

ダム洪水吐の導流構造に関する解析的研究

電源開発(株)茅ヶ崎研究所 会員 ○喜多村 雄一

〃 茅ヶ崎研究所 会員 喜多村ベテク

1. 研究目的

ダムの洪水吐設備は、ダム本体との構造的関連性によって、附属型、隣接型、分離型に区分される。いずれの形式も設置条件を考慮して可能な限り円滑に洪水流入するように形状が設計される。附属型や隣接型の場合は、ダム本体構造と直接的な影響を与えることから、ダム本体構造物への影響を少なくするとともに構造を調和させることが重要である。特に、洪水吐の流入水路内に設置される導流壁は、水面動揺を少なくし流入流速の均一化と流況を安定させ、洪水を安全に処理するために必要である。本研究の目的は、洪水吐における導流構造によって変化する水理特性に関して、3次元の流れ解析により洪水吐と周辺の流況の検討をおこなったものである。

2. 解析手法

2.1 解析方法

流れの基礎式は、非圧縮性を仮定した連続式と運動量式を基本としている。乱流モデルは、渦粘性型のRNGモデルを用いた。離散化は、解析領域を3次元の差分メッシュ(コントロールボリューム)に分割し、それぞれの状態量(FVM)を解いた。基礎方程式の差分法は、SOLA法(HSMAC法)でおこなった。時間積分は、陰解法ADI法を用いた。計算は、適当な初期値から、最終的な境界条件(出流端の平均流速)まで、定常漸近解析を行った。なお、直交格子、障害物と水面は、流体堆積率と開口率で各コントロールボリュームを定義するFAVOR(VOF)手法を用いた。

2.2 解析内容

解析は、D水力発電所の隣接型洪水吐の設計案(Case-1)に基づいた。これは、設計流量 $6,000\text{m}^3/\text{s}$ 、開水路、スキージャンプ式のダム左岸側に計画された洪水吐である。解析対象は、ダム本体、洪水吐ゲート直下流部までを含む $1,250\text{m}$ 、幅 $1,270\text{m}$ 、水深約 57m の領域である。解析領域を、図-1に示す。さらに、導流による水理特性の変化をみるために、円形の導流堤を設置した案(Case-2)、導流隔壁を短縮した案(Case-3)、導流隔壁の前面を拡幅した案(Case-4)に対しておこなった。なお、予備解析として、上流端における境界条件設定のため、洪水吐の流入部から下流部全体に対する2次元断面解析を実施している。

解析格子は、x方向に120セル、y方向に100セル、z方向に22セルの合計264,000セル分割(不等間隔)とした。流入条件として、ダム上流部の河川(上流端)に水位一定の圧力指定境界を与えた。洪水吐の近傍では徐々に水位が低下し、流速等に影響を与えられこれを考慮した。壁についてはすべり無しの剛壁条件、壁面条件として絶対粗度で与えた。なお、予備解析の解析格子数は、不等間隔の213,400セル分割とした。

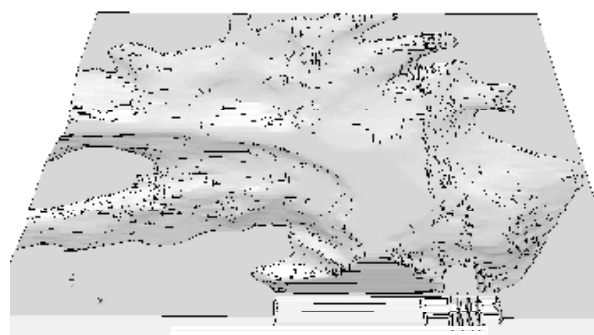


図-1 解析領域

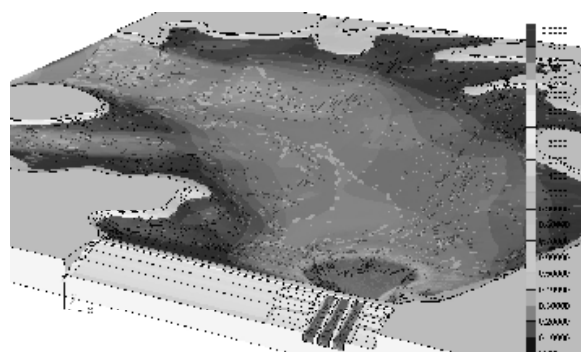


図-2 水面における流速コンター(Case-1)

キーワード：洪水吐，導流隔壁，自由水面，数値解析，三次元流れ解析

連絡先：電源開発(株) 技術開発センター茅ヶ崎研究所 環境・科学研究室 0467-87-1211(代表)

3．解析結果と考察

予備解析では、ダム上流部の河川(上流端)に、流速境界を与える場合と、水位一定の圧力指定境界を与える場合の比較をおこなった結果、水位形状、流量の誤差の点から後者の方が良好な結果となった。Case-1では、洪水吐近傍の流れは、貯水池形状が左岸側に湾曲しており、貯水池左岸側から洪水吐にいたる流れとなる(図-2)。洪水吐の流入部付近の最大流速は約5m/sであり、またダム本体の一部の箇所では約4m/sの流れがみられる(図-3)。洪水吐の右直上では渦の発生がみられる(図

-4)。Case-2では、最大流速は約2m/sとなり、ダム本体に隣接する箇所から堤の周囲の方へ位置が移動する(図-5)。洪水吐の直上の渦発生もみられない。Case-3とCase-4では、導流壁の上部付近に、流速の早い領域が移動、発生し(図-6)渦の発生もみられる。

4．結論

本研究で、得られた知見を以下のとおりである。

- (1) 導流構造によって、洪水吐の近傍における渦発生を抑えることが可能である。円形の導流堤は効果的で、洪水吐に流入する流線の改善が可能である。ただしこの構造は経済的にはコスト高である。
- (2) 導流壁の延長によって、流入部付近の最大流速を低下させることが可能である。また、隔壁前面の拡張は、流況改善に対する効果が余りみられない。なお、導流壁の延長は、基礎構造が必要となる。
- (3) 今回の洪水吐形状では、水理的にCase-1やCase-2が優れているものの、実際の施工が困難であることから現地で施工可能なCase-3が採用されている。また、洪水吐付近の被覆に対する配慮が提案されている。

今後、可能であれば水理模型実験による評価、現地観測による検証や確認が望まれるとともに、きめ細かい構造物のメンテナンスの必要がある。

参考文献

- (1) 喜多村ペテク、喜多村雄一：取水口における導流隔壁の水理特性に関する研究，第27回土木学会関東支部技術研究発表会，2000.3.
- (2) 喜多村ペテク、喜多村雄一：超圧水槽の上部水室における水理特性に関する研究，第28回土木学会関東支部技術研究発表会，2001.3.

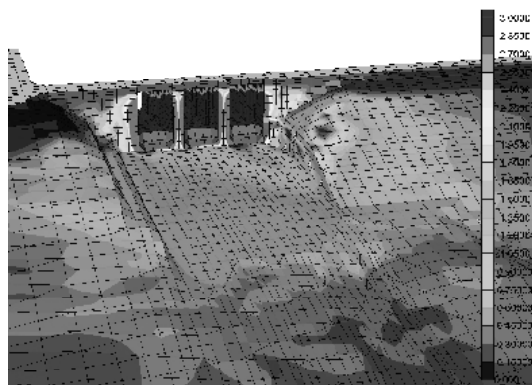


図-3 洪水吐付近の底面流速(Case-1)

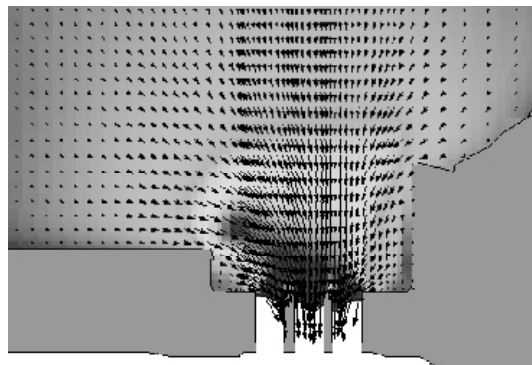


図-4 洪水吐付近の流速ベクトル(Case-1)

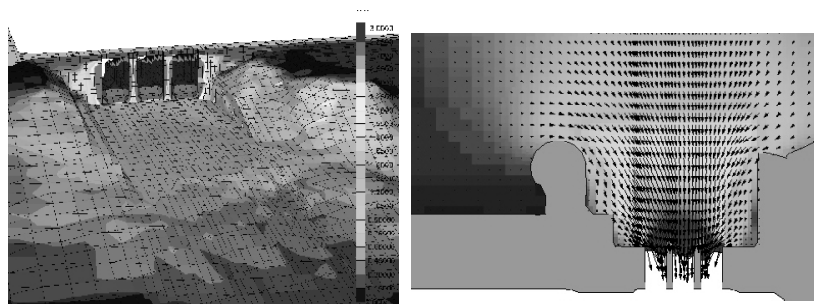


図-5 洪水吐付近の底面流速と流速ベクトル(Case-2)

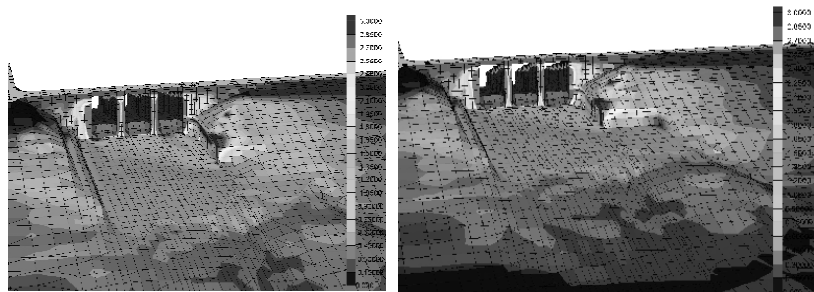


図-6 洪水吐付近の底面流速(Case-3, Case-4)