

早稲田大学 正員 米屋秀三

調整池の連絡水槽は、高負荷時には池から水を補給し、低負荷時には上流導水路の水をそのまま利用する目的で造られる。即ち連絡水槽があれば池の水位が低い場合にも、上流導水路の高い水位と取水位として大きな有効落差を利用することが出来る。しかし高負荷時には水門を開いて池から補給するため、連絡水槽の水位は池の水位まで降下する。従って上流導水路の水は連絡水槽の中に落下する状態になって、導水路と水槽との間の落差は完全に失われてしまう。そこで高負荷時の水力のこの損失を少くしめるために、一方法を考案しその実験的研究を行った。

その方法は導水路の水の持つエネルギーのうち導水路と池との落差に相当する部分を流速水頭に変えて温存し、この水と池の水とを併せて水圧管に送り込むものである。水圧管内部において流速水頭は再び圧力水頭に戻るのであるが、緩急二つの流れが混合するのであるから一部エネルギーの失われることは免れない(流れの断面積拡大による損失水頭の一つである)。具体的には図-1に示す様に水槽内の連絡水路の出口にノズルを設けて水圧管内部に吹き込む方法であって、その際に水路と水槽との落差 $h$ 、水圧管入口における射出水の流速 $v_i$ 、水槽補給水の流速 $v_0$ の間には次の関係が必要である。

$$h = \frac{1}{2g}(v_i^2 - v_0^2)$$

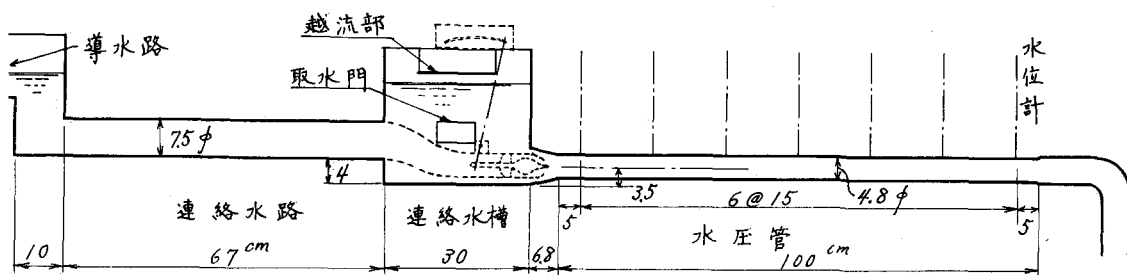


図-1

水圧管の流量を $Q$ 、上流導水路流量を $mQ$ とすると、池から補給される流量は $(1-m)Q$ である。水圧管の入口においてノズル射出水の最も収縮した箇所を断面I、水圧管の途中において緩急の流れが完全に混合した箇所を断面IIをとると、流れの連続性、運動、運動量の変化について次の方程式が成立つ。

$$\begin{aligned} Q &= v_i c \alpha A + v_0 (1 - c \alpha) A = v A \\ m \left( \frac{v_i^2}{2g} + \frac{p_i}{w_0} \right) + (1-m) \left( \frac{v_0^2}{2g} + \frac{p_i}{w_0} \right) &= \left( \frac{v^2}{2g} + \frac{p}{w_0} \right) + h_L \\ \frac{w_0 Q}{g} [m v_i + (1-m) v_0] + p_i A &= \frac{w_0 Q}{g} v + p A \end{aligned}$$

こゝに  $A$  = 水圧管断面積,  $v$  = 水圧管内流速,  $\alpha A$  = ノズル出口の断面積,  $C$  = 射出水の収縮係数,  $p_1$  = 断面 I の水圧,  $p$  = 断面 II の水圧である。また  $h_L$  は緩急流混合による損失水頭であつて, 前記の三つの式から解くと

$$h_L = m h - \frac{1}{2g} \left( \frac{Q}{A} \right)^2 \left[ 2m \left( \frac{m}{C\alpha} - \frac{1-m}{1-C\alpha} \right) - \left( 1 - \frac{1-m}{1-C\alpha} \right)^2 \right] = m h - \frac{\Delta p}{w_0}$$

となる。右辺の  $m h$  はノズルを設けない場合の損失落差であるから, この方法によつて  $\Delta p/w_0$  だけ落差を回収したことになる。

水理実験は利根川水系吾妻川にある東電原町発電所の模型を造つて行つた。模型の縮尺を  $3/200$  とし, 連絡水路, 連絡水槽, 水圧管の一部を透明樹脂で作し, 色素を流して水の運動を外から観察出来るものとした。ノズルについては, 出口の断面積を自由に變更得る

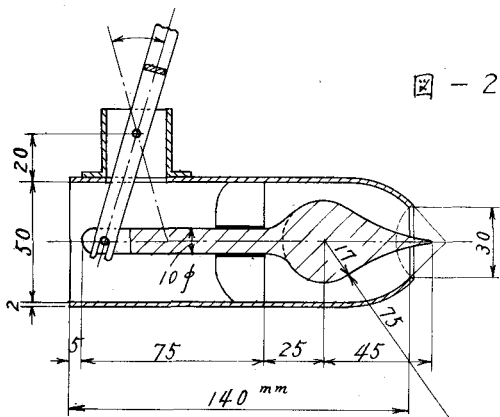
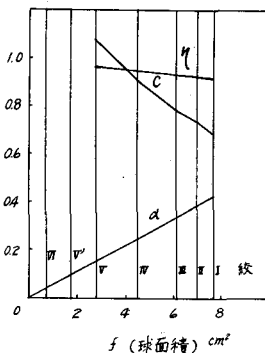


図 - 2



こと, 実際の構造物に適用し得ることを条件として調べた結果, 針状弁を有するペルトン水車のノズルを使用することになった。その型式は今日最も多く使用されている Reichel-Wagenbach

図 - 3

型とし, 寸法は図-2に示すものである。先づこのノズルの性能に関する予備実験を行つた。その結果は同図の右に示す効率  $\eta$ , 収縮係数  $C$  となつた。落差回収に関する実験において流量は, 実物のフルード数を一致せしめる様に求めた。実験は  $m = 0.1, 0.2 \dots 1.0$  の 10 種, 絞り I ~ V の 5 種, 水槽水位の高, 中の, 低の 3 種を組合せて度測可能な範囲で 66 種類行つた。その結果の一例を図-3に示したが, 他の度測もほぼこれと同一の可読である。

以上の結果から連絡水槽にノズルを挿入することによつて, 損失落差の一部を回収し得ることの明らかになつた。なお本研究は科学試験研究費補助金を受けて行つたものである。

