

Technical Report

03

急傾斜地における屈曲配管された 既設管内へのパイプインパイプ工法 (呼び径600PN形)



横須賀市上下水道局
施設部水道施設課 渡邊 紀喜

技術レポート

1 はじめに

横須賀市は、神奈川県南東部の三浦半島の中央部に位置し、東京から約50km、横浜から20km圏内にあります。

市域は約100km²、三方を海に囲まれ、東は東京湾、西は相模湾にそれぞれ面しており、暖冬涼夏の気候に恵まれています。

地形は、山地、丘陵からなる起伏のため、坂道やトンネルの多さが本市の特色となっています。

本市の水道は、市制施行の翌明治41年(1908年)、市内走水の湧水を水源として市中心部に給水を始め、100年を超える歴史があります。

この間、本市では、昭和29年(1954年)の旧軍港市転換法による旧海軍水道施設の譲渡、昭和30年代からの水需要増大に対処するため県内の他水道事業体との相模川等の水源開発、さらに、昭和54年(1979年)からの宮ヶ瀬ダム開発に参加するなど水源確保を図り、ライフラインである水道水の安定供給に努めてきました。

本市水道事業の計画給水人口は45万人、計



図1 横須賀市位置図

画1日最大給水量は32万m³となっています。平成21年度(2009年度)の主な業務実績は、給水人口418,033人、普及率100%、年間給水量66,053,947m³、1日平均給水量180,970m³、1日最大給水量201,648m³、年間有収水量59,472,081m³、有収率90.0%、配水管延長1,447,783mです。

近年は、老朽化した水道施設の更新や鉛給水管対策、水質基準への対応といった新たな取り組みも必要となってきており、限られた経営資源を有

効に配分しながら、施設整備を進めています。

今回、老朽化管路の更新にあたり、急傾斜地における屈曲配管された既設管内への新管挿入という、非常に厳しい条件下でのパイプインパイプ(PIP)工法による工事を実施しましたので、その概要を紹介します。

2 工事の概要

本工事は、大正10年(1921年)に布設した鑄鉄管が老朽化したため、耐震化を目的に更新し

たものです。工法選定にあたっては、地理的条件、環境負荷、工事費等を考慮し、主たる区間において、非開削で管の更新が可能なPIP工法を採用し、併せて、管種は、離脱防止機能付き継手を有する呼び径600PN形ダクタイル鉄管を採用しました。更新総延長は874mで、そのうちの708mをPIP工法(PN形)、166mを開削工法(NS形)で施工しました。また、PIP工法での施工区間のうち318mが急傾斜地における屈曲配管区間になっています。

(工事概要)

工事件名:西逸見町地区配水本管布設工事

工事場所:横須賀市西逸見町1丁目36～2丁目10

既設管:大正10年布設の普通鑄鉄管

(30インチ、印籠継手、内面無ライニング)

挿入管:呼び径600PN形ダクタイル鉄管

表1 区間別の採用工法

区間 (立坑No.)	延長※ (m)	工法	継手	備考
1→2	30	PIP	PN形	既設管内
2→3	64	PIP	PN形	新設さや管内
3→4	67			
4→5	318	PIP	PN形	既設管内(急傾斜、最大勾配24.9%、屈曲)
5→6	200	PIP	PN形	既設管内
6～7	117	開削	NS形	既設管撤去

※立坑内の配管延長を除く

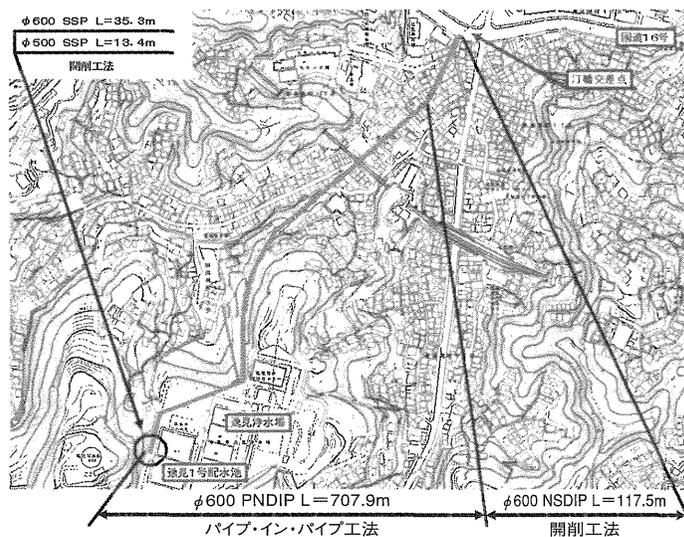


図2 全体図

3 PIP工法の施工における課題

3.1 管路線形に対するPIP工法の可否

管路線形を図3、図4に示します。平面線形は、緩やかなカーブを描いており、最小曲率半径は106mです。縦断線形は、発進側から到達側に向かって下り勾配であり、最大傾斜角度は14°

(最大勾配24.9%)でした。平面・縦断線形ともに、複雑に屈曲していることが想定されたため、新管挿入前に既設管路の詳細データを得る必要がありました。

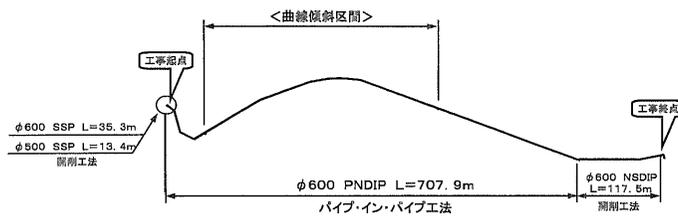


図3 平面図

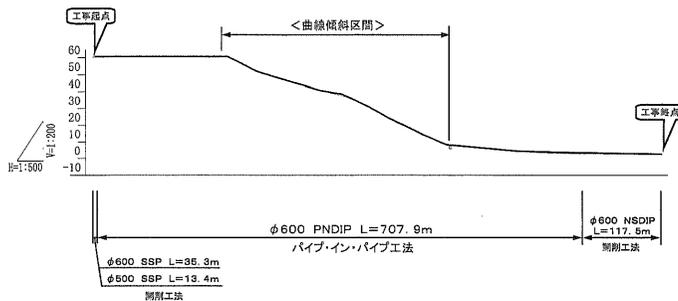


図4 縦断図



写真1 カーブ



写真2 坂

3.2 曲管の有無

既設管内をテレビカメラで調査した結果、本区間において5 5/8°曲管を3個確認しました。PN

形呼び径600の許容曲げ角度は4°であり、5 5/8°曲管への新管の挿入は出来ないため、新管を挿入するための対応策が必要になりました。

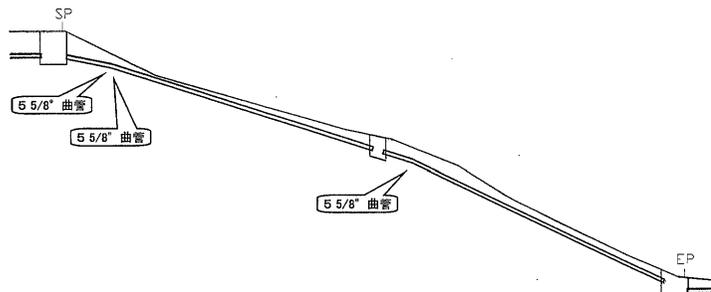


図5 曲管位置

3.3 急傾斜における新管の滑動

下り勾配における新管挿入時の管の滑動を調査した結果、PIP工法施工中にのみ最大傾斜角度14°(最大勾配24.9%)付近で管が滑動する恐れがあることが判りました。新管の滑動は、地震時における継手部の伸び代不足やロックリングへの過度な加重を引き起こすほか、管路長にも影響を与えてしまうため、滑動防止対策が必要になりました。

模擬管(角度測定機能付)を挿入し、新管の挙動(屈曲角度)を確認しました。模擬管は、PN形管の標準管長である4m管(一部発進側の直線は6m管)を使用しましたが、数箇所許容曲げ角度を超える値になりました。そこで、再度3.5mの模擬管を挿入したところ、曲げ角度が許容値内に納まることが確認できたので、新管の有効長は3.5mに決定しました(図6参照)。なお、図6に示した屈曲角度の値は、安全率(=1.2)を考慮しています。

4 対応策

4.1 模擬管による調査

新管挿入に先立って、直管2本分に相当する

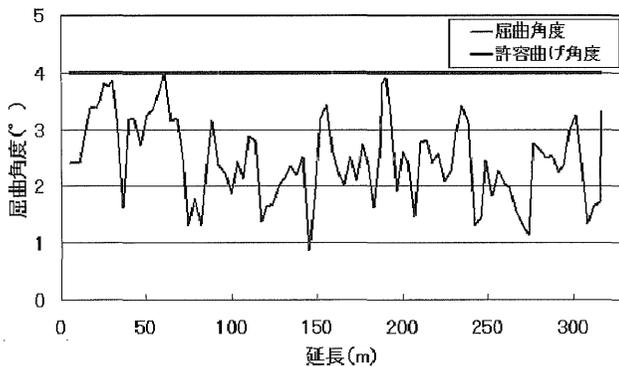


図6 模擬管(3.5m)の屈曲角度

表2 PN形管の仕様結果

挿入順序	管長(m)	補強タイプ
先頭管	3.5	標準
2～75本目	3.5	溶接リング
76～86本目	3.5	フランジ・リップ
87～88本目	6	フランジ・リップ
最後管	(調整)	フランジ・リップ

4.2 曲管の撤去

事前に確認された3個の曲管については、新管挿入前に、曲管とその前後の直管の一部を掘削して撤去し、代わりにさや管として呼び径700のヒューム管を設置しました(図7参照)。曲管が有し

ていた曲がり角度を、新たに設置したヒューム管の複数箇所の継手へ分散させることにより、新管を許容曲げ角度内で挿入することが可能になりました。これにより、発進立坑から到達立坑まで一気に新管を挿入することが可能になりました。

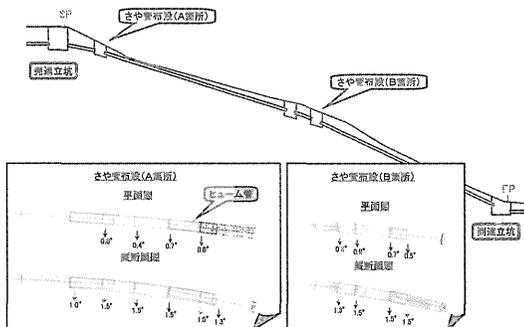


図7 HP設置図



写真3 HP設置

4.3 滑動防止設備の設置

滑動防止策の第一点目として、発進立坑に滑動防止装置を設置しました(図8参照)。管挿入時に万が一管が滑動しても、PN形管受口が滑動防止装置に引っかかるようにしました。また、第

二点目として、発進立坑内にウインチを設置し、既設管内を介してワイヤを先頭管に固定しました。先頭管を常時発進立坑側から引張ることにより、既設管内に挿入されたPN形管の滑動も防止しました。

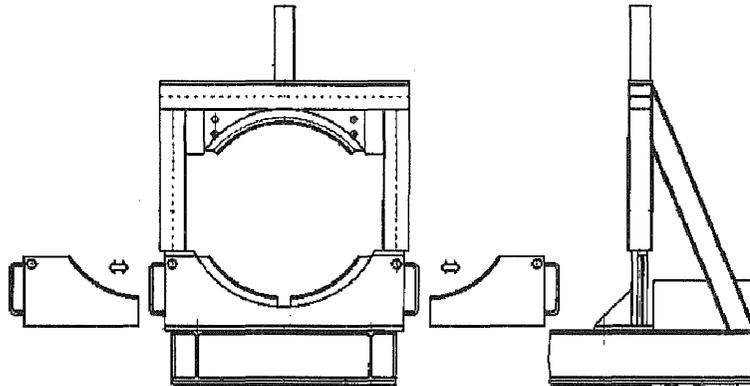


図8 滑動防止装置

5 施工結果

5.1 挿入力

新管の挿入力を図9に示します。急傾斜地における屈曲配管区間において、全て許容値内であることが確認できました。区間中の30m付近及び190m付近で一部突出した値を示しています

が、これは5/8°曲管の代わりに設置したヒューム管の区間です。また、200m付近から挿入力の上昇が少ない理由としては、傾斜による新管の滑動力の増加が考えられます。

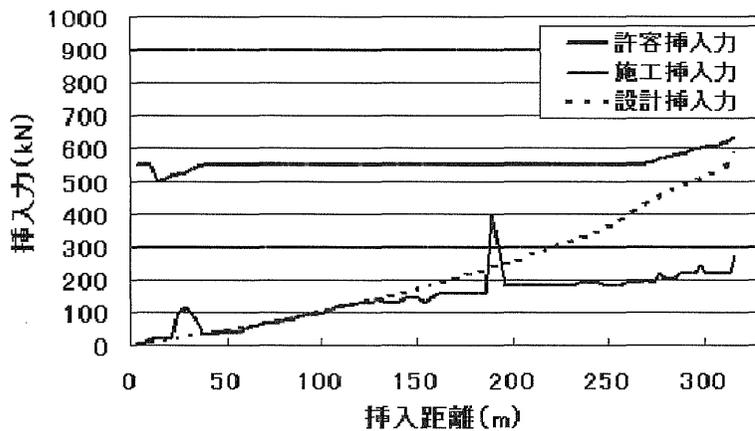


図9 挿入力結果

5.2 摩擦係数

挿入時の動摩擦係数の実測値を図10に示します。計画値は0.4に設定しましたが、実測値は

ヒューム管内の値を除くと平均で0.44になり、概ね計画に近い値が得られました。

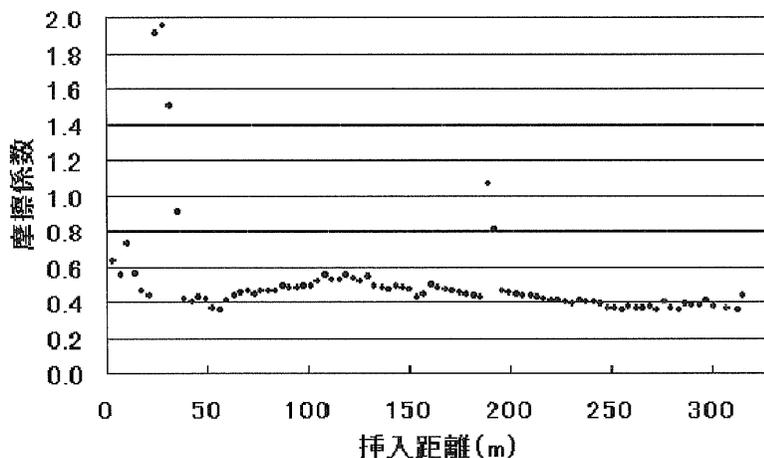


図10 摩擦係数結果

6 今後の課題

6.1 既設管路の調査

既設管内にPIP工法で施工する場合は、既設管路の線形及び管種(異形管の有無等)の情報が重要になります。調査を事前に行い、設計や施工に必要な情報を入手する必要があります。

6.2 断水計画

既設管路の調査を事前に行うためには、断水を伴う場合が多く、調査を考慮した断水計画の検討が必要になります。

6.3 挿入管長の変更

設計時は、PN形定尺管長の4m管及び6m管を挿入することを計画していましたが、模擬管による調査の結果、3.5m管への変更になりました。設計と異なる管長を採用することで、PN形管の製作納期や材料金額にも影響があります。今後は、より経済的かつ効率的な施工をするための、設計管長での挿入を可能にする方策の検討が必要です。

7 おわりに

本工事の実績は、今後さらに需要が高まるであろうPIP工法の適用範囲を拡大するための一つの実証データになります。本報告が、非開削技術や維持管理技術の発展に少しでも貢献できれば幸いです。