事例No.	1017
公表年度	R1
団体の属性	指定都市
団体名	兵庫県神戸市

事例区分	公営企業

タグ	・（公営企業）水道事業 ・公共施設活用 ・歳入確保

事例種類	その他

事例内容・タイトル

神戸市水道局におけるマイクロ水力発電システムの取組み

出典

雑誌「公営企業」先進事例紹介（平成31年4月号）

先進事例紹介



神戸市水道局における マイクロ水力発電システムの取組み

神戸市水道局事業部施設課
衣笠有希

1．神戸市の概要

⑴　はじめに

神戸市は古くから港町として発展し、瀬戸内海屈指の港「大輪田の泊」は、諸外国との貿易拠点として栄えてきました。その後、鎖国政策のため､外国貿易は途絶えましたが､1868年（慶応３年）の開港を契機に、広く世界との交流を始め、先人たちの英知と努力により、上水道の給水開始、産業や都市の発達を築き、生活文化を培ってきました。

現在の神戸市は、９つの区を有し、賑わいある都心部から物流や先端技術が集積した臨海部、丘陵地に広がる住宅団地、そして自然あふれる農山村部など､多彩な魅力に溢れています。

また、瀬戸内海と六甲山が身近にあるため、夏には海水浴や登山、冬にはスキーと年間を通してレジャーを楽しむことができるほか、日本を代表する神戸牛をはじめ、農産物や水産物などの美味しい食材も多くあります。さらに、新幹線をはじめとする鉄道や空路などの公共交通機関も発達しており、東京や大阪、その他の都市からのアクセスもスムーズであることも魅力の１つです。

⑵　環境貢献都市 KOBE

神戸市は、平成23年１月に“神戸市地球環境温暖化防止実行計画”を策定し、2030年度までに市内電力消費の15％を再生可能エネルギーでまかなうことを掲げ、積極的に環境負荷低減の取組みを進めています。その取組みが評価され、平成25年３月には“環境モデル都市”として、国から選定されました。

神戸市水道局（以下、「水道局」とする。）においては、平成28年３月に神戸水道ビジョン2025を策定し、“環境にやさしい水道システムの構築”を進めています。その一つであるマイクロ水力発電システムに関する取組みについて紹介します。

２．水道事業の概要

神戸市の水道は、明治33年（1900年）に全国で７番目の近代水道として給水を開始して以来、市域の拡大と人口の増加を続ける神戸の街の発展にあわせて水道施設を拡充し、現在では約153万人の市民生活と都市機能を支える基盤施設となっています。

⑴　山と海にはさまれた神戸の配水システム

神戸市は山と海に面し、起伏に富んだ地形で坂の多い街です。そこで、水を自然流下方式で、まち全体に適切な水圧で届けるために、土地の高さごとに配水池を設けています。（図１参照）

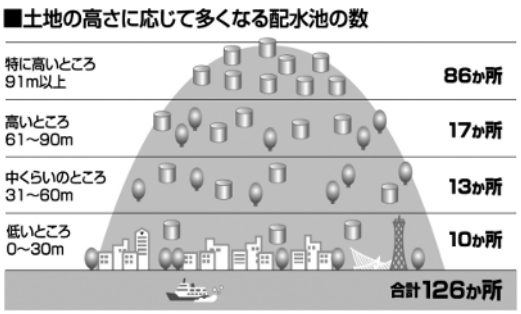


図１　配水池の数

このため、おおむね30mごとに配水池を設ける必要があり、多くの配水池やポンプ場などの施設を有することが特徴です。（平成29年度末現在：配水池126箇所、ポンプ場51箇所）

⑵　圧力調整用バルブが多く必要

各配水池には、それぞれの配水量に基づいて、計画的に入水しています。このような入水箇所には、水圧を調整する役割として減圧弁、入水量を調整する役割として流量制御弁を設置しています。このような減圧弁や流量制御弁など（以下、「圧力調整用バルブ」という。）を用いて、水圧（水の持つエネルギー）を下げることで、管路や弁に対する負荷を低減しています。（平成29年度末現在：減圧弁43基、流量制御弁191基）

３．マイクロ水力発電

水力発電は、水の力で水車翼を回し、その駆動力を発電装置に伝えて、発電を行う発電方式です。水力発電は、水資源が豊富な日本において、古くから導入が進められ、太陽光発電や風力発電と比較して、天候に左右されず安定した発電量が得られることが特徴です。しかしながら、一般的に出力100kW 以下の水力発電であるマイクロ水力発電（NEDO ガイドブックより）は、発電量が少なく、設置に投資する費用を回収することが難しいため、これまでは導入が捗らない状況がありました。

水道局においても、平成16年に180kW の小水力発電設備を導入して以降、費用対効果などの課題があり、導入を見送ってきました。

しかし、近年では、機器価格の低下および小型軽量化や再生可能エネルギーの固定価格買取制度（FIT）や各種補助事業の充実など、国内での水力発電設備を取り巻く環境は、大きく変化しているため、水道局においても、改めて導入に取り組んでいるところです。

４．超小型マイクロ水力発電システムの共同研究

土地の高さごとに配水池を設けても、水圧が高くなる区域には、配水管（※1）に圧力調整用バルブを使用し、水圧を下げることで、安定供給を図っています。（平成29年度末現在：減圧弁78基）

⑴　圧力調整用バルブの抱える課題

圧力調整用バルブは、流量が絶えず変動する配水管において、次のような課題があります。

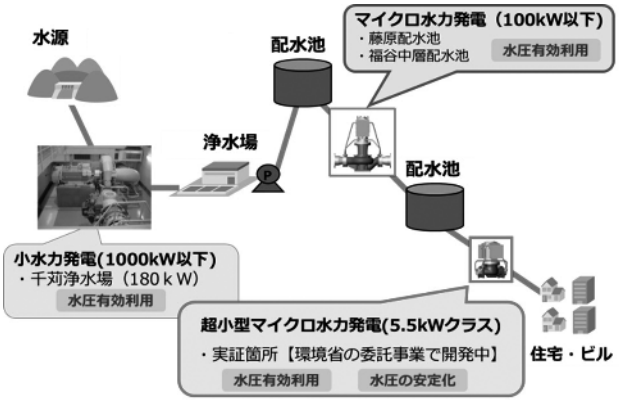


図２　取組み全体概要

①　下流側の流量変化に追従しにくい
②　配水管内に流れる水量は、時間帯により大きく変動し、特に深夜においては、極めて少量になることがあるため、下流側の水圧が安定しにくい
③　下流側において、消火栓開栓分の水量を確保しづらい
④　２段に設置した際に、下流側の水圧が不安定になる
⑤　圧力調整用バルブの故障が分かりにくい

⑵　共同研究について

前述の課題解消とともに、管水路における水のエネルギーを有効活用する方策として、環境省が実施する「平成28年度 CO2排出削減対策強化誘導型技術開発・実証事業」の採択を受けたダイキン工業株式会社と、圧力調整用バルブに換わる超小型のマイクロ水力発電システムの開発を目指し、共同研究に取り組んでいます。

超小型のマイクロ水力発電システムの共同研究を行うにあたって、まず、流量変動など実験が可能な福谷中層配水池（神戸市西区櫨谷町）への送水管（※2）に、ダイキン工業株式会社が環境省の事業を活用して開発したマイクロ水力発電システムを設置しました。（図３及び写真１参照）

⑶　福谷中層配水池での実証実験

一般家庭70軒分（※3）に相当する年間211MWhの発電能力を有するマイクロ水力発

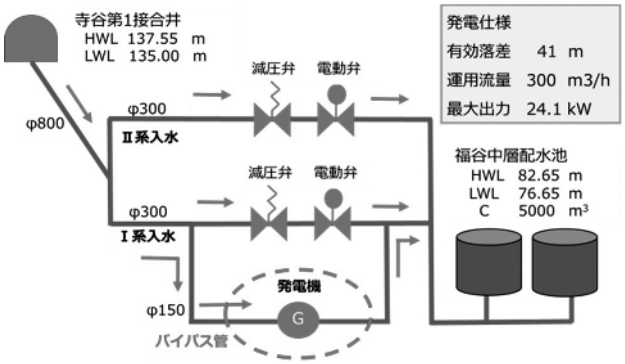


図３　入水系統図（福谷中層配水池）



写真１　設置場所（福谷中層配水池）

電システムにおいて、水道施設への導入にかかる水運用のリスクとシステムの機能検証を行っています。これまでに、一定の流量で運転する定流量試験や流量変化に関する性能検証などを実施しました。

これらの運転試験のデータをもとに、ダイキン工業株式会社にて実用化を目指す予定であるため、水道局としてもこれに協力していきたいと考えています。

⑷　発電システム運用実績

これまでのところ、水運用上の問題はなく、稼働率が95％以上と、安定した運転及び発電を継続していることから、新たに「藤原配水池」にもマイクロ水力発電システムを設置し、小水力発電事業を行うこととしました。

５．マイクロ水力発電システムの導入

⑴　藤原配水場小水力発電事業の概要

公有財産の活用を図るとともに、未利用エネルギーの有効利用を目的として、水道局は発電事業者（株式会社 DK-Power）との官民連携による小水力発電事業を行っています。（図４参照）

発電事業者は、神戸市北区藤原台にある藤原配水場に、一般家庭44軒分（※３）に相当する年間130.7MWh の発電能力を有するマイクロ水力発電システムを設置しています。水道局は土地や水のエネルギーを提供し、発電事業者が設置した発電システムにおいて、発電した電力を電力会社に売電することで得た収入の一部を、施設使用料として還元してもらう“場所貸し発電”というスキーム（図５参照）を採用しています。

発電システムの設置や維持管理は、全て発電事業者が行うため、水道局には新たな財源措置が不要であることが特徴です。

⑵　藤原配水池

神戸市北区藤原台にある藤原配水池は、約7,700m^3／日（平成27年度日平均配水量実績）の配水量をもつ配水池です。上流の平田配水池から自然流下にて藤原配水池に入水していま

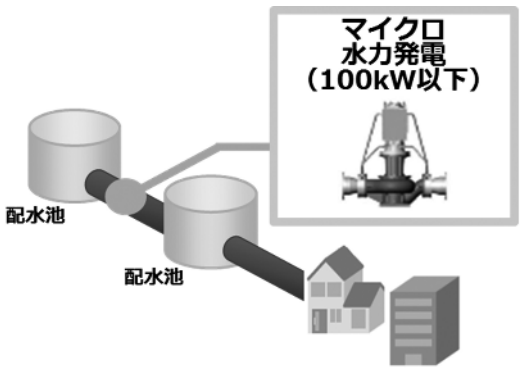


図４　小水力発電事業　導入場所イメージ

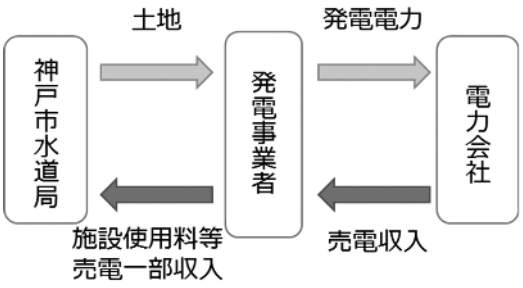


図５　事業スキーム

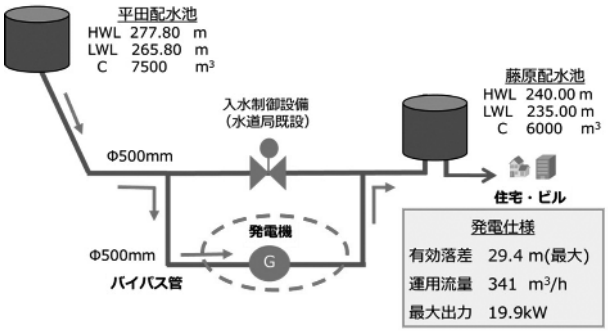


図６　入水系統図（藤原配水池）

す。（図６参照）

ここでは、入水制御設備（圧力調整用バルブを含む）を用いて、配水区域の水需要に合わせた必要量を入水することで、配水池に水を一定量確保し､ユーザーに安定的に給水しています。

入水制御設備は、約１m四方程度の狭小な搬入口が設けられた「地下ピット」内の本管に設置されています。（写真２参照）

⑶　導入～設置まで

入水制御設備の更新や故障時に使用するバイパス管に、マイクロ水力発電システムを設置することとしました。

これは、発電システムに不具合などが発生したとしても、（従来通り）既存の入水制御設備を用いることが可能となるためです。（写真３参照）

平成29年３月の事業者決定後、発電システムの運用方法や非常時の対応、工事内容などについて、協議を重ね、「再生可能エネルギー発電事業計画の認定（法令で定める認定基準に適合しているかどうか国が確認すること）」を受けたのち、平成30年３月に発電能力19.9kW のマイクロ水力発電システムが稼働しました。

固定価格買取制度を利用し、発電期間は20年です。

⑷　発電システムの運用

発電事業者との協議により、最も運転効率の高いポイント（流量）で入水すれば、より高い発電量が得られることが試算により判明したため、将来の水需要も考慮しながら、１日のうち18時間、マイクロ水力発電システムによる一定入水を行っています。

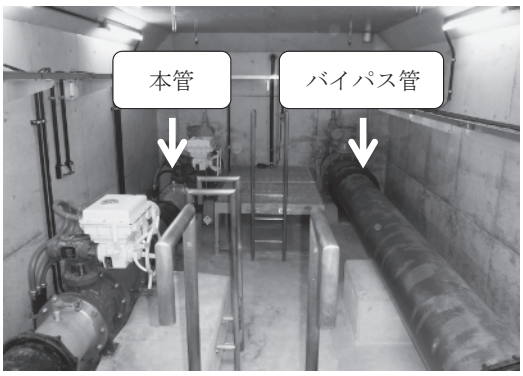


写真２　施工前（藤原配水池）



写真３　施工後（藤原配水池）

そのため、変動する配水量の調整分は、既存の入水制御設備にて水量を確保しています。

⑸　マイクロ水力発電システムの維持管理

機械・電気設備などの保守点検は発電事業者が行い、安定した発電が継続できるように努めています。また、有事に備え、水道局と発電事業者において、連絡体制を構築し、24時間連絡が取れる体制を確立しています。

⑹　発電システム運用実績

藤原配水場のマイクロ水力発電システムにおいても、設置後約１年が経過し、目立ったトラブルもなく、安定して稼働しています。年間発電量としては、一般家庭44軒分に相当する約130.7MWh を見込んでいます。

５．今後について

パリ協定の発効を契機に、地球規模で温暖化対策が求められるなか、マイクロ水力発電システムの導入に際し、民間活力を生かすことで、環境負荷低減の取組みを進めることができるとともに、付帯事業としての新たな収入を得ることができました。

節水型社会の進展や人口の減少とともに、水需要が減少するなか、新たな導入に向けて、施設更新予定や費用対効果を慎重に精査していきながら、今後とも検討を続けていきたいと考えています。

注

※１　配水池に溜められた水を各ご家庭に届ける水道管

※２　浄水場から配水池に送る水道管

※３　電気事業連合会「原子力・エネルギー」図面集2015に基づき一世帯あたりの電力消費量2,974kWh／年で計算

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
City of Design KOBE
Member of the UNESCO Creative Cities Network since 2008