

# 管更生工法「インシチュフォーム工法」

## －工法紹介と施工例－

庵崎 高志

日本インシチュフォーム協会

### 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、その歴史は約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年以上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. 工法の適用範囲

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)。

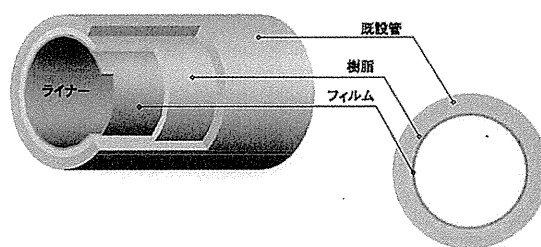
高内圧型工法 (INS-PL: Pressure Lining) は、高内圧管に適用するために開発された工法であり、現状では1.38Mpaまで対応が可能です (図-2 参照)。

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)。

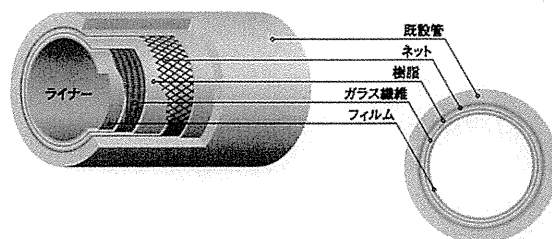
さらに、ボックスカルバートの更生用として開発されたカルバートライニング工法 (INS-GC: Glass fiber Composite lining) もあります。

(表-1) インシチュフォーム工法一覧表

工法名称	略称	略称の意味
標準工法	INS-S	Standard
高内圧型工法	INS-PL	Pressure Lining
強化型工法	INS-RL	Reinforced Lining
カルバートライニング工法	INS-GC	Glass Fiber Composite Lining

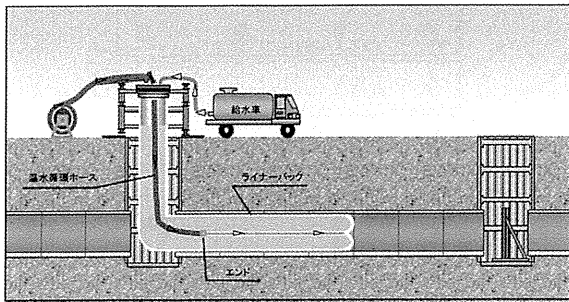


(図-1) 標準工法 (INS-S)

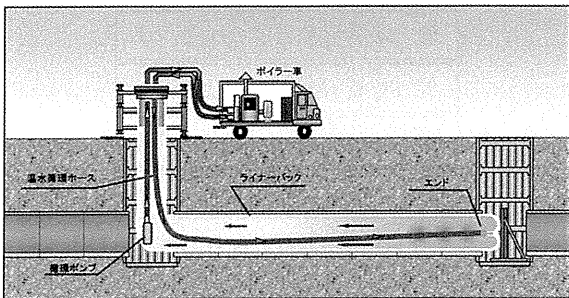


(図-2) 高内圧工法 (INS-PL)

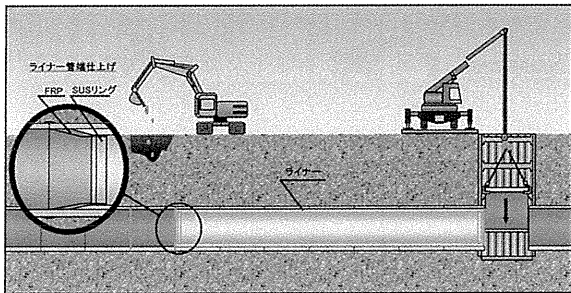




(図-8) 工程4 (管内反転)



(図-9) 工程5 (硬化養生一温水循環)



(図-10) 工程6 (既設管との接続及び立坑復旧)

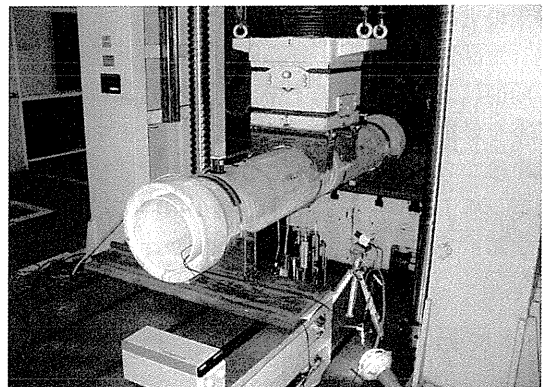
## 6. 耐震性について

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、  
・Case 1: 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)、引張試験および圧縮試験を行い、継手部の変形特性を検証しました。

・Case 2: 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しました。

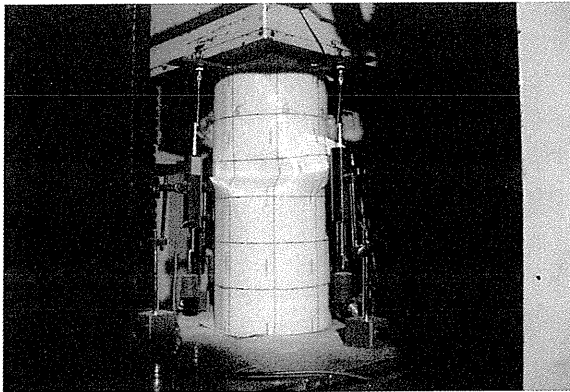
これらの実験から耐震計算で求まる地震動レベル2における地盤ひずみに対しても十分な耐震性を有していることを検証するとともに、平成23年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震で震度6以上が計測された4地区16路線で施工していた下水道管路を調査した結果、管体に異常は見られず、実管における耐震性の確認も行っております。



(写真-1) コンクリート管を用いた曲げ試験

(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 鋳鉄管やコンクリート管)	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 →case 1
	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	Insitupipe単独での地震時地盤変形への追従 →case 2
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 →case 2
	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	Insitupipe単独での地震時地盤変形への追従 →case 2



(写真-2) インシチュフォーム単体を用いた圧縮試験

## 7. 施工事例

### (1) 概要

工 事 名：平成24年度（地域）県営農地防災事業  
 （農業用河川工作物応急対策）  
 神流川サイホン地区管更生工事  
 工事場所：群馬県藤岡市牛久・埼玉県児玉郡神川町大  
 字小浜地先  
 発 注 者：群馬県西部県民局西部農業事務所  
 管 径：φ600mm  
 既 設 管：RC管（鉄筋コンクリート管）  
 延 長：307m（2スパン：261m + 46m）

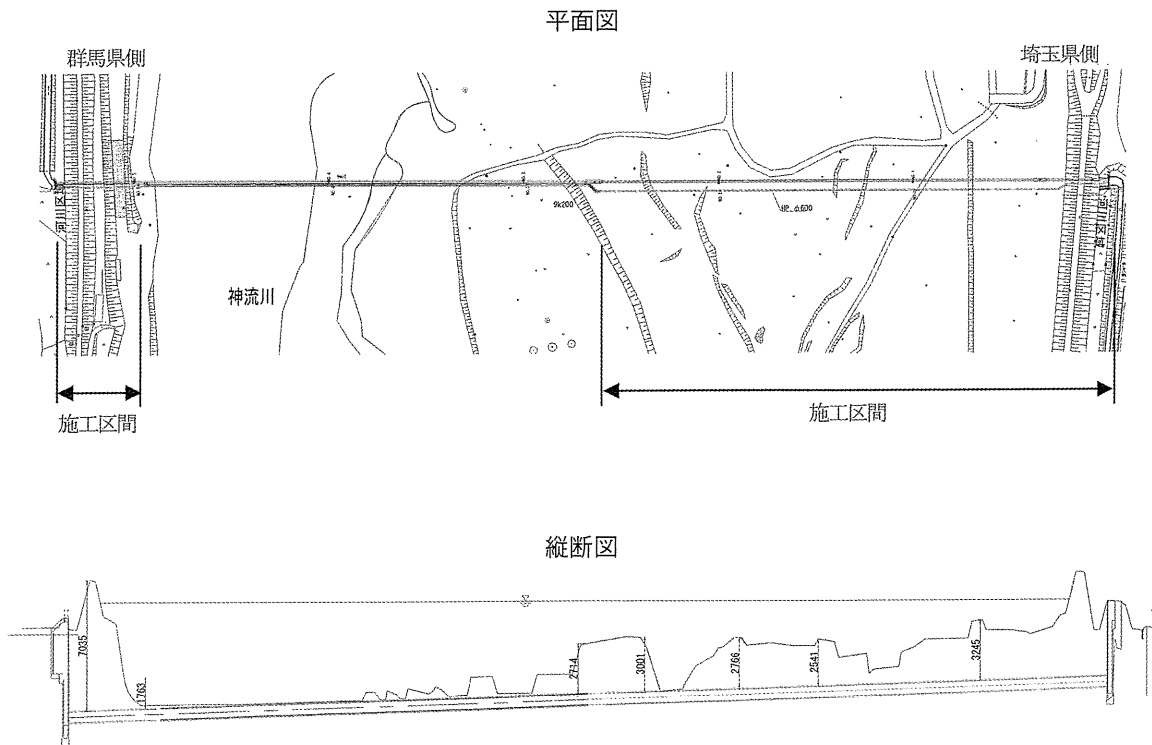
施工対象管路を（図-11）に示します。堤防下・河川下を横断する農業用水管路であり、2スパンとも途中に曲管が含まれていました。

### (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チュフォーム工法が採用されました。

- ・30°曲管への施工が可能であること。
- ・内圧管路への施工実績があること。
- ・大きな通水断面積が確保できること。

構造計算は『土地改良事業計画設計基準及び運用・解説「設計 パイプライン」』（農業農村工学会発行）のとう性管の設計手法に準じて検討を行いました。その結果、堤防下と河川下では、更生管の必要厚さに差が生じました。一方、インシチュフォーム工法は1回の施工（反転）の中でライナー厚を変化させることが可能であるという特徴を有しております。この特徴を活かし、堤防下・河川下における荷重条件に対する最適なライナー厚を選択し、断面ロスを最小限に抑え、大きな通水断面積を確保することができ、採用に至りました。

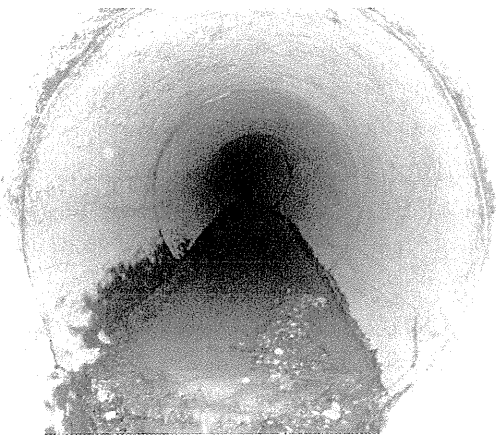


(図-11) 配管線形

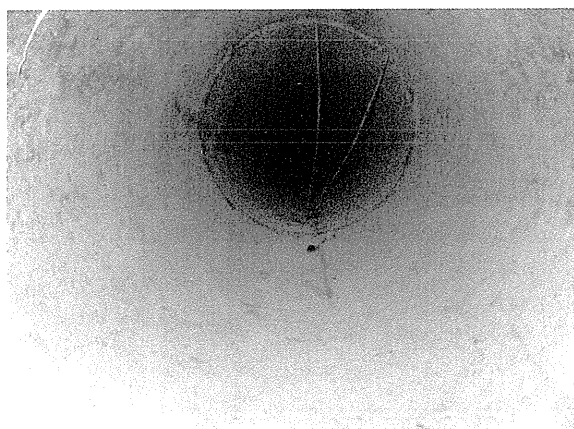
### (3) 施工結果

曲管を含み、ライナー厚の変化もあるという非常に特殊な条件でありましたが、これまでに培った知見を活かし、工事を完遂することができました。また、インシチュフォーム工法の現地工事は計画の期間4週間に対して、計画通り4週間で完了しました。

ここでは、施工時の状況を写真で紹介致します。  
まず、施工前の管内状況を示します。

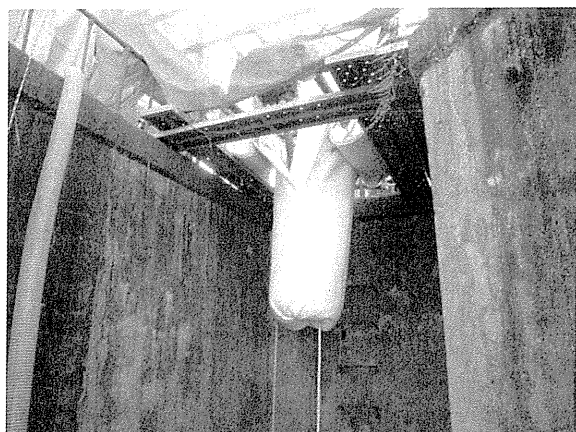


(写真-3) 施工前の管内状況 (1)



(写真-4) 施工前の管内状況 (2)

次に、材料の反転状況と施工現場の状況を示します。

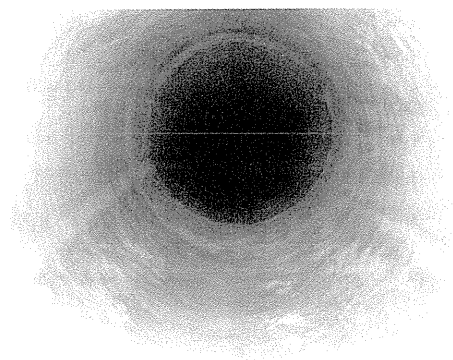


(写真-5) 反転状況

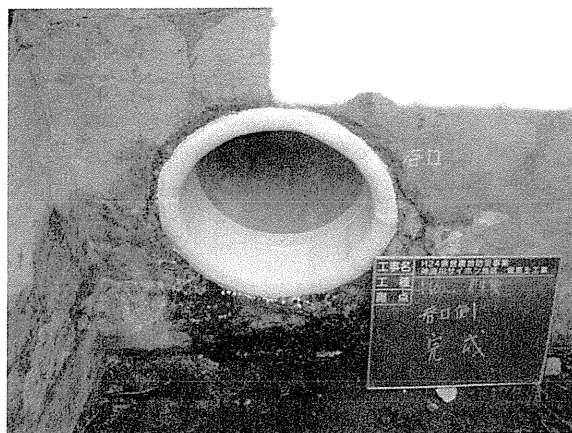


(写真-6) 施工状況

最後に、施工後の管内状況とインシチュフォーム工法更生管の端部処理後の状況を示します。



(写真-7) 施工後の管内状況

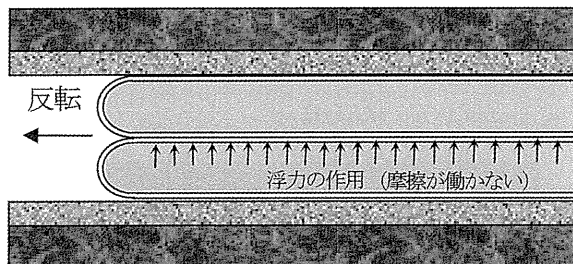


(写真-8) 端部処理後の状況

## 8. 水反転のメリット

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で、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。これに加えて、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るとともに、一定速度による反転挿入を実施することが出来ます。予め既設管内に充填する媒体（水または空気）の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としています。

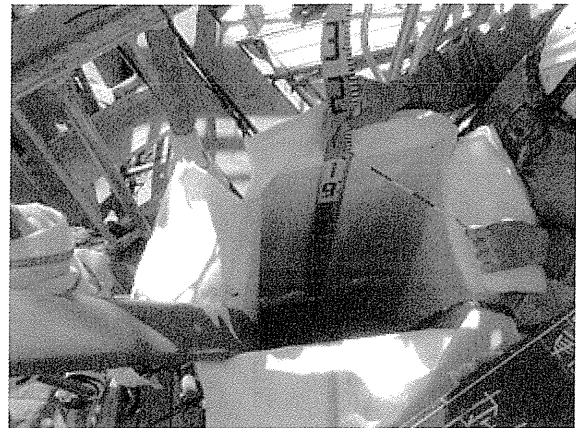


(図-12) 浮力の作用イメージ

また、硬化養生完了時にライナーバッグ内の水を利用した水張り試験を実施することで、更生管材料の水密性確認が行え、発注者から高い評価を得ております（写真-9、10参照）。



(写真-9) 水張り試験状況



(写真-10) 水密性確認状況

## 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、農業用水路、上水道、工業用水道、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グの高強度化による薄肉化を図り、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、施工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、発注者である群馬県西部県民局西部農業事務所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。

### ◇お問合せ先◇

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

大崎センタービル11階

Tel: 03-6865-6900

Fax: 03-6865-6901

URL: <http://www.insituform.gr.jp>