

II-74

地下調整池による水路式中小水力発電所の増強に関する検討（概略発電計画）

中部電力（株）岐阜支店 正会員 野池 悦雄
 清水建設（株）技術開発センター 正会員 傳田 篤
 清水建設（株）エンジニアリング本部 正会員 ○新宅 正道

1. はじめに 水力発電はCO₂を発生しないクリーンな純国産循環エネルギーとして、地球環境保護の観点からも見直しが図られている。しかしながら、適地の減少、開発規模の中小化に伴う経済性の低下が問題となっており、経済性向上のための様々な技術開発が望まれている。このような状況に鑑み、ここでは既設の水路式中小水力発電所を対象に、導水路下流端部に地下調整池を付加し、ピーク電力需要に対応した出力の増加等を目指した発電システムについて提案を行う。本編では、概略の発電計画によりシステムの特長をまとめ、次編（経済性の検討）において経済性が成り立つための条件について検討を行う。

2. 提案する発電システムの概要およびパターン

図-1に本発電システムの基本パターンの概要図を示す。構造としては、従来の水路式中小水力発電所の基本的な施設に地下調整池が付加されただけの単純なものであり、単独の発電所を対象とした基本パターンの他に、河川沿いに連続した発電所の最上流部に地下調整池を設け、下流側の発電所も併せてピーク対応にすることにも適用できる。必要に応じては水圧管路、水車・発電機等の既設施設をリプレイスする。今回提案する発電システムの適用パターンを示す。

パターン1 既設の水路式中小水力発電所の1箇所を対象に本システムを適用し、ピーク対応にする。

パターン2 河川沿いに連続した既設の水路式中小水力発電所の最上流発電所に本システムを適用し、下流側の発電所も併せてピーク対応にする。

（図-2参照）

パターン3 既設の水路式中小水力発電所の直上流に本システムを採用した新規の水路式中小水力発電所を開発し、下流にある既設発電所も併せてピーク対応にする。

（図-2参照）

3. 基本条件 概略発電計画を行うに当たって、表-1に示すように基本的な条件を設定する。なお、地下調整池設置による落差損は無視する。また、表-2に示す流況データを使用して概略発電計画を行うが、パターン2では、上流側と下流側の発電所における流況は同じと仮定し、2つの発電所間の残流分は無視する。

4. 検討ケースおよび概略発電計画 検討に当たっては、8月のL5流量（以下Q_{8L5}と表示）を基準流量として考え、Q_{8L5}における発電出力を有効出力と定義するとともに、地下調整池の必要容量もQ_{8L5}に対する容量として算定する。この時、貯水によるピーク発電時使用水量（以下Q_{peak}と表示）は、8時間×Q_{peak}=24時間×Q_{8L5}の関係より

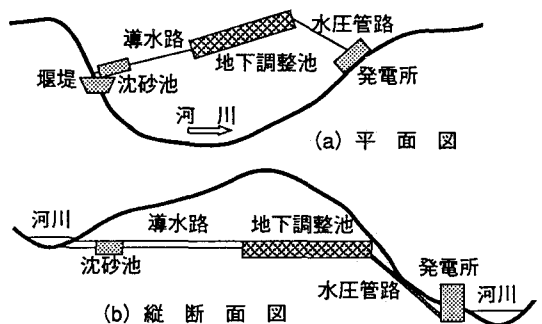


図-1 地下調整池を利用した水路式中小水力発電システムの概要図

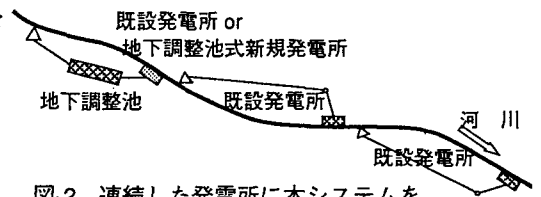


図-2 連続した発電所に本システムを適用した場合の概要図（平面図）

表-1 基本条件

ピーク発電継続時間		8時間
水車・発電機の	リプレイス前	max 0.78*
総合効率	リプレイス後	0.84
調整池設置前の効率低下係数		0.9
水圧管路長	有効落差の2.6倍	
利用率		0.95

*フランス水車の総合効率曲線を比例換算1)

表-2 流況データ

	U測水所	S発電所
豊水量	m ³ /s 6.37	24.91
平水量	4.03	14.42
低水量	2.62	7.85
渇水量	1.52	0.07
年平均	5.58	16.34
8月L5流量	3.20	4.28

$Q_{peak}=3 \times Q_{8L5}$ となり、地下調整池を付加することによって、単純には有効出力は3倍に増えることになる。検討したケースをまとめて表-3に示す。

パターン1では、既設発電所の最大使用水量 Q_{max} と Q_{peak} の大小関係により3つのケースに分けて考える。

ケース1 $Q_{max} \geq Q_{peak}$; リプレイスの必要はない ケース2 $Q_{max} < Q_{peak}$; リプレイスを行わない

ケース3 $Q_{max} < Q_{peak}$; リプレイスを行う

ケース1の場合、 Q_{peak} が既設発

電所の能力以下なので機器のリプレイスは必要ない。この場合、有効出力時の使用水量が3倍になるうえに、水量が既設発電所の最大使用水量に近づくために総合効率も増加し、有効出力は既設発電所の有効出力の3倍以上になる。ケース2の場合、 Q_{peak} は既設発電所の能力を越えるが、機器をリプレイスしないために既設機器の能力に制

表-3 検討ケース

パターン1 パターン2における上流側発電所			パターン2における下流側発電所		
CASE名	ピーク発電容量	リプレイス	CASE名	ピーク発電容量	リプレイス
11	Q_{peak}	必要なし	211	Q_{peak}	必要なし
			212	Q_{max2}	しない
			213	Q_{peak}	する
12	Q_{max1}	しない	221	Q_{max1}	必要なし
			222	Q_{max2}	しない
			223	Q_{max1}	する
13	Q_{peak}	する	231	Q_{peak}	必要なし
			232	Q_{max2}	しない
			233	Q_{peak}	する

約され有効出力は既設発電所の最大出力に等しくなる。ケース3の場合、機器をリプレイスすることによりピーク発電時使用可能水量を最大限に利用することが可能となり、有効出力は既設発電所の最大出力以上になる。この場合は、ピーク発電時に最も有利となるよう総合効率を設定することが可能で、有効出力は既設発電所の有効出力の3倍以上になる。また、いずれのケースの場合も、調整池式となるため、効率低下を考慮する必要がなくなり、発電電力量の増加が期待できる。なお、ケース1および3では、 Q_{peak} がピーク発電に使用されるが、ケース2では既設機器の制約により Q_{max} がピーク発電に使用されることになる。

パターン2については、多数の発電所が連なっていることも考えられるが、ここでは、簡単のため2つの発電所が連続している場合のみを考える。この場合、上流側発電所を前述のケース1～3に分けて考え、さらに、それぞれについて、下流側既設発電所の最大使用水量 Q_{max2} と上流側発電所より流入するピーク発電時に使用される水量 Q_{peak} あるいは Q_{max1} の大小関係により、下流側発電所についても前述のケース1～3に相当する3ケースに分けて考える必要がある。ここで、下流側発電所のリプレイスを行わない場合には、下流側発電所で溢流が発生する可能性があり、発電電力量が減少することもあると考えられる。

5. おわりに 既設の水路式中小水力発電所の導水路下流端部に地下調整池を付加し、ピーク電力需要に対応した発電システムについては、次のことが言える。1) 貯水による発電時使用水量の増加、総合効率の向上に伴い有効出力が増加する。2) 水車・発電機をリプレイスすることにより高効率運転が可能となり、有効出力・発電電力量の増加が期待できる。3) 調整池式となるため効率低下を考慮する必要がなくなり、発電電力量は増加する。また、地下に調整池を設けるため、4) 用地交渉が簡単になり用地費も軽減される。5) 地上景観に影響を与えない。さらに、6) 既存施設を有効に利用でき、新たな水利権、漁業権などの問題も少ない等のメリットも考えられる。

また、発電計画を立てる際には、次の点に注意を要することがわかった。1) 既設発電所最大使用水量とピーク発電時使用水量の大小関係より、各発電所毎に3ケースに分けて考える必要がある。2) パターン2で、下流側発電所のリプレイスを行わない場合には溢流が発生する可能性があり、発電電力量の算出時には流量設備利用率に溢流分の補正が必要である。

参考文献 1) 水力開発地点計画策定調査報告書（第5次発電水力調査）, 新エネルギー財団, p.18