

日本大学理工学部 正 栗津清蔵
日本大学理工学部 正 〇大津岩夫
日本大学大学院 学 吉田 保

ダム余水吐の減勢工として跳水現象が一般に利用される。自然河道の水架が跳水の失役水深より極端に低いとき、あるいは減勢池の掘削が経済上その他の理由で困難であるとき、急流水路での跳水あるいは潜り跳水が有効であるといわれている。しかしながら、これらの研究の歴史は浅く、数編の研究^{[1]~[4]}が発表されているが、さらに検討の余地がある。本報告は急流水路の潜り跳水を実験的に把握し、潜り跳水前後の水深間の関係、エネルギー損失、表面渦の長さ、について検討を加えたものである。

1. 流況

図-1において、跳水が始まる位置が、断面Aよりも下流であると跳水は不安定で偏向しやすく、断面A~B'(Bよりわずかに下流の断面をB'とする)にあると写真-1に示すように安定した跳水が得られる。跳水先端がB~B'にあると、跳水の流れ方向の振動^[5]をきっかけとして、水は急流部の隅にできた二つの三角形部分のどちらか一方に流れこみ、流れは写真-2に示すように激しく偏向し、側壁が洗われる。しかし、しばらくすると再びB~B'に跳水の先端がもどり、左右対称の跳水となり、この二つの状態をくり返す。Unny^[1], Herbrand^[4]らは、断面Cから始まった左右対称の跳水をC~C'の水面形を適当に仮定して解析しているが、筆者の実験($h_3/h_0 = 0.25, 0.50, F_0 \leq 8$)によると、なんらかの偏向防止策をとらない限り、B~Cでは左右対称の跳水はおこらず、流れは常に写真-2のように偏向する。偏向防止策は deflector の設置などが考えられているが、図-2に示すように、下流水深を増加させ、跳水をある程度(この実験の範囲では $h_3/h_0 > 2 \sim 3$)以上潜らせると偏向を防止することができ、このとき h_3 は断面IIIで一定である。この状態を急流水路の潜り跳水と定義し、その終点は水面において逆流の観察されなくなった点とする。

2. 水深間の関係

潜り跳水前後で静水圧分布、運動量補正係数 $\beta_0 = \beta_4 = 1$ 、壁面摩擦無視、の仮定を用い、図-2、断面III、IVを検査面にとり、運動量方程式を適用すると、

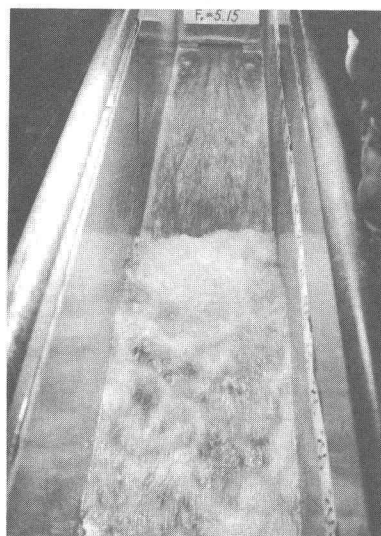
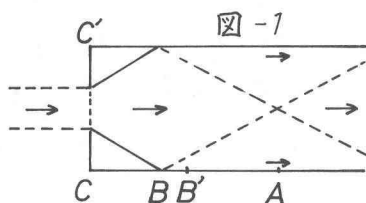


写真-1

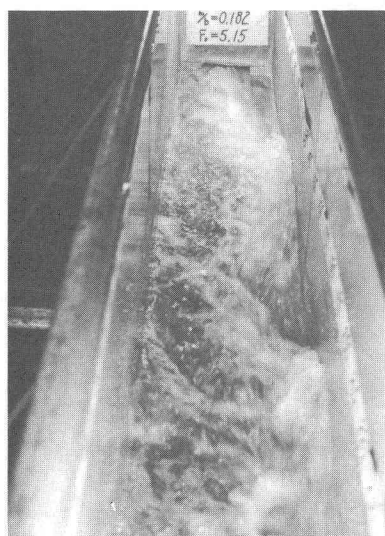
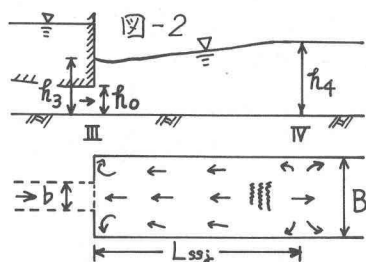


写真-2

$$X_4^3 - (X_3^2 + 2F_0^2 \ell) X_4 + 2F_0^2 \ell^2 = 0 \quad (1)$$

(1)式で $\ell = 1$ とすると長方形水路の渇り跳水の式^[5](図-3、点線)に一致し、さらに $X_3 = 1$ とすると周知の跳水の共役水深の式に一致する。(1)式の実験による検証を図-3, 4に示す。 $F_0 < 1$ の解は、たとえば図-3において $X_3 = X_4$ と $F_0 = 1$ の線との間のわずかな領域にあり、水面はほぼ水平とみなせる。また、 $\ell \rightarrow 0$ or $X_3 \rightarrow \infty$ のときも $h_4/h_3 \rightarrow 1$ となる。図-5に一例として、 $\ell = 0.25, 1$ の場合、与えられた F_0 に対してどの程度の X_3 で水面が水平に近づくかを示した。

3. エネルギー損失

エネルギー補正係数 $\alpha_0 = \alpha_4 = 1$ とすると、相対エネルギー損失 H_L/H_0 は

$$\frac{H_L}{H_0} = \frac{2(X_3 - X_4) + (1 - (\ell X_4)^2) F_0^2}{2X_3 + F_0^2} \quad (2)$$

(2)式の実験による検証を図-6, 7に示す。

4. 渇り跳水の長さ

渇り跳水の長さを、渇り跳水によるエネルギー損失が完了するまでの長さとして解釈し^[5]、次のような無次元量の組み合わせを考える。

$$f_1\left(\frac{L_{ssj}}{H_L}, X_3, \frac{h_0}{b}, \ell, \frac{H_L}{H_0}\right) = 0 \quad (3)$$

(3)式に従い資料を整理すると、図-8, 9に示すように急拡水路の渇り跳木の長さ L_{ssj} は ℓ をparameterとして

$$f_2\left(\frac{L_{ssj}}{H_L}, \frac{H_L}{H_0}\right) = 0 \quad (4)$$

で表わすことができる。

記号

$$\ell = b/B, \quad X_3 = h_3/h_0, \quad X_4 = h_4/h_0, \quad F_0 = v_0/\sqrt{g h_0}, \quad v_0 = Q/b h_0, \quad v_4 = Q/b h_4, \quad H_0 = h_3 + v_0^2/2g, \quad H_4 = h_4 + v_4^2/2g, \quad H_L = H_0 - H_4$$

参考文献

- (1) Unny, T.E. "The Spatial Hydraulic Jump" I.A.H.R. 1961.
- (2) Rajaratnam, N. & K. Subramanya. "Hydraulic Jumps below Abrupt Symmetrical Expansions." A.S.C.E. 1968.
- (3) Sharma, H.R. "Discussion of 'Hydraulic Jumps below Abrupt Symmetrical Expansions.'" A.S.C.E. 1969.
- (4) Herbrand, K. "The Spatial Hydraulic Jump" Journal of Hydraulic Research. 1973
- (5) 東津、大津、吉田. "跳木内の流速について" 土木学会 年報. 1973.

