

II-182

下流側水深・流速を有するダム破壊流れ先端部の水面形とコア外縁に関する実験

秋田市役所 正員 ○檜 岡 善 治
 復建技術C 川 村 力
 秋田大学 正員 松 富 英 夫

1. はじめに

本研究の目的は、著者等の一人によりすでに誘導された下流側水深・流速を有する場合の抵抗を考慮したダム破壊流れ先端部の水面形と混合・コア領域の境界に関する理論¹⁾の有効性を実験値との比較により検討することにある。下流側流速を有する場合のその検討はまだ行われていなかったのである。

2. 実験装置と方法

実験に使用した水路は高さ0.5m、幅0.3m、長さ11.5mの水平に設置された鋼製矩形水路で、水路下流側の10m部分が両面ガラス張りのものである。ダムとしては、手動の引き揚げ式ゲート(塩化ビニール樹脂製で厚さ12mm)が用いられており、水路下流端から6mの所に位置している。ガラスの片面には、経時的流れ先端位置、空間波形や混合・コア領域の境界読み取りのため、5cm間隔のメッシュが刻まれている。初期下流側水深 h_0 と初期下流側流速 u_0 はゲート直下流に設けられたホース(口径80mm)からの水の供給量で調節された。実験装置の概要を図-1に示す。

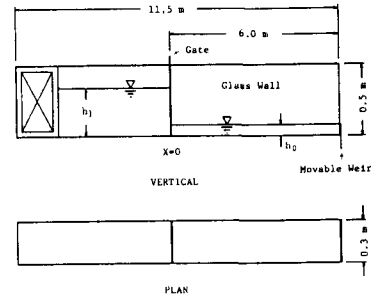


図-1 実験装置

実験はケースA($h_0=0.0285$ m、初期上流側水深 $h_1=0.35$ m、 $u_0=0.345$ m/s)とケースB($h_0=0.027$ m、 $h_1=0.40$ m、 $u_0=0.304$ m/s)の2ケースである。

ダム破壊はゲートを一気に引き揚げることにより模擬した。空間波形と混合・コア領域境界の測定にはモーター・ドライブ・カメラを、流れ先端軌跡の測定にはビデオ・システムを用いた。そして、ビデオは1/60秒まで読み取り可能なビデオ・モーション・アナライザーで解析された。

3. 実験結果と考察

図-3と4は共に次式の先端軌跡に関する理論¹⁾と実験値の比較を示したものである。

$$a = \dot{a}_0 t - r g \left\{ 1 - \left(\frac{2}{3} r - 1 \right) \frac{\dot{a}_0}{\dot{a}_0} \right\} \dot{a}_0^2 K t^2$$

$$\div \left\{ 6 \frac{h_0}{h_1} \frac{\dot{a}_0}{\dot{a}_0} + 4 \left(1 - \frac{r}{2} \frac{\dot{a}_0}{\dot{a}_0} \right)^3 - 4 \left(1 + \frac{1}{2r} \right) \frac{h_0}{h_1} u_0 \right\} \quad (1)$$

ここで、 a : 流れ先端位置、 $\dot{a}_0$: 初期先端移動速度、 t : ダム破壊後からの経過時間、 r : 初期先端水粒子速度 U_0 と $\dot{a}_0$ の比、 g : 重力加速度、 K : 抵抗係数、 $\dot{a}_0 = \dot{a}_0 / c_1$ 、 $u_0 = u_0 / c_1$ 、 $c_1 = \sqrt{g h_1}$ 。実験値は各々2回の平均で、理論曲線は実験値によく適合するように K を選択した場合のもので

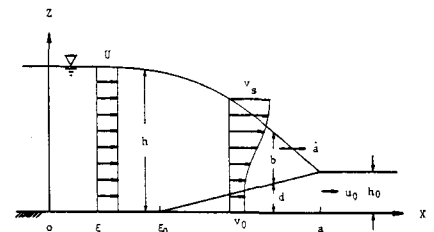


図-2 モデルと記号

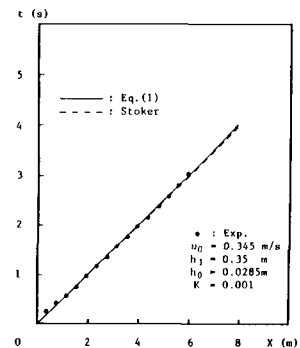


図-3 先端軌跡の実験値との比較(ケースA)

ある。滑面に対するこのK値は、ダム破壊流れに関するStoker理論で予測される水理量を用いれば、従来の開水路定常等流に対する抵抗則で前もってほぼ予測つくことが確認されている²⁾。これ等の図から、本ケースの流れ先端軌跡は共に $K=0.001$ とすれば式(1)でほぼ予測つくことが判る。

図-5と6は各々上で評価されたK値を用いた時の流れ先端部の水面形に関する理論と実験値を比較したものである（理論に基づく水面形推定の具体的手順は文献1)を参照されたい）。これ等の図から、実験値は瞬間値であるため波打ち、理論と大きくずれているところもあるが、理論は実験値を比較的よく説明するものであると判断される。

一方、理論による混合領域とコア領域の境界は次式で与えられ、実験値との比較が同じく図-5と6中に示されている。

$$d = \frac{x - \xi_0}{a - \xi_0} h_0 \quad (2)$$

ここで、 d ：コア厚、 x ：ダム位置を原点とする水平距離座標、 ξ_0 ：コア領域終端位置。ただし、気泡を含んだ領域の下限が実験値として採用されている。両者は、先端位置近くでは比較的良く一致しているが、先端から離れるに従って差が大きくなっている。その理由の一つとして、先端から離れるに従って気泡密度が小さくなる等のため、この境界の写真からの判定が難しくなり、実験値の読み取り誤差が考えられる。その他の理由として、理論展開におけるコア厚の直線的变化の仮定の妥当性や底面境界層発達の問題等が考えられる。

先端位置から離れた所でのコア厚に関する理論の妥当性の検討は今後のより正確な実験を待つ必要がある。

4. むすび

著者等の一人が誘導した下流側水深・流速を有するダム破壊流れ先端部の水面形に関する理論は実用に共しうものであることが確認された。混合・コア領域の境界に関しては、先端位置近くで理論と実験値は比較的よく一致することが確認されたが、先端から離れた所については今後の問題として残された。

最後に、本研究の一部は昭和61年度文部省科学研究費自然災害特別研究（1）（研究代表者：東北大学工学部 首藤伸夫教授）により行われたことを付記し謝意を表する。

〈参考文献〉 1) 松富英夫：下流側水深を有するダム破壊流れ先端部の水面形、土木学会論文集、No.375/II-6, pp.161-170, 1986. 2) 大森 勉・松富英夫：碎波段波の抵抗係数について、昭和61年度土木学会東北支部年講、pp.66-67, 1987.

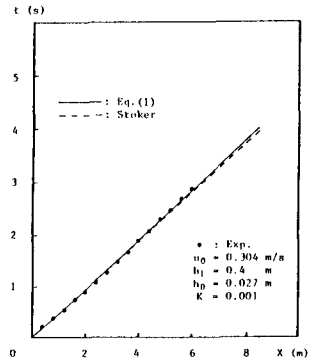


図-4 先端軌跡の実験値との比較(η-zB)

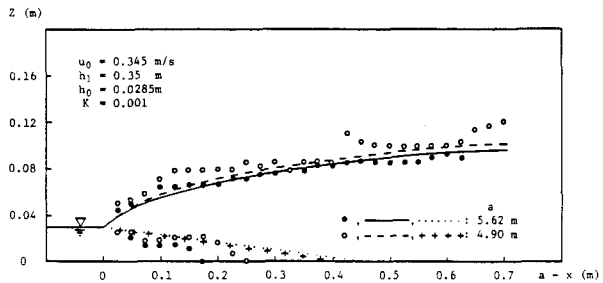


図-5 水面形の実験値との比較(η-SA)

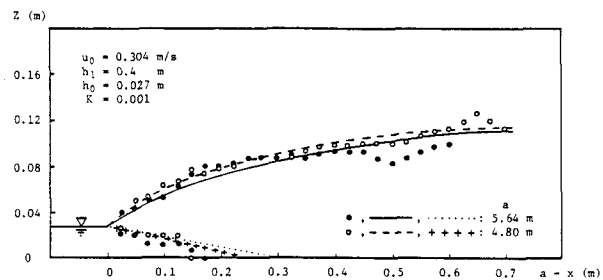


図-6 水面形の実験値との比較(η-zB)