

これまでの検討事項について（案）

構成

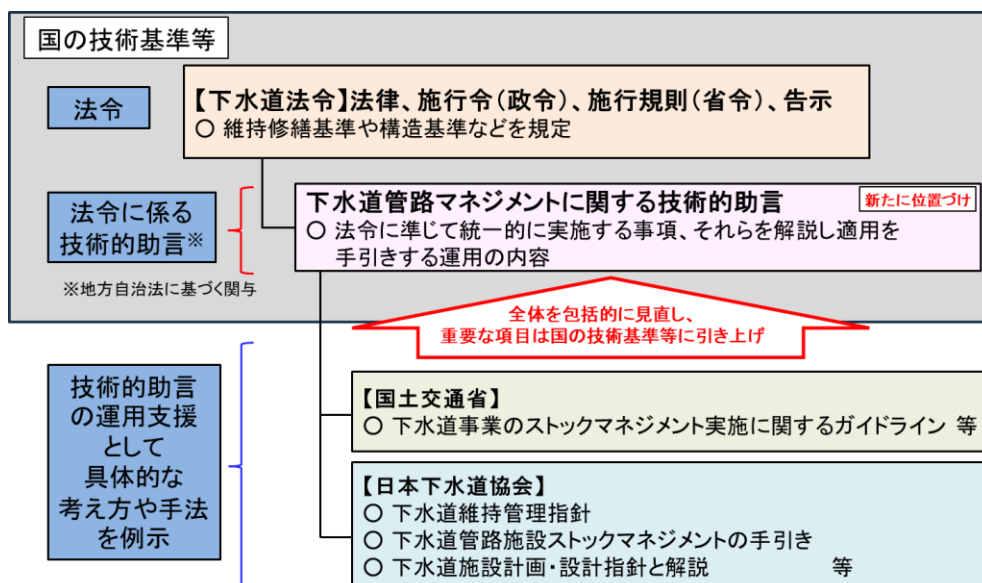
1. 下水道管路マネジメントに関する技術基準等の位置づけについて	1
2. 全国特別重点調査等から得られた知見や課題	2
(1) 全国特別重点調査から得られた知見や課題	2
(2) 既往研究から得られた知見や課題	3
3. 点検・調査・診断に関する基準等について	5
(1) 診断の区分、単位、対策について【論点①】	5
(2) 「メリハリ」をつけた点検・調査の考え方【論点②】	10
(3) 「重要管路」における点検・調査について【論点③】	12
(4) 「枝線」における点検・調査について【論点④】	16
(5) 構造に応じた診断基準について【論点⑤】	22
(6) 診断の質の確保に向けて	27
4. 構造に関する基準等について	28
(1) 「メリハリ」をつけた戦略的再構築の考え方【論点⑥】	28
(2) リダンダンシーの確保について	29
(3) メンテナビリティの確保・向上について	31
(4) 要注意箇所への対策について	36
5. 2つの「見える化」に向けた情報管理について	39
(1) 管理者や担い手にとってのテクニカルな「見える化」に向けて	39
(2) 市民への「見える化」に向けて【論点⑦】	40
6. 管内作業の安全性確保について	41
(1) 管内作業の安全確保の徹底	41
(2) 管内作業の安全性確保に向けた点検・調査技術の高度化・実用化	42

1. 下水道管路マネジメントに関する技術基準等の位置づけについて

- これまで、下水道管路のマネジメントに関する技術基準等については、下水道法令に基づき、国土交通省のガイドラインに計画を策定・実施するための考え方の例が、（公社）日本下水道協会の指針等に施設の維持管理や設計、施工等を行うための実務的な考え方や具体的な手法の例が示されている。
- 今般、国土交通省や（公社）日本下水道協会で定める内容を包括的に見直すにあたっては、下記の基本方針に基づき、下水道法令の規定のほかに、法令に準じて統一的に実施する事項及びその解説等を「下水道管路マネジメントに関する技術的助言」として位置づけ、これら「国の技術基準等」の内容の強化・充実を図る。

【基本方針】

- ✓ 下水道分野に関わる全ての関係者の総力を結集し、八潮市で発生したような事故を二度と起こさない
 - ✓ 安全性確保の取り組みの原則は、リスクのある箇所・事項をチェック対象から外さない、危険の兆候を見逃さない、必要な対策措置を未了にしない
 - ✓ 点検・調査は、リスク（管路の安全へのハザードや事故時の社会的影響）が大きい箇所では、「頻度」の強化や「方法」の充実により、これまで確認できなかった異状を見える化する、一方でリスクの小さな箇所はその特性に応じて時間計画保全または事後保全の考え方も参考とし、合理化・効率化を図る
 - ✓ 改築等の対策を先送りしない、技術的難所は必要に応じて地盤改良を行うなど、要対策箇所はもれなく迅速に対処するものとする
 - ✓ 再構築にあたっては、リダンダンシー（多重性）やメンテナビリティ（維持管理の容易性）を確保するとともに、管内作業の安全確保の観点から、極力無人化・省力化することを前提に、構造の見直しを図る
- また、今後、「国の技術基準等」の内容を踏まえ、「技術的助言の運用を支援するための具体的な考え方や手法の例示」としての、国土交通省のガイドラインや（公社）日本下水道協会の指針等についても、見直しを行う必要がある。



下水道管路マネジメントに関する技術基準等の位置づけ

2. 全国特別重点調査等から得られた知見や課題

(1) 全国特別重点調査から得られた知見や課題

(調査の概要)

- 下水道管路の全国特別重点調査については、今回と同種・同類の事故を未然に防ぎ、国民の安心・安全が得られるよう、優先的に実施すべき箇所(以下、優先実施箇所)は夏頃まで、それ以外の箇所は1年以内を目途として調査完了するよう各自治体において調査が進められている。
- 優先実施箇所とは、下記条件に該当する化学・力学・地盤等の弱点要素を有する箇所である
 - ・ 埼玉県八潮市の陥没現場と類似の構造、地盤箇所
 - ・ 管路の腐食しやすい箇所 など
- また、従来行われてきた潜行目視やテレビカメラによる目視調査に加えて、打音調査等による劣化調査や管路内からの地盤空洞調査といった新たな技術的方法を積極的に導入することで進めてきた。
- 調査の結果、本調査において強化した緊急度の判定基準により、緊急度Ⅰと判定された箇所については速やかに対策を実施するとともに、緊急度Ⅱと判定された箇所については応急措置を実施した上で5年以内に対策を実施すべきとしている。

(優先実施箇所の調査結果から得られた知見と課題)

- 対象となる地方公共団体128団体(約813km)のうち、本年9月末時点で、緊急度Ⅰと判定された下水道管路を有する地方公共団体が73団体(約75km)あり、また対象となる都道府県30団体のうち緊急度Ⅰと判定された流域下水道管路を有する都道府県が19団体に及んでいるなど、一部の地方公共団体だけの例外的な状況ではなく、重大な事態として捉えるべきである。
- 結果について、引き続き分析・整理が進められているところであるが、以下の状況が確認された。
 - ・ 緊急度Ⅰとされた管路の中でも、劣化が深刻と考えられるもの、劣化が比較的軽微と考えられるものなど、同じ緊急度Ⅰにおいても異状の程度にかなり差がみられる。
 - ・ 硫化水素濃度と腐食の程度に相関があること(硫化水素ガスの平均濃度が高い箇所で、腐食の程度が進んでいる割合が高い傾向)が改めて確認された。
 - ・ 腐食と判断された管路のうち、摩耗、風化、中性化など硫化水素以外の要因である腐食や破損と思われるものがある。これらの多くは比較的軽微な異状であった。
 - ・ 管内の水位や流速など大口径管路特有の条件により、点検・調査、修繕・改築が容易でない箇所が存在する。
 - ・ 地盤的弱部に該当する箇所では浸入水の噴出が見られるケースが見られた。
- 腐食と判断された管路のうち、硫化水素が要因と思われる特に深刻なものが確認されたのに対し、硫化水素以外の要因と思われるケースも多く確認された。これらの要因についてもあらためて認識した上で、その特性に応じた適切な対応をとることが必要である。
- 点検・調査に関する具体的な基準等を見直すにあたっては、このたびの優先実施箇所のような弱点箇所は重点的な調査対象箇所とすることを念頭に置くとともに、管

路の劣化の程度に応じた健全度について、その合理的な設定や、とるべき対応との関係の明確化に向けて、引き続き検討を進めるべきである。

- さらに、点検・調査や修繕・改築が容易でない管路で社会的影響が大きいものについては、メンテナビリティ及びリダンダンシーの確保が必要である。
- また、点検・調査方法の高度化として、優先実施箇所では、目視調査で要対策と判定されなかった場合には、念のため更に打音調査等を実施するなど、方法を充実させて調査を実施した。
- その結果、目視調査で把握できない劣化を打音調査等で補足的に把握した事例や道路管理者とも連携して路面下の空洞調査を実施し空洞の存在を確認した事例など、複数の手法を組み合わせる点検・調査方法の高度化の必要性を改めて確認した。
- 一方で、これらの調査にあたり、以下のような技術的課題が明確になった。
 - ・ 飛行式ドローン、浮流式カメラにおける、カメラ性能・位置情報の把握、曲線部での飛行などに関する技術の精度向上
 - ・ 打音調査や管厚測定等を安全、効率的かつ高精度で実施するための技術開発
 - ・ 空洞調査における、管路周辺の探査可能範囲の拡大、管路の部材厚と配筋を踏まえた調査技術、路面下の大深度の空洞を捉える技術の開発
 - ・ 管路内の硫化水素濃度と腐食の程度の相関を踏まえ、硫化水素濃度や pH の計測が重要
- 上記の技術的課題を解決すべく、技術の実用化・高度化に向けた取組を進めるべきである。

(2) 既往研究から得られた知見や課題

(管きよの劣化傾向について)

- 下水道管きよは布設後、経年的に劣化し、腐食や破損・クラック等の割合が増加していくが、劣化傾向については管種ごとに特色がある。
- コンクリート管については、管きよ延長全体の約3割を占め、特に管径2 m以上の管きよの大部分を占める一方、硫化水素による腐食の影響を受けやすいことが知られている。
- 硬質塩化ビニル管については中小口径管を中心に管路延長全体の約5割を占め、耐腐食性に優れるとともに、コンクリート管や陶管等の剛性管にない可とう性を有していることから、経年的な劣化が進みにくいことが知られている。硬質塩化ビニル管の単位延長(1,000km)あたりの道路陥没件数は、コンクリート管の1/5、陶管の1/10程度である。
- 過去の統計では下水道管に発生する道路陥没のうち5割以上が取付け管起因であることが確認されている(特に陶製の取付け管に多い)。
- 国土技術政策総合研究所(以下、国総研)では全国から収集したTVカメラ調査結果をデータベース化し、これをもとに管の劣化傾向を予測する手法を公開している。さらに、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に移行するタイミング(最重要管理の場合は10年)を求めて点検・調査の着手時期を設定する手法を既往研究で提案している。

1 (硫化水素に起因する腐食への対応について)

- 2 ○ 硫化水素は溶存硫化物が生成しやすい環境条件（圧送管など嫌気条件下）と硫化水素
3 が放散しやすい環境条件（落差の大きい箇所）が重なることで発生することが、既往
4 研究等でも明らかになっており、腐食するおそれが大きい箇所を特定するにあたり、
5 こうした特性をどのように考慮するかは課題と考えられる
- 6 ○ 複数の既往研究において、硫化水素濃度によって腐食の進行速度を表した式が示さ
7 れており、特に硫化水素濃度が高い状態では、中性化など他の劣化要因と比較しても
8 著しく早い速度で腐食が進行することが知られている。管きょ内の硫化水素濃度や
9 腐食の外見的な特徴等をもとに、硫化水素による腐食を特定し、速やかな対策を実施
10 することが重要である。
- 11 国総研の既往研究ではコンクリート管の鉄筋露出までの年数を上記の腐食速度予測
12 式により算出し、信頼性重視保全（RCM 理論）の考え方に基づき、供用から鉄筋が露
13 出するまでの期間の半分で点検・調査が必要と仮定し、最低限必要となる頻度を提案
14 しており、これが腐食の可能性の高い箇所における現行の頻度（5年に1回以上）の
15 根拠となっているが、硫化水素濃度が特に高い箇所等の特に注意すべき箇所は、5年
16 に1回以上よりもさらに短い間隔で調査することも検討すべきである。

17
18 (地盤的弱点箇所について)

- 19 ○ 国総研の過去の実験では、軟弱な地盤において、地下水の上昇や活荷重による振動な
20 どにより空洞の拡大が促進されることを確認している。このような箇所は地盤的弱
21 部となり得ることから、土砂等を引き込む要因となり得る浸入水について特に注視
22 するとともに、必要に応じて適切な頻度で路面からの空洞調査なども併用し、陥没に
23 至る前に異状を検知することが望ましい。

3. 点検・調査・診断に関する基準等について

(1) 診断の区分、単位、対策について【論点①】

①診断の区分について

○これまで、診断結果は対応の基準を示す「緊急度」に区分していたが、施設の健全性を示す「健全度」として区分することとする。

○また、これまでは明確な診断を行うための調査の実施が難しい状態について、診断における取り扱いが明確でなかったが、このような場合には、監視等を継続し、時点毎の状態を比較して、状態変化の把握に努めることが重要であることから、明確な診断が難しい状態（診断保留）の区分を新たに位置づけ、漏れなく対応することとする。

これまでの区分

緊急度区分		対応の基準
I	重度	速やかに措置が必要
II	中度	簡易な対応により必要な措置を5年未満まで延長できる
III	軽度	簡易な対応により必要な措置を5年以上に延長できる
劣化なし	—	—

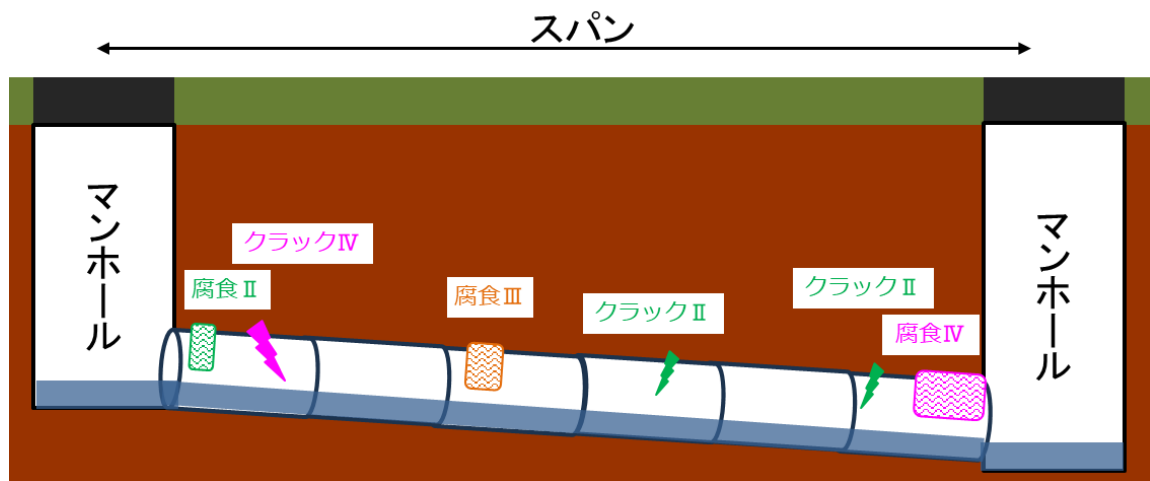
区分の見直し(案)

健全度区分		状態
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
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
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
I	健全	構造物の安全性が低下していない状態
診断保留		十分な調査ができない等、明確な診断が難しい状態※ ※ 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)

下水道管路の診断区分の見直し（案）

②診断の単位について

- 下水道管路について、これまではスパン（マンホール間）単位で診断していたが、下水道管路の異状は局所的に発生する場合が多いこと等を踏まえ、異状箇所毎に診断を行い管理する。
- その際、異状箇所の位置や状態を正確に特定・記録するとともに、同条件にある前後区間等においても同様の異状が発生するリスクがあることに留意し、改築の範囲や方法の決定に役立てるよう情報を管理する必要がある。
 - ※ 記録にあたっては、管路の経年変化を確認する観点から、健全な箇所を含め、スパン全体を連続に動画で保存することも有効である。
- 今後、管理者や担い手にとってのテクニカルな「見える化」に向け、下記の実施を進める。
 - ✓ 点検・調査・診断等の記録表や標準仕様等を見直し、全国で統一を図る
 - ✓ 各自治体での上記情報のデジタル化、標準仕様に基づくデータベース化の徹底を図る
 - ✓ 国においても、データを収集・備蓄し、AI診断などの技術開発に繋げる



異状箇所毎の診断のイメージ

② 診断結果に応じた対応の考え方

- 下記の診断結果（健全度）に応じた対応の考え方に基づき、適切かつ迅速に対応するものとする。また、明確な診断が難しい状態に対しても、対応漏れがないようにする。
- なお、下記に示す「対応の考え方」は、最低限実施すべき事項を示しているものであり、より積極的・能動的にさらなる対応をすることが望ましい。

健全度区分		状態	対応の考え方	対応例
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	○ 緊急に改築を実施
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、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	○ 設計着手 ○ 予算措置 ○ 改築時期の見直し ○ 調査を高頻度化
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、計画的に調査を実施する	○ スtockマネジメント計画に改築時期を位置づける ○ 必要な応急措置を実施し、異状の進行を遅らせる ○ 異状の進行等を監視するため、調査頻度を適切に設定
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・調査を実施する	○ 定期的な点検・調査
診断保留		十分な調査ができない等、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度活用しても管内水位を下げることができない状態等)	(重要管路) 監視等※4を高頻度の実施し、状態変化の把握に努めるとともに、道路陥没等を防ぐために必要な地盤改良等を実施しつつ、明確な診断を行うための調査が可能となるよう、調査手法の高度化や管路の複線化等の措置を実施する ※4 巡視や必要な路面下空洞調査の実施等 (枝線) 監視等を定期的に実施し、状態変化の把握に努めるとともに、個別に対応方法を検討・実施する	(重要管路) ○ 監視等を高頻度の実施 ○ 必要な地盤改良等を実施し、道路陥没等を未然防止 ○ 明確な診断を行えるよう、調査手法の高度化や管路複線化等の措置を実施 (枝線) ○ 監視等を定期的に実施 ○ 個別に対応方法を検討・実施

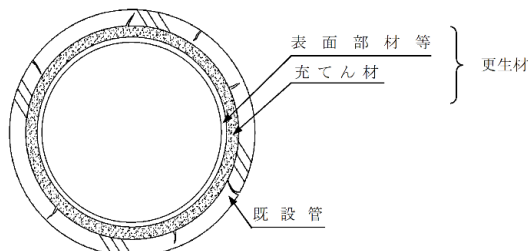
診断結果に応じた対応の考え方

【論点①】

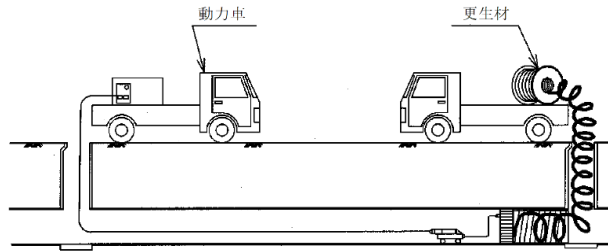
- 「診断結果に応じた対応」の考え方は適切か。

(参考1) 大口径管の改築工法の例

- 更生工法【複合管-製管工法】：残存強度がある程度期待できる既設管を対象とし、既設管と更生材が構造的に一体となって、新設管と同等以上の耐荷能力及び耐久性を有するもの。製管材を既設管内部で製管し、既設管との間隙にモルタル等の裏込め材を充填注入する。



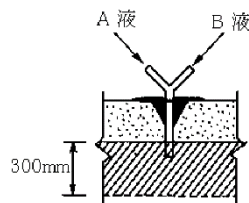
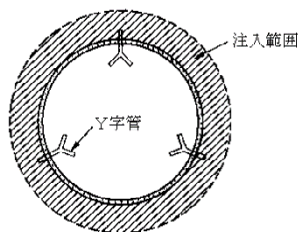
複合管の概念



製管工法の施工概要（例）

(参考2) 大口径管の修繕工法の例

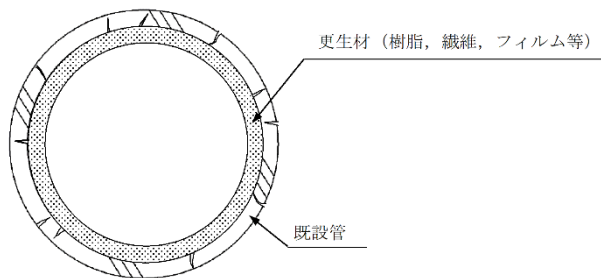
- 止水工法【注入工法-Y字管工法】：口径800mm以上の中大口径管の継手部、クラック等からの浸入水箇所を対象に、修繕箇所にY字型の注入パイプを埋め込み、地上の注入機器より注入材を圧入させることにより、修繕箇所の外周部全域に充填を行って止水する方法。注入材が硬化した後は、注入パイプを取り除き、その孔に止水材を詰め、表面を仕上げ材等で整正する。



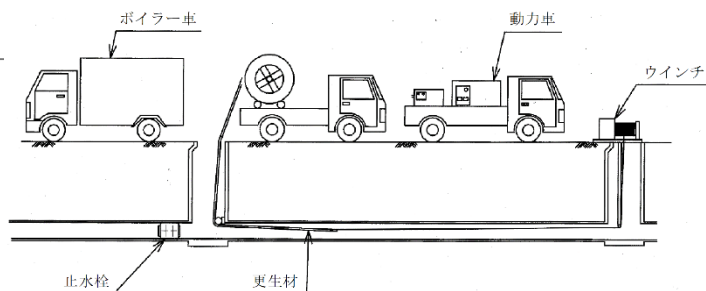
Y字管工法の概要

(参考3) 小口径管の改築工法の例

- 更生工法【自立管-形成工法】：管としての形状を保っているが残存強度が期待できない管きょを対象とし、更生材単独で自立できるだけの強度を発揮させ、新設管と同等以上の耐荷能力及び耐久性を有するもの。工場または現場で樹脂等を配合し、既設管内部に硬化させる。



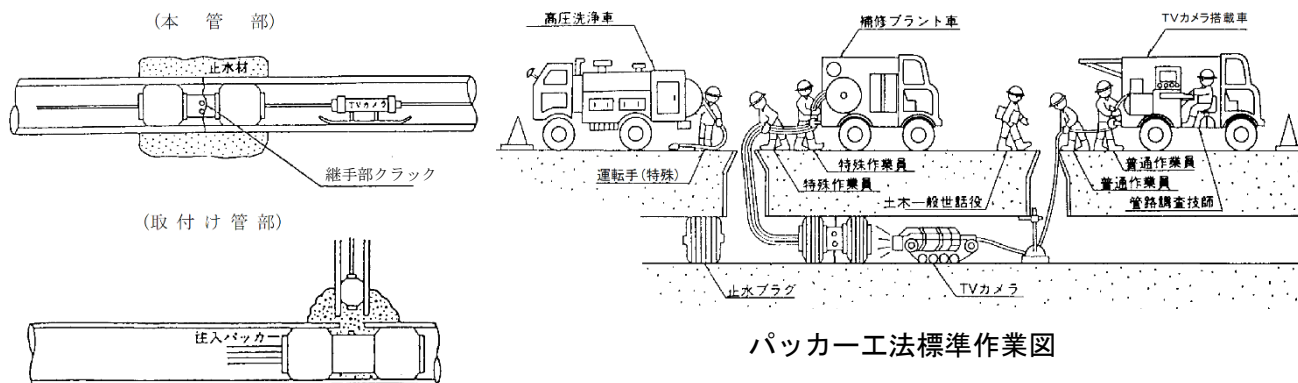
自立管の概念



形成工法の施工概要（例）

(参考4) 小口径管の修繕工法の例

- 止水工法【注入工法-パッカー工法】：口径800mm未満の小口径管、取付管を対象に、管きょ内から修繕対象箇所に、注入パッカーをTVカメラで確認しながら誘導設置し、止水材を注入機器で充填し、その止水材を固結させて管きょ外周に防水帯を形成して止水する方法。継手部のゆるみ、取付部のゆるみ、ゴムリングはずれ、クラック等に対応が可能。

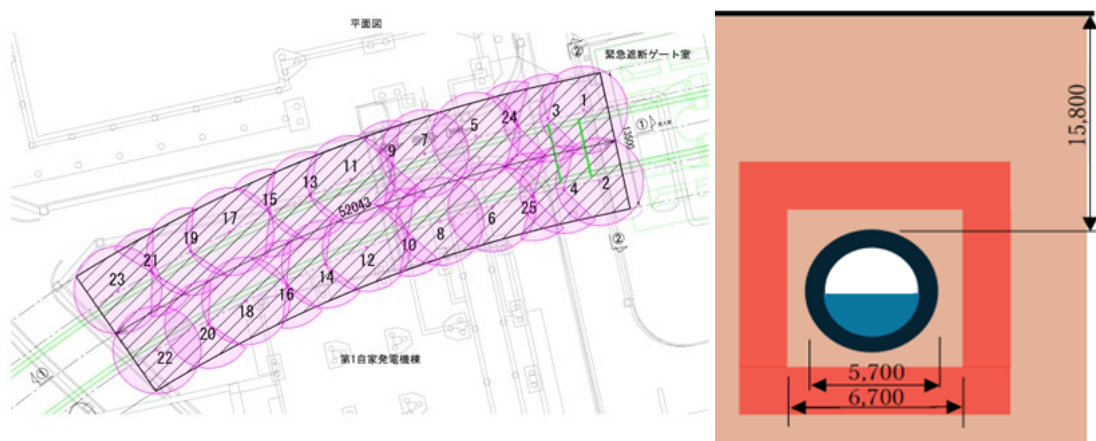


パッカー工法標準作業図

パッカー工法の概要

(参考5) 施工困難箇所における緊急的な地盤改良の例（埼玉県）

- 埼玉県では、全国特別重点調査において腐食が進んでいる箇所が確認されたが、特に腐食の進行が顕著な箇所において、常時流量が多く水位が高いなどの理由により直ちに管きょの改築が困難である場合、管きょの破損やそれに伴う陥没の発生を未然に防ぐため、緊急措置として管きょ周囲に地盤改良を実施しつつ、管きょの改築を検討・実施。
- なお、地盤改良を実施する場合には、土圧の変化により管きょに損傷が及ばないようにすること等、メリット・デメリットを踏まえて工法等を判断するべきであることに留意する必要がある。



埼玉県 中川水循環センター流入部での地盤改良事例

（２）「メリハリ」をつけた点検・調査の考え方【論点②】

- 下記の「メリハリ」の考え方のもと、事故時の社会的影響を踏まえ「重要管路」と「枝線」を区分し、戦略的なマネジメントを進め、限られた人員や予算の中で施設の安全性を確保する。
 - 事故時の社会的影響の大きい「重要管路」は、国の技術基準等で頻度を定め、人やテレビカメラによる悉皆調査を実施し、管路の状態を診断（健全度Ⅰ～Ⅳを評価）するとともに、それらの調査で把握しにくい状態を補足的に把握するため、複数の手法を組み合わせる管路の構造上の安全性等を確認する。
 - 一方で、事故時の社会的影響が比較的小さい「枝線」※１は、スクリーニング等に基づき効率的に状態の監視を行うとともに、末端に位置する取付管等は、時間計画保全や事後保全※２の考え方も参考にし、効率的に更新していく。
- ※１ 「枝線」の要注意箇所については、国の技術基準等で頻度を定める
- ※２ ここで言う事後保全とは、管のつまりや路面変状等の兆候を察知することで陥没等を防ぐ考え方を指す

【「メリハリ」の考え方】

- ✓ 安全性を確保することは全ての下水道管路に共通する原則である
- ✓ 下水道管路の安全性（機能の維持を含む）を確保するために点検・調査をするときに、点検・調査の方法について、全ての管路について同一のものとするのではなく、管路ごとに差異（強弱）を明確につける
- ✓ 調査頻度の明確化、調査の高頻度化、調査方法の高度化、診断の区分・基準の見直しなど、マネジメントの改善により下水道管路全体としてこれまでよりも安全性を高めていく
- ✓ 点検・調査に投じるリソース（労力・時間・資金）については、技術の駆使によって低減（省力化等）させていく

【「重要管路」の定義】

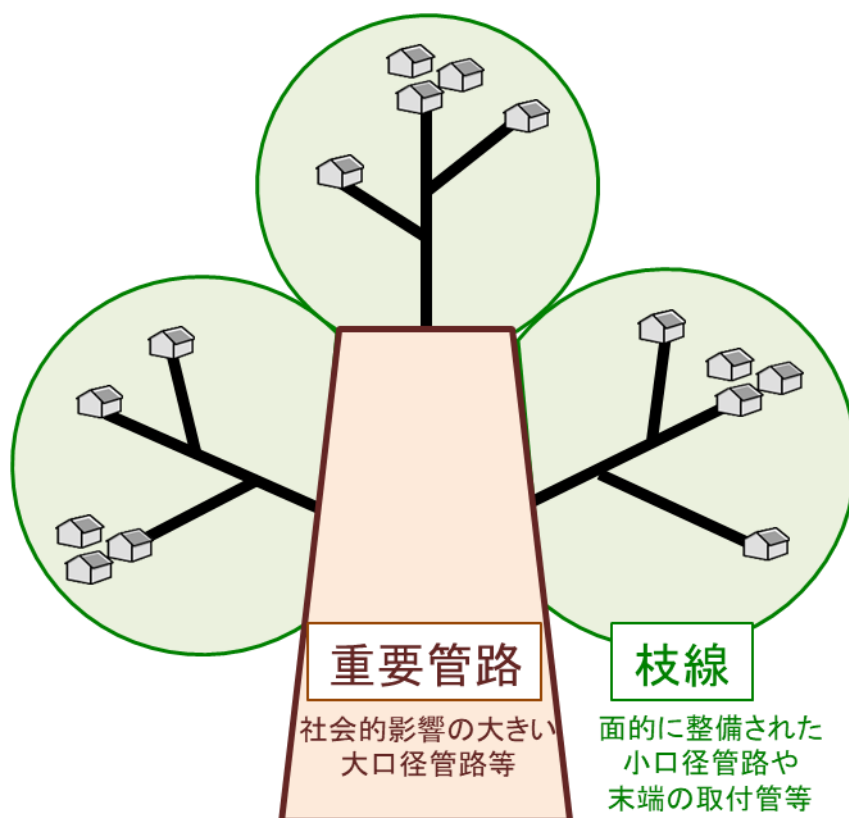
- 下水処理場～処理場直前の最終合流地点までの管路
（流域下水道は全て重要管路とする）
- 管径２ｍ以上の大口径管路
- 緊急輸送路下、軌道下、河川下の管路

【「枝線」の定義】

- 上記の「重要管路」以外の管路
（面的に整備が行われた小口径管路や取付管等）

【論点②】

- 「メリハリ」をつけた点検・調査の考え方として、内容は適切か。



「重要管理」と「枝線」のイメージ

点検調査	重要管路		枝線	
頻度	要注意箇所	5 年や(更に短い)●年に 1 回以上	要注意箇所	5 年に 1 回以上
	要注意箇所以外	1 0 年に 1 回以上	要注意箇所以外	リスク評価等に基づき適切に頻度を設定
	健全度Ⅲと診断された箇所	上記より更に高頻度化		
方法	複数手法を組み合わせ高度化		スクリーニング等に基づく監視 〔末端の取付管等は、時間計画保全や事後保全の考え方も参考に効率的に更新〕	

「メリハリ」をつけた点検・調査

1 (3)「重要管路」における点検・調査について【論点③】

2 ①「重要管路」における点検・調査の頻度について

3 ○「重要管路」において、要注意箇所は5年や（更に短い間隔の）●年に1回以上の
4 頻度で、要注意箇所以外は10年に1回以上の頻度とする。

5 ○加えて、「重要管路」において、直近の調査で「健全度Ⅲ」と診断された箇所では、
6 上記よりも更に高頻度化する。

7 【健全度Ⅲ箇所での高頻度化の目安】

8 10年に1回以上 ⇒ 5年に1回以上に高頻度化

9 5年に1回以上 ⇒ 2～3年に1回以上に高頻度化

10 ●年に1回以上 ⇒ (●/2)年に1回以上に高頻度化

11
12 (「重要管路」における要注意箇所について)

13 ○「重要管路」では、道路陥没発生時の社会的影響が大きいこと等を勘案して、要注
14 意箇所を下記の通り定義し、i)に該当する注意すべき箇所は5年に1回以上の頻
15 度で、ii)に該当する特に注意すべき箇所は（更に短い間隔の）●年に1回以上の
16 頻度とする。

17
18 i)「重要管路」において注意すべき箇所（5年に1回以上の頻度）

19 i-1) 化学的弱点箇所

20 ○化学的弱点箇所は、「下記に掲げる箇所もしくは点検・調査時等に硫化水素ガス等
21 が検知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
22 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）」と定義する。

23 【溶存硫化物が生成しやすい箇所】

- 24 ● 圧送管
- 25 ● 伏越し構造部
- 26 ● 管内貯留部
- 27 ● 汚泥が堆積しやすい箇所（曲線部など）
- 28 ● 海水を含む地下水の浸入がある箇所 等

29 【溶存硫化物が気相へ放散しやすい箇所】

- 30 ● 圧送管吐出し先
- 31 ● 伏越室の壁や伏越下流部
- 32 ● 落差・段差の大きい箇所（例：●m以上）
- 33 ● 下水が攪拌されやすい勾配箇所（例：●‰以上）
- 34 ● 溶存硫化物や硫酸塩を多量に含む特殊排水が排出される箇所
- 35 ● ビルピット排水が排出される箇所

36 といった下水の流れに顕著な乱れが生じる箇所 等

37 ○上記の構造的該当箇所は、より明確化を図った上で、全国的な見直しを実施する。

38 ○更に、上記の構造的該当箇所では年間平均硫化水素ガス濃度を測定するとともに、
39 それ以外の箇所においても、点検・調査時等に硫化水素ガスや管壁のpHを測定し、
40 検知されれば「化学的弱点箇所」の対象に追加する。

(参考) 年間平均硫化水素ガス濃度の測定方法

- 少なくとも夏季と冬季、可能なら四季のそれぞれで、硫化水素ガス濃度を測定する。
- 各季節における測定期間は、1日24時間を5～10分間隔で連続してモニタリングが可能な拡散式の硫化水素ガス測定器を用い、1ヶ月程度、連続測定する。
- 測定位置は、施設の壁面に沿って水面の上部30cm程度を基本とし、流入出管の管口位置等の現場状況に応じて適宜判断する。なお、測定器は調査対象施設に吊り下げて設置することが一般であり、その際は、換気や酸欠防止マスクの着用等により作業の安全に十分留意する。
- 1度の連続測定における平均硫化水素ガス濃度は、連続測定した累積硫化水素ガス濃度を測定時間で除した値とする。
- 年間平均硫化水素ガス濃度は、季節ごとの平均硫化水素ガス濃度を算術平均した値とする。



拡散式の硫化水素ガス測定器

i-2) 力学的弱点箇所

- マンホールと管きよの接続部（構造変化点）では、地震発生時に反力・支持力が均等に作用せず、破損等が発生し、道路陥没につながる可能性がある。
- このため、力学的弱点箇所は、「重要管路のマンホールと管きよの接続箇所（継手部の可とう化対策が講ぜられている箇所を除く）」と定義する。

i-3) 地盤的弱点箇所

- 地下水位が高い砂質系・シルト質系の地盤では、下水道管路の破損等に起因して空洞が発生した場合、急速に空洞が拡大し、道路陥没につながる可能性がある。
- このため、地盤的弱点箇所は、「軟弱地盤※1に設置された重要管路において、直近の調査で「健全度Ⅱ」※2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）」とする。
- ※1 ここで言う軟弱地盤とは、地下水位が高い砂質系または緩いシルト質系の地盤を指し、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することとする。
- ※2 直近の調査で「健全度Ⅲ」と診断された場合には、2～3年に1回以上など、更に高頻度化する。

1 ii)「重要管路」において特に注意すべき箇所（更に短い間隔の●年に1回以上の頻度）

2 ii-1) 3つの弱点要素が重なる箇所

3 ○ 3つの弱点要素が重なる箇所は、前述のi-1)～i-3)を踏まえ、「化学・力学・
4 地盤的弱点箇所の3つ全ての条件に該当する箇所」と定義する。

5
6 ii-2) 硫化水素ガス濃度が特に高い箇所

7 ○ 「硫化水素ガス濃度が特に高い箇所」とは、「50ppm以上の年間平均硫化水素ガス濃
8 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
9 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）」とする。

10
11 **【論点③】**

- 12 ● 「重要管路」における「注意すべき箇所」、及び「特に注意すべき箇所」の考え方は適切か。
- 13 ● 「i-1 化学的弱点箇所」及び「ii-2 硫化水素ガス濃度が特に高い箇所」は「腐食防止措置が
講ぜられている箇所を除く」としているが、腐食防止措置を実施しても硫化水素ガスが発生
している環境であることに変わりはなく、措置前と同じ頻度とすべきではないか。
- 例えば、被覆材の塗布等の腐食防止措置ではなく、耐硫酸性コンクリート等の耐硫酸性管材
を使用した場合には頻度を減らすことを可とするなど、対策の内容によって差を付けること
も考えられるか。
- 「i-3 地盤的弱点箇所（軟弱地盤の健全度Ⅱ）」は、管路に破損等がある状態を前提としてお
り、化学的・力学的弱点箇所の破損等が生じるおそれがあることとは異なる意味を持つため、
直近の調査で「健全度Ⅱ」と診断されていることを条件付けしているものの、単独で「注意す
べき箇所」とすることは適切か。

③ 「重要管路」における点検・調査の方法について

- 「重要管路」では、人やテレビカメラによる悉皆調査を実施し、管路の状態を診断（健全度Ⅰ～Ⅳを評価）する。
- 更に、それらの調査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・普及の進展に応じて、管路の耐荷力・圧縮強度・管厚の定量調査など、特性の異なる複数の手法を組み合わせることで管路の構造上の安全性を確認する。
- また、「重要管路」では、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。



潜行目視による調査



ドローンによる調査



リバウンドハンマーによる打音調査等



貫入試験による空洞調査



空洞探査車による空洞調査

(参考) 下水道管路の全国特別重点調査における空洞調査実施の考え方

埋設深が 2 m 以浅の場合 : 路面からの空洞調査を実施する

埋設深が 2 m より深い場合 : 地上からの簡易な貫入試験（サウンディング試験）もしくは管路内からの空洞調査を実施する

(4)「枝線」における点検・調査について【論点④】

①「枝線」における点検・調査の実施時期について

- 「枝線の要注意箇所」は5年に1回以上の頻度で、人やテレビカメラによる悉皆調査を実施し、管路の状態を診断（健全度Ⅰ～Ⅳを評価）する。
- 「枝線の要注意箇所以外」は、地方公共団体がリスク評価等に基づいて適切に頻度を設定し、スクリーニング等に基づき効率的に状態の監視を行う。
- また、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など、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。
- ※ ここで言う事後保全とは、管のつまりや路面変状等の不具合を察知することで陥没等を防ぐ考え方を指す
- 加えて、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など、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」における要注意箇所について）

- 「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、要注意箇所を化学的弱点箇所とする。

（化学的弱点箇所）（※再掲）

- 化学的弱点箇所は、「下記に掲げる箇所もしくは点検・調査時等に硫化水素ガス等が検知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）」と定義する。

【溶存硫化物が生成しやすい箇所】

- 圧送管
- 伏越し構造部
- 管内貯留部
- 汚泥が堆積しやすい箇所（曲線部など）
- 海水を含む地下水の浸入がある箇所 等

【溶存硫化物が気相へ放散しやすい箇所】

- 圧送管吐出し先
- 伏越室の壁や伏越下流部
- 落差・段差の大きい箇所（例：●m以上）
- 下水が攪拌されやすい勾配箇所（例：●‰以上）
- 溶存硫化物や硫酸塩を多量に含む特殊排水が排出される箇所
- ビルピット排水が排出される箇所
- といった下水の流れに顕著な乱れが生じる箇所 等

- 上記の構造的該当箇所は、より明確化を図った上で、全国的な見直しを実施する。

- 更に、上記の構造的該当箇所では、年間平均硫化水素ガス濃度を測定するとともに、

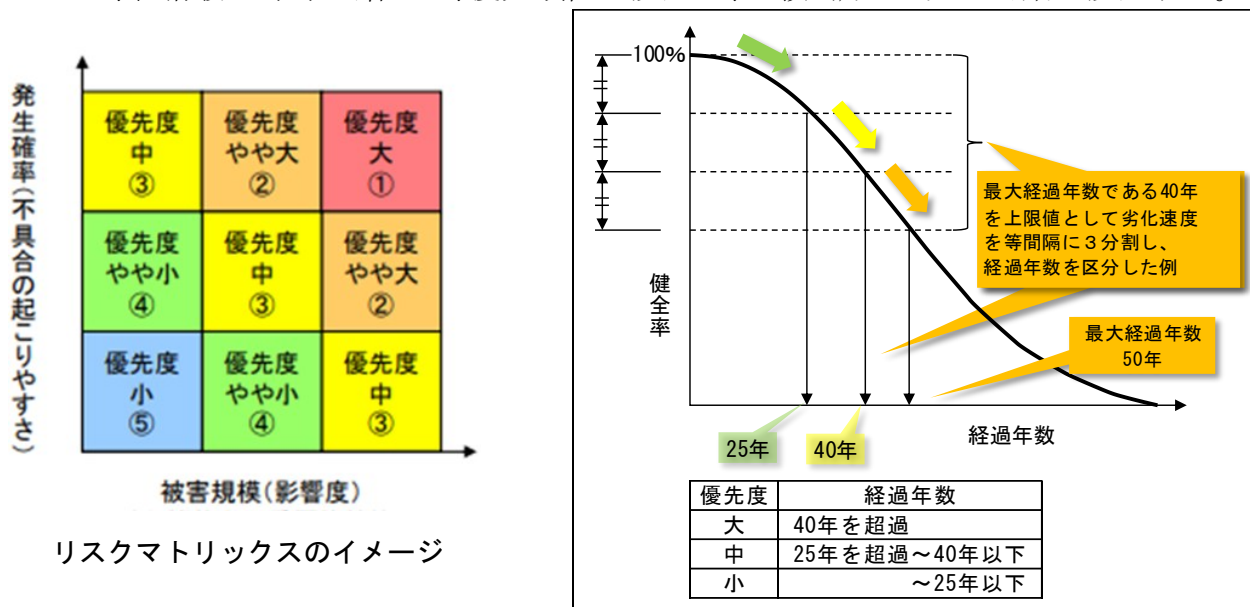
【論点④-1】

- 「枝線における点検・調査の実施時期」の考え方は適切か。

それ以外の箇所においても、点検・調査時等に硫化水素ガスや管壁のpHを測定し、検知されれば「化学的弱点箇所」の対象に追加する。

(要注意箇所以外における点検・調査時期の考え方)

○各地方公共団体は、被害規模（影響度）や発生確率（不具合の起こりやすさ）に基づくリスク評価や、材質（管種）や健全度予測式、過去の点検・調査結果、修繕履歴、苦情履歴等等を踏まえ、優先順位を設定し、点検・調査の実施時期を設定する。



【「枝線」において被害規模（影響度）が大きい管路の例】

- 避難所等の重要施設※に接続する管路
- 伏越し構造部
- 事故時の下水の切り回しが難しい菅きょ
- 埋設深度が深い菅きょ
- 重要埋設文化財指定区域内に埋設されている菅きょ

※ 重要施設は、地域防災計画等で定められている避難所や医療機関等の災害時に上下水道機能の確保が必要な施設を対象として、水道事業者等と下水道管理者が相互に調整を行い、共通の施設を設定する。重要施設は、地域防災計画等を参照しつつ、下記に該当するものを含めて設定することが望ましい。

- ✓ 避難対策上、重要な拠点となる、指定緊急避難場所、指定避難所、広域避難場所、広域避難所、福祉避難所等
- ✓ 災害医療上、重要な機関となる、災害拠点病院、救急告示医療機関、人工透析を行う医療機関等
- ✓ 災害対応上、重要な拠点となる、警察、消防、県・市庁舎等

【材質（管種）と健全度予測式を組み合わせた発生確率の評価の例】

優先度大：40年を経過したコンクリート管

優先度中：25年を経過したコンクリート管

優先度小：25年未満のコンクリート管、塩ビ管等樹脂製

②「枝線」における点検・調査の方法について

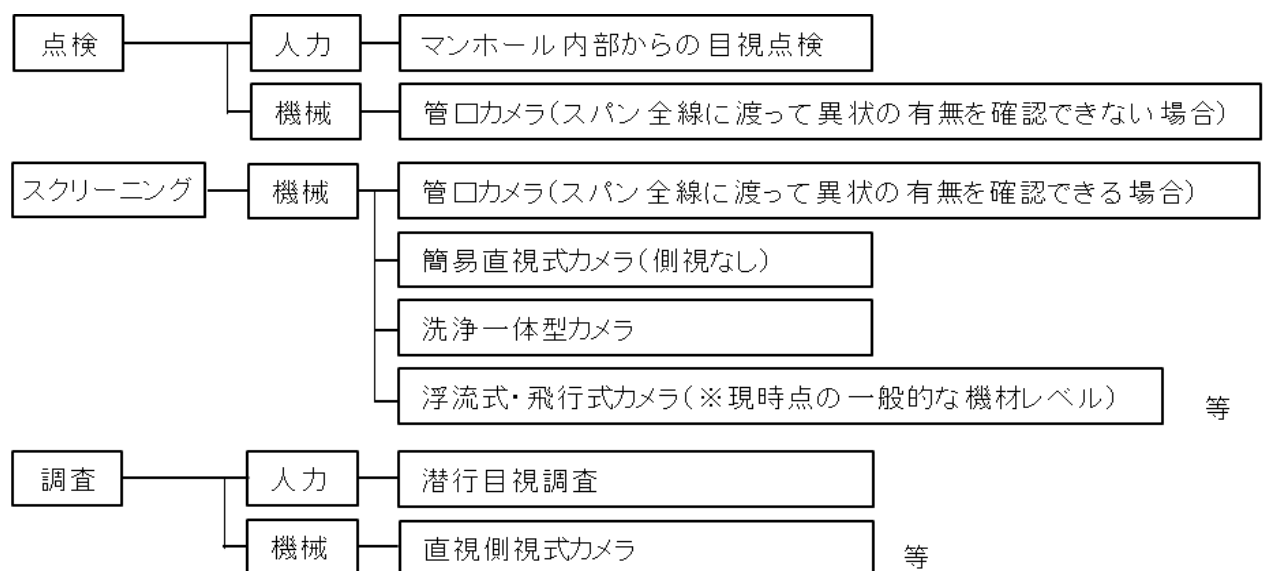
- 「枝線の要注意箇所」は5年に1回以上の頻度で、人やテレビカメラによる悉皆調査を実施し、管路の状態を診断（健全度Ⅰ～Ⅳを評価）する。
- 「枝線の要注意箇所以外」は、事故時の社会的影響は比較的小さい一方で、延長は膨大であることから、道路管理者と連携した巡視のほか、管路のスクリーニングや調査、サンプル調査等を適切に組み合わせ、効率的に状態の監視を行う。

（管路の点検・調査に関する整理）

- 管路の点検・調査に関する用語や、「重要管路」と「枝線」における管路内面の点検・調査の方法の違いについて、下記の通り整理する。

i) 管路の点検・調査に関する用語の整理

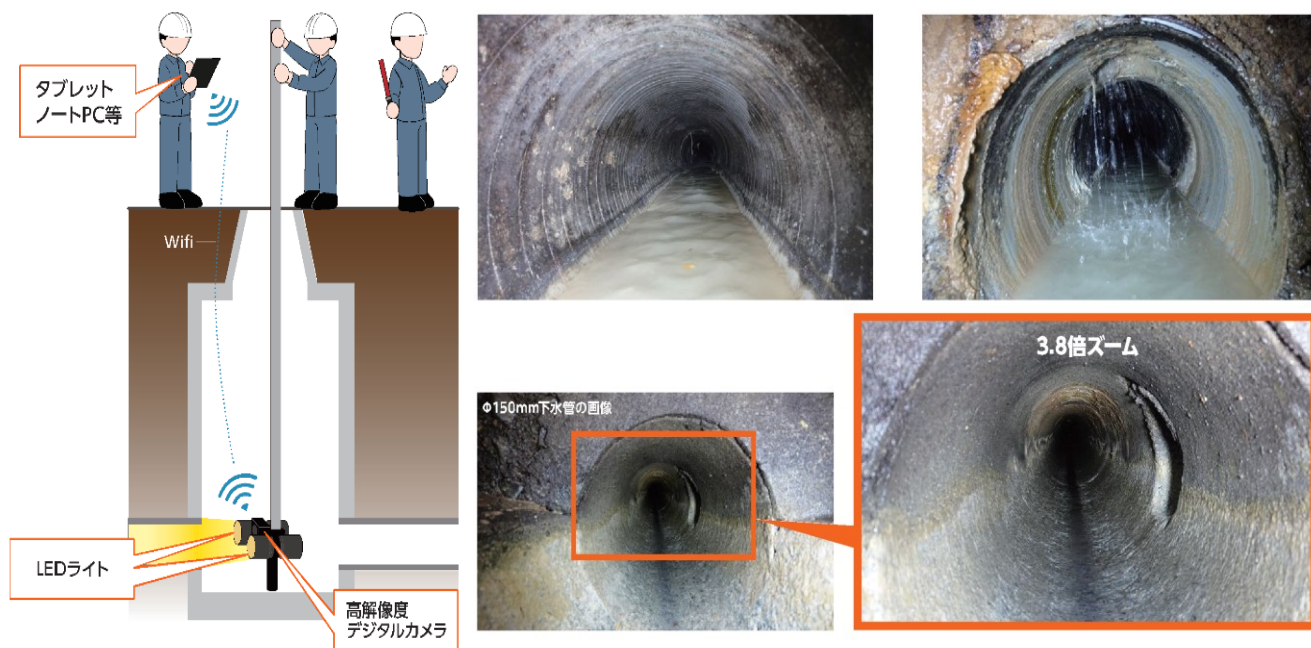
- 「点検」とは、日常的な維持管理の中で、マンホール内部からの目視等により、異状の有無を確認することを言う。
- 「スクリーニング」とは、簡易直視式テレビカメラ（側視なし）等により、スパン全線に渡って異状の有無を確認し、調査が必要な箇所を絞り込むことを言う。
- 「調査」とは、診断を行う（健全度Ⅰ～Ⅳに区分する）ため、管内に潜行する調査員による目視、または直視側視式テレビカメラ等により、スパン全線に渡って詳細な劣化状況や動向等を定量的に確認するとともに、異状の原因を検討することを言う。



調査・スクリーニング・点検に関する手法・技術の分類（参考）（案）

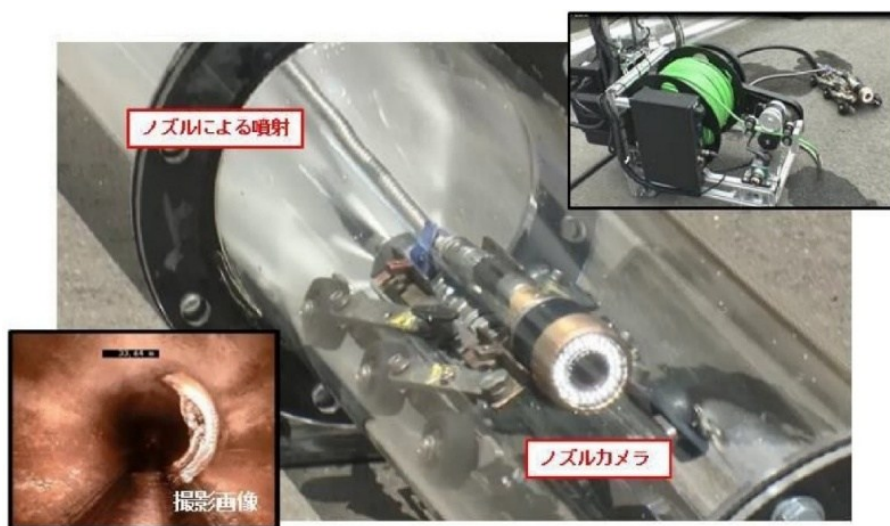
【論点④-2】

- 「調査」、「スクリーニング」、「点検」を個別に定義する用語の整理は適切か。
- 「スクリーニング」は、異状の有無を確実に確認できるのか。健全度Ⅰとそれ以外（健全度Ⅱ～Ⅳ）を確実に区分出来るものか。あるいは、異状の兆候の有無を確認するものか。
- 「点検」は、異状の有無を確実に確認できるのか。健全度Ⅰとそれ以外（健全度Ⅱ～Ⅳ）を確実に区分出来るものか。あるいは、異状の兆候の有無を確認するものか。
- また、スパン全線に渡って確認できない場合は、「点検」ではないのではないか。



管口カメラの例

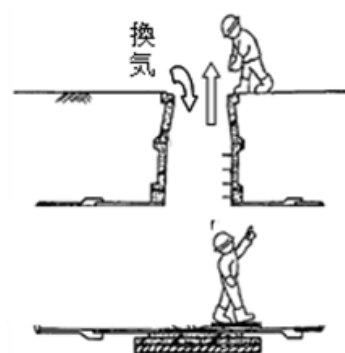
1



洗浄一体型カメラ（ノズルカメラ）の例

2

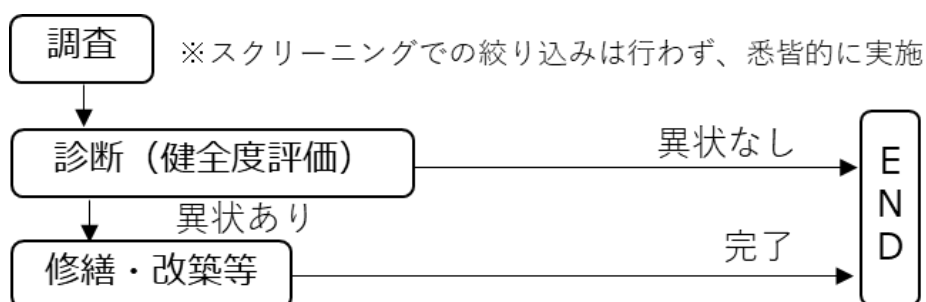
3



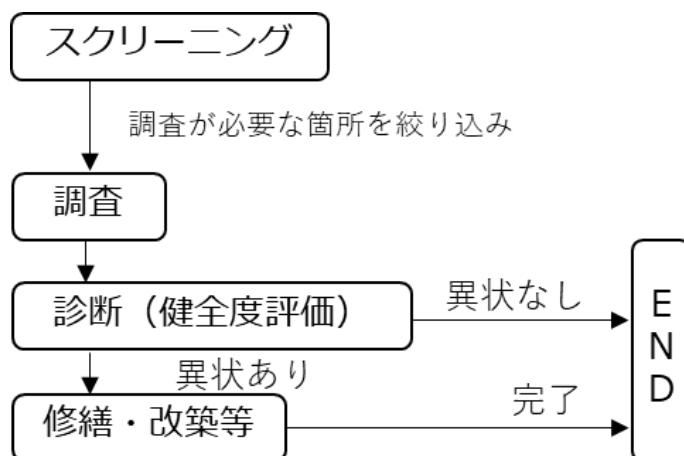
マンホール内部
からの目視点検

ii) 「重要管路」と「枝線」における管路内面の点検・調査の方法の違い

- 「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「調査」を実施する。
- 「枝線の要注意箇所以外」は、「スクリーニング」や「調査」、「サンプル調査」等を適切に組み合わせ、効率的に状態の監視を行う。



「重要管路」及び「枝線の要注意箇所」における手順



「枝線の要注意箇所以外」における手法の組み合わせの例

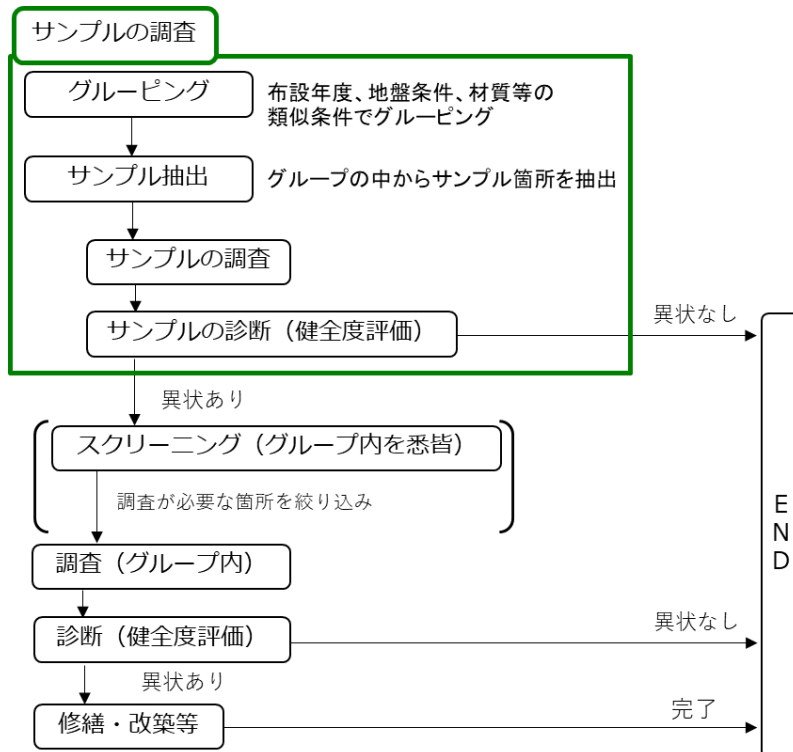
iii) 「枝線の要注意箇所以外」における「サンプル調査」の考え方について

○「サンプル調査」とは、布設年度、地盤条件、材質等の類似条件でグルーピングした上で、グループの中からサンプル箇所を抽出し調査することで、グループ内でのスクリーニングや調査、修繕・改築等を実施する必要性を判断することを言う。

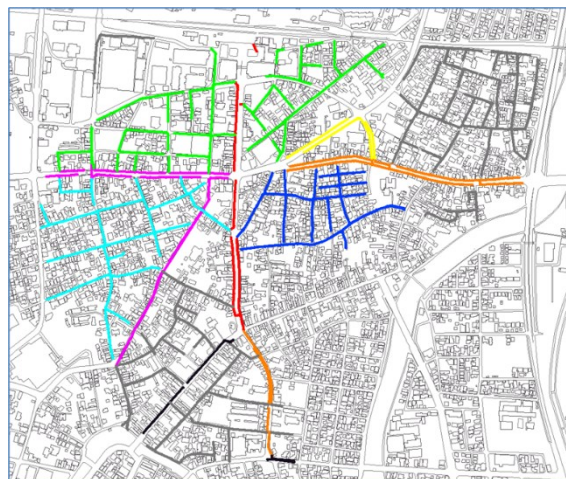
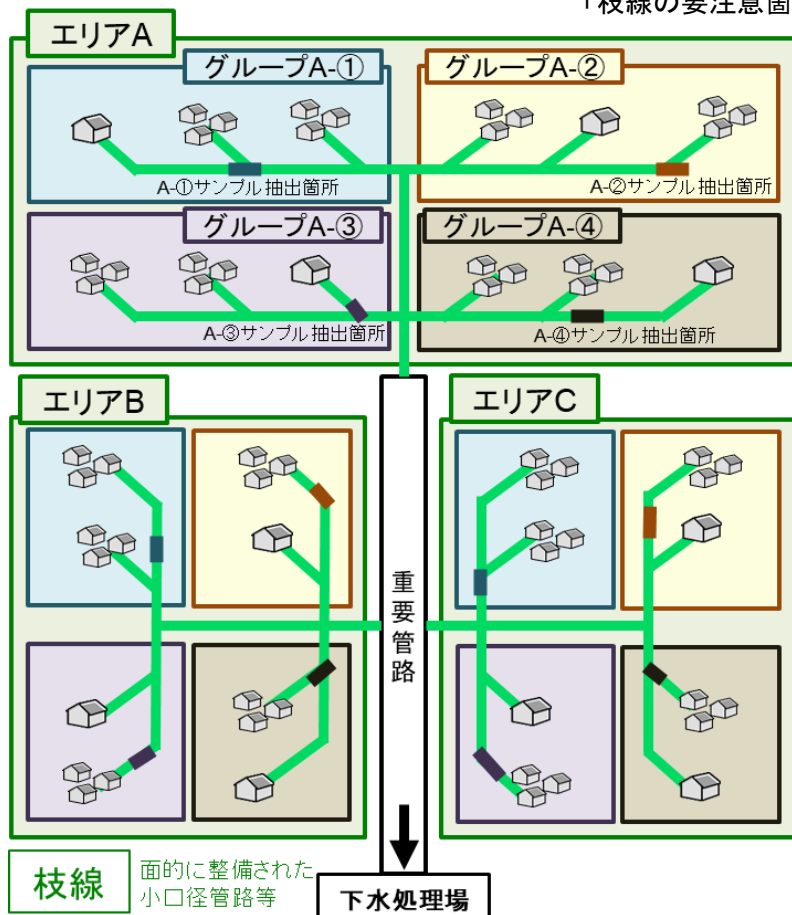
○なお、グルーピングやサンプル抽出の考え方について、今後、検討を進めるとともに、それらの手法については、AIによるビッグデータ解析等、民間企業における技術開発等を推進することで、精度向上を図る必要がある。

【論点④-3】

●「サンプル調査」（特にグルーピングやサンプル抽出の考え方）について、どのような検討課題があるか。



「枝線の要注意箇所以外」におけるサンプル調査の手順の例（案）



（実際のグルーピングのイメージ）

「枝線の要注意箇所以外」におけるサンプル調査のイメージ（案）

(5) 構造に応じた診断基準について【論点⑤】

①鉄筋コンクリート管等の診断基準

- これまでは、診断項目（腐食、たるみ、管1本毎のクラック等）の組み合わせ（複数項目への該当性）により緊急度を判定してきたが、単独の診断項目で著しい異状が確認されても、緊急度Ⅰと判定されない場合あった。また、管1本毎のクラック等については、スパン中の管の本数に応じて算出する不良発生率に基づき、スパン全体のランク付けを行ってきたが、計算方法が複雑である等の課題があった。
- 加えて、「腐食」には、下水道施設特有の硫化水素起因の腐食のほか、「中性化」や「塩害」による鉄筋腐食、「摩耗」や「風化」による骨材露出や表面の荒れなどがある中で、外見での状態（鉄筋露出、骨材露出、表面の荒れ）のみで「腐食」と一括りに診断されている場合もみられた。
- このため、ランクの考え方や、管の本数に応じた不良発生率の考え方を廃止し、診断項目毎に最も異状の程度が著しいもので健全度を診断することとする。
- また、点検調査時等に硫化水素ガス濃度や管壁のpHを計測することで、「腐食」の原因や進行性を考慮し、「硫化水素による腐食」か、「硫化水素以外の腐食等（中性化や塩害による腐食もしくは摩耗・風化）」に分類して診断することとし、診断やその記録をもとに、特に硫化水素による腐食に対して防食対策等を的確に行えるようにする。
- 加えて、診断にあたっては、「腐食」に限らず、過去の診断結果と比較して、異状の進行性を確認することが重要である。

(参考) 中性化等による鉄筋腐食の例（硫化水素以外の腐食）



鉄筋が腐食し断面が欠損した状態の例①



鉄筋が腐食し断面が欠損した状態の例②



腐食した鉄筋の錆汁が発生している状態の例①



腐食した鉄筋の錆汁が発生している状態の例②

健全度		IV	III	II	I
診断項目					
上下方向のたるみ	管渠内径1650mm以上 3000mm未満	内径の1／4以上	内径の1／8以上	内径の1／8未満	
硫化水素による腐食	鉄筋が 広範囲 に露出した状態 または 骨材が 広範囲 に露出し、かつ 鉄筋が 局所的 に露出した状態	骨材のみが 広範囲 に露出した状態 または 鉄筋のみが 局所的 に露出した状態※1 腐食進行速度 5 mm/年以上	骨材のみが 局所的 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	骨材のみが 局所的 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	異状なし
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 広範囲 に露出した状態 または 骨材が 広範囲 に露出し、かつ 鉄筋が 局所的 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 広範囲 に露出した状態 または 鉄筋のみが 局所的 に露出した状態※1	骨材のみが 局所的 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以上の状態	最大幅 2 mm以上のクラックで 浸入水がにじみ出ている状態 または 浸入水が認められない状態 ※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		
管の継手ズレ	脱 却	幅70mm以上	幅70mm未満		

※1 構造体の設計によって鉄筋のかぶり厚が異なることや、鉄筋の錆汁が見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 直近の診断時と比較して、クラックの幅や長さが増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を実施し構造上の安全性を確認する。

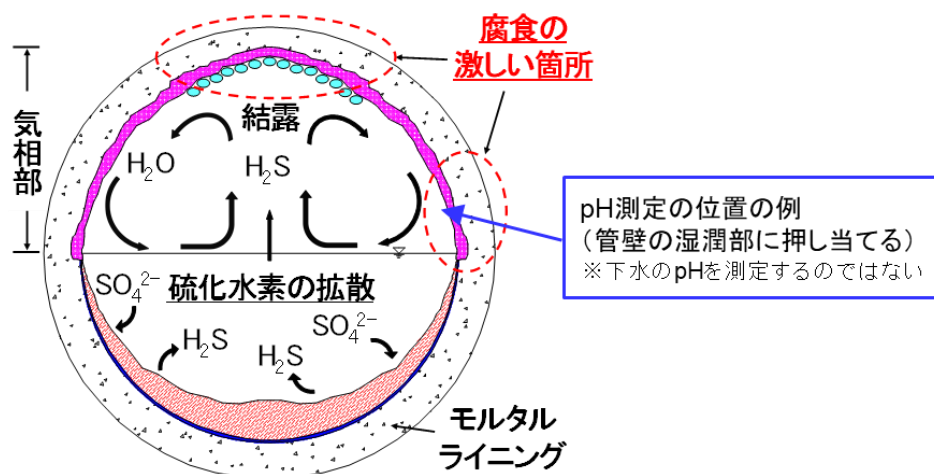
鉄筋コンクリート管等の診断基準の見直し（案）

【論点⑤-1】

- 「鉄筋コンクリート管等の診断基準」は適切か。

(参考) 下水道管路の管壁のpH測定方法

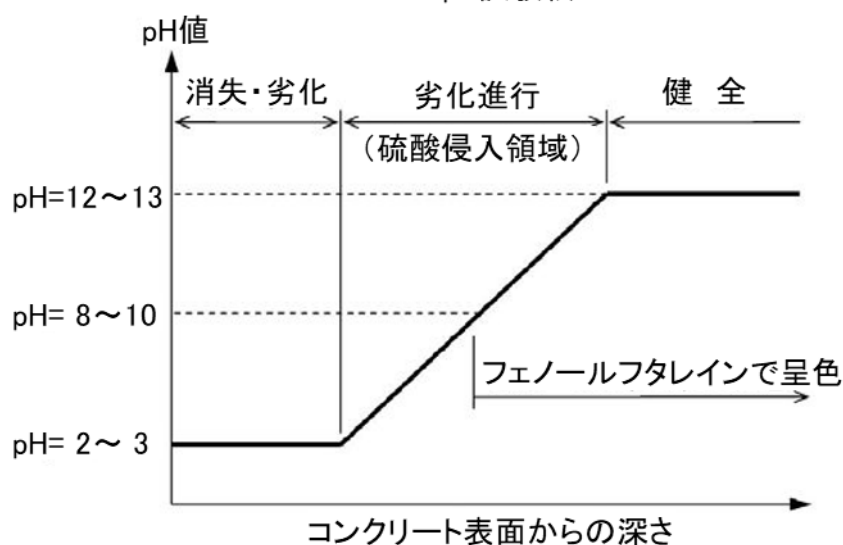
- 健全なコンクリートはpHが12～13の強アルカリ性であり、硫酸によって腐食している場合にはpHが低下することから、pH試験紙を管壁の湿潤部に押し当て、色の変化を読み取ることで、管路内面（コンクリート表面）の異状が、「硫化水素による腐食」か、「硫化水素以外の腐食等（中性化や塩害による腐食もしくは摩耗・風化）」に分類して診断する。



管路内面（コンクリート表面）の測定方法



pH試験紙



出典：下水道管路施設の点検・調査マニュアル(案) (平成25年6月)

②シールド管の診断基準

○シールド管の二次覆工は一次覆工の「防食性」や「線形の確保」、「水密性」等を確保するための重要な役割を担っていることから、二次覆工を対象とした診断基準とする。

○内径や部材厚を測定・記録し、経時的な変化量を把握することに努める。なお、下記に、シールド管（二次覆工ありの場合）の診断基準を示すが、下記の点に留意する必要がある。

【留意点】

- シールド管には、二次覆工の「あり」「なし」や、一次覆工の「セグメント部材の違い（鋼製やコンクリート）」など、様々な構造がある
- セグメント、継手、止水材など、部材によって耐用年数が異なる
- 一次覆工と二次覆工を見分けるにあたっては、施工断面図等を確認した上で、粗密の違い、強度の違い、腐食耐性の違い、部材厚の減少量の計測等によって判別する
- 管理者や調査実施者は、管路の構造を正しく理解した上で、点検・調査を実施する必要がある 等

○加えて、過去の診断結果と比較して、異状の進行性を確認することが重要である。

健全度		IV	III	II	I
診断項目					
上下方向のたるみ	管渠内径1650mm以上 3000mm未満	内径の1／4以上	内径の1／8以上	内径の1／8未満	異状なし
	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	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以上のクラックで 浸入水がにじみ出ている状態 または 浸入水が認められない状態 ※2	最大幅 2 mm未満のクラック	
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	

※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き管厚の減少量等から健全度を判断する

※2 直近の診断時と比較して、クラックの幅や長さの進行が確認し、進行性がみられる場合には、必要に応じて追加調査等を実施し構造上の安全性を確認する。

シールド管（二次覆工ありの場合）の診断基準（案）

【論点⑤-2】

- 「シールド管の診断基準」は適切か。

1 **(6) 診断の質の確保に向けて**

- 2 ○ 管路の診断については、管路の構造等に応じた的確な判断ができるように、必要な知
3 識及び技能を有する者が診断を行うことを標準とする。
- 4 ○ 具体的には、下水道管路の構造や点検・調査・診断に係る基準、腐食メカニズム等を
5 熟知していることが確認できる者とし、シールド管や大口径管路などを診断する際
6 には、それらの構造や特性などに関する技術的知見を有することについても付加的
7 に要件とする。
- 8 ○ あわせて、下水道管路の点検・調査・診断に関わる技術者全体の能力向上を図ることが
9 重要であり、今後、関係団体と連携し、シールド管や大口径管路の構造や特性など
10 の技術的知見の習得促進に向けて、研修や講座等を充実させていく必要がある。
- 11 ○ また、診断者の知識・技能面に限らず、例えばA Iによる画像認識・診断技術などによ
12 り、異状をより高精度に、迅速に検出して状態を診断することも有効であり、新たな
13 技術を開発し活用していく。
- 14

4. 構造に関する基準等について

(1) 「メリハリ」をつけた戦略的再構築の考え方【論点⑥】

- 下水道管路は、状況把握に高い不確実性を伴う地下空間に布設されていることに加え、下水中の硫化水素に起因して発生する硫酸は構造部材に激しい化学的腐食をもたらすことから、各種のインフラ施設の中でもとりわけ過酷な状況に置かれた存在である。このような下水道管路の維持管理の容易性等を確保するため、改築の機会を捉え、マンホールの間隔や構造等を見直すことを原則とする。
- また、限られた人員や予算の中で下水道管路を確実に管理するため、点検・調査と同様に、メリハリの考え方のもと、「重要管路」と「枝線」を区分した上で、特に事故時の社会的影響の大きい「重要管路」では、下記の3つの取組を柱として戦略的再構築を推進し、今後100年以上にわたり機能を維持することを目指して、強靱で持続可能な下水道システムの構築を図る。

【「重要管路」における戦略的再構築の3つの柱】

① リダンダンシー（多重性）の確保

災害・事故時の機能確保に加え、平時にも調査や改築等を確実に・容易に行えるよう、既存の施設等を最大限活用しても水位を下げるできない箇所では、リダンダンシー（多重性）を確保することを原則とする

② メンテナビリティ（維持管理の容易性）の向上

極力無人化・省力化することを前提に、改築の機会を捉え、メンテナビリティ（維持管理の容易性）を向上させることを原則とする

③ 要注意箇所への対策

特に、要注意箇所では、改築の機会を捉え、新技術の積極的な活用等により、各弱点要素への対策を強化とする

【「重要管路」の定義】（※再掲）

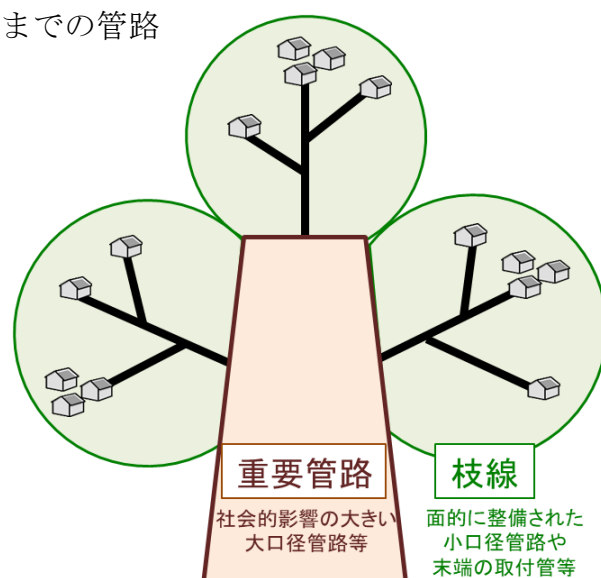
- 下水処理場～処理場直前の最終合流地点までの管路
(流域下水道は全て重要管路とする)
- 管径2 m以上の大口径管路
- 緊急輸送路下、軌道下、河川下の管路

【「枝線」の定義】（※再掲）

- 上記の「重要管路」以外の管路
(面的に整備が行われた小口径管路や取付管等)

【論点⑥】

- 「メリハリ」をつけた戦略的再構築の考え方として、内容は適切か。



「メリハリ」をつけた戦略的再構築のイメージ

（２）リダンダンシーの確保について

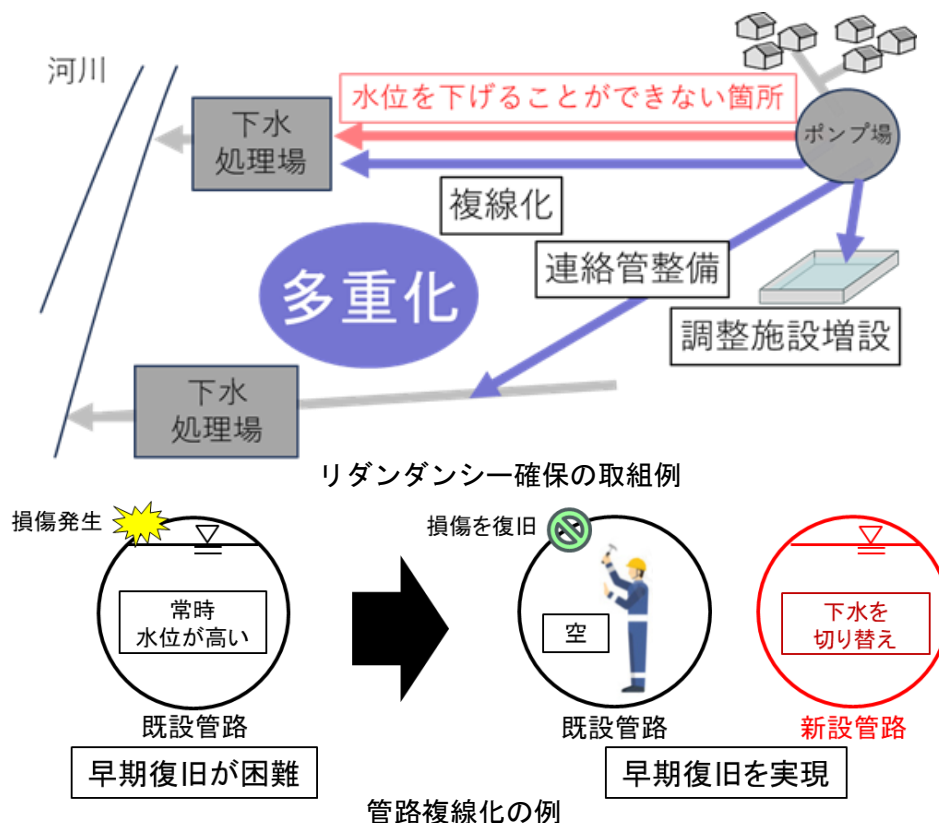
- 「リダンダンシーの確保」とは、障害発生時の一部区間途絶等がシステム・系統全体の機能不全につながらないように対処することである。
- 下水道管路の場合の「リダンダンシーの確保」とは、「多重化」により、災害・事故時に下水の排除を確実にできるようにするとともに、平時においても、管内水位を低下させ、調査や改築等を確実に容易に行えるようにすることである。
- なお、多重化は、将来の改築費用を含めた長期的なライフサイクルコストの低減に繋がるとともに、浸水対策施設としての活用などの多面的な効果に資するものである。
- 「重要管路」において、既存の施設等を最大限活用しても水位を下げるできない箇所では、リダンダンシー（多重性）を確保することを原則とする。

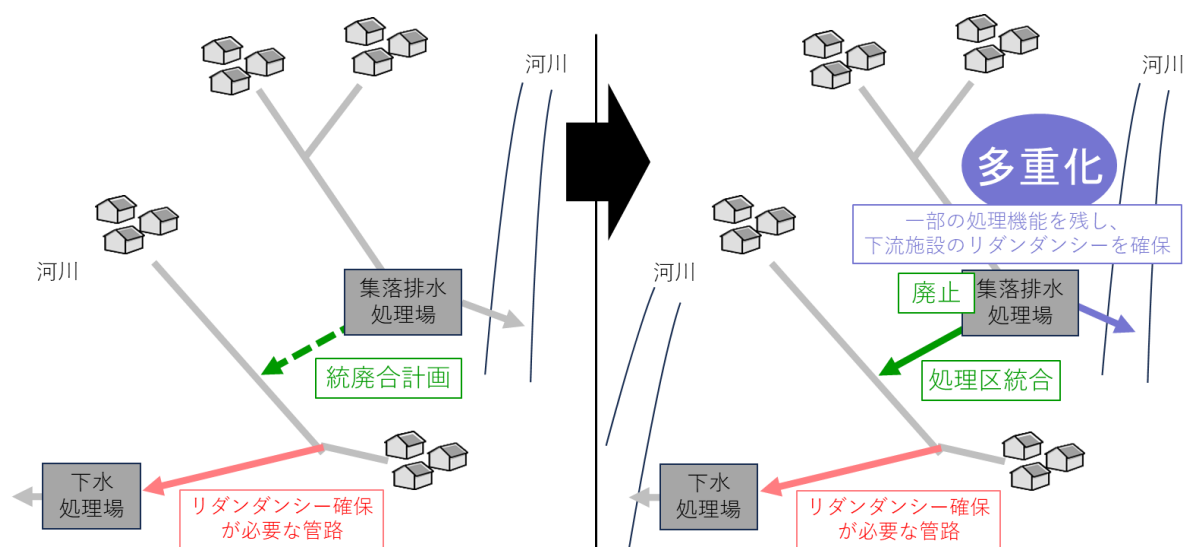
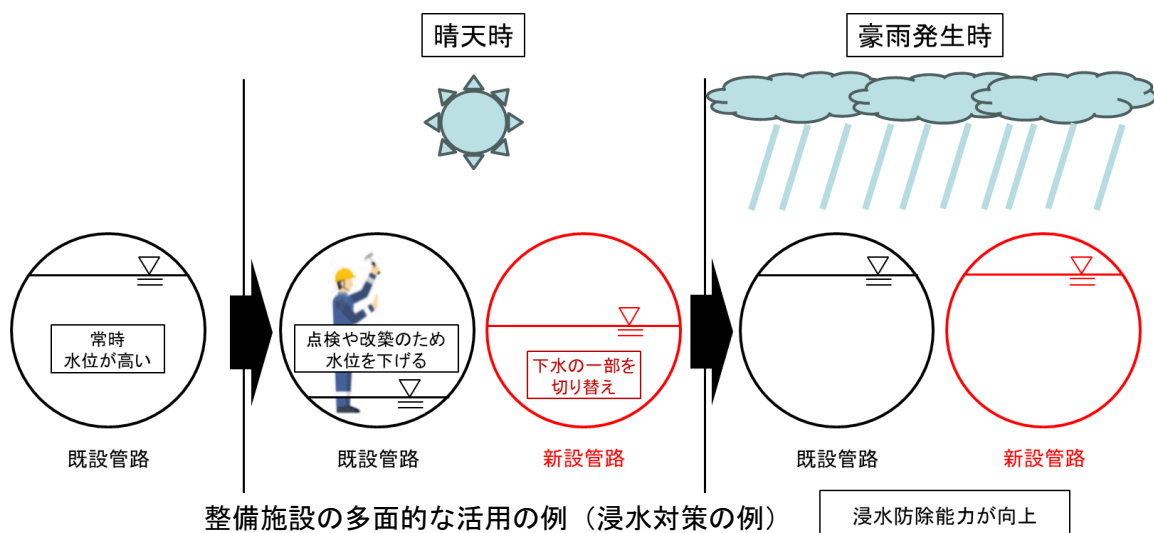
【水位の考え方】

- 災害・事故時の機能確保や、調査や改築等の確実な実施を可能とする水位について、更生工法が実施可能な最大水位の60cm以下を目安とする。

【対策の考え方】

- 個々の下水道システムの特徴や状況を踏まえて、管路複線化や連絡管整備、貯留施設の増設、ポンプ設備の配置等を適切に組み合わせ、効率的・効果的な対策とする。
- 上記に取り組む際には、既存の施設や計画を最大限活用するとともに、浸水対策施設としての活用など、点検・調査や修繕・改築、災害・事故時以外の多面的な活用も考慮する。





既存計画を活用した施設整備の例（統廃合計画の例）

リダンダンシー確保の取組事例（管路複線化と連絡管整備の事例）

取組	自治体名 新設管路名	主目的	管路新設にあたっての考え方	多面的な活用
管路 複線化	東京都 千代田幹線 など	合流管の 改築	老朽化した管路を流れる流量を改築可能な水位まで低下させるため、必要な管径等を設定。	・合流改善 （水質改善）
	仙台市 第3南蒲生 幹線	合流管と 污水管の 改築	老朽化した管路を流れる流量を全量切り替えることが可能なよう、必要な管径等を設定。	・災害対策 ・雨天時浸入水対策 （詳細は今後検討予定）
連絡管 整備	神戸市 妙法寺川 污水幹線	污水管の 改築	受入先の管路や処理場の余裕量内で、老朽化した管路を流れる流量を全量切り替えることが可能なよう、必要な管径等を設定。	・能力不足の解消 （平時より使用） ・災害対策
	千葉県 印旛沼・ 江戸川左岸 連絡幹線	災害対策	各処理場の被災想定における能力不足量を踏まえ、受入先の管路や処理場の余裕量内で、送水量や管径等を設定。	・面整備の効率的促進 （暫定流入を実施中） ・管路や処理場の改築時 の污水融通
（参考） 処理場間 の連絡管 整備	神戸市 下水道 ネットワーク システム	災害対策	各処理場の計画汚水量と計画処理能力を踏まえ、污水融通量を設定。管径等は、管内貯留の必要量も加味して設定。 （双方向に融通可能）	・平時より污水融通を実施 （処理場改築時にも使用） ・雨天時浸入水対策

（３）メンテナビリティの確保・向上について

- 各種のインフラ施設の中でもとりわけ過酷な状況に置かれた存在である下水道管路の維持管理の容易性等を確保するため、改築の機会を捉え、マンホールの間隔や構造等を見直すことを原則とする。
- 「重要管路」においては、施設管理の確実性や容易性を向上させるため、極力無人化・省力化することを前提に、改築の機会等を捉えて下記に取り組み、メンテナビリティを向上させることを原則とする。
 - ✓ 管路の埋設深について、ポンプ設備の適切な配置など、適切な深さを検討する
 - ✓ マンホール間隔について、適切な間隔に見直す。また、改築の予定が無い場合においても、割り込みマンホールの設置を検討する
 - ✓ マンホール及びマンホール蓋の大きさや構造について、必要な資機材の搬入や作業員の退避、酸素欠乏や硫化水素ガス対策等を十分に可能とするよう見直す
 - ✓ 下水の流路の高低差が著しい箇所での副管設置など、工夫で改善できることは、改築の機会を待たずに先送りせず取り組む
- 加えて、センシング技術や管内水位を低下させる方策、メンテナンスしやすい仕組み等について、検討や開発を進め、導入を促進する。

（参考）分散化によるメンテナビリティの確保について

- 「分散化」は、集合処理方式のうち一つの形態であり、既にあるポンプ場を処理場に改修することによって、既にある集合処理方式の区域を分割して元の処理区域から切り離し、その分割区域単独で汚水処理を自己完結的に機能させるもの。
- 「分散化」は、元の集合処理区域の下流側において、汚水流下量を減ずることで管路内の水位を低下させて点検・調査等を行いやすくすることから、メンテナビリティを向上させる方法の一つとなる。

① マンホールの間隔

【これまでの基準】※下水道施設計画・設計指針と解説（日本下水道協会）

- マンホールは、管きょ内の点検・調査・清掃・修繕・改築等を行うために必要な施設である。
- 維持管理する上で必要な箇所のほか、管きょの起点及び方向又は勾配が変化する箇所、段差が生じる箇所などに設ける。改築に際しては、維持管理情報等を踏まえ、適切な配置とすることが望ましい。
- マンホールの間隔は、管きょの内径に応じた最大間隔が下記の通り示されている。

管きょ径別のマンホールの最大間隔

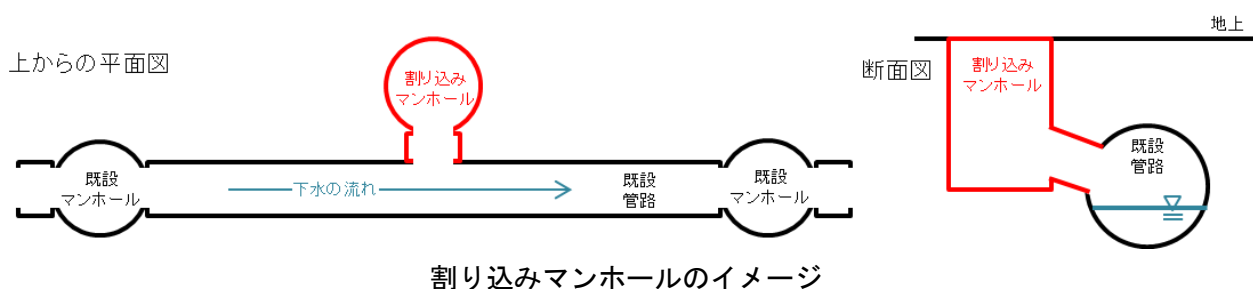
管きょ径 (mm)	600 以下	1,000 以下	1,500 以下	1,500 超
最大間隔 (m)	75	100	150	200

【課題】

- 推進工法やシールド工法等の技術開発に伴い、立坑用地確保難の解消、施工時の交通規制や工事費の縮減等の観点から、マンホールが省略され、規定の間隔を大幅に超えて長距離スパンとなる場合も多い。
- 長距離スパンとなると、点検・調査・清掃では、テレビカメラ調査等の機械化が困難となる場合が多く、潜行して作業するには作業員に過大な負担や危険性がかかる。また、修繕・改築でも施工が困難となる場合がある。

【メンテナビリティの向上に向けて】

- 改築の機会を捉え、点検・調査・清掃・修繕・改築等を行う上で適切な間隔に見直す。
- 長距離スパンで調査等に支障やリスクがあると判断する場合、改築の予定が無い場合においても、割り込みマンホールの設置を検討する。
- 長距離スパンでの管内作業軽減のため、必要な資機材の搬入や酸素欠乏・硫化水素ガスの対策等を十分に可能とするよう、改築の機会を捉え、マンホールの大きさや構造を見直す。



② マンホールの構造や大きさ

【これまでの基準】※下水道施設計画・設計指針と解説（日本下水道協会）

- マンホールの標準の構造として、足掛け金物、踊り場、スラブ及び中間スラブ、副管などが示されている。改築に際しては、維持管理情報等を踏まえ、適切な構造とすることが望ましい。
- マンホールの大きさは、管きよの内径に応じた形状寸法が下記の通り示されている。

下水道用鉄筋コンクリート製組立マンホールの形状別用途

呼び径	形状寸法	用 途
円形0号 マンホール	内径75cm	小規模な排水又は起点 他の埋設物の制約等から1号マンホール が設置できない場合
円形1号 マンホール	内径90cm	管の起点及び内径500mm以下の管の中間 点並びに内径400mmまでの管の会合点
円形2号 マンホール	内径120cm	内径800mm以下の管の中間点並びに内径 500mmまでの管の会合点
円形3号 マンホール	内径150cm	内径1,100mm以下の管の中間点並びに内 径700mmまでの管の会合点
円形4号 マンホール	内径180cm	内径1,200mm以下の管の中間点並びに内 径800mmまでの管の会合点
円形5号 マンホール	内径200cm	内径1,500mm以下の管の中間点並びに内 径1,100mmまでの管の会合点

【課題】

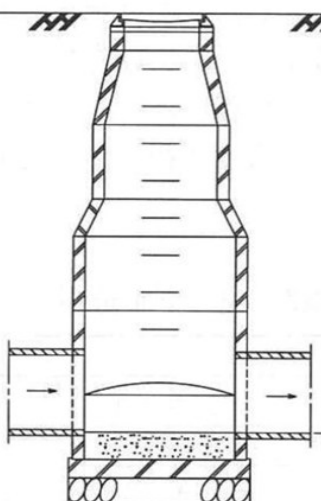
- 古いマンホールでは、規定を満たしていない場合がある。また、規定を満たしていても、点検・調査・清掃・修繕・改築等の作業内容によっては、構造や大きさが不十分な場合もある。
- 構造や大きさが不十分な場合、管内作業の機械化が困難となり、潜行して作業するには作業員に過大な負担や危険性がかかる。

【メンテナビリティの向上に向けて】

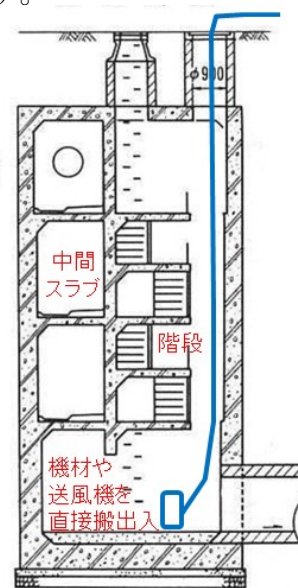
- 改築の機会を捉え、極力無人化・省力化することを前提に、資機材の搬出入や作業員の退避が容易になるよう、マンホールの構造や大きさを見直す。

(参考) マンホールの構造や大きさの見直し例

- 資機材の搬出入や作業員の入坑、送風機による風乾等を同時に行えるよう、マンホールの首を増やす（二首化等）
- 作業員の入坑や退避、資機材の搬出入等を容易にするため、中間スラブや階段を設置する
- マンホール内での資機材の組み立てが不要となるようマンホールの大きさを拡大するとともに、資機材を管きよに直接投入できるよう構造を工夫する等



小口径管路のマンホール例



大口徑・大深度のマンホール例

③ マンホール蓋の大きさ

【これまでの基準】※下水道施設計画・設計指針と解説（日本下水道協会）

- マンホール蓋は、車両等による荷重を繰り返し受け、過酷な設置環境の中で強度、摩耗性、耐久性、安全性、がたつき防止等の機能を果たすことが求められ、設置場所により適切な形状及び構造とすることが望ましい。
- また、構造及び性能として、圧力解放耐揚圧性能及び耐圧性能、転落防止性能が求められている。

【課題】

- 下水道用鋳鉄製マンホール蓋（JSWAS G-4）の種類は、呼び径300、500、600、900及び900-600mmがあり、開閉や入坑のしやすさにより、φ 600mmの蓋が一般的に定着している。
- φ 600mmの開口部では、機材を分割して搬入し、マンホールの内部で機材を組み立てる等などの手間がかかっている。また、水替えを行うにあたって、必要なポンプを搬入できず、対応を断念する事例もみられる。

【メンテナビリティの向上に向けて】

- 改築の機会を捉え、極力無人化・省力化することを前提に、資機材の搬出入や作業員の退避が容易になるよう、マンホール蓋の大きさを見直しを検討する。

（参考）現場事業者へのヒアリング

- 調査機器は、現行のマンホールの開口部（φ 600mm）から投入することを前提に作られており、開口部の大きさがネックで調査出来なかったという事例は聞かないが、開口部が大きくなれば、機器を4分割して搬入していたものを、2分割または分解しないで搬入できる等、作業効率の改善が期待できる。
- 水中ポンプで水替えを行い、管内作業を進める計画であったが、φ 600mmの開口部では、必要なポンプを管内に搬入できず、対応を断念した事例があった。
- 管更生の実施にあたっては、管内で安全に作業するために、φ 900mm以上の大きさが必要な工法もある。
- 一方、φ 900mmの蓋の場合、蓋が大きく重量があるため、蓋の開閉が大変である。また、入孔時には、広すぎて昇降に危険性があり、手掛けを使用しても怖さを感じる。

④ 管路の埋設深

【これまでの基準】※下水道施設計画・設計指針と解説（日本下水道協会）

- 管路の埋設深（土被り）は、道路構造に支障を与えないものとし、取付管、輪荷重、路盤厚及び他の埋設物との関係、その他道路占用条件を考慮して適切に決定する。

【課題】

- 自然流下方式では、一般に下流に行くほど埋設深は深くなる。
- 埋設深が深いと、管路へアクセスしにくく、仮排水に高いポンプ揚程が必要となる等、修繕・改築自体が困難となる。
- 一方で、ポンプ施設・設備が増えると、管理コストが増える。

【メンテナビリティの向上に向けて】

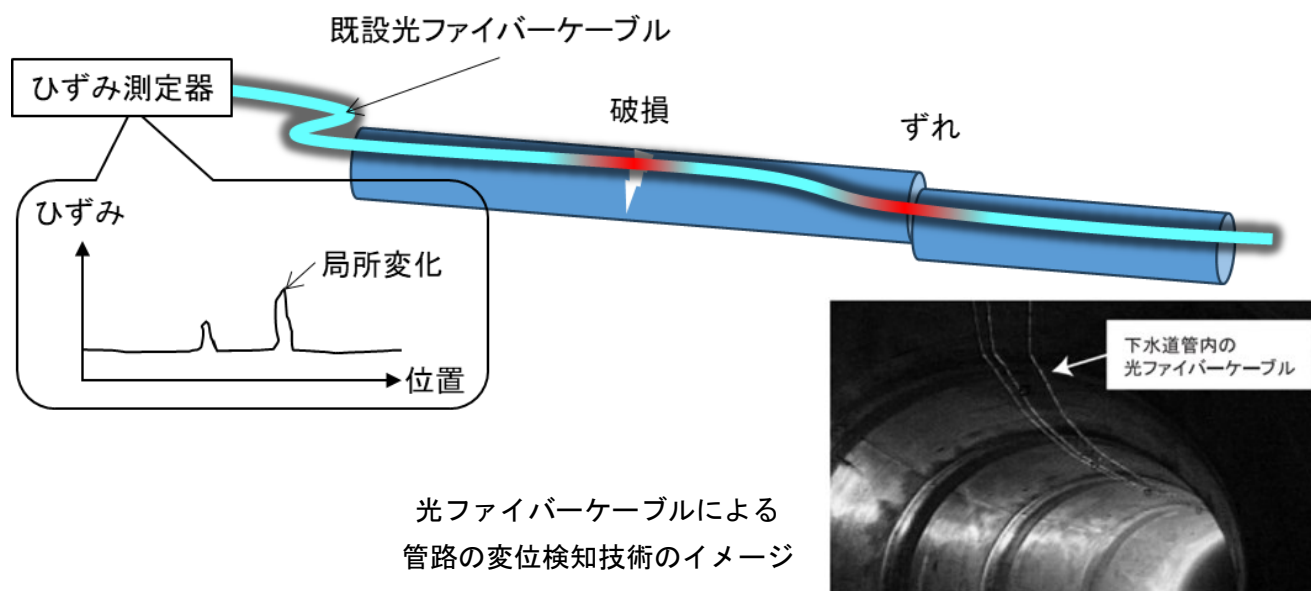
- 改築の機会を捉え、ポンプ設備の適切な配置など、下記の課題も踏まえた適切な埋設深を検討する。

（参考）埋設深に応じたメリット・デメリット

	メリット	デメリット
埋設深が浅い場合	<ul style="list-style-type: none"> ● 管路へアクセスしやすい ● 仮排水を実施しやすい等、修繕や改築が容易 ● 施工費用が安価に抑えられる 	<ul style="list-style-type: none"> ● ポンプ施設・設備が増えることで、管理コストが増える ● 車両による荷重・振動や他の埋設物の施工による影響を受けやすく、異状の要因となる ● 地震動や液状化の影響を受けやすい
埋設深が深い場合	<ul style="list-style-type: none"> ● ポンプ施設・設備を削減出来れば、管理コストが減る ● 車両による荷重・振動や他の埋設物の施工による影響等を受けにくい ● 地震動や液状化の影響を受けにくい 	<ul style="list-style-type: none"> ● 管路へアクセスしにくい ● 仮排水に高いポンプ揚程が必要となる等、修繕・改築自体が困難となる場合もある ● 陥没発生時の被害規模が大きくなる可能性がある ● 施工費用が高価となる

⑤ センシング技術等の開発・普及の促進

- 管内の硫化水素ガス濃度の測定や、通信網を利用したリアルタイムの情報発信等を可能とする技術の普及を促進する。
- 光ファイバーセンサーをセンサーとして活用し、管路の変位や空洞の発生等を検知する技術について、開発や普及を促進する。
- その他、下水道管路のメンテナンスしやすい仕組みについて、引き続き、検討や技術開発等を進める。



(4) 要注意箇所への対策について

- 特に、要注意箇所では、改築の機会を捉え、新技術の積極的な活用等により、各弱点への対策を強化する。

① 化学的弱点箇所への対策

- 化学的弱点箇所では、被覆材塗布等の対策により防食性能を確保する。
- また、改築時には、技術的に進展している耐硫酸性コンクリート等の耐硫酸性管材を使用するなど、今後100年にわたり機能を維持することを目指し、より高い安全度の設計とする。
- 更に、汚泥の堆積など硫化水素の発生源となりやすい箇所において、重点的な清掃を実施する。

腐食対策の分類と具体的な対策

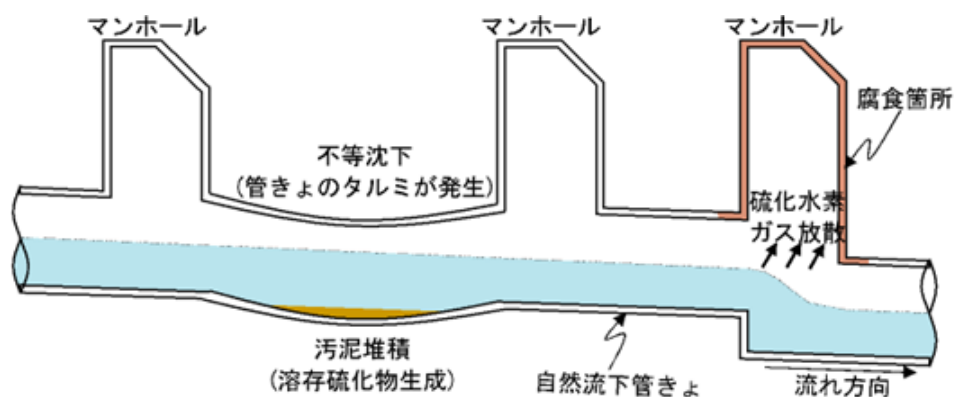
防食対策の分類	目 的	対 策
1 防食	耐硫酸性材料の使用	<ul style="list-style-type: none"> ● FRPM製品、塩化ビニル製品、内面樹脂ライニング製品等の使用 ● 耐硫酸性コンクリートの使用
	コンクリート表面の保護	<ul style="list-style-type: none"> ● 更生工法 ● コンクリート表面の被覆（塗布型ライニング工法等）
2 発生源対策	下水中の硫化イオン濃度の低下	<ul style="list-style-type: none"> ● 工場排水、温泉排水等の抑制 ● 海水浸入の防止
	下水、汚泥中での硫化物生成の抑制、固定	<ul style="list-style-type: none"> ● 嫌気性化の防止（圧送管への空気等の注入、伏越し管の構造変更、ビルピットの適正な維持管理、管きょ内堆積物の清掃、コンクリート表面の洗浄） ● 液相中の硫化物の酸化、固定化（塩化第二鉄、ポリ硫酸第二鉄の注入）
3 腐食抑制対策	硫化水素の気相中への放散防止	<ul style="list-style-type: none"> ● 構造の改善（合流部の拡散防止、段差・落差の解消）
	硫酸を生成する硫黄酸化細菌の活動抑制	<ul style="list-style-type: none"> ● 気相中の硫化水素の希釈・除去（換気・脱臭） ● コンクリートの表面の乾燥（換気） ● 硫黄酸化細菌の代謝抑制（防菌抗菌剤の混入、防菌抗菌製管材）
4 布設替・更生工法	耐硫酸材料の使用	<ul style="list-style-type: none"> ● FRPM、塩ビ、内面樹脂ライニング製品等の使用 ● 耐硫酸性コンクリートの使用
	コンクリート表面の保護	<ul style="list-style-type: none"> ● 更生工法

【耐硫酸性コンクリートについて】

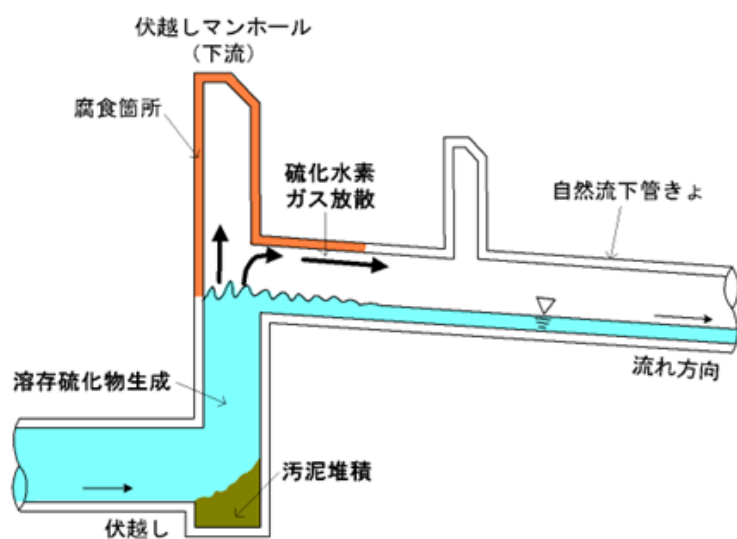
- 耐硫酸性コンクリートについて、最も厳しい平均硫化水素ガス濃度50ppm以上の環境下では空気注入等の発生源対策と併用することとされている。一方で、硫化水素ガス濃度100ppmの環境下で100年の耐用年数を有するとされているものが開発されるなど、技術が進展している。
- このため、「重要管路」における化学的弱点箇所では、耐硫酸性コンクリートを使用することで、年間平均硫化水素ガス濃度100ppmの環境下でも、100年にわたり機能を維持する（健全度Ⅳに至らない）ことを目指す。
- なお、耐硫酸性コンクリートを使用した場合においても、技術の向上過程であることに鑑み、一定の年数を経過した以降は、劣化の抑制・進行状態を把握することが必要である。

【確実な清掃の実施について】

- 汚泥の堆積しやすい箇所は、硫化水素の発生源となり得ることから、調査実施の際などに確実に清掃を実施する。



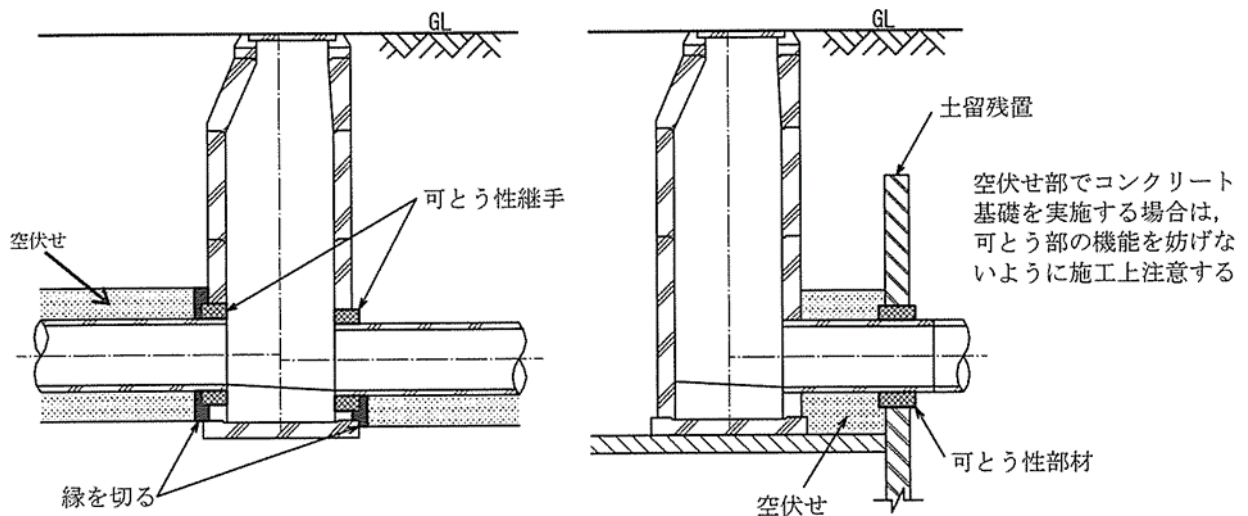
最小流速を確保できない箇所



伏越し下流部

② 力学的弱点箇所への対策

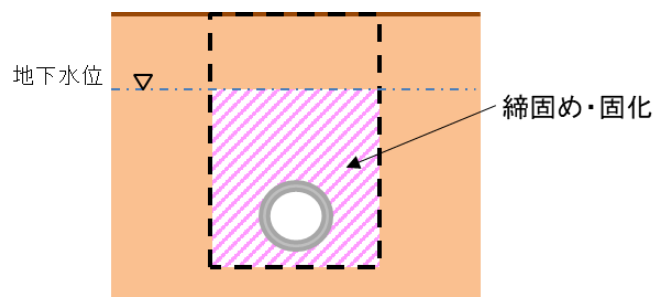
- 力学的弱点箇所では、「下水道施設の耐震対策指針と解説」や「下水道の地震対策マニュアル」（日本下水道協会）に基づく継手部の可とう化等の対策（可とう性継手や可とう性セグメントの設置等）を実施する。



管路継手部の可とう化のイメージ

③ 地盤的弱点箇所への対策

- 地盤的弱点箇所では、「下水道施設の耐震対策指針と解説」や「下水道の地震対策マニュアル」（日本下水道協会）に基づく締固め、固化等の地盤改良や、管路内面の異状の進行を抑えるための応急措置を実施する。
- なお、地盤改良を実施する場合には、土圧の変化により管きょに損傷が及ばないようにすること等、メリット・デメリットを踏まえて工法等を判断するべきであることに留意する必要がある。



地盤の締固め・固化のイメージ

5. 2つの「見える化」に向けた情報管理について

(1) 管理者や担い手にとってのテクニカルな「見える化」に向けて

- 下水道管理者や現場の担い手が、施設の状態の経時変化を捉え、現状を正確に把握するため、テクニカルな「見える化」を推進する。
- 診断結果の記録にあたっては、健全度の区分等だけでなく、管理者としての見解や考察についても記録し、次回以降の診断時に参照することが重要である。
- 管理者や担い手にとってのテクニカルな「見える化」に向け、
 - ✓ 点検・調査・診断等の記録表や標準仕様等を見直し、全国で統一を図る
 - ✓ 各自治体での下記情報のデジタル化、標準仕様に基づくデータベース化の徹底を図る
 - ✓ 国においても、データを収集・備蓄し、AI診断などの技術開発に繋げる

【維持管理情報】

- 点検・調査・診断の記録は、当該施設の改築時まで保存する
- 記録にあたっては、健全度の区分や写真等だけでなく、異状に対する所見、劣化進行の可能性や安全性・機能への影響の見立てなど、管理者としての見解や考察についても記録する
- 明確な診断や点検調査が困難な状態についても、見解や考察とともに記録し、放置することなく、監視等の頻度を上げ、速やかに改築等の措置を実施する

【施設情報】

- 竣工時の断面図等の構造に関する事項を確実に保存する
- 施工時の特記事項（例：化学・力学・地盤的弱点要素等）や技術的工夫などの情報（例：軟弱地盤でシールドマシンが計画通りに進まなかった等）の充実を図り、確実に保存する
- 工事時の埋設物の損傷事故を防ぐ観点からも、竣工後の最終かつ正確な位置情報を保存する

1 (2) 市民への「見える化」に向けて【論点⑦】

- 2 ○ 下水道施設の老朽化対策には多大な費用や時間を要することから、市民に対し、施設
3 の現状について十分な説明責任を果たすとともに、調査・改築時の交通規制や事故時
4 の使用自粛要請等に理解を得るため、市民への「見える化」を推進する。
- 5 ○ 市民への「見える化」に向け、
- 6 ✓ 各自治体での、下記情報のマップ化や、インターネットでの公表を推進する
 - 7 ✓ 各自治体での、施設の改築費用を含む収支見通しの公表を推奨する
 - 8 ✓ 国においても、全国状況の見える化を図る
- 9

10 【対象とする情報】

- 11 ● 施設の配置
- 12 ● 点検・調査の実施時期（予定を含む）
- 13 ● 診断の結果、異状箇所の写真
- 14 ● 対策の実施予定時期
- 15 ● 対策の内容や概算費用（修繕や改築等） 等
- 16
- 17

【論点⑦】

- 「市民への見える化」の考え方は適切か。

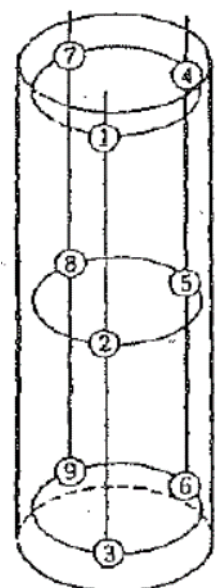
6. 管内作業の安全性確保について

(1) 管内作業の安全確保の徹底

- 作業安全の確保はインフラマネジメントの基本中の基本であり、管内作業における安全確保が何よりも優先されるという基本スタンスを再確認し、安全管理に関する関係法令や指針類に基づく安全対策を徹底した上で、発注者と受注者が一体となって、硫化水素などの下水道特有の危険について共通の意識を持つべきである。
- 2025年（令和7年）8月2日に埼玉県行田市で発生した、全国特別重点調査中に作業従事者4名が亡くなる事故について、詳細な事故原因は調査中であるが、亡くなられた作業従事者は入孔時に安全帯を装備していなかったことや、現場にエアラインマスクを用意していなかったなどとされている。
- また、秋田県男鹿市における事故を踏まえた県の安全対策検討委員会では、発注者と受注者の改善策について以下のようにまとめられている。
 - ・ 発注者は「法令遵守の徹底」「リスクアセスメントの実施」「監督・確認の仕組みの構築と実践」を基本方針とし、PDCA サイクルを継続的に回し、持続的な監督体制の強化を図る。例えば、作業前のリスク共有、巡視・立ち会い、ヒヤリハット・トラブルの共有、民間企業向けの研修機会の提供や教育支援策の推進などである。
 - ・ 受注者は再委託先も含めた関係者全体に対し、実効性をもった安全衛生体制の構築に向け、特に下水道においては硫化水素中毒などのリスクを伴うことから、法令遵守に留まらず、作業員一人ひとりへの的確な教育を徹底する。例えば、安全パトロール等の安全体制の強化、関係団体等が主催する講習会の受講や、安全衛生に関するセルフモニタリングの実施などである。
- 上記を踏まえ、管路作業において酸素欠乏症や硫化水素中毒を防止するため、下記の事項を徹底する。

【管路作業での酸素欠乏症や硫化水素中毒を防止するために特に留意する事項（案）】

- ✓ 作業開始前、作業中、再入孔する前に、原則として垂直、水平方向にそれぞれ3点以上測定点を設けること
- ✓ 作業場所に下水や汚泥が堆積している場合は、外部から攪拌して水中の硫化水素を空気中に放出してから濃度測定を実施すること
- ✓ 外部から攪拌できない場合には、濃度測定の結果が基準値以下であっても、適切な呼吸用保護具を着用させ、作業員を入孔させること
- ✓ 作業場所では、酸素濃度を18%以上、かつ硫化水素濃度を10ppm以下に保つように常時換気すること
- ✓ 作業中は常時警報付き測定器具によるガス検知を行い、異常を感知したら直ちに退避できる体制を整えること
- ✓ 酸素欠乏症等にかかって墜落する恐れのある時は、高さ2m以内であっても墜落制止用器具を使用すること



測定点の例

1 **（２）管内作業の安全性確保に向けた点検・調査技術の高度化・実用化**

- 2 ○ 前述のような下水道の過酷な環境を踏まえ、管内作業の安全性確保の観点からも、可
3 及的速やかに各種の技術開発を行い、将来的には、人が管路に入らなくても精度の高
4 い点検・調査を行うことができる「管内 No Entry」を目標として、無人化・省力化
5 やD Xに向けた技術の高度化・実用化を進めるべきである。
- 6 ○ また、新たに開発された技術が確実に現場で実装されるよう、ビジネスモデルの構築
7 とともに、国や関係団体が連携して技術指針・マニュアルなどの図書・基準類を体系
8 的に整備するといった普及環境も整備を進める必要がある。
- 9 ○ 特に管路内調査の積算基準については、機器を搬入し自動で調査を行うことを前提
10 とした経費の考え方や、やむを得ず過酷な環境下で人が作業を行う場合の経費の考
11 え方などを検討すべきである。
- 12