

ダムの弾力的運用の向上による小水力発電の可能性

八千代エンジニアリング株式会社 正会員 ○林下 直樹
室蘭工業大学大学院 正会員 中津川 誠

1. はじめに

2011年3月11日、東北地方太平洋沖地震により大規模かつ長期にわたる原子力事故が発生した。これにより代替エネルギーとして再生可能エネルギーが注目されており、本研究では既存ダムの維持放流を利用した小水力発電に着目した。得られる発電量を増加させるため、予測雨量を用いることでダムの弾力的運用を向上させ、維持放流を増加させることを考えた。

2. 対象ダムの概要

対象としたのは北海道の金山ダム（流域面積 470km²）である。金山ダムでは、ダム直下の河川環境改善のため、4月～10月の期間限定で0.3m³/sの維持放流が実施されている。この維持放流の一部は、ダムの弾力的運用によって確保される水量を基に放流されている。ダムの弾力的運用とは、下流の河川環境の保全を目的とし、洪水期に設けられている治水容量の一部に流水を貯留し（活用容量）、放流する行為をいう。金山ダムでは弾力的運用によって1,428千m³の活用容量を確保している。洪水前には治水容量を確保するため、事前放流を行う（図-1）。金山ダムでは、旭川地方気象台から上川南部への大雨注意報の発令を事前放流の基準としている。

3. 予測雨量を用いたダムへの流入量の予測手法

3.1 GSM による予測雨量の精度及び補正

白谷ら¹⁾は北海道石狩川流域（流域面積 14,330km²）を対象に RSM（気象庁配信の数値予報モデルの1種）による予測雨量の精度を実績雨量との相関係数を評価指標として検証しており、積算予測雨量がリードタイム（先行時間の意味、以下 LT で表記）を長くした場合においても実績雨量と良い相関性を有することを示している。本研究では流域面積 470km²の金山ダム流域において、GSM

（数値予報モデルの1種）による予測値について同様の検証を行った。その結果、積算予測雨量は LT を 79 時間とした場合においても実績雨量との相関係数は 0.5 程度を示し、金山ダム流域においても予測と実績の相関性を確認できた。

次に積算予測雨量の補正を行う。LT8 時間ごとに (LT8,16,24,...72,79)、予測雨量の誤差を確率分布により評価し、安全側に予測するような補正式を作成した。

3.2 部分流出率の算出

本研究では洪水前のある時点における積算実績雨量と積算実績流出高の比を部分流出率として定義する。これは洪水前のある積算時間における、雨量と流出高の部分的な対応を表す指標となる。これと実効雨量との関係を基に算定式を作成し、部分流出率を算出する。

3.3 予測流入量の算出

次式を用いて、各 LT の予測流入量を算出する。

$$V_{in(LT)} = f_{(LT)} \times R_{(LT)} \times A \times 10^3 \quad (1)$$

ここで、 $V_{in(LT)}$ ：当該LTの予測流入量(m³)、 $f_{(LT)}$ ：当該LTの部分流出率、 A ：流域面積(470km²)、 $R_{(LT)}$ ：当該LTの積算予測雨量(mm)。予測雨量と流域面積より流域に降ると予測される雨量の総量を推定し、部分流出率を乗じてダムへ流出する割合を算出する。

4. 予測雨量を用いたダムの弾力的運用

4.1 活用容量及び活用水位の決定

活用容量は洪水前には全量を放流し、治水容量を確保する必要がある。従って予測 LT を考え、安全に事前放流できる水量とする必要がある。本研究では金山ダムでの操作規則を考慮し、10,944 千 m³ を活用容量（活用水位 340.02m、制限水位+1.52m）とした。

4.2 操作方法及び操作シミュレーション結果

次の判別式を用いて事前放流の必要性を判断する。

$$V_t + V_{in(LT)} - V_{out(LT)} = V_{Limit} \quad (2)$$

ここで、 V_t ： t 時刻の貯水量(m³)、 $V_{out(LT)}$ ：当該 LT の放流可能量(m³)、 V_{Limit} ：制限水位 338.5m の容量(m³)。放流可能量とはその LT において安全に放流することができ

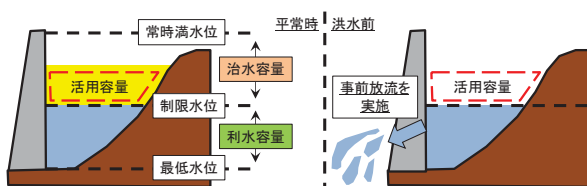


図-1 ダムの弾力的の模式図

キーワード 小水力発電、ダムの弾力的運用、維持放流、積算予測雨量、事前放流

連絡先 〒161-8575 東京都新宿区西落合2-18-12 八千代エンジニアリング株式会社 TEL03-5906-0070

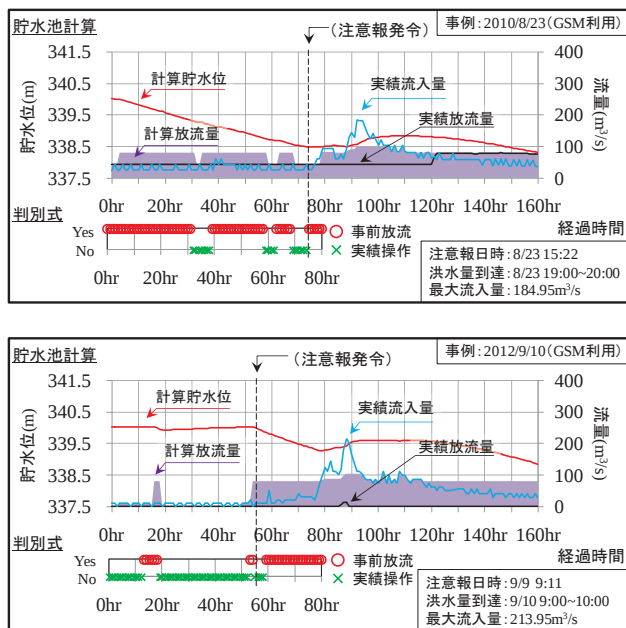


図-2 本手法を過去の洪水事例に適用した結果

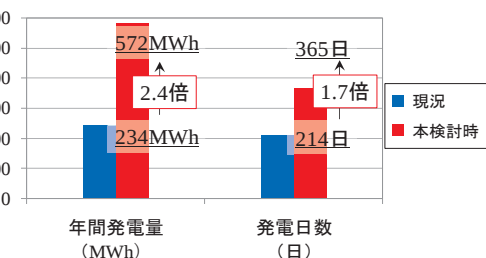


図-3 現況と本検討時の発電量の比較

る水量である。左辺である LT の貯水量を予測し、それが制限水位の容量を超える場合事前放流を実施する。(2)式により事前放流が判定された、または気象台から大雨注意報が発令された場合、放流までの準備時間 3hr を設け、無害流量 80m³/s の事前放流を行う。

以上の操作を過去の洪水事例に適用し、洪水量到達時に貯水位が制限水位以下となれば、治水上の安全性を確保できたと判断する。その結果を図-2 に示す。図によると、2010 年の事例は事前放流を早期に開始しており、その結果洪水前に計算貯水位を制限水位 338.5m まで低下させることができていた。一方で 2012 年の事例では、事前放流を実施しているものの放流量が足りず、治水容量を確保することができなかった。この対策として部分流出率を 1.4 倍と割増した場合、事前放流が早期に実施され治水容量を確保することができた。他の洪水事例についても同様の検証を行い、部分流出率を 1.4 倍とすることで全ての洪水事例で治水容量を確保可能であることを確認した。ここで、部分流出率を割増したために、予測雨量がそれほど大きくない場合でも事前放流を判定する可能性がある。そのため洪水とならなかった期間について

て同様に検証を行ったが、平常時において事前放流を実施するような操作となっていないことを確認している。以上より、設定した活用容量 10,944 千 m³ (現況の約 8 倍) の全量を維持放流に利用可能であることがわかった。

5 活用容量を利用した小水力発電

5.1 活用容量を利用した維持放流の設定

活用容量 10,944 千 m³ を維持放流に利用する。現況では放流期間が 4 月～10 月に限られているが、11 月～3 月も同様に流量 0.3m³/s の維持放流を設定する。

5.2 発電量の試算方法

小水力発電の発電量の試算には、ハイドロバレー計画ガイドブック²⁾に記載されている以下の式を用いる。

$$P = \rho g Q H \eta \quad (3)$$

$$E = P T \quad (4)$$

ここで、 P : 発電出力 (W), ρ : 水の密度 (1,000kg/m³), g : 重力加速度 (9.8m/s²), Q : 流量 (m³/s), H : 落差 (m), η : 総合効率 (0.615), E : 発電量 (Wh), T : 発電時間 (hr)。以上の式を用いて、維持放流を 1 年中実施した場合及び現況の放流状況において、小水力発電で得られる発電量を試算した。結果を図-3 に示す。ダム弾力的運用を向上させることによって、得られる発電量は約 2.4 倍に増量可能である。1 年中発電を実施することが可能であり、1 日あたりに換算すると約 1,600kWh の発電量が得られる。一般家庭 1 世帯の電力消費量を 10kWh/day とすると、約 160 世帯分に相当する電力供給が可能となる。

6. まとめ

予測雨量を用いることによってダムの弾力的運用を向上させ、活用容量を増大させることが可能であることを示した。増大した活用容量を利用することで維持放流を 1 年中実施可能であり、小水力発電で得られる発電量を約 2.4 倍に増量することが可能であることがわかった。

謝辞

本研究の一部は学術研究助成基金助成金基盤研究(C) (課題番号23560602) と平成25年度高橋産業経済研究財団の助成を受けた。また、北海道開発局金山ダム管理支所より資料の提供を頂いた。ここに記して謝意を示す。

参考文献

- 1) 臼谷友秀, 中津川誠: 積算予測雨量に基づいた融雪期におけるダムの洪水調節機能の向上について, 土木学会論文集 B, Vol.66, No.3, 268-279, 2010.
- 2) 経済産業省資源エネルギー庁, 財団法人新エネルギー財団: ハイドロバレー計画ガイドブック, 2005.