

令和7年度 水利施設保全管理補修部門 中央研修会

(令和7年 11 月 14 日開催)

講義①

ダクタイト鉄管によるパイプ・イン・パイプ工法

株式会社クボタ 山本 竜也

1. はじめに

農業水利施設におけるパイプラインを含む基幹的水路は、これまでおよそ5万 km が整備されている¹⁾。これらは戦後から高度経済成長期にかけて集中的に整備され、長年にわたり我が国の安定した農業生産に寄与している。

一方で、法定耐用年数を超えた水路の割合は2023（令和5）年時点で47%を超えている¹⁾。さらには、農業水利施設における突発事故の発生件数も増加傾向にあり、その7割をパイプラインが占めるという調査結果も報告されている²⁾。また、近年では令和6年能登半島地震のような大規模地震の発生頻度が高まってきており（図-1）、パイプラインのレジリエンス向上も同時に求められている。

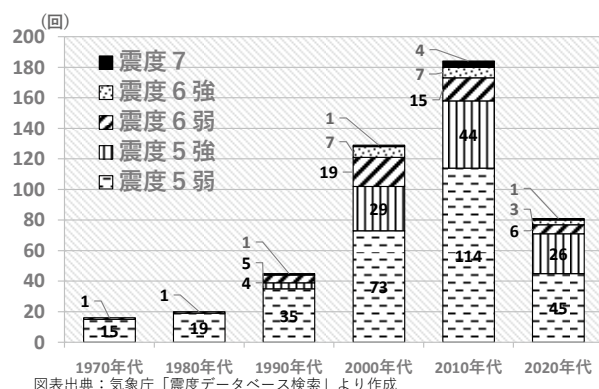


図-1 大規模地震発生件数
(2025年(令和7年)10月時点)

パイプラインの健全な性能維持には計画的な更新、耐震化、あるいは補修・補強・改修工法

による長寿命化対策が不可欠である。しかし農村における交通網の発達やそれに伴う都市化・混住化により、地上からの開削を伴う工事が困難なケースが増加している。

本稿では、これらの課題解決への管路更生工法として、ダクタイト鉄管によるパイプ・イン・パイプ工法について述べる。

2. パイプ・イン・パイプ工法

2.1 パイプ・イン・パイプ工法の概要

本工法は、既設老朽管あるいは新設管をさや管とし、そのさや管内にPN形ダクタイト鉄管（以下「PN形管」という）による耐圧・耐震管路を新たに構築する工法である。その標準的な設計・施工手順を図-2に示す。

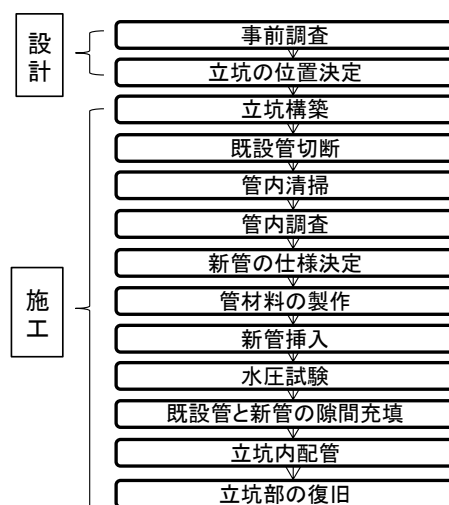


図-2 標準的な設計・施工手順

構築方法としては、発進立坑内で新管を接合し、さや管内に順次挿入する押込工法（図-3）と、バッテリーカー等で新管をさや管内に持ち込んで、順次接合する持込工法（図-4）がある。

本稿では既設老朽管の更新工法として採用実績の多い押込工法について述べる。

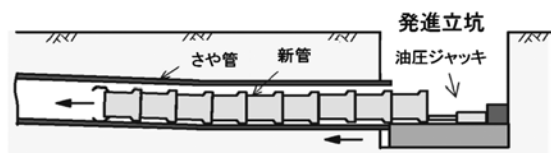


図-3 押込工法 概要図

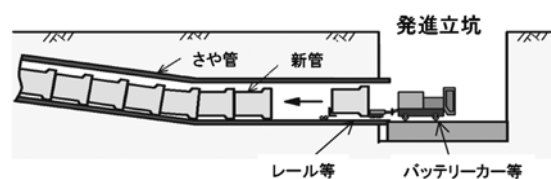


図-4 持込工法 概要図

2.2 パイプ・イン・パイプ工法の特長

本工法の特長を以下に述べる。

（1）地上への影響が最小限

一般的な管路更新工事は地上からの開削工事が主流であるが、昨今は農村の都市化や混住化により、管路の上部に民家等が建設されている場合が多くある。このような環境では地上からの開削工事が制限されるが、本工法で必要な開削箇所は発進立坑及び到達立坑の2か所となる。場合によっては中間立坑を設ける必要があるが、それ以外は非開削でパイプラインを構築できるため地上への影響は最小限である。

（2）自立管として設計が可能

ダクトイル鉄管は、鉄系材料としての強靱性や長期信頼性を有している。その性能は、古くから農業用パイプラインとして埋設されてきた膨大な採用実績により証明されている。さや管となる既設老朽管に強度や剛性が期待できない場合にも、自立管として設計が可能であり、将来にわたって安心安全な管路を構築できる。

（3）通水性能の確保

さや管内部に新管を挿入するため、さや管径に対して新管は1口径（100mm）以上小さな

通水断面となるが、一般に老朽化した既設管に比較して新管の内面平滑度は高い。既設管に対する新管の断面減少による通水性能の低下は小さく、特定条件においては長年使用した既設管と同等以上の通水性能が期待できる。

（4）作業の安全性・施工性が高い

管路構築にあたり、使用管材によっては溶接・融着・塗装を行う場合がある。この場合、作業を行うための有資格者の設置や専用機材の準備、十分な換気等の作業時の安全確保が必要となるが、ダクトイル鉄管は継手構造となっており、管の接合に特殊な工具や資格は不要である。さらに多少の雨天でも作業が可能であり、施工環境の制約が少ないなど、作業の安全性及び施工性に優れている。

（5）工期・工事費の節減

前述のとおり、本工法では、開削箇所を最小限に抑えることが可能である。押込工法では立坑内において継手の挿入を一連の作業として実施できるため、作業効率が高い。これらの特長により、開削による布設替えと比較して施工期間が短縮され、工事費の節減が期待できる。

3. PN形ダクトイル鉄管

PN形管は、さや管内部に耐圧管路を構築することを前提に開発された耐震継手ダクトイル鉄管である。（一社）日本ダクトイル鉄管協会においてJDPA G1046として呼び径300～1,500が規格化されている。以下にその特長を述べる。

（1）外径

呼び径300～1,100の直部外径は、水輸送用塗覆装鋼管と同じであり、管受口の外径もK形管などの一般埋設用のダクトイル鉄管と比較して1周り小さい寸法となっている。より狭い隙間での挿入を可能としたことで、最適な口径差での設計と安全な管内挿入を実現している。

（2）優れた継手性能

PN形管の継手構造を図-5に示す。呼び径600以下と呼び径700以上では、呼び径700以上に押輪がある点で水密機構は異なっている。

いずれも継手が伸び出し、屈曲した場合にも通水性能を損なうことはない。また、地盤変状が生じた際は管長の1%の伸びに対応でき、最終的にはロックリングが管の溝に引っ掛かり、継手の離脱を防止できる。

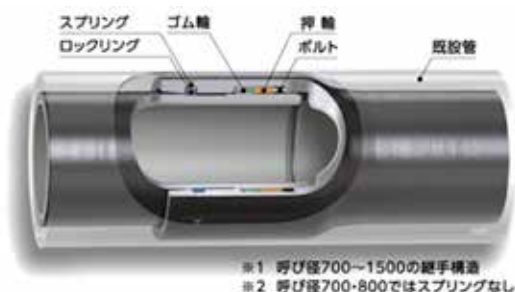


図-5 PN形ダクタイル鉄管継手構造

離脱防止力は3 DkN (D:呼び径) 以上であり、例えば呼び径 1,000 の場合は 3,000kN 以上となる。これは、長さ 100m の管の周面摩擦力に相当し、離脱防止性能としては最高ランクの A 級に該当する³⁾。これらの伸び・可とう性・離脱防止力によって優れた耐震性能を発揮する。

表-1 PN形管の基準性能

項目 呼び径	伸び量 (mm)	許容曲げ角度	離脱防止力 (kN)
300	45	4°	900
350	45	4°	1,050
400	45	4°	1,200
500	45	4°	1,500
600	45	4°	1,800
700	45	3°	2,100
800	50	3°	2,400
900	55	3°	2,700
1,000	55	3°	3,000
1,100	55	2°45′	3,300
1,200	60	2°45′	3,600
1,350	60	2°45′	4,050
1,500	55	1°50′	4,500

4. 押込工法

押込工法は図-3に示すように発進立坑にジャッキなどを設置し、順次新管をさや管内に挿入していく工法である。管の吊り下ろしから接合、挿入までを立坑内で作業でき、施工性に優れる点からパイプ・イン・パイプ工法の代表的な施工方法となっている。

(1) 曲線施工性

本工法では、PN 形管の許容曲げ角度以下でかつ、新管が通過できる範囲で曲線施工が可能である。(図-6)

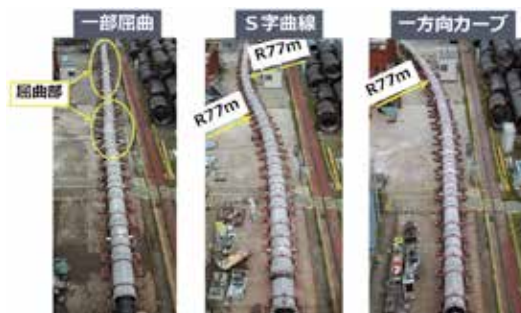


図-6 屈曲・曲線部への押込実験例

(2) 挿入力伝達構造

さや管への挿入には、立坑からのジャッキによる挿入力を先頭の管まで伝達する必要がある。必要な挿入力は、管路の延長や曲線の有無などの諸条件により決定される。挿入力の伝達構造は、「標準タイプ」と「補強タイプ」に大別され、必要な挿入力に応じて選定する。(図-7)

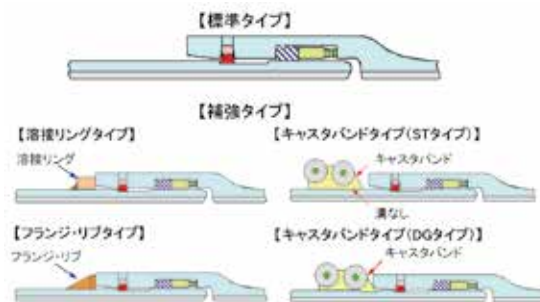
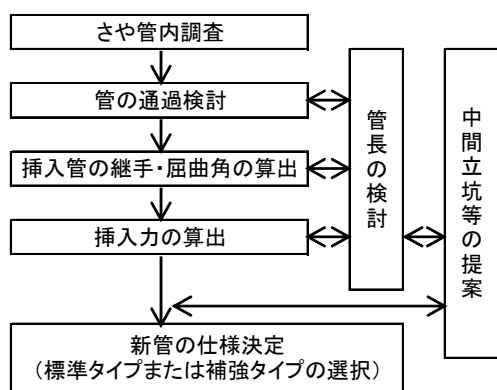


図-7 挿入力伝達構造

(3) 仕様決定フロー

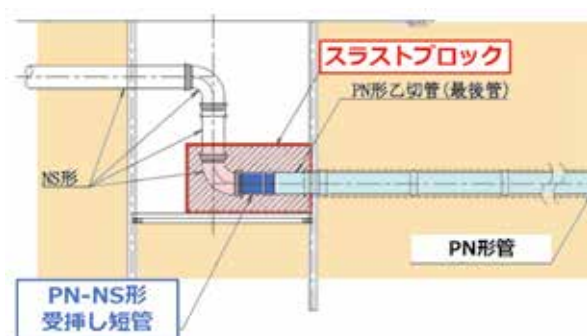
押込工法における管の長さや挿入力の伝達構造の仕様決定手順を図-8に示す。必要な挿入力が過大になり補強タイプによる経済的合理性が確認できないなどの場合は、中間立坑を一部設けることを検討する。



図－8 仕様決定フロー

(4) 立坑部の配管例

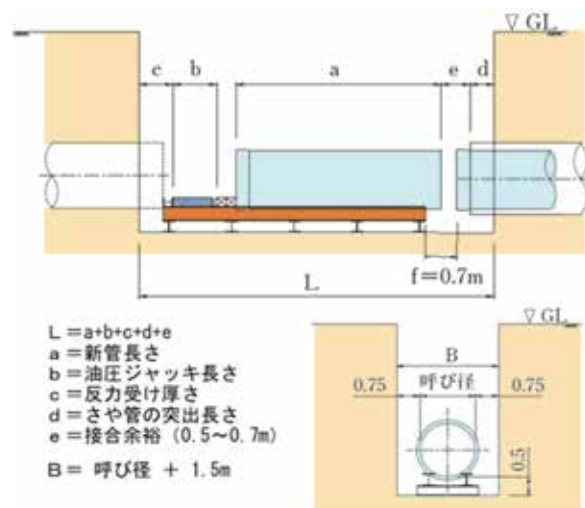
本工法で施工した管路は一般に立坑部で開削区間の管路と接続する。開削区間が耐震継手である NS 形管（呼び径 700）で敷設された場合の配管模式図を図－9 に示す。呼び径が 300 ～ 1,100 の PN 形管は他の一般埋設用ダクトイル鉄管と外径が異なるため、受挿し短管を設置する。また、立坑内の曲管部（異形管）には水圧によるスラスト力が作用するため、その対策としてスラストブロックを打設することが一般的である。



図－9 標準的な配管例（呼び径 700 の例）⁴⁾

(5) 立坑形状

発進立坑の長さ及び幅は図－10 に示す寸法を考慮し決定する。ただし発進立坑内の連絡配管の長さが図－10 の L 寸法以上となるときはその長さで決定する。一方、到達立坑の大きさは連絡配管ができる大きさがあればよい。



図－10 標準的な発進立坑寸法⁴⁾

5. 施工実績

直近 5 か年の主要な施工実績を表－2 に示す。本工法は農業用水のほかに上水道などでも多くの実績を有している。

表－2 パイプ・イン・パイプ工法実績

年度	発注者	挿入管×延長
2020	北海道開発局 札幌開発建設部	呼び径 600 × 24m
2021	中国四国農政局 香川用水二期農業水利事業所	呼び径 600 × 18m
	佐賀県 佐賀中部農林事務所	呼び径 500 × 60m
2022	北海道開発局 札幌開発建設部	呼び径 600 × 54m
	北海道開発局 函館開発建設部	呼び径 600 × 45m
	北海道開発局 帯広開発建設部	呼び径 1000 × 34m
	宮崎県 西諸県農林振興局	呼び径 700 × 37m
2023	北海道開発局 帯広開発建設部	呼び径 700 × 34m
	宮崎県西諸県農林振興局	呼び径 500 × 18m
2024	北海道開発局 帯広開発建設部	呼び径 300 × 20m
	北海道開発局 帯広開発建設部	呼び径 350 × 200m
	北海道開発局 帯広開発建設部	呼び径 300 × 24m
	関東農政局 荒川中部農業水利事業所	呼び径 400 × 224m

6. おわりに

2024（令和 6）年に見直された食料・農業・農村基本法では、新たに施設の保全に関する記述が追加されるなど、近年は施設のレジリエンス向上やストックマネジメントの重要性がクローズアップされている。ダクトイル鉄管によるパイプ・イン・パイプ工法は施設の長寿命化を実現できるとともに、強靱な管路の構築に貢献する技術である。本工法を通じて、農業生産

基盤の安全性向上や、農業農村の持続的な発展に寄与する所存である。

【引用文献】

- 1) 農林水産省大臣官房（2025（令和7）年）：令和6年度食料・農業・農村白書
- 2) 農林水産省（2025（令和7）年）：農業水利施設におけるストックマネジメントの取組について
- 3) 財団法人 国土開発技術センター（1977（昭和52）年）：地下埋設管路耐震継手の技術基準（案）
- 4) 一般社団法人 日本ダクトイル鉄管協会（2024（令和6）年）：ダクトイル鉄管によるパイプ・イン・パイプ工法設計と施工

