

17. 既設砂防堰堤を利用した小水力発電所の建設 ～高井発電所（長野県高山村）の取り組み～

河原崎 裕太^{1*}・小長谷 修¹・植本 実²

¹日本工営株式会社 コンサルタント国内事業本部 技術戦略室 (〒380-0824 長野県長野市南石堂1282-16)

²日本工営株式会社 コンサルタント国内事業本部 流域・都市事業部 (〒102-0083 東京都千代田区麹町4-2)

* E-mail: kawarasaki-yt@n-koei.jp

東日本大震災以降、安全かつクリーンな再生可能エネルギーの導入促進が進められており、既設のダム、砂防堰堤や農業用水の落差工など未利用落差を利用した小水力発電の機運が高まっている。

既設砂防堰堤を利用した小水力発電として、現在施工中である長野県高山村の高井発電所を例に、事業の特徴と施工における土木技術を紹介する。

Key Words : Renewable energy, Hydropower, Sabou dam, Power plant construction

1. はじめに

東日本大震災以降、原子力発電がすべて停止するという事態に直面し、安全かつクリーンな再生可能エネルギーの導入が進められている。

水力発電は再生可能エネルギーの中でも、CO₂排出量が少なく、出力変動が小さいという利点がある。

しかしながら、大流域・高落差を持つ有望地点は、既に開発が完了しており、開発地点の奥地化及び小規模化が進んだことや環境意識の高まりから減水区間を伴う中小規模の水力発電地点の開発も困難になりつつある。

そこで、既設のダム、砂防堰堤や農業用水の落差工など未利用落差を利用した小水力発電に注目が集まっており、平成24年に始まった再生可能エネルギーの固定価格買取制度（FIT）の導入もあり、小水力発電開発の機運が高まっている。

日本工営では、平成24年に新曾木発電所を建設後、これまでに4発電所の運転を開始し、本事業を含め2発電所の建設を進めている。

本稿では、建設後約40年が経過した既設砂防堰堤を利用した小水力発電開発を例として、事業の概要及び特徴と施工における土木技術を紹介する。

2. 高井発電所の概要

(1) 事業概要

高井発電所は、長野県上高井郡高山村奥山田に位置し、信濃川水系松川の河川流水と、長野県が管理する既設の高井砂防堰堤の落差を利用した最大出力420kWの発電所である（表-1）。

表-1 高井発電所の諸元

発 電 概 要		設 備 概 要	
取 水 河 川	信濃川水系 一級河川松川	取 水 設 備	高井砂防堰堤 施設管理者：長野県 竣工年：昭和51年 型式：コンクリート重力式 堤高：36m
位 置	長野県上高井郡高山村 大字奥山田	取 水 口	堤体孔明け方式 開口幅 1.0m、開口高 2.0m
発 電 形 式	水路式	水 圧 管 路	FRPM / SUS製 管径 900mm、延長 約100m
発 電 出 力	最大 420kW 常時 187kW	水 車	横軸フランシス水車
使 用 水 量	最大 1.40m ³ /s 常時 0.69m ³ /s	発 電 機	三相同期発電機
有 効 落 差	約36m		
運 転 開 始	平成27年10月(予定)		

(2) 経緯

計画地は、中小水力開発促進指導事業基礎調査(財団法人新エネルギー財団)に掲載されている地点であり、平成22年度より、日本工営が流量観測、地質調査等の開発調査を開始した。

平成25年1月に事業会社である長野水力株式会社を設立し、同年3月にFIT設備認定の取得、河川法、砂防法、電気

事業法等の許認可協議を進め、平成26年6月に工事着工した。

平成27年6月末時点で、主要な土木構造物の構築がほぼ終了し、今後、建築、機電及び電線路工事等を進め、平成27年10月の運転開始を予定している。

(3) 地元の理解と協力

松川は、自然由来及び休止鉱山が原因とされる酸性河川（pH3.1）であり、これまで農業用水や漁業等への利用が行われていなかった。本事業によって松川の有効利用が図られることもあり、地元自治体である高山村より高い関心と賛同を得た。

平成23年5月に、高山村が松川小水力発電開発検討委員会を設立したことから、調査段階から地元説明を実施し、調査及び事業への理解を図った。

平成25年8月には、事業推進に関する基本協定を高山村と締結するとともに、発電所用地は高山村が取得し、事業会社である長野水力にも一部出資している。

小水力発電の開発において、地元の理解と協力は極めて重要であり、高山村の全面的な協力を得て事業が実現した。

3. 高井発電所の特徴

高井発電所は、砂防堰堤の本堤より取水し、堰堤直下に放流する流れ込み式の発電所である（図-1）。

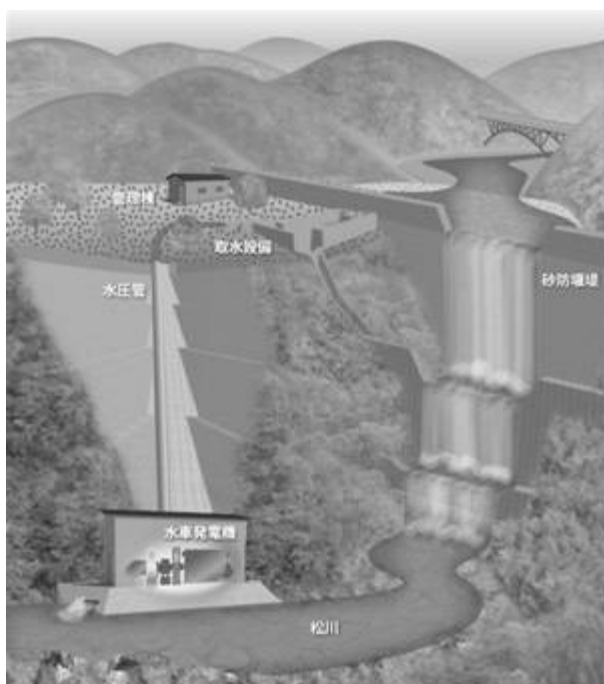


図-1 高井発電所 完成イメージ図

(1) 取水設備

既存の砂防堰堤を活用することで、取水堰やダムなどの大型構造物を新たに建設する必要が無いことから、経済的で大きなメリットがあると同時に自然環境への負荷低減を図ることができる。

一方で、砂防堰堤の設置されている河川は、上流からの流入土砂が多く、安定取水が課題となる。

様々な取水方式を検討した結果、水通しに可能な限り近い場所に貫通孔を施工して取水する堰堤孔開け方式を採用し、堰堤下流側に広がる台地部に土砂吐や沈砂池等の取水設備を設置する計画とした（図-2）。

洪水時には発電を停止した上で、許可水量を超過しない範囲で取水し、排砂路から流入土砂を流下させる計画である。



図-2 堰堤下流側台地部（取水設備設置場所）

(2) 水圧管路及び発電所

発電所設置予定地である砂防堰堤の下流右岸側は、一部で60度を超える急峻な段丘堆積物急崖であり、配置計画に苦慮した（図-3）。



図-3 水圧管路斜面の状況（施工前）

大規模な法面掘削と法面保護に起因する経済性に加え、法的制約や施工性も考慮の上、以下のように計画した。

- ・管路斜面から発電所用地にかけて、ボーリング調査及びブライミング調査を行い、詳細な地形及び地質条件を確認した上で水圧管路ルートを決定
- ・法面掘削と河積阻害を最小限とする為、通常は発電所内に設置する制御盤を、台地部に設置する管理棟内に格納することで、発電所スペースを最小化
- ・水車発電機の搬入は工事用モノレールとし、モノレールの登坂勾配の上限(45度)にあわせて、管路勾配を決定

4. 施工における土木技術

本事業は平成26年6月に着工し、平成27年10月の竣工を目指し、現在施工中であるが、多様な工種の中で、それぞれにおいて調整または変更を行ってきた。

これらの状況を交えて、高井発電所建設における土木技術を紹介する。

(1) 水圧管路斜面の構築

高低差約36mの急斜面を掘削して、勾配45度の水圧管路斜面を設けた。

掘削はバックホーで地盤を切り下げながら行い、台地部に設置した大型のクローラークレーンにて掘削土砂を運搬した。掘削後、法枠とモルタル吹きつけによる法面保護を行った（図-4）。



図-4 水圧管路斜面の状況

施工箇所はよく締まった段丘堆積物で、湧水も少なく斜面自体は安定していたものの、最大3m程度の巨礫が点

在しており、この処理に労力を要した。

また、急勾配の掘削作業の安全を確保するため、掘削法面に観測点を設け、固定点からトランシットにより変形量を継続監視した。

平成26年11月に震度3の地震を経験したが、斜面変状は確認されなかった。

(2) 取水設備の前面掘削

取水口を構築するため、砂防堰堤前面の堆砂を3mの深さで掘削する必要がある。

当初はバックホーにより掘削可能と考えていたが、想定以上に掘削地盤が軟弱であったことから、開削は困難と判断された。

このため、砂防施設管理者等と協議の上、鋼矢板による止水壁及びウェルポイントによる地下水位低下を併用して掘削作業の安全確保を図った（図-5）。

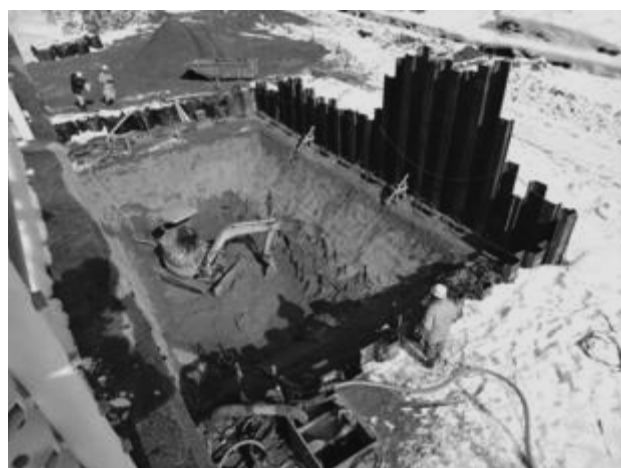


図-5 取水口の掘削状況

(3) 取水設備の構築

取水設備は、既設堰堤上流側に設けるため、既設コンクリートと新たに打設するコンクリートとを接合させることが必要になる。

この際、酸性河川による既設コンクリート表面の劣化が懸念されたが、事前にデータが得られなかったため、施工現場で中性化試験を行いつつ、中性化した部分をチップングによって除去した。

なお、酸性水による劣化はコンクリート表面から2cm程度と極めて小さく、それ以深では劣化が進行していないことが確認された。

堰堤通水部には高さ2.0m×幅1.0mの既設堰堤の孔開けを施工した。堰堤に極力ダメージを及ぼさないようコアボーリング貫通孔を開けた後ワイヤーソーにて既設コンクリートを切断し、さらに4分割して堤体よりコンクリートブロックを引き抜いた。既設コンクリートは、非常に密

実かつ良質なものであった（図-6,7）。

通水面は、流砂等による摩耗から保護するため、新たな試みとして高強度エポキシモルタルを施工した。

今後、エポキシモルタルの耐久性についてモニタリングを行う予定である。



図-6 既設堰堤貫通孔の施工状況



図-7 引抜き後の既設コンクリート

(4) 閉塞工の省略

高井砂防堰堤においては、水抜き孔が3孔（最大2.0m×2.0m）あったが、水通しからの河川水のため、水抜き孔からの漏水の有無が確認できなかった。

そのため、当初の施工では取水設備の構築後に堰堤水抜き孔の閉塞工を計画していたが、河川水をすべて発電取水口に切り替えた際、水抜き孔からの漏水はほとんど生じていなかった（図-8）。

その要因として堰堤直上流の堆砂は、透水係数は 10^{-2} cm/s程度の細砂～粗砂であり、水抜き孔は堆砂によりほぼ止水されていると考えられる。

貯留ダムとは異なり、砂防堰堤では、水抜き孔の止水状態を把握する必要があるが、細砂～粗砂等で満砂していれば、計画上止水の問題は無視できる可能性もある。



図-8 高井砂防堰堤（切替後の状況）

5. おわりに

既設砂防堰堤を活用した小水力発電開発は、取水堰の建設を不要とし、短い流路で落差を稼げるなど、事業性の向上が期待できる一方で、以下について留意する必要がある。

- ①取放水設備のレイアウトや施工条件が限定される
- ②工事が既設堰堤の劣化等の状況に影響される
- ③工事による既設堰堤への影響に配慮する必要がある

本事業は、落差36mの大型砂防堰堤を利用するものであり、取放水ともに様々な問題が計画及び施工段階で生じた。

本発電所は建設途中であり、十分な知見とは言い切れないが、今後の更なる水力発電の導入促進を図って頂く際の参考になれば幸いである。

謝辞：本事業に多大なご尽力を賜った高山村、および、技術指導いただいた長野県の関係各位に対し感謝の意を表する。