

落合平石小水力発電所の計画・建設・維持管理

Planning, Construction and Maintenance of Ochiai-Hiraishi Hydropower Station

田村 琢之 ^{*1}	松原 利之 ^{*2}	高橋 宏之 ^{*1}	上杉 章雄 ^{*1}
Takuyuki Tamura	Toshiyuki Matsubara	Hiroyuki Takahashi	Akio Uesugi
工藤 誠 ^{*3}	山岡 聡 ^{*3}	高橋 克典 ^{*3}	佐藤 祐司 ^{*3}
Makoto Kudo	Satoru Yamaoka	Katsunori Takahashi	Yuji Sato

【要旨】

再生可能エネルギーの固定価格買取制度を活用した発電事業に取り組むため、飛鳥建設（株）と（株）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、平成28年4月から運転を行なっている。計画・建設にあたっては、地元地区をはじめ多くの利害関係者との意見調整・合意が必要であったが、事業者の負担で既存の農業用水路を改修し活用・共用することにより理解と協力を得ることができた。また発電所の維持管理においても、日常点検や清掃は地元地区に委託し地域住民のノウハウを活かして実施している。一方小水力発電による環境負荷低減や地域振興への貢献に対し、地元自治体の中津川市から許認可申請などで積極的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・維持管理を行なっている。

【キーワード】 再生可能エネルギー 小水力発電 固定価格買取制度 官民連携 地域貢献

1. 発電事業の概要

1.1 事業着手の背景

再生可能エネルギー（以下再エネ）の普及を目的として平成24年7月に運用が始まった固定価格買取制度（FIT）により、長期間の固定価格での再エネ電力買い取りが電力会社に義務付けられた結果、全国に多数のメガソーラーが建設されている。一方、再エネのうち小水力発電は太陽光発電に比べ運転開始までのリードタイムが長いことから、まだ実施例が少ない。しかし事業実施には土木の知識・経験を活かせることが多いため、建設関連事業者にとっては比較的取り組みやすい対象である。このような背景を踏まえ、今後の再エネ分野のエンジニアリングを目指したパイロット事業として飛鳥建設（株）と（株）オリエンタルコンサルタンツの2社で岐阜県内に小水力発電所を建設し、運営を行なっている。

1.2 発電事業の概要

- ・ 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
- ・ 事業主体：
飛鳥建設（株）と（株）オリエンタルコンサルタンツの共同事業（共同企業体による建設・運営）
- ・ 運転予定期間：平成28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）

- ・ 発電機定格出力 126kW
 - ・ 年間発電電力量 約950,000kWh
- 発電所の建設にあたっては、上記の2社で共同企業体を組み、利害関係者調整と許認可申請で中津川市の協力・支援を受けながら地元地区各所の了解を得て進めた。また完成後、運転中の維持管理業務の一部を地元地区に委託している（図-1）。
- ・ 建設・運転費用および売電収入は飛鳥建設、オリエンタルコンサルタンツ2社が負担・分配（50：50）
 - ・ 発電した電力はFITに基づき、全量を中部電力に供給、売電
 - ・ 既存の農業用水路を小水力発電設備の導水路として

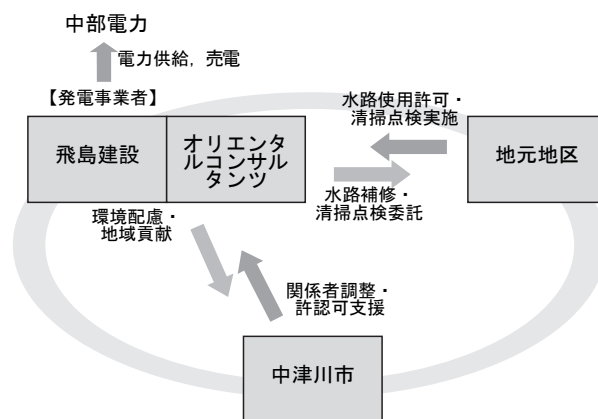


図-1 事業の枠組み

改修し共用することで建設コストを低減

- ・ 水路の改修により地元地区の維持管理負担を軽減
- ・ 水路の点検・清掃を地元地区に委託し、発電所の維持管理を効率化

なおFITで定められた買取価格は、200kW未満の小水力発電で1kWhあたり34円（税抜、20年間）である。

1.3 設備構成と発電機の出力

(1) 設備構成

設備一覧を表-1に示す。

表-1 設備一覧

設備名	仕様
水車	横軸クロスフロー型 定格出力 136kW（チェコ製） 有効落差 64.4m, 最大使用水量 0.25m ³ /s
発電機	横軸三相誘導発電機 定格出力 126kW
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	・取水口・取水槽・導水路：延長 918m（既存の農業用水路・設備を改修） ・ヘッドタンク：RC 4.5m×2.1m×3.6m ・水圧管路：延長 430m（φ450 FRPM） ・発電所建屋：62m ² ・余水路：60m

土木建築設備は図-2のように上流側から取水口・取水槽、導水路、ヘッドタンク、水圧管路、発電所建屋、余水路である。発電所建屋内に水車・発電機ほか電気設備を設置している。取水口・取水槽（図-3）と導水路



図-2 設備配置図

（図-4）は既存の農業用水路（平石用水）を共用し、大半を改修している。もとの用水路の勾配が大きくなり始める位置に、ごみや砂を除去し水位を安定させる水槽（ヘッドタンク、図-5）を置き、水圧管路（図-6）を埋設し建屋（図-7）内の水車（図-8）に接続している。水車の形式は横軸クロスフロー型で、図-9のように、流入した水がランナ（水車の羽根）に当たり、内部を通過して外に通り返すことによりランナに回転力が与えられる。水車の回転力は発電機や変圧設備などの電気設備を通じて電気に変換され、送配電線を通じて電力会社に供給される。水車を通った水は、農業用水路に戻されるほか、余剰水は余水路（図-10）を通じてもとの川に排水される。



図-3 取水口（左）・取水槽（右中央）

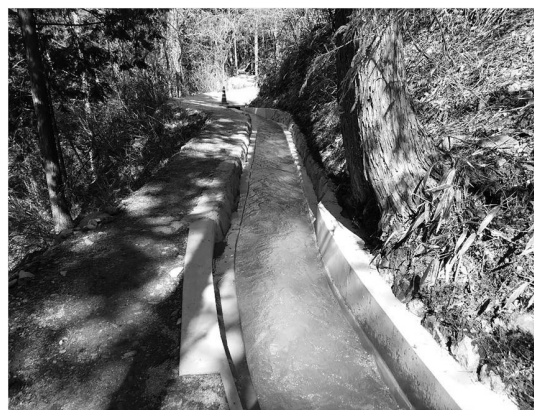


図-4 導水路



図-5 ヘッドタンク



図-6 水圧管路



図-7 発電所建屋

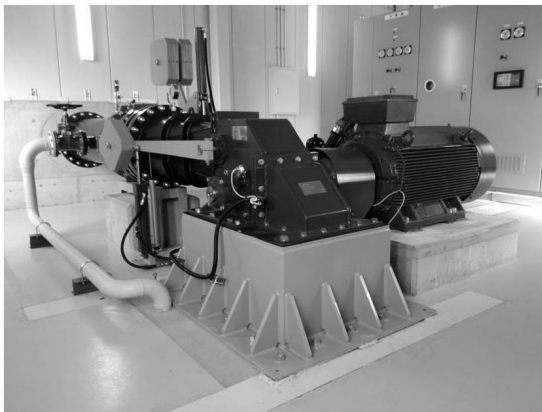


図-8 水車・発電機

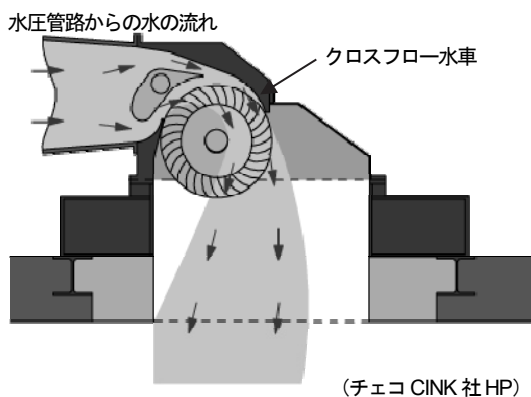


図-9 水車の仕組みと外観



図-10 余水路

(2) 発電機の出力

発電機の定格出力は式(1)のように、最大使用水量と、水車とヘッドタンク間の有効落差で決定される¹⁾。

$$P = 9.8 \cdot Q \cdot H_e \cdot \eta \quad (1)$$

- P : 発電機定格出力 (kW)
- Q : 最大使用水量 (m³/s)
- H_e : 有効落差 (m) (総落差－損失落差)
- η : 水車・発電機の総合合成効率
(図上計画では0.84程度)

発電設備の構成や形態は使用する水と落差の取り方により異なる。使用する水は一般に河川水、農業用水、上下水道用水などがある。落差の取り方は、河川内に取水口を新設して下流の発電所まで地形なりの落差を得る方法、既存の堰堤やダムに取水設備を付加し堰堤の落差を活用する方法、既存の導水路内の落差を活用する方法などがある。当発電所では、既存の農業用水路を活用するため、砂防堰堤に設置されていた既存の取水口から河川水を0.25 m³/s 取水しており、図-11の設備配置図に示す農業用水路内の未利用落差箇所²⁾に水圧管路を新たに設置し有効落差64.4mを得ている。式(1)より発電機定格出力は、 $P = 9.8 \times 0.25 \times 64.4 \times 0.8 = 126$ (kW) である。

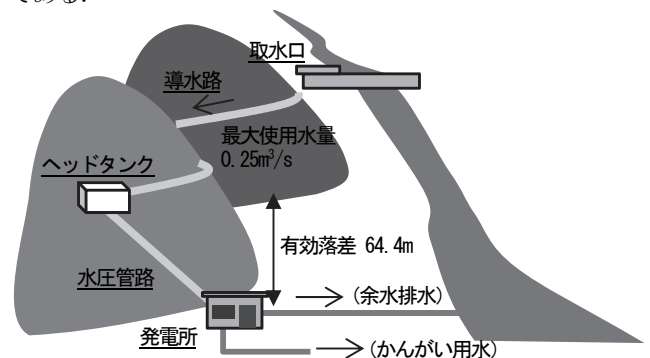


図-11 当発電所の設備配置

2. 業務内容

計画・建設・維持管理を通じて実施した業務は表-2のとおりである。また実施工程表を表-3に示す。

表-2 業務内容

■候補地調査	
(1) 現地調査, 自治体ヒアリング	
(2) 文献調査 河川指定, 降水量, 近傍河川流量, 公図, 土地利用等の規制情報	
■事前調査, 地元協議, 事業計画検討	
(1) 立地地区協議	
(2) 事前調査 流量測定, 測量, 埋設物, 地質	
(3) 事業計画検討 設備配置, 概略設計, 概算事業費, 概略工程, 流量推定, 収支試算	
■許認可申請, 利害関係者交渉	
(1) 許認可 (農転, 砂防, 保安林, 伐採)	
(2) 漁協協議, 河川水利使用許可申請	
(3) 農水路使用交渉・協定書締結	
(4) 借地交渉・契約	
■発電所建設	
(1) 水車・発電機選定, 契約	
(2) 系統連系接続検討・接続契約	
(3) 経産局設備認定	
(4) 工事設計図書作成, 建築確認申請	
(5) 電気設備工事	
(6) 土木・建築工事	
■維持管理体制の構築	
(1) 維持管理体制検討・協議	

2.1 候補地調査

岐阜県は環境省の小水力賦存量調査などで潜在的な実施可能性が高い県の一つであるとされており、なかでも中津川市は起伏が多い中山間地域であることから、中津川市内で平成24年12月より有望箇所候補地調査を行った。その結果、落合平石地区の農業用水路（平石用

水）に安定した流量の水があり、水路途中に比較的大きな未利用落差があることがわかった。取水量を増やせばFITによる発電事業が可能であると考えられたため、取水する河川の文献調査・ヒアリングを進めたところ、水利使用の許認可手続きが比較的容易な普通河川であったことから、事前調査と地元協議を進めることとした。

2.2 事前調査, 地元協議, 事業計画検討

事業着手の可否を判断するため、市の協力を得て地元地区や水路管理者などの利害関係者と意見交換を進めた。平石用水は大正時代につくられた水路（図-12）で老朽化が激しく、これまでは水路管理者により中山間地域の補助金と地元の負担金で維持管理を行っていたが、十分な補修ができない状態であった。小水力発電所は平石用水を共用することから、事業者による水路の改修を水路管理者に提案し、利害関係者の基本的な合意を得た。

また事業計画を検討するため、河川流量測定、現況地形測量などの事前調査を行った。河川の実測流量データは、事業採算性の検討のほか経産省への設備認定申請にも必要なことから、平成25年11月から1年間測定を行なった。その結果、図-13のように渇水期で約0.2m³/s、それ以外の時期で0.3~0.6m³/s程度の水量があり、農業用水以外の水利用がなかったことから、用水管理者の合意のもと既存の農業用水取水のほか新たに0.129~0.18 m³/sの水利使用許可を得ることとし、あわせて最大



図-12 平石用水

表-3 実施工程表

実施項目	平成24年	平成25年	平成26年	平成27年	平成28年
1. 候補地調査	■				
2. 市・地元地区協議		■	■	■	■
3. 事業計画検討		■	■	■	
4. 事前調査(流量測定、測量)			■	■	
5. 許認可申請, 利害関係者協議			■	■	
6. 水車・発電機選定, 契約				■	
7. 設計図書作成, 建築確認申請				■	
8. 建設工事				■	■
9. 維持管理体制検討・協議					■

0.28 m³/s を取水し、0.03 m³/s の損失を見込んで最大使用水量 0.25m³/s の取水計画を立てた。また近傍の県管理ダムの過去 10 年間の流入量データから河川流量を推定し、実測流量が近年の平均的な流況であることを確認した。土地利用状況・規制を踏まえ検討した設備配置案と取水計画をもとに概算事業の算定と収支試算を行なった結果、採算性があると判断し建設に着手することとした。

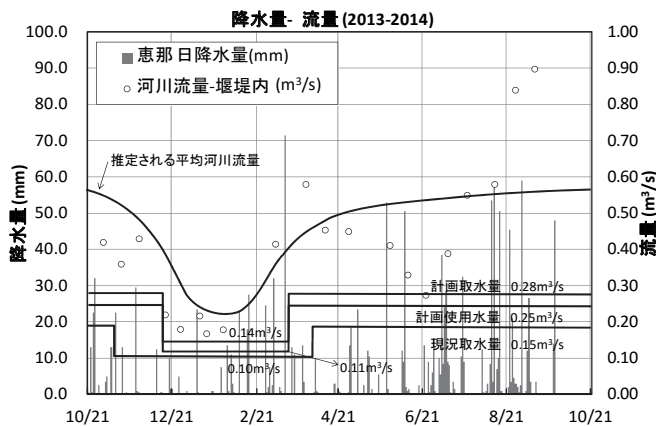


図-13 河川流量と取水計画

2.3 許認可申請、利害関係者交渉

発電所建設にかかる法的規制は河川水の使用にかかる許認可のほか、土地利用上の制限として砂防指定地内行為許可、保安林内作業許可、林業にかかる補助事業の有無の確認、伐採届など多くの手続きが必要であった。申請から許可まで数ヶ月かかるものが多く、建設工事着手まで1年半を要した。

利害関係者との交渉は、平石用水を使用する平石地区住民、水路を管理する中津川市落合土地水路管理組合(以下水路組合)、設備を設置する土地の所有者および借地権者、下流河川で漁業権を持つ恵那漁業協同組合との協議を継続的に実施した。水路使用の直接の利害関係者である平石地区と水路組合は、事業者側が老朽化した水路の改修を行なうことから基本的に発電事業に賛成であり、建設後の維持管理中の日常点検や清掃業務の委託を含め、発電事業全般について地域との連携をベースに発電事業を行なうことを基本に協議を続け、最終的に協定書を締結した。

2.4 発電所建設

水路組合と水路使用にかかる基本合意を得た後、発電所建設に向けて水車・発電機の選定と詳細設計を含む土木工事設計図書の作成に本格的に着手した。初期費用の大半を占める水車・発電機などの電気設備は、複数メーカーに仕様書を提示し見積徴収・価格交渉を行なった。その結果、チェコ CINK 社の水車を取り扱う日本小水力発電(株)に発注することとした。水車・発電機の選定

後、中部経済産業局への設備認定申請と中部電力への系統連系協議を行ない、設備認定により FIT にもとづく単価・期間での中部電力への売電が確定した。系統連系については、既存の電柱が隣地まで立っていたことから、逆潮流バンク対策工事を含めた中部電力側の工事は小規模で済んだ。

土木・建築工事は平成27年1月から水圧管路、発電所、ヘッドタンクなど農業用水に影響しない工事を通年で進め、水路の補修は農閑期に行なった。総延長 918m のうち流下能力が不足する 460m は水路を入替え、その他は水路補修用の韌性モルタルを塗布した。水路の入替え・補修に際しては、水路管理者の意見を取入れ、落石・落ち葉が多い範囲の蓋掛け、水路途中の沈砂池の拡張なども行なった。また落ち葉などの塵芥が水車に流入し発電に影響が出ないように、ヘッドタンクに図-14の自動運転の除塵機を設置した。



図-14 除塵機

2.5 維持管理体制の構築

平成28年3月に工事と運転前試験および中部電力の立会を完了し、4月の開所式後運転を開始した。発電所は遠方監視システム(図-15)を利用した無人運転であ



図-15 遠方監視システムのPC画面

るが、定期点検や水路の日常巡視などの維持管理は表-4のような体制で実施している。このうち河川の出水による取水口の閉塞や除塵機で処理ができないごみの除去、沈砂池の土砂出しなど、発電所の建設前から農業用水路の管理のために水路組合が行っていた点検・清掃業務を、発電所管理の一部として事業者側から水路組合に委託した。水車・発電機の月次点検も地元の電気工事会社に委託し、コストダウンと緊急時の迅速な対応をはかっている。

表-4 維持管理体制

業務内容	委託先
土木設備・建屋 巡視・点検	中津川市落合土地水路管理組合
水車・発電機 月次点検	石原電機工業(株)
水車・発電機 年次点検	日本小水力発電(株)
高圧設備 定期点検	(財)中部電気保安協会
取水口流路整備臨時作業(重機作業)	落合土建(株)

3. おわりに

小水力発電は地域にある水資源を活用することから、地域と良好な関係を築くことが重要である。地域の財産である水路の改修を事業実施の前提条件としてスタートし、また維持管理でも引き続き地域の協力を得ることを事前協議のテーマとしていたことから、中津川市との連携をベースに地域と一体で事業を進めることができた。地域と一体となった事業実施は、技術的なノウハウの蓄積とともにパイロット事業として貴重な経験であり、今後のエンジニアリング事業としての展開に有効に活用していきたい。

謝辞：落合平石地区の皆様、中津川市落合土地水路管理組合、落合生産森林組合、中津川市生活環境部、落合事務所ほか多くの方々のご指導ご協力により発電所が完成し運転管理にいたりましたことを感謝申し上げます。

【参考文献】

- 1) 新エネルギー財団：中小水力発電ガイドブック，pp.148, 2009.

Summary As part of the electric power generation business utilizing the feed-in tariff program, Tobishima Corporation and Oriental Consultants Co., Ltd. constructed a hydropower station in Nakatsugawa City, Gifu Prefecture, and the power station went into operation in April 2016. Although the planning and construction of the station made it necessary to negotiate with and obtain the consent of the local community and many other stakeholders, their understanding and cooperation could be obtained on condition that irrigation channels be renovated so that they can be utilized for both irrigation and hydropower generation. The power station is checked and cleaned regularly by local residents so that their know-how is being used effectively in maintaining the power station. Since the hydropower generation contributes to environmental load reduction and regional development, the city government is providing various forms of assistance mainly in connection with legal license procedures. In this way, on the basis of public-private collaboration, construction work and maintenance programs are smoothly being carried out with the cooperation of the local community.

Key Words : renewable energy; hydropower; feed-in tariff; private-public cooperation; regional contribution