

深層曝気装置および高濃度酸素水供給装置による DO 改善効果の検討 ～ダム湖を事例として～

(株)建設技術研究所 森井 裕、斎藤 健、柳井 信一、○澤田 育則
国土交通省 四国地方整備局 山鳥坂ダム工事事務所 田窪 遼一

1. はじめに

愛媛県大洲市にある鹿野川ダム湖の下層では、夏季に貧酸素化が顕著となり、マンガンやリン等の濃度が上昇する傾向があった。既設の曝気循環装置により EL+50m までは DO が改善されており、EL+50m 以深を対象とし、深層曝気装置、高濃度酸素水供給装置が設置され、平成 26 年より試行運用が行われている。この両装置の DO 改善効果を検証するとともに効果的な運用方法を確立することを目的として現地調査をし、地形条件や装置の特徴に着目して改善効果を考察した。

2. 深層曝気装置・高濃度酸素水供給装置の概要

深層曝気装置、高濃度酸素水供給装置は、水深が大きい堰堤直上の 0.06k、0.12k に設置されている(表 1、図 1)。平成 27 年は、3 月から 11 月の間両装置の同時運用が実施され、11 月初旬から中旬に高濃度酸素水供給装置の単独運用が実施された(図 2)。

表 1 深層曝気装置、高濃度酸素水供給装置の諸元

装置名	設置数	運用開始	諸元等
深層曝気装置	1基	H26	吸込口 EL44m(水深37m [※])
			吐出口 EL48m(水深33m [※])
			水量 1240m ³ /hr
高濃度酸素水供給装置	1基	H26	吸込口 EL46.7～51.7m(水深29～34m [※])
			吐出口 EL47.2～52.2m(水深29～34m [※])
			水量 80m ³ /hr

※洪水期制限水位時(EL81m)の水深

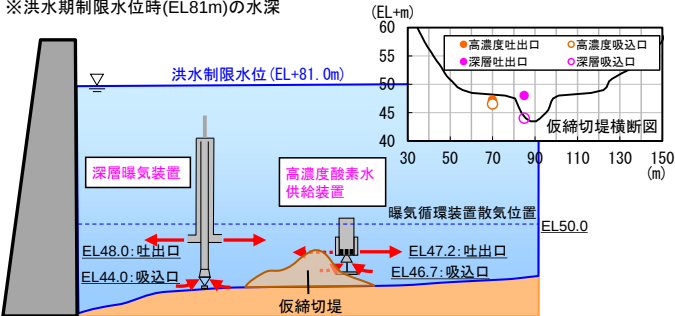


図 1 装置設置縦断イメージ図

3. 現地調査の方法

現地調査は、以下の 2 つの調査を実施した。

(1) 分布観測

分布観測では、鹿野川ダム湖において縦横断的に観測地点を設定(図 3)し、水温・DO の鉛直分布の観測を 3 月～11 月に月 1 回程度の頻度で実施した。観測地点には GPS で座標を確認して舟で移動し、ケンナワで水深を計測しながら対象湖底標高となるよう舟の位置を微修正して地点を決定した。水温・DO の観測は、船上から多項目水質計を下ろし、表層(0.5m)、1/4 水深、1/2 水深～底上 1m : 1m 間隔、底上 0.5m で観測を行った。

さらに、ダム湖 4 地点(図 3)において、湖底上 1.0m で採水を行い、Mn、T-P 等の分析を実施した。

(2) 連続観測

連続観測では、ダム湖 3 地点に観測地点を設定し、湖底上 0.5m にメモリー式 DO 計(JFE アドバンテック RINCO-W)を設置した(図 3)。観測は 3 月～12 月の間実施し、2 時間間隔で水温・DO を計測した。データの回収は 1 ヶ月に 1 回の頻度で行い、その都度機器点検を実施し機器に異常がないことを確認した。

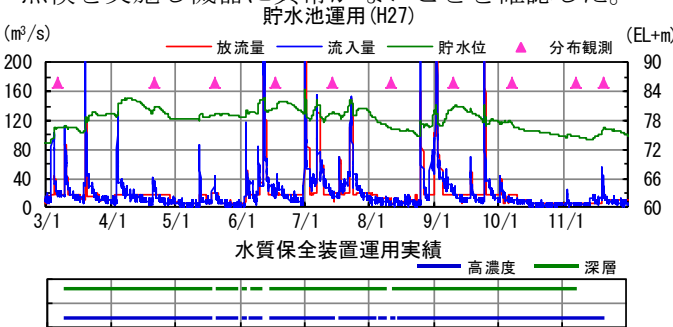


図 2 貯水池、装置運用図

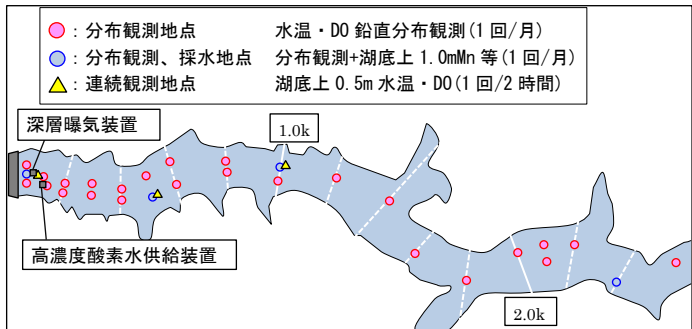


図 3 調査地点図

4. 調査結果の分析

(1) DO 改善効果の空間的変化

5 月の分布観測結果では、両装置同時運用により 1.8k 程度まで DO 改善効果が確認された(図 4)が、2.0k より上流へは到達しなかった。2.0k 付近に存在するマウンド(天端標高 EL+53.3m)のため DO 改善効果が 2.0k より上流へ及ばなかったと考えられる。両装置運用なし(H22 定期観測)と比較すると、貧酸素の領域を縮小していた。また、H26 に実施した高濃度酸素水供給装置の単独運用時の DO 改善効果範囲は、2 週間の運用で装置から 300m 程度であったが、H27 は同時運用により高濃度酸素水の一部を取り込むことで改善範囲が拡大した。

6-8 月は高濃度酸素水供給装置より上流側の一部範囲で底上 0.5m の DO が改善しにくくなっていた。これは、下層において水温が上昇し DO 消費速度が上昇したことや深層曝気装置(吸込口 : EL+44m)により

高濃度酸素水の一部が取り込まれたこと等が要因と推察される(図 5)。

(2) DO 改善効果の時系列変化

3/21 の出水後より水温成層が明らかとなり、0.5k, 1.0k で DO が低下を開始、5 月後半に 1.0k で 0mg/L となり 8 月後半には全地点で DO が 0mg/L となった(図 6)。9/24 出水により DO が上昇したが、11/6 に同時運用から高濃度酸素水供給装置の単独運用に切り替わると 0.5k, 1.0k では DO が低下した。その後、11/18 出水により循環期に移行したと考えられる。

両装置が停止したすべての停止期間に 0.05k において停止直後から DO が急激に減少した(図 6)。6/10-14 の停止期間では、停止後 10.5mg/L から 3 日程度で 0.05mg/L まで DO が減少(図 7)した。両装置は当初、出水時には運用を停止していたが、装置停止直後から DO が急激に減少することから出水時にも連続運用するよう運用方法を見直した。

(3) 溶出抑制効果

0.05k 地点の湖底上 1.0m における水質の変化を図 8 に示す。8 月を除き、3-10 月に底層 DO の低下が抑制され、4-10 月において過去の各月の DO 最大値を超えていた。また、DO の低下に伴い、T-Mn が上昇したが、過去の定期観測 Mn と比較して低く、6-10 月(8 月を除く)の各月における T-Mn 最小値を下回った。T-P においても、各月における過去の定期観測の平均値を下回っており、両装置の同時運用による溶出抑制効果と判断される。

5. まとめ

本研究では、現地調査を行いその結果をもとに特徴の違う両装置の同時運用による DO の改善効果、溶出抑制効果について考察を行った。その結果、年間を通じて下層 DO を概ね改善し、マンガン等の溶出が抑制されていることを確認した。また、両装置同時運用により効果範囲が拡大することを確認したが、

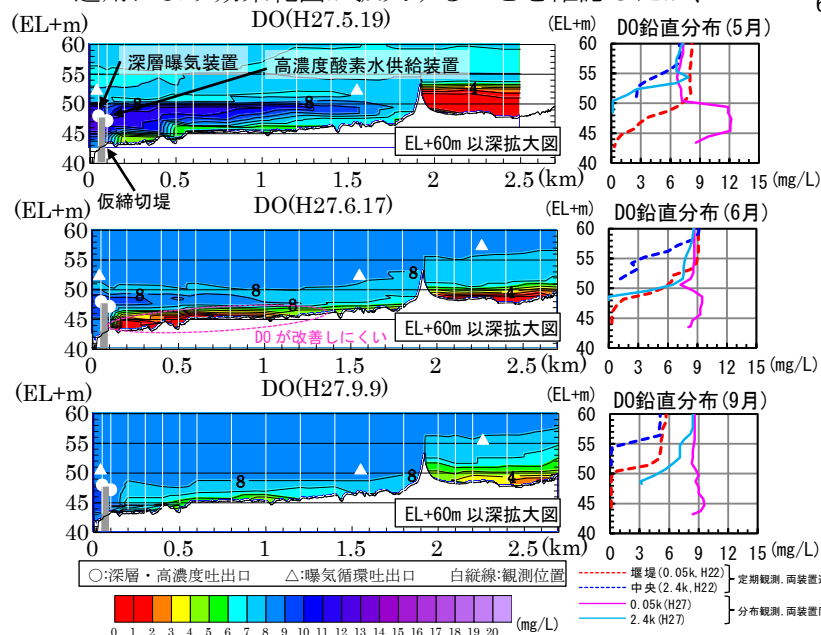


図 4 DO 縦断分布図

一方で、高濃度酸素水供給装置より上流側の一部範囲で底上 0.5m の DO が改善しにくくなることが確認された。これは、深層曝気装置が高濃度酸素水供給装置の高 DO の一部を引き込み、吐出させていることが要因の一つと推察される。そのため、今後はこのような特徴を踏まえて効果的な運用方法を検討する必要がある。

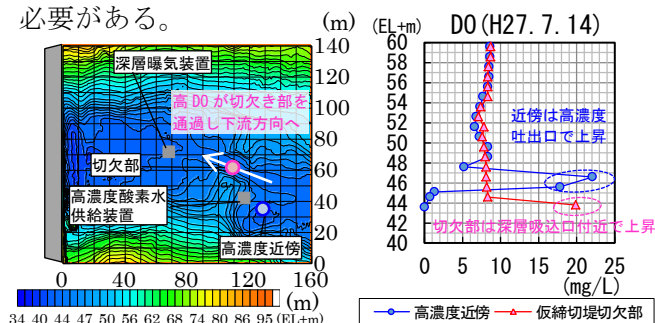


図 5 仮締切堤切欠部の DO 鉛直分布

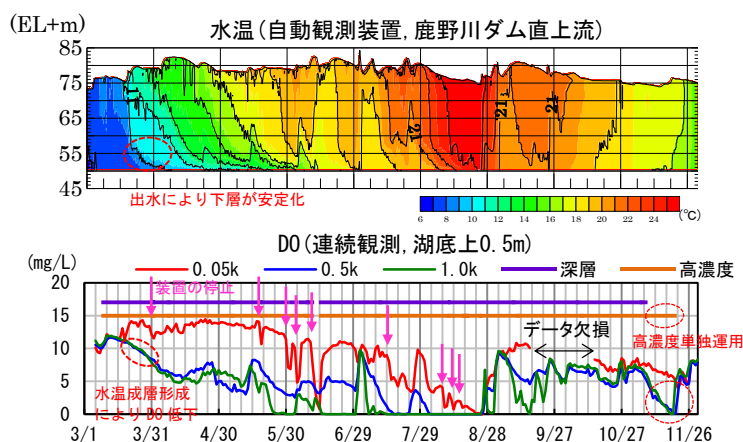


図 6 DO 連続観測結果(日平均)

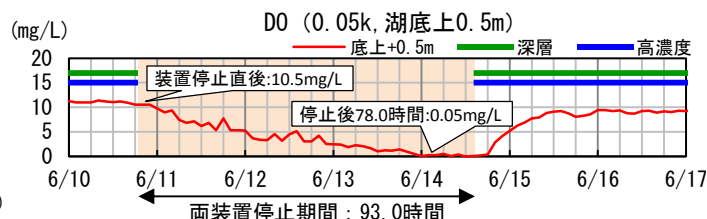


図 7 装置停止時の DO 時間変化(連続観測)

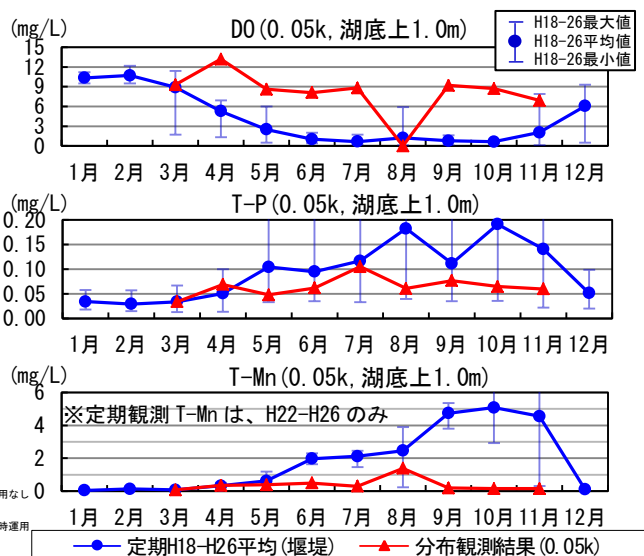


図 8 底層における水質の変化