

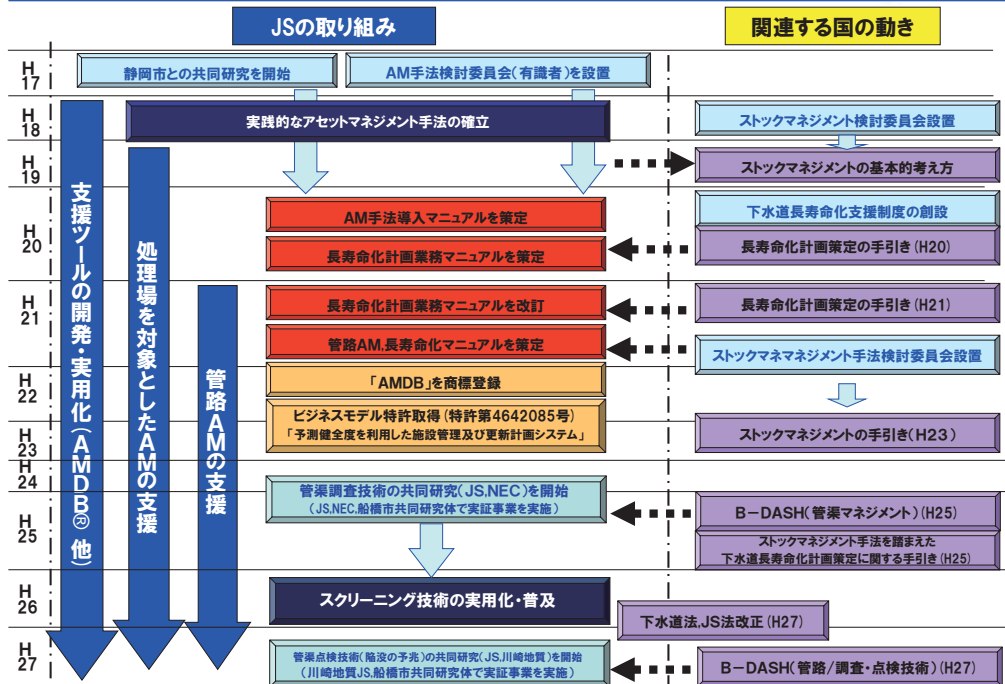
画像認識型カメラ調査 等について

日本下水道事業団事業統括部
調査役 新井 智明
(Arai-t@jswa.go.jp)

JSのアセットマネジメントに関する取り組み

- ①平成17年度以降、JSではアセットマネジメントに関する取り組みを推進。
- ②アセットマネジメントに関連するツールなどを整備してきているところ。
- ③H23～H28のJS技術開発基本計画において「管路マネジメントシステムの構築」を基本目標に位置づけ。
- ④H24～NECとの共同研究を開始。

JSにおけるアセットマネジメントに関する主な取り組み



JS技術開発基本計画(H23～H28)の基本目標

分野	基本目標
省エネ・創エネシステム技術	エネルギー・資源回収を目的とした下水処理場の最適化
	汚泥中の放射性物質対策
水再生システム技術	膜分離活性汚泥法(MBR)技術の体系化
	次世代水処理技術の実用化
	改築・更新のための水処理技術の再評価・改善
サステナブル下水道技術	管路マネジメントシステムの構築
	処理場、管路の防食手法のアップデート
	防災技術の確立

■ アセットマネジメントで目指すもの

- 施設をなるべく長く使う（長寿命化）
- 更新費用を抑える（効率的な更新）
- 投資の集中を防ぐ（予算の平準化）
- 点検・調査の効率化を図る（スクリーニング、省力化）
- 故障・事故の防止（将来予測）・・・

実現に向けて

■ JSの主な取り組み

- 新技術の開発・導入支援
- AMDBの開発、改良、機能強化
- AM手法の開発、実践と、評価・改善
- 健全度予測等の精度の向上
- ICTの活用、IoTの推進
- 最新技術の活用(他分野で実用化済みの技術等) 等

スクリーニング調査

スクリーニング調査とは

- ・対象管渠すべてを簡易的に一通り調査し、損傷等がある管渠を抽出するための調査

スクリーニング調査を核とした管渠マネジメントシステム技術導入ガイドライン(案)

マンホール目視調査



管口テレビカメラ調査



船体式カメラ調査



※スクリーニング調査の事例

- ・マンホール目視調査（鏡等）
- ・管口テレビカメラ調査
- ・テレビカメラ調査（側視なし）
- ・その他新技術等

（画像認識型カメラ、船体式カメラ等）

画像認識型カメラについて

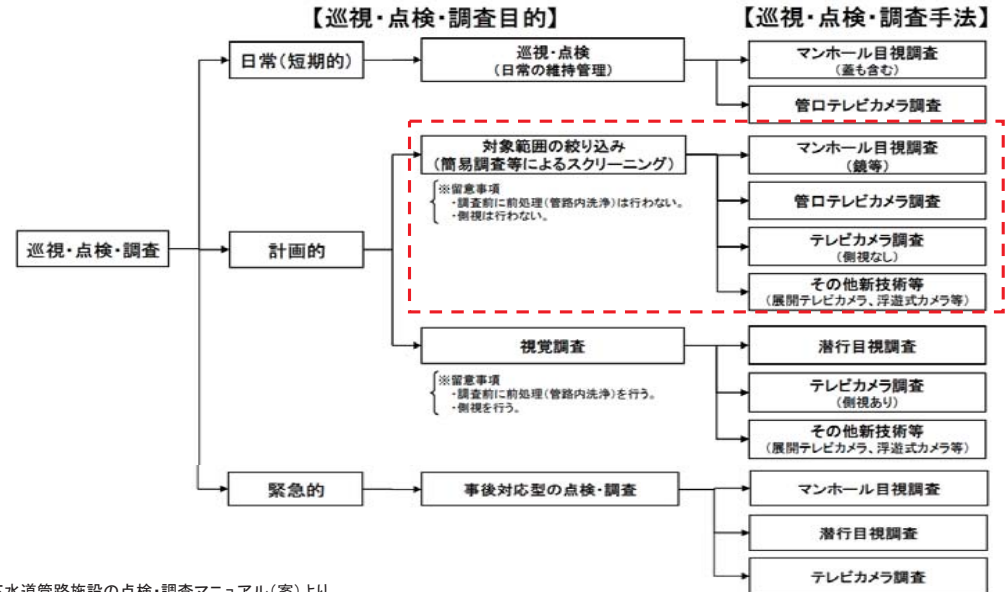
- ①NECが持つ「世界一」の画像認識技術を活用。
- ②H25 B-DASH事業で実証。
- ③H26 ガイドラインが取りまとめられており、実際の事業でも活用。
- ④H27 改良を施した最新機が完成。
- ⑤条件が合えば補助でも実施可能。



新型カメラ(操作はゲームパッドとノートPCで可能)

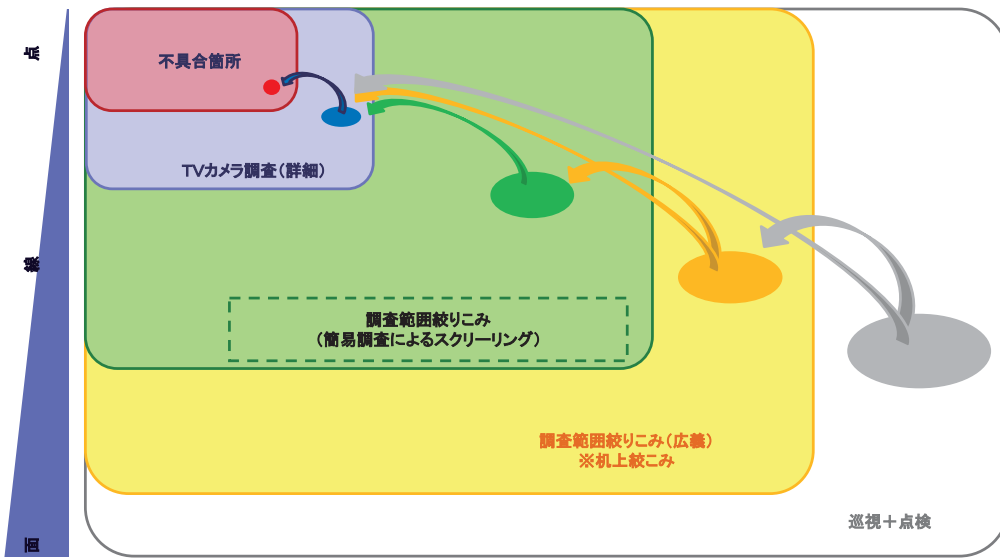
巡視・点検・調査手法の体系分類例(管渠)

○詳細調査の対象範囲が広範囲となる場合、スクリーニング(詳細調査の絞込み)によって、対象範囲の絞込みを行うことも考えられる。



効率的に不具合箇所を見つけるための点検調査ステップ

- 効率的に不具合箇所を見つけるには、TVカメラ調査範囲の**効率的な絞り込み** (簡易調査によるスクリーニング) の検討も必要



9

JSの管路B-DASHに関する取り組み(概要)

下水道革新的技術実証事業 (B-DASHプロジェクト)

- 国交省が主体となって、革新的技術について実規模レベルでの技術的検証を行い、全国的に導入促進を図るプロジェクト。
- H25はJSの管路マネジメント技術等を実証。

H25 管路マネジメントシステムの技術の実証

- 管路の適切な管理に向け、スクリーニング調査を核とした管路マネジメントシステム技術を構築・実証し、ライフサイクルコストの低減と投資の最適化を図る。
- 広範囲を効率的に調査する(スクリーニング)ことで、事故の未然防止、詳細調査の実施箇所を絞り込み。
- 調査可能な日進量: 約1,000m/日が開発目標 (従来の詳細調査: 200~300m/日)

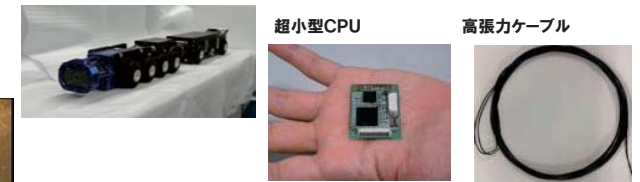
高度な画像認識技術を活用した効率的な管路マネジメントシステム技術に関する実証

- 船橋市(実証フィールド)、J.S、NEC共同研究体
- 機械学習による不具合自動検出など、高度な画像認識技術の実証
- バッテリー内蔵による長距離連続調査の実証 等

■ 傷、汚れ、支管、継ぎ目の画像を自動学習させ、不具合等を画像認識技術により自動検出。



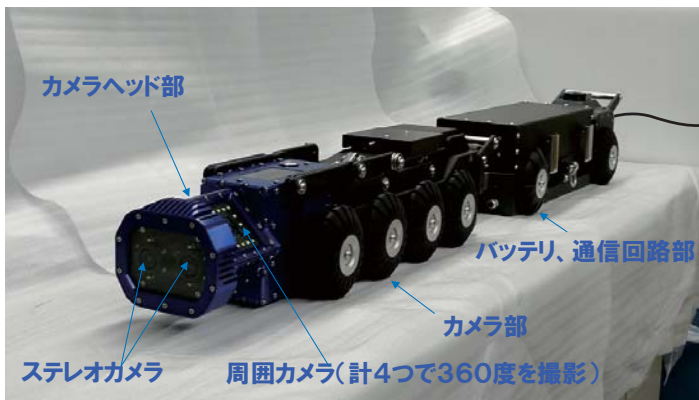
不具合カテゴリ別に「正解付け」



■ 携帯電話にも活用される超小型/低消費電力技術によるロボットの高機能化と高張力ケーブル(軽くて、強い)により長時間駆動・調査距離を延伸。

10

ロボットの概要

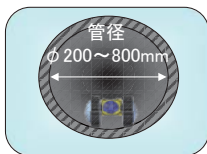


LANで通信



ロボット本体

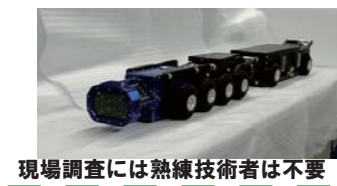
全長: 1216mm
高さ: 148mm
重量: 30kg (標準)
速度: 10m/分 (標準)
撮影: 90枚/秒 (標準)



11

新型ロボットでの調査フロー

- ① 管路内のロボット調査 現場作業 ■ 内業 (無停止の走行のみで撮影完了)



画像データ

不具合学習DB



- ② 不具合候補の自動判定

- ④ 不具合候補箇所のみ写真を確認(技術者)



展開図を自動生成

- ③ 不具合候補の自動抽出



- ⑤ 調査結果を自動とりまとめ



12

画像認識型カメラの現場諸元

評価項目	定性的諸元
①適用範囲 (管きよ属性)	管種:コンクリート管 管径:200~700mm 土被り:問わない マンホールサイズ:内径900mm以上 スパン長:500mまで ※ガイドラインの解説 実証研究にて確認した管種がコンクリート管のみであったためであり、 陶管、塩ビ管で適用できないことを示すものではない。
②適用条件 (現場環境)	水深:管径の半分まで 流速:1.0m/s以下 光ファイバー有無:注意が必要(光ファイバーが引き流し工法で施工されている場合には、走行できないことが多い) 交通量:問わない 道路幅員:作業帯範囲を確保できる幅員
③専門技術性	試験・資格:現地調査は酸素欠乏・硫化水素危険作業主任者、下水道管理技術認定試験、下水道管路管理総合技士、下水道管路管理主任技士、下水道管路管理専門技士と同等。 現場オペレータには異常判定の経験を問わない。 ※異常診断は、下水道管路管理専門技士と同等

13

	腐食		たるみ		破損		クラック		浸入水	
	A	B	A	B	a	b	a	b	a	b
詳細調査	4	4	2	17	7	31	31	70	未確認	106
画像認識型カメラ	3	3	2	16	6	27	29	59	-	79
適合数	3	3	2	15	6	27	29	56	-	74
検出数	3	3	2	16	6	27	29	58	-	79
検出率	75%	75%	100%	94%	86%	87%	94%	83%	-	75%
適合率	75%	75%	100%	88%	86%	87%	94%	80%	-	70%

未確認:実証フィールドでは事象が見られなかった。

14

実証結果(概要)

- 日進量
走行可能:480m/日(片側からの走行で1スパンを全て調査できる場合)
走行不可能:340m/日(堆積物等により走行が不可能となり、洗浄後に調査を行う場合)
実証フィールドでは条件の良い場合は、1,090m/日

- 実証結果は『**スクリーニング調査を核とした管渠マネジメントシステム技術導入ガイドライン(案)**』として公表済
<http://www.nilim.go.jp/lab/ebg/guideline.pdf>

- 従来のTVカメラ技術と同様、計画的な改築を行うために必要な調査であれば、**交付金の交付対象で実施が可能**であり、施設管理の効率化に有効。

15

従来型カメラとの比較

画像認識型カメラ



従来型カメラ



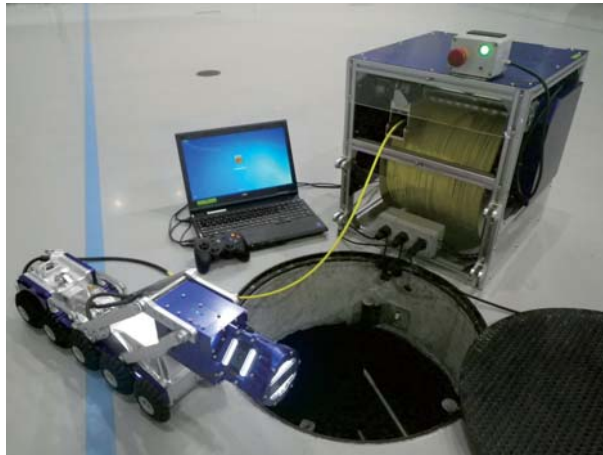
	画像認識カメラ	従来型カメラ
管内の走行	走行のみ(技術力が不要)	モニターで不具合を探しながら走行
管内のカメラ撮影作業	停止不要	不具合箇所ではカメラを停止させ、カメラ撮影作業
異常箇所の記録	現地での異常箇所に関する記録作業なし	異常箇所を発見する度に記録作業が発生
現地調査後の室内作業	異常箇所の自動検出。異常箇所のみ補足確認	データ整理等の内業が多く残る

16



17

改良機の開発



軽量化、コンパクト化 などの改良を実施してきている

19

平均日進量は、850m/日
1日1,000m以上の調査も可能

調査概要

- ・調査期間
：平成27年2月19～26日
- ・調査対象
：市役所周辺及び郊外の幹線管渠
- ・調査延長
：約3.4 km
- ・排除方式：分流式
- ・管種・管径
：コンクリート管
Φ500～800mm
2510m
塩ビ管
Φ250～450mm
939m

	2/19	2/23	2/24	2/25	2/26
現地作業開始時刻	21:00	21:00	21:00	21:00	21:00
現地作業終了時刻	6:00	6:00	6:00	6:00	6:00
作業時間	8H	6H	9H	7H	3H
調査延長(実績)	641m	729m	1139m	578m	362m
日進量(8時間換算)	641m	972m	1012m	660m	965m
平均日進量	850m/日				

18

参考資料

- 日本下水道事業団法の改正
- 下水道法の改正:維持修繕基準、「新たな事業計画」
- 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
- 下水道ストックマネジメント支援制度の創設
- 車両牽引型深層空洞探査装置の実用化に向けた技術実証事業

20

建設関係

終末処理場、ポンプ場、
終末処理場に直接接続する
幹線管渠の建設を受託

I. 管渠の建設

左記に加え、次の管渠の建設の受託も可能に。
①浸水被害が発生した場合に、再度災害を防止するため特に緊急に建設すべき管渠
②建設に高度の技術を要する又は高度の機械力を使用し建設する管渠

II. 下水道工事代行制度(特定下水道工事)

地方議会の議決に基づく要請があった場合、補助金交付申請を含めて工事一式を代行
(対象) 終末処理場、ポンプ場、一部の管渠(幹線管渠・上記I①②の管渠)

III. 管渠等の維持管理

管渠、浸水被害対策区域にある管理協定対象の民間雨水貯留施設の維持管理が追加

IV. 災害時の復旧支援(災害支援協定)

事前に災害支援協定(下水道法の災害時維持修繕協定)を締結することにより、災害時の緊急支援を速やかに実施

V. 水防法改正・下水道法改正に対応する支援

①新たな事業計画の策定支援
②事業の広域化への支援
③浸水想定、ハザードマップの作成支援
④下水熱の活用の支援 等を実施

維持管理関係

終末処理場、ポンプ場の
維持管理を受託

災害支援関係

応急復旧の実施箇所毎に
委託契約を締結

水防法改正・下水道法
改正に対応する支援

○地方公共団体では、ストックの増加、多発する局所的豪雨への対応等が求められる一方で、技術・経験のある人材の確保が困難となり、組織の脆弱化も懸念。

○日本下水道事業団(JS)は、今般の下水道法、日本下水道事業団法の改正を契機に、事業主体である地方公共団体の立場に立って、これまで以上に、下水道事業のライフサイクル全般の支援を強力に実施。

○なお、今回、JSの業務として新たに追加された各業務についても、従前の受託業務等と同じように、民間事業者への発注や監督管理等の発注者固有の業務を地方公共団体に代わって行うものであり、施工等は受注した民間事業者が実施。

○JSは、今後とも、下水道事業を推進する地方公共団体の「ソリューションパートナー」として、地方公共団体の職員が担うべき政策形成の支援、公的発注・監督管理等について、地方公共団体の意向を踏まえ、積極的にその役割を担っていく。

維持修繕基準(政令の内容)

<出典:国土交通省資料>

【改正下水道法(抄)】

(公共下水道の維持又は修繕)

第七条の二 公共下水道管理者は、公共下水道を良好な状態に保つよう維持し、修繕し、もって公衆衛生上重大な危害が生じ、及び公共用水域の水質に重大な影響が及ぶことのないように努めなければならない。

2 公共下水道の維持又は修繕に関する技術上の基準その他必要な事項は、政令で定める。

3 前項の技術上の基準は、公共下水道の修繕を効率的に行うための点検及び災害の発生時において公共下水道の機能を維持するための応急措置の実施に関する基準を含むものでなければならない。

政令で定められた具体的基準の内容

イ 公共下水道等の構造等を勘案して、適切な時期に、公共下水道又は流域下水道の巡視を行い、清掃等の機能を維持するために必要な措置を講ずること。

ロ 公共下水道又は流域下水道の点検は、適切な時期に、目視その他適切な方法により行うこと。

ハ 下水の貯留その他の原因により腐食するおそれ大きいものとして国土交通省令で定める排水施設の点検は、五年に一回以上の適切な頻度で行うこと。

ニ 点検等により公共下水道又は流域下水道の損傷等の異状を把握したときは、公共下水道又は流域下水道の効率的な維持及び修繕が図られるよう、必要な措置を講ずること。

ホ 災害の発生時において、速やかに、公共下水道又は流域下水道の巡視を行い、損傷等の異状を把握したときは、可搬式ポンプ又は仮設の混和池の設置等の公共下水道又は流域下水道の機能を維持するために必要な応急措置を講ずること。

新たな事業計画の全体像

<出典:国土交通省資料>

○事業計画の記載事項として、新たに「点検の方法・頻度」等を追加。

○既存の計画は施行後3年以内に見直しが必要となる。

※改正下水道法の施行後に事業計画を策定する場合には、全て改正下水道法に適合する必要がある。

従前の事業計画

「下水道法に基づく事業計画の運用について」
平成24年3月27日付 水管理・国土保全局長通知

- 管渠の配置・構造・能力
- 予定処理(排水)区域
- 処理場の配置・構造・能力
- 段階的整備計画、
汚泥の最終処分計画及び処分地

改正下水道法施行後の事業計画

「下水道法に基づく事業計画の運用について」
平成27年11月19日 水管理・国土保全局長通知

- 管渠の配置・構造・能力
及び点検の方法・頻度
- 予定処理(排水)区域
- 処理場の配置・構造・能力
- **施設の設置及び機能の維持に関する
中長期的な方針**
(1)施設の設置に関する方針(様式1)
(2)施設の機能の維持に関する方針
(様式2)

●: 下水道法第6条の事業計画の要件に基づき計画の妥当性を判断するもの
○: 下水道法施行規則第4条第5号に基づく「その他事業計画を明らかにするために必要な書類」

(2) 施設の機能の維持に関する方針(様式2の記載例)

- a) 主要な施設の
i) 計画的な点検・調査の頻度

主要な施設	点検・調査の頻度
管渠施設	(例1)施設の重要度等に応じて、概ね〇年～〇年に一度点検を実施。 点検の結果、異状の可能性のある箇所についてテレビカメラ等による調査を実施。 (例2)施設の重要度等に応じて、概ね〇年～〇年に一度点検を、 概ね〇年～〇年に一度テレビカメラ等による調査を実施。
汚水・雨水ポンプ施設 (ポンプ本体)	(例1)設置後概ね〇年で調査を実施し、修繕・改築の必要性を検討。 (例2)概ね〇〇年(目標耐用年数)を目処に改築を検討。
水処理施設 (送風機本体)	(例1)分解・調査を概ね〇年に一度実施。 (例2)概ね〇〇年(目標耐用年数)を目処に改築を検討。
汚泥処理施設 (汚泥脱水機)	(例1)異状が確認された場合、又は概ね〇年に一度分解・調査を実施し、修繕・改築の必要性を検討。 (例2)概ね〇〇年(目標耐用年数)を目処に改築を検討。

<出典:国土交通省資料>

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(1)

- 改正下水道法(維持修繕基準及び新たな事業計画)の施行に併せ、点検・調査、修繕・改築等の計画策定から対策実施に係る一連のプロセスを対象としたガイドラインを策定。
- 下水道事業全体を俯瞰した最適な維持管理・改築(=ストックマネジメント)を支援。
〔「ストックマネジメント手法を踏まえた下水道長寿命化計画策定に関する手引き(案)(平成25年9月)」を、
「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-」へと改定。〕
- 本ガイドラインは、各地方公共団体が、個々に維持管理・改築に関する計画を策定、実行するにあたり、必要に応じて参照頂けるよう、ストックマネジメントの考え方の一例を示したもの。
- 改正下水道法の施行に伴い、事業計画の記載事項として、「(腐食するおそれの大きい)排水施設の点検の方法・頻度」を追加するとともに、「施設の機能の維持に関する方針」を定めることとしたが、これらの内容を検討するにあたって、適宜、本ガイドラインを参照頂きたい。

ガイドラインのポイント(1/2)

1 施設管理に関する目標の設定例を解説

- ① 事業の効果目標(アウトカム)と事業量の目標(アウトプット)の設定方法と設定例

2 下水道事業全体を俯瞰した点検・調査、修繕・改築等の優先順位の設定手法を解説

- ① リスク評価の手法
② リスク評価及び費用・執行体制を総合的に勘案した長期的な改築シナリオの選定手法(改築時期の目安などの選定手法)

<出典:国土交通省資料>

(2) 施設の機能の維持に関する方針(様式2の記載例)

<出典:国土交通省資料>

- ii) 診断結果を踏まえた修繕・改築の判断基準

主要な施設	修繕・改築の判断基準
管渠施設	緊急度が1のものを修繕・改築の対象とする。
汚水・雨水ポンプ施設 (ポンプ本体)	(例1)健全度3～2のものを修繕対象、健全度2以下のものを改築の対象とする。 (例2)概ね〇〇年(目標耐用年数)を目処に改築を検討。
水処理施設 (送風機本体)	(例1)健全度3～2のものを修繕の対象、健全度2以下のものを改築の対象とする。 (例2)概ね〇〇年(目標耐用年数)を目処に改築を検討。
汚泥処理施設 (汚泥脱水機)	(例1)健全度3～2のものを修繕対象、健全度2以下のものを改築対象とする。 (例2)概ね〇〇年(目標耐用年数)を目処に改築を検討。

- iii) 改築事業の概要(平成〇〇年度～平成〇〇年度)

主要な施設	改築事業の概要
管渠施設	延長:概ね〇〇〇km
汚水・雨水ポンプ施設 (ポンプ本体)	汚水ポンプ(揚水量:約〇〇m ³ /分×〇台) 雨水ポンプ(揚水量:約〇〇m ³ /分×〇台)
水処理施設(送風機本体)	送風量:約〇〇m ³ /分×〇台
汚泥処理施設(汚泥脱水機)	脱水能力:約〇〇m ³ /時間×〇台

- b) 長期的な改築の需要見通し

改築の需要見通し (年当たりの概ねの事業規模の試算)	試算年次	試算の前提条件
年当たり概ね〇〇億円	概ね〇〇年後	(例1)土木・建築は目標耐用年数75年/ 機械・設備は目標耐用年数25年で改築 (例2)標準耐用年数で改築

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(2)

ガイドラインのポイント(2/2)

3 管路施設の点検・調査に関する計画策定手法を解説

- ① 腐食するおそれの大きい箇所の選定手法
② 一般環境下における点検・調査の頻度の設定手法及びその一例
③ 点検・調査の具体的な方法の解説

4 処理場・ポンプ施設等の管理方法の分類(予防保全対象施設の絞り込み)手法を解説

- ① 状態監視保全、時間計画保全及び事後保全の管理方法の分類手法とその一例

5 点検・調査結果に基づく診断手法を解説

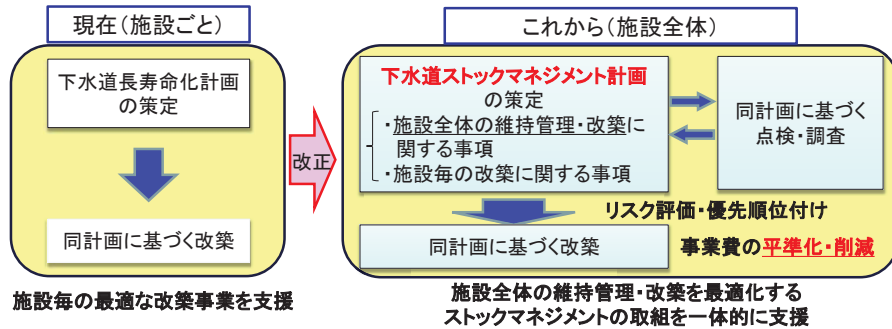
- ① 健全度等を基にした修繕・改築の必要性とその判定例

6 下水道事業の持続的な運営を目的として、経営管理及び事業執行体制の課題を把握するための長期的な改築の需要見通し手法を解説

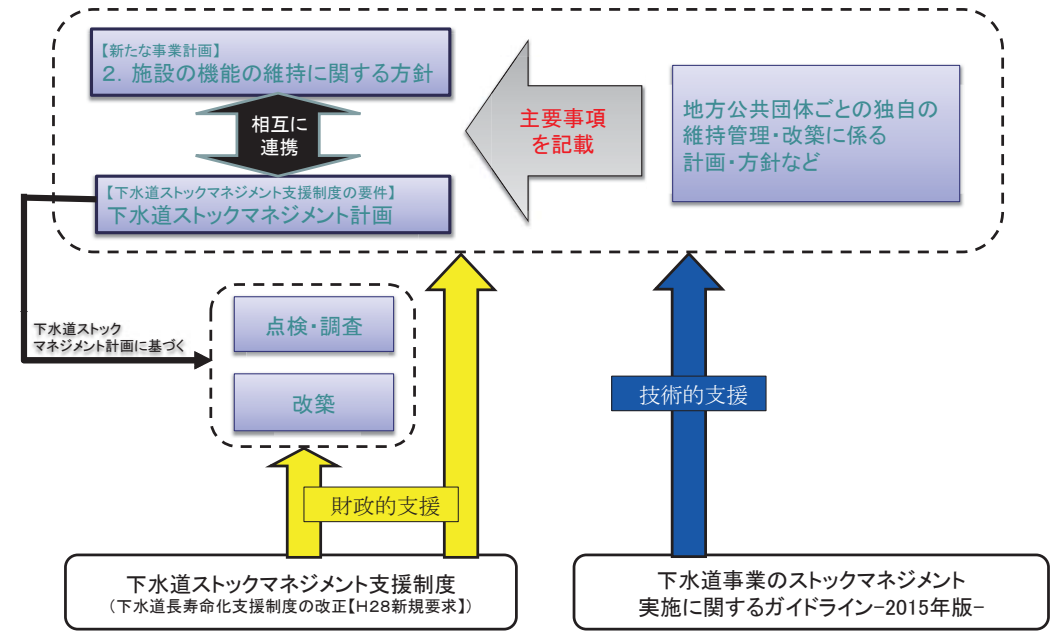
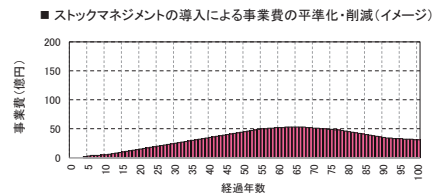
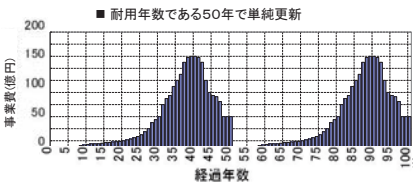
- ① 施設ストックの基本的な情報を基に、長期的な改築の需要を試算し、現行の経営管理及び事業執行体制とのギャップを把握

<出典:国土交通省資料>

下水道施設全体を一体的に捉えたストックマネジメント計画の策定とそれに基づく点検・調査、改築を支援し、施設全体の持続的な機能確保及びライフサイクルコストの低減を図る。



ストックマネジメントの導入事例



実証事業実施者
川崎地質株式会社・地方共同法人 日本下水道事業団・船橋市 共同研究体
実証フィールド
船橋市内における老朽化下水道管路50km(湊町地区、習志野台処理区、高根台処理区、宮本地区から選定予定)
実証の概要
従来の地中レーダ装置の探査可能深度を2倍程度まで向上させた車両牽引探査機を用いて、幅広い下水道管深度の空洞調査に対応できる調査技術を実証する。

提案技術の概要

- 目的は陥没防止
- 下水道管までの空洞を発見して陥没を回避

従来の技術の調査可能深度(1.5m程度)
提案技術は地下3m以上の空洞調査が可能

探査装置(地下3m以上の調査が可能)

- 提案技術革新性等の特徴**
- 【実証内容】
- ◆ 発見できる空洞深度
 - ◆ 発見できる空洞の大きさ
 - ◆ 空洞の判定率(診断精度)
 - ◆ 従来技術との能力比較
- 【革新性】
- ◆ 信号の送信方式をチャープ方式にすることで送信信号の強さを大幅に向上
 - ◆ 上記から、従来技術と比較すると探査できる深度が2倍程度まで向上
 - ◆ 下水道管深度までの空洞調査を交通規制無しで実施可能
- 【その他特徴】
- ◆ 時速50kmで車両走行探査可能
 - ◆ MMS(モービルマッピングシステム)搭載可能であり、路面変状と地下空洞を同時に探査できる

ご清聴ありがとうございました。

地方共同法人
日本下水道事業団
Japan Sewage Works Agency