

高強度薄肉化のストリング工法



平松 邦昭

タキロンシーアイシビル(株)
管更生技術グループ



家高 渉

タキロンシーアイシビル(株)
管更生技術グループ

1. はじめに

老朽化した下水道管きょの増加に伴い、管きょ更生工法が注目されはじめ、近年では多くの自治体で更生工事の発注が増加している。口径が大きい既設管きょは、更生工法の構造形式の分類で複合管が主流となっている。複合管更生工法は、既設管きょと更生材の充てん材が一体となり、耐荷性能や耐久性を確保する更生工法となる。そのため、既設管きょのコンクリート腐食、鉄筋の劣化度合が強度計算や耐震計算に大きな影響を与えるため適切に既設管状態を把握する必要がある。最近は既設管の老朽化が激しく、土圧や地震波に耐えるには更生部の充てん材厚が厚くなりすぎ、流下能力を損なう設計が発生するという声も確認されている。

このような現状を踏まえ、ストリング工法は（図1）更生部の材料に補強リング（SD345異形鉄筋）を配筋することにより高強度な更生管を構築し、あらゆる既設管の劣化度合にも耐荷・耐久性を確保しながら、流下能力を維持できる工法として2015年に開発された。本工法は、SD345異形鉄筋を現場状況に応じて曲げ加工した補強リングに、高密度ポリエチレン製のLFパネル（表面かん合部材）を管軸方向に組み付ける。次にLFパネル間の水密性を確保するためのファスナー（かん合部材）を設置、最後に既設管と表面かん合部材との間に充てん材を充填し、既設管きょを更生する組立管形式の複合管更生工法である。ストリング工法の適用範囲については表1の通りとなり、適応範囲内の施工では充てん材

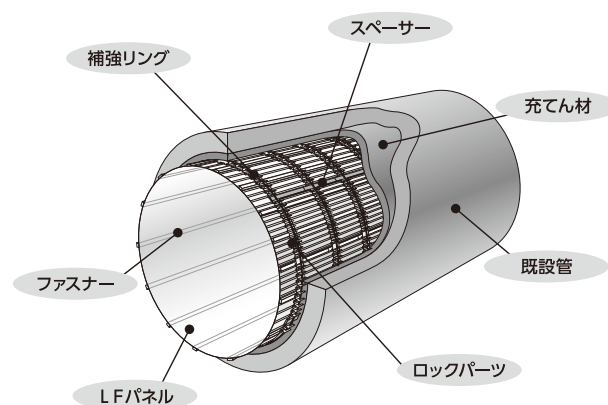


図1 更生管の概要

表1 ストリング工法標準適用範囲

項目	適用範囲
管種	鉄筋コンクリート管きょ等
口径	円形：φ 800～2000 矩形：短辺 800 mm 以上 長辺 3000 mm 以下
施工延長	300 m
断面形状	円形、矩形きょ
下水供用下施工条件	管径の17%以下かつ 250 mm 以下、流速0.6m/s 以下
継ぎ手部段差	20 mm 以下
継ぎ手部隙間	150 mm 以下
継ぎ手部屈曲角	6° 以下
曲率半径	15m 以上

注入時、支保が不要である点についても特徴であり、突然のゲリラ豪雨が発生しても作業者が地上に素早く退避できる工法である。

ここでは重要幹線において老朽化が激しく、標準施工では強度と流下能力の両方を確保できない矩形きよの更生に対応したストリング工法の施工事例を紹介する。

2. 補強筋を敷設した施工事例

2-1 工事概要

企業者：宮崎市上下水道局下水道部

下水道整備課

工事名：合流地区管渠改築工事

(2-6工区)

工事場所：宮崎県宮崎市

施工時期：令和2年度

既設管径：矩形きよ 幅2200×高さ1970mm

施工延長：53.4m

【現場状況】

更生断面の構造計算を行う上で、既設矩形きよの劣化度合は重要な要因となる。対象施工スパンは底版のコンクリートの老朽化が激しく、また事前調査結果で、頂版および底版の外側鉄筋の存在が確認できず、部分的には単鉄筋構造の想定で設計をする必要があった。既設矩形きよの鉄筋は、強度を評価する上で、引張強さに大きく起因する要素で、外側鉄筋が無い想定で設計をすると、更生部の充てん材厚が厚くなり更生断面が非常に小さく、必要な流下能力が確保できない更生断面になる(図2参照)。

このような既設矩形きよの条件下で、強度を確保し、かつ流量阻害を行わない更生断面を設計するために以下のような施策が必要となる。

2-2 補強筋の設置

既設矩形きよの老朽化が激しいため、製管工程を

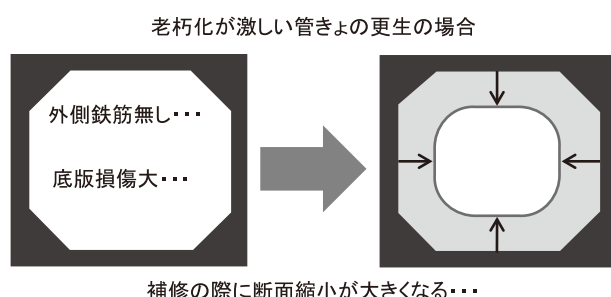


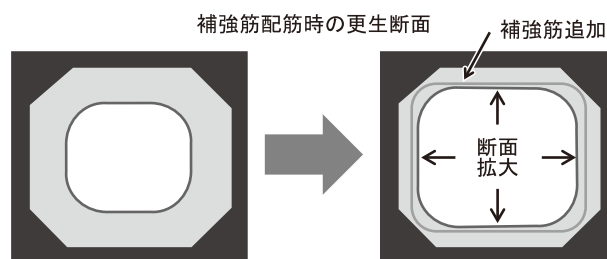
図2 標準施工の更生断面イメージ

実施する前に、既設矩形きよ内に補強リングのほかに、更生管の強度アップを図る目的で異形鉄筋(SD345 D13)を曲げ加工した「補強筋」を追加設置した。さらに不陸のある底部に対し、設計上必要な底部充てん材厚みを適切にかつ確実に確保するために、補強リング設置用「架台」を予め設置した。この施策を実施することで、仕上り更生断面を通常仕様に比べ約146パーセント拡大させた断面を確保する事が可能となった。流下能力(9割水深想定)も6.73 m³/sから11.18 m³/sとなり流下能力向上と計画流量の確保が可能となった(図3参照)。補強鉄筋追加仕様に関しては、製管工程の前段階で実施するため、補強リングの設置にも影響がなく、かつ架台の設置により必要充てん材厚を確実に確保することが可能となった。製管工前の補強筋設置状況写真を下記写真1に示す。

2-3 ストリング工法施工工程

これより、ストリング工法の製管工程について施工事例をもとに説明を行う。まず、本工法の標準施工工程を図4に示す。工程としては、前工程、製管工程、充てん材注入工程、後工程の4工程となる。

今回の現場ではフロー図内の製管工程の前段階に



更生後の断面の拡大が可能

図3 補強筋追加時の更生断面

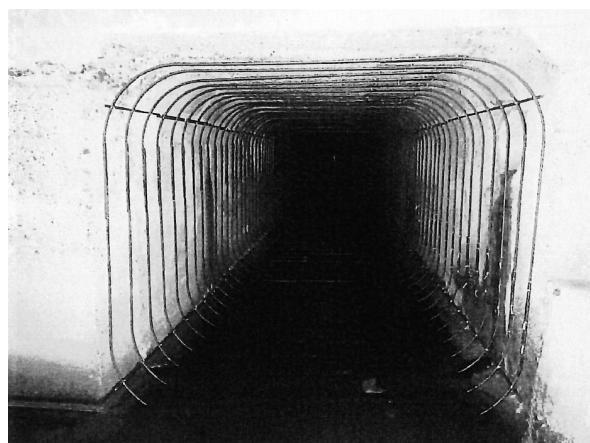


写真1 補強筋追加仕様状況

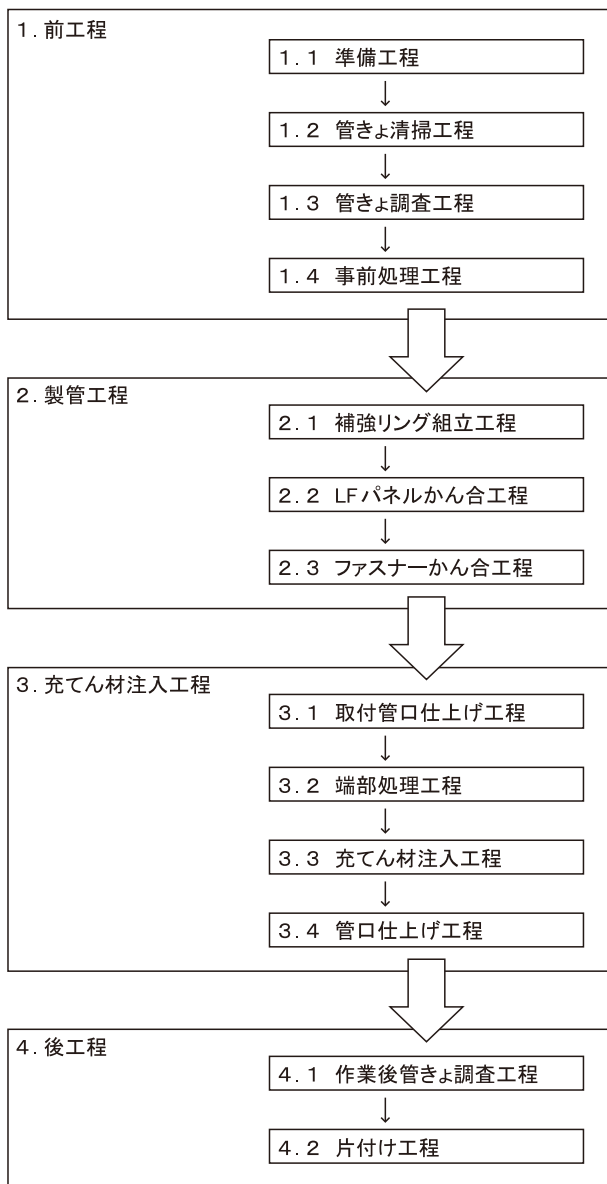


図4 スtring工法施工フロー図

て、更生管の強度アップを図る補強筋設置工を実施する。写真1に補強筋設置状況を示す。この際に管軸方向に偏心がないかを確認しながら設置する。次に既設矩形きよの管底部に補強リング設置用の「架台」を設置する。架台には既設矩形きよ底部に不陸があった場合にも、高さを調整する機構を設けているため、フロー図に示す補強リング組立工程にて補強リングを設置する際、補強筋が底部にあったとしても従来の既設矩形きよでの設置作業と同等の作業が可能となる。補強リング設置状況を写真2に示す。

補強リング設置も同様に管軸方向に対し偏心がないか確認しながら設置する。補強リング設置時、連結スペーサーを用いるだけで管軸方向の設置間隔を等間隔（@250mm）にする事が可能となり、誰でも容易に品質確保できる作業が可能となっている。



写真2 補強リング設置工程

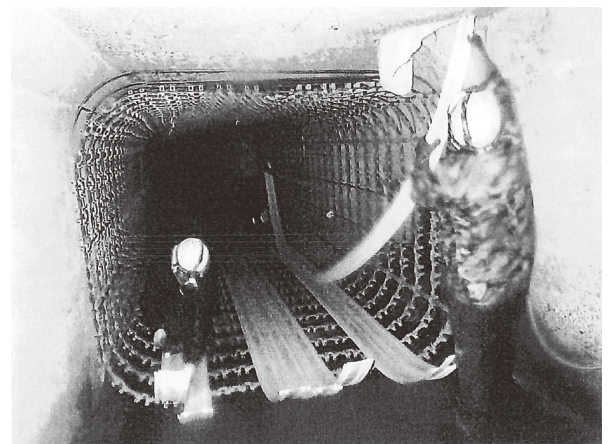


写真3 LFパネル嵌合工程

補強リング設置完了後、表層材となるLFパネルを設置する（写真3）。LFパネルはロール状で継ぎ目のない施工管長以上の長さで現場に搬入する。LFパネルを引き込み、上下流の管口で余長を残しパネルを切断する。その後、補強リングのロックパーツに専用施工治具を用いてLFパネルをかん合する。

LFパネルかん合後、ファスナーかん合工程となる。パネル間をファスナー部材でかん合し、LFパネル同士の水密性を確保する（写真4）。施工方法は、専用のかん合治具にファスナー部材を取り付け、上下流どちらかの管口にファスナーかん合治具を設置し、反対側の管口側に電動ウインチを設置し、ワイヤーでかん合治具を牽引することで、ズボンやカバンのチャックが閉まる様子と同じように、隣り合うLFパネルがファスナーとかん合する。

2-4 裏込め充てん前更生厚の確認

ファスナーかん合後は、両端部の閉塞処理を実施し、充てん材注入工程に移る。この段階で、既設管



写真4 ファスナー嵌合工程

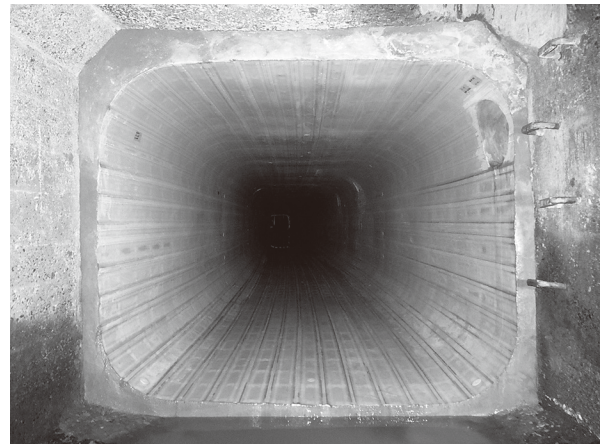


写真5 更生後出来形

とLFパネルの隙間を測定し必要な更生厚が確保できているかを両管口にて測定する。複合管の出来形管理については、充てん材注入後に更生管の内径管理が一般的となっている。出来形内径管理は、流下能力の品質確認は可能だが、強度の安全性担保となる充てん材厚の確認については偏心、偏肉の観点で不安が残る。そこで、宮崎市様の要望もありストリング工法では、図5に記載のように頂部、側部、底部の合計4ヶ所について、強度計算で算出した必要最低更生厚（D1～D4）が確保できているか確認し、確実な出来形品質確保に努めて施工を実施した。両管口の測定において、D1,D2,D4については更生厚の直接測定を実施する。D3に関しては、現場水位が低く、目視可能な場合は直接測定を実施する。いっぽうで現場水位が高く目視が困難な場合は、既設矩形きょの内径寸法からD1の値と更生管内径寸法の値を引いた値から相対的に算出する（ $D3 = \text{既設矩形きょ内径寸法} - D1 - \text{更生管内径寸法}$ ）。本工事では、底部は設置した架台により、必要更生厚を確実に確保可能であり、側部の更生厚についても補強リング設置の段階で、スペーサーを設置しリングの偏心が無いように調節を実施することで、設計通りの更生厚の確保が可能となる。また、必要に応じ

て充てん材注入口にて既設管からLFパネルまでの隙間を測定し必要厚さを確保しているか確認しながら充てん材を注入する事も可能である。

一連の寸法確認後、充てん材注入工程に移る。本工法の充てん材注入は、各層毎に打設高さの規定を設けた段階的な打設方法となっており、管軸方向に対し、適切な注入ピッチにて打継を行いながら充てんをおこなう。

充てん材充てん後、注入孔などの閉塞処理を実施し、内径測定等、出来形品質の確認を行い完了となる。写真5に完成写真を示す。

3. おわりに

今回、紹介した補強筋設置事例では、補強筋を追加設置することで、強度を確保しながらも流下能力を満足する更生断面を確保できた事例となる。ストリング工法では、既設管の劣化度合に合わせた柔軟な設計対応が可能になるため、今後も工法の特長である高強度薄肉化を活かしたより良い提案活動に取り組んでいきたいと考えている。最後に、本工事の無事完成にあたり、発注者様をはじめ関係者の皆様方に多大なるご支援と御指導をいただいた件について、この場をお借りして深く御礼申し上げます。

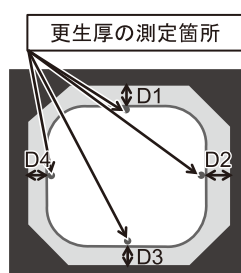


図5 更生厚の測定箇所について

問合せ先

FFT工法協会

〒530-0001

大阪市北区梅田3-1-3タキロンシーアイシビル(株)内

TEL 06-6453-7170 FAX 06-6453-5310

<http://www.fft-s.gr.jp/>

水を流しながら施工できる管路更生工法 ～ 3 工法の概要と施工事例～



岡野 敏彦
日本 SPR 工法協会技術部

日本 SPR 工法協会では、現在、「管きょ更生工法」における設計・施工管理ガイドライン」の適用工法として、複合管 2 工法（SPR 工法、SPR-NX 工法）と自立管 3 工法（オメガライナー工法、SPR-SE 工法、RPC 工法）を取り扱っており、令和 2 年度末までの累計施工実績は 2041km である。本稿では、代表的な工法である SPR 工法及び SPR-SE 工法と、近年開発され建設技術審査証明を取得した SPR-NX 工法の概要と施工事例について紹介する。

1. SPR 工法

1-1 工法概要

SPR 工法は既設管と硬質塩化ビニル製の表面部材（プロファイル）が裏込め材（特殊モルタル）により、一体となって土圧等の外力に対抗する複合管である。SPR 複合管の構造解析には、特性の異なる強度部材（既設管、更生材）を適切に評価できることから、ガイドラインでも推奨する「非線形 FEM 解析」を採用している。

最大の特長は円形、矩形、馬蹄形など、あらゆる形状に対応でき、かつ下水の流れを止めることなく施工できること。施工方法は、管をつくる製管機をマンホール内に固定して、つくった管を既設管内に押し込んでいく「元押し式製管方式」（図 1）と、製管機が既設管内を自走しながら、既設管内に管をつくる「自走式製管方式」（図 2）がある。

元押し式は既設管 ϕ 250～900 に、自走式は既設管 ϕ 800 以上の円形管および一辺 900 以上の矩形きょ、

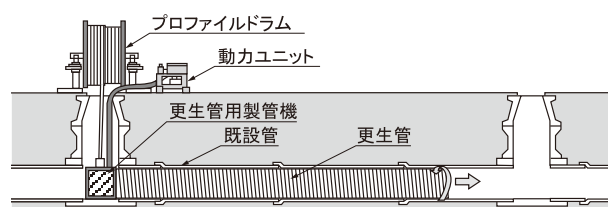


図 1 元押し式製管方式（SPR 工法）

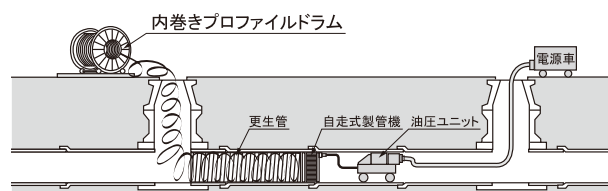


図 2 自走式製管方式（SPR 工法）

馬蹄形きょ等あらゆる断面形状に対応している。

1-2 施工事例（1）

1-2-1 工事内容

発注者：東京都

工事件名：谷端川幹線再構築その 3 工事

工期：平成 27 年 8 月～平成 28 年 3 月

施工内容：馬蹄形渠（階段部、一般部）の更生

- 1) 既設管径： $\square$ 3590mm $\times$ 3550mm（階段部）
 $\square$ 3610mm $\times$ 3600mm（一般部）
- 2) 更生管径： $\square$ 3390mm $\times$ 3240mm（階段部）
 $\square$ 3400mm $\times$ 3360mm（一般部）
- 3) 延長：25.00m（階段部）

30.00m（一般部）

1-2-2 本現場の特徴・施工状況

階段部は全体で延長67.1mあり、そのうち本工事では25m（5mごとに15cmの段差）を施工した。自走式製管方式の製管工程では、通常、日々の製管作業終了時に製管機を管内に残置するが、本現場では降雨時に階段部の水流が渦巻くため、製管機流出防止用の鋼製ブラケットを製管機下流側の既設管側部と底部にアンカーボルトで固定した。（写真1）

裏込め材注入時の支保工は、支保全体を腹起し材で連結し、管軸方向の剛性を高めるとともに、腹起し材の両端部を既設管にアンカーボルトで固定した。（写真2）

また、地表面から管底までの高低差が11～14mと深いため、作業員の出入りにはセーフティブロックを使用するとともに、緊急時の作業員の退避に時間を要することを考慮し、マンホール内の管頂部よりも高い位置に緊急避難場所を設置した。（写真3）

降雨による水位上昇等に対しては、休工日でも大

雨注意報等の発令時は24時間体制で現場を監視するなど、万全な体制で施工し、無事故で工事を完了した。（写真4）

2. SPR-SE工法

2-1 工法概要

SPR-SE工法は既設管の老朽化が著しく、残存強度が期待できない場合でも対応可能な工法として開発したもので、下水の流れを止めることなく施工できる管路更生業界唯一の「自立管」製管工法である。施工方法は、マンホール内につくった管を一定の長さ毎に到達側マンホールからウインチで既設管内に引き込む「牽引式製管方式」（図3）と、製管機が既設管内を自走しながら、既設管内に管をつくる「自走式製管方式」（図4）がある。牽引式製管方式は既設管φ450～900に、自走式製管方式は既設管φ900～1650に対応している。鉄筋コンクリート管、強化プラスチック複合管、コルゲート管などあらゆる管種に適用する。



写真1 製管機の流出防止（SPR工法）



写真3 緊急避難場所（SPR工法）



写真2 支保工の流出防止（SPR工法）



写真4 完成断面（SPR工法）

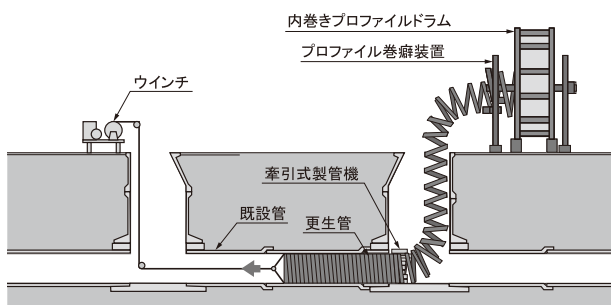


図3 牽引式製管方式（SPR-SE 工法）

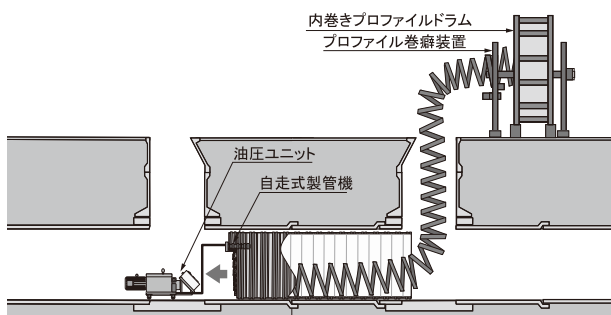


図4 自走式製管方式（SPR-SE 工法）

2-2 施工事例（2）

2-2-1 工事内容

発注者：茨城県

工事件名：管渠（深芝中央幹線）改築工事
（第6工区）

工期：平成30年4月～平成31年3月

施工内容：円形渠の更生

- 1) 既設管径：φ 1500mm
- 2) 更生管径：φ 1360mm
- 3) 延長：116.48m

2-2-2 本現場の特徴・施工状況

「既設管の残存強度が不足するため複合管として設計できない」「上流のポンプ場から日平均2万m³の汚水が絶えず流入し全量の水替えは困難」という課題に対応するため、SPR-SE工法を採用していただいたものである。現場は常時約70cm程度の水深があったため、仮排水管による水替えを行い、作業時の水深を40cm程度まで低下させて施工した。製管作業ではSPR-SE用プロファイル（更生材）に巻き癖を付与するが、施工品質を確保するため、定期的に巻き癖径の計測を行った。（写真5）

既設管は手で触ると表面がポロポロと剥離するほ

どに劣化が進行していたため、剥離した骨材等がプロファイルの嵌合部に入り込まないように、細心の注意を払いながら製管作業を行う（写真6）とともに、酸欠や硫化水素対策として、常時、管内の状態をモニタリングしながら、管内換気を徹底し無事故で工事を完了した。

3. SPR-NX工法

3-1 工法概要

SPR-NX工法は前述のSPR工法と同じ複合管である。「下水の流れを止めることなく施工できる」というSPR工法の特長を継承しつつ、徹底した施工機械の小型化（図5）で施工中の流下阻害を低減するとともに、高剛性プロファイルと簡易な浮上防止工との組み合わせによる支保工レス注入技術により、安全でかつ工期短縮を可能とした。施工方法は自走式製管方式のみ（図6）で、既設管φ1000～2000に対応している。高剛性プロファイルを使用するため、既設管φ1000～1500の場合はSPR-SE用プロファイルに巻き癖をつける「巻き癖装置」を使用する。



写真5 巻き癖径の計測（SPR-SE工法）



写真6 製管作業（SPR-SE工法）

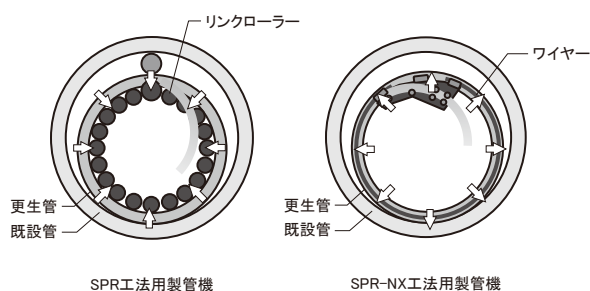


図5 SPR工法とSPR-NX工法の製管機比較

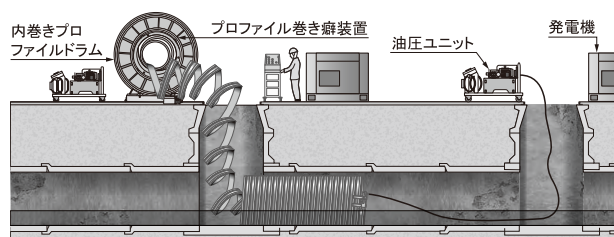


図6 自走式製管方式（SPR-NX工法）

3-2 施工事例（3）

3-2-1 工事内容

発注者：池田市（大阪府）

工事件名：学大脇塚幹線（2-0⑭～⑳）耐震化工事

工期：令和元年5月～令和2年1月

施工内容：円形渠の更生

- 1) 既設管径：φ1000、φ1100mm
- 2) 更生管径：φ910、φ1000mm
- 3) 延長：438.10m

3-2-2 本現場の特徴・施工状況

施工箇所は、学大脇塚幹線の末端に位置し処理場が近く、雨天時の水量が多い現場である。当初はSPR工法での施工を予定していたが、支保工による雨天時の流下阻害が懸念されたため、浮上防止工のみで裏込め注入時の支保工が不要なSPR-NX工法での施工を承諾していただいたものである。

SPR-NX工法で対応できる最小径の現場ではあったが、施工機械が小型化されているため、管内での製管作業や資機材の搬入・搬出などは比較的容易に行えた。（写真7）

裏込め材注入時の支保工を設置せずに、腹起し材と2m間隔の単管パイプ・ジャッキベースによる浮上防止（写真8）のみのため、従来のSPR工法に比べ、流下阻害を大幅に低減。台風シーズンは施工を一次中断したが、工期に後れを生じさせることなく、無事故で工事を完了した。



写真7 製管作業（SPR-NX工法）

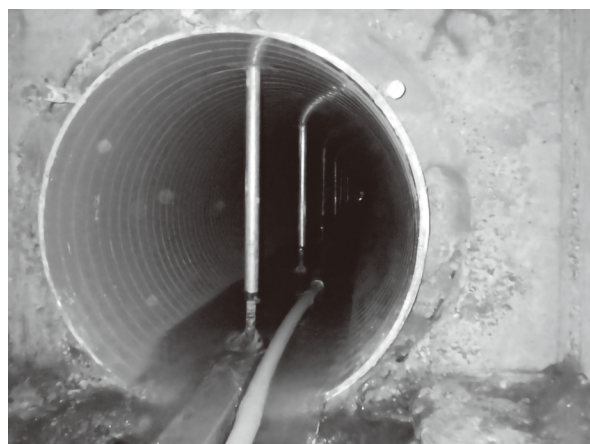


写真8 浮上防止工（SPR-NX工法）

4. おわりに

本稿では、30年以上の歴史のあるSPR工法とその後開発されたSPR-SE工法、SPR-NX工法を紹介したが、いずれも様々な課題分析から生まれたものである。

日本SPR工法協会としては、施工現場の安全性や施工品質の確保はもとより、今後も各種工法の改善・改良に取り組み、管路更生事業を通して社会に貢献する所存である。

問合せ先

日本SPR工法協会

〒101-0047

東京都千代田区内神田2-10-12 内神田すいすいビル4F

TEL 03-5209-0130 FAX 03-5209-0131

<http://www.spr.gr.jp>

管内水替えを併用した施工例



長畑 拓也
パルテム技術協会技術担当

1. はじめに

中・大口径管きよの老朽化対策として、年々管更生の適用が増加しているが、管更生工事でも、昨今の急激な環境変化（気象状況）や厳しい施工条件下での施工対応など課題も発生しており、例として、大水量の下水道幹線においての、安全対策や、施工品質の確保が求められている。

今回はパルテム・フローリング工法の需要が特に高い大口径下水道管きよの施工実績の中で、そのような厳しい施工条件下において、より良い施工品質と安全性の確保に有効な管内水替えを実施しながら、施工を行った事例を紹介する。

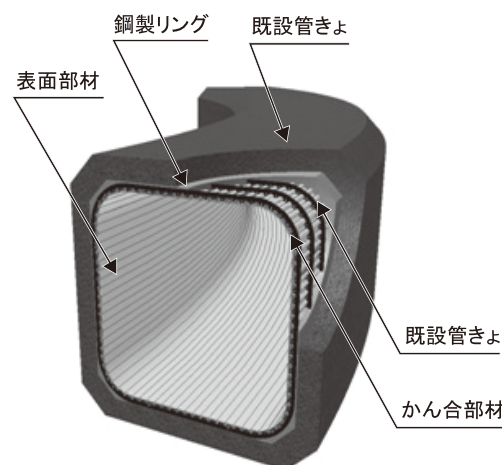


図1 更生管構造図

2. 工法の概要

パルテム・フローリング工法は、既設管きよ内で組み立てた鋼製リングに、高密度ポリエチレン製のかん合部材と表面部材を管軸方向に組み付け、既設管と表面部材との間に充填材を充填することにより、既設管きよを更生する工法であり、既設管きよと更生材が一体となって更生管を形成する。

更生管の構造図を図1に示す。また、パルテム・フローリング工法の標準適用範囲を表1に示す。

3. 標準施工工程

パルテム・フローリング工法の標準施工工程を図2に示す。また、製管工、裏込充填工の施工イメージを図3に示す。

表1 標準適用範囲

項 目	標準適用範囲
管 種	鉄筋コンクリート管きよ等
管きよの口径	円形：φ800~3,000mm (最大実績5500mm) 非円形： 短辺 800mm以上 長辺 5,000mm以下
標準施工延長	制限なし（最長スパン750m）
管きよの断面形状	円形、馬蹄形、矩形、卵形など
管路供用下施工条件	水深が内径の15%以下 もしくは30cm以下
管きよの継ぎ手の段差	円形の場合12~125mm 非円形の場合10~128mm
管きよの継ぎ手の開き	200mm以下
曲率半径	内法半径3.6m以上
屈曲角度	12度以下
勾配調整	調整高さ20mm以下

3-1 製管工

(1) 鋼製リング組立工

分割した鋼製リングをマンホールから管内に運搬し、ボルト・ナットで鋼製リングを組み立てる。取付管等の障害物がある場合には、鋼製リングの間隔を調整して組み立てる。

鋼製リングの組立後、各鋼製リングに位置調整金具又はアンカーを取付けて固定する。また、位置調整金具を使用し高低差をつけることによって、勾配の調整を行うことも可能である。

(2) かん合部材・表面部材組付工

鋼製リングを組立完了後、かん合部材をマンホールから搬入し、鋼製リングの溝にプラスチックハンマーで組み付ける。その後、表面部材を搬入し、同様にかん合部材に組み付ける。

取付管等の分岐管がある場合は、取付管に接続した塩ビ管等の仮配管を塞がないように鋼製リングとかん合部材・表面部材を組み立て、仮配管と表面部材との隙間に間詰めを行い、充填材の漏れを防ぐ。

3-2 裏込充填工

表面部材の組み付け完了後、部材端部を切り揃えて、端部処理を行う。充填口は、表面部材をネジ削孔し、平均5m～10mの間隔で設置する。充填材は、充填ポンプを使用して数日に分けて打設し、充

填最終日は上流側に設置したエア抜きパイプにて充填完了を確認する。

4. 管内水替えを併用した施工例

4-1 工事概要

〈企業者〉 さいたま市建設局南部建設事務所

〈工事名〉 鴨川第42処理分区下水道工事

〈工事場所〉 埼玉県さいたま市

〈施工時期〉 平成25年～令和元年

〈既設管径〉 幅2250高さ2250mm～
幅3000高さ2700mm

〈施工延長〉 1450m

〈現場状況〉

本工事は、さいたま市の下水道管老朽化対策事業の一環として経年劣化した合流管きょの内、特に劣化が激しい別所沼公園から県道57号線に向かう約1.5kmを更生することにより長寿命化を図るとともに、耐震継手を設置することで併せて耐震化を図る目的で計画された。管内状況としては、主に幅3000mmの主要幹線であるため流水量が多く、更に既設管きょの不陸の影響で水深が40cmを超える箇所もあった（写真1参照）。

このような管内流水条件において、施工時の管内水位を減水して、安全に管内作業が可能なパルテム・フローリング工法が採用された。

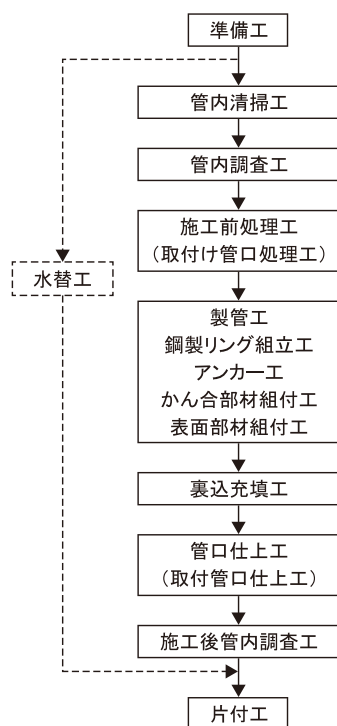


図2 標準施工工程

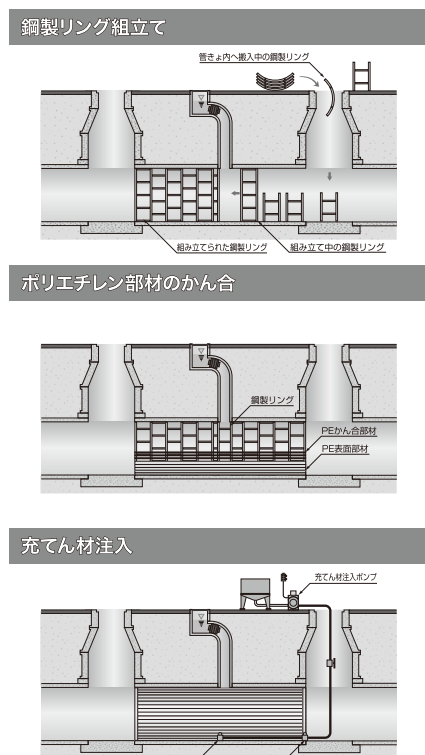


図3 施工イメージ図

4-2 管内水替えの方法

管内水替えは、製管作業に支障が生じないように、大水量水中ポンプと吊り配管の設置による水替えを計画した。また、最上流部の堰は角落しタイプの締め切り堰を採用し、日々の管内作業終了時に撤去を行い、流水阻害を最小限とした。

最上流部に、水中ポンプと締め切り堰を設置した状況を、写真2に示す。

次に、施工区間に配管する水替え用の配管の設置方法については、頂版部に金具を設置し約2m間隔に吊り固定した。

水替え配管の設置状況を写真3に示す。

4-3 管内水替え併用の施工

管内水替えを併用した場合の施工工程について、施工事例を説明する。

写真3で示したように、既設管きょから離して配管を固定することで、作業が可能なスペースを確保した。鋼製リングの組立は、4分割されているため、配管を設置した状態でも、通常どおりの進捗で組立

作業が可能である。

製管作業状況を写真4に示す。

かん合部材・表面部材の組付けでも、既設管頂版に設置した吊り金具箇所の数列を除いて、通常通りの組付作業が可能である。吊り金具設置箇所を除いた部分の製管作業が完了した段階で、側壁の上部付近まで裏込め充填作業を行う。

パルテム・フローリング工法は管底部より1日の充填高さを50cm以下とし、数日かけて充填作業を行う。充填作業を数日かけて丁寧に段階的に充填を行うメリットは大きく分けて2つある。

1つ目は、製管材独自の支保力を目安に50cm以下と充填高さを制限しているため、管内に支保工が不要なことである。施工中の流下性能や、急なゲリラ豪雨に対して、支保材による断面阻害もなく、緊急時の避難性などの安全面にも優れている。

2つ目は、段階的に充填を行うことで、背面の確実な充填が可能なことである。日々の高さ管理と管頂部に設置するエア抜きパイプとの併用により更生管にとって最も重要な完全充填を実施できる。工



写真1 作業時の管内水位（40cm）



写真3 管内配管設置状況

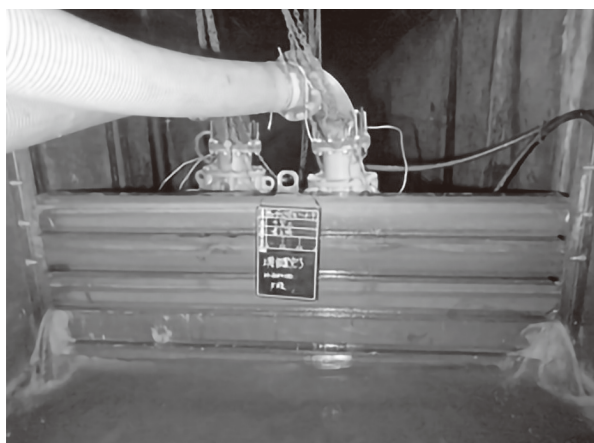


写真2 作業時水替え仮設の例



写真4 管内配管状況下での製管作業

期的には多少長くなるが、それを差し引いても安全面と、高品質を両立した施工方法であると評価を得ている。

管内支保工が不要なことと、管底部より段階充填を行うという特長により、管頂部を残して、通常通りに裏込め充填を行うことが可能となる(写真5参照)。

側壁上部まで充填した後に、設置した吊り下げ配管や、水中ポンプ等の水替え設備を撤去する。最後に、残っている未製管部にかん合部材・表面部材の組付け作業を完了させた後、通常通り、下水共用化で管頂部の充填作業を行うことで、施工完了となる。本現場では、施工途中で水替え設備を撤去したが、必要があれば、製管・充填作業が完了している管底部に配管を再設置することで、継続して管内水替えを行うこともある。

4-4 管内水替えの有効性について

(1) 施工品質と安全性の確保

パルテム・フローリング工法に使用する材料は、供用中の下水管内でも、性能を確保するよう開発されているが、コンクリート製品を施工する観点から、施工時の管内流速を抑え水位を低減することが望ましい。また同時に、施工中の安全性を確保することも求められている。

そこで、地上の周辺環境や公共施設の負担を軽減する「管内水替え」を行うことで、施工品質と安全施工を同時に確保することができる。

(2) 通常水位下の適切な処置が可能

本現場は、既設管きよの側壁下段～管底部が損傷し鉄筋が腐食している箇所があった。

既設管きよの損傷状況を写真6に示す。

管更生工事において、施工前に既設管きよの状態を把握し、適切な処置を行うことは大切である。下水供用下施工は管更生工法全般の大きな強みではあるが、施工時に既設管きよの管底付近の状態を把握しづらいという課題がある。管底付近の状態の把握と処置を確実にを行うために、管内水替えは非常に有効な方法の1つと考えている。

5. おわりに

今回、報告させていただいた管内水替え併用の施工事例では、管頂部に吊り金具により配管を吊る方法で施工しましたが、他にも既設管の側壁にブラケット金具を設置し配管固定をする方法や、施工工法の特長を活かし、頂版・側壁部の製管作業時は通水下で施工して、管底部の製管・充填作業時のみ管内水替えを行うことで、管内水替え期間を最小限する方法で対応している事例もあり、現場状況にあわせた対応が可能です。

今後も人力製管工法のパイオニアとして高い技術と使命感をもって、工法の特長を活かした、より良い提案に取り組んでいきたいと考えています。

最後に、当工事の無事完成にあたりまして、多期にわたり発注者様をはじめ設計コンサルタントや関係者の皆様方に多大なるご支援とご指導を賜りましたことを深く御礼申し上げます。

問合せ先

パルテム技術協会

〒101-0032

東京都千代田区岩本町2-6-9 佐藤産業ビル4階

TEL 03-5825-9455 FAX 03-5825-9456

<http://www.paltem.jp/index.html>



写真5 目視による充填確認状況



写真6 既設管きよ側壁下部の損傷例

光硬化工法の代表的な施工例



大河原 隆
光硬化工法協会
技術委員会

1. はじめに

光硬化工法協会が取扱う本管更生工法は、アルファライナー工法とシームレスシステム工法の2種類がある。このうちアルファライナー工法は2016年から公共下水道の管更生工事に採用され、2020年度は72,700mを超える施工実績を得ることが出来、シームレスシステム工法の施工延長を上回る実績を得ている。

今回は、このアルファライナー工法について、代表的な施工例を紹介する。

2. アルファライナー工法の概要

アルファライナー工法はガイドラインの自立管の要求性能をすべて満たしており、耐震性能の一環として既設管への追従性も有している。また、日本下水道協会のⅡ類資器材に登録され、ライナーの製造工場は工場認定制度の適用を受けている。自立管の適用口径はφ150～φ800であり、標準的な施工延長は100mであるが、施工条件等によっては100m以上の管きょ延長にも適用可能である。

工法の主な特長は、

- ①硬化前にライナー内面の出来形を確認できる
- ②施工計画書の時間配分に従った施工が可能
- ③ライナーは製造後、常温で3か月の保管が可能
- ④環境温度の影響を受けないため浸入水があっても

施工可能である。

3. 工事概要

工事対象管路：公共下水道
施工場所：国内東海地方
既設管呼び径：φ800
路線延長：96.2m
取付管箇所数：22か所（汚水12、雨水10）
ライナー仕様：呼び径800、呼び厚さ16mm、長さ98m
施工日：2018年11月21日
しゅん工検査：2019年3月6日
工事成績：80点

4. 施工の詳細

4-1 光照射装置

アルファライナー工法の施工には、呼び径に応じて光照射装置の出力を選定して使用している。当該路線においては、出力2000Wの光照射装置を採用した。この場合、1分間あたり40cm以下の速度で光照射装置を移動すればライナーは確実に硬化する。施工においては、35cm/分の移動速度で管理した。マンホール管口の硬化に上下流それぞれ10～15分程度が必要になるため、材料長98mの硬化時間は300分を少し超える程度であった。

4-2 ライナー引込み工程

アルファライナーをマンホールから引込挿入する際に、安全かつライナーへの過大な負荷を防止するため、引込補助装置を使用した。光硬化工法が採用



写真1 光照射装置



写真4 ライナーの引込み用ウインチ



写真2 ライナー引込み補助装置



写真5 脱臭装置



写真3 ライナーの引込み状況

している引込み補助装置には数種類あるが、今回は『ドラムタイプ』を使用した。また、ライナーの引込みは2.5tonのウインチを使用した。

4-3 臭気対策

光硬化工法では、施工中に発生する臭気を除去するために脱臭装置を使用する。脱臭装置はライナーの拡径工程から硬化工程の終了まで到達側（通常は

下流側）マンホールの上に設置して排気に含まれる臭気を除去する。また、硬化後の作業状況に応じて発生する臭気の除去にも使用される。

4-4 拡径・硬化工程

アルファライナー工法の自立管として最大口径における最大延長の施工であったが、拡径・硬化工程は通常の施工と同様に実施され、施工計画書のスケジュール通りに完了した。（写真6、7参照）

5. 出来形

更生管の厚み測定として実施した内径測定の結果を表1に記す。また、施工前と施工後の管内および管口の状況を写真8～11に記す。

6. 物性試験結果

アルファライナー工法は日本下水道協会の認定工場で製造されるⅡ類資器材登録工法であるため、しゅん工時の物性試験は曲げ試験のみ実施した。曲げ試験の結果を表2に記す。



写真6 管口硬化状況



写真8 施工前/50m付近



写真7 光照射装置操作盤



写真9 施工後/50m付近

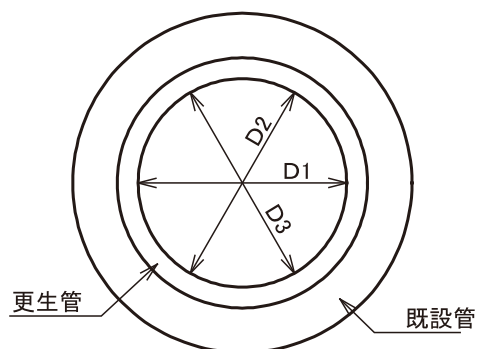
表1 内径測定状況

単位: mm

管口		既設管	更生管	厚み	平均値
上流	D1	793	761	16	16.0
	D2	795	763	16	
	D3	796	764	16	
下流	D1	801	767	17	17.2
	D2	802	767	17.5	
	D3	806	772	17	



写真10 施工前の管口



7. おわりに

今回紹介したアルファライナー工法の実績は呼び径800自立管の最長スパンであるが、口径700以下では100mを超える施工実績も多数ある。今後も安全・安心・高品質・短時間施工の工法を目指し、改善、改良を重ねていく所存である。



写真11 施工後の管口

表2 物性試験結果

単位：MPa

n	曲げ強さ	曲げ弾性率
1	128.7	7378.4
2	143.8	7254.2
3	140.9	8234.3
4	129.0	8233.6
5	122.8	7542.5
平均値	133	7730
規格値	100	4500

問合せ先

光硬化工法協会

〒160-0004 東京都新宿区四谷2-10-3 TMSビル

TEL 03-5367-5173 FAX 03-3355-5786

<https://www.lcr.gr.jp/>

