

インシチュフォーム工法の 長距離・傾斜配管の施工例

キーワード

更新, 更生, 長距離, 傾斜配管, 耐震, 矩形更生



1. はじめに

インシチュフォーム (Insituform) の語源は、ラテン語の「本来の場所で・元の場所に」という意味の「In-situ」と、「形成する」という英語の「form」から「元の形に戻す, 元の場所で形成する」という意味の造語で、日本ではインシチュフォーム工法の略称としてINS工法とも呼ばれています。

インシチュフォーム工法は、非開削による老朽管更生のルーツと呼ばれ、その歴史は40年前に溯ります。1971年に英国のエリック・ウッド氏 (Eric Wood) によって発明され、同年、ロンドン市内の東ロンドンマーシュレーンに100年以上前に布設されたハックニー下水道管渠1,175mm×610mmのレンガ積卵形管、延長70mに施工されたものが世界最初のもので、この更生管は、40年を経過した現在でも供用されています。

2. 工法の概要

インシチュフォーム工法は、既設管内に熱硬化性樹脂を含浸したライナーバッグを水圧により反転挿入し、管内水を加熱してライナーバッグを管内に圧着硬化させることで、既設管路の中に新しい管路を構築する工法です。

また、現在は従来の水反転+温水硬化の課題であっ

た短距離施工、短時間施工にも対応できるよう新しいフィルムや樹脂の開発により、引き込み+蒸気硬化工法と空気反転+蒸気硬化工法の施工バリエーションも取り揃え、施工条件や環境に応じた工法を提案しています。

3. 法の適用範囲

インシチュフォーム工法は、多種多様な更生ニーズに対応できる材料・工法のバリエーションを有しています (表-1参照)。標準工法といわれるINS-S工法は、赤水対策としてのラインニング的な使用方法から既設管の欠損、継手部のズレ等の更生、さらには、インシチュフォームパイプ単体で、内外圧を全て負担する、いわゆる自立管としての更新まで、非常に幅広い守備範囲を持つ工法です (図-1参照)。高内圧型工法 (INS-PL: Pressure Lining) は、高内圧管に適用するために開発された工法であり、現状では1.38MPaまで対応が可能です (図-2参照)。強化型工法 (INS-RL: Reinforced Lining) は、標準工法では耐え得ることができないような高い外圧が作用する場合に用いる工法です (図-3参照)。さらに、ボックスカルバートの更生用として開発されたカルバートライニング工法 (INS-GC: Glass fiber Composite lining) もあります。

引き込まれます。更生する既設管路区間を反転挿入完了後、先端に到達した温水ホースを利用して、ライナーバッグ内の水をボイラーを用いて規定の温度まで昇温して樹脂を硬化させます。硬化したライナーは、可とう性を持った強固な樹脂パイプとなって、老朽化した既設管を更新・更生します。

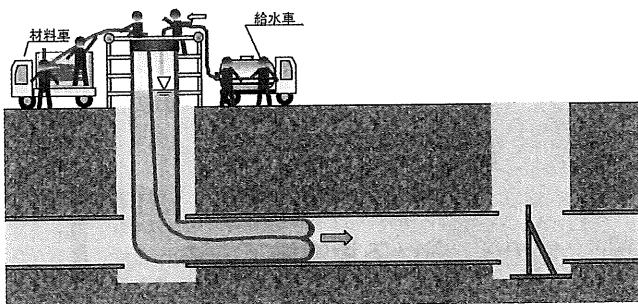


図-5 反転イメージ図

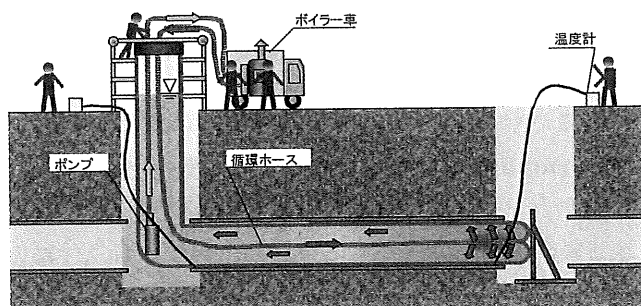


図-6 加熱イメージ図

6. 耐震性について

既設管内面に構築される更生管路には表-2に示す既設管のタイプおよび損傷状況によって、耐震設計の考え方と求められる性能が異なるものと考えています。インシチュフォーム工法ではこの要求性能に応じて、

【Case1】

インシチュフォームパイプとコンクリート管を用いた実験では、2本のヒューム管内にインシチュフォームパイプを形成した供試体を製作し、曲げ試験(写真-1)、引張試験、圧縮試験および曲げ試験を行い継手部の変形特性を検証。

【Case2】

インシチュフォームパイプ単体を用いた引張試験、圧縮試験(写真-2)および曲げ試験を行い、インシチュフォームパイプの変形特性を検証。

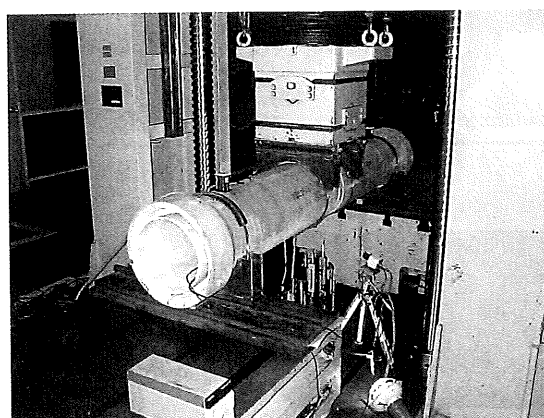


写真-1 コンクリート管を用いた曲げ試験

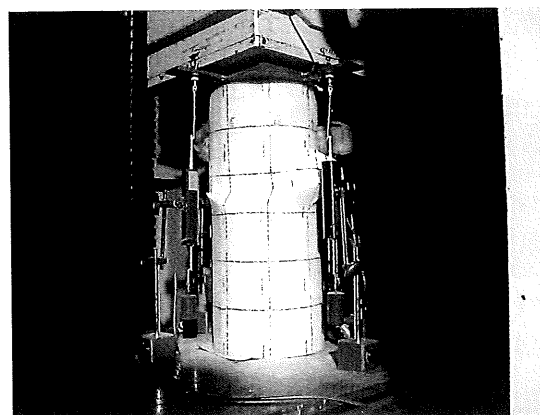


写真-2 インシチュフォーム単体を用いた圧縮試験

表-2 耐震設計の考え方と試験方法

既設管路	損傷状態	耐震設計の考え方の分類	要求性能と試験方法
継手構造管路 (例えばダクタイル鑄鉄管、 コンクリート管)	健全である	地盤変位は、継手部の変形(曲げ、抜け出し)によって吸収される	既設管継手部の変形への追従 → caes1
	健全でない	既設管の強度を考慮せず Insitupipe のみで地震力(地盤変位)に抵抗すること	Insitupipe 単独での地震時地盤変形への追従 → case2
一体構造管路 (例えば、溶接鋼管)	健全である	地震によるエネルギーを管路全体で変形することによって吸収する。	健全な既設管路の地盤変形性能への追従 → case2
	健全でない	既設管の強度を考慮せず Insitupipe のみで地震力(地盤変位)に抵抗すること	Insitupipe 単独での地震時地盤変形への追従 → case2

これらの実験から耐震計算で求める地震動レベル2における地盤ひずみに対しても十分な耐震性を有していることの検証をしています。また、平成23年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震で震度6以上が計測された4地区16路線で施工していた下水道管路を調査した結果、管体に異常は見られず、実管における耐震性の確認も行っております。

7. 施工事例

7-1 概要

工 事 名：犀川夏目ヶ原1号送水管更生工事
 工事場所：長野県長野市大字小柴見地内
 発 注 者：長野市上下水道局
 管 径：φ 450mm
 既 設 管：铸铁管
 延 長：603m

今回の対象管路は、標高440mに位置する犀川夏目ヶ原浄水場から麓の安茂里地区への送水管φ450mmの管更生で、延長603mの途中に大きな立坑を作るスペースがなく、1回の施工による更生が求められました。

7-2 工法選定

今回の工事では、次の条件を満足する工法としてインシュフォーム工法が採用されました。

- ・水道水への適合性を有する材料であること
- ・上水道管路の更生実績があること
- ・延長603mを1回で施工可能なこと

7-3 今回施工の特徴

- ・反転挿入は1回で施工できるものの管内洗浄への対応が困難なため、洗浄用に中間立坑を設け、洗浄完了後、管路を復旧して、反転施工を実施。
- ・上水道管路の更生に用いるエポキシ樹脂は、含浸（樹脂をライナーバッグに染込ませる工程）から反転挿入までの時間に制約があるため、発進立坑横で、含浸作業を行い、含浸と並行で反転挿入を実施。
- ・約59mの高低差があり、通常の反転では、バッグ先端に作用する水圧が高くバッグがバーストするため、背圧対策（特許工法）を実施。

7-4 施工結果

施工後の管内の様子を写真-8に示します。

長距離かつ急傾斜配管という難易度の高い管路ではありましたが、これまでの豊富な施工経験を生かし、計画通りに工事を完遂することが出来ました。

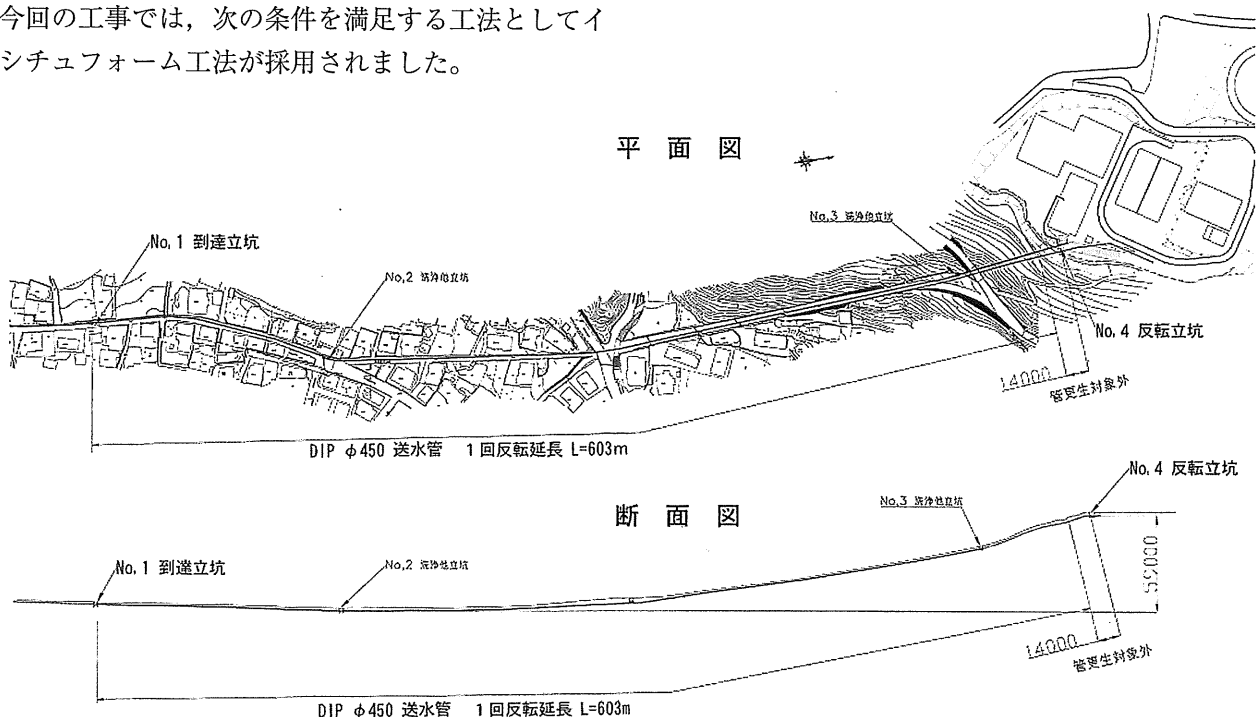


図-7 配管線形図

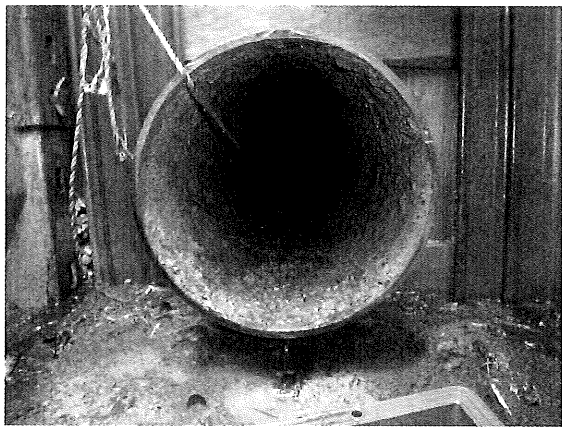


写真-3 着手前（管内切断後）

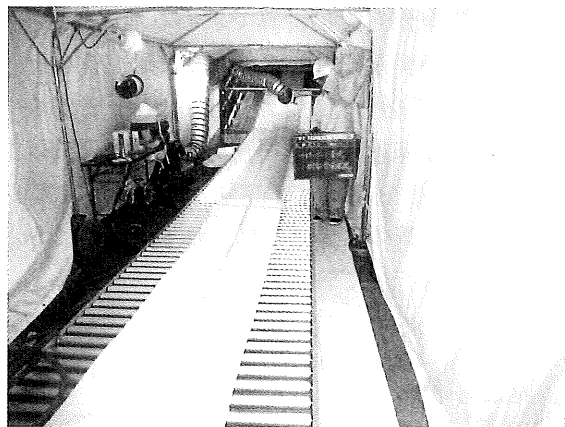


写真-6 現地含浸状況



写真-4 現地含浸，反転タワー配置状況

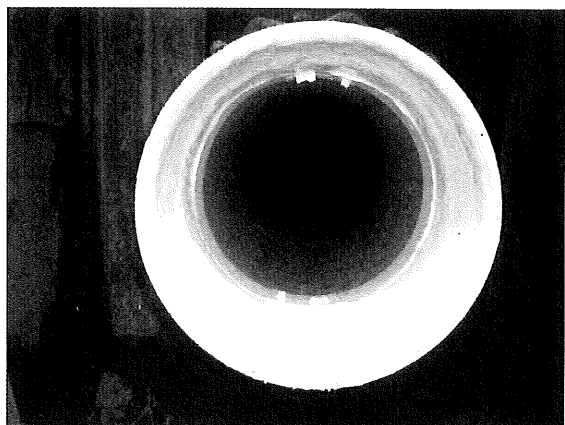


写真-7 管口処理後

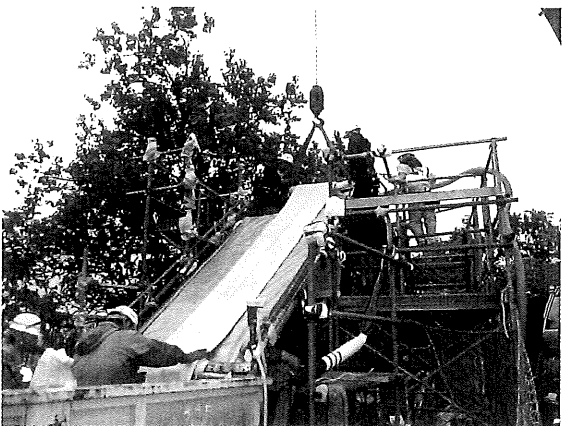


写真-5 反転挿入状況



写真-8 更生後管内写真

8. 長距離・傾斜配管の更生が可能な理由

施工バリエーションの1つである水反転は、水頭を確保することで十分な反転推力が確保できることから曲管部の施工が可能な上、既設管内に地下水の浸入、あるいは滞水があっても、反転水圧で排水して施工することができることに加えて、管内のライナーバッグに

は浮力が作用するため、長距離施工も可能になります。

一方、傾斜配管の施工では高い所から低い所に反転する場合、ライナーバッグ先端には高低差に応じた水圧が作用します。そこで、先端部に生じる水圧を低減するため、予め既設管内に水または空気を充填し、反転水の注水量に合わせて、到達管口に設けたバルブから排出することで、ライナーバッグ先端にかかる水圧を

キャンセルさせ、大きな水圧の発生をなくすとともに、一定速度による反転挿入を実施することが出来ます。

水または空気を選択は既設管の状況、到達側管口蓋の設置方法、管路線形から選択します。この方法により、高低差の大きな傾斜管路や伏せ越管路の施工を可能しています。

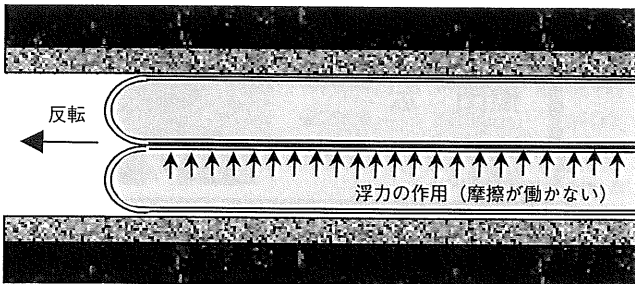


図-8 浮力の作用 (イメージ)

9. おわりに

現在、管路は建設から維持管路の時代に移り、老朽管路の更新・更生工法の担う役割と期待は年々大きくなっています。

インシチュフォーム工法は、上水道、工業用水、農業

用水、下水道などさまざまな水種の管路に対して、北海道の冬季施工から南は沖縄県まで、さまざまな気象条件と施工環境の中で施工を実施してまいりました。

今後も、材料面では断面ロスを最小限にするためライナーバックの高強度化による薄肉化をはかり、さらなる適用拡大を進めているとともに、施工面については、施工技能研修会の実施などにより現場施工技能の向上を進めるなど、協会一体となった材料、工事両面での品質向上への取り組みを進め、施主の共通した要求である「より良いものをより安く」を提供し、施主の信頼に答え、今後の管路更新・更生事業に貢献したいと考えております。

最後に、本工事の施工にあたり、発注者である長野市上下水道局様ならびに施工面でご指導頂きました元請関係者の皆様、また、関係各位の皆様方に紙面を借りて御礼申し上げます。

◆お問い合わせ先◆

日本インシチュフォーム協会
〒141-0032 東京都品川区大崎1-5-1
Tel.03-6865-6900 Fax.03-6865-6901
<http://www.insituform.gr.jp>

推進工事技士試験 過去10年間(平成14~23年度)

試験問題と模範解答・解説集

推進工事技士試験問題研究会編

1. 内容と特長

- 過去10年間の試験「学科」と「実地」問題を一年単位に収録
- 各年度の試験問題と模範解答・解説集は別冊になっており実力テストに最適
- 解説には設問に採用された図書(推進工法体系)の出典箇所を明記

2. 価格

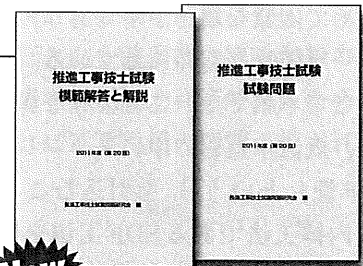
各年度単位に1set 2,000円(消費税・送料込)

3. 申込方法

本図書のお申込は前金でお願いしています。

ご購入ご希望の方は、郵便局備え付けの払込取扱票に①「通信欄」に購入したい年度と冊数②「ご依頼人」欄に発送先の郵便番号、住所、会社(団体)名、氏名、電話番号を記入して郵便局からお申込下さい。

これらのことをインターネットでご案内しています。



平成23年度版発売中!!