

Technical Report 03

技術レポート

シールドトンネルとUS形ダクタイトイル 鉄管による大規模送水管の更新

—荒川横断送水管路更新事業—

埼玉県企業局
埼玉県水道整備事務所
担当部長
山本 栄至



埼玉県企業局
(前)埼玉県水道整備事務所
主任
田巻 政利



1.はじめに

埼玉県企業局が行う埼玉県水道用水供給事業は、昭和43年に中央第一水道用水供給事業として県南部地域に供給を開始したのが始まりである。当時、埼玉県では、高度経済成長や急激な人口増加を背景に水需要が増大する一方、地下水の過剰な汲み上げにより地盤沈下が深刻であった。このため、県は、地盤沈下の抑制を目的として、地下水の代替となる水源を河川表流水に求め、併せて、それまで各市町村等がそれぞれ実施していた水道用水の確保を県がまとめて行うこととした。最初に供給を開始したのは、浦和市（現在のさいたま市）をはじめとする6市であったが、事業の拡大、統合を経て、現在では茨城県五霞町を含む39市19町、供給人口にして

700万人を超える、日本で一番大きな水道用水供給事業となった。（図1参照）年間の送水量は6億3千万 m^3 にもものぼり、県民をはじめとする皆様の重要な生活基盤となっている。

2.水道施設の現状

現在、埼玉県水道用水供給事業では、5つの浄水場を運営している。施設能力は266万5千 m^3 、一日平均送水量は約174万 m^3 である。また、管路の総延長は約780kmであり、管種は約86%がダクタイトイル鉄管、約14%が鋼管となっている。

前述のとおり、埼玉県水道用水供給事業は昭和43年に供給を開始し、古い施設では既

平成29年4月1日現在



図1 埼玉県水道用水供給事業 給水区域図

に49年が経過しているため、埼玉県企業局では施設の老朽化対策に取り組んでいる。また、老朽化対策に加え、今後予想される首都直下型地震や東海・東南海・南海地震へも備えなければならない。これらのことから、埼玉県企業局では、平成24年度から水道施設の耐震化事業を本格化させ、現在鋭意実施中である。また、管路の老朽管更新事業も平成24年度から実施し、今後、最も古い創設当初の送水管の更新にも着手する予定である。

本稿では、この老朽管更新事業として実施している「荒川横断送水管路更新事業」について紹介する。

3.荒川横断送水管路更新事業の概要

荒川横断送水管路更新事業は、一級河川荒川をシールドトンネルで横断している呼び径2000の送水管を更新する事業である。既存

の施設は、昭和49年に完成したもので、一次覆工は鉄筋コンクリートセグメント、内挿管はU形ダクタイル鉄管である。築造後、約40年経過していることもあり、過去の地震や老朽化の影響によりトンネル壁面や管継手に変位が見られ、点検結果によれば、一部の継手については、抜け出しが懸念される事態となっていた。他方、当該送水管路は、県西部地域の12市町に、日量約30万 m^3 を供給する極めて重要な管路であることから、速やかな施設の更新が必要となっていた。

そこで、埼玉県企業局では、平成24年度から平成28年度までの5か年継続事業（後に1年延長し、6か年継続事業）として、当該送水管路の更新を目的とした新しい送水管の建設事業を開始した。

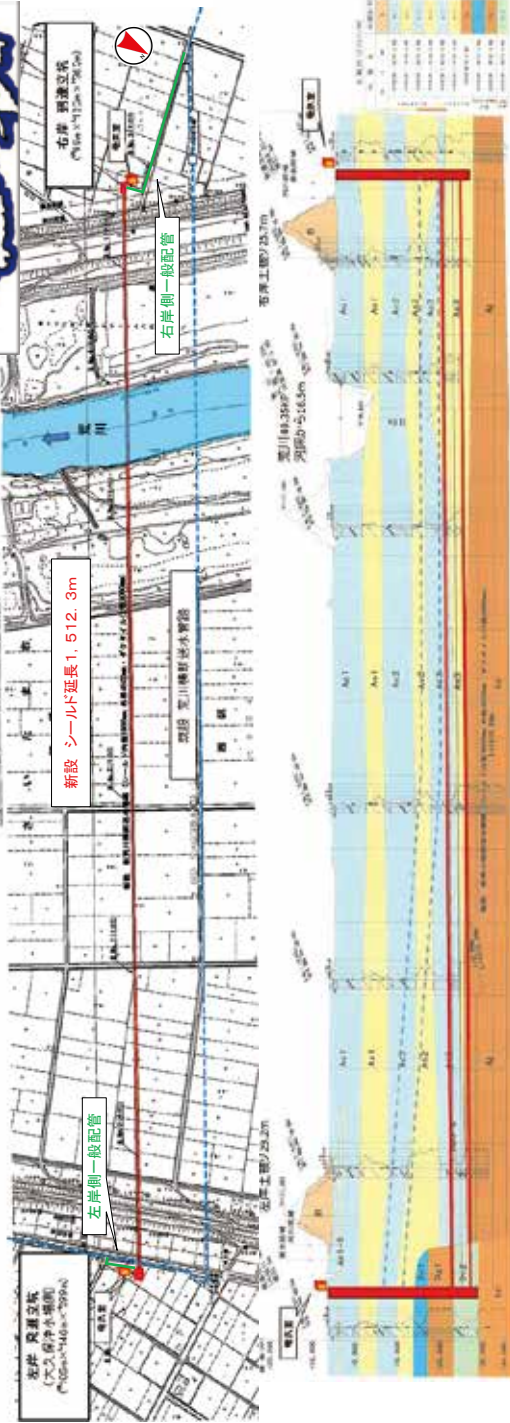
荒川横断送水管路更新事業 (H24~H29)

荒川横断送水管路 (日量約 30万m³) の供給エリア

昭和49年に完成した荒川横断送水管路 (県西部地域12市町へ日量30万m³を送水) が老朽化 (37年経過) したため更新する

《事業効果》

- 水道水の安定供給
- 『耐震性の向上を図り災害に強い送水管路網の構築』



工事名	平成24年度	平成25年度	平成26年度	平成27年度	平成28年度	平成29年度
左岸側作業基礎工事	工事					
シールド工事		工事				
右岸側設置路工事		工事				
左岸側一般配管工事					工事	工事
右岸側一般配管工事						工事



図2 荒川横断概要図

表1 更新施設の概要

全般	
路線延長	1801.3m
水道管口径	2,000mm
管種	トンネル部・地上部 ダクタイル鉄管US形、S形 立坑部 水輸送用塗覆塗装鋼管
付属設備	制水弁(電動弁) 2基 超音波流量計 1基 電気・機械設備 1式
トンネル詳細	
工法	泥土圧式シールド工法
トンネル延長	1512.3m
トンネル径	外径4,500mm 内径3,800mm
トンネル深さ	最深部土被り 約30m
立坑形式	圧入式オープンケーソン
立坑外形	発進立坑 幅10.5m×長さ14.6m×深さ39.9m 到達立坑 幅9.9m×長さ12.2m×深さ36.2m

表1に更新施設の概要を示す。既存施設と同様、シールドトンネルを主体とした構造で、トンネルの外径は4,500mm、トンネル部の延長は約1,500m、土被りは約30m（河床部との離隔は約17m）である。また、送水管の口径も、既設と同じく呼び径2000となっている。送水管の口径と比較してトンネル径が非常に大きくなっているが、これはトンネル内部に点検通路を設けたためである。旧建設省の通知によれば、内管（本事業では送水管）からの点検が可能な場合には、必ずしも点検通路を設けなくてもよいものとされているが、①送水を停止しての点検は通常は実施しない予定であること、②極めて長大な河底横過トンネルであること、③重要度の高い送水管であること等を考慮し、本事業では設置することとした。なお、この断面であれば、身長1.8m程度の人までは、腰を曲げることなく、通常の姿勢で歩行が可能である。

送水管の管種は、トンネル部分ではUS形ダクタイル鉄管、立坑部分では鋼管、一般配管部ではS形ダクタイル鉄管と鋼管とした。ダクタイル鉄管は、可とう性に優れているほか、耐震管であるUS形やS形とすることで、既設管で懸念されているような抜け出しの心配がない。また、施工性がよく、工期を短く設定できる。このため、基本的にはダクタイル鉄管を採用することとした。しかしながら、立坑部のような鉛直配管については、据付時や継手接合時の作業の安全性等の観点から、軽量かつ加工性に優れた鋼管を採用した。

4.施工状況

平成25年5月、立坑の築造を開始した。概要に記載したとおり、立坑形式は、オープンケーソンである。オープンケーソン形式の場合、ケーソンの沈設時に不等沈下が発生することがある。本工事においても、施工基面付近が極めて軟弱な粘性土層となっていることから、施工精度の低下が懸念された。そこで、本工事では、工事発注にあたり総合評価落札方式を適用し、入札時に、ケーソン沈設時の施工精度を確保するための工夫について技術提案を求めた（発進立坑のみ）。本工事の受注者にとっては、①施工基面付近を浅層混合改良すること、②ケーソン壁面と鋼矢板の間にガイドローラーを設置すること、③ビデオカメラにより沈設時の鉛直性を管理することを提案しており、施工時にもこれらをすべて履行した。最終的な沈設位置のズレは、設計位置から82mm（発進立坑）であり、目標値よりも大幅に低減することができた。



写真1 ガイドローラー設置

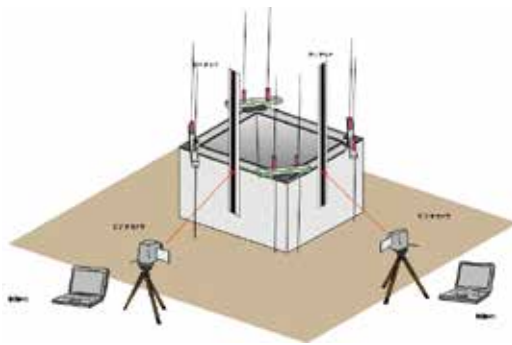


図3 ビデオカメラによる鉛直管理



写真2 ケーソン沈設状況

発進立坑築造後の平成26年10月、いよいよシールドトンネルの掘進を開始した。前述のとおり、本シールドトンネルは、河川下を横断するものである。事業実施に当たっては、河川管理者である国土交通省と協議を重ね、河川管理者から河川区域内のトンネルの掘進については渇水期(11月～5月)に行うことが求められた。

いざ掘進を開始すると、河川区域外での掘進から難航した。正確に言うと本掘進以前の初期掘進が問題であった。本工事では、ケーソン壁を鏡切りすることなく直接掘進できるSEW工法を採用し、立坑築造時に仮壁として、ケーソン壁に合成木材を埋め込んだ。ところが、この合成木材が非常に堅固であり、また繊維状であったため、シールドマシンのカッタービットで満足に切削できなかつたり、スクリーコンベアを閉塞させたりした。結局、別のトラブルも含めて、初期掘進に2ヶ月を要し、河川管理者から求められた渇水期での河川区域内の掘進が完了しないおそれが生じた。



写真3 シールドマシン



写真4 発進立坑坑口



写真5 シールド掘進状況

大幅に遅れた工程を回復するため、仮設備の計画を変更した。具体的には、トンネル内の軌条を一部複線化し、坑内で2台のバッテリーカーを運転することとした。また、立坑部での掘削土砂の排出方法として、当初、ズリ鋼車のまま吊り上げて、地上の土砂ピットに開放する方法としていたものを、立坑下から地上の土砂ピットへポンプ圧送する方法に変更した。これらの対策により、サイクルタイムが短縮され、期間を超過することなく、平成27年5月に河川区域から脱することができた。翌6月には、到達立坑に到達し、トンネルは貫通した。



写真6 シールドマシン到達

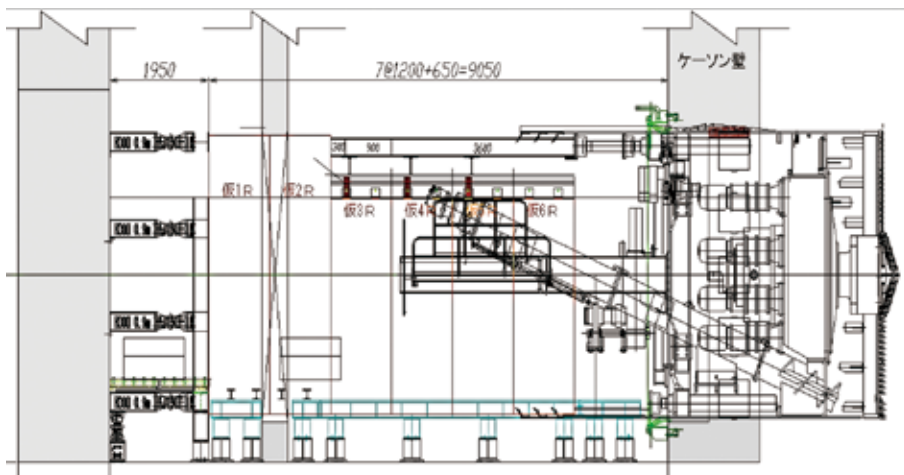
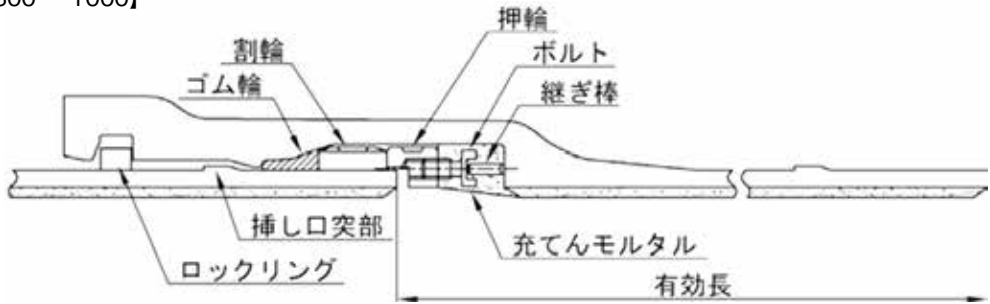


図4 初期掘進時の概要図

【呼び径 800 ～ 1000】



【呼び径 1100 以上】

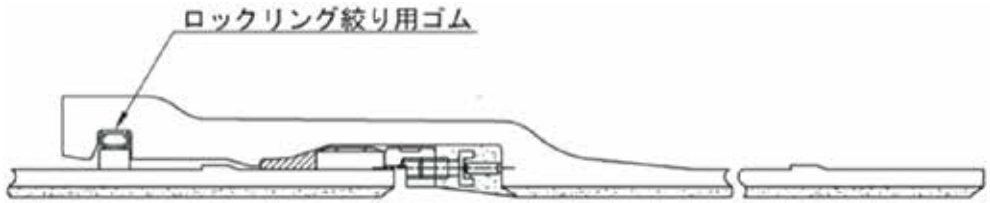


図5 US形継手構造図(LS方式)

坑内の配管については、平成 27 年 12 月から布設を開始した。使用するダクタイル鉄管等は発進立坑から搬入し、軌条を利用してトンネル奥側に運搬する形とした。したがって、配管は到達立坑側から完成していくこととなった。

配管布設に先立ち、坑内にインバートコンクリートを打設したが、このときに、コンクリートの打設高さ（厚さ）を設計よりも低くしている。配管の布設を検討した際、設計どおりの高さに施工すると、インバートコンクリートとダクタイル鉄管との離隔が小さいため、管受台の施工が困難となることが予想されたからである。この処置でも極端な狭所のため決して容易な作業ではなかったが、工程に影響を及ぼすことなく、管受台を施工することができた。

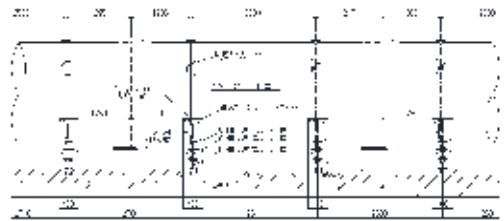


図6 受け台構造図



写真7 管受台施工状況

ところで、前述のとおり、トンネル部のダクタイトイル鉄管の継手形式はUS形である。U形やUS形といった内面接合タイプのダクタイトイル鉄管の場合、管の接合後、継手のボルト露出部にモルタルを充てんする必要がある。本工事でも、モルタル充てんを実施しているが、施工にあたっては、モルタル充てんをしない状態で数十mの配管と管受台を完了させ、その後、追いかける形で充てん作業を実施した。接合作業中は、その直前の接合が完了した管も含めて、まだ位置が安定していない。この状態でモルタル充てんを行えば、その後に発生する接合部のわずかな変位によって、充てんしたモルタルが浮くなどして、場合によっては剥落する可能性があるためである。この施工方法が、モルタル充てん部の品質にどの程度寄与したかはわからないが、結果的には、あとから補修等することなく、完成することができた。



写真8 完成写真(坑内)

5. おわりに

本事業の送水管更新工事については、トンネル部の施工と荒川両岸の一般配管部の施工を分割して実施しており、このうちトンネル部の工事については、平成29年2月に完成した。現在は、今年度中の供用開始を目標に、一般配管部を鋭意施工中である。

多くの事業者が管路の更新時期を迎える一方、市街化に伴う埋設物の輻輳で開削工法による配管工事が難しいことが多々あるため、シールド工法による配管工事は、今後増加することが予想される。埼玉県企業局では、現在、別のシールドトンネルを計画中である。本事業における経験も参考にして、より円滑に工事が実施できるよう、適切な事業計画を策定していきたいと考えている。



写真9 完成写真(立坑部)