

模型実験における合流点を通過する洪水流の特性

大阪府立工業高等専門学校 正員 ○ 多田博登
嶋川工務店 嶋川忠一
電源開発 齋田 正

1. はじめに：開水路の不定流計算における合流部での取り扱いは従来、定常流と同様相接する水路の水位が等しいこと、および流量の連続により接続するいわゆるボイントタイヤーを用いることが多い。この方法は、数値計算上簡明であるといつて利点は認められるが、時留効果または非定常効果、およびエネルギー損失を省略している点物理的に不合理である。特にエネルギー損失は定常流において、合流角、水路幅比等に関係するなど、およびその大きさは無視できないことを筆者らは示している。¹⁾ しかし、不定流におけるボイントタイヤー手法の誤差を評価するなど、さらに合理的なモデルの検討が必要であるが、本研究はまず、模型実験における合流点を通過する洪水流の水深変化特性の考察を目的とするものである。

2. 実験：実験模型は、エンビ製の幅30cm長さ8.9mの矩形断面水路を本川とし、本川上流端から約2m下流の地盤に矩形断面の支川水路が合流するものである。合流角θ、および支川と本川の水路幅の比には変化がある。両川の上流端に三角堰、下流端には刃型堰を置いてある。河床は水平である。

実験はまず、各水路に所定の一定流量を基底流として通水しておき、その後三角堰の池に洪水流量として一定流量を追加する。池から水路へは徐々に流量が増加するように通水され、最終的には定常にならう増水時の不定流が得られる。減水時はその逆を行なう。洪水流量用の管は、基底流量用とは独立に高水槽に連結しており、バルバルブによること瞬間に全開または全閉が行なえる。この流量は検定されている。

実験ケースは、水路の幾何学的条件として $\theta/\pi = 1/2$ および $k = 1$ および $1/2$, $\theta/\pi = 2/3$ ならびに $k = 1/2$ の3ケース、基底流量は合流点下流の流量を $Q = 2 \text{ l/s}$ にして、合流点上流の本川の流量と Q の比を 0.9, 0.565, および 0.13 の3ケース、下流端堰の高さ W は 0 および 2cm の2ケース、および供給流量 Q_v が通水始点を本川上流端の場合 ($Q_v = 0.65 \text{ l/s}$)、および支川の場合 (1.008 l/s) の2ケース、計36ケースとした。

増水時および減水時の水面の変化はサーボ式水位計で各測点同時計測し、ペン書きレコーダおよびトランジットレコーダに記録した。測点は図-1に示すように、本川水路断面の中心軸に沿って、支川の合流する上流側角部のある断面より10cm上流の断面を上流端として、下流端から本川幅の3倍をリーチする3点の計4点である。それらの断面0~3となる。別に数ケースについて断面0と0'を同時に計測を行なった。

Hiroto TADA Tadakazu SHIMAKAWA Tadashi NIETA

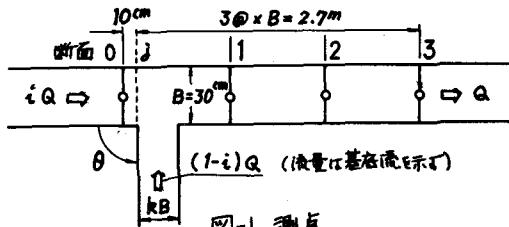


図-1. 測点

3. 実験結果とその特性：増水時の水深は図-2に模式的に示すように、基底流時にかけた初期と最終時の定常状態（よいかれAおよびBとする）の間に変化するものである。本実験では、AはQを一定にしていたためk₀、cに関係なくWが等しければ等しい。また洪水の始点が同じであればBも等しい。AとBの差は不等流水面形計算から得る二つがべき実測値とほぼ等しい。

実験結果の一例を図-3a,bに示す。aは断面0および3のタイマー、bは断面1下および2上部からのタイマーである。

図-4に、各測定の水深を時間で無次元化しAでの値を0とした水深hと、時間との関係の一例を示す。ここで波形の伝播と変形を知るためにhを次式で表現し、係数α, βおよびθは実験値との差を最小にするよう決定した。

$$h = 1 - \exp[-\alpha(t-t_0)^\beta] \quad (1)$$

その結果断面1のものを除きβはほぼ一定の値1.23が得られたが二の値は本実験装置固有のものであると考えられ一般的なものではない。t₀は波形立ち上り始めの時刻を、αは値が小さい程には緩やかに上昇するよう波形の緩急を表わす。これらの値と、断面3と0のt₀の差Δt₀、およびαの比によって以下の特性が得られた。①断面0と0'では洪水の始点に関係なくほぼ等しい。②断面1の波形は他に比べ相違が大きくまた2次的な振動がある。これは特に増水中水路幅方向の水面変動によると考えられる。③図-5に示すようにθ/π=1/2と3/2の比較では、Aのとき0.565の場合角度が大きい程Δt₀が大きいほど小さくなる。これは洪水の先端の伝播が早いが波形は伝播に伴ない緩やかになることを示している。一方θ=0.9の場合は上の逆になる。

4. おわりに：他に興味ある結果が得られたが、波形の変形は非常に複雑である。今後ポイントタイマーにかかる手法の検討を行なわねばならないと考える。本研究は文部省科学研究費、自然災害特別研究（代表者：徳下・端野道太郎教授）の援助を受けた。記して謝意を表します。
参考文献：1) 寺田・多田：開水路合流部の水面形計算・接続法に関する研究、水講、1981、2月。

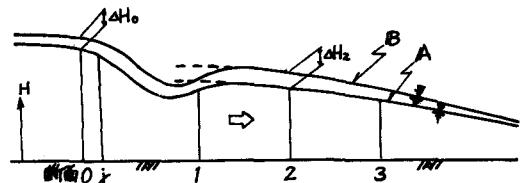


図-2 水深変化模式図

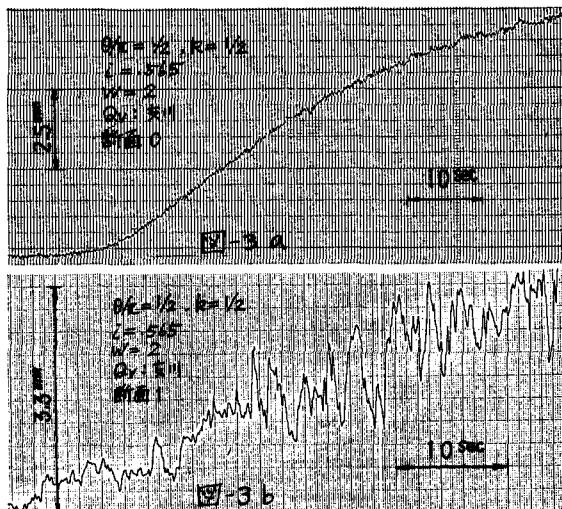


図-3 a, b

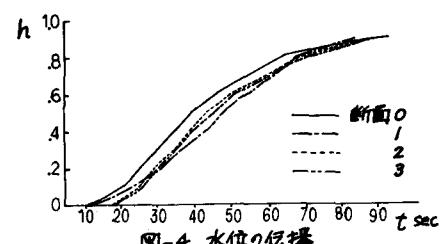


図-4 水位の伝播

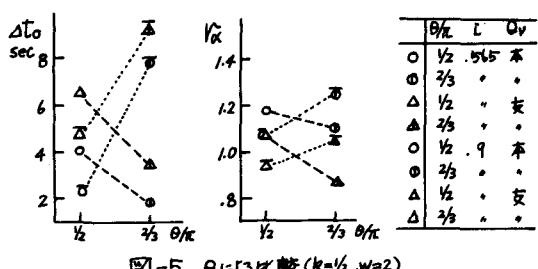


図-5 θ/π:Δt0比較 ($k=1/2, W=2$)