

放水路の気泡混入対策に関する実験的検討

大成建設株式会社 正会員 ○古田 敦史
 大成建設株式会社 正会員 織田 幸伸
 鹿島共同火力株式会社 大野 博正

1. はじめに

発電所等の放水路では、施設配置の制約から上・下流端の設置高さが異なり、その高さの相違から途中で放水槽を設置する場合がある。このような放水槽は堰上げ形状となるため、滝落しにより空気が混入する。下流側の放水路に混入した空気が流れ込むと、発生した泡が海域へ流出し景観を損ねたり、全体の流れを障害し抵抗が増大する可能性がある。そこで、いくつかの対策案について水理実験を実施し、空気混入を防止する有効な構造を検討した。

2. 実験概要

実験は、模型縮尺を1/8.9とし、水槽内に片面をガラス面とする幅4m(模型換算449mm)の放水槽を合板の仕切り壁によって作成して実施した。流量は $Q=8.54\text{m}^3/\text{s}$ (模型換算値 $0.0361\text{m}^3/\text{s}$)とし、下流側放水路の水位(底板基準)を、潮位および流量変化による下流側損失水頭の変動を考慮し、①2.620m、②3.209m、③4.100m④4.621mの4ケースとした(以降、全て実機換算値で示す)。図1に示す装置により気泡量を計測し、空気混入の防止効果を評価した。ただし、気泡の混入については相似則が成り立たないため、定性的な比較検討とした。したがって、気泡混入量については、測定値をそのまま示す。

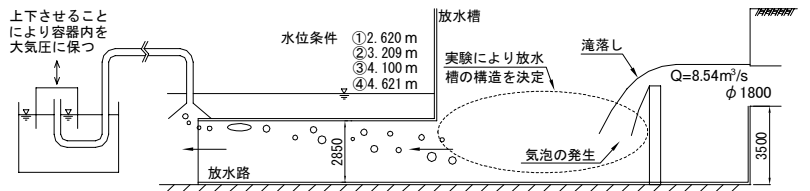


図1 実験模型概略図

3. 基本形状検討実験(実験1)

発泡防止対策としては、福原¹⁾の分類、提言している対策案が一般的である。本研究ではこれを参考に、図2に示す4つの案について検討した。実験1では、これらの案の各形状寸法を変えながら、各案における最適形状を決定した。図2に示す寸法は実験により求めた各形状案での最適値である。

それぞれの形状の特徴を以下に列挙する。

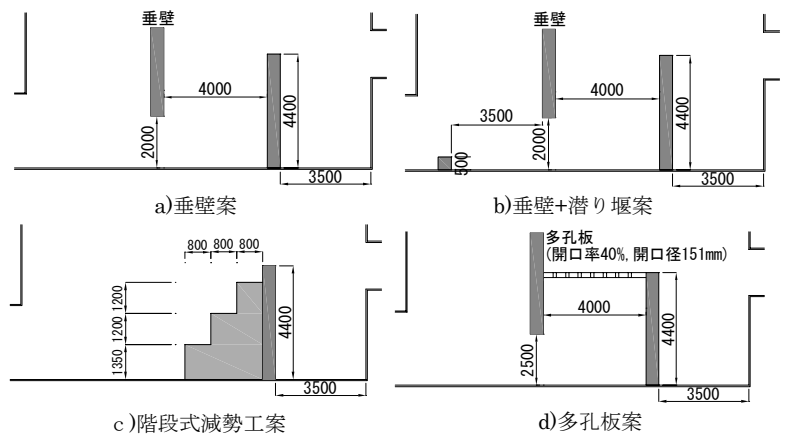


図2 各形状案 概略図

- a) 垂壁案：越流堰の下流側に垂壁を設置することにより、気泡混入の比較的少ない下層の水を流下させる。
- b) 垂壁+潜り堰案：a)の下流側に潜り堰を設置することにより、気泡の上昇を助長する。
- c) 階段式減勢工案：堰の下流側に階段式減勢工を設置し、滝落しの勢いを小さくし、空気の混入量を低減する。
- d) 多孔板設置案：多孔板により流れを分散させ、空気の混入量を低減する。また、水塊の突入による水平流速を抑制する。

各形状案の最適形状での気泡混入量を図3に示す。形状案a), b)は、気泡の流下を低減させる一定の効果があるものの、特に

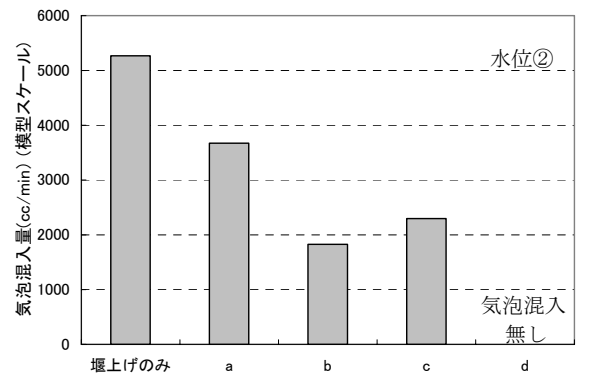


図3 各形状案の気泡混入量の比較

キーワード 放水路 気泡 放水槽

連絡先〒245-005 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町 245-0051 大成建設(株)技術センター TEL045-814-7234

下流側の水深が小さい場合に効果が十分でなかった。c)では、気泡の発生が少なくなるが、水平流速が大きくなり、これにより気泡の流下が助長される結果となった。d)が最も効果的で気泡の混入を完全に防止できることが分かった。

4. 多孔板設置案を対象とした最適形状検討実験(実験2)

実験1により、多孔板設置案が最適と判断できたが、実験を通して下記に示すいくつかの課題が確認されたため、その対策について追加実験により検討した。

1) 分離垂壁案の検討

多孔板下に気泡が多く発生する場合、ある一定間隔で水面から空気を直接多孔板下に吸込む現象が発生した。これは、多孔板下の空気が気泡として流下することにより、多孔板下の気圧が低下して、吸込みが発生すると考えられた。またこれにより、多孔板下の水位も上昇した。そこで、多孔板直下の圧力を大気開放する目的で、垂壁を分離した図4に示す分離垂壁案を考案した。

実験の結果、垂壁を分離することにより多孔板直下を大気開放することができ、多孔板上に発生していた吸込みを防止できることが確認できた。なお、分離隔L4について距離を変えて実験を実施したが、その効果はいずれも同等であった。

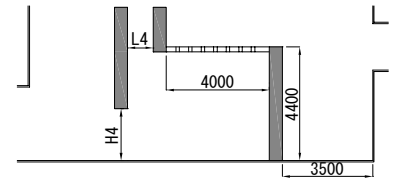


図4 分離垂壁案概略図

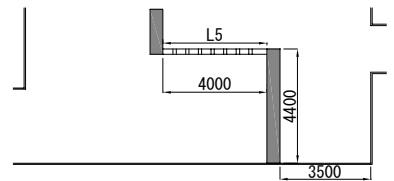


図5 開口率,開口径の検討概略図

2) 開口率, 開口径の検討

気泡がある程度流下するように垂壁を取り除き、最適な開口率と開口径を検討する実験を行なった。図5に開口率, 開口径の検討概略図を示す。実験は、L5を3.0, 4.0m, 開口率を30%, 40%, 開口径をφ151, φ214mmに変化させて行なった。

実験の結果を図6に示す。開口径φ151mmのケースでは開口率とL5の気泡混入量への影響は小さかった、一方、開口径φ214mmのケースでは、気泡混入量はL5=4mの方が小さかった。また、開口率30%と40%の差異は小さいが、40%の場合、下流側の孔の一部に吸込み渦が断続的に発生した。

以上の結果から、最も気泡混合量が少ない開口径φ214mm, 開口率30%, L5=4.0mのケースを最適形状とした。

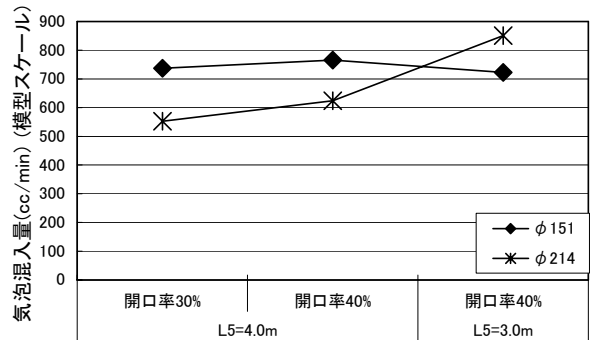


図6 開口率の変化における気泡混入量



写真1 垂壁先端形状の対策効果

3) 垂壁先端形状の検討

垂壁の先端形状が矩形の場合、垂壁先端に空気溜りが発生し、その空気溜りが大きな塊となり下流側の水面に湧き出し、写真1 a)に示すように水面が大きく上下する現象が生じた。そこで、図7に示すように空気溜りの発生を防止するため垂壁先端を楔形としたところ、空気溜りの発生は無く写真1 b)に示すように下流側の水面が安定した。

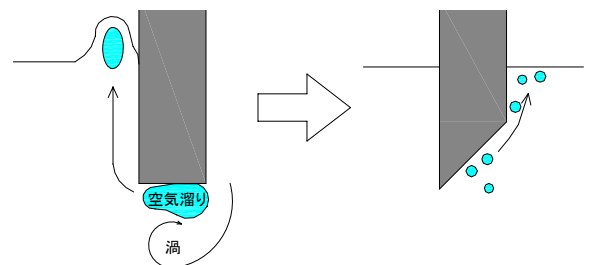


図7 垂壁先端形状イメージ図

5. まとめ

水理実験により、放水槽内の気泡の流下を防止する有効な構造を検討した。図8に、本実験に基づいて提案した放水槽最適形状案を示す。放水槽最適形状案は開口率30%の多孔板を設置し、多孔板下面を大気開放するため、垂壁分離形状とした。

参考文献

1) 福原華一, 復水器冷却水路の発泡防止対策設計, 電力中央研究所報告, NO. U90021, 平成2年

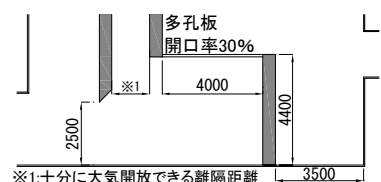


図8 放水槽最適形状案