

修繕・改築工法の概要

1 工法の分類と用語の定義

下水道管路施設の管理における工法分類と用語の定義は、以下のとおりとする。

なお、改築のうち更生工法に関しては、平成29年7月に発刊された改訂版の「管きょ更生工法における設計・施工管理ガイドライン」（以下、「ガイドライン」という。）から引用している。

(1) 工法の分類

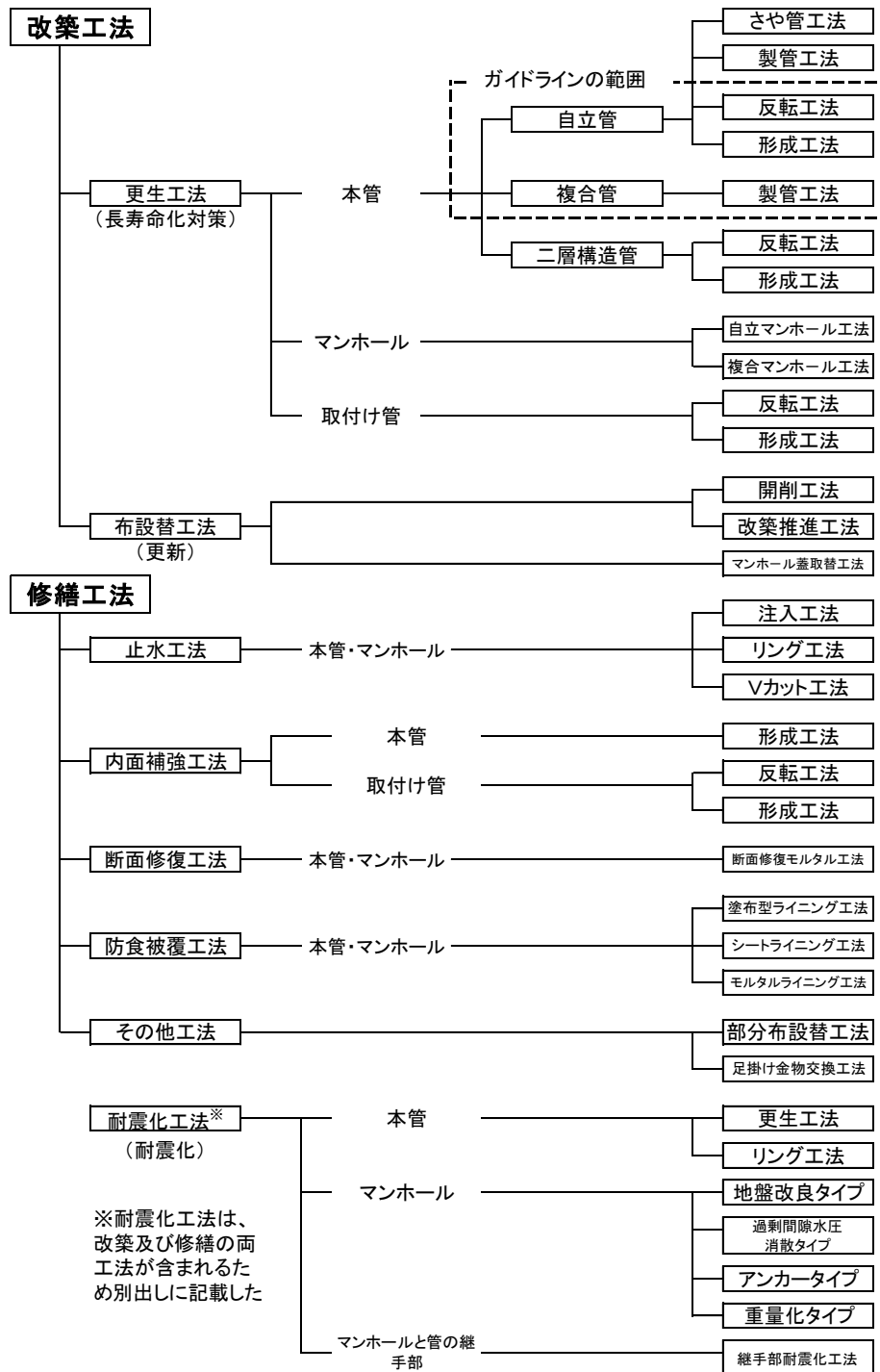


図 1-1 下水道管路施設の修繕・改築工法分類

(2) 用語の定義

下水道施設の新・増設から維持までの概要を図 1-2 に示す。



図 1-2 下水道施設の新・増設から維持の概要

1) 設置

施設の新設及び排水区域の拡張等に起因する施設を増設。

2) 改築（維持管理指針 p 129）

排水区域の拡張等に起因しない「対象施設」の全部又は一部の再建設あるいは取替えを行うこと。改築には、「更新」と「長寿命化対策」とがある。

① 更新

「対象施設」の全部の再建設あるいは取替えを行うこと。

② 長寿命化対策

「対象施設」の一部の再建設あるいは取替えを行うことであって、更生工法あるいは部分（**改築通知**※に定める小分類未満の規模）取り替え等により既存のストックを活用し、耐用年数の延伸に寄与する行為である。具体的には、次の条件を満たすものとする。

- ・原則として当初の設置時点から数えて改築通知に定める標準耐用年数以上の使用年数を期待できる対策をいう。
- ・長寿命化対策を実施した場合において、長寿命化対策を実施しない場合よりも年平均費用が安価になる対策を言う。

※改築通知：「下水道施設の改築について」令和 4 年 4 月 1 日国水事第 67 号国土交通省水管理・国土保全局下水道部下水道事業課長通知

なお、改築事業を国の交付対象とするには、改築対象の施設の使用期間が、「補助金等に係る予算の執行の適正化に関する法律施行令」（昭和 30 年政令第 255 号）第 14 条の規定に基づき国土交通大臣が定める処分制限期間を経過しており、「更新」の場合はさらに、改築通知が示す標準耐用年数を経過していること（特殊な環境条件により機能維持が困難となった場合等は除く。）が必要である。また、「長寿命化対策」の場合は、処分制限期間を経過していることに加えて、

下水道ストックマネジメント支援制度に基づく「下水道ストックマネジメント計画」に位置づけられていることが必要である。

さらに、改築通知では、令和9年度以降の管路施設の改築は、その施設情報や維持管理情報が地理情報システム（GIS）を基盤としたデータベースシステムにより管理されていることを交付対象の要件としている。

③ 標準的耐用年数

下水管きょ等の対象施設が通常の条件下で適切な維持が行われている場合の標準的な耐用年数及び対象施設ごとの実態に即したものとして設定した耐用年数をいう。

国が標準として示した年数は、管路施設ではマンホールの蓋と防食を除いてすべて50年である。（下水道管路管理マニュアル2023のP21を参照）

④ 対象施設

一体として取り替える場合、他の施設や設備に影響を及ぼさない一個または一連の設備の集合で小分類以上の単位をいう。（下水道管路管理マニュアル2023のP21を参照）

管きょの場合は、隣り合うマンホール間の1スパンが最小単位の対象施設となる。

⑤ 耐用年数

施設または設備の使用が不可能かまたは不相当となり、対象施設の全部または一部を再建設あるいは取り替えるまでに要した期間をいう。

3) 修繕（維持管理指針p129）

「対象施設」の一部の再建設あるいは取替え等を行うこと（ただし、長寿命化対策に該当するものを除く）。

4) 維持

処理施設等の運転、下水道施設の点検、清掃、調査等下水道の機能を保持するための必要な行為で工事を伴わないものをいう。

5) 耐震化

地震後の応急復旧対策活動に重大な影響が生じないように、個々の施設の構造面での耐震化等による耐震性の向上を目的とし、新設における耐震設計のほか、既存施設の耐震化により、個々の下水道施設の要求性能を確保するために実施する構造上のハード対策（計画、設計及び施工）をいう。

2 対策範囲の検討【修繕か改築か】

（「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」以下「ストックガイドライン」という。より）

（1）改築・修繕の判定

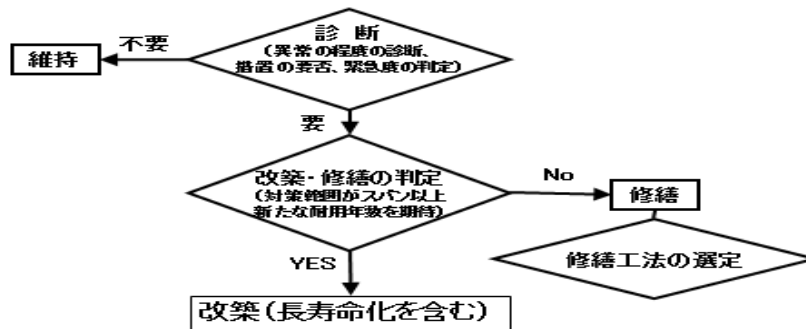


図 2-1 修繕・改築の選定フロー

改築・修繕の判定は、診断項目に係わる劣化度等の範囲・規模および経済性、上位計画や関連計画（耐震化計画等）により求められる機能も勘案して、検討することが必要である。

なお、改築は、原則的にスパン（マンホール間）単位の再建設あるいは取り替えであり、修繕は、劣化等の支障箇所のみを部分的に補強・止水あるいは取り替えるものである。

（２）診断項目

潜行目視調査あるいはテレビカメラ調査による管きよの診断項目は、腐食、上下方向のたるみ、破損、クラック、継ぎ手ズレおよび浸入水とする。このほかの診断項目である取付け管の突出し、油脂の付着、樹木根の侵入、モルタルの付着に関しては、状態の程度により対策が異なるが、劣化箇所ごとに対策がとれるため原則として維持管理で対処する。ただし、除去ができない場合は考慮する。

対策範囲の選定にあたっては、以下の診断項目の考え方をもとに、必要に応じて経済性の比較を行って判断する。

1) 管の腐食

管の腐食は、鉄筋と主材の健全性が損なわれた状態（例えば鉄筋が全面的に腐食している場合等）で、管きよの耐荷能力が不足し管体に変形または破損し、その箇所から地下水や土砂の流入を招きかねない。このような場合は、改築とする。

2) 上下方向のたるみ

上下方向のたるみは、不等沈下等の原因により管きよに不陸が生じている状態である。流下物の堆積や場合によっては下水のいつ（溢）水の原因となる。このような場合は改築とする。

3) 逆勾配

逆勾配は、「維持管理指針（実務編）」pp.113～114 に示されている調査項目に該当しないが、その他の異状項目として調査する場合がある項目で、勾配が逆転している状態である。流下物の堆積や場合によっては下水のいつ（溢）水等の原因となる。このような場合は、改築とする。

4) マンホール部での逆段差

マンホール部での逆段差は、「維持管理指針（実務編）」pp.113～114 に示されている調査項目に該当しないが、その他の異状項目として調査する場合がある項目で、下流側の管きよが上流側の管きよより高く、ズレ（段差）が生じている状態である。流下物の堆積や場合によっては下水のいつ（溢）水の原因となる。このような場合は、改築とする。

なお、上下方向のたるみ、逆勾配およびマンホール部での逆段差が生じている場合は、当該スパンの前後数スパンを含めた動水勾配等を考慮し、管きよの流下能力が計画流量を上回るかどうか確認する。

5) 管の破損

管の破損は、欠落箇所からの地下水や土砂の流入要因となり、放置することで地山に空隙ができ、他の施設に悪影響を与える恐れが生じ、また道路陥没のような社会的に影響が大きく人命にかかわる事故を招きかねない。

管の破損に対しては、経済性の比較を行い改築あるいは修繕を選択する。

6) 管のクラック

管のクラックは、クラック幅と長さが大きくなれば管きよの耐荷能力が不足し、管体に変形または破損し、その箇所から地下水や土砂の流入を招き、破損と同様な事故を招きかねない。

管のクラックに対しては、経済性の比較を行い改築あるいは修繕を選択する。

7) 管の継ぎ手ズレ

管の継ぎ手ズレは、継ぎ手が脱却しているなどの場合にズレた箇所から地下水や土砂の流入を招き、破損と同様な事故を招きかねない。

管の継ぎ手ズレに対しては、経済性の比較を行い改築あるいは修繕を選択する。

8) 浸入水

浸入水は欠落箇所から土砂の流入を招き、地山を乱すこととなる。その結果他の施設に悪影響を与えるおそれが生じ、また道路陥没のような社会的に影響が大きく人命にかかわる事故を招きかねない。近年に布設された管きよ本体継手部からの浸入水に対しては、本体の劣化度がそれほど進んでいないと考えられるので、現況の浸入水箇所への止水が有効である。しかし、経年による劣化が進んでいる管きよの場合、現在浸入している箇所を止水すれば、地下水の流れが止められ水位が上昇し、水圧が増して他の箇所から浸入してくることが多く見られる。このことから、現在の浸入水箇所における対応のみでなく、スパン全体を反映させた止水対策を施さなければならないこともある。

浸入水に対しては、経済性の比較を行い、改築あるいは修繕を選択する。

表 2-1 修繕改築判定の診断項目と対応

診断項目	改築が相当な場合	経済性の比較
1) 管の腐食	鉄筋と主材の健全性が損なわれた状態（例えば鉄筋が全面的に腐食している場合等）	—
2) 上下方向のたるみ	流下物の堆積や下水のいつ水の原因となる場合	—
3) 逆勾配	管きよの流下能力が無い状態	—
4) マンホール部での逆段差	流下物の堆積や下水のいつ水の原因となる場合	—
5) 管の破損	経済性の比較を行い、修繕・改築を選択する	○
6) 管のクラック	経済性の比較を行い、修繕・改築を選択する	○
7) 管の継ぎ手ズレ	経済性の比較を行い、修繕・改築を選択する	○
8) 浸入水	経済性の比較を行い、修繕・改築を選択する	○

参考資料：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 年版（令和 4 年 3 月改定） p49 を加工・まとめたもの

(3) 管きよ以外の施設

管きよ以外の施設（マンホール、取付け管等）については、劣化状況に応じて、修繕か改築かを判断する。

3 改築工法

(1) 改築工法の概要

スパン単位の対策には、布設替工法及び更生工法がある。

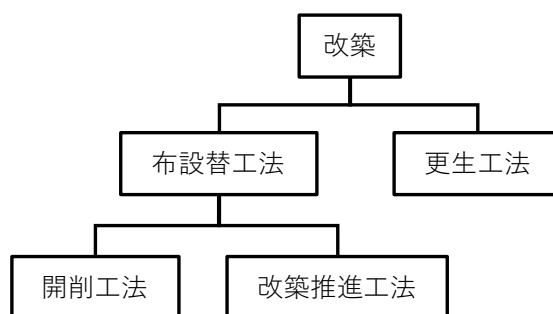


図 3-1 管きよの改築工法の分類

1) 布設替工法

既設管きよを新設管と入れ替えするもの。布設替工法の中には開削工法と改築推進工法がある。「新設管」とは、主に工場で製作され、(公社)日本下水道協会規格等で制定された二次製品管きよをいう。

① 開削工法

地表面より土留めと支保工を施しながら溝を掘削し、劣化、機能低下および異状が進んでいる管きよ等を部分的にまたは、スパン単位で新設管と入れ替えする工法である。その後、埋め戻して路面を復旧する。比較的浅い下水管きよに広く用いられる。

② 改築推進工法

管きよの布設工事に使用される推進工法の応用で、拡径し既設管きよを破砕して新設管を推進押入するか、既設管きよよりひとまわり大きい管きよを外側に抱え込む状態で推進押入し、内側の既設管きよを破砕除去する工法。当工法の場合、既設管きよの増径が可能である。

ただし、取付け管がある場合は、新たに開削工法による取付け管の布設替えを行う必要がある。

2) 更生工法

既設管きよ内側に新たに管を構築する工法。更生工法の中には、自立管(反転工法、形成工法)、複合管(製管工法)、二層構造管(反転工法、形成工法)、さや管工法等がある。ガイドラインでは自立管と複合管を対象としている。

3) 各工法の特徴

分類	特徴
開削工法	<ul style="list-style-type: none"> ・ 管の破損等の状態に左右されず確実な施工ができる。 ・ 管材質や管径の変更が可能である。 ・ 新設管の耐用年数が見込める。 ・ 隣接の埋設管の状況によっては施工が困難な場合がある。 ・ 道路の通行止めを伴う場合が多く、交通渋滞の原因となる。
改築推進工法	<ul style="list-style-type: none"> ・ 発進、到達立坑及び取付け管以外は開削を伴わないため、開削工法と比較して隣接埋設物や交通量の状態による影響は少ない。 ・ 新設管と同等以上の性能が得られるため、耐久性に問題はない。 ・ 取付け管がある場合は、その布設替えが必要である。 ・ 開削工法に比較して高価である。
更生工法	<ul style="list-style-type: none"> ・ 開削を伴う場合でもマンホール部の仮撤去のみで、隣接の埋設物や通行車両への影響が少ない。 ・ 開削工法と比較して施工時間が短いため、通行車両や住民生活への影響が少ない。 ・ 地盤の空洞充填は別途工事が必要である。 ・ 施工実績年数が少ないため、長期的な耐久性に対する評価はない。

4 更生工法

既設管きょに破損、クラック、腐食等が発生し、「耐荷能力」、「耐久性」の低下及び流下能力が保持できなくなった場合、既設管きょ内面に新たに管を構築して既設管きょの更生及び流下能力の確保を行うもの。更生工法の中には、自立管（反転工法、形成工法）、複合管（製管工法）、二層構造管（反転工法、形成工法）、さや(鞘)管工法等がある。

「管きょ更生工法における設計・施工管理ガイドライン-2017年版-」（公社）日本下水道協会では、更生工法のうち自立管と複合管を対象としている。

（1）更生工法の分類

更生工法は、更生後の管構造、および施工方法の違いから以下のように分類される。更生工法については、「ガイドライン」を参考にしているため、詳細についてはガイドラインを参照すること。

1) 構造上の分類

- ① 自立管
- ② 二層構造管
- ③ 複合管

2) 施工方法による分類

- ① 反転工法
- ② 形成工法（熱硬化タイプ、光硬化タイプ、熱形成タイプ）
- ③ 製管工法

- ④ さや管工法
- 3) 各工法分類の比較
- 4) JIS による分類
 - ① 密着管
 - ② 現場硬化管
 - ③ ら旋巻管
 - ④ 組立管

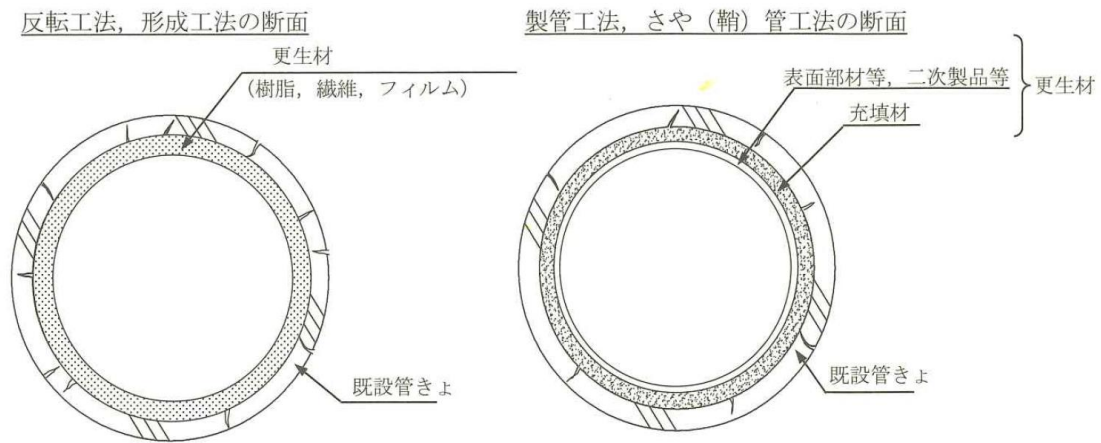
【解説】

1) 構造上の分類

更生工法は、更生後の管構造の違いなどから、自立管、二層構造管、複合管等に分類される。

① 自立管

自立管の定義は、土圧および活荷重等に対して既設管の強度を期待せず、自らで抵抗するものであり、「新設管」と同等以上の耐荷能力、耐久性等を有するものである。使用する材料特性から、自立管は可とう性管として取り扱われ、反転工法と形成工法が対象となる。



更生材強度：自立管の更生材は、更生材単独で自立できるだけの強度を有する。

充填材：製管工法、さや（鞘）管工法で既設管きよの内面と表面部材等、二次製品等の間隙部に充填する材料。

図 4-1 自立管の概念図

出典 管きよ更生工法における設計・施工管理ガイドライン-2017年版- P1-9：(公社)日本下水道協会

② 二層構造管

残存強度を有する既設管きよとその内側の樹脂等の更生材で二層構造を構築するものである。一般的には、腐食や浸入水の対策として使用される。施工法上の分類として、反転工法、形成工法がある。

なお、二層構造管は、更生管に作用する荷重や既設管による更生管の拘束条件の考え方が自立管と異なり、統一的な技術評価がなされるまでには至らなかったため、

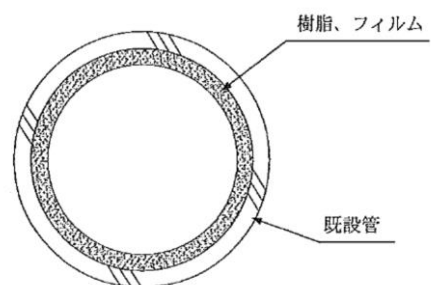


図 4-2 二層構造管の概念

ガイドラインの対象外となっている。

③ 複合管

複合管は、既設管の残存強度を勘案し、既設管と更生材が構造的に一体として新管と同等以上の耐荷性能及び耐久性能を有するものである。複合管は、**図 4-3** に示すように帯板状等の接合用かん合部材等がその構造上の特性で充填材に喰い込み、充填材が既設管に接着することで、既設管・充填材・帯板状等の接合用かん合部材等が一体化し、耐荷能力を有する。

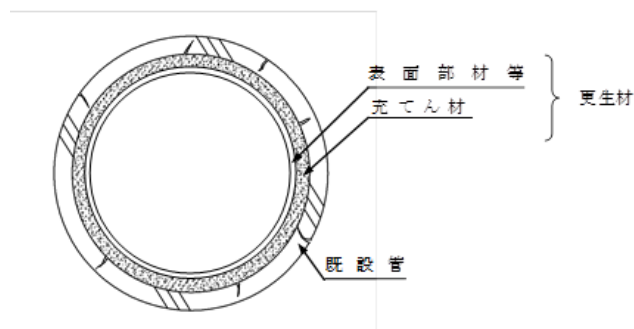


図 4-3 複合管の概念

既設管とその内側の更生材が一体となって土圧等の外力に抵抗することは、外力によって発生する更生材と既設管の界面におけるひずみの挙動が既設管と連続し、かつ、破壊試験において既設管と更生材の界面剥離でなく母材で破壊する状態をいう。

剛性管である既設管を構造の一部とすること、またモルタル等の充填材を使用することから、複合管は剛性管として取り扱われ、主に製管工法が対象となる（工法によっては、反転工法も対象）。

2) 施工方法による更生工法の分類

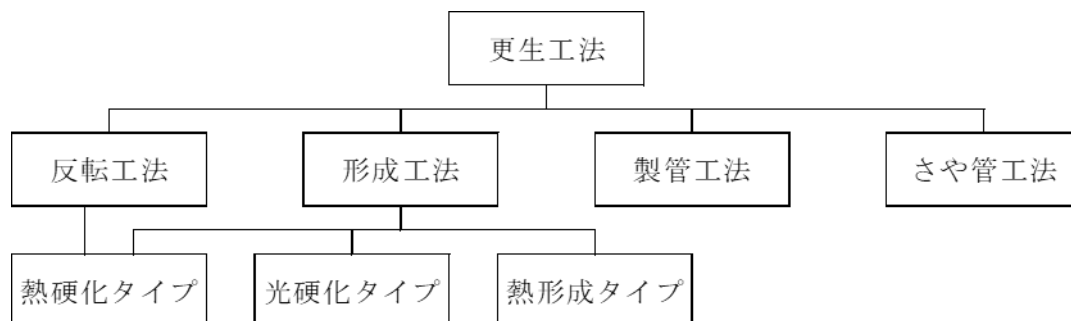


図 4-4 材料と施工法による更生工法の分類

① 反転工法（熱硬化タイプ）

熱で硬化する樹脂（熱硬化性樹脂）を含浸させた筒状の材料を既設のマンホールから水圧又は空気圧による反転加圧方式（反転工法）により既設管内に挿入し、既設管内で加圧状態で温水や蒸気等で樹脂を硬化させて管きよを構築するものである。JIS A 7511 の分類では現場硬化管という。

「熱硬化性樹脂」とは、加熱すると網状構造となって、不溶不融の状態に硬化する合成樹脂をいう。更生材に使用されている樹脂には、不飽和ポリエステル樹脂、エポキシ樹脂、ビニルエステル樹脂等がある。

「含浸」とは、多孔質に液状物質をしみこませること。更生材の場合、硬化性樹脂を含浸用基材（ガラス繊維、有機繊維）にしみこませる工程をいう。

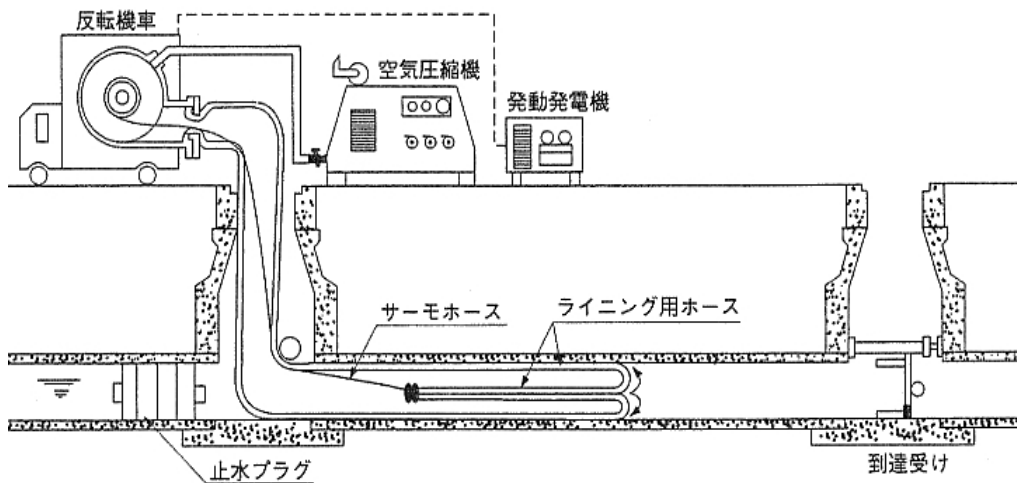


図 4-5 反転工法（熱硬化タイプ）の概略図

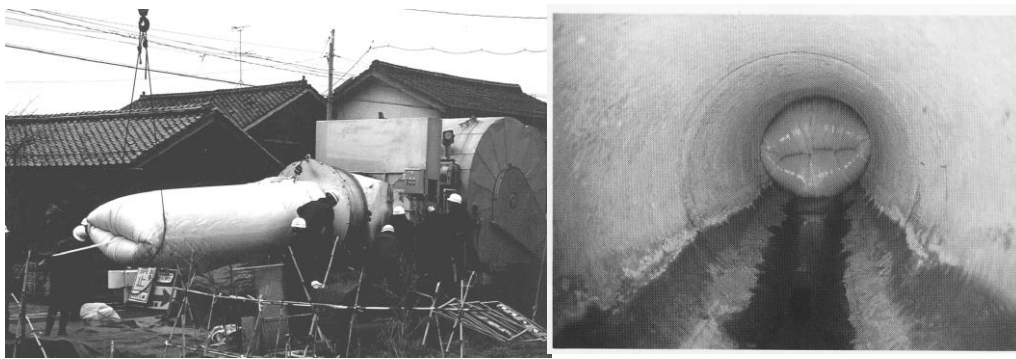


写真 4-1 反転工法（熱硬化タイプ）の施工状況

② 形成工法

硬化性樹脂を含浸させた材料や熱可塑性樹脂で成形した材料をマンホールから引込み、加圧し、拡張・圧着後、硬化や冷却固化することで更生管きよを構築するもの。

ア) 熱硬化タイプ

含浸用基材（ガラス繊維又は有機繊維等）に熱硬化性樹脂を含浸させた筒状の更生材を引込方式により既設管きよ内に挿入し、更生材内部から空気圧や水圧等で既設管きよの内面に密着した状態のまま、温水や蒸気等で樹脂を硬化させて更生管きよを構築する方式である。

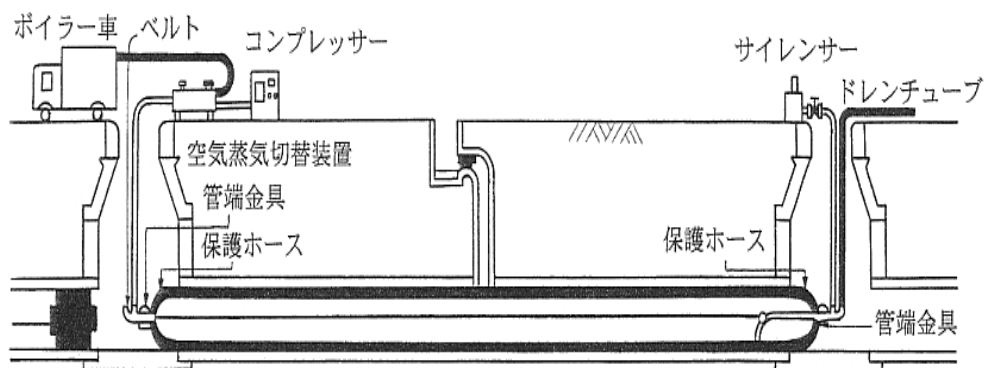


図 4-6 形成工法（熱硬化タイプ）の概略図



写真 4-2 形成工法（更生工法）の施工状況

イ) 光硬化タイプ

光硬化性樹脂を含浸させた筒状の更生材を既設管内に引き込み、空気圧で拡張・圧着させた後に紫外線を照射して樹脂を硬化させることで管きよを構築するものである。

更生材に使用されている樹脂は、不飽和ポリエステル樹脂である。

JIS A 7511 の分類では現場硬化管という。

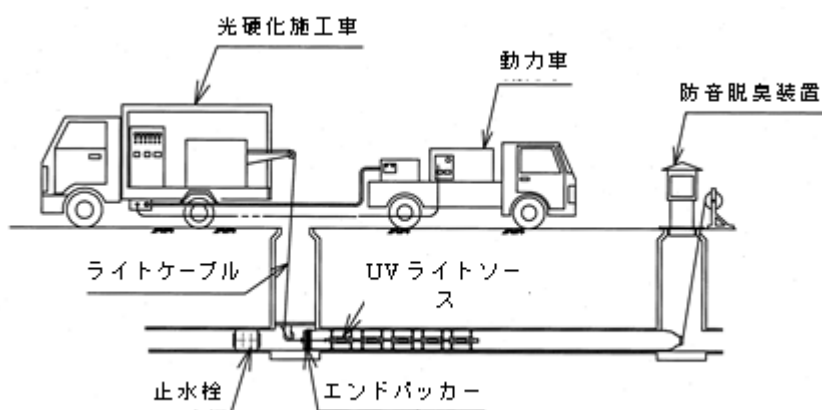


図 4-7 形成工法（光硬化タイプ）の施工模式図

ウ) 熱形成タイプ

既設管きよ内に挿入可能な変形断面形状にさせた熱可塑性樹脂パイプ（硬質塩化ビニル樹脂、高密度ポリエチレン）を蒸気で軟化させ引込方式により既設管きよ内に挿入し、加熱状態のまま空気圧等で拡張・圧着させ、既設管きよの内面に密着した状態のまま冷却養生することで更生管きよを構築する方式である。

熱可塑性樹脂とは、加熱すると塑性的に変形を生じ、冷却すると可逆的に固化する性質を持つ合成樹脂。更生材に使用されている樹脂には、硬質塩化ビニル樹脂や高密度ポリエチレン樹脂等がある。

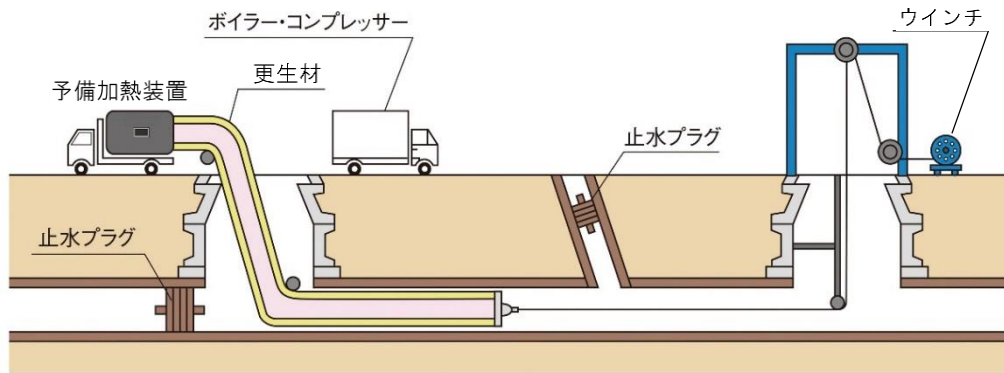


図 4-8 形成工法（熱形成タイプ）の施工概要

③ 製管工法

既設管きょ内に表面部材となる硬質塩化ビニル樹脂材やポリエチレン樹脂材をかん(嵌)合して製管し、製管させた樹脂パイプと既設管との間げき(隙)にモルタル等の充填材を注入することで、複合管として既設管きょと一体化した更生管きょ又は自立管として更生管きょを構築する方式である。

表面部材の製管工法には、らせん巻管による更生（JIS A 7511 の分類では「らせん巻管」）、組立管による更生（JIS A 7511 の分類では「組立管」）がある。

製管工法では、現場条件により下水を流下させながら工事が可能な場合もある。

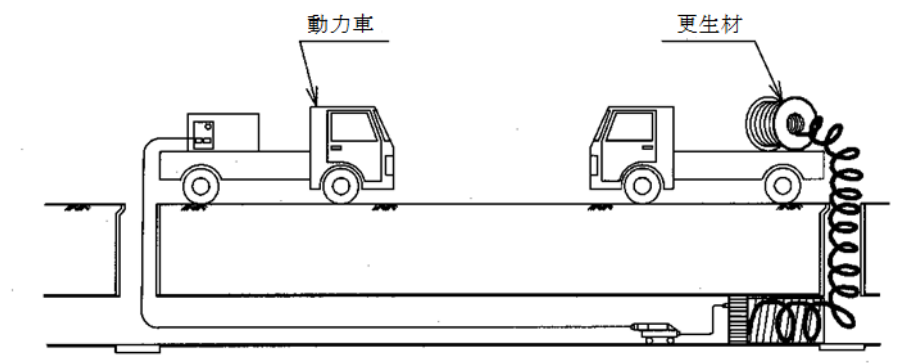


図 4-9 製管工法（らせん巻管による更生）の施工概要

(下水道管路の修繕・改築工事 施工時における安全の留意点 (2019年4月) P17: (公社)日本下水道管路管理業協会)

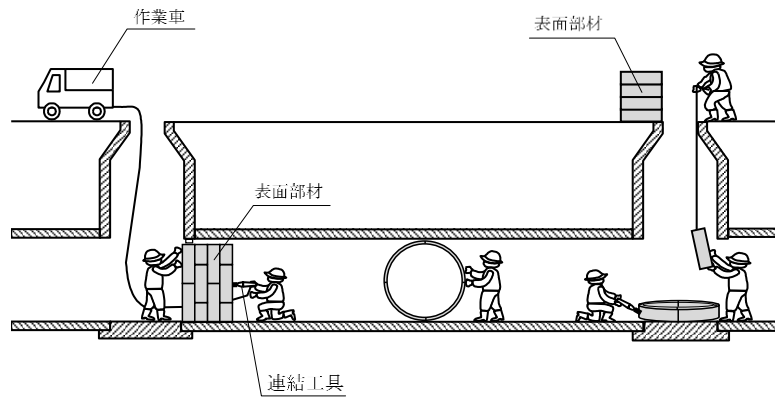


図 4-10 製管工法（組立管による更生）の施工概要

（下水道管路の修繕・改築工事 施工時における安全の留意点（2019年4月）P17：（公社）日本下水道管路管理業協会）

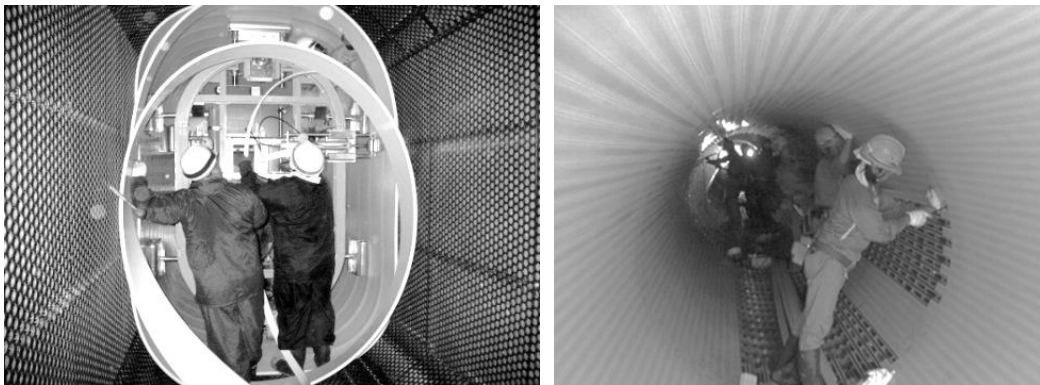


写真 4-3 製管工法の施工状況（左は「らせん巻管」、右は「組立管」）

④ さや（鞘）管工法

既設管きょより小さな管径で工場製作された二次製品をけん（牽）引挿入し、間隙にモルタル等の充填材を注入することで管を構築するものである。既設管きょの断面形状が維持されており、物理的に管きょが挿入できれば施工可能である。



写真 4-4 さや管工法の施工状況 →

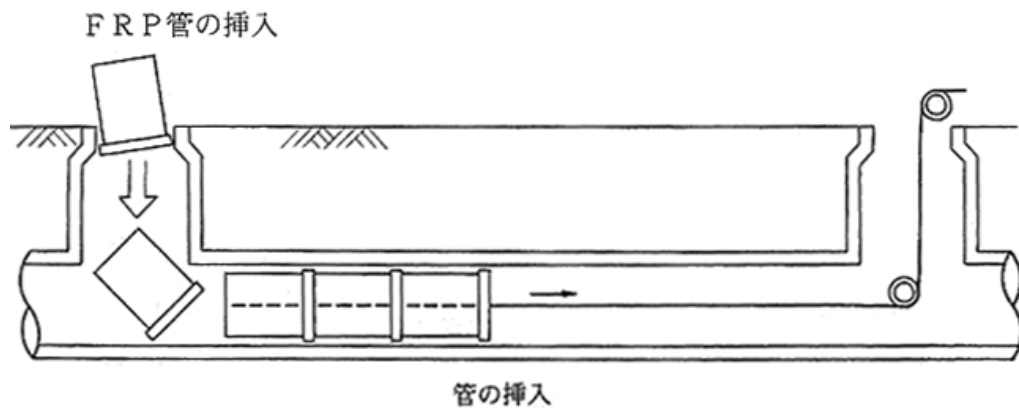


図 4-11 さや管工法の概要（例）

3) 各工法分類の比較

①反転・形成工法

- ・既設管きょ全体の補強、防食及び止水に有効である。
- ・既設管の管径より更生管の管径は縮小されるが、縮小程度は比較的小さい。
- ・取付け管全体更生の場合、曲がり部の多い取付け管では“ふくれ”や“しわ”がしやすい。

②製管工法

- ・流下下水の水替工を必要としない場合がある。
- ・既設管の管径より再生管の管径は縮小される。

③さや管工法

- ・塩ビ管等の通常新設管材料として使用されているものを挿入設置すれば、新設管と同等の耐久性が見込める。
- ・既設管の管径より再生管の管径は縮小される。
- ・既設管の不陸・蛇行の程度により、施工不可能な場合がある。

4) JISによる分類

平成26年7月、国交省は更生工法に関するJIS規格の制定を行い、これによりこれまでガイドラインとして運用されてきたものを国家規格として規定し取りまとめた。これによりこれまで発展過程と言われてきた更生工法も、成熟した工法として一般化するとともに、懸念されてきた施工における品質の確保や技術水準の向上も期待される。また、ISOとガイドラインとの間での不整合の部分についても上位規格としてISOとの整合を図った結果、今後ガイドラインの見直しにより全体的な統一が図られることとなる。

適用範囲としては、耐用年数の延伸に寄与する更生工法のうち、表4-1に示す4工法について規定しており、これ以外の工法については今後の追加を検討する予定としている。ただし、さや管工法については、別途基準等が定められているため対象外としている。

表4-1 JIS A 7511の適用範囲

構造形式による分類	工法による分類	施工形式による分類
自立管	形成工法	密着管
	反転工法	現場硬化管
	形成工法	
複合管	製管工法	らせん巻管
		組立管

① 密着管

連続した継ぎ手の無い管を、折りたたむなどの方法によって断面形状を変形させて既設管内に引込み、その後、断面形状を復元し、既設管と密着させることによって新たな管を構築する工法。

② 現場硬化管

強化繊維製のチューブに熱（または光）硬化性樹脂を含浸させたものを既設管内に挿入し、既設管に密着させた状態で樹脂硬化させることによって新たな管を構築する工法。

③ らせん巻管

工場で成形された帯状体をらせん状に巻いて連続的な管を既設管内に形成し、既設管との隙間

にモルタルなどを充填し、既設管と一体化させることで新たな管を構築する工法

④ 組立管

工場で成形された帯状体、セグメントなどを管内で管状に組立てて、既設管との隙間にモルタルなどを充填し、既設管と一体化させることで新たな管を構築する工法。

(2) 更生工法の選定

1) 更生工法選定に当たっての留意事項

更生工法の選定に当たっては、設計条件を満足する断面、勾配、耐荷性能、耐久性能を確保するため、次の事項に留意する必要がある。

- ① 施工条件との適合性
- ② 耐力の確保（耐荷性能、耐震性能、耐久性能）
- ③ 流下能力の確保
- ④ 経済性
- ⑤ 他工法の検討等

更生工法は、既設管きよの劣化・損傷状態や流量及び現場の条件等によって適用工法が異なることから、各工法の適用性を判定する。更生工法の選定にあたっては、次の留意事項を考慮する。

① 施工条件との適合性

ア) 既設管きよの状況

以下の点が確認される場合には、施工後の更生管きよの品質に大きく影響することも想定されることから、適用性について適切に判断し、不良を未然に防止することが重要である。

上下方向のたるみ	・内径の 1/2 以上の上下方向のたるみが発生している路線については、更生工法による施工では機能回復が困難である。また、それ未済の場合でも、自立管のしわの発生や滞水による硬化不良、複合管の充填不足等の原因となる恐れがあるので注意する。
勾配不良	・更生工法により流下能力が確保できるか確認する。1 スパン内の不陸、局所的な逆勾配についても施工に影響がないか確認することが必要である。
マンホール部での逆段差	・マンホール部での逆段差については、上下流路線の改築に合わせ処理する。
管の破損	・管きよの断面形状を保持していない既設管きよについては、施工可能であっても、更生後に所定の断面形状新管と同等以上の流下能力や耐力を保持できるか確認する。
管の継ぎ手ずれ	・継手部が脱却している場合には、管きよの構造や機能を保持できず、また、道路陥没や不同沈下等を誘発させる要因ともなる。このような状況下で更生工法を適用する場合は、更生後に所定の断面形状、流下能力、耐力を保持できるか確認する。
浸入水等	・浸入水、取付け管突き出し、モルタル付着、樹木根侵入等が確認された場合は、事前処理が可能か否かを検討し、更生工法の採用を判断する。特に、浸入水がある場合は、更生管きよの硬化不良、施工後のはらみ出し、充填

	材の強度不足等の原因となるため、浸入水の状態を適切に把握し、必要に応じて事前処理を行う。
取付管の接合部の破損	・本管と取付け管の接合部が破損等で不完全な接合となっている場合は、管内に土砂が流入して道路陥没等のおそれがあるため、適切な接合等の前処理を行う。

イ) 現場条件

開削工法と比較し、更生工法は以下の利点があるが、道路幅員、交通状況、施工可能時間、マンホールの大きさ等の現場条件を考慮する必要がある。

また、取付管の多くを布設替える必要がある場合は、開削による本管工事と同様の影響が周辺に発生するので留意する。

表 4-2 更生工法の現場条件に関する利点

項目	内容
a. 環境への影響	工事に起因する騒音、振動、交通渋滞等が少なく、周辺住民の生活への影響が最小限にでき、工事の円滑化が図れる。
b. 道路使用の制約	道路の掘削規制、他企業埋設物の影響を受けることが少ない。
c. 事業費の縮減	工期の短縮ならびに道路復旧費の不要による事業費の縮減が図れる。
d. 事前調整	工事に伴う事前調整が容易となる。

ウ) 施工時間

十分な硬化のための養生時間の確保、適切な取付管口の穿孔及び処理等、更生工法の品質および施工精度を確保するため、工法の特性を考慮した上で、必要な施工時間を確保することが重要である。

施工時間を制約する条件としては、通水の遮断可能時間、交通規制、騒音規制、排水規制等がある。

施工可能延長は、このように制約された施工時間内で更生工法の施工が可能であるかの判断のため検討する。硬化・養生に係る時間は、季節や埋設深、周辺の温度によっても影響を受けるので注意する。また、更生材の重量等、運搬や施工上の制約で施工可能延長が決定されることもあるので注意が必要である。

エ) 通水中の施工

自立管は、更生材の拡径又は硬化方法等の特性から、仮排水、堆積物の除去等を行うことにより既設管きよ内をドライにして施工する。

また、複合管の中には通水しながら施工できる工法もあるが、限界があるため流量や水深等が適用可能な範囲か否かを適切に判断する。通水中の施工を検討する場合は、資機材や更生材料の流出、充填材の硬化不良等が生じないように、適用可能な工法や材料の選定に十分に注意する。

通水中の施工ができない場合には、下水の流下、接続家屋等からの流入の遮断可能時間等を十分考慮した仮排水計画を作成し、時間内での施工の可能性を確認し適用性を判断する。

② 耐力の確保

新管と同等以上の耐力を保有できることを性能試験等で確認する。更生管きよの管厚を算出する

ための荷重を設定し、計算に必要な材料定数が確認できる場合は、常時の構造計算により更生きよの管厚を設定し、耐震計算により耐震性を照査する。又は、実験により新管と同等以上の適切な耐力を保有できることを確認する。

③ 流下能力の確保

構造計算等により定めた更生材厚さによる更生後の断面縮小等を考慮し流下能力を算出して、流下能力を評価する。

流量公式にマニング公式を採用している場合は、鉄筋コンクリート管や陶管等の既設管きよの粗度係数を 0.013、更生管の粗度係数を 0.010 とする。

また、更生管きよの内面の平滑性は水理性能に影響を及ぼすので、施工時のしわ発生や材料の耐摩耗性等にも留意する。

④ 経済性

前記の項目に関連する対策等を含めた費用から、優位な更生工法を選定する。また、本管の施工のみでなく取付管の改築工事等にも留意する。

⑤ 他工法の検討等

更生工法が不適、又は困難と判断された場合は、布設替え、バイパス管等による補完的な施設の整備等を検討する。

2) 更生工法の選定

更生工法は、工法により使用材料や施工性等の技術内容が異なるため、施工条件と各工法の特徴に基づいて、総合的に検討して適切な工法を決定する。

更生工法選定の重要なポイントは、「現場への適用性と品質確保」である。これに基づき④から⑥に示す項目を検討する。

グルーピングによる工法選定の例を図 4-12 に示す。この例では、選定対象工法の選定単位を適用条件等がおおむね共通するグルーピングされた工法区分（群）としている。

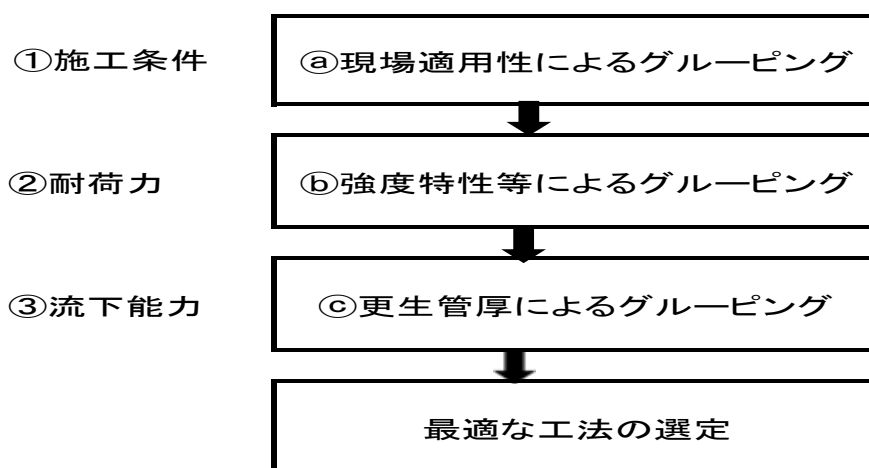


図 4-12 グルーピングによる工法選定の例

グルーピングにおける評価項目としては、以下の項目があげられる。

④ 現場適用性によるグルーピング

① 既設管きよの仕様

管材料、管径、管断面形状、施工延長

② 既設管きよの状況

破損、腐食、浸入水、タルミ・蛇行、滞水、取付管突出、段差・ずれ、曲がり、隙間、その他

③ 施工時間制限

硬化・養生時間、取付管の削孔時間

④ 道路

最小道路幅員、歩道・中央分離帯の有無

⑤ 周辺環境

作業周辺環境（騒音、振動、粉塵、汚水排水）に対する対応の可否を検討する。

⑤ 強度特性等によるグルーピング

① 埋設環境（土質、土被り、地下水位、交通量）に対する耐荷性能

② 耐震性能（L1、L2 への適用性）

⑥ 更生管厚によるグルーピング

各工法協会等で公表している粗度係数等を利用し、断面縮小を考慮した流下能力を評価する。

（3）更生工法の要求性能

下水道管きよが有すべき基本的機能は、土圧・水圧・地震動等に対する十分な強度の保持、下水及び地下水に対する十分な水密性の保持、流下させる下水量に対する十分な断面の保持等である。また、品質管理においては、施工技術が現地条件に適合するとともに適切な施工が行われることが重要である。下水道の更生管きよに求められる要求性能は、以下に示すとおりとする。

- 1) 耐荷性能
- 2) 耐久性能
- 3) 耐震性能
- 4) 水理性能
- 5) 環境安全性
- 6) その他

1) 耐荷性能

主として道路下の埋設物として施工されるため、施工現場における載荷重（土圧、水圧、活荷重）に対して安定した耐荷性能を有すること。

2) 耐久性能

改築施設として所定の耐用年数の間、必要な耐久性能を確保できること。

3) 耐震性能

必要な耐震性能を有すること。耐震設計の考え方は、表 4-3 に示すとおりである。

表 4-3 耐震設計の考え方

地震の規模	地震動レベル	確保すべき機能・能力	対象管路
L1 地震動	供用期間内に 1~2 度発生する確率の地震動	設計流下能力を確保	特に重要・重要な幹線等、その他の管路
L2 地震動	供用期間内に発生する確率は低いが大きな強度を持つ地震動	流下機能を確保	特に重要・重要な幹線等

4) 水理性能

必要な水理性能を有すること。内面の平滑化、内空断面の確保が重要な要素となる。

5) 環境安全性

更生工法で使用される多くの更生材料は現場で製作されることから、施工時には、一般に要求される振動・騒音・大気汚染の各対策に加えて臭気対策、防爆対策等の工法の特性に応じた安全性能を有すること。

6) その他

既設管の内面状況、延長、管種、断面について施工可能であること。

5 更生工法の設計

(1) 自立管の設計

自立管の設計では、次の各項を整理し検討する。

- ① 要求性能
- ② 使用材料
- ③ 適用条件
- ④ 作用する荷重
- ⑤ 設計値
- ⑥ 照査項目および照査方法

(2) 複合管の設計

複合管の設計では、次の各項を整理し検討する。

- ① 要求性能
- ② 使用材料
- ③ 適用条件
- ④ 作用する荷重
- ⑤ 設計値
- ⑥ 劣化状況のモデル化
- ⑦ 照査項目および照査方法

【解説】

(1) 自立管の設計

自立管は、更生材に塩化ビニル樹脂や不飽和ポリエステル樹脂等を使用していることから、JASWAS K-1、JASWAS K-2 に準じた設計を行う。

1) 自立管の要求性能

自立管に求められる要求性能と試験方法を表 5-1 に示す。

2) 使用材料

自立管の更生材には次の材料があり、更にガラス繊維で補強したものと補強してないものに区分される。

① 熱硬化及び光硬化タイプ（現場硬化管）

- ア) 不飽和ポリエステル樹脂
- イ) エポキシ樹脂
- ウ) ビニルエステル樹脂

② 熱形成タイプ（密着管）

- ア) 硬質塩化ビニル樹脂
- イ) 高密度ポリエステル樹脂

3) 適用条件

調査や構造評価の結果に基づき、以下に示す適用範囲を考慮し工法を選定する。

- ① 既設管の管種・管径・形状
- ② 施工延長
- ③ 既設管きよの状況（段差・ズレ、曲がり、継ぎ手隙間、浸入水、滞留水）
- ④ 施工条件
- ⑤ 施工現場の環境

表 5-1 管きよ更生工法の要求性能と試験方法（自立管）

評価項目		種別		要求性能		試験方法	
耐荷性能	偏平強さ又は外圧強さ	既設管 φ600mm 以下		新管と同等以上	偏平強さ(基準たわみ量時の線荷重)	JSWAS K-1 (φ600mm 以下)	
		既設管 φ700mm 以上			基準たわみ外圧および破壊外圧	JSWAS K-2 (φ700mm 以上)	
	曲げ強さ	短期	密着管	ポリエチレン	申告値以上		JIS K7171
				硬質塩化ビニル樹脂			JIS K7171 (試験速度 2mm/min)
		現場硬化管		第一破壊時の曲げ応力 申告値以上 (ただし 25MPa 以上)	申告値以上 (ただし 0.75% 以上)	JIS K7171	
		現場硬化管		第一破壊時の曲げひずみ 申告値以上 (ただし 0.75% 以上)			
		長期	密着管	ポリエチレン	申告値以上		JIS K7116 (水中, 1,000 時間)
				硬質塩化ビニル樹脂			JIS K7115 又は JIS K7116 (水中, 1,000 時間)
	現場硬化管		ガラス繊維有り	申告値以上		JIS K7039 (水中, 10,000 時間)	
	現場硬化管		ガラス繊維無し	申告値以上		JIS K7116 (水中, 10,000 時間, 試験片の数 25 以上)	
	曲げ弾性率	短期	密着管	ポリエチレン	申告値以上		JIS K7171
				硬質塩化ビニル樹脂			JIS K7171 (試験速度 2mm/min)
現場硬化管		申告値以上 (ただし 1500MPa 以上)		JIS K7171			
長期		密着管	ポリエチレン	申告値以上		JIS K7116 (水中, 1,000 時間)	
			硬質塩化ビニル樹脂			JIS K7035 (水中, 10,000 時間)	
現場硬化管		ガラス繊維有り	申告値以上		JIS A7511 附属書 D (水中, 10,000 時間)		
現場硬化管		ガラス繊維無し	申告値以上 (ただし 50 年で 300MPa 以上)		JIS A7511 附属書 D (水中, 10,000 時間)		

表 5-1 管きょ更生工法の要求性能と試験方法（自立管）

評価項目		種別		要求性能	試験方法
耐久性	耐薬品性	密着管		質量変化度±0.2mg/cm ² 以内	JSWAS K-1 又は JSWAS K-14
		現場硬化管		ガイドラインに示す値を満足すること	浸漬後曲げ試験(ガイドラインによる)
	耐摩耗性	密着管		硬質塩化ビニル管(新管)と同等程度	JIS K7204 又は JIS A1452 等
		現場硬化管			
	耐ストレインコーション性	現場硬化管	ガラス繊維有り	50年後の最小外挿破壊ひずみ≥0.45かつJSWAS K2で求められる値を下回らない	JIS K7034
	水密性	密着管		内外水圧0.1MPaで漏水が無いこと(3分間保持)	JSWAS K-2
現場硬化管					
耐劣化性	長期曲げ強さと共通				
耐震性能	引張強さ	密着管	ポリエチレン	申告値以上(ただし15MPa以上)	JIS K7161
			硬質塩化ビニル樹脂	申告値以上(ただし20MPa以上)	
		現場硬化管		申告値以上(ただし15MPa以上)	ISO 8513(A) 又は (B) 又は JIS K7161
	引張弾性率	密着管	ポリエチレン	申告値以上	JIS K7161
			硬質塩化ビニル樹脂	申告値以上(ただし1.2GPa以上)	
		現場硬化管		申告値以上	
	引張伸び率	密着管	ポリエチレン	350%以上	JIS K6815-3
			硬質塩化ビニル樹脂	70%以上	JIS K7161
		現場硬化管		申告値以上(ただし0.5%以上)	ISO 8513(A) 又は (B) 又は JIS K7161
	圧縮強さ	密着管	ポリエチレン	申告値以上	JIS K7181
			硬質塩化ビニル樹脂		
	現場硬化管				
耐震性能	圧縮弾性率	密着管	ポリエチレン	申告値以上	JIS K7181
			硬質塩化ビニル樹脂		
現場硬化管					
水理性能	粗度係数			原則として0.010以下	粗度係数確認試験
	成形後収縮性	全て		申告値以下	成形後の軸・周方向収縮性試験
環境安全性	粉じん(塵)対策			大気汚染防止法等の関連法および条例を遵守出来ること	施工計画書等で確認
	臭気対策			悪臭防止法等の関連法および条例を遵守出来ること	施工計画書等で確認
	騒音・振動対策	全て		騒音規制法および振動規制法等の関連法および条例を遵守出来ること	施工計画書等で確認
	防爆性			引火・爆発性を有する溶媒等を使用する材料の場合、施工中に爆発等事故が発生しないこと	技術的な裏付けを技術検討書等で確認
	その他(温水対策等)			自治体の条例等を遵守出来ること	施工計画書等で確認
その他	適用許容範囲(段差・ずれ・曲がり・継手すき間)施工可能延長	全て		現場条件に適用可能か(既設管内面状況)	技術保有者の資料又は審査証明等の資料で確認
	適用管種・管断面			現場条件に適用可能か(施工延長)	
				現場条件に適用可能か(適用管種・管断面)	

4) 考慮する荷重状態

自立管の構造設計においては、次の荷重状態を考慮する。

① 常時の荷重

自立管に作用する常時の荷重は、「下水道用硬質塩化ビニル管 (JSWAS K-1)」、「下水道用強化プラスチック複合管 (JSWAS K-2)」に準拠し、次の各項の荷重を考慮する。

- ア、土圧
- イ、活荷重
- ウ、外水圧

② 地震時の荷重

自立管に作用する地震時の荷重は、耐震設計手法の特性により地盤の変位が構造物に伝達され作用する荷重と考える。応答変位法で求めた地盤の水平振幅により管本体には水平荷重が伝達される。応答変位法で求める地盤の水平振幅は、施設の重要度等に応じて、次の各項について検討する。

- ア、レベル 1 (L1) 地震動
- イ、レベル 2 (L2) 地震動

5) 材料定数の設定

反転工法および形成工法により現場で製作される自立管の材料の定数には以下のものがある。また、これらはガラス繊維を更生材の補強材等として使用する場合とガラス繊維を更生材の補強材等として使用しない場合に区分し定める。原則として、試験値に更生材の現場硬化による品質のばらつき等を考慮した安全率を反映し、設計値を設定する。

- ① 曲げ強さおよび曲げ弾性率
- ② 引張強さおよび引張弾性率
- ③ 圧縮強さおよび圧縮弾性率
- ④ 安全率

6) 照査項目及び照査方法

自立管は、既設管きよの内側に継ぎ手のない新たな管を形成する工法である。常時荷重、地震時荷重に対して必要な安全性を確保するため、既設管の損傷状況、更生管の要求性能、工法の特性等を考慮し設計する。照査すべき項目と照査方法は、次の各項とする。

- ① 常時の構造設計は「下水道用硬質塩化ビニル管 (JSWAS K-1)」、「下水道用強化プラスチック複合管 (JSWAS K-2)」と同様の計算手法を用いて行い、自立管の必要管厚を算定する。
- ② 耐震設計を「耐震指針」および「耐震計算例」の「一体構造管きよ」と同様の計算手法を用いて行い、自立管の地震時耐力を照査する。
- ③ 更生後の管の流下能力を流量計算により照査する。

7) 常時の構造設計の考え方

自立管については、既設管きよの耐荷性能を見込まず、自ら外力に対して破壊や所定のたわみを生じない構造とすることから、「下水道用硬質塩化ビニル管 (JSWAS K-1)」、「下水道用強化プラスチック複合管 (JSWAS K-2)」と同様に可とう性管として構造計算を行う。

8) 常時の構造計算

次の各項による更生管厚を求め、大きい値を採用する。その際、工法毎に規格化された管厚（最小厚、限界厚）について十分留意する。

- ① 曲げ強さから求めた管厚
- ② たわみ率から求めた管厚

9) 耐震設計の考え方（検討範囲・計算方法）

自立管は、既設管内面に形成され、マンホール間で1スパンが一体的な構造となっていることから、自立管の耐震設計は、「耐震指針」における「一体構造管きよ（硬質塩化ビニル管（接着接合管路））」の考え方を自立管により、性能評価を行う。耐震計算は、応答変位法によることを標準とする。

10) 耐震設計の検討項目・計算手法

自立管は、既設管強度を期待しないこと、マンホール間で管きよと管きよの継手がない一体構造となっていることから、地震時にも更生材が単独で耐力を有し、地盤変位にも追従する必要がある。このため、原則としてL1地震動およびL2地震動とも「耐震指針」における「一体構造管きよ（硬質塩化ビニル管（接着接合管路））」と同様の検討を行う。

11) 耐震設計における管径別の検討方法

自立管本体の耐震設計において、小口径管（既設管呼び径 800mm 未満）については管軸方向について行う。中大口径管については、個別に検討する。

12) 自立管の地震時における既設管きよの追従性試験

差し込み継手の既設管に自立管を適用する場合は、自立管追従試験を実施し、あらかじめ差し込み継手管きよの挙動に対して、自立管の追従性を確認しておくことが望ましい。

13) 流下能力の照査

管路内調査、測量等の結果に基づき、更生工法適用後の管きよの流下能力を照査する。

照査に当たっては、計画水量の流下能力を有することを基本とするが、検討対象を満足しているか照査する。

(2) 複合管の設計

1) 複合管の要求性能

複合管の要求性能とそれを評価する試験方法等を表 5-2 に示す。

2) 複合管の使用材料

複合管の更生材は、表面部材等と充填材に区分され、表面部材等には硬質塩化ビニル樹脂、高密度ポリエチレン樹脂等が用いられている。また、充填材にはモルタルが用いられ、必要に応じて鋼材等の補強材も併用される。

3) 複合管の適用条件

調査や構造評価の結果に基づき以下に示す適用範囲を考慮し工法を選定する。

- ① 既設管の管種・管径、形状
- ② 施工延長
- ③ 既設管きよの状況（段差・ズレ、屈曲角、曲線半径、継ぎ手隙間、浸入水、滞留水）
- ④ 施工条件

⑤ 施工現場の環境

表 5-2 管きよの更生工法の要求性能と試験方法（複合管）

評価項目		種別	要求性能	試験方法	備考	
耐荷性能	複合管断面の破壊強度・外圧強さ	全て	申告値以上又は新管と同等以上	既設管の劣化状態等を反映し、限界状態設計法により終局耐力を評価 鉄筋コンクリート管(新管)を破壊状態まで載荷後更生し JSWASA-1 による破壊荷重試験を実施		
	充填材圧縮強度	全て	申告値以上	JSCE-G5 又は JSCE-G505		
	充填材ヤング率	全て	申告値以上	JIS A1149		
耐久性	リング剛性	ら旋管	申告値以上（ただし 0.5kPa 以上）	ISO 9969	更生管の構造計算に必要な場合は不要	
	クリープ比（50 年値）	ら旋管	申告値以上（ただし 2.5 以上）	ISO 9967	更生管の構造計算に必要な場合は不要	
	接合部引張強さ	ら旋管	申告値以上	JIS A7511 附属書 JB	試験は各工法で必要とされる方向で行う	
	接合部の接合強さ	組立管	申告値以上	JIS A7511 附属書 JB		
	耐薬品性	硬質塩化ビニル樹脂系 ポリエチレン系	硬質塩化ビニル樹脂系	質量変化度±0.2mg/cm ² 以内	JSWAS K-1	
			ポリエチレン系	質量変化度±0.2mg/cm ² 以内	JSWAS K-14	
	耐摩耗性	全て	硬質塩化ビニル管（新管）と同等程度	JIS K7204 又は JIS A1452 等		
	水密性	全て	内外水圧 0.1MPa で漏水が無いこと（3 分間保持）	JSWAS K-2		
一体性	全て	既設管と充填材が界面剥離しないこと	JIS A1171 に準ずる			
耐震性能	水密性	全て	継手部の屈曲角と抜け出し量が許容値内	「下水道施設の耐震対策指針と解説」における「差し込み継手管きよ」「ボックスカルバート」等の考え方を勘案し、性能照査を行う		
			接合部が外れず、かつ、水密性を保っている	耐震計算により継手部の照査が困難な場合は、耐震実験による表面部材等の継手部の照査を行う （永久ひずみ 1.5 %による抜け出し）+（スパン長 30 m、沈下量 30 cm）を想定した変形を発生させ、内水圧 0.1 MPa の条件下で 3 分間保持する		
水理性能	粗度係数	全て	原則として 0.010 以下	粗度係数確認試験		
環境安全性能	粉じん（塵）対策		大気汚染防止法等の関連法および条例を遵守出来ること	施工計画書等で確認		
	臭気対策		悪臭防止法等の関連法および条例を遵守出来ること	施工計画書等で確認		
	騒音・振動対策		騒音規制法および振動規制法等の関連法および条例を遵守出来ること	施工計画書等で確認		
	その他（排水対策等）		自治体の条例等を遵守出来ること	施工計画書等で確認		
その他	適用許容範囲（段差・ずれ・曲がり・継手すき間）	全て	現場条件に適用可能か（既設管内面状況）	技術保有者の資料又は審査証明等の資料で確認		
	施工可能延長		現場条件に適用可能か（施工延長）			
	適用管種・管断面		現場条件に適用可能か（適用管種・管断面）			

4) 考慮する荷重状態

① 常時の荷重

複合管の構造設計においては、次の荷重状態を考慮する。

複合管に作用する常時の荷重は、次の各項の荷重を考慮する。

ア) 土圧

イ) 活荷重、

ウ) その他荷重

その他の荷重には、死荷重、外水圧、浮力、内水圧が考えられ、必要に応じて適切に見込む。

② 地震時の荷重

複合管に作用する地震時の荷重は、自立管と同様に、施設の重要度等に応じて、レベル1地震動、レベル2地震動の2つを設定する。

5) 材料定数の設定

製管工法により現場で製作される複合管の常時の構造計算および耐震計算で用いる材料定数には次の4項目がある。材料定数は、各工法の試験値に品質のバラつきなどを考慮したものとする。

① 既設管の強度および弾性率

② 表面部材等の強度および弾性率

③ 充填材の強度および弾性率

④ 補強材の強度および弾性率

6) 劣化状況のモデル化

複合管の構造解析では、既設管の状態によって劣化状況をモデル化する必要がある。複合管の設計更生厚さは、更生後の断面を使用限界状態（ひび割れ耐力）、終局限界状態（終局耐力）で照査し定めることが望ましい。このため、劣化状況、部材の強度特性等を適正にモデル化することが重要となる。また、解析手法によりモデル化の考え方も異なることに留意する。

7) 照査項目及び照査方法

複合管は、地震時固定荷重、地震時荷重に対して必要な安全性を確保するため、劣化等の既設管の状況、更生管の要求性能、工法の特長等を考慮し設計する。照査すべき項目と照査方法は、次の各項とする。

①常時の構造設計は、既設管きよを構造の一部とし、モルタル等の充填材を使用することから、更生後の管きよを剛性管として扱い、既設管きよの劣化状態、使用する材料の剛性の違い等を反映し、複合管のひび割れ耐力、終局耐力を評価できる限界状態設計法により照査する。

②地震時の耐震設計は、「耐震指針」および「耐震計算例」に記述の「差し込み継手管きよ（遠心力鉄筋コンクリート管・陶管）」「矩形きよ」等の考え方を勘案し、複合管の地震時耐力を照査する。

③更生後の管の流下能力を流量計算により照査する。

8) 常時の構造設計の考え方

複合管については、既設管きよを構造の一部とし、モルタルなどの充填材により一体化することから剛性管として構造設計を行う。

9) 常時の構造計算

複合管の構造計算としては、既設管きよの劣化状況等を反映し、複合管のひび割れ耐力、終局耐力を評価できる限界状態設計法により更生後の管きよの照査を行うことを基本とする。ただし、小口径管については、外圧試験によって新管と同等以上の耐荷性能が確認できる場合はこの限りでない。

1 0) 耐震設計の考え方（検討範囲・計算方法）

複合管の耐震設計は、「耐震指針」における「差し込み継手管きよ（遠心力鉄筋コンクリート管・陶管）」、「矩形きよ」等の考え方を勘案し性能照査を行う。なお、耐震実験により耐震性能を確認してもよい。

1 1) 耐震設計の検討項目・計算手法

① 複合管の耐震設計は、「耐震指針」における「差し込み継手管きよ（遠心力鉄筋コンクリート管・陶管）」及び「矩形きよ（現場打ち・二次製品）」等の考え方に従い耐震設計を行うことを基本とする。

② 複合管の耐震設計は、更生工法耐震検討項目一覧表（マトリックス表：複合管）（ガイドライン参照）を基本とする。

なお、耐震性の確認を構造計算で行うことが困難な場合は、耐震実験により確認することができる。

1 2) 耐震設計における管径別の検討方法

複合管（円形管きよ）の耐震設計は、表 5-3 更生工法耐震検討項目一覧表（マトリックス表：複合管）に基づき、次の管径毎に所要項目の検討を行う。

なお、円形管を対象とする複合管は差し込み継手管きよとして取り扱うため、口径に関係なく、「d. 管軸方向の強度」の検討は不要である。したがって、管径別で検討が異なる「a. マンホールと管きよの接続部」、「b. 管きよと管きよの継ぎ手部」、「c. 鉛直断面の強度」の検討について整理する。

表 5-3 に更生工法耐震検討項目一覧表（マトリックス表：複合管）のうちの円形管に関する部分を示す。この他については、ガイドラインを参照。

① 既設管呼び径 ϕ 800mm 未満

「c. 鉛直断面の強度」について省力出来ることとし、原則として、L1 地震動および L2 地震動とも、「a. マンホールと管きよの接続部」、「b. 管きよと管きよの継ぎ手部」、表面部材等の管軸方向の検討を行う。ただし、一定の適用条件を満足する場合、「a. マンホールと管きよの接続部」、「b. 管きよと管きよの継ぎ手部」についても省略できる。

② 既設管呼び径 ϕ 800mm 以上 ϕ 1000mm 未満

過去の被害事例では、鉛直断面方向および管軸方向の両方にクラックの発生が見られることから、L1 地震動および L2 地震動とも、「a. マンホールと管きよの接続部」、「b. 管きよと管きよの継ぎ手部」、「c. 鉛直断面の強度」の検討を行う。

③ 既設管呼び径 ϕ 1000mm 以上

「b. 管きよと管きよの継ぎ手部」の検討については省略できることとし、L1 地震動及び L2 地震動とも、「a. マンホールと管きよの接続部」に加え「c. 鉛直断面の強度」の検討を行う。

表 5-3 更生工法耐震検討項目一覧表（マトリックス表：複合管（円形管））参考

構造形式			φ 800 未満		φ 800～1000 未満		φ 1000～		
			L1	L2	L1	L2	L1	L2	
重要な幹線等	a. マンホールと管 きよの接続部	地震動 による	屈曲角	△	△	△	△	△	△
			拔出し量	△	△	△	△	△	△
	b. 管きよと管きよ の継ぎ手部	地震動 による	屈曲角	◇	◇	◇	◇		
			拔出し量	◇	◇	◇	◇		
	c. 鉛直断面の強度	耐荷力				○	○	○	○
		応力度／耐力							
	d. 管軸方向の強度	応力度							

出典 「管きよ更生工法における設計・施工管理ガイドライン」公益社団法人 日本下水道協会 p3-56

○：強度計算により安全性を確保

◇：条件に応じて検討を実施

△：フレキシブルな構造等により安全性を確認。

注：一定の適用条件を満足する場合は、φ 800mm未満の a と b は省略できる。

1 3) 管軸方向の耐震性能確認のために行う実験の方法

継手部の性能を耐震計算により求めることが困難な場合には、次の条件で耐震実験を行い確認した値により照査を行ってもよい。(図 5-1 参照)ただし、現場条件が実験条件の範囲内にあることを確認する。

- ① 表面部材等の継手部の照査は、永久ひずみ (1.5%) による拔出し量に対して、かん合等が外れないこと、水密性を保つことを確認する。
- ② 液状化による地盤沈下での表面部材等の継手部の照査は、スパン長 30m^{注1}、沈下量 30cm^{注2}を想定した変形に対しかん合等が外れないこと、水密性を保つことを確認する。

注1 平均的なスパン延長として 30m を設定

注2 兵庫県南部地震における実績を考慮

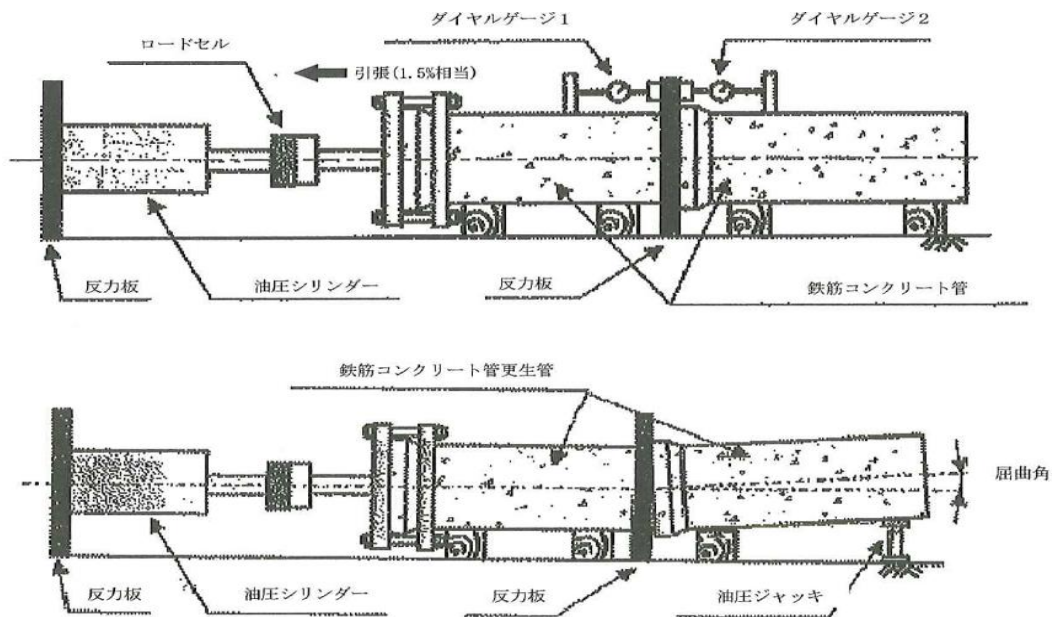


図 5-1 拔出し試験方法及び曲げ試験方法 (例)

14) 流下能力の照査

管路内調査、測量等の結果に基づき、既設管きよ及び更生工法施工後の管きよの流下能力を照査する。

計画水量の流下能力を有することを基本とし、検討対象水量を満足しているか照査する。

6 更生工法の施工管理

(1) 更生工法の施工管理一般

施工にあたっては、関連仕様書に基づき、適正に管理する。更生工法に共通する施工管理の留意点は、以下のものである。

- 1) 技術者の適正配置
- 2) 準備工
- 3) 既設管きよの前処理

更生工法は、現場で完成品（更生管）を構築するもので、多くは半製品が現場に納入される。したがって、施工にあたっては工法ごとに定められた管理手順、管理値があることから、施工計画書（施工手順書）に記載されている管理方法を遵守する。

1) 技術者の適正配置

① 主任技術者および監理技術者

管きよ更生工法が主体の工事においては、管きよ更生工事を確実に履行するため、【管きよ更生工法の現場の施工条件への適合に関する知識】や【更生管の強度・耐久性等の照査に関する知識】、【管きよ更生工事に関する施工管理や安全管理に関する能力】および【下水道法等の関連法令に関する知識】を備えた技術者を配置することが重要である。このため、業務発注の際に管きよ更生工事の施工管理に関する資格を適宜活用するなどして品質確保を図るよう努める。また、当該資格は中立性・公平性をもって行われる試験により付与されるものであることが必要である。資格の活用にあたっては、工法毎に施工方法などが大きく異なるため、工事で採用する工法について、当該有資格者が各工法協会の開催する技術研修を修了した者であることを確認すること。

※管きよ更生工事の施工管理に関する資格の例

- ・下水道管路管理専門技士（修繕・改築部門）（公益社団法人 日本下水道管路管理業協会）
- ・下水道管路更生管理技士（一般社団法人 日本管路更生工法品質確保協会）
- ・下水道管きよ更生施工管理技士（一般社団法人 日本管更生技術協会）

② 施工技術者

品質確保の観点から、管きよ更生工事や取付け管口穿孔の施工にあたっては、当該施工に関する実技研修を伴う技能講習を修了した有資格者、施工を熟知した技術者※1を選任する。ただし、取付け管口穿孔は、現状においては当該有資格者数の実態等を鑑み、当分の間は、取付け管口穿孔の十分な実務経験を有しかつ、各工法※2 協会等が技術者育成のために開催している研修を修了した者をもってこれに代えてもよい。

※1 施工を熟知した技術者の例

- ・管路更生専門技士（各工法※2 協会）
- ・取付け管口穿孔技士（一般社団法人 日本管路更生工法品質確保協会）

※2 各工法の例

（公益財団法人）日本下水道新技術機構の建設技術審査証明を取得している工法等

2) 準備工

① 現地調査

管きょ更生工事は、すでに供用開始されている管きょを対象とするため工事を実施する上で制約を受ける条件が多い。それらの条件を十分に把握して施工する必要がある。

制約を受ける条件とは、道路状況、道路使用許可条件、近隣の住宅等の周辺環境、仮排水（下水道使用規制）、施工時間規制、排水先の確保と規制の遵守（材料の硬化に蒸気、温水等を利用して温水を排出する場合には下水道法施行令や自治体の下水道条例で規定する水温（参考：45℃または40℃）未満に冷却して排水する）、その他環境規制、流下水量、地下水等の浸入水等である。

本管（必要な場合は取付け管も含む）の管内状況をテレビカメラあるいは目視により調査する。

② 仮排水工、仮止水工

管きょ更生工事を施工する区間で、管内の流水量が多く調査および施工に支障がある場合は、仮排水工及び仮止水工を計画する。

仮排水工は管きょの断面、管きょ内の流水量、道路状況、現場周辺環境、施工目的、採用する工法の特徴等を考慮して、適切に計画する。また、作業完了後には宅内ますに設置した止水プラグの撤去を確実に行う。

仮止水工は流水量が少ない場合や施工時間が短い場合に限り選定する。

仮排水工及び仮止水工の作業例や留意事項は以下のとおりである。

ア. 仮排水工

- ・施工区間の上流側マンホールの流入口及び施工区間に流入する取付け管に止水プラグを取付け、施工区間を止水する。
- ・止水プラグを設置した管路の上流側マンホール、及び取付け管のますに水中ポンプを設置し、塩化ビニルホース等の仮排水管を利用して、施工区間に支障のないマンホール又はますに排水する。

イ. 仮止水工

- ・施工区間の上流側マンホールの流入口及び施工区間に流入する取付け管に止水プラグを取付け、施工区間を止水する。
- ・排水制限等で、周辺住民の協力が必要となる。

3) 既設管きょの前処理

管きょ更生工法の仕上がりは既設管きょの内面状況に左右される。適正な出来形、性能を満足するためには、管きょ更生工法が適用可能となるよう、前処理を行う必要がある。

① 前処理の計画

既設管きょの前処理が必要な箇所は、更生材の挿入等に障害となる突出し部分や変形、屈折及

び屈曲箇所、更生管きよの仕上がりに障害となる内面の不整形、荒れなどが生じている箇所である。

② 前処理工の実施

前処理工の実施にあたり、浸入水の水量が多い場合には、自立管では未硬化や拡張不良が、複合管では充填材に空洞が生じる恐れがあるため、仮止水等適切な処置を行う。

管きよに内径がφ800 mm未満の場合には、作業員が入孔できないこと等から現場条件に応じた方法で前処理工を実施する。

③ 管きよ内の洗浄工

管きよ更生工事に際しては、あらかじめ既設管きよ内に付着している異物等を高圧洗浄水で確実に除去する必要がある。堆積物、腐食部等を除去する際は、既設管の劣化状態（腐食等）に注意して洗浄を行う。

(2) 自立管（反転・形成工法）の施工管理

自立管（反転・形成工法）の施工管理の項目は以下のようである

- 1) 更生材の事前管理
- 2) 更生材の挿入、硬化等
- 3) 品質管理
- 4) タイプ別の施工管理手法

1) 更生材の事前管理

自立管の更生材のうちで、高温になったり紫外線に当たると硬化するものは、保冷・遮光措置等を講じていることを確認する。

2) 更生材の挿入、硬化等

更生材の挿入時および硬化時においては、更生材の損傷やシワの発生等を防ぐため、各工法で定めた挿入速度（反転工法の場合は速度及び圧力）や拡張及び硬化圧力、硬化温度、硬化時間、養生時間等についてあらかじめ確認し、十分な施工管理を行う。

硬化作業が不十分な場合、更生材に含浸されている樹脂には未硬化箇所が残置され、所定の性能を得られない場合があるため注意が必要である。

なお、しわの発生を防ぐためには、以下の項目に留意する。

- ① 既設管きよ内の支障箇所の前処理を適正に行う。
- ② 反転工法では、各工法が定める反転速度、送り出し圧力の管理値を遵守する。また、反転前の更生材にねじれがないことを確認し、必要に応じた調整を行う。
- ③ 形成工法では、既設管きよ内送り出しの際にスリップシート等を既設管の管底に設置し、円滑な管内挿入ができる措置を確実にを行う。挿入前に更生材のねじれがないことを確認し、必要に応じた調整を行う。

また、更生材を挿入した後の拡張に際しては、各工法が定める加圧膨張の管理値を遵守する。

- ④ 挿入・拡張・圧着の後に加熱、紫外線照射又は冷却を行う場合には、各工法が定める硬化時間、硬化温度、硬化時の内圧力等の管理値を遵守する。

⑤ コーティングフィルムの除去

自立管では、ほとんどの工法で更生材の内面を保護するために内面コーティングフィルムを使用しているが、更生材の硬化後に内面コーティングフィルムを除去する工法があるため、除去するかどうかを確認する。

⑥ 管口の切断及び仕上げ

管口の切断位置は、発注者の指定した位置とする。ただし、特に指定がない場合は、マンホール管口の仕上げを考慮した位置で切断する。管口の仕上げは管硬化作業後 24 時間を経過した後に行う。

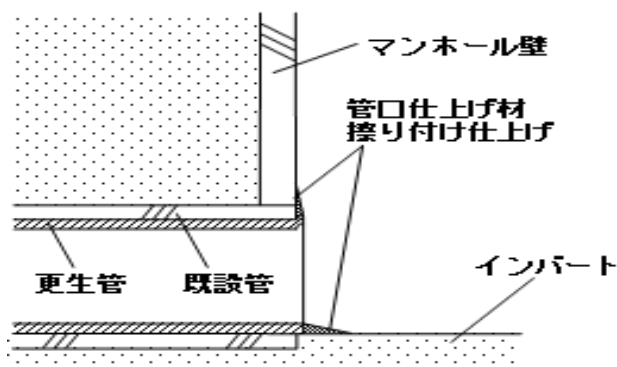


図 6-1 本管口仕上げ工（例）

3) 品質管理

自立管では硬化温度、硬化時間、保持圧力等の管理を、チャート紙の記録により確認することを原則とする。記録は、すべてのスパンで行う。温度、圧力等の記録が同一チャート紙に記録できない場合は、時間の経過が識別できるチャートであることを原則とする。また、チャート紙に記録できない場合は、記録とともにゲージなどの写真撮影を行い確認する。

4) タイプ別の施工管理手法

自立管の施工管理項目と記録方法は、表 6-1 に示すようである。

表 6-1 自立管の施工管理項目と記録方法

項目	熱硬化タイプ	光硬化タイプ	熱形成タイプ
挿入速度	○	○	○
圧力（反転時・拡径時）	○	○	○
加熱時温度			●
加熱時圧力			●
硬化時の圧力	空気圧	●	
	水圧	○	
硬化時の電源		○	
拡径・冷却時の温度			●
硬化温度・時間	●	●	●
冷却養生時間	●	●	●

注：●チャート紙に記録、○データシートなどに記録

(3) 複合管の施工管理

複合管の施工管理の項目は以下のようである

- 1) 更生材の事前管理及び充填材の管理
- 2) 製管タイプの施工管理

1) 更生材の事前管理及び充填材の管理

① 更生材の管理

複合管の表面部材等は、長期にわたり屋外で紫外線暴露されると、表面の劣化により、部材の物性が低下するおそれがある。そのため、保管場所は屋内を原則とし、搬送・搬入時には適切な遮光措置を講じていることを確認する。

複合管の充填材は水和性を有するため、その保管および搬送・搬入時には、水濡れや結露がないよう十分に留意し、適切な措置を講じていることを確認する。

複合管で使用される金属部材は、長期にわたる屋外暴露等による著しい発錆がないように適切な対策を講じていることを確認する。

② 表面部材等の管理

製管時に、かん合部にゴミなどの異物が挟まっていないかを確認する。

③ 充填材の管理

充填材の未充填による空洞化を防ぐため、注入日ごとの充填材の性状、注入圧力、注入量および充填状況を確認する。

2) 製管タイプの施工管理

表 6-2 製管タイプの施工管理項目と記録方法

項目	内容
① 嵌合継ぎ手部分等の状態	<ul style="list-style-type: none">・ ゴミなどの異物が挟まっていないかを確認・ ハケやブラシ等で清掃し、異物を取り除く・ 更生完了後、目視・TVカメラで確認
② 充填材の性状	<ul style="list-style-type: none">・ 配合比をデータシートなどに記録・ 注入日毎にフロー試験、コンシステンシー試験、比重測定等を行い、充填材の性状の確認を行い記録。・ ゲルタイム測定が必要な場合には、測定を行い記録
③ 充填材の圧縮強度等	<ul style="list-style-type: none">・ 結果が設計基準強度を上回ることを確認・ 採取頻度：大口径（800 mm以上）は注入日毎、小口径（800 mm未満）は100m毎。
④ 充填剤注入圧力	<ul style="list-style-type: none">・ 圧力注入の場合は、円形管（座屈限界圧力）、円形管以外（通常0.05MPa）、蓋かけきよ等（土被り等計算し圧力管理）・ 圧力注入しない場合は、ポンプの吐出圧。
⑤ 充填材注入量	<ul style="list-style-type: none">・ 流量計等により連続測定し、チャート紙に記録。
⑥ 充填状況	<ul style="list-style-type: none">・ 管口の立ち上げ管から流出を確認。・ 充填後は、打音検査で確認。

(4) 取付け管口の穿孔

更生工法が用いられた本管に対する取付け管の穿孔、仕上げ不良は、取付け管口からの漏水・浸入水の発生や既設管と更生管の隙間への汚水・地下水の浸入など障害を発生させることから、十分な事前調査を行ったうえで、適切な方法により行う。

取付け管口の穿孔は、更生材が十分硬化した後で行う。また、あらかじめ取付け管口の中心付近への小穿孔をしたり、取付け管口の仮穿孔を行ったり等して、管口位置を精度よく確定した後に本穿孔を行う。

取付け管口の穿孔は、作業当日に完了することを原則とするが、仮穿孔までとする場合は、その旨を確認し、汚水流下による取付け管閉塞障害や臭気の防止等の必要な対策を行う。

なお、取付け管の穿孔箇所における浸入水の止水を必要とする場合は、別途処理を行う。

自立管の管口仕上げ材は、熱収縮で生じる取付け管口ずれに対応するため、管硬化作業後 24 時間を経過した後に行う。

取付け管口の穿孔作業は、既設管内径 $\phi 800$ 未満の更生管に対する取付け管の穿孔は一般的に穿孔機を用いた施工を行うため特殊な技術を要する。そのため、取付け管口の穿孔を熟知した技術者を選任し、施工を行う。一方で、既設管内径 $\phi 800$ 以上の更生管では、一般的には穿孔機を用いず、管内の穿孔箇所にて人力による穿孔作業となるため施工技術者の選任は原則不要である。ただし、既設管内径 $\phi 800$ 以上の更生管であっても更生後の内径が $\phi 800$ 未満となる場合は、施工技術者を選任する。やむを得ず、これによる施工ができない場合は、安全性の確保等について検討し、発注者との協議のうえ施工を行う。

1) 事前調査

取付け管口の穿孔精度を確保するために行う事前調査項目は以下のとおりである。

- ① 取付け管の箇所数
- ② 各取付け管の接続位置（上下流マンホールからの距離や左右頂部の区分）
- ③ 各取付け管の寸法（ $\phi 100$ 、 150 、 200mm など）
- ④ 各取付け管の管口状況（既設管口の損傷、突き出し、凹み、浸入水 など）
- ⑤ その他穿孔時に留意すべき状況（斜接続（極端な楕円型）、枝管付き、直継ぎ（芋継ぎ）など）

2) 取付け管口穿孔の標準的な作業手順

既設管内径が $\phi 800$ 未満の場合の取付け管口の標準的な作業フローは、以下に示すとおりである。なお、現場条件及び工法により、作業フローは変わること留意する。

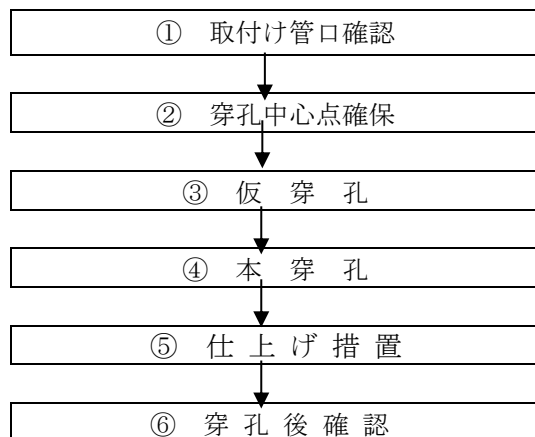


図 6-2 取付け管口穿孔の標準的な作業フロー（既設管内径が $\phi 800$ 未満の場合）

更生後の内径が 800 mm以上の製管工法及び反転・形成工法等の場合は、各工法が定める施工手順に従い施工する。

3) 穿孔の仕上がり状況の確認

取付け管口の穿孔の仕上がり状況は更生工法の品質確保の観点から重要である。なお、既設取付け管口の接続不良により更生管きよの穿孔作業に困難が想定される場合には、必要に応じて開削等により取付け管口を調整するなどの前処理を行った上で更生工事を行う。

表 6-3 は、取付け管口の穿孔不良に対する留意点を示したものである。

表 6-3 取付け管口の穿孔不良に対する留意点

穿孔不良の種類		施工時の留意点	基準
形状不良		穿孔対象となる取付け管口の確認と流線の円滑性を図るため、穿孔口の形状を取付け管の出口形状と整合させる。	既設取付け管口の形状に出来る限り整合させ、管底部は残さないこと
穿孔寸法		原則としてテレビカメラや強力ライトにより切削箇所を穿孔形状を確認しつつ、接続部を傷つけないよう丁寧に穿孔する。	限度見本※と比較し、問題がないこと
接続部の破損		コアカッターやグラインダーの過剰な押し込み処理を行わない	接続部の破損はないこと。(ブラシによる摩耗や磨滅は許容)
切削材の残置	更生材	切削材を確実に回収する	切削更生材は除去されること
	アウターフィルム等	穿孔後に残置物の有無を確認する	アウターフィルム等連続したものが残置されていないこと
整形不良		グラインダーやブラシ等による確実な仕上げ	連続してつながるバリ等は残置されていないこと

本来、取付け管口の穿孔基準は、定量的な判定基準を設けることが望ましいが、現状では定量的な判定基準を設定するための不具合についての検証がなされていないことや取付け管の寸法やずれ等を計測する技術が確立されていないこと等から、現時点では穿孔結果を判定するための限度見本が、ガイドラインに示されているので、参考とされたい。

(5) 材料の品質管理およびしゅん工時の品質管理

ここに定める品質管理事項は、工法別に関連仕様書に基づき行う。

- 1) 材料の品質管理
- 2) しゅん工時の品質管理
- 3) 更生を行った後の管きよ内に発生するしわの評価

更生工法の施工管理、品質管理基準については、ガイドラインのほか、各都市個別に定める基準もあり、これらの基準を満足する必要がある。

1) 材料の品質管理

① 材料の管理

自立管の更生材料には、溶媒など有機溶剤を含むものがあるため、運搬・搬入および保管に際しては関係法規を遵守し、火気等には十分注意する。

製管タイプの表面部材は熱可塑性樹脂であるため、極度の高温状態（硬質塩化ビニル樹脂では 60℃以上、ポリエチレン樹脂では 45℃以上）での保管は材料変形をもたらす、極度の低温状態（-10℃以下）での保管は材料のぜい（脆）化をまねくため避けなければならない。さらに、その取り扱いにおいても、損傷を与えないよう細心の注意を払う。

なお、しゅん工時には、材料の運搬・搬入および現場内の保管・取り扱いにおいて適正な材料管理がなされていることを写真により確認する。

② 更生材の受け入れ

熱形成タイプおよび製管タイプは更生材を現地で受け入れる際に、管の内面及び外面や表面部材の表面は、平滑かつ清浄であること。また、すりきず、穴及びその他性能に影響を及ぼす恐れのある欠陥がないことを確認する。

③ 更生材の確認

製造者は、工場での製造において JIS A 7511 の製造段階の要求性能に準じた製品（または、半製品）を出荷しなければならない。また、発注者は、更生材が適正な管理のもとで製造されたことを証明する資料および搬入前に更生材の規格検査がなされたことを証明する資料を確認する。更生材の製造に使用する事前承諾済みの材料については、必要に応じて材料の試験や立会確認等を行う。

なお、下水道協会のⅡ類資器材として登録されている場合は、認定工場制度の工場検査証明書類により証明されている項目については、この提出を持って換えることができる。

2) しゅん工時の品質管理

管更生のしゅん工時には、1) 曲げ試験（曲げ強さ（短期）、曲げ弾性率（短期）および、2) 耐薬品性試験の二つの試験を行い、それぞれ基準値を満足することを確認する。

しゅん工時および施工時等に確認すべき試験の一覧を表 6-4 に示す。

試験は施工した管路施設より試験片を採取し行う。採取試験片は、自立管では更生管きよ、複合管では表面部材を対象とする。

表 6-4 現場で確認すべき試験 ○：試験必要、----：試験不要

		自立管				複合管	
		熱形成タイプ (密着管)		熱硬化タイプ、光硬化タイプ (現場硬化管)		製管タイプ (ら旋巻管、組立管)	
工場認定制度（Ⅱ類登録）		無	有	無	有	無	有
しゅん工時試験	曲げ試験 (曲げ強さ※1、曲げ弾性率)	○	---	○	○	---	---
		スパン毎※2	---	スパン毎※2	スパン毎※2	---	---
	耐薬品確認	○ 耐薬※3	---	○ 新耐薬※3	---	○ 耐薬※3	---
		スパン毎※2	---	工法毎	---	工法毎	---
	耐震性確認※5	○※4	---	○※4	---	---	---
工法毎		---	工法毎	---	---	---	
試験 施工時	充填材 圧縮強度試験	---	---	---	---	○	○
		---	---	---	---	1回/100m※6	1回/100m※6

※1 曲げ強さは、更生管が硬化していることの確認と耐震性能を満足していることの確認のため、管軸方向の「最大荷重時の曲げ応力度」とする。

※2 発注者と受注者の協議に基づき「現場条件が同等」とみなせる場合は、管径毎とすることができる。

※3 耐薬：JISWAS K-1、JISWAS K-14 に規定している耐薬品性試験

新耐薬：現場硬化管を対象とした浸漬後曲げ試験

※4 耐震計算を行うことが必要な場合に実施

※5 曲げ試験と同様に、施工済みの管きよから試験片を採取し、JIS K 7161 による引張特性の試験及び JIS K 7181 による圧縮特性の試験を行い、引張強さ、引張弾性率、圧縮強さ、圧縮弾性率（いずれも短期）が申告値を上回っていることを確認する。

※6 既設管きよの内径φ800mm 以上の場合は、注入日毎に1回行う。

(出典 管きよ更生工法における設計・施工管理ガイドライン-2017年版- P4-31：(公社)日本下水道協会)

① 認定工場制度を活用したしゅん工時の耐薬品性試験等の取扱い

これまで、熱可塑性材料及び複合管の表面部材は、工場出荷時と現場施工後の物性が変化せず施工による影響を受けないため認定工場制度の工場検査証明書類を別途提出することにより、曲げ強さ（短期）、曲げ弾性率（短期）および耐薬品性試験の実施を免除することができるとしていた。

平成 25 年度より現場硬化性材料（熱硬化性樹脂・光硬化性樹脂）の一部が日本下水道協会のⅡ類資器材として登録され、認定工場制度の活用が図られている。そのため、Ⅱ類資器材として登録されている現場硬化性の熱硬化タイプ・光硬化タイプの材料を使用している工法については、工場において品質管理としての耐薬品性試験や曲げ、圧縮、引張性能試験等を定期的に確認している。そのため、現場での確実な硬化が曲げ性能試験により確認できれば、製品としての耐薬品性及び引張、圧縮性能を確保できるため、認定工場制度の工場検査証明書を提出することにより、しゅん工時の耐薬品性試験及び引張、圧縮性能試験の実施を免除することができることとする。

現場硬化性材料（熱硬化タイプ・光硬化タイプ）は、現場での確実な硬化の有無が製品の性能に大きく影響することから、Ⅱ類資器材として登録されている材料を使用している工法であっても現場での確実な硬化を確認するため、しゅん工時の曲げ強さ（短期）および曲げ弾性率（短期）の試験については、原則として施工スパンごとに必ず実施する。ただし、1) 曲げ試験③採取頻度の「現場条件が同等」に適合する場合は、その頻度により試験を行う。

また、自立管の熱形成タイプは、工場出荷時と現場施工後の物性が変化せず、施工に影響を受けないため、これまでどおり認定工場制度の検査証明書を別途提出することにより、曲げ強さ（短期）、曲げ弾性率（短期）及び耐薬品性試験の実施を免除することができる。

3) しわの評価

更生を行った後の管きょ内に発生するしわは「不十分な前処理も含めて施工不備によって更生管きょ内面に生じる断面方向または縦断方向の凸」※であり、図 6-3 に示すとおり、断面方向または縦断方向に連続するしわの両端からの高さ a または b のうち、いずれか高い方で評価する。ただし、既設管きょの凹部による凹みは考慮しない。

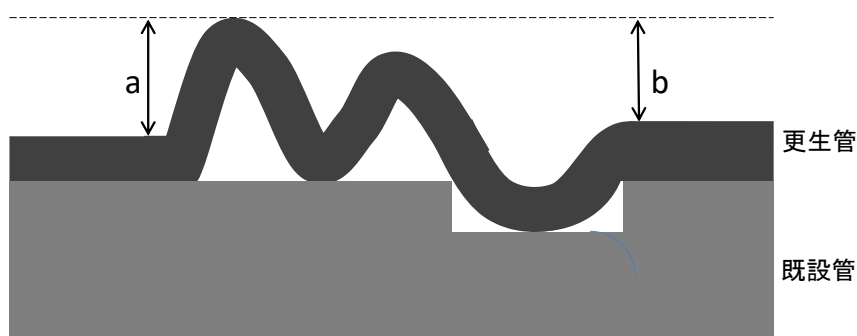


図 6-3 更生管きょ内面のしわ

※ 「下水道用プラスチック製管きょ更生工法（JIS A 7511）」で規定

しわは、管きょの機能（耐荷性能や流下能力、耐久性等）に影響を与えることが想定されるため、施工の不備によるしわの発生は、原則として認められない。

しかし、前処理等の措置が施された場合でも既設管の状況（曲線部や内径の不均一など）から、しわがやむを得ず発生することがある。この場合でも、管きょの機能（耐荷性能や流下能力、耐久

性等)へ影響を与えないという観点から、ISO11296に基づいた JIS A 7511 の規定に準拠し「呼び径の2%または6mmを超えるしわ」の発生は認められない。

しわの許容最大高さは、呼び径 300mm を超える場合には呼び径×2%以下、呼び径 300mm 以下の場合には 6mm 以下とする。

なお、テレビカメラ調査で画面を通してしわの評価を行う場合、管内照明による影、付着物等による誤認や管きょ内径(管きょ内は口径にかかわらず画面全体が広がる)との比較からの規模の錯誤などがないように注意する。

(6) 出来形管理

施工順序にしたがい出来形を測定、観察し、その都度、結果を調査記録表に記録する。完成後は、関連仕様書に準じて出来形をビデオ、写真等で記録し、これを管理する。

1) 自立管

① 寸法管理

更生管きょの出来形を把握するため、更生管きょの内径および延長を計測する。内径については、更生後 24 時間以降経過した更生管きょの内径に対し、**図 6-4** に示す測定位置で計測し記録する。

縦断方向の収縮は、硬化後の養生および冷却を確実に実施し、その後に材端の切断、マンホール管口の整形を行うことで防止できる。

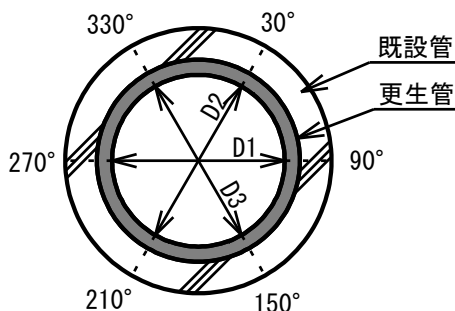


図 6-4 更生管きょ厚および内径を測定する位置の例

② 更生管きょ厚および内径の管理

出来形検査では、更生管きょ厚および内径を次の手順で確認する。なお、出来形管理に用いる更生管きょ厚は、内面コーティングフィルムや外面保護フィルムを除く更生材本体の硬化後の仕上がり厚さとする。

ア) 更生管きょの測定は、人が入って測定できない場合には、1 スパンの上下流マンホールの管口付近で行い、人が入ることができる場合には、それに加えて、1 スパンの中間部付近でも 1 箇所以上の仕上がり内径の測定を行う。

イ) 更生管きょの測定箇所は円周上の 6 箇所とする。標準測定位置は、図に示すとおりである。

ウ) 更生管きょ厚の検査基準は、6 箇所の平均管厚が呼び厚さ以上、かつ、上限は呼び厚さの+20%以内とし、測定値の最小値は設計更生管きょ厚以上とする。なお、流下能力は、計画流量以上の水理性能を確保しているものを適合とする。

エ) 更生管きょの内径の測定時期は、硬化後 24 時間以降とする。

オ) 更生管きよ厚の測定は、更生管きよの縫い目を避けて行う。更生管きよ厚は、更生管きよの設計強度、耐久性および水理性能に直接影響を与えるものであり、これらが適正であることを確認する。

③ 内面の仕上がり状況の管理

ア) 管きよ内を洗浄し、取付け管の穿孔片を除去した後、全スパンについて目視あるいは自走式テレビカメラにより外観検査を行う。なお、自走式テレビカメラの場合、取付け管口については必ず側視を行い、状況を入念に確認する。

イ) 管きよの設計強度、耐久性、水理性能、設計寸法等を損なうようなしわ、たるみ、はく離、漏水、異常変色等の欠陥や異状箇所がないことを確認する。既設管きよに段差や屈曲、内周長の局部的な支障が見られる場合は、更生管きよにもしわなどが形成されることがあるので注意する。

ウ) 更生管きよと既設マンホールとの本管管口仕上げ部は、浸入水、仕上げ材のはく離、ひび割れなどの異常のないことを確認する。なお、熱硬化および熱形成により施工する工法では、冷却による更生管きよの養生不足により管軸方向および管円周方向に収縮が発生することがあるため、十分な養生がされた後に、本管管口および取付け管口の穿孔状況を確認する。

なお、現場硬化タイプは更生材が確実に硬化していること、更生厚が確保できていることが更生管としての性能を確保するうえで非常に重要となるため、非破壊で施工済みの更生管の状況（樹脂の硬化度、更生厚など）を確認できる検査方法が適用できる場合には施工計画書に盛り込み、これを加えて行うことが出来る。

④ 出来形管理表

自立管の出来形は、ガイドライン(p4-40)に示される出来形管理表で管理することを標準とする。

⑤ 工事記録写真等の撮影および提出

工事記録写真等の撮影および頻度は、ガイドライン (p4-50, 4-51) に示される「写真撮影要領」を参考とし、検査結果、フィルムなどの記録を報告書に添付する。

2) 複合管

① 寸法管理

更生管きよの出来形を把握するため、更生管きよの内径（高さと同幅）、延長を図 6-5 に示す測定位置で計測し記録する。

② 更生管きよの仕上がり内径の管理

出来形検査では、次の事項を確認する。

ア) 仕上がり内径の測定は、1 スパンの上下流マンホールの管口付近で行う。人が入ることができる場合は、1 スパンの中間部付近でも 1 箇所以上の仕上がり内径を測定する。

イ) 上下左右の充填材を含めた更生材は厚さが異なることから、更生管きよの内側の中央高さと同幅の 2 箇所で仕上がり内径を測定する。

ウ) 検査基準は、更生管内径の平均値が構造計算における設計更生管きよ径を下回らないこととする。

流下能力は、計画流量以上の水理性能を確保しているものを適合とする。

更生管きよ厚は、更生管きよの設計強度、耐久性および水理性能に直接影響を与えるものであり、これらが適正であることを確認する。

標準測定位置は、図 6-5 のとおりである。

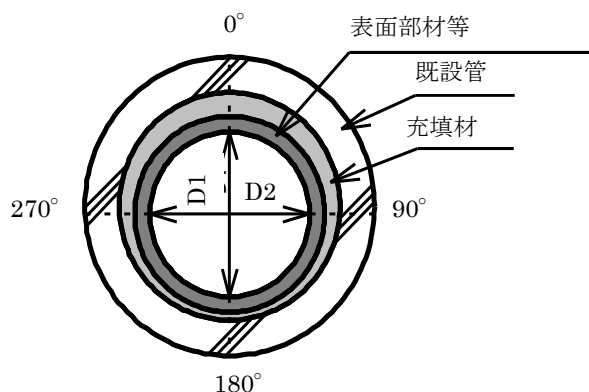


図 6-5 更生管きよの仕上がり内径を測定する位置の例

③ 内面の仕上がり状況の管理

ア) 管きよ内を洗浄し取付け管の穿孔片を除去した後、全スパンについて目視あるいは自走式テレビカメラにより外観検査を行う。なお、自走式テレビカメラの場合、取付け管口においては必ず側視を行い状況を入念に確認する。

イ) 更生管きよの変形、更生管きよの浮上による縦断勾配の不陸等の欠陥や異常個所がないことを確認する。

ウ) 更生管きよと既設マンホールとの本管管口仕上げ部は、浸入水、仕上げ材のはく離、ひび割れなどの異常のないことを確認する。

なお、複合管では、構造上充填材が複合管としての更生材部材の一部となることから、充填材が確実に充填されていることが更生管としての性能を確保するうえで非常に重要となるため、非破壊で施工済みの更生管の状況（充填材の充填状況）を確認できる検査方法が適用できる場合には施工計画書に盛り込み、これを加えて行うことができる。

(7) 環境対策

施工時における環境対策に関する管理事項（要求性能）は、以下のとおりである。

1) 粉じん（塵）対策

清掃時や注入時等は、シートなどでプラントを囲うとともに作業員による清掃および散水をこまめに実施し、粉じんを発生させないように注意する。また、更生管きよの切断処置時等では粉じんが発生するため、作業員は、防じん（塵）マスク、防じん（塵）メガネを着用し、集じん（塵）機等で対策を行う。

2) 臭気対策

① 更生材料に使われる溶媒による臭気対策

更生材料の主要材料は、不飽和ポリエステル樹脂である。この樹脂の組成は不飽和ポリエステルと溶媒等からなっており、特に更生材料に含まれる溶媒が悪臭の原因となっている。このため、

臭気については十分な対策や適切な処置を行う。

更生材料に含まれる溶媒からガスなどが発生する作業は、安全基準値以内のガス濃度になるようにし、必要に応じて防除施設を設置する。施工時には、作業帯の内部およびこれに近接する道路端、接続ますを対象に濃度測定を行い、濃度が基準値以下であることを確認する。

ガス濃度の管理値は作業帯内では **20ppm** 以下、道路端および接続ますでは **0.4～2.0ppm** 以下（地域用途による）とする。

- ア) 作業前には必ず酸素濃度の測定を行い、換気設備を設置する。
- イ) 硬化作業中には溶媒から発生するガス濃度の測定を行い、防臭設備の設置を義務づける。
- ウ) 硬化後に本管管口および取付管口を切断する際は、溶媒から発生するガス濃度を測定し、脱臭設備を設置する。
- エ) 作業終了時には、溶媒から発生するガス濃度の測定を行い、濃度が基準値内であることを確認する。

表 6-5 更生材料に使われる溶媒の性質および留意事項

性 状	液体、無色、芳香、水に難溶、エーテル・アルコールに可溶
主な用途	ポリスチレン樹脂、合成ゴム、ABS 樹脂、イオン交換樹脂 ポリエステル樹脂、合成樹脂の製造原料、または溶液
有害性	管理濃度は 20ppm 以下とする。 眼の粘膜を刺激し催涙性がある。 高濃度の蒸気は麻酔作用があり、 10,000ppm の濃度では 30～60 分で死亡することがある。
法規上の区分	消防法・・・・・・・・・・危険物第 4 類第 2 石油類 労働安全衛生法・・・・・・・・表示物質 有機溶剤中毒予防規則・・・第 2 種有機溶剤 悪臭防止法・・・・・・・・・・悪臭物質

[参考] 臭気の発生原因と対策

ア) 更生材料に使われる溶媒の性質

更生材料に使われる溶媒は発泡スチロールの原料として知られている。不飽和ポリエステル樹脂中にあるのは、樹脂が硬化する際に樹脂の一部となるほか、未硬化の状態での樹脂の粘度を下げる役割を有している。

イ) 臭気の発生原因

樹脂層は不透過性フィルム層には含まれているので、施工前後で未硬化の樹脂が露出することは無い。しかし、実際には以下の原因により施工現場では臭気が発生する。

a. 未硬化樹脂からの揮発

更生材料はフィルム層でラップされているが、端部は特にシールされていない。樹脂を硬化させる前には、この部分から揮発したガスが更生材料の外に出て臭気を発生させることがある。

b. 残存臭

樹脂は硬化すると溶媒も樹脂の一部となる。そのごく一部は樹脂の中に組み込まれず、遊離した状態になる。これを残存臭と呼ぶ。

硬化直後において約 1%程度と推測されるが、経時的に減少する。残存臭は、更生材料が硬化後に本管管口およびます取付管口を切断する際、被覆されていない樹脂層の露出した部分から発生し、大気中に放出される。この場合には、気化したガスは管きょ内に滞留し拡散や管きょ内の空気の流動によって地上に流出する。

ウ) 臭気に対する住民への PR

管内に滞留した溶媒から発生するガスは、各工法とも脱臭装置を設置し臭気対策を行うが、まれにトラップがない、あるいは機能していない住宅があり、場合によっては取付管を経由して屋内の内部に気化したガスが侵入することがある。

また、そのような直接侵入でなくとも屋外に出たガスが窓や出入り口から家屋内に入って住民が臭気を感じることも考えられる。したがって、当該路線の住民には臭気が発生することについて十分に説明する。

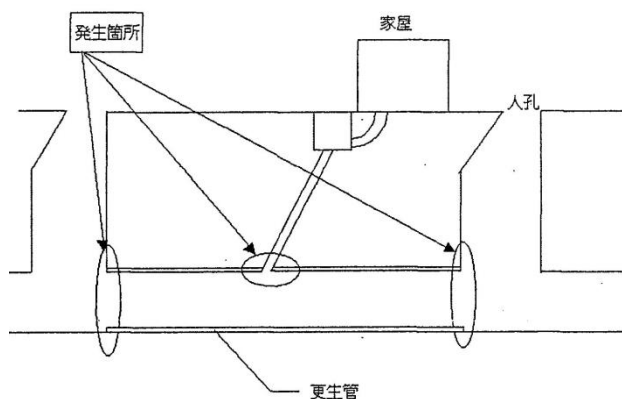


図 6-6 悪臭（溶媒から発生するガス）の発生箇所

② 下水による臭気対策

作業にあたっては、**悪臭防止法**ならびに**労働安全衛生法**に基づく規制等（条例等）を遵守し、作業環境を良好にするとともに、作業による悪臭の発生を防止する。

住宅地内のますの蓋や住宅付近のマンホールの蓋を開放するとき、その他管路内清掃作業で悪臭が発生するおそれのあるときは、事前に付近の住居者、店舗等に対して作業状況をよく説明し理解を得たうえで、できるだけ影響のないよう窓閉めなどの対策を依頼してから作業を開始する。

また、各宅内のますに接続する排水設備のトラップの有無を確認する。特に、地下室を有する場合は注意を要する。

作業中も悪臭発生物をこぼしたり飛散させたりしないように注意し、作業終了後は清掃片付を十分に行って悪臭漏れのないことを確認する。

臭気の実態を把握するため、濃度測定をマンホール内、作業帯内、道路両端で記録する。

3) 騒音・振動対策

作業にあたっては、**騒音規制法**、**振動規制法**、**労働安全衛生法**およびその他条例、基準を遵守する。

なお、あらかじめ関係官公庁への所定の様式により届出を提出し、騒音・振動の発生を抑える機種を採用する。

工事区域と民家および公共施設の距離を測定し、必要に応じて作業時間の制限や騒音・振動を測定する。特に、夜間作業の場合、車輛のエンジン音や作業指示の声等にも十分注意が必要であ

る。

4) 防爆対策

更生工事では、可燃物や有機溶剤等、危険物として貯蔵や取り扱いの基準が定められているものに対しては確実な対応を行うことが重要である。

火災および爆発の原因となるような着火（引火）源の既設管およびマンホール内への持ち込みは厳禁とし、施工現場内には消火器等を必ず設置する。

また、現場には、ゴミ箱や灰皿等を常設し環境美化に努める。特に喫煙場所は、更生材料等に引火性（爆発性）の材料を使用していることから必要な離隔を取り、喫煙は決められた場所で行うことを徹底する。

5) その他

① 温水および排出熱対策

蒸気熱や温水で硬化する工法を使用する場合は、排水の確実な冷却と排出熱対策を行う。

② 宅内への逆流噴出等の対策

管路施設の清掃作業時は、住宅内の取付管への洗浄圧力水の逆流等により宅地内や住居内に噴出被害を起こす場合がある。そのため、付近の枝管や取付管、宅内ますのなどの所在位置をよく確認し、各居住者に作業法を説明したうえで、宅内ますの蓋を開いて洗浄水圧を開放し、住居内への逆流を防止する措置をとるようにする。特に、留守で状況の不明な住宅等の付近での作業には注意を要する。作業完了後には、宅内ますの蓋を閉めたことを確認する。

③ 水質保全対策

複合管の充填材注入工程では、管内水質のアルカリ化により流末となる下水処理場内の微生物への影響に配慮し、下水管内に充填材が流出しないようにバケツ等の容器を用意し、オーバーフローした充填材を確実に容器にて回収する。

7 その他の改築工法

(1) マンホール改築工法

マンホール改築工法は、布設替工法、更生工法に分類される。

マンホール改築工法の分類を図 7-1 に示した。

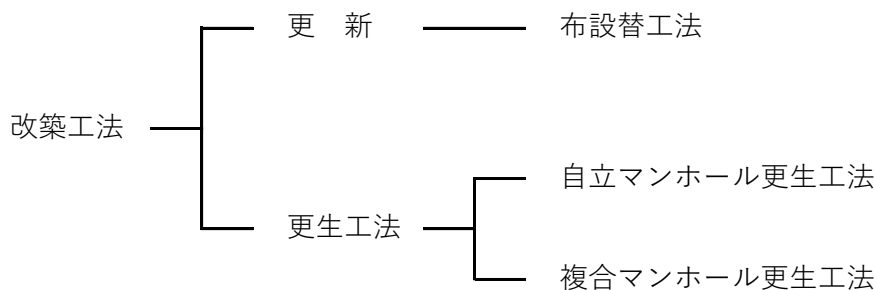


図 7-1 マンホール改築工法の分類

出典 下水道用マンホール改築・修繕工法に関する技術資料（公財）日本下水道新技術機構一部修正

1) 布設替工法

マンホールの布設替工法は、既設マンホールを開削にて撤去し、新しいマンホールを設置し更新するものである。

2) 更生工法

マンホールの更生工法には既設マンホールの耐荷能力を期待せず、更生材自らの耐荷能力により外力に抵抗する自立マンホール更生工法と、既設マンホールと更生材が構造的に一体となって外力に抵抗する複合マンホール更生工法の2種類に分類される。

① 自立マンホール更生工法

自立マンホール更生工法は、既設マンホールの耐荷力を期待せず、マンホール更生材自らの耐荷力により外力に対抗するもの。作用する外力や劣化を引き起こす物質等に対し、自ら耐久性を保持できる構造であるため、破壊や減肉等、種々の劣化状態の既設マンホールの更生に適している。

使用材料は、ライニング材にはポリエステル樹脂、硬化剤には不飽和ポリエステル樹脂を用いる。

ア) 形成タイプ

ライニング材を挿入し、既設マンホールの躯体コンクリートに空気圧にて膨らませ、密着させて温水シャワーの循環により熱硬化させるタイプ。

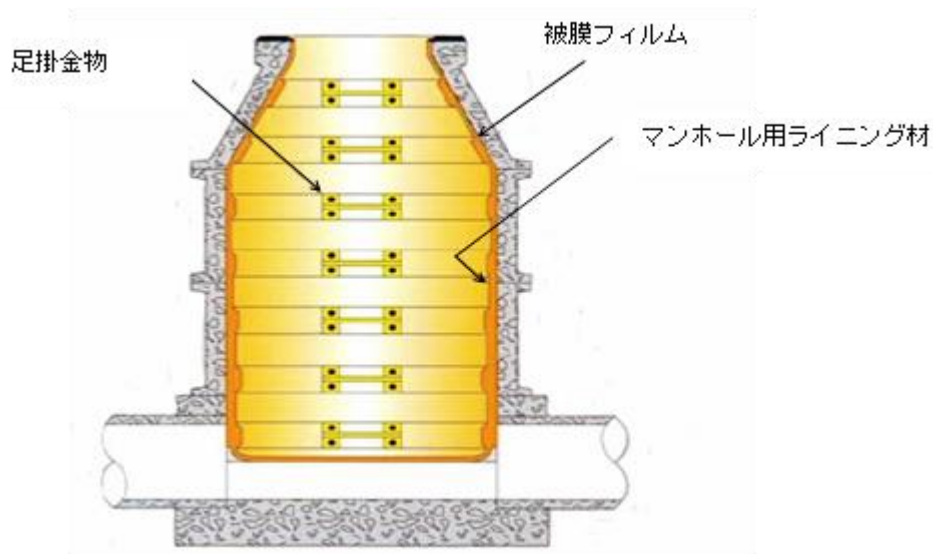


図 7-2 形成タイプ構造図

イ) 補強タイプ

スペーサー付ライニング材を、スペーサーを介して一定の隙間を設けて既設マンホール内に挿入し、温水シャワーの循環により硬化させる。硬化後、隙間にポリエステル樹脂を注入する。

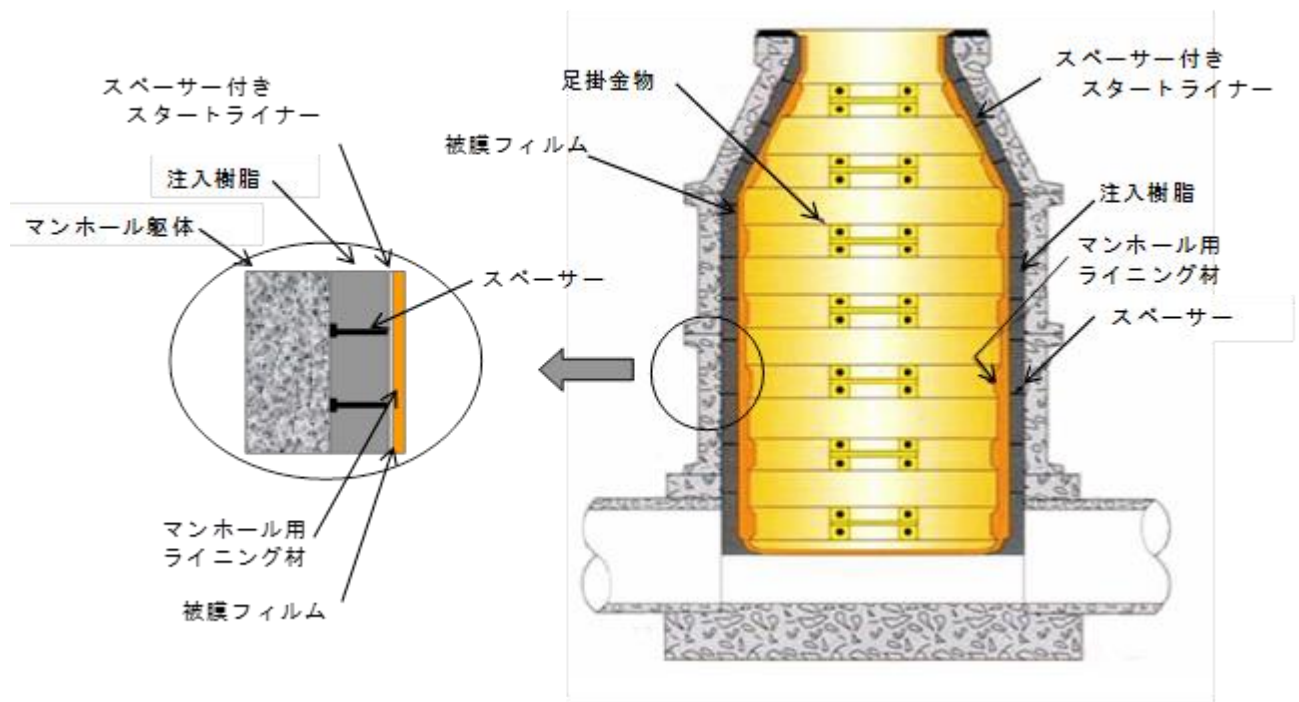


図 7-3 補強タイプ構造図

② 複合マンホール更生工法

複合マンホール更生工法は、既設マンホールと更生材が構造的に一体となって外力に対抗するもので、工場製作の更生材をコンクリート躯体に固着させ、コンクリートを被覆する工法である。既設マンホールと表面部材の間には充填剤を注入し、表面部材等が充填材に喰い込み、充填剤が既設マンホールに接着することで、3者が一体化し、必要な耐荷性能を有することとなる。複合マンホール更生工法は、以下の組立型と形成工法（現場熱硬化型）の2工法に大別される。

表 7-1 複合マンホール更生工法の分類

工法名	防食被覆材料	固着方法	接合部処理材料
組立型 A 工法	ビニルエステル樹脂	樹脂による接着固化	エポキシ系樹脂
組立型 B 工法	高密度ポリエチレン	溶着	高密度ポリエチレン
現場熱硬化型 C 工法	不織布・ポリエステル樹脂	温水による熱硬化	—

ア) 組立型

工場製作された更生材を現場搬入して現場で形成する組立型

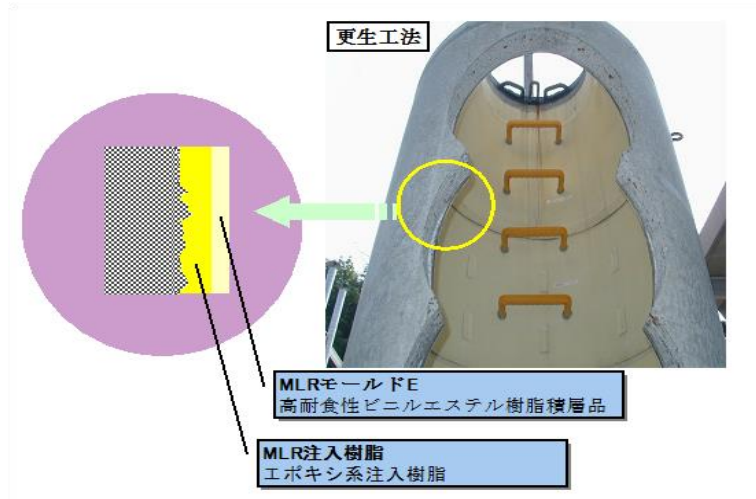


図 7-4 組立型 (A 工法) の施工断面図の例

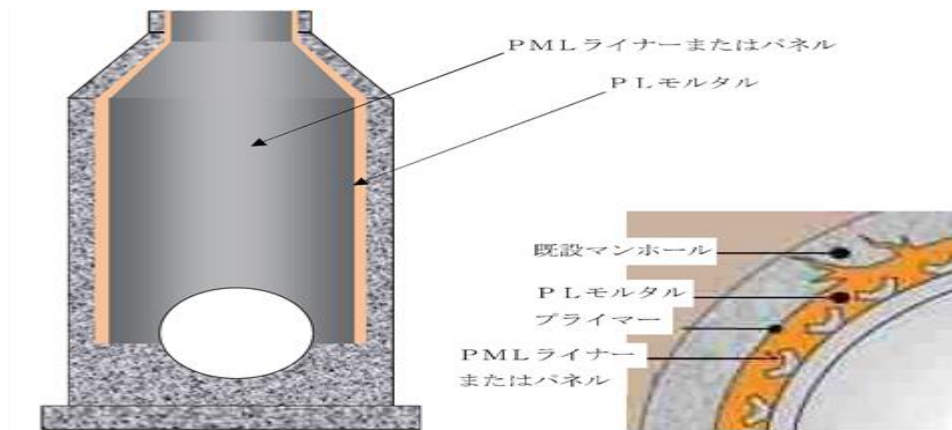


図 7-5 組立型 (B 工法) の施工断面図の例

イ) 形成工法 (熱硬化型)

ライニング材を空気圧により膨らませた後、温水を満水状態に循環させ現場で硬化させる現場熱硬化型工法をいう。

人孔内面にプライマーを塗布し、形状に合わせて加工したスペーサー付結合板をマンホール壁面に取り付け、その内側に熱硬化性樹脂を含浸させたライニング材をマンホール内に挿入する。ライニング材を空気圧により膨らませた後、温水を満水状態に循環させ、熱硬化させる。

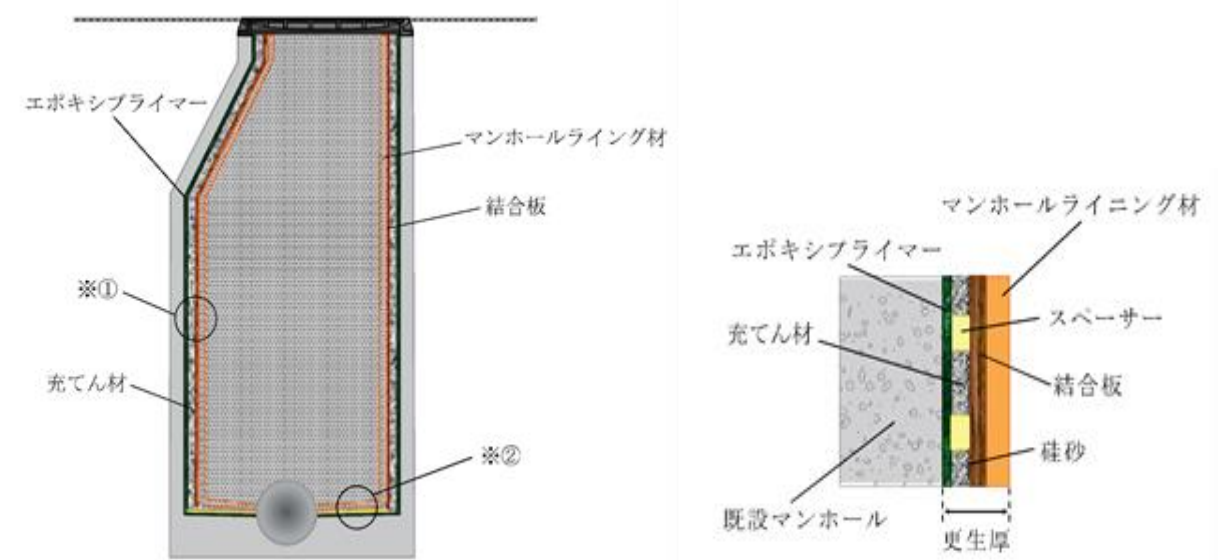


図 7-6 現場熱硬化型（C工法）の施工断面図

（２）マンホール蓋取替工法

マンホール蓋取替工法は、マンホール蓋周辺の舗装を、円形、もしくは矩形に撤去し、マンホール蓋及び周辺舗装と共に取り替える工法である。

舗装を矩形に人力で撤去する工法は、汎用的な舗装カッターにより工事が可能な為これまで多く採用されてきた。一方、舗装を円形に撤去する工法は、既存マンホール上部を機械により撤去することにより施工スピードを上げ、マンホール蓋取替工事に伴って起こる交通渋滞、施工時の騒音・振動、一時交通開放時の通行車両の騒音・振動、マンホール蓋と周辺舗装との段差など、沿道住民及び道路管理者にとっての問題の軽減が期待されるものであり、近年、複数の工法が開発されている。



写真 7-1 マンホール蓋取替工法の施工例（左：円形、右：矩形）

(3) 取付け管更生工法

取付け管更生工法は、取付け管の内側に更生材を用いて管を構築する工法である。

取付け管更生工法は、管きよとの接合方法により、表 7-2 に示すような 3 つの工法に分類される。取付け管の接合部は、陥没の原因となる主要箇所であり、取付け管及び管きよの損傷状況、地盤状況、地下水位等を十分考慮した止水・補強対策が必要である。

表 7-2 取付け管更生工法の分類

名称	内容
ツバ付取付け管スパン更生工法	取付け管本体スパンと本管接合部をツバで一体として更生する工法
取付け管スパン更生工法	取付け管の本体スパンのみを全長更生する工法 後付けのハット・ツバ等と組み合わせることもある。
一体型更生工法（内面補強工法）	本管と取付け管の接合部のみを更生する工法

更生管は公共ますまで

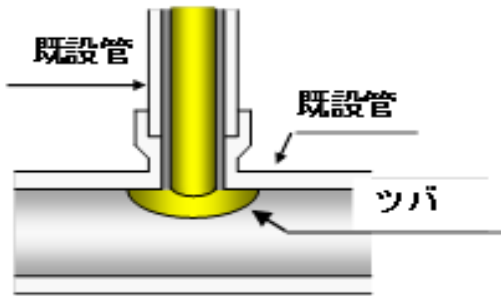


図 7-7 ツバ付取付け管スパン更生工法

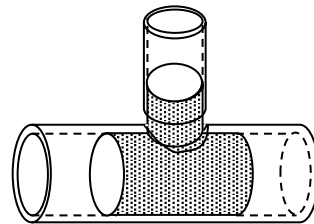


図 7-8 一体型更生工法（内面補強工法）

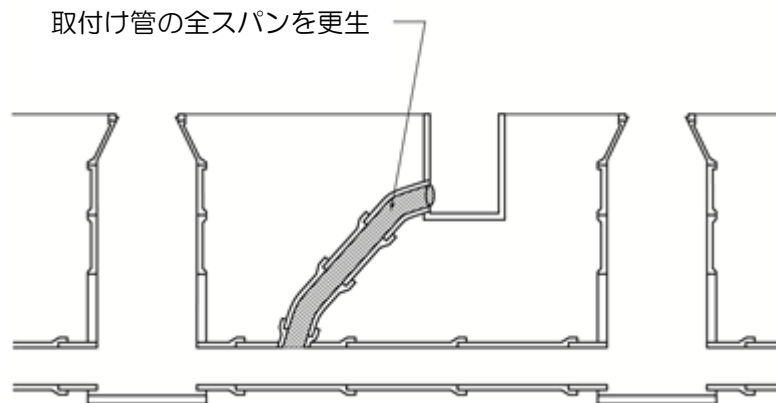


図 7-9 取付け管スパン更生工法

施工法で分類すると、取付け管更生工法には反転工法と形成工法がある。両工法とも硬化すると管きよとなる更生材を公共ます側または本管側から既設の取付け管内に挿入し、空気圧や水圧等を用いて更生材を拡径・密着させて加熱や光照射により更生材を硬化する工法や、加熱軟化拡径・冷却固化または常温拡径・常温固化させ、管きよを構築する工法である。

反転、形成工法の違いは、取付け管内への更生材の挿入方法で、反転工法は、水圧や空気圧で反転挿入させ、形成工法は材料をワイヤー等で引き込んでいます。両工法とも目地ズレやたるみ等は修正できず、既設管の形状をそのまま更生することとなる。

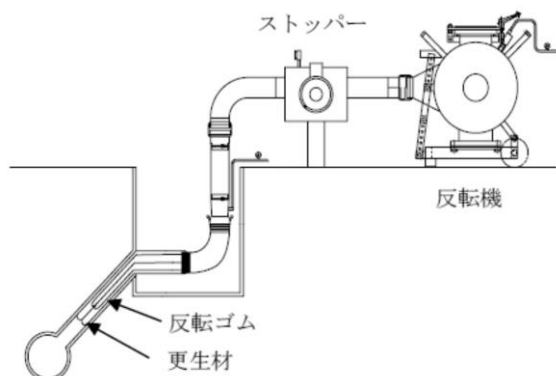


図 7-10 反転工法(取付け管更生工法)の概要例

写真 7-2 反転工法(取付け管更生工法)の施工状況

取付け管更生工法の詳細については、「取付け管の更生工法に関する設計・施工の手引き」(平成 27 年 8 月(社)日本下水道管路管理業協会)を参照のこと¹⁴⁾。

8 修繕工法

(1) 修繕の目的別分類

修繕の目的別分類は以下のとおりである。

- 1) 止水
- 2) 内面補強
- 3) 断面修復
- 4) 防食被覆
- 5) その他

(2) 止水工法

管路施設に発生した地下水の浸入や漏水箇所、あるいはこれらの原因により管路施設背面に生じた水みちや地盤のゆるみ、さらに空洞部分を閉塞することにより水密性を図り、止水することを目的に用いられる工法で、以下の 3 工法に分類される。

- 1) Vカット工法
- 2) 注入工法
- 3) リング工法

管路施設に発生した地下水の浸入箇所や漏水箇所、あるいはこれらの原因により、管路施設背面に沿って生じた水みちや周辺地盤のゆるみ、更に空洞部分を閉そくすることにより、水密性を図り止水することを目的に用いられる工法である。また施工場所や不良発生箇所の度合いにより、V カット工法、注入工法、リング工法がある。

1) Vカット工法

管径φ800mm以上の大口径管、マンホールの側壁などで、浸入水などが見られる不良箇所（継手ズレ、クラック、小破損等）に対し、ピックハンマー、ノミ等により躯体の一部をV型又はU型にはつり、その箇所にコテや専用ガン等で急結性止水材を注入し、表面仕上げして補修する工法である。管きょ及びマンホール本体の形状・寸法に応じて対応でき、施工が早い。



写真 8-1 Vカット工法の施工状況

2) 注入工法

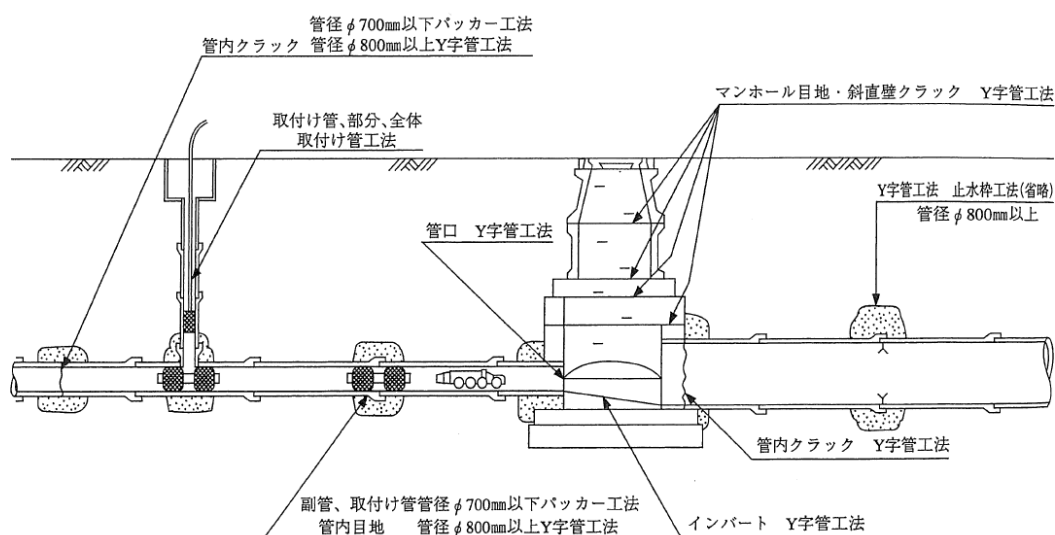


図 8-1 注入工法の概略図

短時間に凝固する薬液を不良箇所（継手ズレ、クラック等）に注入して、形成された水みちや空洞部を充填閉そくさせ、また周辺地盤を改良することにより、水密性を向上させることを目的とする工法である。管きょ内への地下水浸入や土砂流入の一時的な防止に効果がある。

下水管きょの止水工事で使用されている注入材料は、一般注入材料と異なり下水管きょ専用開発された材料で、凝固する前は流動性がよく、細かいクラックや複雑な構造でも充填効率に優れている。ただし、注入工法で使用される注入材は、発現強度が相対的に低く、また長期の耐久性が無いので、施工後の効果確認は、定期的に継続して追跡調査するのが好ましい。

① パッカー工法

管径 700mm 以下の小口径管、取付け管、副管の不良箇所を、注入パッカーを用いて管内から止水材を注入して一時的に修繕する工法である。本管修繕対象箇所にテレビカメラを用いて注入

パッカーを誘導設置し、1箇所ごとに修繕する。

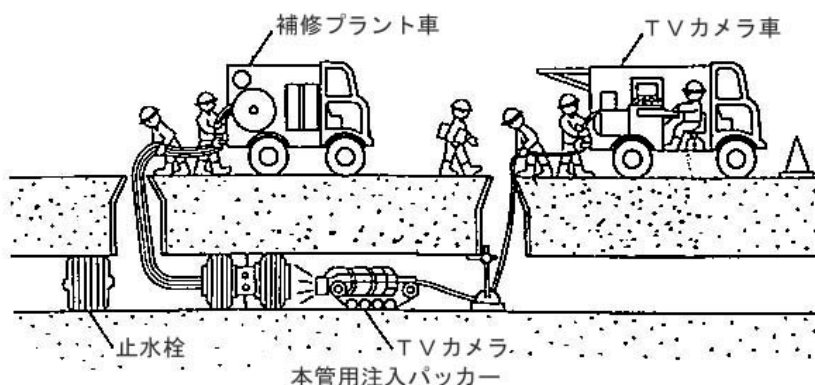


図 8-2 パッカー工法の概要

② Y字管注入工法

管きょやマンホールに浸入水を伴う欠陥箇所の修繕に適用される工法である。浸入水箇所に取り付けたY字型の注入管から、主剤と硬化剤の2液を同時に注入することにより止水する。内面の仕上げは止水セメントやモルタル等で行う。

管径 800mm 以上の中大口径管きょ（継ぎ手、クラック、破損等）、マンホール（斜・直壁目地、クラック、破損等）、マンホール管口（クラック、破損等）が対象となる。

管きょ及びマンホール本体の形状・寸法に応じて対応できる。

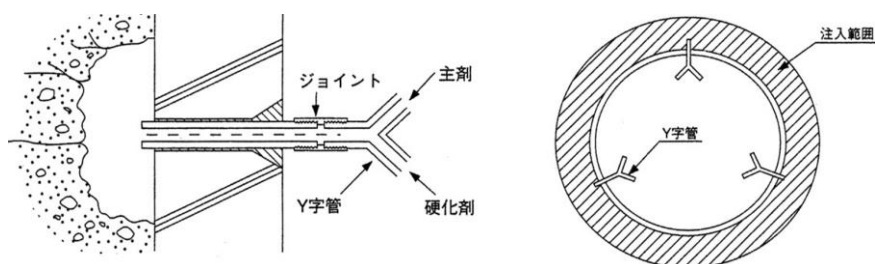


図 8-3 Y字管注入工法の概要

3) リング工法

浸入水が見られる目地部の不良箇所に工場で製造された止水用ゴムパッキンを、耐食性のステンレススリーブで内側から拡張圧着することにより、管きょ内およびマンホール内への浸入水や土砂の流入を防止する工法である。管きょが大断面あっても施工が可能である。マンホール内径 900mm～1800mm で適用できる。材料に柔軟性がないため、不陸・蛇行、段差（段差 20mm 程度は適用可）での適用性に欠ける。なお、近年、止水目的だけでなく、追従性の高い構造により地震時にマンホール継手部に発生する水平方向の抜け出しおよび屈曲に対する耐震性能を有したリング工法も開発されている。

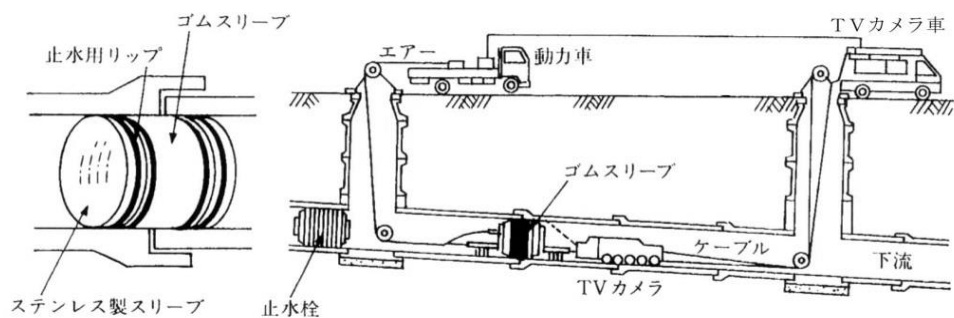


図 8-4 リング工法の概要



写真 8-2 リング工法の施工状況

(3) 内面補強工法

管きょ内の一部に発生した不良箇所を修繕するため、現状よりも強度増加、止水性、耐久性の向上を図ることを目的に行う。本管部だけでなく、取付け管接合部や、取付け管自体を補強する工法もある。

【解説】

内面補強工法は、芯材（不織布、ガラス繊維マット、ケプラー繊維マット等）に硬化性樹脂を含浸させた更生材を、マンホールから補修機を用いて管きょ内の不良箇所に引き込み、空気圧等で管きょ内面に圧着させた後、更生材を硬化させ補修する。なお、本管部だけではなく、取付け管接合部を補強する工法もある。

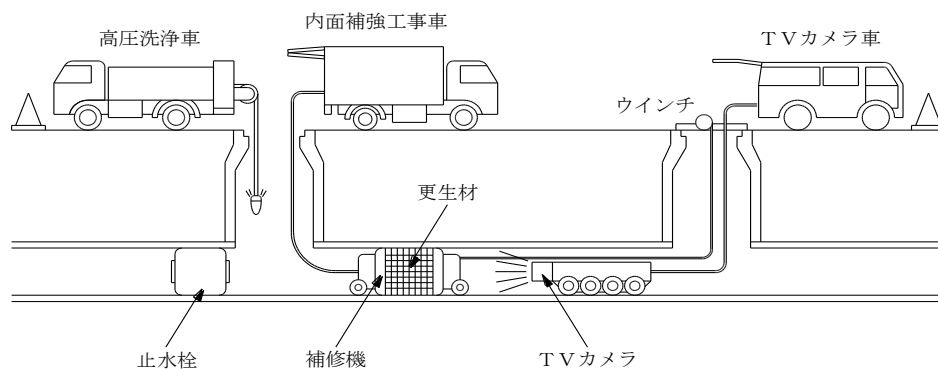


図 8-5 内面補強工法の概略図

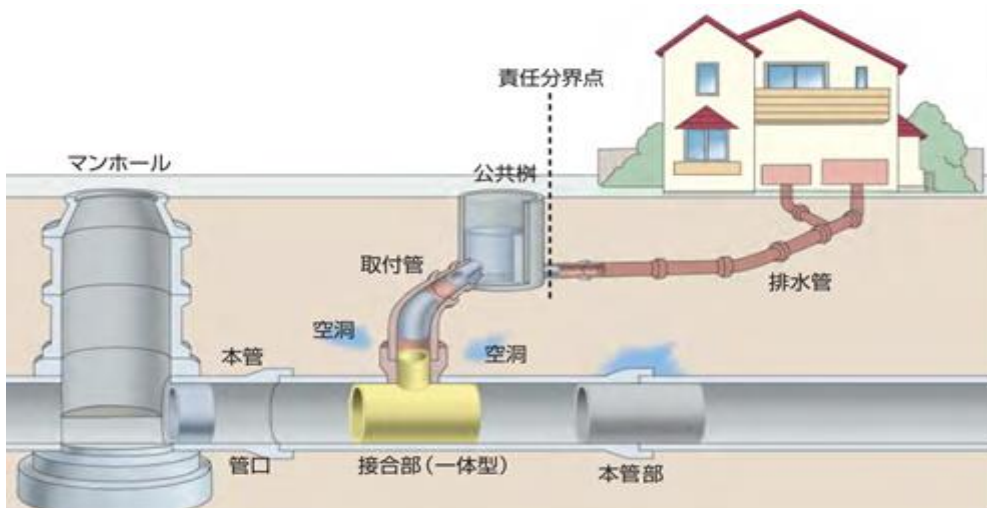


図 8-6 既設管と内面補強工法による更生管の概要図



写真 8-3 更生材料（硬化性樹脂）の含浸

更生材の硬化方法には、熱硬化タイプ、光硬化タイプ、常温硬化タイプの 3 つに分類され、施工方法は以下のとおりである。

① 熱硬化タイプ

熱硬化タイプは、ガラス繊維又は有機繊維等に熱硬化性樹脂を含浸させた更生材を、専用の補修機に巻付け、既設マンホールから管きょ内の補修位置に引き込み、空気圧等により管きょ内面に加圧密着させる。次に、加圧状態のまま温水や蒸気等により加熱することで更生材を熱硬化させ、既設管きょの形状に合わせた FRP 管等を形成するものである。

② 光硬化タイプ

光硬化タイプは、予め補強材と光硬化性樹脂を工場内で生産（含浸・積層）した更生材を、専用の補修機に巻き付け、既設マンホールから管きょ内の補修位置まで引き込み、空気圧等により管きょ内面に加圧密着させる。次に、加圧状態のまま紫外線や可視光線を照射することで更生材を硬化させ、既設管きょの形状に合わせた FRP 管等を形成するものである。

③ 常温硬化タイプ

常温硬化タイプは、ガラス繊維又は有機繊維等に常温硬化性樹脂を含浸させた更生材を、専用の補修機に巻き付け、既設マンホールから管きょ内の補修位置に引き込み、空気圧等により管きょ内

面に加圧密着させる。次に、加圧した状態で時間をかけ、外部から熱を加えることなく更生材を硬化させ、既設管きよの形状に合わせた FRP 管等を形成するものである。

(4) 断面修復工法

コンクリート構造物の断面修復工法は、コンクリートの中性化防止及び洗掘等による摩耗の修復を目的とした工法である。

管きよのコンクリート構造物の断面修復工法には、以下のものが適用可能である。

- 1) 断面修復モルタル工法
- 2) FRP 補強材と耐硫酸性モルタルによる断面修復工法

【解説】

「表面保護工法設計施工指針案」によると、コンクリート構造物の表面被覆工法は防食被覆工法を含め、表面含浸工法、断面修復工法が規定されている。下水管きよは、硫化水素による硫酸腐食を含め、過酷な条件下で供用されるため、中性化や摩耗により劣化することがある。このような硫化水素による硫酸腐食と違い中性化や摩耗による劣化はモルタルによる断面修復工だけで対処可能な場合がある。

1) 断面修復モルタル工法

断面修復工法には、各種の断面修復材料と施工方法が開発され、一般的に超微粉末高炉スラグ高含有のモルタルが断面修復材に用いられている。高炉スラグ微粉末を用いたコンクリートの耐硫酸性（5%硫酸水溶液・1年間浸漬後の強度）について、(公社)土木学会の施工指針では、いずれの浸漬期間、置換率、水結合比、粉末度の場合とも、一般のコンクリート（W/C=55%）に比較して、圧縮強度が大きいことが認められており、シリカフェームと併用すると耐薬品性がさらに向上することが示されている。このため、硫化水素濃度 5ppm 以下の環境下では、断面修復工に修復モルタルで断面修復を行うことで、対処可能である。断面修復工法については、工法により、左官工法、吹き付け工法及び打継ぎ工法に大別される。

2) FRP 補強材と耐硫酸性モルタルによる断面修復工法

修繕に分類されるコンクリート構造物の断面修復工法として、FRP 補強材と耐硫酸性モルタルによる補修・補強工法等がある。

本工法は、梁、柱、壁、床版等の既設構造物のコンクリート表面及び内部に FRP 補強材を配置して、モルタルにより既設コンクリートと一体化することで、耐荷力や耐久性の回復及び向上を図る工法であり、主にボックスカルバートや特殊マンホール等のコンクリート構造物の修繕工事で用いられる。採用に当たっては、施工条件、腐食環境条件、施設の劣化状況等を十分に検討することが肝要である。

(5) 防食工法

防食工法は、硫化水素ガス等によるコンクリート腐食防止（防食）やコンクリートの中酸化防止を目的とした工法で、以下のものがある。

- 1) 塗布型ライニング工法
- 2) シートライニング工法
- 3) モルタルライニング工法

【解説】

防食工法は以下に分類される。

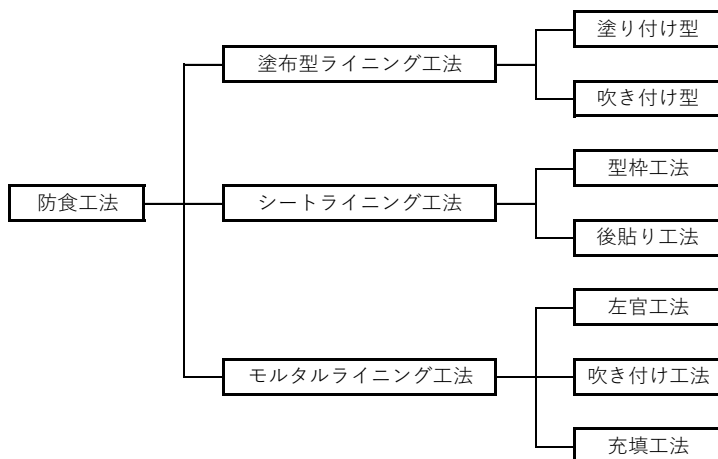
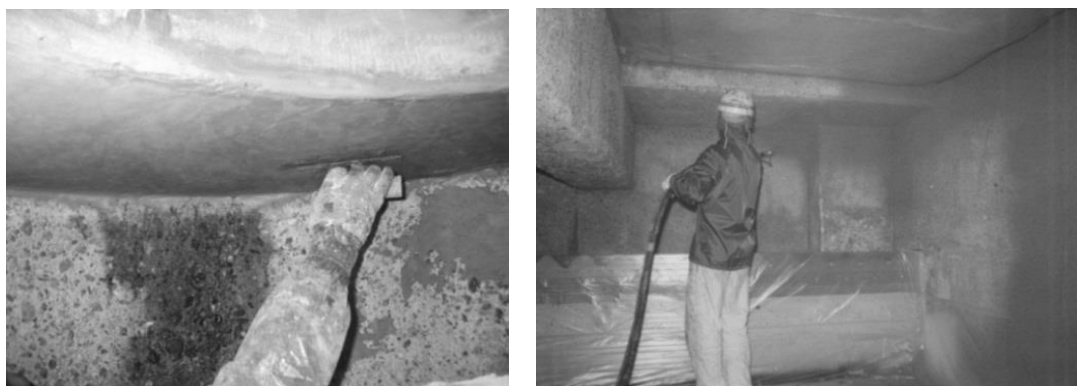


図 8-7 防食工法の分類

出典 下水道用マンホール改築・修繕工法に関する技術資料（公財）日本下水道新技術機構

1) 塗布型ライニング工法

塗布型ライニング工法は、管きょ内部のクラックや欠落部をモルタル等で調整し、防食被覆材（エポキシ系、ポリエステル系等の樹脂系塗料）をハケ、スプレー、コテ、ローラ等で直接塗付・被覆して修繕する工法である。



2) シートライニング工法

工場で製造された成形板（シート材）とコンクリート構造物との間にコンクリートや樹脂等を注入して一体化させる。施工方法には①型枠工法、②後貼り工法がある。

3) モルタルライニング工法

モルタルライニング工法に用いられる耐硫酸モルタルは、アルミナセメントや高炉スラグ粉砕物などの無機系材料を用い、一般的なコンクリート構造物の補修に用いられるモルタルに比べて、高い耐硫酸性を有する無機質被覆材料である。施工時にコンクリート表面に多少の水分が存在しても、接着強度が不足するなどの性能の低下を起こすことがない。

(6) その他工法

その他の工法として以下があげられる。

- 1) 部分布設替工法
- 2) 足掛け金物取替工法

1) 部分布設替工法

劣化が確認された管きよを、スパン全部ではなく劣化が確認される箇所を中心として部分的に布設替えをおこなう工法である。

2) 足掛け金物取替工法

足掛け金物は、マンホール内を昇降するのに不可欠なマンホール付帯設備であるが、マンホール内部の劣化実態では異状の件数が最も多いものである。そのため、取り替えもマンホールの改築よりも早期に行う場合も多く、また、マンホールの改築や修繕に付帯して行われることもある。

[材質]

マンホール足掛け金物の材質には以下のものがある。硫化水素が発生し、腐食の恐れのある場所では耐食性のある材質を用いる。

- ・冷間圧造用炭素鋼等に樹脂被膜を施した成形品
- ・ダクタイル鋳鉄製のものに樹脂系塗装を施したもの
- ・ステンレス鋼に滑り止め加工を施したもの
- ・ステンレス鋼にポリプロピレン被覆を施したもの

[取替工法]

足掛け金物の取替工法には、以下の方法がある。

① ドリル削孔

サンダーによる切断後に、ハンマードリルやコアドリル等により削孔を行い、樹脂等により足掛け金物を固着させる方法。

② 梯子式ステップ

梯子式ステップをアンカーにより取り付ける方法。

③ ツインドリル工法

2台の電動ドリルにより左右同時に削孔し、その孔に止水スリーブと接着剤を含浸させたスポンジを用いてステップを挿入し、接着固定する工法。

④ マンホール専用コアドリルシステム

専用の湿式コアドリルを用いて削孔し、ステップを接着剤により固定する方法。



写真 8-5 マンホールの調査



写真 8-6 劣化した足掛け金物

9 既設管路耐震化工法

地震により既設管路の被災が多く発生し、下水道の機能不全をもたらすとともに、汚水溢水や道路交通障害など、環境や市民生活に大きな影響を及ぼしている。このような悪影響を未然に防ぐために、さまざまな耐震化工法が開発され、地震時にも効果を発揮している。

管路の耐震性の向上を目的としたハード面の対策の中で、既設の管路向けの工法が既設管路耐震化工法であり、対策部位により本管、マンホール、マンホールと管の継手部に区分することができる。

- (1) 本管の耐震化
- (2) マンホールの耐震化
- (3) マンホールと管の継手部の耐震化

耐震対策とは、地震後の応急復旧対策活動に重大な影響が生じないように、個々の施設の構造面での耐震化等による耐震性の向上を目的とし新設における耐震設計のほか、既存施設の耐震化により、個々の下水道施設の要求性能を確保するために実施する構造上のハード対策（計画、設計及び施工）を行うことである。

既存管路施設のもっとも有効な耐震対策は、開削工法などを用いた布設替えである。布設替えが可能な場合には、耐震性能を有する管路施設を再構築することが望ましい。しかし、布設替えが困難である場合が多いことから、その場合には非開削工法等による耐震補強を段階的に実施する。

(1) 本管の耐震化

耐震性能を有する更生工法を用いることにより、本管に耐震性能を付与することが出来る。詳細は「管きょ更生工法における設計・施工管理ガイドライン」（平成 29 年 7 月 日本下水道協会）を参照のこと。

(2) マンホールの耐震化

マンホールは、その大部分が空洞となっており、水密性が高く建設されていることから、地震時の周囲の地盤の液状化により浮上することが多く見られている。これを防止するための工法としては、以下の 4 つに区分することができる。

1) 地盤改良タイプ

管路施設周辺の地下水位以下の地盤をセメント・石灰等の改良剤により固化したり、振動等により周辺地盤を締固めたりすることで、土のせん断強度を増加させて液状化の発生を防止する。

2) 過剰間隙水圧消散タイプ

碎石ドレーンによる地中杭等を構築し、間隙水を地下水位の上あるいはマンホール内へ排水させ、地震時の過剰間隙水圧の発生を抑制する。

3) アンカータイプ

底盤部または側壁部から非液状化の支持層へアンカーを設置し、加重間隙水圧による本体の浮き上がりに抵抗する。

4) 重量化タイプ

管きょをコンクリート基礎などで重量を増やしたり、マンホールの底版を増し打ちしたり、側壁頂部に既製品を固定してカウンターウェイトの代わりにして、過剰間隙水圧による浮き上がりに抵抗する。

表 9-1 マンホールの浮上防止対策工法の一覧 (参考)

分類	液状化発生防止方策		液状化時の被害軽減方策	
	①地盤改良タイプ	②過剰間隙水圧消散タイプ	③アンカータイプ	④重量化タイプ
適用施設・部位	管渠 マンホール	管きょ マンホール	大規模の管きょ 小規模のマンホール	小規模の管きょ 小規模のマンホール
方法・概要図	<p>管路施設周囲の地下水位以下の地盤をセメント・石灰等の改良剤により固化したり、振動等により周辺地盤を締めたりすることで、土のせん断強度を増加させて液状化の発生を防止する。</p>	<p>碎石ドレーンによる地中杭等を構築し、間隙水を地下水位の上あるいはマンホール内へ排水させ、地震時の過剰間隙水圧の発生を抑制する。</p>	<p>底版部または側壁部から非液状化の支持層へアンカーを設置し、過剰間隙水圧による本体の浮き上がりに抵抗する。</p>	<p>管きょをコンクリート基礎などで重量を増やしたり、マンホールの底版を増し打ちしたり、側壁頂部に既製品を固定してカウンターウェイトの代わりにして、過剰間隙水圧による浮き上がりに抵抗する。</p>
対策効果	<p>液状化層を非液状化層に変化させるため、効果は大きい。 埋戻し土と周辺地盤の液状化防止に効果がある。 地盤の急変化部、マンホールと管きょの接続部での抜出し防止・応力緩和にも効果がある。 振動による改良は液状化を遅らせる効果がある。</p>	<p>埋戻し部の地震時の過剰間隙水圧の発生を抑制する方法であるが、浮上りが防止効果の発現には若干のタイムラグがある。</p>	<p>マンホール躯体をアンカーで固定するため、浮上りに対して有効な方策である。 埋戻し土の液状化による浮上りが被害の軽減効果がある。</p>	<p>本体の重量増加で過剰間隙水圧に抵抗するため、浮上りに対して有効な方策である。</p>
設計・施工上の問題点	<p>改良体に作用する液状化時の偏土圧を考慮し、液状化防止かつ施設の浮上りが防止のための改良範囲を十分検討する。 対象層が深い場合は、改良範囲が増大し、大規模な方策となる。 管路下・マンホール底版下の改良が望ましいが、適用工法・施工性等を十分検討する。 管きょの場合は、枝管・取付け管により施工の制約がある。</p>	<p>碎石の目詰まり等の透水性維持の問題があるため、ドレーンの規模・設置長さ等、適切な構造を考える。 ドレーンを用いず、マンホールに排水用圧力弁を設け、マンホール内へ排水する方法もある。 管きょの場合は、枝管・取付け管を避けて配置を検討する。</p>	<p>アンカーの定着層(非液状化の支持層)を調査で判断する。アンカーはロッドのほかワイヤーロープ等でも対応可能である。 アンカー頭部は底版に固定するタイプと側壁に固定するタイプがある。底版に固定するタイプは路上施工と本体内施工の両方が可能だが、施工性を検討する。 側壁固定タイプは道路の掘削が必要となり、地下埋設物への影響を検討する。</p>	<p>過剰間隙水圧に対して重量で抵抗するため、単位重量のみで対処することとなる。 重量不均衡による不同沈下を起こさないようにする。 管きょの場合は、取付け管の後施工が困難となる。 内部に鋳鉄製品を貼り付ける場合は酸化による酸欠に注意する。</p>
下水管路施設への適用性	<p>固化は比較的大規模の管路施設に適する。 振動はマンホールに適用する。</p>	<p>マンホールに適する。 管きょにも適するが、枝管・取付け管により制約を受ける。</p>	<p>比較的大規模の管きょ、比較的小規模のマンホールに適する。</p>	<p>浮上りが軽減効果はあるが、重量増による沈下の懸念がある。 比較的小規模の管路施設に適する。</p>
環境上の問題点等	<p>規模が大きくなると、周辺構造物への影響が懸念される。</p>	<p>排水先が道路面や舗装内になる場合は、関係機関との調整が必要である。</p>	<p>管路施設の下に地下埋設物がある場合は、関係機関との調整が必要である。</p>	<p>占有範囲が外側に広がる場合は、関係機関との調整が必要である。</p>

出典：下水道施設の耐震対策指針と解説－2014年版－（公社）日本下水道協会

(3) マンホールと管の継手部の耐震化

地震時に管路施設が受ける被害はマンホールと管きよの継手部に多く見られることから、接続部に可とう性継ぎ手を設置することが有効である。この場合、地表面から掘削せず、マンホールの内部から施工する実用的な方法として、以下のような3タイプの方法が開発されている。

1) タイプⅠ

マンホールの側壁部を削孔して、ここに可とう性材料を巻き立てる方法であり、屈曲や抜け出し、突出しに対応できる緩衝材を設置するものである。

2) タイプⅡ

既存管きよの管厚部を削孔して、ここを可とう性材料で置換する方法であり、管きよ更生工法と併用して使用されることが多い。マンホールの壁厚を考慮して屈曲や抜け出し、突出しに対応できる緩衝材を設置するものである。

3) タイプⅢ

本管のマンホール近傍に切込みを入れて誘導目地とし止水リングを設けて対応する方法であり、ここに地震時の応力を集中させることで本管の管口部の損傷を防止するものである。この方法は屈曲や抜け出しに対応可能である。

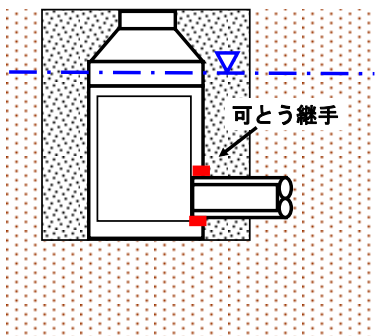


図 9-1 タイプⅠ

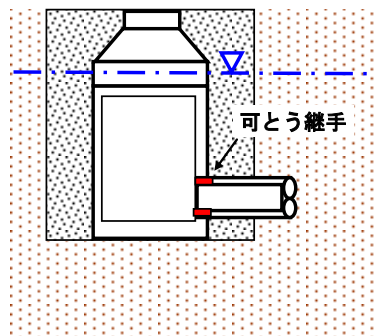


図 9-2 タイプⅡ

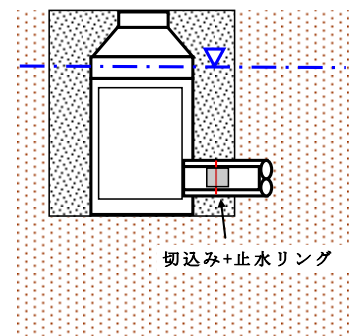


図 9-3 タイプⅢ

出典：下水道施設の耐震対策指針と解説—2014年版—（公社）日本下水道協会

10 参考資料

(1) 参考文献

- 1) 「管きょ更生工法における設計・施工管理ガイドライン」(平成 29 年 7 月 (公社) 日本下水道協会)
- 2) 「JIS A7501 下水道管路維持管理計画の策定に関する指針」(平成 25 年 4 月 日本工業規格)
- 3) 「下水道用マンホール改築・修繕工法に関する技術資料」
(平成 26 年 12 月 (公財) 日本下水道新技術機構)
- 4) 「マンホール蓋の取替えに関する設計の手引き (案)」
(平成 23 年 8 月 (公社) 日本下水道管路管理業協会)
- 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」
(平成 24 年 4 月 日本下水道事業団)
- 6) 「下水道施設の耐震対策指針と解説－2014 年版－」(平成 26 年 (公社) 日本下水道協会)
- 7) 「管きょ更生工法 (二層構造管) 技術資料」(平成 18 年 3 月 (公財) 日本下水道新技術機構)
- 8) 「管きょの修繕に関する設計・施工の手引き (案)」
(平成 26 年 5 月 (公社) 日本下水道管路管理業協会)
- 9) 「取付管の更生工法に関する設計・施工の手引き (案)」
(平成 27 年 8 月 (公社) 日本下水道管路管理業協会)
- 10) 「JIS A7511 下水道用プラスチック製管きょ更生工法」(平成 26 年 7 月 日本工業規格)
- 11) 「マンホールの改築及び修繕に関する設計・施工の手引き (案)」
(平成 28 年 7 月 (公社) 日本下水道管路管理業協会)
- 12) 「下水道管路施設維持管理マニュアル 2023」(2023 年 4 月 (公社) 日本下水道管路管理業協会)

(2) 改築・修繕の工法分類と適用範囲

表 10-1 改築・修繕の工法分類と適用範囲 (1/3) (令和元年7月現在)

区分	部位	工法名	更生材の形成方法	適用範囲					
				既設寸法	自立管	二層構造管	複合管		
改築	更生工法	反転工法	ARISライナー工法	熱硬化-水圧又は空気圧	φ200~800mm	●			
			インシチュフォーム工法	熱硬化-水圧又は空気圧	φ150~1200mm □800~2500mm	●	●		
			SGICP工法	熱硬化-水圧と空気圧	φ200~2100mm	●	●		
			SGICP-G工法	熱硬化-水圧又は空気圧	φ200~800mm	●			
			SDライナー工法	熱硬化-水圧	φ200~600mm	●	●		
			オールライナーI工法	熱硬化-水圧	φ200~600mm	●	●		
			エポフィット工法	熱硬化-水圧	φ150~600mm	●			
			グロー工法	熱硬化-水圧と空気圧	φ200~600mm	●	●		
			C-ONE工法	熱硬化-空気圧又は水圧と空気圧	φ200~1100mm	●			
			スルーリング工法	熱硬化-水圧と空気圧	φ200~1200mm	●			
			Two-Wayライニング工法	熱硬化-水圧と空気圧	φ200~600mm	●			
			ホースライニング工法	熱硬化-空気圧	φ150~1500mm	●	●		
			形成工法	ARISライナー工法	熱硬化-空気圧	φ200~800mm	●		
				アルファライナー工法	光硬化-空気圧	φ150~1000mm	●150~800	●	
				EX工法	熱形成-空気圧+蒸気圧	φ100~600mm	●150~400	●	
				インシチュホーム工法	熱硬化-水圧又は空気圧	φ150~800mm	●		
				SLH工法	光硬化-空気圧	φ200~400mm	●		
				SGICP工法	熱硬化-水圧	φ200~800mm	●		
		SGICP-G工法		熱硬化-水圧	φ200~700mm	●			
		SDライナー工法		熱硬化-空気圧	φ200~800mm	●	●		
		FFT-S工法		熱硬化-空気圧	φ150~800mm	●	●		
		オールライナー工法		熱硬化-水圧又は空気圧	φ150~1500mm	●150~800	●		
		オールライナーZ工法		熱硬化-水圧又は空気圧	φ200~1000mm	●200~800			
		オメガライナー工法		熱形成-空気圧	φ150~400mm	●	●		
		グロー工法		熱硬化-水圧と空気圧	φ200~600mm	●	●		
		K-2工法		熱硬化-空気圧	φ200~600mm	●			
		シームレスシステム工法		光硬化-空気圧	φ200~800mm	●200~600	●		
		スルーリング工法		熱硬化-空気圧	φ200~700mm	●			
		ノーディパイプ工法		熱硬化-空気圧	φ200~800mm	●			
		バルテムSZ工法		熱硬化-空気圧	φ150~800mm	●	●		
		ホースライニング工法	熱硬化-空気圧	φ150~800mm	●	●			
		ポリエチレン・コンパクトパイプ工法	熱形成-空気圧	φ200~350mm	●				
		製管工法	SWライナー工法	機械製管-裏込充填	φ800~1800mm			●	
			SPR工法	機械製管-裏込充填	φ250~5000mm □900~6000mm			●	
			SPR-SE工法	機械製管-裏込充填	φ450~1650mm	●			
			SPR-NX工法	機械製管-裏込充填	φ1000~1500mm			●	
			SPR-PE工法	機械製管-裏込充填	φ800~1500mm	●			
			クリアフロー工法	人力製管-裏込充填	φ2000~5000mm □1000~5000mm			●	
			3Sセグメント工法	人力製管-裏込充填	φ800~3000mm □1000~6200mm			●	
			ストリング工法	人力製管-裏込充填	φ800~2000mm			●	
			ダンビー工法	機械製管-裏込充填	φ800~3000mm □800~3000mm			●	
			バルテム・フローリング工法	人力製管-裏込充填	φ800~3000mm			●	
PFL工法(PFLパネル)	人力製管-裏込充填		内径800mm以上			●			
PFL工法(PFLライナー)	人力製管-裏込充填		φ800~2300mm □1290mm以下			●			
SSL工法	人力製管-裏込充填		φ800~3000mm □800~3000mm			●			

表 10-2 改築・修繕の工法分類と適用範囲 (2/3) (令和元年7月現在)

区分	部位	工法名	更生材の形成方法	適用範囲				
改築	管きよ	さや(鞘)管工法	RPC工法	プレキャストボックスカルバート	内幅1500×内高1000mm～内幅3000×内高3000mm			
			SSL-L V工法	L管:ステンレス、V管:硬質塩化ビニル管	L管φ200～900mm、V管φ200～600mm			
			エスロンリフトイン工法	FRPM管	φ700～2600mm			
			KanaSlip工法	芯材:プラスチック製樹脂、帯材:熱可塑性樹脂	φ200～350mm			
			強化プラスチック管工法	強化プラスチック複合管	φ700mm～、□700mm～、仕上り口径600～3000mm			
			CSI工法	ステンレス鋼管と硬質塩化ビニル管の複合管	φ250～450mm			
			ファイブ工法	硬質塩化ビニル管	φ250～450mm			
			バックス工法	強化プラスチック複合管	φ800～2000mm			
			P-ファイブ工法	ポリエチレン管	φ350～600mm			
			取付け管	反転工法	ASS-L・H工法	光硬化(可視光線)－空気圧	φ150・200mm、延長15m延長7m	
					SGICP工法	熱硬化－水圧又は空気圧	φ100～200mm、延長15m	
					SGICP-G工法	熱硬化－水圧又は空気圧	φ100～250mm、延長15m	
					SDライナー工法	熱硬化－空気圧	φ125～200mm、延長15m	
					FRP光硬化取付管ライニング工法	光硬化－空気圧	φ100～250mm、延長5～10m	
	FFT-S取付管工法	熱硬化－空気圧			φ150mm・φ200mm、延長8m、本管側施工φ200～700mm			
	エポフィット工法	熱硬化－水圧			φ100～150mm、延長8m			
	グロー工法	熱硬化－水圧と空気圧			φ100～200mm、延長10m			
	K-2工法	熱硬化－空気圧			φ150～200mm、延長13m			
	サイドライナー工法	常温硬化－空気圧			φ125～200mm、延長5～18m			
	シームレスシステム工法(ラテラルライナー)	光硬化－空気圧			φ100～200mm			
	C-ONE工法	熱硬化－空気圧			φ150～200mm、延長20m			
	スルーリング工法	熱硬化－空気圧			φ100～200mm、延長15m			
	Two-Wayライニング工法	熱硬化－空気圧			φ150～200mm、延長12m			
	バルテム取付管工法	熱硬化－空気圧		φ100～200mm、延長10m				
	ヒット工法	常温硬化－空気圧		φ100～200mm、延長12m				
	プラボ・KA-TE工法	常温硬化－空気圧		φ150・200mm、延長15m				
	ラテラル工法(INS-YN)	熱硬化－空気圧		φ150～200mm、本管側施工φ250～450mm				
	形成工法	EX工法		熱形成－蒸気圧＋空気圧	φ100～200mm			
		EPR-LS工法		常温硬化－空気圧	φ150～200mm			
		FRP光硬化取付管ライニング工法		光硬化－空気圧	φ100～250mm、延長5m			
		オメガライナー工法		熱形成－空気圧	φ150～200mm			
		CP工法(CAタイプ)		常温硬化－空気圧	φ150～200mm			
		スルーリング工法		熱硬化－空気圧	φ100～200mm、本管内径φ200～700mm			
		ハウスライナー工法		熱硬化－空気圧	φ150～200mm			
		さや(鞘)管工法		KanaSlip工法	熱可塑性樹脂を用いたフレキタイプとリブタイプ	φ100～200mm、延長10m		
				P-取付ライニング工法	ポリエチレン管	φ150mm・φ200mm、延長10m以下		
		マンホール		自立タイプ	SSホールシステム	強化プラスチック複合管の挿入	1号～2号マンホール、マンホール深5m以下	
			SGICP-M工法		熱硬化－空気圧	1号～3号マンホール		
			RMI工法		更生用レジンマンホールの挿入	1号～3号マンホール		
			RMCI工法		小型レジンマンホールの挿入	1号マンホール、マンホール深1～3m		
			複合タイプ	エスロンRCPマンホール更生工法	強化プラスチック複合管の挿入	1号～4号マンホール、直壁部6m以内		
	EMR工法			耐硫酸性モルタル＋耐硫酸性樹脂の塗布型	1号～3号マンホール、マンホール深5m以下			
	エロガード工法ハイブリッド			エポキシ樹脂(高強度、耐薬品性)の塗布型	1号～5号マンホール、矩形等、マンホール深5m以下			
	エバシート工法			FRPシートの組上げ	1号～2号マンホール、マンホール深5m以下			
	MLR工法(E工法)			モールドと常温硬化樹脂による二重構造	0号～5号マンホール、矩形、マンホール深5m以下			
	ジックボードM工法			ビニルエステル樹脂FRP板＋グラウト注入	1号～3号マンホール マンホール深さ10m以下			
	ターヤン工法			熱硬化-空気圧	1号～3号マンホール、矩形、マンホール深5m以下			
	PML工法			高密度ポリエチレン製ライナー＋裏込充填	1号～3号マンホール、ボックス型、マンホール深5m以下			
	布設替工法			管きよ	改築推進工法等	アイエムリバー工法	切削破砕方式－既設管撤去	φ1000mm以下 新管φ350～1000mm
						EXP工法	拡径破砕方式－既設管残置	φ200～600mm 新管は同径以上
		PRS工法	衝撃破砕方式－既設管残置			φ200～700mm 新管は同径もしくは1サイズアップ		
		UPRIX工法	剥り置き方式－既設管撤去			φ150～800mm 新管φ600～1000mm		

表 10-3 改築・修繕の工法分類と適用範囲 (3/3) (令和元年7月現在)

区分	部位	工法名	更生材の形成方法	適用範囲		
修繕	止水工法	注入工法	パッカー工法	本管φ200~700mm、取付け管、副管		
			Y字管注入工法	本管φ800mm以上、マンホール		
		Vカット工法	Vカット工法	本管φ800mm以上、マンホール		
			クリスタルライニング工法	エポキシ樹脂購入セメント+ガラスクロス	本管φ800mm以上、0号マンホール以上	
		リング工法	エバーフ工法	ステンレススリーブ嵌合方式-空気圧	本管φ200~700mm、本管部φ200~700mm+取付け管部φ100~150mm	
			スナップロック工法S	ステンレススリーブ嵌合方式-空気圧	本管φ200~700mm	
	スナップロック工法ML		ステンレススリーブ嵌合方式-人力作業	本管φ800~3500mm		
	マグマロック工法(耐震対策工法)		ステンレススリーブ嵌合方式-人力作業	本管φ800~3500mm、1号~4号マンホール、管接続部φ200~3000mm		
	内面補強工法	管きよ	ALPS工法	常温硬化-空気圧	φ200~700mm	
			EPR工法	常温硬化-空気圧	φ100~2000mm	
			ASS工法	熱硬化-空気圧	φ150~700mm	
			ASS-L・H工法	光硬化(可視光線)-空気圧	φ150~700mm	
			FRP内面補強工法(熱硬化)	熱硬化(大口径・常温)-空気圧	φ150~1500mm(大口径φ750~)	
			FRP内面補強工法(光硬化)	光硬化-空気圧	φ150~700mm	
			LC工法	光硬化(可視光線)-空気圧	φ150~750mm	
			CP工法	常温硬化-空気圧	φ150~2000mm	
		パートライナー工法	熱硬化-空気圧	φ200~700mm		
		管きよと取付け管の接合部(一体型)	形成工法	EPR工法	常温硬化-空気圧	本管部φ150~600mm+取付け管部φ100~200mm
				ASS工法	熱硬化-空気圧	本管部φ200~600mm+取付け管部φ150mm・φ200mm
				ASS-L・H工法	光硬化(可視光線)-空気圧	本管部φ200~600mm+取付け管部φ150mm・φ200mm
				FRP内面補強工法(熱硬化)	熱硬化-空気圧	本管部φ150~700mm+取付け管部φ100~300mm
				FRP内面補強工法(光硬化)	光硬化-空気圧	本管部φ150~700mm+取付け管部φ100~200mm
	LC工法			光硬化(可視光線)-空気圧	本管部φ200~400mm+取付け管部φ125~200mm	
	防食工法	塗布型ライニング工法	クリスタルライニング工法	エポキシ樹脂モルタル、コテ塗り	φ800mm以上、0号マンホール以上	
			セラミックライニング工法	エポキシ樹脂モルタル、コテ塗り、吹付け	管径φ800mm以上、矩形1000mm以上、マンホール	
		シートライニング工法	SKS工法	光硬化性樹脂シート	1号~3号マンホール	
			MLR工法(G-工法)	モールドと無機系グラウト材による二重構造	0号~5号マンホール、矩形、マンホール深5m以下	
			エバシート工法	FRPシートの組上げ	1号~2号マンホール、マンホール深5m以下	
			ジックボード工法	ビニルエステル樹脂FRP板+グラウト注入	管きよ、マンホール等	
			ジックボードM工法	ビニルエステル樹脂FRP板+グラウト注入	1号マンホール以上、矩形	
スラスラ工法			モルタル吹付・塗布+ポリエチシート後貼り	1号マンホール以上、特殊マンホール、矩形きよ		
PPSライニング工法			光硬化型FRPシート	角型、管径φ900mm以上		
PL-W工法			ポリエチレンパネル+モルタル注入	円形900mm以上、角型		
モルタルライニング工法	フラップス工法	FRP形成版+エポキシ系注入材	角型、1号マンホール以上、管径φ800mm以上			
	UBEアジテクト防食工法					
		MHリノタイト工法				
		ZモルタルKS500工法				