

## II-185

## 取水口の空気混入渦に関する実験的研究（その1）－縮尺効果－

|                |     |       |
|----------------|-----|-------|
| 関電興業(株)土木部     | 正会員 | 岩崎 重一 |
| 関西電力(株)総合技術研究所 | 正会員 | 清田 治男 |
| 関西電力(株)総合技術研究所 | 正会員 | 仲津 直之 |
| 関電興業(株)土木部     |     | 鉢蠟 勉  |

## 1. はじめに

水力発電所のリフレッシュ計画の一つに既設設備を有効利用し、使用水量を増大することで出力の増強を計る場合、取水量の増加に伴い渦の発生による空気の吸い込みが見られ、発電能力の低下、エアーハンマー現象、キャビテーション等が問題となることがある。このため、問題解決の一手法としてフルード(Fr)則による水理実験がなされて来た。しかしながら、取水渦の模型実験においては確立された相似則が存在しないのが現状である。そこで、本報ではモデル取水口の空気混入渦のFr則に対する縮尺効果の存在ならびにその補正方法の一例を示す。

## 2. 実施内容

## (1)取水口諸元および実験装置

取水口形状は図-1に示す通りであり、取水管径： $\phi 6.553\text{m}$   
 被り水深： $H=11.73\sim 16.73\text{m}$ 、取水量： $Q=138\text{m}^3/\text{s}$ である。  
 模型は縮尺1/20で、透明塩ビ材を用いて再現した。

## (2)実機観察および実験方法

実機取水口内の流況を2mの浮子による軌跡追跡で観察した。渦の発生状況を8mmビデオカメラにて記録し、水面低下がハッキリと識別できる範囲を渦の径として計測した。また、渦の規模を図-2の様に分類し、発生時間割合を測定した。実機の観察時間は水位変化、流量変化が見られない時間として一条件につき20分間とした。

模型はポンプ循環にて、水位、流量を設定し、定常状態となった後、5分間観察した。なお、模型実験は実機条件をFr則に基づいて換算実施し、流量はFr則換算流量の1.0～2.2倍の範囲で変化させた。

## 3. 比較検討

## (1)取水流況

実機と模型との表面流況を対比して図-3に示す。左端の流線が若干違う他は非常に良く似た傾向を示し、流速値においても実機0.2m/s～0.6m/s、模型0.3m/s～0.4m/sと実機の方がバラツキは大きい、平均的には概ね一致している。また、取水口形状が扁平なので流線の間隔が不揃いになり、渦の発生し易い形状であると思われる。渦の発生範囲は概ね取水管上方右岸隅角部に限定されている。

## (2)渦発生状況

渦の径についての比較を図-4に示す。横軸は模型流量のFr則換算流量と実機流量との流量比であり、縦軸は模型渦径をFr

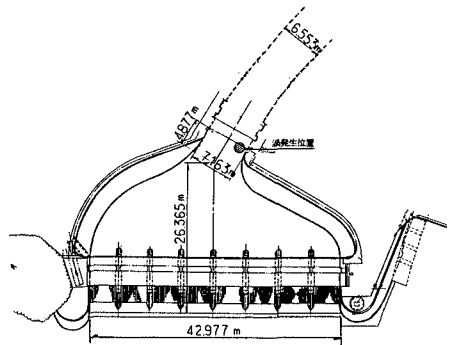
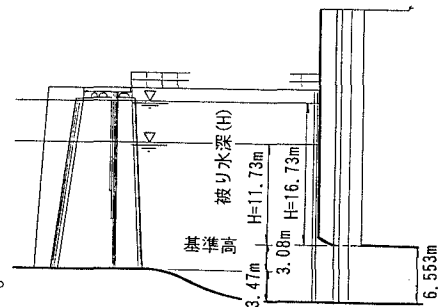


図-1 取水口形状

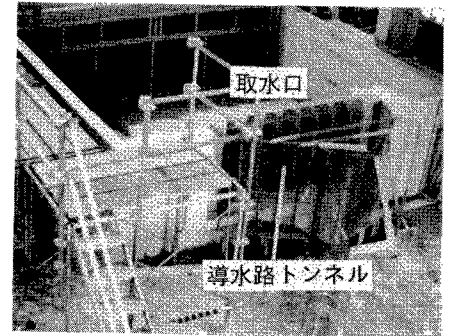


写真-1 取水口模型

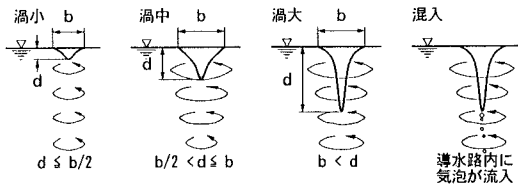


図-2 渦の規模

則換算した渦径と実機渦径との比である。模型のFr則換算流量( $Q_f$ )を1.6~2.0倍に加速した流量で実機に相当する渦径となり、1.8 $Q_f$ とした場合に相似性が高いことが判った。

渦の発生頻度についての結果を図-5に示す。縦軸の渦発生頻度は観察時間内における渦発生時間を百分率で示したものである。模型の1.0 $Q_f$ においては実機で見られた空気混入渦は見られず、2.0 $Q_f$ とした場合にほぼ空気混入の頻度が等しくなった。

### (3) 渦の評価法

以上のことから、流況、渦の発生位置に関してはFr則が良く適用できることが確認できた。しかし、実機と模型の渦の規模と発生頻度を等しくするにはFr則換算流量を1.8~2.0倍にする必要があることが判った。空気混入に着眼した場合、Fr則換算流量の2倍を採用して流量についての模型縮尺比に対する相似率を求めると、 $Q_m/Q_p = (L_m/L_p)^{2/3}$ となり、流入流線に偏流をみないような流れ場での相似則として荻原らが提唱しているウェーバー・レイノルズ( $We/Re$ )則での $Q_m/Q_p = (L_m/L_p)^{2/5}$ と慣性力と重力の比であるFr則での $Q_m/Q_p = (L_m/L_p)^{2/5}$ の中間的な値となった。

### 4. まとめ

実機と模型との渦を対比することでFr則では縮尺効果が見られた。今回実施した形状ケースで、渦を評価する場合、Fr則換算の2倍の流量を用いると相似性が高いことが判った。

今後、異なった取水口形状、異なった模型縮尺について検討を加え適用範囲の確認を行いたい。

#### 【引用文献】

- 1) 荻原能男：「空気吸い込み渦に関する研究」土木学会論文報告集 第215号1973.7

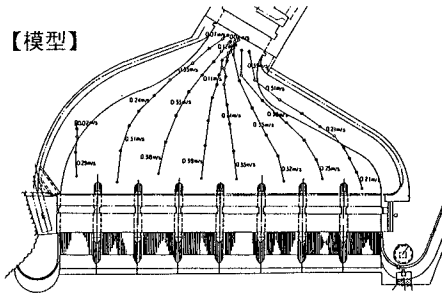
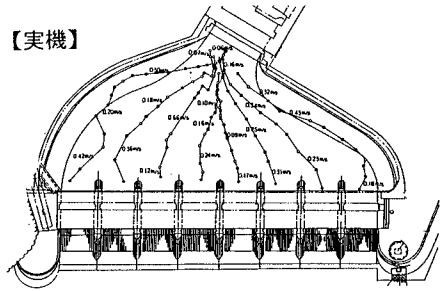


図-3 取水流況の比較  $Q=130\text{m}^3/\text{s}$   
 $H=11.9\text{m}$

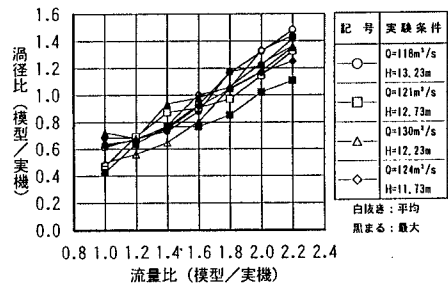


図-4 流量比と渦径の関係

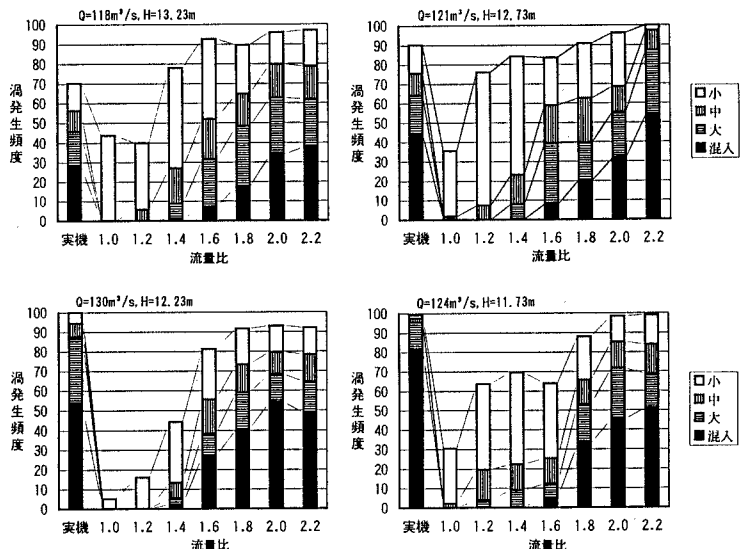


図-5 流量比と渦発生頻度の関係