



事例報告 国土強靱化対策のための緊急対策への取り組み

愛知県企業庁の取り組み

(PFI 常用発電の導入による電力の安定確保)



愛知県／企業庁／水道部／水道事業課長 尾平淳一



1. はじめに ～愛知県水道用水供給事業の概要～

愛知県水道用水供給事業（以下、「県営水道」という。）は、県内54市町村のうち49市町村の500万人に水道用水を供給しています。平成31年4月1日の給水能力は179万m³/日となっており、平成30年度は一日最大給水量約137万m³を給水しています。

県内各地域の要請に応じて順次、事業を創設し、これらを昭和56年に統合したため、県内に11浄水場を有する分散型の施設配置が特徴です。また、水道用水供給事業と共に大規模な工業用水道（給水能力141万m³/日）を経営しており、浄水場の運営を始め施設の建設・維持管理等を一体的に経営していることも特徴の一つです。

表－1 県営水道（水道用水供給事業）の歩み

年月	内容
S32.8	創設事業認可申請（愛知用水）
S41.3	西三河水道事業認可申請
S43.8	尾張水道事業認可申請
S45.3	東三河水道認可申請
S56.3	愛知県水道用水供給事業認可申請（愛知用水、西三河、尾張及び東三河水道用水供給事業の4事業を統合）

県営水道では、昭和36年度の給水開始から50年余を経過し、管路更新が大きな課題となっています。また、平成26年に愛知県全域が南海トラフ地震防災推進地域に指定されており、地震対策が喫緊の課題となっています。このため、県営水道では管路施設の更新及び地震対策について計画的に取り組んでいます。

2. 地震防災対策実施計画（水道用水供給事業）

(1) 計画概要、計画の見直し

県営水道では、地震防災対策として、平成7年の阪神・淡路大震災を教訓として平成9年度から水管橋の耐震工事を進めてきました。また、その延長線上で、平成15年には東海地震想定震源域の見直しを契機に「愛知県営水道地震防災対策実施計画」（以下、「実施計画」という。）を策定しました。この計画は発災後、一週間程度で水道事業者への応急的な送水を開始し、2週間以内に平常給

水を達成するために必要となるハード対策とソフト対策からなるものです。その後、南海トラフ地震の地震防災対策推進地域の指定を踏まえて、平成27年には浄水場構造物の耐震補強などを追加する見直しを行い、現在はこの実施計画に基づき地震防災対策を実施しています。

表－2 愛知県営水道地震防災対策実施計画概要

事業期間	平成15年度～平成42（令和12）年度（28年間）	
事業費	950億円	
事業概要 (ハード面)	バックアップ施設の整備	・連絡管 ・基幹管路の複線化 ・広域調整池
	既存施設の耐震補強	・水管橋 ・浄水場 ・調整池 ・建築物等
	受水団体との連携施設の整備	・支援連絡管 ・水道災害活動拠点 ・応急給水支援設備 ・共用備蓄倉庫
	津波浸水対策	・水管橋の津波対策
	停電対策	・浄水場の停電対策

(2) 停電対策（特高浄水場自家発電施設整備の追加）

県営水道では、かねてより浄水場の停電対策として重油を燃料とする非常用自家発電施設（以下、「非発」という。）の設置を進めてきました。高圧受電の浄水場は不慮の事故で度々停電する経験から整備が先行していましたが、特別高圧受電の浄水場は長時間の停電リスクが低いと考えられてきたため、建設投資全体における相対的な優先順位は低くなっていました。このため、犬山浄水場や尾張西部浄水場といった特別高圧の浄水場では、計装用等の蓄電池及び小型発電機は設置していたものの、浄水場全体の動力負荷を賄うだけの非発の設置は先送りになっていました。

しかしながら平成23年3月11日に発生した東日本大震災では、東北電力の基幹送電系統が寸断され、電力需給バランスが崩れたことで火力発電所も次々と停止に追い込まれて広域停電となったために、長時間の停電が起こり浄水場等の運転に支障を与え、送水の継続が困難となりました。このため、県営水道では東日本大震災の事例

を踏まえて、地震等による停電発生時においても浄水場を継続稼働できるように特別高圧の浄水場を含む全ての浄水場で非発の整備に取り組んでいくこととしました。

3. 犬山浄水場の常用発電施設

(1) 設置の経緯 (PFIとの関わり)

前述のとおり、犬山浄水場及び尾張西部浄水場等の特別高圧の浄水場において、非発の設置を進めることとなりましたが、この2浄水場は平成14年度に実施したFS (Feasibility Study: 導入可能性) 調査以降進めてきた排水処理施設PFI事業に関するPFI法の実施プロセス (実施方針の策定及び特定事業の選定等) にこれから着手するタイミングでもありました。ただし、同FS調査において「愛知用水地域 (H18~) が4浄水場、三河地域 (H23~) が6浄水場であることに対して、尾張地域は事業対象が2浄水場と少ないために排水処理施設の整備に係る建設資金が民間資金を活用するPFI事業としては小額過ぎる」と指摘されていました。こうした事情により尾張地域のPFI事業は、排水処理及び非発を組み合わせたものとして企画され、その事業化の可能性について平成24年度にFS調査を追加実施しました。同調査の結果は「尾張西部浄水場の非発兼常用発電施設は可能性がないが、犬山浄水場の非発兼常用発電及び排水処理並びに尾張西部浄水場の排水処理施設をPFI事業で整備することは可能性があり、犬山浄水場では太陽光発電施設の整備も可能性がある」というものでした。

その後、尾張地域のPFI事業は、庁外学識者らによる委員会での検討や実施方針の公表及び民間事業者の意見招請等を経て、平成26年5月に入札公告し、同年12月にPFI事業者 (以下、「SPC (特別目的会社) という。)」と事業契約して設計・建設業務に着手、平成29年4月からは運営・維持管理業務を開始しています。

(2) 施設概要

犬山浄水場の常用発電施設は、長年に渡り蓄積してきた県営水道の技術ノウハウを民間の技術力を活用して具現化したものです。排水処理、常用発電及び太陽光発電施設に技術的な相乗効果を持たせることとした県営水道職員の独創的な発想を民間の技術力で実現した次の特長を備えた施設となっています。

表-3 尾張地域のPFIで整備した主要施設

浄水場	主要設備
犬山浄水場	・排水処理施設 (短時間型脱水機×2台) ・常用発電施設 (1,000kW×6台、LNG サテライト) ・太陽光発電施設 (3,100kW)
尾張西部浄水場	・排水処理施設 (短時間型脱水機×2台)

はじめに、犬山浄水場の発電機は、非常用と常用の機能を併せ持っていることが挙げられます。通常時は常用発電機として系統と連系して経済的な運転をしつつ、非常時停電時には、非発として系統から切り離して力強く単独運転を行うことが出来ます。

犬山浄水場には、自らの導水の他にも連絡導水路による愛知用水への補給を行うために、木曾川からの標高差80mを97m/分で揚水する導水ポンプ5台が設置されています。同導水ポンプの出力は1台当たり1,630kW~1,720kWと大型であり、これを停電時にBOS (ブラックアウトスタート) で起動することが技術的なハイライトとなっています。入札の技術提案にあたって用意した標準提案は、BOS用のガスタービン×1台とコージェネ×4台及びこれを載せ替える遮断器で構成される複雑な構成になっていましたが、民間の技術提案によりコージェネ×6台でBOSと高い実用燃費を同時に実現することが出来ました。

二点目に、通常 (常用) 時においては、昼夜間で運転モードを自在に切り替える機能を有していることが挙げられます。昼間は、常用発電機として系統と連系してベースロード運転を行い太陽光発電の余剰分のみを売電し、排熱を汚泥の加温等に活用して脱水機の能力を20~30%向上させています。電力単価が安価で、排水処理及び太陽光発電施設の運転が停止する通常夜間は、受電電力のピークカット運転のみを行うことで、契約電力の引き下げを達成しています。

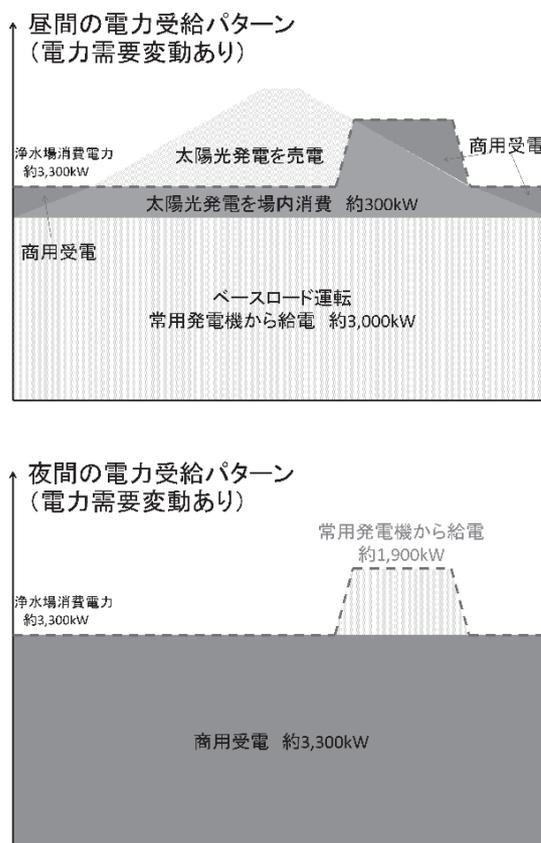


図-1、2 昼夜間のコージェネ運転

三点目に、日常的に発電するため、燃料には石油より環境負荷が低い天然ガスを用い、浄水場内にLNG（液化天然ガス）サテライトを設置して、非常用の燃料を常時備蓄していることが挙げられます。

四点目は、3.1MWの太陽光発電施設を併設したことです。全量を売電する仕組みだと新たに変電所や鉄塔を建設する必要がありますし、単なる発電所の設置であっては水道事業で経営する必然性もありません。太陽光と常用発電機を組み合わせることで、太陽光を先ず自家消費し、余剰を既存の受電設備を活用して逆潮流で売電する仕組みは、他に例を見ない大変ユニークな機構です。

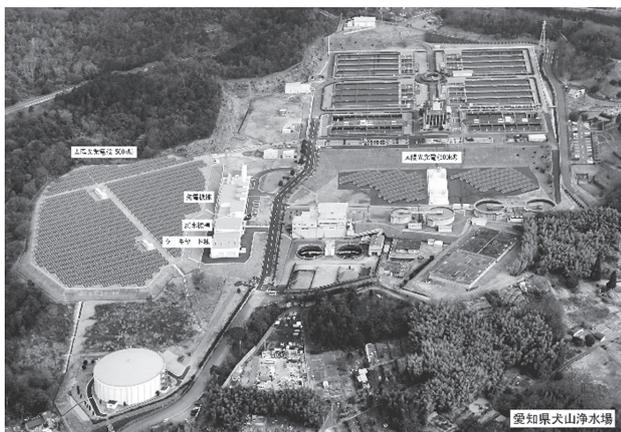


写真-1 PFI設計・建設事業が完了した犬山浄水場

(3) 運転状況

PFI事業は、各施設の工事施工後には、BOS試運転実地検査や排水処理施設使用開始前検査等を経て、施設がSPCから県企業庁へ引き渡され、平成29年4月1日からは、運営・維持管理業務に移行し、今年で三年目を迎えています。

常用発電施設は、これまでのところトラブルはなく、計画通り稼働しています。平成29年度は10,380MWh、平成30年度は11,083MWhを発電しています。

太陽光発電施設は、平成29年度、平成30年度と二年続けて落雷等により一部に被害を生じましたが、発電実績は計画を上回っており、平成29年度は3,829MWh、平成30年度は4,107MWhとなり、それぞれ44、47%を浄水場内で消費し、余剰はFITにより売電しています。また、従来は限られた維持管理費を広大な浄水場用地の伐採・除草作業に十分に回すことが出来なかった状況でしたが、ソーラーパネルの設置により現在では浄水場内の環境が適切に保たれています。

排水処理設備は、油圧動作部分を排した完全電動タイプということもあって、初期にマイナートラブルが若干発生しましたが、その後は順調に稼働しています。特に平成30年度は、度重なる台風、豪雨により計画値の約2倍の汚泥発生量があったにもかかわらず、短時間型脱水機

のメリットを最大限生かして安定した排水処理を行い、浄水場の安定稼働に大きく貢献しています。また、排熱利用による脱水効率の向上は、庁内の技術検討会で効果を検証していますが、事業提案通りの性能を発揮しています。

(4) コージェネ大賞

一般財団法人コージェネレーション・エネルギー高度利用センターは、環境負荷低減に資するコージェネレーションやエネルギーの普及拡大に向けた調査研究等の事業活動を行っており、省エネルギー等において優れたコージェネレーションを毎年度、コージェネ大賞として表彰しています。犬山浄水場は「災害に対する高い電源セキュリティを実現した浄水場の事例」として平成30年度の優秀賞を受賞しています。



写真-2 平成30年度コージェネ大賞表彰式
(中央左：小瀬村昌治 技術監)

4. おわりに

SPC（尾張ウォーター&エナジー株式会社 構成員：月島機械(株)、三菱電機(株)、月島テクノメンテサービス(株)）の皆さんの並々ならぬ努力によって、計画通りとは言え、僅か2ヶ年で施設の設計・建設事業を無事終えることが出来ましたことに深く感謝を申し上げます。工事設計・施工にあたっては、想定外の難問も度々発生しましたが、公共と民間が一体となって、各々が得意分野で力を発揮したことで、困難な局面をその都度打開できたと思っております。

事業は、これまでのところ順調に運営・維持管理がなされておりますが、20年間に渡るPFIの運営・維持管理事業は、未だ始まったばかりです。今後も事業のモニタリングを怠らず、また、維持管理においてトラブルは付きものですが、関係者で協調して課題に立ち向かってゆくことで、これからも安全安心な水道水の供給に努力していくことが私たち県営水道の使命であると思っております。