

II-144 中小水力発電所型式(立軸,横軸)選定について

北電産業(株) 常務取締役 土木部長 正員 船松 敏夫 (技術士)
 北電産業(株) 土木部課長 大沢 久則
 北電産業(株) 土木部係長 正員 ○ 有賀 明

1. はじめに

56年度, 年次学術講演会(II-179)に於て, 中小水力発電所の型式(立軸, 横軸)選定について, 次の様に発表した。

1). 中落差に適用されている, フランシス水車を使った流れ込み式発電の5,000KW前後の発電所を対象に型式選定について考察すると, よほど地形, 地質に恵まれない場所(狭小地, 支持地盤深さが10m以上)でない限り一般には, 横軸が有利である。

これは立軸の機械費が, 横軸のそれより相当高い事と, 流れ込み発電であると, 立軸の最大出力時に効率が良いというメリットが発揮されず電力増の利益が少ないからと考えられる。(図-1~3, 表1, 2参照)

今回は, 更に他の地点について検討した結果を追記し, 第1報の裏付け資料とし, 次に調整池式発電について検討した結果を発表する。

表-1 立軸・横軸建設費の比較 (K発電所)

項目	単価	立軸数量	立軸金額	備考
土木				
掘削	2,000 ^m	100 ^m	200 ^m	
コンクリート	21,000	30	630	
埋戻し	600	1,000	600	型枠込み
計			1,430	
機械				
水車	2,500 ^t	8 ^t	20,000 ^m	43 ^t - 35 ^t
発電機	2,500	3	7,500	41 ^t - 38 ^t
クレーン			1,000	
工事費			900	0.3%
その他			100	
計			22,500 ^m	
建築	33 ^m	600 ^m	19,800 ^m	11.8 ^m x 12 ^m x 9 ^m (減価)
合計			11,130 ^m	横: 17.95 ^m x 9 ^m
年間KWH増	15 ^m /KWH	33,000 ^{KWH}	495 ^m	立: 20,583 ^{MWH} 横: 20,550 ^{MWH}

年経費率を0.16として収支計算は次のとおりである。
 $11,130 \times 0.16 - 495 = 1,300$ より, 立軸は年間1,300^m高くなる。
 (横・横軸を0として計上した)

表-2 岩盤線が12Mの位置の場合

項目	立軸の増減	横軸	備考
土木費	-7,260 ^m	0	立軸-32,400 ^m
建築費	-19,800	0	横軸-35,460
計	-27,060		
機械費	29,500	0	
合計	2,440 ^m		
年間発電量	495 ^m	0	33,000 ^{KWH} x 15 ^m /KWH

同様に収支計算すると, $2,440 \times 0.16 - 495 = -105$ ^m。
 横軸が立軸が有利となる。(390,400)

2. P発電所の立軸, 横軸の検討

P発電所は, 扇状地の水田地帯に設備されている農業用水を利用する流れ込み式の中小水力発電である。山地地帯の発電所と異なり, 流れ込み式でありながら, 圧力水路となる特殊な発電形式である。

1) 経済比較

P発電所の現場状況は, 水田地帯の広い場所であり, 支持地盤は,

図-1 立軸形

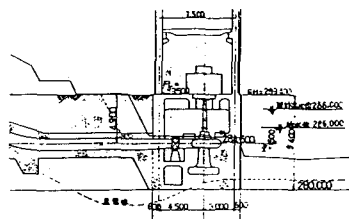


図-2 横軸形

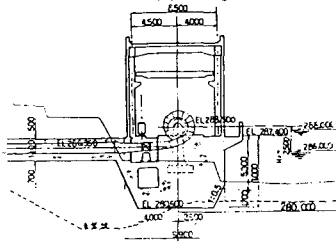


図-3

図-4

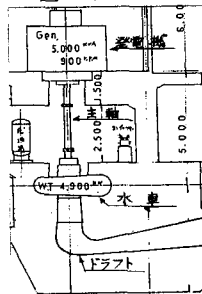


図-5 総合効率曲線

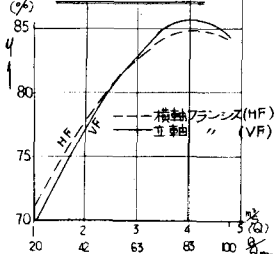
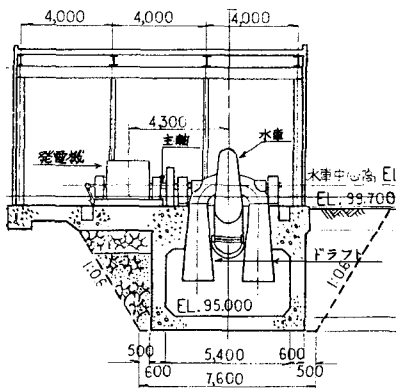


図-5



深さ、約6.0mにある砂礫層である。発電所は、図-6に示す通りであるが、これについて、立軸、横軸、夫々試算すると、表-3の結果となった。

3. 調整池発電について

前回発表したK発電所の諸元は、次の通りであるが、今回これを、調整池式発電の場合に想定し、図-7の流況曲線を基に電力量の計算を行い、比較検討する。

1). K発電所の諸元

$P_{max}=4,700\text{KW}$ 、 $Q_{max}=4,800\text{m}^3/\text{s}$ 、 $H_e=120.6\text{m}$ の流し込み式発電

2). フル運転 ($Q_{max}=4,8\text{m}^3/\text{s}$) 出来る時間の計算

流し込み式 = $64\text{日} \times 24 = 1,536\text{時間}$

調整池式 = $\frac{24}{Q_{max}} \sum Q_i \cdot n_i$ -----ここに

Q_{max} = 最大使用水量

上式より計算すると、4,707時間

Q_i = 自然流量

n_i = Q_i が流れる日数

3). 調整池発電の年間発生電力

横軸 = $9.8 \times Q_{max} \times H_e \cdot n_{H1} \cdot hr$ -----ここに

$\div 21,756,000\text{KWH/年}$

H_e : 有効落差 (115.6m)

立軸 = $9.8 \times Q_{max} \cdot H_e \cdot n_{H2} \cdot n_r$

貯水位低下を5.0m見込んだ

$\div 22,012,000\text{KWH/年}$

n_{H1} : 横軸総合効率 (0.860)

n_{H2} : 立軸総合効率 (0.850)

hr : 年間運転期間 (4,707)

4). 経済比較

横軸を0として、立軸の収支計算をすると、次の通りである。

電力増による金額 = $256,000\text{KWH/年} \times 18\text{円/KWH}$ (流し込み式の1.2倍)

$\div 4,600\text{円/年}$

立軸の工事費増 $\div 11,130\text{円}$ (表-1 参照)

$\% = 11,130 \div 4,600 \times 100 = 242\%$ ----- 0.16は、年経費率

$= -284\text{円}$

以上の結果より調整池式の場合は、立軸が有利となる。

4. 考 察

中小水力の発電所型式は、流し込み式は、横軸が、調整池式は、立軸が有利であると言える。

これは、最近の流し込み式発電は、電力価値の上昇や、水路断面 (ロッカー・ショベルのサイズ) の関係から、最大使用水量を約60日流量に設定しているのでフル運転日数が少ない。

一方調整池式は、ピーク発電であるから立軸の発生電力量が横軸より相当量多くなる為と考えられる。

P 発 電 所

$P = 1,300\text{KW}$

$Q = 6.0\text{m}^3/\text{sec}$

$H = 28\text{m}$

最高総合効率

立軸フランシス --- 0.800

横軸フランシス --- 0.790

表-3 P発電所横軸、立軸建設費の比較 (単位: 百万円)

		横 軸	立 軸
発 電 所	土 木	30	50
	機 械	385	415
	建 築	80	70
	計	495	535
水路費その他		937	937
合 計		1,432	1,472
年間発生電力量		6755000 KWH	6962000 KWH
KWH当り建設費		205 円/KWH	211 円/KWH

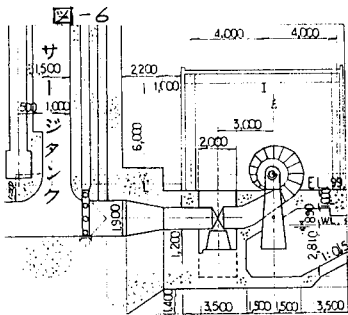


図-7 K川流況曲線図

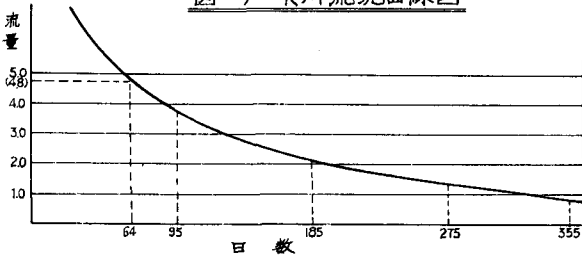


表-4 適用例 (註) HF:横軸フランシス、VF:立軸フランシス、VK:立軸カプラン

発電所名	出力 (MW)	型 式	岩盤深さ (m)	備 考
内 川	2.2	HF	6.0	
上市川第三	4.7	HF	4.0	計 画 中
横川第一	5.1	HF	10.0	
早 月	6.0	VK	16.0	狭小地、民家あり
◎新内川	7.4	VF	5.0	調整池式
笹倉第三	10.2	HF	12.0	
北小谷	10.5	VF	9.0	狭小地、民家あり
S	0.8	HF	5.0 (多槽式)	計 画 中
P	1.3	HF	6.0 ("	計 画 中

◎は調整池式