

取水性能に関する事例的研究

(株)建設技術研究所 正会員 ○東海林 光  
 (株)建設技術研究所 正会員 堀田 哲夫  
 国土交通省最上川ダム統管理事務所 正会員 伊藤 基博  
 (株)建設技術研究所 非会員 山下 芳浩

1. はじめに

近年築造される多くのダムでは、冷・濁水現象に対する有効な対策として選択取水設備（表層取水設備含）が標準的に設置されている。特に、近年は生物生息環境への影響、流砂系の総合土砂管理との関連などで濁水長期化現象への注目度が高まりつつある。しかし、こうした社会的な要請にもかかわらず、濁水現象に大きく影響を及ぼす取水設備の性能については、一部の報告や研究を除いてあまり議論されていない状況にあり、実際の施設計画において考慮されることもほとんどない。

本研究は、最上川に位置する寒河江ダムの自動監視データから、取水性能に関する若干の知見を得たので報告を行うものである。

2. 観測結果

寒河江ダムは、最上川水系寒河江川に位置する流域面積 231km<sup>2</sup>、総貯水容量 109,000,000m<sup>3</sup> の多目的ダムである。主な流入河川は、本川である寒河江川その他、大越川、四谷川である。貯水池左岸から流入する四谷川は流域面積の約 1 割を占めるに過ぎないが、最も濁水化し易く（本川の 3 倍程度）、濁質粒径も小さいため、濁水現象に与える影響は大きい。

当貯水池では自記の監視装置によって毎日の貯水池内水温・濁度分布および、放流水温・濁度データが得られている。

図-1 は、観測データの一部であるが、例年融雪が 6 月上旬まで継続するため、6 月までは明瞭な水温躍層

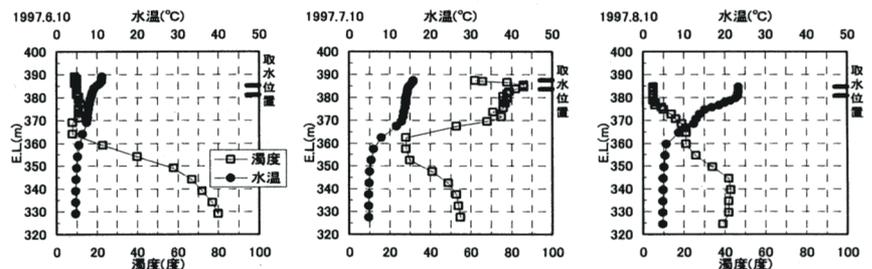


図-1 貯水池水温・濁度分布

が形成されない。また、夏期の取水位置は表層(取水深 4m)であるが、2 次躍層は水深 20m 付近に見られることがわかる。

3. 取水流動層厚について

取水流動層厚 δ は密度勾配 ε，取水量 Q，取水開口角 θ，選択取水数 G を用いて次式のように表される。

$$\delta = \left( \frac{Q}{G\theta\sqrt{g\varepsilon}} \right)^{1/3} \quad (1)$$

我が国の選択取水設備水理設計においては、選択取水数 G を一定値(0.324)として取り扱うことが一般的である。しかし、大西ら<sup>1)</sup>は日野ら<sup>2)</sup>が導いた point sink への軸対象流れに関する理論式を有限寸法の取水口における理論へと発展させ、選択取水数 G の取水寸法(半径, 取水深)依存性を解析、実験から明らかにした(図-2)。この関係を用いれば、寒河江ダムの選択取水数と流動層厚の関係は、図-3 の様になる。

一方、寒河江ダムで採用されているような直線型の取水設備で見られるピアの張り出しについては、図-4 のような高須ら<sup>3)</sup>による実験がある。実験結果から、ピア張り出し長 P と取水幅 L の比が大きくなるに従って流動層厚が増大し、ピアの無い場合と比較して最大で 2 倍程度に達することがわかる。

キーワード 選択取水数, 取水性能, ピア張り出し, 寒河江ダム

連絡先 〒103-8430 東京都中央区日本橋本町 4-9-11 (株)建設技術研究所河川部 TEL 03-3668-0451

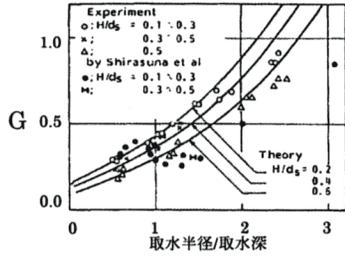


図-2 取水寸法と選択取水数の関係<sup>1)</sup>

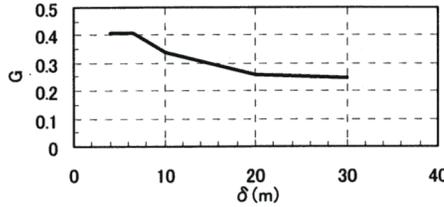


図-3 選択取水数と流動層厚の関係(寒河江ダム)

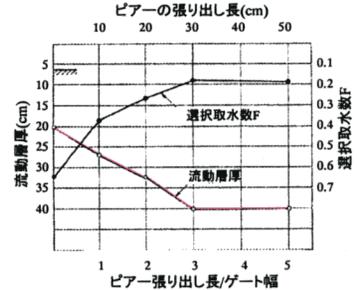


図-4 ピア一張り出しの影響

4. 表層取水流速について

取水流速については、Huberら<sup>4)</sup>によって提案されたガウス分布を用いるのが一般的である。この場合、標準偏差は分布全体の95%が流動層内に収まるように  $\sigma = \delta / 3.92$  で与えられる。しかし、表層取水時には流動層の一部が水面上に出てしまい、この前提は成立しない。そこで、取水口の中心流速と流動層下端流速の比が、流動層が水面以下で修まる場合と同様となるよう、次式によって標準偏差を修正することとした(図-5)。

$$\sigma' = \sigma \cdot \frac{(\delta + 2 \cdot x)}{2} = \frac{\delta}{3.92} \cdot \frac{(\delta + 2 \cdot x)}{2}$$

ここに、xは水面上の流動層厚である。

この流速分布を既往文献における観測値と比較すると図-6の様であり、現象を適切に再現できることがわかる。

5. 選択取水性能の検証

3, 4 の検証を目的として、寒河江ダムで実施されている貯水池内鉛直水温・濁度分布から放流水温・濁度の推定を行い、実測のそれとの比較を行った。

結果は図-7の通りであり、選択取水数の変化、ピア一張り出しの両者を考慮した“推定値(3)”が最も適切に実測値を再現できていることがわかる。一方、現在広く用いられている方法“推定値(1)”では、放流水温を2~5℃高く推定していることがわかる。

6. まとめ

本研究は、ピア一張り出し等の外的要因や取水設備寸法によって影響を受ける取水設備性能について検討を行い、これらを考慮することによって取水性能を的確に評価できることを示した。なかには、大胆な仮定やデータ不足の面もあるが、取水設備計画における性能評価の重要性を考えるきっかけになれば幸いである。

参考文献

- (1) 大西外明・日野幹雄：深層取水の流れの考察(II)，第15回海岸工学講演会講演集，pp.203-211，1968。
- (2) 日野幹雄・大西外明：密度成層流に及ぼす point sink の高さの効果，土木学会論文報告集，第163号，pp.39-48，1969。
- (3) 高須修二・宮脇千晴：選択取水設備の機能比較，ダム技術，No.35，pp.15-23，1989。
- (4) Huber, W.C., Harleman, D.R.F., and Ryan, P.J.: Temperature Prediction in Stratified Reservoirs, Journal of Hydraulic Division, HY4, pp.645-666, 1972。
- (5) 上田幸彦・西村敬一・小林徹：下久保ダム表層取水設備取水試験結果，水温の研究，No.21-5，pp.4336-4350，1978。

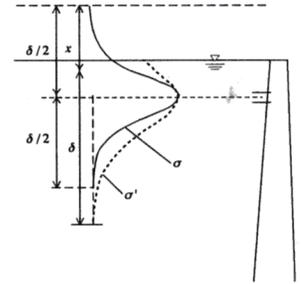


図-5 表層流速の修正

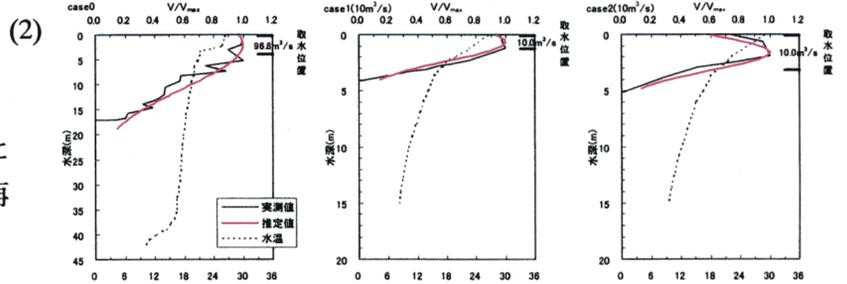
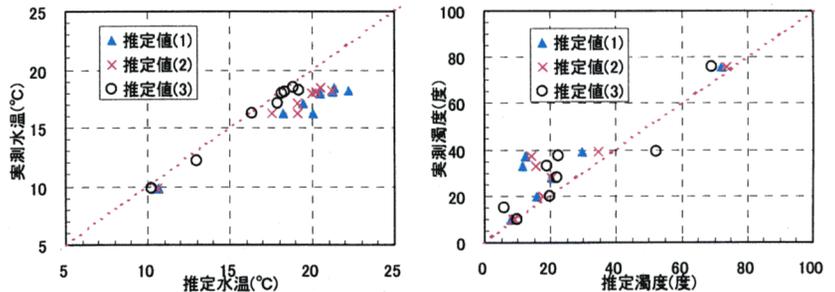


図-6 既往データとの比較<sup>5), 6)</sup>



推定値(1)：選択取水数一定  
 推定値(2)：選択取水の変化考慮，ピア一張り出し無視  
 推定値(3)：選択取水の変化考慮，ピア一張り出し考慮

図-7 実測放流水温・濁度と推定放流水温・濁度の比較