

安定した品質、生活環境に影響を与えない小口径管対応の「EX 工法」



荒木 義人
EX・ダンビー協会
技術委員

1. はじめに

令和2年度末における全国の下水道管渠の総延長は約49万km。標準耐用年数50年を経過した管渠の延長は約2.5万km（総延長の5%）にのぼり、10年後は8.2万km（17%）、20年後は19万km（39%）と今後は急速に増加する。これらの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。

その解決手段の一つとして、下水道管で50年以上の使用実績を有する硬質塩化ビニル樹脂を使用した管きょ更生工法である「EX 工法」の概要と施工事例を紹介する。

2. EX工法の概要

2-1 工法概要

下水道部門では平成元年から採用されているEX工法のEXの語源はExpandであり、拡張するという意味を持っている。

（公社）日本下水道協会（以下、下水協）では、2020年6月1日付で「下水道熱形成工法用硬質塩化ビニル更生管」JSWAS K-19（I類規格）を制定し、同年7月1日付で「EXパイプ」が同規格の「I類資器材」に登録された。

EX工法は、既設管内に新しい硬質塩化ビニル樹脂（以下、硬質塩ビ）製の更生管を形成する技術である。施工方法は、長尺管のEXパイプを蒸気と熱風により加熱軟化させてマンホールより既設管内に連続的に引き込み、パイプ内の蒸気圧を上げ、加熱・

加圧することでEXパイプを拡張させて既設管内面に密着させた後、エアーにより保圧・冷却する。

その後、切断処理することで、スピーディーに新たな管路を形成するものである。

本技術での加熱・拡張による円形状復元イメージを写真1に、更生された管の構造イメージを図1に、適用範囲を表1に示す。

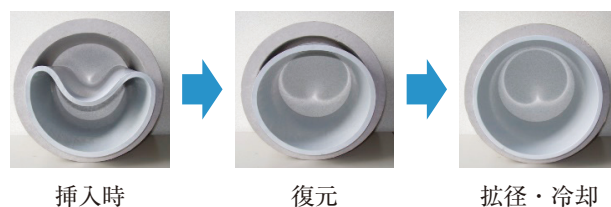


写真1 EX工法による更生管形成イメージ

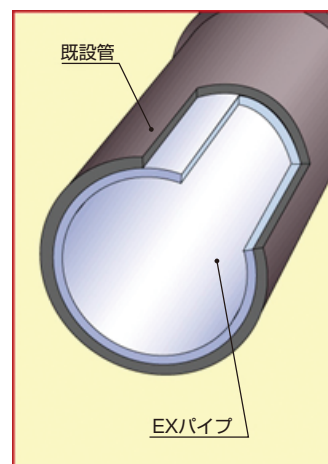


図1 更生された管の構造イメージ

表1 EX工法 適用範囲

項 目	適用範囲
適 用 管 種	鉄筋コンクリート管、陶管、鋳鉄管、 鋼管、硬質塩化ビニル管
適 用 管 径	本 管 自立管 呼び径 150～400 二層構造管 呼び径 150～600 取付管 呼び径 100～200
施 工 延 長 ※1	本 管【自立管】 40m（呼び径150）、65m（呼び径200） 100m（呼び径250）、85m（呼び径300） 65m（呼び径350）、50m（呼び径400） 本 管【二層構造管】 55m（呼び径150） 100m（呼び径200～300） 65m（呼び径350～600） 取付管 14m（呼び径100～200）
既設管 条 件	① 屈曲角10°以下の継手部 ② 段差部と横ずれ25mm以下の継手部 ③ 隙間50mm以下の継手部 ④ 50mm以下の部分的滞留水 ⑤ 管頂部からの0.05MPa、0.5ℓ/分 以下の浸入水（これ以上は止水処理後）

※1：口径と延長により異なる場合あり

2-2 使用する材料

EXパイプは良質な硬質塩化ビニル樹脂を用いた熱可塑性材料であり、一定温度以上では柔らかく、その温度以下では固い状態になるという特性を持っている。

その性能・品質は、工場で押出成型にて製作された均一素材であるため、工場から出荷される際には既に確保されており、施工時に円形に復元するだけであり、施工現場の作業に影響されない。

写真2に工場出荷時の荷姿例を紹介する。

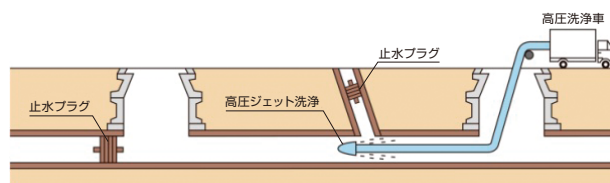


写真2 EXパイプの工場出荷時の荷姿（例）

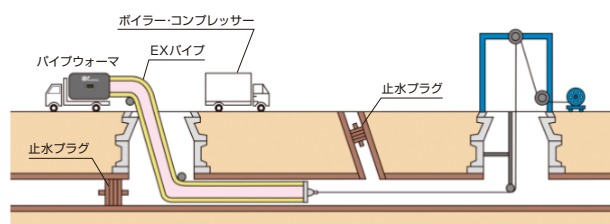
2-3 施工方法概要

以下に、施工手順の図を交えながら施工方法を説明する。

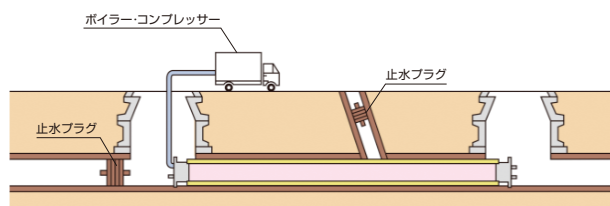
①既設管内の洗浄および事前処理を行う。



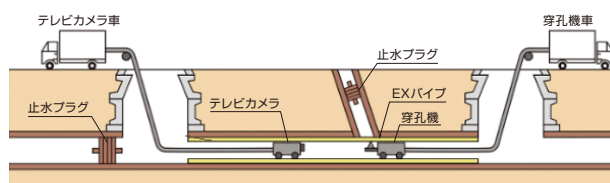
②EXパイプを加熱・軟化させマンホールから既設管内に引込む。



③両端に拡張金具を設置後、パイプ内に蒸気を供給し、段階的にパイプを拡張して既設管に密着させ、その後空気で所定温度まで冷却する。



④取付管口部穿孔、管端を仕上げる。



3. EXパイプの長期的な品質確保の実証

品質確保については、下水協による5年後のモニタリングが実施されている。報告では硬質塩ビ材料の不具合はなく、曲げ強さ、曲げ弾性率共にバラツキが小さい結果となっている。

また、EX工法では独自に事業体より、施工されてから3年間、13年間、17年間供用されたEXパイプの供試体を提供して頂き、その性能確認を実施している。図2にその結果を示す。

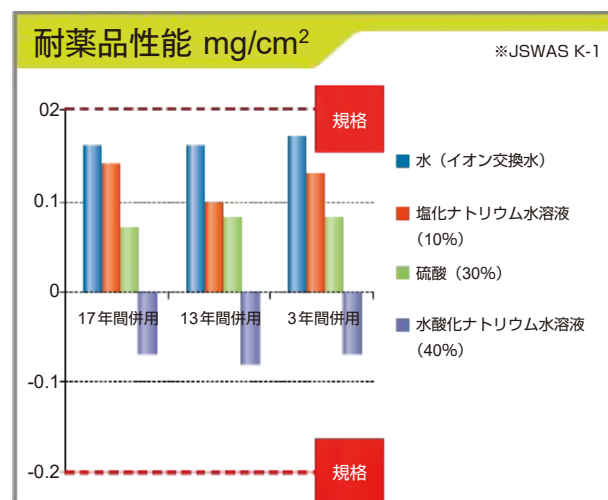
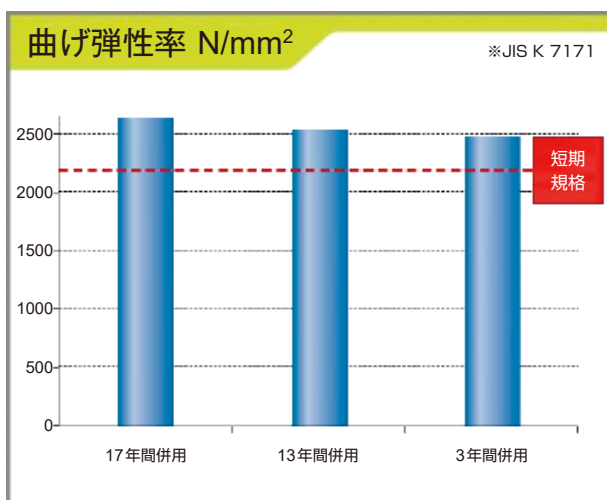
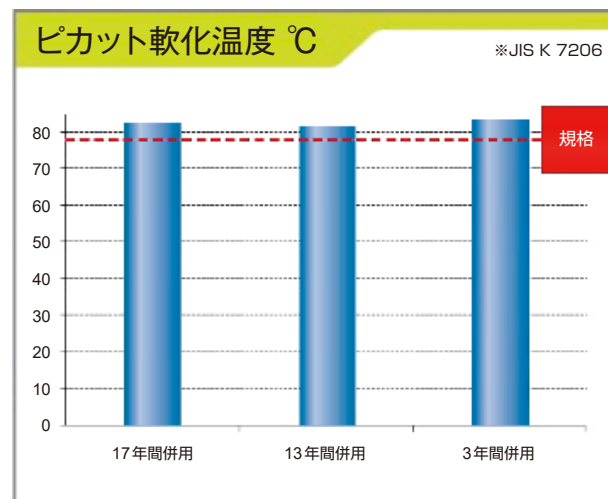
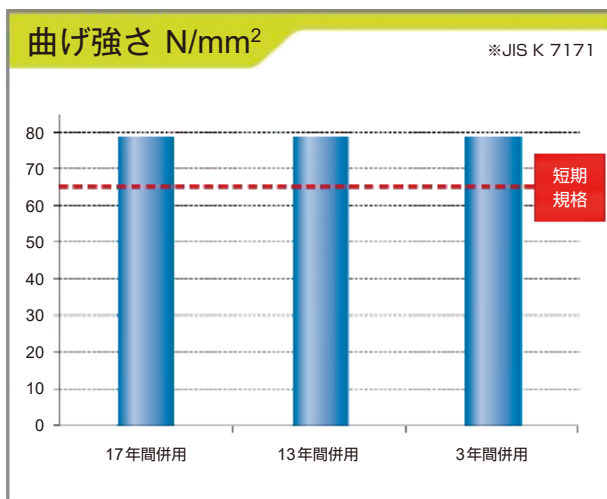


図2 供用後のEXパイプ材料試験結果

このように、3年間、13年間、17年間供用されたEXパイプで各々材料劣化がみられないことを確認している。

4. 施工事例

場 所：大分県別府市

既設管：鉄筋コンクリート管

呼び径：400

最大路線延長：44.90m

4-1. 臭気対策が不要

現場は別府市駅近くで住宅・商店街に隣接しているため、有機溶剤の臭気での苦情が、懸念されていた。

有機溶剤を使用しないEX工法では、臭気対策の必要性はなく、火災の危険性を低減できることから現場作業員への健康負担がなく、周辺住民の生活環境に影響を及ぼすことなく完工でき、高い評価を得ることができた。

EXパイプをパイプウォーマーに設置している状況を写真3に、EXパイプを挿入している状況を写真4に示す。



写真3 EXパイプをパイプウォーマーに設置



写真4 EXパイプ挿入状況

4-2. 時間短縮に向けて

事前にEXパイプの予備加熱、挿入、加熱・拡張、冷却工等の工種毎の時間を確認して、予備加熱時間を短縮することを検討した。対策として、EXパイプに直接温度センサーを設置し、温度をリアルタイムで測定した。パイプウォーマー外部でパイプの温度が確認できる為、無駄がなく最短での軟化時間で挿入することが可能となった。その結果、所定の時間内で施工を完了することができた。

予備加熱時は、EXパイプは回転している為、有線だと配線が絡まるので、無線機で測定値をパソコンに送信するようにした。EXパイプに温度センサー設置した状況を写真5に、無線でパソコンに温度表示させている状況を写真6に示す。

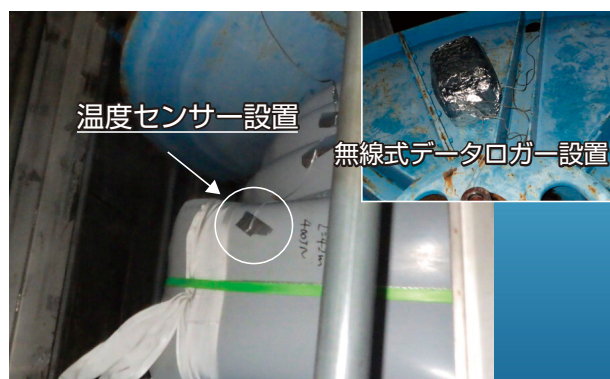


写真5 EXパイプに温度センサーを設置

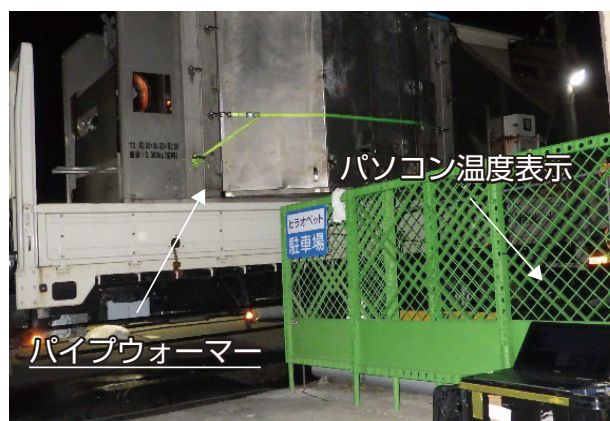


写真6 無線でパソコンに温度を表示

4. おわりに

EX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。

また、EX工法の2021年度末の累計施工実績は、約570kmにも及んでいる。

狭小地や寒冷地での施工など、今後も発注者のニーズに柔軟に対応していく工法として、より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

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

E-mail : info@ex-danby.jp



安定品質で更生するオメガライナー工法 ～工法概要と特殊現場での施工事例～



石井 健二
日本SPR工法協会
技術課長



橋本 好弘
積水化学工業株式会社
環境・ライフラインカンパニー
総合研究所
エンジニアリングセンター
管路更生グループ

1. はじめに

2020年に日本下水道協会規格のうち更生管としては初のI類規格となるJSWAS K-19（下水道熱形成工法用硬質塩化ビニル更生管）が制定された。オメガライナー工法（以下、本工法という）は、I類認定資器材に指定され、品質が安定した更生材として採用件数が増加している。

本工法は、ボイラー車やパイプドラム架台車等の施工機材等の設置幅や交通規制等安全対策の関係から道路幅員は2.5m以上を標準としていた。しかしながら、トラック等が入れな2.5m未満の幅員の狭い道路（以下、狭小道路という）も少なからず存在している。これまで、近接する住宅への影響や歩行通路の確保等により作業スペースが確保できず、開削工事も困難なことから、必要な改築工事が進まず、発注者から工法の改良が求められていた。一方、大規模住宅団地や集合住宅の排水設備の老朽化により、管路更生による改築更新の需要が増加してきている。こうした場合では狭小道路よりも更に条件が悪い場合がある。

そこで本稿では、本工法の概要と機材改良による狭小道路等の作業ペースが確保できない場合の施工方法の改善による事例を取り上げ紹介する。

2. オメガライナー工法

2-1 工法概要

本工法は、下水道管材として実績のある下水道用硬質塩化ビニル管（JSWAS K-1）（以下、塩ビ管と

いう）に用いられる硬質塩化ビニル樹脂に、独自の配合技術により円形の形状記憶性能を付加したオメガライナー工法用パイプ（以下、パイプという）を更生材に用いることで、新管と同等以上の性能を有する更生工法である。

パイプは、塩ビ管と同じく工場製品であり、さらに、現場では蒸気等の加熱により形状を円形に復元・拡張させるだけで、化学反応を必要としないことから臭気等が発生することなく、品質にバラツキが無く安定した更生管としての施工品質を発現することができる。

図1に形状記憶性能を有するパイプの復元のイメージを、表1に本工法の適用範囲を示す。

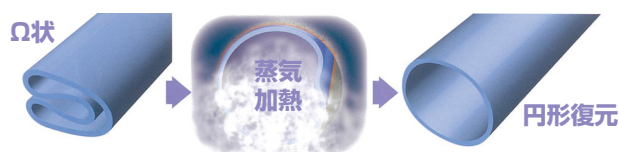


図1 形状記憶性能を有するパイプ

2-2 オメガライナー工法の特長

本工法は、更生後の製品性能として以下の特長を有している。

- 自立強度を有する。
- 耐食性（塩ビ管同等）に優れており、硫化水素等に侵されない。
- 粗度係数が小さく流下性能が向上する。

- 継目のない一体型のパイプで、地震時に継手の抜け等がなく、耐震性に優れる。
さらに施工上においても、加熱のみで円形に復元することが可能なため、
 - 施工スピードが速い。
 - 有機溶剤を使用しないため火災や臭気の発生がなく、安全で環境にやさしい。
- といった特長を有している。

表1 本工法の適用範囲

適用管種	鉄筋コンクリート管、陶管 鋼管、塩ビ管（現場条件による）				
適用管径	自立管：φ150～400 二層構造管・ライニング：φ150～450				
施工可能延長	呼び径	150～250	300	350 380	400
	延長（m）	120	100	70	60
管の損傷	欠落：管周の1/4以下 クラック・腐食：施工可能				
浸入水	水压0.05MPa、流量2ℓ/min以下 （圧力水は事前に止水処理を行う）				
滞水	水深50mmまでの部分滞留水				
その他	段差：25mmまで 曲がり：10°以下の屈曲角 継手部隙間：50mmまで				

2-3 本工法の施工手順

施工手順は、あらかじめ工場製作時にΩ（オメガ）状に折りたたんだパイプを加熱した後に既設管内に引き込み、蒸気で更に加熱することで円形に復元させ、圧縮空気により既設管と密着させ強固な自立管を構築する工法である。本工法の標準的な施工手順を図2に示す。予備加熱から取付管口の仮穿孔までを1日で施工することができる。施工概要図を図3に示す。

3. 狭小地における施工方法の改善と施工事例

狭小道路においても本工法での施工が可能となるよう、使用する機材の小型化の開発を含め、施工方法の改良を実施した。

- パイプドラムと運搬台車の小型化
パイプドラムは、車両を使わずに人力（小運搬）

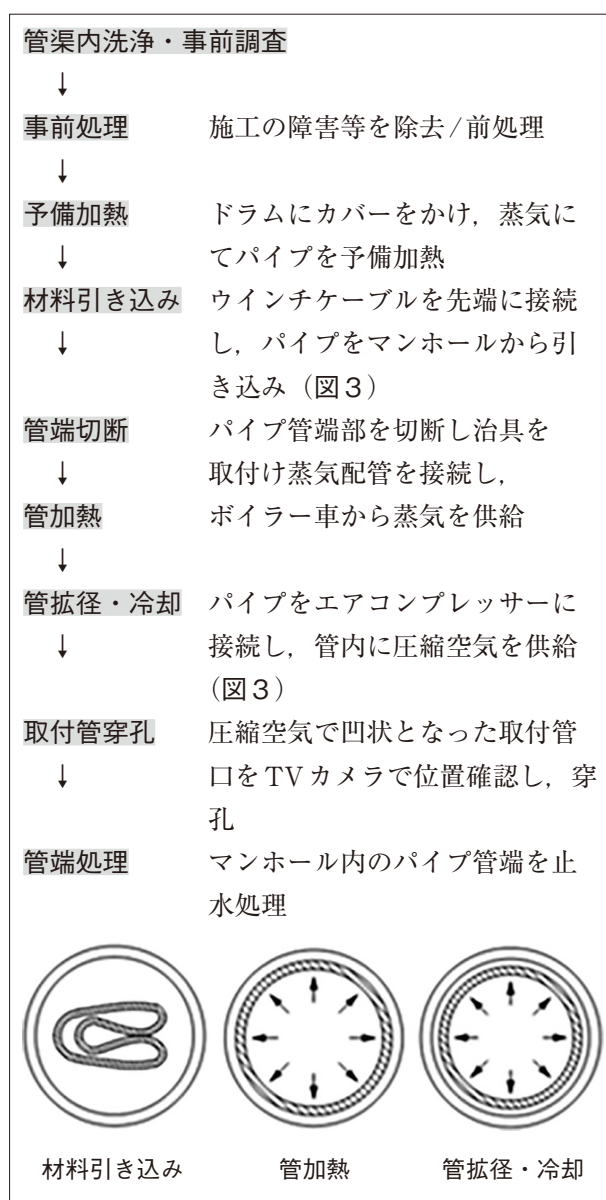


図2 施工手順

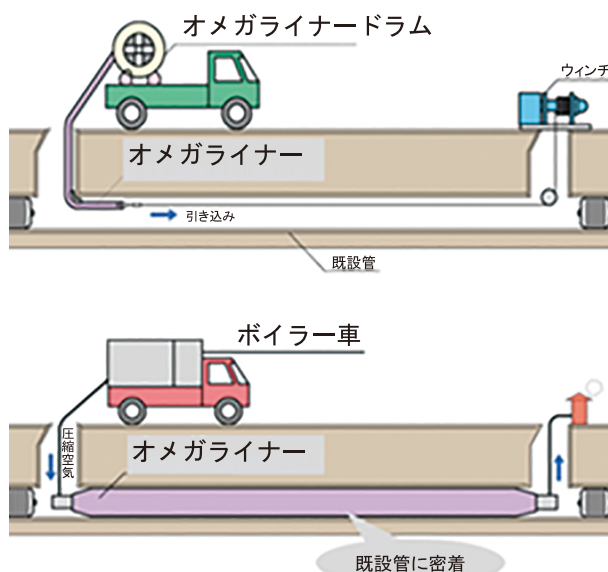


図3 施工概要図

で搬入するために小型化を図り、専用の運搬台車の開発を図った。道路の電柱を交わしたり、曲り角の通過も可能となるよう、ドラムの外径や幅を決定している。また、施工延長等も考慮し、新たに狭小地用ドラムとして「極小タイプ」と「幅狭タイプ」の2種類をラインナップに加えた。表2に狭小地用ドラムの仕様を示す。

図4に示すとおり、従来の施工方法では、幅員2.5m以上の道路でないと直近のマンホールまで、車両を使ってパイプドラムを搬入することができず、施工が不可であったが、開発した狭小地用ドラムを専用台車で小運搬することで、道路幅員が1.6m以上あれば、施工が可能となった。ボイラー車は付近の幅員が広い道路に配置し、蒸気ホースを延ばして対応する（最大100 m延長可能）。

なお、狭小地用ドラムを使った施工方法は、全国のどの現場でも施工が可能となるよう標準化を図っている。

● ウインチの小型化

パイプを引き込む際に使用するウインチについて

表2 狭小地用ドラムの仕様

仕様（タイプ）	狭小地用		標準（参考）
	極小	幅狭	
ドラム外径（mm）	φ 1800	φ 2400	φ 2400
ドラム幅（mm）	900	1100	1600
道路最小幅員（m）	1.6	2.0	2.5
施工延長（φ 250時）＊	25 m	70 m	120 m

＊既設管呼び径により施工延長は異なる

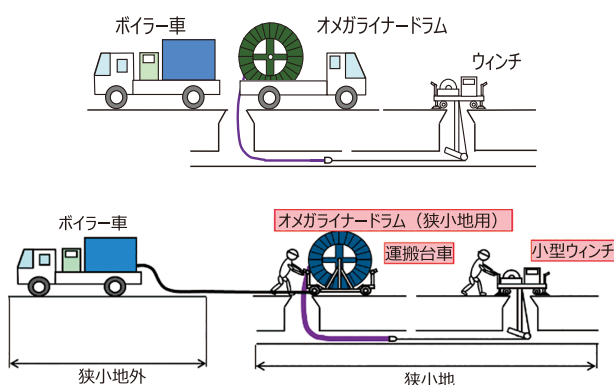


図4 施工方法の違い

（上図：標準施工、下図：狭小道路での施工）

も、人力で運搬が可能な専用の小型ウインチを開発した。

3-1 狭小地施工（その1）

1) 工事内容：既設管φ 230、延長24 m

既設管φ 300、延長17 m

2) 施工概要

施工する道路は幅員が1.6 mと非常に狭く、かつ住宅が密集しているため、通常の機材では施工が困難な箇所であった。当該道路で実施した極小ドラムを用いた施工について紹介する。

作業車両である4tユニック車でパイプ、施工機材を運搬し、近隣の幅員が広い道路で荷下ろしを行った（写真1）。人力でドラムに巻いたパイプ等を、途中、ほぼ直角の曲がり角を含む40m程度の小運搬を行った（写真2）。その後、ボイラー車から延ばした蒸気配管を使い、蒸気でパイプを加熱し、パイプが軟化したところで引き込みを行う。この時、引き込みウインチは通常より小型なものをを用いた（写真3～5）。

これらの改善により、幅員が狭い道路下でも既設管の工事をトラブル無く施工が完了した。

3-2 狭小地施工（その2）

1) 工事内容：既設管φ 250 延長5 m、12 m

2) 施工概要

作業を行なう3箇所のマンホールの付近は、作業車両の横着けが困難で、前述した「極小タイプ」や「幅狭タイプ」のドラムを使用しても、作業が行えるスペースが無い現場状況であった（写真6）。

今回は、5 m、12 mと比較的短いスパンであったことから、ドラムに巻かれたパイプを切り出し、人力で近接した用地に搬入した。その後、パイプを耐熱シートで覆い、既設管への引き込みに必要となる、予備加熱を行った（写真7）。

通常のパイプドラムを使いドラム全体を加熱する方法と異なり、パイプをそのまま加熱すると、予備加熱の段階で円形に形状が復元する可能性があったことから、パイプをロープで結束し、円形復元を抑制した（写真8）。

引き込みの際も、加熱しすぎることによってパイプが円形に復元しないように温度管理を行うとともに、ロープでの結束も継続し、既設管口まで材料を搬入した。パイプの引き込み後は、通常の施工方法と同様に、



写真1 ドラム荷下ろし



写真2 パイプの小運搬



写真3 パイプの加熱



写真4 パイプの引込み



写真5 狭小地専用小型ウインチ



写真6 上流側マンホール地上状況



写真7 切り出したパイプの地上予備加熱状況



写真8 パイプをロープで結束し管内へ引込

蒸気加熱による復元、圧縮空気により既設管へ密着させた。

標準的な工法が適用困難な特殊な条件下においても、現場の創意工夫により、工事をトラブル無く施工が完了することができた。

4. おわりに

今回、紹介した狭小地用ドラムを使った施工方法は、全国のどの現場でも施工が可能となるよう標準化を図っている。また、作業スペースの無い宅地内排水設備の工事事例については、ノウハウを類似現場で活用していきたいと考えている。

日本SPR工法協会では、施工現場の安全性や施工品質の確保はもとより、今後も本工法を含む取り扱い工法の改善・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。

また、相談・要望を受けた個別の困難事案についても施工者目線で検討し解決策を提示していきたいと考えている。

問合せ先

日本SPR工法協会

URL : <https://www.spr.gr.jp>