

老朽化した下水道管きょの改築推進工法（リバースエース）施工事例

アイレック技建株式会社 正会員 ○森 治郎

1. はじめに

我が国では、高度成長期以降に整備したインフラが今後一斉に老朽化することが見込まれる（表1）。このように一斉に老朽化するインフラを計画的に維持管理・更新することにより、国民の安全・安心の確保や維持管理・更新に係るトータルコストの縮減・平準化を図る必要がある。

下水道の分野においては、管きょの延長が約47万kmに達しており、このうち耐用年数50年を経過した管きょは約1.7万kmとなる。さらに10年後は約6.3万km、20年後は約15万kmと今後急増することとなる（図1）。下水道管きょに起因する道路陥没が年間3,300件発生していること（図2）等を受けて、平成27年の下水道法改正により、硫化水素による腐食のおそれの大きい下水道管きょについては5年に1回以上の頻度での点検が義務付けられた。点検結果に基づき、速やかな措置が必要と判断された緊急度の高い箇所から順次対策が実施されている。

表1 建設後50年以上経過する社会資本の割合

	2018年3月	2023年3月	2033年3月
道路橋 〔約73万橋（橋長2m以上の橋）〕	約25%	約39%	約63%
トンネル 〔約1万1千本〕	約20%	約27%	約42%
河川管理施設（水門等） 〔約1万施設〕	約32%	約42%	約62%
下水道管きょ 〔総延長：約47万km〕	約4%	約8%	約21%
港湾岸壁 〔約5千施設（水深4.5m以深）〕	約17%	約32%	約58%

本稿では、非開削による老朽化管きょの敷設替え工法として開発された改築推進工の現状を述べるとともに、その中で最も実績が多いリバースエース工法について、技術概要と施工事例を紹介する。

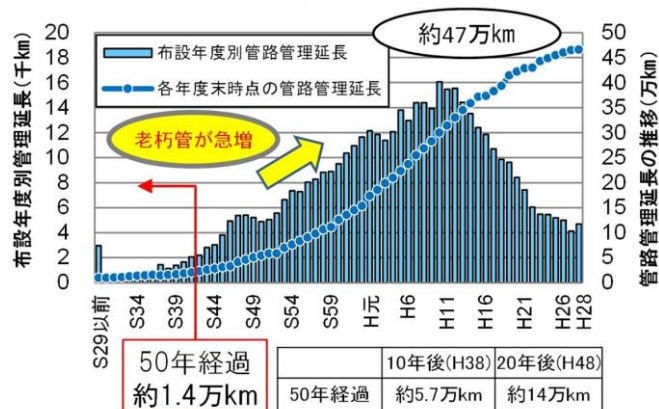


図1 管きょ施設の年度別管理延長（H28末現在）
（国土交通省ホームページより）

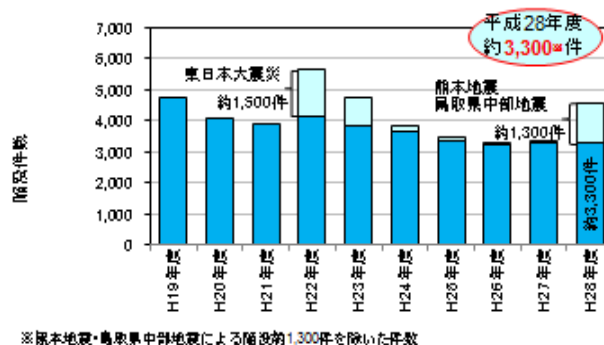


図2 管きょ施設に起因した道路陥没件数の推移
（国土交通省ホームページより）

2. 改築推進工法

老朽劣化した下水道管きょの再構築方法としては、既設管の内面に改良を施し新管と同等以上の品質とする「更生工法」と既設管を新管に入れ替える「敷設替工法」に分類される。さらに「敷設替工法」は、道路を掘削して既設管を新管と入れ替える「開削工法」と既設管を掘進機により切削破碎しながら新管を敷設する「改築推進工法」に分類される（図3）。

キーワード 改築推進工法，管きょ老朽化，下水道管きょ

連絡先 〒111-0034 東京都台東区雷門 1-4-4 TEL 03-3845-2829 FAX 03-3845-8150

改築推進工法にも多くの工法があるが、更生工法では対応不可能な既設管のたるみやズレを修正し適正な導水勾配の確保や既設管きょと異なる径（縮径・拡張）への敷設替が可能の特長を有する。平成 12 年度（2000 年度）以降、各社が開発に着手し始め、平成 21 年度（2009 年度）には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。

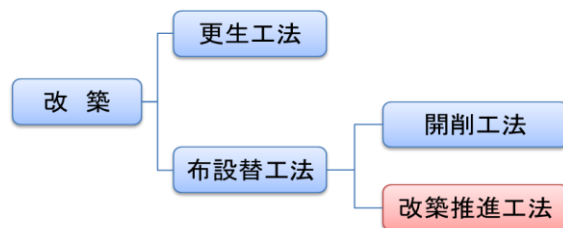


図3 改築工法の分類

老朽化対策だけではなく、先の特長を活かし平成 19 年（2007 年）の能登半島地震や平成 25 年（2013 年）の東日本大震災など、下水道管きょの復旧工事にも採用され多くの実績を残した。しかしながら、本来の目的とした老朽化した下水道管きょの敷設替えの実績はまだまだ少ない状況である（図 4）。

今後増大する建設後 50 年を経過する老朽管には、更生工法では対応できない重度の劣化を有する管きょが数多く顕在化してくると考えられる。そのため、改築推進工法はこれまでの課題に取り組み、普及拡大の時に備えておく必要がある。

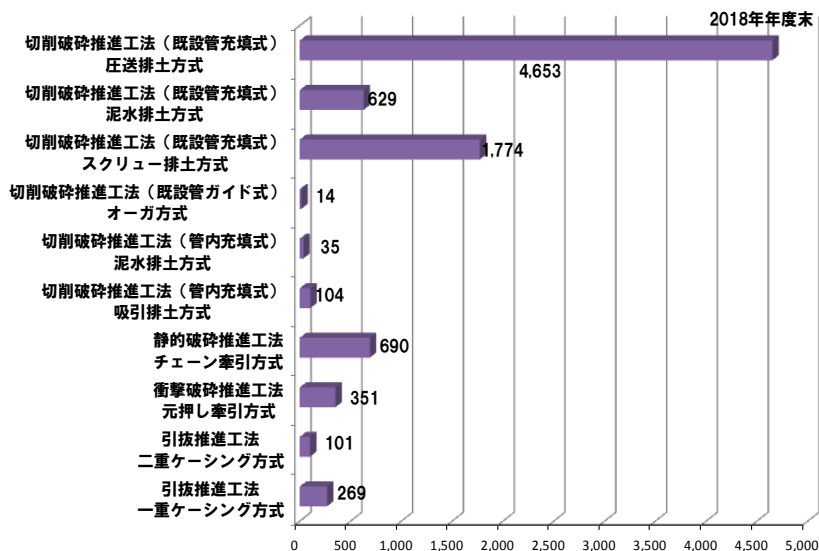


図4 改築工法別の推進工程量

3. リバースエース工法

(1) 工法概要

リバースエース工法は改築推進工法の「切削破碎推進工法（既設管充填方式）、圧送排土方式」に分類される（図 5）。既設管の内部をモルタルで充填することで、掘進機が既設管を周辺地盤や基礎材とともに破碎し、泥土と掘削攪拌されたそれらの破片を掘進機の後方から取り込み、圧送ポンプにより排土を行う工法である。平成 31 年（2019）3 月末の累計施工実績は 4.7km である（図 6）。

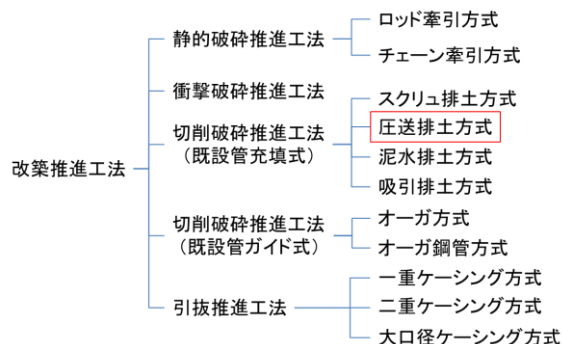


図5 改築推進工法の分類

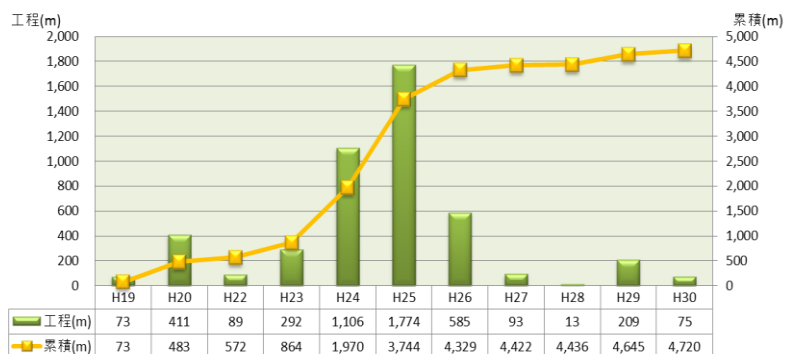


図6 リバースエースの施工実績

(2) 適用領域

適用領域を表2に示す。本工法の特長は次のとおり。

- ・ 既設管のたるみやズレ，線形にとらわれず敷設替えが可能（曲線推進も可能）
- ・ 鉄筋コンクリート管，塩化ビニル管，陶管など 様々な管種の既設管に対応可能（推進用管の鋼製カラーも可能）

表2 適用領域

			適用領域
既設管	本管	管 種	鉄筋コンクリート管 レジンコンクリート管 塩化ビニル管 開削用陶管 ポリエチレン管
		呼び径	700 以下
		基 礎	砂・砕石・杭木・コンクリート
		状 態	目地・段差・ズレ等の影響なし
新設管	管 種	推進用鉄筋コンクリート管 推進用レジンコンクリート管 エースモール用推進鋼管 推進用ダクタイル鋳鉄管	
	呼び径	250～700（推進用鉄筋コンクリート管の場合） 既設管径によらず任意に口径拡大が可能	
施工長		開削用管：最大 150m程度 推進用管：最大 100m程度 （鋼製カラーで接続された推進用管の場合は最大 85m程度まで）	
土被り		2m から 6m程度 （プリズム使用時又は、水替工不要の場合は高深度適用が可能）	
推進曲率半径		最小 100m程度	
周辺地盤の条件		エースモール工法の適用土質領域において施工可能 地下水位以下でも施工可能	

(3) 鉄筋破碎メカニズム

本工法の特殊カッタヘッドでは，まずコンクリートをカッタヘッドの回転力により細かく破碎し，特殊カッタビットで切削することにより破碎面は凸凹の断面となる．この時点で配力筋は，特殊カッタビットの回転により回転方向に折り曲げられる．次に，折り曲げられた配力筋と主鉄筋は破碎断面と凹部で特殊カッタビットと先端と背面のコンクリートに挟み込み，鉄筋断面を欠損させることで鉄筋を切断する．(図7)



図7 鉄筋コンクリート管の破碎メカニズム

4. リバースエースの施工例

ここでは、老朽劣化した下水道管きょ（鉄筋コンクリート管、塩化ビニル管）を改築した工事と引戻し機能を活用し最終的に既設の通信用管路を撤去した工事の合計三つの施工例を紹介する。

(1) 鋼製カラーの推進用鉄筋コンクリート管の改築施工例

本工事は、更生工法により改築を行う予定であったが本施工区間の既設管の劣化が激しく（図8）更生工法では対応が不可能であったため、改築推進工法での敷設替えとなった。既設管は推進工法で施工されており建設年度から鋼製カラーが使われていたため、リバースエースが採用された。

施工場所：千葉県

既設管：呼び径 400 推進用鉄筋コンクリート管
（鋼製カラー）

新設管：呼び径 400 推進用レジンコンクリート管
推進長：78.6m（直線）

土被り：6.8m



図8 既設管内の劣化状況

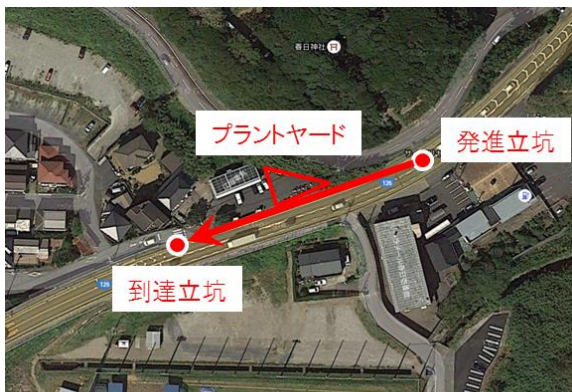


図9 現場状況



図10 鋼製カラーの破片

(2) 既設管と線形・勾配が異なる改築施工例

本工事は、既設管は塩化ビニル管であり、新管を別の位置に推進工法にて敷設する工事であった。本施工区間は非常に狭く、新たな占用位置を設けることができなかったため同位置に敷設替えとなった。また、重機の進入も厳しいことから、開削ではなく改築推進工法での施工となった。施工場所の状況を図11に示す。既設管と管種・管径が違いため新たな設計勾配とし、なおかつ新たな占用位置のマンホールへ接続するため曲線線形となった。そのため、塩化ビニル管に対応でき曲線施工が可能なリバースエースが採用された。

施工場所：神奈川県

既設管：呼び径 450 開削用 塩化ビニル管

新設管：呼び径 250 推進用 鉄筋コンクリート管

推進長：62.0m（単曲線 100R CL=12.2m）

土被り：2.2m



図11 施工場所

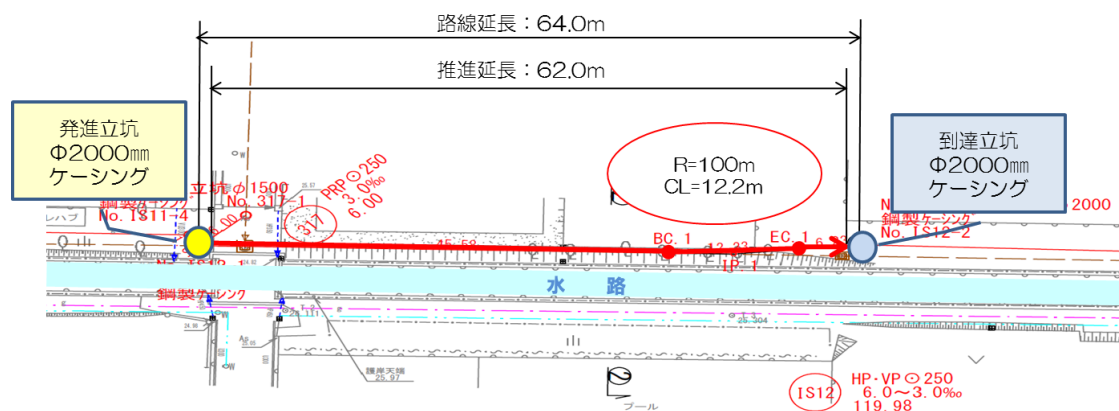


図12 概要図

(3) 通信用管路の撤去施工例

本工事は、区画土地整理事業により占用位置が民地となったため支障となった通信用管路の撤去工事であった。埋設深さが約12mと非常に高深度であったため、リバースエースの引戻し機能を活用し、改築推進工法により既設管を破碎した後、すべて引戻しを行い既設管を撤去した施工例である。

施工場所：宮城県

既設管：呼び径 500 推進用鉄筋コンクリート管
(鋼製カラー)

推進長：35.6m

土被り：12.0m



図13 リバースエース掘進機



図15 既設管の充填状況

到達立坑の壁面まで既設管を破碎・推進した後、掘進機から高濃度の注入材を注入しながら引戻しを行った。順次、発進立坑で推進管を回収し最後に掘進機を回収した。その後、既設管の元位置に対し、地上3か所からセメントミルクによる充填を行い撤去工事を完了させた。



図14 概要図

5. おわりに

いくつかの改築推進工法の施工例を紹介したが、老朽劣化した管きょの敷設替えの実績はまだまだ多くはないのが現状である。しかしながら、最近は特に小さな口径を対象にした新たな改築推進工法も開発されており、今後の下水道管きょ老朽化の急増に伴い、改築推進工法の必要性を予感させるものである。

また、近年の局地的な豪雨の頻発等による浸水被害対策として、ストックを最大限に活用したより効率的かつ効果的な手法が求められている。既設管きょの口径や線形に依存せずに施工できる改築推進工法により、一部を増径や勾配の変更が可能であり、老朽化管きょの改築と合わせ浸水被害対策へも貢献できると考える。

参考文献

- 1) エースモール工法協会：2019 年度リバースエース工法 技術・積算資料，2019 年 4 月
- 2) 石井英彦，リバースエース工法による下水道管路の構築，No-Dig Today，(一社)日本非開削技術協会，No. 99 (2017. Apr)，P. 29-P. 33，2017
- 3) 武村秀，伸び悩む改築推進 増大する老朽化施設の救世主となるためには，月刊推進技術，(公社)日本推進技術協会，Vol. 33 No. 6 2019，P. 37-P. 43、2019
- 4) 永井貴大，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，No-Dig Today，(一社)日本非開削技術協会，No. 108 (2017. Jul)，P. 29-P. 33，2019