

II-190

ダム堤趾導流部壁沿いの水面形

（財）建設技術研究所 正員 漆山敬二
同 上 正員 本島政彦
九州地建竜門ダム工事事務所 正員 柏井条介

1. まえがき

集水面積が小さく洪水到達時間が短いダムでは、安全性確保のために堤頂長の大部分を自由越流形式とし、堤趾部に階段状に設置されるフーチングを利用した導流水路により、越流水を越流幅の数分の1の幅の減勢工に導く堤趾導流型の洪水吐きとして設計される事例が多く見られるようになった。しかしこの形式の導流部では、導流壁高の決定手法が水理設計上の最大の課題になっているにもかかわらず、適切な算定方法がないのが現状である。筆者らは、堤趾導流部のうち最も高い壁高になると考えられる上流端ステップの流れについて検討を加えた。¹⁾ 本研究では、上流端ステップ下流に連続したステップを設けた時の水面形を対象に、ステップの縦断勾配や導流壁角度をパラメータにとって調査したのでここに報告する。

2. 実験概要

使用した模型の概要および実験ケースを図-1、表-1に示す。実験での観測項目は、壁沿いの水深 h_w および流況である。実験1は上流端ステップでの流入フルード数 Fr を変化させたものであり、実験2は導流壁角度 θ を変化させたものである。なお、越流水深 H は、模型縮尺の影響が顕著にならない水深として10cmを採用している。²⁾

表-1 実験ケース

実験条件	【実験1】	【実験2】
越流水深 H (cm)	10	9.6/12.5
導流壁角度 θ (°)	30	8~32
ステップ幅 W (cm)	35	25
ステップ長 L (cm)	30	15
ステップ勾配 α (°)	15.9/29.7	11.3/18.4/33.7
ステップの数	5	10
流入フルード数 Fr	7~15	5~7
L/H	3.0	1.50/1.15

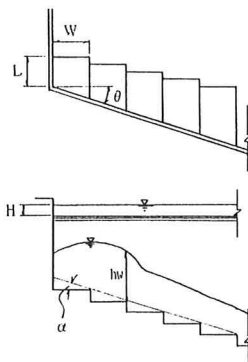


図-1 模型の概要

3. 実験結果

3.1 流況 堤体下流面を流下してきた水脈は、ステップおよび導流壁により変向され壁沿いに上昇する。上昇した水脈は、一部は堤体側へ落下し、一部は導流壁沿いを流下し全体としてらせん流を形成しながら流下する。（写真-1）

3.2 壁沿いの水面形 図-2には実験1での壁沿いの水面形例を示す。図-2に示した実線は、筆者らがすでに行った上流端ステップでの実験において、堤体側へのもどり流が流入水脈に影響しない場合における水面形の推定式（(1)式）を各ステップに適用した場合の水面形であり、水面形は放物線で近似できる。

$$Y = a [X - X(Hmax)]^2 + Hmax \quad (1)$$

$$a = (c - Hmax) / (Hmax)^2$$

$$X(Hmax) = 7.11 Fr^{0.84}$$

$$Hmax = 10.13 Fr^{0.63}$$

$$c = 15.96 + 0.76 Fr$$

ここで Y はステップ標高を基準とした水深、 X はステップ始端を基準とした壁沿いの距離としている。

（図-3参照）

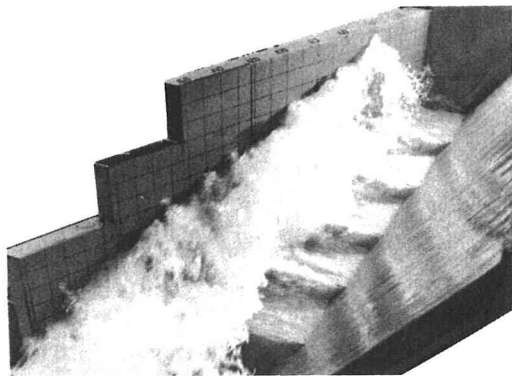


写真-1 ステップの流況

図-2から、2ステップもしくは3ステップにおける水面形は、(1)式で求められた水面形より上昇する傾向がみられる。これは、2ステップもしくは3ステップからの流れが、上流端ステップの流れを押し上げているためと考えられる。3ステップより下流での水面形は、上流側からの流れに影響を受けて、(1)式で求められる水面形よりも低下する傾向にある。これは壁沿いを流下する流れによるものと、堤体側に落下した流水によってステップに流入する水脈が減勢されることの相乗効果と考えられる。

図-2の破線は、(1)式で得られた水面形の包絡線を示している。図-4には、包絡線から求められる仮想水面形の水深 h_i と実験から得られる水深 h_p の比を示した。ここで横軸は壁沿いの距離 X を(1)式で求められる最大水深の発生位置 $X(H_{max})$ で無次元化した値である。図-4より $X/X(H_{max})$ が2付近までは h_p/h_i の値は1を越えている。これは前述した上流端ステップに対する下流ステップの影響を表わしている。それより下流での h_p/h_i の値は1以下であり、 $X/X(H_{max})$ が5付近まで直線的に低下している。又、 $X/X(H_{max})$ が5付近までにおいては、 h_p/h_i の値が流入フルード数 Fr やステップ勾配 α に影響を受けないことが窺える。

図-5には、実験2の h_p/h_i の値を示した。実験2では(1)式で上流端ステップの水面形を十分に表現できないケースもあるが、ここでは(1)式から得られる h_i で下流ステップを評価してみた。図-5より、導流壁角度が大きい程水面の低下は大きく、又ある程度流下すると h_p/h_i が一定値に近づく傾向がみられる。さらにその値は α 、 θ に影響されることが推察される。

4. あとがき

本研究では、ダム堤趾導流部においてステップが連続した場合の水面形を調査した。その結果、水面形に影響を与えるパラメーターを抽出し、さらに水面の低下率によって評価したものである。今後は図-5で示唆された水路下流での水深について研究を進める予定である。

参考文献 1) 本島・漆山・柏井、ダム堤趾導流部上流端ステップでの流れ、15回関東支部技術研究発表会講演概要集、1988 2) 柏井・漆山、ダム堤趾導流部の水理模型実験における縮尺効果、31回水理講演会論文集、1987

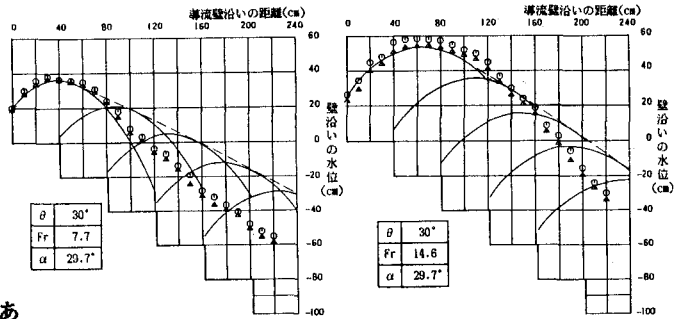


図-2 壁沿いの水面形

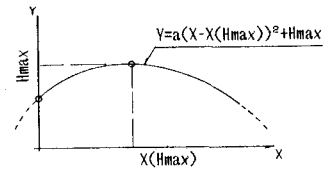


図-3 最上流端ステップの水面形

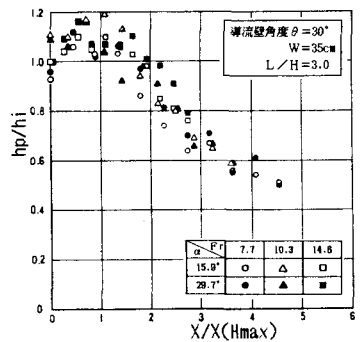


図-4 流入フルード数と水面の低下

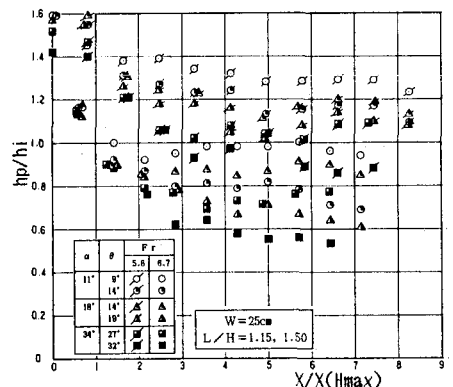


図-5 導流壁角度と水面の低下