

1

技術レポート

# 札幌水道初のシールド内配管 (呼び径1500US形ダクタイトイル鉄管) の布設について



札幌市水道局給水部工事課

工事課長

木下

新一

工事一係

正源

直行



## 1. はじめに

札幌市では市民198万人の生活用水の80%以上を供給する白川浄水場と基幹配水池(平岸、清田、西部)を結ぶ送水システムの事故及び災害時のバックアップ機能の確保または、更新時の代替機能と緊急時には貯留管路としても利用できる応急給水設備を備えるなど、複合機能を有した送水管整備を重要政策として取り組んでいる。本市の送水システムは、白川浄水場と平岸配水池間に白川第1送水管(昭和43年布設)と第2送水管(昭和52年布設)が布設され二重化されている。平岸配水池と清田配水池間は第2送水管のみで、白川浄水場と清田配水池間を二重化すべく第3送水管の布設を事業計画した。



白川第3送水管は白川浄水場から平岸配水池を経由し清田配水池までのルートである。また、白川浄水場から平岸配水池のルートは未定である。

図1 白川送水ルート図

現在、白川第3送水管布設計画の内、第1期事業の工事を進めておりその概要について紹介する。

表1 白川第3送水管の概要

| 第1期事業 |                                 | 第2期事業 |               |
|-------|---------------------------------|-------|---------------|
| 経路    | 平岸配水池～清田配水池                     | 経路    | 白川浄水場～平岸配水池   |
| 口径    | 呼び径1500                         | 口径    | 呼び径1800       |
| 延長    | 約6km                            | 延長    | 約11km(予定)     |
| 工期    | 平成15年～20年                       | 工期    | 平成20年～30年(予定) |
| 工法    | 開削工法7工区<br>推進工法8工区<br>シールド工法2工区 | 工法    | 未定(計画中)       |

## 2. 布設計画の概要

白川第3送水管の第1期事業区間(平成15年～平成20年)の平岸配水池から清田配水池間約6km(呼び径1500)には、札幌市の観光ス

ポットである羊ヶ丘展望台を取り囲むように独立行政法人北海道農業研究センターの試験農場が広がっている。

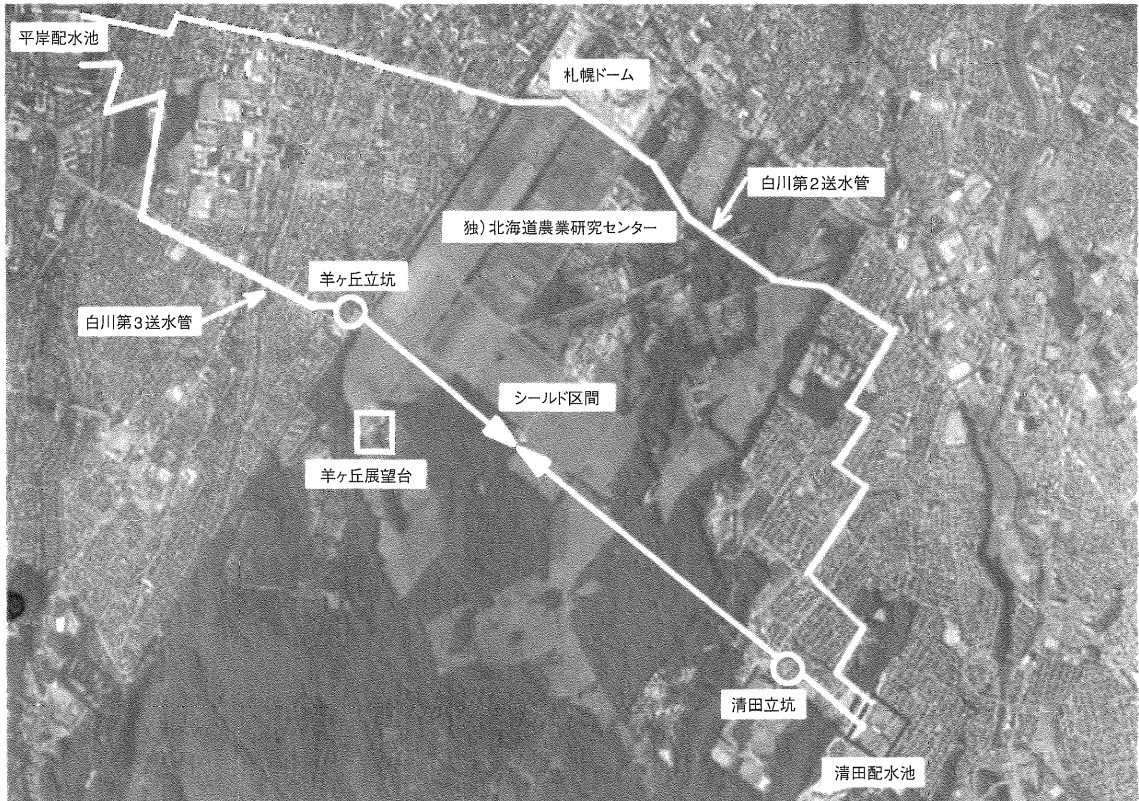


図2 シールド区間

新設ルートは、災害発生時を考慮して既設ルートとは別路線を選択する必要がある、工事による市民生活への影響、経済性、リスク削減等の観点から、試験農場を横断する案が総合的に有利で、研究センターに条件付で横断の承諾許可を得た。平成15年度から第1期事業として送水

管の布設工事に着手している。

試験農場区間は、非開削の条件下で送水管を約2.9km布設することから、札幌水道では初の試みである「シールド工法」を採用し、鋼製セグメントを鞘管としてUS形ダクトイル鉄管(呼び径1500)を配管し耐震管路を構築した。

表2 シールド工事概要

| 清田工区 |  | 羊ヶ丘工区 |   |
|------|--|-------|---|
| 施工延長 | 一次覆工呼び径2350 L=1848.3m<br>二次覆工呼び径1500 L=1848.7m | 施工延長  | 一次覆工呼び径2350 L=1054.9m<br>二次覆工呼び径1500 L=1056.0m          |
| 配管曲線 | 平面曲線 R=460m 2ヶ所                                | 配管曲線  | 縦断曲線 R=600m 2ヶ所   |
| 立坑   | ライナープレート呼び径9,300 深さ20.5m                       | 立坑    | ライナープレート呼び径9,300 深さ20.0m                                |
| 水道管  | ダクトイル鉄管呼び径1500<br>US形4種 6m<br>US形1種 6m(調整管)    | 水道管   | ダクトイル鉄管呼び径1500<br>US形4種 6m<br>US形1種 6m(調整管)             |
| 付帯設備 | 応急給水マンホール1ヶ所<br>空気弁呼び径200 2ヶ所                  | 凍結工法  | 凍結土量V=121m <sup>3</sup><br>放射凍結管20本<br>放射測温管8本<br>連絡管3本 |

### 3. 縦断線形と管種選定

#### 3.1 管路線形の検討

現場は本市東部に発達する丘陵地と火山灰台地に位置し、地層構成は図3のとおりで南東に向けて緩やかな傾斜がある。この長距離シールド掘進方法選定にあたっては、マシン外径2480mmで玉石混じりの土質を含む掘進延長約3kmでの施工は全国的にも実績が少なく、工

事期間短縮を図るためシールド区間両端からの2工区施工とし、試験農場内の地中でシールドマシンをドッキングする施工方法を使用した。また、農業研究センターとの布設条件としては、最小土被り10mを確保すること及び河川横断部における最小離隔の確保、さらには大容量送水管の貯留容量を最大限活用できることなどがあり、これらを総合的に評価して縦断線形を決定した。

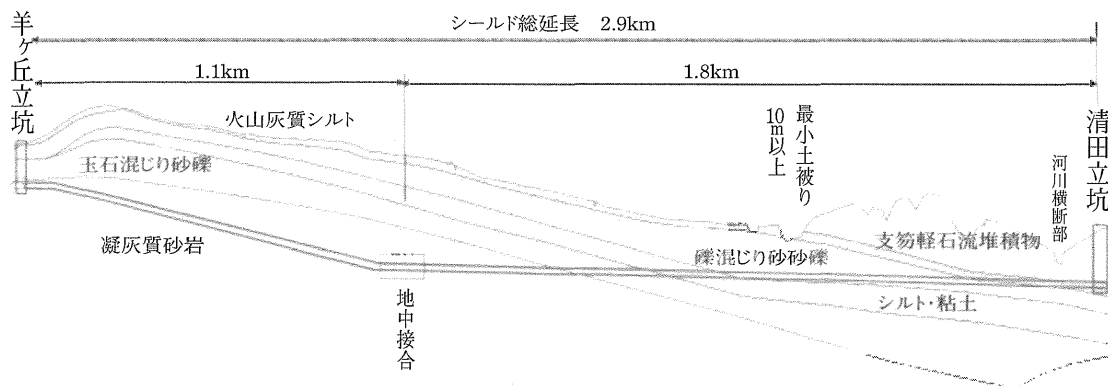


図3 地質構成縦断図

### 3.2 管種と接合形式の検討

白川第3送水管は耐震管種を採用することとしており、管種の選定にあたっては「ダクタイル鉄管」と「鋼管」の特性、経済性等の比較検討を行った。

検討の結果、工期が短く経済性も優位なダクタイル鉄管を採用することとした。

また、ダクタイル鉄管の接合形式についてはUS形とPN形を比較検討した。今回の条件では、スパン延長が長くPN形の元押し挿入工法は難しいため、US形VT(ビニールチューブ)方式を使用してシールド内を運搬することとした。

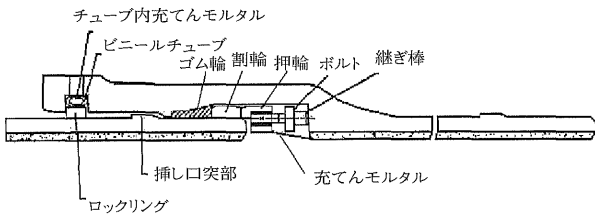


図4 US形VT方式

## 4. 施工状況

### 4.1 シールド施工

シルト・粘土層、玉石混じり砂礫層等の互層地盤掘進であるため礫対応型泥水式シールドマシンで掘進した。

- ① 羊ヶ丘立坑、清田立坑の両立坑からシールド掘進し、地中ドッキングした。
- ② ドッキング部では高被圧水が予想されたため、全国的に古くから実績があり、信頼性の高い凍結工法を実施した。

### 4.2 シールド内配管

各工区の配管延長が異なるため羊ヶ丘工区(延長1,056m)は昼間作業、清田工区(延長1,848m)については昼夜間作業で施工した。

### 耐震形継手

配水管は管と管をつないで延長していますが、その接合部分を継手といいます。そして、大きな地震が起きても抜けない構造になっているのが耐震形継手です。札幌市では、地盤が軟弱な地域にこの耐震形継手を採用しています。

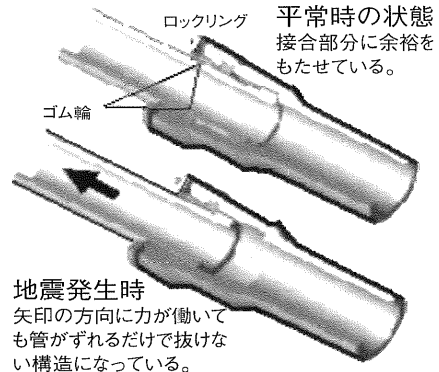


図5 耐震形継手

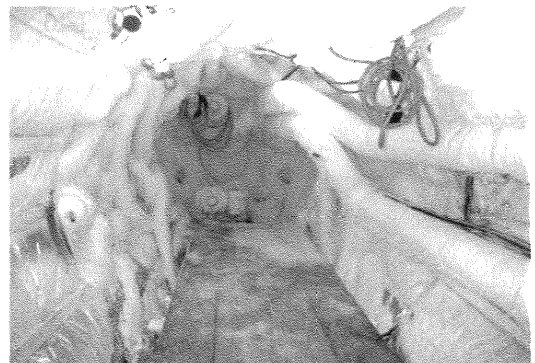


写真1 シールド内凍結

- ① 仮設備(充填材プラント、軌条設備等)の設置。
- ② ドッキング部にUS形継ぎ輪を据付け。
- ③ 両立坑から管を投入し、専用台車に載せ

- た管をバッテリー機関車で運搬。
- ④ 継ぎ輪を起点として水道管を設置し各立坑に戻る方向へと配管した。
  - ⑤ ゴム輪を管内から挿入し押輪等により接合した後、ロックリングを締め付けるためビニールチューブの中にモルタルを充填し

固定した。

モルタルの充填を確実にを行うため、立坑上部でセメントと砂をそれぞれ計量し分別しておくことで、シールド内で作業効率を上げ、ビニールチューブ内での詰まりを防いだ。

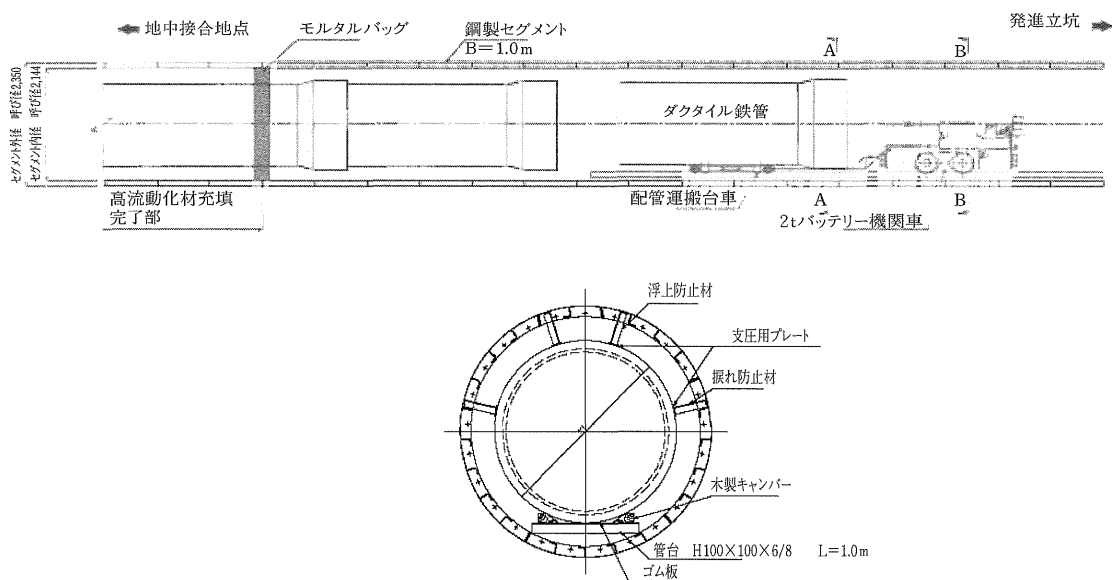


図6 シールド内配管

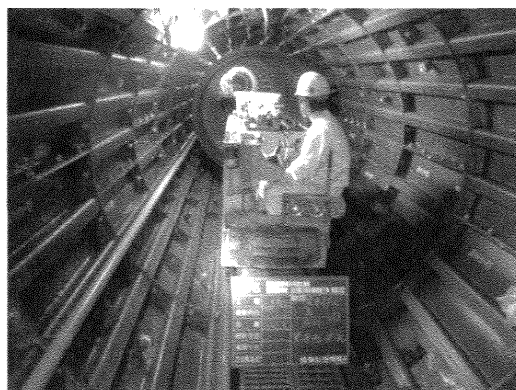
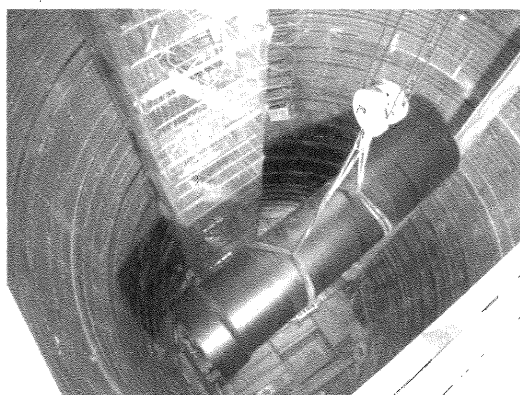


写真2 配管状況

### 4.3 鞘管間隙充填工

材料の容積変化が少なく、長距離圧送ができる充填材を使用し、セグメントとダクタイル鉄管との間隙に充填した。確実な充填をするため注入量管理の他に、圧力計及び検知センサーを併用して確認を行った。

- ① 約120m配管後、間仕切壁を設置して注入区間を仕切る。
- ② 充填材を圧送管により奥部から間隙に注入する。
- ③ 圧力計及び検知センサーにより注入配管を切り替え計画量を充填する。

センサーが高流動化材の充てん完了を感知し検知ライトを点灯させる。

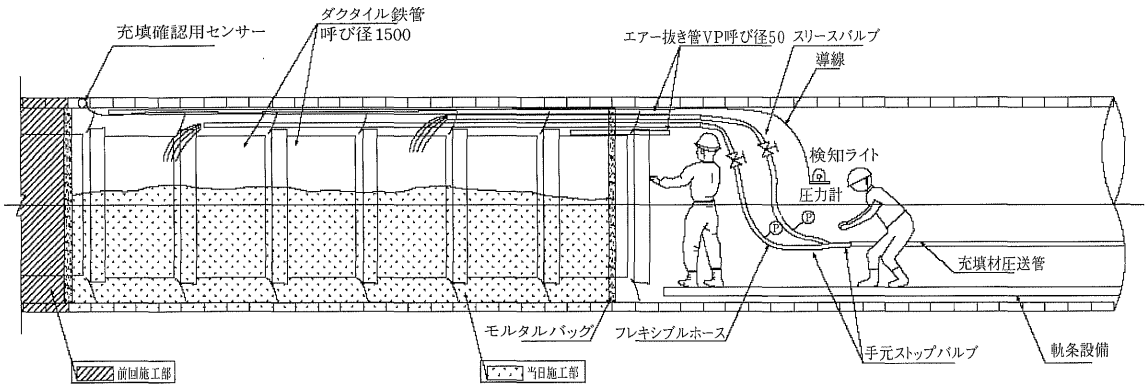


図7 充填材注入状況図



写真3 間仕切壁完了

#### 4.4 応急給水設備

この管路は、災害等で送水停止時に約6,000 m<sup>3</sup>の貯留水を応急給水できる機能を有してい

る。管路高低差で貯留水を最大限に利用するため、清田立坑に応急給水設備を設けた。

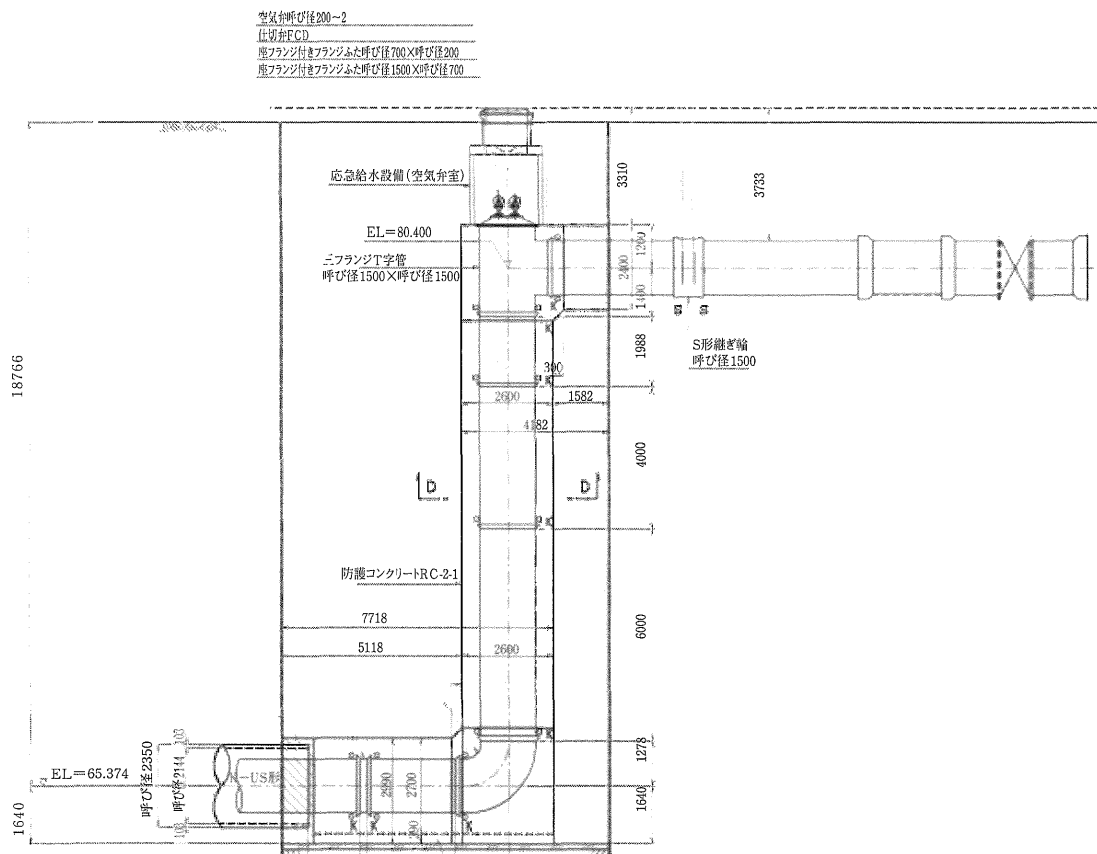


図8 清田立坑配管

#### 5. おわりに

札幌水道では初の試みであるシールド工事は、幾度かのトラブルには遭遇したが所定の精度を確保し予定通り掘進を完了した。シールド内への送水管布設についてもダクトイル鉄管US形を用

いて無事施工することができた。今後、施工環境が厳しくなるなか、本市においてもシールド工法による耐震管路構築の機会が増えてくると予想される。本報告が関係各位のご参考となれば幸いである。