

岩手大学 学生員 ○東海林智義
 岩手大学 正員 笹本 誠
 岩手大学 正員 平山 健一

1. はじめに

寒冷地の放水路において、氷片が連続的に流れ込んでくる場合、どのような状態でゲートから流出、あるいは上流へ蓄積して行くかについて知る必要がある。ゲート上流側へ氷片が蓄積し、ある流域で氷片層が厚く形成された場合、ゲートからの流出流量の減少や上流水深の上昇といった現象が生じてくる。この現象によるゲート機能の低下を防ぐためには、氷片層が上流側へ形成して行かない状態を保たなければならない。本報告は、青森県小川原湖、高瀬川放水路ゲートの $1/10$ の縮尺模型を作製し、アラスチック粒を用いて実験を行なった結果から、氷片の流出状態、水深変化などについて考察したものである。

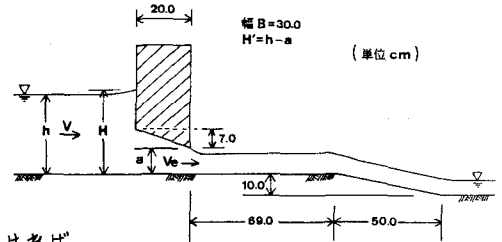


図-1

以下、図-2、図-3、図-4で使用するグラフ中の印を次のようにする

開度 a	比較実験
○ 1.5 cm	◇ 1.5 cm
△ 3.0 cm	△ 3.0 cm
□ 4.5 cm	□ 4.5 cm
× 6.0 cm	

2. 実験設備および方法

設備は、断面 $30\text{ cm} \times 30\text{ cm}$ 、全長 7 m の水平水路に図-1に示すゲートを設置したもので、水路側面はガラス、底面とゲートはペンキは上げされた合板である。氷片の代用として、流出の様子を観察する便宜上、ほぼ米粒大のポリプロピレン粒を選んだ。ポリプロピレンの比重は $0.90 \sim 0.91$ であり、氷にある程度の気泡が含まれていることを前提とした。

(1) 予備実験

実験を行なう前に、使用するゲートの主な特徴を知るための諸測定を行なった。ゲートの形状が一般的でないため、普通の刃形リップアをもつゲートについても同様の測定を行ない、比較の対象とした。

測定したすべての場合についてゲート上流側は常流、下流側は射流であった。図-2に流量を $Q = CaB\sqrt{2gh}$ (cm^3/sec)で示した場合の流量係数 C を示してある。図から、刃形リップアのゲートに比べ、一定の h/a に対する流量が大きいことがわかる。図-3は収縮係数を示したものであるが、刃形リップアのゲートに比べて収縮の度合いが小さく、一定程度で上流水深が上昇するほど収縮の度合いが小さくなっていくという、一般とは逆の傾向を示している。これは、水平に対して約 19° 傾斜している出口上流側のリップア面の効果によるものと思われる。この傾斜面の効果により、ゲート垂直面にぶつからずにゲート面に沿って出口へスムーズに流下する領域が大きくなっていることがわかった。

(2) アラスチック粒の流出実験

開度 1.5 cm 、 3.0 cm 、 4.5 cm のそれぞれに対して $6 \sim 8$ つの水深を決め、水

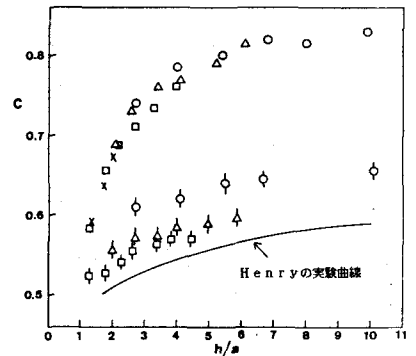


図-2 流量係数 C

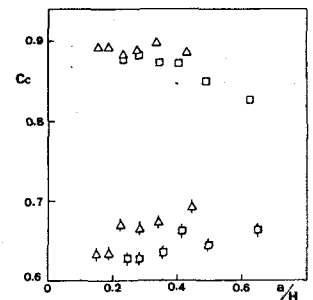


図-3 収縮係数 C_c

位が安定した時の水深、流量を測定した後、水路の上流からアラスチック粒を毎秒約150グラム速度で投入した。流出の有無、蓄積した場合の上流側水深の変化などについて測定・観察した。

3. 結果および考察

氷片の出口へのもぐり流出の有無は $Ve/(gH)^{1/2}$ と a/h をパラメーターに、図-4のように示される。図中の黒ずみした印は、連続して流れてくるアラスチック粒が完全流出、または、ゲート上流側のある位置まで蓄積するが、それ以上、上流側へ滞留層が伸びない場合を示している。黒ずみしていない印は上流側へ蓄積して行く場合を示し、半分黒ずみした印は流れてくるアラスチック粒の10%以下が上流側で滞留する場合を示している。

曲線は、もぐり流出を区別するもので、Ashtonの実験曲線（ $\rho_1/\rho_0 = 0.90$ ）を基に書いたものである。これは次の式で与えられる。

$$\frac{Ve}{(gH)^{1/2}} = 0.45 \left(\frac{a}{h} \right)^{-1/2} \quad \dots (1)$$

Ve : 出口での流速 (cm/s)
 H : 水面から出口上端までの深さ (cm)

Ashtonは比重0.92のポリエチレン・ブロックを用いて実験を行なった結果から、もぐり流出に関するいくつかの無次元パラメーターと、ParisetとHausserの浮氷の蓄積厚さの均衡式とから、 $Ve/(gH)^{1/2} = 0.4(a/h)^{-1/2}$ なる実験式を得た。これは氷片のもぐり流出が出口での速度 Ve と水中に沈んだゲート部分の深さ h に基づくフルード数が限界を越えたときに起こることを示している。式(1)はこの実験式について比重0.90を考慮したものである。図-4から、この傾斜面をもつゲートが刃形リップアのゲートに比較して、アラスチック粒を流しやすい特性をもつことが理解できる。

アラスチック粒を投入する前後の水深変化は、今回の実験ではほとんど見られなかった。しかし、比較実験として行なった刃形リップアのゲートについては、蓄積した場合、特にゲート位置で厚く蓄積したときに0.3~0.5 cmの水位減少がみられた。これを、流量係数 C を用いた流量式 $Q = CaB\sqrt{2gh}$ で考えると、水路に供給される流量 Q が一定の状態で水深 h が減少したのであるから C が大きくなったことになる。これについては、上流側からゲートに近づくにつれて曲線的に厚くなる蓄積層が、図-1に示される出口上流側リップア面と同様の効果をもったということが考えられる。

4. おわりに

今回の実験は、おもに氷片のもぐり流出について行なった訳だが、今後、アラスチックサイズを変えての実験や、上流側へ氷片が滞留する場合の厚さと流れの関係等について研究が成される必要がある。

《参考文献》

- Entrainment of ice floes into a submerged outlet by Douglas Stewart and George Ashton, CRREL
- Formation of ice covers and ice jams in rivers by Ernest Pariset, M. ASCE, René Hausser, and André Gagnon, M. ASCE.

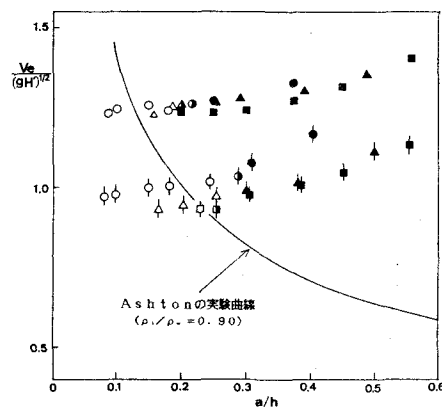


図-4