
もくじ

はじめに	1
1. 更生工法の解説	3
1-1. 更生工事の分類	3
1-2. 更生工法の特徴と比較	4
1-3. 更生工法の選定条件	7
2. 更生工事の目的と方法	9
2-1. 管路施設の種別でみる	9
3. 更生工法の検討	13
3-1. 更生工法の推移と最近の傾向	13
3-2. 浸入水対策の基本的な考え方	15
3-3. 浸入水対策における適応	17
3-4. 開削・非開削方式の選択基準	19
3-5. 修繕または改築の選択基準	20
3-6. 前処理工事について	22
3-7. 浸入水の種別への対応	23

はじめに

本文は、「不明水対策研修会」用のテキスト『不明水対策の基本と実務』のサブテキストとして編まれたもので、研修会で質問が多かった「不明水対策における更生工法の適用について」に対して、筆者の経験、各メーカーや協会の資料、現場実務者へのヒアリングをもとに、筆者が納得する範囲で資料にとりまとめたものです。

従来よりこのような類の資料は、メーカーや協会の利害が絡むため作成することが極めて困難でした。仮に作成しても各方面へ配慮するため玉虫色に書かざるを得ず、これを必要とする読者になかなか情報が伝わらないのが実情です。

しかしそれでは、競争を前提とした技術の進歩もあり得ないし、また「誤解を恐れず」書くこと無しに作成することは不可能でもあります。ですから、もし本文の内容が特定の方面に失礼になることがあっても、何卒ご容赦願いたいし、内容に不備な点があるばあいでも、どうか善意をもって、加筆訂正にご協力を承りたい次第です。さらに本文は平成12年1月現在において筆者が知り得た情報であり、工法等が日進月歩の現状においては、短期間に本文が陳腐化する可能性が大きいことも御了承ください。

もとより本文は特定のメーカーを利する目的で作成されたのでは無く、下水道管路施設管理者の判断材料の一助になることを目指しています。意志決定に至る最終的な判断材料としては、どうか各協会から出されている技術資料等を当られることを推奨いたします。

本文には当初、各協会(全部ではない)の直工費の一覧集計表や、根拠となる積算資料も付随していましたが、ご協力を願えない協会もあり、また標準価格と実勢価格の差や、標準価格が入札段階では一つの目安にしかならないので、ご協力願えた範囲で巻末に簡単な一覧表として取りまとめました。ただユーザーのことを考えれば、一定の条件を想定して工事費一覧表ができれば、工事設計者がどれほど楽であるか思わずにはられません。

このほか、特定工法の事故報告の詳細や原因についても、筆者の経験の範囲では工法よりも、施工能力に由来する事故が圧倒的に多く、工法上の問題であると断定できる程の確信は見い出せていません。

業界団体の一部の資料で不具合と改善例を載せているものもありますが、構成各社の不利益になることを正確に記載することは競争原理からいって不可能であり、当り障りのない範囲でしかまとめられないのが現状であると推察します。

すべての工法が日本の下水道で検証されるほどの実績をもっているとは言えず、各社が競争にしのぎを削っている状況では、全体的な流れと傾向を述べるにとどめ、多くの比較は時間が検証するのを待たざるを得ません。

また樹脂材料、不織布、ガラス繊維の詳細や、推進工法の内容についてもカタログ記載の範囲を超えていません。これは、化学的な性質について、どこまで書けばよいか判断が付かなかったからで、理由は主として筆者の浅学によるものです。この方向からの比較検討については、斯界の諸兄にご教授を賜って稿を改めたいと考えています。

平成12年1月

ペンタフ株式会社 後藤 清

1. 更生工法の 解説

1-1. 更生工事の 分類

はじめに改善の方式と工法について一覧表にとりまとめ内容を概説します。分類の方法は「維持管理マニュアル」(1997年度版・社団法人日本下水道管路維持管理業協会)に拠り、一部追記しています。

(1) 修繕 :

部分補修の総称。スパン単位の管路施設の延命には原則として寄与せず、現能力と寿命を維持させるものです。

止水工法(注入工法・リング工法・コーキング工法)、繕管工法(形成工法・反転工法)、断面修復工法(ライニング工法)、部分敷設替え工法(開削工法)からなります。

(2) 改築 :

計画変更起因しないスパン単位の管路施設の再建設、または取替えの総称です。改築のうち耐用年数(通常50年)に達した後に行うものを更新、達する前に行うものを改良といいます。

更生管工法(反転工法・形成工法・鞘管工法・製管工法)、防食ライニング工法、敷設替え工法(開削工法・改築推進工法)からなります。

(3) 更生 :

修繕と改築とを併せて更生といい、これらの工事をまとめて更生工事といいます。

更生工法一覧表

区分	細別	工法分類	ID	工 法 名
改 築	更生管	反転	1	ホースライニング
			2	インシチュフォーム
			3	パイプフォーメーション
			4	インパイプⅠ型
			5	インパイプⅡ型
			6	ICPブリース
			7	SDライナー
		製管	8	SPR
			9	ダンビー
			10	ステンレスセグメントライニング
		形成	11	EX
			12	バルテムSZ
			13	オールライナー
			14	FFT-S
	鞆管	15	トロライニング	
		16	ステンレスライニング	
	防食	ライニング	17	セラミックライニング
			18	スプレーウォール
			19	MLR
			20	クリスタルライニング
敷設替え	改築推進		PRS(破碎・既管残)	
			置換式推進(切削・既管除)	
			ノルテック(破碎・既管除)	
	UPRIX(剝貫・既管除)			
	開削		旧管撤去・新管敷設	
修 繕	修繕管	形成	21	バルテムアポロ
			22	EPR
			23	ASS
			24	パートライナー
			25	FRP
			26	ライトハーディング
	反転	27	LIP	
		28	Y-N管口	
		29	サイドライナー	
	止水	リング	30	スナップロック
			31	W式止水バンド
		注入		パッカー部分止水
				加圧循環スパン止水 Y字管工法
		コーキング		Vカットコーキング
断面修復	ライニング		無機系 有機系	
敷設替え	開削		大口径管・人孔部分修復	
ID番号を振ってある工法については、巻末の一覧表を参照。 適用・概算直工費・材料特性・連絡先等を取りまとめている。				

1-2. 更生工法の 特徴と比較

(1) パッカー方式：

- ①素早く止水ができます。ただし施工業者によっては短期間で止水効果が無くなったり、渇水期における止水剤の乾燥収縮が豊水期に戻らないため止水効果が薄れたりする事例もあります。

(2) リング方式：

- ①帯状の SUS リングを物理的に管の内側からはめるだけなので素早くできます。
- ②リングにNo.を振っているため施工状態や経時変化を確認し易くなります。

(3) 反転方式：

- ①反転方式は本来、管内の形状に合わせて反転しながら更生管というよりもライニングをしてゆく事を目的に開発された経緯を持っています。
- ②既設管の形状に合わせてながら反転し、残っているものを順々に押出してゆく形なので、既設管との間に隙間ができ難いのが特長です。
- ③管厚を必要とし反転が困難なばあい、二回に分けて施工し、二重にするケースもあります。ただしガラス繊維で補強した薄いもので十分なケースではこの限りではありません。

(4) 形成工法：

- ①管厚を必要とするばあい、反転しなくて良いので施工が簡単です。
- ②既設管と更生管の間に浸入水や汚水が入って臭気や腐食、剥離の原因になることがあるので施工上の注意が必要です。しかし最近では仕上りの点で、反転方式と形成工法の差はそれほど明確ではありません。

(5) 硬化方法：

- 常温硬化・熱硬化・光硬化の順に硬化速度が速くなります。硬化速度は早いほうが、水替えや閉塞期間が少なく済むため進捗量が大きく有利です。

しかし常温硬化では加熱循環装置を必要としないため、複数設置が他の硬化法に比べて容易です。

逆に装置としては硬化速度が早いほどコストが高く施工が複雑になる傾向があって、どの硬化方法が経済的であるか一概には言えません。

都市部で見られる、限られた時間内に作業をして現場を復旧しなければならないケースでは、硬化が遅いとトラブルを起しやすくなります。

また、浸入水が多いケースでも硬化が遅いと修繕管や更生管が浸入水の力で変形する危険が増加します。ただし、浸入水が多いばあい、事前工事で止水工事をする人が多いので硬化方法が工法選定の絶対条件にはなりません。

(6) 剥離・隙間対応 :

既設ヒューム管内へ樹脂管を設置しようとするばあい、問題になるのが温度膨張係数の違いと浸入水の問題です。修繕管では既設管への接着力が小さいと浸入水の力や経年変化によって管材が剥がれる可能性が高くなります。また更生管では膨張係数の違いと浸入水の力によって隙間ができる可能性があり、そうすると複合管強度を失います。

自立強度を特徴とする更生管は、この問題に対応しようとするものです。しかし一部の製管工法で見られるように、既設管との固着を工夫すれば複合管強度を前提にできるのではないかと思います。

さらに樹脂管ではなくステンレス管を管内挿入し、コンクリートで固めて対応するものもあります。

(7) 加圧方法 :

水圧式・空気圧式・併用式があります。浸入水が多いばあい、密度の大きい水圧式が有利なこともあります。事前工事で止水工事をする人が多いので絶対的な条件にはなりません。

(8) シート材料 :

不織布(フェルト状、円筒形・板形)、樹脂またはガラス繊維、不使用、の3種類に区分されます。

シート材料使用の可否は、更生管の樹脂の種類によります。使用のものはFRP状(厳密にはフェルト

状のばあいは違う)で、不使用のものは塩ビ状のものと考えていただければ結構です。

ガラス繊維使用の可否は、管厚を薄くして強度を出したいかかどうかで決まります。更生管を設置することによって流下能力が落ちて計画下水量を下回することは普通許されないので、これを回避するために更生管では通常、管材を樹脂製にして塩ビ管相当の粗度係数にし、管厚をできるだけ薄くすることで対処するのが一般的です。

このためにガラス繊維を使うことが多いのですが、ガラス繊維の材質によっては腐食するものがあったり、薄かったりしすぎると一定以上の応力が加わったときに断裂し、その時点で強度を失うという懸念から、管厚を増やす方向で自立強度を出すほうが自然であるという考え方のメーカーもあります。

ただしFRP樹脂は様々な分野において、過酷な条件で使用される製品に応用されており、この懸念が合理的であるかどうかは現状では判断できないし、そのようなメーカーでも補強が必要なケースではガラス繊維を使っているのが実状です。

(9) 取付管補修：

更生管を公共樹側から挿入してゆく工法と、取付管口から挿入してゆく工法があります。本管補修と組合わせた一体補修では、工法によって管口の仕上げが異なります。

公共樹側から挿入してゆく工法では取付管口で更生管を切断し、本管部を更生したあと管口を削孔し、管口部分の更生管を取付ける3工程で行います。

これに対し取付管口から挿入してゆく工法では、取付管口をつば状に仕上げた取付管部更生管を挿入したあと、本管部を更生し取付管口部分を削孔する2工程で行います。

工程および経済的には後者が有利ですが削孔および付近の始末が3工程による方法より難しく、一概に2工程が良いとは言えません。

(10) 取付管口部の仕上げ：

更生管では支管部を含む取付管口部の仕上げが、

浸入水対策上もっとも重要です。理由はこの部分の止水を完全にしておかないと、「回り水」などの問題が生じ浸入水が減らないことが多いからです。各社から一体工法や支管部仕上げ工法が発表されていますが、現在のところ、まだ改良の余地が残されています。

(11) 幹線・大口径管の更生：

大口径管の改築においては水替えが困難なことが多く、この条件においては下水を流しながら帯状の管材をスパイラル状に製管してゆくことができる製管工法(元押し工法)が有効です。

このほか樹脂ではなくステンレス管を製管してゆく工法も発表されています。

製管工法は複合管強度になりますが、現段階では反転方式や形成方式に比べて工法上の特徴により既設管と一体成型度が高いと筆者はみています。

(12) 人孔ライニング：

浸入水が多い人孔では腐食が進んでいるばあいが多く、腐食が進んでいなくても管口・目地のコーキングだけでは、短時間でコーキング材が剥離するケースが目立ちます。浸入水対策としてはY字管工法との組み合わせが最小限度必要であり、腐食が目立つ人孔では更生管工法と組合わせた一体成型による人孔ライニングが望ましいでしょう。

1-3. 更生工法の 選定条件

更生工法を選定するにあたって考慮する条件は次のようになります。

- (1) 修繕か改築か(または部分補修かスパン補修か)
- (2) 自立強度を持たせるかどうか
- (3) 更生管の厚みと自立強度、流下能力の関係が有利かどうか
- (4) 支管部も含め既設管と更生管の隙間に汚水や浸

入水が回って既設管部分の腐食を早めないかどうか

- (5) 支管または取付管口の止水性能
- (6) 経済性(イニシャルコストのほか、耐用年数を見たトータルコストも考慮する必要がある)

- (7) 施工性(場所をとらない、短期間でできる、施工時間帯の制約を受けにくい)

各メーカーとも自社の有利点をPRしていますが、パッカー工法による修繕全盛時に経験したように、止水効果の持続性のほか、自立強度の経年変化、高圧洗浄による剥離、硫化水素等による腐食、耐震性などの性能において、当初期待した性能が持続できないケースが出てくる可能性もあります。

このため追跡確認調査を必要としますが、少なくとも現状においては工法における決定的な差異は見い出せません。

2. 更生工事の 目的と方法

2-1. 管路施設の 種別でみる

(1) 本管部分

① 強度回復：

クラック、破損、継手ずれ、摩耗、腐食など、老朽化や過負荷によって受けた物理的・化学的変化を改善し、管体強度を本来の管体強度と同等以上に回復させる必要があります。

方法としては修繕管工法による部分的な補強のほか、更生管工法や開削工法による改築が一般的です。

② 浸入水防止：

老朽化や過負荷による物理的・化学的変化によって生じた水密性不良個所から流入する浸入水やこれに伴う土砂流入を止めます。

方法としては、止水工法のほか、止水効果が認められる修繕管工法や更生管工法が一般的です。

③ 流下能力回復：

現場敷設状況から、現実に流下能力が不足しているばあいこれを回復させます。

方法としては、管軸修正工法のほか、更生管工法による粗度係数の低減や、開削工法による適正勾配の確保などが挙げられます。

④ 管軸修正：

現状で流下能力に余裕があっても、たるみや蛇行があるばあい、滞留・堆積を引き起し、腐食や・流下能力不足の原因になる

2. 更正工事の目的と方法

確率が高いので、管軸を適正な一定勾配
また直線範囲に修正します。

方法としては、レベル修正工法があります。

(2) 取付管部分

① 強度回復 :

内容は本管部分と同様です。

方法としては開削工法または取付管修繕
管工法が一般的です。

② 浸入水防止 :

取付管口および支管部の止水が主体とな
ります。内容は本管部分と同様です。

方法も取付管対応である以外同様です。

(3) 人孔および公共柵部分

① 強度回復 :

内容は本管部分と同様です。

方法としては開削工法による敷設替えのほ
か、防食ライニング工法によるのが一般的
です。

② 浸入水防止 :

内容は本管部分と同様です。

方法としてはコーキング工法を用います。
雨水浸入水対策としてはこのほか、開削工
法による蓋部の段差解消や密閉蓋への変更
工事があります。

(4) 側溝部分

① 浸入水防止 :

雨水浸入水の有力な原因の一つとして、
側溝の水密性不良個所からの雨水の浸透流
入が挙げられます。

側溝は雨水管であり下水道管路施設であ
りながら、位置付けの問題から管理は道路
管理者が行っており、その分対策は困難で
す。しかし雨水浸入水が多い場合、対策が
必要になります。

方法としては止水工法を用いますが、破損や老朽化がひどいばあい敷設替えが必要になってきます。

(5) 排水設備部分

① 浸入水防止：

排水設備は個人が管理する施設であり、更生工事の対象からは外れますが、最小限度の対策としては雨水および汚水系誤接の解消、有孔汚水柵蓋の改善、汚水柵付近にある未接立樋（地表流出）の改善などが必要になります。

3. 更生工法の検討

3-1. 更生工法の推移と最近の傾向

更生工法の推移と最近の傾向を次にとりまとめます。

- (1) 建設後30年を経過するような管路施設が多くなるにつれて修繕の問題が顕在化し始めた。
- (2) 降雨時に見られる処理施設の過負荷や、流域下水道に見られる有収水量率の悪さから見られる不明水の問題を解決する必要性が認識されるようになった。
- (3) 修繕は従来からあるVカットコーキングと、地盤改良などで実績のあるグラウト工法が出発点になっている。
- (4) 管路施設の維持管理は、浸入水の問題がひとつの契機となっており、小口径管の目視を目的としてTVカメラ調査が考案され、これと組み合わせる形でパッカー工法による止水が行われるようになった。
この時点での工法上の競争は主として止水剤の性能や経済性、施工性であった。
- (5) 当初、非開削工法がほとんど無い状態で、物理的な損傷に対する修繕また改築は、開削方式による敷設替えが一般的であった。
- (6) パッカー工法による止水効果を追跡調査する過程で、施工業者による持続効果のばらつきや、乾燥収縮による止水能力の低下が散見されるようになった。
瑕疵担保をとる自治体も現れ一部ではあるにせよパッカー工法によるある種の行き詰まりをみせている。

また、都市化の進展と交通量の増大によって、開削工法による改築や修繕が困難な状況が現れてきている。

- (7) 前項の事態を解決するために次に現れたのが、リング方式などの目に見える形での止水や、修繕管、更生管などによる非開削による更生工事であった。

これは既設管の中に新しく管状の補強物を作るもので、浸入箇所をまたいで施工するため、更生管と既設管の接着を前提として更生箇所の止水効果も明らかである。

- (8) 管路施設建設後の経年につれて、更生工事は、改築、特に更新時期に達していない改良工事(しかるべき理由があれば国庫補助がつく可能性が高くなってきた)を睨んだ工法にシフトしつつあるように見える。

これは従来の複合管強度(既設管と更生管を合わせた強度)から更生管自体の自立強度を必要条件とし、既設管部分の腐食が進んで、極端なあい既設管が無くなっても更生管だけで耐用年数を供用できることをめ目指したものである。

すなわち、前節の分類における更生管工法のうち自立強度を保てるものを改築工法の対象とし、そうでないものは修繕を対象とする工法に分類しようとする動きである。

この動きのもう一つの要因として更生管材料の膨張と収縮の問題がある。通常更生管では管口を多少出して仕上げることが多い。これは更生管が膨張・収縮するため、このことから裏込めをしても既設管と更生管との間に膨張差による間隙ができると複合管強度を保ちにくいケースもあると考えられる。

このような問題を解決するために、樹脂管ではなくステンレス管とコンクリート充填による自立管も発表されている。

- (9) 修繕、改築とも支管部分を含む取付管口の止水が、浸入水対策上重要であることが認識され始めている。

つば付の管口または取付管修繕管や、これらと更生管との一体成型管による工法が提案されている背景にこの認識がある。

- (10) 以上を整理すると、最近の更生工法の傾向を次のようなキーワードで示すことができる。

- ① 修繕では目に見えないパッカー工法による止水から、眼に見え補強を兼ねた修繕管工法による止水へ
- ② 改築では複合強度管から、自立強度管を軸にした更生管工法へ
- ③ 浸入水対策としての取付管口・支管部の修繕管工法の採用
- ④ 浸入水対策を考えた、部分補修からスパン補修へ

3-2. 浸入水対策の 基本的な考え方

浸入水対策に観点から、合理的な工法の選択方法についての検討を行います。工法選択にあたっての基本的な考え方は次のようになります。

- (1) 地下水を中心とした常時浸入水対策では、「回り水」を考慮した対策が必要です。また補修後に地下水位が増加することを見込む必要もあります。この「回り水」の問題のため、多量浸入水ルートでは部分補修による止水効果が認め難いので、原則としてスパン、出来ればルート単位で補修を行うことを推奨します。

また本管をスパンで補修し、取付管口はパッカー工法で止水するだけでは、補修後あまり間を置かず取付管口から浸入水が再度流入するケースが見られます。そのため改築では、支管部分までを含んだ更生が必要です。

また取付管が塩ビ管以外のばあいは取付管のジョイントからの浸入水が見られることもあるので、本管・取付管・公共柵管口までの一体補修が望ましいでしょう。

さらに修繕においても本管部と支管部分までの修繕管工法が必要になります。

(2) 海水を中心とした常時浸入水対策も地下水対策と類似していますが、大潮満潮時の地下水位までの「回り水」と付近河川からの間接流入水を考慮した対策が必要になります。

(3) 浸透浸入水対策についても同様で、多量降雨時に生じるであろう地下水位までの「回り水」を考慮した対策が必要です。

(4) 雨水浸入水対策においては、公共下水道部分では支管・取付管・公共柵管口部分の改善が主体となります。

排水設備では雨水系誤接の解消、汚水柵付近にある未接立樋の改善、有孔汚水柵蓋の穴詰めなどが、また道路公共部分では有孔人孔蓋の穴詰め、側溝の水密性の改善などが、主な対策となります。

地下水位が低い時は雨水の流入・浸透経路を塞ぐだけでも、補修効果が期待できます。

(5) 人孔の浸入水対策においては、管口や目地の水密性の確保が主体となります。ただしコーキングだけでは剥離して長期に渡る止水効果を望めないケースもあるので、防食ライニング工法を用いることもあります。

本管との一体補修という意味で、この工法は従来工法に比べて止水対策上有効です。

3-3. 浸入水対策における適応

修繕および改築工法には様々なものがあり、技術そのものが日進月歩の状態にあって技術資料が半年で形骸化するようなケースもあるので、メーカーによる差異を評価することはきわめて困難な状況です。

そこで主な非開削工法の基本的な差異について検討し、浸入水対策への適応を以下で評価します。

(1) 修繕－止水－注入方式－（パッカー工法、加圧循環工法）：

パッカー工法は700mm以下、加圧循環工法は350mm以下の小口径管を対象とした薬剤注入による即効性の高い止水工法です。

ただし補修跡を目視で確認できないこと、乾燥・湿潤の繰返しや物理的な影響で、効果が予想より短期間で薄れる場合もあることなどから、どちらかといえば応急処置的な工法として考えられるようになってきています。

また、修繕管・更生管とも浸入水が多いばあいこの工法は前処理工事としてよく用いられます。

(2) 修繕－止水－（コーキング方式およびY字管工法）：

コーキング方式はVカット工法とも呼ばれ、浸入水のある目地やクラック部分を削り取り、止水パテを塗込めるものです。

ただし浸入水が多いばあいは剥離を起すことがあるので、注入工法の薬剤を使って裏込めをするY字管工法を組み合わせる必要があります。

(3) 修繕－修繕管－（形成・反転方式）および修繕－止水－リング方式：

小口径管の補修の大半はこの工法で行います。管渠内面の補修箇所、硬化性樹脂を含浸させた円筒状の繊維性材料やSUSリングを張付けます。

しかし浸入水が多いときはうまく形成できなかつたり、止水がうまくゆかないことがあるので、注入工法による止水を組み合わせることもあります。基本的な耐久性や強度は既設管に依存するにせよ、部分的には補強されます。

取付管や取付管口の内面補修もこの中に分類されます。浸入水が多いケースでは「回り水」の問題からスパン管を一体で補修した方が効果的なこともあります。

(4) 修繕－断面修復－ライニング工法：

大口径管・人孔の部分補修に用いられますが、施工頻度はあまり多くはありません。浸入水が多いばあい裏込め止水が必要です。

(5) 改築-更生管-(鞘管・反転・製管・形成工法)：

既設本管の中に更生管を作る方法で、その方法によって工法が区分されています。

浸入水対策上においてはこれらの工法に際だった差異はなく、工法よりも更生管に修繕管を一体化させ、取付管、少なくとも取付管口・支管部までの改善をすることの方が大切で、一体工法の施工性、経済性、自立強度などを勘案して工法を選定することが必要になります。

(6) 改築－防食－ライニング方式：

管渠内面や人孔内に硬化性樹脂を塗布する方法で、内面腐食に対応する工法です。

人孔補修では管口と一体で補修することによって、補修後の止水効果は高くなります。ただしこの工法でも、多量の浸入水があるケースでは経年後剥離が見られることもあって、腐食性ガスや浸入水の状況を考慮する必要があります。

とくに浸入水が多いばあい注入工法による止水を組み合わせます。

3-4. 開削・非開削 方式の選択基準

(1) 方式決定を取り巻く現状

更生工事は従来、開削工事を原則としてきましたが、地下埋設物および架空線の配置と管理の複雑化、道路交通事情の悪化、周囲の環境対策などの問題により、市街部の自動車専用道路や兼用道路では開削工事が困難な状況になってきています。

実際、物理的には開削方式の適用が可能なケースであっても非開削方式を選択することも多く、例えば供用面積が増え拡径など開削方式を必要とするケースでも、推進によるバイパス管の設置が可能かどうか検討されればあいがあります。

非開削方式の難点は、開削方式に比べて一般的に割高になることが多いことで、より経済的、効率的な工事が求められているのが現状です。

(2) 開削方式の制約条件

- ①地下埋設物および架空線の状況（位置・管理者・届出確認作業の内容）
- ②道路交通事情（交通規制、車および人の通行量、必要作業スペースと迂回道路の確保）
- ③周辺環境（家屋・騒音振動）
- ④道路施工条件（土質・地下水位状況・舗装および掘削規制と、埋設深・管径との関係）
- ⑤トラブル時の補償問題

3-5. 修繕または改築 の選択基準

修繕(部分補修)または改築(スパン補修)のどちらを選択するかは、次の選択条件から優先度を決めて判断することが多くなります。ただし、斯界の通念になるほどに標準化されているとは言えない状況でもあります。また最近、主として浸入水対策を目的としたスパン補修の修繕が検討されるようになってきています。

(1) 不良率に拠る判断：

不良率(A・Bランクの不良個所がある管数/スパン管数)が50%未満を修繕、以上を改築とするのが一般的ですが、クラックなどが多いケースではCランクも含んで50%未満を修繕、以上を改築とするケースもあります。

不良率ではなく、不良項目とランクの組合わせに点数をつけ順位評価によって補修を行う*不良点数による判断も提唱され始めていますが、現在までにこの方法による具体的な修繕または改築の判断基準は示されていません。

* («維持管理マニュアル」社団法人日本下水道管路維持管理業協会、および「下水道管きょ更生工法の比較選定マニュアル」下水道技術研究会を参照)

(2) 工費の比較による判断：

不良率による判断とも重複する部分がありますが、1スパンあたりの修繕費用と改築費用を比較して、修繕費>定数×改築費のときに改築とします。定数には従来1を用いていましたが、残耐用年数/法定耐用年数をなどを用いたり、再構築などを睨んで定数をより小さくすることも考えられます。

(3) 国庫補助の有無による判断：

これまで改良は、国庫補助の対象ではなく実施

は困難であるとされ、この意味で補修が優先れてきた経緯があります。しかし管渠の延命を目的として、改良工事においても国庫補助が出る方向にあって検討を要します。

(4) 耐用年数による判断：

残り耐用年数を判断して、修繕か改築かを定める方法。単純に言えば新築から年数を経していないケースでは、物理的な損傷以外の改築は考えられないし、耐用年数間近で損傷がひどいケースでは、修繕は得策ではありません。

(5) 管体の強度保持による判断：

既設管のクラック・破損・管ずれの状態から管体そのものの強度が保てない状態にあるかどうかで、改築か補修かを判断します。

(6) 浸入水対策による判断：

これまでの実績から、「回り水」の問題によって部分的な補修が長期の止水効果の点で疑わしい状況にあることが判ってきています。

とくに止水工法のうち注入工法（パッカー工法ほか）では、管路施設周囲の地下水の状態が変化すると、止水剤の経時変化をもたらすのではないかという指摘があります。

そのため大勢として部分補修のケースでも、注入工法から止水効果をもつ補強工法（形成およびリング工法）に変わりつつあります。

また改築のばあい本管だけの改築では、止水効果は改善されないことが多々あります。理由は、浸入水の相当量が支管部のジョイントや管口の仕上げ不良部から流入することが多いため、理想的には、公共枴管口部分までを一体補修する工法が浸入水対策上望ましくなります。少なくとも支管部の止水処理までは行わないと浸入水対策としては効果を期待できません。

また浸入水対策としてスパン補修が望ましいケースが見られますが、これは補修の連続性に重点

を置いたもので、必ずしも自立強度を求めるものではありません。

3-6. 前処理工事について

修繕および改築業務を時系列で見たばあい、構造的、物理的な損傷の改善・回復を目的とする本来の改善工事のほかに、前処理工事を必要とするケースがあり、その内容は次のようになります。

(1) 取付管突出し：

突出し取付管は補修前にカッターで除去します。

ひどいものは取付管が本管内に脱落している状態になっているばあいもあって、カッター除去のほかに取付管の更生や取付管周辺の空洞化解消をセットにした対策が必要になります。

(2) 他工事による障害：

人為的に交差させることが了解されている場合を除き、管路施設のなかに生じた他工事による障害物は予め撤去しておく必要があります。

(3) 侵入根：

浸入根は補修前にカッターで除去します。ひどい侵入根は除去しても短期間で再生するため、リング工法や修繕管工法で再生を防止する必要があります。

(4) パッキンずれ：

ジョイント部のパッキンずれも侵入根同様、補修前にカッターで除去します。

3. 更生工法の検討

(5) モルタル等の付着堆積 :

固着しているものは侵入根同様、補修前にカッターで除去します。ひどい場合は開削した方が経済的なケースもあります。

(6) 土砂堆積・異物混入 :

施工前に除去しておきます。

(7) 油脂付着 :

油脂が付着したままでは修繕管や更生管が接着しないので、高圧洗浄で除去します。

(8) 浸入水噴出し :

浸入水が噴出する状況では止水効果が認められる改築工法でも、予備止水を必要とすることが多くなります。予備止水をしておかないとライニング管が変形したり、既設管との隙間に入って既設管部分の腐食を早め、結果として流下能力の低下や耐用年数の減少を引き起すケースが考えられます。

(9) 管軸ずれ :

不陸・蛇行がひどく、管軸がずれる状況になると、滞留・堆積・流下能力の低下を引き起こすので、他の補修および改築工事の前に改善する必要があります。

従来このようなケースでは開削工法による敷設替えが行われていましたが、開削が困難な状況になるにつれ管軸修正工法を改築工法と組合わせて用いられるようになってきています。

3-7. 浸入水の種別 への対応

(1) 常時浸入水対策(地下水浸入水) :

深夜の流量分布調査で多量浸入ルートを選定し、スパン単位よりもできれば交点人孔を基準とするルート単位で補修することが望まれます。

部分補修においては、取付管口を重点に修繕管で補修するのが良いでしょう。浸入量や浸入箇所が多いばあいは「回り水」によって、部分補修をしても他へ回ることがよく経験されており、スパン単位の補修が必要です。

なお、幹線部分で区間量計算になるために流量分布調査の測定精度が保ち難いときは、同時に水温や電気伝導度を計測し、できる範囲で補正しておきます。

(2) 常時浸入水対策(海水浸入水) :

海水浸入水対策では、流量調査と負荷量(流量と電気伝導度から推定される塩素イオン濃度から計算される海水量)分布調査で特定した多量海水浸入ルートを選定し、スパン単位よりも交点人孔を基準とするルート単位で補修することが望まれます。非開削では更生管と修繕管の組み合わせ工法が有効です。

また海水浸入水が多いルートでは腐食が進行していることが多いので人孔ライニングを含めた一体施工が適しています。

工法選定に当たっては、

- ① 止水性能、
- ② 自立強度、
- ③ 管径と水替え工事の難易度、
- ④ 事前処理工事の必要性、
- ⑤ 取付管の状態

などから工法を決定します。

(3) 常時浸入水対策(間接流入水) :

間接流入水は、用水路や水田の水張り時期の流量分布調査から補修ルートを特定します。これ以外は常時浸入水と同じです。

ただし浸入水量は地下水位ではなく用水路水位と相関するので、部分補修による対策は効果が薄くなります。そのため多量浸入スパンを含む用水路と平行するルートや、水田に隣接するルート全般の対策が必要になってきます。

(4) 浸透浸入水対策：

浸透浸入水は降雨後地下水位上昇が長く残ったり、地表付近に浸透残留したものが徐々に流出してくるものです。

降雨後の地下水位上昇分を見込んだ常時地下水浸入水対策と排水設備以外の雨水浸入水対策とが重なるものとしては最も効率の悪いもので、地下水浸入水対策に加えて、公共樹－取付管－支管口全般の更生が必要です。

(5) 雨水浸入水対策：

雨水浸入水は上から順に直す考え方があります。陶管性の取付管で古いものについては、公共樹－取付管－取付管口を立体的に補修する必要があります。

修繕では取付管口の止水が必須で、パッカー工法ではなく修繕管工法が適します。また側溝の水密性改善が有効です。

