

既設ダム容量を有効活用した水力発電増強に関する研究

山口大学大学院理工学研究科

正会員 ○三石 真也

山口大学工学部

坂口 航太

山口大学先進科学イノベーション推進センター

正会員 今村 能之

八千代エンジニアリング(株)

正会員 泉谷 隆志

1. 研究背景

2011年に甚大な被害をもたらした東日本大震災の発生により、原子力による発電量の減少により代替エネルギーの必要性が高まっている。水力発電は純国産の再生可能なエネルギーであり、CO₂をほとんど排出しないなど環境に優しく、電力需要に応じた柔軟な出力調整も行える特色を有している。ここに、新規ダムの建設は、事業費や環境面で困難を伴うため、既設ダムの有効活用を推進することが望まれる。本研究は、既設ダムの非洪水期における治水容量を有効活用するべく運用を見直し、水力発電の増電を図るものである。

2. ダム貯水容量の設定手法について

ダム管理に用いられるオールサーチャージ方式は、洪水調節容量として、洪水期、非洪水期を問わず通年、常時満水位からサーチャージ水位までの容量を使用する方式である。メリットとして貯水池の景観面について、普段は常時満水位で植生帯と水際線が接しているため、裸地が発生せず好ましい点が挙げられる。ここに洪水調節面について考察すれば、非洪水期には、梅雨や台風による豪雨が発生しないため、一般的には、中小洪水に対応可能なサーチャージ容量を確保すれば良く、洪水期治水容量との差は、貯留して利水に有効活用する余地がある。

本研究では、オールサーチャージ方式を採用する芦田川水系八田原ダムをモデルに選定し、図-1に示すとおり、非洪水期の洪水調節容量の一部に一時的に流水を貯留して発電容量として有効活用することにより有効落差を大きくし、発電電力量の増大を図るものである。但し、近年季節外れの時期における台風や前線による豪雨がしばしば発生していることに鑑み、治水容量内において、水力発電用に貯留する水量は、降雨予測に

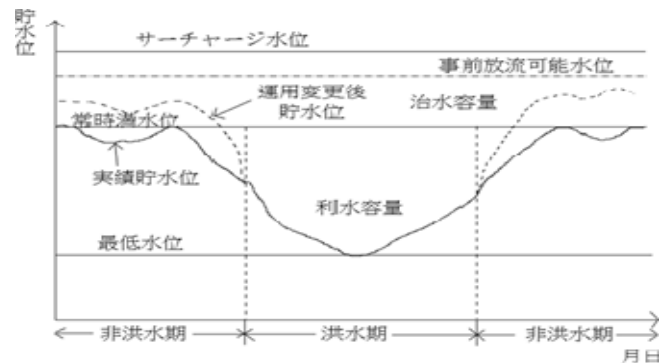


図-1 非洪水期治水容量を活用した増電量の概念図

より、事前放流が可能な量に限定し、大規模な洪水の襲来が予想される際には貯留した流水を放流する。

3. 非洪水期治水容量を活用した水力発電増電

我が国における降雨予測を活用したダム管理においては、3～51時間の降雨予測時間による降雨予測が活用されている。気象庁が6時間毎に発表するMSM33時間降雨予測は、全球数値モデルによる5kmメッシュの解析を行っており、高精度で信頼性も高く、芦田川の降雨継続時間、洪水到達時間を考慮すれば、適切な降雨予測と考えられる。よって、ここでは、気象庁MSM33時間降雨予測を用いてダムの事前放流を行うものとし、事前放流時間は、6、12、18、24時間と設定する。

ダムから事前放流を行うにあたっては、下流における釣り、キャンプなど河川利用者の安全を図る必要がある。このため、下流河川の水位上昇速度を例えば30分30cmに抑えるべく、単位時間当たりのダムからの放流量を規制している。八田原ダムにおいても、1回の操作による最大放流量について、いわゆる「限度カーブ」として設定しており、これを積算すれば、6～24時間において放流可能な水量は表-1に示すとおりと

キーワード 水力発電, 増電量, 事前放流, 非洪水期

連絡先 〒755-8611 山口県宇部市常盤台2丁目16番1号 山口大学工学部社会建設工学科 TEL (0836)85-9300

なる。

4. 増電量の算出方法

治水容量の水力発電への活用時期は、10月21日～6月15日までの非洪水期のみとする。貯水位の初期条件として、非洪水期の始まる10月21日において、流水は、全量ダムに貯留されているものと仮定する。増電策により、ダム貯水量は、次式のように求められる。

$$V_2(t)=V_1(t)+\Delta V(T)$$

ここに、 $V_1(t)$ ：実績ダム貯水量 $\Delta V(T)$ ：事前放流時間 T による放流可能水量 $V_2(t)$ ：増電策によるダム貯水量

ここで、ダム貯水量から水位に変換するため、貯水池諸元を参考に、簡易な関数 $X=a \cdot Y^b$ (X ：貯水容量、 Y ：貯水位)により表現するべく定数 a 、 b を推定し、貯水位－貯水容量曲線図を図-2 のように作成した。

$V_1(t)$ 、 $V_2(t)$ に対応する水位を $h_1(t)$ 、 $h_2(t)$ とそれぞれ表す。発電出力、有効落差、増電量は、次式により求められる。

$$P_i(t)=9.8 \cdot Q(t) \cdot H_i(t) \cdot \eta_T \eta_G \quad i=1,2$$

$$H_i(t)=h_i(t)-h_0-\alpha \cdot Q(t)^2 \quad i=1,2$$

$$\Delta P= P_2(t)-P_1(t)$$

ここに、 $P_1(t)$ ：現況発電出力 $P_2(t)$ ：運用変更後の発電出力 ΔP ：運用変更による増電量 $Q(t)$ ：発電使用水量 η_T ：水車効率 η_G ：発電機効率 両者を乗じて 0.851 $H_i(t)$ ：有効落差 $i=1,2$ h_0 ：放水水位 34.65m α ：損失係数 0.372

計算対象流況年は、八田原ダム下流の主要地点である府中地点の流況より、平水流量が10箇年中5番目の流況である2005年を平水年とみなして用いた。

5. 期待される増電量

既設ダム容量を有効活用した水力発電増強策により、ダム貯水位は、例えば事前放流時間が24時間の場合、図-3 に示すように約15m上昇させることが可能であり、年間で3,345MWhの増電が可能と算出される。この他、各事前放流時間に対応した年間増電量は、表-2 に示すとおり、事前放流時間が長いほどダム貯水位の上昇量が大きく、増電量も大きくなる。

一般家庭1戸1箇月当たりの電力消費が、283.6kWh¹⁾であることから、これらの増電量は、最大で983世

表-1 事前放流時間と放流可能水量

事前放流時間	千m ³
6	156
12	2,650
18	12,200
24	29,400

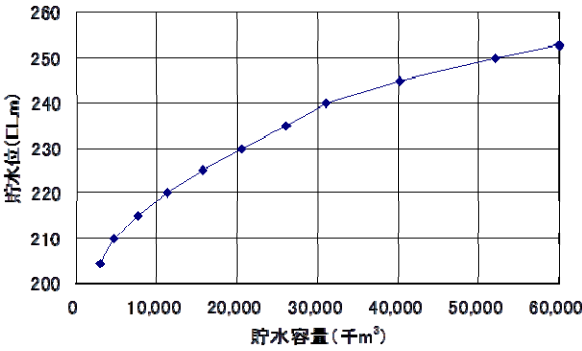


図-2 八田原ダム 貯水位－貯水容量曲線図

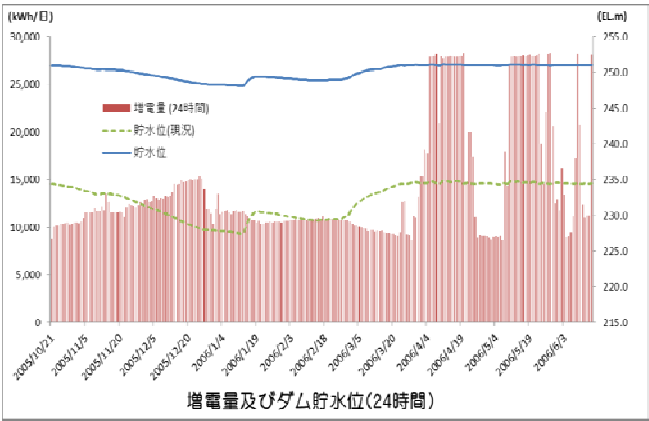


図-3 増電量及びダム貯水位

表-2 年間増電量

事前放流時間(h)	現況発電量(MWh)	年間増電量(MWh)	増電率(%)	換算世帯数(世帯)	換算森林面積(ha)
6	35,565	28	0.1	8	13
12	36,106	569	1.6	167	271
18	37,430	1,892	5.1	556	901
24	38,882	3,345	8.6	983	1,593

帯分の電力に相当する。また、化石燃料による発電の代替として考えれば、CO₂ 排出削減効果があり、スギ人工林が1ha1年当たり2.1tのCO₂固定効果を有していることから、最大で1,593haの森林効果に相当する。

参考文献

- 1) 電気事業連合会：1世帯あたり電力消費量の推移