

# ダクティル鉄管による パイプ・イン・パイプ工法

株式会社クボタ

1

## 目次

1. 発表概要
2. 農業水利施設の現状
3. ダクティル鉄管によるパイプ・イン・パイプ工法
4. 施工実績
5. まとめ

2

近年増加している大規模地震と、農業用パイプラインの突発事故を背景に、**パイプラインの強靱化が急務**

農村地域の都市化・混住化が進み、**突発事故による二次被害の可能性が広がる**一方掘削を伴う開削工事が困難な環境が多くなっている

## ◆パイプ・イン・パイプ工法のご紹介

### (1)PN形ダクタイル鉄管

### (2)押込工法

パイプ・イン・パイプ工法は老朽化したパイプラインの**長寿命化を実現し、農業用パイプラインの安全性向上に貢献する**

3

## 農業水利施設の現状

### 耐用年数超過割合や突発事故が増大、健全な管路の維持が課題

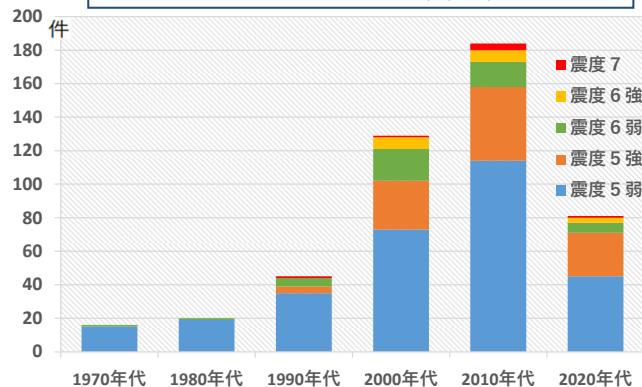
基幹的農業水利施設の老朽化状況

	施設数・延長	標準耐用年数超過割合 (%)	
		うち 標準耐用年数超過	
基幹的施設(か所)	7,763	4,535	58.4
貯水池	1,295	133	10.3
取水堰	1,976	897	45.4
用排水機場	3,030	2,401	79.2
水門等	1,138	862	75.7
管理設備	324	242	74.7
基幹的水路(km)	52,073	24,902	47.8

資料：農林水産省「農業基盤情報基礎調査」を基に作成  
注：令和5(2023)年3月末時点の数値

- 基幹的水路の48%が耐用年数超
- 大規模地震の頻度も増加傾向

震度5弱以上の地震回数状況



図表出典：気象庁「震度データベース検索」より作成

**パイプラインの突発事故による機能停止・二次被害のリスク増加**

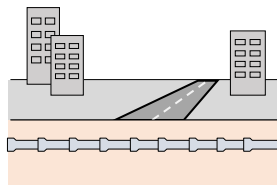
パイプラインの適切な更新を行い、長期の供用においても事故が少なくかつ、大規模自然災害にも耐える**強靱なパイプラインの構築**が必要

## 布設管路周辺の環境により、 地上からの開削工事が困難な管路がある

### 代表的なケース

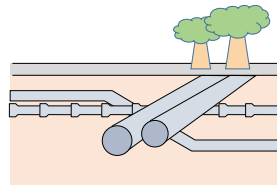
#### 道路横断部

基幹道路の横断部や  
交通障害がおこる箇所は  
開削工事が困難



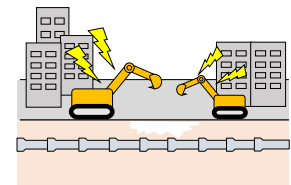
#### 地下埋設物の輻輳

更新対象の管路付近に  
他の地下埋設物があり  
容易に開削工事を行えない



#### 近隣への影響

工事による道路規制や  
騒音・夜間工事などで  
近隣への影響がある



### “非”開削工法で更新工事を行う

5

## パイプラインの一般的な長寿命化対策工法

工法名			ダクタイル鉄管による パイプ・イン・パイプ工法	各工法の特徴
補修・補強・改修工法	補修・補強・改修工法	管路更生工法	鞘管工法	<ul style="list-style-type: none"> <li>既設管内面から新たに管を構築し、管路の耐荷性や通水性等を回復又は向上させる工法。</li> <li>下水道分野の技術として開発、実用化されたものが多いため、適用に当たっては、圧力管路である、単位施工距離が長い、平面・縦断的な屈曲部が多いといった農業用パイプラインの特徴に留意する必要がある。</li> </ul>
			反転工法	
			形成工法	
			製管工法	
	補修工法	止水工法	止水バンド工法	<ul style="list-style-type: none"> <li>継手からの漏水に対する応急対策として利用されている例が多い。</li> <li>長期耐久性の検証が十分ではないため、長期にわたり使用する際は、緩み等の状態確認を行う必要があることに留意する。</li> </ul>

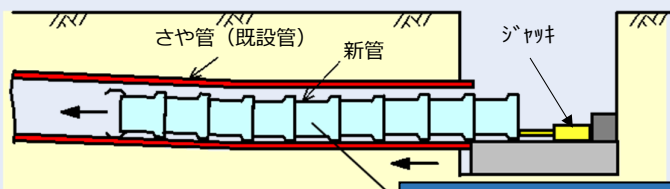
## パイプ・イン・パイプ工法

さや管（既設管や新設管）の中へ1～3口径程度小さい  
ダクトイル鉄管を挿入する工法

- ◆ 国道や農道の下、河川横断や鉄道下など開削が難しい現場でも**非開削による管路更生工事**を合理的に行うことが可能
- ◆ ダクトイル鉄管のもつ継手可とう性より、**曲線施工も可能**
- ◆ 工期の短縮や工事費の節減などが期待される

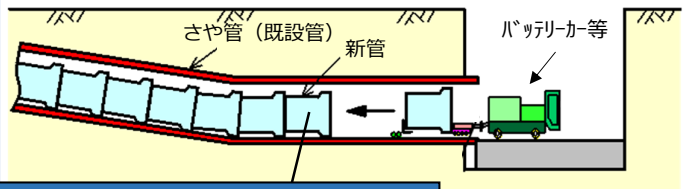
### ① 押込工法

立坑内で新管を接合して  
さや管内に押込む工法



### ② 持込工法

さや管内に新管を  
運搬し接合する工法



耐震型ダクトイル鉄管（PN形管）

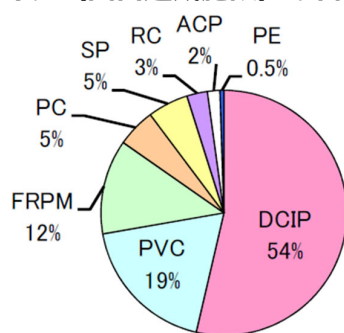
7

## ダクトイル鉄管とは

### ダクトイル鉄管の特長

- (1) **Ductile Cast Iron Pipe** (Ductile = 延性のある)
- (2) 鉄系材料：高強度で靱性があり、長期耐久性に優れる
- (3) 各種の継手を有しており、使用目的に合わせて選択可能
- (4) 継手の伸縮・可とう性（や離脱防止性）により地盤変動に順応

### パイプライン（国営造成施設）の管径区分と管種構成



全サイズ管種構成

出典) 食料・農業・農村政策審議会農業農村振興整備部会技術小委員会  
平成26年度第1回技術小委員会配布資料  
農業水利施設の機能保全の手引き -パイプライン編-の策定について  
農村振興局 平成20年12月

### 一般埋設に使用される代表的な継手形式 (上：一般継手、下：耐震継手)

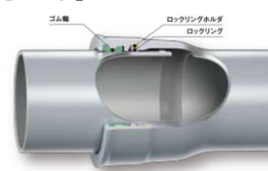
#### 【T形】



#### 【K形】



#### 【GX形】



#### 【NS形】



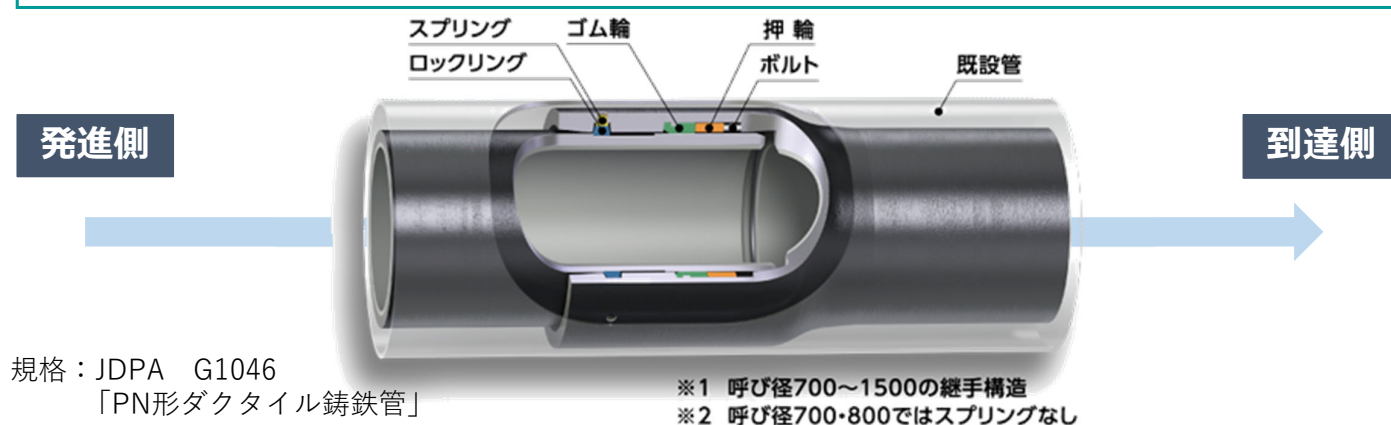
## PN形ダクタイル鉄管の特長

### さや管の中に耐圧管路を構築することを前提に開発された耐震管

- ◆ 呼び径300～1100の管外径は、水輸送用塗覆装鋼管の外径と同じ
- ◆ 一般埋設管に比べて、受口外径も1まわりスリムな設計
- ◆ 屈曲・伸び・離脱防止性を有する

伸び：管長の1%

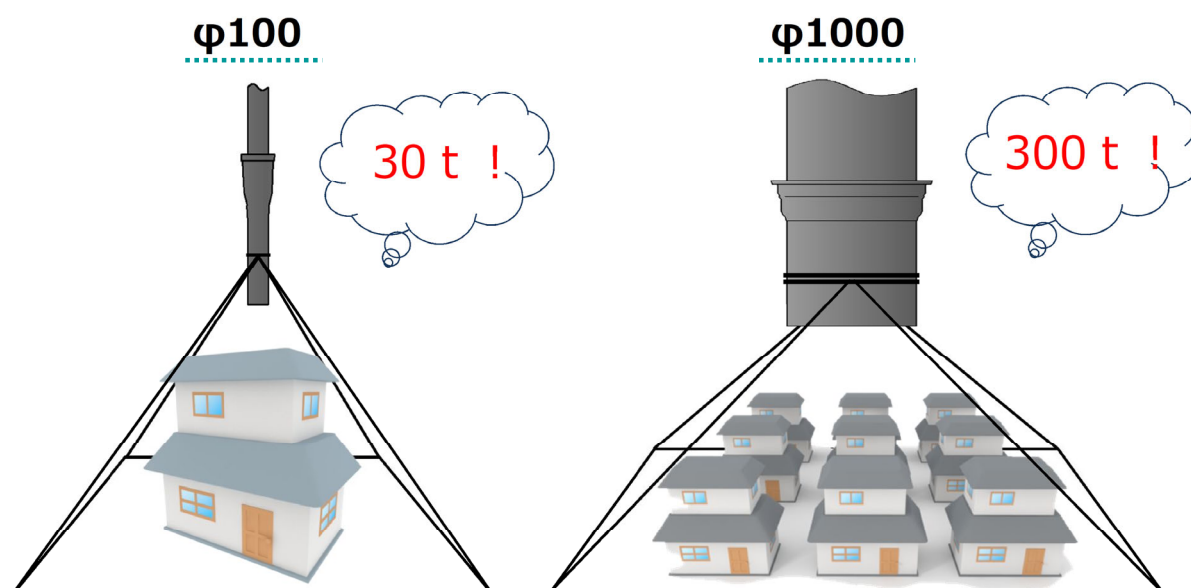
離脱防止力： $3D$  [kN] (D：呼び径)



9

## 離脱防止力

### 離脱防止力3DkNとは

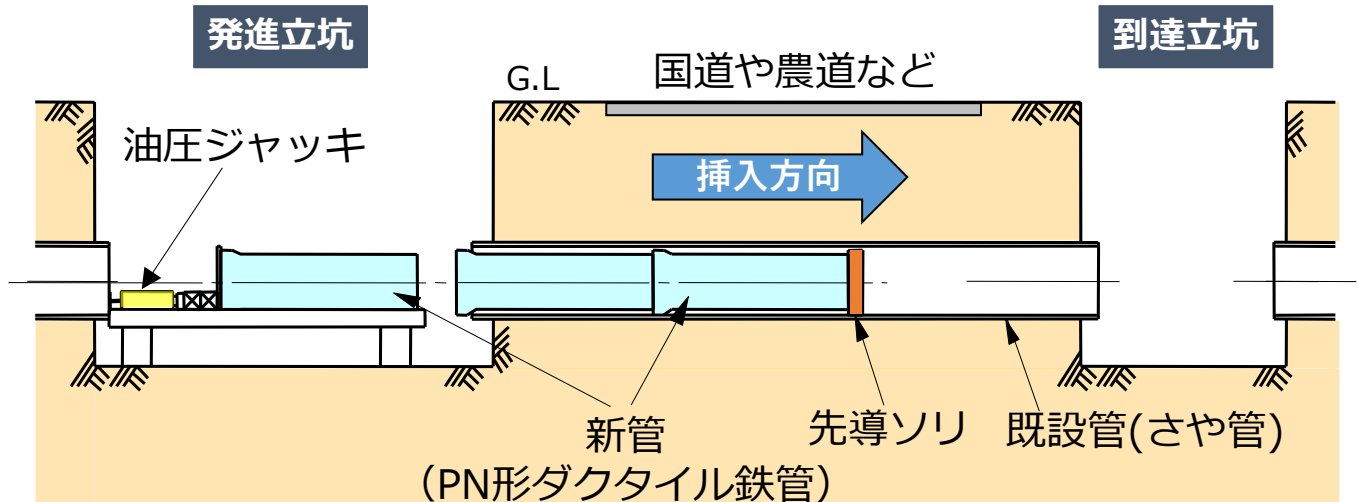


管が土の中に埋められた状態で100m先の  
管まで引っ張ることができる力に相当

10

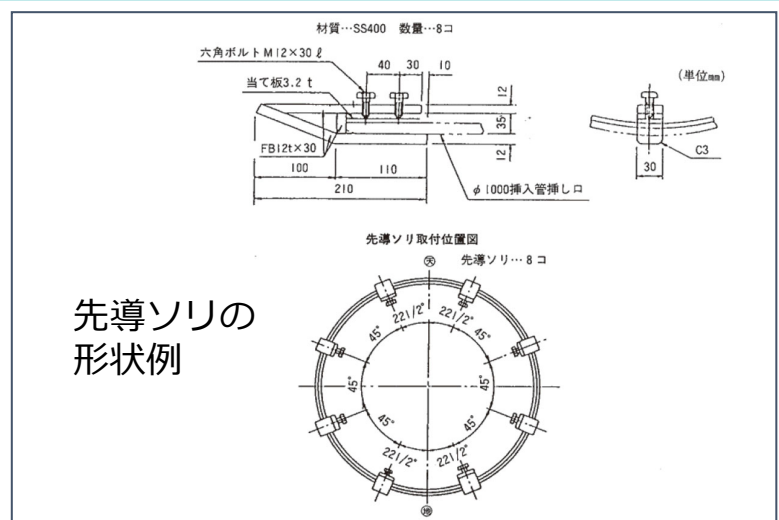


- (1) 先頭の管に先導ソリを装着
  - (2) 発進立坑内で新管（PN形ダクトイル鉄管）を接合する
  - (3) 油圧ジャッキ等にて、さや管内へ押し込む
  - (4) さや管と新管との隙間を、エアミルク、エアモルタル等（圧縮強度：0.5～1.5N/mm<sup>2</sup>程度）で充填する
- 繰り返す

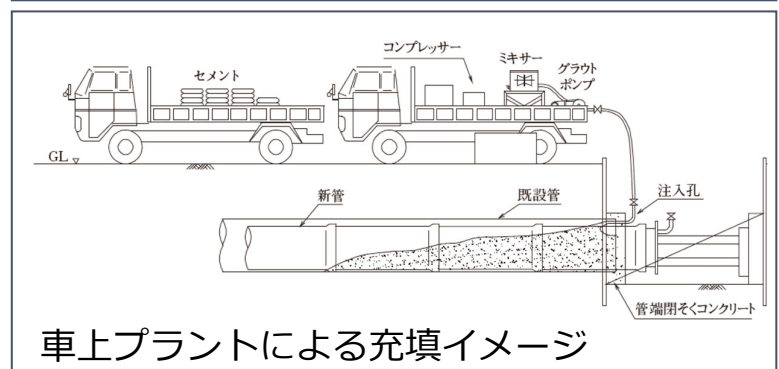


11

## 押込工法の施工状況



先導ソリの  
形状例



車上プラントによる充填イメージ

12

一部屈曲



S字曲線



一方向カーブ



13

## PN形管の基準性能

呼び径	伸び量 (mm)	許容曲げ角度	離脱防止力 (kN)	[参考] 地震時や地盤沈下 時の最大屈曲角
300	45	4°	900	8°
350	45	4°	1050	7°10′
400	45	4°	1200	6°20′
500	45	4°	1500	5°
600	45	4°	1800	4°10′
700	45	3°	2100	3°30′
800	50	3°	2400	3°30′
900	55	3°	2700	3°20′
1000	55	3°	3000	3°
1100	55	2°45′	3300	2°45′
1200	60	2°45′	3600	2°45′
1350	60	2°45′	4050	2°25′
1500	55	1°50′	4500	2°

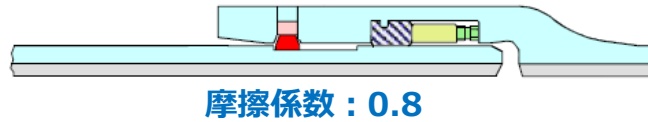
備考1) 継手を屈曲させるためにはある程度の曲げモーメントを加える必要がある。

2) PN形継手の耐圧縮性能は離脱防止性能と同等である。

3) 地震時や地盤沈下時の最大屈曲角 =  $\tan^{-1}$  (伸び量/管外径)

14

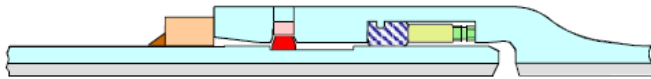
## 標準タイプ



摩擦係数 : 0.8

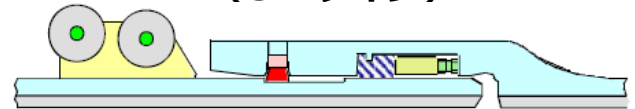
## 補強タイプ

### 【溶接リングタイプ】



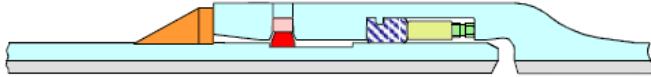
摩擦係数 : 0.8

### 【キャストバンドタイプ】 (STタイプ)



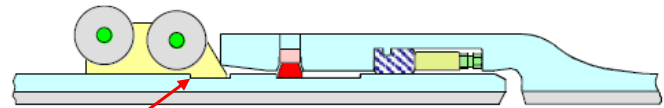
摩擦係数 : 0.08

### 【フランジ・リブタイプ】



摩擦係数 : 0.8

### 【キャストバンドタイプ】 (DGタイプ)



溝あり

摩擦係数 : 0.08

※上記の摩擦係数は、さや管がモルタルライニングまたはコンクリート管の場合

15

# 挿入施工時の許容抵抗力の考え方 (呼び径800の例)

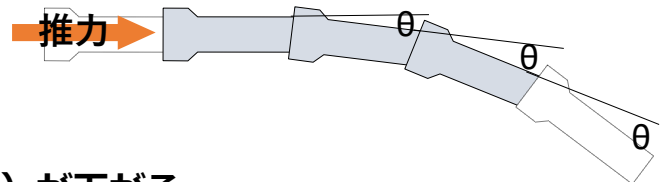
## 直線部

ジャッキによる推力が  
新管に均等に作用する



## 曲線部

ジャッキによる推力が  
新管に局所的に作用する

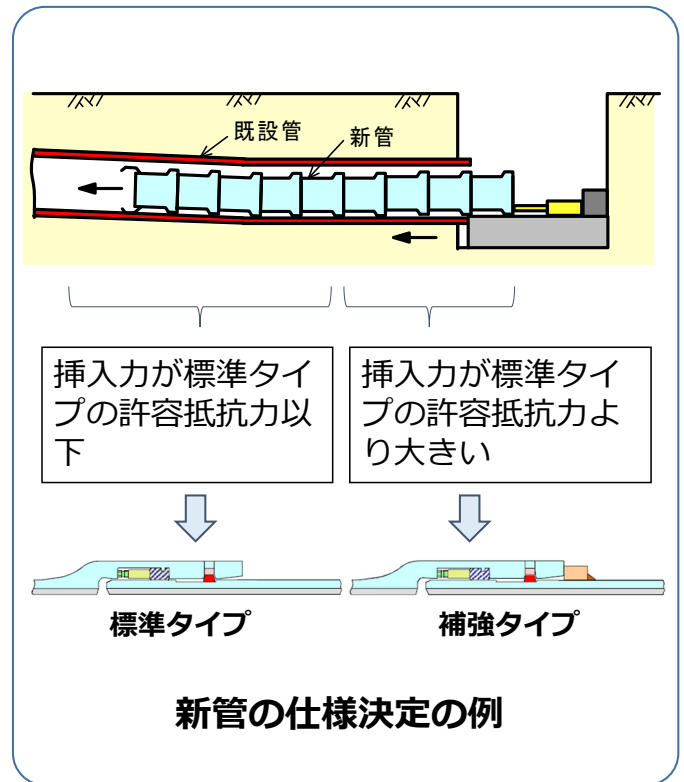
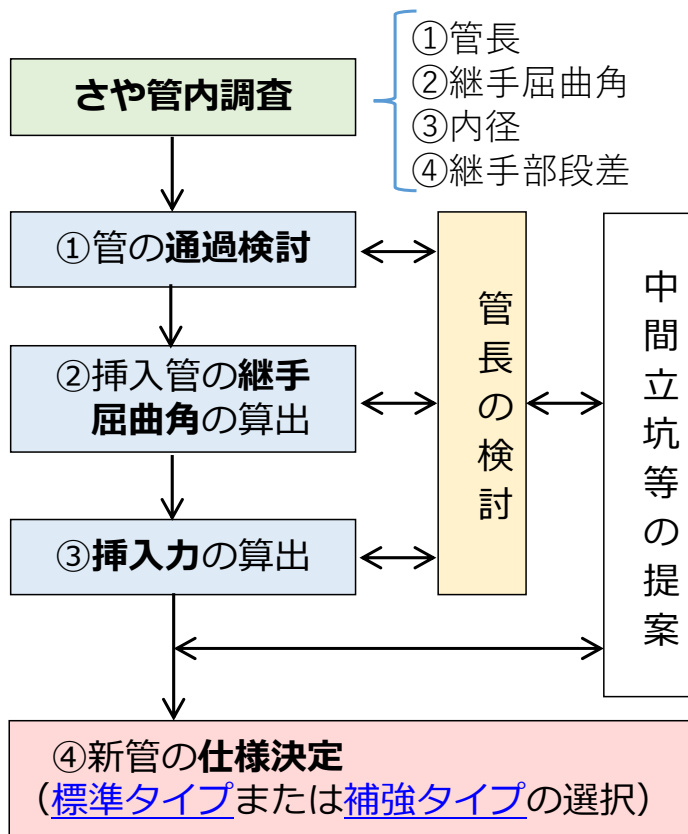


➡ 許容抵抗力 (伝達できる挿入力) が下がる

タイプ		呼び径	許容曲げ角度 (θa)	許容抵抗力 (単位 : kN)				
				0	0.25θa	0.5θa	0.75θa	1.0θa
標準タイプ		φ800	3°	1200	775	350	275	適用せず
溶接リングタイプ		φ800	3°	2400	1570	740	670	600

16

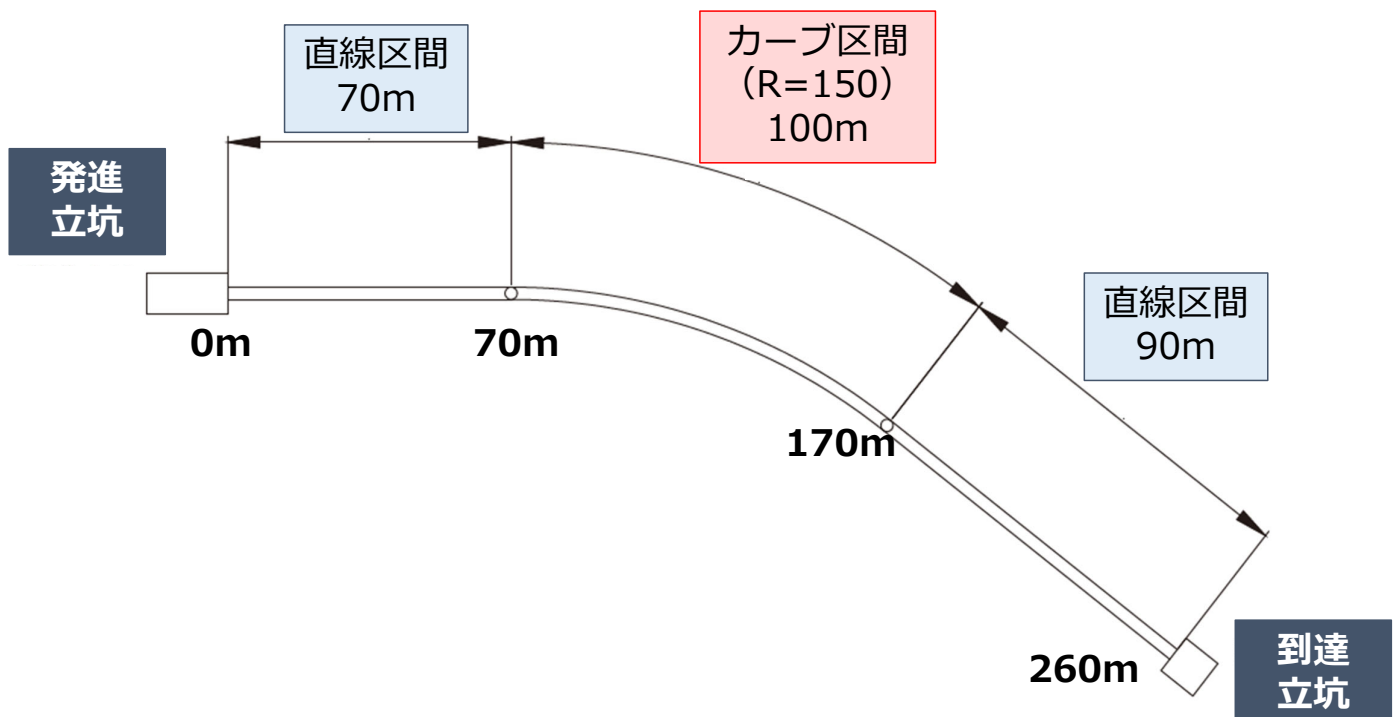




17

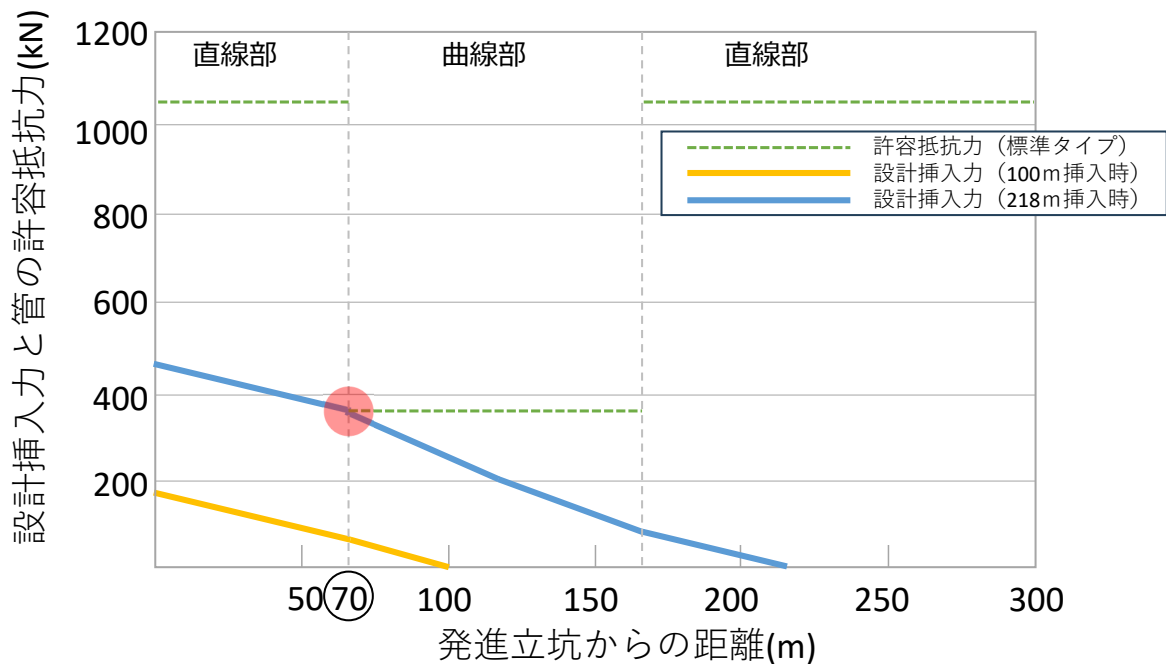
## 押込工法における仕様決定例

- (1) 下図の管路線形を想定
- (2) さや管：ヒューム管（呼び径900）、新管：PN形管（呼び径700）



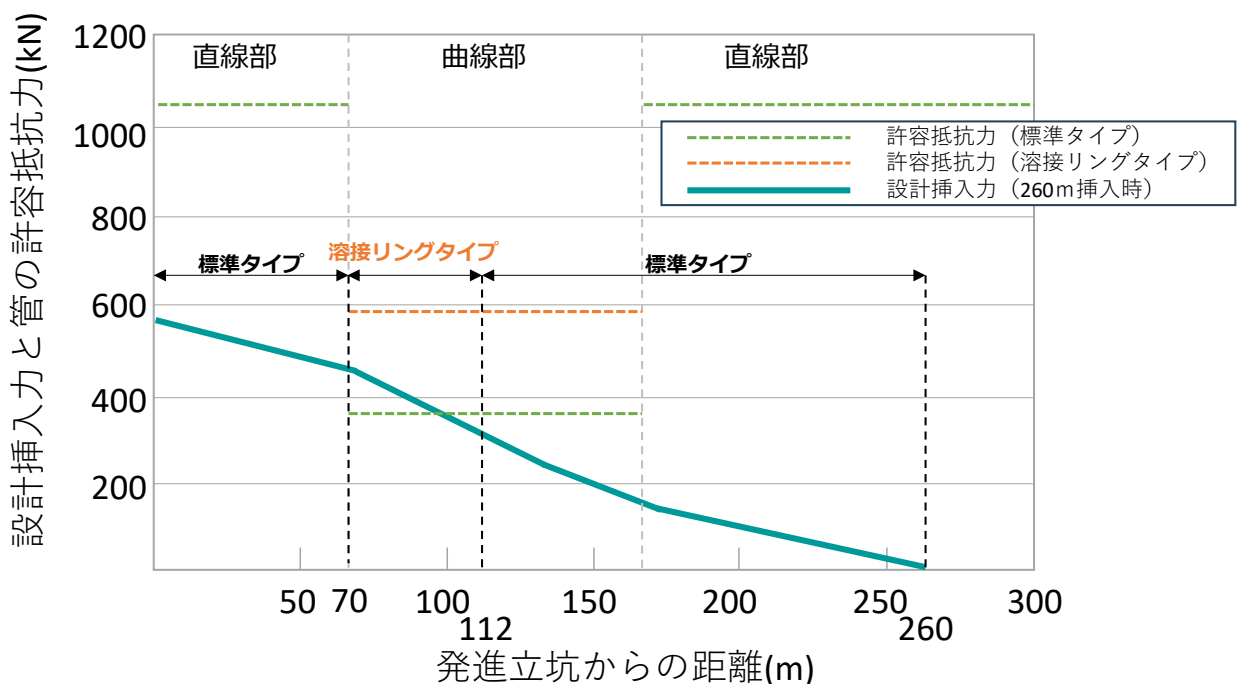
18

- (1) 設計挿入力が標準タイプの許容抵抗カ以下になるかを確認
- (2) 発進立坑から70mの地点で許容抵抗カを超過
- (3) 以降、この地点を通る管には補強タイプが必要

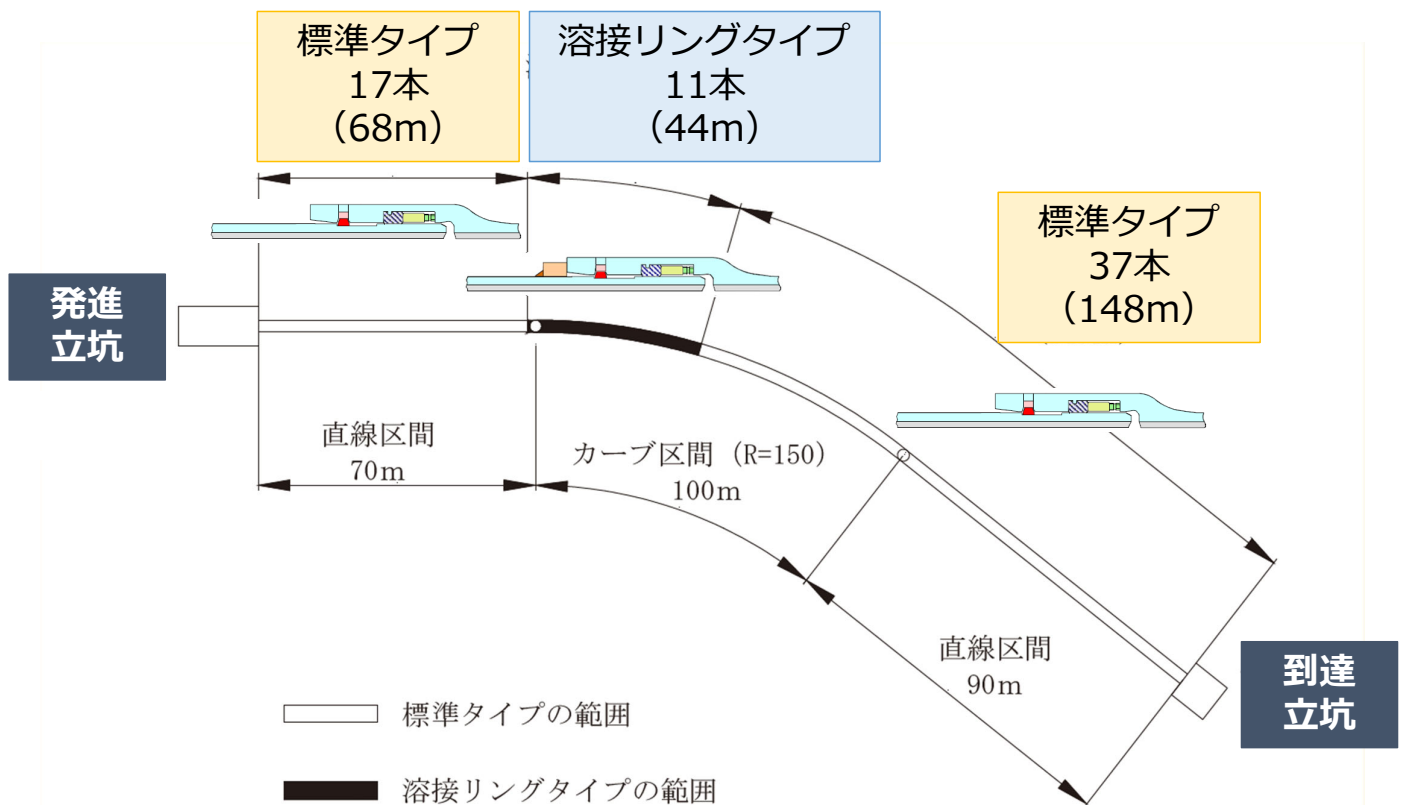


19

- (1) 標準タイプの許容抵抗カ超過した場合、溶接リングタイプを使用
- (2) 70~112m区間：標準タイプの許容抵抗カ < 設計挿入力  
：溶接リングタイプの許容抵抗カ > 設計挿入力



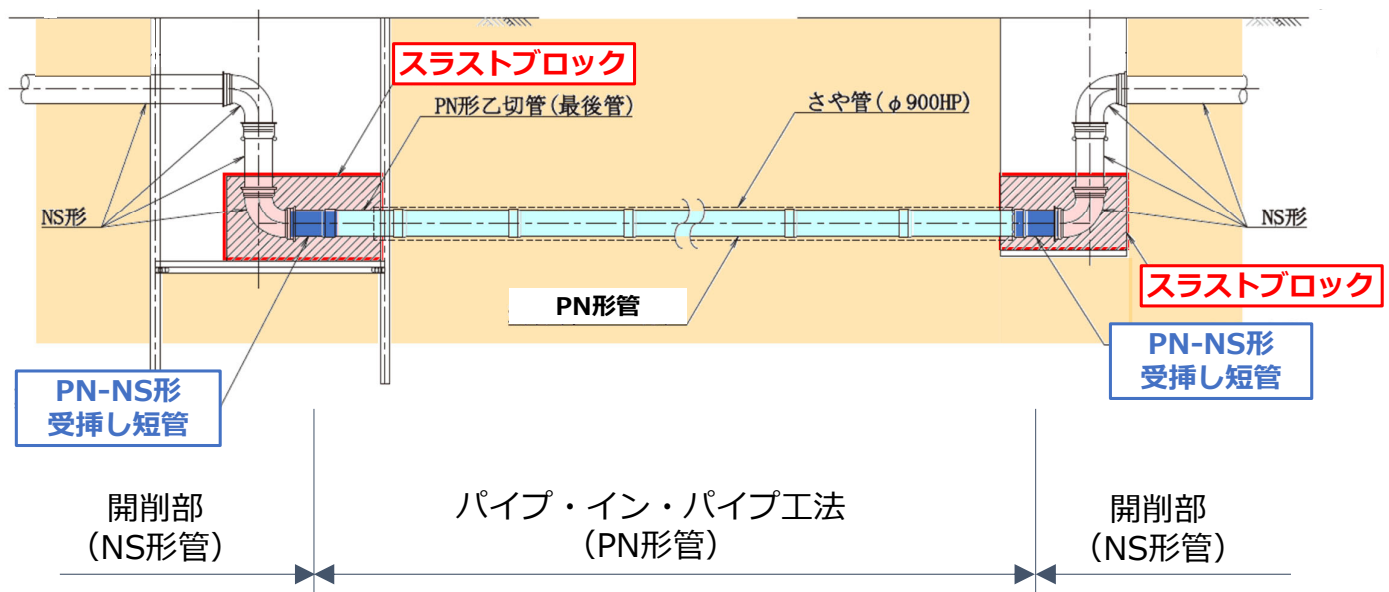
20



21

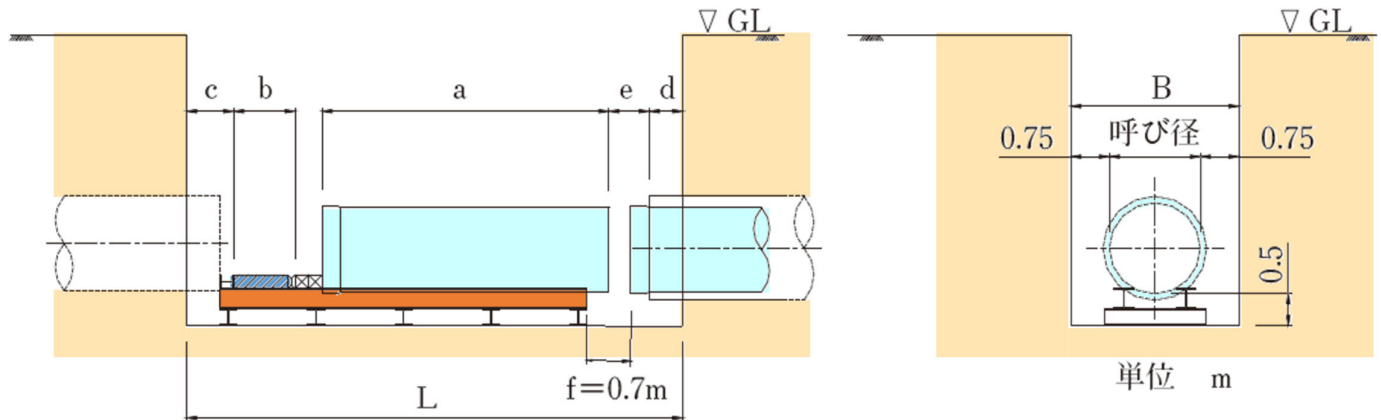
## 標準的な配管例(呼び径700)

- (1) 呼び径300~1100の場合、開削部との接続に受挿し短管を設置  
(呼び径1200~1500の場合は不要)
- (2) 立坑内の立ち上がり部には、スラストブロックを打設



22

- (1) 発進立坑の大きさは、下図の寸法を考慮して決定  
ただし、連絡配管長さが (L) 以上となる場合はその長さで決定
- (2) 到達立坑の大きさは、連絡配管ができる大きさを確保



$L = \text{新管長さ} + \text{油圧ジャッキ長さ} + \text{反力受け厚さ} + \text{さや管の突出長さ} + \text{接合余裕 (0.5 \sim 0.7m)}$

(a) (b) (c) (d) (e)

$B = \text{呼び径} + 1.5m$

## 主な施工実績

年度	発注者	挿入管×延長
2013	九州農政局 西諸農業水利事業所	呼び径300 × 168m
2014	近畿農政局 大和紀伊平野農業水利事業所	呼び径800 × 102m
	九州農政局 曽於北部農業水利事業所	呼び径500 × 35m
2015	北海道開発局 室蘭開発建設部	呼び径600 × 42m
	九州農政局 西諸農業水利事業所	呼び径300 × 37m
	新潟県 佐渡地域振興局	呼び径500 × 305m
	関東農政局 那珂川沿岸農業水利事業所	呼び径600 × 140m
2016	北海道開発局 札幌開発建設部	呼び径800 × 157m
	愛知県 豊田加茂農林水産事務所	呼び径350 × 46m
2017	九州農政局 肝属中部農業水利事業所	呼び径400 × 311m
2018	北陸農政局 加治川二期農業水利事業所	呼び径300 × 44m
	関東農政局 那珂川沿岸農業水利事業所	呼び径600 × 82m
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	帯広開発建設部 帯広農業事務所	呼び径350 × 200m
	関東農政局 荒川中部農業水利事業所	呼び径400 × 224m



## ダクタイトイル鉄管によるパイプ・イン・パイプ工法

- (1) さや管内へ**PN形ダクタイトイル鉄管**を非開削で挿入する工法
- (2) 開削工事と比べ、**工期の短縮や工事費の節減**などが期待される
- (3) PN形管は**耐震継手**であり、**伸び、可とう性、離脱防止性**を有する
- (4) **さや管の曲がりにも順応**
- (5) 補強タイプを使用することで、**長距離施工にも対応可能**

## 農業用パイプラインの**強靱化、長寿命化**に寄与 農業水利施設の**戦略的な保全管理**に貢献

### 【参考資料】

『ダクタイトイル鉄管によるパイプ・イン・パイプ工法 設計と施工 JDPA T 36』  
(一社) 日本ダクタイトイル鉄管協会ホームページ <https://www.jdpa.gr.jp/>

25



弊社工場（兵庫県尼崎市、千葉県船橋市）での製品勉強会も実施しております。  
ご要望の際は、弊社営業までお問い合わせください。

【パイプシステム東日本営業部 農水営業課】

(東京) 03-3245-3104

(北海道) 011-214-3140

(大阪) 06-6470-5006

(名古屋) 052-564-5151