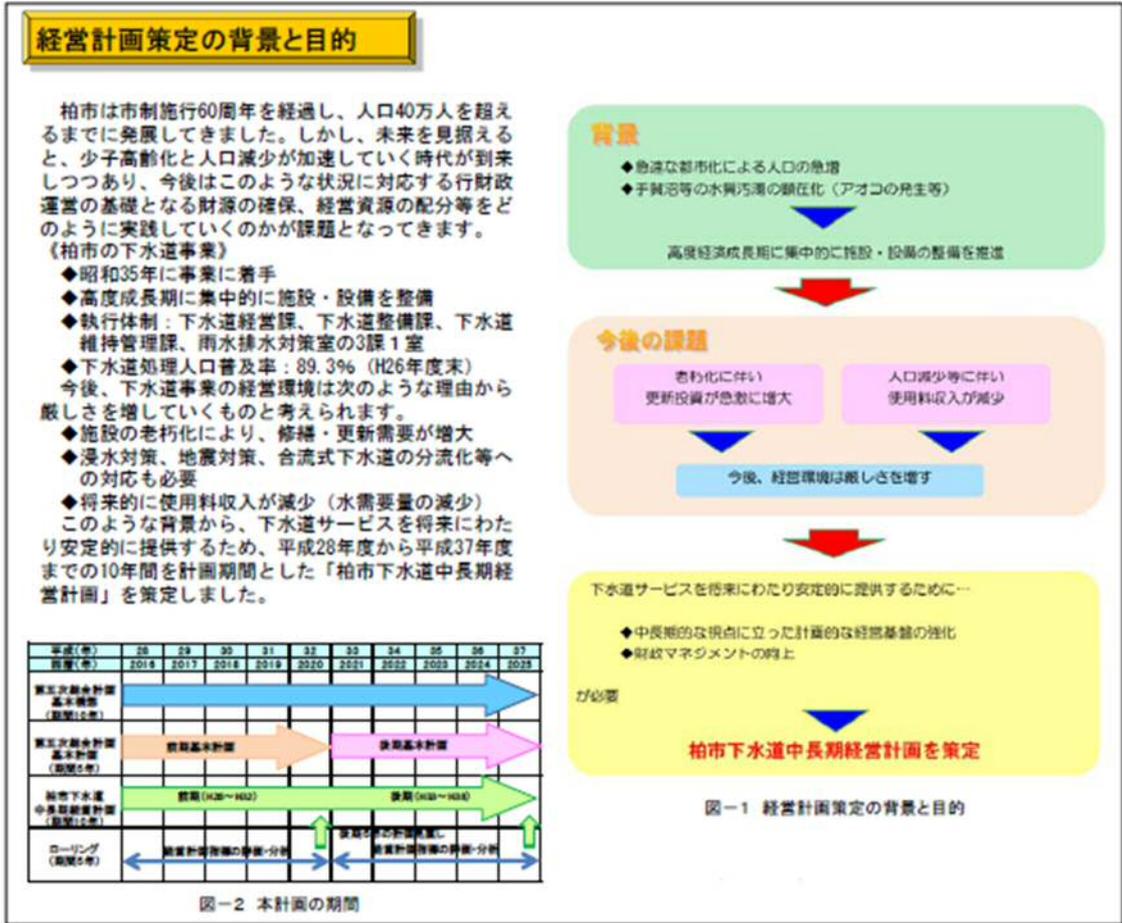


図 1-3(1) 柏市下水道中長期経営計画(案)の概要

施策の方向性と目標

柏市下水道事業の施策体系について、施策の分類別に「現状及び課題」を整理し、それに対する「具体的施策」とその目標を以下に示します。

1. 快適

北部区画整理事業区域内を含む未普及地区の下水道整備を進めます。

施策の分類	現状及び課題	具体的施策	評価指標及び事業費				
			評価指標等	単位	現状 (平成26年度)	前期目標 (平成27年度)	後期目標 (平成27年度)
汚水対策	未整備区域 2,838 ha(整備の要望あり) (普及率約6%) アクションプランの策定(197年度策定予定) 北部区画整理事業 整備率 50.2%	未普及地区の解消	下水道低人口普及率	%	89.3	93	94
			事業費	百万円	—	2,481	2,439
		(家集込み)	北部区画整理事業の整備率	%	50.2	88	100
			事業費	百万円	—	673	126

【未普及地区の解消】

地元の要望がある区域を中心に整備を進めていきます。



図-3 汚水整備予定箇所図

【北部区画整理事業の整備】

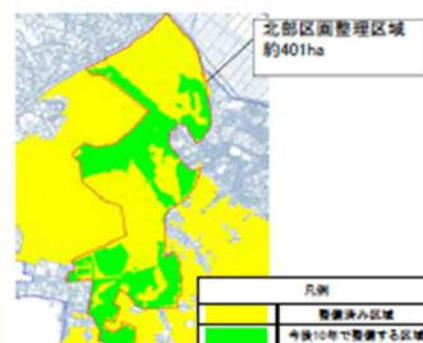


図-4 北部区画整理区域内の整備予定箇所

2. 安心

雨水(浸水)対策として雨水幹線、貯留・浸透施設の整備を進めるとともに、総合地震対策計画を策定して施設の耐震化を進めます。

施策の分類	現状及び課題	具体的施策	評価指標及び事業費				
			評価指標等	単位	現状 (平成26年度)	前期目標 (平成27年度)	後期目標 (平成27年度)
雨水(浸水)対策	都市雨水対策達成率 40.2% 雨水未整備地区で浸水被害多発 内水ハザードマップの公表(公表済)	雨水幹線整備	下水道による都市雨水対策達成率	%	40.2	45	47
		貯留・浸透施設の設置	貯留・浸透施設設置率	%	50	80	100
			事業費	百万円	—	118	108
地震対策	施設下水道管の一部が未耐震 防災計画に基づく対応 ・災害用トイレ 避難運営達成	下水道施設の耐震化	下水道総合地震対策計画の策定・耐震対策の実施	—	計画未策定	計画の策定・耐震対策の実施	耐震対策の実施
		下水道BCPの策定・継続的実施	事業費	百万円	—	110	600
			下水道BCPの策定・継続的実施	—	未策定	策定	継続的実施

(注)内水ハザードマップは、水防法の改正により、再度作成して公表する予定です。

【雨水幹線整備】

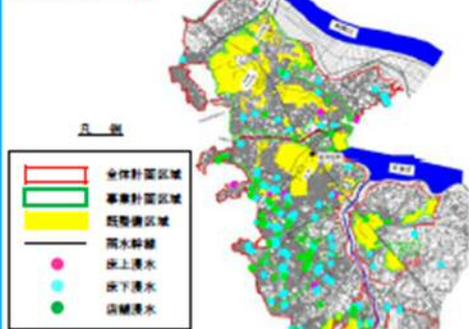


図-5 雨水浸水実績箇所位置図

浸水被害は未整備地区で多く発生しており、地元からの整備の要望も多く上がっています。
⇒雨水幹線整備、貯留・浸透施設の設置を進めます。

【下水道施設の耐震化】

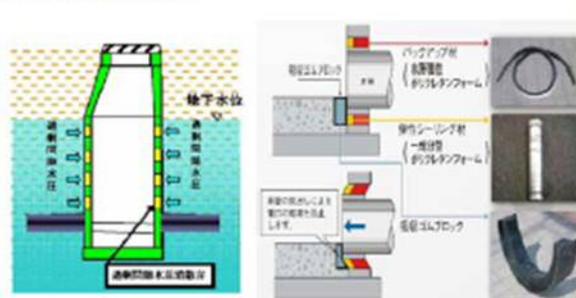


図-6 下水道施設の耐震化事例

総合地震対策計画を策定し、それに基づき施設の耐震化を進めます。(図は人孔の浮上防止と管口の可とう化の事例)

3. 環境

水環境保全や循環型社会の推進に資する事業として、手賀沼への汚濁負荷削減のための合流区域の分流化や、下水熱利用について検討を進めます。

施策の分類	現状及び課題	具体的施策	評価指標及び事業費				
			評価指標等	単位	現状 (平成24年度)	前期目標 (平成32年度)	後期目標 (平成37年度)
水環境の保全	手賀沼の水質保全(環境基準未達成) 手賀沼流域の排水処理施設負荷の割合の増加 利根川の水質保全(環境基準を時折超過) 利根川からの放流水処理費の削減	手賀沼の汚濁負荷削減 (合流区域の分流化)	合流式下水道改善(分流化)	%	21	25	44
			事業費	百万円	—	300	1,500
地域環境の保全	省エネ、創エネ、地球温暖化防止の社会的要請	創エネルギー	下水熱利用(管道路)	—	事業途	導入可能性検討	実施の検討
			事業費	百万円	—	—	—
	資源循環 下水汚泥のリサイクル	下水汚泥のリサイクル (資源化、燃料化など)	(標準)				

【合流式下水道の分流化】

雨天時の汚濁負荷削減対策として、柏駅周辺の合流区域の分流化を進めます。



図-7 合流区域位置図

【下水熱利用】

下水熱利用の導入可能性について検討し、可能性がある場合は、実施の検討を行います。

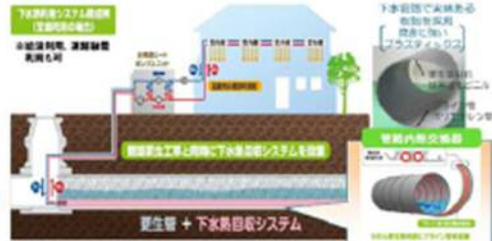


図-8 熱回収技術の事例

4. 持続

今後の下水道施設の老朽化に対して、ストックマネジメント手法を導入して適切な維持管理、改築を実施するとともに、市民と協働しながら、下水道事業の経営の健全化に努めます。

施策の分類	現状及び課題	具体的施策	評価指標及び事業費				
			評価指標等	単位	現状 (平成24年度)	前期目標 (平成32年度)	後期目標 (平成37年度)
下水道施設の老朽化	今後の耐用年数を超過した老朽管の増加 施設の老朽化状況の把握 ・事後保全的な維持管理 ・下水道管路のデータベース化	ストックマネジメント手法の導入	ストックマネジメント計画の策定	—	策定中	策定	策定
		リニューアル(適切な改築・更新・寿命延長)	管路健全率	%	31.3	34.5	37.6
経営の健全化	地方公営企業会計26年度に導入(独立採算) 将来の下水道使用料による収入減少 将来の更新対応を考慮した自主財源の確保	適切な維持管理	管路管理費	%	12.8	56	100
		下水道自働システムの運用	事業費	百万円	—	650	650
		経営の健全化	自働の運用	—	—	実施	実施
		経営計画の策定	経営収益比率	%	101.1	100	100
		経営の削減	企業費元割償還金対料金収入比率	%	93.5	70.2	50.4
		使用料収入の適正化	経営収益率	%	113.3	106.5	107.7
市民との協働	広報の必要性(下水道広報誌の発刊等) 下水道を利用した環境教育	職員の技術力の向上	使用料率	円/m ³	147.5	147.5	147.5
		広報による事業促進	1人あたり処理量増加回数	—	1回/年以上	1回/年以上	1回/年以上
		広範な技術力の向上	事業費	百万円	—	2	2
		広範な広報の充実	年間広報誌発行回数	—	1	2	2
		環境教育の進捗	工場見学会等の実施	—	—	3	3

【ストックマネジメント手法の導入(老朽化対策)】

ストックマネジメント手法(図-9参照)を導入することにより、適切な維持管理を実施していきます。また、今後20年間を目標に事業費を平準化(図-10参照)して改築を進めていきます。

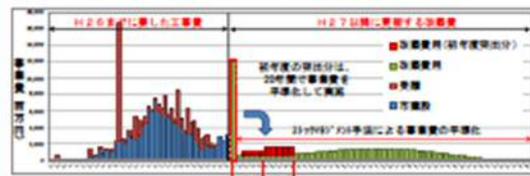


図-10 改築事業費の平準化イメージ

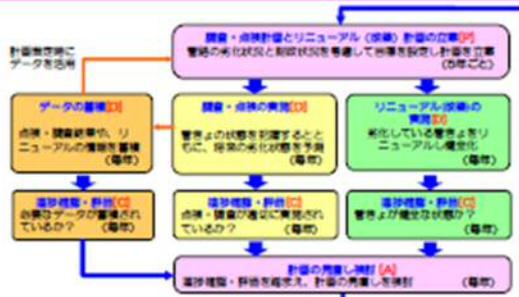


図-9 スtockマネジメント導入によるPDCAサイクル

【市民との協働】

下水道の広報内容を充実させるとともに、工事説明会や見学会を実施するなど、市民と協働して下水道事業を進めていきます。写真は工事見学会、出張下水道教室(県下水道公社)の様子



図 1-3(3) 柏市下水道中長期経営計画(案)の概要

2. 下水道経営の健全化

本市は、平成20年度の中核市移行に伴い平成22年度に包括外部監査が実施され、約57項目の意見や指摘事項があった。また、3年毎の料金改定の際に下水道審議会からの意見等があり、今後の検討課題等が掲げられている。

(1) 明確な経営目標と経営見通し

企業経営の現状や展望等についての情報を作成・開示しながら利用者の理解と協力の下に経営を進める必要がある。このため、中期経営計画を策定、業績評価の実施を通して、より一層計画性・透明性の高い企業経営に努める必要がある。

⇒ 大量更新期の到来、人口減少時代の到来を踏まえ、中長経営計画を策定中

(2) 適正な下水道使用料の設定

能率的な経営の下で必要となる事業の管理・運営費用のすべてを回収できる水準に下水道使用料を設定し、確実に徴収するように努める。今後は、人口減少や節水型社会の進行等により、全体として水需要の低下が見込まれることから、水需要の動向に応じて料金体系も含めた適切な見直しが必要である。

⇒ 大量更新期に備えた使用料設定、大口使用者の使用水量減少等を踏まえ設定の見直し

(3) 接続の徹底

未接続は、下水道施設の遊休化や公共用水域の水質への悪影響、下水道経営の問題、接続済の者と未接続者との間の負担の公平など、無視し得ない多くの問題を生じることになるため、早急に改善しなければならない。

⇒ 水洗化率の向上等による収入面の健全化を図るため、「水洗普及担当」を配置

(4) 経営情報の公開・透明化

利用者から下水道整備の必要性についての正しい理解を得るためには、下水道整備が公共用水域の水質保全に与える効果、そのための費用と料金負担の関係等についての情報を分かり易く開示する必要がある。

⇒ ホームページや市広報等を活用し、予算段階(柏市の下水道事業)と決算段階(柏市下水道年報)で公開

(5) 企業会計の移行

事業の計画性や透明性の確保、公費で負担すべき部分の明確化等に向けて、企業会計方式の導入による財務諸表等の作成が有効である。経費負担の原則が明確に示すとともに、収入、コスト、資金の調達状況等が適切に区分して表示されている財務諸表等を通して、下水道事業の経営状況を理解し易くすることが必要不可欠である。

⇒ 移行以前の償却資産の開示、雨水・汚水の区分を明確化、有収水量の明確化

(6) 意識改革

議会、利用者等に対して十分な説明を行うことを抜きにして事業の円滑な運営は望めないことを再認識する必要がある。下水道事業は独立した企業として経営が成り立つことが期待されていることから、企業体であることの明確な自覚をもって経営に取り組まなければならない。

⇒ 事業全体として総点検・見直しを実施するため、縦割りから横断的組織の育成が必要不可欠

3. 料金改定

3.1 設定の考え方

■ 使用料のあり方

地方公営企業法第 21 条の料金は、以下の要件を満たすものであること。

- 公正妥当なものであること。
- 適正な原価を基礎とするものであること。
- 地方公営企業の健全な運営を確保するに足りるものであること。

■ 使用料算定の見直し

- 企業会計(H26～)

資本費(減価償却費+企業債利子)+維持管理費

- 特別会計(~H25)

資本費(元金償還金+地方債利子)+維持管理費

■ 課題

企業会計になると、企業債の償還期間(30 年)と施設等の耐用年数(50 年)との相違からくる資本的収支上での資金不足等が発生する。

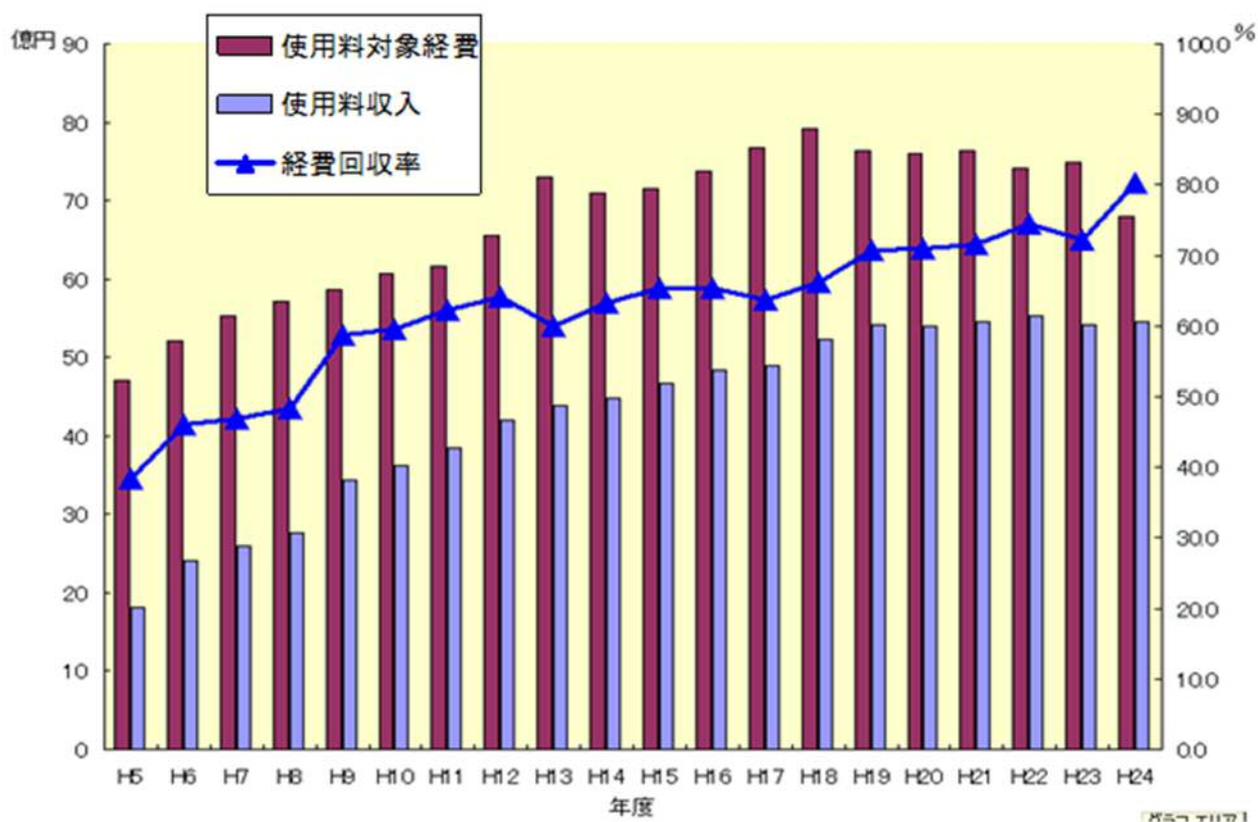


図 3-1 経費回収率の推移

3.2 料金体系の特徴

料金体系は、二部使用料制・累進使用料制・水質使用料制に大別できる。平成 25 年度の全国使用料体系のうち約 90%が二部使用料制の使用料体系を採用している。

○ 二部使用料制(基本使用料と従量使用料)

基本使用料とは、使用量の有無に係りなく賦課されるものである。従量使用料とは、使用量の多寡に応じて水量と単位水量当たりの価格により算定し賦課されるものである。

経営の安定性を確保するため、従量使用料に基本使用料を併置する方法が有効であり、現実にも多くの地方公共団体で採用されている。

○ 累進使用料制

累進使用料とは、使用量の増加に応じて使用料単価が高くなる使用料体系のことをいう。生活排水等に比べて大量排水ほど単位当たりの使用料対象経費が増加するという傾向がある。

○ 水質使用料制

水質使用料とは、排水の量的な側面のみならず質的実態にも着目し、排水の水質濃度に応じて、使用料対象経費の一部を一定の基準を超える濃度の汚水を排出する使用者に賦課するもので、従量使用料に上乗せして徴収するものである。

柏市における基本料金と従量料金の考え方

下水道料金は、水を使わなくても毎月一定の負担をお願いする基本料金と、水を使用した分だけ負担をお願いする従量料金とに分けられる。

そのため、料金対象原価をその性質によって基本料金に充当するものと、従量料金に充当するものとに区分される。

柏市における使用料対象経費の分類（固定的経費と変動的経費）

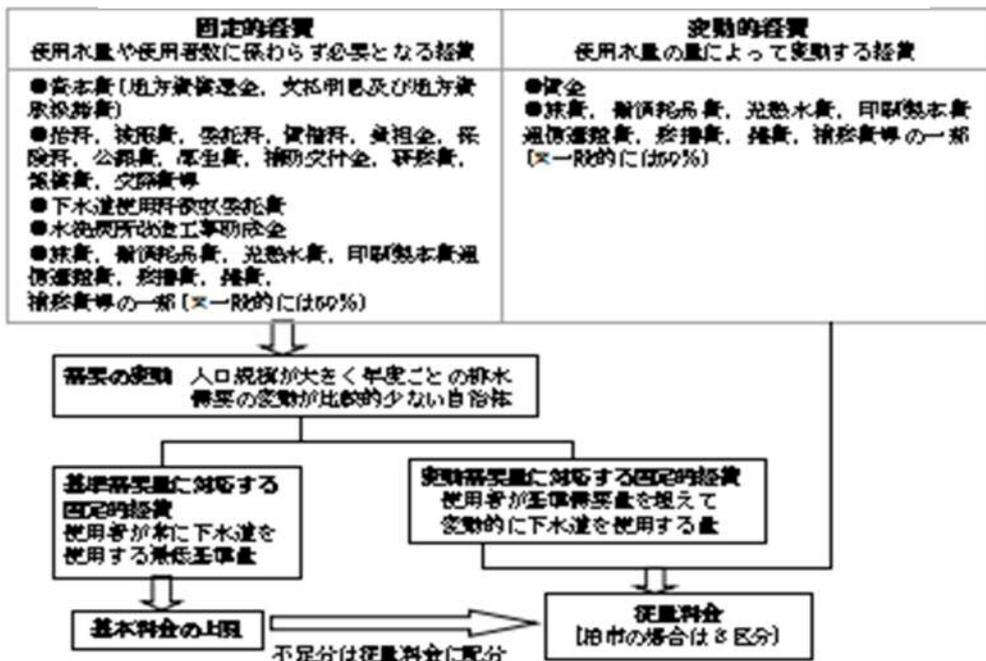


図 3-2 使用料対象経費の分類

3.3 水需要の方向性

○ これまでの下水道料金

公共下水道の利用促進と公共料金という観点から低く設定されてきた。

⇒ 従来より、大口使用者により多くの負担となっていた。

本市の工業系の動向としましては、8工業団地が立地しているが、その多くは昭和40年代に形成され、老朽化が進んでいる。(H18からH27年度までに約1,200億円の減が予測されている。)

○ 節水技術の向上

トイレ等の施設も過去には18Lの使用水量が、4Lと節水施設の普及が進んでいる。昨今ではエコポイントなどで国も普及促進を図っている。

本市の平均給水量も平成16年度から約7%減(313L/人・日→290L/人・日)となっている。

○ これからの下水道料金

・ 大口使用者に依存しない使用料体系へ

⇒ 累進度の是正(4.47→3.51)

・ 利用者全体で負担する使用料体系へ

⇒ 全体の処理原価に近づける(基本料金・従量料金の見直し)

3.4 経費削減の取組み

○ 資本費と維持管理費の動向

・ 資本費(元利償還金)

⇒ 高金利(5%以上)対策を平成19年度から実施し、約113億円の借換えを実施した。

・ 人件費の抑制

⇒ 平成19年度下水道部から土木部への組織統合に伴い、5名の削減。

○ 料金の収納率の動向

・ 未収金の取組み

⇒ 平成19年度約95%を平成25年度96%に向上。井戸下水道は平成26年度から民間委託。

・ 不納欠損額の推移

⇒ 平成20年度約14百万円が平成26年度約12百万円に削減。

3.5 今後の課題

- 事業全体の総点検
維持管理費や徴収業務の民営化など,市としての改善課題を再認識する。
- 雨水公費・汚水私費の原則
 - ・ 雨水公費の原則…雨水は自然現象によるものであり,雨水対策をすることにより,浸水などの被害を防ぎその受益は広く市民に及ぶことから,その経費は公費でまかなうという考え方。
 - ・ 汚水私費の原則…汚水は日常生活や生産活動によって生じるもので,下水道の利用者がどれだけの量の汚水を排出したか容易に測定できることから,排出量に応じて下水道使用料を徴収し,その収入で汚水処理の費用をまかなうという考え方。

表3-1 雨水処理費び汚水処理費の内訳(26年度決算)

(単位:円)

	汚水処理費	雨水処理費	合計
営業収益	5,249,775,463	649,889,433	5,899,664,896
営業費用	6,178,891,652	1,015,050,514	7,193,942,166
営業損益	△ 929,116,189	△ 365,161,081	△ 1,294,277,270
営業外収益	2,228,133,356	435,768,150	2,663,901,506
営業外費用	1,205,145,763	70,607,069	1,275,752,832
経常損益	93,871,404	0	93,871,404
特別損失	△ 79,191,955		△ 79,191,955
当年度純利益	14,679,449	0	14,679,449
内訳			
他会計補助金	270,469,454	649,889,433	920,358,887
減価償却費	3,599,753,277	802,723,767	4,402,477,044
(除長期前受金)	1,645,663,039	366,955,617	2,012,618,656
固定資産	113,196,493,705	30,652,445,511	143,848,939,216
企業債			
(26年度末残高)	42,062,406,110	3,747,312,897	45,809,719,007
(26年度償還額)	3,510,750,705	257,548,263	3,768,298,968

- 使用料設定に際して
 - ・ 一般会計繰入金における「分流式下水道等に要する経費」の取扱い
- ⇒ 繰出し基準として「分流式の公共下水道等に要する資本費のうち、その経営に伴う収入をもって充てることができないと認められるものに相当する額とする。」規定している。
- ⇒ 適正な使用料を徴収してもなお使用料で回収することが困難であるものというものであり、適正な使用料を徴収することなく安易に一般会計から繰出しを行うことは厳に慎まれないこと。
- ・ 今後の老朽化対策に備えて
- ⇒ 料金算定のあり方【他の公営企業との比較】

表 3-2 料金算定のあり方【他の公営企業との比較】

	下水道事業	水道事業	ガス事業
原則	総括原価方式	総括原価方式	総括原価方式
具体的な算入項目	<ul style="list-style-type: none"> ・維持管理費(人件費等) ・資本費用(減価償却費、支払利息、資本報酬等) <p>※下水道使用料以外の収入は控除</p> <p>※資本報酬: 来年度以降検討</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・営業費用(人件費、減価償却費等) ・資本費用(支払利息、資産維持費等) <p>※事業運営に伴う関連収入は控除</p> <p>※資産維持費:対象資産×3.0%</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・営業費等(人件費、減価償却費等) ・事業報酬(借入利息、配当等) <p>※営業雑益等は控除</p> <p>※事業報酬(一般ガス):事業資産の価値×事業報酬率(自己資本報酬率×0.35+他人資本報酬×0.65)</p>

「公営企業の経営戦略の策定等に関する研究会報告書(H26.3月)総務省」より抜粋