

水室調圧水槽における下部水室の設計に関する一考察(オ一報)

新日本技術コンサルタント

同 上
同 上
同 上

正員 工博 神月隆一
正員 工修 千秋賀弘
正員 工修 渡辺泰清
正員 工修 片山統雄

1 まえがき

一般にダム水路式発電所を計画設計する場合には圧力導水路と水圧鉄管との接合部に自由水面をもった調圧水槽を設ける。本報告は関西電力S発電所の水室型調圧水槽(上部および下部水室を有する)の模型実験において、負荷変化時下部水室に惹起された問題点について述べたものである。

(i) 従来の水室水槽の計算方法によれば、その最高水位および最低水位は水室を含めた水面積を有するものとして数値計算を行なって定めている。しかし中段水室を有する調圧水槽においては、シャフト水位が中段水室を通過するとき、その下降速度が大きければ、シャフト水位と水室水位とは一様に下降せずシャフト水位の方が先行し、水室からの水の追従が遅れて水脈が切れシャフトに落込み、水圧鉄管へ空気を連行する恐れのあることが報告されている。このような現象がS発電所の下部水室に起りはしないか。

(ii) S発電所の貯水池水位をLWLにすれば全負荷時のシャフト水位は下部水室中にあり、このとき全負荷遮断すれば下部水室に溜った空気塊は圧縮され、これが水室からシャフトへ噴出する瞬間に水室内にエアーハンマーが生起しないか。

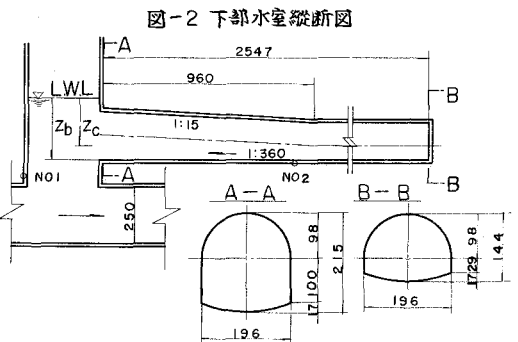
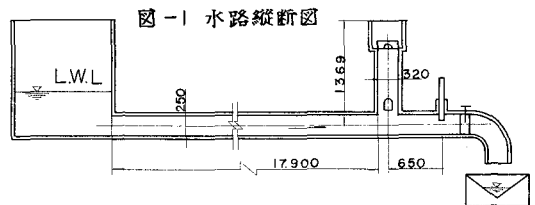
以上の問題点に対し模型実験により若干の考察を試みた。

2 実験設備および実験方法

実験設備は図-1・2に示す通りで模型の基本寸法は表-1に示される。これらの装置はいづれも塩化ビニール製とし、調圧水槽部分のみは現象観察に便なるよう透明とした。シャフトのサージング水位および水室のエアーハンマー値はそれぞれ図-1・2に示される水圧計No1・2で測定し、同時にサージングの最低水位は直接肉眼により読取った。負荷変化は調圧水槽下流に設けられた流量制御弁によって行なう。なお実験条件は表-2に示す。

表-1 模型の基本寸法

導水路の長さ: l	17.9 m	LWLと弁基部との高さ: H	72.4 cm
導水路断面積: f	490.2 cm ²	水室の幅: b	19.6 cm
シャフト断面積: F	804.3 cm ²	取水口の取付高さ: h	15.1 cm



3 実験結果とその考察

(i) サージング：半負荷から全負荷に増加した場合の実験（写真-1）によれば、サージングに伴うシャフト水位と水室水位とは最低水位時において不連続になり従来の水室計算法ではこの不連続性が考慮されていない。そこで著者らは水室からシャフトへの水量補給に対し、ダム決潰時の流量条件式が適用できるものとして、次のような計算を行なった。

$$\text{運動方程式: } \frac{\rho}{g} \frac{dv}{dt} = Z - \alpha v^2$$

$$\text{連続方程式: } F \frac{dZ}{dt} = Q - f v - g$$

水室からシャフトへの流量条件式：

$$g = 2bh\sqrt{gh} \left(\frac{Z_0 - Z}{h} \right) \left(1 - \sqrt{\frac{Z_0 - Z}{h}} \right), \quad Z_0 < Z < Z_c$$

$$g = \frac{8}{27} bh\sqrt{gh}, \quad Z_c < Z$$

弁の通過流量：

$$\frac{Q}{Q_0} = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{t}{T} \right) \sqrt{\frac{H_0 - Z}{H_0 - Z_0}} + \frac{t}{T} \sqrt{\frac{H_0 - Z}{H_0 - Z_c}}, \quad 0 < t < T$$

$$\frac{Q}{Q_0} = \sqrt{\frac{H_0 - Z}{H_0 - Z_c}}, \quad T < t$$

さて、サージングに因する実験結果および計算結果は図-3に示す通りである。これによれば、実験によるサージングの時間変化は水室型よりもむしろ単動型と同様の傾向を示し、その最低水位は水室型よりも低い。従って水室調圧水槽のサージング特性のうち最低水位を決定する場合には、従来の水室水槽の計算式よりも本計算式の方が妥当ではないかと思われる。なお他の条件の水室調圧水槽についても種々検討する予定である。

(ii) エア-ハンマー：全負荷時にシャフトの初期水位が下部水室内にあるとき瞬間遮断すれば、水室内の空気塊は圧縮されてこれがシャフトへ噴出する。その瞬間、下部水室内には図-4に示されるようなエア-ハンマー発生した。（写真-2）林教授（中大）の所論によれば、エア-ハンマーの最大値は前面水深の2倍となっていてこれとよく一致する。しかし前面水深が小さいときにも比較的大きいエア-ハンマーが発生しているので、この点について著者らは正の段波が水室内へ進行するものとして解析を行なってみた。その詳細については第2報で発表する予定である。

表-2 実験条件

諸 量	全負荷	半負荷
使用水量：Q	37.54 %	18.77
導水路内流速：v	76.47 cm/s	38.24
損失係数：α	0.003024	0.003024
シャフト初期水位：Z	17.7 cm	4.4
弁の開閉時間：T	0 sec	0.2

写真-1

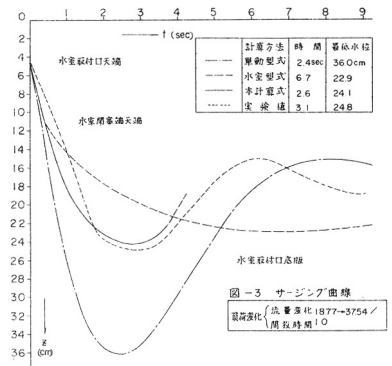


写真-2

