

## 補足説明資料(論点の整理)

論点①. 点検に関する定義

論点②. 重要管路に関する定義（要注意箇所の定義を含む）

論点③. 診断結果に応じた対応の考え方

論点④. 構造に応じた診断基準

論点⑤. 頻度の考え方

# 【論点①-1】点検に関する定義

## これまでの整理

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-(令和4年3月改定)  
維持管理情報等を起点としたマネジメントサイクル確立に向けたガイドライン(管路施設編)-2020年版- より

### 点検

施設の状態を把握するとともに、異状の有無を確認すること。  
管路施設にあっては、マンホール内部からの目視や、地上からマンホール内に管口テレビカメラを挿入する方法等により、異状の有無を確認すること。

### スクリーニング調査

簡易直視式テレビカメラ(側視なし)等により、調査が必要な箇所を絞り込むこと

### 調査

施設の健全度評価等のため、定量的に劣化の実態や動向を確認すること。  
管路施設にあっては、管内に潜行する調査員による目視、または、下水道管渠用テレビカメラを挿入する方法等により、詳細な劣化状況や動向等を定量的に確認するとともに、原因を検討すること。

## 今後の整理

### 点検

施設の状態を**診断**するため、異状の有無や状況、動向等を確認すること。

#### 概略点検

対象施設全てにおいて(管きよの場合マンホール間の全線に渡って)<sup>※1</sup>、  
状態を**診断**(**健全度Ⅰとそれ以外**(同Ⅱ～Ⅳもしくは診断保留)を判定)するため、異状の**有無を確認**すること。

#### 詳細点検 (調査)

対象施設全てにおいて(管きよの場合マンホール間の全線に渡って)<sup>※1</sup>、  
状態を**診断**(**健全度Ⅰ～Ⅳもしくは診断保留のいずれかに判定**)するため、  
異状の**状況や動向等を定量的に確認**するとともに、その**原因を検討**すること。

## ポイント

- 「点検」は、対象施設全てにおいて「診断」を行うために実施するものとする。
- なお、**管口カメラやマンホール内部からの目視**は、管きよを対象とする場合、**マンホール間の全線に渡って<sup>※1</sup>、健全度Ⅰとそれ以外(同Ⅱ～Ⅳもしくは診断保留)を判定できる場合に限り**、概略点検として活用できる手法とする。

## (参考)手段の例(現時点での技術レベル)

### 概略点検

- ・簡易直視式カメラ(側視なし)
- ・洗浄一体型カメラ
- ・浮流式・飛行式カメラ
- ・管口カメラ<sup>※2</sup>
- ・マンホール内部からの目視<sup>※2</sup> 等

### 詳細点検(調査)

- ・直視側視式カメラ
- ・潜行目視 等

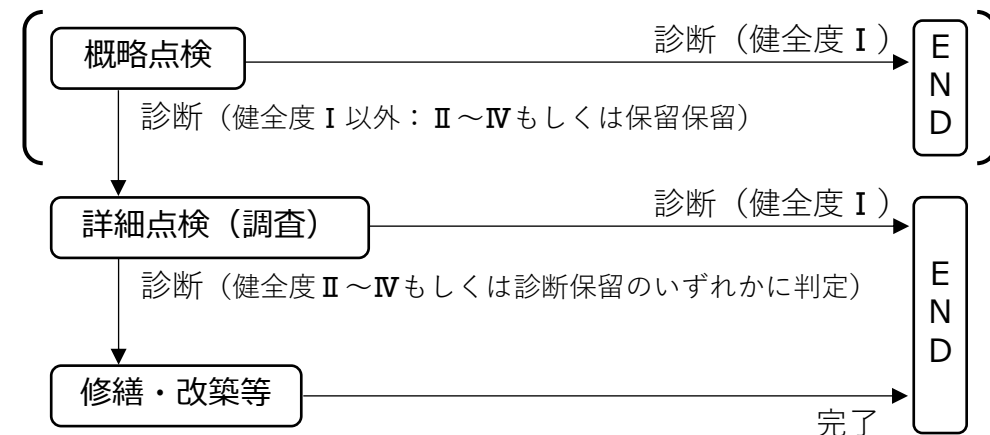
※1 力学的弱点箇所(マンホールと管きよの接続箇所)のように、対象範囲が明確に限定される場合は、その対象範囲全てにおいて

※2 管口カメラやマンホール内部からの目視は、管きよを対象とする場合、マンホール間の全線に渡って<sup>※1</sup>、健全度Ⅰとそれ以外を判定できる場合に限る

# 【論点①-2】「重要管路」と「枝線」における管きよの点検方法の整理

## 「重要管路」及び「枝線の要注意箇所」における管きよの点検方法

- 「重要管路」及び「枝線の要注意箇所」は、定められた頻度で悉皆点検を実施し、健全度Ⅰ～Ⅳもしくは診断保留を判定する。

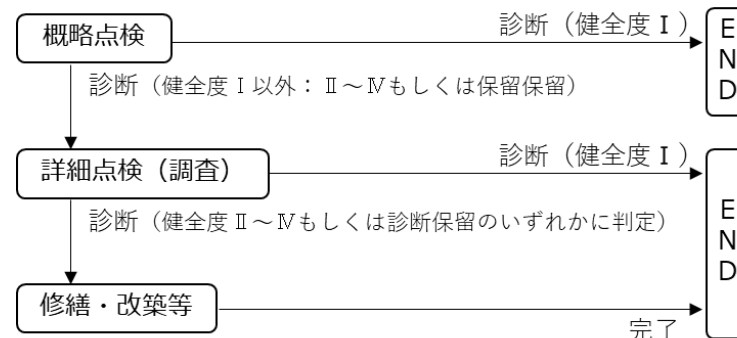


「重要管路」及び「枝線の要注意箇所」における管きよの点検手順

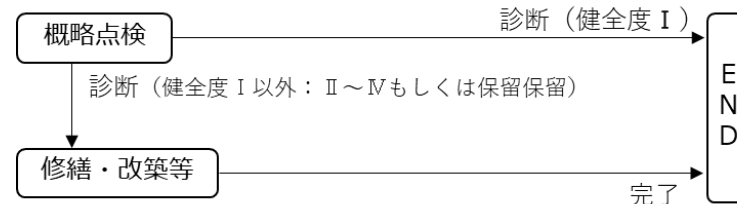
## 「枝線の要注意箇所以外」における管きよの点検方法

- 「枝線の要注意箇所以外」は、各自治体において、「概略点検」や「詳細点検」等を適切に組み合わせ、効率的に状態の監視を行う。

（例1）



（例2）



「枝線の要注意箇所以外」における管きよの点検手順【例】

## 「重要管路」における複数手法を組み合わせた方法の高度化

- 「重要管路」では、上記の点検で把握しにくい状態を補足的に把握するため、新技術の開発・普及の進展に応じ、管路の耐荷力・圧縮強度・管厚の定量調査等、特性の異なる点検・調査を組み合わせ、管路の構造上の安全性を確認する。
- 加えて、道路管理者と連携し、路面変状の有無を確認するための巡視を行うとともに、管路の異状が確認された場合には、管路に起因する空洞の有無を確認するための空洞調査を実施する。

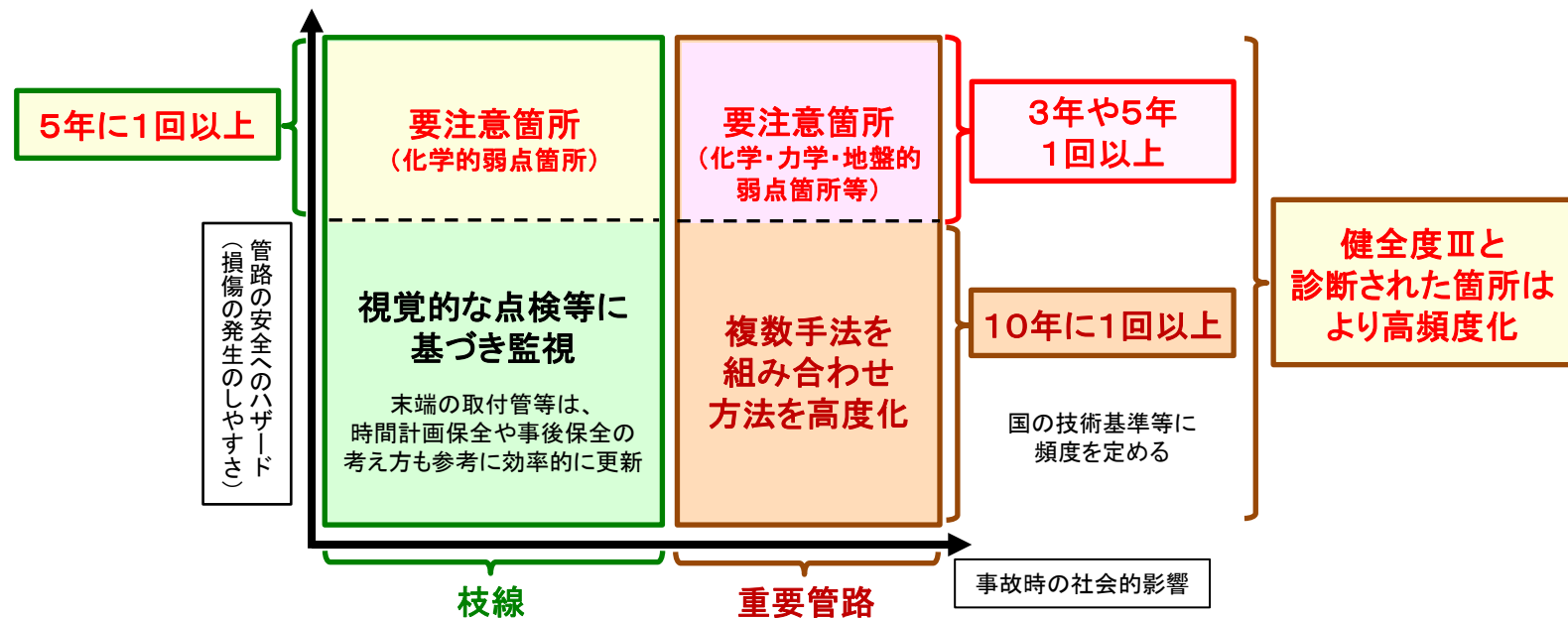
## 「枝線」における時間計画保全や事後保全を参考にした管理

- 「取付管」は、枝線本管の改築に合わせて更新したり、一部で不具合が発生すればエリア単位で一体的に更新する等、時間計画保全や事後保全の考え方も参考にし、効率的に更新していく。
- 「不具合発生時の社会的影響が小さい圧送管」は、一定期間を目途に更新する等、時間計画保全の考え方も参考にし、効率的に更新していく。
- 「枝線」においても、道路管理者と連携し、路面変状の有無を確認するための巡視を行うことが有効である。

## 【論点②-1】重要管路の定義

○ 事故時の社会的影響を踏まえ、下記のいずれかに該当するものを「重要管路」とする。

- 下水処理場～処理場直前の合流地点までの管路
- 流域下水道の管路
- 管径2m相当以上の大口径管路
- 緊急輸送道路下、または軌道下、河川下の管路



- ※1 合流・汚水・雨水で抱えるリスクの差は、硫化水素による腐食のしやすさにあることから、要注意箇所で反映。
- ※2 対策の困難性は水位で考慮すべきと考え、更生可能な水位60cm以下に下げられない箇所は、リダンダンシーの確保を原則化。(晴天時の合流管・雨水管やポンプ場の運転管理等、水位が下げられる箇所は、リダンダンシー確保原則化の対象外)
- ※3 埋設深の要素は、管径が大きくなれば埋設深度は深くなることから、特別重点調査も踏まえ、管径(2m相当以上)で反映。

# 【論点②-2】重要管路における要注意箇所 の定義(力学・地盤的弱点の扱い)

## 注意すべき箇所(5年に1回以上)

### ○ 化学的弱点箇所

腐食するおそれ大きい箇所※において、  
暗渠かつコンクリートその他腐食しやすい材料で造られている箇所  
(腐食を防止する措置が講ぜられている箇所を除く)

※ 別途、構造的に定義

### ○ 力学的弱点箇所

マンホールと管きよの接続箇所(構造変化点)では、地震発生時等に反力・支持力が均等に作用せず、破損等が発生する可能性がある

マンホールと管きよの接続箇所

(継手部の可とう化をはじめとする耐震対策等が講ぜられている箇所を除く)

### ○ 地盤的弱点箇所(急速に土砂を引き込むおそれがある箇所)

地下水位が高い砂質系またはシルト質系の地質条件下では、管路の破損等が発生した場合、急速に空洞が拡大する可能性がある

地下水位が高い砂質系または緩いシルト質系の地盤※に設置され、

**直近の詳細点検(調査)で「健全度Ⅱ(要監視段階)」と診断された箇所**

(地盤改良等や異状の進行を抑えるための応急措置が講ぜられている箇所を除く)

※ 液状化マップや現場周辺のボーリング調査結果を活用し対象を抽出

## 特に注意すべき箇所(3年に1回以上)

### ○ 3つの弱点要素が重なる箇所

化学・力学・地盤的弱点箇所の3つ全ての条件に該当する箇所

### ○ 硫化水素ガス濃度が特に高い箇所

50ppm以上の年間平均硫化水素ガス濃度が測定された箇所において、  
暗渠かつコンクリートその他腐食しやすい材料で造られている箇所  
(腐食を防止する措置が講ぜられている箇所を除く)

※ なお、枝線は、重要管路と比較して、構造体が小規模であるものや埋設深が浅いものが多く、応力が集中しにくく空洞の有無も空洞調査により確認しやすいと考えられ、力学的弱点と地盤的弱点のリスクが相対的に小さいと考えられることから、「**枝線の要注意箇所**」は**化学的弱点箇所**とする。

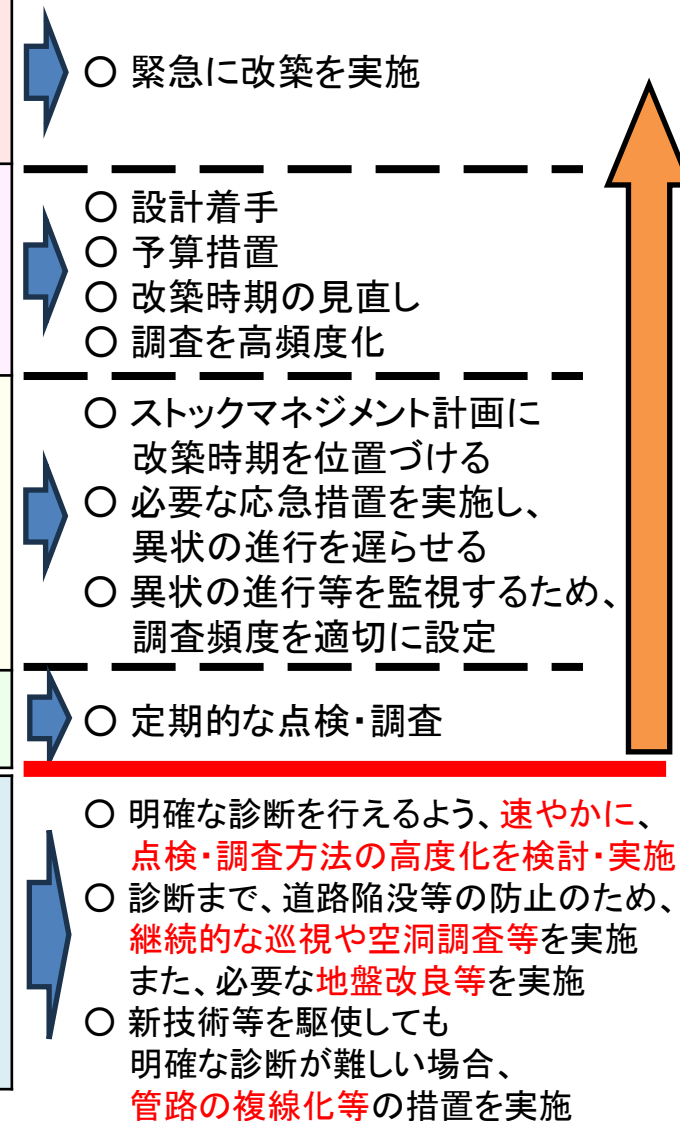
※ 1 地盤的弱点箇所は、地盤条件のみでは空洞は発生しないため、地盤条件に加え、直近の詳細点検(調査)で、管路に異状が確認(「健全度Ⅱ(要監視段階)」と診断)された箇所とする。

※ 2 力学的弱点箇所は、構造的条件と相まって力学的な作用のみで破損等が発生する可能性がある。

# 【論点③】診断結果に応じた対応の考え方

健全度区分		状態	対応の考え方
IV	緊急措置段階	構造物の安全性が低下する、又は低下する可能性が著しく高く、緊急に改築等の措置を講ずべき状態	緊急に改築を実施し、健全度Ⅰにすることを基本とする※2 ※2 緊急の改築が困難な場合には、改築を実施するまでの間、道路陥没等を防ぐための地盤改良等を実施する
Ⅲ	早期措置段階	構造物の安全性が低下する可能性があり、早期に改築等の措置を講ずべき状態	異状の進行を抑えるために必要な応急措置を実施した上で、詳細点検(調査)の頻度を増やし、改築を行うべきタイミング※3を適切に判断する。 ※3 スtockマネジメントにおける優先実施判断をする場合や、健全度Ⅳと診断される場合が考えられる
Ⅱ	要監視段階	構造物の安全性が低下していないが、異状の進行等を監視する必要がある、措置を講ずることが望ましい状態	異状の進行を抑えるために必要な応急措置を実施した上で、計画的に詳細点検(調査)を実施する
I	健全	構造物の安全性が低下していない状態	引き続き計画的に点検を実施する
診断保留		十分な点検ができない等、明確な診断が難しい状態※1 ※1 対象施設の一部あるいは全てに渡り診断を確定させられない状態(既存の施設等を最大限活用しても管内水位を下げるできない状態等)	明確な診断を行うため、 <b>速やかに、点検・調査方法の高度化を検討・実施</b> する また、明確な診断を行うまでの間、道路陥没等を防ぐため、 <b>継続的な巡視や空洞調査等</b> により状態変化の把握に努めるとともに、 <b>必要な地盤改良等</b> を実施する 新技術等を駆使しても明確な診断が難しい場合、 <b>管路の複線化等の措置</b> を実施する

## 重要管路における対応例



※ 枝線においても、上記の「対応の考え方」に基づき対応することを基本とするが、健全度Ⅱや診断保留の対応については、当該箇所の特徴等を踏まえ、個別に検討・実施する。



# 【論点④-1】鉄筋コンクリート管等の診断基準(案)

健全度 診断項目		IV	III	II	I
上下方向のたるみ	例：内径1650mm以上 3000mm未満の場合	内径の 1 / 4 以上	内径の 1 / 8 以上	内径の 1 / 8 未満	異常なし
硫化水素による腐食		鉄筋が <b>広範囲</b> に露出した状態 または 骨材が <b>広範囲</b> に露出し、かつ 鉄筋が <b>局所的</b> に露出した状態	骨材のみが <b>広範囲</b> に露出した状態 または 鉄筋のみが <b>局所的</b> に露出した状態※ 1 または 腐食進行速度 5 mm/年以上	骨材のみが <b>局所的</b> に露出した状態 または 表面が荒れている状態 または 腐食進行速度 3 ～ 5 mm/年	
硫化水素以外の腐食 (中性化・塩害・有機酸による腐食、 もしくは摩耗・風化等)		鉄筋が <b>広範囲</b> に露出した状態 または 骨材が <b>広範囲</b> に露出し、かつ 鉄筋が <b>局所的</b> に露出した状態 または 鉄筋の断面が欠損した状態	骨材のみが <b>広範囲</b> に露出した状態 または 鉄筋のみが <b>局所的</b> に露出した状態※ 1	骨材のみが <b>局所的</b> に露出した状態 または 表面が荒れている状態 または 腐食した鉄筋の錆汁が 発生している状態	
破 損 クラック	軸方向	欠            落 または 最大幅 2 mm以上のクラックで 浸入水が流れている <b>以上の状態</b>	最大幅 2 mm以上のクラック※ 2	最大幅 2 mm未満のクラック	
	円周方向				
浸入水		浸入水が噴き出ている状態	浸入水が流れている状態	浸入水がにじみ出ている状態 ( <b>痕跡を含む</b> )	
管の継手ズレ		脱            却	幅70mm以上	幅70mm未満	

※1 構造体によって鉄筋のかぶり厚が異なることや、鉄筋の錆汁がみられる場合には強度が低下しているおそれがあること等に留意し、必要に応じて追加調査や構造計算等を実施し健全度を判断する。

※2 直近の診断結果と比較によりクラックの幅や長さが進行しているかを確認し、進行性がみられる場合には、必要に応じて追加調査等により構造上の安全性を確認する。



# 【論点④-2】シールド管(二次覆工ありの場合)の診断基準(案)

健全度		IV	Ⅲ	Ⅱ	Ⅰ
診断項目					
上下方向のたるみ	例：内径1650mm以上 3000mm未満の場合	内径の 1 / 4 以上	内径の 1 / 8 以上	内径の 1 / 8 未満	異常なし
硫化水素による腐食		一次覆工（セグメント）が 露出した状態※ 1	二次覆工の骨材が露出した状態 または 腐食進行速度 5 mm/年以上	二次覆工の表面が荒れている状態 または 腐食進行速度 3 ～ 5 mm/年	
硫化水素以外の腐食 （中性化・塩害・有機酸による腐食、 もしくは摩耗・風化等）		一次覆工（セグメント）が 露出した状態※ 1	二次覆工の骨材が露出した状態	二次覆工の表面が荒れている状態	
破 損 クラック	軸方向	二次覆工の 欠 落 または 最大幅 2 mm以上のクラックで 浸入水が流れている以上の状態	最大幅 2 mm以上のクラック※ 2	最大幅 2 mm未満のクラック	
	円周方向				
浸入水		浸入水が噴き出ている状態	浸入水が流れている状態	浸入水がにじみ出ている状態 （痕跡を含む）	

※1 一次覆工(セグメント)の露出が判断しにくい場合には、内空断面計測等に基づく管厚の減少量等から健全度を判断する。

※2 直近の診断結果と比較によりクラックの幅や長さが進行しているかを確認し、進行性がみられる場合には、必要に応じて追加調査等により構造上の安全性を確認する。

## 【論点⑤】頻度の考え方(1/2)

### 1. 重要管路

(1) 要注意箇所該当しない(化学、力学、地盤的弱点箇所のいずれにも該当しない)場合

○コンクリート管の劣化傾向に関する既往知見※1をもとに、「10年に1回以上」とすることが適当である。

※1 管渠の材質ごとの経年的な劣化傾向を分析し管渠の重要度に応じて点検調査頻度を設定する既往の手法をコンクリート管に適用し、最重要管理すべき箇所については、緊急度の高い劣化の割合が約5%を超過しない経過年数である「10年」を点検調査の頻度とした。

(2) 化学的弱点箇所

○腐食が顕在化してから管が危機的な状態に至るまでの期間の1/2を点検頻度とする信頼性重視保全(RCM理論)の考え方を大口径管※2に適用し検証した結果、既往の腐食環境条件分類のⅠ種(50ppm以上)に該当する場合は「重要管路における特に注意すべき箇所」とし「3年に1回以上」、該当しない場合は平成27年の下水道法改正で位置づけた維持修繕基準「5年に1回以上」を引き続き運用することが適当である。

※2 「重要管路」の該当要件の一つであり、「重要管路」の大部分を占める管径φ2000mm以上を主な対象として検証した。

(3) 力学的弱点箇所

○力学的弱点箇所では地震等の外力の経年作用(外力を繰り返し受けることによる経年的な劣化の進行)が考えられるが、その進行性を定量的に評価できる知見はまだないため、「重要管路の要注意箇所以外」の「10年に1回以上」の頻度よりも少なくともさらに安全側になる頻度(半分の頻度)として「5年に1回以上」とすることが適当である。

(4) 地盤的弱点箇所

○地盤的弱点箇所は、化学的弱点や力学的弱点などの要因により管路に破損等がある状態を前提としていることから、これらの弱点の頻度を準用し、管きょに「健全度Ⅱ」以上の劣化が見られた場合には「5年に1回以上」とすることが適当である。

(5) 化学、力学、地盤的弱点箇所の全てに該当する場合

○各弱点が重なることで相対的に劣化や事故発生リスクが高まると考えられることから「重要管路における特に注意すべき箇所」とし、各弱点箇所の頻度の半分程度の頻度「3年に1回以上」とすることが適当である。

### 2. 枝線

○平成27年の下水道法改正で位置づけた維持修繕基準「腐食するおそれ大きいものは5年に1回以上の適切な頻度で点検を行う」を引き続き運用する。

重要管路の調査頻度の設定案※

	初回または前回、健全度Ⅱ以下の場合	前回、健全度Ⅲだった場合
要注意箇所の中でも特に注意すべき箇所 平均硫化水素濃度が 50ppm以上 or 化学、力学、地盤的弱点の 全てに該当	3年に1回以上	1～2年に1回以上
要注意箇所 化学、力学、地盤的弱点の いずれかに該当	5年に1回以上	2～3年に1回以上
要注意箇所に 該当しない	10年に1回以上	5年に1回以上

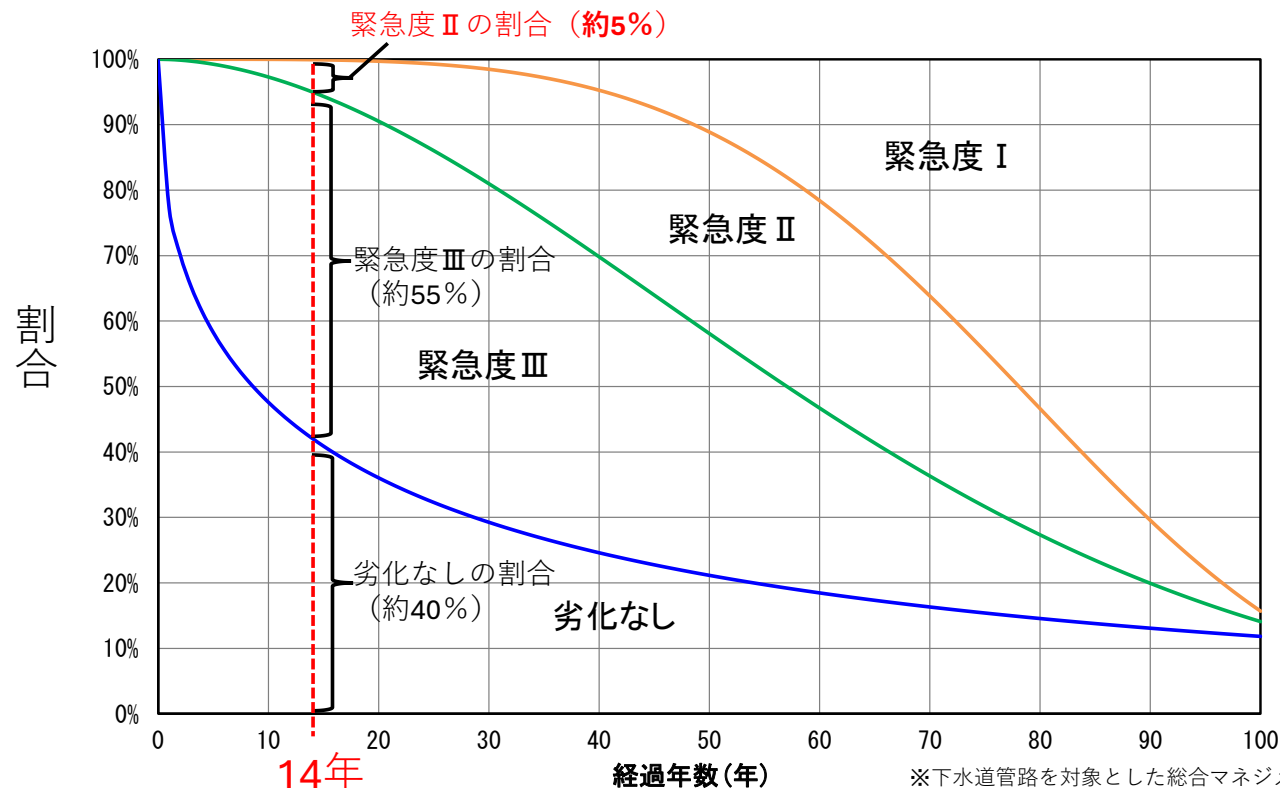
※これらは、最低限・少なくとも行うべきものとして示しているものであり、管理者の判断によって、より積極的・能動的にさらなる対応をすることは肯定されるものである。

**以下、【論点⑤】頻度の考え方  
に関する補足資料**

## 補足1. 3弱以外の箇所における大口径管の点検頻度（案）

- ・既往研究では健全率曲線をもとに管の劣化傾向を予測し、管の重要度に応じ、設定した割合（最重要管理の場合は5%）が緊急度Ⅱ（≡見直し後の健全度Ⅲ程度）に移行するタイミングを求めて点検調査の着手時期を設定する手法を提案※
- ・現在の健全率曲線は国総研が収集したデータベース（中小口径管が大半）を元に作成しており、大口径管に特化した健全率曲線ではないものの、大口径管の構造を考慮すると、特有の劣化条件（化学、力学、地盤的弱点）に該当しない場合においては、コンクリート管の健全率曲線を適用して差し支えないものと判断。
- ・上記の考えに基づき、社会的に影響の大きい管渠については「最重要管理」として初回の点検調査時期を**10年以上（14年を切り捨て）**とするのが望ましいのではないか（次回以降のタイミングについては点検調査の結果や修繕等の実施状況をもとに判断）

### コンクリート管の健全率曲線（2025年版）に基づく点検調査着手時期の設定



# 【参考】下水道管路を対象とした総合マネジメントに関する研究

(研究期間：平成30年度～令和2年度)

- ・予算や人員の制約等により、中小規模の自治体では従来の指針で示されるような頻度(10年に1回)での詳細調査は困難。
- ・このため、これまで地方公共団体から収集した下水道管路の劣化に関するデータを基に、管の材質ごとの経年的な劣化傾向を分析し、管渠の重要度に応じて点検・調査頻度を設定する手法を提示。
- ・本研究成果を活用することにより、維持管理情報が少なく独自に点検・調査頻度の設定が困難な都市においても、社会的影響の大きさを考慮した、メリハリのある管きよの調査点検が可能となる。

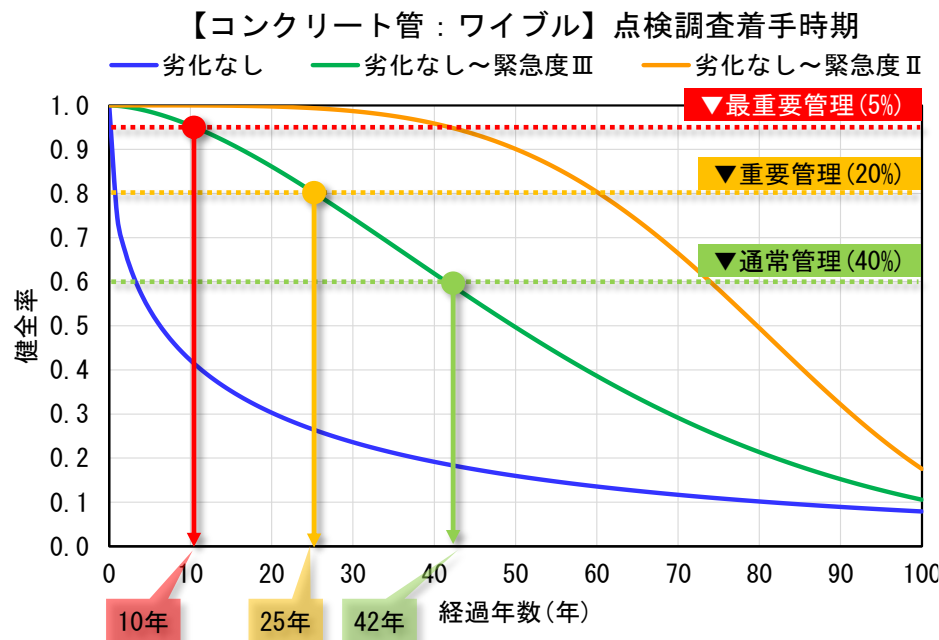
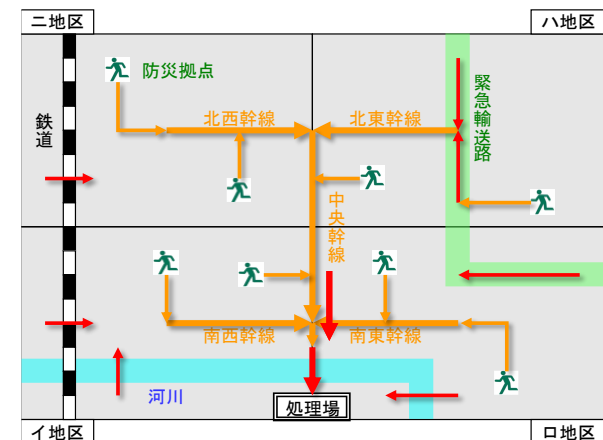


図 施設の重要度に応じた点検・調査頻度の設定例  
(コンクリート管)

凡例	ランク	該当施設	重要性の区分
→	a	社会的な影響が大きな施設 (緊急輸送路下に布設された管 きよ、河川を横断する管きよ等)	最重要管理
→	b	機能上重要な施設	重要管理
□	c	上記以外	通常管理



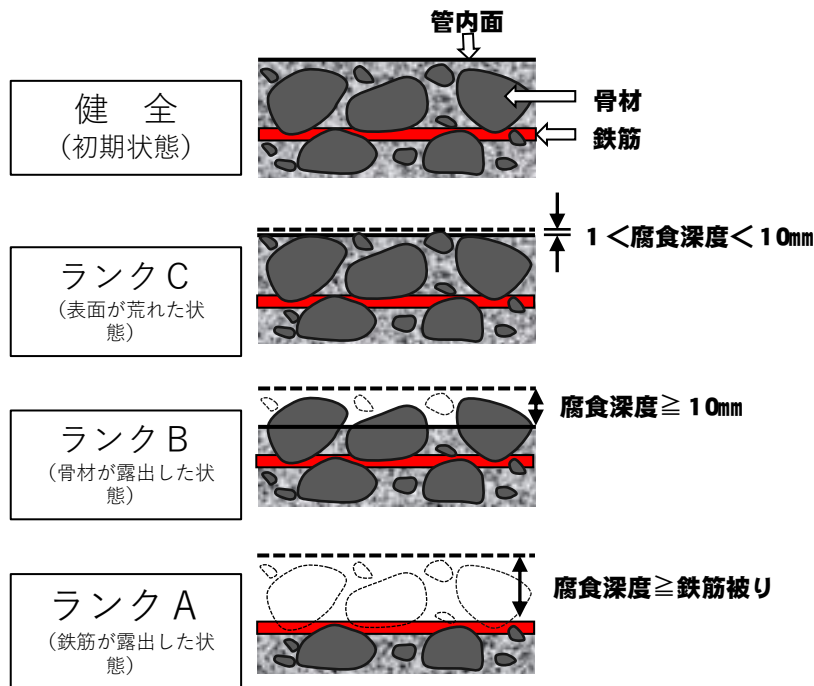
道路陥没等発生時の社会的影響の  
大きさを考慮した施設の重要性区分の例

# 【参考】現行の点検頻度（5年に1回以上）の考え方

第2回検討会資料より再掲

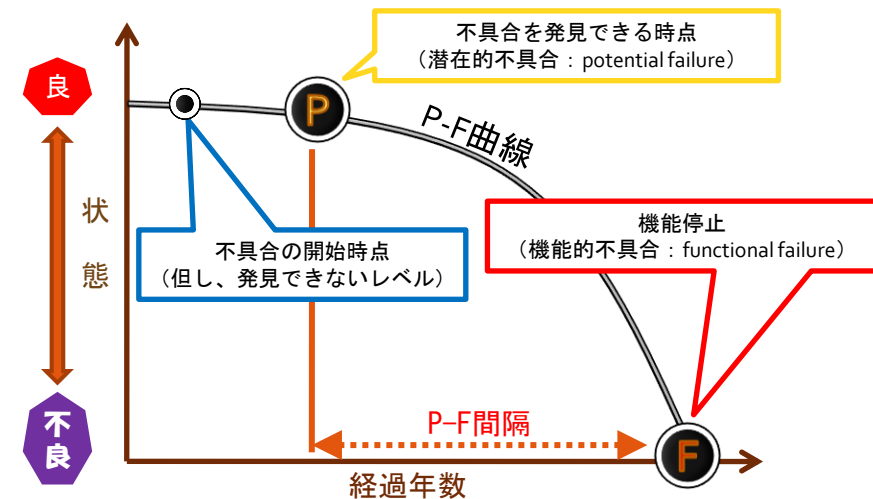
- 鉄筋露出までの年数を既往の腐食速度予測式により算出し、信頼性重視保全（RCM 理論）の考え方にに基づき、最低限必要となる点検頻度を算出。

腐食の劣化判定基準と腐食深度の関係



判定ランク	判定基準
ランクA（重度）	鉄筋が露出した状態
ランクB（中度）	骨材が露出した状態
ランクC（軽度）	表面が荒れた状態

信頼性重視保全（RCM 理論）の概念図



- 供用年数10年未満でCランクに達する腐食環境を想定し、既往の腐食速度予測式により鉄筋露出までの年数を算出。
- 一般的にはP-F間隔の半分程度の調査頻度で十分とされていることを踏まえ、**供用から鉄筋が露出するまでの期間の半分で点検が必要と仮定**し、最低限必要となる点検頻度を算出。

最低限必要となる点検頻度：5年に1回以上



## 補足2. 化学的弱部における大口径管の点検調査頻度(案)

- ・ 現行の5年に一度の根拠となる過去の研究論文では、硫化水素による腐食速度式をもとにコンクリート管が機能停止に至るまでの期間（P-F間隔）の1/2の頻度で点検を行うことを基本としている。
- ・ 大口径管（φ2000mm以上）にこの考え方を適用した結果、**平均硫化水素濃度50ppm以上では3年に一回以上（50ppm未満では5年に一回以上）**の点検頻度とすることが望ましい。

腐食環境条件	硫化水素 濃度 (ppm)	腐食進行 速度V (mm/年) ※1	表面が荒れるまで の期間P (年) ※2 (= 5/V)	機能停止に至るまで の期間F (年) ※3 (= 40/V)	点検調査頻度 (年)
					力学、地盤的弱部に 該当しない場合 (F-P) / 2
ランク I 50ppm以上	100～	5.9	0.8	6.8	3年に 一回以上
	50～	4.9	1.0	8.2	
ランク II 10～50ppm	30～	4.2	1.2	9.5	5年に 一回以上
	20～	3.7	1.4	10.8	
	10～	2.7	1.9	14.8	
ランク III 10ppm未満	10未満 (5ppm)	1.7	2.9	23.5	

※1 既往の腐食速度予測式を元に算出

※2 目視で確認可能な異状として腐食が5mm程度、進行する時期を算出

※3 大口径管（φ2000mm以上）については複鉄筋であり単鉄筋と単純な比較はできないものの、メーカーヒアリング等を踏まえ、φ2000mm管についてはφ800推進管よりも残存体力が期待できることから、腐食深度が40mm（推進管φ800と同等以上）に達するまでの期間として算出

# 【参考】ヒューム管の残存耐荷力の考え方

- ・ヒューム管の残存耐荷力については、ひび割れ抵抗モーメント比により算出可能であり、鉄筋よりも管厚が重要。
- ・複鉄筋のヒューム管については、管厚が約30%減少した時点で、残存耐荷力是新管の約50%となる。

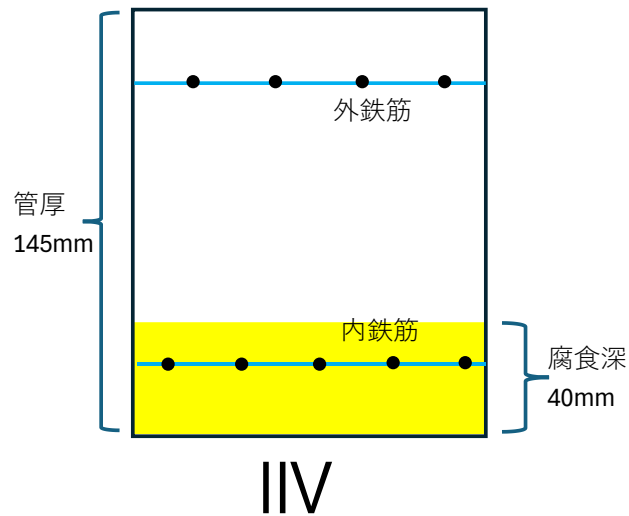
Φ2000管（管厚145mm、複鉄筋）の腐食深40mm時点の残存耐力

≧

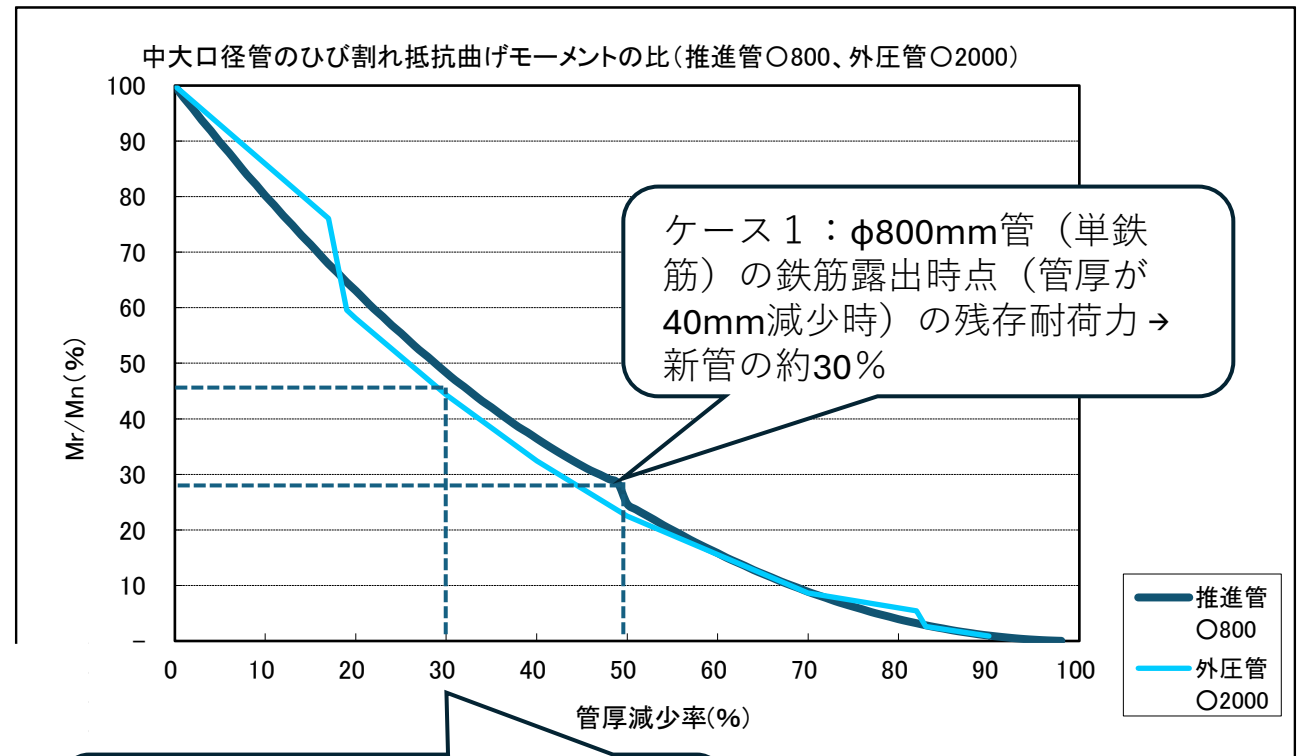
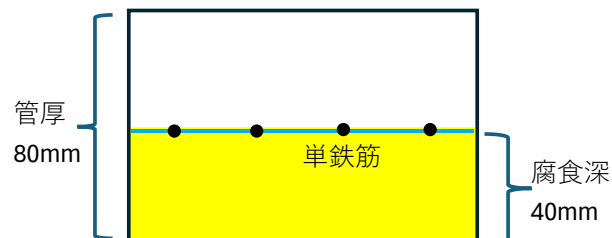
Φ800の推進管（管厚80mm、単鉄筋）の腐食深40mm（鉄筋露出）の時点の残存耐力

※ヒューム管メーカーへのヒアリングを元に整理

ケース 1：Φ2000管（腐食深40mm）

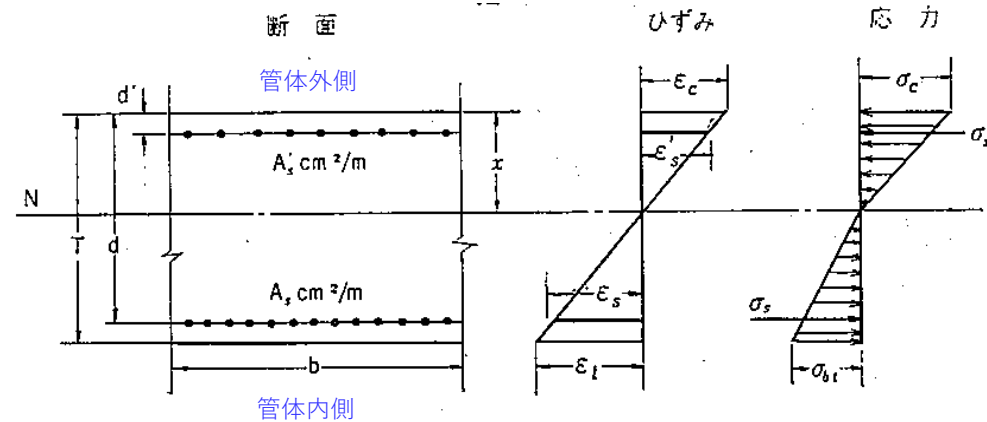


ケース 2：Φ800推進管（腐食深40mm）



ケース2：φ2000mm管（複鉄筋）の管厚が30%（約40mm）減少した時点の残存耐荷力→新管の約50%

# 【参考】複鉄筋管の耐荷力（ひび割れ抵抗曲げモーメント）算出



管体内側のd：有効厚さ（鉄筋の被り）が大きいため、損失した場合、耐力の減少幅は外側の鉄筋のものと比べて大きくなります。

$$M_r = \frac{1}{m(T-x)} \cdot \sigma_{bt} \quad \text{----- 式 4.1}$$

$$x = \sqrt{\left( \frac{m \cdot b \cdot T + n(As + As')}{b(1-m)} \right)^2 + \frac{m \cdot b \cdot T^2 + 2n(As \cdot d + As' \cdot d')}{b(1-m)}} - \frac{m \cdot b \cdot T + n(As + As')}{b(1-m)} \quad \text{----- 式 4.2}$$

$$I = \frac{b}{3} \{ x^3 + m(T-x)^3 \} + n \cdot As(d-x)^2 + n \cdot As'(x-d')^2 \quad \text{----- 式 4.3}$$

ここに、 $M_r$  : ひびわれ抵抗曲げモーメント (N・m)

$x$  : 中立軸 (mm)

$I$  : 断面二次モーメント (mm<sup>4</sup>)

$T$  : 全管厚 (mm)

$d, d'$  : 鉄筋の位置における有効厚さ (mm)

$As$  : 単位長さ当たり鉄筋断面積

$As'$  : "

$b$  : 管の単位長

$Es$  : 鉄筋のヤング係数 (=200,000N/mm<sup>2</sup>)

$Ec$  : コンクリートの圧縮ヤング係数 (=33,000N/mm<sup>2</sup>)

$Et$  : コンクリートの引張ヤング係数 (=16,500N/mm<sup>2</sup>)

$m$  :  $Et/Ec$

$n$  :  $Es/Ec$

$\sigma_c$  : コンクリートの圧縮強度

$\sigma_{bt}$  : コンクリートの曲げ引張強度

$D$  : 鉄筋径 ( $As$  及び  $As'$ 算出用)

$\ell'$  : 鉄筋ピッチ ( $As$  及び  $As'$ 算出用)

# 【参考】硫化水素による腐食進行速度の考え方

## 第3回検討会資料より再掲

### 既往研究における腐食深度予測式

#### 【腐食深度】

(日本下水道事業団 吉本ら)

$$d = 1.33 \times (C \cdot T)^{1/2} \quad \dots \text{式(1)}$$

ここに、d：腐食深度(mm)

C：硫化水素濃度(ppm)

T：稼働年数(年)

(東京都 岸・須藤)

$$d = 28.405 \times \log_e(C \cdot T) - 57.765 \quad \dots \text{式(2)}$$

ここに、d：腐食深度(mm)

C：硫化水素濃度(ppm)

T：稼働年数(年)

#### 【腐食速度予測式】

$$y = 1.40 \times \ln(x) - 0.54 \quad \dots \text{式(3)}$$

ここに、y：腐食速度(mm/年)

x：平均硫化水素濃度(ppm)

#### 【硫黄侵入速度予測式】

$$y' = 1.36 \times \ln(x) + 1.37 \quad \dots \text{式(4)}$$

ここに、y'：硫黄侵入速度(mm/年)

x：平均硫化水素濃度(ppm)

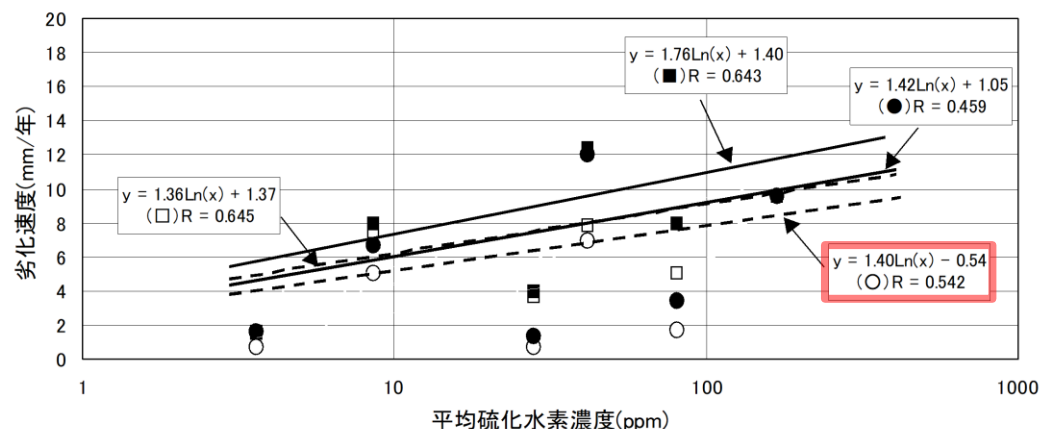


図 平均硫化水素ガス濃度と腐食速度

(出典：「下水道管路施設ストックマネジメントの手引き(旧下水道管路施設腐食対策の手引き(案))」p.3-2)

表 管路施設の場合の腐食環境条件の分類

分類	腐食環境条件	摘要
I 種	硫化水素の発生要因近傍で、硫化水素ガスの滞留が多く、腐食が厳しい環境(維持管理上、発生源対策を必要とする)。	放置した場合、供用年数 10 年未満で劣化度 A ランクに達する腐食環境を想定。 平均硫化水素ガス濃度 <b>50ppm 以上</b>
II 種	硫化水素の発生要因に近傍し、硫化水素ガスの滞留があり、腐食速度が緩やかな環境(発生源対策を必要とする場合としない場合がある)。	放置した場合、供用年数 10 年未満で劣化度 B ランクに達する腐食環境を想定。 平均硫化水素ガス濃度 <b>10~50ppm</b>
III 種	硫化水素の発生要因に近傍しているが、硫化水素ガスの滞留は少なく、腐食速度が小さい環境。	放置した場合、供用年数 10 年未満で劣化度 C ランクに達する腐食環境を想定。 平均硫化水素ガス濃度 <b>10ppm 未満</b>

(出典：「下水道管路施設ストックマネジメントの手引き(旧下水道管路施設腐食対策の手引き(案))」p.4-18)

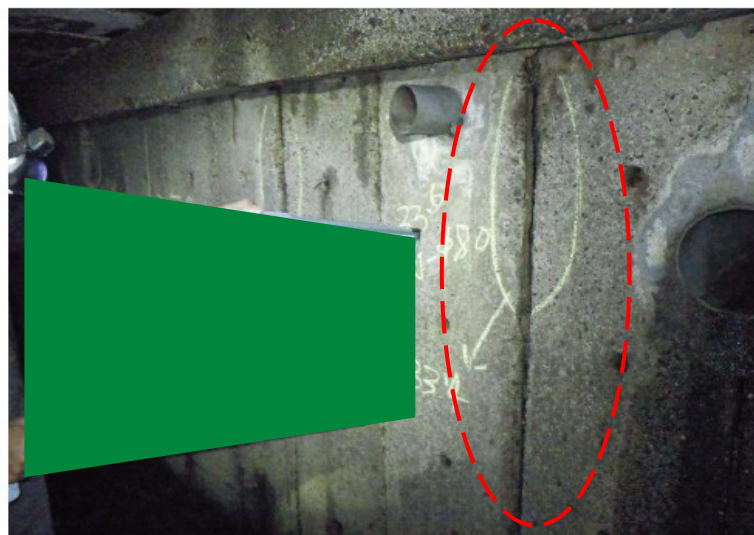
経過年数 (年)	硫化水素濃度 (ppm)							
	5 (ppm)	10 (ppm)	30 (ppm)	50 (ppm)	100 (ppm)	300 (ppm)	500 (ppm)	1,000 (ppm)
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	1.7	<b>2.7</b>	4.2	<b>4.9</b>	5.9	7.4	8.2	9.1
2	3.4	5.4	8.4	9.9	11.8	14.9	16.3	18.3
3	5.1	8.1	12.7	14.8	17.7	22.3	24.5	27.4
4	6.9	10.7	16.9	19.7	23.6	29.8	32.6	36.5
5	8.6	13.4	21.1	24.7	29.5	37.2	40.8	45.7
6	10.3	16.1	25.3	29.6	35.4	44.7	49.0	54.8
7	12.0	18.8	29.6	34.6	41.4	52.1	57.1	63.9
8	13.7	21.5	33.8	39.5	47.3	59.6	65.3	73.0
9	15.4	24.2	38.0	44.4	53.2	67.0	73.4	82.2
10	17.1	26.8	42.2	49.4	59.1	74.5	81.6	91.3
11	18.8	29.5	46.4	54.3	65.0	81.9	89.8	100.4
12	20.6	32.2	50.7	59.2	70.9	89.3	97.9	109.6
13	22.3	34.9	54.9	64.2	76.8	96.8	106.1	118.7
14	24.0	37.6	59.1	69.1	82.7	104.2	114.2	127.8
15	25.7	40.3	63.3	74.1	88.6	111.7	122.4	137.0
16	27.4	42.9	67.5	79.0	94.5	119.1	130.6	146.1
17	29.1	45.6	71.8	83.9	100.4	126.6	138.7	155.2
18	30.8	48.3	76.0	88.9	106.3	134.0	146.9	164.4
19	32.6	51.0	80.2	93.8	112.2	141.5	155.0	173.5
20	34.3	53.7	84.4	98.7	118.4	148.9	163.2	182.6

【10ppm】2.7(mm/年) ÷ **3(mm)**  
 【50ppm】4.9(mm/年) ÷ **5(mm)**

## 補足3. 力学的弱点、地盤的弱点における大口径管の点検・調査頻度の考察(案)

- ・全国特別特別重点調査(優先実施箇所)において、管の継ぎ目部分のクラックや砂質土系の地盤における浸入水の吹き出しが複数確認された。
- ・力学的弱点については、応力のかかりやすい継ぎ目部分等に生じたクラック等が経年的に進行していくおそれがあり、より安全側となるよう、より短い頻度で調査をする必要があると考えられる。
- ・地盤的弱点については、化学的・力学的な弱部等に起因して異状が発生したときに、例えば、比較的短い期間でクラック等から土砂が流入し空洞が発達するおそれがあり、より安全側となるよう、より短い頻度で調査をする必要があると考えられる。
- ・上記を踏まえ、これらの条件に該当する箇所については、通常(重要管路の要注意箇所以外)の10年に1回以上の頻度の半分の頻度(5年に1回以上)とすることが望ましい。
- ・また、3つの弱点の全てに該当する箇所については、相対的に劣化のリスクが高いことは間違いないと考えられ、さらに安全側となるよう、各弱点箇所の頻度の半分程度の頻度(3年に1回以上)とすることが望ましい。

力学的弱部における事例



現場打ちコンクリートの継ぎ目部分に経年的に応力が作用し、目地の開きが拡大したと推測される。

地盤的弱部における事例



継ぎ目部分に経年的に応力が作用し、目地の開きが拡大、継ぎ目等から浸入水が発生したと思われる。