

マイクロバブル技術によるダム水質改善に関する実証試験結果

中国電力(株) 正会員 ○岸田 直人, 吉原 功, 川上万由佳
中電技術コンサルタント(株) 正会員 山原 康嗣

1. はじめに

中国電力(株)立岩ダムは、広島県西部の太田川最上流域に位置する高さ 67.43m、総貯水容量 17.2 百万 m^3 の発電専用ダムである。本ダムでは、近年発電放流水が茶褐色に変色する「着色現象」が見られるようになった。着色現象は、ダム底層部が貧酸素状態になると底泥から鉄イオン等が溶出し、それらが何らかの原因で表層の有酸素水と混合され、酸化することにより発生するものと考えられた。そこで、マイクロバブル技術による深層曝気装置をダム底層部に設置し、貧酸素状態を改善する実証試験を実施した。その結果、着色現象の主要因と考えられる貯水池底層部の貧酸素状態の改善とともに、鉄イオン等の溶出を大幅に低減できることが確認された。ここでは、実証試験の概要およびその結果について報告する。

2. マイクロバブル技術による深層曝気装置の実証試験概要

H16 年度および H17 年度に実証試験を実施した。

H16 年度は、貯水池で躍層が形成され底層部が無酸素状態となった 8 月から曝気装置（2 台）を稼働した。

H17 年度は、底層部で貧酸素化が発生する前の 5 月から稼働を開始したが、機器故障により 7 月初旬から 9 月初旬まで 1 台稼働となった。曝気装置の設備位置図を図-1、設備概要図を図-2 に示す。なお、9 月 6 日の台風 14 号に伴う出水により貯水池が混合されたため、9 月以降の曝気効果は検証することができなかった。

3. 実証試験結果

(1) 貧酸素状態の改善結果

a. H16 年度試験結果

ダムサイト底層における溶存酸素量の変化（H15 年～H17 年）を図-3 に、またダムサイト付近における、稼働 59 日後の水温・溶存酸素量を図-4 に示す。

H16 年度のダムサイト底層における溶存酸素量は、曝気装置稼働直前に無酸素状態（0 mg/L ）であったものが稼働約 1 ヶ月後には 13 mg/L へと急増しており、顕著な水質改善が見られた。

また、装置稼働から約 2 カ月経過後も、曝気による躍層の破壊は見られず、酸素供給は躍層下部の閉鎖水域のみに限定された。

b. H17 年度試験結果

H17 年度のダムサイト底層における溶存酸素量は、曝気装置稼働後約 1 カ月で 7 mg/L から 13 mg/L に上昇した。しかし、1 台停止後は、2 カ月間で 0.3 mg/L まで低下した。これは、ダム底層部における酸素消費速度が、曝気装置 1 台の酸素供給速度（50 L/min ）を上回るためであると考えられる。

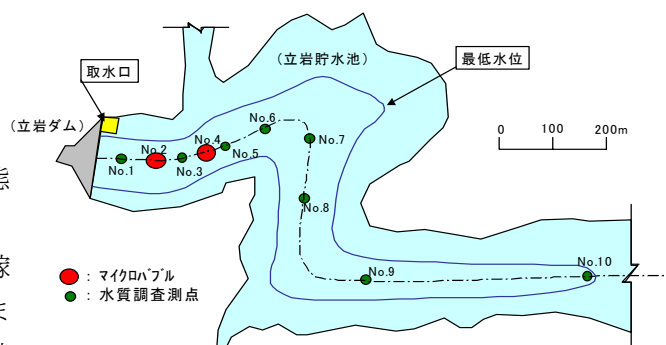


図-1 設置位置図

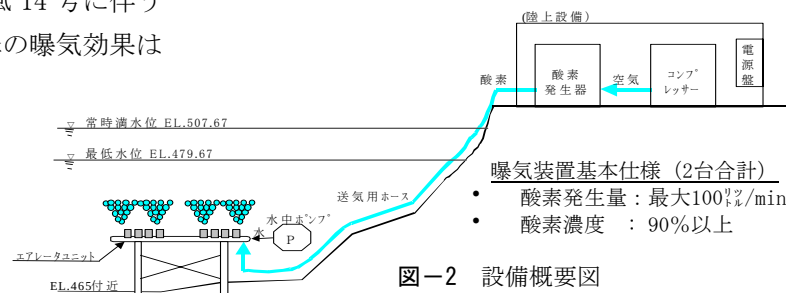


図-2 設備概要図

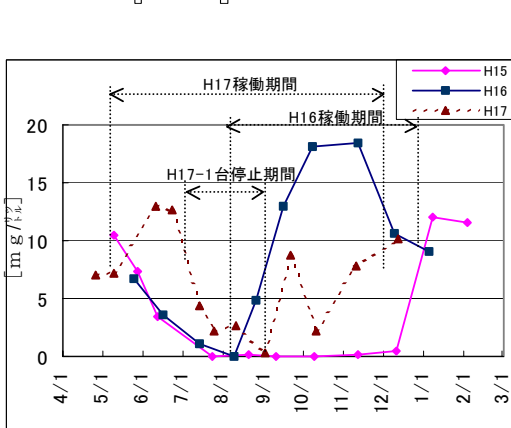


図-3 ダムサイト底層のDO変化図

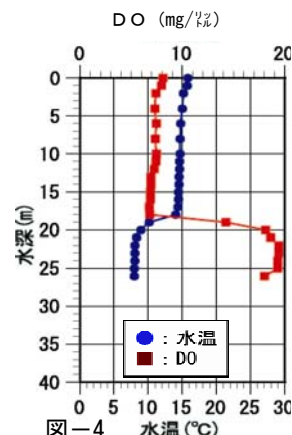


図-4 水温・DO鉛直分布図
H16. 10. 8(稼働 59 日後)

キーワード：ダム水質、水質改善、マイクロバブル、深層曝気、溶存酸素量

連絡先：〒730-8691 広島市中区小網町 6-12 TEL(082)523-4064 FAX(082)523-4066

(2) ダム底質からの溶出抑制結果

a. 鉄

ダムサイト底層における鉄イオン濃度の変化 (H15 年～H17 年) を図-5 に示す。

H16 年のダムサイト底層における鉄イオン濃度は、曝気装置稼働後は 1mg/ℓ程度で推移した。曝気をしなかった H15 年の濃度が最大 20mg/ℓまで上昇したことに比べると大幅に減少しており、曝気効果が十分に出ているものと考えられる。

H17 年の鉄イオン濃度も 0.3～0.5mg/ℓの低い水準で推移し、曝気装置 1 台停止後も顕著な上昇は無かった。

b. マンガン

ダムサイト底層におけるマンガンイオン濃度の変化 (H15 年～H17 年) を図-6 に示す。

H16 年のダムサイト底層におけるマンガンイオン濃度は最大で 1.7mg/ℓまで上昇したが、曝気をしなかった H15 年の最大濃度 3.2mg/ℓに比べると半分程度に減少しており曝気効果が出ているものとする。

H17 年は、H16 年と同様に緩やかな上昇トレンドで推移し 1.4mg/ℓまで上昇した。

一般に、底質からのマンガン溶出量は、溶存酸素量、水温および pH に依存するとされている。

また、他ダムでの実証試験によれば、溶存酸素量が一定以上 (3mg/ℓ程度) であれば、水温が 10℃前後以上になった場合には飛躍的にマンガンイオン濃度を低減することができるが、それ以下の水温 (5～7℃) では 1.8mg/ℓまでの低減にとどまるという結果が得られている。(表-1 参照)

これらの結果は、当立岩ダムにおける実証試験結果とほぼ合致している。すなわち、当ダムのように底層部の水温が 5～8℃と低い条件下では、曝気によるマンガン濃度抑制は 1.8mg/ℓ程度が限界ではないかと推定される。

4. まとめ

本実証試験により、以下の事項が確認できた。

- ・ マイクロバブル技術による深層曝気装置を稼働することにより、ダムサイト底層部の貧酸素状態を飛躍的に改善出来ることが確認できた。また、曝気による躍層の破壊は見られず、曝気効果は躍層以深に限定された。
- ・ ダムサイト底層における鉄イオン濃度は、曝気により飛躍的に低減 (20mg/ℓ⇒1mg/ℓ) することができた。
- ・ ダムサイト底層におけるマンガンイオン濃度は、鉄ほどではないが、曝気により半減することができた。
- ・ 曝気装置実証試験中、着色現象は発生せず、当ダムにおける着色現象の抑制に対しては、原因物質である鉄イオンを劇的に減少できること、また同じくマンガンイオンについても半減できることから、マイクロバブル技術による深層曝気が非常に有効であることが確認された。

5. おわりに

本研究を進めるにあたっては、(財) 電力中央研究所環境科学研究所 井野場主任研究員から都度ご意見、ご指導をいただきました。ここに記して感謝を申し上げます。

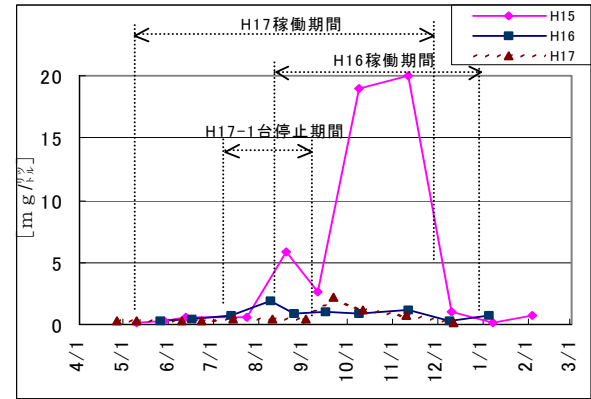


図-5 ダムサイト底層の鉄イオン濃度変化図

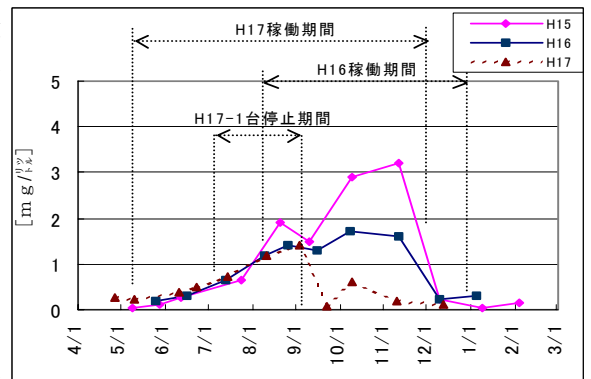


図-6 ダムサイト底層のマンガンイオン濃度変化図

表-1 他ダムでの実証試験結果

ダム名	マンガン(mg/ℓ)		溶存酸素量(mg/ℓ)		水温	水素イオン濃度
	曝気前	曝気後	曝気前	曝気後		
立岩ダム	3.2	1.7以下	0	18	5～8℃	6.4～7.0
Sダム	3～3.5	0.2以下	0	1～5	8～12℃	6.5～7.0
Oダム	1.8～3.0	0.2以下	0	20以上	12～16℃	6.5～7.5
Aダム	9.9～11.0	1.8	1以下	3～7	5～7℃	6.5～7.0