

II-144

揚水発電所の放水口における放流流速の均等化について

関西電力(株) 正員 藤田勝己 正員 永見光央
 (株)ニュージェック 正員 斎藤 憲
 関電興業(株) 正員 岩崎重一

1. まえがき

揚水発電所の放水口は、一般の放水口と水理現象が異なり、発電時と揚水時とで水流の方向が逆向きとなり、放水と取水の両機能を有する必要がある。放水時は流速が大きいとスクリーンの損傷が懸念されるため流速の低減を図る必要があり、取水時は空気吸い込み渦防止対策を図った水理設計を行わなければならない。

本研究は、揚水発電所の横型放水口を対象として、水理特性を模型実験手法により把握し、放流水の流速低減、すなわち均等化を図る目的で隔壁等の配置検討を実施した実験結果を報告する。

2. 実験内容

(1). 放水口基本形状

放水口形状は図-1のとおりであり、導水路トンネル径 $D=6.6\text{m}$ 、拡がり角度 $\theta=39^\circ$ 、分割数 $n=3$ 、開口断面幅 $B=7.0\text{m}\times 3=21\text{m}$ 、高さ $H=10.4\text{m}$ は固定値である。また、放水量 $Q_r=218\text{m}^3/\text{s}$ 、取水量 $Q_p=184\text{m}^3/\text{s}$ である。

(2). 実験装置および相似則

使用模型は、写真-1に示すように縮尺 $1/30$ で透明塩ビ板を用いて製作し、鋼製水槽(幅 $5.00\text{m}\times$ 長 $7.20\text{m}\times$ 高 1.20m)内に設置した。水理現象において、流水の拡散等流況に関しては重力の影響が支配的であるため、フルードの相似則($\lambda=1/30$)を用いた。

(3). 実験方法

実験は水位一定とした後、定常状態にてスクリーン部における流速を縦:1m、横:1.4m間隔にて計測した。放水、取水運転パターンの切替えは、配管のバルブ操作によって行い、流量は電磁流量計にて検量した。

模型実験は、隔壁配列を直線配置型(図-1)と複合配置型(図-3)とに分けて実施した。

なお、隔壁の先端位置は導水路トンネルより放水口漸拡部での管内流速を事前に計測し、偏流の見られない位置に決定している。

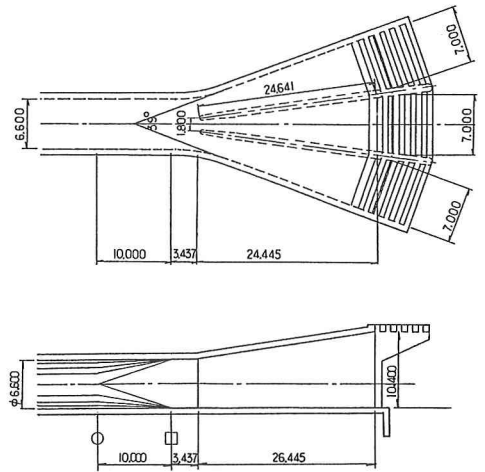


図-1 放水口形状(隔壁直線配置型)

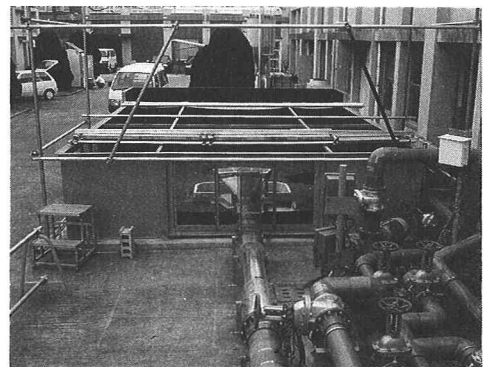


写真-1 実験装置

3. 実験結果

(1). 直線配置型

3分割されたスクリーン断面の通過流量が均等化された形状(図-1)において、発電時および揚水時における流速測定結果を基にスクリーン部の等流速線図を作成すると図-2の通りとなった。

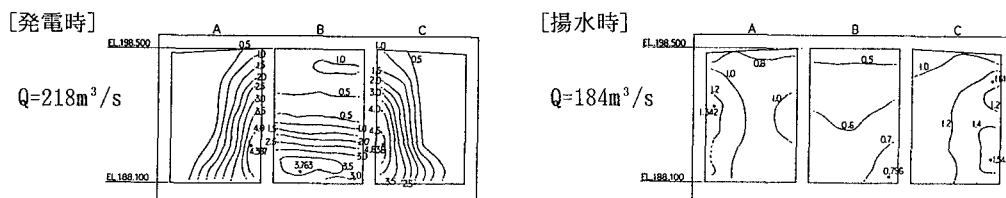


図-2 スクリーン部等流速線図(隔壁直線配置型)

揚水時については側壁部の流速が大きくなっているが特に問題となる流速ではない。発電時をみると主流線が中央部に集中しており、最大流速 $V_{max}=4.42\text{m/s}$ であり、管内流速 $V_0=6.37\text{m/s}$ との比、流速減退率(V_{max}/V_0)は0.69であった。

(2). 複合配置型

隔壁を直線配置とした放水口では中央部の流速が大きく水流の拡散・均等化が図られていなかった。この対策として隔壁をもう1枚追加して4分割とする方法も考えられたが、直線型の隔壁を前後に2分割し、その分割比および導水路側の隔壁の分散角度を調整することによって放流水の均等化を図ることとした。

隔壁配置を種々変化させた結果、図-3の形状とした時の発電時および揚水時の等流速線は図-4のようになり、発電時、揚水時とも直線配置型の放水口よりも最大流速が抑えられた結果となった。発電時でも最大流速は $V_{max}=3.22\text{m/s}$ で、直線型配置の約7割になり、流速低減率は0.51となった。この値($L/D=3.7$)は図-5に示した全国的设计例(参-1)に相当した。

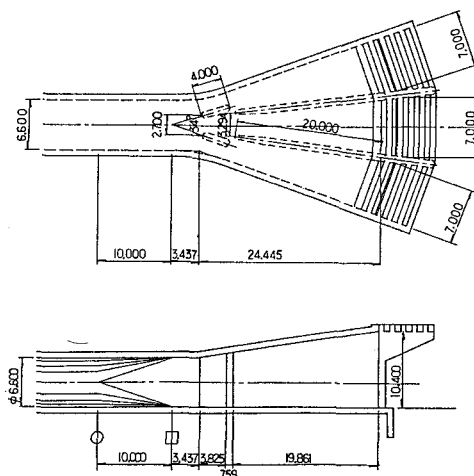


図-3 放水口形状(隔壁複合配置型)

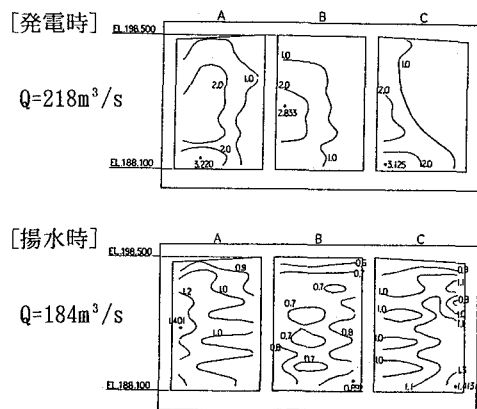


図-4 スクリーン部等流速線図(隔壁複合配置型)

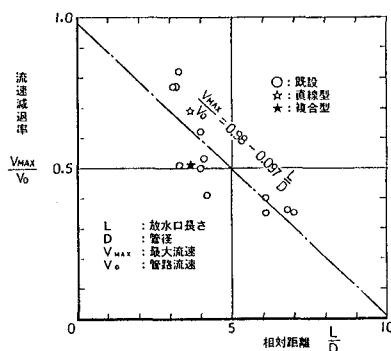


図-5 相対距離と流速減退率

4. おわりに

揚水発電所のモデル放水口を対象とした水理模型実験を行い、放水口の漸拡角度 39° に対して3分割構造で複合隔壁とすることで最大流速の低減、放流水の均等化が図られた。

参考文献 1). 福原華一：揚水発電所取・放水口の水理設計、電力土木No. 161, S54.7