

II-268

現地観測データに基づく
Kダム貯水池内の流動特性に関する研究

東京理科大学大学院

学生員 杉井 道啓

東京理科大学理工学部土木工学科

正会員 大西 外明

電源開発株式会社

喜多村雄一

1. 研究の背景と目的

ダム貯水池は当初、自然の河川水を貯留、調節し、水力発電等の目的の為に適切に配分することで建造されたが、水資源利用が高度化、多様化し、各用途に応じた水質の確保が重要な問題となっている。特にダムの建造に伴う貯留水の冷水化、下流河川の長期濁水化は、ダム下流域の農業、水産業、上水道等へ深刻な影響を与えている。そのため、ダム貯水池内の貯留水の流動特性を把握することは、これらの問題を解決する上で重要な研究課題となっている。

本研究では過去約2年間に及ぶ、膨大な量の現地観測データを用いて、特に密度成層の境界面に関する流動特性に注目し解析を試みた。

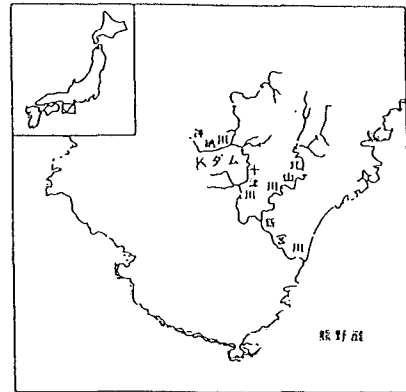


図1 Kダムの位置

2. 現地観測データについて

本研究では、紀伊半島の中央部に位置しているKダム貯水池の4地点に測定機器を設置し、1992年10月より現在に至るまで観測を続けている。観測しているデータの種別は、標高水深、濁度、水温、クロロフィル、電気伝導度、日照度、平面流速およびその流向、鉛直流速、そして水面における風速およびその風向である。この観測データを一日2回午前と午後に（洪水時には一日3回）、標高水深5mまたは2.5mごとに観測している。

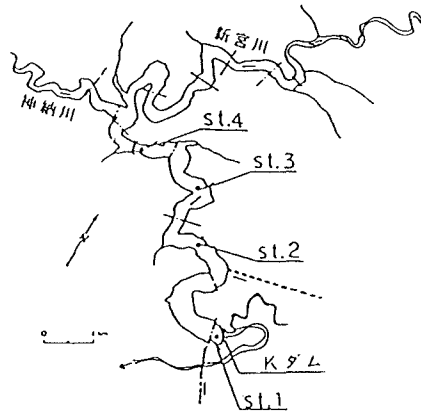


図2 測定点地図

3. 界面抵抗係数および混合距離

境界面の抵抗係数は密度流現象の解析において重要なものであり、従来から多くの研究者によって活発な調査研究が行われている。その中でよく用いられている経験式は、界面抵抗係数を f_i とおくと

$$f_i = 0.2\varphi^{-0.5} \quad (1)$$

であるが ($\varphi = R_e F_i^2$, R_e : レイノルズ数, F_i : 内部フルード数), この式は内部フルード数が増加する、つまり界面の混合が活発化するにつれて抵抗係数が減少するという不合理な面がある。そこで、本研究では

$$f_i = \frac{A}{R_e} + 0.00207 F_i^2 + 0.0015 \frac{H-d}{H} \quad (2)$$

という江頭・芦田の式を用いて境界面の混合距離の検討を行った。(A: 定数, H: 全水深, d: 流動層厚)

境界面の無次元混合距離に関しては次の式が導かれる。

$$\beta = \frac{l_0}{d} = \gamma_1 \left(\frac{U}{u_*} \right)^{-3} \quad (3)$$

ここで、 l_0 ：混合距離、 d ：層厚、 γ_1 ：係数、 U ：流速、 u_* ：摩擦速度。

室内の模型実験において γ_1 の値は、 $120 \leq \gamma_1 < 300$ の範囲にあると報告されているが、今回現地のデータを解析すると、2次躍層面においてはほぼこの範囲に値が存在するが、1次躍層面においては $300 \leq \gamma_1 < 2000$ の範囲に値が存在する。1次躍層面のほうは水面の風応力などの影響があると思われるので、さらに検討が必要だと思われるが、式(2)は現地でも適用ができると考えられる。

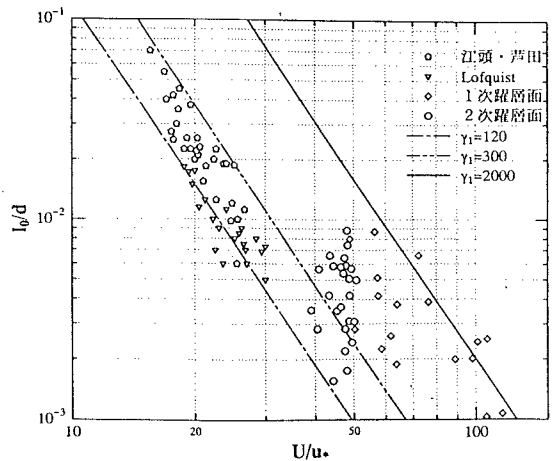


図3 無次元混合距離と流速係数

4. 密度界面の安定性に関する検討

躍層面の安定性を検討する指標として次式で表されるヴァイサラ振動数を用いて検討を行なった。

$$N = \sqrt{\frac{g}{\rho} \frac{d\rho}{dz}} \quad (4)$$

ここで、 ρ ：密度 (kg/m^3)、 g ：重力加速度 (m/s^2)、 $d\rho/dz$ ：鉛直方向の密度こう配。この式を用い、特に2次躍層面について検討を行なった。

結果のグラフである図4における凡例の説明として、case1は現地観測データの測定間隔である5mを先程の式の dz に当てはめたものであり、case2は貯水地の流動層厚を表わす式である Y_{ih} の式を dz に当てはめて計算したものである。

その結果、年に数回ある洪水時には、2次躍層面の強度は通常時の強度よりも減少するが、洪水後2、3日経過するともとの強度に回復することが確かめられた。

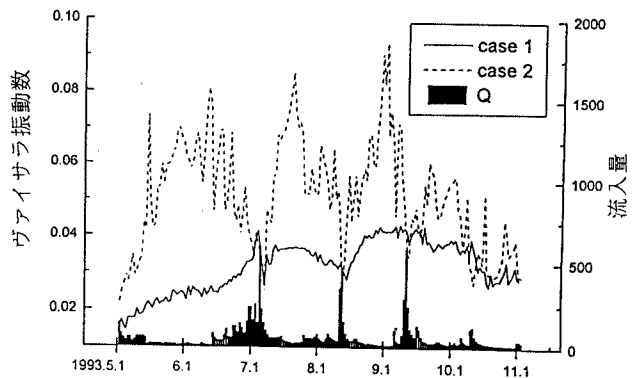


図4 ヴァイサラ振動数の年変化

5. まとめ

無次元流速と界面の無次元混合距離の関係については、従来の理論的、実験的研究から、式(2)の理論式が導かれているが、この式は実際に現地でも用いることができることが確かめられた。

ヴァイサラ振動数によって評価される2次躍層面の強度が、洪水時に大きく減少することが確かめられた。

参考文献： 1. 江頭進治・芦田和男：成層密度流の流れの構造に関する研究

京大防災研究所年報 第22号 B-2

2. 林尚志：土木学会第50回年次学術講演会講演概要集