

曳家工法を用いた狭隘な水道用地における配水塔の更新

川崎市上下水道局

1. はじめに

水道事業者は、地震などの災害時においても水道水の供給が確保できるよう、水道施設の耐震化が求められています。

川崎市では、平成28年3月の長沢浄水場の再構築事業完了をもって浄水施設の耐震化率100%を達成しました。また、配水池や配水塔などの基幹構造物、管路、電気機械設備などについても「川崎市水道事業中期計画」に基づき、耐震化や更新を計画的に進めているところです。

しかし、基幹構造物の耐震化については、竣工当時と比較して施設近隣に住宅街が迫り、用地も狭隘なため、給水を継続しながら更新・耐震化する大規模工事が困難となってきました。

そのような状況の中、本市では、閑静な住宅街に囲まれた狭隘な水道用地において、築造した仮設配水塔を撤去せずに本設として採用し、その際に類を見ない水道施設本体に曳家工法を用いた配水塔の更新事業を実施しましたので、本稿で事業の概要を紹介します。

2. 宮崎配水塔の耐震化計画

(1) 宮崎配水塔の概要

宮崎配水塔は昭和42年に建設された施設で、近傍の鷺沼配水池（HWL+60.0m）からポンプ送水を受け、主に川崎市西部の宮前区、高津区、多摩区の一部地域への配水を担っています。施設の位置と更新前の諸元を図1に示します。



所在地	川崎市宮前区
完成	昭和42年
構造	円筒形PC造
池数	1池
有効容量	2,512 (m ³)
内径	20.0 (m)
地盤高	+87.0 (m)
HWL/LWL	+100.0/+92.0 (m)
給水人口	約159,000 (人)
日平均配水量	39,665 (m ³ /日)

図1 宮崎配水塔給水区域と更新前の諸元

(2) 宮崎配水塔の耐震化計画

宮崎配水塔は、平成19年度に実施した耐震診断により、レベル1及びレベル2地震動に対して図2のように底版部の耐震性が不足しており、耐震補強が必要であることが判明しました。しかし、宮崎配水塔は1池構造であるため配水塔の運用を停止することができず、断水が必要となる耐震補強工事の実施が極めて困難でした。

さらに、今後の維持管理を考慮すると2池構造であることが望ましく、築造から40年以上経過していたこともあり、耐震補強ではなく、新たに2塔体制とし、更新することにしました。

なお、工期短縮や維持管理費用の低減が図れることから、新設配水塔はステンレス製としました。

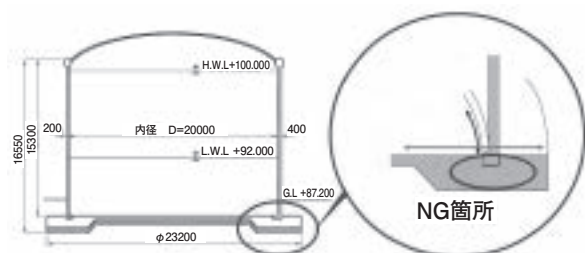


図2 耐震診断結果

3. 施工方法の検討

(1) 工事用地の検討

宮崎配水塔の築造当時、周囲に住宅はほとんどなかったものの、現在は閑静な住宅街に囲まれています。また、配水塔用地が狭隘な上、用地の一部が斜面になっているなど、既設配水塔を運用しながら新たに配水塔を築造することは、立地環境の面から極めて困難な状況でした。

そこで、宮崎配水塔の用地に隣接して市の公園があることから、更新工事のためにこの公園用地を買収または借地することが可能かどうか、次の①～③に示す案を検討しました。

- ①公園用地の一部と配水塔用地を等価交換し、交換した用地に2塔新設する。
- ②代替地に公園を移設し、現公園用地を買収した上で拡張した用地に2塔新設する。
- ③公園用地の一部を借用して仮設配水塔を築造した上で、既存用地に2塔新設する。

しかし、①及び②案は地域への影響が大きく住民の理解を得る必要があるだけでなく、都市計画決定を受けて整備された公園であることから、公園の移設や形状変更には手続きが必要となり、多大な時間を要する上、現状を変更できる確約もありませんでした。

当時は東日本大震災が発生した直後であり、水

道施設の早期の耐震化が求められていたことも考慮し、③案を採用して図3のように隣接する公園用地を借地し、工事を施工することとしました。

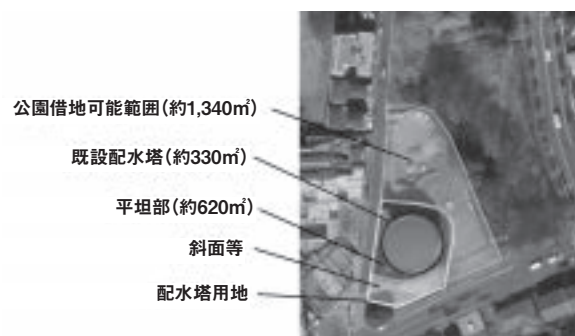
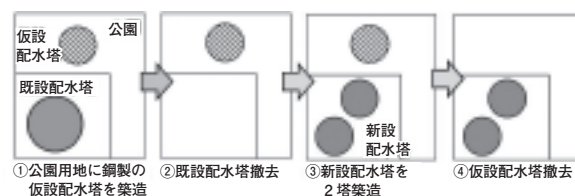


図3 配水塔用地と借地範囲

(2) 施工方法の検討

公園用地を借地することから、図4のような施工手順を想定して設計・発注を行いました。



仮設配水塔	1,550㎡ (鋼製)
新設配水塔	1,350㎡×2 (SUS製)

図4 当初設計の施行手順

4. 曳家工法採用の経緯

(1) 曳家工法とは

曳家工法とは、建造物などを解体せずにそのままの状態での別の場所へ移動する場合に用いられる工法で、歴史的建造物の維持保存や建築物を解体せずに別の場所へ移動する場合などで活用されます。

既存構造物に曳家工法を適用する場合は、土台と基礎を事前に切り離し、構造物をジャッキアップして地面から離し、レールまたはローラーに乗せ移動させます。

(2) 曳家工法の採用

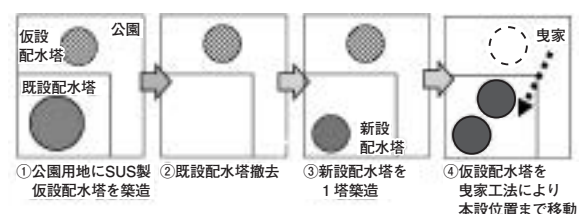
宮崎配水塔の更新は、平成26年度に工事に着手しました。受注者による詳細な施工計画の検討を

行ったところ、当初設計による施工手順と比較して、次の①～④のようなメリットがあるため、曳家工法を用いた図5のような施工方法の提案がありました。

この提案を受け、当局で施工計画等を検討した結果、曳家工法を採用することとしました。

- ①仮設配水塔を本設として使用することで、作業スペースを広く活用でき、施工性や安全性の向上が図れる。
- ②仮設配水塔の撤去が不要になる。
- ③仮設配水塔を含めた配水塔の築造が3塔分から2塔分に削減できる。
- ④工期短縮が図られ、車両通行や騒音等が抑制でき、周辺住民への配慮につながる。

なお、仮設配水塔の材質は、曳家後に本設として使用することから鋼製からステンレス製に変更しました。



仮設（新設）配水塔	1,550㎡（SUS製）
新設配水塔	1,350㎡（SUS製）

図5 曳家工法による施工手順

5. 曳家工法による施工

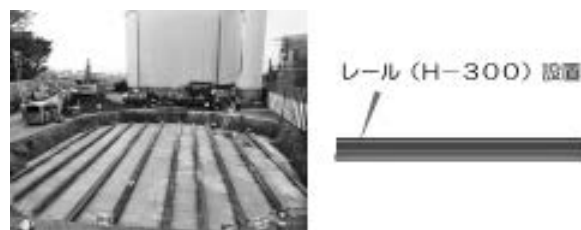
(1) 施工手順

曳家工法による配水塔の更新工事の施工手順は次のとおりです。

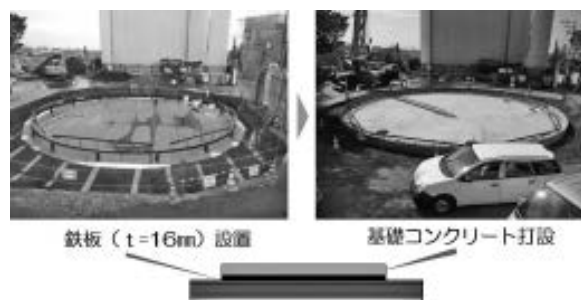
- ①基礎部に耐圧版コンクリートを打設します。



- ②レールとして鋼材（H-300）を敷設します。



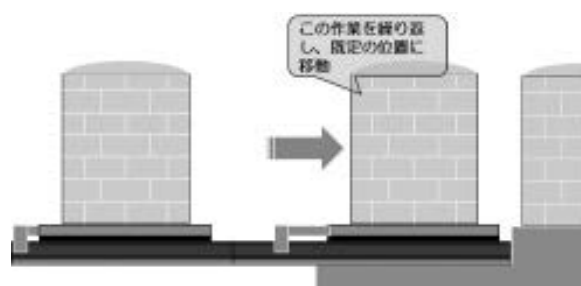
- ③下面に鉄板（t=16mm）を一体化させた基礎コンクリートを打設します。



- ④ステンレス製の仮設配水塔（曳家完了後は本設配水塔として運用）を築造します。



- ⑤レールを移動先まで設置します。レールクランプと油圧ジャッキを設置し、レールを反力にして900mmずつ、所定の位置まで27m移動します。



(2) 施工時の工夫及び課題

配水塔本体と基礎の総重量は約400tで、鉄と鉄の摩擦係数は約0.5であることから移動させるには約200tの水平力が必要となります。また、鉄板と

レールの設置が曳家施工の約3年前になることから錆による固着等も考慮し、本工事では50t油圧ジャッキ6基（自走式）と100t油圧ジャッキ4基を用意し初動させることとし、初動後は50t油圧ジャッキ6基により移動させることとしました。

また、偏芯等が起こらないように配水塔両側に移動距離のわかる計測器を設置し、その差から50t油圧ジャッキのかけ方を変えるよう自動制御



腰切り状況



油圧ジャッキ設置状況



変位確認状況

しました。また、配水塔が予定軌道から外れないよう両サイドのレールにガイドを設置しました。

施工中に発生した課題は二点あり、一点目は、仮設配水塔築造時にレール間に間詰めした砂と基礎コンクリート下面の鉄板において、当初想定していなかった大きな摩擦抵抗が生じ、50t油圧ジャッキではレールクランプ部分に過剰な力が作用して鋼材が変形したことで自走による移動ができなくなりました。50t油圧ジャッキに比べてストロークが短く自走できない分、盛替えの手間があったものの、100t油圧ジャッキを使用することで鋼材の変形なく自走が可能となりました。

二点目は、仮設配水塔の重みによりレールの高さに最大20mmのずれが生じ、レールに対し、配水塔の荷重が均等にかからなくなったため偏芯が起きそうになり、50t油圧ジャッキでは動かなくなりました。これについても、100t油圧ジャッキを使用することと両サイドのガイドにより解決することができました。

一方、施工前に懸念されていた鉄と鉄の摩擦による音の発生はありませんでした。

6. おわりに

水道施設本体に曳家工法を採用したことにより、住宅地が近接している狭隘な用地内における水道施設の更新事業において、施工スペースの確保や工期短縮、周辺環境への配慮を達成することができたことから、曳家工法はこのような環境で有効であり、水道施設の更新や耐震化の手法の幅を広げることができたと考えます。

本事例が同様の課題を抱える水道事業体の参考となり、水道施設の耐震化推進に役立てば幸いです。