

洪水時の濁水対策を考慮したダム放流設備の検討

建設省	弥栄ダム工事事務所	正員	渡辺貞夫
"	東北地方建設局	正員	藤沢侃彦
"	弥栄ダム工事事務所	"	〇 山根一登
"	"	"	坂田賢治

1. まえびき

ダム建設に伴う環境保全の対策として、野水池内の富栄養化、下流河川の濁水の長期化、水量の低下等の問題を検討しなければならない。当報告は、これらの事を勘案し、既設の小瀬川ダム湖の濁度、水量分布等のデータを基に、弥栄ダムにおける洪水時の濁水流入及び放流による流水状況を予測し、主放流設備の配置等により、濁水処理に関する対策方法の可能性を検討したものである。

2. 流域及び施設の概要

小瀬川は、山口、広島の県境に位置し、全流域面積は425km²、流路延長56km、勾配約1/50、の急流河川である。

弥栄ダムは、河口より約14km地点に、多目的ダムとして建設されるものである。流域内の下流部の地質は、粘板岩、チャート、砂岩からなる柱生層で、それより上流に花崗岩、さらに上流に安山岩、閃緑岩類が分布している。林相も良く、針葉樹林が広く分布しており現時点での河川水質は良好であるが、河床係数が約700と大きく不安定な流況を呈している。

表-1 ダム諸元表

ダム名	弥栄ダム	小瀬川ダム
流域面積(km ²)	301.0	125.0
湛水面積(km ²)	3.6	0.9
ダム型式	コンクリート重力	コンクリート重力
堤高(m)	120.0	49.0
総貯水容量(万m ³)	113,000	11,400
有効貯水容量(万m ³)	106,000	9,900
洪水時湛水位(m)	129.0	224.6
常時湛水位(m)	106.0	216.0
洪水水位(m)	53.0	205.5

3. 実績及び推定式の有効性の検証

水量と濁度の分布として、図-1の④⑤、⑥は、それぞれ、昭和52年8月11日、8月4日の、小瀬川ダム湖における水温、濁度の観測結果を示したものである。8月8日に洪水流入時の、水量及び濁度分布からみて、流入濁水は、躍層上に流入していることがうかがえる。以上の観測データを基に、8月8日洪水による、流入層厚、流出層厚の実績値及び推定式との比較により、推定式の弥栄ダム適用への有効性を検証する。

計算条件

①野水池の水温分布：ダムから、

100m地点(8月11日)を代表、

②流入水温：T_i = 25.2℃(実績)

③流入濁度：既観資料^①より、

C_i = 4/3 × 混合後の流量(Q_j)

④野水池表層の濁度：C_m = 0

⑤連行率：r = 0.5,

推定式

$$Q_j = (1+r) Q_i \text{-----(1)}$$

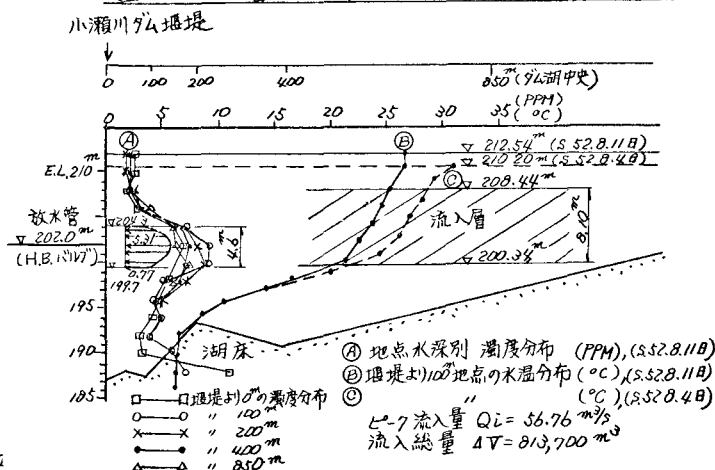
$$T_j = \frac{T_i + r \cdot T_m}{1+r} \text{-----(2)}$$

$$C_j = \frac{C_i + r \cdot C_m}{1+r} \text{-----(3)}$$

$$d = \sqrt{\frac{(1+r) \cdot Q_i}{B \cdot F \cdot \sqrt{g \cdot C_i}}} \text{-----(4)}$$

ここで Q_i：流入流量、T_m：表層水温、Q_j、T_j、C_j：混合後の流量、水温、濁度、d：流入層厚、

図-1 流入層と流出層(昭和52年8月8日発生洪水小瀬川ダム)



Fi: 単位幅当りの流量についての内部フルード数(実験・実測により $Fi = 1/4$), Ei : 密度勾配 = $\frac{P_i - P_0}{\rho_i (y_0 - y_i)}$

P_i, y_i : 流入点密度, 標高, P_0, y_0 : 貯水池表層密度, 標高
又, 流出層の厚さは, 理論ならびに実験・実測から (5) 式を使用する。

$$\delta = G^{-1/3} \left(\frac{Q_0}{\rho \sqrt{g \cdot E_0}} \right)^{1/3} \text{----- (5)}$$

ここに, G : 日野, 大西 の無次元数, G の値は自前にお実験値
(表層, 底層流 $G = 0.34$, 中間流 $G = 0.34$)

Q_0 : 流出流量, θ : 取水口の開口角(ラジアン)

鉛直なダム土流面に開口する場合 $\theta = 0$, g : 重力の加速度

E_0 : 密度勾配 = $(\rho_0 - \rho) / \rho_0 \cdot y$, (ρ_0 は流出点の密度, ρ は流出点より y だけ上方の密度)

図-1 は, 小瀬川ダム貯水池の季節別水温変化を示す。

図-1 は, 水温分布を示すもので, ダム堰堤より上流へ向
つての変化を調査したものであり, 貯水池の水温は, 堰堤
からの距離に関係なく, 同様な鉛直分布を形成している。
以上の仮定のもとに計算の結果, 推定式による理論値と実
測値を比較してみる(図-1参照)と その値は, ほぼ整合し
ており推定式の有効性が検証出来る。この結果をもとに,
弥生ダム貯水池についての濁水流入層及び位置について推
定する。

図-2 季節別水温分布(堰堤直上流)

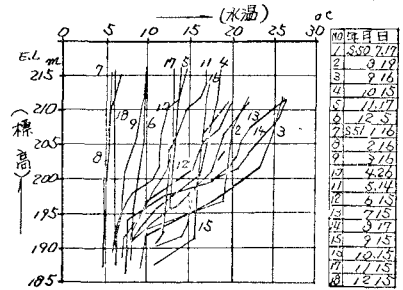


図-3 小瀬川ダム貯水池位置による水温分布状況

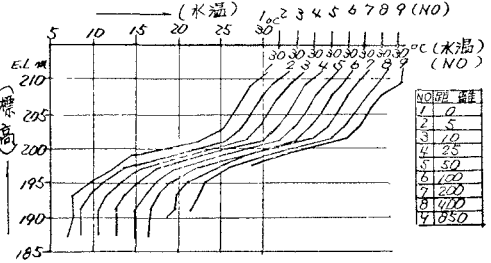
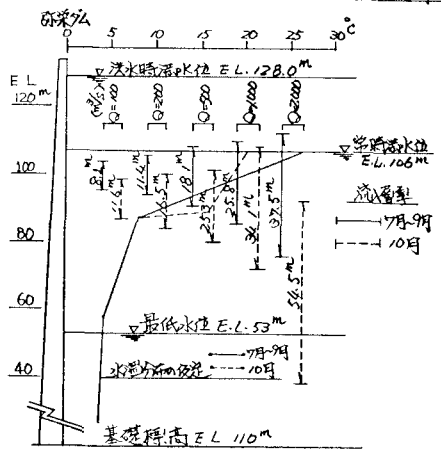


図-4 洪水流入層の計算結果(7月~9月)



4. 弥生ダム湖の検討

1) 濁水動向 貯水池内の濁水長期化の判定基準として, 貯水
池内の成層型及び混合型が一般的な概略の目安とされてい
る。両ダムについて求めてみると。

$$\alpha = \text{貯水池自然流量} / \text{貯水池総容量} \text{----- (6) より}$$

小瀬川ダム $\alpha = 12.4$, 弥生ダム $\alpha = 2.3$, となり, 小
瀬川ダムは, 多少の混合が行われるものの成層型であり,
弥生ダムは, 小瀬川ダムの約5倍の水量があり 深部の温度
変化は小さく安定した成層型となるものと思われる。

2) 洪水流入層の推定 小瀬川ダムの水温分布(図-2)をもと
に, 図-4のように水温分布を推定した又, 上記(1)~(4)式に
より, 流入標高, 層厚を推定すると, 図-4のとおりとなり, 図-1と併せ 放熱期には, 中小洪水で貯水
池全体が濁水化されることも予想出来る。

5. 考察 常用洪水池の本来の目的としては, 計画された洪水に対し安全に流下される事が第一条件である。
又, 富栄養化対策及び, 懸濁物質の沈降を阻害させないためには, 極力低い位置に設置することが望ましい。
しかし, 中小洪水でも成層期から循環期に移行する時期に発生すると, 流入層から濁水を早急に放出しなければ,
貯水池全体が濁水化されることも予想されるので, 濁水対策を考慮した放流設備の必要性も考えられる。
今後, 実験等により検証を行ない施設の検討を実施する予定である。

参考文献: 既設貯水池の濁水現象 初安芸 関一, 既設貯水池の濁水現象 初安芸 関一, 既設貯水池の濁水現象 初安芸 関一
P. J. Ryan et al Prediction of the Annual Cycle of Temperature Change in a Stratified Lake or Reservoir, Report No 197, MIT, 1971
日野敏雄, 大西外明: 定常成層流に及ぼす Point Sink の高さの
結果, 土木学会論文集, 第162号, 昭和44年3月
注4 日野敏雄: 貯水池濁水対策に関する研究 第2報, 洪水と水質の物理的検討, 重研, 研2研報第
NO 13509