

## II - 318

## 空気連行渦発生時における相似則の検討

中部電力（株）電力技術研究所 正員 ○渡辺 増美

後藤 孝臣

宮本 晋一

## 1. 研究の目的・概要

水力発電所の取水口あるいは水槽において、渦の発生による空気の流れが見受けられることがある。問題解決手法のひとつである水理実験に着目すると、フルードの相似則を適用して渦の検討を行う場合、模型が小さくなればなるほど水の粘性等の影響を受けて原型とは異なる状況（渦が発生しにくい状況）が生じる。本研究では、模型縮尺の異なる3つの模型を作成し、流速、被り水深、温度等をパラメータとした実験により、模型縮尺効果を把握した。さらに、現地調査を行い、模型による実験結果と現地観測との比較を行った。

## 2. 実験手順およびデータ整理手法

実験設備の概要を図-1に示す。これは取水口および調整池の一部を再現しており、模型縮尺は1/7.5、1/15、1/25である。流量については、フルードの相似則より求められる流量を基準に機械学会の相似則および流速一致等を参考に加速実験を行った。なお、今回の研究で観測された渦の状態を、「渦無し」「くぼみ渦」「空気吸込み渦」「連続渦」の4種類に分類した。観測時間は、模型縮尺に関係なく一律に5分とし、1秒ごとにその渦の状態を判定した。

次に目視観測記録の整理方法について述べる。渦の形態は時間的に変化する非定常現象であり、さらに判定者によるバラツキもしばしば見受けられる。また判定基準として、観測時間中に数回空気吸込み渦が発生している状態で、その発生境界線の判定を行いたい。このため本研究においては、観測その他10%の誤差をあらかじめ仮定し、表-1に示す「ランク」に分類することにした。

## 3. 実験結果および現地観測結果

まず、図-2に1/25縮尺の夏季の渦発生境界線を示す。一般に水力発電所の取水口

においては、空気吸込み渦が重要と考えられるので、ランク

2の□とランク

3の△の間で、

渦発生境界を線

引きした。図-

3は水温の違い

による空気吸

込み渦の発生境

界線を示してい

る。なお、夏季、

そのプロット図 (1/25)

図-2 渦発生境界線と

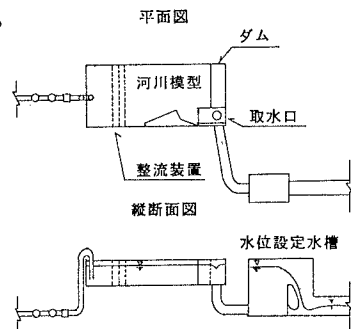


図-1 実験設備概要図

表-1 目視観測のランク表

|      |                                       |   |
|------|---------------------------------------|---|
| ランク1 | 1回の目視観測において、「渦無し」の占める割合が90%以上の場合      | ◇ |
| ランク2 | 同じく「渦無し」「くぼみ渦」の占める割合が90%以上の場合         | □ |
| ランク3 | 同じく「渦無し」「くぼみ渦」「空気吸込み渦」の占める割合が90%以上の場合 | △ |
| ランク4 | ランク1、ランク2、ランク3以外の場合                   | × |

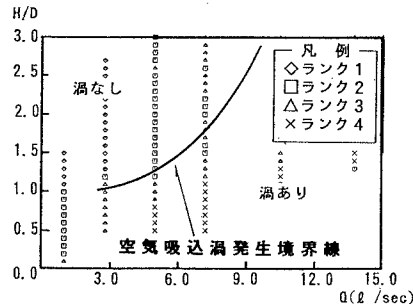


図-2 渦発生境界線と

そのプロット図 (1/25)

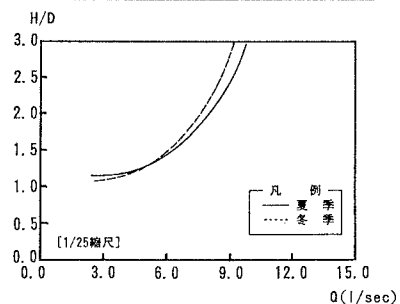


図-3 水温の違いによる空気

吸込み渦発生境界線

冬季の線引きについては水温がセ氏15度を境に区別している。一般に夏期の方が水の粘性の低下から渦ができやすいと考えられている。しかし、図-3では、特に小流量時において、夏季、冬季の空気吸込み渦発生境界はよく一致している。これは、水の粘性による影響以上に地形による偏流や乱れの影響が支配的になっていると思われる。次に各相似則についてこの渦発生境界線を適用した結果を示す。図-4にフルードの相似則の適用を示す。また、図-5に中国電力（株）提案の相似則を示す。この相似則は被り水深比に対して、無次元量を算出するための換算指数を変化させる手法である。図-4、図-5、共に模型縮尺ごとの渦発生境界線は類似傾向にあるが、模型による影響は若干残ると考えられる。さらに、機械学会の相似則を適用した場合を示す。機械学会の相似則を次に示す。

$$\left(\frac{V_p}{V_m}\right) = \left(\frac{L_p}{L_m}\right)^{0.2}$$

図-6はその適用結果を示すが、これまでの相似則の中では最も縮尺による相違はなく、適合性が良いという結果が得られた。さらに現地観測の結果を表-2に示す。現地調整池では、地形や流入河川の影響から、渦が2つできる場合もある。図-6の模型実験の結果と表-2の現地観測の結果を比較すると概ね渦ができるできないの判定は適合していると思われる。

#### 4. まとめ

本研究においては、当社の水力発電所をモデルに、模型実験を行い、渦の模型縮尺効果について検討した。さらに現地調査を進め、模型と現地との比較を行った。その結果、空気吸込み渦発生時の相似則では、機械学会が推奨する相検討相似則が最も適合することが得られ、さらに現地での適合性についてもある程度確認できた。今後は、現地観測における、取水バタ

ーンや被り水深のデータを増やし、模型実験で得られた結果の適合性の範囲を確認する必要がある。

表-2 現地観測結果

| 取水流量(t) | H/D  | 渦の数 | 渦の大きさ(m) |
|---------|------|-----|----------|
| 8.6     | 0.78 | 2   | 1.0, 1.7 |
|         | 0.68 | 1   | 2.0      |
| 7.9     | 0.78 | 2   | 0.8, 1.2 |
|         | 0.68 | 1   | 1.8      |
| 6.8     | 0.78 | 2   | 0.5, 1.0 |
|         | 0.68 | 1   | 1.7      |
| 5.6     | 0.78 | 2   | 0.5, 0.7 |
|         | 0.68 | 2   | 1.5, 0.6 |

#### [参考文献]

平岡順次・岡川一義：発電所水路系における空気吸込渦に関する研究、中国電力技研 時報No. 77 1991.3 pp. 75-85

（社）日本機械学会編：ポンプの吸込水槽の模型試験法 1984.1 pp. 3-4

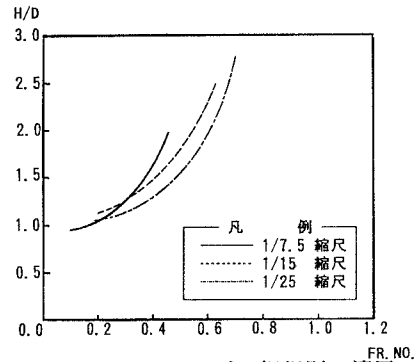


図-4 フルードの相似則の適用

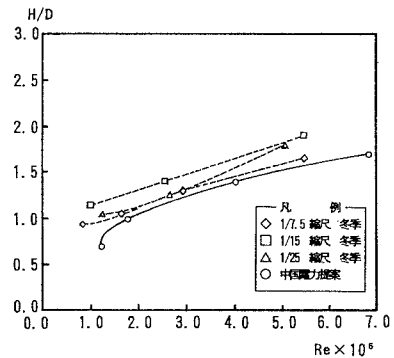


図-5 中国電力（株）提案の相似則

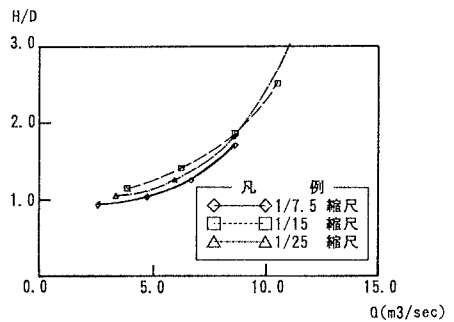


図-6 機械学会の相似則の検討