

# 放水路サージタンクの水利試験について

宮崎大学 助教授 ○吉 高 益 男  
九州電力宮崎支店 高 橋 英 雄

## はじめに

上椎葉発電所において放水路サージタンクのサージ波観測が行なわれたが、その結果は図-3のように時に異常な上昇水位がみられた。この原因として放水路末端に土砂が堆積し放水水位が設計より上回っているからではなからうかとみられた。このためあらためて開放時間1分間の時のサージ波を放水路末端水位（ここで放水水位と称す）をかえて計算してみたところ図-1のようになり、放水水位が低い方が上昇水位が高いという逆の結果がでた。

よってここで用いた放水路サージタンクの計算法が正しいか、そして図-1のようなことがありうるのか検討するため、宮崎大学水利実験室で水利実験を行なってきたのでここに報告する。

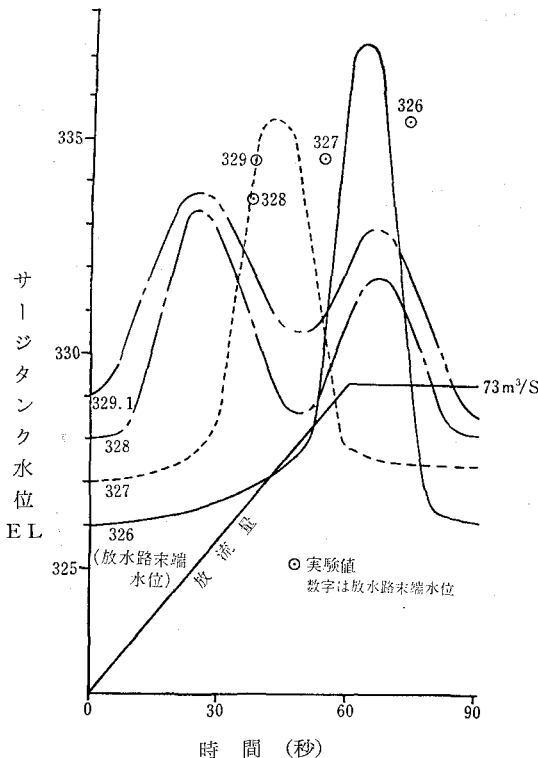


図-1 サージタンク水位曲線（計算値）

なおこの放水路ではドラフト管直後に約64mの曲線部をもつ放水庭があり、その後には382.7mのトンネルが連絡する。放水庭は最高点 EL. 328.500の暗渠で常時は満水していない。またトンネルは最高点 EL. 326.196で常時は圧力トンネルとなる。

## 実験方法

模型は木製及びブタン板製で1/40に作られた。開放は4"コックを使い、その特性を調べて手動で行なった。開放時間は0, 30, 60, 90, 120, 180秒の6種である。サージ波は目読によったので最高上昇水位しかとられなかった。放水水位は角落しでEL. 326, 327, 328, 329に調整したが、実験中水位は当然変化した。運転時は現地でも放水水位の変動があるのだが、その観測値がないので現地との相似はわからない。しかし第1のトップまでは放水水位は変化はなく計算とは相似性があると思われる、第2のトップは放水水位の変動のため相似性は不明である。

## 相似率

サージタンクの運動及び連続方程式性は

$$dv/dt = \frac{ZFCV^2}{L/g} \quad dz/dt = \frac{Q-f_v}{F}$$

であるから各相似率間の関係は

$$K_z = K_c K_v^2 \quad K_Q = K_v K_D^2 \quad K_t = K_R K_z / K_v$$

$$K_t = K_L K_v / K_z \quad K_R = K_F / K_f$$

Z, D, L, F, f, v, t, Q, C は高さ、直径、長さ、タンク水面積、トンネル断面積、流速、時間、流量、損失水頭係数を示し、Kは各項の相似率を示す。

模型寸法から  $K_z = K_D = K_L = 40$ ,  $K_R = 1$  であるから  $K_v = K_t = 6.325$ ,  $K_Q = 10120$ ,  $K_C = 1 \dots \dots \textcircled{A}$

73m³/s(90MW)のとき計算に用いた損失は1,227m、実験では放水庭始点と放水位間3.00cm(1.20m)放水庭末端と放水位間2.70cm(1.08m)となり、 $K_C$ が1よりやや大きい。模型に損失を附加する装置を作りえなかったので相似性が若干失われたが、傾向を知るのには差支えない程度と思われた。

今計算の  $h=0.141 v^2$  に対し、実験の  $h_m=0.123 v_m^2$  を使うと  $K_v = K_t = 5.89$ ,  $K_Q = 9420$ ,  $K_R = 0.865 \dots \textcircled{B}$  となりタンク水面積を大きくしなければならぬが、放水

庭を㊸により大きくすることは簡単にはできなかったの  
で、この報告では㊸により実験し換算している。

### 計算値と実験値との比較

放水路サージタンクで無負荷時に放水庭で満水してい  
ないとき、その水面変化が問題である。林公式は放水  
路の動水勾配は常に直線であり放水位を固定点としてそ  
のまわりに上下するとしたが、この場合放水庭が簡単  
な形でないので放水庭をもサージタンクと考え水面は水  
平に上下するとして計算した。計算値と実験値は図-1  
に示される。

図-1によると実験値のすべてが時間がおくれている  
が㊸、㊹の相似率からわかるように当然おいてくる筈  
である。また放水位 EL. 326, 327 は計算値より低く、  
328, 329は高くなっている。これも㊸、㊹から前者は実  
験流量が少なすぎた影響が強くあらわれ、後者は放水庭  
の余裕容積が小さいからサージタンク水面積が広げられ  
なかった影響が強くあらわれたのであろう。いづれも放  
水庭の模型製作誤差もある。

しかし計算値の傾向は実験値にもあらわれて、放水位  
がある程度低いと、放水庭の余裕面積が影響して最高上

昇水位はかえって増加する傾向を示した。

よって放水庭をサージタンクとみなした計算法は大体  
よいのではないかと思われる。

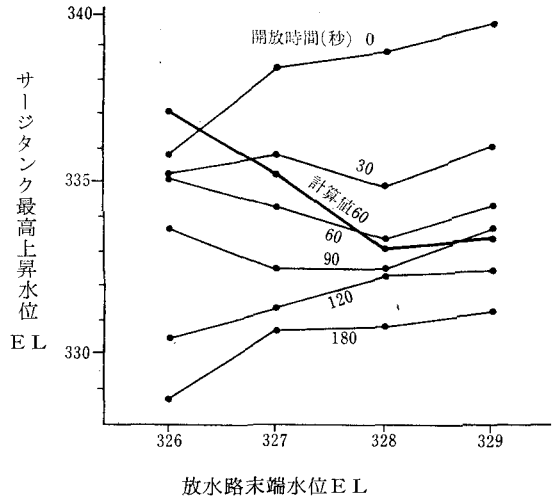


図 2 開放時間及び放水位とサージ  
タンク高 (実験値)

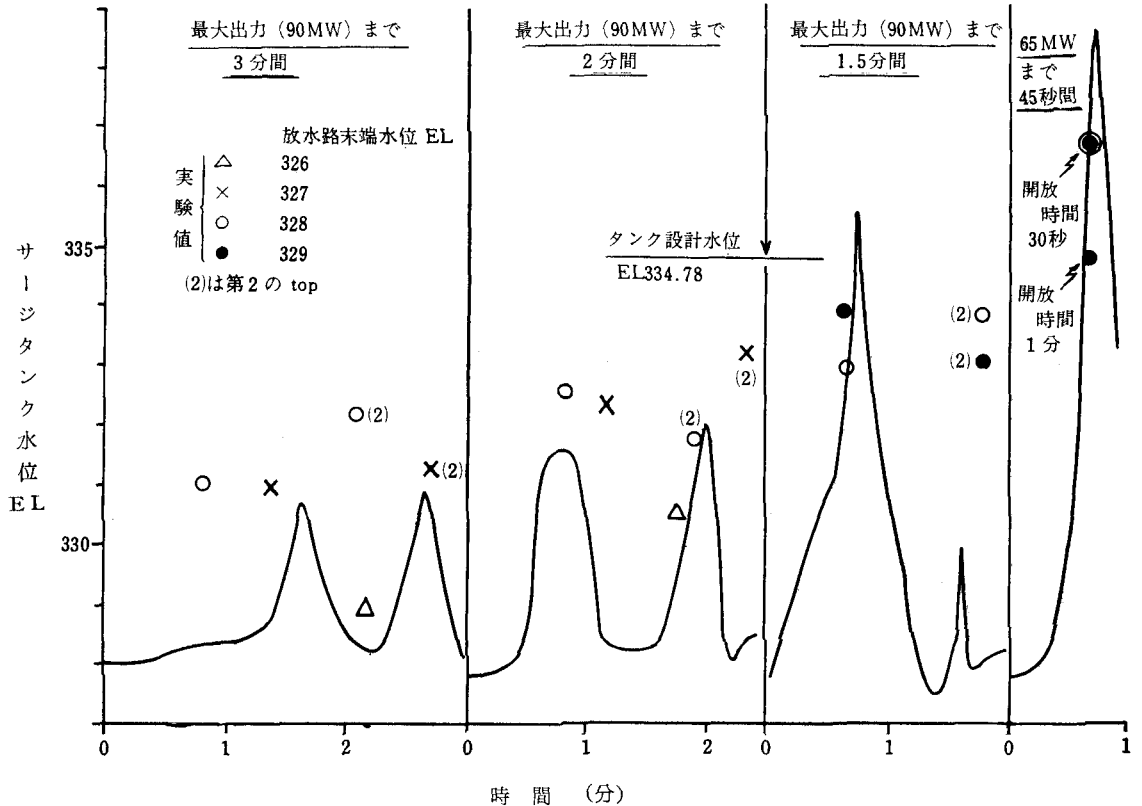


図-3 出力増加による実測サージタンク水位曲線及び実験値

## 開放時間の影響

開放時間をかえてみると図一2のようになる。0秒及び時間が長いときは放水位が高いときが上昇高も高いという常識的な結果がでる。しかし30秒～90秒のときはいづれともいえない。その理由として考えられることは、開放初期は流量がまだ少なく放水位が低いと放水庭の余裕容積が大きく水位上昇はわずかで、そのためトンネル内の水はなかなか加速されない。この加速があまり行なわれないときに最大放流量までなってしまうと水位上昇が急激にあらわれる。放水位が高いと放水庭余裕容積は小さいので早く水位が上昇し、加速もすみやかになされ、最大放流量に達しないうちにトンネル流速は最大となり、上昇水位は低めになると考えられる。開放時間が短いと当初からの加速状況はかわらず、放水庭余裕により当然放水位が高い方が上昇高は高く、開放時間が長いと最大放流量に達するまで充分加速されるからであろう。

いづれにせよ図一1のような状況は開放時間が問題であったことがわかり、開放時間と放水庭余裕容積との間になんらかの相関があるように思える。

## 現地実測値の検討

図一3の現地実測値に実験値を図示してみると、開放

時間が3分間のときは放水位 EL. 327 が、2分間では EL. 328, 1.5分間では EL. 329 が大体一致する。45秒間には実験の EL. 329 で30秒間 ( $73\text{m}^3/\text{s}$ :  $90\text{MW}$ ) が近い。これより現地実測は運転が次々に行なわれたので放水位が段々増加していたのではなかろうか。現地踏査では無負荷時と全負荷時とで放水位の差は2m位はあると思われた。

これより実験は現地を大体再現しているとみられ、上記の推論は大体正しいと考える。そして異常な上昇水位がみられたのはやはり放水位が設計時より高くなってきているためであると思われるとともに、開放時間が丁度そのような水位を誘起する時間にあっていたためとも考えられる。

## む す び

水理実験では比較的簡単なサージタンクの実験でも相似率の点から困難な問題があって実験値の精度がおちたことは残念だった。今後模型改造により精度の高い実験を行なってみたい。最後に実験に加勢された九電宮崎支店の諸氏に感謝いたします。