

II-275

減勢池水面を走る水脈の減勢に関する実験的研究

建設省土木研究所 正員 箱石憲昭

銚建設技術研究所 正員 後藤修次

1. はじめに

近年、重力式コンクリートダムに設置される小容量の放流設備（利水放流設備等）においては、専用の減勢工を設けずに空中放流形式として、洪水吐きの減勢工を兼用する場合が多い。またこれらの設備は、水平あるいは最大でも 10° 程度の緩傾斜で放流するものが多いことから、減勢池への突入角度が低角度となり、放流水が減勢池に安定して突入するか否かが問題となる。また、安定して突入しない場合は減勢長が長くなることが予想される。しかしながら、これらの放流設備の配置設計等においては、放流水の減勢に関する検討が十分に行われていないのが現状である。そこで、小容量放流設備としてよく用いられるジェットフローゲート（以下「J.F.G.」という。）およびホーজেットバルブ（以下「H.J.V.」という。）の2種類の模型を用いた空中放流実験を行い、減勢池内の流況区分と水脈が安定して減勢池に突入する場合の減勢長について調査し報告した¹⁾。本研究では、同様の模型を用いて水脈が減勢池水面を走る流況における必要減勢長について検討を行った。

2. 実験概要

実験概要図を図-1に、実験ケース一覧を表-1に示す。いずれの模型も設置角度は水平、ゲート開度は全開とした。減勢池内の流況は図-2に示すように、水脈落下点下流が潜流となり跳水ローラーが発生する潜り跳水と、放流水が減勢池内に突入せず水面を走る表面波状射流の2種類に分類される。

表面波状射流のときの水脈落下点から下流の流速を調査し、減勢に必要な距離について検討を行った。流速は、計算によって求められる水脈落下点から下流に1mピッチの7断面で、平均水位から深さ方向に5cm, 15cm, 25cmの3点で測定した。

3. 実験結果および考察

3.1 必要減勢長の判断基準

表面波状射流の必要減勢長の判断基準として、潜り跳水のローラー終端の流速を用いることとし、ローラー終端の直下流断面において鉛直方向の流速分布を測定した。その結果、ローラー終端直下流断面の最大流速は約 0.6m/s となっており、表面波状射流となったときの突入速度の水平成分（ここでは、水平に放流しているため放流流速 v^* に等しい。）との比 $V_{\max}/v_{0H}$ はほぼ $0.05\sim 0.1$ となる。そこで、表面波状射流の必要減勢長 L_s を $V_{\max}/v^*=0.05$ となる距離とすることとした。（ $V_{\max}$ は、深さ方向の3点の流速の最大値である。）

3.2 必要減勢長

L_s は、突入フルード数 Fr_o 、突入角度 θ_o 、上流水深 h_1 が関係していると考えられる。ここに、突入フルード数 $Fr_o=v_o/\sqrt{g d_o}$ 、突入流速 v_o および突入角度 θ_o は別実験により求められたゲートタイプ毎の放流水脈の軌跡から求めた値、また突入厚 d_o は流量 Q を一定とし Q と v_o から求められる換算断面を円形したときの直径である。

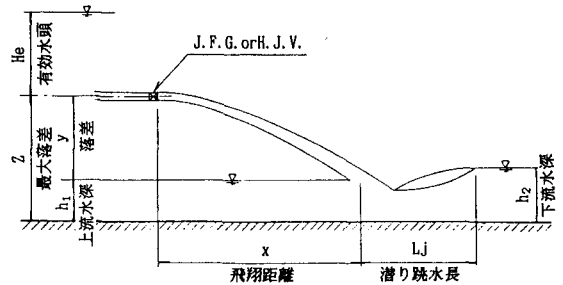


図-1 実験概要図

表-1 実験ケース一覧

パラメータ			備考
最大落差 Z	有効水頭 He	上流水深 h1	
40	100	2.50	D: ゲート径 (100mm)
90	300	5.00	
140	500	7.50	
190		10.00	
		12.00	

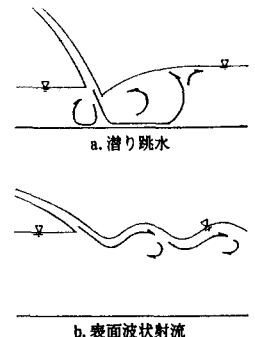
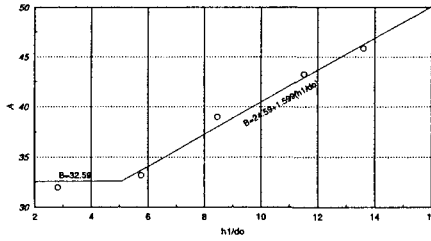
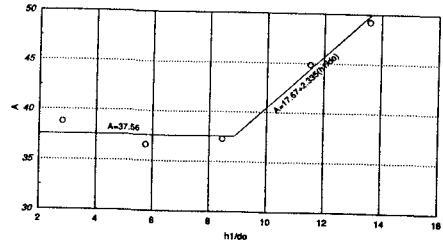
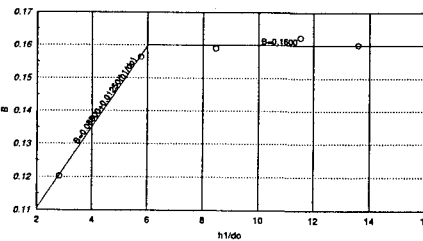
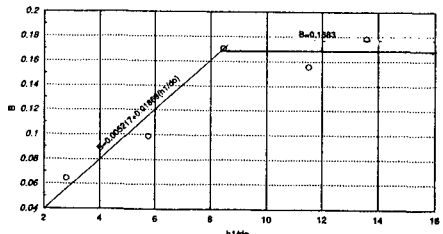


図-2 流況の分類

ここでは、 Ls と Fr_0 、 θ_0 および $h1$ との関係を種々検討した結果、 $Ls/do = A + B \cdot (Fr_0 \cdot \cos \theta_0)^2$ の形で近似できるものとし、係数 A および係数 B は $h1/do$ の関数とした。係数 A および係数 B と $h1/do$ の関係をJ. F. G. について図-3と図-4に、H. J. V. について図-5と図-6に示す。係数 A はJ. F. G. およびH. J. V. とともに $h1/do$ が小さいと

ときにはほぼ一定値となり、 $h1/do$ がある値よりも大きくなると増加する傾向が認められる。また、係数 B はJ. F. G. およびH. J. V. とともに $h1/do$ が小さいときには増加傾向を示し、 $h1/do$ がある値よりも大きくなると一定値となる傾向が認められる。係数 A および

図-3 係数Aと $h1/do$ の関係(J. F. G.)図-4 係数Aと $h1/do$ の関係(H. J. V.)図-5 係数Bと $h1/do$ の関係(J. F. G.)図-6 係数Bと $h1/do$ の関係(H. J. V.)

係数 B の $h1/do$ に対する傾向の変化点は、J. F. G. で $h1/do = 5 \sim 6$ 、H. J. V. で $h1/do = 9$ 程度となり、ゲート形式によってはほぼ一定の値を示し、H. J. V. のほうが大きい値となっている。上流水深 $h1/do$ が大きいほど必要減勢長 Ls/do は大きくなる傾向があるが、表面波状射流のときは水路底部および側部においては逆流が発生しており、上流水深が小さいときほど逆流の影響によって減勢長が短くなったものと考えられる。

以上の検討から、今回の実験結果による必要減勢長の予測式と実測値をJ. F. G. について図-7、H. J. V. について図-8に示す。

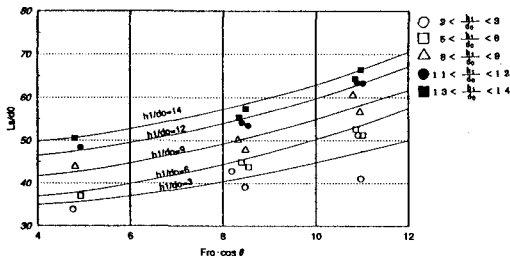


図-7 必要減勢長の実験値と予測式(J. F. G.)

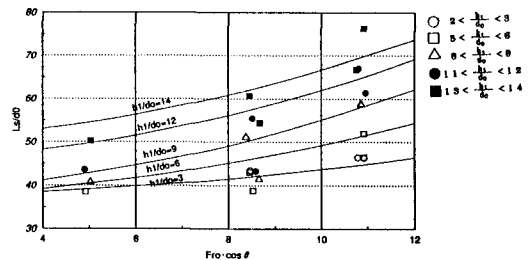


図-8 必要減勢長の実験値と予測式(H. J. V.)

4. おわりに

表面波状射流の場合の必要減勢長について検討を行った結果、J. F. G. とH. J. V. についてその傾向が明らかとなり、両設備とともに類似の傾向があることがわかった。しかしながら、表面波状射流の必要減勢長の決め方については、実設備への適用を考えると多少問題が残るところであり、今後、速度減衰特性に関する理論的検討を行う予定である。

参考文献 1) 後藤・箱石：低角度放流水脈の減勢に関する実験的研究，土木学会第47回年次学術講演会概要集，pp. 224～225，1992