

秋田大学 学生員 源田 博則

秋田大学 学生員 志田 正実

秋田大学 正 員 松野 英夫

1. まえがき

緩い一様勾配鉄面上のゲート急開後の流れについて次の近似解を誘導した。¹⁾

i) 下流に水深を有する場合

$$a = \frac{u}{r} t - \frac{1}{4} \frac{g}{b_2} k t^2 \quad \text{----- (1-a)}$$

$$u = 2 (\sqrt{gh_1} - \sqrt{gh_0}) \quad \text{----- (1-b)}$$

$$b_2 = \{1 - (1-r)\sqrt{h_0/h_1}\} h_0 / 2 \{ (4 \frac{E}{r} - 6E_1 + 2) E_1^2 + \frac{1}{k} h_0 (\sqrt{h_0/h_1} E_2 / 2 - h_0 / h_1 (1-r) \frac{E_1}{r}) / h_1 \} h_1 \quad \text{----- (1-c)}$$

$$E_1 = 1 - \sqrt{h_0/h_1}, \quad E_2 = 1 + r$$

ここで、 a ゲートからの流水先端距離、 u 初期水粒子速度、 r 初期水粒子速度と先端物動速度の比、 h_1 ゲートでの上流側水深、 h_0 ゲートでの下流側水深、 g 重力加速度、 k 抵抗係数、 i 底勾配、 t 時間、

ii) トライ ハットの場合

$$a = h_1 \{ 0.04862p^3 + 0.02503p^4 + 0.01262p^5 \\ + (0.00635 - 0.00240i/k)p^6 \} / k \quad \text{----- (2)}$$

$$t = \sqrt{h_1/g} \{ 0.02431p^3 + 0.02163p^4 + 0.01496p^5 \\ + (0.00941 - 0.00135i/k)p^6 \} / k \quad \text{----- (3)}$$

ここで、 P はパラメータ、

本実験はこの近似解の適用性を実験との比較により検討するものである。

2. 実験装置および方法

長さ 7.5 m、幅 0.3 m、高さ 0.5 m の両面ガラス張りの鋼製で下流端から 40 cm の位置にゲートを取り付けた矩形水路を用いた。実験を撮影・記録するためには、ロータリーシャッターカメラとビデオカセットレコーダーを、記録を読み取るために、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を用いた。また、初期先端物動速度を求めるために、ゲートから下流側数 10 cm が収まるように、次に、先端の軌跡を求めるために、ゲートから下流側全体が収まるようにカメラをセットした。

3. 初期先端物動速度 a について

ゲート上流・下流側水深比 h_1/h_0 の値が小さい時、波先端の初期物動速度は Stoker 理論より小さくなると言われ、一方、 h_1/h_0 の値が大きい時は大きくむると言われている。本実験は、 $i=0$ とした時、 h_0 を一定とすることによって h_1/h_0 と初期の a の関係を調べようとするものである。ここで、 h_0 は 0.02、0.05、0.07 m の三つの場合について実験している。

図-1、2 の実験は (1-b) 式で示される初期粒子速度を示し、点線は Stoker 理論を示す。本実験においても従来より言われている結果と同じ傾向を示している。これ等

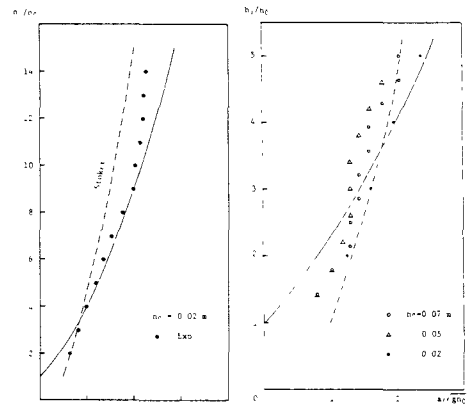


図-1
($X=0.2-0.8$ m の平均流速)

図-2
($X=0.1-0.2$ m の平均流速)

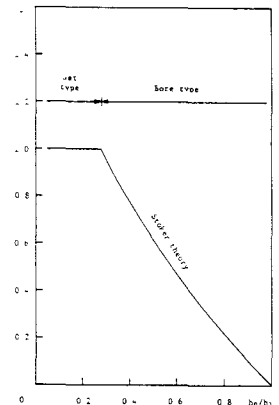


図-3 r の値

の図から、 h_1/h_0 が増大するとき、先端の初期物動は段波型から噴流型($\dot{a}=U$)に変わると言えそうである。そこで、図-3に示すように r の評価において、段波型と噴流型の2つの領域に区分することにする。段波型領域ではStoker理論を適用し、噴流型領域では一様に $r=1$ とする。すなわち、(1-b)式であるとする。

4 先端の軌跡について

i) 下流に水深を有する場合

図-4において、実線は段波型としてStoker理論より求めた r により(1-a)式で求めた計算値で、点線は噴流型として $r=1$ により求めた計算値である。ただし、 $k=0$ としている。抵抗を無視するとき、実験値は計算値よりも小さくなっていなければならぬ。したがって、 $h_1/h_0=2$ では段波型として良いが、 $h_1/h_0=5$ では噴流型を考えなければ実験値の説明がつかない。このように初期物動型を分けて考える時、適当な抵抗係数 k を決めることによって(1)式を実験値に近づけることが可能となる。図-5は各時間ステップでの先端物動速度について近似解と実験値を比較したものである。波状段波となる領域を除けば、初期物動型を分類することにより(1)式の近似解で実験値を予測できることがわかる。

ii) トライ ベッドの場合

近似解と実験値との比較例を図-6, 7に示す。より下りの両斜面に適用可能であることがわかる。また、下りに較べると上りの方が抵抗係数が大きくなり、野留水深が小さくなるほど大きくなる傾向がある。ただし、鋼製水路のような比較的抵抗の小さい水路での実験であるのでそれはそれ程顕著ではなかった。

5. おまけ

主要な結論を簡潔に要約する。i)本研究の実験範囲内では、初期先端物動速度 $\dot{a}$ は h_1/h_0 が大きくなる時(1-b)式でより良く近似された。ii)下流に水深を有する場合、初期水粒子速度 U と先端物動速度 $\dot{a}$ の関係を段波型と噴流型に分けて考えれば、(1-a)式は波状段波領域を除いて実際現象を近似できる。ただし、適用時間は短い。iii)下流がトライ ベッドの場合、(2), (3)式はダム破壊流水のIntermediate Stageのよい近似解と言える。

参考文献 1) 松岡英夫 才30回講義論文集, pp 327~331, 1983.
2) Nakagawa, H., S. Nakamura and Y. Ichihashi Bull. Disas. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., Vol. 19, pt. 2, No. 154, pp 1-17, 1969

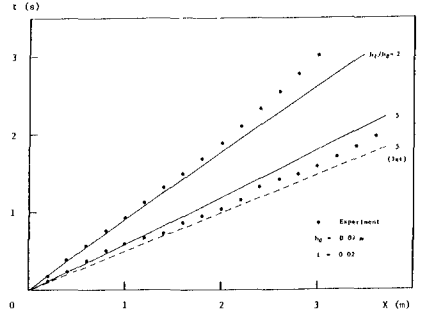


図-4

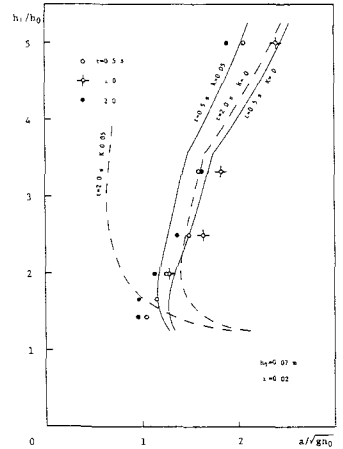


図-5

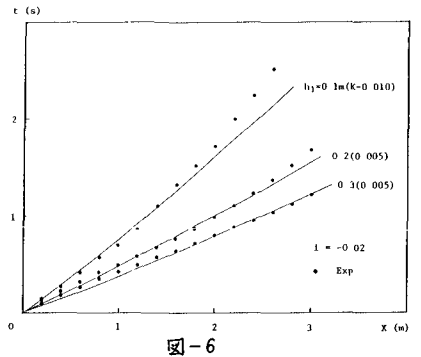


図-6

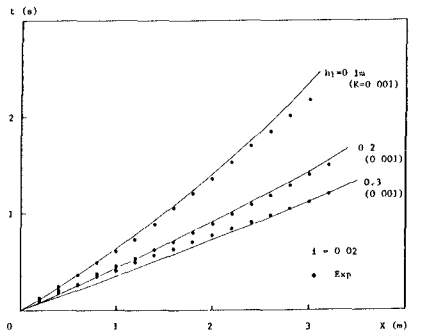


図-7