

## 大口径矩形きよの急曲線部施工を実現した『クリアフロー工法（製管工法）』

**Keyword**：管更生、矩形きよ、製管工法、複合管、下水道、追従性

### 1. はじめに

下水道管きよの老朽化が進み、更生等の対応が必要となってきた。矩形きよにおいては現場打ち管きよが多く、断面寸法が様々であることから、その対応に苦慮しているのが現状である。

このような背景から、ライニング材に装着させて一体化した補強鋼材により最適な管体強度を有した断面形状での更生を提案できる工法としてクリアフロー工法を開発し、施工実績を積み重ねている。施工実績を積み重ねて行くに従い、現場打ち管きよにおいては、急曲線部を含む管路が多数存在することが課題であると考え、本工法では、この急曲線部への対応を実現するべく改良開発を行ったので、ここに紹介する。

### 2. 技術の概要

クリアフロー工法は、高密度ポリエチレン製の帯板状であるライニング材背面に、直線部用補強鋼材（以下、ストレートフレームという）とハンチ部用補強鋼材（以下、ハンチフレームという）を連結材（鋼材）により一体化した更生材（以下、CFエレメントという）を用いた管きよ更生工法である。

施工方法は、ライニング材の両端部を熱融着により接合し、リング状に成形した後に、ライニング材の直線部分にストレートフレームを、ハンチ部にはハンチフレームを取り付けてストレートフレームと連結することによりCFエレメントにする。次に、所定の位置まで搬送し、高密度ポリエチレン製のかん合材により接続し、連続した管体を形成する。その後、CFエレメント内面に支保工を設置して、既設管とCFエレメントとの空隙にセメント系充てん材を段階的に注入し、既設管と一体となった複合管を築造する。

クリアフロー工法は、このようにライニング材背面に補強鋼材を装着させて一体化することにより管体強度の向上を図っている。また、施工は下水道管路内に大きな機械を搬入することなく、供用下においても人力にて施工ができる工法である。

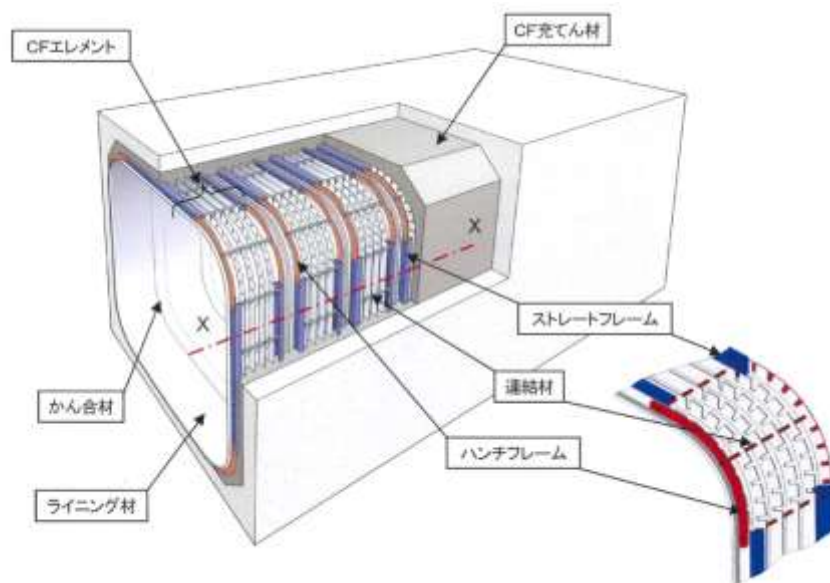
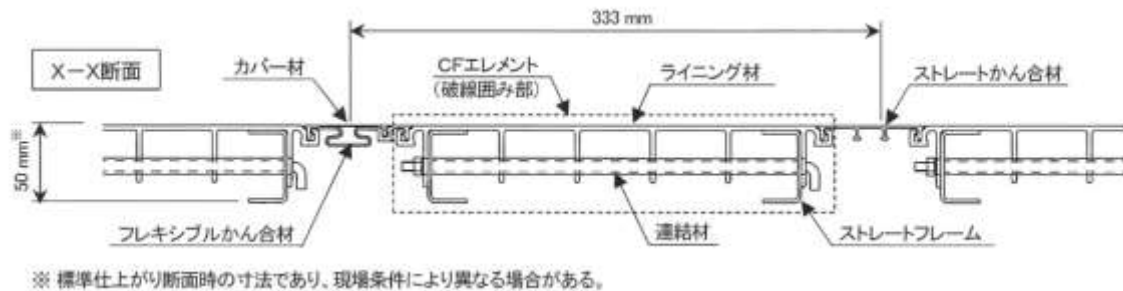


図-1 更生管の構成図



図－２ 更生断面図

### 3. 工法の特徴

クリアフロー工法の主な特長を表－１に示す。

表－１ クリアフロー工法の主な特長

項 目	特 長
1. 管体強度が増大する。	更生管は既設管、補強鋼材および充てん材が一体となった複合管であるため、管体強度が増大する。
2. 管体強度の設計が容易である。	補強鋼材を任意に設計することが可能で、既設管の状態や埋設条件に応じた複合管として設計することが出来る。
3. 継手部の追従性に優れる。	既設管継手部分にフレキシブルかん合材を使用することにより、地震動等により継手部に最大で 30mm の変位が生じた場合でも、内水圧 0.05MPa の水密性を有する。
4. 施工適応性に優れる。	段差・曲がり・屈曲部にも対応でき、また、必要に応じた部分のみの施工も可能である。
5. 耐薬品性・耐摩耗性に優れる。	表面部材であるライニング材およびかん合材は高密度ポリエチレン製であり、「下水道用硬質塩化ビニル管 (JSWAS K-1)」と同等以上の耐薬品性・耐摩耗性を有する。
6. 長距離施工が可能である。	ライニング材は独立したリング状として更生されるため、長距離の施工が可能である。
7. 流下性能が向上する。	ライニング材の粗度係数は硬質塩化ビニル管と同等の 0.010 であるため、施工後の流下性能が向上する。
8. 供用下での施工が可能である。	施工時には電気駆動式の機械は使用しないため、供用下での施工が可能である。

#### 4. 工法の基本仕様

クリアフロー工法の適用範囲を表-2に、更生管の基本仕様を表-3示す。

表-2 適用範囲

項目		適用範囲
1. 適用管種		下水道管きょ全般（矩形）
2. 施工延長		制約はない
3. 既設管呼び寸法		□1000mm以上 □5000mm以下
4. 既設管の状況	継手の段差	20mm以下
	継手の屈曲角	曲率半径3B（B=既設管内幅）の曲率で製管できる屈曲角以下
	曲がり管きょ	曲率半径3B以上
	継手の抜け	150mm以下
	腐食・破損等	適用可能 <sup>※1</sup>
	浸入水	別途、止水工事を要する
	供用状態	水深：既設管寸法の15%以下 かつ30cm以下 流速：1.0m/sec以下 <sup>※2</sup>

※1 既設管の状況により、別途補修工事が必要な場合がある。

※2 施工条件により、これを超えた場合においても安全が確保される場合はこの限りではない。

表-3 更生管の基本仕様

項目	基本仕様
1. 外圧性能	破壊したボックスカルバートを更生した管は、新管と同等以上の強度を有する。
2. 水密性能	更生管かん合部は0.2MPaの内・外水圧に耐える水密性能を有する。
3. 追従性	更生管は既設管継手部に30mmの変位が生じた場合でも内水圧0.05MPaに耐える水密性を有する。
4. 流下能力	更生管は粗度係数が $n=0.010$ に改善されるため、新管と同等以上の流下能力を有する。
5. 耐薬品性	更生管は優れた耐薬品性を有する。
6. 耐摩耗性	更生管は「下水道用硬質塩化ビニル管（JSWASK-1）」と同等以上の耐摩耗性を有する。

## 5. 施工手順

### (1)ライニング材の成形・管内搬入

ライニング材を熱融着によりリング状に成形した後に偏平させ、管内に搬入する。



図-3 ライニング材の成形・管内搬入

### (2)CFエレメントの組み立て

管内に搬入したライニング材の直線部分にストレートフレームを、ハンチ部にはハンチフレームを装着してCFエレメントを組み立てる。

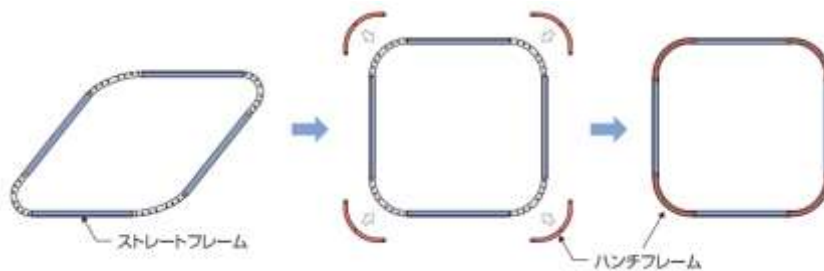


図-4 CFエレメントの組み立て

### (3)CFエレメントの接続

CFエレメントを順次、かん合材を用いて接続して連続した管体を形成する。

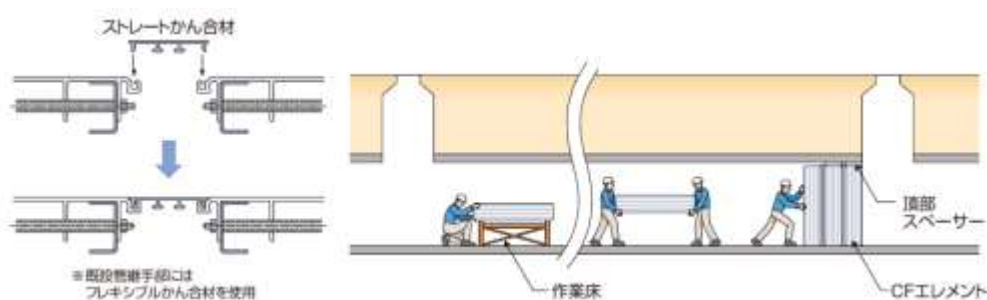


図-5 CFエレメントの接続

#### (4) 充てん材の注入

形成した管内に支保工を設置して充てん材を数段階に分けて注入する。

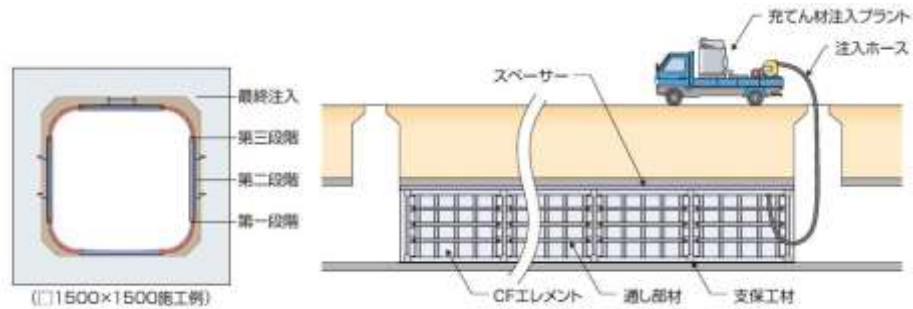


図-6 充てん材の注入

#### 6. 急曲線部施工への取り組み

本工法は前述のとおり、高密度ポリエチレン製の帯板状のライニング材(標準ライニング材)とかん合材を用いて更生する工法である。従来の技術では管きよの屈曲部や曲がり部においてはかん合材の一つであるフレキシブルかん合材を用いて施工するため、曲率半径としては50mまでの対応であった。この様な課題を解決するために、ライニング材を必要な形状(特殊ライニング材)に工場加工することにより、急曲線部への適用を実現した。

なお、特殊ライニング材の作製に当たっては、当該路線の施工前調査で管路線形を測量することにより施工計画でライニング材の割り付けを行った上で着手する。

##### 1) 特殊ライニング材の作製

特殊ライニング材は以下の手順で工場加工する。

- ①標準ライニング材の両端部にあるかん合部を一旦切除する。
- ②かん合部を切除したライニング材を必要な形状に切断する。(急曲線部においては更生断面に応じた形状、則ちリング状にした時にテーパリングとなるものを展開した形状(テーパライニング材)、幅を狭くする場合には必要幅となるように切断した形状(調整用ライニング材))
- ③必要な形状に切断した部分にかん合部を突き合わせ、背面から溶着により一体化させる。



写真-1 テーパーライニング材

## 2) 現場での施工

実現場における施工例を以下に示す。

施工時には、事前測量により計画した割り付け図に基づきCFエレメントを配置するように製管した。施工管理はテーパライニング材と調整用ライニング材の割り付けに重点を置き、スムーズに施工を完了することが出来た。

表-4 工事概要

口 径	□2200×2000mm
施工延長	93.9m
最小曲率半径	7.5m

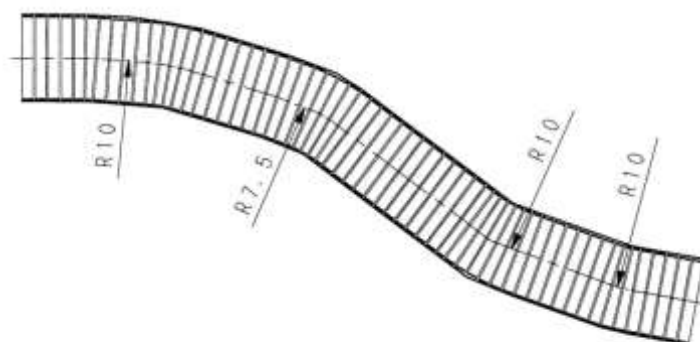


図-3 管路線形（現場実測による）



写真-2 施工前管内状況



写真-3 施工前の管内測量

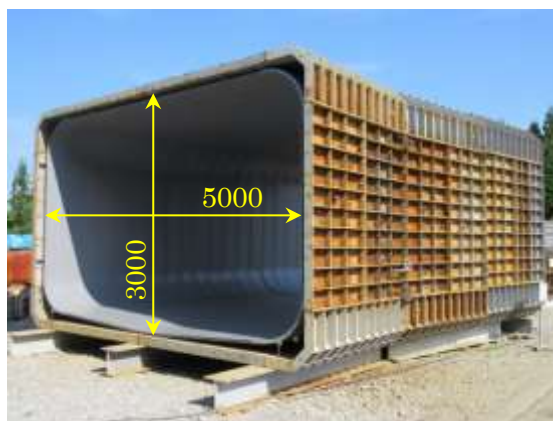


写真－４ 施工後の管内状況

#### 7. 超大口径管きょへの取り組み

従来では適用範囲の最大口径が $\square 30000 \times 3000\text{mm}$ であったが、更なる大口径管きょへの適用を目指し、 $\square 5000\text{mm} \times 5000\text{mm}$ まで適用領域を拡大した。施工方法としては従来と同様であるが、施工性の確認を行い、建設技術審査証明による立会試験により施工可能であることを実証した。

試験は $\square 5000 \times 3000\text{mm}$ で行い、前述の急曲線分を再現した曲率半径 15m の模擬管路を用いて確認した。



写真－４  $\square 5000 \times 3000$  への施工確認

#### 8. 今後の展望

今後増え続ける管きょの老朽化において、管更生分野へのニーズが益々高まるものと考えている。矩形きょにおいては現場打ち管きょが多数存在し、既設管のサイズが様々であることから、施工断面の検討には都度対応が必要となることが課題であると感じている。現場打ち管きょの特徴としては、管きょの線形が複雑であること、路線の一部に急曲線部分を含む現場が存在することが挙げられる。クリアフロー工法は、このような状況を踏まえ、急曲線部においても複合管として更生することを目指して技術の改良を行った。

施工実績は、22 物件で約 2,300m (2016 年 8 月現在) と積み重ねているが、今後、現場打ち管きょ特有の屈曲部や路線途中での断面寸法変更などへ対応が出来るように検討を進めたいと考えている。益々増え続ける老朽化した矩形きょをクリアフロー工法で更生を行うことにより、ライフラインの維持管理として社会貢献への一助としたい。

－執筆者－

クリアフロー工法協会

副技術委員長 三浦 仁



－問い合わせ先－

〒543-0016

大阪市天王寺区餌差町7番6号

株式会社大阪防水建設社内 クリアフロー工法協会

[TEL&FAX] 06-6761-6100

[HP] <http://www.clear-flow.jp>

[E-mail] [info@clear-flow.jp](mailto:info@clear-flow.jp)