

鹿ノ子ダムの管理用水力発電設備について —デマンドを意識した運用—

網走開発建設部 北見河川事務所 鹿ノ子ダム管理支所 ○小野寺 崇
網走開発建設部 施設整備課 岡村 哲

鹿ノ子ダムでは、ダム管理用水力発電設備を設置し、発電した電力をダム管理用に使用し、ダムの管理費用の削減を図ると共に、余剰電力は一般電力業者に売電し、ダム管理の合理化を行っている。このダム管理用水力発電設備の他に、商用電源、非常用発電設備の3つの柱でダムの電源の安定供給を行っているが、ダム管理用水力発電設備の運用を見直すことで商用電源の維持費（電気料金）を削減できたので、その事例を紹介する。

キーワード：維持・管理、水力発電、電気料金

1. はじめに

鹿ノ子ダムは、北海道常呂郡置戸町に建設された洪水調節、かんがい用水の補給、水道用水の補給、流水の正常な機能の維持を目的としたオホーツク管内唯一の多目的ダムである。ダムの全景写真を図-1に示す。

実施計画調査を昭和47年度に着手し、建設事業を昭和50年度に着手、試験たん水を昭和58年度に実施し、本格運用を昭和59年4月に開始している。鹿ノ子ダムの諸元については、表-1のとおりである。

鹿ノ子ダムは、管理用水力発電設備を有しており、ダムの運用開始当初より使用してきたが、老朽化等を理由に平成27年に設備更新を行い、現在に至っている。

国土交通省では平成9年から公共事業のすべてのプロセスをコストの観点から見直す「コスト構造改革」に取り組んでおり、国土交通省のダムである、鹿ノ子ダムでもコスト削減に取り組んでいる。商用電源の維持管理（電気料金）のコスト削減を検討した結果、管理用水力発電設備を利用してコスト削減することが出来たので、その成果について本稿で報告する。



図-1 鹿ノ子ダム全景

表-1 鹿ノ子ダム諸元

形式	重力式コンクリートダム
本体工事着工	昭和53年（1978年）
竣工	昭和58年（1983年）
堤頂長	222m
堤頂高	55.5m
総貯水容量	39,800千m ³
有効貯水容量	35,800千m ³

2. 鹿ノ子ダムの管理用水力発電設備について

二度にわたるオイルショック以来、石油代替エネルギーの確保が国家的課題となっていた折り、昭和56年度に建設省（現国土交通省）所管のダムにおいてダム管理の合理化及びダムの包蔵する水力エネルギーの適正利用を図ることを目的とした「ダム管理用水力発電設備設置事業」が創設された。すでに事業が進行していた鹿ノ子ダムに大規模な発電計画を進めるには、堤体構造からの見直しは不可能な状況であった。そのため、利水放流管の一部を改造することにより、従来のダム機能を変更せずに、発電が可能となる小水力発電を採用することとした。これにより、ダムによる落差と常時下流に放流される河川維持用水及び余剰水を利用して、ダム管理に必要な電力を生み出すことが可能となった。

その後、平成23年3月11日に発生した東日本大震災及びこれに伴う原発事故を受け、エネルギー問題が顕在化し、再生可能エネルギーの必要性及び重要性が再認識され、国土交通省においても小水力発電設備の検討がされた。鹿ノ子ダムの小水力発電設備は、平成25年で設置から約30年を経過し、更新時期を迎えていたことから、発電できる電力量の増大を目的とし、単純更新ではなく、

形式及び規模から見直すこととした。

更新検討を行った結果、平成27年に当初設置されていたクロスフロー水車(図-2)から横軸フランシス水車(図-3)に更新した。それぞれの設備概要は表-2のとおりである。

更新により最大出力などが下がっているが、今までの貯水位や発電量のデータから発電効率が向上すると考えられており、実際の発電量を更新前後で比較すると、図-4に示すとおり、平成27年度の更新年度を境にして、増加傾向が読み取れる。各年の発電量は、降水量により発電量が左右されるが、5ヶ年平均で比較すると更新前が



図-2 更新前クロスフロー水車



図-3 更新後横軸フランシス水車

表-2 鹿ノ子ダム管理用水力発電設備諸元

項目	更新前	更新後
発電方式	ダム式	ダム式
水車	クロスフロー水車	横軸フランシス水車
発電機	三相交流同期発電機	三相交流同期発電機
取水位	EL.442.90m	EL.445.00m
放水位	EL.409.60m	EL.407.60m
総落差	33.30m	37.40m
有効落差	29.26m	35.7m
使用水量	最大 3.50m ³ /s 最小 0.60m ³ /s	最大 2.00m ³ /s 最小 0.60m ³ /s
最大出力	720kW	578.8kW



図-4 発電量の推移

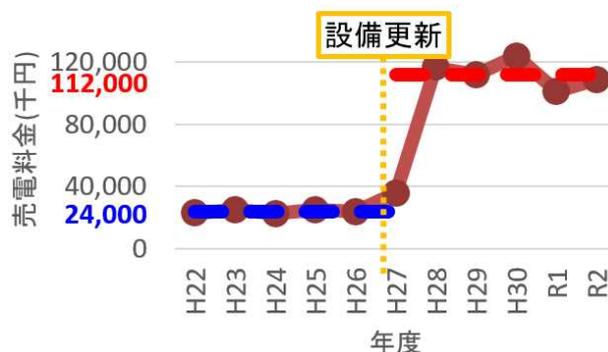


図-5 売電料金の推移

約3,360MWに対して、更新後の平均が約3,560MWと更新後の方が発電量が上がっていることがわかる。

また、売電料金は、固定価格買取制度(FIT)の適用により、発電量の比較よりもより顕著に表れる。(図-5)固定価格買取制度(FIT)とは、再生可能なクリーンエネルギーを一定期間有利な価格で売電可能な制度である。鹿ノ子ダムにおいては、平成27年の管理用水力発電の更新後からFITの適用となり、更新前の単価が1kWあたり6円78銭から更新後は29円となった。売電料金についても、5ヶ年の平均値で比較すると、更新前が約2,400万円であったのに対し、更新後は約1億1,200万円と約5倍となっている。この売電収入は、ダム管理費用に充てられている。

3. ダムの電源管理について

ダム施設の機能を維持する電源は、電力給電網が整備され長期の停電がほとんど無い商用電源に加えて、商用電源停電時に発電して給電する非常用発電機により二重化されて確保されてきた。

しかしながら、東日本大震災時に経験した電力需給のひっ迫や、燃料供給の停滞を勘案すると、商用電源や非常用発電機だけではなく、ダム貯水を利用してダムに対

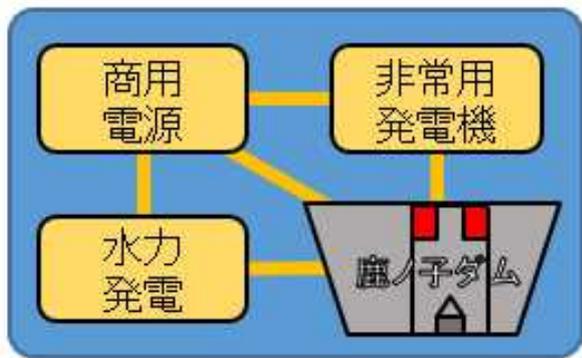


図-6 鹿ノ子ダムの電源模式図

してのみ電気を供給する発電方法である管理用水力発電の単独運転が出来る災害に強い設備が必要となる。

既存の二重化された電源である商用電源、非常用発電に加えて、単独運転を行える管理用水力発電を含めた3つの柱(図-6)で運用することにより、平時は管理用水力発電によりダム管理に必要な電気を供給すると共に、余剰分は接続された商用電源により売電を行い、停電の際には、商用電源との接続が切断され、管理用水力発電も安全装置により停止することから、非常用発電機により電気を供給し、長時間の電源供給遮断時には、水車の単独運転による起動を手動で行う事で、どのような状況でも、安定的にダムの電源を確保するが可能となる。

管理用水力発電設備の更新後の平成30年に発生した胆振東部地震に伴うブラックアウトにおいては、この単独運転によりダムの電源を確保することで、ダムの治水機能を維持することが出来た。

4. ダムにおける商用電源の利用について

商用電源の利用に関しては、売電用の接続のみではなく、管理用水力発電設備のメンテナンスの際に使用するほか、商用停電時の復電作業の中で購入電力の方を使用することがある。図-7に平成29年度から令和元年度の

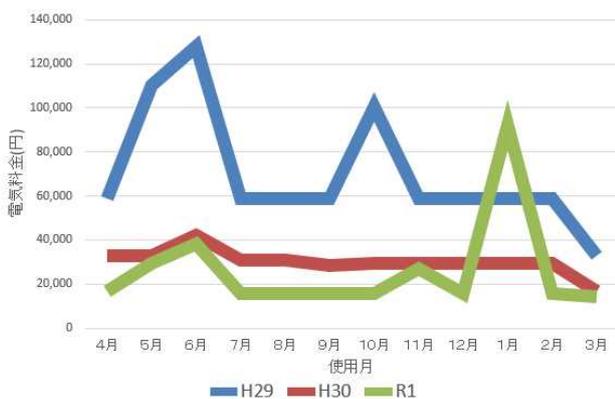


図-7 平成29年度～令和元年度の購入電力料金

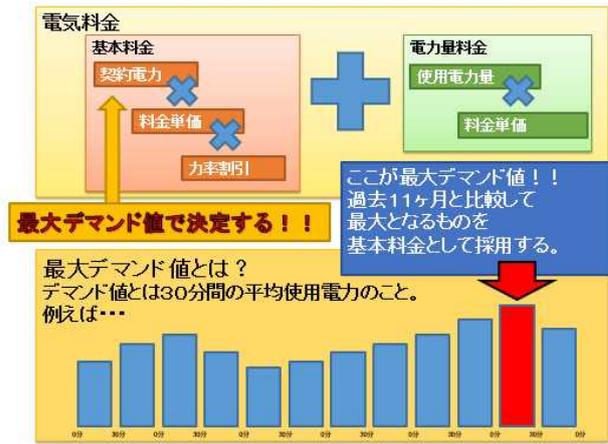


図-8 電気料金の仕組みとデマンド値のイメージ図

電力会社へ支払っている利用電力料金をまとめた。平成29年度の年間の支払い料金は合計で84万円を超えている。一方で、令和元年は30万円程度に抑えられている。このように、利用料金には、年度毎にばらつきがあるのがわかる。これは電力自由化に伴う新電力の参入により、一般競争入札により契約を行っていることから、契約先が違ふことによる影響も考えられるが、主に高圧受電設備の電気料金の仕組みが関係している。

高圧受電設備の電気料金は、図-8のイメージ図に示したとおり、基本料金と電力量料金を合計したものとなる。基本料金は、契約電力×料金単価×力率割引となり、電力量料金は、使用電力量に料金単価をかけたもので、未使用の月は0円となる。基本料金の契約電力の値は、一般的な住宅の契約電力とは異なり、固定では無く最大デマンド値によって毎月決定している。デマンド値とは、30分間の平均使用電力の事を指し、その平均使用電力の最大値を当月分の使用電力から割り出すと共に、過去11ヶ月分の月毎のデマンド値の最大値と比較して、最大となるものを最大デマンド値とし、契約電力の値とする。基本料金については、その月の使用電力が0kWの場合は半額となる。図-7で利用料金が平均して高い年があるのは、この基本料金の契約電力が高い状態が続いているためである。また、電気料金が所々跳ね上がっているのは、購入電気を利用したため、基本料金の割引が適用除外となるためである。

鹿ノ子ダムでは、毎年6月に管理用水力発電設備のメンテナンスを行っており、図-7の購入電力料金のグラフで毎年6月に電気料金が上がっているのはこのためである。それ以外の月の購入電力は、主に電力会社の停電に伴うもので、復電作業時に購入電力を使用している。冬季は、ダムの維持管理の面で放流ゲートの凍結防止用ヒーター等により、夏季に比べて使用電力量が多いため、冬季に停電が発生した場合には、電気の購入時間が短時間であっても、最大デマンド値となることが多く、これにより購入電力料金が高くなることが多くあった。

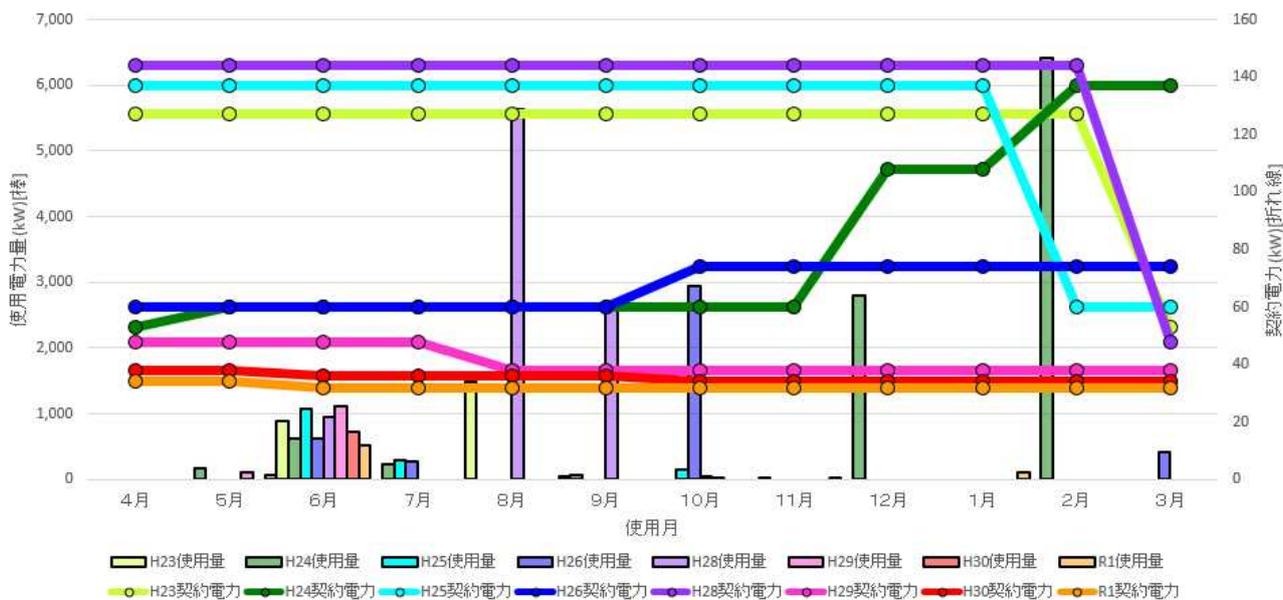


図-9 平成23年度～令和元年度の電力使用量と契約電力

図-9に平成23年度から令和元年度の月毎の使用電力量と契約電力量をまとめた。平成27年度は管理用水力発電の更新により、使用電力量が多くなっているため除外している。使用電力が多いことでイコール最大デマンド値となるわけではないが、冬季の電力使用に関しては、契約電力が上がる傾向があることがわかる。これにより電気の基本料金が上がる事となる。

5. 停電後のダムの復電操作について

図-9の6月に実施している管理用水力発電設備の定期メンテナンス以外での購入電力の使用は概ね停電の復電作業時に発生することになる。停電時の復電作業について、図-10停電時の復電手順のとおり復旧作業を実施する。手順①平常時は、管理用水力発電を運用して、鹿ノ子ダムの各設備に供給し、余剰分を商用電源側へ売電している。停電になると手順②停電時のとおり、商用

電源が停電となり、管理用水力発電が自動で停止し、非常用発電機が自動で起動して、鹿ノ子ダムへ電気を供給する。その後、電力会社の停電が復旧したのを確認してから、手順③復電作業を実施する。手順③では、鹿ノ子ダムの電源は、商用電源から購入して、電気の供給を受ける。電気の供給を受けた段階で、非常用発電機は自動で停止する。その後、管理用水力発電の起動操作を実施して、手順④復電完了に至ることになる。

停電以外での電気の購入には、令和元年に電力会社側の設備点検に伴い、水力発電の出力抑制依頼があった。この依頼の内容は、電力会社側の設備点検の間、鹿ノ子ダムの管理用水力発電設備の停止を求めるものである。鹿ノ子ダムでは、管理用水力発電を手動で停止する場合、それまで管理用水力発電が供給していた電気は、全て商用電源から購入して供給されることになる。そのため、コスト削減の観点から、鹿ノ子ダムの電気設備にのみ電気を供給し、売電を行わない管理用水力発電の運用方法である単独運転を行う事とした。図-11水力発電設備出力抑制時の単独運転手順のとおり作業を行った。

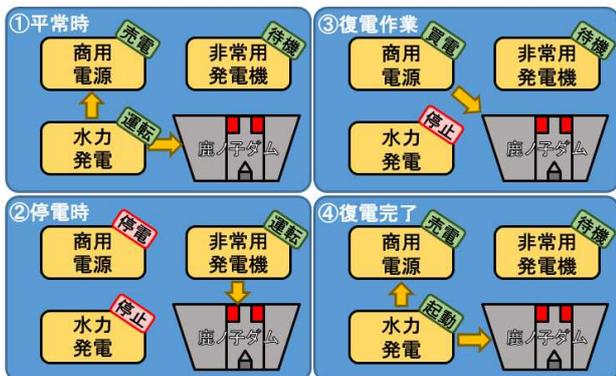


図-10 停電時の復電手順

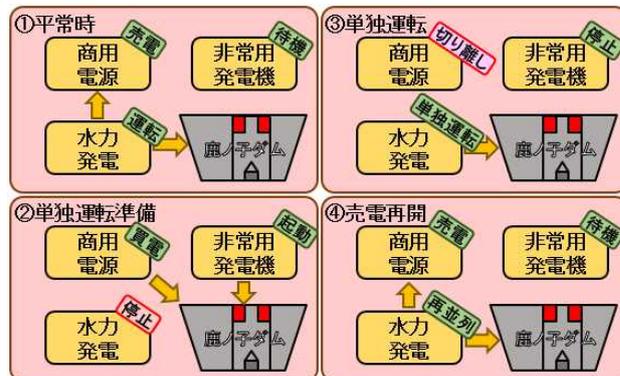


図-11 水力発電抑制時の単独運転手順

まず、手順①平常時の状態から、管理用水力発電設備を停止させると、鹿ノ子ダムの電気は商用電源の買電により供給されることとなる。単独運転時には、商用電源との接続を切り離す必要があり、その際に停電となることから、手順②単独運転準備の段階で非常用発電機を起動し、非常用発電機に接続されている設備の電気の供給を切り替える。そのため、管理用水力発電設備を停止させた段階で、非常用発電機に接続されていない設備は商用電源の購入電力を使用し、非常用発電機に接続されている設備は非常用発電機の電力を使用する二系統での電気の供給となる。手順③単独運転では、商用電源をダム管理者で切り離しを行い、商用電源と切り離した状態で単独運転で管理用水力発電設備を起動させて、鹿ノ子ダムの電気は管理用水力発電で供給される状態となった段階で、非常用発電機を停止させる。その後、電力会社側の設備点検が完了し、発電再開が可能となった段階で、手順④売電再開を行う。この時、停電時とは異なり、管理用水力発電が稼働している状態のため、商用電源側と同期を行い、接続する事で電気を購入するというプロセスが不要となる。この単独運転から売電再開のプロセスを停電時の復電手順に盛り込むことで、停電時に使用してきた購入電力を削減できないか検討した。

図-10の停電時の復電手順を参考に単独運転を盛り込んだ手順が図-12停電時の単独運転による復電手順とな

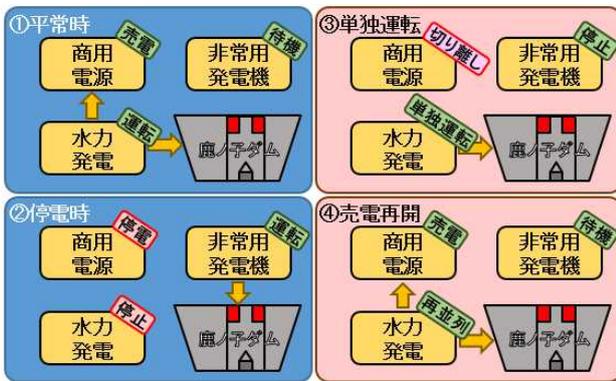


図-12 停電時の単独運転による復電手順

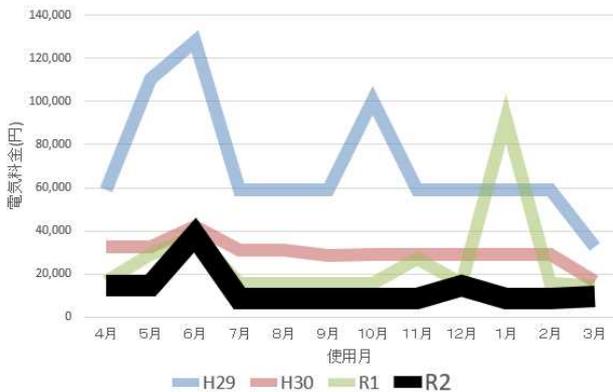


図-13 令和2年度の購入電力料金

Takashi Onodera, Satoru Okamura

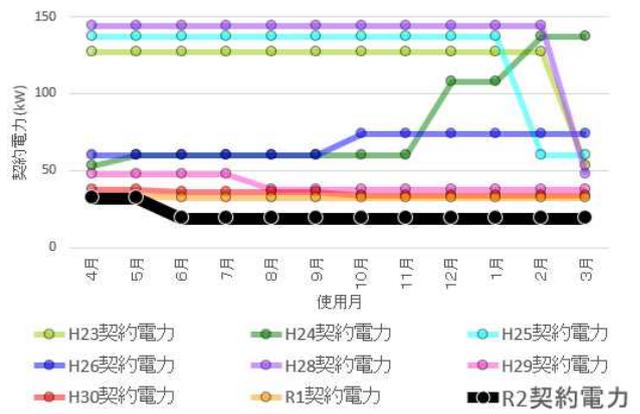


図-14 令和2年度の契約電力

る。内容としては、図-10停電時の復電手順の手順①と②から、図-11の水力発電抑制時の単独運転手順の手順③と④の組合せとなる。この手順で問題ない事を確認し、実際にこの手順を用いて復電作業を行ったところ、購入電力を使用しないで復電する事が出来た。また令和2年度は、メンテナンス以外の購入電力を抑えられる見込みであることから、メンテナンス時の購入電力が契約電力となることを想定し、デマンドを意識して極力電気使用量を減らすようにしたところ、図-13のとおりとなり、令和2年度の1年間の電気使用料金は約15万円程となり、平成29年度の約84万円の5分の1以下に圧縮できたことになる。また、契約電力の値を見ても図-14のとおり、過去10年間の中で最小の値となった。

また、管理用水力発電の単独運転は、東日本大震災や胆振東部地震などの大規模災害時に発生する長時間の電源遮断時において運用することを想定していることから、普段使用する場面が少ない。そのため、今回の運用変更を行ったことで、定期メンテナンスの際に手順を確認し、短時間での停電時に使用する運用とすることで、使用する機会を増やすことが出来、緊急時を想定した訓練としても活用可能である。

6. まとめ

鹿ノ子ダムのように、普段から管理用水力発電により電気を供給している場合、突発的な電気の購入により、電気の基本料金が大きく変わることがある。

それは、デマンド電力による契約電力の変更に起因するものだが、デマンドを意識した運用を行う事で、その基本料金を抑えた運用とすることが可能となり、その結果、購入電力料金が約70万円削減することが出来た。

また、運用方法を変更したことで、大規模災害時に想定される長時間の電源遮断に備えた訓練としても有効である。