

19. 非開削管きょ撤去工法「R^eキューブモール」による既設推進管の撤去埋戻し

三井住友建設(株)：○清水 安雄、石田 喜久雄
機動建設工業(株)：荒木 大介

1. はじめに

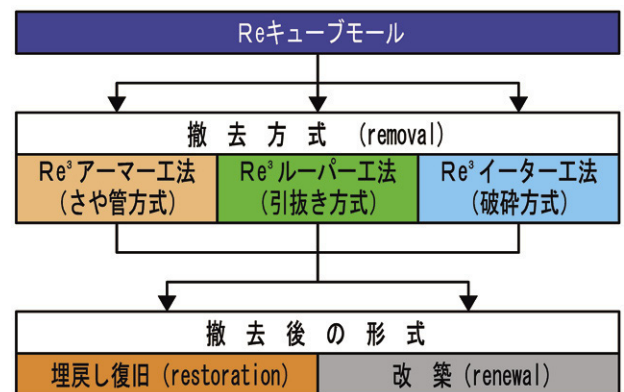
都市部の地下空間は、都市活動を支える上下水道や通信施設等のライフラインをはじめ、様々な用途の地下構造物で過密状態になっている。地下利用が進むその一方では、耐用年数を超えて老朽化した管きょや、硫化水素に起因するコンクリート構造物の硫酸腐食により、短期間に劣化した管きょも認められる。また、管きょの新設やルート変更等により、不要となる管きょも発生している。不要な管きょを地中に放置することは、地下の有効活用を図る上で障害になる。また、劣化の著しい管きょは、安全性という点でも課題を残すことになる。これらの撤去には、地下埋設物、地上交通、周辺生活環境への影響が少ない非開削での施工技術が求められている。

このような状況のもとで開発したのが、非開削による既設管きょ撤去技術「R^eキューブモール」である。本稿では、R^eキューブモールの概要とルーパー工法（引抜き方式）による管きょ撤去・埋戻し事例について紹介する。

2. R^eキューブモールの概要

筆者らは、シールドで構築されたトンネルの撤去・埋戻しを非開削で行う「BF（バックフィル）シールド工法」の開発・実用化を進めてきた⁽¹⁾。R^eキューブモールは、シールドよりも小径の推進工法や開削工法で布設された管きょの撤去技術として開発したものである。

R^eキューブモールは、図－1に示すようにアーマー工法、ルーパー工法、イーター工法の3種類の撤去方式により構成され、管きょの種類や形状等、様々な施工条件に適用できる。また、管きょ撤去後の利用目的に応じて、原地盤に復旧する「埋戻し」、または新設



図－1 R^eキューブモールの体系

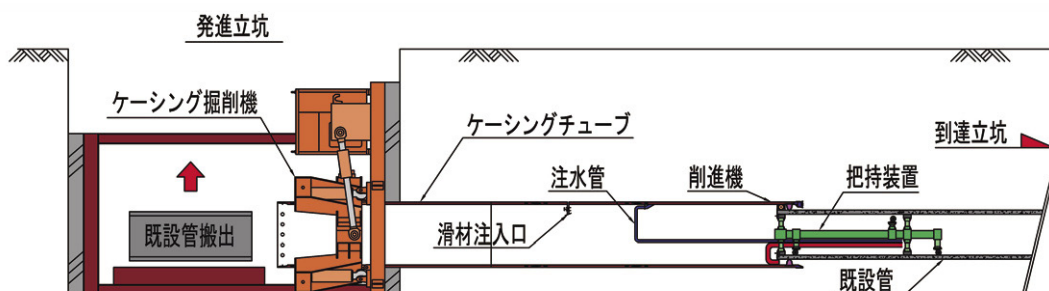
管に入れ替える「改築」を選択できるシステムになっている。R^eキューブモールの特徴を以下に示す。

- ① 非開削工法のため、道路交通や周辺環境への影響を低減できる。
- ② 豊富なバリエーションを有するため、多種多様な施工環境に対応できる。
- ③ 老朽化した管きょを新設管に交換できる。
- ④ 高機能化、大容量化に伴う拡張改築が可能である。
- ⑤ 下水道など管きょを供用しながらの流下施工が可能である。

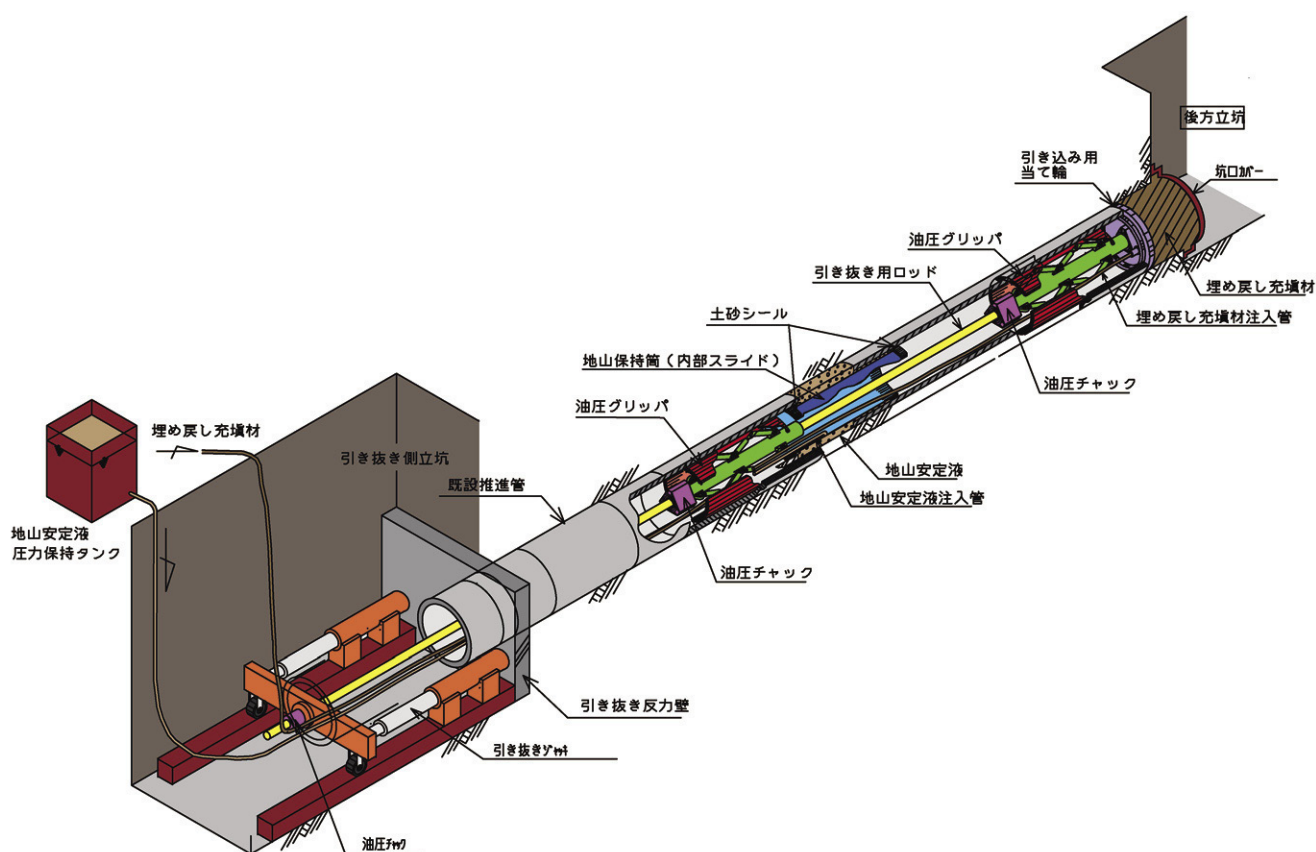
2－1. アーマー工法（さや管方式）

本工法は、ケーシング掘削機を発進立坑に設置し、ケーシングチューブ（さや管）を水平方向に圧入して管きょの外周地盤を掘削しながら、順次ケーシング内の管きょを撤去して、対向立坑に到達させるものである。図－2にアーマー工法の設備概要を示す。

既設管きょ撤去後、埋戻し用隔壁を装着し、ケーシングチューブを引抜いていくことで、埋戻しに対応し、ケーシングチューブ内に新設管を布設することにより、



図ー２ アーマー工法 設備概要図



図ー３ ルーパー工法 設備概要図（埋戻しタイプ）

改築に対応する。

2-2. ルーパー工法（引抜き方式）

本工法は、管きょ内に複数の油圧グリップを配置して、交互にグリップで管きょを把持しながら、管きょ周囲の過大な付着抵抗力を分散して、管きょを引抜くものである。引抜きに伴って生じるグリップ後方管の空隙には、管内に設けた地山保持内筒から周囲に安定液を注入し、地盤の安定に必要な状態に加圧保持する。

管端部に埋戻し隔壁を装着することで、埋戻しに対

応し、対向立坑に元押し装置を設置することにより、撤去と同時に新設管を布設する改築工法に対応する。図ー3にルーパー工法の設備概要（埋戻しタイプ）を示す。

2-3. イーター工法（破碎方式）

本工法は、泥水によって切羽の安定を図りながら、密閉型掘削機により管きょをメカニカルに切削し、破碎ガラ等を流体輸送方式により坑外に搬出する。

掘削機の推進方法によって牽引式と元押し式に分け

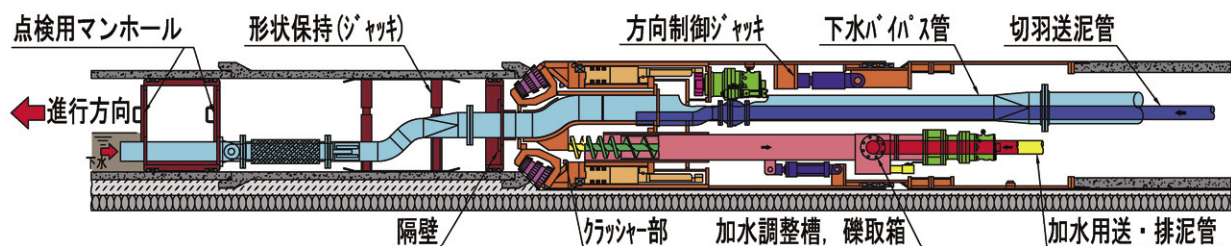


図-4 イーター工法 設備概要図（改築タイプ）

られ、撤去埋戻しには牽引式、撤去改築には元押し式を採用する。図-4にイーター工法の設備概要（改築タイプ）を示す。

2-4. 適用範囲

Reキューブモールによる既設管きよの種類、健全度、施工区間の地盤条件、断面形状、施工延長、線形等の適用範囲を表-1に示す。

3. 施工事例

ここでは、ルーパー工法による推進管の撤去・埋戻しについて紹介する。当工事は、約半年前に推進工法で布設した管きよについて、発進立坑側の幹線道路下を占有する約10m区間を撤去し、埋戻すものである。

3-1. 工事概要

工事場所 : 東京都杉並区
既設管種 : 推進管 呼び径1350mm、L=2.43m
引抜き距離 : 9.72m（推進管4本）
土被り : 5m
土質 : 砂礫

3-2. 引抜き力の検討

管の最大引抜き力 F は、次式により算出した。

$$F = S \cdot L \cdot R = 670 \text{ (kN)}$$

ここに、 S : 管外周長 5.0m

L : 管引抜き長 6.8m

（グリッパを設置する坑口から3本目の管端部まで）

R : 管周面抵抗力 19.6kN/m²

（過去の経験値などからの想定値）

表-1 適用範囲

	アーマー 工法	ルーパー 工法	イーター 工法
概 要	さや管による 2工程方式	無排土による 引抜き方式	密閉型掘進機 による破碎方 式
管 種	推進管	推進管	推進管を除く 管渠
管 の 状 態	劣化した管渠 にも対応	比較的健全な 管渠	劣化した管渠 にも対応
地 盤	軟弱土、 普通土	普通土、 硬質土	広範囲な 土質に対応
管 径	400～ 1350mm	800～ 3000mm	800～ 3000mm
延 長	60m程度	長距離施工 可能	長距離施工 可能
線 形	直線区間	曲線区間可能	曲線区間可能

また、グリッパの押付け力 P は、次式により算出した。

$$P = F / \mu = 1120 \text{ (kN)}$$

ここに、 μ : 摩擦係数 0.6 （想定値）

3-3. 使用機器

管きよ内にグリッパ装置と地山保持内筒を各1台配置し、立坑内に牽引ジャッキ装置、地上部に埋戻し注入プラントを設置した。使用機器を表-2に、坑内の機器配置を図-5に示す。

3-4. 計測管理

推進管引抜き作業中は、危険防止のため坑内への立入

表－２ 使用機器

機器名	仕 様	数量
油圧グリッパ装置	φ1250mm 最大押付け力 3920kN	1 式
地山保持内筒	スライド量 500mm	1 式
牽引ジャッキ装置	ジャッキ 4 本 総牽引力 3920kN	1 式
埋戻し材注入プラント	二液型可塑状注入材料	1 基
エアコンプレッサ	0.4kw	1 台
安定液用タンク	1m ³	1 基
PC鋼棒、カブラ	φ36mm	1 式

りができないので、監視カメラや変位計等の計器を設置し、パソコンに表示・記録する計測管理を行った。

表－３は計測項目である。

表－３ 計測項目

計測項目	機 器	点数	計測範囲
牽引ジャッキ圧力	圧力計	1	0～100Mpa
管引抜き量	変位計	1	0～1000mm
グリッパジャッキ圧力	圧力計	1	0～100Mpa
地山保持圧力	土圧計	1	0～500Kpa
内筒スライド量	変位計	1	0～1000mm
埋戻し材注入圧力	圧力計	1	0～1MPa
埋戻し材注入流量 (主材)	流量計	1	100ℓ/min
埋戻し材注入流量 (硬化材)	流量計	1	10ℓ/min
坑内監視	ネットワークカメラ	1	

３－５．施工手順

推進管撤去埋戻しの手順を以下に示す。

① 隔壁、牽引アンカーの設置

撤去する推進管の先端と残置する推進管の終端の接合部には、各々鋼製の特殊継手が設置されている。この特殊継手に鋼板を溶接して隔壁とし、埋戻し材注入孔を設置する。牽引アンカーは、特殊継手に溝形鋼を２本背中合わせに溶接したものである。

② 内筒、グリッパ装置、PC鋼棒の設置

地山保持内筒とグリッパ装置を管内の所定の設置する。PC鋼棒は放射状に４ヶ所設置し、カブラにて接

続する。写真－１は地山保持内筒、写真－２はグリッパ装置である。

③ 内筒のエアパッカー拡張、安定液充填

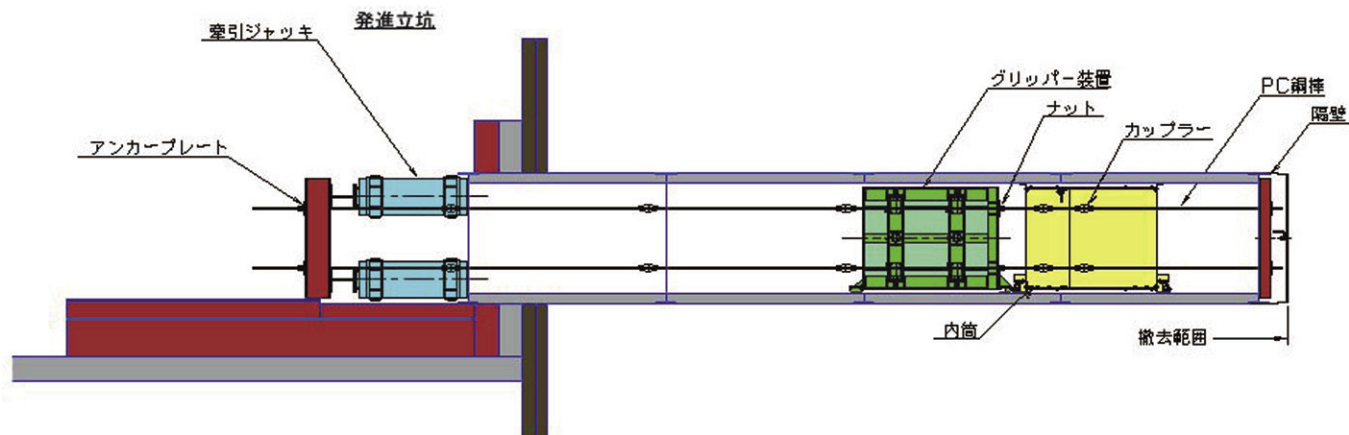
エアコンプレッサにより、地山保持内筒の隔壁側と立坑側の止水用エアパッカーを拡張後、立坑上のタンクで作泥した安定液をエアパッカー間に充填する。

④ グリッパ作動

グリッパを作動し、摩擦板を推進管内面に設定した荷重で押付ける。押付け力は1100kNとした。

⑤ グリッパ装置牽引

立坑のジャッキによりグリッパを牽引する。１サイクルの引抜き量は、内筒のスライド量(500mm)から



図－５ 坑内機器配置図



写真-1 地山保持内筒



写真-2 油圧グリッパ

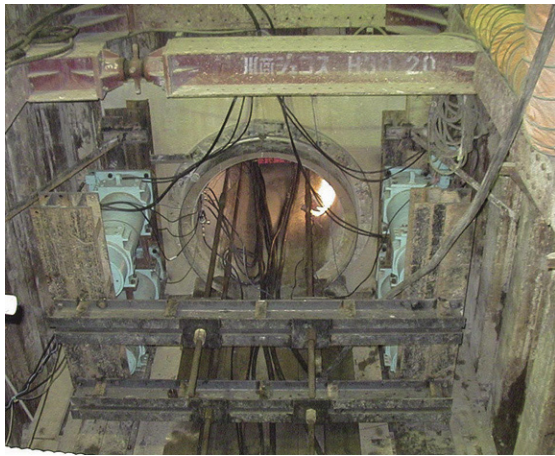


写真-3 引抜き状況

400mm とした。写真-3 は引抜き状況である。

⑥ PC 鋼棒盛替え

隔壁側から牽引するため、グリッパ装置のナットを緩め、PC 鋼棒の盛替えを行う。

⑦ 隔壁側牽引、埋戻し材注入

隔壁側から 400mm 牽引すると同時に、地上プラントから隔壁の注入孔へ埋戻し材を注入する。埋戻し材は、注入圧力と注入流量により管理する。

⑧ PC 鋼棒盛替え

グリッパ側から牽引するため、隔壁側のナットを緩め、PC 鋼棒の盛替えを行う。

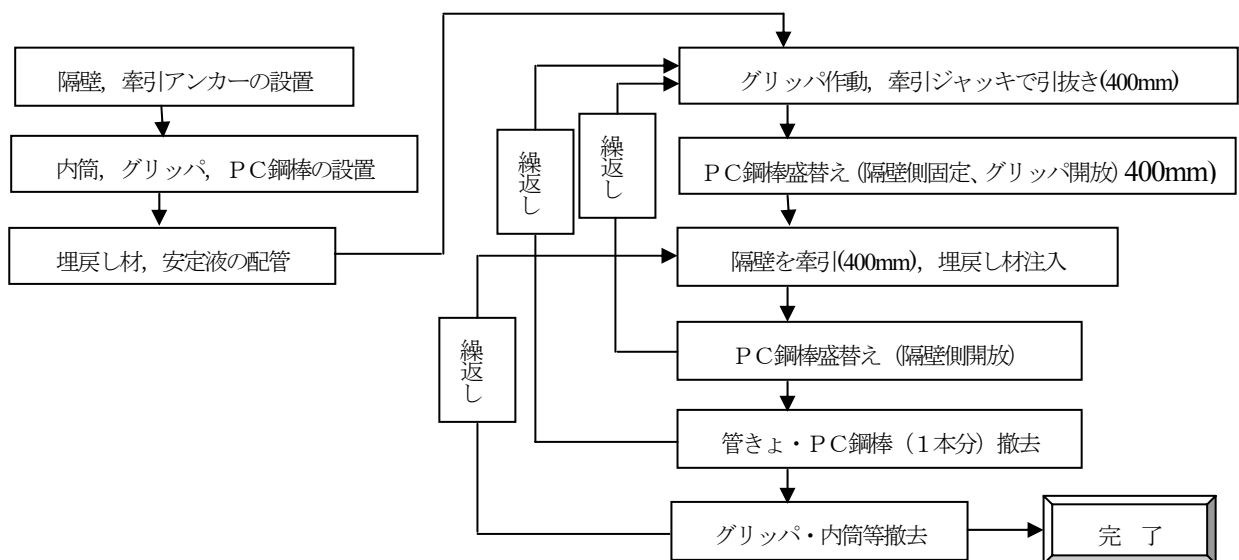
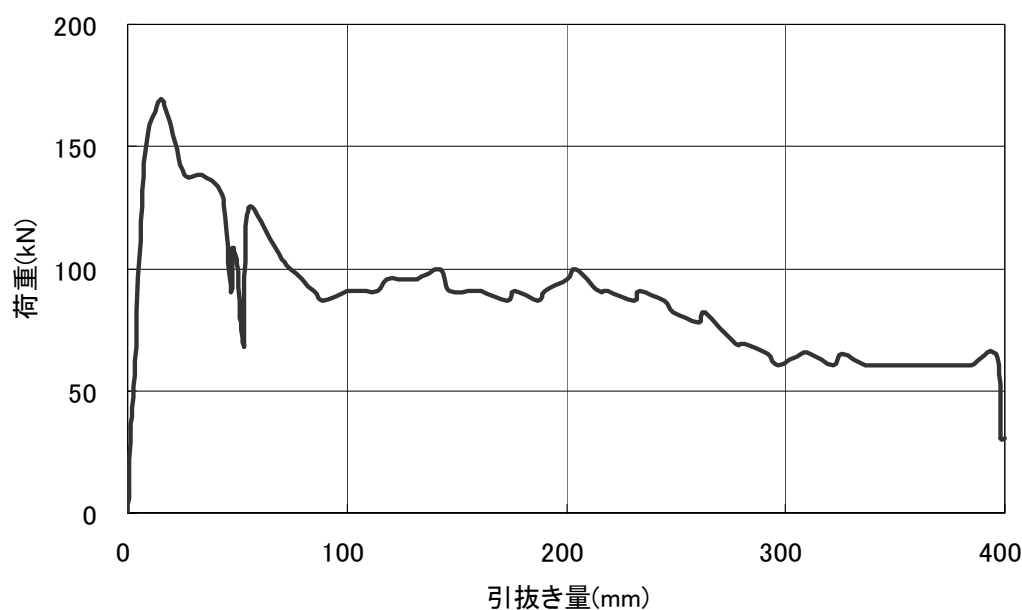


図-6 施工フロー



図－7 初期引抜き力変化図

以下、グリッパ装置からの牽引、隔壁側からの牽引及び埋戻し材注入を繰返すことで推進管を引抜く。図－6は施工フロー図である。

3－6．施工結果

グリッパの押付け力を 1100kN に設定して約 50mm 引抜いてみたが、グリッパに滑りは生じなかった。このときの初期引抜き力(最大値)は、170kN であった。その後 400mm まで引抜き、隔壁側に P C 鋼棒を盛替え、埋戻しながら牽引した。図－7 に初期引抜き力の変化を示す。引抜き力は徐々に低下し、70kN 以下で 1 本目の管を引抜くことができた。最大引抜き力は、検討時の 1/4 であった。2 本目以降は、引抜き力が低下していることから、隔壁側から直接牽引して推進管を引抜くことができた。

今回のルーパー工法による施工では、撤去距離が短いものの、計測管理システムにより、引抜き状態を坑外から監視でき、グリッパや内筒の機能などについて有効なデータを得ることができた。その一方では、推進管特有の狭い坑内において、P C 鋼棒の盛替え作業等を効率よく行うことが課題として残された。今後、長距離施工やφ1000mm 以下の管きよに対して、効率的な施工システムを構築していく予定である。

4．おわりに

R e キューブモールドは、地下空間の有効利用を図るために開発した技術である。下水道などのインフラ整備が新しい施設の建設から、既存施設の維持管理に移行しつつある現状において、補修・補強だけでは対応できないような劣化が著しい管きよの改築、布設されたその場所で高度化へ対応できる拡張改築、新たな地下利用計画で支障となる管きよの撤去のほか、様々なライフラインの再構築にも利用可能な施工法である。

今回の施工で得た知見をもとに、今後も、施工システムの改良を行い、非開削による既設管撤去埋戻し・改築技術として社会のニーズに応えられるようにしたい。

<参考文献>

- (1) 石田喜久雄・鈴木明彦他、バックフィルシールド工法の開発、土木施工、Vol.33、No.8、山海堂、1992.8.