管路更生の施工に関するＱ＆Ａ

－ 2018 年版 －

平成 30 年 1 月

公益社団法人日本下水道管路管理業協会

ま え が き

我が国の下水道管きょは、総延長約 47 万 km(平成 27 年度末)あり、毎年 1 万 km 以上が新設されています。また、改築更新の対象(耐用年数 50 年経過)となる管きょは約 1.3 万 km あり、40 年経過の管きょは 5.3 万 km、30 年経過の管きょは 13 万 km あると予想されております。また、管きょの老朽化等に起因した道路陥没が増加しており、平成 27 年度の全国発生件数は約 3,300 件にのぼっています。その 9 割程度が 50cm 以下の浅い陥没ですが、このような事故を発生させないためには点検・調査を計画的に実施し、状況を常に把握することが重要です。そして問題のある管路施設に対しては早急に改築・修繕等の処置を施さなければなりません。近年、下水道法の改正によって計画的な維持管理・更新を推進すべく維持修繕基準が創設されました。

老朽化した管路施設の改築・修繕は、従来開削工法により布設替えされていました。しかし、交通事情や埋設管輻輳、短期間復旧、産業廃棄物の発生減少等の諸事情により、現在は非開削による管路更生工法の需要が急速に増大しています。下水道本管における更生工法の平成 28 年度施工実績は約 520km を超えており、累計では 8,000km に達しています。また、年々施工場所の増大が考えられるため、施工延長の伸びは続くものと思われます。

更生工法は、多種多様な施工条件下で施工するため、高度な技術力が求められます。特に管路更生工事の品質については施工業者の技術力および施工管理能力に左右されます。更生管は二次製品と異なり現場で製作する工法が大半を占め、さらに多くの場合、老朽化した管路内での作業という特殊性から、施工品質の確保に特段の注力が必要です。

当協会では管路改築を非開削の更生工法で施工している会員が多く、実際に困った状況に立つなか、様々な形で疑問や問い合わせが当協会に寄せられたため、平成 19 年に本書「Ｑ＆Ａ集」を発刊しました。その後、更生工法の開発・改良が進み、また、(公社)日本下水道協会より「管きょ更生工法における設計・施工管理ガイドライン」が平成 29 年 7 月に発刊されたことから、新しい知見を踏まえ本書改訂版を刊行する運びとなりました。

本書は、当協会の修繕・改築委員会に「施工管理分科会」を設置してまとめたもので、若手技術者からベテラン技術者まで広く対象としています。『このような場合どうすればいいのか？』といった疑問、『別の考え方があるのではないか？』といった指摘など、取り上げた質問は 100 問を超え、これら問題解決の方法やヒント、事例等が経験・知識ともに豊富な方々によってわかりやすく解説されています。

本書が、管路更生工事に携わる多くの会員や関係者に広く利用され、施工技術および施工品質の向上の一助となり、さらには下水道管路に係わるサービスの向上に役立てていただければと思います。

最後に、本書作成に当たり、ご協力いただきました委員各位ならびに各工法協会関係各位に心より感謝申し上げます。

平成 30 年 1 月

公益社団法人日本下水道管路管理業協会
会　長　　長谷川　健司

委 員 の 構 成

（順不同・敬称略）
（平成 29 年 10 月末現在）

修繕・改築委員会施工管理分科会

委 員 長	日本ジッコウ株式会社 取締役相談役	三品　文雄
委員長代理	ＥＸ・ダンビー協会 技術部長	宮川　恒夫
委　　員	ＥＰＲ工法協会 技術委員	角井　崇
委　　員	ＡＳＳ工法協会 事務局長	横井　保
委　　員	ＦＲＰ工法協会 事務局長	近藤　昌司
委　　員	ＦＦＴ工法協会 事務局長	安井　聡
委　　員	エポフィット工法協会　事務局	久保　金次郎
委　　員	クリスタルライニング工法協会 事務局長	河岸　信行
事 務 局	公益社団法人日本下水道管路管理業協会 常務理事	篠田　康弘
事 務 局	公益社団法人日本下水道管路管理業協会 技術顧問	中根　憲二
事 務 局	公益社団法人日本下水道管路管理業協会 技術部長	米川　尚男

編集方法および活用方法

本書は、下水道管路施設の改築・修繕工事において採用されている管路更生工法(更生工法、内面補強工法、止水工法、防食工法(ライニング工法))に関し、日頃感じている疑問・質問をＱ＆Ａ形式でとりまとめたものである。

本書の作成に当たり、本協会修繕・改築委員会では、平成 18 年度にＱ＆Ａの質問「Ｑ」について、管路更生工法を施工している会員を中心にアンケートの形で収集した。収集したアンケートは 300 件にも及び重複などを整理しても 136 件となった。平成 19 年度にアンケート結果を、①施工要領、②反転・形成、③製管・鞘管、④修繕・マンホールの 4 つに分類し、それぞれについて部会を設けて回答「Ａ」の作成・整理に着手した。この内の 15 問については暫定版として「下水道展'07 東京」や本協会主催「下水道管更生工法技術施工展 2007 松山」にて配布し、その後、質問「Ｑ」をさらに選別・精査し、105 問の回答「Ａ」をまとめることとなった。

本書は、第 1 章設計、第 2 章施工計画、第 3 章施工、第 4 章品質管理・出来形管理、第 5 章安全管理・環境管理、第 6 章資格・人材育成他、及び資料編から構成されている。目次は各質問の内容をキーワードで示している。また、各質問の上部にはインデックスがあり、対象となる工法が網掛けで表示されている。今回の改訂は、近年発刊されたガイドラインを全面に置き、管路更生に関する基準の作製や知見の増大等により更生工法の活用が更に求められてきている為、それに答える形で提案している。

次に各章毎の概要と主なポイントを示す。

第 1 章　設計

管厚を決定する際の疑問点としては、「軌道横断の活荷重の考え方」、「取付け管の土被りはどの部分を考えるのか」などが質問として出されている。

積算については、「最低価格の考え方が、管路更生工法のように材料費が大きい場合、異なっても良いのではないか」、「水替工など仮設費の計上があいまいではないか」、「工法により同じ工種でも積算方法が異なるのは困る」など、積算に対する率直な意見が出されている。

止水等の前処理については、「必要な前処理が十分見込まれていない」、「設計時の見積もり方が不十分で施工時と大きく異なる」など、前処理の設計が十分でない事例が多いことがアンケート結果から理解できる。これについては、やはり実態を発注者に理解してもらい粘り強く設計変更を求めていくことが必要だとする回答が示されている。特に、工事施工調整会議の立ち上げ、活用を示唆している。

第 2 章　施工計画

道路使用に関して、「施工時間や期日の延長や使用区域の拡大」など、当初に申請した内容を変更する必要がある場合の対処方法については、苦労している会員が多いようである。このため、道路調整を多く経験した方に回答を作成してもらった。

当初設計と現場条件が大きく異なっている場合として、「既設管の延長や管径が異なっている」とか、「取付け管の数、不良箇所の相違など設計と現場が大きく異なっている」ことが多いようである。これは設計時の不十分な調査または時間的要素に原因があると考えられるが、当初設計を変更してもらうには多大な努力が必要である。

第 3 章　施工

施工上の問題点について、「硬化不良の原因とその対策」、「更生材の収縮・シワの発生」、「浸入水が止まらない」など、施工時における深刻な問題点が多く出されている。このような問題点に対して、これまでの経験などが解説されており、ガイドラインによる基準等、参考になるものと考えられる。

第 4 章　品質管理・出来形管理

「品質管理では出来形が基準値を超えた場合の対応」、「シワはどの程度まで許容されるのか」、「小口径管での管内厚みの測定方法、試験片の採取方法」などの質問に対しては最新の情報をもとに解説している。

第 5 章　安全管理・環境管理

「スチレン臭気や蒸気への対応方法」、「住民対応の方法」、「止水プラグ撤去による事故防止策」、「廃材の処理方法」など、施工する上で事前に検討・実施しなければならない事項をまとめて解説している。

第 6 章　資格・人材育成他

「管路更生工事で必要となる資格」、「審査証明のあり方」など多方面の質問に対応している。また、ガイドラインに明記された資格についても述べられている。

下水道管路施設は、構造上・作業環境上、一つとして同じ条件のものはなく、管路更生工事も現場条件に合わせて一つひとつオーダーメードで行っている。したがって、本書の取り扱いに当たっては、個々の施工において生じた問題を本書の回答だけで判断するのではなく、施工条件や発注条件、最新の情報等を勘案し、個別に総合的に判断してもらいたい。また、本書の回答は本協会が独自に作成したものであり、今後、意見・要望等により必要に応じてその内容を見直すこともありえる。

部会の設置から 1 年間余りの作業により完成することができた。委員会および各部会では、これまで明らかにされてこなかった施工上の問題点が多く提出され、熱い議論が長時間にわたりなされた。精力的に作業に当たっていただいた各工法協会および会員関係者には大変感謝しているところである。

本書が、管路更生工事に携わる関係各位にとって問題解決の手掛かりになり、また技術力向上の一助となることを期待するものである。

平成 30 年 1 月

公益社団法人日本下水道管路管理業協会
修繕・改築委員長　　三品　文雄

－ 目 次 －

第１章 設 計

Ｑ１-１ 軌道敷横断管の更生管厚---------- 1
Ｑ１-２ 経年管に作用する土圧を考慮した複合管の設計法---------- 2
Ｑ１-３ 取付け管の更生管厚を計算する時の土被り---------- 4
Ｑ１-４ 設計条件の提示がないのに更生管厚計算書を要求---------- 5
Ｑ１-５ 材料費、施工費が極端に安く設計された---------- 6
Ｑ１-６ 内径 800㎜ 以上の本管に接続する取付け管止水の積算---------- 7
Ｑ１-７ 仮設費（保安員の数や水替え工）の計上が発注者によって違う---------- 8
Ｑ１-８ 前洗浄工の範囲を超えた汚泥や設計書に記載のない汚泥の処分費---------- 9
Ｑ１-９ 管内状況および現場環境等の事前調査が不十分---------- 10
Ｑ１-10 前処理工、水替工、取付け管口穿孔工など、同一工種でも積算が異なる---------- 11
Ｑ１-11 品質管理のための試験費用の積算費目---------- 12
Ｑ１-12 硬質塩化ビニル管の管更生---------- 13
Ｑ１-13 既設管が偏平している場合の更生工法の施工判断---------- 14
Ｑ１-14 取付け管更生の設計手法---------- 15
Ｑ１-15 Ｖカット工法の表面仕上げ材の種類と必要性 ---------- 16
Ｑ１-16 製管工法におけるモルタル充填方法---------- 17
Ｑ１-17 防食工事は補助対象になるか---------- 18
Ｑ１-18 防食工法と更生工法の違い---------- 19
Ｑ１-19 長寿命化と腐食の違い---------- 20

第２章 施工計画

Ｑ２-１ 歩道上に工事車両を乗り上げて施工する場合の注意点---------- 23
Ｑ２-２ 時間帯によって使用しない工事車両の待機場所---------- 25
Ｑ２-３ 一方通行路における工事箇所の住民対応---------- 26
Ｑ２-４ 道路使用許可の作業時間内で終了しない作業---------- 27
Ｑ２-５ 道路使用許可の作業時間内で終了できない、作業帯に工事車両を配置できない------ 28
Ｑ２-６ 道路使用許可の作業時間内で更生工事の一工程を終了することができない---------- 29
Ｑ２-７ 学校周辺で工事する場合の注意点---------- 30
Ｑ２-８ 昼間工事から夜間工事への変更---------- 31
Ｑ２-９ 事前調査で既設管の管径や延長等、設計数量との相違が判明---------- 32
Ｑ２-10 事前調査で前処理の必要な取付け管突出し等が見つかった---------- 33
Ｑ２-11 本管更生における前処理（浸入水、たるみによる滞水）の必要性---------- 35
Ｑ２-12 他工事との重複現場における緊急工事---------- 37
Ｑ２-13 既設管の損傷がひどい場合の工法選定---------- 38
Ｑ２-14 本管更生における不明な取付け管口の穿孔判断---------- 39
Ｑ２-15 現場状況に合わせて交通誘導員を増員したい---------- 40
Ｑ２-16 公共ますが見つからず水替えを行えない---------- 41
Ｑ２-17 水替えができない場所での内面補強工法の施工---------- 42
Ｑ２-18 水替工が設計で計上されていない---------- 43

Ｑ２-19　施工時の降雨による管内急増水の対応 ---------- 44
Ｑ２-20　モルタル等管内付着物の除去 ---------- 45
Ｑ２-21　発注箇所が既に施工済みの場合 ---------- 46
Ｑ２-22　コンクリート劣化部除去の超高圧水の圧力 ---------- 47
Ｑ２-23　マンホール劣化調査の簡易な試験方法 ---------- 48
Ｑ２-24　内面補強工法の 1m^2 当たり樹脂量 ---------- 50
Ｑ２-25　着工調査の必要性 ---------- 51

第３章　施　工

Ｑ３-１　内面補強工法における本管継ぎ手部の段差箇所の施工 ---------- 53
Ｑ３-２　シートライニング工法における樹脂注入時の施工 ---------- 54
Ｑ３-３　内面補強工法の夏季現場における樹脂含浸 ---------- 55
Ｑ３-４　内面補強工法における熱硬化性樹脂の硬化不良 ---------- 55
Ｑ３-５　本管更生工法における現場硬化型更生材の硬化不良 ---------- 57
Ｑ３-６　光硬化による内面補強工法のゴムスリーブの使用限界 ---------- 58
Ｑ３-７　内面補強工法の施工後のバリ除去 ---------- 60
Ｑ３-８　シートライニング工法における注入樹脂の硬化不良 ---------- 62
Ｑ３-９　反転工法および形成工法の更生管収縮量 ---------- 63
Ｑ３-10　反転工法および形成工法の更生材のねじれ・伸び対策 ---------- 65
Ｑ３-11　反転工法および形成工法の更生管のシワ発生原因と対策 ---------- 66
Ｑ３-12　更生工事の施工日前に既設管目地から浸入水を確認 ---------- 68
Ｑ３-13　閉塞済みの取付け管から本管に汚水が流入 ---------- 69
Ｑ３-14　本管更生前の調査で取付け管の浸入水を確認 ---------- 71
Ｑ３-15　更生工法における浸入水対策 ---------- 72
Ｑ３-16　内面補強工法における浸入水対策 ---------- 73
Ｑ３-17　クラックが軸方向に長い場合の内面補強工法の可否 ---------- 74
Ｑ３-18　不明取付け管の管口穿孔方法 ---------- 75
Ｑ３-19　本管側から取付け管口の穿孔ができない ---------- 76
Ｑ３-20　取付け管内に入ってしまった更生材の樹脂除去方法 ---------- 77
Ｑ３-21　穿孔中に穿孔機が故障 ---------- 78
Ｑ３-22　更生工法における本管管口の材料端部の保護 ---------- 79
Ｑ３-23　取付け管管口穿孔および取付け管突出しの処理法方 ---------- 80
Ｑ３-24　更生管の管口切断基準 ---------- 81
Ｑ３-25　内圧管の更生後の管口止水対策 ---------- 82
Ｑ３-26　反転工法および形成工法の圧力異常 ---------- 83
Ｑ３-27　反転工法および形成工法の更生管厚の均等化 ---------- 84
Ｑ３-28　止水工法の注入剤選定と施工方法 ---------- 85
Ｑ３-29　更生工法の取付け管管口穿孔における止水ライナーの除去 ---------- 86
Ｑ３-30　内面補修工法における本管・取付け部一体型の施工 ---------- 87
Ｑ３-31　内面補強工法の樹脂含浸と取付け管接合部の施工 ---------- 88
Ｑ３-32　更生管に付着したモルタルの除去 ---------- 89

第 4 章　品質管理・出来形管理

Ｑ４-１　更生管の厚みが基準値超えた場合---------- 91
Ｑ４-２　更生管の供試体採取方法---------- 92
Ｑ４-３　小口径管の場合の更生管厚み測定法---------- 93
Ｑ４-４　更生管に発生するシワの許容範囲---------- 94
Ｑ４-５　反転工法および形成工法の硬化温度の管理---------- 95
Ｑ４-６　シートライニング工法の供試体採取方法---------- 96
Ｑ４-７　コンクリート構造物のコア抜き後の処理---------- 97
Ｑ４-８　更生材の規格値（管理値）---------- 98
Ｑ４-９　更生工法の温度測定の信頼性---------- 99
Ｑ４-10　急勾配における空気圧反転と水頭圧反転の管理方法---------- 100
Ｑ４-11　現場における更生材の材料検査---------- 101
Ｑ４-12　現場硬化型更生材の製造年月日の確認---------- 102
Ｑ４-13　更生工法の材料メーカーの品質管理---------- 103
Ｑ４-14　取付け管更生工法の反転時アウターフィルム損傷の対応---------- 104
Ｑ４-15　更生管のサンプル試験---------- 105
Ｑ４-16　ヒューマンエラーの防止対策---------- 106
Ｑ４-17　更生工法の保証期間---------- 107
Ｑ４-18　内面補強工法の現場樹脂含浸の夏季・冬季における添加剤等配合の違い---------- 108
Ｑ４-19　シートライニング工法の注入樹脂の使用期限と材料の割れ対策---------- 109
Ｑ４-20　防食工事の 10 年保証---------- 110
Ｑ４-21　防食工法は 10 年以上もつか---------- 111

第 5 章　安全管理・環境管理

Ｑ５-１　更生管端部の切断における安全対策---------- 113
Ｑ５-２　止水プラグ撤去前の下流他工事管内作業の確認---------- 114
Ｑ５-３　熱硬化型更生工法の蒸気量の軽減方法---------- 115
Ｑ５-４　更生工事の硬化中に火災---------- 116
Ｑ５-５　異臭苦情の対処と対策---------- 117
Ｑ５-６　スチレン臭対策---------- 118
Ｑ５-７　周辺住民への事前説明---------- 119
Ｑ５-８　管路更生の廃材処理---------- 121
Ｑ５-９　樹脂の保管方法---------- 122

第 6 章　資格・人材育成他

Ｑ６-１　管路更生の技術者資格の種類---------- 123
Ｑ６-２　資格の必要性と資格者の確保---------- 125
Ｑ６-３　元請け職員の管路更生の知識不足---------- 126
Ｑ６-４　技術審査証明制度の必要性---------- 127

資 料 編

用語の定義　---------- 129
参考文献　---------- 136

第 1 章 設 計

Ｑ１-１　軌道敷横断管を管路更生する場合、管厚を決定する際に活荷重の算出が必要になるが、何をもとに計算すればいいのか？

Ａ　活荷重については道路構造令に規定される橋、高架の道路等の設計荷重の改正（1995 年）を受けて、(公社)日本道路協会「道路橋示方書・同解説」では、設計自動車荷重を 25tf としていますが、軌道敷については JR では列車荷重（機関車荷重、電車、内燃動車荷重、新幹線荷重）から計算されます。それぞれ車重、車輪間隔、車輪数が違うため通過する列車の種類によって適用されます。

　また、私鉄等についてもそれぞれの列車荷重があるので、各鉄道管理者に問い合わせし、数値を確認する必要があります。

【参考文献】

「道路橋示方書・同解説」　(公社)日本道路協会

Ｑ１-２　複合管の強度計算では、JSWAS A-1 に準じて、鉛直土圧を直土圧式にて算定している。しかし、実際には布設後数 10 年も経過すれば埋め戻し土と周辺の地山とは馴染むわけで、ゆるみ土圧や側方土圧を考慮することができるはずである。このことにより経済的な構造を提案することができるようになる。経年管に作用する土圧分布を調査し、現状にあった設計法にするべきではないか？

Ａ　複合管は、既設管きょ・充填材・表面部材等が一体化し、耐荷能力を有する剛性管となります。「管きょ更生工法における設計・施工管理ガイドライン(案)」（平成 23 年 12 月：社団法人 日本下水道協会）にも規定されるように、従来、複合管の強度計算に用いる荷重は、日本下水道協会規格「下水道用鉄筋コンクリート管（JASWAS-1)」に準拠して、土と活荷重による鉛直土圧の総和を用いるものとされていました。土圧公式については、下水道協会式、マーストン溝型式、直土圧式が例示され、その他の土圧式も含めて地盤条件、埋設条件等を考慮し適切なものを採用するものと規定されているのみで、質問にあるように必ずしも現状にあった設計法とはいえない面がありました。

このような状況を考慮して、平成 29 年 7 月に改訂版として刊行された「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-」（公益社団法人日本下水道協会）では、土圧についての解説が以下のようになりました。

「土圧には、管きょの側部に作用する水平土圧と上部に作用する鉛直土圧があり、管きょの種類や土質条件、施工条件を考慮して適切に設定しなければならない。

更生工法は、布設後数十年経過した既設管きょに適用することが多く、このような場合には、矢板の引抜き、埋戻し・締固めの影響等が排除され、管きょ周辺の地盤は安定状態にあり、また、複合管は剛性管のため水平変位がほとんど生じないと考えられる。このことから、複合管に作用する土圧には鉛直土圧

の他、水平土圧として静止土圧及び活荷重による土圧を考慮することを基本とした。併せて、静止土圧は、地表面からの深さ、静止土圧係数（標準 0.5）を考慮して求めることとした。

鉛直土圧の算定式は、土被り厚と土の単位体積重量を乗じて算定する直土圧式を基本とするが、既設管きょの土被り地盤の安定状況、布設時の施工方法や施工後の周辺工事等を勘案し緩み土圧等適切な土圧式を採用する。

なお、更生管きょの埋設路線において土地の改変、近接工事等が想定される場合には、設計時の土圧条件が変わることに留意する。」

これにより、実情にあった経済的な構造を提案することができるようになるものと考えられます。

【参考論文】

「既設および更生した管きょの力学挙動と設計に関する技術資料案」平成 25 年 3 月　(公社)地盤工学会

【参考文献】

「下水道用鉄筋コンクリート管（JSWAS A-1）2011 年」平成 23 年 12 月　(社)日本下水道協会

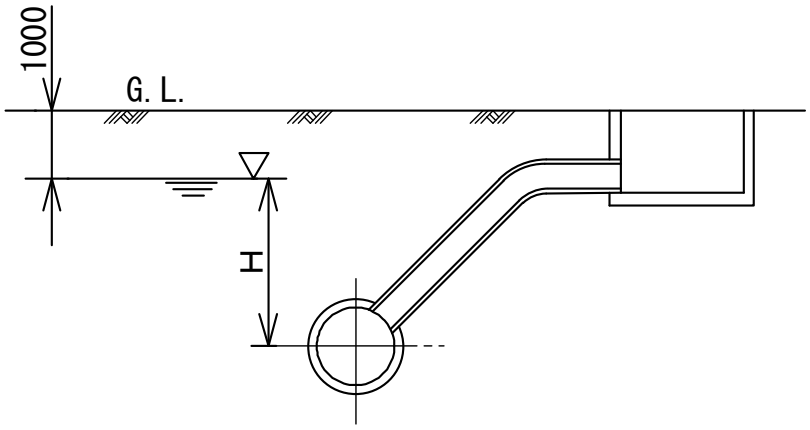
Q1-3　取付け管更生材料の厚みを計算する時、土被りはどこの部分を基準に考えるのか？

A　取付け管更生材料の厚み計算について（土被りの基準）

(1) 外水圧で設計する場合

一般的に水頭圧の一番大きい部位で計算するとよいでしょう。

地下水位は一般的に GL-1.0mと仮定しますが、取付け管の本管部の管底位置は不明瞭なため、本管部中心までの深さ（H）として計算するのが適切と考えられます。



(2) 荷重を考慮して設計する場合

取付け管の設計手法がないため、本管の設計手法である(公社)日本下水道協会「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」の手法を引用していますが、土被り 1.0m未満となると T-25 の関係で計算上必要厚さが大きくなり、材料製造、反転施工等問題も多く施工費も高くなります。現場状況等考慮して諸条件（設計荷重）を発注者と協議して決めて下さい。

【参考文献】

「取付け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（5.4.設計荷重）

「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」平成 29 年 7 月　(公社)日本下水道協会（参考資料 20）

Ｑ１-４　設計条件が提示されていないのに、更生管厚計算書を要求された。どうすればいいか？

Ａ　設計条件がなければ、過大設計・過少設計が考えられるので、発注者より下記について指示を受けて下さい。

(1) 荷重

①土による鉛直荷重

管の周りの地盤が乱される場合、乱されない場合、あるいはシールド工法で布設された場合等により使用する公式が異なります。また、仮想掘削溝幅も指示を受けて下さい。

②活荷重による鉛直土圧

設計荷重(T-25、T-14)を確認して下さい。

(2) 設計曲げ強さ、設計曲げ弾性率

各工法の長期曲げ強さ、曲げ弾性率は、(公財)下水道新技術推進機構の審査証明報告書で確認して下さい。また、安全率は指示を受けて下さい（通常1.5。(公社)日本下水道協会「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」において非ガラス繊維を使用した更生材も水中試験となり安全率が 1.6 から 1.5 となった)。

(3) 地下水位

二層構造管で設計する場合は地下水位の指示を受けて下さい。

(4) 既設管の劣化状況

二層構造管で設計する場合は既設管の劣化状況を調査報告書、テレビカメラ等で確認して下さい。

【参考文献】

「管きょ更生工法(二層構造管)技術資料」平成 18 年 3 月　(財)下水道新技術推進機構

「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」平成 29 年 7 月　(公社)日本下水道協会（第 3 章 p3-19）

Q1-5　材料費、施工費が極端に安く設計された場合、どう対応すればいいか？

A　更生工法の特殊要因として管を更生するという同じ目的でありながら、その手段は工法により更生材料の材質、設置方法、樹脂の硬化方法が様々であるため、材料費および施工費に大きな価格差があります。一方発注者は維持・管理費を低減することも大きな使命となっており、各自治体の維持・管理費率が公表されるように、経営力が問われています。したがって、発注者は一定の品質基準が満たされていれば、同等の品質とし、より安価な工法を選定する傾向があります。また、材料費・特殊機器・消耗品については業者の見積りを 20%程度歩切りしていることもあります。極端な場合は各工法から見積りを徴収し、それぞれの安価な工種の組み合わせで発注されるケースも見受けられます。この場合には、冒頭に記述しましたように極端に安価な設計となります。

施工者としては、コスト低減の努力をすることはもちろんですが、品質確保のため次の場合は発注者に設計変更の書面による協議をしなければなりません。もちろんそれに伴う費用に関しても確認しておく必要があります。

・発注者の事前調査時との時間の経過による現場状況変化があった
・専用機械により新たに把握できた不具合が見つかった
・消耗品や雑費などが削除されていた
・換気や水替えなどの必要な工種が削除されていた

また、施工者として安価で設計された原因の分析を行い、工法協会や当協会と一体となり発注者に対し、根気よく説得していく努力が大切と思われます。その他(公社)日本下水道協会や当協会の発行している積算資料の充実も改善の一助となると思います。

Ｑ１-６　内径 800㎜以上の本管に接続されている取付け管内の止水（薬液注入）の積算の考え方はどうするのか？

Ａ　取付け管の止水は、一般的にパッカー工法で行います。内径 800㎜ 以上の本管に接続されている取付け管の止水作業は、現場状況等によりますが注入箇所の両側（本管側と公共ます側）にパッカーを設置し、公共ます側から注入ホースを接続して薬液を注入することが多いかと思われます。

しかし、この積算については、まだ標準化されていません。当協会の「下水道管路管理積算資料-2015-」は内径 800㎜ 未満の本管とこれに接続されている取付け管等を対象としています（下表）ので、現場状況等に応じて置き換えて使用してはいかがでしょうか。このようなケースが多くあるようでしたら、今後、実態調査等により歩掛りの標準化を検討したいと思います。

Ａ－3　パッカー工（取付け管径○○㎜ 全体　本管径○○㎜ 延長○ｍ）　（1 箇所当たり）

種　　目	形状・寸法	単位	数量	単価	金額	摘　　要
補修プラント車運転工	2t 99kW	日	1			Ｂ－1
高圧洗浄車運転工	4t 154kW	日	1			Ｂ－2
強力吸引車運転工	4t 154kW	日	1			Ｂ－3
給水車運転工	4t 154kW	日	1			Ｂ－4
テレビカメラ車運転工	小中口径　2t 71kW	日	1			Ｂ－5
トラック運転工	2t 積 98kW	日	1			Ｂ－6
注 入 材		ℓ				
注入パッカー損料	φ○○㎜	個	1			損料表
止水プラグ損料	本管　○○㎜	個				損料表
止水プラグ損料	取付け管　○○㎜	個				損料表
諸 雑 費		式	1			注入材の 10%
計						1 日当たり
1 箇所当たり	（金額）÷（1 日当たり標準作業量）					

注）諸雑費は、注入ホース類等消耗品の費用である。

「下水道管路管理積算資料-2015-」p561

【参考文献】

「下水道管路管理積算資料-2015-」平成 27 年 3 月　（公社）日本下水道管路管理業協会

Ｑ１-７　仮設費（交通誘導員の数や水替工）の計上が発注者によって違う。現状に合わせるにはどうしたらいいか？

Ａ　設計段階では、標準的な積算資料や類似工事の実績から積算するケースがほとんどだと考えられます。コンサルタントが積算する場合においても、現場の交通量や交差点の状況、また、下水流量や施工箇所ごとの具体的な水替え方法等について、現場状況に即した数量を設計に反映できていないのが現状と思われます。

そのため、発注者からの現場説明のときに文書でこれら数量の質問を行い、回答を得るようにしましょう。その時、設計と大きく異なると予測される場合には、設計変更の可能性を確認した上で、入札に応じることが大切です。

また、応札後の対応としては、保安や水替え等は、不測の事態を想定して余裕のある方法をとる必要があるので、実態と大きな相違がある場合は、事前調査終了の段階で、施工方法や数量を解りやすく文書化し、発注者と協議の上、契約約款に基づく設計変更のための手続き（設計変更指示書や設計変更協議書の作成）を進める必要があります。したがって、工事施工調整会議を立ち上げ、発注者、受注者、コンサルタント３者にて打合せをすることをお勧めします。

協議の際は、必ず打合せ記録簿を作成し、発注者、受注者双方が確認・保管し、事後に行き違いが生じないようにすることが重要です。

また、仮設や安全対策については、(公社)日本下水道協会「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」にもあまり詳しい記述がないため、(公社)日本下水道協会や当協会で積算基準を早急にまとめ公表するとともに、各工法協会は当協会と協力しながら、発注者に対し説明会を今後とも十分に行っていくことが重要と考えられます。

【参考文献】

「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」平成 29 年 7 月　(公社)日本下水道協会（第 4 章 p4-1）

更生工法（反転）	更生工法（形成）	更生工法（製管）	更生工法（さや管）	更生工法（取付け管）	内面補強工法	止水工法	防食工法

Ｑ１-８　施工対象箇所の前洗浄時の汚泥処理と管きょの中間部分でたるみが原因と思われる汚泥が堆積していることが確認された。前洗浄工の範囲を超えた場合や設計書に記載のない汚泥の処分費用について、設計変更の対象となるのか？

Ａ　このような事例は管内調査の記録時と設計時点での時差により発生することがあり、たるみが原因と思われる汚泥の堆積を確認されることが実際にあります。

前洗浄時の汚泥処理は設計時点での処理費は計上されている場合が多いのですが、事前調査の結果、たるみが原因と思われる堆積汚泥は廃棄物の処理及び清掃に関する法律（廃棄物処理法）に従い処理する必要があります。

したがって、専門処理業者の選定・経過に必要な処理資料を整備して提出する必要があり、発注者との間で事前調査資料に基づき協議して下さい。

①契約後、汚泥の堆積状況その他を確認できた場合を想定して、その堆積量による汚泥の処分費用について、設計変更対応の可能性を入札前の質問の段階で事前に確認します。

②設計調査時点以降に大量の汚泥の流入・堆積する場合も多くあります。施工条件として汚泥の皆無が基本施工である場合、事前調査の結果に基づき発注者と汚泥のしゅんせつ前に協議・事実確認を受けます。

その結果、設計変更範囲に適用される場合は、汚泥処分費の設計変更手続きを行い、専門業者に搬出処分を依頼します。

③特に管きょの不陸沈下現象（たるみ原因）による堆積汚泥のしゅんせつについては、廃棄物処理法に従い処理することから設計変更扱いとなります。

この現象は、管きょの供用上影響のある異状現象であることから、事前に発注者と事前調査資料を基に協議して指示を受けます。

いずれにしても、工事施工調整会議の開催をお勧めします。

Q1-9　管内状況および現場環境等の事前調査が不十分なせいか、現場状況を無視した設計が多い。この場合どう対応したらいいか？

A　発注者の財政事情により予算の確保が厳しい中で、規模を縮小したくないなどの事情もあるでしょうが、適切な事前調査の実施により必要と認められる工種や付帯作業が計上されていなかった場合には設計変更を認めてもらうことは当然のことです。特に管きょの内部については専用機器がなければ把握できないことも多く、調査時との時間の経過による変化もあり、適切な方法での施工ができなければ、品質や安全の確保ができなくなるので発注者に根気よく理解を求めることが大切です。

発注者も公共工事の品質確保の促進を目的として制定された品確法（「公共工事の品質管理の促進に関する法律」平成17年4月1日施行）の遵守が求められ、価格のみの競争による調達から、価格と品質を総合的に評価する調達へと転換されていますのでより理解が深まっています。

同法に基づき「下水道工事における品質確保促進の手引き（案）」が（社）日本下水道協会に設置された検討委員会により発刊され、さらに自立管および複合管の更生工法の選択、品質確保を行うための「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」が平成29年7月に発刊され発注者の品質確保の統一的な指針となっています。したがって、工事施工調整会議の開催をお勧めします。

公共工事の品質確保については、発注者も受注者も、エンドユーザーの安全と安心を確保するため、相互で理解を深め研鑽を積み、安易な低価格工事を発生させないように努力しなければなりません。

【参考文献】
「下水道工事における品質確保促進の手引き（案）」平成18年3月　国土交通省都市･地域整備局下水道部、（社）日本下水道協会
「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」平成29年7月　（公社）日本下水道協会（第4章 p4-1）

更生工法（反転）	更生工法（形成）	更生工法（製管）	更生工法（さや管）	更生工法（取付け管）	内面補強工法	止水工法	防食工法

Ｑ１-１０　各工法により、前処理工、水替工や取付け管口穿孔工など、同一工種でも積算方法が異なる。積算要領を統一することができないか？

Ａ　各工法の積算資料は施工方法の違いにより、当然違うものになりますが、付帯する工種については統一できるものと考えています。

統一できる工種としては、

・管路内洗浄工・清掃工（施工前、施工後）

・管路内調査工（施工前、施工後）

・水替工

・施工前管路内処理工

・マンホール管口処理工（切断工、仕上工）

・取付け管口穿孔工

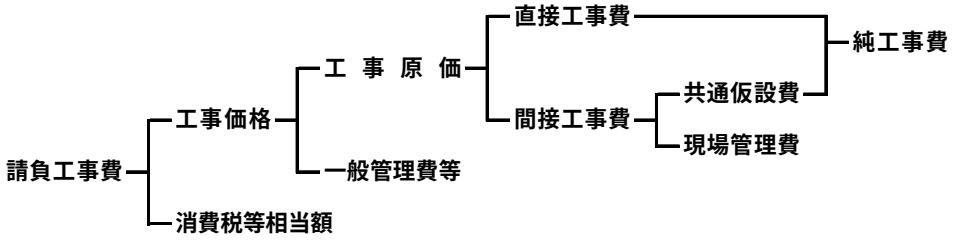
などが挙げられます。しかし、現場環境や作業能力により、実際の作業量が異なることから、実態調査を推進し、標準作業量を定め、発注者による発注前の調査・診断業務の普及を推進する必要があります。

（公社）日本下水道協会や当協会で積算基準を早急にまとめ公表するとともに、各工法協会は当協会と協力しながら、発注者に対して説明会を今後とも十分に行ってゆくことが大切であると考えます。

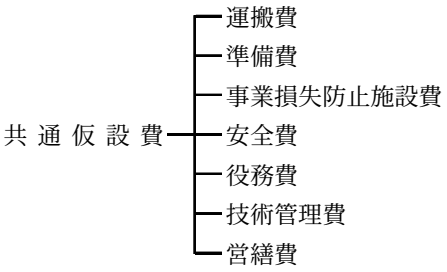
Q1-11　品質管理の要求事項であるJIS K 7171 曲げ試験等の費用は、積算計上できるのでしょうか？

A　通常、品質管理のための試験等に要する費用は、共通仮設費の中の技術管理費に含まれていますが、(公社)日本下水道協会「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」では以下のように記述されています。

「サンプルの採取、試験の実施に必要な経費は、発注者と工事受注者との協議に基づき、必要に応じて技術管理費に積み上げる等別途計上を行う。」



請負作業費の構成



共通仮設費の構成

なお、技術管理費の率計算による内容は次のとおりとなっています。

① 品質管理のための試験等に要する費用

② 出来形管理のための測量等に要する費用

③ 工程管理のための資料の作成等に要する費用

④ ①～③に掲げるもののほか、技術管理上必要な資料作成に要する費用

【参考文献】

「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」平成29年7月　(公社)日本下水道協会(p参4-7)

「下水道管路管理積算資料-2015-」平成27年3月　(公社)日本下水道管路管理業協会

Q1-12　硬質塩化ビニル管（VU）の管路更生の施工依頼がきた場合には、どのように対応するべきか？

A　硬質塩化ビニル管※1は、熱可塑性樹脂※2であり、温度の上昇による軟化により強度が低下します。ビカット軟化温度※3は 76℃以上です。

※1：一般流体輸送配管に用いる硬質塩化ビニル管(JIS K 6741)は、VP(塩ビ厚肉管)と VU(塩ビ薄肉管)があり、管の色は灰色である。

※2：熱可塑性樹脂とは、熱により軟化する樹脂をいう。

※3：ビカット軟化温度とは、試験片に圧子が 1㎜ 沈み込んだ時点の温度をいう。

一般的な使用温度は、原則 60℃以下（塩化ビニル管・継手協会）とされています。

そのため、反転工法および形成工法の熱硬化性樹脂を用いて管路更生する工法では、硬化させるために 70℃以上の温度が既設管に加わるので、埋設された硬質塩化ビニル管の偏平量も著しく増加し、使用に耐えられなくなります。

したがって、反転工法および形成工法では硬質塩化ビニル管への管路更生が一般的に採用されません。

しかし、多くの管路更生工法が、地上実験等で硬質塩化ビニル管を使用しています。また、施工実績も多々あります。最近、実証実験を行い、(公財)日本下水道新技術機構における建設技術審査証明書において、適用の管種にも硬質塩化ビニル管は対象となっている工法が増えてきました。

建設技術審査証明書の適用の対象となっていない工法でも、特殊なケースとして、質問にあるように、発注者の要望により、どうしても施工する必要がある場合は、樹脂の選定、硬化養生温度等を事前に調査検討して、慎重な施工が必要となりますので、品質が実証されている施工法により、施工して下さい。なお、施工の可否、樹脂の選定、硬化養生温度等については、各工法協会の施工マニュアル等に則って行って下さい。

Q1-13　事前テレビカメラ調査の結果、既設管が偏平していた。どの程度までの偏平であれば施工可能か？

A　管路更生後の管路機能面を考慮しなければなりません。

反転工法および形成工法で使用する更生管のたわみ率は、硬質塩化ビニル管および強化プラスチック複合管と類似して可とう性があることから、日本下水道協会規格「下水道用硬質塩化ビニル管(JSWAS K-1) 2010 年」および「下水道用強化プラスチック複合管(JSWAS K-2) 2017 年」に準じ、管路機能の保持を考慮した 5%を許容たわみ率としています。

したがって、ご質問のように、既設管が偏平している場合も、管路更生後の管路機能の保持（流量確保等）を考慮した、たわみ 5%以下であれば、そのまま施工してよいでしょう。

既設管の偏平が 5%以上している場合は、反転工法および形成工法での施工性の観点からは、既設管がかなり偏平していても施工その物は可能ですが、更生管の強度、機能性の保持に問題が起きる可能性がありますので、発注者との協議を行って下さい。

さや管工法を採用する場合には、事前に試験治具が通過するかどうかを確認するとよいでしょう。

【参考文献】

「下水道用硬質塩化ビニル管（JSWAS K-1）2010 年」平成 22 年 3 月　(社)日本下水道協会
「下水道用強化プラスチック複合管（JSWAS K-2）2017 年」平成 29 年 7 月　(公社)日本下水道協会

Q1-14　取付け管更生で「自立管設計」の定義があるのか？

A　取付け管更生で「自立管設計」の一般的な定義はありませんが、各自治体により独自の規格を採用しておりますので、仕様書等の確認が必要です。

取付け管更生で「自立管設計」が定義されていない要因は、取付け管に作用する荷重の計算手法が確立していないためです。

下水道管きょに作用する外力は、土圧と活荷重の 2 種類の荷重の総和とされておりますが、この大きな力が作用するのは本管であり、取付け管には大きな力が作用しない場合が多いと考えられます。これは、本管が道路に平行した位置に埋設され、車両荷重が継続的に作用するのに対し、取付け管は道路に垂直に取り付けられているのが大半で、埋設位置の大部分が歩道であり、車道に埋設されている場合でも道路幅員が狭く、活荷重の影響が小さい箇所に多いからです。取付け管更生の「自立管」については、これらを考慮し設計を行う必要がありますが、これら外力による土圧分布の考え方は、設計式によって様々なものが存在します。

また取付け管は、本管に比べ管きょ勾配が大きいため、公共ます側と本管側で作用する外力の大きさが異なり、これが設計において問題となります。つまり、公共ます側（土被りが小さい）では活荷重が支配的になり、本管側（土被りが大きい）では土圧が支配的になります。活荷重については、取付け管の占有位置が歩道や車道側部に埋設されていることが多く、本管と同様の考え方でよいのか考慮する必要があります。また、勾配が大きいため取付け管の断面は、円ではなく楕円となるため土圧分布の過程についても検討が必要となります。

Q1-15　V カット工法の表面仕上げ材はどのような種類があるのか？また、表面仕上げ材は必ず必要なのか？

A　(社)日本下水道協会「下水道施設維持管理積算要領－管路施設－2011 年版」では、『止水材や表面仕上げ材の種類としては無機系、有機系の各材料があり、最適なものを選定する必要がある』と記載されていますが、無機系の急結セメントで止水し同系統のもので表面仕上げを行うのが一般的です。急結セメント系では仕上げ時間が早すぎたりする場合には、薄塗り用の超早強性既調合モルタル（ポリマーセメントモルタル等）で表面仕上げをする場合もあります。さらに、長期的な止水の持続を目的とする場合は、有機系樹脂材料と補強材（ガラスクロス）を組み合わせる工法が数多くあります。また、ジョイント部等の仕上げについては、ある程度の動きに対し追従できる弾性コーキング材（ウレタン、シリコン）を使用する場合もあります。このようなことから使用材料は現場状況に合わせて選定することが必要です。

表面仕上げ材には V カット施工部分の表面を整えるという意味合いだけでなく、Vカット施工部分（急結セメント等の止水材）が経年劣化等により、約 3～5 年程度を経て再び浸入水が発生する事例が数多くみられるため、長期的に浸入水を防止する目的でも必要となります。当協会「下水道管路管理積算資料-2015-」および(社)日本下水道協会「下水道施設維持管理積算要領-管路施設-2011 年版」では、Vカット工法における表面仕上げ材のｍ当り使用量が明記されており、積算項目に入っていますので必要になります。

【参考文献】
「下水道管路管理積算資料-2015-」平成 27 年 3 月　(公社)日本下水道管路管理業協会（p555）
「下水道施設維持管理積算要領-管路施設-2011 年版」平成 24 年 1 月　(社)日本下水道協会（p117）

Ｑ１-16　製管工法は下水を流下させながら施工できることがメリットであるが、モルタル充填時に汚水が混入することはないのか？　また、混入した場合に強度上問題はないのか？

Ａ　モルタルに汚水が混入すると、所定の性能を確保できないことがあります。したがって、モルタル充填時に、管内の汚水と混合しないように、上流側管口の更生管と既設管との隙間を締切ります。締切り用の材料については、各工法協会の施工マニュアルを参照して下さい。

また、場合によっては、上流スパンの下流側管口で止水堰を仮設置し、汚水の流入を防ぐこともあります。

さらに、さや管の場合更生管自体、自立管強度を保有するためモルタル（充填材）に強度を期待しません。ここでは「みずみち」防止の意味合いと考えます。

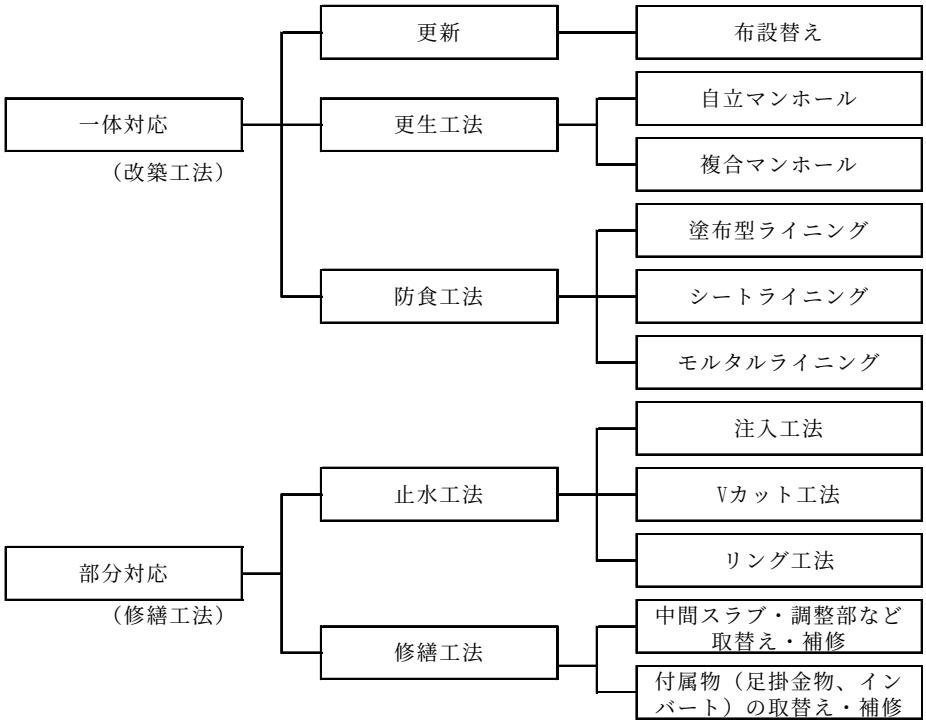
Q1-17　防食工事は補助対象になるのでしょうか？

A　防食工法は処理施設においては補助対象になり、日本下水道事業団「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」（以下、JS マニュアルという）により平成 3 年以降実施されています。

また、管路施設の防食に対しても、（社）日本下水道協会「下水道管路施設腐食対策の手引き（案）」平成 14 年 5 月により実施され、現在は「下水道管路施設ストックマネジメントの手引き」平成 28 年 12 月と図書名が変更されています。

既設マンホールにおいても、（公財）日本下水道新技術機構「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 28 年 12 月により本格的に実施されるようになってきています。

管路施設の場合、本体が耐荷性能を有していることが前提となります。耐荷性能を有していない場合は、更生工法により実施することになります。また、必要に応じて耐震性能を有していることを確認することとしています。



対策工法の分類図

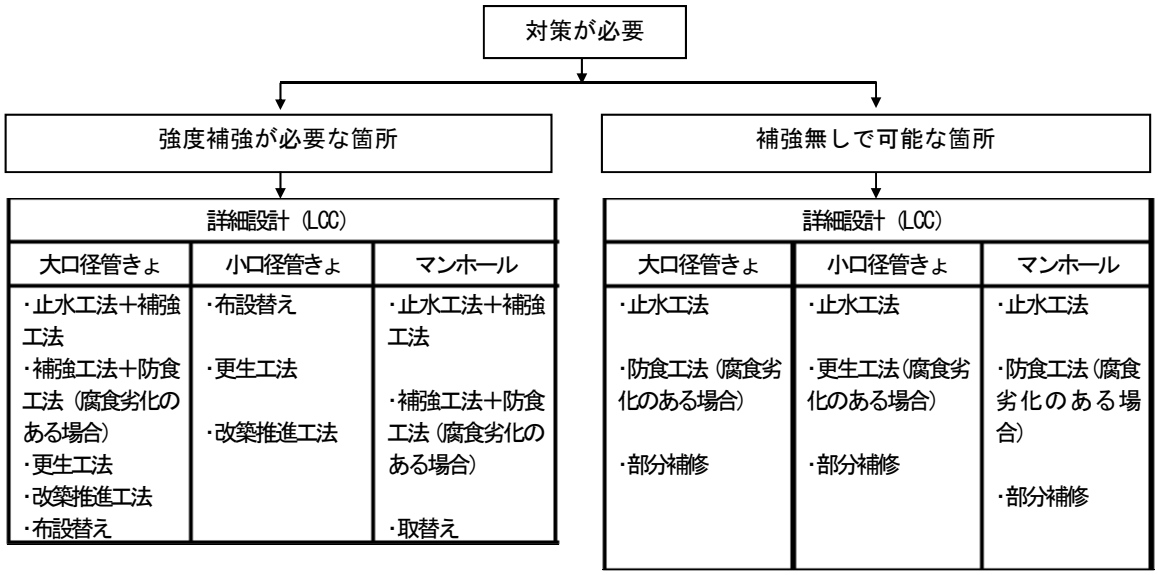
「下水道用マンホール改築・修繕工法に関する技術資料」p49 を一部修正

Ｑ1-18　防食工法と更生工法は何が違うのですか？

Ａ　更生工法と防食工法の違いは、管路施設に耐荷性能があるかどうかで決まります。更生工法は、耐荷性能が期待できない場合に実施されます。

これに対し、防食工法は、管路施設に耐荷性能が期待される場合に、採用されます。もちろん補強工法と併用すれば防食工法でも実施できます。ただし、防食工法は人が入って工事ができない場合はまだ技術がなくて実施できません。大口径管きょやマンホールなどで実施されています。

防食工法の中で、シートライニング工法は、更生工法の複合管工法とよく似ています。管路施設に耐力があるかどうかで判断されることとなります。



管路施設の修繕改築

Q1-19　長寿命化と腐食は違うのでしょうか？

A

1. 老朽化（主に中性化）

コンクリート管きょが中性化して、鉄筋が腐食して耐力を失うことで、通常かぶり厚を 50 年として設計されるため､耐用年数は 50 年とされています。しかし､鉄筋構造物でない場合（無筋構造物や炭素筋を使用した構造物など）は、中性化によりコンクリートは強固になるため老朽化の範囲を超えると考えられます。鉄筋が腐食し爆裂が始まることを老朽化としている場合が多いです。

2. 劣化（主にひび割れ）

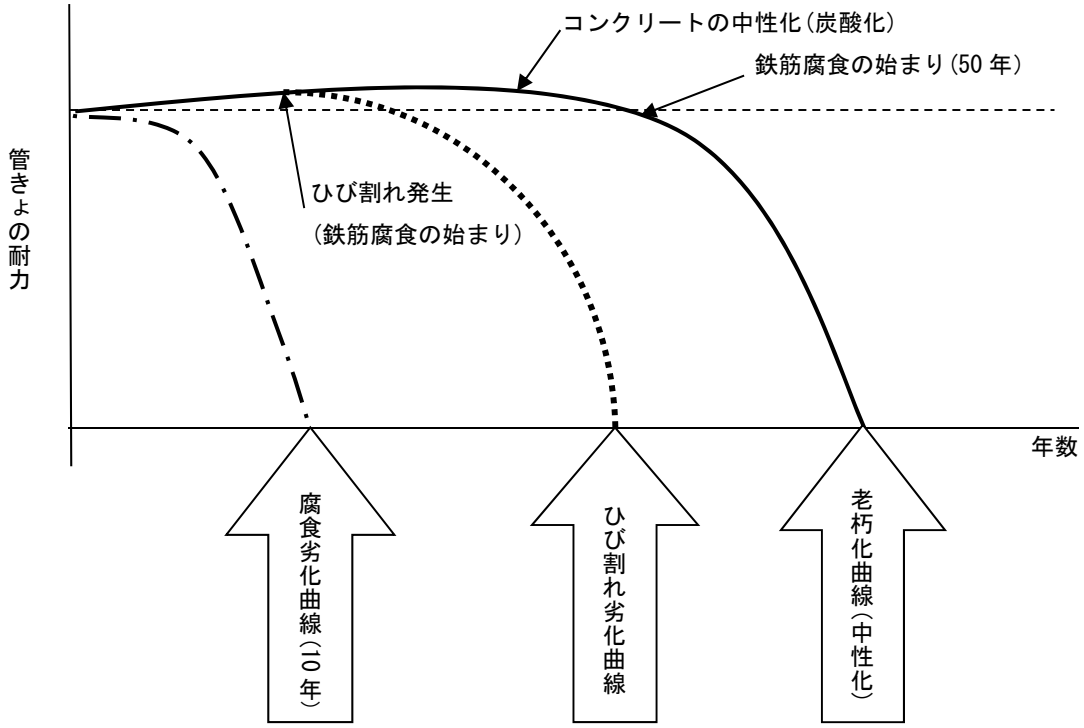
コンクリートは中性化以外に寿命を決めるものとして、ひび割れがあります。ひび割れの場合その隙間から水や空気が侵入し鉄筋を腐食させます。そのため、かぶり厚で 50 年対応していても、その効果はないと考えられます。しかし、早期発見し、鉄筋の防錆処理をすれば 50 年以上の耐久性は可能と思われます。土木学会や建築学会では、劣化が長寿命化の対象となっていることが多いです。

3. 腐食（主に硫化水素）

一般的な腐食の場合、有機酸や薬品などの酸性水などによる化学的劣化に分類されていますが、下水道の場合、下水から発生する硫化水素ガスによる気相部分の腐食があります。この場合約 10 年程度で、下水道管きょの気相部分は完全になくなることが多いです。したがって、耐用年数 50 年に対応する場合は、硫化水素抑制対策や防食材料の使用が必要となります。

4. まとめ

このように、下水道管きょの長寿命化は、老朽化、劣化、腐食の 3 種類に分けて設計する必要があると考えています。



既設管きょ・更生管きょの腐食、老朽化、劣化の概念図

第 2 章 施工計画

更生工法（反転）	更生工法（形成）	更生工法（製管）	更生工法（さや管）	更生工法（取付け管）	内面補強工法	止水工法	防食工法

Ｑ２-１　各マンホールが歩道内にあり、歩道上に工事車両を乗り上げて施工したら、作業がしやすいと思うが、道路管理者・交通管理者より許可がおりない。

また一方、材料等が車道および歩道上に多くはみ出すことになり、歩行者等に対し迷惑を掛けることになると思うが、いい解決策はないか？

Ａ　まず、施工者としてやらなければならない基本的な事柄について、道路管理者・交通管理者から指導を受けて下さい。

施工者は、当該現場の交通量（歩行者・車両など）調査をするなど施工環境を考慮した作業計画を記載して「道路工事使用許可申請書」を交通管理者に提出すべきです。

歩道上に工事車両を駐車させ、作業を行うことは、原則できませんが、対策を講ずることで施工可能となります。

歩道は、歩行者等が安全に通行できることを第一の目的としています。舗装構造（強度）については、車両が乗り上げてもいいような設計にはなっていません。

工事車両が歩道上に乗り上げて工事作業ができる条件は、例えば、歩道幅員が広く、歩道内に作業帯（工事車両もこの中に入る）を設置しても、歩行者等が通行可能な歩行幅員※1 が確保できること。そして、歩行者の安全確保のため交通誘導員を配置することです。また、歩道の舗装を損傷させないために鉄板等により防護することも必要な場合があります。この他軽量車両の使用もひとつの方策です。

※1：歩行者通路の幅員は 1.5m以上が原則です。ただし、交通量が少なく、施工内容から真にやむを得ない場合には、0.75m以上とすることができます。

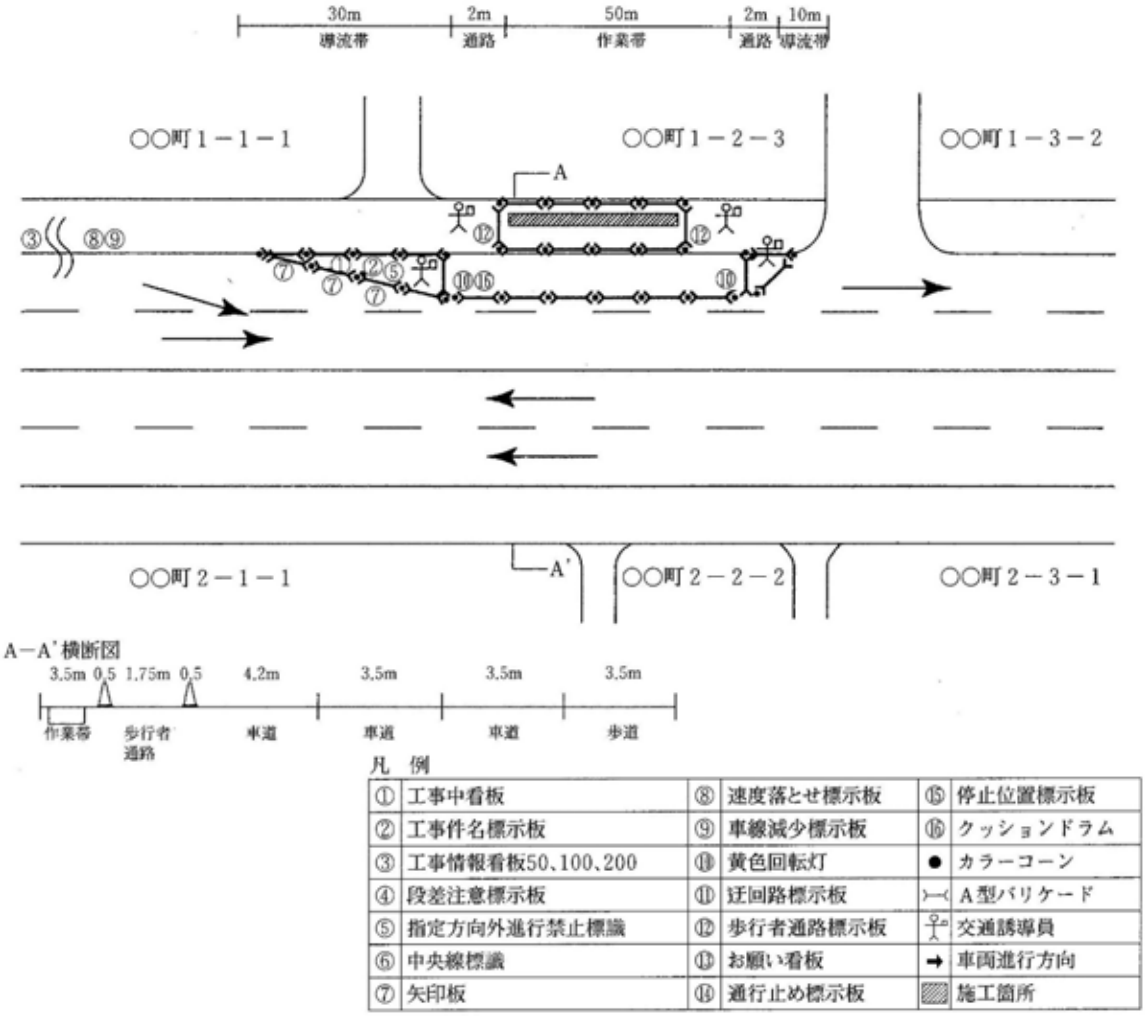
一方、歩道内に歩行幅員が確保できない場合には、歩行者等を車道上に迂回させることになります。歩行者等の安全を一層確保するため、交通誘導員の配置は勿論、迂回路の線形などについて、交通管理者との十分な協議が必要となります。

それでも安全な通行ができないと判断される場合には、交通量の少ない夜間などに施工することも視野に入れておくべきです。

また、資機材※2 については、作業帯内で処置すべきです。作業帯が十分取れない場合は、資機材置場を別に確保する必要があります。

※2：歩行者通路は整理整頓に努め、器具、工具等の散乱に注意する必要があります。

なお、次に参考として歩道部施工による歩行者通路切回しの例を図示します。



凡　例

①	工事中看板	⑧	速度落とせ標示板	⑮	停止位置標示板
②	工事件名標示板	⑨	車線減少標示板	⑯	クッションドラム
③	工事情報看板50、100、200	⑩	黄色回転灯	●	カラーコーン
④	段差注意標示板	⑪	迂回路標示板	⟩⟨	A型バリケード
⑤	指定方向外進行禁止標識	⑫	歩行者通路標示板		交通誘導員
⑥	中央線標識	⑬	お願い看板	→	車両進行方向
⑦	矢印板	⑭	通行止め標示板		施工箇所

歩行者通路切回しの設置例

「路上工事作業における道路使用許可申請マニュアル［補訂版］」p90

【参考文献】
「路上工事作業における道路使用許可申請マニュアル［補訂版］」平成 23 年 9 月　道路使用実務研究会編（東京法令出版）

Ｑ２-２　更生工事においては、使用する資機材や工事車両が多いため、その時間帯に使用しない車両は、作業帯内から現場付近の路上に駐車させることになり、駐車違反の対象となるが対策はないか？

Ａ　道路交通法 第77条 第1項では道路使用許可の対象となる行為として､「道路において工事若しくは作業をしようとする行為」となっており、これは道路そのものの工事はもちろん道路の地盤面下に水道管やガス管を埋設する工事や、主たる工事は道路外で行われていても、工事の一部が道路上に突出し、交通の障害となるものなど、およそ道路上を使用する工事等のすべてが対象となります。

作業帯の幅は、車両通行路、歩行者通路を確保した上、必要最小限とし、長さは、管路埋設工事はおおむね100mとしています。

車両通行路の幅員は､1車線の場合3.5m以上（大型車通行止めの場合3.0m）、2車線では6.5m以上、歩行者通路の幅員は1.5m以上を原則とします。

更生工事は管路埋設工事と同類と考えますので、これらを遵守しなければなりません。

なお、直接作業に従事しない車両（例えば、通勤用車両・作業員搬送用車両・事務所車・休憩車等）は、もちろん作業帯内に入れることはできません。現場事務所用地内等の路外に駐車場所を確保しなければなりません。

一方、時間帯によっては使用されない車両（例えば、資機材運搬車両・残土運搬車・標識車等）は、作業帯内に待機場所として確保できます。

各工法ごとに必要車両が異なることから、更生工法の種類別に工事関係車両等を配置した「作業帯平面図」を作成し、最小の必要な作業帯長さを決めることが必要と考えられます。

そして、その図面を基に所轄警察署と相談し、種類別の作業帯長さを確定することです。

また、今後 1 台で機能を複数持たせるような工事車両の開発など、コンパクトな工法になるよう技術開発を進めることも重要です。

【参考文献】

「路上工事作業における道路使用許可申請マニュアル［補訂版］」平成 23 年 9 月　道路使用実務研究会編（東京法令出版）

Q２-３　工事箇所が一方通行路であり、住民の車の出入りを逆走（一部）させないと終日住民の車が使えなくなってしまう。付近の駐車場も満車で借りられず、しかも所轄警察署は一方通行の一時解除の許可をおろさない。どのように対応すればいいか？

A　一方通行の解除をお願いするには、説得できるだけの解除理由が必要です。そして、大変な事務作業と日時を伴います。

所轄警察署では申請書を受け付け、公安委員会への審査手続きを行います。公安委員会で審議した後、周辺住民はもちろんのこと関係機関への一方通行解除の周知期間が必要となります。通常ですと申請から許可がおりるまで、1 ヶ月以上はかかる（一般には、2～3 ヶ月）といわれています。

管路更生は同じ路線に長い期間、占用しませんから、車を所有している住民に対し、工事施工日・工事期間が短いことなどを説明し、個々の住民の意見・要望等を聞き、理解と協力を求めたほうが得策と思います。例えば、通行可能な場所に一時的に駐車場を借りることか、交通手段を変えてもらい、そのための補償を払うとかの方法もひとつの対策と考えられます。

Ｑ２-４　更生材挿入時に予定外の作業が入り、当日行う予定の作業が、道路使用許可の作業時間内で終了しないと判断し、その作業を翌日に回すことにした。多少時間を超過してでも当日の作業は終えた方がいいのか？

Ａ　道路使用許可を受けた「作業時間」は、遵守しなければいけません。

作業時間は、自動車交通量等の比較的多い朝夕の通勤・帰宅時間を外して決められています。昼間帯の作業時間は、原則として午前 9 時から午後 6 時までの間です。夜間帯は、原則として午後 8 時から翌日午前 6 時までの間です。夜間工事となる主な道路状況は、交通頻繁な道路・駅周辺又は繁華街等で人通りの多い道路・交通頻繁な交差点、踏切、橋梁およびその前後 50m以内の道路などです。

もし工事の最中に不測の事態が起こり、許可終了時間を 1 分でも超過すると考えた時点で、直ちに所轄警察署に連絡をとり指示を仰ぐことが大切です。それを怠ると道路交通法違反となります。

このような事例がありました。幹線道路の夜間工事で午前 6 時になっても作業帯が撤去できず、そのため朝の通勤時間帯に交通渋滞が起こり、ラジオから下水道工事による渋滞〇〇km と報道され、所轄警察署からはお叱りを受けた経験がありました。くれぐれも注意しましょう。

工法によるのでしょうが、硬化時間が不足するようであれば、品質の面から翌日作業に回すことを考えなければなりません。

作業時間の延長が許されることはありません。交通量を調査し許可を受ける前段で、硬化時間を考慮した作業時間で協議しておけばよいことです。

一方、交通量が多く作業時間の延長が許可されない場合は、全体工程の日数延長を所轄警察署にお願いすることです。

Ｑ２-５　道路使用許可内で作業が終わらない場合は、どうしたらいいか？　また、工事車両の配置スペースの許可がおりない場合の対処方法はあるか？

Ａ　作業時間と作業スペースを十分確保できることが理想ですが、そのような現場はまれなケースで、ほとんどの都市部の現場では多少なりとも制約された中で施工することとなります。したがって、施工計画時から現場状況および施工工法の特徴などを考え合わせ、発注者や関係機関と協議して適切に許可を受けることが大切です。

(1) 道路使用許可内で作業が終わらない場合（施工計画検討時）

管路更生には多くの施工工法があるので、道路使用許可内で作業が終わる工法を選定し、発注者と協議して施工することになります。

また、どの工法でも作業が終わらないと想定される場合は、発注者と協議し、道路使用許可申請時に道路管理者や所轄警察署に工事説明を行い、作業時間帯延長を申請して下さい。

(2) 道路使用許可内で作業が終わらないと想定される場合（施工中）

工事施工中に何らかの原因で作業時間の延長が想定される場合は、事前に周辺住民に工事延長の説明を行い、同意を得、所轄警察署に報告して一時的工事延長の許可を受けて下さい。

(3) 作業スペースの許可がおりない場合

作業スペース内に工事車両が配置できない場合は、施工手順の変更や工事車両の一時駐車場の確保、車両搬入時間の調整、小型工事車両等を検討し、許可された作業スペース内で施工する方法を選定しなければなりません。

Ｑ２-６　各種ある工法の特殊性から道路使用許可基準の作業時間（許可時間昼間 9 時間、夜間 10 時間）が短いため、一工程が、許可作業時間内で終了しない。どうしたらいいか？

Ａ　工事の計画段階で道路使用許可基準（昼間帯：原則として午前 9 時から午後 6 時までの間、夜間帯：原則として午後 8 時から翌日午前 6 時までの間）の作業時間では、一工程が終了しないと考えられる場合は、まず道路使用許可申請を行う前に、所轄警察署に対し採用する工法のメリット等について十分な説明を行うことです。その上で当該工事現場の交通量調査を実施し、その調査結果をもとに作業時間の延長をお願いすることです。この時点では、早計に工法の変更については考えないほうがいいと思います。

交通量調査の結果によっては、明かに時間延長できない場合があります。その時初めて工法の変更等について発注者と協議することになります。

一方、許可作業時間内で一工程が終了するような工法の技術開発が急務であると考えます。

Ｑ２-７　昼間施工箇所（住宅地）で道路使用許可申請時に所轄警察署より「学校周辺のため通学できる時間を守れ（スクールゾーン）」といわれた。スクールゾーンの通行禁止時間は 7 時～16 時。残り 1～2 時間では仕事にならない。どうしたらいいか？

Ａ　学校周辺で下水道関連工事を行う場合、次の二点について特に対策を講ずる必要があります。

その一は、登下校の時間帯（概ね　登校時間　午前 8 時 00 分から 9 時 00 分、下校時間　午後 2 時 30 分から 4 時 00 分）について、生徒たちの安全に通学できる通行対策を考えます。

その二は、工事騒音の問題です。

これらを解決するには、登下校の時間帯に生徒の安全確保のため、専属の交通誘導員を適正な場所に配置することです。また、授業の迷惑とならないよう低騒音の機械を使用することを、学校側に十分説明し、理解と協力を得ることです。そして、その学校側との協議内容と工事する側の履行内容を文書にまとめ警察署に相談を持ち込むことです。

学校側の承諾を得ることで警察署の許可は得られると思います。それでも学校側に理解してもらえない場合は、学校の休日日に施工することになるでしょう。

夜間工事は、住宅地ということもあり工事騒音の問題も生じますので、できるだけ避けたほうがいいと思います。

Ｑ２-８　設計は昼間工事だが、施工前調査を行ったところ道路状況および周辺住民の要望により夜間施工に変更せざるを得ない状況になった。工事元請けを通じて発注者に確認したが、工事時間は自由だが夜間による工事額の設計変更はできないとの判断だった。昼間施工を強行すべきか、経費増をかぶって夜間施工すべきか？

Ａ　過大要求でない限り周辺住民の要望を最優先すべきです。住民との話し合いの経過や決定事項を議事録として残し、場合によっては発注者も参加してもらうことが重要と考えます。したがって、設計変更（具体的には設計変更指示書の発行）をしてもらうのが筋と考えます。

昼間施工を実施する場合は、交通規制の実施方法（一方通行の逆侵入もありうる）等によって周辺状況が変わり、住民に与える影響が大きくなるおそれがありますので、住民と十分な協議が必要です。したがって、発注者の考え方とその旨を発注者から住民に説明してもらう必要があると考えます。現実的には、住民の要望書、道路使用許可（住民の要望書により、夜間道路使用許可書）等を取得し、発注者に設計変更を申し出て、夜間工事にするのがいいと考えます。

Ｑ２-９　事前調査の結果、設計数量との相違が判明したが、どう対処すればいいか？

①既設管の管径、延長

②取付け管の数、管径、延長、不明ます

③不良箇所の数、位置、内容　他

Ａ　修繕・改築においては、まず事前調査を行い、現況と設計の相違を把握することが最優先されます。材料手配への影響や、止水工・障害物除去工の要否、その他設計外の付帯工事等が必要になり、極端な場合は工法自体の変更を余儀なくされることも考えられます。

設計の元になる調査診断報告書の内容と作成時期（経年による不良箇所や取付け管数等の変化）を確認することも重要ですが、調査自体の精度不良や不良箇所の計上ミス等、完全な報告書はないという前提の下に現場に臨む必要があります。特に路線が複雑に交差している場所での間違いが多く見られます。

現況と設計の相違が軽微な場合は受注者が善意で施工しても構いませんが、過剰なサービスをする義務はありません。事前調査が終了した時点でわかりやすい資料を作成し、発注者と協議の上、契約約款に基づく設計変更のための手続き（設計変更指示書や設計変更協議書の作成）を進める必要があります。したがって、(公社)日本下水道協会「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」（第 4 章 p4-1）にも記載されているように、工事施工調整会議（通称）を活用し設計・施工管理の整合性を確認することが望まれます。

協議の際は、必ず打合せ記録簿を作成し、発注者、受注者双方が確認・保管し、事後に行き違いが生じないようにすることが重要です。

また、各工法協会は当協会と協力しながら、発注者に対し説明会を今後とも十分に行っていくことが重要と考えます。

【参考文献】

「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」平成 29 年 7 月　(公社)日本下水道協会

更生工法（反転）	更生工法（形成）	更生工法（製管）	更生工法（さや管）	更生工法（取付け管）	内面補強工法	止水工法	防食工法

Ｑ２-１０　設計図書に計上されていない管内の異状箇所の取扱いについて。特に前処理の必要な取付け管突出し、木根の侵入、油脂の付着、モルタルの付着等が現場着工前の現場踏査で確認された。これらは出来上がりの品質に多大の影響を及ぼすので発注者に設計変更を求めたいが？

Ａ　設計図書と着工前の現場踏査との大きな差がある場合は、いろいろの事由があると思いますが設計前調査の精度の問題だといえます。設計者が調査業務の結果をそのまま鵜呑みにして設計されている場合もあります。基本的には設計者が実態を正確に掌握した上で設計することです。

特に、更生工法の場合は管きょ内の実態が掌握し難いこともあり、このような実態が現行の更生工法全体の信頼の妨げになっており、双方でこのような問題解決のためルール作りに努めるべき大きなテーマと考えます。

代表的な例を挙げると以下のようです。

①モルタル、木の根等の除去物の数量が設計図書と大きく異なっていた。

②管のたるみ等により、水面下の異状箇所の見落としが多かった。

③取付け管突出し等により調査不可能箇所があり、その間に異状箇所が多く発見された。

④事前調査の時に、設計になかった公共ます（不明ます等※）が発見された。

※不明ます等とは、家屋の解体などにより、不要になった公共ますや取付け管等が撤去されずに本管に接続されている状態をいう。

現実の問題としては、更生工法の場合は事前処理後の状況が、出来上がり成果品に多大な影響を与えますので、軽微な取付け管突出し等でも処理する必要が出てきます。このようなことにより設計数量と実施数量が異なってくることになりますが、軽微なものでも処理を行って出来上がりを良くし、更生管内面を滑らかにするのが良い施工といえます。

したがって、次の事項により、新たに確認された前処理箇所については協議書を作成し、発注者と十分協議した上で施工に当たる必要があります。

①発注者立会いの上で調査を実施

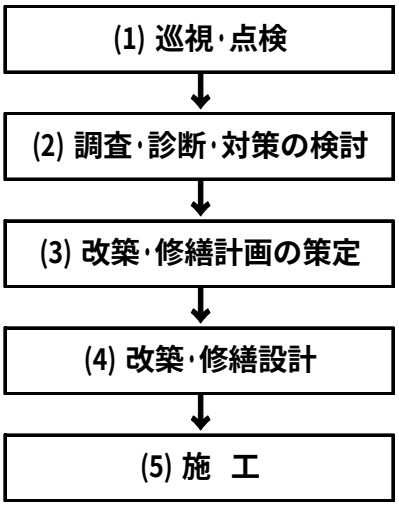
②前処理の必要性を出来形管理と併せて説明

③前処理箇所の数量を確認

④打ち合わせ議事録を双方で所有

そのために、工事施工調整会議の活用をお勧めします。

参考として当協会「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）」に記載している改築・修繕の流れ図を示します。調査・診断の結果が次の計画・設計・施工へとつながりますので、設計者は管内状況や現場諸条件等を十分に把握して設計して下さい。



マンホール改築・修繕の流れ図

「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）」p10

【参考文献】

「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

「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」平成 29 年 7 月　（公社）日本下水道協会（第 4 章 4-1）

Ｑ２-１１　本管の更生工法の現場で、工事着工前の調査により取付け管からの浸入水量が多く、更生工法の出来形に悪影響を及ぼすと判断したので前処理として止水工が必要と考えられる。また、たるみと思われる箇所に滞留水があり管底部の状況が分からない状況である。発注者に設計変更を求めたいが、どうしたらいいか？

Ａ　更生工法および内面補強工法による工事は、発注者によっては注入工法やＶカット工法、リング工法等に取って代わった工法として受け入れられている場合も多く、止水工を併用することは重複工事の感覚で受け止められることも考えられます。一部の工法では湧水があっても前処理の止水工は必要がないと説明しているとも聞きますが、基本的には前処理としての止水工は出来形を考慮して必ず実施すべきと考えます。

したがって、次の事項により、確認された浸入水箇所については協議書を作成し、発注者と十分協議した上で施工に当たることです。

①発注者立会いの上で調査を実施

②前処理としての止水工の必要性を出来形管理と併せて説明

③止水箇所の数量を確認

④打ち合わせ議事録を双方で所有

次に、管たるみの問題ですが、前問と同様に水替えをして、管底部の状況を正確に確認することです。管底部から湧水があれば止水が必要ですし、その他の異状があれば前処理をしなければいけません。そのまま施工すれば現場硬化型の工法では、硬化不良の可能性があり、複合管型の工法では裏込め材の流失等の大きな影響を与えます。また、浸入水量が多い場合は、下水道管の背面の地下水の流れも多いと判断されますので、止水材が硬化する前に流されたり、硬化不良が生じたりして、止水工の効果を果たさないことがありますので十分に留意して施工して下さい。

なお、(公社)日本下水道協会「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」では次のように記載されているため､参考として示します。

「工事の品質確保を図るために、工事発注者（地方公共団体）、工事受注者、設計コンサルタントによる工事施工調整会議（通称）※を組織して、設計、施工管理の整合性を確認することが有益である。」

※ 発注者・受注者・設計コンサルタントの三者による設計意図の伝達、設計図書と現場との整合性の確認等を行い、工事の円滑な実施や品質の向上及び三者の責任区分の明確化を図ることを目的に、直轄工事等で試行が行われているものである。

【参考文献】

「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」平成29年7月　(公社)日本下水道協会（第4章 p4-1）

Ｑ２-１２　緊急工事のため、施工日を役所から指定されていたが、同じ場所で他工事と重なった場合、どのように対処すればいいのか？

Ａ　他工事の影響を受け、管内への土砂流入・管きょの破損等による管閉塞障害、その他障害から緊急工事が発生することがあります。

この場合、施工の実施に当たり作業範囲の調整が必要であり、他工事の施設管理者・施工会社に対して詳細説明会議を設けて調整を図ります。その際発注者である下水道管理者の同行を求め、緊急施工の作業範囲を優先的に使用できるよう要請して了承を得ます。

①緊急工事の道路使用許可申請時に、工事の緊急性・工事内容・作業時間等を詳細に説明して道路使用許可（緊急工事 条件付き）を得ます。

②道路使用許可（緊急工事）申請説明の段階で、同地区内での他工事との重複施工を特に説明して緊急優先施工の条件付き許可を得ます。

③緊急工事の指定につき下水道管理者に同行して頂き、他工事の工事関係者に対して工法内容・工程（詳細）・緊急性の事柄等の説明会を設けて、重複現場の一時中断の協力を申し出ます。

④協力依頼の説明内容の中で、特に作業工程については、実行可能な計画を作成して約束した工期を守り占用現場の返還を図ります。

Q２-１３　既設管の損傷がひどいので、発注者に布設替えしたほうがいいと提案したが、現場の状況から開削ができないので、更生工法による施工を要求された。どうすればいいのか？

A　損傷がひどい既設管の状態によっては、施工ができない工法もありますが、施工可能な工法があれば、発注者と協議し工法承認を得るようにしましょう。もちろん前処理工が必要な場合は、既設管の破壊に十分注意して行い、管路更生後の形状に問題が生じるようであれば、流下能力の低下など慎重に精査し、監督員と協議の上、承認を得てから施工するようにしましょう。

ここでは、管の損傷がひどい状態なので既設管の耐荷力を見込まず、管路更生後に新管と同等以上の耐荷能力と耐久性を有する自立管を推奨することになりますが、ひどい状態に至った損傷の原因が薬品や摩耗などと特定できるのであれば、より長期間その原因に抵抗できる工法の選定が望ましいでしょう。

更生工法選定にあたっての留意事項は、(公社)日本下水道協会「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」3-5 頁、第 3 章第 2 節 更生工法の選定を参照して下さい。

また、布設替工法の中にも、改築推進工法といった非開削工法があり、既設管の損傷がひどい場合でも施工可能な工法として注目されています。発注者の要望にできるだけ答えるべく、努力は行い、受注者として出来ることと出来ないことをしっかり発言することが大切です。

【参考文献】

「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」平成 29 年 7 月　(公社)日本下水道協会

Ｑ２-１４　発注者の所有する下水道台帳には取付け管が記載されており、現場でもその有無は確認できるが明らかに使用されておらず、宅内ますも不明のため、本管側の穿孔を中止した方がいいのではないかと提案したが、もしものために穿孔して欲しいとのことでその指示に従った。浸入水防止、土砂流入防止を考えた場合、維持・管理上の問題があるのではないか？

Ａ　スパン単位の更生工法の場合は強度を期待していますので、不必要な穿孔を行うことは強度の低下になるため、今後使用するかどうかがはっきりするまでは、そのままにしておいた方がいいといえます。はっきりした時点で穿孔する提案をして下さい。

しかし、現在使用されていない取付け管でも、今回のように下水道台帳に明確に記載されている場合は、将来使用される可能性があるので、発注者の指示通り穿孔した方がいいでしょう。

ただし、宅内ますが不明で、浸入水や土砂の管内流入の可能性がある場合は、公共ますの設置を提案しておいて下さい。

いずれの場合も、提案は協議書を作成して行って下さい。最終的に取付け管がどうなったのかが後で分かるように、協議書を作成しておくことは大切になります。

Ｑ２-15　交通量が多い場所での施工は、保安区域の設置だけで時間を費やすため、発注者に問い合わせて交通誘導員を増員したが、設計変更にならなかった。どうしたらいいか？

Ａ　現場の状況は、施工担当者が一番良く分かる立場にいますので、事前に現場状況を良く確認し、施工計画を立てる必要があります。各工区の保安規制や交通誘導員の配置をどのようにするかは、重大災害につながることですから、特に重要事項です。しっかり交通安全計画を立て、交通誘導員の人数が設計図書より多くなる場合は、発注者との協議事項として、書面や写真で記録し保管することが重要と思います。

実際の現場作業では、まず道路使用許可申請書を提出する前に、警察と協議を行い、最低の交通誘導員数が何人であれば許可が出るかの確認を行いますので、その資料を持って発注者と協議を行えば、納得してくれると思います。

もとより、工事受注者が費用負担することはサービス行為になりますので、その必要はありません。

更生工法（反転）	更生工法（形成）	更生工法（製管）	更生工法（さや管）	更生工法（取付け管）	内面補強工法	止水工法	防食工法

Ｑ２-１６　管路更生前に現場調査を行ったところ、施工時に宅内排水の水替えを行うために必要な公共ますが建物の下に埋設されていたため、水替え方法について発注者と協議を行ったが、新たにますを増設するつもりはないので家の方と相談して工事を進めるようにとの回答だった。どう対処したらいいか？

Ａ　工事を受注した際に再度現地調査を行い、公共ますがない場合や構造物の下にあるという場合が発見されたときには、将来の維持・管理の観点からも、まずは発注者から公共ます増設の必要性について住民へ説明してもらう必要があります。

それでも住民が公共ますを設置することが難しい場合は、工事 PR 等の説明に行ったときに、個別にこの住民等と協議を行って下さい。工事内容を十分理解して頂き、管路更生工事を行う時間帯に排水を休止して頂くか、場合によっては留守又は休みの日に工事を施工する等の打ち合わせを行って、住民への不便、工事の支障を極力低減してから工事を進めて下さい。

くれぐれも、民家の方に、工事内容の理解を得ないで施工することは、避けて下さい。

Ｑ２-１７　内面補強工法において、水替えができないような場所での施工は、どのようにして行うのか？

Ａ　水替えをせずに施工できる内面補強工法については、選定範囲がかなり狭くなります。詳しくは工法協会に確認して下さい。

下水道管きょ供用中でも施工可能な工法があります。補修機を施工位置にセットする短時間の間に水量を減らす処置を施し、セット完了後は下水を流しながら硬化させる方法により施工することが可能となります。

通水型の補修機を使用しかつ少量の水が流れている程度であれば、水替えをせずに施工が可能な工法は実際にあります。

流れている流量、流速にもよりますが、これらの工法で水替えをせずに施工を行う方法については、次のようなことが考えられます。

(1) 水位の低い時間帯に施工

水位の低い時間帯、作業日等を発注者と協議した上で、通水型の補修機により施工します。

(2) 止水プラグ、吸引車を使用して施工

施工位置の上流側スパンに止水プラグをセットし流れてくる下水を一時的に止水した状態で、上流側スパンで止水した下水を吸引車で吸引します。その後、補修機をセットして施工します。施工後止水プラグを外し、下水を流します。また、通水型の補修機では水位が低くなった状態を作り施工します。機材のセット完了後は止水プラグを外し、下水を流します。

Ｑ２-１８　内面補強工法において、設計では水替えをしないとあったが、水量が多く水替えが必要と判断した。発注者に問い合わせたところ、以前に同じスパンで他社が水替えなしで施工したとのこと。その箇所は管口付近で条件も良く、今回施工する箇所はスパンの中間であったことから発注者と協議した。しかし、水替えの検討をしてもらえなかった。そこで以前の業者に施工を依頼したところ、水替えなしで管内の施工は不可能という判断だった。自主努力で水替えを実施したものの、このような場合どのように対処すべきなのか？

Ａ　施工前に現場状況を発注者と協議し、水替えの設計変更を申請すべきです。施工者が自社努力で実施する義務はありません。

水替えをしなくても施工できる工法、ある程度供用しながら施工できる工法、水替えが必要な工法を発注者に理解してもらうことが必要です。また、流量も施工時期および時間帯によって違うために流量調査を十分に行う必要があります。最終的に水替えが必要となった場合は、発注者と協議を行い、基本的には設計変更等の処置をお願いすることとなります。

Ｑ２-19　管路更生中に夕立があり、上流部で管が農水用池とつながっていたことから、大量の水が施工部位に流れ込み施工不能となった。

Ａ　ご質問のように、下水道の雨水管又は合流管でも施工当日や前日の降雨の影響で施工できないことがあります。施工中の急激な増水は、作業員や資機材を押し流したり、更生材等の撤去が困難になったりするなど、最悪の事態が発生するおそれがあります。したがって、事前に情報収集（天候、流入経路等）をしっかり行い、急増水に対応できる綿密な施工計画を立てることが重要です。

主な留意点を以下に示します。

① 発注者に現場周辺の注意事項について指示を受けて下さい。
　発注者と施工業者が連携し、情報を共有することが大切です。

② 施工前に施工現場付近の状況を確認し、さらに上流側の状況を把握し、水位、水量を確認して下さい。

③ また、雨天時の水位・水量を想定し、水替え等での施工可能の有無を確認して下さい。

④ 最近は詳細な気象状況をインターネットで知ることができますので、施工当日の天候を確認し、施工の有無を判断して下さい。

⑤ 施工中の急な天候の変化に対して、水替え等で対応できるかを判断し、最悪のことを考慮し対応して下さい。

⑥ 施工不能と判断した場合は速やかに施工前の状況に復旧し、二次災害が発生しないように注意して下さい。
　刻々と変化する現場状況は当事者である施工業者にしか分りません。したがって、急な増水による施工中止の緊急的な判断については迅速にかつ的確に判断できる現場の施工業者に行わせ、写真等の記録により報告させるよう、事前に発注者と元請けの間で取り決めておき、施工計画にうたっておくことが重要です。

⑦ 状況を速やかに発注者に報告し、指示を受けて下さい。

平成 20 年 10 月に国土交通省の委員会において「局地的大雨に対する下水道管きょ内工事等安全対策の手引き(案)」が作成され、また、当協会では「下水道管路管理に伴う流され事故防止～気象情報の入手と活用方法」（平成 21 年 9 月）としてまとめていますので、参考にして下さい。

Ｑ２-２０　管内に付着したモルタルや錆コブ（鋳鉄管）があり、除去することが非常に困難な場合がある。どの程度除去すればいいのか？　また、構造計算上の強度を含め、どのように発注者へ説明すればいいか？

Ａ　下水道管の内面にモルタルなどが付着堆積している状態は、下水道管の流下能力に多大な悪影響をもたらします。管断面の縮小は、大口径管より小口径管の方が影響が大きくなります。したがって、管路更生後の流下能力が当初設計の流下能力と同等以上になるかの流量計算が必要と考えられます。管路更生後は内面が滑らかになることから、流量は増加することになりますが、管路更生後の著しい断面縮小は、流下能力の低下になります。更生管の厚みを考慮した最小断面の確保が必要になりますので、既設管の障害物は極力なくなる程度まで、除去するのが望ましいと考えます。

また、その除去が非常に困難な場合、発注者の設計担当者や設計コンサルタントなどその対策に詳しい専門家に相談し、大幅な変更を伴う場合は、設計変更手続きを取ってから実施するように心がけましょう。

Ｑ２-２１　内面補強工法による部分補修工事において、設計指定箇所を施工しようとしたが、既にこの箇所は施工が完了していた。発注者と協議の結果、他の箇所を探して施工するよう指示を受けた。このような場合どのように対処すればいいか？

Ａ　このような問題は、管理台帳の誤記載により発生したものと考えられます。原因としては、前回工事で設計指定場所以外の浸入水の激しい箇所が確認され、急遽施工箇所を変更して施工したのにも関わらず、竣工図の作成の際、設計図と同じ内容で作成・提出されたため、この時点で管理台帳に間違いの状態で記載された結果により発生した問題であることが推測されます。

この質問では、発注者と事前調査結果を基に協議し、他の箇所を探して施工するよう指示されていますので、次の事項に留意して行うといいでしょう。

① 施工範囲から優先度の高い補修箇所を選定し、作成資料を基に設計変更の指示と承認を得てから施工します。なお、補修を必要とする箇所がなければ、減額のための設計変更手続きを行うべきです。

② 竣工図作成時には実施箇所を正確に記載することが肝要で、特に竣工図に記載もれのないよう配慮します。

③ ただし、管径の違う場所を施工するよう指示された場合は、大きな設計変更対象となることから設計変更手続きを確実に行って下さい。

Ｑ２-２２　防食工事ではなぜ超高圧洗浄（約 200MPa）が必要なのでしょうか？

Ａ　新設のコンクリート躯体の場合は、表面に付着したコンクリート以外のモルタル成分などを除去するだけで、接着強度（引張強度）1.5N/㎟以上が得られるので、通常の高圧洗浄（15MPa）で十分です。

しかし、劣化コンクリートや既設コンクリートの場合、表面劣化が始まっていることが多く、通常の高圧洗浄で洗浄しただけでは 1.5N/㎟以上が得られません（参考文献参照のこと）。

そのため、改築工事の場合、劣化部除去工は、標準的な除去方法として超高圧水処理とされています。

また、要求性能として、Fe 層の残存がなく、フェノールフタレイン法で赤色に呈色し、引張強度が基準値以上の強度が求められています。

【参考文献】
櫛谷則幸、松浪良夫、野中資博：コンクリートの劣化部除去に関する方法論的研究、第 32 回下水道研究発表会講演集、日本下水道協会,p249-251（1995）

Q2-23　マンホールの劣化レベルを判断する場合、マンホール壁の表面 pH 測定、コア採取による圧縮試験の他簡易的に判断できる試験はあるか？

A　マンホールはたいていコンクリートでできているため、最も簡易な測定法でかつ判りやすい測定法として pH 測定があります。pH 測定には測定器具を持込んで行うのが通常ですが、道路上であったりするため、あまりお勧めできません。

そこでお勧めするのがリトマス試験紙を利用するものです（写真参照）。この方法は持運びが簡単であり、次の詳細調査につなげる手段としてお勧めしています。

また、この方法は、当協会「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)」の点検方法として採用されています。

ここでは、pH＞7(異状無し)、7≧pH≧5(要調査)、pH＜5(至急調査)と分類し、管理者の詳細調査を促すようにしています(チェックシート参照)。

リトマス試験紙による pH 測定

マンホール腐食度点検記録チェックシート

記入事項		チェック	記 入 欄
担当者	維持管理者		
	点検実施者		
	記録者		
構造物諸元等	施設名		
	施設の規模・能力等		
	構造物の状態		・新設施設　・補修施設
	当初供用開始年月日		平成　年　月　日
	補修後供用開始年月日		平成　年　月　日
点検の種類			・巡視点検　・マンホール内点検
点検年月日			平成　年　月　日
コンクリートの諸元	設計基準強度		・21N/㎟　・24N/㎟　・不明
	混和使用の有無と種類		・有（　　）　・無　・不明
	設計被り厚		mm　・不明
防食被覆諸元	設計腐食環境条件		・Ⅰ種　・Ⅱ種　・Ⅲ種　・該当なし
	防食被覆層の種類		・塗布型ﾗｲﾆﾝｸﾞ　種　・モルタルﾗｲﾆﾝｸﾞ・シートﾗｲﾆﾝｸﾞ
	防食被覆層の材料または工法名		
コンクリート腐食環境	水温		℃
	気相部温度		℃
	硫化水素ガス濃度		検知管（　ppm）　連続測定（測定結果を添付）
初期状況（初期点検時）	初期欠陥の有無		・有　・無
	初期欠陥の内容		
	初期欠陥の対策		
コンクリート表面状況	硫黄の析出・付着		・有　・無
	変色・ざらつき		・有（　　）　・無
	表面pH		
	表面pH測定箇所		
防食被覆層の状況	硫黄の析出・付着		・有　・無
	変色・ざらつき		・有（　　）　・無
	浮き・はがれ・はく離		・有（　　）　・無
	表面pH測		pH=
点検時のコメント※			
添付書類			施工記録

※点検時のコメント内容及びコメントの例

①周辺住民からの苦情・要望内容（人孔蓋のがたつき、臭気（硫化水素）等）
②人孔内部が酸素欠乏状態にある。（酸素濃度：　%）
③安全基準（10ppm）を超えた硫化水素ガスが発生している。（硫化水素ガス：最大　ppm）
④内部に堆積物が多くこの腐敗に伴う爆発限界濃度内（5.3～14.0%）のメタンガスが発生している。（メタンガス濃度：　%）
⑤ステップが欠落しており、人孔不可能
⑥マンホール表面の異常について（表面防食塗装がはがれている、鉄筋が露出している、など）
⑦新たに大規模なマンション、新規道路、工事等が建設されている。（周辺の環境の変化）
⑧①～⑦に示したような前回点検時との相違点について
⑨今後の詳細調査・診断及び補修対応の必要性について。

「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）」p18

【参考文献】

「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

Ｑ２-２４　内面補強工法において、施工計画書で補修材の樹脂量を記入しなければならないが、1m^{2}当たりの樹脂量は決まっているのか？

Ａ　内面補強工法の多くがゴムスリーブを使用した補修機に補修材を装着し、空気圧で拡径させ既設管損傷部内壁に規定の圧力で押圧し、常温又は熱や光により硬化させ幅40～60cmの更生管を構築するものです。

補修材の構成は工法によって異なりますが、主にガラス繊維に樹脂を含浸積層（管厚により積層数が決まる）しています。更生管の要求性能に大きく関わるのがガラス繊維量と樹脂量で、(公財)日本下水道新技術機構の審査証明を取得している工法であれば公的機関の試験データにより、補修材の要求性能が確認されています。特に強度については工法ごとに曲げ強さ、曲げ弾性率の保証値があり、管厚を計算する場合の重要なファクターになります。

更生管は既設管の管径と外圧により管厚が異なりますが、どの管径においても前述の曲げ強さ、曲げ弾性率は原則として一定値でなければなりません。

これはどの管径においても補修材のガラス繊維と樹脂の量が許容範囲内で同一比率により構成されていなければならないからです。ご質問の単位厚さと単位面積当たりの樹脂量は前述の理由からも重要な要項ですから、当該工法協会等にお尋ねになれば回答が得られるものと思います。

Ｑ２-２５　着工前調査はなぜ必要なのでしょうか？

Ａ　改築工事や補修工事では、工事契約の前に調査が行われるが、防食被覆面積や断面修復深さなどを正確に把握することは難しいため、工事契約後に実施する数量と設計数量が異なることがほとんどです。また斫ってみたがその深さが大きく違うことがよくあります。

そのため工事契約後、防食工事を行うに当たり、事前に調査を行う必要があります。そして確認の結果と設計仕様とを照合し、以下の確認を行うことが円滑な防食工事につながりますので必ず行って下さい。

① 差異が認められる場合には仕様の変更、設計変更、変更契約

② 他工事と競合する場合の調整

③ 工程、使用材料等、補修工法（施工計画書との照合）

④ 専門技術者の選任、資格要件の確認

⑤ 稼働中の施工の場合には、運転計画および施設の切り回し

また、資料が整ったら工事施工調整会議を開催し、お互いのコンセンサスを図って下さい。

【参考文献】

「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」平成 29 年 7 月　(公社)日本下水道協会（第 4 章 p4-1）

第 3 章 施 工

Ｑ３-１　本管継ぎ手部を内面補強工法で施工した際、段差があり段差修正を行わずに施工したら補修機が抜けなくなった。予防するにはどうしたらいいか？

Ａ　使用した補修機が段差のある状況で使用可能であったか、又は事前調査が不十分だったかと思われます。

事前調査した施工箇所の状況が、使用する補修機の適用可能な状況であるか、また、施工後に補修機が通過可能かなどを事前に検討・確認する必要があります。

内面補強工法では、補修機に補修材を巻き付け施工箇所へ引き込み、拡径により補修材を管内壁に圧着し、硬化させることで補修が可能です。

補修機を施工箇所へと引き込む途中に、段差があり段差修正を行わず施工した場合、補修機に巻き付けられた補修材が段差に引っ掛かってめくれ、そのままの状態で硬化してしまい、出来形不良になってしまいますので、施工前には十分な状況確認を行うことが大切です。

質問の状態となった場合の対処方法として、段差への補修機の引っ掛かりの程度によっては、反対の管口から自走する機械又は丸パイプ等を接続し、ジャッキ等で押し出すことにより抜ける可能性があります。

どうしても補修機が継ぎ手部から抜けない場合は、開削により管を掘り出し、補修機を取り出すしか方法はないでしょう。

Q３-２　シートライニング工法において、樹脂を入れた後に空隙の音がする場合はどうするのか？　また、このような時、再注入しても樹脂が入らない場合はどうするのか？

A　シートライニング工法では、樹脂を注入する時、空隙（エア溜り等）が発生しないよう十分注意しなければなりません。それでも空隙が発生した場合は、打音により空隙部を特定し、空隙部の最下部と最上部のシートライニング材にドリル等で穴を開け（5～8㎜程度）、また、空隙面積が小さければポリエチレン製の油差しに主剤・硬化剤を攪拌混合したものを入れ、下部の穴から注入し上部のエア抜き用穴から樹脂がオーバーフローするまで充填します。空隙面積が大きい場合は、上下の穴にビニールホースを固定した後、注入機を使用して下部のホースから注入します。上部穴のエア抜き用ホースから樹脂がオーバーフローするまで空隙部に充填します。空隙部がないことを確認し、充填した樹脂が硬化した後、上下の穴をエポキシパテ等で補修仕上げを行い終了します。

注入樹脂が入らない場合は、監督員と協議し施工可能な工法に変更承認を受けて施工します。

※シートライニング工法のそれぞれの材質によって対処方法は異なります。

Ｑ３-３　夏季の現場で樹脂を含浸していたところ、作業途中で硬化してきた。何が原因だったのか？

Ａ　含浸作業中の硬化原因は、主剤温度が高く通常時の添加剤量を混入して含浸作業を開始したと考えられます。夏季で気温が高い場合は通常主剤を常温（約15～20℃）に冷却して使用することです。

施工現場での含浸途中の硬化は、作業環境を考慮した条件設定が成されてなかったのではないかと思われます。

硬化時間は、硬化に必要な添加剤の配合量や主剤温度、条件等の作業環境によって変わってきますので、作業環境に適した条件設定をその都度行わなければなりません。

施工を行う前に、まず添加剤を配合した樹脂を補修材に含浸積層を行い、補修機に巻き付け、施工箇所へと引き込み、セット・拡径させるまでに要する時間を想定する必要があります。

次に主剤・外気温度を測定し、最適な時間で硬化が行えるように添加剤の配合量を決めますが、工法により最低必要添加剤量を遵守する必要があります。

添加剤が配合された樹脂は、配合と同時に重合反応が始まります。

施工現場では、既設管内の環境条件と含浸作業場所の環境条件は必ずしも同じであるとは限りません。一般的に樹脂の硬化は、使用する樹脂温度、硬化剤（開始剤）の量、含浸作業内温度、外気温等により硬化時間は決まります。

夏季の現場では樹脂温度により大きく変化するため、予備含浸作業を行い、樹脂温度、硬化剤量、気温等を測定して、どのような配合で硬化するか、配合一欄表を社内で作成し、現場状況を想定した適正な硬化時間を確認することが大切です。

Q３-４　内面補強工法において施工した更生管部に硬化不良箇所があった。その原因と対策は？

A　更生管部に硬化不良箇所が発生したのは、部分的な含浸不足、浸入水、滞留水等により部分的に樹脂が流されたと考えられます。

熱硬化性樹脂を使用したケースにおいて、硬化不良となる可能性が最も高い原因のひとつに樹脂と水の反応による不活性化があり、必要な硬化温度を満たしていない場合にこのようなことが発生します。その他、硬化不良となる原因としては次のようなことが考えられます。

(1) 管のたるみ

既設管にたるみがある場合、たるみに溜まっている水が補修材に触れて硬化に影響を与える場合があります。

(2) 浸入水

既設管に浸入水がある場合、浸入水が補修材に触れて硬化に影響を与える場合があります。

(3) 含浸不良

樹脂が正しく含浸されておらず、補修材に未含浸部分がある場合、その箇所は硬化不良状態になります。

(4) 樹脂の計量・配合ミス

樹脂の計量、配合等が誤っている場合、硬化不良の原因となります。

特に、熱硬化性樹脂の硬化不良になる原因は、多くの要素により硬化不良となり上記の他次のようなことも考えられます。

(1) 樹脂の材令

使用する樹脂には使用有効期間があり、工法により期限があるので確認すること。例えば、6ケ月も経過した樹脂では使用されている有機溶剤（スチレン等）が気化し硬化不良を起こす。

(2) 硬化時間が決められた時間より短い施工時間

以上、硬化不良の原因は種々あり、原因を追究することが大切です。一度硬化不良箇所が発生した場合には、その補修材を切り出し再施工することになります。

更生工法（反転）	更生工法（形成）	更生工法（製管）	更生工法（さや管）	更生工法（取付け管）	内面補強工法	止水工法	防食工法

Ｑ３-５　現場硬化型の本管更生工法で、硬化不良を起こす原因とその対策は？

Ａ　現場硬化型更生材（熱硬化タイプ、光硬化タイプ）の養生時間確保等の硬化作業が不十分であった場合、硬化不良が生じます。

構造体としての強度不足から更生管が変形することや、耐薬品性能・耐摩耗性能等の不足が予想されます。

まず、第一に確実な施工（硬化温度、硬化時間）管理の遵守が不可欠です。

ただし、浸入水の水量が多い場合には、硬化不良の原因となるおそれがあるので、事前に十分に確認し仮止水など適切な処置を行うことも重要です。

また、可能性は低いのですが、含浸材料の配合ミスもないとはいえませんので、原因が特定できない場合、念のため、材料メーカーへ確認して下さい。

硬化不良が発生した場合は、熱又は光等で再硬化することにより、硬化不良が解消できる場合もありまが、事後の常温硬化による硬化不良箇所の解消は期待できません。再硬化が不可能な場合は再施工することになります。現況把握に努め、必要な条件を満たすよう、発注者と協議の上で対処して下さい。

硬化の状況の確認に限らず、更生厚さ、充填状況等についてマンホール間の任意の位置での品質確認は、更生工法の課題です。(公社)日本下水道協会「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」を遵守し、品質・施工管理が重要です。

現在の品質確認方法は、マンホール部で管厚（内径）を測定し、実施工と同じ条件でテストピースを硬化させ、その品質を確認することでその工事全体の品質を確認しています。今後は更生管の任意の位置で品質（更生厚さ、硬化の状況、充填状況等）を確認できる方法を確立する必要があります。信頼性の向上のため、非破壊検査方法の開発や検証方法の検討が進められています。

【参考文献】

「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」平成 29 年 7 月　(公社)日本下水道協会

Q3-6　内面補強工法（光硬化）において、補修機に付いている光用ゴムスリーブの使用限界がわかりにくい。多少変色しても施工できるが、突然硬化不良を起こすことがあるのだが？

A　現在､内面補強工法の中で光硬化を採用している工法が数工法ありますが、硬化方式は紫外線によるものと可視光線によるものの 2 種類あります。双方共光硬化性樹脂を使用した補修材を、光を透過するゴムスリーブに装着し空気圧で拡径押圧し硬化させ部分的に更生管を構築する工法です。

(1) 紫外線硬化方式

補修機のゴムスリーブはシリコンゴムを使用しており、紫外線の透過率も良く、繰り返し伸縮による疲労度も少なく、また、樹脂が付着しにくいという性質があります。しかし、使用頻度により白濁して紫外線の照射不足となり未硬化が発生ます。

白濁現象についてゴムメーカーの確認実験でも確かな原因は究明できていませんが、次のような要因が挙げられます。

① 繰り返し伸縮によるゴムの疲労

② UV ランプによる影響

③ 樹脂が直接ゴムに接触する化学変化

メーカーではφ250㎜ で施工試験を繰り返し 50 回行い、毎回硬化状態を確認した結果、ゴムスリーブの使用回数を 20 回と定めております。積算にもその回数でゴムスリーブの損耗料を反映させています。

(2) 可視光線硬化方式

可視光線硬化方式でも白濁現象は使用頻度他により発生します。次のような要因が考えられます。

① 繰り返し伸縮によるゴムの疲労

② 補修機の保管状況によるゴムの劣化

可視光線硬化方式では、ゴムスリーブの使用回数は 40 回と定めております

が、使用状況、保管状態によりそれ以上の使用が可能な場合もあります。定期点検を実施し光の透過および補修機の動作等が確実であるよう、品質確保していきます。

以上のようにどの工法にとっても光の透過は品質確保の重要な要点ですから、ゴムスリーブの使用回数は決められているはずです。各工法協会の施工マニュアル等により確認して下さい。また、光ランプも使用時間により劣化していきますので、工法協会が示す耐久時間を守ることと、光量検査を実施して品質を確保することです。

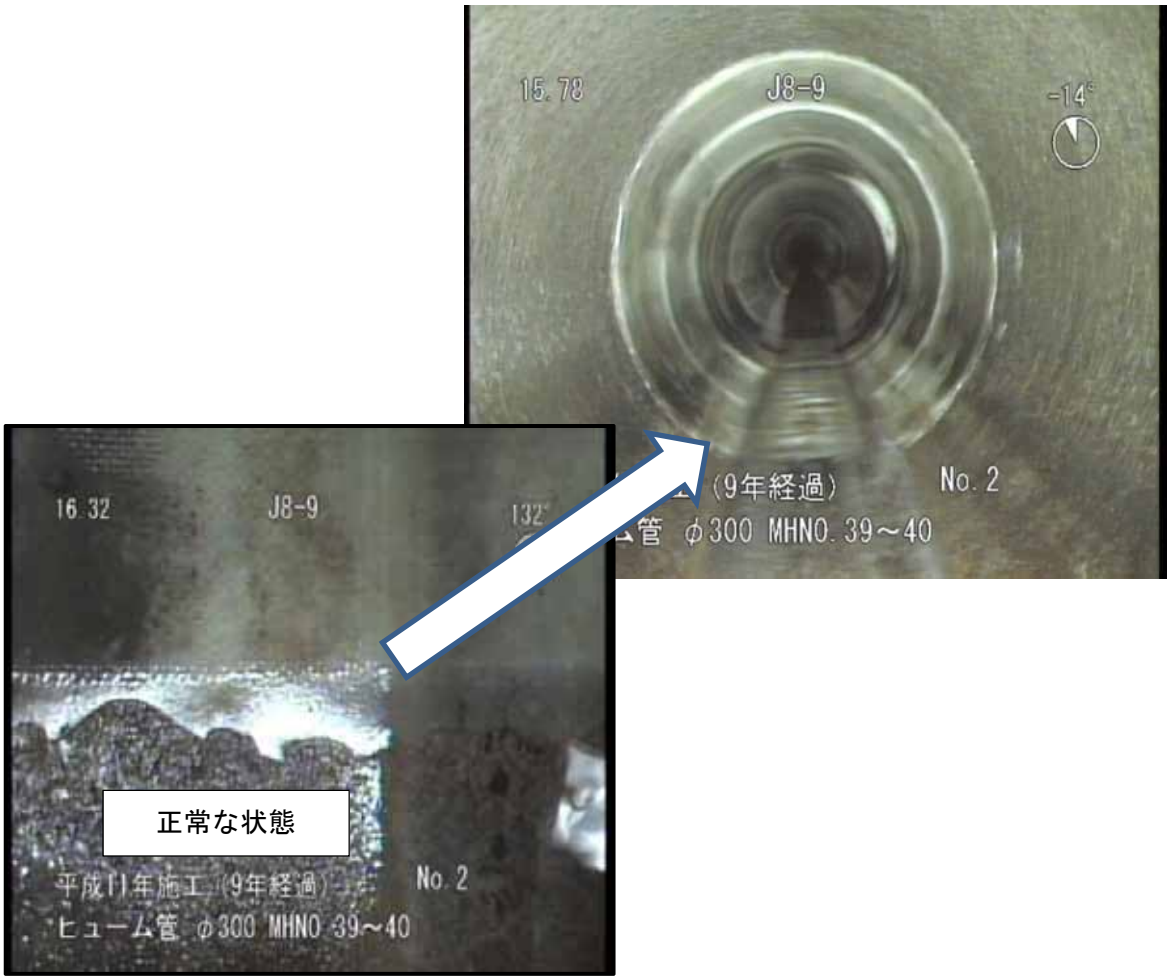
Ｑ３-７　内面補強工法で現場含浸の場合、硬化後に「バリ」が時々発生している。この「バリ」を除去するかどうかの許容範囲はあるのか？

Ａ　内面補強工法による硬化後の「バリ」について、除去するかどうかの許容範囲は一般的にありません。

この「バリ」は、補修材に含浸した樹脂が硬化中にはみ出てそのまま硬化したもので、補修材の端部を保護する大切な樹脂です。洗浄等により切削するべきではありません。

「バリ」という言葉で過去使われてきましたが、補修後のテレビカメラの映像が悪いため「バリ」といわれましたが、この樹脂が耐久性を左右することが追跡調査で証明されています。

内面補強工法による硬化後の「バリ（端部の余剰樹脂）」は、補修材の耐久性を左右する要素であり、補修材端部を防護している樹脂であり除去してはならないものです。


15.78
J8-9
-14°
(9年経過)
No. 2
管 φ300 MHNO. 39～40
16.32
J8-9
132°
正常な状態
平成11年施工 (9年経過)
No. 2
ヒューム管 φ300 MHNO. 39～40

Q３-８　シートライニング工法において、注入樹脂が硬化不良を起こしたらどうするのか？　硬化までの時間を気温に対してどのくらいかかるか計画するが、誤差が生じてしまう。

A　樹脂が硬化不良を起こした場合は、その原因を確認して再施工する必要があります。

注入樹脂は専用機で注入するため、機械的に適正な配合比で圧送され専用の混合（ミキシング）ノズルを経由してから注入されるので確実に硬化します。事前にデスカップ等にサンプリングして正常に硬化することを確認してから注入作業を行って下さい。

何らかの機械的トラブルで配合比のバランスが狂ったり、主剤・硬化剤のどちらかだけを注入したりした時は、硬化不良が起こります。その場合は、硬化不良部分を抜き取り（シートライニング材に穴を開ける等）、再度正常な樹脂を注入して下さい。

注入樹脂の硬化時間は気温により変動し、気温が低くなると硬化時間は長くなります。また、マンホール内温度、マンホール内壁温度および注入樹脂の液温にも大きく左右します。冬場で気温が低い時は、事前に注入樹脂を加温して液温を上げてから注入作業を行って下さい。

更生工法（反転）	更生工法（形成）	更生工法（製管）	更生工法（さや管）	更生工法（取付け管）	内面補強工法	止水工法	防食工法

Ｑ３-９　施工後数日経っても更生管が収縮したことがある。取付け管の本穿孔、端部の管口処理の施工は、いつ行えばいいか？　また、収縮量はどの程度か？

Ａ　更生管の収縮は、硬化によるものと温度変化によるものとがあります。今回の質問は、後者の温度変化による収縮です。熱を加えて施工を行う工法では、必ず温度変化による収縮が起こります。これは、更生材が加熱されることにより膨張し、施工後、冷却されることで、更生材が元の状態に復元しようとするからです。冷却による収縮は、物理的に必ず発生します。

取付け管の本穿孔、管口処理の施工時期は、更生管が完全に冷却された翌日以降がいいと考えます。ただし、質問のように数日後さらに収縮することがあります。この原因は、既設管の線形や損傷状況による影響です。冷却後、既設管の曲線や破損により更生管が拘束され、更生管の収縮が妨げられた状態で固定されます。通常はこの状態から収縮が進行することはありません。しかし、更生管が完全に拘束されなかった場合、既設管と更生管の摩擦抵抗により収縮速度が抑えられ、収縮が非常にゆっくり進行します。この状態が翌日以降も収縮が発生した原因です。

次に収縮量について説明します。

更生管の主材料の線膨張率は、次のとおりです。

・熱硬化性樹脂の線膨張率　$7\sim9\times10^{-5}$(1/℃)

・熱可塑性樹脂の線膨張率　$6\sim8\times10^{-5}$(1/℃)

・ガラス繊維の線膨張率　　$6\sim8\times10^{-6}$(1/℃)

仮に 1 スパン 20m、管口切断時の温度を 50℃、既設管内温度を 18℃とする。

・熱硬化性樹脂の線膨張率を 8.5×10^{-5}(1/℃)）とするとの収縮量は、

$\Delta L=20\times(50-18)\times8.5\times10^{-5}=54.4$mm

・熱可塑性樹脂の線膨張率を、7.5×10^{-5}(1/℃)）とすると収縮量は、

$\Delta L=20\times(50-18)\times7.5\times10^{-5}=48.0$mm

・ガラス繊維の線膨張率を、$7.5\times10^{-6}(1/℃)$）とすると収縮量は、

$\Delta L=20\times(50-18)\times7.5\times10^{-6}=4.8mm$

となります。ガラス繊維を含んだ熱硬化性樹脂の線膨張率は、ガラス繊維を含まないものに比べて小さくなるので、収縮量も少なくなります。詳しい線膨張率については、各工法協会の施工マニュアル等を参照して下さい。

収縮量を予測する場合は、温度変化による収縮が一方の端部で発生すると仮定して行って下さい。

また、収縮量は、上記で述べたように、既設管の線形や損傷状況に影響されます。多くの場合、既設管の曲がりや損傷部により更生管が拘束され、冷却後収縮が進行することはありません。

Ｑ３-１０　施工中に材料が、ねじれることや伸びたりすることがあるが、どのように処置をすれば良いか？

Ａ　施工中に材料のねじれが起こるのは、材料を挿入する時です。材料挿入を引込みで行う工法の場合、ワイヤーを使用して引き込む際に、引張強度が強くなるとワイヤーのねじれを戻そうとする力が発生します。その力が材料に働き、材料がねじれます。通常は、材料とワイヤーの間によりもどし等のねじれ防止対策を施すので、ねじれることはありません。なお、より戻しは、耐荷重が設定されているので、引張強度に適したものを使用して下さい。また、材料挿入後、管内を目視し、材料にねじれがないことを確認して下さい。材料のねじれが確認された場合には、材料を回収し、材料に異状がないか確認し、再施工して下さい。

施工中の材料の伸びは、材料挿入時および加熱時に起こります。

①材料挿入時の伸びは、材料を引き込む力が、材料の引張強度より強い時に起こります。これは、熱硬化タイプ、光硬化タイプ、熱形成タイプのいずれも起こり得ます。特に、反転工法の反転挿入時の反転圧力、形成工法の引込み挿入時の引張強度、熱形成タイプの材料の加熱温度に注意して下さい。材料が伸びた場合には、材料を回収し、新たな材料に取り替えて、再施工して下さい。

②材料加熱時の伸びは、加熱された材料に線膨張が発生して起こります。熱による線膨張は、物理的に当然のことです。線膨張率は材料により固有の値となるので、各工法協会の施工マニュアル等を参照して下さい。むしろ、冷却時には急激な冷却をしないよう収縮に注意を払うことが大切です。

Q3-11　既設管径が設計内径より小さいためシワが発生した。また、施工後、管内面の出来形を検査すると部分的にシワの発生が見られた。この原因と対策は？

A　管路更生用の材料は、メーカーおよび工法によって管径の適用範囲が異なりますが、基本的には既設管の呼び径を基準に製作されています。したがって、既設管の管径が設計内径と大きく異なると、シワが生じることがあります。これを事前に防止する対策を以下に示します。

①事前調査時に既設管の内径をしっかり計測する。

②マンホール内の管口部分ではなく、管口から 20～30㎝ 中に入った部分の管径を計測する。管口部分は、仕上げ等により正規の管径でない場合があるためである。

③管内テレビカメラ調査時には、管の接続部分を注意して観察し、一部の管が開削による入れ替え等により、管径が変更されていないかどうかを確認する。

④1 スパンの中で一部に管径が異なっている部分がないか調査する。

管径が全長にわたって設計内径と異なる場合、事前に監督員と協議しシワの発生に関し監督員了解の元で施工すること。また、協議内容を必ず書面で残す。工法によっては材料製作に関して特別に対応可能な場合もあるので、メーカーに相談されることをお勧めします。

質問の後段の『施工後に部分的にシワが発生した』原因については次のように考えられます。

更生材は、どの工法においても連続して製造されていますので材料の局部的な異状によりシワとなることは、ほとんど考えられません。したがって、シワ発生の原因を以下のような既設管の状態や施工手順に求めるべきであると考えられます。

①シワ発生箇所が、既設管径が設計内径より小さくなっている箇所、既設管の曲がりや段差箇所と一致している場合は、既設管の状況によるものと考えられます。この点については事前調査の VTR と対比すると明確になります。

②材料の反転・引込み速度を工法のマニュアルに準拠しているかどうか、特に反転の中断や、引込み時の材料たるみはシワの発生要因となるので注意が必要です。

以上のようなシワ発生要因が事前調査において見出された場合には、発注者と協議を行い、承認を取り議事録として保管することを心掛けて下さい。

なお、(公社)日本下水道協会「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」4-35 頁には以下のような記述があります。

「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、既設管きょの状況（曲線部や内径の不均一等）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、管きょの機能へ影響を与えないという観点から、ISO 11296 に基づいた JIS A 7511 の規定に準拠し「呼び径の 2%又は 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 を超える場合は呼び径×2%以下、呼び径 300mm 以下の場合は 6mm 以下とする。」

【参考文献】

「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」平成 29 年 7 月　(公社)日本下水道協会

Q3-12　事前調査では確認できなかったが、施工日前の管内確認時に既設管の継手部から浸入水があった。その対処方法は？

A　浸入水の水量が多い場合には、熱硬化タイプでは硬化不良が、熱形成タイプでは拡張不良が、複合管（製管タイプ）およびさや管では充填材の希釈および流出により空洞が生じるおそれがあります。浸入水は管路更生の出来形に影響を及ぼすので、浸入水の状況を調査することが重要です。浸入水の発生位置、箇所数、水量を確認し、施工工法の特徴と考え合せて適切に対処することが大切です。発注者と協議の上で対処して下さい。

(1) 雨天後の雨水による浸入水の場合

時間の経過と共に水量は少なくなるので、発注者と協議し、施工日の延期を検討して下さい。ただし、使用材料の保管基準や使用期限が定められている工法があるので、その点を留意して延期日を決定して下さい。

延期できない場合は、施工工法ごとの施工適用範囲を確認し、仮止水など適正な処置を行って下さい。

(2) 原因不明の浸入水の場合

施工工法ごとの施工適用範囲と照らし合せて、仮止水など適正な処置を行って下さい。

Ｑ３-１３　形成工法の施工中（材料を引込み後）、既に閉塞済であったはずの取付け管から多量の汚水が本管内に流入し、汚泥が堆積した。このような場合、事前にどんな対策をすればいいか？

Ａ　管内に堆積物が残った状態で施工することは、出来形に大きな影響を及ぼします。施工を中止し、材料を引き抜き、閉塞済であったはずの取付け管を再調査し、汚水が流入した原因を究明して下さい。原因を解決した上で、施工計画を練り直し再施工する必要があります。発注者と協議の上で対処して下さい。

このような事態を生じさせないためには、施工区間の上流部状況および施工路線の取付け管の状況を念入りに調査し、取付け管の排水時間帯や排水に伴う流量の変動を調査し把握する必要があります。管路更生を実施する区間で、調査および施工に支障がないような仮排水工、仮止水工を実施することが必要です。発注者と協議の上で対処して下さい。

仮排水工の例として次のようなものがあります。

(1) 仮排水工

①施工区間の上流側マンホールの流入口および施工区間に流入する取付け管に止水プラグを取り付け、施工区間の止水を図る。

②止水プラグを設置した管路の上流側マンホールおよび取付け管の公共ますに潜水ポンプを設置して水替えを行う。

③潜水ポンプで揚水した下水は、サニーホースなどの仮排水管を利用し、施工区間に支障のないマンホールまたは公共ますに排水する。

④施工中は常に、止水プラグや潜水ポンプの稼働状況、マンホールおよび公共ますの水位や天候等の変化に注意を払う。

(2) 仮止水工

①流水量が少ない場合や施工時間が短い場合に限り選定される。

②排水制限などで周辺住民の協力が必要になる場合が多いので、事前説明会等を行い住民の合意を得る。

③施工区間の上流側マンホールの流入口および施工区間に流入する取付け管に止水プラグを取り付け、施工区間の止水を図る。

④施工中は常にマンホールおよび公共ますの水位や天候等の変化に注意を払う。なお、水位の急激な上昇で溢水のおそれがある場合は潜水ポンプや吸引車を使用し、施工区間に支障のないマンホールまたは公共ますに排水する。

【参考文献】

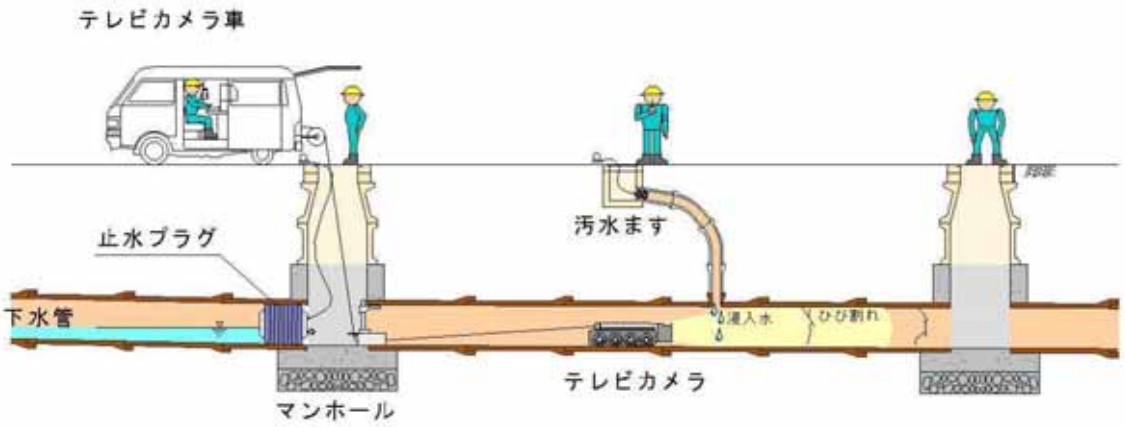
「管きょ更生工法における設計･施工管理ガイドライン 2017 年版」平成 29 年 7 月　(公社)日本下水道協会

Ｑ３-１４　一般的には、本管の事前調査で取付け管に止水プラグを設置せずに行うため、浸入水の確認が困難です。その対処方法は？

Ａ　適切な本管更生の施工を行うためには、既設管きょ内の洗浄および支障要因の除去を本管更生前に実施することが重要です。

特に浸入水の水量が多い場合には、熱硬化タイプでは硬化不良が、熱形成タイプでは拡張不良が、複合管（製管タイプ）およびさや管では充填材の希釈および流出により空洞が生じるおそれがあります。

したがって、取付け管に止水プラグを設置又は水替工をした上で、事前調査を実施しなければなりません。



テレビカメラ調査概略図

止水プラグの設置例（公共ますの取付け管側）

更生工法（反転）	更生工法（形成）	更生工法（製管）	更生工法（さや管）	更生工法（取付け管）	内面補強工法	止水工法	防食工法

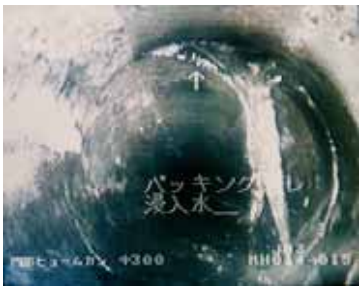
Q3-15　管内にAランクの浸入水のあることが分った。この状態で管路更生を行うと、十分な加熱を行っても部分的な硬化不良となることが予測されるが、どのように対処するのが良いのか？

A　熱硬化性樹脂を使用する熱硬化タイプや、熱可塑性樹脂を使用する熱形成タイプでは適正な温度・圧力管理が非常に重要であり、このことが施工の良否に深く関わっているといっても過言ではありません。

この質問にあるように管内に浸入水、しかもAランクのものがある状態での本管施工は無謀というより他ありません。更生工事の目的からすると、浸入水は好ましいものではありません。十分に確認し仮止水など適正な処置を行うことが重要です。

事前調査の段階で、各工法の特徴を十分理解し、管路更生を行うのだという観点に立った調査が強く求められます。

浸入水の判定モデル写真

Aランク 噴き出している状態のもの	Bランク 流れている状態のもの	Cランク にじんでいる状態のもの
		

「下水道管路施設維持管理マニュアル－2007年版－」p201

【参考文献】

「下水道管路施設維持管理マニュアル－2007年版－」平成19年5月　(社)日本下水道管路管理業協会(p330)

Ｑ３-16　本管の内面補強工法でどうしても浸入水が止まらないことがある。このような場合、浸入水を止める方法はないのか？

Ａ　内面補強工法は国内に数工法ありますがどの工法も修繕の位置付けで、下水道管の損傷箇所の機能回復や浸入水の止水を目的に開発されたものが多いと思えます。

審査証明報告書ではほとんどの工法が最大止水圧は 0.05MPa 程度であり、言い換えれば水頭圧 5ｍまでということになります。

まず止水の施工に当たっては、当該箇所の雨季・乾季の地下水位や損傷箇所の状態（腐食や欠損）等をテレビカメラで良く確認して、止水の可否を判断し発注者と施工方法を協議し、必要があれば事前処理として注入工法等で一次止水を行います。実施工では補修箇所の付着物の処理や水深による水圧に対する補修機の空気圧の設定、その他クラックの長さによっては補修材の厚み、施工幅なども施工マニュアルや開発メーカーの意見等を参考に施工方法を十分検討して頂きたいと思います。

工法によっては水膨潤ゴムを併用することで止水性能を高めていることが審査証明報告書で確認されているものもあります。

なお、浸入水の止水は、1 箇所を内面補強工法で止水しても、他の止水性の悪い箇所に回ることもあるため、スパン単位の止水対策には不向きと考えられます。

Q３-17　内面補強工法で、補修機の空気圧により陶管の軸方向のクラックが伸びてしまう。それに伴って浸入水も止まらない。このような場合どのように施工すればいいか？

A　この場合、部分的に補修する施工は適正な方法ではないと考えられます。再度調査を行った上で、新たに施工方法を検討する必要があります。

この場合、次のような方法が考えられますが、再調査の結果と現場状況を考慮した上で適正な施工方法を決定する必要があります。

(1) 補修長の長い内面補強工法で施工

補修長の長い内面補強工法により、一回又はラップによる連続施工で陶管１本を丸々補修します。

(2) 更生工法による施工

自立管設計の更生工法により、１スパンを自立管で施工します。

同一スパン上の既設管が全体的に老朽化している場合には、スパン全体を更生する方法も考えられます。

以上のような施工方法で対応は可能であると考えます。

Ｑ３-１８　不明取付け管口の穿孔はどのように行うのか？

Ａ　本来スパン内の取付け管位置は事前のテレビカメラ調査で確認されていると考えます。したがって、更生工事の施工時にマンホール壁からの距離・方向等を記録しておくことが重要です。

質問は更生工法にて 1 スパンを施工した後、公共ます側から取付け管口を確認ができない場合の施工方法についてと考えます。通常、公共ますや宅内ますがある場合は、これらます側からライトを挿入すると本管側から取付け管口の位置が確認できます。不明ますの場合はそれができませんので、質問になったと思います。不明取付け管の場合は供用しているかどうかを確認する必要があります。まず、事前調査結果を基に発注者と十分協議して下さい。独自で判断することは絶対に避けて下さい。

実施工では更生工法（単独管）にて 1 スパンを施工すると、取付け管部は多少膨らむ状況が見られますので、その位置に仮穿孔により小さい穴を明け、徐々に拡張することによって取付け管の穿孔を完了することはできます。ただし、既設管に傷をつける危険性が考えられますので、取付管口穿孔技士が細心の注意を払って施工して下さい。また、不明取付け管の損傷状況は把握することができませんので、そこからの浸入水は止めることが不可能と考えますが、穿孔した結果、端面よりの止水性に問題がある場合は、本管・取付け管接続部の止水を図る補修方法が多く採用されておりますので、各工法協会と協議の上実施することをお勧めします。

その際の費用については発注者と協議する必要がありますので十分留意して下さい。

Q3-19　既設管φ200㎜を更生工法（自立管設計）にて施工後、取付け管口を穿孔する機械が本管側から入らないことが判明した。発注者から施工するよう強く要請され、どのように対応したらいいか？

A　φ200㎜の自立管設計をした場合、更生管の厚さが4㎜～8㎜程度になると想定されます。

したがって、施工後の内径はφ192㎜～φ184㎜ となり、既設管の状況が把握できませんので判りませんが多少の段差でもあれば、φ200㎜対応の穿孔機では本管側からの穿孔は困難であると思います。

発注者より施工を強く要請されたということですが、不可能であるならば口答ではなく書面をもって、十分納得の得られる説明が必要であると考えます。そして、その協議記録を所持しておくことが大切です。

ただし、最近では本管φ150㎜対応の穿孔機も開発されておりますので、穿孔機メーカーに問い合せて下さい。

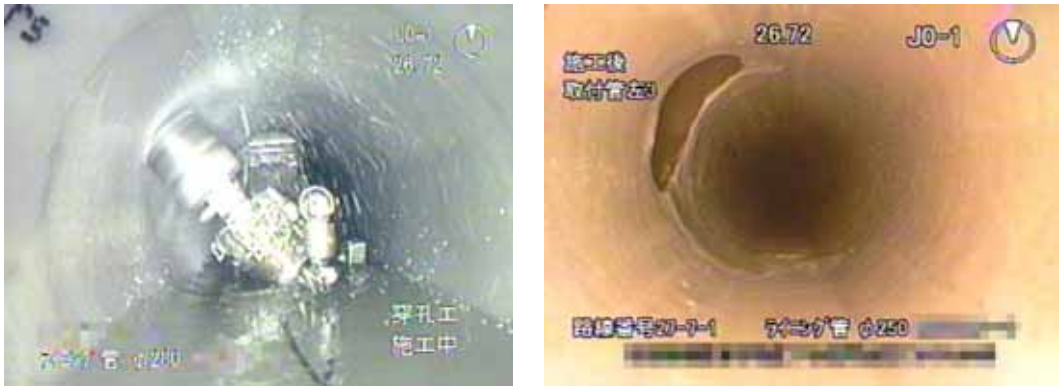
Ｑ３-２０　本管の更生工法で取付け管内に樹脂が入り込み、穿孔機では除去できない事態となった。どのような方法で対処すればいいか？

Ａ　穿孔機によらない樹脂の除去と取付け管近くの更生管厚さを考慮して下さい。まず、取付け管の公共ます側からアクセスできる場合は、高圧洗浄による除去を試みて下さい。ただし、既設取付け管が陶管である場合は破損することも考えられますので、無理に突くのは控えて下さい。また、公共ます側からの穿孔機が開発されているので穿孔機メーカーに問い合わせ下さい。この方法によっても除去できない場合は、発注者との協議になりますが、開削による除去しか方法はありません。

また、樹脂量には異常がないが、樹脂が取付け管内に入り込んだ場合は、施工時の内圧により樹脂が絞り出されてしまった可能性があります。この場合、取付け管付近では更生管の厚さが不足していることも考えられます。このような場合は、本管・取付け管接続部の内面補強工法をお勧めします。ただし、この作業にかかる費用は受注者の負担となる可能性が高いと考えます。

樹脂が入り込んだ原因は、含浸樹脂量過多あるいは施工時のアウターフィルムの損傷により、損傷部から樹脂が絞り出たと考えられます。含浸樹脂量が過多であった場合は材料メーカーに対策を要請して下さい。なお、公共ます側から注水等により冷やすことは、浸入水をわざわざ作ることと同様です。硬化不良の原因となりますので避けて下さい。

穿孔中　　穿孔後



取付け管口穿孔の作業状況

Q３-２１　取付け管口の仮穿孔中に穿孔機が壊れてしまい、直すことができない場合はどうすればいいか？

A　穿孔機の引き込みワイヤーが切れたとか、ケーブルが切断したとか、あるいは起動装置が破損したとかいろいろ考えられます。この場合は、基本的には穿孔機を管外に引き出すことです。仮穿孔中ということは本管更生終了後と思われますが、管路更生後の管内から穿孔機が出なくなることは、まず考えられません（前処理中に段差等により出なくなることはありますが…）。それが不可能な場合は最悪の事態ですので、発注者と協議の上、開削により撤去する方法しかありません。このようなことを起こさないために機械の使用前点検を入念に実施する必要があります。

穿孔機は高価な機械ですので常に整備しておくことを念頭において下さい。また、点検記録を責任者が保管し使用者が誰でも確認できる体制を整えておくと失敗は避けられると考えます。使用前点検・使用後整備は施工管理の重要なテーマですから、計画性をもって対処して下さい。

Ｑ３-２２　更生管の管口断面箇所の材料端部を保護する方法はあるのか？

Ａ　管口仕上げ用のエポキシ系樹脂・急結セメント等で保護することはありますが、基本的には材料端部の保護は必要ないと考えます。端部から材料劣化が進行するものではなく、元来、更生材の内外面にあるフィルムは強度計算には全く関与せず、厚みの確保・地下水内への樹脂流出等を防護するのに役立っています。ただし、補強材としてガラス繊維を使用している工法では、ガラス材の劣化性（ストレインコロージョン性）の確認をしていますが、端面を保護することは有利に働くと考えます。

また、材料特性（曲げ強度・曲げ弾性率・耐薬品性・耐摩耗性等）についてはフィルムなしで、更生材自体の試験片により試験を実施し審査されております。

したがって、フィルムを含めて保護されていればさらに効果が上がるという程度に考えて下さい。

Q3-23　取付け管管口穿孔および取付け管突出しの処理方法について

①取付け管管口の形状が円形になっていない場合、どのように穿孔すればいいのか？

②取付け管突出しが、どの程度であれば施工可能なのか？

A

①取付け管管口の形状が円形なのは、本管に対し取付け管が直角に接続しているからです。通常は本管の流下方向に向けて多少角度を付けているため、管口の形状は一般的に真円ではなく、楕円になっています。したがって、作業する場合は穿孔機のカッタービットを交換するなどして管口の形状に沿って仕上げて下さい。

②取付け管突出しについては、本管内に出ないよう、本管を損傷させないように切削します。

Ｑ３-２４　管口切断・仕上げにおいてどの程度で切断するのが理想なのか？　発注者の担当者と検査員の認識が違うため手直しさせられるが、どのように説明したらいいのか？

Ａ　どこで切断するのが理想かという質問ですが、将来にわたって管口よりの止水性が保たれることが理想です。

通常、伸縮の挙動が納まってからマンホール内壁面より 2～3cm 離して切断するとしていますが、仮切断を 10cm 程度離している工法もあります。更生材の伸縮によって処理の仕方は多少異なると思いますが、既設管の状況によっても左右されますので、各工法協会の施工マニュアルに則り施工することをよく監督員に説明し、記録を残し、協議書として保管することをお勧めします。

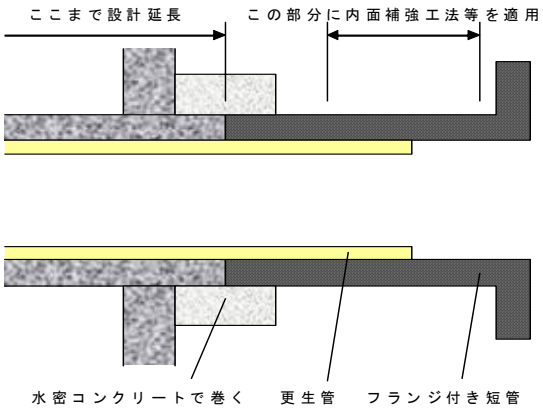
特に、検査員には口答ではなく書類によって説明することが必要です。土木工事の検査に感情を入れることは技術者として避けなければなりません。恣意的な判断とならないように、施工計画書等に最初から記述する必要があると考えます。施工方法については当初（工事着手前）から明確に表現し、後出しにならないような配慮が必要です。特に、監督員と検査員とは当然別の人ですから、同じ説明をすることが重要であると考えます。そのためには、しっかりした計画を立案し、計画通りに実施する必要があります。また、想定外の挙動が起きた場合は、監督員と十分協議し対応策を決定することが重要であると考えます。

Q3-25　内圧管を管路更生した時の管端部（管口）の処理方法はどのようにすればいいのか？　急結セメント・パテでは材料が縮んで水が漏れてしまうし、内面補強工法では管口更生材を切らないと施工できない。また、切ってしまうと施工延長が短くなって減額されてしまう。どのように対応すればいいか？

A　内圧管だから管端部で漏水するということは考えられません。更生材と既設管の接着面からの漏水であれば、ひとつの止水方法として施工時にパテを使用する方法があります。パテの例ですが、商品名を挙げることはできませんが、数種類あり、下水道であれば実績があります。ただし、内圧管に対してどの程度のシール性があるかは事例がないので判りません。

また、使用方法は管路更生後ではなく拡径前に挿入された更生材と既設管の間に全周に塗布するようにします。管路更生後に既設管と更生管の境に塗布しても効果は薄いと思います。繰り返しになりますが、実績がないので耐久性や耐内圧性がどの程度かは判りません。材料が縮んで水が漏れるといわれますが、ある程度挙動が納まった状態で追従性のあるパテ等を使用すれば止水効果はあがると思われます。

内面補強工法を適用すると施工延長が短くなるということですが、切るとしてもせいぜい20cm程度ですし、内面補強工法の施工長さは更生管延長に加えられますので、必ずしも出来形が不足することにはならないと思います。これまで実際に行われた方法としては、既設管にフランジ付き短管を継ぎ足して、その中まで管路更生し、フランジ内で内面補強工法等の止水処理を行う方法があります。添付図を参照して下さい。



Ｑ３-２６　施工中に以下のような事態が発生した。どのように対応すればいいか？　（反転工法および形成工法の場合）

①バーストしてしまった。

②圧力が抜け材料がしぼんでしまった。

③圧力が上がらない。

Ａ　更生材のバーストや圧力異常が発生する原因としては、治具の取付け不備、施工時（挿入時）の破損又は損傷等、主に施工管理に起因することが多いと思われます。また、可能性は低いと思いますが、施工前のプロセス（製造、運搬時等）で更生材の損傷等が発生することも考えられます。

施工中にこのような事態が発生したときは、まず加圧、過熱、水や蒸気の循環を直ちに止めて原因を究明するとともに、工法協会に対処方法を問い合わせることが第一です。

参考として考えられる現場での対処方法を以下に示します。

① 到達側の治具が外れただけのことであれば、もう一度しっかり治具を設置して施工を再開して下さい。

発進側および途中で更生材がバーストした場合は、施工を中止して、直ちに更生材を引き抜くことが原則です。その後、取り寄せた新しい更生材で施工して下さい。

② 施工途中で圧力が抜けて更生材がしぼんだ場合は、到達側、発進側の治具を確認して下さい。治具に異常がなかったら取付け管口で裂けた可能性が考えられます。その場合は施工を中止して、直ちに更生材を引き抜き、新しい更生材で施工して下さい。

③ 最初から圧力が上がらない場合は、どこかで水や蒸気が抜けています。②と同様に対処して下さい。

逆に圧力は上がるが更生材が膨らまない場合は、更生材がよじれている可能性があります。直ちに施工を中止して更生材を引き抜いて下さい。更生材に損傷がなければよじれ防止用にスイベルを使用し再度施工して下さい。

いずれにしても、このようなことを起こさないように、施工に当っては工法協会で示されている施工管理基準を遵守し、慎重に行う必要があります。

Q3-27　反転工法および形成工法の施工において、更生管の厚みを均等にするために注意すべき点は何か？

A　以下の項目が更生管の厚みを均等にするために注意すべきポイントです。

(1) 含浸された更生材の形状が局部的に変形しないように、更生材の取扱いには、細心の注意を払い既設管へ挿入して下さい。

(2) 反転工法の場合

①反転時の圧力の管理（できるだけ安定した圧力で反転させて下さい）

②反転時の反転速度管理（できるだけ安定した速度で反転させて下さい）

③空気圧を用いる工法は、硬化施工時の圧力と時間の管理（反転終了後は必要最低限の圧力を保ちながら、速やかに硬化作業を行なって下さい）

④水圧を用いる工法は、硬化施工時の水頭高さ（水頭圧）と時間の管理（反転終了後は必要最低限の圧力を保ちながら、速やかに硬化作業を行なってください）

(3) 形成工法の場合

①拡径時の圧力管理（ゆっくりと加圧し、急激な圧力上昇、圧力減衰をさせないようにして下さい）

②硬化施工時の圧力と時間の管理（拡径後は、必要最低限の圧力を保ちながら、速やかに硬化作業を行なって下さい）

なお、反転工法および形成工法の必要圧力、速度の詳細については、各工法協会の施工マニュアルを参照して下さい。

Ｑ３-２８　止水工において、設計注入量に達する前に圧力上昇や注入機械周囲からの漏れが生じたりして注入量が不足することがある。また、Ｙ字管注入時に透水性舗装から薬液が出てくることがある。どうしたらいいか？

Ａ　薬液注入工法は、現場状況に合った注入剤および工法を選定して下さい。条件として以下の状況を勘案し、施工計画を行って下さい（参考）。

① 浸入水の量
② 土質条件、土被り
③ 空洞の量の想定
④ 現場付近の埋設物・道路舗装状況の考慮
⑤ 管の材質、管径等

（注入剤の選定）

注入剤には無機系と有機系がありますので、現場状況に合わせて選定して下さい。また、メーカーから材質、注入圧、ゲルタイム、膨張性、使用量等の詳しい聞き取り又は指導を受けるようにして下さい。

（施工方法）

注入剤にあった機材、施工車両の選定をして下さい。材料の配合、加圧、ゲルタイム、注入量等を熟知した経験者を現場に配置して施工を行うようにして下さい。

Q3-29　既設管からの浸入水が多く、本管更生時に止水ライナーを使用したが、取付け管管口穿孔時に止水ライナーが一部残り、除去しきれなかった。流れに支障はないと思われたので、そのまま検査を受けたが、検査員から除去するよう指示された。どのように除去したらいいか？

A　更生材には、もともと内面、外面にフィルムコーティングしたものが多くあります。

特に止水用のライナーは、更生材と密着しないため、フリーになる可能性が大きいです。したがって、取付け管の管口穿孔時に、除去が完全にできない場合があります。この場合は穿孔機のアタッチメントをブラシに交換して除去を実施してみて下さい。

注意深く作業すればフィルムは除去できると考えます。ただし、薄いものを除去する作業なので、更生材又は既設管に接触する危険がありますので十分留意して作業を行って下さい。

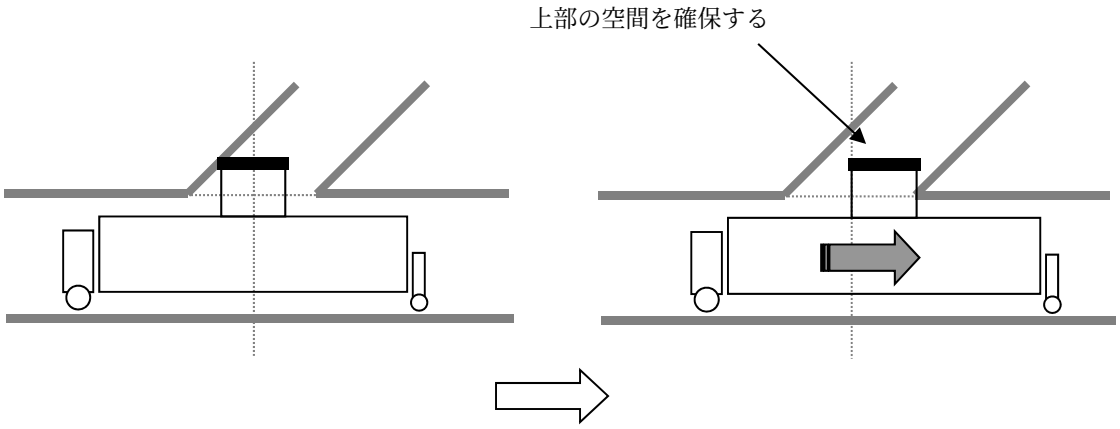
Ｑ３-３０　光硬化性樹脂を使った内面補修工法で本管・取付け管部一体型の施工の際、本管に対する取付け管の角度が悪く、施工しづらい又はできないことがある。この場合の対処方法はあるか？

Ａ　これは光硬化性樹脂を使った工法に限らず、本管と取付け管の接合部を一体型で部分施工する場合に工法全般にいえることだと思います。

このような場合の対処方法については、各工法の施工マニュアル等で補修機の機能と施工方法が示されていると思いますが、全工法については認識しておりませんので、ここでは施工方法の一例を記述します。

施工が可能な角度の範囲は、本管と取付け管の取付け角度は 60 度くらいで、これは本管の管頂で管軸方向左右から取付け管が接続している場合および管断面方向共に左右取付け角度が 60 度程度まで施工が可能です。

施工方法は本管内で一体型補修機の取付け管挿入部を取付け管の中心で位置合わせを行い空気圧で立ち上げ、その段階で一体型補修機を鋭角側に下図のように引き寄せ鈍角側の上部に空間を作ることで施工が可能になります。困難と思える施工箇所では補修材を装着しない空の補修機で軽く空気圧をいれ、フイットの状態を取付け管テレビカメラで公共ます側から確認し、施工の可否を判断することでより確実な施工が可能になります。



内面補強工法（本管・取付け管一体型）の施工概略図

Q３-31　内面補強工法に関して、常に現場でガラス繊維を調整しているが、できあがった製品として納入できないか？　また、取付け管接合部は角度によってうまく施工できないことがあるので、伸縮性の優れた材質はないか？

A　内面補強工法では、現場含浸型（熱硬化・常温硬化）、工場含浸型（光硬化）の補修材を使用して補修します。

現場含浸型の工法は樹脂を重合反応させるための硬化剤（自己反応剤）を使用し硬化剤混入と同時に重合反応を開始するため、事前に工場等で含浸することはできず現場含浸となります。しかし、光硬化工法は樹脂に光開始剤を使用し光を受けなければ重合反応しないため、工場にて含浸後、遮光フィルム等で保護することにより現場へ運搬することができます。

取付け管管口の補修には専用の補修機を使用し、補修材もその補修機・管口形状に合った材質のものを使用しています。

中には取付け管接合部の角度に、柔軟に対応できるような伸縮性に優れた材料もあるようです。詳しくは各工法協会またはメーカーに問い合わせて下さい。

Ｑ３-３２　管路更生の施工後、その上流で施工していた土木業者にモルタルを流され更生管に付着してしまった。更生管を傷つけないように除去するにはどのよう行えばいいか？

Ａ　基本的にはモルタルを流した業者に責任を取ってもらうことが筋であると考えます。

ただし、除去する方法を知らないのであれば、当方にて施工して費用負担を求めればいいと考えます。

具体的な処理方法としては、モルタルの強度が発生していない日の浅いものであれば、高圧洗浄で除去できるものと考えます。

また、穿孔機によって除去する方法もありますが、範囲・量等も把握できませんので発注者と協議することをお勧めします。また、その際協議書は必ず保管して下さい。

高圧洗浄の圧力は 8MPa～18MPa 程度を想定していますが、この程度ならば更生管に傷をつけることはないと考えます。

いずれにしても供用下水道管にモルタルを流す行為は絶対にしてはいけないことですので、厳重に抗議しなければなりません。生コン車の洗浄を雨水ます付近でやっている光景を目にすることもありますが、あるまじき行為だと考えます。

第 4 章　品質管理・出来形管理

Ｑ４-１　出来形管理の厚み測定で基準値を超えた場合の対処方法は？

Ａ　更生管きょ厚の基準については、(公社)日本下水道協会「管きょ更生工法における設計・施工管理ガイドライン」に、「6 箇所の平均管きょ厚が呼び厚さ以上、かつ、上限は厚さの＋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。」と記載されています。

ご質問の更生管きょ厚の基準値超えは、プラス側とマイナス側の両ケースが考えられ、まず、プラス側においては、耐荷・耐久性能上問題ないと考えますが、仕上り内径の不足につながるため水理性能に影響することとなります。したがって、更生管きょの厚み・内径の測定結果および更生管きょの流下能力（計画流量以上の水理性能）について、発注者へ速やかに報告し、合否の回答を得なければなりません。一方、マイナス側において、測定結果が設計更生管きょ厚を下回る場合は、設計上、性能不足となるため結果を発注者へ報告し、その対処方法について指示を受けて下さい。

施工技術として、管理規準を満足させることは不可欠であり、専門技術者による施工管理、品質管理、出来形管理等をしっかりと実施し、確実な施工を行って下さい。

【参考文献】

「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」平成 29 年 7 月　(公社)日本下水道協会（第 4 章 p4-36）

Ｑ４-２　更生材の曲げ試験を実施する場合、通常 JIS K7171 に基づき平板で試験を行うが、発注者の意向により通常の供試体ではなく実施工管からの試験体を要求され、管口付近で採取した切片で試験しなければならない場合がある。マンホール内に同径の仮設管を作製する方法等はないか？

Ａ　到達側マンホール内に、サンプル作製用の半割型管（同径）等を設置し余分に更生することで、その作製は可能であると考えます。

ご質問は自立管構造による更生工法と考えますが、その種別には密着管および現場硬化管によるものがあり、(公社)日本下水道協会「管きょ更生工法における設計・施工管理ガイドライン」に示されるとおり、要求性能、試験方法等が異なるため、所属する工法協会への十分な確認が必要です。

まず、現場硬化管において、実施工管から採取される円弧状試験片を用いた曲げ試験は、平板状試験片を前提とする JIS K 7171 の原則に従い、同規格を補則・修正した JIS K 7511 附属書 D（規定）にもとづき行います。しかし、円弧状と平板状では試験時における荷重の作用が異なるため、各試験値の比較はできず、また、工法として円弧状の試験片にもとづく基準値が保証されていなければ、得られた試験値を評価することはできません。したがって、実施の工法が円弧状試験片にもとづく短期保証値の認証を受けているか否かにより試験片の採取方法等が変わってきますので、工法協会への確認が必要です。

次に、密着管による更生工法においては、円弧状試験片であっても熱プレスにより試験片を平板状に加工できるため、試験体の形状等について工法協会に確認し、発注者と協議して下さい。

【参考文献】

JIS K 7171：2008「プラスチック－曲げ特性の求め方」
JIS K 7511：2014「下水道用プラスチック製管きょ更生工法」附属書 D(規定)現場硬化管の曲げ試験方法

Ｑ４-３　更生工法の出来形検査において、特記仕様書に管内で厚みを測定せよとあるが、小口径の場合はどうするのか？

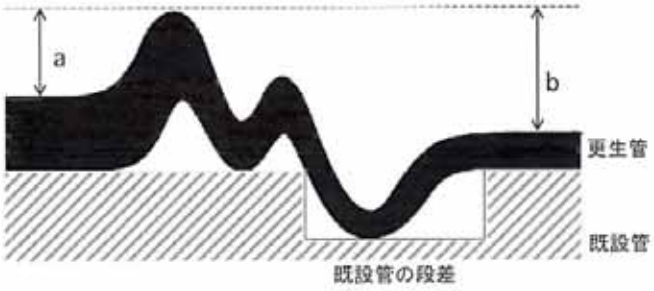
Ａ　まず、発注者に対し、特記仕様書における「管内」の意味を確認する必要がありますが、あくまで更生管内における測定を求められる場合、小中口径管においては、上下流の管口より手の届く範囲でなければ測定はできません。また、更生管の厚みを直接的に測定することはできないため、間接的に厚みを求める測定方法となります。具体的には、既設管および更生管それぞれの内径を測定し、その差を更生管の厚みとする方法です。しかし、一般的に精度の高い専用の測定機器がなくスケール等による測定となるため、誤差も大きく精度的にも厚みの出来形測定値として適切とはいえません。したがって、上下流マンホールの管口切断面もしくは切断端材をノギス等により直接測定すべきと考えます。ただし、切断する突出し部分の管厚に増減が生じないよう、既設管と同径の確実な保護が必要となります。

Ｑ４-４　管内にシワが発生したが、どの程度までならいいのか？

Ａ　(公社)日本下水道協会「管きょ更生工法における設計・施工管理ガイドライン」において、「シワとは不十分な前処理も含めて施工不備によって更生管内面に生じる断面方向又は縦断方向の凸をいう。」とシワに関する定義付けがされています。

また、シワは管きょの機能（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、施工不備によるシワの発生は、原則として認めないこととし、なお、やむを得ずシワが発生した場合においても、管きょの機能への影響を与えないという観点から、「呼び径φ300㎜を超える場合は呼び径の2%以下、呼び径φ300㎜以下の場合は6㎜以下とする」としています。

しかし、最終的な良否の判断は発注者が行うものですので、その発生原因、程度等について速やかに報告し、指示を受けて下さい。



シワの高さ（ａ又はｂのいずれか高い方）

【参考文献】

「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」平成29年7月　(公社)日本下水道協会（第4章 p4-35）

Ｑ４-５　反転工法および形成工法における硬化の品質確認方法としての試験体作製および試験では、「実際の管きょとは硬化条件が違うと思うので、温水の循環温度での管理も信用できない。更生管の管体温度にて硬化の確認ができる基準はないか」との問い合わせがあった。明確な回答ができず、どのように対応すればいいか？

Ａ　ご質問のとおり、試験体を現場で硬化させる場合、試験体を容器中につけて加熱する方法では試験体の両面から熱が伝わることとなり、実際の管きょ内における片面からの熱伝達硬化とは異なります。

このような指摘にもとづき、最近では現場における試験体の硬化方法をより実際の硬化条件に近づけるため、片面からの熱伝達が可能となる器具を用い試験体を作製する工法が増えています。また、試験体の加熱・硬化条件を実際の更生管きょと同じにするため、試験体作製器具を更生管の加熱循環系統に接続してその作製を行っています。

なお、試験体の具体的な作製方法は、工法により異なりますので各工法協会に確認して下さい。

Ｑ４-６　シートライニング工法において、材料のサンプル採取を平板で行っているが、現場施工の材料によるサンプル試験を求められた。採取方法はどうするのか？

Ａ　各々の工法により採取方法があります。所属協会等に確認して下さい。

シートライニング材料に関する立会い検査は JIS 規格で試験を行うため、試験体材料のサンプル採取を JIS 規格（平板）の平板から行っています。

現場施工の材料によるサンプル試験は、使用するシートライニング材（斜壁・直壁用）の切れ端（未使用部分）から試験体を採取しても試験は可能です。

Ｑ４-７　防食工法の施工前又は施工後に、既存構造物調査でコアを抜いた。その時の穴はどう処理するのが適切か？

Ａ　調査でコア抜きした場合には、その穴を、既存構造物の圧縮強度以上になるセメント系補修材を充填し補修することが必要です。

また、ライニング材が施工してある部位をコア抜きした場合には、前述同様のセメント系補修材を充填し、硬化後、塗布型ライニング材の場合には、その厚み部分を充填施工した上で、穴のサイズよりも一回り大きくオーバーラップさせて表面をライニングします。シートライニング材の場合は、穴の表面をエポキシパテ等で充填した上で、穴の大きさより一回り大きいシートライニング材を作製して専用の接着剤で接着・固化して下さい。

※ライニング工法のそれぞれの材質によって異なります。

Ｑ４-８規格値（管理値）が明確にされてない。何を基準に行えばいいか？

Ａ　規格値（管理値）として、大きく分けて品質管理に関するものと出来形管理に関するものがあるかと考えます。

まず、品質管理に関しては、施工時に管理する温度・圧力・時間等、また、しゅん工時において確認する曲げ強さ、曲げ弾性率等の各物性値があります。これらは各工法、構築方法によりその管理項目、規格値（管理値）がすべて異なるため、各工法協会による管理基準を施工計画書に記載し、発注者の承認を得る必要があります。詳しくは、(公社)日本下水道協会「管きょ更生工法における設計・施工管理ガイドライン」を参考にして下さい。

次に、出来形管理に関しては、同じく、(公社)日本下水道協会「管きょ更生工法における設計・施工管理ガイドライン」、また、JIS K 7511 附属書 A（規定）、附属書 C（規定）、附属書 E（規定）、附属書 JA（規定）に、更生管きょの厚さ、内径等について記載されています。これらの基準値、要求値および各工法協会の基準値にもとづき管理基準を施工計画書に記載し、発注者の承認を得て下さい。また、補修工法の基準値に関しては、目的によって設計が変化するので、要求性能に沿う考え方で作製し、発注者と打ち合わせして下さい。

【参考文献】

「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」平成 29 年 7 月　(公社)日本下水道協会（第 4 章 p4-27）

JIS K 7511：2014「下水道用プラスチック製管きょ更生工法」附属書 A（規定）現場硬化管の曲げ試験方法、附属書 C（規定）現場硬化管による（自立管）に関する要求事項、附属書 E（規定）ら旋巻管による更生（複合管）に関する要求事項、附属書 JA（規定）組立管による更生（複合管）に関する要求事項

Ｑ４-９　更生工法の品質管理において、温度管理で用いるデジタル温度計の示す値に対して、監督員から「温度計（例 60℃）の値が本当（60℃）である証拠は？」との問い合わせがあり、どう説明すればいいのか？

Ａ　品質管理、出来形管理における計測機器は、メーカー等による定期的な校正が可能であるものを使用し、発行された校正証明書等を監督員に提示することにより、測定値の確かさを立証して下さい。

また、計測機器のキャリブレーションを実施し、結果を記録保存することによって、必要な時期に提示して下さい。

Ｑ４-１０　勾配のある管きょにおいて、空気圧反転と水頭圧反転での管理方法で注意すべき点は何か？

Ａ　勾配のある管きょ、つまり高低差の大きい管きょで水頭圧反転を行う場合、発進側と到達側の水頭圧が極端に異なることから、縫合型の更生材においては、到達側での高水頭圧により、マンホールへ突き出した余長部分の縫合箇所が裂ける可能性があります。したがって、更生材の縫合部における強度等を十分に把握するとともに、状況に応じ余長部分の保護・補強を行う必要があります。

また、到達側に近づくほど反転速度への影響が高まるため、その調整に注意が必要となります。到達側の水頭圧を抑えるため、セットする水頭高さはできる限り下げるべきだといえますが、逆に、発進側付近の拡径圧が不足することのないよう十分に気を付けなければなりません。

一方、空気圧反転においては、発進側、到達側の高低差による影響は比較的少ないといえるでしょう。しかし、一般的に空気圧の変動は著しいことから、圧力管理には細心の注意が必要といえます。

Ｑ４-１１　現場で、更生材（樹脂含浸済み）を全て延ばした状態で材料検査を行うことがあるが、炎天下で道路沿いに 100m単位の材料を延ばすのは大変な労力が必要だ。現場で寸法が確認できるように、事前に材料工場で延長や厚みなどを測定するとともに、写真を撮影できないか？

Ａ　熱硬化性樹脂を使用した更生材を炎天下にさらすことは、工事途中で材料が硬化するおそれがあり、施工不能となる可能性が極めて高いことから発注者へ強く回避を申し入れるべきです。

発注者の材料検査が必要な場合は、事前に含浸工場で立会検査を行ってもらえるよう、発注者へ働きかけて下さい。

また、現場での更生材の寸法確認については、更生材の入荷とともに材料工場での材料検査記録が付いてきますので、この記録により材料の寸法を確認して下さい（写真撮影については、材料メーカーへ相談して下さい）。

Ｑ４-１２　更生材の工場出荷年月日は確認できるが、工場での樹脂、材料等の製造年月日の管理、製品寿命にかかる記録の確認方法はあるのか？

Ａ　更生材の製造工場では、更生材に使用する原材料の受け入れ検査を行い、品質の記録をとっており、この記録をたどることで製造年月日等の製品寿命が確認できるようになっています。

詳しくは、各工法協会あるいは材料メーカーに問い合わせて下さい。

Ｑ４-１３　更生材の品質について、材料メーカーはどのような品質管理を実施しているのか？

Ａ　更生材における製造管理と品質確認方法については、(公社)日本下水道協会「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）に記載のとおり、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料の規格検査がなされたことを証明する資料を搬入材料に添付し、確認を受けることでその品質を証明することとしています。なお、更生材が（公社）日本下水道協会の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ます。

具体的な更生材の製造管理すべき項目、製造証明書の記載内容等については、ガイドラインを確認して下さい。

また、更生材の製造段階における要求事項について、JIS K 7511 附属書 A（規定）、附属書 C（規定）、附属書 E（規定）に規定されています。

【参考文献】

「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」平成 29 年 7 月　(公社)日本下水道協会（第 4 章 p4-27）

JIS K 7511：2014「下水道用プラスチック製管きょ更生工法」附属書 A（規定）現場硬化管の曲げ試験方法、附属書 C（規定）現場硬化管による（自立管）に関する要求事項、附属書 E（規定）ら旋巻管による更生（複合管）に関する要求事項

Ｑ４-１３　取付け管の更生材の品質について、材料メーカーはどのような品質管理を実施しているのか？

Ａ　取付け管の更生工法には反転工法が数多くあります。その反転方法には大別して、公共ます側からの反転と、本管側からの反転がありますが、今回は前者の例で記述します。

まず、基本的なことですが事前作業の段階で取付け管テレビカメラにより、曲がり部分の角度が施工可能（工法の施工マニュアル等による）であるかどうかや既設管の内面にアウターフィルムが破損するような障害物はないか、また、硬化後の出来形において流下の障害になるような凹凸等の障害物はないか等の確認を行う必要があります。

反転時の反転圧は工法（更生材）ごとに異なりますが、反転時の先端の現象としてアウターフィルムのみが既設管の内壁面をこすりながら先行し、更生材が少し遅れて反転進行すると考えられます。

アウターフィルム破損の大きな要因としては、曲がり部における外周面側のフィルムが周長差による伸びで薄くなってしまうこと、また、既設管内壁面での摩擦の増大等が推測され、その対処として、曲がり部では反転圧および反転速度を適度に落とし施工することが重要と考えます。

Ｑ4-15　更生材の工場検査時､サンプルでの曲げ試験のみであったが､実際使用する材料からの試験片を採取して試験はできないか？

Ａ　通常、曲げ試験等の性能試験において、試験体の作製から試験結果を得るまでにはある程度の期間が必要です。したがって、工場検査時に、現場で使用する同一材料から試験片を採取し、なおかつ試験結果を確認することは、日程的に困難ではないかと考えます。現場管理においては、実際に使用した材料で試験片を作製し、公的機関等による試験の結果を後日、報告・提出していることはご承知のとおりです。

近年、発注者や施工者が安心して下水道資器材を使用することができるよう、（公社）日本下水道協会が全国統一的に資器材の検査を行う、認定工場制度が広く活用されています。更生工法の熱可塑性材料においては、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、製造工場における材料の試験や立会確認等、しゅん工時の曲げ強さ（短期)、曲げ弾性率（短期）又は耐薬品性試験の実施を免除することができるとされています。また、熱硬化性材料については、Ⅱ類資機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）及び曲げ弾性率（短期）の試験は、原則として施工スパン毎に実施します。ただし、曲げ試験の採取頻度の「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こととします。

【参考文献】

「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」平成 29 年 7 月　(公社)日本下水道協会（第 4 章 p4-33）

Q4-16　管路更生の根本的課題は、施工の良否が品質に大きく影響することである。そのようにならないために技術研修をしているのだが、ヒューマンエラーは必ず生じることを念頭に、なるべく人が介在することを少なくすることも必要ではないか？

A　更生工法は地下工事であり、肉眼ではなくテレビカメラを介在しての確認や不確定要素の多い条件下、また、限られた空間での作業となるため、豊富な経験と正確な判断を必要とする極めて難易度の高い、特殊性を持った技術といえます。そのため、施工の良否が品質を左右することが多く、特に、その技術を支える技術者等のヒューマンエラーによる施工不良は、品質確保に多大な影響を及ぼします。したがって、ヒューマンエラーをなくすることは、各企業にとって品質および安全の確保に直結し、ひいては無駄な費用の削減にも寄与する経営上の大きな課題であるといえます。

ヒューマンエラーの防止対策としては、コミュニケーションの円滑化、現場チェックリストの作成等がありますが、更生工法の特殊性に鑑み現場に携わる技術者を交え、各々の工法に適した独自の防止対策を検討することが重要だと考えます。文献として、(株)労働調査会の「改訂版建設業におけるヒューマンエラー防止対策」がありますので、参考として下さい。

【参考文献】
「改訂版建設業におけるヒューマンエラー防止対策」平成 24 年 10 月 31 日　(株)労働調査会

Ｑ4-17　更生工法としての保証期間の統一的な考え方が必要ではないか？

Ａ　現在の公共工事における保証期間、すなわち、かし担保期間については、公共工事標準請負契約約款（平成 25 年 2 月 21 日 中央建設業審議会決定）第 44 条で、請負者の故意･重過失によるかしの場合は 10 年、これ以外の場合は 2 年とされています。各自治体が発注する更生工事を含む建設工事の請負契約約款においても、同様のかし担保期間であると認識しています。

Ｑ４-１８　内面補強工法において、夏・冬の材料配合や硬化時間の違いで材料の品質に問題はないか？

Ａ　内面補強工法には樹脂系材料の配合に関し、通年一律にしている工法と夏と冬によって変えている工法があり、後者における配合の異なる点は、充填材による増粘および添加剤等の量です。しかし、充填材、添加剤等は主剤に対して極少量であるため、その増減が硬化後の品質に影響が及ぼすものではなく、問題はありません。

作業環境が大きく変化する要因として外気温度がありますが、同じ成分の主剤量とした場合、外気温度の違いにより夏場は粘度が低く、逆に冬場は高くなります。このような状況で含浸積層作業を行うと、夏場においては補修材への樹脂の浸透性が良く作業が容易となりますが、粘度の低さから樹脂の流動が著しく補修材の樹脂含有率が低下します。また、冬場では高粘度の樹脂を取り扱うため含浸作業に時間を要し、効率が悪くなります。さらに、場合によっては作業中に硬化が始まってしまうことも考えられます。

都度、変化する作業現場の環境に対して、調整・配合された樹脂を使用することにより、作業効率を損ねることなく最適な硬化および均一した品質が得られるようにしています。

Ｑ4-19　シートライニング注入樹脂の使用期限とシートライニング材の割れ対策について伺いたい。

① 樹脂の使用可能期限はどの位か？

② 材料の割れ易さが冬と夏では違うのではないか？

③ 表面被覆材の設置をもう少し簡単に施工しやすくできないか？

Ａ　マンホール更生工法の場合

① 樹脂は無溶剤で水分とも反応しないため、缶が密閉状態で冷暗所に保管されていれば 2 年間は使用可能です。

② 表面被覆材は樹脂製であるため、冬場の低温状況下では夏より硬くなり割れやすくなる傾向があります。通常、マンホール内に表面被覆材を搬入する際には、φ600㎜ 以下に丸めますが、冬場においては、この作業を低温状況下の現場ではなく、あらかじめ、事務所・作業所内等の室温状況下で行っておくことにより、表面被覆材の割れを防ぐことができます。

③ 1 号マンホールにおいては、内部でのモールド設置作業が 1 名でしか行えないため、表面被覆材の位置決めおよび押え治具の固定作業は、大変苦労します。この場合、上部（地上）からロープ等により表面被覆材・押え治具を支持し位置決めをすることで、内部の作業者が両手を使うことが可能となり、設置作業を簡単に行うことができます。

Ｑ４-２０　防食工事の 10 年保証の内容はどのようなものですか？

Ａ　下水道施設コンクリート防食被覆工事の品質性能保証については、平成 19 年７月版「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」（以下、JS マニュアルという）」により、「防食被覆工法は、防食被覆層の耐用年数として 10 年間を確保できる性能を有する仕様としなければならない」とし、「請負者は、防食被覆工法の仕様要求性能を保証する書面を、工事完了時に監督職員に提出しなければならない。」としています。

なお、仕様要求性能を保証する書面（以下、保証書という）は、工事名、工事場所、工期、工法規格、保証期間、保証内容、免責条項等の必要事項について記載することとされています。

また、「防食被覆工法の仕様要求性能」の解説では、〔防食被覆層の耐久性の確保においては、防食被覆層の耐硫酸性等の品質自体だけでなく、設計腐食環境の設定や工法規格の選定、被覆するコンクリート躯体の品質、防食被覆層の施工環境（温度、湿度、養生期間等）や施工状態（品質）、供用後の防食被覆層の維持管理も重要な要因となる。したがって、防食被覆工法の仕様要求性能（耐用年数）は、防食被覆層自体が工法規格に応じた品質規格に適合するとともに、本マニュアル各章の規定に従って、防食被覆層が適正に設計・施工・維持管理されることにより確保されるものである。〕として、設計者・請負者・施工者・維持管理者の責務と責任が明確化されています。

このため、ここでは保証書に記載する事項のうち、JS マニュアルにおいて明確に示されていない、保証内容、免責条項等について、「民法」や「民法」を基本に策定された「建設工事請負契約約款」（平成 9 年 3 月 31 日告示第 317 号国土交通省）、及び「建設工事標準下請契約約款」（平成 15 年 2 月 10 日改正中央建設業審議会）を基本的に踏襲して、平成 20 年 7 月発行「下水道コンクリート防食工事施工・品質管理の手引き（案）」(以下 JS 手引という)に「コンクリート防食被覆工法性能保証書(標準)」として示めされました。

また、JS 手引の中で「塗布型ライニング工法防食被覆工事保証契約条項」では、発注者側（設計者、監督職員、維持管理者）個々の責務を明確にするとともに、保証書書式を併せて示されました。

なお、今後の検討課題としては、性能保証 10 年間を担保する制度としての保険制度の導入が、(一社)日本コンクリート防食協会で進められています。

Ｑ４-２１　防食工法は 10 年以上もつのでしょうか？

Ａ　日本下水道事業団「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」（以下 JS マニュアルという）においては、防食被覆工法の選定が性能照査型となっており、C 種以上の工法については 10%硫酸水溶液に 120 日浸漬して規定深さまでの硫黄浸透がない仕様を選定することとなっています。しかし、その仕様で設計された被覆層が何年の寿命があるかまでは明らかになっていませんでした。

ここに示す資料は、濃度別、温度別の硫酸浸漬試験[1)]、およびエイジトロンによる曝露試験[2)]を行った結果、防食被覆層の耐用年数を設計することができるようになりました。つまり長寿命化計画の中や要求耐用年数を任意の耐用年数に対応した材料（エポキシ樹脂以外も含め）の選定や、厚さが選定できることになります。

この結果は、耐用年数を設定した設計を可能とするだけでなく、既設防食被覆層の残存耐用年数の定量化も可能となります。つまり 10 年以上対応の経済的な材料の開発が可能になります。

$$\lambda = kC^{n}e^{-E/RT}$$

ここで、λ：硫浸入速度係数（μm/$h^{1/2}$）

T：温度（K）

C：硫酸濃度（%）

温度・濃度を変えた加速試験によって上式の定数を求めることで、任意の温度・濃度における硫酸の浸入速度を得ることができます。この予測式では、新材料の開発の時に活用されるものと考えています。

既設防食被覆層においては、現場から採取したサンプルの硫酸侵透深さから、経過年数ｔと硫酸侵透深さλから、ルートｔ式（λ＝αｔ0.5）で算定するのが妥当と考えています。既設防食被覆層のほとんどは、50 年持つと考えています。

【参考文献】

1) 久保内昌敏，三品文雄，須賀雄一，宇野祐一，田中靖文，矢代顕慎，仙北谷英貴：下水道用エポキシ樹脂ライニング材料中への硫酸環境下の透過と濃度の影響、第 41 回下水道研究発表会講演集、pp.86-88(2004)
2) 久保内昌敏，稲毛克俊，宇野祐一：エイジトロンを用いた有機ライニング皮膜の硫酸浸入評価、第 44 回下水道研究発表会講演集，pp.67-69 (2007)
3) 枡田吉弘、遠山晃二、宇野祐一：硫酸環境下におけるアミン硬化エポキシ樹脂の加速試験の複合検討、第 46 回下水道研究発表会講演集、pp.254-256(2009)
4) 久保内昌敏，矢代顕慎，三品文雄，須賀雄一，宇野祐一：コンクリートライニング用エポキシ樹脂への硫酸の浸入と腐食挙動、第 4 回コンクリート構造物の補修、補強アップグレードシンポジウム論文報告集、Vol4,pp.163-168(2004)

第 5 章 安全管理・環境管理

Ｑ５-１　更生材の管端部切断にダイヤモンド吹付刃を装着したグラインダーを使用しているが、取扱いを間違うと非常に危険である。危険性の少ない切断方法・器具はないのか？

Ａ　更生材の切断機器にはノコギリタイプのものもありますが、グラインダーを使う方法が一般的のようです。

いずれにしても、作業員が手で切断機を持って作業を行ないますので、切断には危険性が必ず伴います。切断作業時には、防護メガネ、粉塵マスク、皮手袋等を着用し、安全に配慮し施工時の切断機の点検作業を心掛ける必要があります。

Ｑ５-２　Φ500㎜ の管路更生時に止水プラグにて下水を止めて施工した。水替えを行っていたが予想以上に水位が上昇した。作業を終了し直ぐに止水プラグを撤去したいが、下流の管路施設に人が入って作業している他工事があるかを直ぐに確認できる方法はあるか？　もし事故があった時の責任の所在は？　事前に確認する義務はあるのか？

Ａ　まず、施工期間中に上下流側で他業者の管内作業等があるか否かを、発注者に事前に確認しなければなりません。そして受注者は、工事現場が隣接し別途管内作業等がある場合、受注者間の安全施工に関する緊密な情報交換を行い、平素から非常時における措置を定める等の連絡調整を行う必要があります。

もし事故が発生した場合の事故責任は、基本的に当該工事を受注した業者の責任となりますので、他業者に危害を加えないように事前に確認を実施する義務があります。

Ｑ５-３　更生材を加熱時、大量の水蒸気が立ち上がり車両の通行に支障を与える場合がある。蒸気量を軽減する方法はないか？

Ａ　特に冬場の場合、蒸気の放出には細心の注意が必要です。

もし、蒸気をそのままマンホール等から放出した場合、火事の煙と間違えて消防署が出動する可能性があります。

また、蒸気は高熱（110℃程度）で噴出すことがあるため、対策を怠ると、通行人や作業員が火傷する危険性があります。

対策として、挿入側・到達側マンホールを 1m程度の高さのガードで囲い、その上に排風機を設置し、水蒸気を上空（3m以上）に拡散する方法があります。

蒸気量を減らす方法は、各工法の今後の課題と認識しています。

更生工法（蒸気による熱硬化）の施工例

Q5-4　管路更生の硬化中に自然に火災が起こり、施工に失敗してしまった。この時はどう対応すればいいか？

A　まずは緊急連絡網により発注者や警察、消防に緊急連絡を取ります。もちろん工法協会のマニュアルに記載されている対処事項や、消火機材、安全防具による、消火訓練を行っていることを前提としていますが、同時に採用した工法協会に連絡を取り、更生管より発生する有毒ガスの種類、その対策法など、災害の処理方法を聞き、工事関係者および周辺住民の安全対策を第一とし対処します。

その後、今後の処理方法を発注者、工法協会など、関係者で話し合い、処置することが大切です。

参考までに消防法の主な部分を掲載しました。

消防管理者の業務（法第 8 条関連）

- **当該防火対策物についての消防計画の作成**
- **当該消防計画に基づく消火、通報および避難の訓練の実施**
- **消防用設備、消防用水または消火施設の点検整備**
- **火気の仕様または取扱いに関する監督**
- **避難または防火用設備の維持管理**
- **収容人員の管理**
- **その他防火管理上必要な業務**

Ｑ５-５　住居内で異臭がすると苦情があったときの対処方法と対策方法は？

Ａ　対処方法

①苦情があった場合、速やかに工事を一旦中止し、さらに換気等の処置を行って下さい。

②住居内に入った原因・経路を調査し遮断する措置をして下さい。

対策方法

①取付け管から臭気が逆流し宅内に入ることがあります。施工中は、公共ます、宅内ますに止水プラグを設置し、施工中の臭気が宅内に入ることを事前に防止して下さい。また、施工後もグレーチング蓋を使用し、臭気が管内にこもらないようにして下さい。

②臭気が発生する場所の挿入マンホール・中間マンホール・到達マンホール、公共ます等に活性炭による脱臭装置を設置して臭気を軽減させて下さい。

更生工法（反転）	更生工法（形成）	更生工法（製管）	更生工法（さや管）	更生工法（取付け管）	内面補強工法	止水工法	防食工法

Q５-６　不飽和ポリエステル系樹脂を使用した更生工法や内面補強工法等の施工現場でスチレン臭によるトラブルが聞かれる。施工での臭気対策はどうしたらいいか？

A　熱硬化性樹脂の不飽和ポリエステル系樹脂は更生工法に使われる代表的な樹脂で、市場に出ている工法の殆どの工法に使用されています。一般に不飽和ポリエステル樹脂とガラス繊維で作られるプラスチックは FRP と呼ばれ、バスタブやボート等に幅広く応用されている汎用樹脂です。スチレンは樹脂の中に硬化重合剤としての目的と、樹脂がガラス繊維等の補強心材に含浸しやすくする目的で使われています。

問題のスチレン臭は硬化重合時に反応に関与しなかったスチレンモノマーが硬化時の反応温度で気化してスチレン臭が発生します。この臭いが特有の強い臭いなので、労働安全衛生法では管理濃度を 20ppm と規定されています。また、都道府県知事が指定する規制地域については悪臭防止法でそれぞれ定められているので、当該現場で事前に規制基準を調査しておくことが必要です。悪臭の防除方法としては、(1)換気、(2)防臭、(3)脱臭がありますが、

工事現場での対策としては、

①スチレンガス濃度測定器を常時現場に携帯し測定する（他臭気との見分けも可能)。

②臭気の拡散しやすいマンホール部等には脱臭装置等を設置して脱臭を行い、民家等の施設内につながる公共ます等に止水プラグを設置して臭いを漏らさないようにする。

③周辺住民への説明会や工事周知のお知らせ等でよく説明し理解を求める。

④苦情があった場合は、速やかに作業を一旦中止して換気等の処置を行う。

等々が考えられます。

環境に対する住民の意識が高いことを十分意識して施工して下さい。臭気、騒音などの環境管理も現場管理の重要な事項です。

【参考文献】

「下水道管路管理に関する安全衛生管理マニュアル」平成 14 年 3 月　(社)日本下水道管路管理業協会(p144)

Ｑ５-７　工事内容をどのような形で説明をしても、周辺住民の理解が得られず、施工ができない。何かいい方法はないか？

また、ビラ配布だけではだめだと警察から言われた。工期の問題や急な作業などで時間がない場合は、すべての住民に声をかけることは不可能である。どうしたらいいか？

Ａ　周辺住民への説明で施工業者による説明だけでは無理な場合、発注者に相談して下さい。発注者と一緒に工事の必要性等を分りやすく伝え、理解と協力を得るよう努めることが大切です。それでもだめなら、発注者と環境対策について工法変更等を検討する必要があります。また、周知方法について、事前説明会を開催するなど、住民の合意を得ることが大切です。それに時間が必要な場合は、発注者と相談の上、工期延期を行って下さい。

工事施工に当たり、住民に対する説明は、安全でスムーズな工事を行うために、また、下水道利用者サービスの観点からも重要な作業のひとつです。たとえ短時間の工事であっても、「交通規制による不便さ」、「スチレン臭等の異臭発生」、夜間工事では特に「音や振動の発生」など、住民には施工上の特徴（情報）を正確に伝え、それらの対策を事前に提示する必要があります。それがひいては苦情の発生を低減することにつながると考えます。

一般に工事説明としては次の 4 種類の方法があります。施工業者として現場の状況や地域性等を勘案し、利用者の立場に立ったきめ細かな説明方法を発注者に提案して下さい。

(1) 町内会長等への説明

工事に関する質問や苦情が施工業者にではなく町内会長等に寄せられることがあるので、地域の代表者には事前に説明を行います。

(2) 事前説明会

長期間あるいは周辺への影響が大きい工事の場合、発注者も同席して直接住民に説明します。

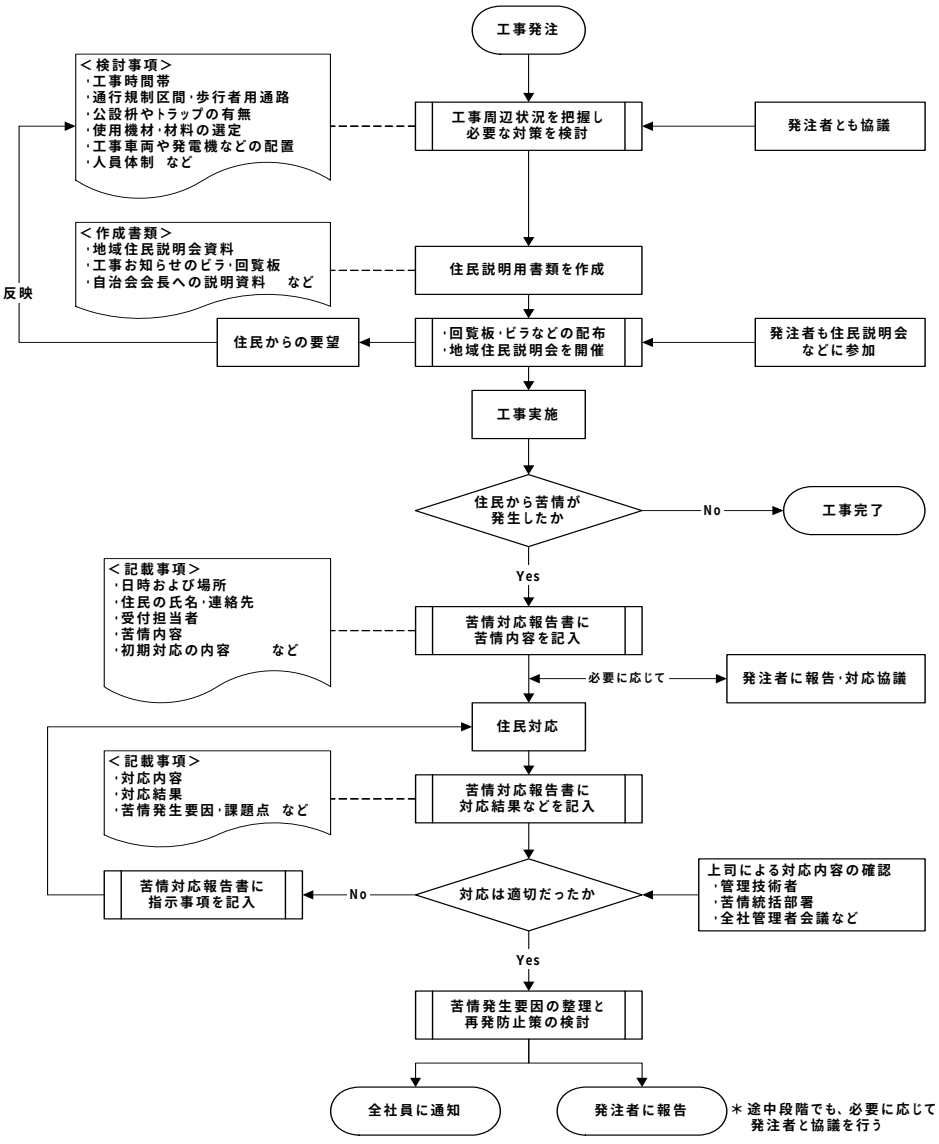
(3) ビラ配布

工事規模が小さく短期間で終了する場合や商業・工業地域で住宅が少ない場合などは、ビラや回覧板により工事内容等を周知します。

(4) 戸別訪問

工事箇所直近の住宅や重要地区には戸別訪問を行って説明します。セールスと勘違いされないよう、発注者と一緒に行うことをお勧めします。

なお、次に参考として当協会「下水道管路施設維持管理マニュアル(2007 年)」に掲載されている苦情対応フロー図を示します。



苦情対応フロー図の一例

【参考文献】
「下水道管路施設維持管理マニュアル(2007 年)」平成 19 年 5 月　(社)日本下水道管路管理業協会（p560)

Ｑ５-８　管路更生の施工後、廃材はどのような処分・管理をしているのか？

Ａ　基本的には、廃棄物の処理及び清掃に関する法律（廃棄物処理法）に従って、適正に処理する必要があります。

施工前の管きょ洗浄で発生した汚泥は産業廃棄物の汚泥として、管路更生で発生した余剰材料等はそれぞれの許可品目に適合した産業廃棄物収集運搬の許可業者に委託します。

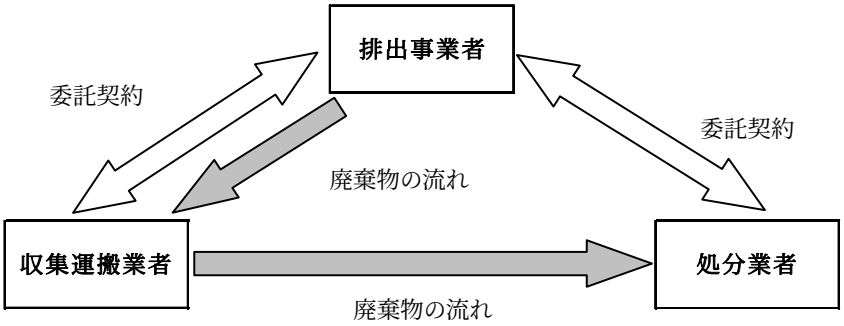
このとき発行する産業廃棄物管理票（マニフェスト）は、廃棄物処理法に明記された期間（5 年間）の保管が義務付けられています。

なお、一部の工法ではリサイクルを行っている材料もあります。

※注意事項

工事により発生した廃棄物は、産業廃棄物に区分されます。

産業廃棄物の処分には、産業廃棄物管理票（マニフェスト）および契約の締結が必要となります。廃棄物の収集運搬および処分を委託する業者は、発生する廃棄物の種類に適合した許可業者であることを確認する必要があります。



違反事例 ①どの業者とも契約を交わしていない場合
②収集運搬業者とだけ契約を交わした場合
③業者の許可品目以外の廃棄物を委託した場合

契約と廃棄物の流れ図

【参考文献】

「下水道管路施設維持管理マニュアル(2007 年)」平成 19 年 5 月　(社)日本下水道管路管理業協会（p483）

Q５-９　樹脂の保管方法について、安全基準はありますか？

A　例えば、ビニルエステルを使うとき、硬化剤とコバルトを同時に使用すると大変危険です。有機溶剤中毒予防規則（有機則）で指定された有機溶剤は 54 種類有り、第 1 種から第 3 種まで分類されています。不用意に保管しておくと、人体に有毒な物質が周囲に撒き散らされて、作業員の健康が脅かされる危険性があります。したがって、こぼれたり、漏えいしたり発散することのない栓等をした堅牢な容器に入れ、施錠のできる換気の良い施設に保管しなければなりません。

消防法（第 10 条）では、危険物の種別と指定数量（非水溶性）を下表のとおり指定しています。

消防法の危険物の種別と指定数量

類　別　と　引　火　点		指　定　数　量	
類　　別	引　火　点	指定数量	指定数量の 1/5
第 4 類第 1 石油類	21℃未満	200 ℓ	40 ℓ
第 4 類第 2 石油類	21℃以上 70℃未満	1,000 ℓ	200 ℓ
第 4 類第 3 石油類	70℃以上 200℃未満	2,000 ℓ	400 ℓ
第 4 類第 4 石油類	200℃以上	6,000 ℓ	1,200 ℓ

①指定数量のうち「指定数量 1/5」は、各市町村の火災予防条例による規制数量を示す。
②指定数量は、該当する材料の総合計が対象となるため、指定数量に該当する複数の材料を同時に納入する場合は要注意。

第 6 章 資格・人材育成他

Ｑ６-１　管路更生の技術者資格として、一般にどのようなものがあるか？

Ａ　技術者の資格について、現場管理者・現場作業従事者により必要資格は異なります。ここでは管路更生工事に必要とされる主な資格を以下に示します。また、これら以外に施工工法によっては必要な資格がありますので、各工法協会に問い合わせ下さい。

(1) 建設業法では、主任技術者および監理技術者等を設置し、技術上の管理および指導監督を行わなければなりません。

①主任技術者：土木施工管理技士（1 級、2 級）など

②監理技術者：国土交通大臣指定の講習受講者（1 級土木施工管理技士）などに加えて、(公社)日本下水道協会「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」では以下の技士を新設しています。

③下水道管路管理専門技士（修繕・改築部門）　(公社)日本下水道管路管理業協会

④下水道管路更生管理技士　(一社)日本管路更生工法品質確保協会

また、施工技術者として以下を新設しています。

⑤管路更生専門技士

⑥取付管口穿孔技士

(2) 労働安全衛生法

1) 一定の危険作業について技能講習修了者から作業主任者や運転者等を選任しなければなりません。

①酸素欠乏・硫化水素危険作業主任者

②有機溶剤作業主任者

③小型移動式クレーン運転者

④玉掛け技能者

⑤ボイラ技士（小型貫流ボイラー取扱責任者）

⑥足場組み立て等作業主任者

2) 一定の危険作業につかせる時は、従事者に特別教育を実施しなければなりません。

①酸素欠乏・硫化水素危険作業業務

②有機溶剤取扱い業務

③移動式クレーンの運転業務

④玉掛け業務

⑤小型ボイラの取扱い業務

⑥研削といし取替え等業務

⑦巻き上げ機運転の業務

⑧電気取扱い業務

⑨粉塵作業に係る業務

(3) 各工法協会では、技術研修会等を実施し、修了者を専門技術者として認定しています。

【参考文献】

「下水道管路管理に関する安全衛生管理マニュアル」平成 14 年 3 月　(公社)日本下水道管路管理業協会(p13)

「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」平成 29 年 7 月　(公社)日本下水道協会(第 4 章 p4-5)

Ｑ６-２　管きょ内の作業環境は極端に悪いことから、安定した職員・作業員の定着が非常に厳しい業種である。さらに工事指名の条件として資格の指定があり、技術資格研修参加など資格を取得するために要する時間および経費がかさむ。下水道管理者等各事業所により資格保有の指定を義務付けている場合が多く、複数の資格が必要となり、負担が大きい。労働環境を踏まえて資格の簡素化を図る目的で各種資格の一元化を図れないか？

Ａ　まず施工する現場で必要とする資格条件には、安全確保・品質確保等、工法ごとに定められており大きく分けて、

①建設業法

②労働安全衛生教育

③特定危険作業の特別教育修了者

④労働安全衛生施行規則

⑤各工法別技能者認定資格等目的別資格者

などを必要とすることから一元化は困難と思われます。

このことは、施工関係者の安全・施工環境の安全衛生・施工品質の確保等何れも欠くことのできない事柄で、責任ある業務を達成するために必要な資格でありますので、各種資格を得て安全施工を行って下さい。

また、逆に考えれば今後受注競争が激しくなり、加えて総合評価落札方式が拡大している今日、資格者の保有は他社との差別化になるため、資格取得を奨励すべきではないでしょうか。時間と経費については税法上の優遇措置等の検討も必要かもしれません。

Q６-３　元請けの職員が下水道の管路更生についてあまりよく理解していない場合、どのように対応したらいいか？

A　管路更生は、技術としては世の中に浸透してきましたが、工法が多種存在し、理解するには相当の勉強が必要です。したがって、各工法の手順や使用機材がかなり異なり、専門家はまだまだ少ないのが現状です。

このため各工法協会は、元請者に対しても研修会を開催し理解を深めるとともに、施工業者も専門性を高め、元請者の理解を得るための努力をする必要があります。同時に監督員にも知識の習得に注力して頂く必要もあります。

今後益々増大する管路更生の需要に応えるため、また、危険を伴う工事であるため、元請者自らも工法協会から専門家を招き、元請者の研修を何度も行うことも必要かと思います。

加えて、(公社)日本下水道協会や当協会から設計マニュアルや手引き、積算資料等が、次々と整備されつつありますので知って頂くことも重要かと思います。主な参考資料は以下のものです。

【参考文献】

「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」平成 29 年 7 月　(公社)日本下水道協会
「下水道管路施設ストックマネジメントの手引き(案)」平成 29 年 1 月　(公社)日本下水道協会
「マンホール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
「取付け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
「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

更生工法（反転）	更生工法（形成）	更生工法（製管）	更生工法（さや管）	更生工法（取付け管）	内面補強工法	止水工法	防食工法

Ｑ６-４　更生工法を市場に出すには、技術審査証明取得が絶対条件となっているが、このことが開発会社の負担になり、また、その後の技術開発・改良を阻止しているように思われる。また、地方自治体では技術審査証明取得を最低条件とし、その上に独自の審査をされることもあり、審査証明制度の必要性・権威付け等、根本的な改革が必要ではないか？

Ａ　技術審査証明は、絶対条件ではありませんが、発注者によっては義務付けているところがあります。それは品質規格が高くされていることに起因していると思われます。したがって、その取得はハードルが高いのも仕方ありません。工法協会の専門家と一緒に、地方自治体によく説明し、理解を得る努力も必要かと思われます。

　また、技術審査証明がその後の技術開発や改良を阻止することはありません。ただ、有効期限（5 年）があるため更新手続きの方法があります。
より良い品質の施工ができて、より安全に、より安価な方法へと改良されるならば、技術審査証明の更新又は変更を行えばいいと思います。

　技術審査証明は、発注者がその工法を安心して採用できるためのものと考えます。施工者がその工法の施工に十分な自身を持って実施工する場合、技術審査証明を取得していなくても、その技術内容を上回る仕様の工法であれば問題ありません。発注者にそのことを伝え、技術の内容説明や、証明を十分に行い、理解を得る努力をすることも大切です。

資 料 編

用語の定義

本書で使用する用語は、(公社)日本下水道協会、(公財)日本下水道新技術機構、および当協会の発刊図書を参考にした。

(1) 改築

更新又は長寿命化対策により、所定の耐用年数を新に確保することを言う。

① 更新

既設を新に取り替えることを言う。

② 長寿命化対策

既設の一部を生かしながら部分的に新しくすることをいう。

(2) 修繕

老朽化した施設又は損傷した施設を対象として、当該施設の所定の耐用年数において機能を維持させるため行われるものをいう。

(3) 更生工法

既設管きょに破損、クラック、腐食等が発生し、耐荷性能や耐久性能、流下能力等が保持できなくなった場合、既設管きょの内面に新に管を構築する工法を言う。

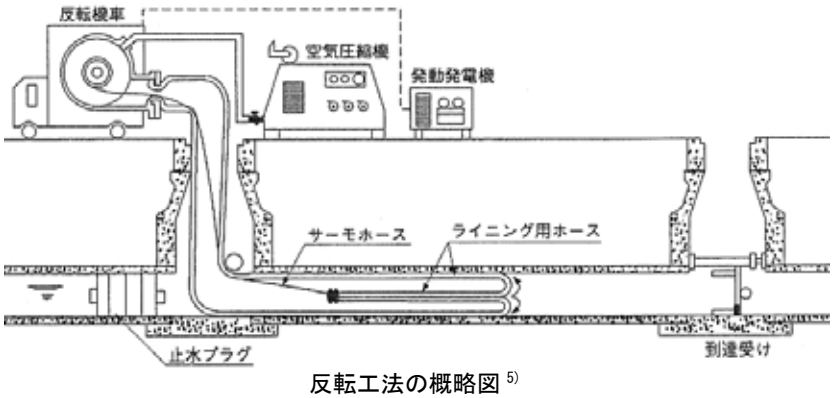
(4) 更生管

腐食や破損等によって失われた機能が、更生工法によって回復された管きょ。

(5) 反転工法

熱または光等で硬化する樹脂(熱硬化性樹脂)を含浸させた材料をマンホールから既設管きょ内に反転加圧させながら挿入し、既設管きょ内で加圧状態のまま樹脂が硬化することで管を構築するものである。反転挿入には、水圧または空気圧等によるものがあり、硬化方法も温水、蒸気、温水と蒸気の併用、光等がある。

ただし、目地ズレ、たるみ等を更生させるのではなく、あくまでも既設管の形状を維持する断面を更生することとなる。[5),22)]



反転工法の概略図[5)]

(6) 熱硬化性樹脂

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。

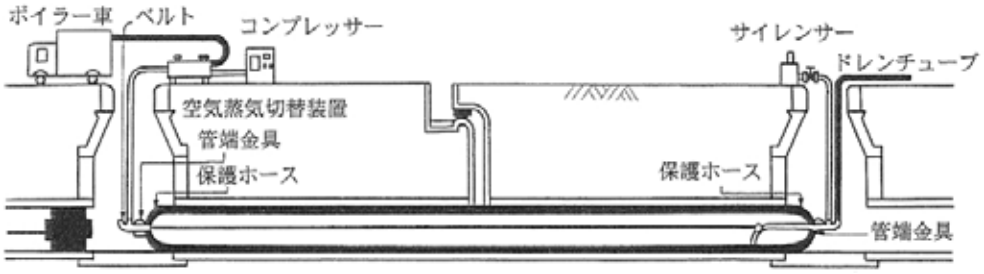
(7) 含浸

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。

(8) 形成工法

熱硬化性樹脂を含浸させたライナーや熱可塑性樹脂ライナーを既設管きょ内に引込み、水圧または空気圧等で拡張・圧着させた後に硬化させることで管を構築するものである。形成工法は、更生材を管内径まで加圧拡張したまま温水、蒸気、光等で既設管きょに圧着硬化または加圧拡張したまま冷却硬化する工法がある。

ただし、目地ズレ、たるみ等を更生させるのではなく、あくまでも既設管の形状を維持する断面を更生することとなる。[5),22)]



形成工法の概略図[5)]

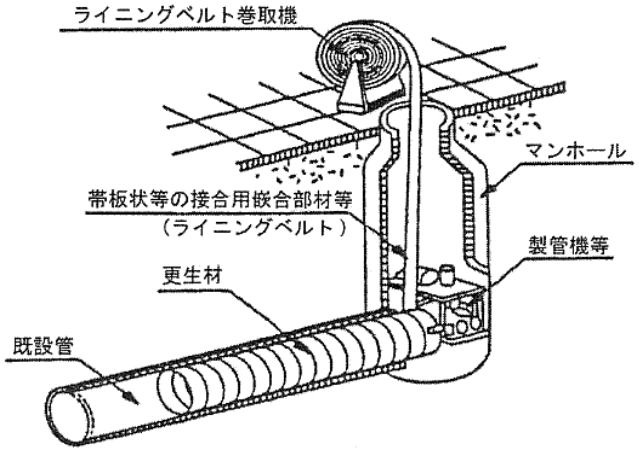
(9) 熱可塑性樹脂

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をいう。更生材に使用されている樹脂には、高密度ポリエチレン樹脂、硬質塩化ビニル樹脂等がある。

(10) 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等を嵌合して製管し、製管させた樹脂パイプと既設管きょの間隙にモルタル等の充てん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。

表面部材の製管方法には、ら旋巻きによる更生、組立管による更生がある。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。



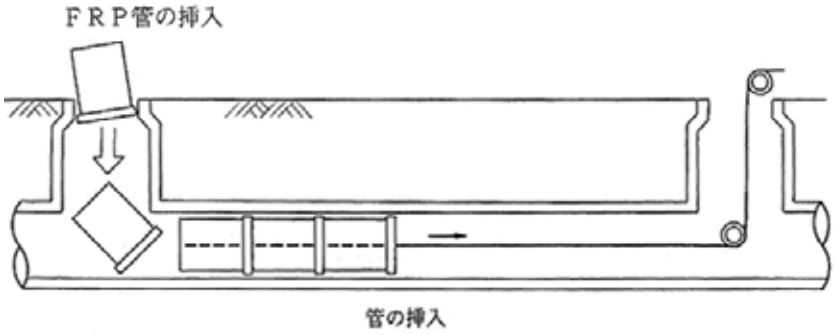
製管工法の概略図 [5)]

(11) 充てん材

製管工法で既設管内面と製管されたパイプ外面の空隙部に充てんする材料。[11)]

(12) さや管工法

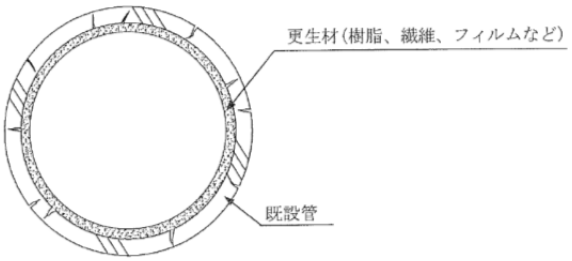
さや管工法は、既設管きょより小さな管径で工場製作された二次製品を牽引挿入し、間隙にモルタル等の充てん材を注入することで管を構築するものである。既設管きょの断面形状が維持されており、物理的に管きょが挿入できれば、施工可能である。



鞘管工法の概略図 [5)]

(13) 自立管

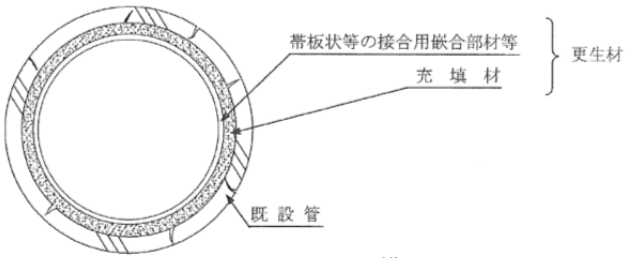
自立管は、更生材単独で自立できるだけの強度を発揮させ、新管と同等以上の耐荷性能及び耐久性能等を有するものである。施工方法上の分類として、工場で樹脂等を配合し、既設管きょの内部で更生材を硬化させる反転工法、形成工法や工場で製作した二次製品を更生材に使用する鞘管工法、既設管きょの内部で表面部材等により製管する製管工法等がある。



自立管の概要図 [22)]

(14) 複合管

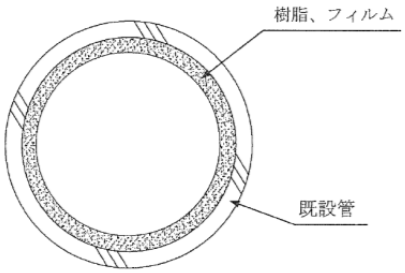
複合管は、既設管きょの残存強度を勘案し、既設管きょと更生材が構造的に一体として新管と同等以上の耐荷性能及び耐久性能等を有するものである。施工方法として既設管きょの内部で表面部材等により製管し、既設管きょとの間隙にモルタル等の充填材を注入する製管工法がある。



複合管の概要図 [22)]

(15) 二層構造管

二層構造管は、残存強度を有する既設管きょを対象とし、残存強度を有する管きょ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。施工方法上の分類として、工場で樹脂等を配合し、既設管きょ内部に硬化させる反転工法、形成工法がある。



二層構造管の概要図 [22)]

(16) 密着管

自立管又は二層構造管の施工形式による一分類。形成工法における熱形成タイプと同義。施工にあたっては、連続した継手のない管を、断面方向に折り畳む等の方法によって断面形状を縮小させて既設管きょ内に引き込み、その後、縮小させた断面形状を復元し、既設管きょと一体化はしないものの密着させることによって新たな管を構築する。

(17) 現場硬化管

自立管又は二層構造管の施工形式による一分類。反転・形成工法における熱硬化タイプ及び光硬化タイプと同義。施工に当たっては、柔軟な強化繊維製のチューブに熱硬化性又は光硬化性の樹脂を含浸させたものを、既設管きょに密着させた状態で樹脂硬化させることで新たな管を構築する。

(18) ら旋巻管

製管工法の施工形式による一分類。施工にあたっては、工場で形成された帯状体をら旋に巻いて連続的な管を既設管きょ内に形成し、既設管きょとの隙間にモルタル等の充てん材を注入し、既設管きょと一体化させることで新たな管を構築する。

(19) 組立管

製管工法の施工形式による一分類。施工にあたっては、工場で形成された帯状体、セグメント等の表面部材を管内で管状に組み立てて、既設管きょとの隙間にモルタル等の充填材を注入し、既設管きょと一体化させることで新たな管を構築するもの。

(20) 設計更生管厚

定められた計算式に更生管固有の機械強度等を代入して求められた、更生管の計算上必要な厚さを表す呼称。[11),14)]

(21) 呼び厚さ

更生管の仕上がり厚さが、設計更生管厚を下回ることのないように決定された厚さを概略的に示す呼称。[11),14)]

(22) 短期保障値

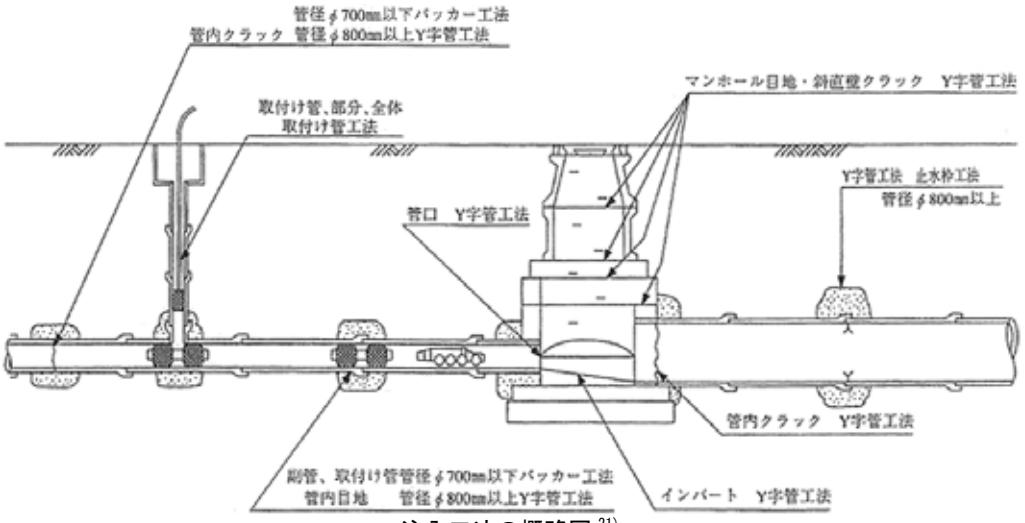
「プラスチック－曲げ特性試験方法(JIS K7171)」に準拠して算出される短期試験値を安全率（現場硬化による品質のバラツキ等）で除した短期の曲げ強さおよび曲げ弾性率。

(23) 支持向上係数

更生管のように、既設管により外周を拘束された薄肉円筒管の実測座屈圧力は、更生管単体で外力を受ける薄肉円筒管の座屈計算式による座屈圧力よりも向上する。このようなことから、更生管単体の計算式による座屈圧力と既設管を有する管の実測座屈圧力の比率を支持向上係数という。[11),14)]

(24) 止水工法

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、注入工法、リング工法、コーキング工法がある。[21)]



注入工法の概略図 [21)]

(25) 注入工法

マンホールから注入用パッカーをテレビカメラと共に導入し、修繕箇所に設置した後、止水剤を充填してクラック及び継手等を固結止水するもの（パッカー方式）とスパン単位で止水する加圧循環がある。中小口径管きょの継手部ゆるみ、取付け部ゆるみ、ゴムリングはずれ、クラック等に対応が可能である。[8),21)]

(26) リング工法

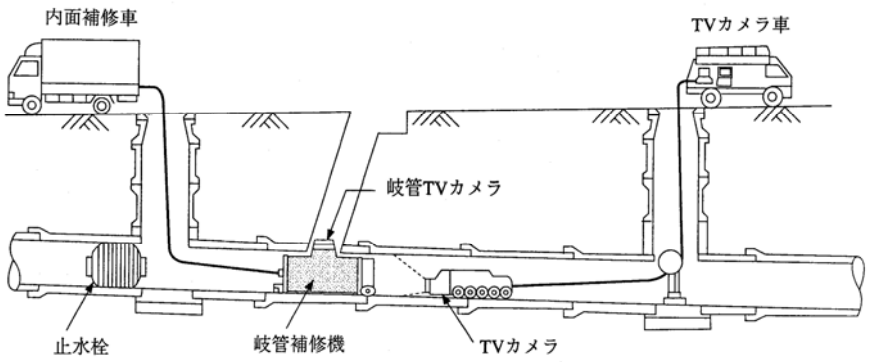
円形状の製品を管きょ内に搬入し、管きょ内部で組み立て加圧して欠陥箇所を覆い止水するものである。管きょ背面に止水材を注入することができる。小・中口径管きょ、目地切れ、クラック箇所等に対応が可能である。[8),21)]

(27) コーキング工法

専用ガンで補修箇所（継手、クラック、小破損箇所等）に直接止水材を充填する工法である。[8),21)]

(28) 内面補強工法

管きょに発生した不良箇所を部分的に修繕することにより、現状よりも強度増加、止水性、耐久性を向上させることを目的とする。本管部だけでなく、本管と取付け管の接合部や、取付け管自体を補強する工法もある。[8),21)]



形成工法の概略図[8)]

(29) ライニング工法

主にコンクリート構造物を対象に適用され、硫化水素ガス等によるコンクリート腐食や洗掘等による摩耗の防止を目的とした防食被覆工法。コンクリート面に劣化や欠損部分が見られる場合、断面修復後に防食被覆材をライニングする工法である。[21)]

(30) 管きょ洗浄

下水管きょの内面に付着している汚濁物を高圧水等で洗浄すること。管内調査や管路更生工事に先立って行われる。

(31) テレビカメラ調査

下水道管きょ用テレビカメラを用いて、地上からの遠隔操作により間接的に管きょ内の劣化状況などを把握するための調査。内径 150㎜ から 800㎜ 未満を原則とするが、内

径 800㎜ 以上の管きょで流量が多い場合や危険ガスが予想される場合など、調査員が管きょ内に入ることができない管路についても用いる。[20)]

(32) 潜行目視調査

内径 800㎜ 以上の管きょで歩行可能であれば、調査員が管きょ内を歩行して、管きょ内の劣化状況等を定性的に把握するための調査[20)]

(33) 水替工

流入量が多く作業が困難な場合、施工対象管きょ内に流入する下水を堰き止め、施工対象外の下流マンホール等へ流れを替える作業をいう。本管及び取付け管に止水プラグを設置し、流入量に応じた潜水ポンプをマンホール内及び公共ます内に設置し運転して水替をする。流入量によっては止水プラグのみを使用したり、施工場所等の状況によっては汚泥吸引車を使用したりして水替え作業を行う場合がある。

(34) 前処理工

施工前の管内調査により異常箇所(浸入水、取付け管の突き出し、パッキンの脱落、木根の侵入、油脂やモルタル等の異物など)が認められた場合、施工が円滑に行えるよう施工前に異常箇所を処置する。

(35) 管口切断

管路更生工が完了した後、マンホールや公共ます側壁から突き出している更生管を大ざっぱに切断する。

(36) 管口仕上げ

管路更生工が完了して数日経過後、仕上げ材等を用いて更生管の切断面と既設管口の仕上げを行う。

(37) 取付け管口穿孔

本管の更生工法で取付け管の接続がある場合、管路更生工が完了した後、更生管により閉塞した取付け管口を穿孔し管口端面処理を行う。管径 800㎜ 未満は穿孔機と本管用テレビカメラによる遠隔機械作業､管径 800㎜ 以上は管内作業員による人力作業となる。

(38) 防食工法

硫化水素に起因する硫酸に対するマンホールの腐食対策、処理場の貯水槽等のコンコリートに対する腐食対策等を施すのに防食工法がある。防食工法には、塗布型ライニング工法、シートライニング工法、モルタルライニング工法等がある。

参考文献

1) 「下水道用鉄筋コンクリート管(呼び径 150～3000)JSWAS A-1 2011 年」平成 23 年 12 月 (公社)日本下水道協会

2) 「下水道用強化プラスチック複合管(呼び径 200～3000)JSWAS K-2 2017 年」平成 25 年 10 月 (公社)日本下水道協会

3) 「下水道用硬質塩化ビニル管(JSWAS K-1) 2010 年」平成 22 年 (公社)日本下水道協会

4) 「下水道管路管理に関する安全衛生管理マニュアル」平成 24 年 7 月 (公社)日本下水道管路管理業協会

5) 「下水道管路施設ストックマネジメントの手引き(案)」平成 29 年 1 月 (公社)日本下水道協会

6) 「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 地方共同法人 日本下水道事業団

7) 「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

8) 「下水道工事における品質確保促進の手引き(案)」平成 18 年 3 月 国土交通省都市・地域整備局下水道部、(社)日本下水道協会

9) 「管きょ更生工法(二層構造管)技術資料」平成 18 年 3 月 (財)下水道新技術推進機構

10) 「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

11) 「取付け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

12) 「下水道管路施設維持管理積算資料(2015)」平成 27 年 3 月 (公社)日本下水道管路管理業協会

13) 「下水道施設維持管理積算要領-管路施設編- 2011 年版」平成 24 年 1 月 (公社)日本下水道協会

14) 「下水道管路施設改築･修繕に関するコンサルティングマニュアル(案)」平成 28 年 11 月 (一社) 管路診断コンサルタント協会

15) 「下水道管路施設の点検・調査実施マニュアル(案)」平成 25 年 6 月　(公社)日本下水道協会

16) 「下水道管路施設管理マニュアル(2017 年)」平成 29 年 5 月　(公社)日本下水道管路管理業協会

17) 「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　地方共同法人　日本下水道事業団

18) 「道路橋示方書・同解説」平成 24 年 5 月　(公社)日本道路協会

19) 「産業廃棄物又は特別管理産業廃棄物処理業の許可申請に関する講習会テキスト」(財)日本産業廃棄物処理振興センター

20) 「ポケット版 道路使用の手引き」東京法令出版(株)

21) 「建設業におけるヒューマンエラー防止対策 HEART 手法による原因分析と対策樹立」平成 15 年 11 月　建設ヒューマンエラー対策研究会、(株)労働調査会

22)「路上工事作業における道路使用許可申請マニュアル[補訂版]平成 23 年 9 月道路使用実務研究会編

23) 櫛谷則幸、松浪良夫、野中資博：コンクリートの劣化部除去に関する方法論的研究、第 32 回下水道研究発表会講演集、日本下水道協会 pp249-251（1995）

24)「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」平成 29 年 7 月　(公社)日本下水道協会

管路更生の施工に関するＱ＆Ａ　-2018 年版-

2007 年　（平成 19 年）　7 月 20 日　初版発行（暫定版）
2007 年　（平成 19 年）　11 月 26 日　第 2 版発行
2008 年　（平成 20 年）　1 月 25 日　第 2 版 2 刷発行
2018 年　（平成 30 年）　1 月 31 日　第 3 版発行（改訂版）

発行者　公益社団法人日本下水道管路管理業協会
代表者　長谷川　健司
編　者　公益社団法人日本下水道管路管理業協会
発行所　公益社団法人日本下水道管路管理業協会
〒101-0032　東京都千代田区岩本町 2－5－11（岩本町 T･I ビル 4F）
電話　03－3865－3461（代）
印　刷　株式会社トライ・ト

本書の全部または一部を無断で複写・複製（コピー）することは、著作権法上での例外を除き禁じられています。

1500