

釜房ダム深層曝気設備の 構造と効果について

1. はじめに

昭和45年6月に竣工した釜房ダムでは水質障害（カビ臭）が頻発し問題となっていた。このことから“植物プランクトンの異常増殖に起因する水質障害（カビ臭）の軽減”を目的として、散気曝気設備により湖内を循環させ直接的な水質保全対策を実施するとともに、底層の貧酸素化に対しても合わせて対処する必要があり、“気体溶解式深層曝気設備”を導入し水質保全を図っている。

本件は、釜房ダムに設置されている曝気循環設備のうち、直轄ダムにおいて初めて本格運用される気体溶解式深層曝気設備の目的および効果について説明するものである。



2. 釜房ダムにおける曝気設備

当ダム貯水池に設置されている曝気設備は、大別すると2種類に分類される。

①多段型散気曝気設備×4基
湖水を循環（流動）させカビ臭の原因物質である藻類を光の当たらない下層に押し込むと同時に、水温分布が均一な循環混合層を形成することで光が当たる層（有光層）の水温上昇を抑制し増殖を抑制する働きを持つ常用設備。

概要図

吐出口4カ所のうち最適な個所で吐出

完成年度：平成16年3月
吐出量：3,700L/min/1基

②夏期強循環曝気設備×6基
植物プランクトンの異常増殖が想定される場合（主に夏期および濁水時）に散気曝気設備と併用することで、曝気による湖水循環能力（循環量）を増大させる設備。

概要図

吐出口は散気No.3と同水位に設定

完成年度：平成17年3月
吐出量：3,600L/min/1基×1基
850L/min/1基×5基

(1) 散気曝気設備

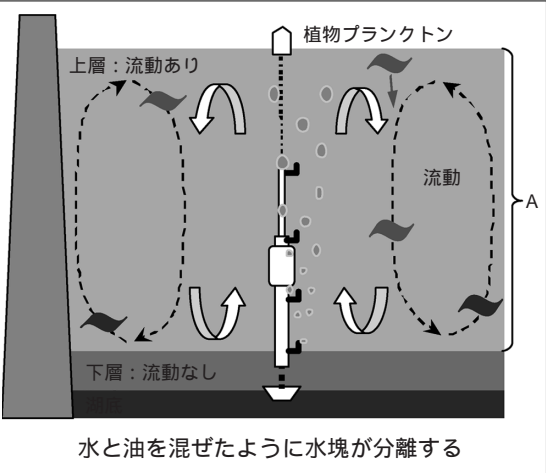
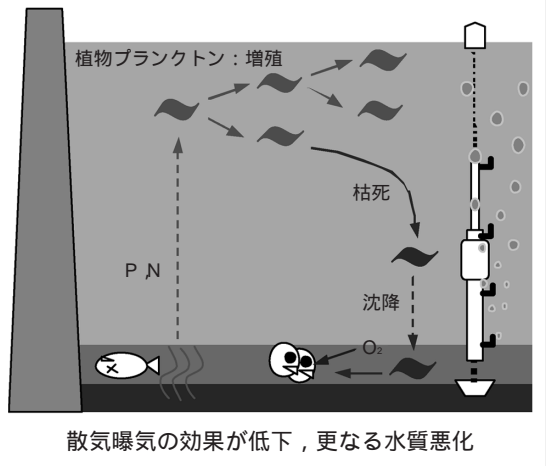
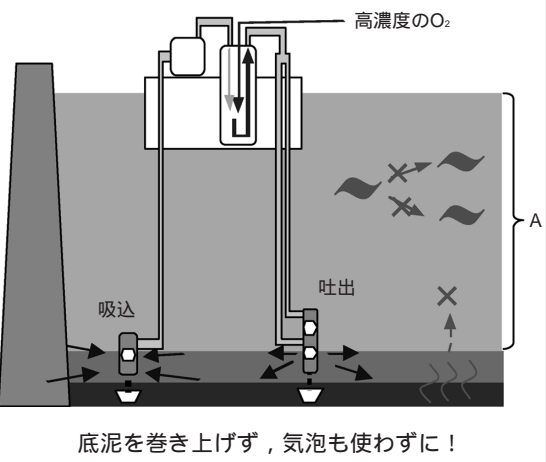
中表層の曝気循環を目的とした散気曝気設備で多段型散気曝気設備および夏期強循環曝気設備の2種類（合計10基）設置されており、気泡の上昇に伴う周辺水の連行・上昇作用を利用し植物プランクトンを無光層に巻き込むことで、日射制限を行い増殖を抑制する働きを持つ。

(2) 深層曝気設備

底層の貧酸素化への対処を目的とした気体溶解

式深層曝気設備であり、水塊を揚水し高濃度酸素を溶解させて元の水塊に戻すことで深層部に酸素を供給し、酸素濃度の回復を図るとともに底泥からの栄養塩（リン・窒素等）の溶出を抑え植物プランクトンの栄養源を断つ働きを持つ。

本設備は散気曝気設備の稼働に合わせて運転することで最も効果を発揮し、その原理と効果を簡単にまとめると以下のとおりである。

<p>①散気曝気稼働</p> <p>散気曝気は、吐出口より上層に対する循環能力が高いが下層に対する循環能力は小さく、できるだけ底層から曝気するほど効率が良いが底泥を巻き上げないように湖底から離れた位置に吐出口を設定せざるをえない。</p> <p>よって、吐出口より上層は流動が起こり効率良く植物プランクトンを抑制するが、下層は散気による流動が起こらず循環が行われなため、停滞・隔離された状態となる。</p>	 <p>水と油を混ぜたように水塊が分離する</p>	<p>上層： 気泡の上昇作用により周辺水を強力に流動</p> <p>水温が均一な層（A）が形成され水温上昇を抑制</p> <p>日射制限などで効率良く植物プランクトンを抑制</p> <p>下層： 連行することなく周辺水は停滞</p> <p>光も届かず上層と水温差が大きくなる</p> <p>上層との循環が行われず隔離された状態</p>
<p>②下層の酸素濃度低下</p> <p>酸素濃度の低下は、循環が行われず酸素供給がない状態の下層にて、微生物等が活動し酸素消費が続くことで発生する。</p> <p>酸素がなくなると魚の生息環境として適さないだけでなく、底泥のヘドロ化や硫化水素の発生、栄養塩の溶出により水質が悪化してしまうため、深層曝気を導入する必要がある。</p> <p>酸素濃度は、栄養塩やリン溶出抑制には2 mg/L 以上、魚類への酸欠防止には5 mg/L 以上必要であるとされている。</p>	 <p>散気曝気の効果低下、更なる水質悪化</p>	<p>上層： 下層からの栄養塩を基に植物プランクトンが増殖</p> <p>曝気の効果により枯死し下層に沈降・堆積</p> <p>下層にいる微生物等の栄養源となる</p> <p>下層： 上層からの栄養源を基に微生物が活発化</p> <p>貧酸素状態となりP、N（栄養塩）等が溶出</p> <p>上層にいる植物プランクトンの栄養源となる</p>
<p>③深層曝気稼働</p> <p>深層曝気を行うには、間欠式揚水筒や浮上槽型に代表される泡や空気を使った従来技術でも可能であるが、今回のような吐出口と湖底の間が2m程度と非常に薄い水塊に対しては底泥を巻き上げる可能性が高く使用することができない。</p> <p>さらに、循環能力重視で導入した散気曝気設備の効果を低減させることなく下層のみに酸素を供給する必要がある。</p> <p>よって、水塊を揚水し高濃度酸素を溶解させて元の水塊に戻す構造の気体溶解式が最適であると判断し導入を決定した。</p>	 <p>底泥を巻き上げず、気泡も使わずに！</p>	<p>上層： 泡を出さない深層曝気の導入により</p> <ul style="list-style-type: none"> ・循環層Aが壊されない ・栄養塩が断たれることで間接的な増殖抑制効果を期待できる <p>下層： 下層水を揚水し、高濃度酸素を溶解し元の水塊に戻す構造のため、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・栄養塩の溶出を低減 ・気泡を出さない ・底泥を巻き上げない ・薄い水塊でも対応可能

3. 深層曝気設備の構造

本設備は、水塊を揚水し高濃度酸素を溶解させて元の水塊に戻す構造のため、高濃度酸素の発生および電力供給等を行う陸上部、揚水した水と高濃度酸素を溶け込ませる水上部、処理前後の水を吸込・吐出する水中部から構成され、概要図および諸元は概要図のとおりである。

(1) 吐出口の詳細

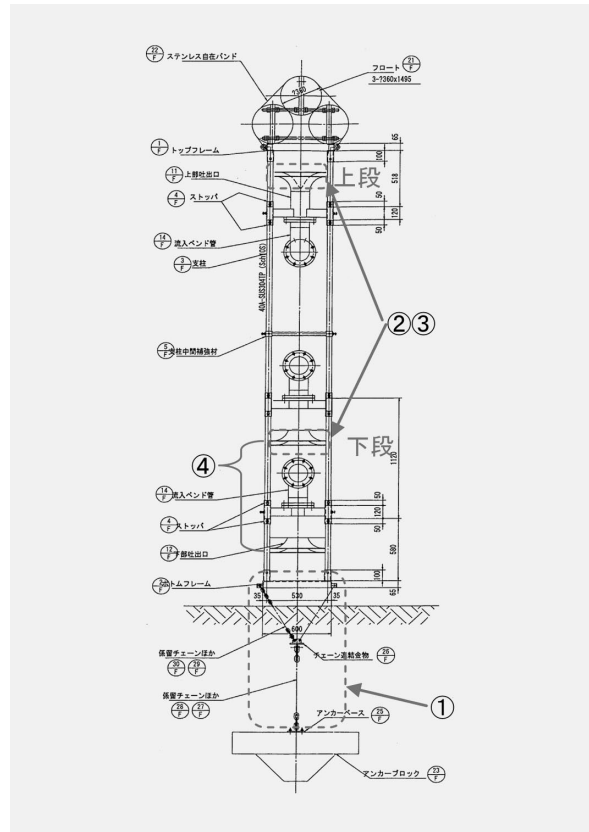
本設備には、従来の曝気設備にはない溶解タンクや高濃度酸素発生装置などの複雑で特殊な機器が組み込まれているが、その中でも鋼製組立式の単純な構造でありながら課せられる課題が多く重要な役割を担うのが吐出口である。

吐出口に求められる機能とは、

- ① 堆砂により一体としての機能が損なわれないこと。
- ② 運転時の水流で、底泥を巻き上げないこと。
- ③ 散気曝気設備の吐出口変更に合わせて深層曝気設備の吐出位置を容易に変更できること。
- ④ 水質等に合わせて吐出位置の微調整ができること。

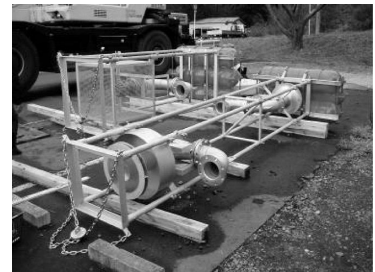
対策方法は、

- ① アンカーと本体の距離を変更できる構造とした。
- ② 水平方向のみに吐出する形状とした。
- ③ 上段(EL124.0)、下段(EL120.0)の2系



統とした。

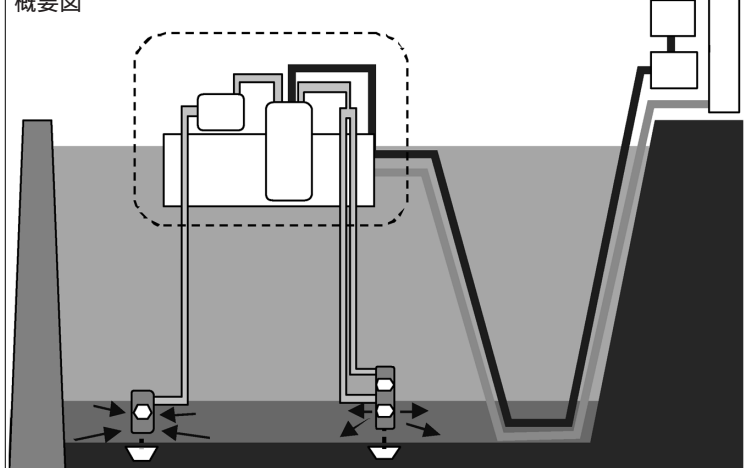
- ④ 下段のみ上下に微調整が可能なスライド構造とした。



諸元

- ①コンプレッサー : 吐出量1,200L/min/1台
- ②酸素発生装置 : 供給酸素濃度95%程度
- ③吸気ホース : 25A, 自沈式ゴムホース
- ④溶解タンク : 1,200, ステンレス製
- ⑤吸込口 : 1系統, スクリーン付き
- ⑥加圧ポンプ : 吐出量90m³/h, 15kW
- ⑦吐出口 : 2系統, 吐出位置可変型
- ⑧送水ホース : 150A, 補強入りPVC製
- ⑨フロート : 5,800, ステンレス製
- ⑩機側操作盤 :
- ⑪水中ケーブル : 電力・制御用

概要図



4. 稼働による酸素供給効果

(1) 供給水位

吐出口付近 1 カ所の全水位を調査対象とし、運転前から停止までの溶存酸素濃度を継続的に計測した結果、上層と混合することなく吐出されている水位のみに酸素濃度の上昇が確認され、対象水位のみに酸素が供給されていることが確認された（上図）。

(2) 供給範囲

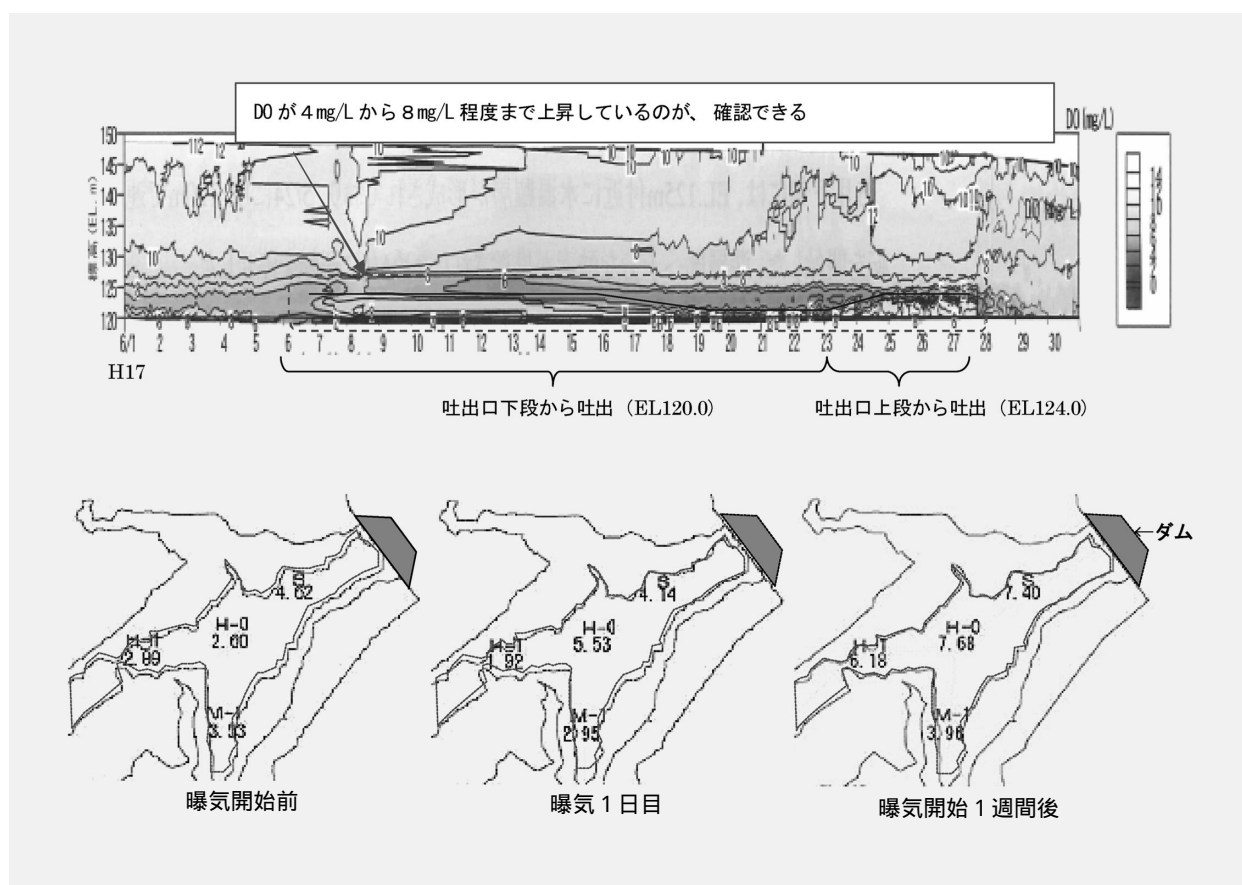
吐出口 No.1 (EL120.0) の水域のうち 4 カ所を調査対象とし運転開始直前から運転 1 週間後までの溶存酸素濃度を継続的に計測した結果、すべての個所で酸素濃度の上昇が確認され、対象水域全体にわたり酸素が供給されていることが確認された（下図）。

5. おわりに

現在までの検証結果から、“散気曝気設備により形成された循環層に影響を与えることなく、対象とする水塊にのみ効率良く酸素を供給する”という本来の目的は十分に発揮されている。

水質保全対策は、植物プランクトンの種別・貯水池の水質状況などにより対策方法が異なり、曝気循環設備の構成・配置・構造などの組み合わせも多岐にわたるため、釜房ダムの事例がすべてのダムに当てはまる訳ではないが、今後の水質調査や設備のメンテナンス結果などの情報収集・整理を十分に行うことで、他ダムへの転用の可能性などを検討していきたい。

今後は、効率的な運用を目的とした水質保全総合管理システムなどの運用を行った上で、曝気設備全体のモニタリング調査を継続していく予定である。



執筆者：国土交通省東北地方整備局 釜房ダム管理所

電気通信係 田村 直樹