

(財) 電力中央研究所 正 員 ○宮永 洋一
(株) 東京道路エンジニア 高橋 潤
(株) 建設技術研究所 正 員 森 秀人

1. ま え が き

本研究は、成層型貯水池に流入した濁質の沈降をより正確に評価するため、安芸、白砂⁴⁾のモデルを基礎として流入濁質の粒度変動および貯水池内の粒度分布の時間変化を考慮した数値解析モデルを作成し、模型実験による検討を加え、濁水長期化の予測においては、従来のモデルで考慮されていなかった池内の粒度変化および濁度と濁質濃度の粒径別の関係が重要であることを指摘したものである。

2. 数 値 解 析

本モデルは、コントロール・ボリュームに関する濁度物質の粒径別連続条件により粒度および濁度の鉛直一次元分布を計算するものであり、基礎方程式は(1)式で表わされる。

$$\frac{\partial(C_y \cdot f_y(d))}{\partial t} = \frac{(\alpha + D)}{A_y} \frac{\partial}{\partial y} \left(A_y \frac{\partial(C_y \cdot f_y(d))}{\partial y} \right) - \frac{1}{A_y} \frac{\partial}{\partial y} (U_y \cdot A_y \cdot C_y \cdot f_y(d)) \quad (1)$$

$$+ \frac{1}{A_y} \frac{\partial}{\partial y} (U_{iy} \cdot B_{iy} \cdot C_i \cdot f_i(d) - U_{oy} \cdot B_{oy} \cdot C_y \cdot f_y(d)) + \frac{1}{A_y} \frac{\partial}{\partial y} (W_y(d) \cdot A_y \cdot C_y \cdot f_y(d))$$

C_y : 濁質濃度 $f_y(d)$: 粒度 U_{iy} : 流入水の水平流速 U_{oy} : 流出水の水平流速 U_y : 鉛直流速 t : 時間

C_i : 流入濁質濃度 $f_i(d)$: 流入濁質粒度 A_y : 貯水池平面積 B_{iy} : 流入部貯水池幅 B_{oy} : 流出部貯水池幅

$W_y(d)$: 濁質粒子の沈降速度 α : 分子拡散係数 D : 渦動拡散係数 d : 粒径

濁質濃度の連続条件は(1)式を全粒径に対して積分することにより得られる。本研究では、濁質粒子の沈降速度 W_y に關して、濁質の代表粒径粒子の沈降速度(2)式と粒度分布を考慮した沈降速度(3)式を用いて解析を行なった。

$$\text{代表粒径モデル: } W_y = R_y \cdot d_o^2 \quad R_y = \frac{g}{18 \nu_y} \left(\frac{\rho_s - \rho_y}{\rho_y} \right) \quad (2) \quad \nu_y: \text{動粘度 } \rho_y: \text{水の密度}$$

$$\text{粒度分布モデル: } W_y = R_y \int (d^2 \cdot f_y(d)) dd \quad (3) \quad \rho_s: \text{土粒子密度}$$

また、粒度分布モデルでは、濁度 T_b 、濁質濃度 C 、粒径 d の關係式 $T_b/C \propto d^{-m}$ (m : 定数)を仮定する²⁾。

3. 実 験

実験は図-1に示す長さ36m、高さ1m、総貯水量19.2 m³の模型貯水池を用いて行なった。水温、濁度、粒度分布の測定にはそれぞれ、サーミスタ、積分球式濁度計、自動粒度分布測定装置(コールター・カウンタ)を用いた。

実験条件は表-1に示すとおりである。RUN1~RUN4は流入、流出流量を一定に保ち、下流端での取水条件および流入濁質の粒度分布を変えた基礎実験である。流入濁質(比重2.69のカオリン)の粒度分布の調整は、水中で攪拌した試料を静置後、上層部を微粒試料、下層部を粗粒試料として用いることにより行なった。各試料の粒度分布

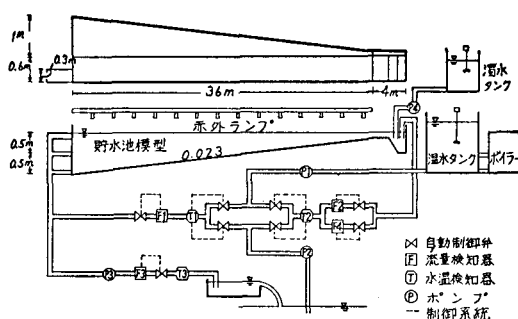


図-1 貯水池流動形態実験設備

は図-2に示すとおりである。RUN5は洪水時を想定し、モデル化した洪水波形にしたがう流入量を与えるとともに、比較的高濃度の濁水を流入させ濁水長期化現象を検討したものである。

RUN.NO	1	2	3	4	5
項目	1	2	3	4	5
取水条件	表層	中層	表層	中層	中層
流入量 (ℓ/sec)	1	1	1	1	(算) 1/3 (実) 1/3
流入濁度最大値 (P.P.M)	95	176	84	136	1180
流入濁度50%粒径 (μ)	5.36	4.69	3.20	2.92	4.99
流出量 (ℓ/sec)	1	1	1	1	1
$\varepsilon = \frac{\Delta P}{\rho \cdot H}$	0.0048	0.0046	0.0039	0.0038	(算)0.0027 (実)0.0029
$F_1 = \frac{Q_1 \sqrt{15}}{H \sqrt{\varepsilon \cdot S}}$	0.011	0.011	0.012	0.012	(算)0.019 (実)0.048

表-1 実験条件

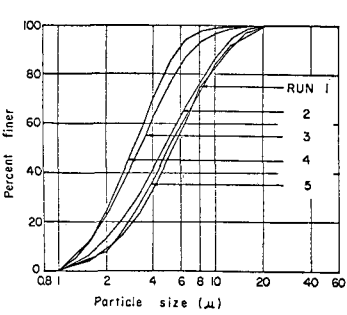


図-2 流入濁質粒度分布

4. 結果と考察

図-3～5は、実験結果および数値解析結果の一部である。本研究で作成した粒度分布モデルは、粒度変化に關して図-3に示すように実測値と良好な一致を示しており、図-4、5に示すように貯水池内濁度分布のピークの高さ、流出濁度の長期化の予測などにおいて代表粒径モデルより改善されている。これは ①貯水池内の濁質の沈降がStokesの沈降速度で十分表現でき、濁質粒度の時間変化の評価手法として適切であったこと、②従来の研究では考慮されていない濁度、濁質濃度、粒径の關係式の導入が妥当であったこと、の2点によるものと思われる。

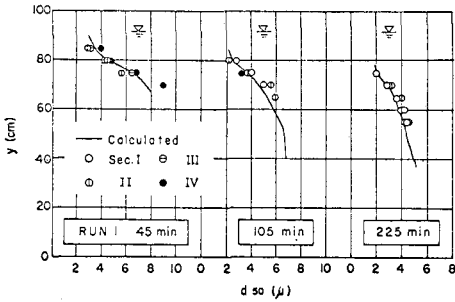


図-3 50%粒径鉛直分布

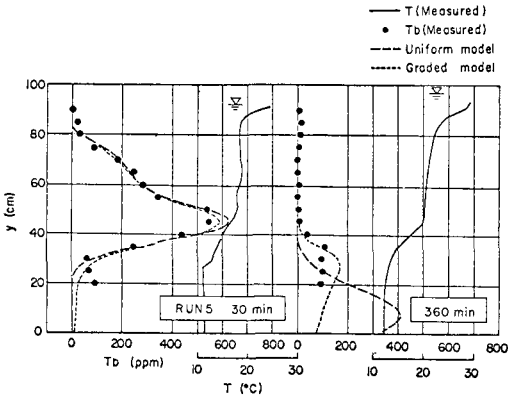


図-4 鉛直濁度分布

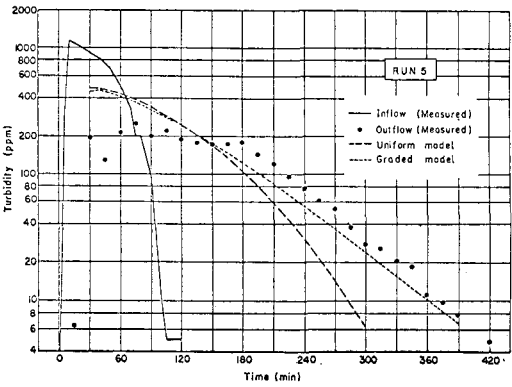


図-5 流出濁度

5. あとがき

貯水池内の濁質の沈降による粒度変化を考慮することにより、濁水長期化現象の予測精度が従来のモデルに比べて向上することが室内実験により検証された。沈降速度の見積りにStokes則を用いることはほぼ妥当と思われる。さらに予測精度を向上させるには、広い粒径範囲にわたる濁度と濁質濃度の關係の十分な検討が必要である。

参考文献 1) 安芸白砂：発電水力, No134, 1975 2) 宮崎早乙女増田：港湾技研資料, No284, 1978