

配管布設工事における仮設の工夫について

戸田建設(株) 正会員 ○藤関 貴士
戸田建設(株) 正会員 小川 伸也

1. はじめに

本工事は、浄水場内において、布設から 50 年以上経過している既設送水管の送水機能が災害や事故等により停止した場合のバックアップ機能を強化するため、代替路線となる送水管(φ2600・2400mm)の新設と既設配水池流出管(φ2400～1350mm)の布設替えを行うものである。本工事の管路布設は、多様な管路が輻輳することから開削工法が採用されており、土留め壁には鋼矢板が採用されている。掘削幅は 3.5～13.5m、掘削深さは 8.3～9.9m であり、施工延長は約 160m となっている。工事を施工するにあたり、新設送水管布設時および配水池流出管布設替え時において下記課題への対応が必要となった。

(1) 新設送水管布設時

送水管新設箇所に隣接している公道にはガス管(φ300)が埋設されていた。このガス管は送水管の土留め壁となる鋼矢板の打設面と並行に埋設されており、工事による掘削・引抜き過程において周辺地盤の変形がガス管に与える影響を最小限に抑える必要があった(図-1)。

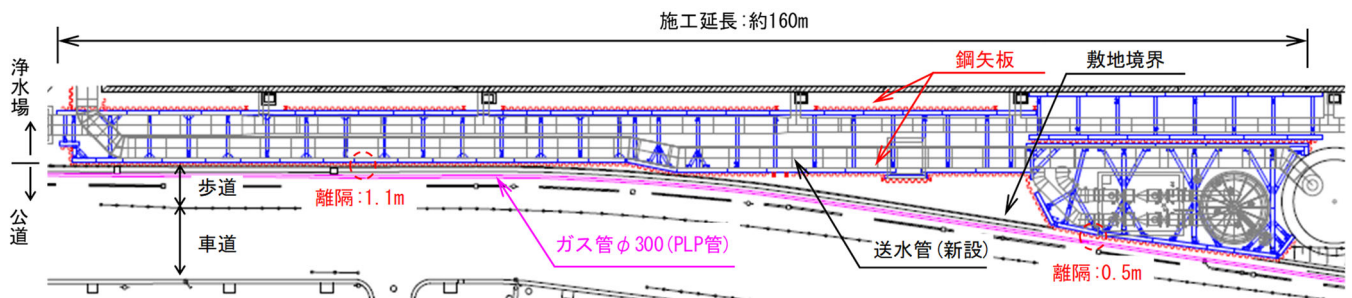


図-1 送水管新設時ガス管との位置関係

(2) 配水池流出管布設替え時

配水池流出管の布設替え工事は既設防護コンクリートおよび既設管の撤去を行ったのちに新設管を設置、新設防護コンクリートを打設する手順となる。標準部にて先行して行なった布設替え工事では、既設防護コンクリートと鋼矢板間に施工空間が無く、重機での撤去作業に膨大な時間を要した。次期施工では標準部よりも狭隘な土留め構造での施工条件となるため、効率よく配水池流出管の布設替え工事ができる施工方法の立案が必要となった(図-2)。

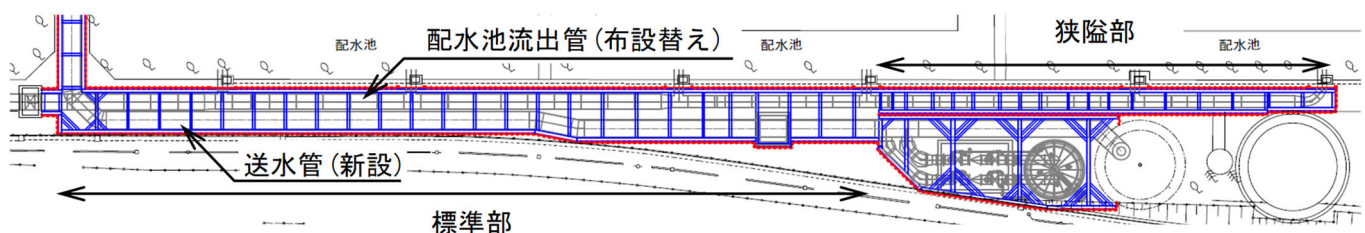


図-2 配水池流出管布設替え時施工概要図

キーワード ガス管 既設構造物 土留め構造 施工管理 影響検討 効率化
連絡先 〒104-0031 東京都中央区京橋 1-7-1 TODA BUILDING
戸田建設株式会社 土木設計部 TEL 03-3535-1354

2. 施工条件

(1) 新設送水管布設時

図-3 に新設送水管掘削箇所とガス管との位置関係を示す。新設送水管路および附属施設の占用位置は浄水場敷地内に計画されているが、その配置は敷地境界に接近している。そのため、鋼矢板の打設位置も敷地境界付近となり、外側の公道(歩道)下に埋設されているガス管と鋼矢板との離隔は約 1.1～0.5m と近接していた。ガス管は、 $\phi 300$ (PLP 管・中圧管)で土被りが約 1.2m であり、地域の重要なライフラインであることから、開削工事による周辺地盤の変形がガス管に不具合・変状等を発生させないように、事前の影響検討および施工時の計測管理が必要であった。

土質は、図-3 のとおり GL-8.0m 付近までは N 値 2 程度のローム質土を主体とする粘性土の埋土層であり、以深に比較的硬質な礫層が堆積していた。なお、地下水位は床付け以深(GL-12.9m)であり掘削時の湧水はないが、施工性・安全性の観点より、鋼矢板土留め工法が採用されていた。また、関係機関との事前協議において、ガス管の鉛直変位に対する許容値は 20.0 mm と設定された。

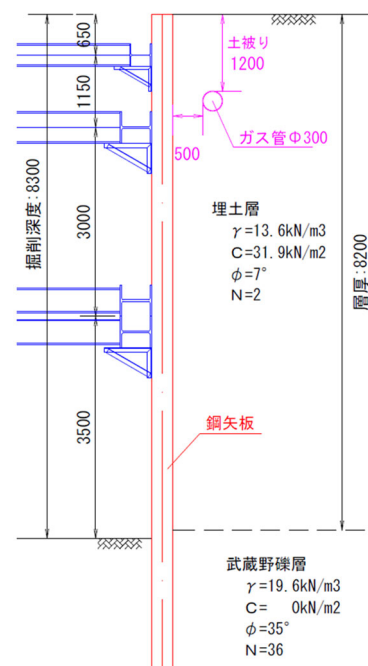


図-3 新設送水管掘削断面図

(2) 配水池流出管布設替え時

配水池流出管の布設替えを行う管路の掘削幅は図-4 および図-5 に示す寸法となっている。標準部は新設する送水管と配水池流出管を並列で布設できるようにするため、掘削幅が約 7.0～8.0m と広く、掘削深度は 9.9m となっている。

一方、狹隘部においては、配水池流出管の配管径に応じた掘削幅として 3.5～4.0m、掘削深度は 9.6m となっており、3 段の山留支保工が計画されていた。この区間は、送水時期が決められている新設送水管の布設工程を先行させる目的から、配水池流出管に限定した土留め形状となっていた。

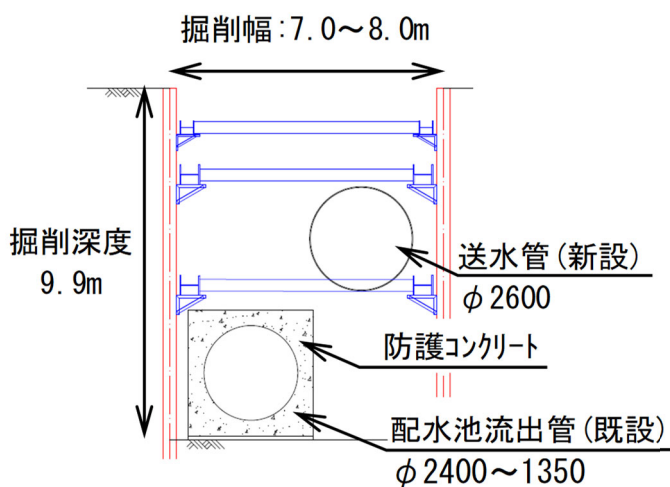


図-4 掘削断面図 (標準部)

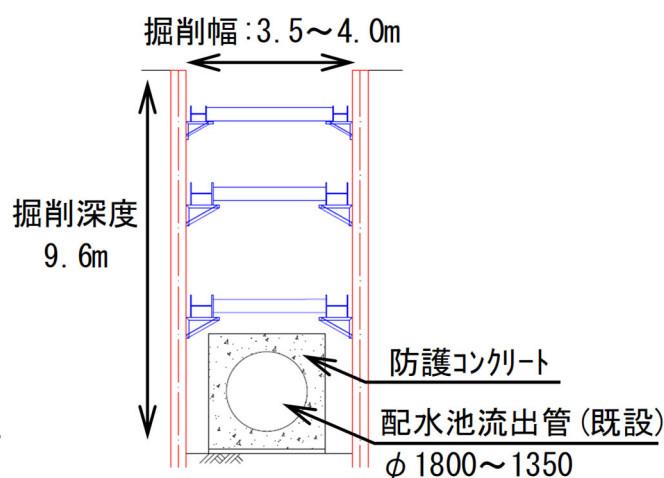


図-5 掘削断面図 (狹隘部)

3. 課題

(1) 送水管新設時

a) 事前の影響検討

掘削時の土留め壁変形および鋼矢板引抜き後の地盤変状に伴う影響が考えられた。そのため、事前の影響検討を行い、各作業におけるガス管の変状を許容値内に収める計画を立案する必要があった。

b) 施工中の計測管理

ガス管は歩道下に埋設されており、掘削作業時に管体を直接監視できない。また、変状が生じた場合は工事が一時中止となる可能性もある。そのため、ガス管の挙動を把握し事前に対応する方法の確立が必要であった。

(2) 配水池流出管布設替え時

a) 施工空間の確保

設計掘削断面(狭隘部)での既設防護コンクリートの撤去は、図-6 に示す空間での作業となる。土留め壁と防護コンクリートの離隔は 550mm となっており、重機を撤去対象物の横に配置することができない。また、3 段目の山留支保工と既設防護コンクリート天端の離隔も 480mm と狭い空間となった。狭隘部における施工では、鉛直および水平方向の施工空間が著しく制約されることから、重機の使用が困難となる。そのため、当該条件下では人力による撤去作業が不可避となり、作業効率が大幅に低下することが予測される。機械施工と比較した場合、人力作業は約 3 倍以上の時間を要することが考えられた。

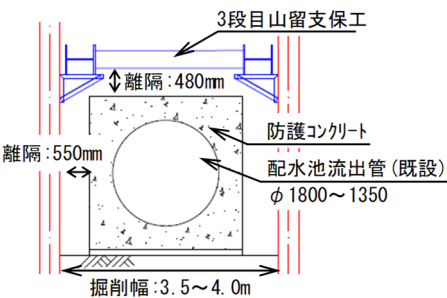


図-6 設計掘削断面図（狭隘部）

以上のことから、工程短縮を実現するためには、狭隘部における既設防護コンクリートの撤去に、重機を使用できる施工空間を確保することが課題となった。

4. 対応策

(1) 送水管新設時

a) 掘削時の土留め壁の変形に伴う影響

土留め壁の計算は弾塑性法により行い、施工の各段階における鋼矢板の変状を算出した。GL-8m付近まで軟弱な埋土層が堆積しているため、自立時(1 次掘削時)の変位および 3 次掘削時の変位が大きくなる。これらを踏まえ、経済性および施工性の観点から、1 次掘削時の変位を抑制するために 1 段目の余掘りを 1.0m から 0.6m に低減し、3 次掘削の変位を抑制するために 2 段目切梁にプレロードを導入した。その結果、表-1 に示すように、ガス管位置における沈下量を 24.5mm から 19.5mm に低減させ、許容値以下の変位とすることができた。

表-1 沈下量算出結果

	沈下量(mm)	
	対策なし	対策あり
鋼矢板打設	0.0	0.0
1段梁設置	11.2	6.4
2段梁設置	12.6	7.8
3段梁設置	14.4	9.7
最終掘削	14.7	9.7
3段目支保工撤去	16.0	11.0
2段目支保工撤去	19.3	14.3
1段目支保工撤去	24.5	19.5

b) 鋼矢板引抜き後の地盤変状

鋼矢板引抜き後の地盤変状は、FEM 解析を使用し、鋼矢板厚み(15.5mm)と土砂付着想定量(埋土:60.0mm,礫層:12.0mm)の半分を考慮した値を強制変位として与えることで算出した。この結果、鉛直方向に 51.0 mmの変状となり、許容値の 2 倍以上となることが判明した。このため、関係機関との協議を重ね、ガス管に沿って配置した鋼矢板を GL-1.5m で切断撤去し、残置することとした。

c) 施工中の計測管理

施工中におけるガス管の計測管理は、図-7 に示す沈下棒による変状計測を行うこととした。また、施工中のガス管挙動を注視し、変位が想定より大きくなった場合に備えて、埋戻し材料を流動化処理土に変更した場合についても追加検討した。流動化処理土を使用した場合、最終沈下量を 3 mm 程度低減できることがわかった。

埋戻し作業においては、転圧不足がガス管の沈下に大きく起因するため、管下部や狭隘部など、人力による十分な締固めが困難となる箇所については、埋戻し用砂や再生砂を積極的に使用し、水締めを用いた十分な締固め処理を実施した。

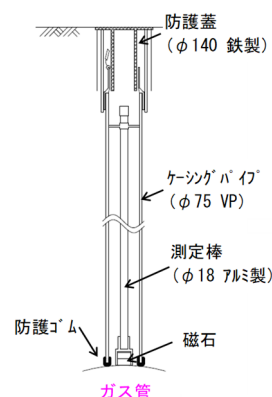


図-7 沈下棒概略図

(2) 配水池流出管布設替え時

配水池流出管布設替え時の掘削面施工空間を広げるため、当初計画では両側に設置されていた鋼矢板土留めを片側のみとし、既設構造物(配水池、調圧水槽)の躯体を利用した土留め構造に変更した (図-8)。

これにより掘削幅が 6.0～8.1m となり、当初計画と比べ約 2 倍の掘削幅を確保することができた (図-9)。

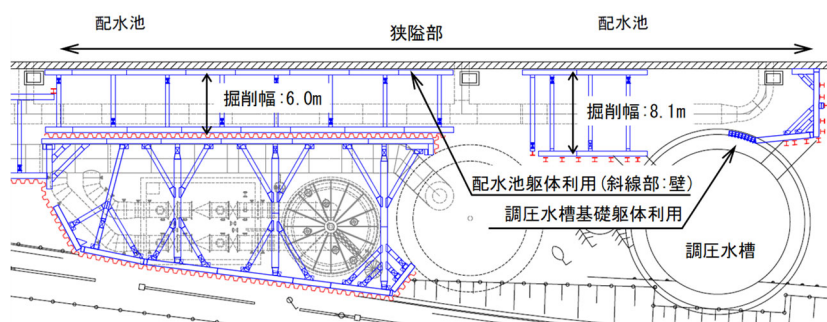


図-8 土留め構造平面図 (変更後)

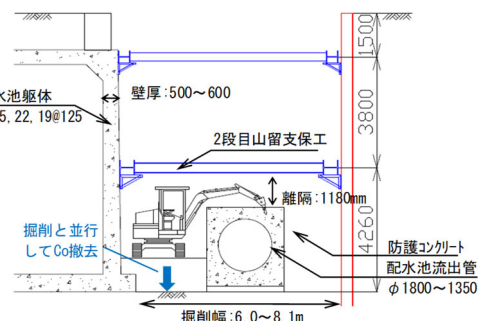


図-9 土留め構造断面図 (変更後)

a) 配水池躯体の利用

土留め壁は敷地境界から離れているため、1 段目の山留支保工の設置高さは通常用いられる高さ(GL-1.0m)ではなく、配水池躯体の頂版位置(GL-1.5m)に設置した。側壁を利用する 2 段目の山留支保工は配水池躯体の側壁を頂版・底版を支点とした両端固定梁と考えて 2 段目の支保工反力を集中荷重として作用させた安定計算を実施し、山留支保工 1・2 段目の間隔を 3.8m とした。発注者工事部署および維持管理部署との入念な調整・検討を実施した。安定計算結果より、切梁反力を配水池躯体に伝えても問題がないことが確認できたため、山留支保工の段数を 3 段から 2 段に変更した。これにより、最下段(2 段目)の山留支保工と防護コンクリート天端との離隔については当初設計の約 2.4 倍となる 1180mm とすることができた。

b) 調圧水槽基礎躯体の利用

既設調圧水槽側面を掘削するため、滑動・転倒に対して所定の安全率が確保できていることを確認した (表-2)。また、妻側に作用する土圧に対して、調圧水槽基礎に支保工のずれ止めを設置することで切梁のない空間とした (図-10)。

表-2 安全率

	目標値	検討値
転倒	1.5	2.4
滑動	1.5	8.6

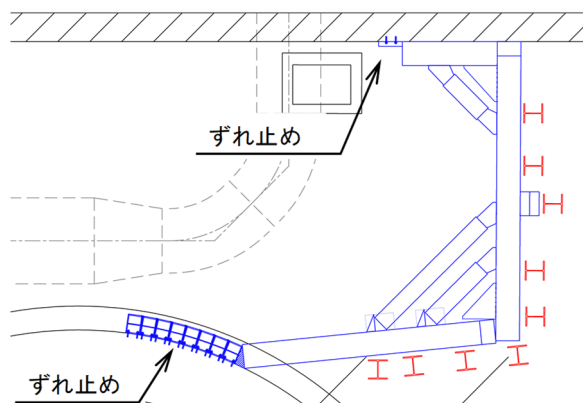


図-10 土留め構造平面図 (拡大)

5. まとめ

(1) 送水管新設時

表-3 に鋼矢板打設から埋め戻し完了までのガス管位置における沈下量を示す。本工事においては、事前の影響検討および慎重な施工を通じて、土留め壁の変状や鋼矢板引抜き後の地盤変状に対する対策を実施した。この結果、鋼矢板打設時に沈下が生じてはいるが、最終沈下量を事前検討値の約 50%程度に抑制し、想定される影響を最小限に抑制することができた。埋戻し時の変位はほとんど無く、施工完了 4 ヶ月間の計測においても変化は見られなかった。また、鋼矢板の残置等によって、施工の安全性と確実性を確保することができた。

表-3 沈下量結果

	沈下量(mm)		
	対策なし	対策あり	実測
鋼矢板打設	0.0	0.0	5.0
1段梁設置	11.2	6.4	7.0
2段梁設置	12.6	7.8	7.0
3段梁設置	14.4	9.7	8.0
最終掘削	14.7	9.7	9.0
3段目支保工撤去	16.0	11.0	9.0
2段目支保工撤去	19.3	14.3	9.0
1段目支保工撤去	24.5	19.5	9.0

(2) 配水池流出管布設替え時

既設構造物を土留め壁として利用し、狭隘部の施工空間を拡大することで、既設配水池流出管の撤去を標準部の 1.4 倍のスピードで実施することができた。

表-4 切梁軸力

土留め壁として利用した既設構造物は躯体状態の目視確認に加え、配水池躯体利用区間は、山留支保工切梁の軸力計が計画値以上となっていないことを確認した (表-4)。また、調圧水槽基礎躯体利用区間は、固定点からの水平・鉛直変位の計測を実施し、通期において変状がないことを確認した。

	計画 (kN)	実測 (kN)	割合 (%)
1段目切梁	177.1	120.0	67
2段目切梁	676.5	320.0	47

配水池流出管の布設替え工事は、片側の土留めを省略し、重機が使用できる施工空間を確保したことで、コストを維持しつつ、施工効率を向上することができた。