

Technology Revolution

～道路陥没を防ぐ～

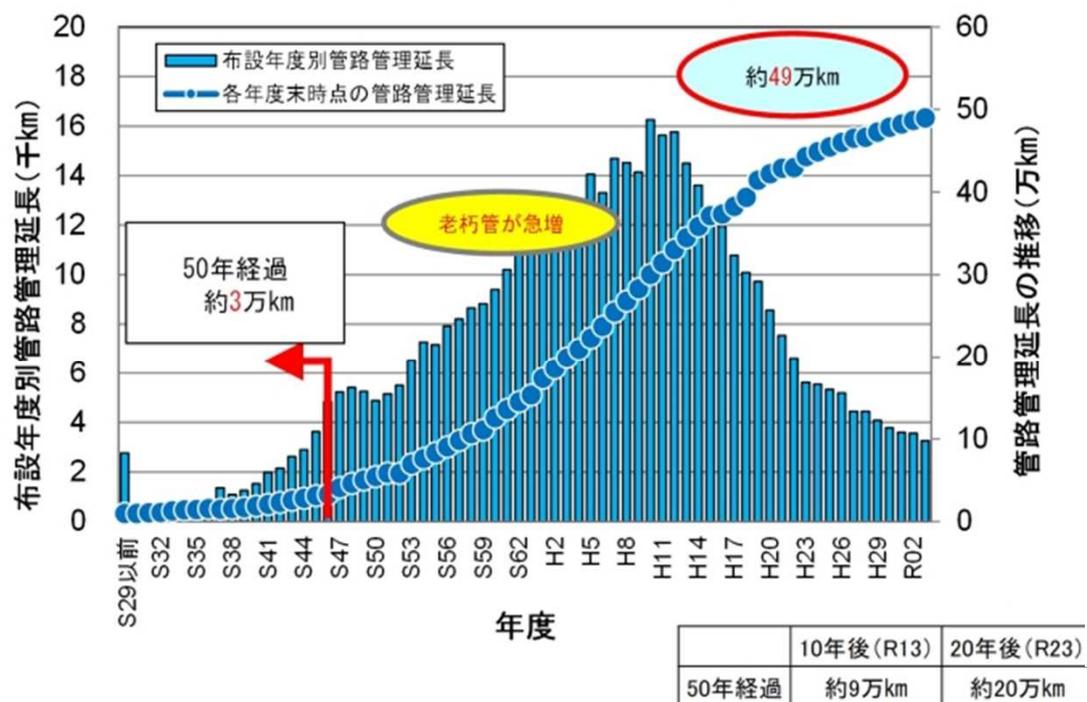
令和5年度 下水道場 老朽化対策②班

岩手県紫波町	阿部
千葉県千葉市	河津
愛知県	高柳
徳島県徳島市	宮原

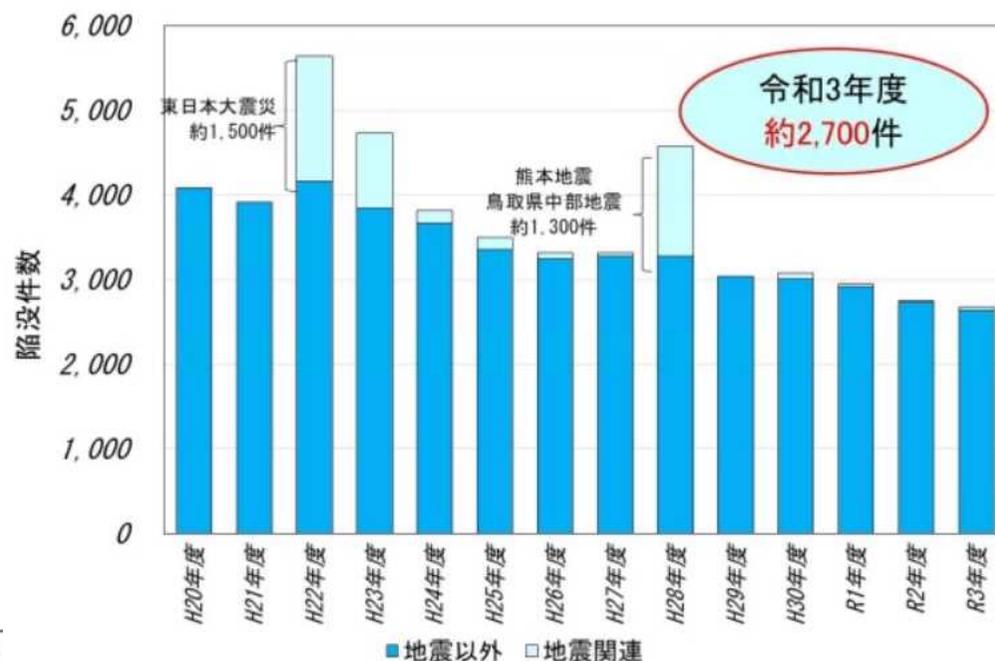
現状～下水道管路の現況～

- 下水道整備のピークが過ぎ、維持管理の時代に突入
- 標準耐用年数50年以上経過している管路は劣化の疑いがある
- 管路の腐食や浸入水等が原因となる道路陥没事故が多く発生

管路施設の年度別管理延長(R3末現在)



管路施設に起因した道路陥没件数の推移

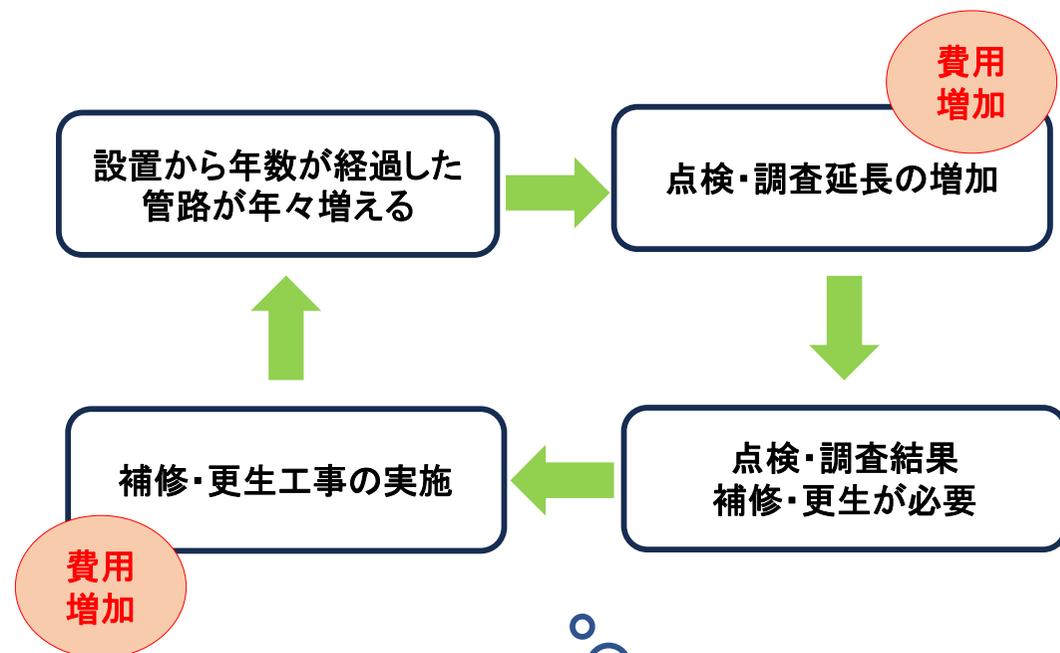
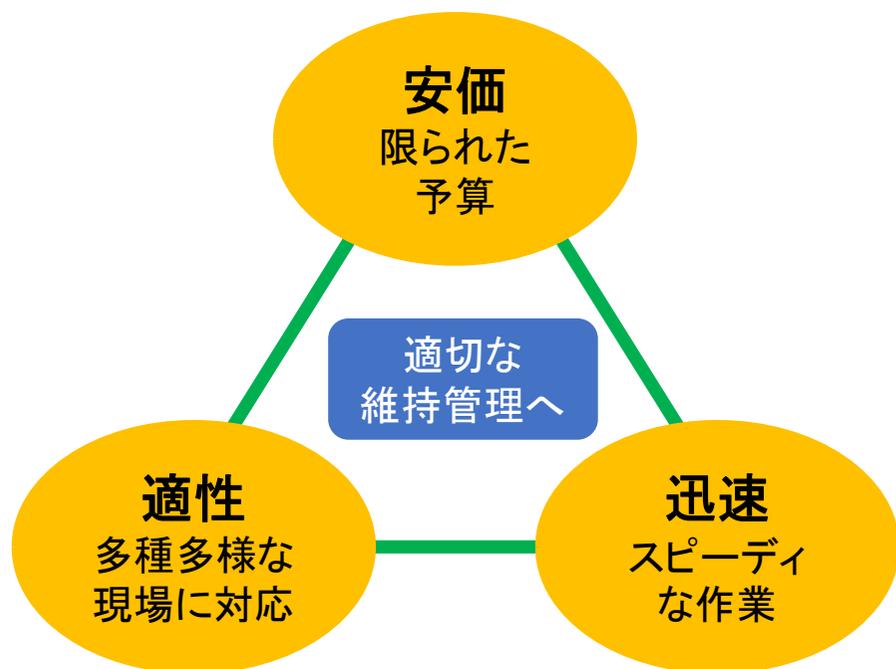


現状～下水道管路の維持管理～

求められる維持管理手法



維持管理費用の問題



管路管理担当
管の詰まりや陥没事故が
発生する前に調査し、健全な
管路を維持したい！

経営担当
調査が必要なのは理解で
きるけど、収益的支出をでき
るだけ抑えて健全な経営を
維持したい！

住民の安全安心な生活を維持するために
道路陥没事故を未然に防ぎたい！



写真: 千葉市

限られた予算や人員の中で、既存の調査、対策方法の他に
より効率的かつ効果的な手法はないかを検討する

道路陥没のメカニズム

第一段階

管の継手や取付部の**接合不良**により、浸入水が発生

第二段階

地下水浸入・満管時の下水の浸出、浸入により、周辺地盤材料が管内に吸い込まれる。周辺地盤の支持力を失い、管が動き、接合部の不具合がひどくなる。

第三段階

不均等な荷重により、管接合部の脱却が生じ、管体にひびわれ発生。管断面が変形し、破損発生、たわみ、蛇行が発生。管内への周辺地盤材料の吸い込みにより、空洞、ゆるみが拡大する。

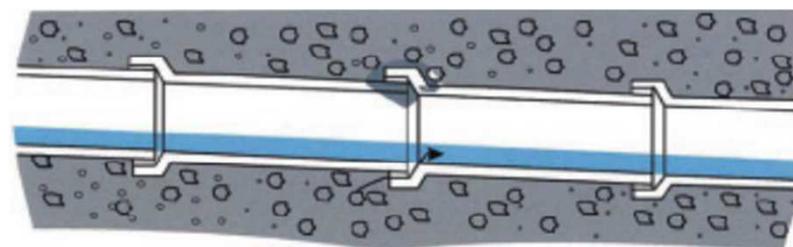


図-4.15 陥没発生メカニズム(第一段階)

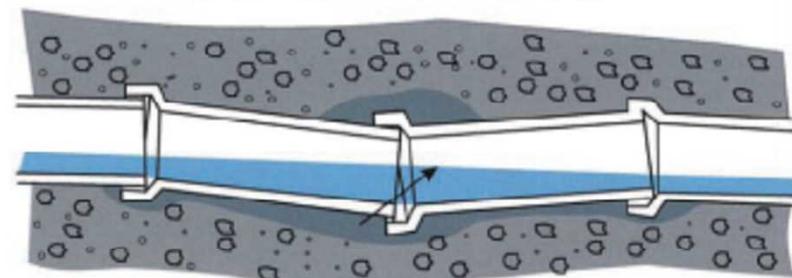


図-4.16 陥没発生メカニズム(第二段階)

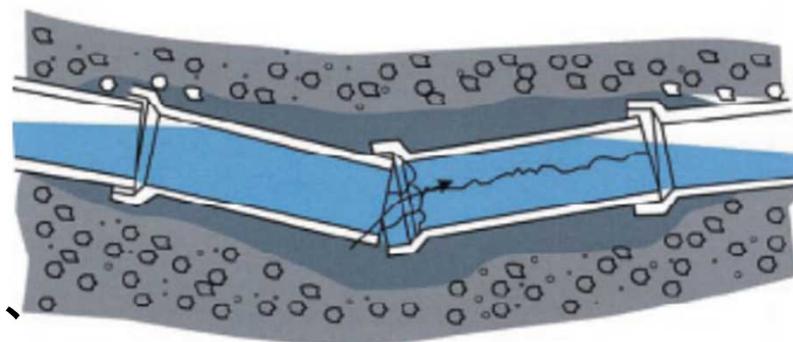


図-4.17 陥没発生メカニズム(第三段階)

取り組み事例

継手等の接合不良

対策①: 施工時の工事監理の徹底



対策②: 継手部に特化した管路調査・補修



隙間あり

FRP内面補修工



写真: 岩手県紫波町

取り組み事例

道路陥没の早期発見

対策①: 道路管理者のパトロールとの協力



道路パトロール中、下水道管埋設箇所で道路陥没を発見

対策②: 地中レーダーによる空洞化調査
(歩道部)

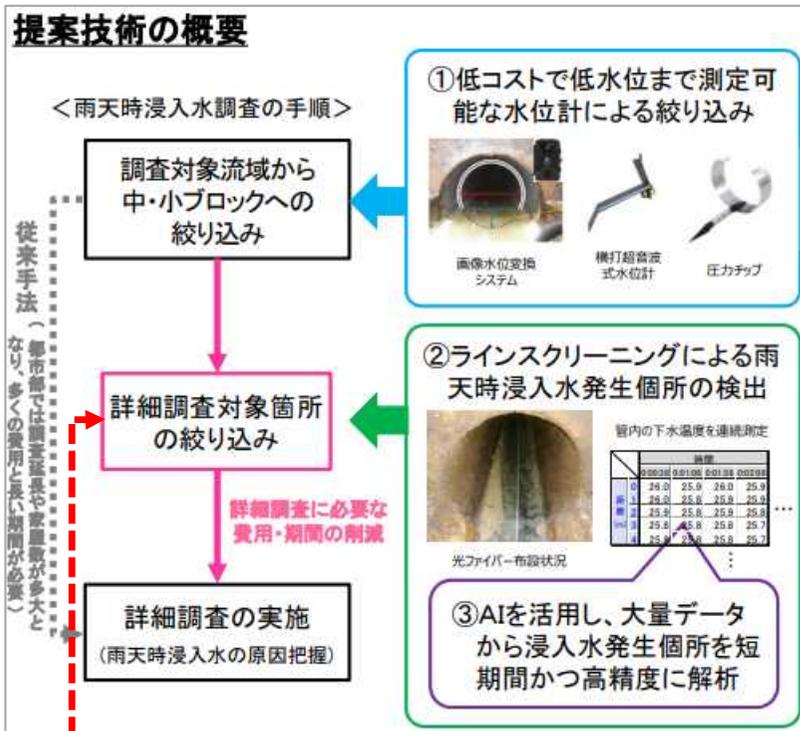


赤枠内が空洞と
想定される

新たなアプローチ方法 ① 浸入水対策

雨天時浸入水調査技術 (B-DASHプロジェクト) + α

技術概要 (水位計と光ファイバー温度分布計測システムにAIを組み合わせた雨天時浸入水調査技術)



期待される効果

- ① 低コストで低水位まで測定可能な水位計による絞り込み
低水位まで測定可能な安価な水位計を複数用いることで、低コストで小ブロックへの絞り込みを実施できる。
- ② ラインスクリーニングによる雨天時浸入水発生個所の検出
光ファイバー温度分布測定システムを用いて下水道管渠内を流れる下水温度を測定することで、雨天時浸入水によって生じる温度変化から浸入水発生個所を検出することができる。
- ③ AIを活用し、大量データから浸入水発生個所を短期間かつ高精度に解析
ラインスクリーニングで得られた下水温度データをもとに、浸入水の発生個所において生じる下水温度の変化を教師データとしてAI解析を行うことで、短期間かつ高精度な浸入水発生個所の解析が実現できる。

資料引用: 国土交通省HP 下水道革新的技術実証事業

+ α

地下水浸入の可能性が高いエリアを机上スクリーニングにて絞り込み

(下水道管理設箇所の地下水位をDB化し下水道台帳管理システムへ反映させる)

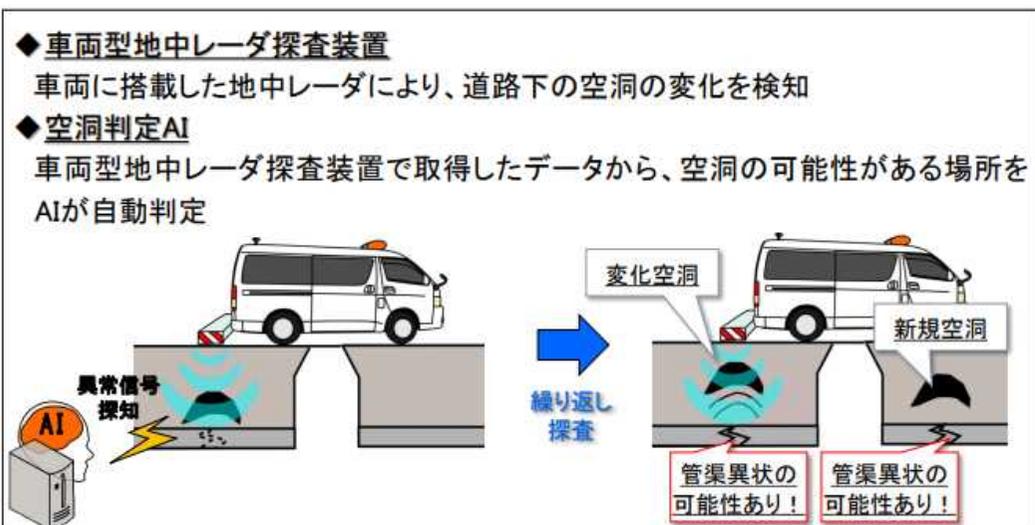
期待される効果

- ④ 浸入水が発生する可能性のある個所の予測
地下水の影響を受けやすい管渠を机上で絞り込んだ上で詳細調査を実施し、劣化状況を把握することで、浸入水が発生する可能性のある管渠を予め対策することができる。

新たなアプローチ方法 ②空洞調査

空洞調査 (B-DASHプロジェクト) + α

技術概要 (車両型地中レーダ探査装置と空洞判定AIを用いたスクリーニング技術の実用化に向けた調査事業)



※対象: 探査車両が進入できる全ての下水道管路(本管、取付管、マンホール)

期待される効果

①道路陥没抑制効果

陥没前に空洞を把握できるため、陥没抑制効果が期待できる。

②重篤な異状がある管路スクリーニング

空洞を生じさせるような管路以上を対象にしたスクリーニング効果が期待できる。

③管路スクリーニングの新たな選択

事業者の施設・財政状況等に応じた管路調査方針の新たな選択肢として期待できる。

+ α

車の自動運転化



外観概要	・レーダアンテナ数: 5 ・探査幅: 1.9m ・寸法: 長さ5.3m×幅2.1m×高さ2.3m
性能	・検出可能空洞: 縦50cm×横50cm×厚さ10cm以上 ・探査可能最大深度: 2m程度 ・最大走行速度: 55km/h程度
その他	・道路維持作業車登録 ・普通運転免許で運転可能

期待される効果

④事業費と時間の削減

車の自動運転化により、調査から空洞判定までを無人で行うことで、人件費および調査時間の削減が期待できる。

資料引用: 国土技術政策総合研究所

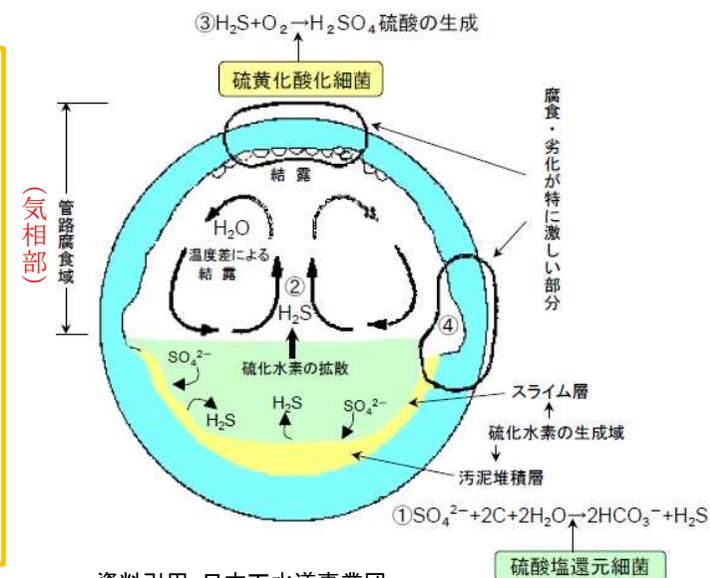
車両型地中レーダ探査装置と空洞判定AIを用いたスクリーニング技術の実用化に向けた調査事業

新たなアプローチ方法 ③腐食対策

硫化水素による管路腐食

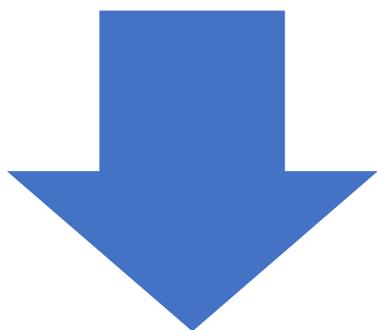
～腐食のメカニズム～

- ① 下水中で**硫化水素(H₂S)**が生成
- ② 硫化水素(H₂S)が気相部へ拡散
- ③ コンクリート構造物の気相部表面で硫酸(H₂SO₄)が生成
- ④ 硫酸(H₂SO₄)とコンクリート中の成分の反応により腐食



資料引用: 日本下水道事業団

下水道構造物に対するコンクリート腐食対策



管路の腐食の大きな要因→**硫化水素の発生**

これを除去・減少させることができないか？

～硫化水素の性質～

- ・無色の腐敗臭のある気体
- ・水によく溶ける
- ・空気より重い
- ・空気によく混ざり、拡散する
- ・金属と反応しやすい

新たなアプローチ方法 ③腐食対策

硫化水素による管路腐食

対策（下水道施設計画・設計指針と解説 前編 2019年版より）

・硫化水素の生成を防止

→空気、酸素、過酸化水素、硫酸塩等の**薬品注入**

・硫化水素を希釈

→管内の換気

・気相中への拡散を防止

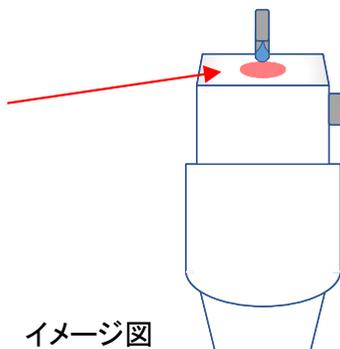
→酸化剤の添加による硫化物の酸化、金属塩の添加による硫化水素の固定化等

新たなアプローチ

【液相部の対策】

各家庭のトイレ上部の手洗い場から硫化水素の生成を防止する薬品を注入する

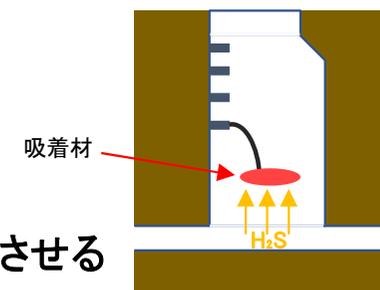
※タンク置き型タイプで
使用後に流れる水に薬品が
溶け出す仕組み



【気相部の対策】

気相部へ拡散した硫化水素を吸着させる

※腐食の影響が大きいマンホール内の
ステップから、**吸着材**を吊るす



反応式例(硫化水素除去)



主な吸着分解物質	主成分
硫化水素	活性炭
二酸化硫黄	アルミナ
塩素	炭酸カリウム
	水



硫化水素・二酸化硫黄の吸着分解

資料引用: 株式会社ジェイエムエスHPより

まとめ

- 住民の方の安全安心な生活のために、**道路陥没**に焦点を当てて調査及び対策方法を検討。
- 予算や人員が限られる中、下水道施設の適切な維持管理が求められる。



- B-DASHプロジェクトによる新技術等に加え、新たなアプローチ方法を提案。
- 既存の調査及び対策方法と上手く組み合わせることにより、費用を抑え、より効率的かつ効果的な事業の実施が可能。道路陥没が起こる前に対策することで、住民の方も安心して生活を送ることができる。



- **持続可能な下水道事業**の運営を行うことができると考える。