

解説 完全非開削

補助工法を用いずに 地下水位以下でも確実に取付ける FRJ工法

いしづか せんじ
石塚 千司

(株)福田組
統括事業本部技術企画部
技術企画第三グループ長



1 はじめに

本工法が実用に供して23年になり、この間に数多くの実績を積み重ねると同時に、技術的にも多くの改良・改善を重ねて現在に至っている。本工法は原則的に垂直推進に限定した取付管推進工法で、帯水地盤でも地下水位を下げずに、また原則として地盤改良を用いずに地上より本管に取付管を施工する工法である。

2 工法の概要

以下にFRJ工法（以下、本工法）の概要を紹介する。

2.1 FRJ工法の適用条件

本工法の適用条件は、以下の通りである。

対象土質：砂質土、粘性土および砂礫（最大礫径75mm以下）地盤

地下水位：自然水位で施工

埋設深さ：本管の土被り10m以内を対象

下水本管：φ250mm以上の

推進用ヒューム管に適用

取付管：φ150、200、300mm
塩ビ管

その他、施工機械の大きさにより道路幅員として約3m程度は必要となる。また、取付け角度は本管に対して垂直施工を原則としている（図-1、表-1）。

2.2 施工フロー

本工法の施工は各箇所の連続施工と

して、図-2のフローで行われる。

2.3 施工方法

取付管施工は、図-3の施工手順による（図-4）。

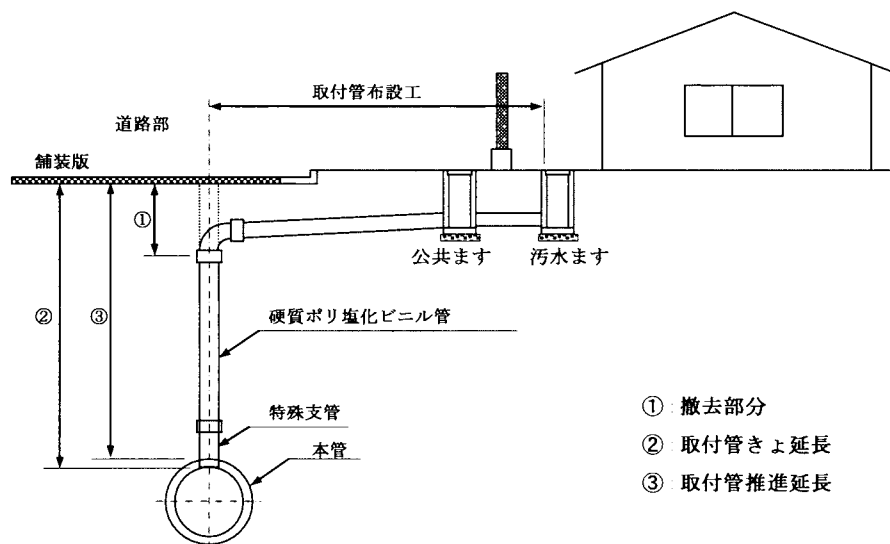


図-1 取付管施工説明図

表-1 本管と取付管の組合せ

対象本管呼び径		250	300	350	400	450	500～3000
取付用 塩ビ管呼び径	150	○	○	○	○	○	○
	200	×	×	○	○	○	○
	300	×	×	×	△	○	○

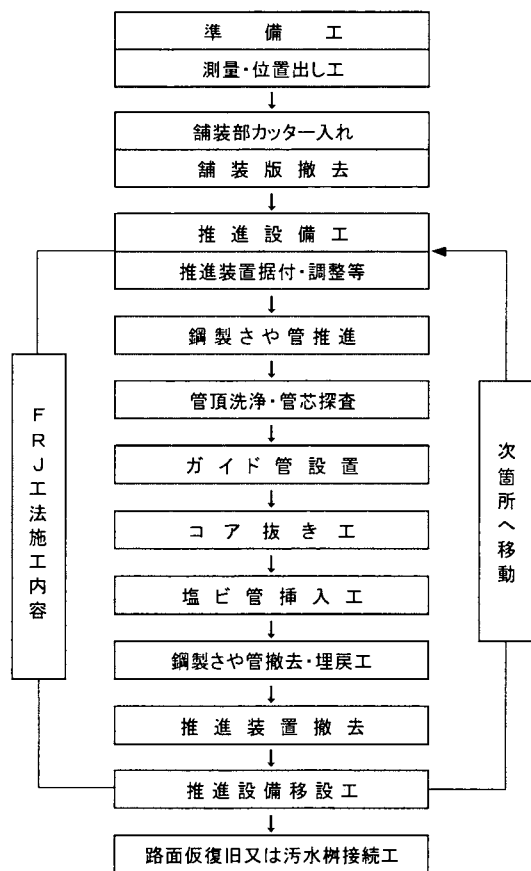


図-2 施工フロー

①推進装置設置・推進工

推進装置（鋼製さや管圧入機）を本管の管芯位置に合わせて設置した後、鋼製さや管を本体にセットする。この中に油圧駆動の掘削機を挿入して地山を切削しながら揺動圧入で鋼製さや管を下げていく。

掘削土砂は地下水位を保持しながらエアールフトを併用してバキュームポンプにて排出する。掘削土砂はレシーバタンク

内で水と分離され、水は循環利用される。

②鋼製さや管内水中洗浄・管芯探査

鋼製さや管が管頂に到達した後、管頂清掃機を使って本管の管頂部の土砂を取り除き、管芯探査装置にて鋼製さや管と本管との相対的位置を確認する。

③ガイド管設置

管芯探査装置で確認して得られた修正量にもとづいてガイド管の水平移動機構を操作し、ガイド管を本管の中心に合わせてセットする。その後ガイド管に内蔵してある止水パッキンを油圧で下降させて本管に密着させる。この際、パッキンの外側に装備してあるジェット装置を併用してスライムの除

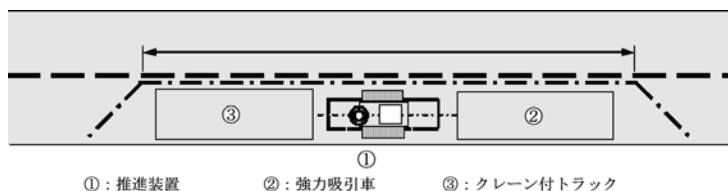


図-4 施工機械配置図

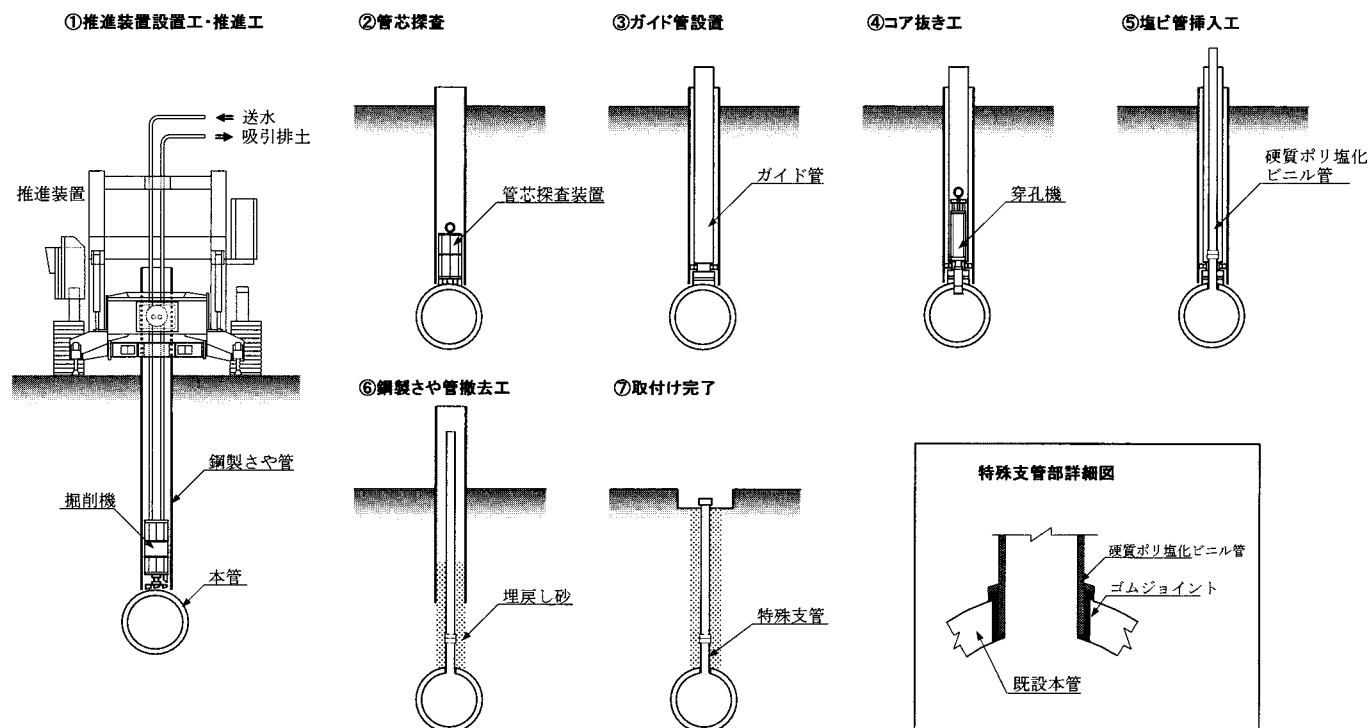


図-3 施工手順

去を行う。ガイド管の設置後、管内水をバキュームポンプにて排水して管内の止水状況を確認する。

④コア抜き工

ガイド管内に油圧駆動のヒューム管カッタを挿入して本管を削孔する。残コンはバキュームパットで吸着してカッタと共に回収する。

⑤塩ビ管挿入工

特殊支管を付けた硬質ポリ塩化ビニル管を本管に圧入する。特殊支管の先端のゴムジョイントに膨張性止水滑材を塗布して、滑らかな挿入と止水効果を確実なものとしている。圧入は挿入量と圧入抵抗力で確認すると共に、取付管内にテレビカメラを入れて取付状況を確認する。

⑥鋼製さや管撤去工

取付管の接合後、ガイド管を撤去して鋼製さや管内に埋戻し用の砂を投入しながら、鋼製さや管を引抜き、推進装置を撤去する。取付管はGL-0.5mの位置でキャップを付けて取付け作業は完了となる。

2.4 使用機械

本工法は狭い市街地での施工を前提に機械類の開発を行っている。施工機械はエンジン搭載で自走式となっており、各機器の操作は集中制御盤での操作となっている。また、排土装置、給水装置、掘削土砂運搬を1台のバキューム車（モビルバック）で行っている。

①推進装置（本体機械）

本機は鋼製さや管を圧入・引抜きするものである。

②鋼製さや管

本工法では鋼製さや管の撤去を前提としている。よって、取付管径によって呼び径500と600の鋼製さや管を使い分けている。鋼製さや管の管長は0.5、1.0、1.5、2.0、3.0、4.0mがあり、掘削深度に合わせて組み合わせている。また、そのジョイントはボルト接合となっている。

③ガイド管

ガイド管はヒューム管カッタおよび取付管（塩ビ管）接続のためであり、誤差修正のスライド機構および止水パッキンを取付けている。スライド機構は管芯のずれを±65mmまで調整可能となっている。

④ヒューム管カッタ

本管の削孔はドライ状態のガイド管内に、油圧駆動のヒューム管カッタを挿入して行う。このヒューム管カッタは自身を油圧でガイド管内に固定すると同時に、下降速度と押し圧力の調整が可能となっている。これにより、真円状態でのコア削孔であると同時に削孔面も滑らかとなり、特殊ジョイントによる確実な止水を実現している（図-5、表-2、写真-1）。

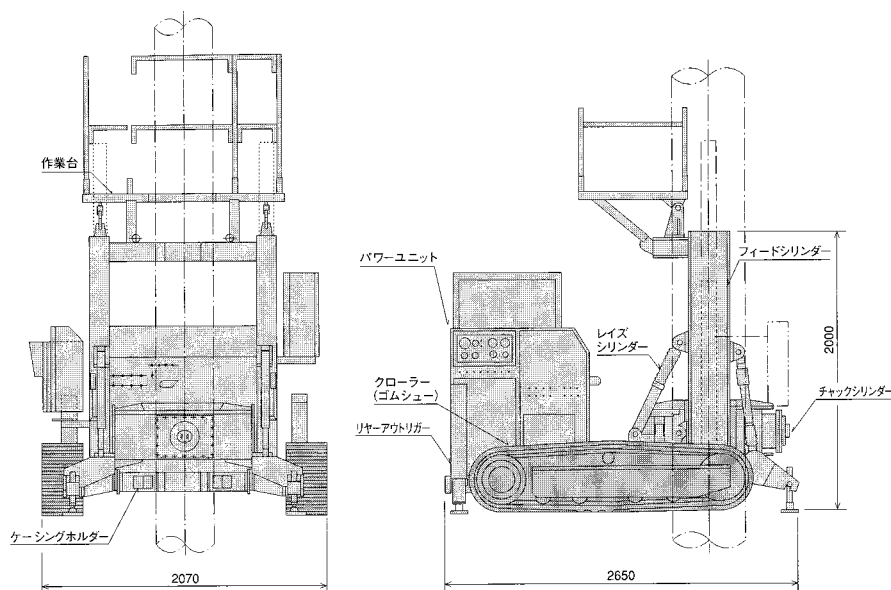


図-5 推進装置

表-2 推進装置の機種と仕様

諸元	FRJ-25C型	FRJ-32C型
推進方式	圧入方式・鋼製さや管推進	
掘削方式	水中吸引スラリ排土方式	
最大推進距離	10.0m	
適用管種	対象本管	φ250mm以上の推進管
	取付管	φ150、200mm塩ビ管 φ150、200、300mm塩ビ管
適用土質	土質	粘性土、砂質土、礫質土
	作用水圧	Max 0.1MPa
誤差修正機能	ガイド管のスライド機構で最大±65mmのセンタ修正が可能	

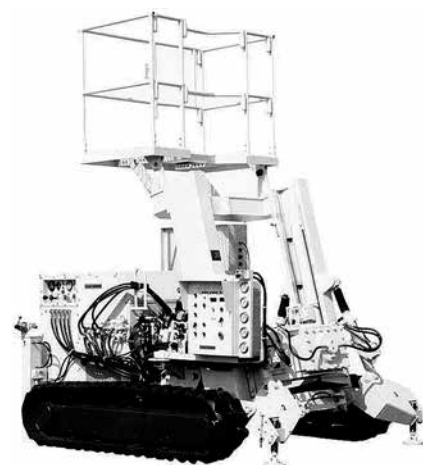


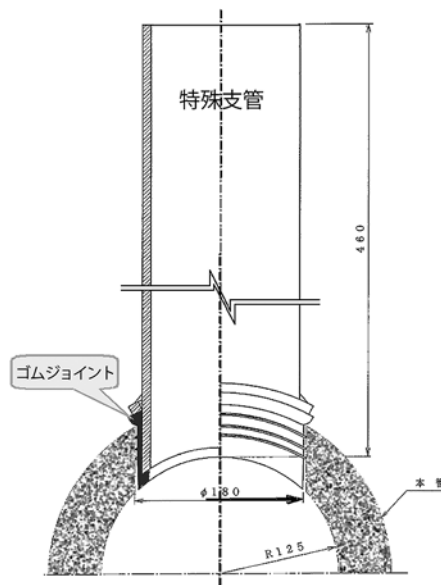
写真-1 推進装置

2.5 取付管接合部の処理

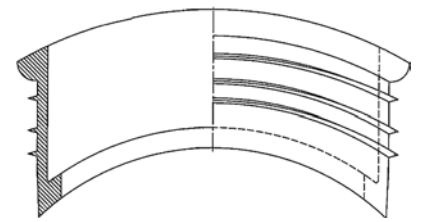
本管との接合は独自開発したゴムジョイントを採用している。この接合方法の特長は以下のとおりである。

- ・挿入型ヒューム管カッタの採用により切削面が非常に滑らかであり、水密性が高い
- ・本管と取付管の不等変位を吸収でき、本管に発生する応力を緩和
- ・免震継手となっており、地震時の破壊や漏水の危険性が少ない
- ・ゴムジョイントは耐老化性・耐薬品性に優れた材質を使用

また、ジョイントの止水性能確認テストにて0.1MPa以上の止水性能を有していることを確認している（図－6、写真－2）。



図－6 FRJ工法用特殊支管



図－7 特殊支管先端ゴムジョイント



写真－2 FRJ工法用特殊支管

3 工法の特長

本工法は帯水砂層に着目して接続部の信頼性と施工時間の短縮を追求して開発した工法であり、下記の特長を有していると同時に経済性の優れたものとなっている。

- ・舗装の取り壊しが最小限
- ・施工が単純で、接続が確実
- ・1日1箇所施工が原則で、短期間施工で交通障害が少ない
- ・帯水地盤でも地下水を低下させずに施工可能
- ・原則として薬液注入等の補助工法を必要としない（帯水地盤において、裏込め付着が予想される本管径がφ800mm以上では必要）
- ・一連の作業が、地上よりの操作となっており、坑内作業が不要

4 大土被り条件下での施工事例紹介

取付管推進工法は推進途中での方向修正機能を備えていない。地上からの垂直推進といえども施工機械の設置誤

差や鋼製さや管の推進精度によっては本管到達に誤差が生じてしまう。本工法ではこの到達誤差を±65mmまで調整可能であるが、推進距離が長くなるほど慎重な施工が求められる。

ここでは本工法として比較的に推進延長（土被り深さ）の長かった事例を紹介する。

4.1 工事概要

本工事は宅地造成するにあたり、東港（日本海）に排水する排水路を推進工法で敷設する工事である。取付管推進は、推進区間のほぼ中央に維持管理用のますを設置するにあたり地上より垂直にφ300mmの取付管を設置するものである。

(1) 工事概要

工事件名：平成15年度 新潟東港臨海用地造成事業 東排第2号西埋立地区付替排水路（管渠）工事

工事場所：新潟県新潟市北区太郎代地内

工期：平成16年2月～7月

発注者：新潟県

(2) 推進工事内容

推進工法：泥水式推進工法

敷設管径：φ800mm

線形：曲線（2スパン）

推進延長：L1＝334.82m

曲線R＝150m×2箇所

L2＝278.30m

曲線R＝300m×1箇所

切羽土質：砂質土（N値＝10～11）

土被り：1.8～11.7m

地下水位：GL－1.5～－10.0m

(3) 取付管推進工事内容

推進工法：FRJ工法

取付管呼び径：300

設置箇所数：1箇所

推進延長：L＝9.58m

切羽土質：砂質土（N値＝5～11）

地下水位：GL－8.30m

（図－8～10）

4.2 土質

当初の設計では到達立坑付近で実施されたボーリング調査だけであったが、追加で発進立坑付近と反対側の到達立坑付近でボーリング調査を実施した。

それによると深度6m程度まではN値12以下の緩い砂質土となっており、

6m以深はN値12～40程度の砂となっている。

切羽部の土質はN値2～15のシルト質砂～砂となっている。

4.3 使用機械

φ800mmの本管（推進工法用鉄筋コンクリート管）にφ300mmの硬質ポリ塩化ビニル管を取付けるにあたって、下記の機械で施工している。

推進装置：FRJ-35C型

鋼製さや管径：φ600mm鋼製管

ガイド管径：φ400mm

4.4 施工結果

推進装置は正確に推進法線に合わせて水平に設置した。また、鋼製さや管のセット時および推進途中において垂直度を測定しながら圧入をしている。

推進延長が長く一日では終わらないことや無水層の砂地盤での推進となっていることより、時間とともに推進管が締め付けられる危険性が高かった。よってその対応として推進圧入と同時に鋼製さや管の周囲に滑材を充填しつつ施工している。

以上の対策にて推進は順調に行われて正確に到達し、本管の中心線上に確実に取付けている（写真-3～15）。

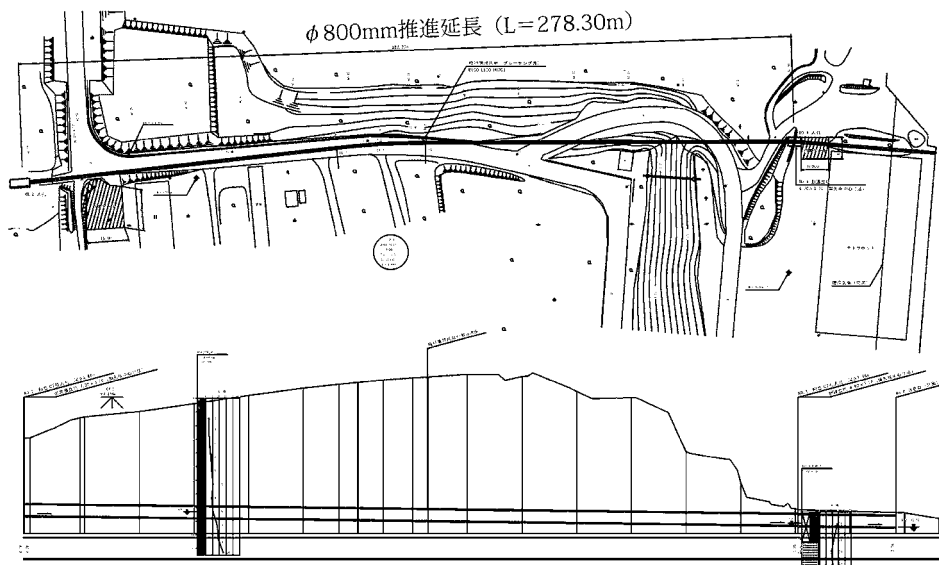


図-8 推進平面縦断面図

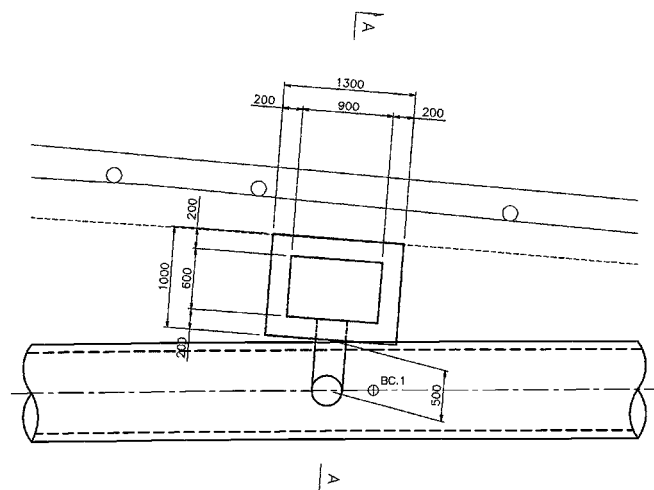


図-9 取付管推進工平面図

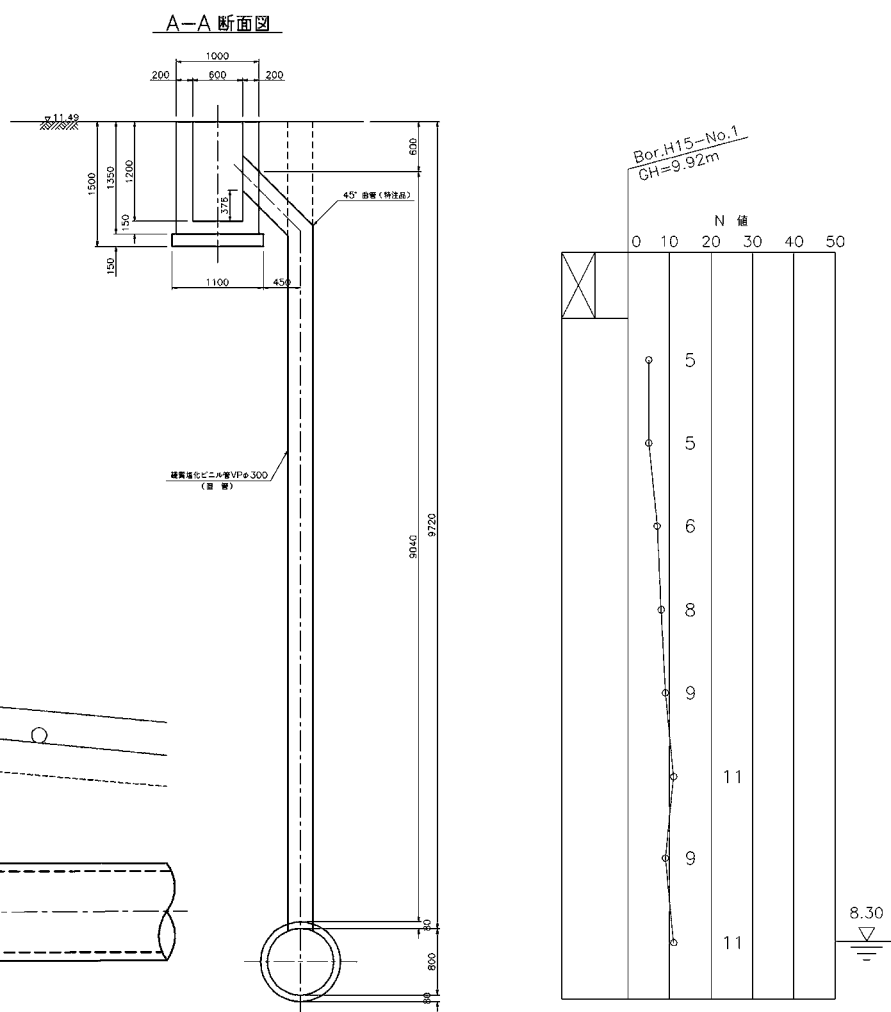


図-10 取付管推進工断面図



写真-3 舗装版撤去



写真-4 施工状況



写真-5 推進状況



写真-6 鋼製さや管セット



写真-7 掘削機セット



写真-8 管芯探査



写真-9 ガイド管挿入



写真-10 コア抜き装置



写真-11 回収コア