

II-211

矢木沢発電所取水塔スクリーンの振動に関する研究

川崎重工業（株） 正員 門屋大二 川崎重工業（株） 正員 裾本龍雄
東京電力（株） 梅島仙次郎 川崎重工業（株） 西村正弘

1. はじめに

揚水発電所の取水塔スクリーンについては、これまでいくつかの研究報告があるように、スクリーン振動の問題を検討しておく必要がある。東京電力矢木沢発電所では、スクリーン取替えに際し、スクリーン周りの水理特性とスクリーン構成部材のカルマン渦特性を把握するための模型実験を行い、さらに現地計測をするという検討業務が実施された。一連の水理実験の結果、発電・揚水などの運転条件や取水塔スクリーン形状の影響を受けて多様に变化するスクリーン通過流速と、スクリーンに働く揚力・交番揚力などが求められた。本報告は、これら一連の水理実験に関するものである。

2. 実験方法

本スクリーンは3基が比較的接近した位置にあること、円錐台形状であること、発電・揚水などの運転条件により独特の水理特性をもつことが予想された。これらを考慮して実験は表1に示す目的別に、図1, 2, 3に示す装置を使って実施した。括弧内寸法は実機寸法を示す。

表1 スクリーン模型実験の種類

実験種別	目的	縮尺	計測項目
①取水口全体模型実験	3基のスクリーンを含む全体としての流れ確認	1/60	流量・流速・流況
②スクリーン全体模型実験	1基のスクリーン周りの流れ確認	1/20	同上
③揚力計測実験	揚力・交番揚力係数、ストローハル数	2（部分模型）	同上、ひずみ

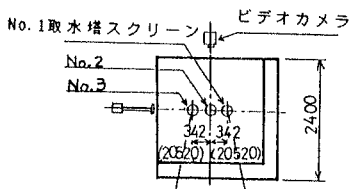


図1. 取水口全体模型実験装置平面図

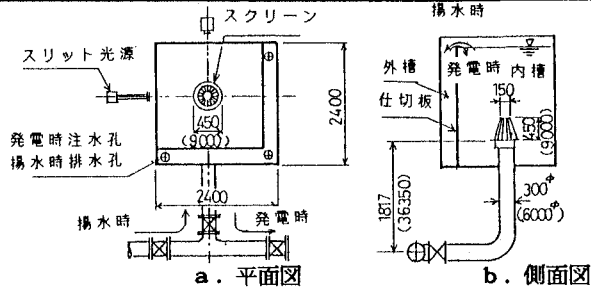


図2. スクリーン全体模型実験装置図

3. 実験結果

(1) 取水口全体模型実験結果

3基の取水口同時使用時において揚水発電時とも干渉はほとんど見られず、図4に示すように、各スクリーンの流れは、独立した個々のスクリーンとして扱っても差支えないことが確かめられた。

(2) スクリーン全体模型による実験結果

実験に用いた負荷は揚水の場合、40%、60%、80%、100%、発電の場合、25%、60%、75%、100%として実験を行ない、スクリーンの内部、スクリーン前後、スクリーン上方部の流速を詳細に計測した。揚水時のスクリーンを通過する流速は、図5に示すようにゆっくりした周期で大きく変動している。管内平均流速を V 。とすると、揚水時、頂部スクリーンを通過する流速は、 $V \sim 0$ まで変動し、側部スクリーンでは、 $0.6V \sim 0$ 程度であった。発電時は、スクリーン頂部では、 $0.1V$ 程度、スクリーン下部では $0.5V$ 程度である。スクリーン各部における平均流速の1例をあげれば図6 a, bに示す通りである。揚水時は頂部スクリーンの流速が最も大きく、

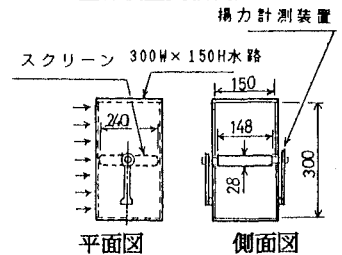


図3. 揚力計測実験装置図

側部では上部程大きく、下部からは殆んど流出しない。発電時は、頂部の流れは殆んど見られず、側部スクリーンの下部の流速が大きい。このような計測の結果、瞬間最大流速としては、1.0 V. 程度、平均最大流速としては、0.7 V. 程度が得られた。実機計測結果では、模型実験結果と全体的に良く整合していることが確かめられた。揚水60%負荷時に頂部スクリーンで最大1.4 V.、平均流速で1.1 V. となり、模型実験結果より大きめの値が得られた。発電負荷100%時にスクリーン下部で最大流速で0.43 V.、平均流速で0.41 V. が得られており貴重な実機データを取得することができた。

(3) 揚力計測実験結果

図7に揚力と交番揚力の関係を示す。図8に、揚力の時刻歴変化とそのフーリエスペクトルの1例を示す。一連の実験結果から求められた揚力係数は、0~3.0、交番揚力係数は0.01~0.05であった。ストローハル数は、0.29が求められた。これらの数値を使って、応力検討、疲労検討などが実施された。

4. まとめ

矢木沢発電所取水塔新スクリーンは、本研究を含めた検討を経て、取替え工事を完了している。実機を使った流速計測も行われ、本実験研究で予測された流況とほぼ同じような流れであることが確かめられている。

5. 参考文献

- ①是枝：揚水式発電所の取放水口スクリーンおよび放水路ゲートの設計における水理的問題 1975.
- ②福原：揚水発電所取・放水口の水利設計 1979.
- ③高見，角本：新成羽川発電所放水口スクリーンの流速および振動について 1979.
- ④三谷，斎藤，明田：スクリーンの振動解析について 1981
- ⑤B. J. Pennino: Prediction of flow-induced forces and vibrations 1981

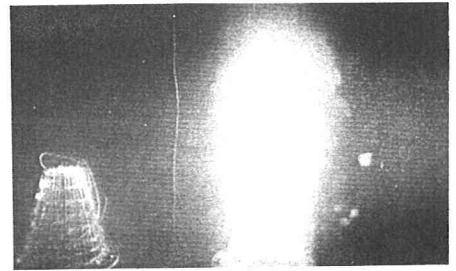


図4. 取水口全体模型実験流況(100% 揚水時)

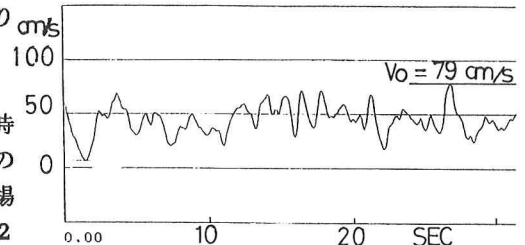


図5. 流速の時刻歴変化(100% 揚水時)

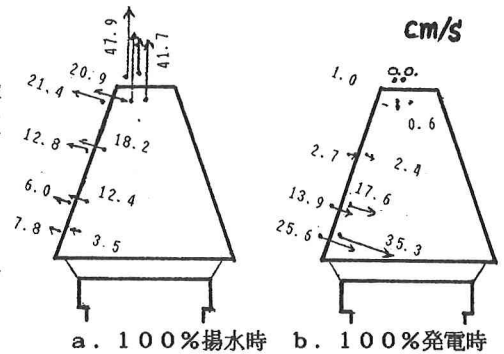


図6. 平均流速分布

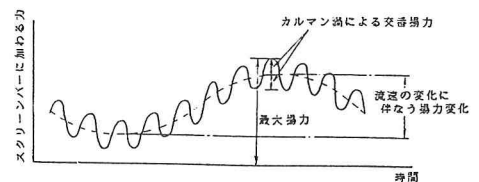


図7. 揚力と交番揚力

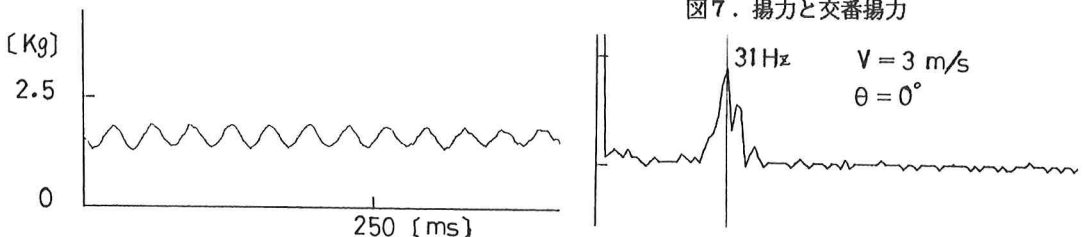


図8. 揚力の時刻歴変化とフーリエスペクトル