

資料5－1

令和7年5月27日  
千葉市下水道事業等経営委員会

# 下水道施設の老朽化の現状と対策

日本大学 生産工学部 土木工学科  
教授 森田 弘昭



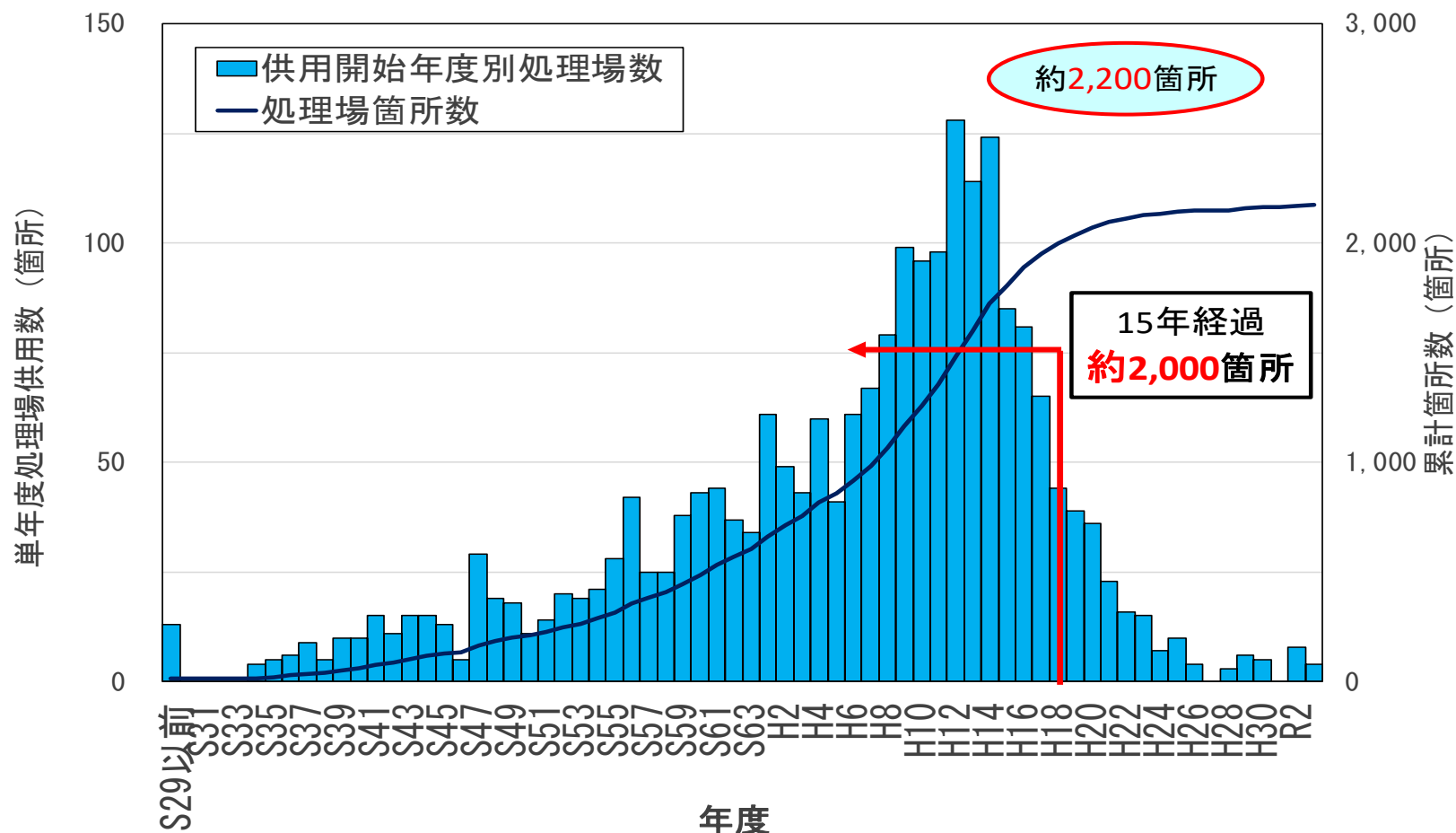


# 説明内容

1. 下水道施設の老朽化の現状
2. 道路陥没のメカニズム
3. 下水道における硫化水素発生メカニズム
4. 硫化水素腐食対策

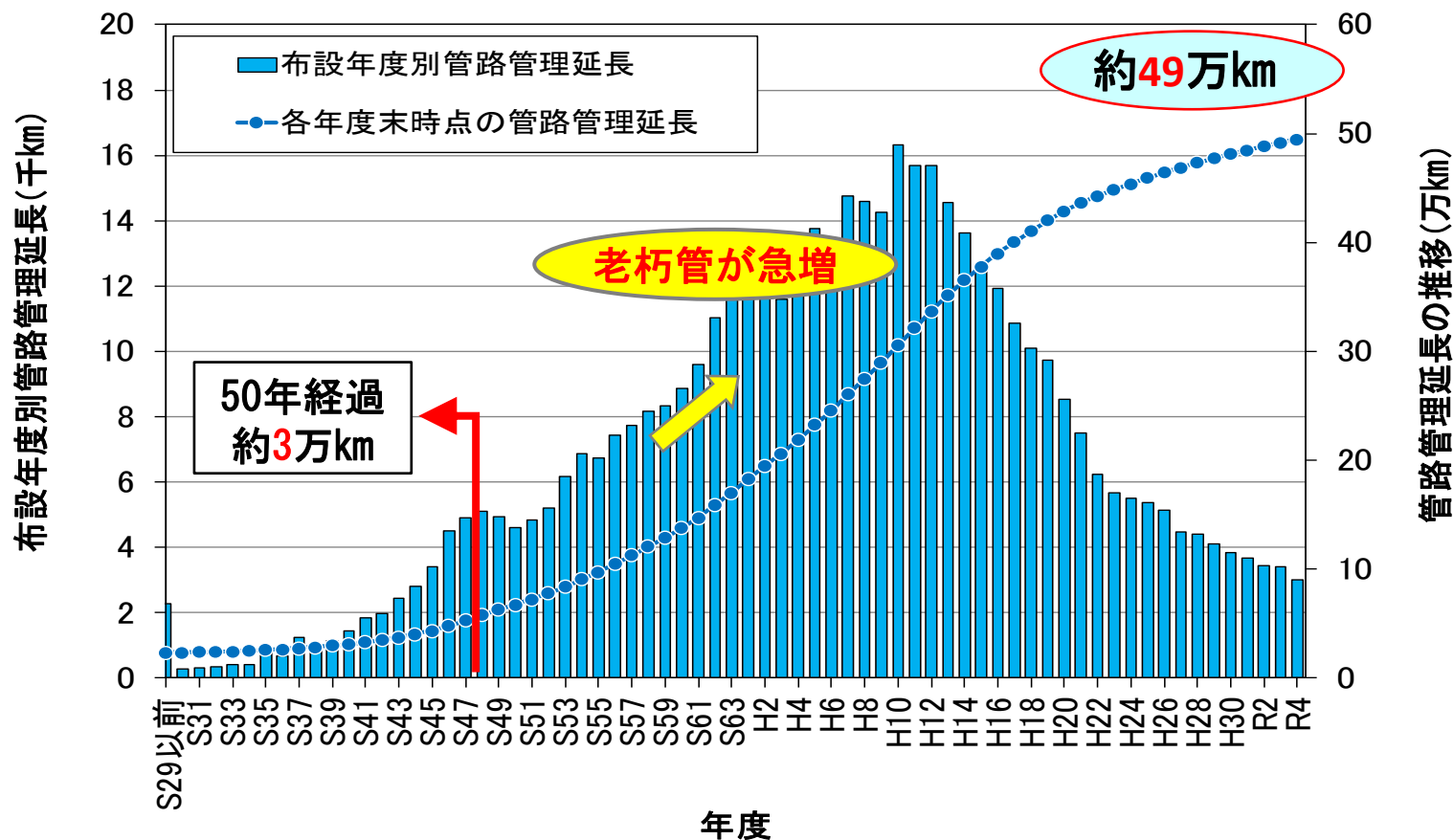
# 1. 下水道施設の老朽化の現状

## 下水処理場の年度別供用箇所数(R4末)



下水処理場は、約2,200箇所あり機械・電気設備の標準的な耐用年数である15年を経過した施設は、約2,000箇所(約91%)

# 下水道管渠の年度別管理延長(R4末)



- 全国の管路延長は約49万km(令和3年度末)
- 耐用年数50年を経過した管路延長は約3万km(約6%)あり  
10年後には約9万km(約18%)、20年後には約20万km(約40%)

## 下水道管渠の老朽化事例



破損



植物根の浸入



腐食し、鉄筋が露出

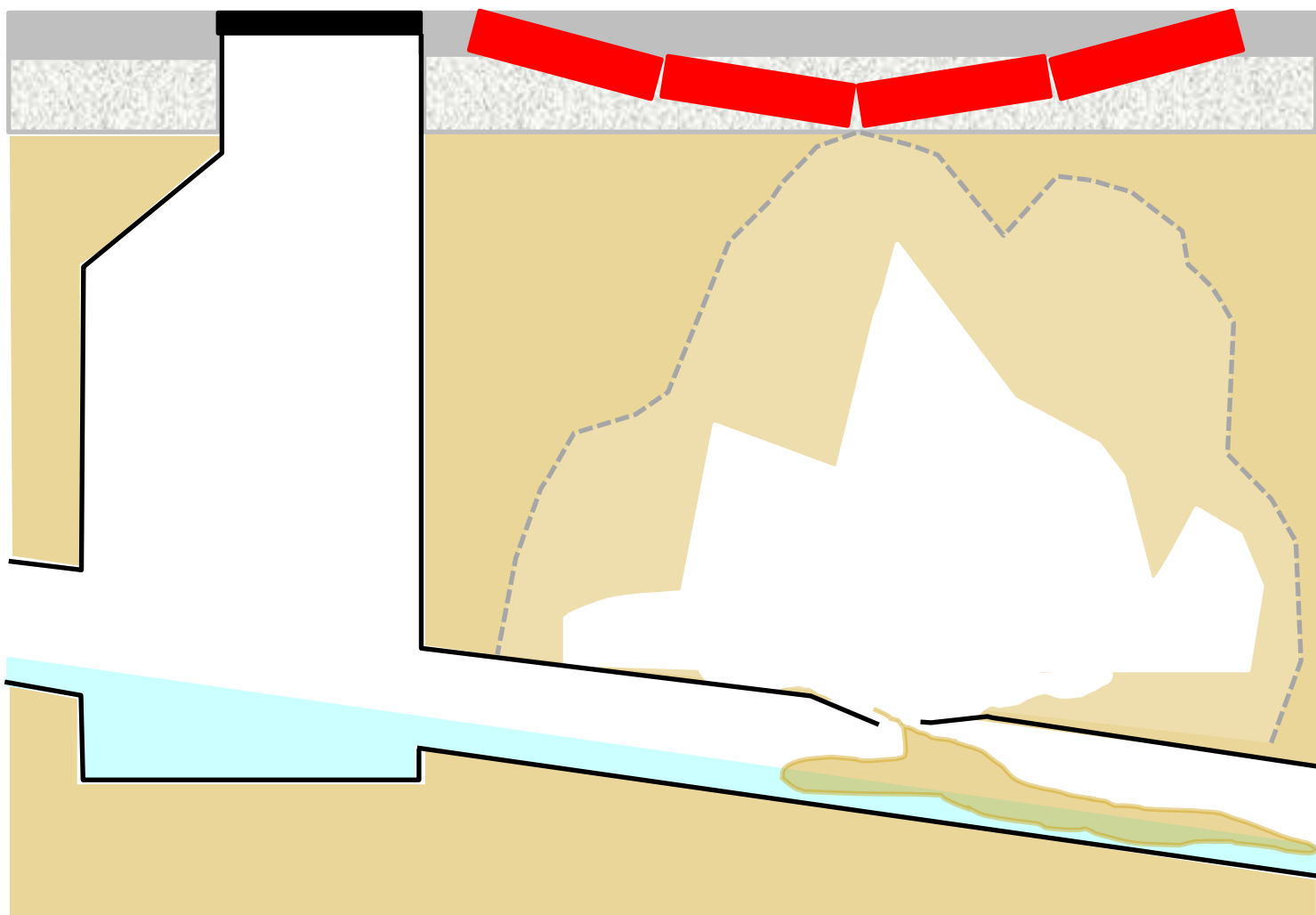


浸入水

## 2. 道路陥没のメカニズム

舗装  
路盤

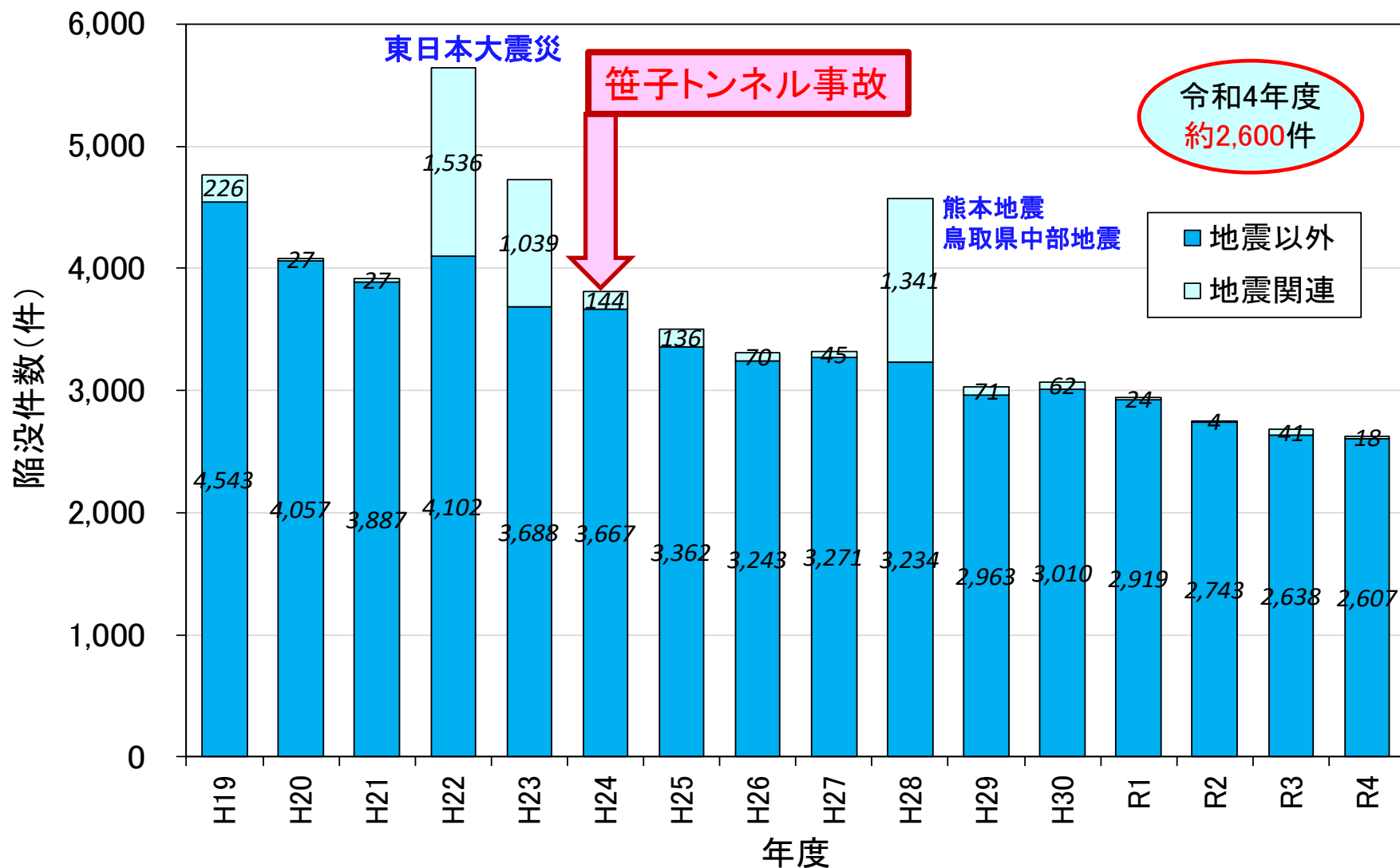
路床



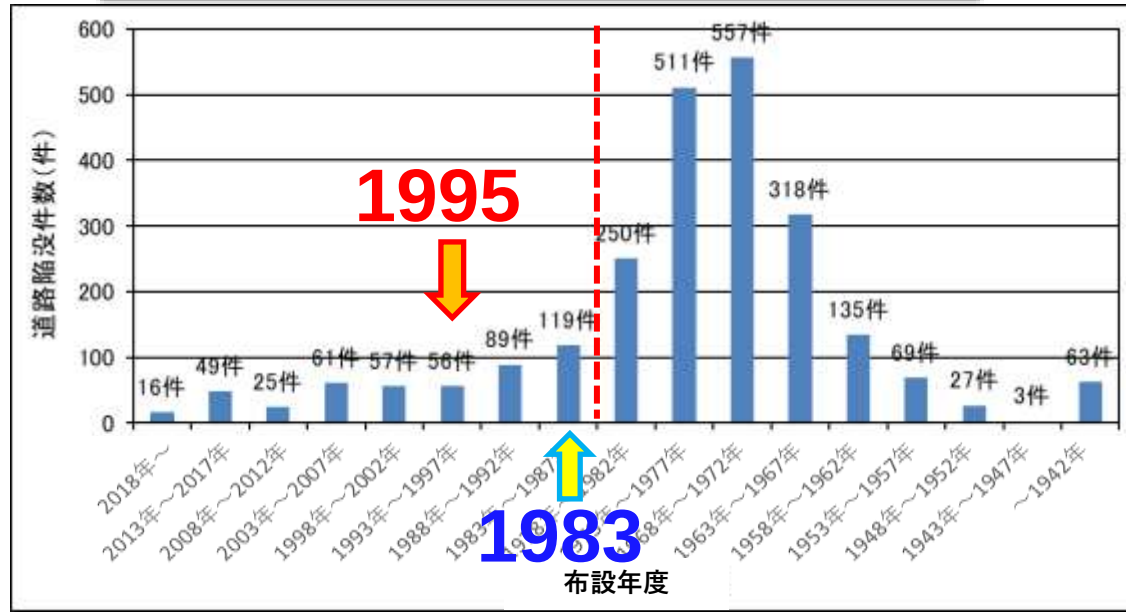


規模 幅8m × 深さ3m  
年度: 1970年代前半  
管種:  $\phi$  2800 HP

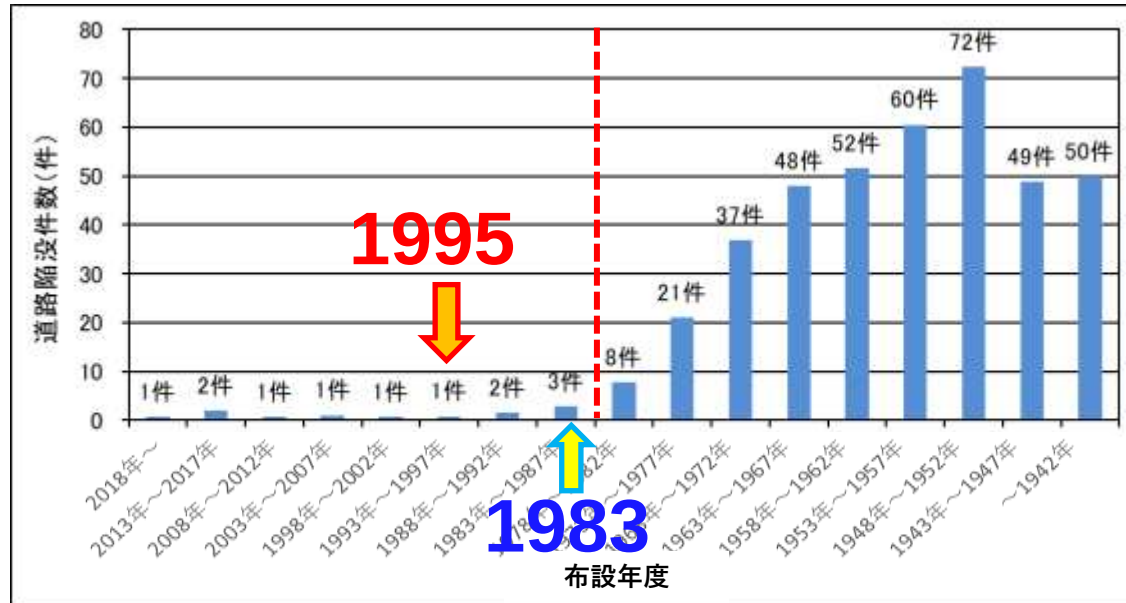
# 下水道管路に起因する道路陥没件数(R4年度)



# 布設年度別の道路陥没件数



○布設年度別の道路陥没件数（令和4年度）

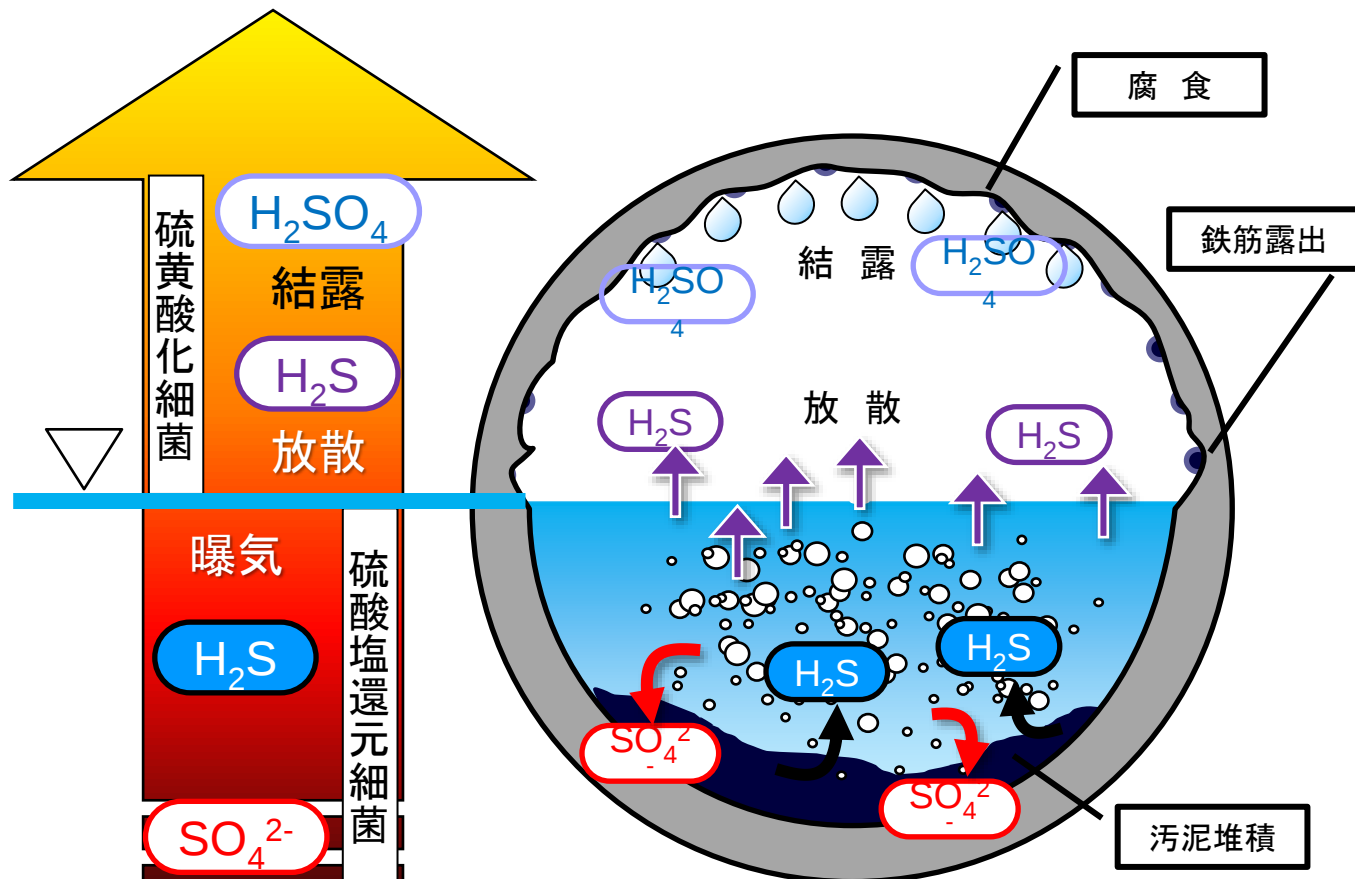


○布設年度別の管路管理延長1,000km当たり道路陥没件数（令和4年度）

出典：第2回下水道等に  
起因する大規模な  
道路陥没事故を  
踏まえた対策検討委員会

### 3. 下水道における硫化水素発生メカニズム

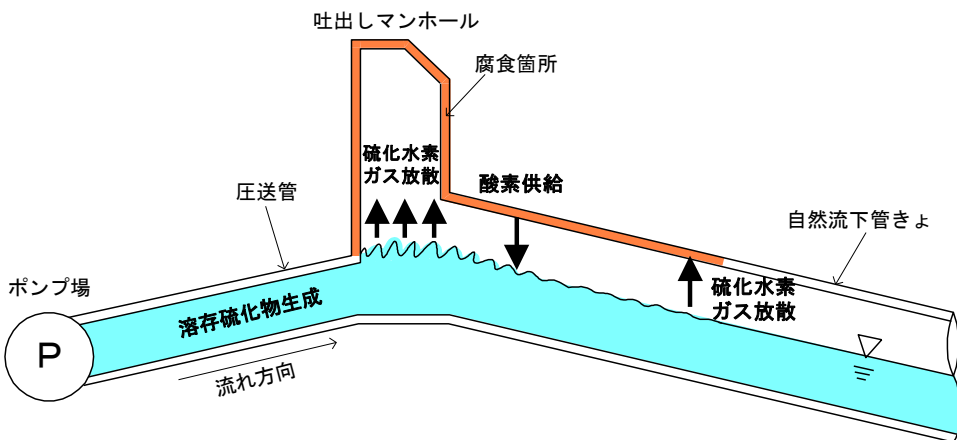
下水が長期間嫌気状態（**圧送管、ポンプ場、ビルピット等の酸素のない状態**）に置かれると、嫌気性細菌が繁殖し、**硫化水素**を生成する。段差等、下水が攪拌されるところで、水中の硫化水素が空气中に放散され硫酸となり、管を腐食させる。**腐食の進行スピードは速く、供用後10年をたたずに管が損傷する。**



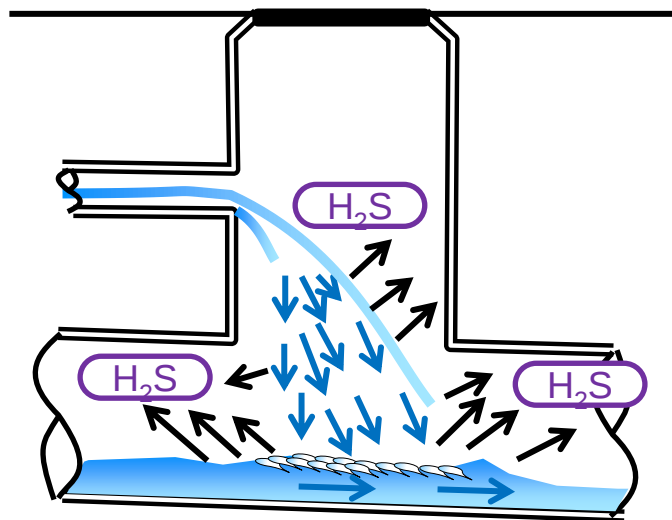
硫化水素腐食のメカニズム

# 硫化水素が発生しやすい箇所

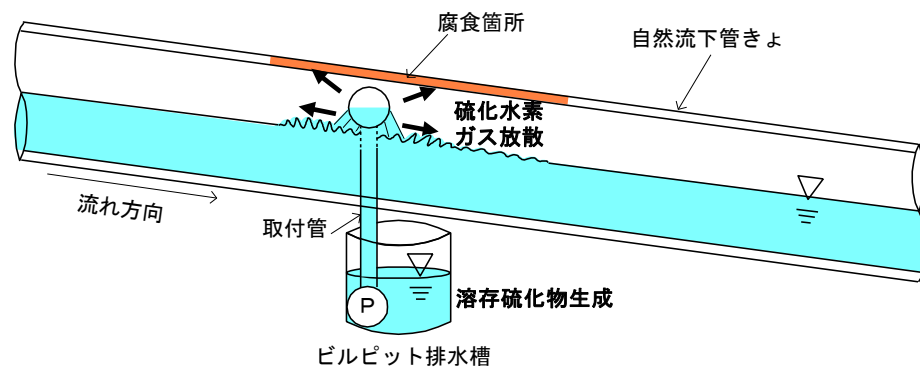
## 圧送管吐出し先の管路施設



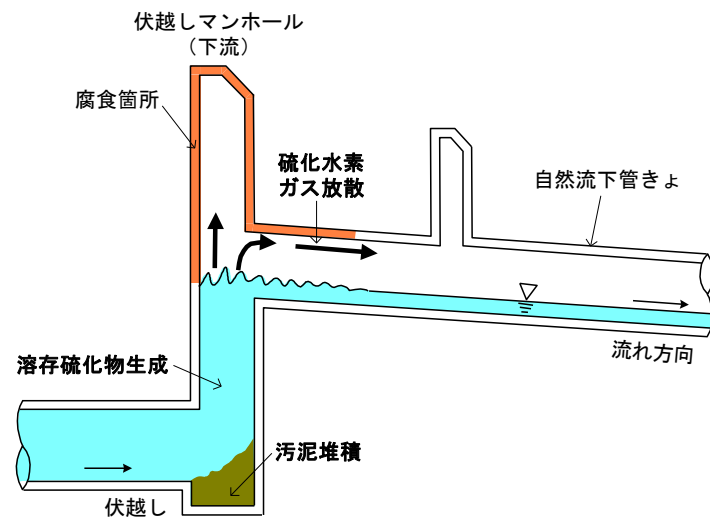
## 落差のあるマンホール



## ビルピット排水が排出される箇所の上下流部



## 伏越し下流部



# 鉄筋コンクリート腐食プロセス

初期

管外

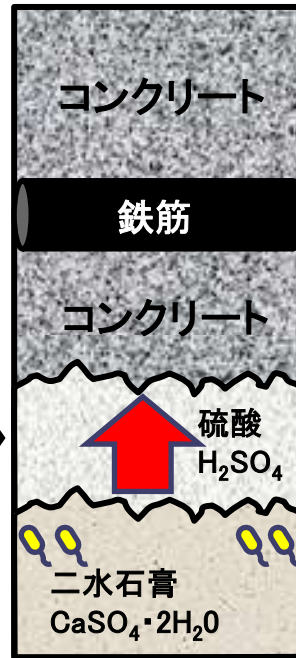
下水道管

管内



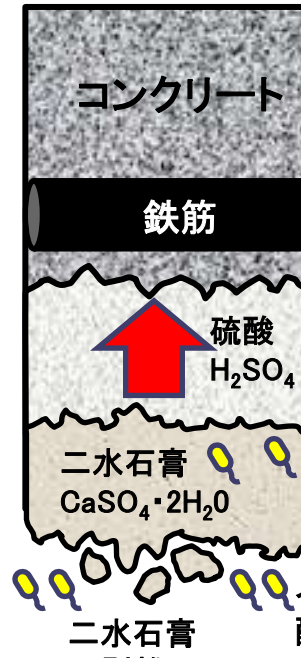
※PH9  
※エトリンガイトの生成

進展期



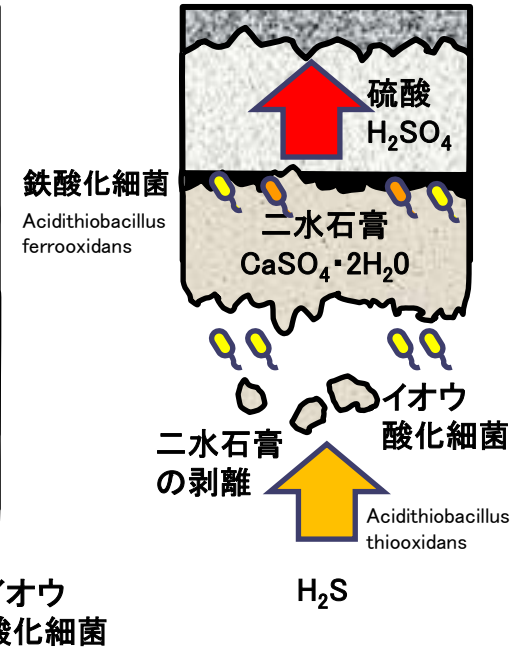
※PH4以上  
※エトリンガイトが二水石膏に

加速期



※PH4以下  
※二水石膏の剥離

崩壊期



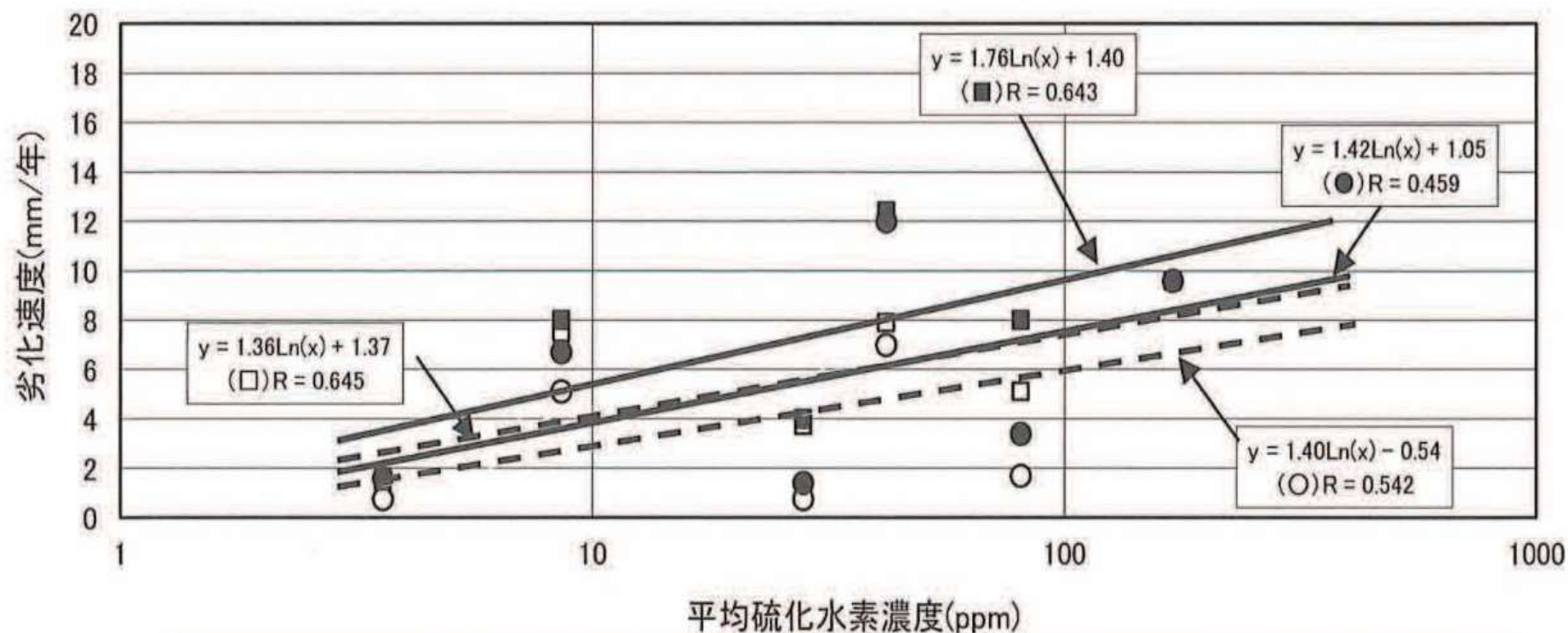
※鉄酸化細菌による鉄筋の酸化と硫酸腐食



**硫化水素で腐食した鉄筋コンクリート管**

# 平均硫化水素濃度と劣化速度

最大値: 100ppm 7.6mm/年



○腐食速度 □硫黄侵入速度 ●腐食速度最大値(最大速度を基に換算) ■硫黄侵入速度最大値(最大速度を基に換算)

## 4. 硫化水素腐食対策

### 【行政対応】

①労働安全衛生法

- ・H<sub>2</sub>S 10ppm以下

②下水道法

- ・腐食の恐れのある個所の5年に1回の点検(平成27年)
- ・下水道管路メンテナンス年報(平成28年度)

③腐食相談窓口(国土技術政策総合研究所)

④下水道管路施設のストックマネジメントの手引き-2016年版-  
(公益社団法人 日本下水道協会)

⑤下水道コンクリート構造物の腐食抑制技術及び防食技術  
マニュアル(下水道事業団)令和5年3月

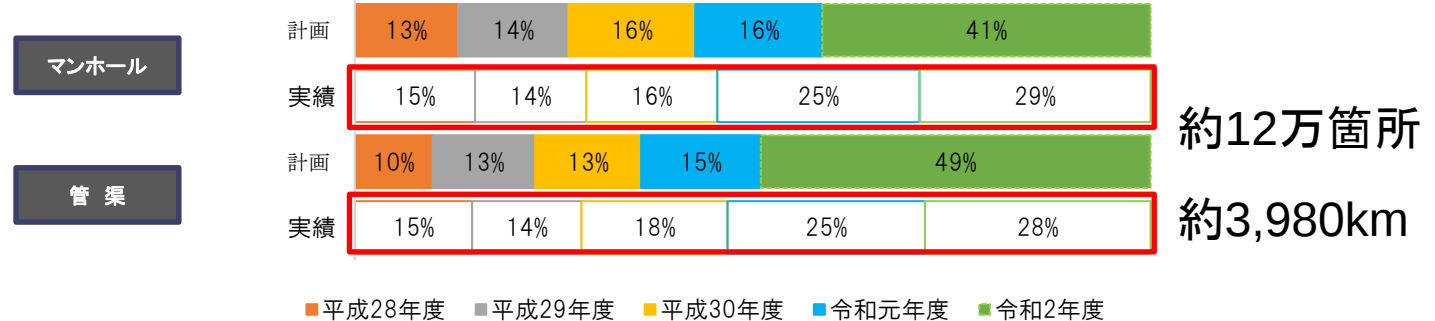
⑥全国特別重点調査(国交省)令和7年3月18日

# 腐食するおそれ大きい箇所の点検実施状況

- 国土交通省では、平成27年の下水道法改正で創設した維持修繕基準により、5年に1回以上の頻度での点検が規定された腐食するおそれ大きい箇所について、点検実施状況や点検結果に対する措置状況等を取りまとめ、『下水道管路メンテナンス年報』として公表している。
- 全国の自治体における点検状況については、平成28年度～令和2年度の1巡目(5年間)を終え、令和3年度から2巡目(令和7年度までの5年間)のフォローアップを行っている。

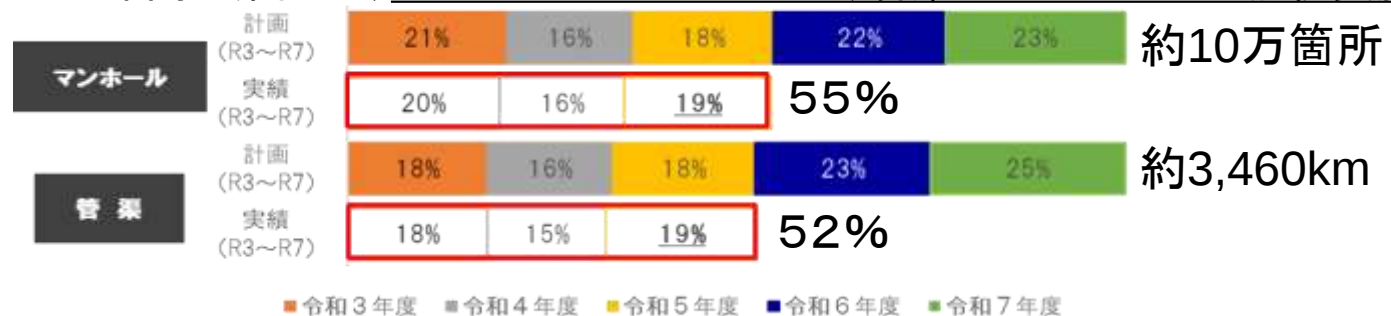
## 1巡目(5年間)の点検実績

○平成28年度から令和2年度まで(1巡目点検)におけるマンホール及び管渠の点検は完了。



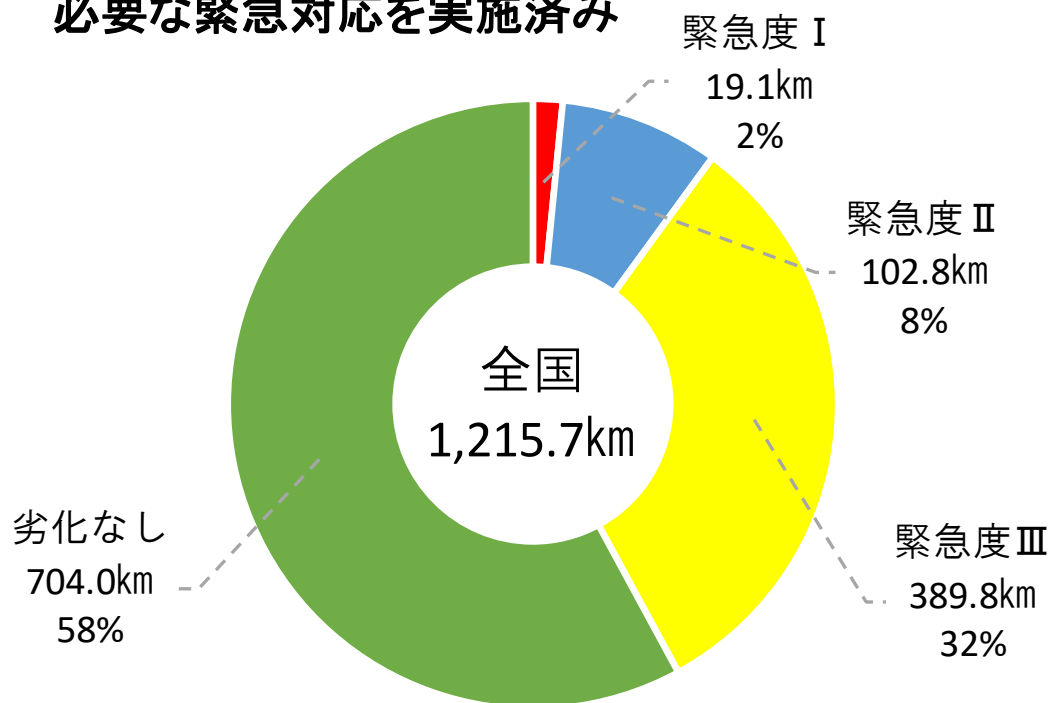
## 2巡目(5年間)の点検実施予定及び実績

- 令和5年度(2巡目点検の3年目)におけるマンホール及び管渠の点検は概ね計画どおり実施。
- 令和5年度までの3年間の累計は、マンホールにおいて55%、管渠において52%の点検実施率。



## 点検により異状が確認された箇所の措置状況

緊急度Ⅰについては  
必要な緊急対応を実施済み



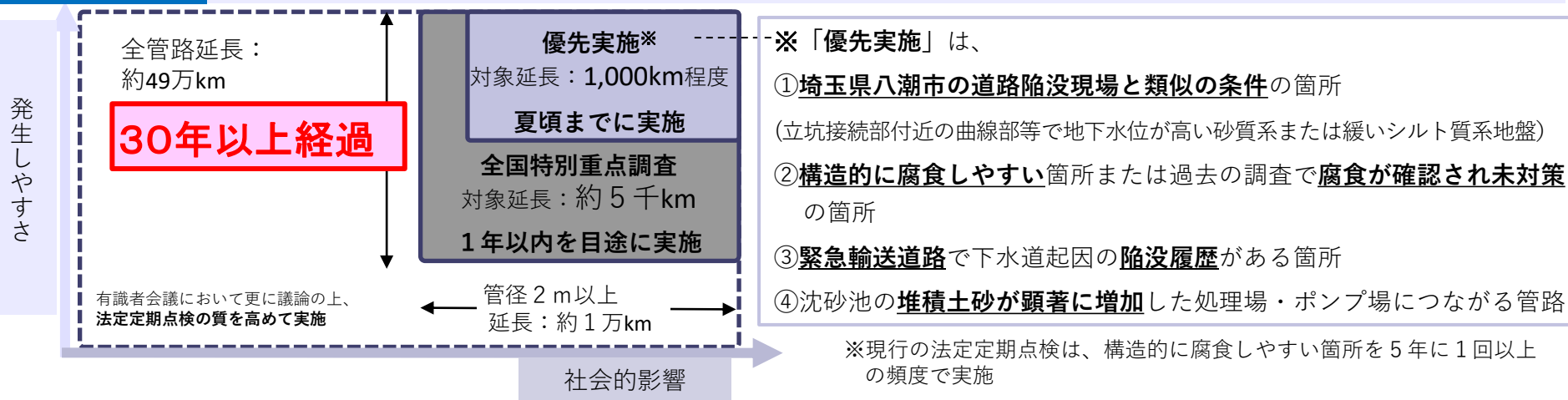
下水道管渠の緊急度の判定区分

| 緊急度  | 区分 | 対応の基準               |
|------|----|---------------------|
| Ⅰ    | 重度 | 速やかに措置が必要な場合        |
| Ⅱ    | 中度 | 出来るだけ早期に対策が必要な場合    |
| Ⅲ    | 軽度 | 劣化状況を確認しながら、対策時期を検討 |
| 劣化なし | —  | —                   |

調査結果(1巡目5年間:2016-2020)

# 第1次委員会提言を踏まえた全国特別重点調査の実施について

## 1. 調査対象： 調査に際し、社会的影響が大きく、大規模陥没が発生しやすい管路から、優先度をつけて実施



## 2. 調査方法の高度化： 調査対象の全路線の管路内をデジタル技術も活用して調査を実施

○管路内調査：潜行目視またはドローン・テレビカメラ等による調査

※優先実施箇所では、緊急度がⅠ、Ⅱに至らなくても打音調査等により詳細調査を実施

○空洞調査：緊急度がⅠ、Ⅱと判定された箇所は、路面下空洞調査または簡易な貫入試験・管路内から空洞調査

## 3. 判定基準の強化： 全国特別重点調査による緊急度の判定基準を現行より強化して、広く対策を実施

⇒腐食、たるみ、破損をそれぞれ診断し、劣化の進行順にAからCにランク付けした上で特別な判定基準で対策を確実に実施

| 緊急度 | 現行の判定基準                    | 強化 | 全国特別重点調査の判定基準 | 緊急度に応じた対策内容                |
|-----|----------------------------|----|---------------|----------------------------|
| Ⅰ   | ランクAが2項目以上                 |    | ランクAが1項目以上    | 速やかな対策を実施※                 |
| Ⅱ   | ランクAが1項目もしくは<br>ランクBが2項目以上 |    | ランクBが1項目以上    | 応急措置を実施した上で、<br>5年以内に対策を実施 |

※原則1年以内

# 下水道管路の全国特別重点調査の実施状況

資料3

- 下水道管路の全国特別重点調査について、対象延長が100kmを超える6都市の実施状況を先行的に把握したところ、4月末時点の潜行目視やテレビカメラによる調査実施延長※1は133kmであり、このうち、要対策延長※2は19.5km(要対策延長の割合**14.6%**)。

※1 専門家による直近3年以内の調査結果の再チェックを含む

※2 緊急度ⅠまたはⅡと判定され、今後の対策が必要と見込まれる延長

- 要対策延長については、今後、必要な対策を行うとともに空洞調査を実施予定。  
また、要対策延長でない場合でも、優先実施箇所については打音調査等を実施予定。

## 報告対象

全国特別重点調査の対象延長が100kmを超える6都市※3（札幌市、埼玉県、東京都、横浜市、名古屋市、大阪市）

※3 6都市の対象延長は約1,700km  
(全国の対象延長 約5,000kmに対する割合は約34%)

## 4月末時点の潜行目視やテレビカメラによる調査結果※1

|          |                       |
|----------|-----------------------|
| 調査実施延長   | 133.2 km (調査実施率 7.8%) |
| 要対策延長※2  | 19.5 km               |
| 要対策延長の割合 | 14.6%                 |

## テレビカメラによる調査の様子



自走式テレビカメラ調査の様子と確認した異状箇所（浸入水あり）      船体式テレビカメラ調査の様子と確認した異状箇所（管路内面の腐食あり）

# 【対策技術】

## (1) 腐食抑制

硫化水素の発生要因を除去または抑制する対策。下水の嫌気性化防止による硫酸塩還元細菌の活動抑制や溶存硫化物の酸化・固定化手法等

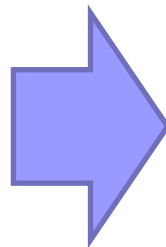
換気等による硫化水素ガス濃度の低減、防菌剤による硫黄酸化細菌の制御等

## (2) 防食

耐硫酸性を有する管材・マンホール製品の採用及びコンクリート自体の耐硫酸性向上やコンクリート表面への耐硫酸性の被覆工法による対策

| 種別       | 対策方法      | 具体的な対策案                                       |
|----------|-----------|-----------------------------------------------|
| (1) 腐食抑制 | 嫌気化防止     | ・空気注入、酸素注入<br>・薬剤添加<br>・ポンプ運転方法               |
|          | 硫黄酸化細菌の制御 | ・防菌剤入りコンクリート製品の採用                             |
|          | 硫化水素放散防止  | ・段差、落差の解消                                     |
|          | 硫化水素ガスの希釈 | ・換気、脱臭                                        |
| (2) 防食   | 耐硫酸性材料    | ・FRPM管、塩ビ管、ハイセラミック管、レジンコンクリート、耐硫酸性コンクリート等への変更 |
|          | 被覆        | ・耐酸性材料被覆、更生工法                                 |

## ロボットを用いた下水道管の自動修復技術

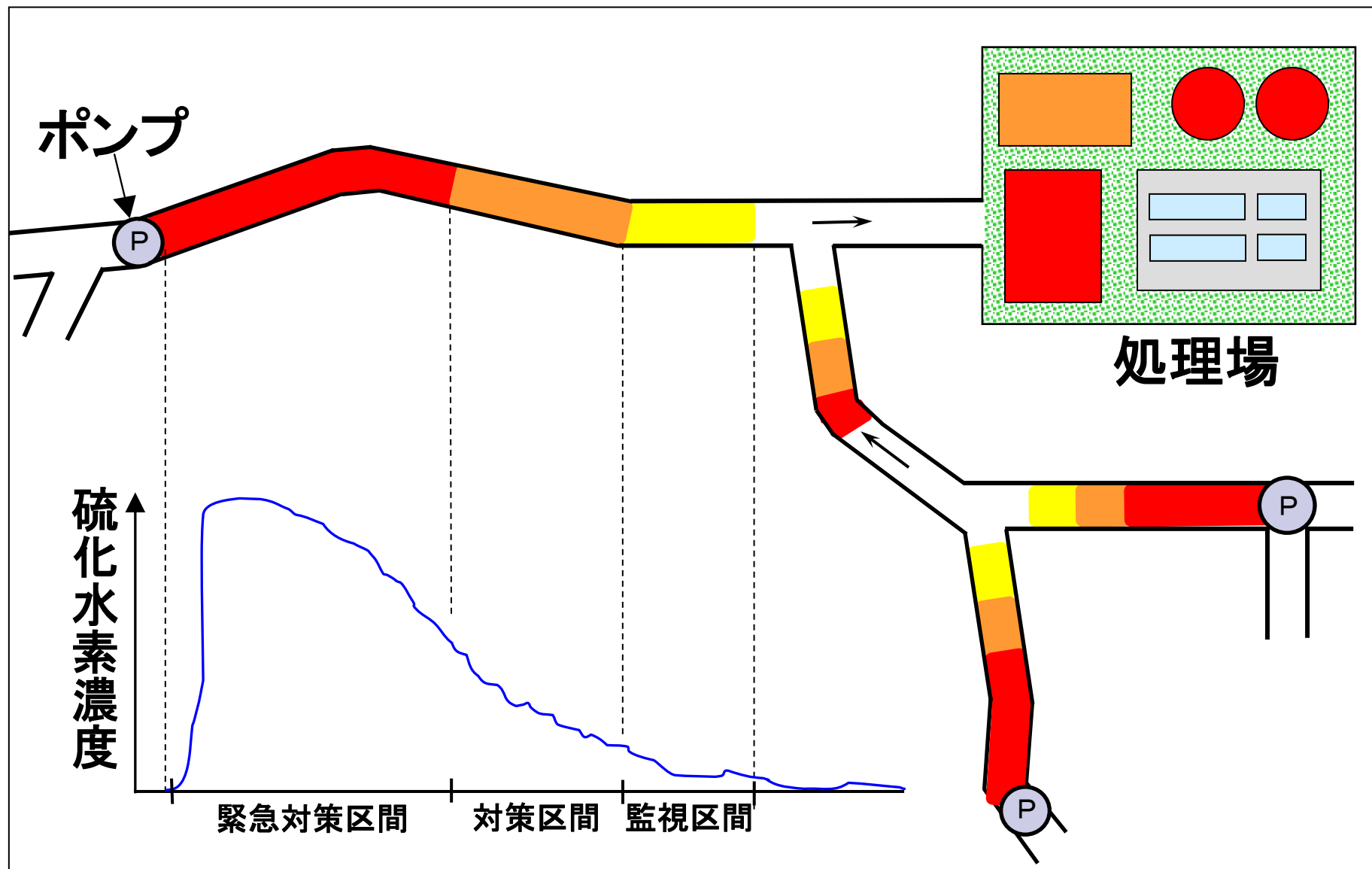


帯状のプラスチックを老朽管内側へらせん状に巻きつけて管路を再生



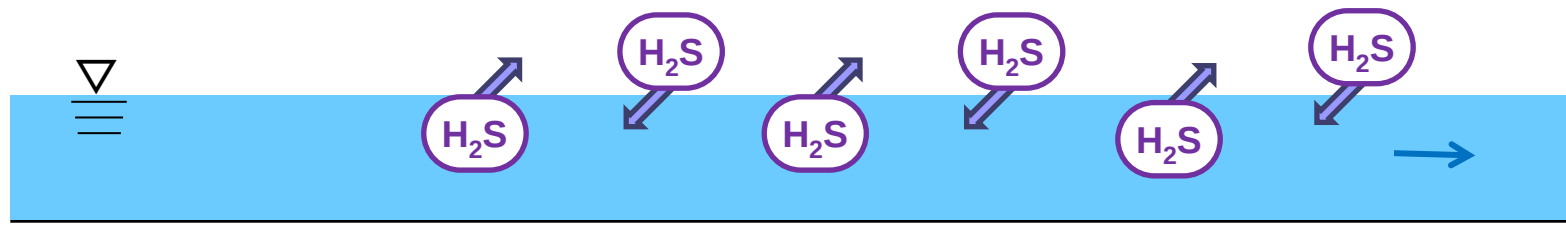
令和6年度管路更生工法デモ施工@日本大学

## 対策の第一歩：現在および将来の硫化水素発生量の把握



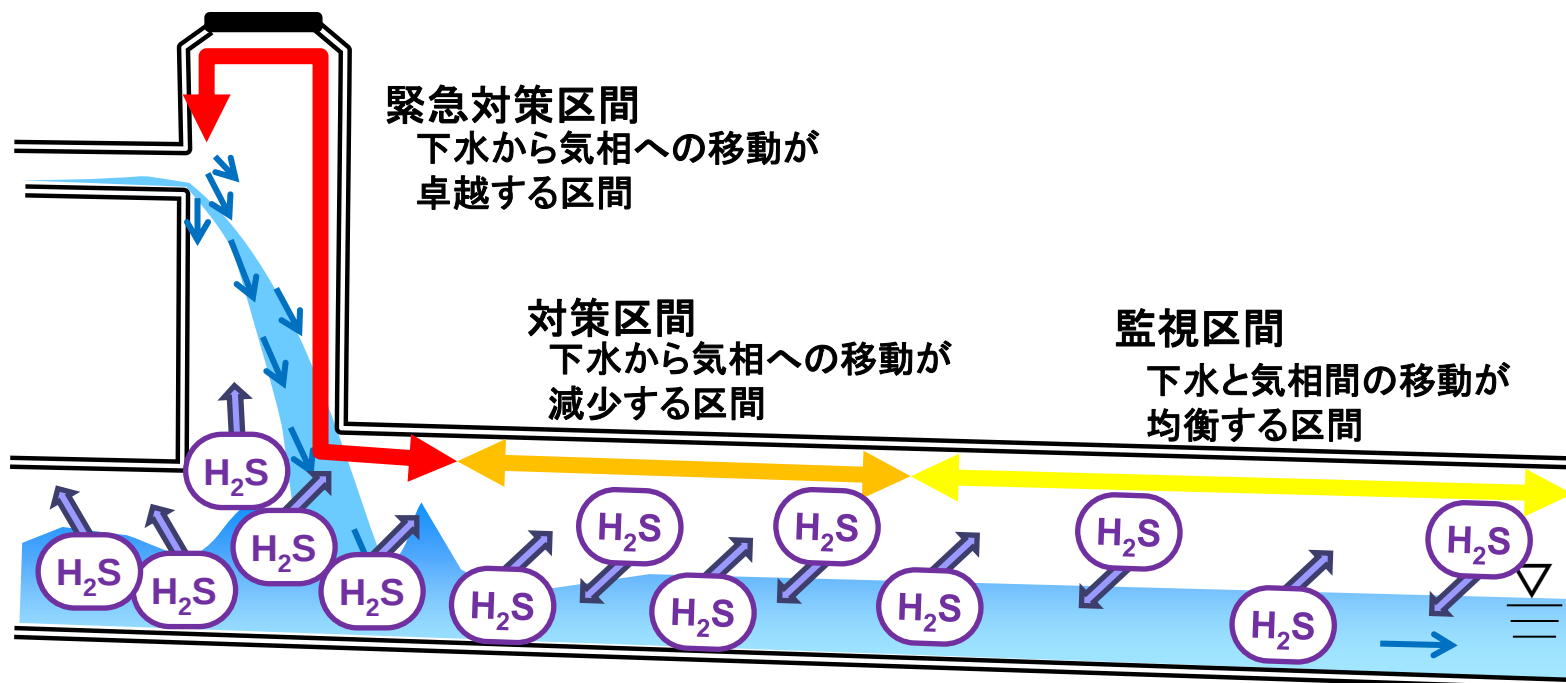
## 硫化水素が発生しにくい箇所

⇒下水中と気相中の $\text{H}_2\text{S}$ は平衡状態（気相中の $\text{H}_2\text{S}$ は低濃度）

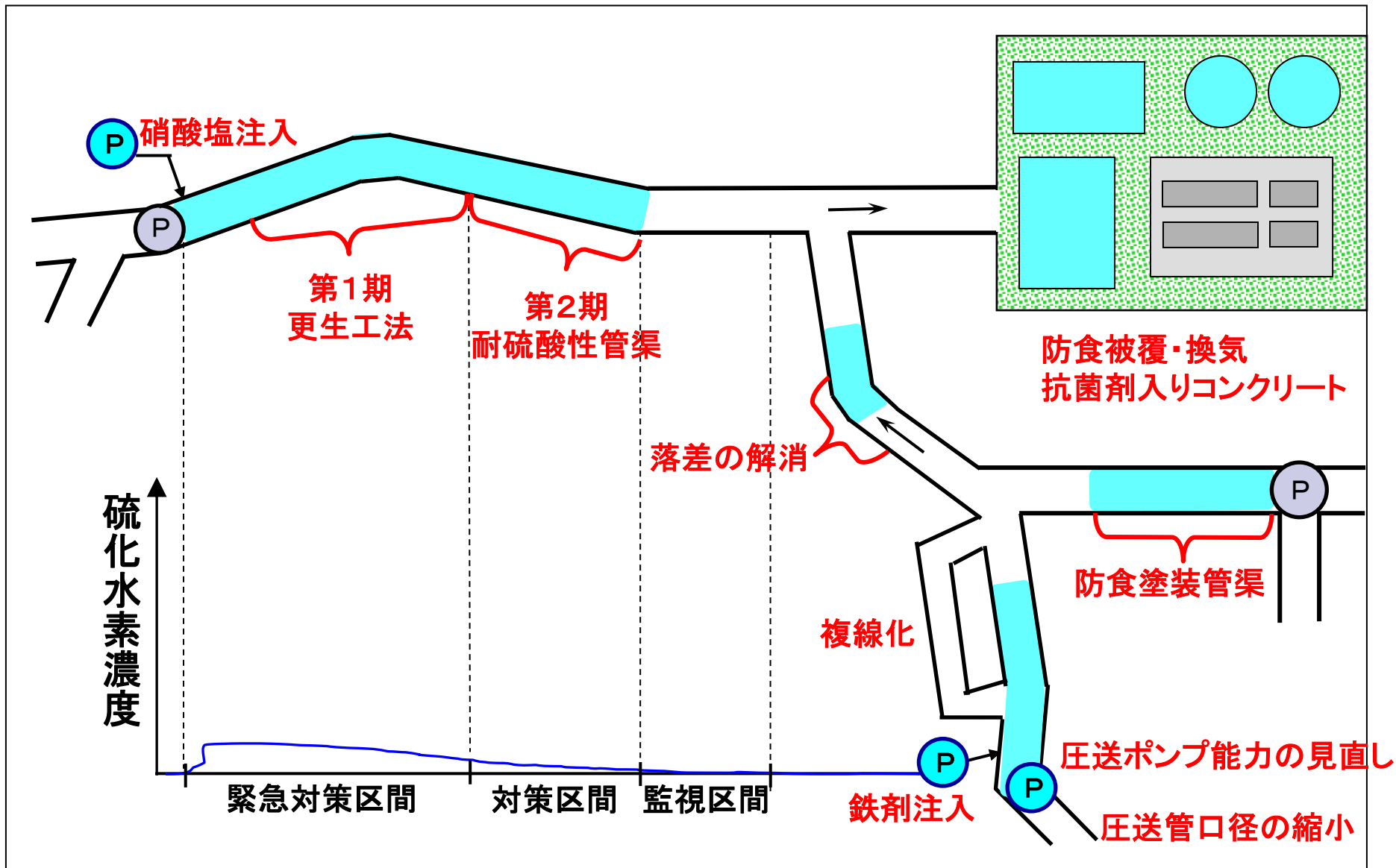


## 硫化水素が発生しやすい箇所

⇒下水中の $\text{H}_2\text{S}$ が大量に気相中に飛び出すが、流下に従って平衡状態に戻る



# 総合的な腐食対策の実施

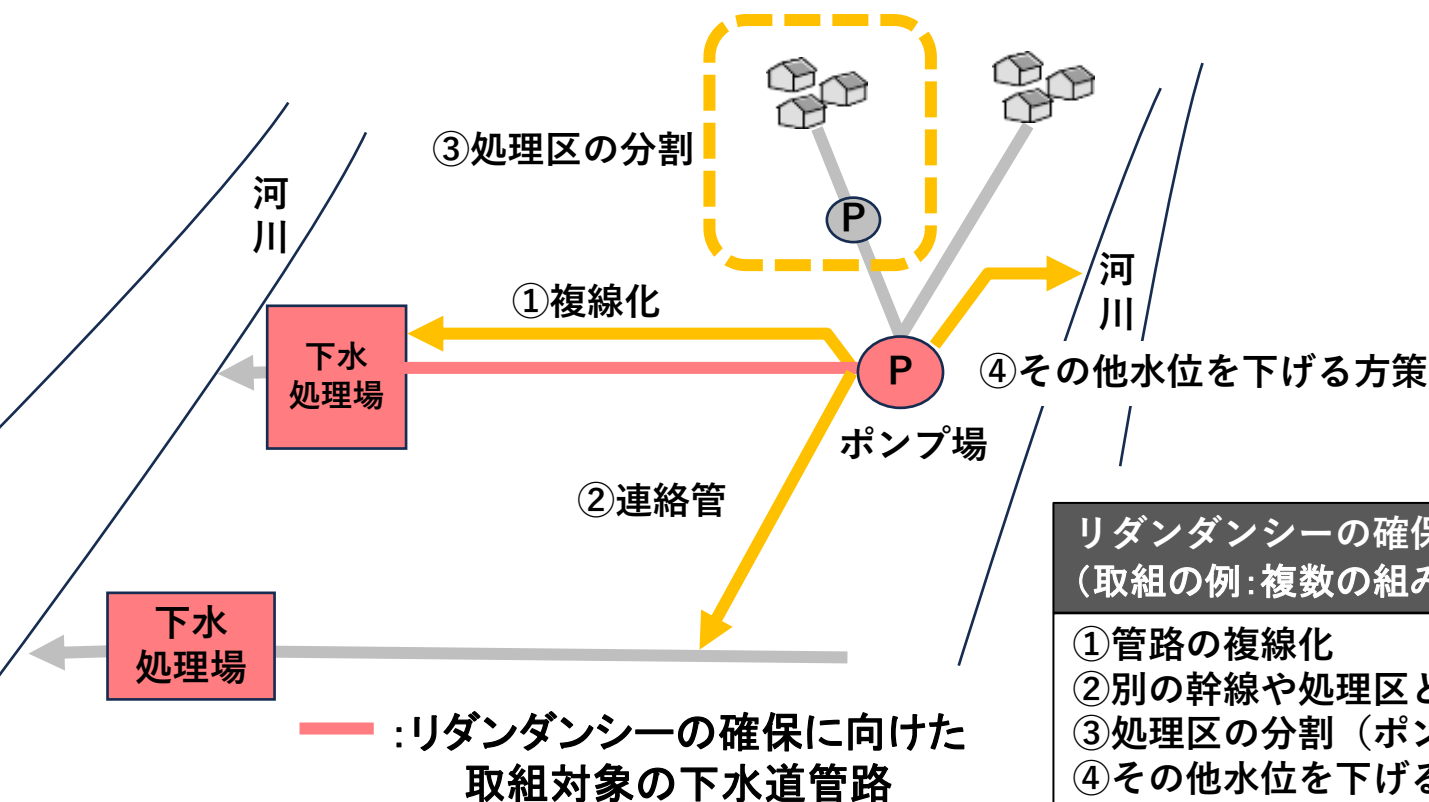


# 八潮道路陥没事故関係委員会

| 委員会名                              | 委員長                                       | 設置趣旨                                                                      | 設立日<br>(第1回開催日)    | 活動履歴                                                                                                  |
|-----------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 下水道等に起因する大規模な道路陥没事故を踏まえた対策検討委員会   | 家田 仁<br><br>政策研究<br>大学院大学<br>特別教授<br>(鉄道) | 国民とともに守る<br>基礎インフラ上下<br>水道のあり方<br>～安全性確保を<br>最優先する管路<br>マネジメント実現<br>に向けて～ | R7年2月21日           | 第2回 3月3日<br>(現地視察)<br>第3回 3月11日<br>第4回 3月26日<br>(現地視察:実習センター)<br>第5回 4月24日<br>第6回 5月16日<br>(現地視察:横浜市) |
| 八潮市で発生した道路陥没事故に関する原因究明委員会         | 藤野 陽三<br>城西大学<br>学長<br>(橋梁)               | 道路陥没事故<br>の原因を工学<br>的かつ客観的<br>な見地から究明                                     | R7年3月14日<br>(現地視察) |                                                                                                       |
| 流域下水道管の破損に起因する道路陥没事故に関する復旧工法検討委員会 | 森田 弘昭<br>日本大学<br>教授<br>(下水道)              | 陥没事故に関<br>する復旧工法                                                          | R7年2月2日<br>(現地視察)  | 第2回 3月20日<br>第3回 4月23日                                                                                |

## 2. 上下水道施設の再構築等のあり方の見直しの方向性(素案)

### ○大規模下水道システムのリダンダンシー確保



リダンダンシーの確保に向けた取組のパターン  
(取組の例:複数の組み合わせも可)

- ①管路の複線化
- ②別の幹線や処理区との連絡管整備
- ③処理区の分割 (ポンプ場を処理場化等)
- ④その他水位を下げる方策の確保 (サテライト処理場の設置、既存ストック (調整池等) での一時貯留等)



ご清聴ありがとうございました