

コッファードム周辺の流れ構造に及ぼす形状の効果

名古屋工業大学 ○ 劉 建
 名古屋工業大学 正 員 富永 晃宏
 名古屋工業大学 学生員 千葉 茂樹

1. まえがき コッファードムとは河川の大規模な工事の際に造られる仮締め切りのことである。中国の三峡ダムの建設にあたって河川幅の1/3を締め切るようなコッファードムが計画され、その洪水時における流れへの影響が検討されている。このような河道幅が急縮するような流れ場は、河道の膨らみや狭まりを積極的に取り入れようとする今後の河道計画においても重要な課題である。本研究ではこのようなコッファードムの上下流の傾斜角が流れに及ぼす影響を実験的及び数値的に検討したものである。

2. 実験方法 実験は、幅30cm、長さ8mの勾配可変型開水路で行った。流下方向長さ24cm、横断方向幅15cmの長方形の非越流コッファードム模型およびこれの上下流に45°の傾斜を持たせ底辺の長さ54cmとした台形コッファードム模型の2通りを上流端より4mの位置に設置した。流量3500cm³/sとし下流端の堰上げを調節して水深を8.7cmに設定し、水深の急変が発生しない条件とした。計測は底面からの高さy=3.6cmの1点計測で、2成分電磁流速計を用い、主流方向x成分、横断方向y成分の計測を行った。また、水面形はポイントゲージで計測した。

3. 実験結果 計測された(U, V)流速ベクトルを図-1に示す。長方形と台形の形状の違いはそれほど顕著ではなく、ダム近傍で急激な流向の変化と加速が発生しダム下流ではく離による再循環流が形成されている。はく離流の右岸への再付着点も両者でほとんど差が認められない。大きな違いは長方形の場合ダム区間から下流にかけてダム側へ向かう横断方向流速成分が、台形の場合に比べて大きいことである。この点は流下方向の幅が小さい水制の実験結果¹⁾とも異なっている。またダム背後への流れの入り込みは長方形の方が若干早く、循環渦の中心は長方形の方が少し上流に位置する。

4. 数値計算法 水深平均の2次元レイノルズ方程式を数値計算して実験値と比較検討した。乱流モデルとしてk-εモデルを用いて計算を行った。u, vの運動方程式及び乱れエネルギーk及び逸散率εの式がスタaggerド格子でコントロールボリューム法で離散化され、圧力補正式としてSIMPLECアルゴリズムを用いた。台形コッファードムについては上下流の傾斜した面をカーティシアン座標において、非長方形格子として取り込み計算する方法を用いた。詳細については文献2)を参照されたい。

5. 数値計算結果 図-2に計算された流速ベクトル図を示す。計算値では長方形と台形における差異はほとんど認められない。結果的には、台形の方の計算値は実験値とよく一致し、コッファードム直下流の横断方向流速が過小となっているものの、再付着点位置は良好に再現されている。しかし、長方形では循環渦の中心位置が下流側へずれており、コッファードム区間から下流に至る領域における大きな横断方向流速が再現されていない。図-3は主流速uの横断分布を比較したものである。やはり台形の方が実測値との一致が良好である。長方形ではダム区間の加速が過小評価されているが、下流に進むに従って再び一致してくる。図-4は水深の計算値と実験値の比較を示したものである。実験値は長方形の場合がダム直下流での水深の落ち込みが台形に比べて大きい。計算ではこの差がうまく再現されておらず、台形の方は比較的良好な予測値を与えるのに対し、長方形ではコッファードム背後の水深の不一致が目立つ。

6. あとがき 以上を総合すると、長方形のコッファードムではダム区間から下流にかけての領域では縦渦を含む3次元の流れ構造が強い影響を及ぼしているものと推測される。そのためこの付近での水深や流速の計算値との不一致が顕著となったと考えられる。一方、台形状のコッファードムではこのような3次元構造が弱まり、2次元計算による計算値の予測精度が高くなったものと考えられる。また、ここで用いた非長方形格子の処理方法の妥当性も確認された。

<参考文献>I) 富永晃宏, 劉建, 三尾憲史, 大橋基良: 第49回年講, II-151, pp.302-303, 1994.

2) Liu, J., Tominaga, A. and Nagao, M., J. of Hydroscience and Hydraulic Eng., Vol.12-2, pp85-100, 1994.

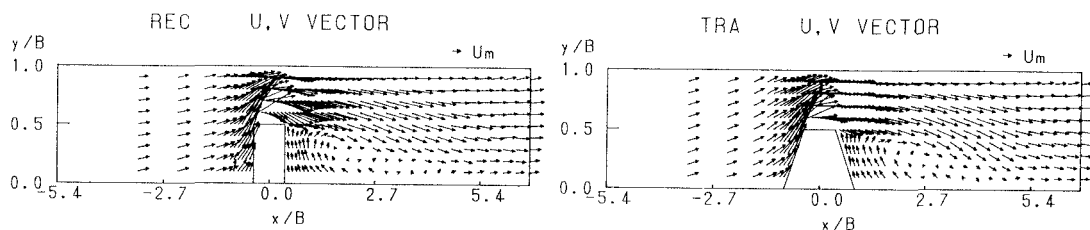


図-1 (U, V) 流速ベクトル図 (実験結果)

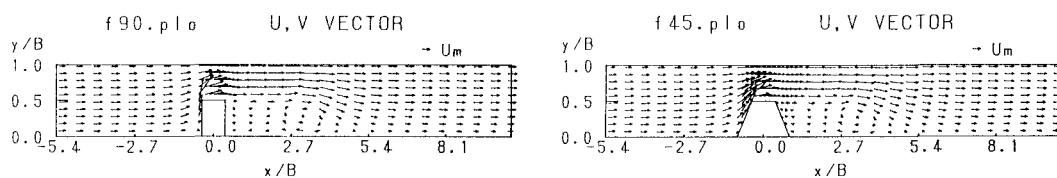
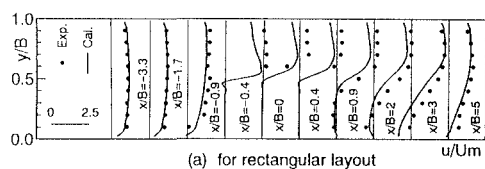
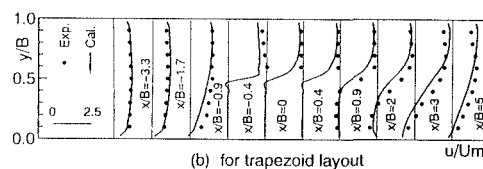


図-2 (U, V) 流速ベクトル図 (数値計算の結果)

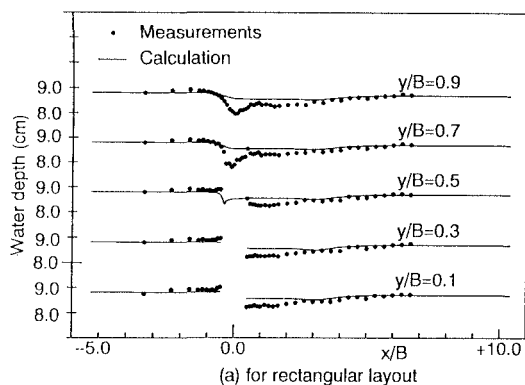


(a) for rectangular layout

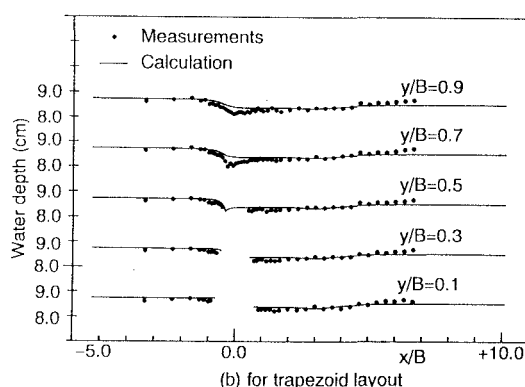


(b) for trapezoid layout

図-3 主流速uの横断分布図



(a) for rectangular layout



(b) for trapezoid layout

図-4 水深の計算値と実験値の比較図