

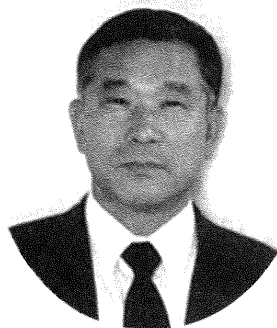
1

技術レポート

ダクタイトル鉄管US形カーブ 推進工法の施工事例

～高機能化・長寿命化を目指して～

埼玉県第一水道建設事務所
浄水施設担当グループリーダー
爪川 博夫



1. はじめに

埼玉県大久保浄水場は、昭和43年に給水を開始以来、施設の拡張等を行いながら現在施設能力日量1,300,000m³を有する県内拠点の浄水場として、さいたま市を始めとする県南・県央地域や川越市、所沢市等の西部地域にも用水供給を行っている浄水場である。

本浄水場も築後30有余年が経過し施設の老朽化が進む中、「安心・安全そして良質な水の供給」を基本理念とし「埼玉県営水道長期ビジョ

ン」の達成に向けて施設整備を実施しているところである。

現大久保浄水場は、沈砂池がなく、取水された原水は直接分水井から沈でんろ過池にて水処理を行ってきた。しかし、台風等による河川（荒川）の洪水時等において原水濁度の急上昇に対する水処理が懸案となってきた。

そこで、水処理の安定化と沈でん池等の水処理施設への負荷の軽減を目的として、沈砂池の整備を行うこととなった。建設場所は、場内ではスペース的に困難であることから、既存施設の北側に新たに用地を確保し、建設することとなった。

工事は平成13年度に着手し、既に沈砂池、取水ポンプ棟は完成したが、現在、導水管や原水管・返送管の布設工事、また取水ポンプ等の設備工事を実施中であり、平成19年度の完成を目指している。

導水管工事では、US形推進工法用ダクタイトル鉄管を使用し、2条の並列カーブ推進工法で

施工した。また、既存導水管への接続は、水処理に影響を与えないよう2条の既設導水管を、途中から1条ずつ切断し連絡することとした。

原水管工事では、曲率半径 $R=30\text{m}$ を含めたシールド工法で施工し、ダクトイル鉄管を配管する。そして、同一の立坑から、2本の原水管シールド工事と返送管推進工事の3本の管路を施工する。

よって、本報告書は全国的にも事例が少ないと思われるUS形推進工法用ダクトイル鉄管による並列カーブ推進工事と、曲率半径 $R=30\text{m}$ を含むシールドトンネル内へのダクトイル鉄管の配管工事について、沈砂池工事の概要を含め述べるものである。

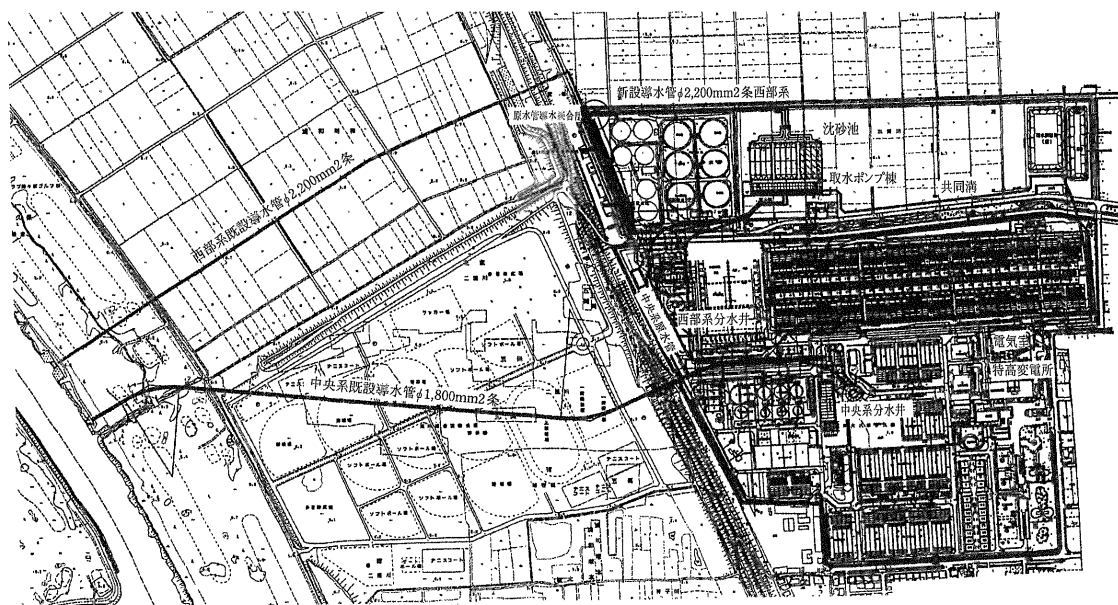
2. 全体工事概要

本事業は、一期工事として日量 $900,000\text{m}^3$ の沈砂池、取水ポンプ棟の築造と、導水管や原水管・返送管の布設工事、特高変電所の増築、電気室、共同溝の築造、さらに電気・機械工事として、取水ポンプ棟、沈砂池の電気・機械設備、取水ポンプの製作設置、変電所電気設備等の工事を実施するものである。

大久保浄水場は、現在中央系、西部系の2カ所の取水口から取水し系統別に水処理を行っている。図1に大久保浄水場全体平面図を示す。

今回新設される沈砂池への原水の流入は、西部系の取導水施設を使用し、西部系導水管

図1 大久保浄水場全体平面図



を途中から切り回し新設導水管に接合、沈砂池に原水を流入させる方法とした。

原水は、河川から自然流下により流入する。そのため、既設導水管との接合地点は地下約11mの深度での接合となり、大規模な仮設工事が必要である。原水管は、中央系・西部系の各系列の分水井に配管するために、2本の配管が必要であり、場内施設への影響を極力少なくすることか

ら、シールド工法で施工することとした。特に中央系への配管は、構造物の直下を通過することから、深い深度での施工となった。

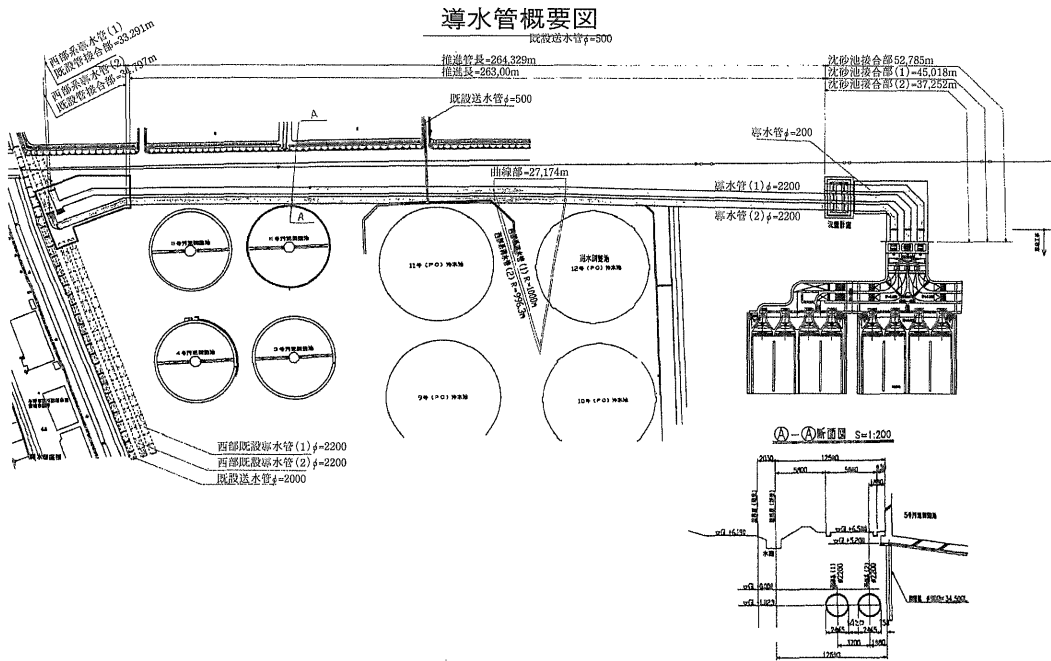
沈砂池、取水ポンプ棟の工事は平成17年3月に完成したが、その他の工事は平成16年10月から平成17年3月に発注し平成20年3月の完成を目指している。

3. 地質概要

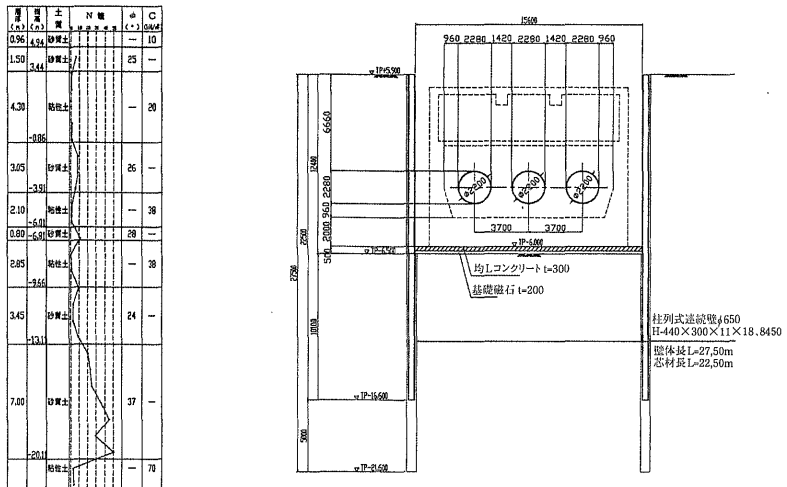
大久保浄水場の周辺は、荒川左岸に位置し水田が広がる湿地帯で荒川低地と呼ばれている非常に軟弱な地盤地帯である。ボーリング調査の結果によると、深度4～6m程度に粘性土、そ

の下に含水量が多い「シルト質細砂」または「シルト混り砂」が深度25m程度まで厚い層となっている。上部砂層は、均等性があり流動化現象を誘発する恐れがある。また、地下水位が非常に高く、被圧水のある地盤地帯である。

図2 導水管概要図および立坑架設図



立坑架設図および土質柱状図



4. 導水管布設工事

4.1 導水管工事概要

主な工事内容は、推進工法による導水管の布設、既設導水管との接続、推進部から沈砂池までの開削による配管および発進立坑内への流量計室の築造である。

導水管の口径は呼び径2200で、既設導水管の接合部から流量計室までは2条、流量計室から沈砂池までは、将来管を含め3条配管とした。

推進工事は、既設導水管との取り合いを行う必要があるため、土被り約7m、曲率半径R=1,000mの曲線を含む延長263mのカーブ推進施工とした。推進管は、離脱防止機構付き継手であるUS形推進工法用ダクトイル鉄管を使用し、泥水工法で1条ずつ並列施工した。

導水管概要図および立坑架設図を図2に示す。

4.2 導水管施工方法の検討

導水管は、将来配管(二期工事分)を含めると3条必要となる。そのため、将来管の埋設用地の確保もしておく必要がある。施工場所は、図2および以下に示す状況であった。

- ① PC浄水池の北側道路含む官民境界までの幅員が約12mである。
- ② 20,000m³のPC浄水池や汚泥排水池が隣接している。
- ③ 浄水池からの配管や送水管が隣接して布設されている。
- ④ 線形は構造物の状況から曲線となる。

従って、狭い場所で既設構造物に影響を与えないよう施工する方法としては、次の3案を考えた。

- 1案 開削工事での導水管布設
- 2案 中間立坑による推進工事
- 3案 カーブ推進工法での施工

そこでこの3案について比較検討を行った。主な各課題は下記のとおりである。

- 1案 開削工法での導水管布設

開削工法には、次のような課題があった。

- ① 掘削深さが底盤基礎を含め約11mと深く、掘削幅は7～8mと広がることから、SMW工法等の採用や切梁・腹起用の中間杭が必要となり、大規模な仮設が必要となる。
- ② 地下水がGL-1.5mと高く、被圧層があること(沈砂池工事より)から、地下水低下工法や底盤改良等が必要となる。
- ③ 配管時の重機ヤードとして栈橋等の仮設が必要となる。
- ④ 掘削土の搬出(土捨て場)の問題。
- ⑤ 掘削による既設構造物への影響が懸念される。
- ⑥ 作業範囲が広くなり、工期的にも長く必要となる。

2案 中間立坑による推進工事

推進延長が130m程度の直線施工であり、安全確実な方法であると考えられたが、次のような課題があった。

- ① 中間立坑が、将来管の施工時において支障になる。
- ② 中間立坑の築造で、既設埋設管が支障となる。
- ③ 中間立坑の位置および施工ヤードの用地が不足する。

3案 カーブ推進工法での施工

この案は、周囲構造物等への影響が少なく、工期の短縮・工事範囲の縮小ができる方法であるが、次のような課題があった。

- ① 耐震管路の構築と、カーブ推進工法の施工が可能な管種の選定。
- ② 2条並列カーブ推進工法のため、高い施工精度が要求される。

上記のように各工法とも課題があるが、経済性からみると3案が最も優れている。そこで、コスト削減は最優先課題の一つであることから、3案を採用した。カーブ推進工法では、推進掘進機を転用して1条ずつ並列施工する方法を採った。

4.3 管種の選定

直押し方式の推進用管は、「推進用鉄筋コンクリート管」、「推進工法用ダクタイル鉄管」、「推進用鋼管」の3種を対象に検討した。以下に比較した内容を述べる。

◆ 推進用鉄筋コンクリート管

カーブ施工に優れている反面、蛇行しやすい。また、水道用の耐震管路としては馴染まないと言える。

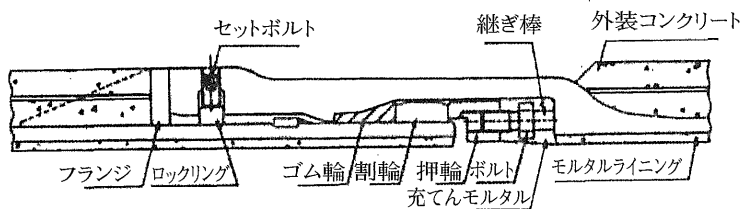
◆ 推進用鋼管

溶接による剛結合となるため、カーブ推進工法は施工が困難であると考えた。

◆ 推進工法用ダクタイル鉄管

耐震性を考慮するとUS形管となる。しかし、US形管はU形管と比較してカーブへの追従性に劣るが、当案件は曲線半径 $R=1,000\text{m}$ 程度のカーブ推進工法であるため、US形で施工可能と判断した。

図3 US形推進工法用ダクタイル鉄管継手図



以上の点から、US形推進工法用ダクタイル鉄管を採用した。また、水道施設更新指針にも述べられているように、外装コンクリートによって外面防食対策が施されている高機能ダクタイル鉄管は、耐用年数が60年以上あると考えられる点も、採用のポイントとなった。

4.4 導水管工事の施工状況

推進工事は、泥水式推進工法（セミシールド工法）にて昼夜間工事で施工した。その施工状況は以下のとおりである。

① 管の接合

管の接合は、最初の数ヵ所は要領が得られず時間が掛かったが、その後は順調な工程で施工を行えた。平均的な管の接合時間は1時間30分であった。

② 推進管の蛇行と到達精度

工事の課題であった施工精度は、1条目が左右最大42mm・上下最大45mm、2条目が左右最大44mm・上下最大46mmであった。到達精度については、1条目が左右25mm・上下

20mm、2条目が左右22mm・上下15mmであった。

以上のように良好な精度で施工を完了することが出来たのは、現場の技術力はもとより、US形推進工法用ダクタイル鉄管の曲げ性能が巧く先導管に追従できたこと、また管のセット角度が適切であったためであると考えられる。

③ 推進力の状況

推進力は推進管の周辺摩擦による抵抗と掘進機前面の土圧抵抗により決定される。そのため、推進力の低減は、周辺摩擦抵抗を如何に少なくできるかである。

この工事では、入念な滑材注入を行い理論推力最大619.7tに対し、施工時推力は最大630tの推力で治まった。

4.5 既設導水管の連絡工事

既設導水管との連絡工事については、2案を比較した。1案は不断水工法による施工、2案は2条の導水管を1条毎に断水・切断して連絡する方法である。

1案は安定給水を行う上で最良の方法であるが、非常に高額となる。そこで、吉見浄水場の完成で、大久保浄水場から送水していた荒川右岸の西部地区に応援給水が可能となったこ

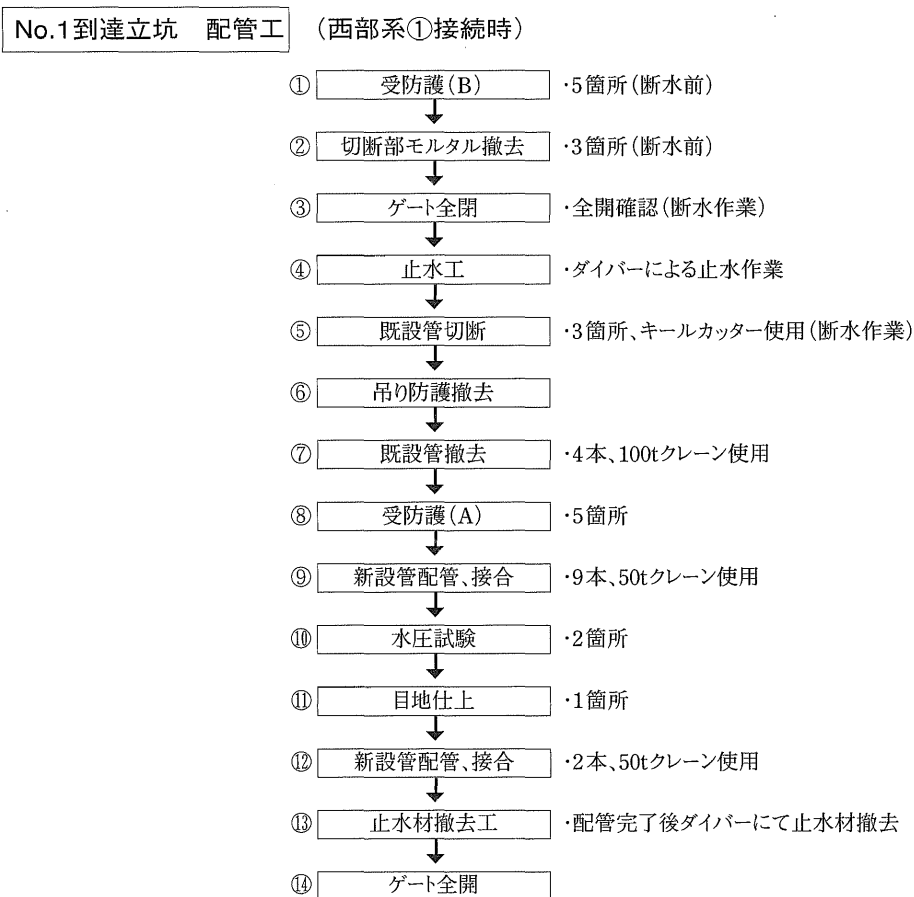
とから、2案を採用した。

図4に既設導水管との接続工程、図5に配管手順を示す。

図4 西部系(1)接続詳細工程表

工種	数量	単位	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
止水工	2	個所	堤内外ゲート止水								堤内外ゲート止水撤去	
水替工	1	式	取水ポンプ井、到達立坑内									
既設管切断	3	個所										
吊り防護撤去	1	式										
既設管撤去	4	本										
受防護(A)	6	個所										
配管、接合	11	本										
目地工	1	個所										
断水期間												

図5 接合工程と配管手順



既設導水管との接合は、開削にて既設導水管を露出させた後、吊防護にて養生を行い新設導水管の接合を行う計画とした。

図6に既設接続部吊防護工図、図7に既設管接合配管図を示す。

図6 既設接続部吊防護図

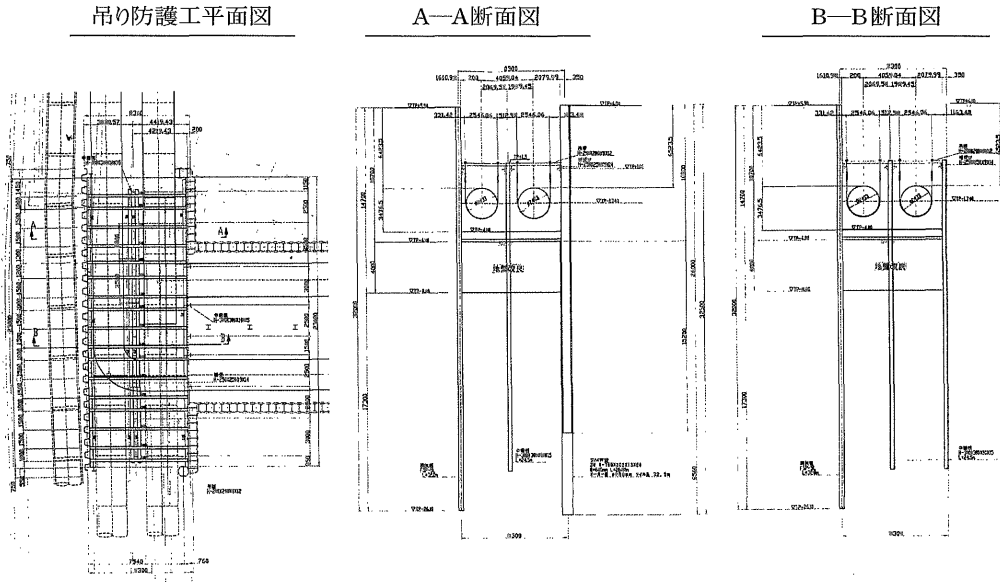
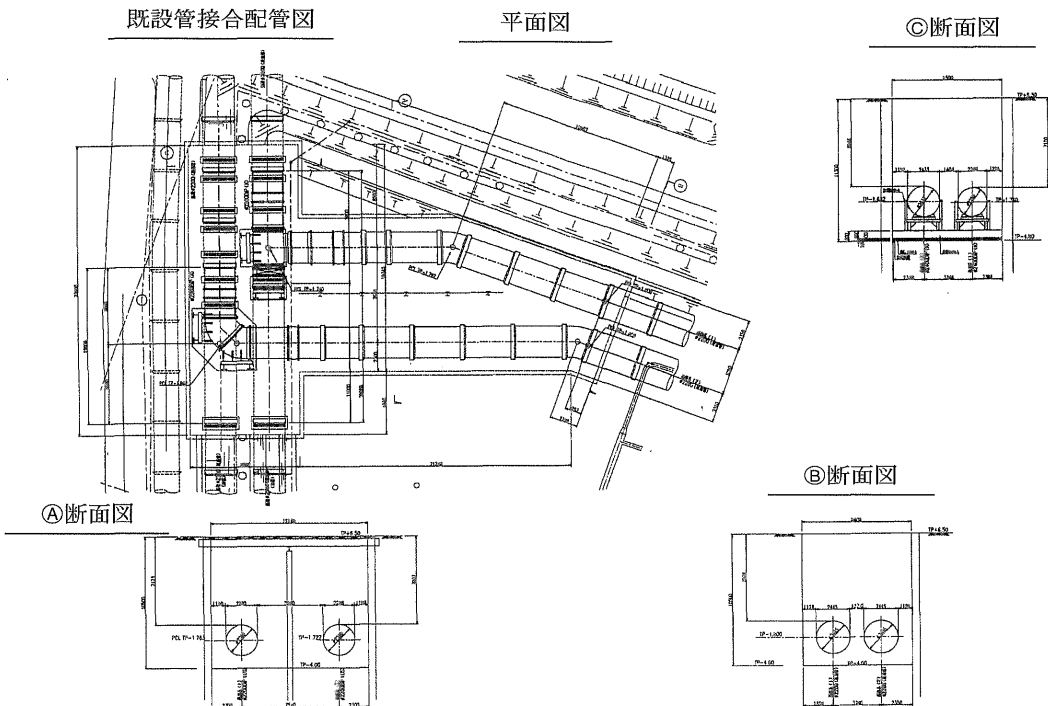


図7 既設管接合配管図



4.6 既設導水管の露出状況

既設導水管は、昭和47年に呼び径2200のU形推進工法用ダクトイル鉄管を2条推進施工したものである。

既設導水管の露出した状況を確認すると、外装コンクリートが多少浮いているような部分もあったが、状況的には良好であった。極端ではあるが、埋設後30年以上経過しているU形推進工法用ダクトイル鉄管は、今後も30年間は利用できるのではないかとと思われるほどであった。

5. 原水管・返送管工事

原水管は、沈砂池に入った原水を取水ポンプにより浄水場内に輸送するための圧送管路であり、返送管は浄水場の沈でんろ過池等の洗浄水等を取水ポンプ井に戻すための管路である。

大久保浄水場は、2.全体工事概要でも述べたが、中央系と西部系の2系統の取水・水処理を行っている。そのため、新設原水管も2系統への配管が必要となる。また、返送管も系統別の既設取水ポンプ井に戻しているが、沈砂池の整備により統合した新設取水ポンプ井に戻す方法となった。

原水管は中央系・西部系とも呼び径2400で、施工延長は中央系が627m、西部系が183mである。返送管は呼び径2200、延長105mを布設するものである。

5.1 原水管工事の概要

原水管工事は、場内での施工が主となるため、既設構造物、浄水場の運転・管理に支障を及ぼさないよう施工しなければならない。そこで、施工可能と思われる数ルートを設定し、既設構造物の図面調査、現地調査、試掘調査等を入念に行った。また既設構造物の防護等も考慮し、ルート毎の経済比較等も行った。

その結果、施工距離は長くなるが、安全性が高く経済性にも他のルートと大差がないことから、曲率半径 $R=30\text{m}$ を始め多くの曲線を含むシールド工法での施工とした。図8に原水・返送管全体平面図を示す。

掘進深度は、一部既設構造物の直下を掘進し、中央系が15m、西部系が12mと設定した。返送管については、既設管の一部を利用するため既設管の深度に合わせて9mとした。

シールド工法は、泥土圧式を選定し口径はセグメント内径 $\phi 3200\text{mm}$ とした。シールド内にはダクトイル鉄管を配管し、セグメントの空隙にはエアモルタルを充填する。

発進立坑は、原水管のシールド線形、返送管の推進位置関係及び用地的制約から、2本のシールドと推進の発進立坑を同一立坑として、設置位置・形状を決定した。立坑の形状、シールド・推進の発進位置等は図9に示すとおりである。

シールド工事は、中央系管路の掘進を平成18年1月中旬に開始し、到達後は同機を転用し、深度12mの西部系の掘進を行う。

返送管の推進工事は、2本のシールド工事が完成した後、泥水式工法により導水管と同様にUS形推進工法用ダクトイル鉄管で施工を行う。

写真 US形推進工法施工風景

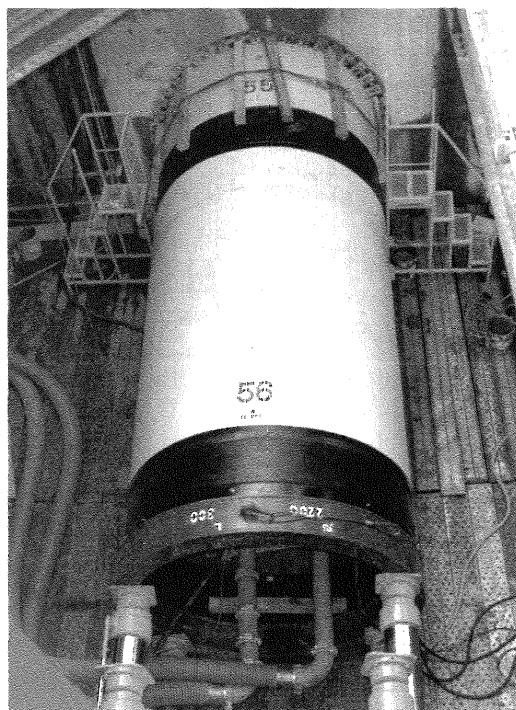


図8 原水・返送管全体平面図

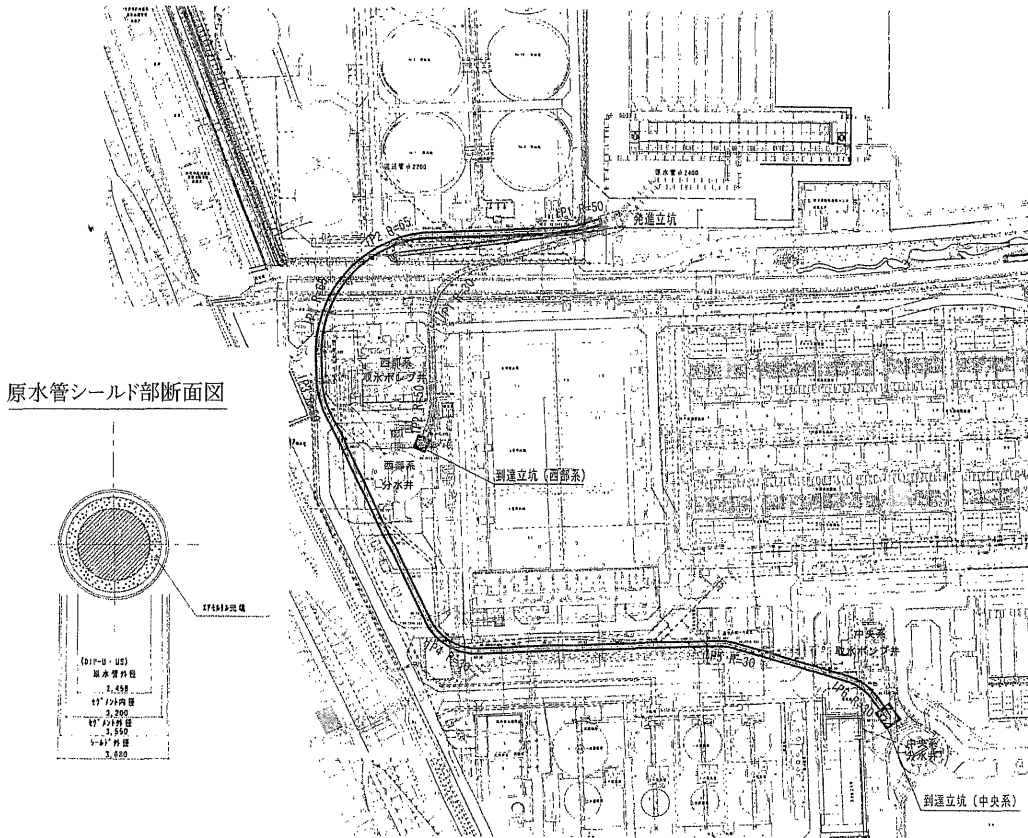
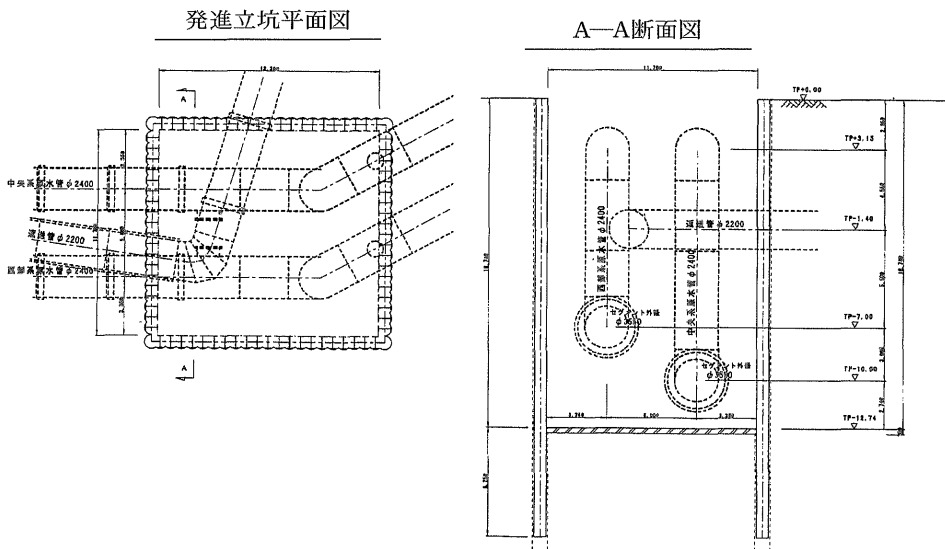


図9 発進立坑概要図



5.2 シールド内配管

シールド内の管種は、ダクタイトイル鉄管のU形・US形の2種類を採用する。U形管はシールドトンネル中央部に使用し、US形管は立坑とシールドトンネル部との地震時の挙動差の吸収を考慮して、シールドトンネルの立坑付近に使用した。

曲率半径 $R=30\text{m}$ 部分の配管は、継手部の許容曲げ角度を考慮し異形管との組み合わせによる配管とした。

6. おわりに

現在は、原水管・返送管の中央系シールド工事を行っている。今後は浄水場内での施工が主体となる。よって、「安定給水の確保」という観点から、場内既設構造物に影響を及ぼさないよう工事管理をすることと、既設管との切り替えが最大のポイントとなる。

設備改良工事には、新設工事とは異なる苦労・難しさがある。しかし、設備改良工事は今後も避けては通れないので、如何に安全に経済的に施工を行うかが、課題であると考ええる。そして、ソフト面・ハード面を含め、事故・災害に強い水道の構築を目指して行かなければならない。

当事務所では、今回紹介した工事の他に、「埼玉県営水道長期ビジョン」を基本にしたより安全で良質な水の供給を行うため、新三郷浄水場の高度浄水施設の導入に向けた準備を進めている。また、杉戸町水道の設備改良工事に併わせ、行田浄水場から用水供給を行うために呼び径400の送水管布設工事を約5km施工中である。ここでは全路線、離脱防止機構付き継手であるNS形ダクタイトイル鉄管を採用している。

今後、改良工事や修繕工事が増大する中で、この報告書が少しでも若い職員の技術の伝承に繋がることを希望したい。