

II-75 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（経済性の検討）

中部電力（株）正会員 ○野池 悦雄

清水建設（株）正会員 傳田 篤 正会員 新宅 正道

1. はじめに 前報（概略発電計画）では、既設の水路式中小水力発電所の導水路部に地下調整池を付加することによってピーク対応とする発電システムの概要と特長について報告した。ここでは、この発電システムが、どのような条件を備えた発電所であれば経済的に成立するのかを把握することを目的として、有効落差、流量等を変数としたパラメータスタディーを行ったので、結果を報告する。

2. 積算条件 概略建設費の積算では、新規施設のリプレイス費、関連土木工事費、地下調整池の建設費の他、建設所運営関係費、建設中利子、分担関連費、予備費を計上した。ただし、用地費、補償費は見込んでいない。地下調整池の掘削については、地質条件、地形条件、空洞の型式や容量に依存して建設費は大きく変化するが、ここでは m^3 当たりの建設単価を30,000円と仮定して積算した。また、地下調整池の工事費以外の積算は、新エネルギー財団（NEF）の「第5次発電水力調査における概略計画工事積算基準」（昭和55年4月）に基づき、昭和55年から現在までの建設物価のスライド分は、デフレタを15%と仮定した。なお、地下調整池の必要容量には余裕を考慮

せず、地下調整池はヘッドタンクを兼ねることが可能となるような構造と仮定した。また、上流側発電所のリプレイスは地下調整池から放水口までとし、下流側発電所のリプレイスは、取水ダムを除いた取水口から放水口までとした。

3. 経済性の評価方法 C/V法において $C/V=1$ 、水力発電所の年経費 C を総建設費の11%、 kWh 価値を8.39円/ kWh として増分 kW 当たり年経費を逆算し、限界 kW 価値を52,300円として、両者の大小関係から経済性の評価を行った。

$$\text{増分kW当たり年経費(円/kW)} = \frac{C \times 0.11 - 8.39 \times \Delta E}{\Delta P}$$

ここで、 C ；総建設費、 $\Delta E, \Delta P$ ；それぞれ地下調整池設置による電力量増分、および有効出力増分

4. パラメータ 表-1に本検討で設定したパラメータを示す。パターン2では、上流側と下流側の発電所における8月のL5流量 Q_{8L5} は同じと仮定した。また、既設発電所の最大使用水量 Q_{max} は、 $Q_{max}=a \times Q_{8L5}$ とし、 a をパラメータとした。発電電力量の簡便計算に際しては、流量設備利用率 $L.F.$ が必要となる。実際には Q_{8L5} が変化するに伴い流況曲線も変化するが、簡単のため図-1に示すように Q_{8L5} の変化に応じた相似形の流況曲線を設定して $L.F.$ を求めた。この場合、 Q_{8L5} が変化しても、

Q_{max} と Q_{8L5} の比 a が変化しなければ $L.F.$ は変わらない。

5. 検討結果 パターン1のパラメータスタディー

表-1 パラメータ (a) パターン1の場合

パラメータ	単位	設定範囲
有効落差	(m)	25, 50, 75, 100, 150, 200, 300
8月L5流量	(m^3/s)	1.0, 2.0, 4.0, 6.0, 8.0
最大使用水量/8月L5流量 ; a	(倍)	1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0, 5.0
流況		U測水所, S発電所

(b) パターン2の場合

パラメータ	単位	設定範囲
上有効落差	(m)	50, 100, 150, 200, 300
上流側8月L5流量	(m^3/s)	1.0, 2.0, 4.0, 6.0, 8.0
上流側最大使用水量/8月L5流量 ; a	(倍)	1.5, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0
下有効落差	(m)	50, 100, 150, 200, 300
下流側8月L5流量	(m^3/s)	1.0, 2.0, 4.0, 6.0, 8.0
下流側最大使用水量/8月L5流量 ; a	(倍)	1.5, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0
導水路長	(km)	4.0,
流況		U測水所

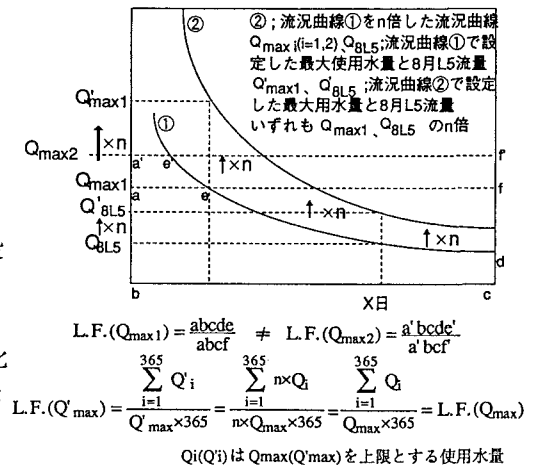


図-1 流況曲線と流量設備利用率

の結果の1例を図-2に示すが、以下のことが考察できる。1) 流況データの違いが経済性におよぼす影響は少ない。2) 有効落差、 $a=Q_{\max}/Q_{8L5}$ 、 Q_{8L5} の中で、有効落差が最も有効なパラメータである。3) 「有効落差が大きい」という条件が、最も経済性に有利であり、有効落差が300m程度になってくると、本システムを単独の既設発電所に適用した場合でも増分kW当たりの年経費は限界kW価値52,300円を下回り、経済的に成り立つ。連設した既設発電所の最上流部に本システムを適用した場合には、下流側には地下調整池を設置することなく、有効出力の増加のみが加算されるため、さらに経済的になることは容易に推察される。

パターン2では計算の数が多く1万ケースを越えるため、表-2に結果の1例を示すに留め、全ケースの解析結果から全体の傾向を以下に述べる。

(1)上流・下流側発電所ともにリプレイスしない場合は、一方が300m以上、一方が200m以上と他方が100m以上、両方とも150m以上の組み合わせの場合には経済的に成立する。

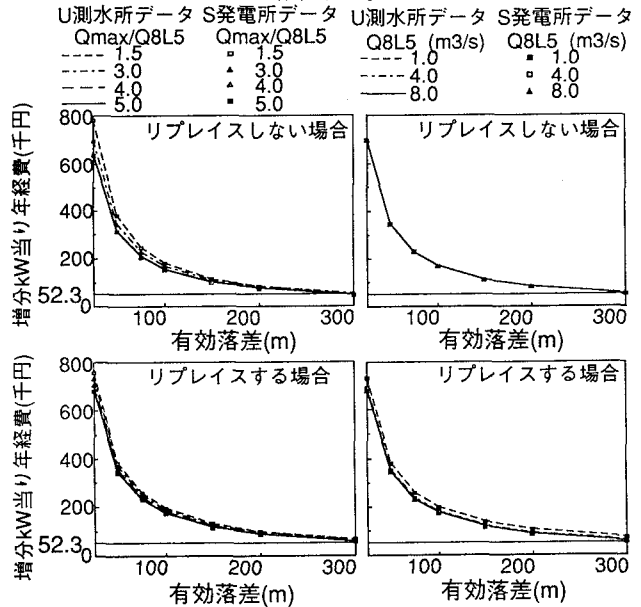
(2)上流・下流側発電所の一方のみリプレイスする場合は成立する範囲は狭くなるが、パラメータaが大きく、有効落差も200～300m以上と大きい場合には経済的に成立するケースも存在する。

(3)上流・下流側発電所ともにリプレイスする場合は、成立する範囲はさらに狭くなるが、

(2)に比べて $Q_{\max 1}$ 、 $Q_{\max 2}$ 、 Q_{8L5} が多く、有効落差も200～300m以上と大きい場合には経済的に成立するケースも存在する。この場合kWやkWhの大幅な増加が期待できる。

これらの結果より、パターン2でも最も経済性に影響するのは有効落差であり、また、地下空洞掘削費が経済性に占める割合が大きく、空洞容量を小さくするような条件が、経済的に有利な条件であることがわかる。

6. おわりに 水路式中小水力発電所の導水路部に地下調整池を付加することによってピーク対応型の発電所とする方式の経済的可能性をパラメータスタディーにより検討した。その結果、かなり広い条件のもとで経済的に成立することが明らかとなった。しかし、現時点ではまだ概略検討の域を出ておらず、今後さらに具体的な地点においてある程度詳細な検討をすることによって、その経済的可能性について明らかにする必要がある。また、地下調整池の構造や形状など水理的な面からの詳細な検討や、如何に空洞を安く掘るかについての検討が必要であると考えられる。



(A) Q_{8L5} を8.0m/sと一定にし $Q_{\max}/Q_{8L5}$ をパラメータとした場合 (B) $Q_{\max}/Q_{8L5}$ を3.0と一定にし Q_{8L5} をパラメータとした場合

図-2 パターン1 パラメータスタディー結果

表-2 パターン2 パラメータスタディー結果

		検討ケース1		検討ケース2		検討ケース3		検討ケース4	
		上流側	下流側	上流側	下流側	上流側	下流側	上流側	下流側
有効落差	m	150	150	200	200	200	300	150	300
8月L5流量	m ³ /s	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	6.0	6.0
既設最大使用水量	m ³ /s	6.0	6.0	6.0	16.0	8.0	6.0	12.0	9.0
既設最大出力	kW	6,733	6,733	8,977	23,938	11,969	13,465	13,465	20,198
既設有効出力	kW	4,492	4,492	5,989	3,680	5,566	8,984	6,261	13,476
地下調整池容量	m ³	57,600		230,400		115,200		345,600	
リプレイス		しない	しない	する	しない	しない	する	する	する
リプレイス後最大使用水量	m ³ /s	6.0	6.0	12.0	12.0	8.0	8.0	18.0	18.0
リプレイス後有効出力	kW	6,733	6,733	19,575	18,230	11,969	19,757	22,226	44,453
有効出力増分	kW		4,481		28,317		17,176		46,942
発電電力量増分	MWh		9,247		21,295		42,304		97,610
増分kW当り年経費	円/kW		48,480		50,040		51,810		52,070

下流側導水路長は4,000mと仮定

限界kW価値=52,300円/kW