

急角度・急曲線への対応およびサポートレス施工の紹介



富岡 康明
3SICP 技術協会

1. はじめに

全国の大都市を中心に下水管路施設の老朽化が急速に進んでおり、その改築・更新が大きな課題となっているなか、非開削工法である更生工法がその主体となっている。今回、更生工法のうち中大口径の管きょに多く採用されている製管工法の一つである、3 S セグメント工法について紹介する。

本文では、近年に行われた施工事例として、大きな屈曲角度がある矩形きょの施工および円形管で作業性の向上を目的としたサポートレス施工等について述べる。

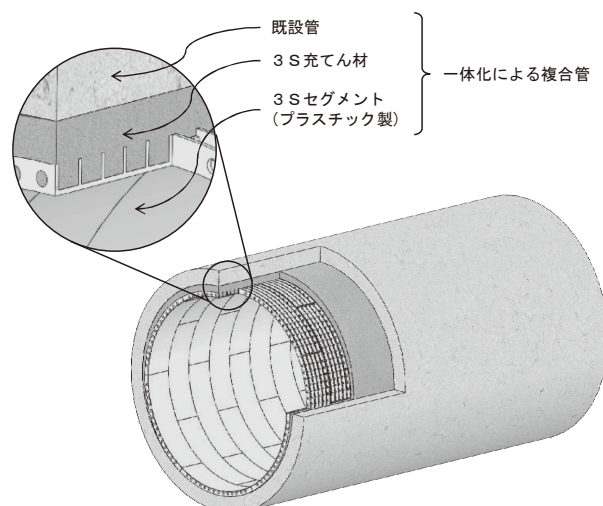


図1 3 S セグメント工法の概要

2. 工法の概要

3 S セグメント工法は、透明で軽量のプラスチック製セグメント（3 S セグメント）を人力にて既設管きょ内に搬入し、ボルト・ナットを用いて組み立てを行う。その後、既設管きょとの間に充てん材（3 S 充てん材）を注入することで、3 S セグメント、3 S 充てん材および既設管きょを一体化した複合管を構築する工法である。

3 S セグメント工法の概要を図1に、標準的な適用範囲を表1に示す。

表1 適用範囲（標準）

項目		適用範囲（標準）
対象管種		鉄筋コンクリート管
対象管径	円形	呼び径800～3000
	非円形	短辺1000mm以上 長辺6200mm以下
施工延長		制限なし
下水供用下条件 （水深）		呼び径800～1500：呼び径の30%以下 呼び径1650以上：50cm以下
管きょ 継手部	段差、 ズレ	円形：呼び径20～70mm* 非円形：呼び径の2%以下
	隙間	150mm以下
	屈曲角*	円形：20°以下 非円形：17°以下
曲線半径		3.2m以上

※呼び径により異なる

【工法の特徴】

- 3 S セグメントは軽量（1ピース最大4kg程度）で、搬入・運搬・組立が人力で可能。
- 3 S セグメントは透明なため、充てん材の注入状況が目視で確認でき、確実な充てんが可能。

3. 施工事例

【事例1：屈曲角が大きい施工】

既設管内寸：□2800×2500

更生管内寸：□2516×2366

屈曲角度：50.66°

既設管きょは、内寸が□2800×2500と比較的大きい断面であり、屈曲角が50°を超える屈曲部の連続製管は一般的に難しいと思われるが、本事例では以下の通りとした。

3 Sセグメント工法の非円形きょの公称適用範囲（屈曲角）である最大17°は、屈曲・曲線部用のセグメントである屈曲タイプ1リングの製作可能な角度である。したがって、17°を超える屈曲部に対しても、屈曲タイプを角度に応じて数リング連続させることで対応可能となる。

今回、2リング加工品の屈曲タイプ（6.14°）を8リング、1リング加工品の屈曲タイプ（1.53°）を1リング、計9リング採用している。

更生管内寸は、構造上の耐荷・耐震性および既設管と同等以上の流下能力を確保しつつ、側壁部のクリアランスを確保することで、50.66°の屈曲部を3 Sセグメントを連続して製管することが可能となる□2516×2366とした。

3 Sセグメントの断面割付を図2に、屈曲部の平面割付を図3に示す。また、写真1に屈曲部の更生前状況、写真2に更生後状況を示す。

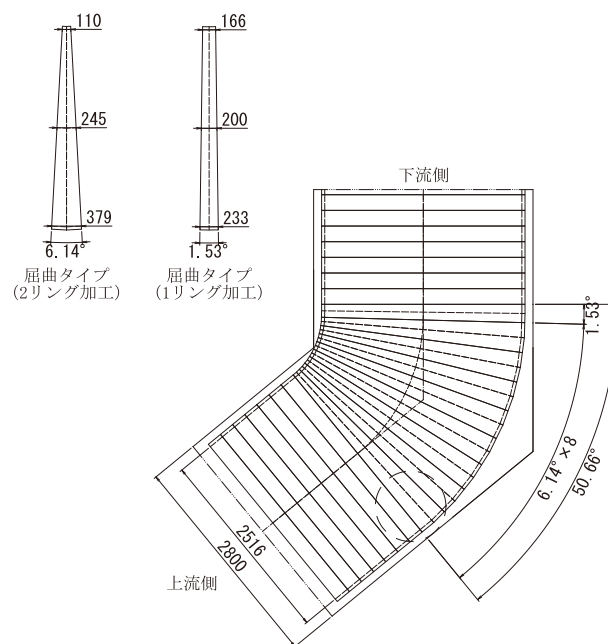


図3 屈曲部の平面割付



写真1 屈曲部の更生前状況

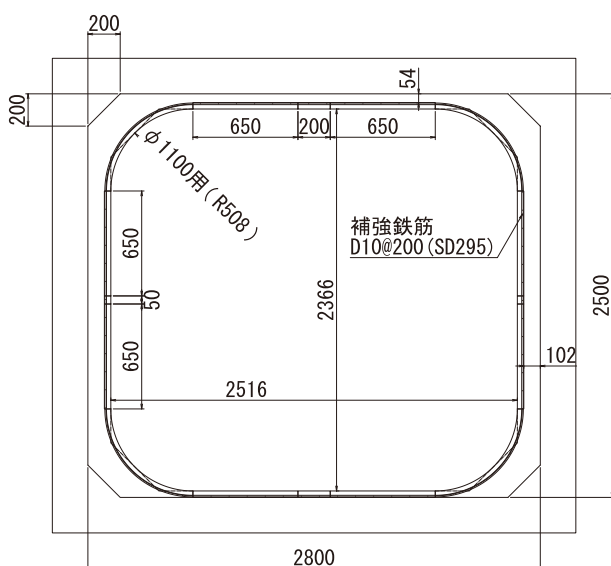


図2 3 Sセグメント断面割付

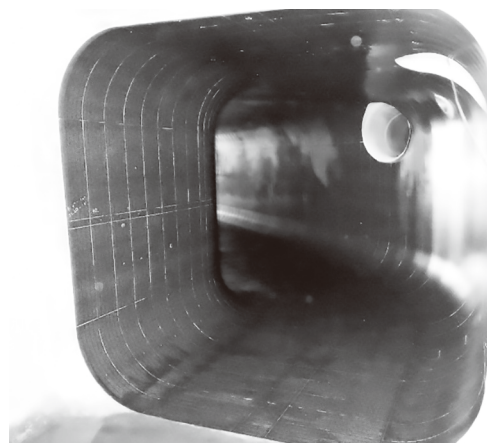


写真2 屈曲部の更生後状況

【事例2：サポートレスによる施工】

既設管内径：φ1000

更生管内径：φ915

更生延長：406.11m

3Sセグメント工法では、これまでφ1000以上の管きょに対しては、3S充てん材注入時の3Sセグメントの変形および浮き上がりを防止するためにサポートの設置を行ってきた。しかし、設置されたサポートにより管内の作業性が低下するため改善が求められていた。

そこで、既設管きょと3Sセグメントの間に設置するスペーサーの数量を増やし、浮上がり等の防止とすることで、φ1000以上φ2000以下の管きょに対してサポート省略を可能とし、管内での作業性を向上させる方法を開発した。

サポートレスの施工フローを図4に示す。また、従来のサポート設置時の配置を図5に、今回行ったサポートレス時の配置を図6に示す。

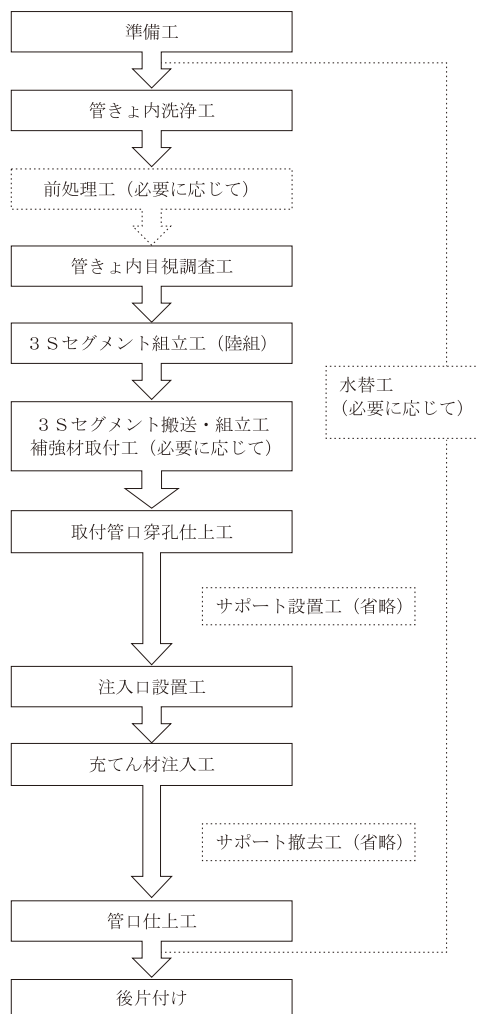


図4 サポートレスの施工フロー

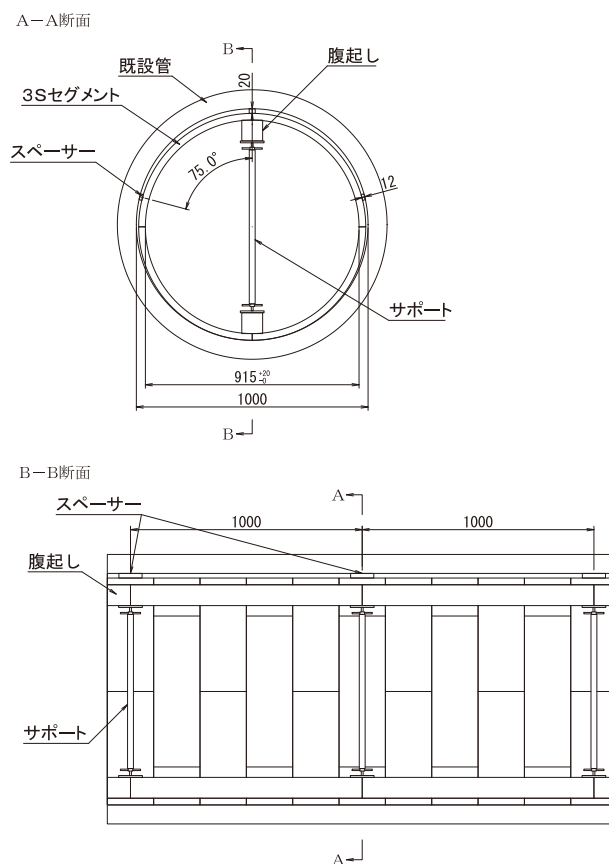


図5 サポート設置時の配置

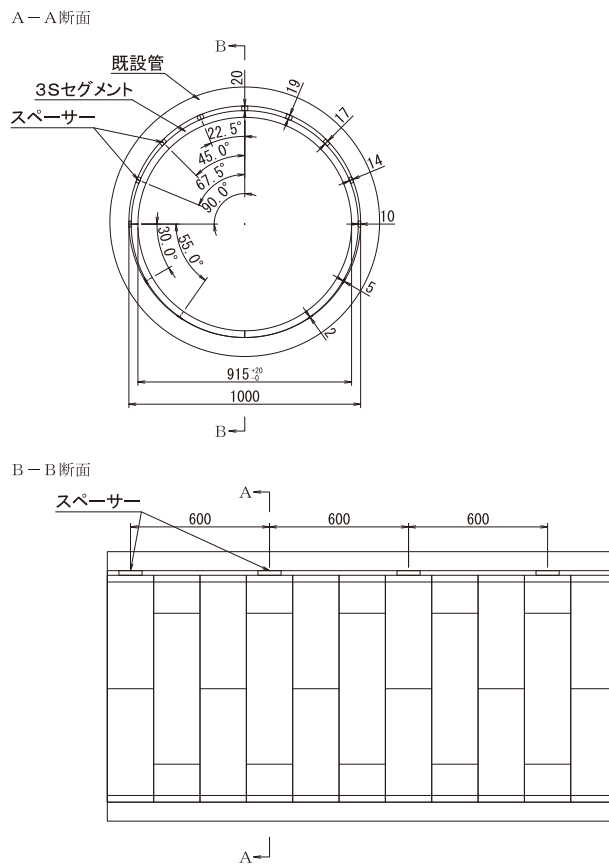


図6 サポートレス時の配置

本工事は、従来のサポート設置施工の中で最小断面となるφ1000である。したがって、サポート設置時には最も管内作業スペースが小さくなり、作業性が非常に悪い施工環境であったが、サポートレス施工とすることで作業員の移動の負担軽減が図れた。本工事におけるサポートレス時の組立状況を写真3に示す。

なお、サポートレス施工により、管内の作業環境の向上のほか、作業工程の一部（サポート設置・撤去工）を省略することによる作業効率の向上も可能である。今後は、既設管径や現場条件等を考慮し、これらの施工方法を使い分けていくことが重要である。

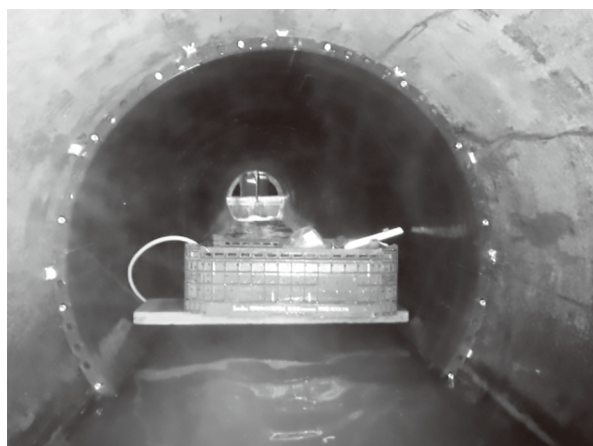


写真3 サポートレス時の組立状況

【事例3：急曲線区間の施工】

既設管内寸：□1000×1800

更生管内寸：□880×1680

曲率半径：R=2.80m

曲線延長：CL=1.67m

急曲線部の事例として、曲率半径R=2.80mの施工を挙げる。

本件は、曲線部を1リング加工品の屈曲タイプ（4.0°）を8リング配置しつつ、曲線区間の始点と終点にスライドタイプを採用することで微調整を可能としている。これにより、施工性の向上を図るとともに調査結果と実際の現場状況との誤差を解消することが可能となった。

曲線区間の平面割付を図7に、曲線区間の更生状況を写真4に示す。

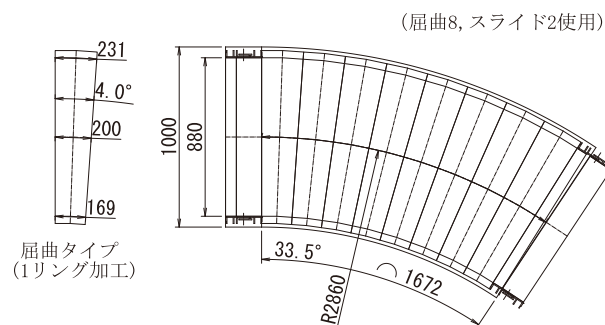


図7 曲線区間の平面割付

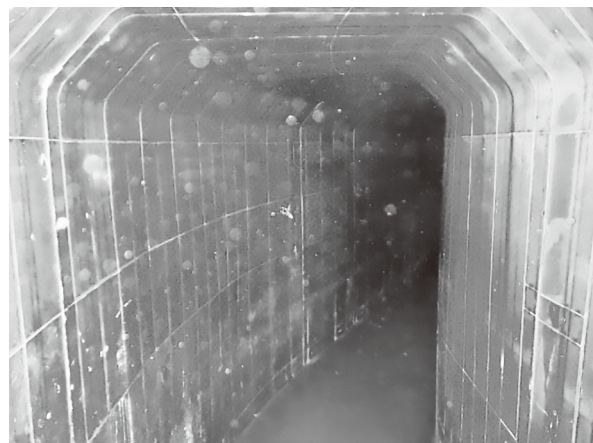


写真4 曲線区間の更生状況

4. おわりに

今回紹介した、【事例1：屈曲角が大きい施工】に記載したように、適用範囲を超える角度に対しては複数のリングを採用することにより対応可能とした。また、【事例2：サポートレスによる施工】【事例3：急曲線区間の施工】のように、様々な施工条件に柔軟に対応できるよう、今後とも新しい手法や材料の開発に努めていきたいと考える。

最後に、3Sセグメント工法は、2019年4月1日付けで（公社）日本下水道協会から「硬質塩化ビニル製管更生材」にⅡ類資器材として認定された。今後もさらに、品質の確保、施工性の向上に向け、引き続き技術改善等に取り組み、下水道管きよの維持管理事業の一助となるよう努めていく所存である。

問合せ先

3SICP技術協会

東京都千代田区神田佐久間3-15 EST秋葉原1F

TEL 03-5829-3581 FAX 03-5829-3791

<http://www.3sicp.jp>

曲線管路や不整管路へ柔軟に対応する！ 中大口径管対応の「ダンビー工法」



尾関 直哉
EX・ダンビー協会
技術委員

1. はじめに

現在、48万kmを超える下水道管路施設では、耐用年数を超える老朽化管路の維持や耐震性の向上など、その機能の維持向上を図ることが喫緊の課題となっている。

それらの管きょは、一般に道路下に埋設されており、他の埋設管きょと輻輳していることから、開削工法による管きょの布設替えを困難にしている。

特に管きょが中大口径の場合には市民生活に及ぼす影響が大きく、早急な機能の回復が必要とされる。その解決手段の一つとして、中大口径管対象の製管工法である「ダンビー工法」の概要と特に曲線用ストリップを使用した施工事例を紹介する。

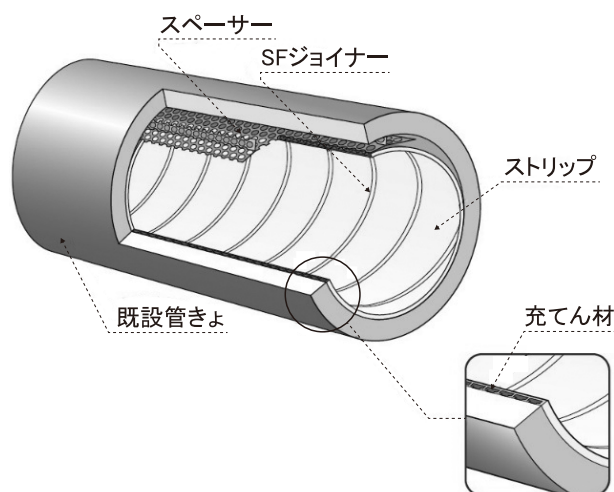


図1 ダンビー更生管の構造図

2. ダンビー工法の概要

2-1 工法概要

ダンビー工法は、既設管の内側に硬質塩化ビニル樹脂製の帯状部材（ストリップとSFジョイナー）をらせん状に巻き立て、連続した管体（以下、ストリップ管）を形成した後に、既設管との間にセメント系の充てん材を注入し硬化させて、新たな管きょとして更生する工法であり、構造的には既設管と更生材が一体となった複合管となる。

図1に構造図を、表1に適用範囲を示す。

2-2 ストリップとSFジョイナー

ストリップとSFジョイナーは硬質塩化ビニル樹脂製で、両端にかん合機能を持った帯状部材である。

SFジョイナーの特長として中央部にU形の溝（中央溝部）とその背面にポリエチレン製のフレキシブル部を設け、伸縮機能も兼ね合わせた構造となっている。

施工方法は、ストリップを既設管内にらせん状に巻き立て、ストリップ同士をSFジョイナーでかん合することにより円筒状のストリップ管を形成する。

写真1に製管機による、標準ストリップとSFジョイナーの製管状況とかん合状況を示す。

3. ダンビー工法の適用範囲拡大と施工性向上

3-1 曲線用ストリップの開発

ダンビー工法の適用範囲を拡大するために、曲線用ストリップを新たに開発、令和元年3月に公益財

表1 適用範囲

項目		適用範囲		
		円形	非円形	
適用管種		鉄筋コンクリート管, その他管きょ一般		
施工延長		原則として制約を受けない		
対象管径		ϕ 800～ ϕ 3000	短辺 800mm 以上 長辺 3000mm 以下	
既設管の 状況	段差		100mm 以下の継手部	
	隙間		150mm 以下の継手部	
	屈曲角	標準スト リップ	6° 以下の 継手部	3° 以下の 継手部
		曲線用ス トリップ	12° 以下の 継手部	6° 以下の 継手部
	曲率 半径	標準スト リップ	20mR 以上	50mR 以上
		曲線用ス トリップ	5 DR 以上※	10BR 以上※
	下水供用下の施工		水面中央部の流速 1.0m/s 以下 管径の 30% 以下かつ 40cm 以下	
	浸入水		別途止水工事が必要な場合あり	

※ D：既設管呼び径，B：既設管内幅

団法人 日本下水道新技術機構の建設技術審査証明を取得し施工性の向上を図った。

曲線用ストリップは、標準ストリップと同等の幅の中に、SFジョイナーと同様の中央溝部およびフレキシブル部を3ヶ所設けた構造となっている。これにより、既設管路に屈曲や曲がりがある状態でもこの3ヶ所の伸長によって、これまでの適用範囲を向上させた。表1 適用範囲にあるように、曲線用ストリップを使用することによって、円形管では、今までの屈曲角6°以下に対して12°以下まで、曲率半径は20mR以上に対して5DR以上まで施工可能となった。(D：既設管の呼び径) また、非円形では、今までの屈曲角3°以下に対して6°以下まで、曲率半径は50mR以上に対して10BR以上まで施工可能となった。(B：既設管の内幅)

写真2に曲線用ストリップS形の形状を示す。

ストリップは、既設管の呼び径や、設計条件により選定し、適用範囲内で使い分けを行っている。

標準ストリップと曲線用ストリップの適用範囲を表2ストリップの使い分けに示す。

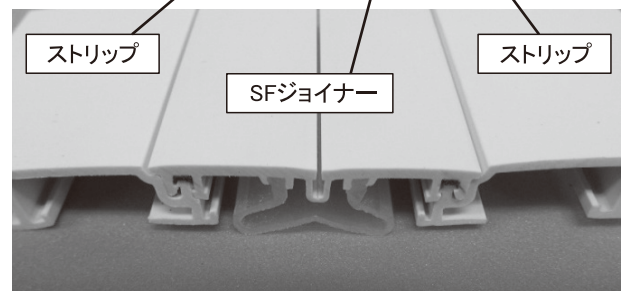
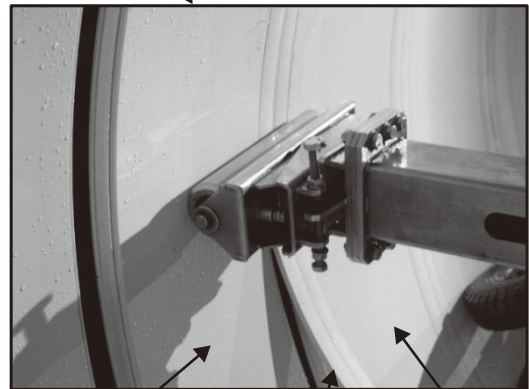
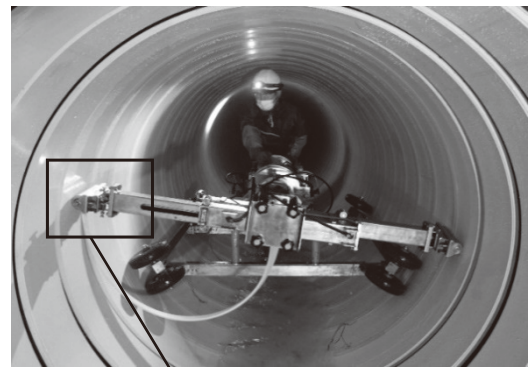


写真1 製管状況およびかん合状況

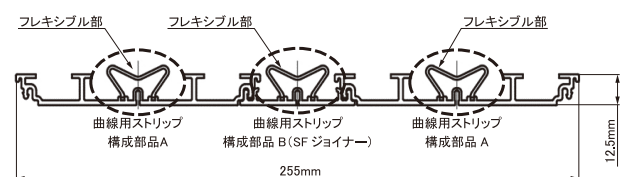
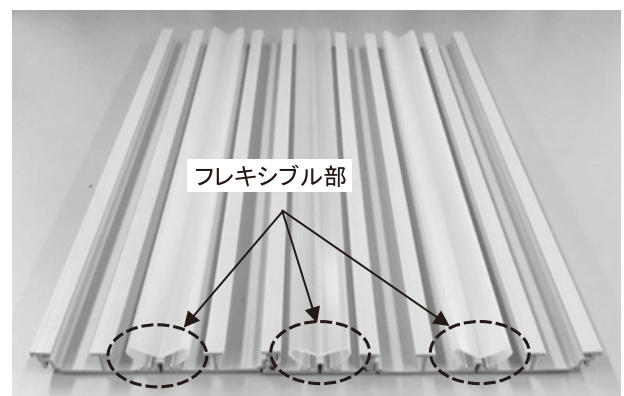


写真2 曲線用ストリップS形

表2 ストリップの使い分け

〈円形〉

既設管の呼び径(D)	使用材料	適用範囲		
3000	LLS形			—
2800～2200	LL形			—
2000～1500	曲線用L形			
	L形(標準)		—	
1350～800	曲線用S形			
	S形(標準)		—	
屈曲角		6°以下	8°以下	12°以下
曲率半径		20m以上	7DR以上	5DR以上

〈非円形〉

既設管の内幅 (B)	使用材料	適用範囲		
3000～2000	LLS形			—
1800～1600	LL形			—
1500～1400	曲線用L形			
	L形 (標準)		—	
1300～800	曲線用S形			
	S形 (標準)		—	
屈曲角		3°以下	4°以下	6°以下
曲率半径		50m以上	15BR以上	10BR以上

3-2 施工性の向上確認

施工性の向上を図るため、前述の曲線用ストリップを用いた製管状況を確認している。これにより建設技術審査証明を取得しているのもその内容も含めて紹介する。

施工性の確認は、表3 既設管きよの条件に示す内容で、写真3、写真4に示すように既設管に見立てたヒューム管およびBoxカルバートを用いて、曲

表3 既設管きよの条件

No	既設管	有効長 (m)	屈曲角 θ
1	ヒューム管 $\phi 800$	2.43	鉛直12°
2	ヒューム管 $\phi 1500$	2.30	鉛直12°
3	Boxカルバート $\square 800 \times 1000$	2.0	鉛直6°
4	Boxカルバート $\square 1400 \times 1400$	2.0	鉛直6°

線用ストリップS形および曲線用ストリップL形による製管状況により行った。

下の写真は、建設技術審査証明を取得したときの確認状況である。写真3は、円形管の場合で、 $\phi 800$ と $\phi 1500$ のヒューム管をそれぞれ鉛直方向に12°屈曲させた製管状況を、また、非円形管では、写真4に示すように、Boxカルバート $\square 1400 \times 1400$ の鉛直6°屈曲の製管状況を確認している。



写真3 鉛直12°屈曲製管状況 (HP800、HP1500)



写真4 鉛直6°屈曲製管状況 (□1400×1400)

3-3 曲線用ストリップによる施工事例

前述までの内容から、曲線用ストリップを品揃えしたことにより、既設管きょに生じた様々な状態（段差、屈曲、不陸、蛇行、曲線管きょ等）に柔軟に対応することが可能となった。

ここで曲線用ストリップを用いた施工事例を2例紹介する。

①5DR以上の曲線管きょへの対応

既設管の呼び径：φ1200

使用したストリップ：曲線用ストリップS形

概要：マンホール管口から6.5mRの曲線で敷設された管きょを更生。



写真5 6.5mR曲線管きょへの対応（施工前）



写真6 6.5mR曲線管きょへの対応（施工後）

②屈曲角12°を有する管きょへの対応

既設管の呼び径：φ1000

使用したストリップ：曲線用ストリップS形

概要：管きょ内において屈曲角12°で敷設された管きょを更生。



写真7 12°屈曲管きょへの対応（施工前）



写真8 12°屈曲管きょへの対応（施工後）

4. おわりに

ダンビー工法は、耐用年数を超える老朽化管路の維持や耐震性の向上など、ライフラインを安心してご使用いただくために、技術の改善・開発など様々な取り組みを行っている。

ダンビー工法の施工累計実績は、平成5年（1993年）に工事を開始して以来、令和2年度末（2020年度末）で、約307kmに及んでおり、今後も高品質で安価、かつ地震に強い管きょ更生工法として、また、既設管きょの埋設諸条件に柔軟に対応する工法として、発展させていく所存である。

問合せ先

EX・ダンビー協会

〒103-0025

東京都中央区日本橋茅場町2-2-2

ラポール茅場町三恵ビル303号

Tel：03-6806-7133 Fax：03-6806-7144

<http://www.ex-danby.jp/>

E-mail：info@ex-danby.jp



オールライナー／オールライナーZ工法 大口径および特殊施工事例



中村 圭吾

アクアインテック株式会社
生産技術本部 管路システム部
技術開発グループ

1. はじめに

オールライナー協会では、あらゆる管きよのニーズに応えるため7つの工法を保有している。今回は本管更生工法であるオールライナー工法、オールライナーZ工法の施工事例を紹介する。

2. オールライナー工法

2-1 工法概要

オールライナー工法は工場で含浸した更生材（不織布に熱硬化性樹脂を含浸したもの）を既設人孔より本管内に引き入れ、更生材に空気圧または水圧をかけて拡張し、蒸気または温水を循環させて加熱硬化させ、既設管きよ内に新しい下水道管きよを形成する工法である。

硬化方法は現場条件に合わせて蒸気硬化または温水硬化を選択でき、より安全な施工が可能である。

オールライナー工法の構造図を図1に、適用範囲を表1に示す。

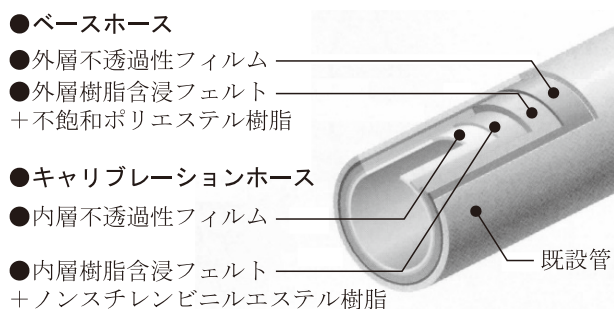


図1 オールライナー工法構造図

表1 オールライナー工法適用範囲

項目	オールライナー工法
構造形式	二層構造管
管種	鉄筋コンクリート管、陶管
管径・形状	円形：呼び径150～1,500mm
施工延長	呼び径250mm まで175m 呼び径600mm まで120m 呼び径1,500mm まで95m
浸入水	水量2.0ℓ/min、水圧0.05MPa
滞留水	100mm以下の部分的滞留水
屈曲角	10°以下の継手部
段差	30mm以下の継手部
隙間	100mm以下の継手部

2-2 施工事例

2-2-1 工事概要

発注者：東日本旅客鉄道株式会社

千葉支社 千葉土木技術センター

工事件名：千葉支社管内伏び修繕工事

工事場所：千葉県袖ケ浦市

施工時期：2020年3月

既設管きよ：φ250mm×φ400mm異径管

施工延長：16.26m

2-2-2 本現場の特徴

本事例は千葉県袖ケ浦市内でJR東日本様の鉄道を横断するように敷設された伏び管が対象で、周辺の

農業用水路が線路によって遮断されないように敷設された管への施工事例である。

事前のTVカメラ調査の結果、既設管は鉄道通過時の振動や土圧等の影響と経年劣化により一部に管ズレやひび割れ等の破損が見られた。

また本現場は、既設管内の途中で口径が変わる異径管であり、通常の更生材では施工が困難な現場である。(写真1)

破損部分がこれ以上拡大すると内部に土砂が流入し、線路陥没の恐れがある状態であった。また線路下を横断していて開削できないため、オールライナー工法による管更生を実施した。

異径管への施工は、一般的には小口径側の径に合わせて更生し、大口径側の既設管と更生材の間にモルタル等を充填する方法が考えられる。この場合、大口径側の管内断面積が大幅に減少し、流下能力を大きく損なうことになる。

そこで、更生材の形状を図2のような異径管仕様とし、大口径側の流下能力の損失をできるだけ少なくするよう配慮した。

また、口径が切り替わる部分は外側に既設管の拘束力がなく過拡張による更生材破断の恐れがある。そのため、更生材と同じ形状に加工した過拡張防止用のプロテクトホースを被せる対策を施した。



写真1 施工前管内状況

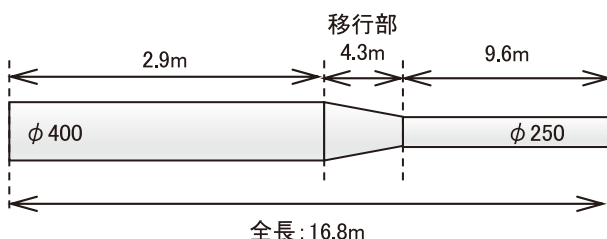


図2 異径管仕様ライナー

2-2-3 施工状況・出来形

施工上の注意事項として、更生材引込みの際、既設管の異径位置と更生材との正確な位置合わせが必要である。テレビカメラで確認しながら慎重にこれを行い、問題なく施工ができた。

出来形はφ250mmとφ400mmの周長の変化を緩



写真2 φ400mm管口仕上げ後



写真3 φ250mm管口仕上げ後



写真4 施工後管内状況

やかとし、大口径側の断面積をできるだけ大きく確保したことで流下能力に問題はなく、滑らかな仕上がりを実現できた。(写真2～4参照)

3. オールライナーZ工法

3-1 工法概要

オールライナーZ工法の施工方法は基本的にオールライナー工法と同じである。更生材はオールライナー工法の更生材にガラス繊維を追加して補強したものとなる。

また、公益財団法人 日本下水道協会より認定工場制度の承認を受けた工法である。

オールライナーZ工法の構造図を図3に、適用範囲を表2に示す。

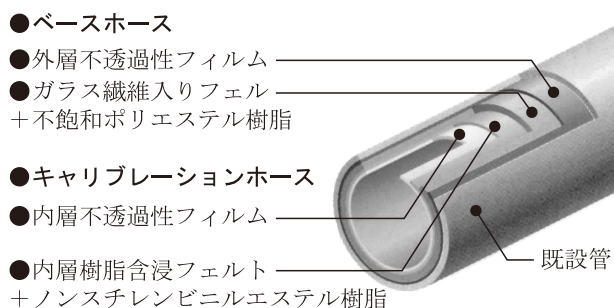


図3 オールライナーZ工法構造図

表2 オールライナーZ工法適用範囲

項目	オールライナーZ工法
構造形式	自立管または二層構造管
管種	鉄筋コンクリート管、陶管 硬質塩化ビニル管
管径・形状	円形：呼び径150～1,000mm
施工延長	呼び径150まで60m 呼び径800まで100m 呼び径1,000まで70m
浸入水	水量2.0ℓ/min、水圧0.05MPa
滞留水	100mm以下の部分的滞留水
屈曲角	10°以下の継手部
段差	30mm以下の継手部
隙間	50mm以下の継手部

3-2 施工事例

3-2-1 工事概要

発注者：名古屋市上下水道局

工事件名：昭和区鶴舞一丁目付近

下水道改築工事

工事場所：名古屋市昭和区鶴舞一丁目付近

施工時期：2019年

既設管きょ：φ760mm

施工延長：120m



写真5 施工前管内状況

3-2-2 本現場の特徴

本事例は愛知県名古屋市内の交通量の多い交差点付近の現場で、車道片側を交通規制しての施工事例である。口径760mmの自立管でロングスパンであり、引込みや加熱工程に時間を要することが予想され、工事短縮方法を検討し、予定の施工時間内に完工させる必要があった。また、夏場の施工であり、施工前の更生材の硬化を防ぐ必要があった。

使用する更生材はφ760mm、延長120mであり、この口径のオールライナーZ工法の自立管仕様での施工としては過去最長の施工となった。

施工前の管内の状況を写真5に示す。

3-2-3 施工状況・出来形

オールライナーZ工法は人孔から既設管内に更生材を引込む工法であるが、本現場では引込み時に更生材と既設管との摩擦による過大な荷重がかかり、更生材が長手方向に伸びてしまう恐れがあった。そのため、更生材引込み時に既設管内に水を張り、浮力を利用して更生材と既設管の摩擦を低減させた。また、冷却効果も加わり、更生材に負荷をかけることなく、短時間で安全な引込みが実施できた。

引込み状況を写真6に示す。

オールライナーZ工法は現場の条件に合わせて温水硬化または蒸気硬化が選択できる。本工事では施工時間を短縮するため、蒸気硬化を選択した。

口径が大きくロングスパンの場合、温水硬化では更生材内部への注水と常温から硬化養生を行う80℃までの昇温に時間を要してしまう。蒸気硬化はコンプレッサーからの圧縮空気でライナーを拡張し、蒸気で加熱するため、短時間での施工が可能となる。

蒸気施工の状況を写真7に示す。

本工事はφ760mm自立管のオールライナーZ工法の施工実績としては最長の施工であったが、予定の施工時間内で工事を完了できた。

出来形については、更生材引込み時の負荷を軽減したことで、しわもなく良好な出来形となった。

また、口径800mm以下における従来の最長延長を超えた更生材製造および施工を実施できたことで、今後の施工可能範囲を拡大することができた。

施工後の管内状況を写真8に示す。



写真6 材料引込み状況

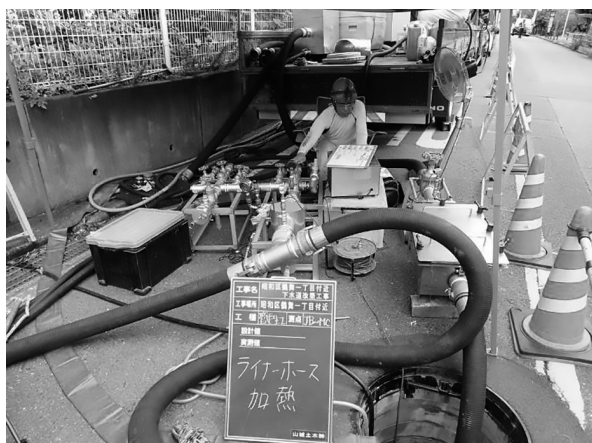


写真7 蒸気施工状況



写真8 施工後管内写真

4. おわりに

今回、紹介させていただいた施工事例の無事完成にあたり、発注者様および施工会員様をはじめとする関係の皆様のご多大なご支援とご指導を賜りましたことを、この場をお借りして深く御礼申し上げます。

オールライナー協会では、オールライナー工法とオールライナーZ工法合わせて2020年度時点で単年度施工距離108.4km、1993年の初施工から累計の施工距離で1,461kmの実績があります。

長年の施工により蓄積したノウハウと実績で「地球にやさしく・早く・誰でも・確実に」を理念に今後も改良・開発を進めてまいります。

問合せ先

オールライナー協会

〒439-0022

静岡県菊川市東横地3311-1

アクアインテック株式会社横地事業所内

TEL 0537-29-7613 FAX 0537-29-7614

<https://all-liner.jp/>