

1 は え が き

宮下発電所は只見川中流部に位置し、現在水車発電機各4台、最大出力64,200KWの発電所である。当社はかねてより只見川、阿賀野川筋の一貫開発計画を実施してきたが、これにより上下流にそれぞれ最大使用水量284%、345%の発電所が増設運開されており、その中間にある当発電所は最大使用水量200%と、ピーク供給力の確保および水資源の有効活用の面からも過少設備であることから、既設設備のそれぞれ2組設置されている取水口、導水路、水槽を利用して最大使用水量120%、最大出力35,800KWの第5号機の新設工事を計画し、現在工事実施中である。これにより宮下発電所は既設と併せて最大使用水量320%、最大出力94,000KW（既設減少分6000KW）の発電所となる。

ここでは、既設設備を利用することによっての設計上および水理的問題点について検討した結果について報告する。

2 構造物の水理的検討

既設第1、2号機水車につうなる導水路、水槽とそれぞれ第1号と称し、第3、4号機水車につうなる導水路、水槽と第2号と称している。今回の第5号機は第2号水槽より導水するため、既設100%、新設120%の合計220%の水を取入れることになる。これでは第2号導水路、水槽の容量が不足するにため第1、2号水槽を連絡して対処することにしたが、第2号導水路は第1号導水路の標高より約8m高く調整池水位が低下した場合には、第2号導水路内に空気の連行および動水勾配線と切る恐れがあるため、調整池水位が低下した場合には自動的に第2号導水路の流量を制限する必要がある。ところで宮下調整池の利用水深は現在3,000m（EL254.500m～251.500m）であるが、将来計画を考慮にいれて利用水深5,000m（EL254.500m～249.500m）とした場合のLWL249.500mでの第1、2号導水路の流入可能量を求めたところ、第1号導水路で172%、第2号導水路で73%となったが、安全をみて65%+155%=220%と取水するよう計画した。このように第1、2号導水路で異なる流量を取水するために、第2号水槽内に図-1に示すようなスラブおよび制水口を設け流量を制限することにした。すなわちLWL249.500mの場合の第1号導水路流量155%および第2号導水路流量65%時における損失落差を計算すると、それぞれ4.600m、1.000mとなることからその損失落差の差3.600mと同じロスとなるような制水口を置く必要がある。ただし制水口の大きさは、制水口の流量係数が形状によって変わるため計算では決めることができないが、目安として算出するために流量係数 $C_d=0.6$ として制水口面積を求めると $F_p=Q_p/C_d\sqrt{2gh}$

Q_p =制水口の通過流量(%) h =水位差(m)

$F_p=65/0.6\sqrt{2\times 9.8\times 3.6}=13.3\text{m}^2$ となる。ところが実際には、連絡トンネルの第2号水槽側にゲートを設置予定であったことから、このゲート孔が制水口として働くためこの面積約6.5 m^2 を差し引いて直径約3,000mの円形の制

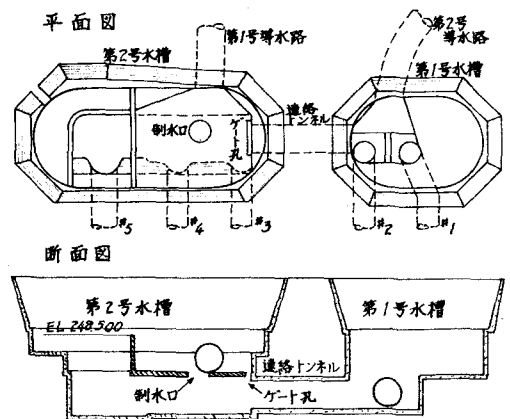


図-1 水槽改造図

水口が必要である。このように調整池水位が低下した場合には流量を制限する必要があるが、水位が上昇すればその必要はなく、むしろ第1号導水路の流入量が多く摩擦損失が大きく不利となるため、第1、2号導水路の流量の差を少なくするよう第2号水槽内に越流堰を設けて、調整池水位が上昇すれば越流堰から第2号水槽開口部に越流が行われ水位差を小さくするようにした。この堰高は調整池水位LWL249.500mの場合の第2号導水路流量65%での損失落差が1.000mであるので、越流堰天端高をEL248.500mとした。

3 模型実験

前項の基本的な計画に基づき、制水口抵抗の形状や水槽内流況について模型実験によって調べた結果は次のとおりである。

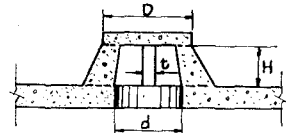


図-2 制水口の形状

1) 制水口形状および係数

円形制水口は水槽の中央部に設けることにしたが、水槽内に渦ができて空気が連行されることから、渦の発生を防ぐため図-2のような蓋を取付け、制水口の形状も3種類選んで実験した結果は表-1のとおりである。

形式	制水口直径(d)	蓋の直径(D)	びー高(H)	びー幅(b)	係数
I	3.000	6.000	2.000	0.600	0.646
II	〃	4.000	1.800	〃	0.564
III	〃	〃	1.500	〃	0.434

表-1 制水口形状および係数

ゲート孔は水槽の端にあり形が長方形であるため渦はできにくく流量係数を測定した結果0.6となった。(実際には、工事実施段階でゲートと連絡トンネル中央部に移したためゲート孔は必要でなくなったが、模型実験の係数を使用することおよび実物と模型との違いを調整することを考えると長方形の方が細工がしやすいため、円形と長方形の二つの制水口を置くことにした。)

2) 水槽内流況

第1、2号水槽とも、導水路よりの流れが水槽側壁に当たって水面が乱れる(図-3)ことから、第1号水槽については、鉄管各口上部に渦防止板を設けることにした。第2号水槽については、第2号導水路出口部と拡幅し流速を遅くして水槽内の流れをゆるやかにする方法をとった。また調整池水位が高いときに水槽内に流入した流れは越流堰を越流するようになるが、その流れが第2号水槽開口部を回流するようになり渦に発達するため、渦防止梁を設けることにした。



第1号水槽 第2号水槽
図-3 水槽流況図

4 水理計算

制水口形状の模型実験の結果から、第1、2号導水路の流量配分が所定の値となるよう、円形制水口は形式Iを、長方形制水口は幅1.000m、長さ6.250mとした。このことから調整池各水位に対しての各導水路の流入量を求めると図-4のようになる。つぎに水槽サージングについて図式計算によって全負荷遮断、半負荷急増等について検討した結果、調整池水位HWL254.500m時の全負荷瞬間遮断に対しては、最高水位が水槽天端より高くなることはないが、調整池水位WL250.000m以下の場合における半負荷急増を瞬間に行なうと、第2号導水路流量が過渡的に使用水量より多くなり、導水路各口より空気を連行することになる。これに対しての解析を行なった結果、調整池水位WL250.000m以下の場合、その水位に対する許容最大負荷の1/2から許容最大負荷までの増加時間を5分以上の漸増とすればよい。以上のとおり若干の運転規制はあるものの設計案が水理的に十分妥当であることを確かめた。

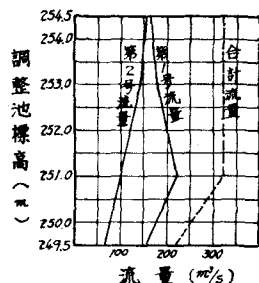


図-4 流量配分図

5 あとがき

以上の工事の実施にあたっては、既設構造物を増改築することから発電所の停止が伴うため、鋼材を使用し支保工および型枠替りとするほか、第5号水圧鉄管各口部に仮設盲蓋を設け、停止期間を極力短縮する施工法をとった。なおこのテーマの設計ならびに実験にあたっては、電力中央研究所各位のご指導ご協力をいただきましたことをご報告しますとともに厚くお礼申し上げます。