特集≫≫　エネルギー，エネルギー施設

中山間地域の農業用水路を活用した小水力発電事業

田　村　琢　之

再生可能エネルギーの固定価格買取制度を活用し，飛島建設㈱と㈱オリエンタルコンサルタンツの２社で岐阜県中津川市内に小水力発電所を建設し2016年４月から運転を行なっている。発電のための水と落差は中山間地域の農業用水路から得ており，活用にあたっては水路を再生することで地域の理解を得た。小水力発電は地産地消のエネルギーであり，地域の協力・支援が必要なことから，運転中の維持管理も地域とともに行なっている。建設にあたっては自治体の多大な支援を受けており，官民連携をベースに地域と一体となった建設・運営を行なっている。

キーワード：再生可能エネルギー，小水力発電

1. 発電所の概要

発電所の概要は以下のとおりである。

・名称：落合平石小水力発電所

・場所：岐阜県中津川市落合字平石1336番523ほか（**図―1**）

図―1　発電所の位置

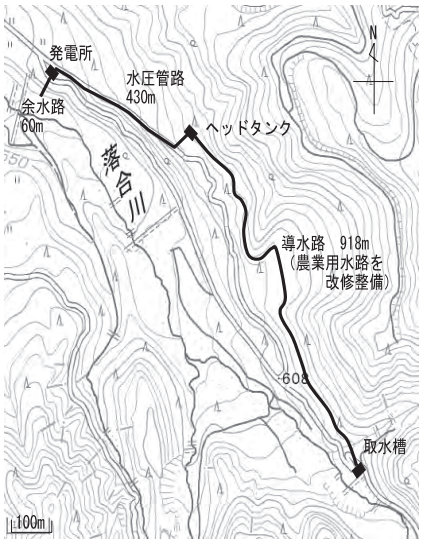
・事業主体：飛島建設㈱と㈱オリエンタルコンサルタンツの共同事業（共同企業体を組成し建設・運営）

・運転期間：2016年４月から20年間（小水力発電の固定買取価格期間と同じ）

2. 発電設備

(1) 発電設備の構成

当発電所の各設備配置を**図―2**に，また主要設備の仕様を**表―1**に示す。発電設備は大きく土木建築設備



図―2　設備配置図

表―1　主要設備

設備名	仕　様
水車	横軸クロスフロー型　定格出力136 kW（チェコ製） 有効落差64 m，最大使用水量0.25 m^3/s
発電機	横軸三相誘導発電機　定格出力126 kW
関連付属設備	入口弁，配電盤，屋外系統連系設備，無停電電源装置，水槽水位検出器，簡易型遠方監視制御装置
土木建築設備	・導水路：延長918 m（既存の農業用水路を改修整備） ・ヘッドタンク：RC造 4.5 m × 2.1 m × 3.6 m ・水圧管路：延長430 m（ϕ 450 FRPM） ・発電所建屋：62 m^2，余水路：60 m

と電気設備に分かれる。土木設備には，取水設備，落差を維持するための上水槽となるヘッドタンク，取水設備からヘッドタンクまでの導水路，ヘッドタンクから水車まで水圧を持つ流水を送る水圧管路および水車を通過後川や既存水路に水を戻す放水路・余水路がある。設備計画では，既存の農業用水路の一部に急勾配で落差を持つ区間があることに着目し，その区間に水圧管路を配置した。水圧管路の上流端に配置されるヘッドタンクまでは，既存の農業用水路の取水設備と導水路を整備し，水圧管路とともに農業用水との共用設備とした。

(2) 取水設備・導水路

取水設備と導水路は，既存の農業用水路・設備を改良し使用している。取水口は**写真**―1のように砂防堰堤の右岸側にあり，取水された水は下流壁面に隣接した取水槽から導水路に流れ，ヘッドタンクに到達する。取水量はそれまでのかんがい取水量よりも増えるため，通水断面積が不足する区間は水路を入れ替えた。入れ替えない区間も老朽化し漏水がしていたため，老朽化の程度に応じて水路補修用のモルタルで表面を被覆し，漏水防止と通水性の向上をはかった（**写真**―2，3）。

写真―1　取水口（左）・取水槽（右中央）

写真―2　補修前の導水路

写真―3　補修後の導水路

(3) ヘッドタンク

ヘッドタンク（**写真**―4）は長さ 4.5 m，幅 2.1 m，深さ 3.6 m の鉄筋コンクリート造の水槽で，導水路の終端に設置し水圧管路への流水の調整をしている。水槽内に水位計を設置し導水路からの流入量の増減を監視しながら，水位に合わせて水車のガイドベーン開度を自動で調整し，一定幅の水位の範囲で水位を保っている。最大使用水量以上の水は余水吐から既存の導水路へ排水される。また導水路から流れ込む落ち葉や枝などを取り除く除塵機（**写真**―5）を設置し，一定頻度で運転させている。

写真―4　ヘッドタンク

写真―５　除塵機

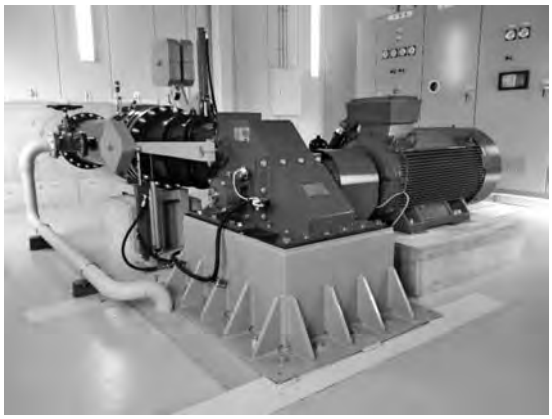
(4) 水圧管路

水圧管路はヘッドタンクと水車に接続された水圧管で，ヘッドタンクに流入した水を，落差による水圧を持ちながら水車に送る。Φ 450 mm の FRPM 管を使用し地中に埋設している。

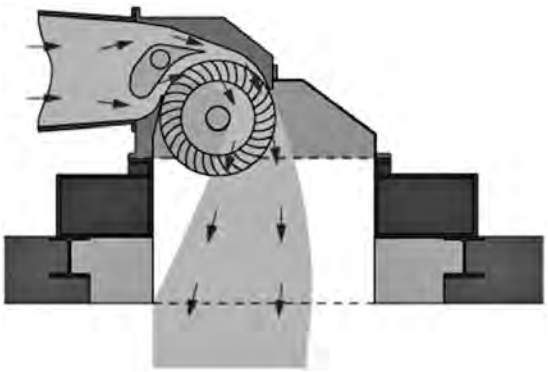
(5) 水車・電気設備

水車は**写真**―６に示すチェコ製の水車出力 136 kW のクロスフロー型で，衝動水車と呼ばれる形式である。**図**―３のようにランナに直角方向から水が流入し，ランナ内を貫通して流出する。流入量は水車手前のガイドベーンで調整する。2 セル方式によりガイドベーンは 2 つあるため，大きな流入量の変化を調整可能で，広範囲な使用水量で比較的高い水車効率を維持している。水車のエネルギーは誘導発電機で電力となり，変圧後電力会社の送電線で送電される。通常の運転管理は無人であり，適宜遠方監視システムで運転状況を確認している。遠方監視システムでは，リアルタイムで発電出力と各種機器の動作状況が確認できるほか，発電停止などの異常発生時に自動発信されるメールで状況を知ることができる（**図**―４）。

図―４　遠方監視システム画面



写真―６　クロスフロー水車



図―３　クロスフロー水車のしくみ

(6) 発電所建屋・放水路・余水路

発電所建屋（**写真**―７）には水車，発電機，変圧器，操作盤を収納している。水車に送られた水は建屋下部の放水庭から放水路と余水路で排出される。当発電所では，取水量を増やし，またかんがい用水と合わせて発電用水を取水しているため，かんがい用水分は放水路を通じて地区の用水路に戻し，取り増しした水は余水路（**写真**―８）を経て川に返している。両水路には流量を調節できるよう，ともにゲートを備えている。

写真―７　発電所外観

写真―8 余水路

3. 建設の経緯

(1) 候補地調査，地元協議

2012 年に運用が始まった固定価格買取制度により再生可能エネルギーによる事業の可能性が広がるなか，中山間地域を対象として 2014 年から有望箇所の候補地調査を始めた。岐阜県は小水力の潜在的な実現可能性が高い地域であり，河川の流況や落差を考慮しながら調査した結果，当地区の農業用水路を活用し取水量を増やすことで事業化が可能であることがわかった。法的規制や許認可の可能性を調査しながら水路の現況調査を行ない地区の意見を聞いたところ，明治・大正時代につくられた地区の水路は老朽化が激しく，近年は地区住民自らで最低限の補修を行なっていたが，十分な補修は不可能な状況であった。発電事業としては農業用水路を導水路として利用し発電用水を流すことから，事業者により水路を改修することとし，地区の理解を得た。

(2) 許認可申請，建設

法的許認可にかかる手続きは砂防指定地，保安林，農地転用など土地利用に関するものがあり，また民地借地，公共用地の使用，河川水の占用などについても手続きを進めた。利害関係者として地区住民，水路管理者，漁協の了解を得て，河川の流量測定を行ないながら設計を進め，事業採算性を精査した。その結果事業着手と判断し，2015 年から工事を着手し，発電所運転開始前の試験を経て翌年 4 月に運転を開始した。

4. 維持管理体制

発電所の運転管理では，通常は運転状況を遠方監視システムで監視するだけであり，発電所では無人である。設備の維持管理については，**表―2** のように，高圧設備の法定点検のほか水車・除塵機の定期点検があり，これらはメーカーや地域の電気工事会社や保安協会に委託している。河川取水の小水力発電固有の管理作業は，河川の出水や秋の落ち葉対策であり，出水による土砂移動や落ち葉で取水口がつまり，取水ができなくなる時がある。落ち葉の除去は手作業であり，土砂の除去は重機作業になることもあるので，運転開始前に水路管理者と業務委託を締結し，水路の巡回点検と落ち葉などのゴミの除去を依頼した。土砂の除去は建設工事を発注した会社に依頼し，取水口が詰まったときにはすぐに重機で除去するような仕組みを作っている。水路の点検等は，もともと水路管理者が農業用水路の管理で行っていたことなので，それを発電事業者側から費用を払って委託する形となっており，水路使用料と合わせて地域への還元にもなっている。

表―2 維持管理体制

業務内容	委託先
高圧設備　定期点検	保安協会
水車・発電機　月次点検	地元電気工事会社
水車・発電機　年次点検	水車・発電機メーカー
土木設備・建屋　巡視・点検	水路管理者
取水口流路整備臨時作業(重機作業)	地元建設工事会社

5. おわりに

小水力発電は，他の再生可能エネルギーと比べ，エネルギー源が比較的安定しているが，気象や天候などの自然環境に影響を受けやすいことは他の発電と同様である。一方地域に根ざした事業であり，調査段階から地域と十分な協議を行ない，建設や管理でも支援を得ることが重要だと思われる。自然環境の影響に対し必要な維持管理を行っていくためには，建設前から維持管理での連携を念頭に進めていく。

JCMA

［筆者紹介］
田村　琢之（たむら　たくゆき）
飛島建設㈱
土木事業本部　プロジェクト統括部
環境・エネルギーグループ
担当部長