

解説

下水道再構築のための 改築推進工法

もり じろう
森 治郎

アイレック技建(株)
非開削推進本部営業部長
(本誌編集委員)



1 はじめに

我が国の下水道事業は、明治初期の下水道建設から130年を超える歴史を有しており、下水道管路の総延長は平成30年度末時点では全国で約48万kmに達している。そのうち標準的な耐用年数である50年を経過した管路は約1.9万kmで全延長の約4%となっているが、10年後には約6.9万km（約14%）、20年後には約16万km（約33%）と、今後は老朽化した管路の急増が見込まれている。（図-1）

長い年月をかけて整備されてきた下水道管路の中には、老朽化や腐食に起因する管きょの破損等によって発生する道路陥没の危険性、下水量の増加による流下能力の不足、不等沈下や管の離脱等により機能不全となっ

ているものが数多く存在する。なかでも、管路施設に起因する道路陥没の件数は減少傾向にあるものの、平成30年度にも約3,100件発生しており（図-2）、重要な課題のひとつである。下水道管路の改築には更生工法が多く用いられているが、不等沈下によるたるみ・段差・ズレ、あるいは既設管の腐食等による残存強度不足により、更生工法が適用できない場合がある。

今後、老朽化が進み更生工法が適用できない劣化の激しい管路の顕在化が想定され、改築推進工法が必要となる場面が多くなると考えられる。本稿ではきたるべき時に備え、(公社)日本推進技術協会の「推進工法用設計積算要領—改築推進工法編—」に基づき改築推進工法の位置づけを再確認するとともに、実績と課題、いくつかの工法について紹介する。

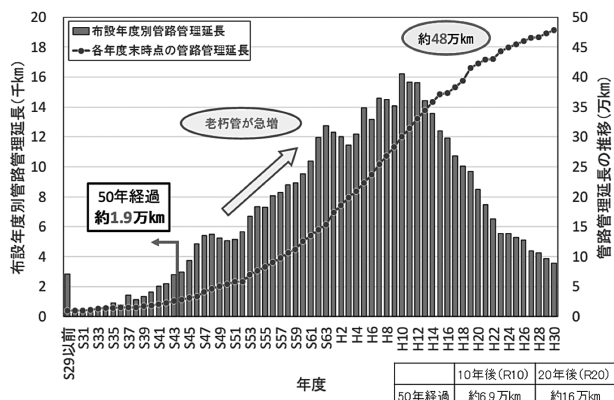


図-1 管路施設の年度別管理延長（平成30年末現在）（国土交通省webサイト）

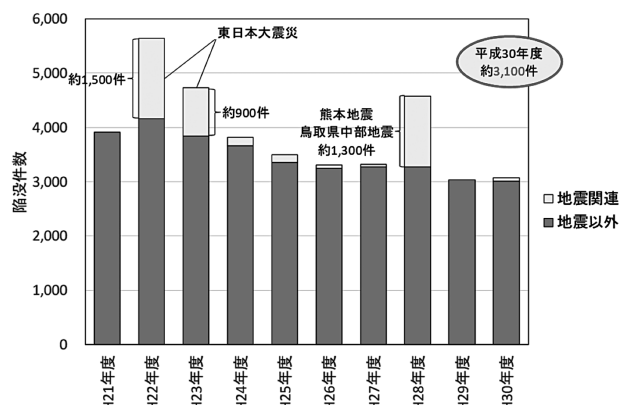


図-2 管路施設に起因した道路陥没件数の推移（国土交通省webサイト）

2 改築推進工法の適用範囲

2.1 改築工法の選定

管路の改築方法を大別すると、既設管を取り替えて所定の耐用年数を新たに確保する敷設替工法と、既設管を利用して更新または長寿命化対策とする更生工法に分かれる。敷設替工法を施工方法により分類すると開削工法と非開削工法の改築推進工法に分かれる（図-3）。

下水道管路の改築は更生工法が多く用いられているが、改築後の管路の耐荷性能や耐久性能および適切な流下能力を確保するために、

次の項目に留意し改築方法を選定しなければならない。

- ①既設管の異常の程度
- ②既設管の流下能力の評価
- ③複合管における既設管の残存耐荷力の評価
- ④更生管断面の流下能力の評価
- ⑤管のたるみの修正
- ⑥管の逆段差の解消
- ⑦管更生工法による最大施工延長

既設管の異常の程度は、事前に実施されたTVカメラ調査や潜行目視調査による本管調査記録表を参考に判定するが、既設管の異常の程度が著しいと更生工法を用いることができない場合がある。「管きょ更生工法における設計・施工管理ガイドライン」2017年版を参考に、表-1に改築推進とすべき既設管の異常の例を示す。

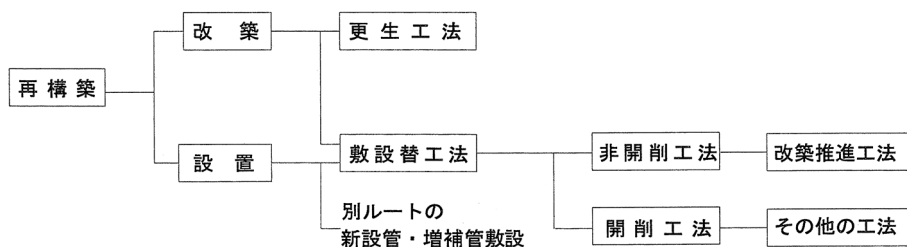


図-3 再構築の分類¹⁾

表-1 改築推進とすべき既設管の異常（参考）

項目			状態
上下方向のたるみ 又は、蛇行	管内径	700mm 未満	内径以上
		700mm 以上 1650mm 未満	内径の1/2 以上
		1650mm 以上 3000mm 未満	内径の1/4 以上
塩ビ管の扁平			たわみ率15% 以上

2.2 改築推進工法の分類

改築推進工法は、既設管の破碎あるいは切除・回収方式等によって大分類する。また、掘進機による破碎方法や牽引方法、破碎した既設管と土砂の排土方式等により再分類される（図-4）。

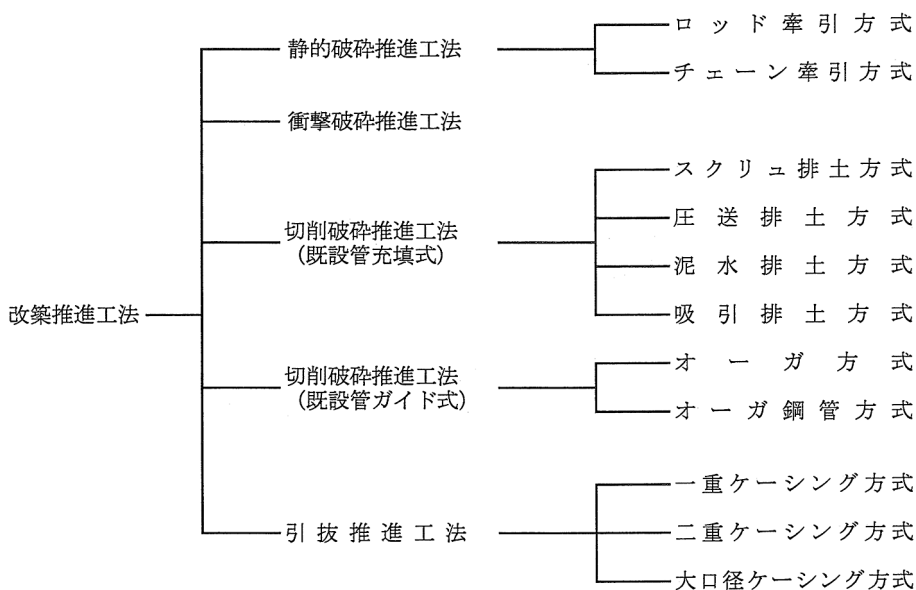


図-4 改築推進工法の分類¹⁾

①静的破碎推進工法

既設管内に挿入した掘進機（拡張破碎機）を油圧力等で押し広げて既設管のコンクリートや鉄筋を破碎・切断しながら新管を推進する工法である。破碎殻は、新管の周辺に残置する（EXP工法、ベルリプレイス工法など）。

②衝撃破碎推進工法

圧縮空気等を動力源とした掘進機を使用して、既設管に衝撃を連続的に与えて破碎しながら掘進し、新管を推進する工法である。破碎殻は、新管等の周辺に残置する場合と管内に取込んで到達後に排土するものがある（インパクトPRS工法）。

③切削破碎推進工法

掘進機を使用し既設管および地山を破碎・切削・掘削し、元押推進設備により新管を推進する工法である。破碎殻や掘削土の排土は、圧送排土方式（リバースエース工法）、吸引排土方式（CMT改築推進工法）、スクリュ排土方式（アイエムリバース工法）、泥水排土方式（パイプリターン改築推進工法）などがある。

④引抜推進工法

既設管の外径より大きな鋼管または鋼製ケーシングの先端に取付けた超硬切削ビットを元押推進設備で回転あるいは揺動圧入させ、既設管を呑み込むように切削し、地山を掘削しながら鋼管または鋼製ケーシングを推進し、到達後に既設管を引き抜いて新管を敷設する工法である（ベビーモール老朽管入替工法、UPRIX工法など）。

2.3 改築推進工法の選定

改築推進工法の選定は、最初に対象とする既設管と新管の管種および呼び径の組み合わせ等により、いくつかの推進工法が適用可能として抽出される。さらに抽出した推進工法に対して、推進延長および特殊条件、土質の適用性等についての検討を加えて最適な改築推進工法を選定する。特に推進長は、既設管の管種や管

表－2 方式別に適用する1スパン最大推進延長（標準管）¹⁾

（単位：m）

破碎・排除推進方式		新設管呼び径	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
静的破碎推進工法	ロット牽引	250										
	チェーン牽引	200～600										
衝撃破碎推進工法	空気式	200～1000										
切削破碎推進工法 （既設管充填式）	スクリュ排土	250～700										
		800～1000										
	圧送排土	250～700										
	泥水排土	250～700										
	吸引排土	250～700										
切削破碎推進工法 （既設管ガイド式）	オーガ	250～700										
	オーガ鋼管	200～600										
引抜推進工法	二重ケーシング*	150～500										
	一重ケーシング*	150～1200										
	大口径ケーシング*	250～1350										

注）既設管の呼び径、蛇行、管基礎および土質条件等に影響を受けるため採用にあたって検討を要する。

径および基礎構造ならびに推進工法用管カラーの材質により大きく異なる。

なお、改築推進工法は、現在も新たな工法が実証実験され、既存工法においては日々経験と実績を積み上げていることから、各工法の最新情報を入手し選定する必要がある。

表－2に、工法別の推進長等、適用に関する情報を示す。

3 改築推進工法の実績と課題

改築推進工法は、平成12年（2000）以降に各社が開発に着手しはじめ、平成21年（2009）には（公社）日本推進技術協会にて第1版の設計積算要領が発刊され改築推進工法が体系化された。しかしながら、2018年度末で8.5kmと伸び悩んでいる状況である（図－5）。

3.1 改築推進工法の課題

改築推進工法の施工実績がまだまだ少ないのは、更生工法では対応不可能な劣化がまだそれほど顕在化していないことも考えられるが、次のような課題があると認識している。

- ①既設管内の充填・養生、および、推進施工の間は供用を止める必要がある
- ②別途、取付管の接続工事の必要がある

供用中の既設管については仮排水ポンプにより迂回させる方法がとられ、取付管については改築推進後に撤去新設を開削工事等で行うこととなる。そのため、トータルコストでの工法比較が難しくなっている。また、取付管については新たに敷設した管の強度的弱点箇所となってしまうことや、取付工事も埋設物が輻輳する中、道路横断方向の施工となりリスクが高い。

そこで、サービス管を設ける設備形態が提案されている。取付管を結ぶ横引き管（サービス管）を本設として敷設するもので、これを改築推進施工前に行えば仮排水の設備が必要なく既設管の供用を止めることができる（図-6）。上記①②の課題を解消することができる方法である。さらに次の利点が考えられる。

- ・ 本管との接続支管や取付管の老朽化に起因する道路陥没の解消
- ・ 他企業埋設物との交差を回避
- ・ 本管への取付管による開口がなくなることによる管体強化
- ・ 取付管を集約することによる経済的メリット
- ・ 本管の改築工事の容易性の増加

サービス管を設ける設備形態は従前と異なる形態であるが、明らかに経済的な場合には、道路を横断する取付管が少なくなり、特に道路陥没の危険性を除去し道路交通への影響回避等、災害に強い下水道施設の再構築が図れるなどの利点が多いことから、検討すべき有効な提案であると考えられる。

3.2 改築推進工法への期待(求められるもの)

今後、老朽化する下水道管の急増を見据えたと改築推進工法に次のような期待が寄せられている。

①既設管のたるみへの対応

「管きょ更生工法における設計・施工管理ガイドライ

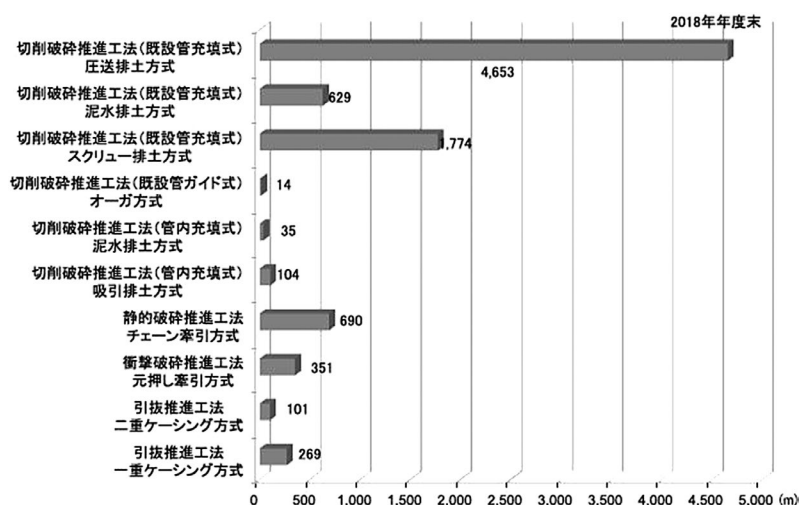


図-5 改築推進工法別の推進工程量

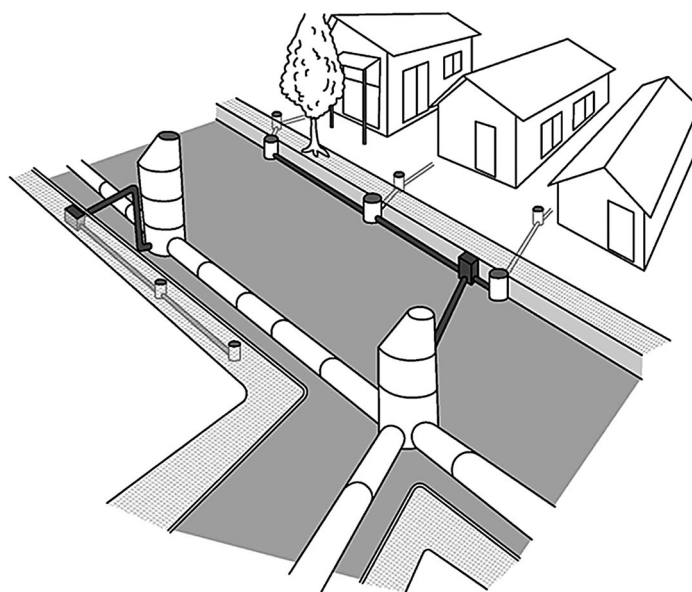


図-6 横引きます型の取付管方式²⁾

ン」2017年版によれば、1スパンの上下方向の管のたるみが内径1/2以上（Bランク）は、更生工法による施工では機能回復が困難になっていることから、たるみの修正が可能な改築推進工法が望まれる。

②既設管扁平への対応

塩化ビニル管は昭和49年（1974）にはJISK6741：1968「硬質塩化ビニル管」を基本規格とした日本下水道協会規格「下水道用硬質塩化ビニル管（直管呼び径100～800）」（JSWAS K-1-1974）に制定された。

その後多く埋設されはじめたが45年しか経過しておらず、実際に埋設した管を評価した実績は数少ないのが現状である。しかしながら、埋設された下水道管の半数以上が塩化ビニル管であり、塩化ビニル管はヒューム管と違い可とう性があり扁平することがある。その扁平が、たわみ率15%程度以上となると更生工法では対応困難とのことから、その扁平の修正が可能な小口径管の改築推進工法が望まれる。

これらの期待に応える工法について、いくつか紹介する。

(1) リバースエース

切削破碎推進工法の圧送排土方式に分類され、改築推進工法の中でも施工実績は最も多い。小口径推進工法のエースモール工法がベースになっており、その優れた切削能力で既設管を破碎できるため、たるみへの対応が可能である。

東日本大震災の復旧工事でも多く用いられており、液状化による管きよのズレ・たるみの解消や浮上りで使用不能となったマンホールを通過推進し新管を敷設している(図-7)。また、推進工法用管の鋼製カラーも破碎可能であることから、老朽劣化した下水道管の改築の採用も増えてきている(図-8)。

(2) CMT改築推進工法

CMT工法をベースとしており、切削破碎推進工法の吸引排土方式に分類される(写真-1)。岩盤推進にとどまらず超長距離推進、切羽障害物除去といったベースマシンの持つ推進技術に応用し、既設管の線形修正や拡張に対応できる。

特筆すべきは、新設できる管径が呼び径800～1500であり、現在の改築推進工法の中で唯一、大中口径に対応できる工法である。報告されている施工事例も、既設管位置と推進線形が異なり、既設管を破碎する断面量が推進位置によって違って来る破碎能力や方向制御能力が必要となるものであった(図-9)。



図-7 施工可能な線形修正(リバースエース)³⁾

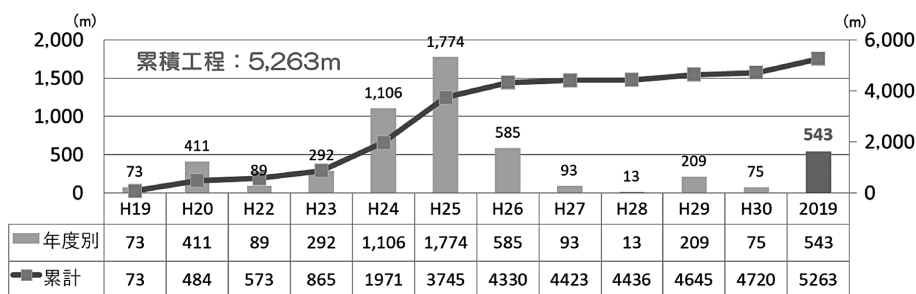


図-8 リバースエース施工実績の推移



写真-1 CMT改築推進用掘進機⁴⁾

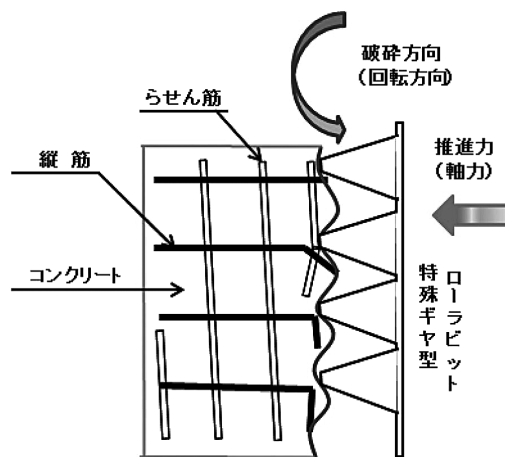


図-9 既設管破碎のメカニズム(CMT改築推進工法)⁴⁾

(3) KRM (小口径管改築推進工法)

近年、開発に着手され、昨年公開実験が開催された新しい工法である。静的破碎推進工法の元押式に分類される。今後の老朽管の急増を見据え、敷設延長の多い管種と管径に限定し、狭小な1号マンホール内部からの発進・施工にこだわった工法である(写真-2、3)。そのため、適用できる既設管の管種・管径や適用延長を絞り込んでいる。適用範囲を表-3に示す。これからの実施工が待たれるところである。

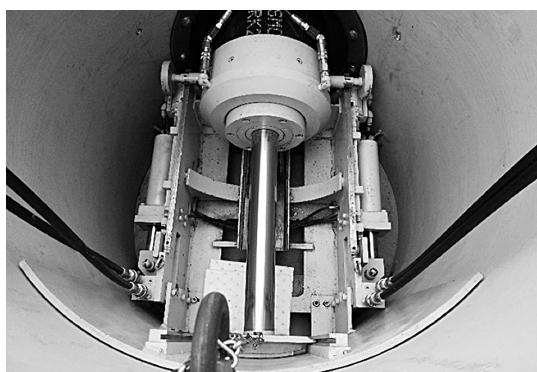


写真-2 1号マンホール内KRMジャッキ作動時⁵⁾



写真-3 KRM公開実験の様子⁵⁾

表-3 KRM適用範囲⁵⁾

改築推進工法の分類	静的破碎推進工法
既設管の処理	破碎・完全回収方式
適用既設管種類	塩化ビニル管、陶管 鉄筋コンクリート管(下水道用)
適用既設管呼び径	200、250
発進立坑	1号マンホール(内径φ900mm)以上
到達立坑	1号マンホール(内径φ900mm)以上

4 おわりに

現在では下水道管路の改築時には管路の延命化のみではなく、近年の集中豪雨の頻発等を踏まえた下水流下能力の向上や、いつ発生してもおかしくない地震時においても人々の生活や安全を守るための耐震性機能が求められている。その予防保全的なライフサイクルコスト低減のための再構築事業に改築推進工法の活用が選択されることは間違いなく、さらなる技術開発やあるべき設備形態の検討が必要であると考ええる。

【参考文献】

- 1) 「推進工法用設計積算要領改築推進工法編 2013年度版」(公社)日本推進技術協会
- 2) 「管路長寿命化のための新構築法の提案 —マンホールへの取付管の水平接続が管路の長寿命化を促進する—」田中修司・野村喜一・水川泰一、月刊下水道 2009年1月号、(株)環境新聞社
- 3) 「リバースエース工法を用いた老朽化した塩化ビニル管の改築推進工事」永井貴大、No-Dig Today No.108 2019 Jul、(一社)日本非開削技術協会
- 4) 「老朽化した既設管路を新設管路に甦らせるCMT改築推進工法の開発と施工事例」岡村道夫、No-Dig Today No.108 2019 Jul、(一社)日本非開削技術協会
- 5) 「KRM(小口径管改築推進工法)の開発 1号マンホールから発進可能な既設管回収型改築推進工法」森長英二、月刊推進技術 Vol.33 No.11(2019年11月号)