

複数配列した制水口型放水槽の抵抗特性に関する実験的研究

電源開発(株) 技術開発センター茅ヶ崎研究所 ○正会員 川崎 昌三
正会員 新庄 高久

1. 概要

汽力発電所の放水路系での発泡原因の一つに、堰上げ滝落しによる激しい水面擾乱が挙げられる。最近の汽力発電所では、水面擾乱による発泡を防止するため、制水口型放水槽を採用することがある¹⁾。

制水口型放水槽を採用する場合、ポンプ起動・停止時のサージングを検討する必要がある、このためには、放水槽開口部の抵抗特性を適切に評価することが重要となる。

著者らは、放水槽が単独で配置された場合の開口部抵抗特性を、円筒型の制水口型サージタンクの抵抗特性を評価する藤本の理論²⁾を用いて評価できることを示したが³⁾、実構造物では、図-1に示すように複数の放水槽が配列されることがあり、このような場合においても単独配置と同様の扱いが可能であるかは不明であった。

本実験的研究は、複数配列した放水槽の制水口部におけるサージング時抵抗特性を実験的に検討・評価したものである。

2. 制水口型放水槽

制水口型放水槽は、図-1に示すように、上部水槽と下部水槽とが制水口により連結されたものである。

通常運転時は下部水槽を放流水が流下し、ポンプ起動・停止時には上部水槽と下部水槽を放流水が移動し、サージタンクとしての役割を果たす。

3. 実験内容

実験は、図-2.1に示すように放水槽模型を水槽内に設置し、図-2.2のように、アップサージ(下部水槽⇒上部水槽)およびダウンサージ(上部水槽⇒下部水槽)を再現し、その際の上下水槽間の水頭差を計測したものである。

制水口における抵抗特性は、式(1)で定められる流量係数により評価した。

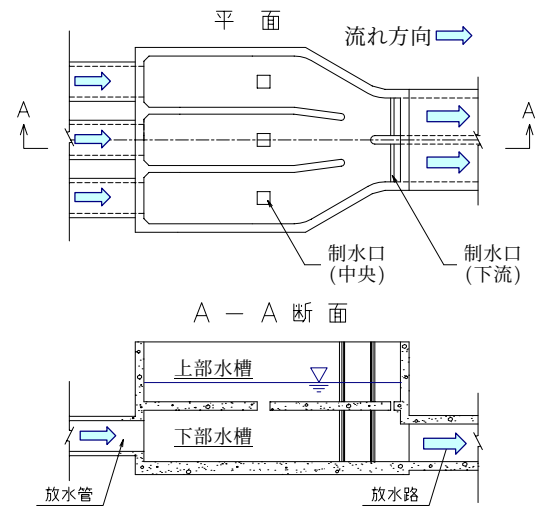


図-1 制水口型放水槽概念図

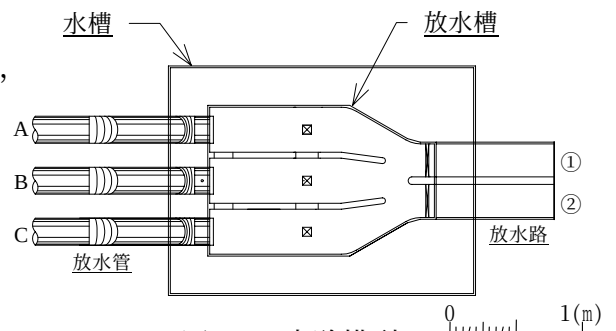


図-2.1 実験模型

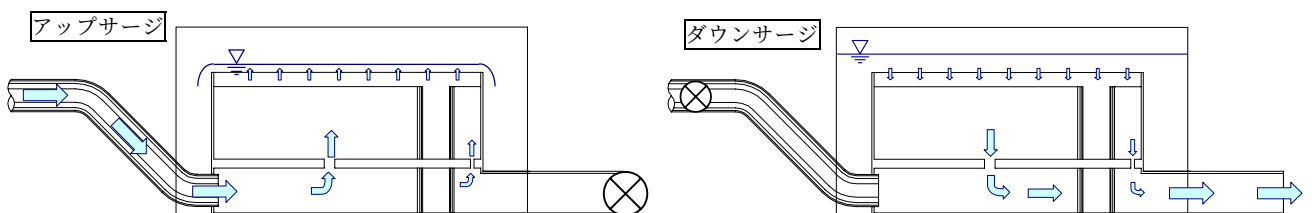


図-2.2 アップサージおよびダウンサージ

キーワード：制水口型放水槽、水理模型実験、流量係数

連絡先：電源開発(株) 技術開発センター 茅ヶ崎研究所 環境科学研究室 0467-87-1211 (代表)

$$Cd = \frac{Q_p}{F_p \sqrt{2gk}} \quad \dots \text{式(1)}$$

Cd : 制水口流量係数, Q_p : 制水口通過流量 [m^3/sec], F_p : 制水口合計面積 [m^2], g : 重力加速度 $9.8[m/sec^2]$,
 k : 水頭差 $|H_1 - H_2|$ [m] (H_1, H_2 は上部水槽, 下部水槽のピエゾ水頭)

アップサージは, 放水管 A, B, C からの均等流入および A または B からの単独流入, ダウンサージは, 放水路①, ②からの均等流出とした. 実験は複数流量で行い, Cd 値は各流量で算出した値の平均値とした.

4. 実験結果

制水口(中央)の面積を変化させた場合の Cd 値と, 藤本の理論に基づき算定した Cd 値を図-3.1 に示す. ここで, 制水口面積は, 開口率=(制水口合計面積)/(放水槽水室合計面積)として表している.

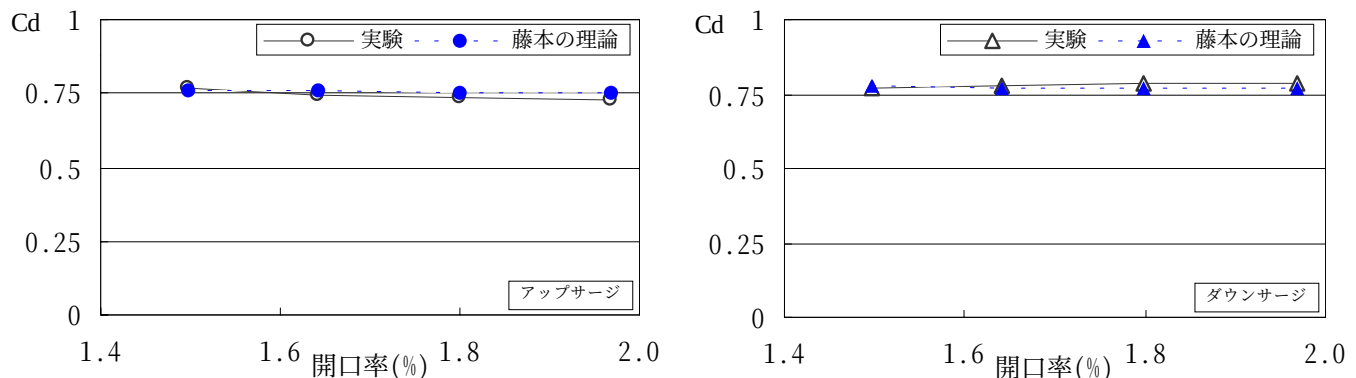


図-3.1 アップサージ(均等流入)およびダウンサージ(均等流出)の Cd 値

今回の実験条件では, アップサージおよびダウンサージでの Cd 値は, 藤本の理論から算出される Cd 値とほぼ同値となった. これは, 複数配列した放水槽の制水口抵抗も, T 分岐・断面急変・壁面摩擦の組合せから成り, 水槽面積, 制水口面積を合計した単独配置の放水槽と同じ性能を持つためと考えられる.

単独流入での結果を図-3.2 に示す. Cd 値は A, B, C 均等流入での値とほぼ同値である. これは, 流入条件が変わっても, 各々の下部水槽内圧力分布が一様であるためと考えられる.

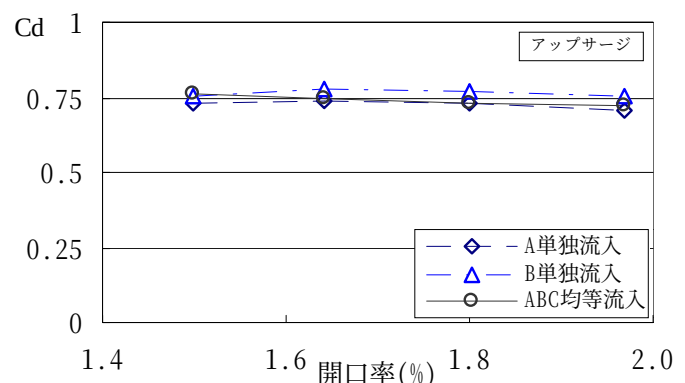


図-3.2 単独流入の Cd 値

5. まとめ

本実験的研究により以下の知見が得られた.

- ・ 複数配列した制水口型放水槽の抵抗特性は, 放水槽を単独で配置した場合と同様に, 藤本の理論を用いて評価できると考えられる. 前報³⁾の単独配置の場合は, 藤本の理論から算定される Cd 値を低減させる必要があったが, 今回の実験条件では藤本の理論とほぼ同値となった. 藤本の理論による Cd 値の補正の要否は, 放水槽形状や配列等の条件によると考えられる.
- ・ アップサージの場合, 均等流入と単独流入とで Cd 値は同様に扱うことができる.

(参考文献) 1) 加藤・喜多村: 発電所における制水口型放水槽の水理特性に関する研究, 土木学会第 28 回関東支部技術研究発表会(2001.3) 2) 藤野・芳賀・橋本: 奥清津第二発電所の調圧水槽のサージングおよび水撃圧の検討ーその 1. 水理模型実験による制水口流量係数の推定ーNo.263 電力土木(1996.5) 3) 川崎・喜多村: 制水口型放水槽の抵抗特性に関する実験的研究, 土木学会第 29 回関東支部技術研究発表会 (2002.3)