

神戸工業大学

正会員

○佐々木 幹夫

長崎建設部

向谷地 弘光

笹木産業

工藤 憲法

1. はじめに

水底勾配が限界勾配より大きく、フルード数 Fr が1に近い状態で流れる射流水路を合流させると合流部で流束の状態が常流となり、限界水深が上流と下流側に2つ現われ、水面形の計算においてはどの地点から計算を進めていくかが問題となり、合流部の常流水深を正確に求めることは困難な場合が多い。同程度の流量を射流水路で合流させる場合には実験で合流部の特性を明らかにしているのが現状であろう。ここに、流量比0.48～3.11で合流させる場合の射流水路合流部の水理特性に関する実験の結果を報告する。

2. 実験装置および実験条件

実験装置の概要、合流部の詳細をFig 1(a)(b)、Fig 2に示す。図に示すように水路1に水路2を半径 $R=1.6$ mを用い近づけ(Fig 1(a)) 合流後は

表1に示すように幅12cmの水路3で下流側の水槽に流すようにしている。接続始点から終点までは38cmである(Fig. 2)。各水路はアクリル板で作らされており、マンニングの粗度係数 n を $n=0.0099$ として、等流水深 h_0 を算定し、各データを整理した。実験条件を表2に示す。本実験は流量比 Q_2/Q_1 が0.554～1.216、フルード数 $Fr=1.05\sim1.5$ (跳水前)の範囲で行なわれている。

3. 結果と考察

1) 水面形について：本実験のような底勾配 $\alpha=1/105$ 幅10cm or 12cmの水路では水深 h があまり小さくない場合、流れは射流の状態になる。しかし、 Fr 数は限界フルード数に近く、 $Fr=1.1$ のまわりにある。Fig. 3は定常に達したときの水深を示したもので、合流により、射流から常流に変わり、合流後急激に水深が小さくなり、限界水深 h_c を割り、再び射流状態で流れていることがわかる。ここに、図における h_c は $h_c^3 = \alpha Q^2 / g B^2$ より、 $\alpha=1/105$ として求めている。合流部で h_c より水深 h が大きくなるかどうかは合流角度、合流後の水路幅、水路の底勾配によることになるが、本実験のような場合には、水路の幅が狭くなっていることが現象の

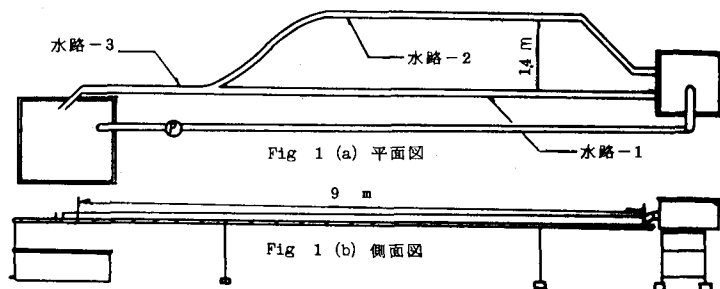


表1 水路幅

水路	幅 (cm)
1, 2	10
3	12

表2 実験条件

RUN	Q_1 (l^3/s)	流量比 Q_2/Q_1
1	2333	0.48
2	1639	0.59
3	793	0.49
4	3470	0.53
5	2210	1.31
6	1704	1.32
7	669	1.26
8	424	1.42
9	2333	1.49
10	1935	1.47
11	1193	1.59
12	697	1.29
13	447	2.05
14	890	2.56
15	1341	3.11
16	793	0.76
17	1235	0.91
18	2333	0.85
19	3071	0.78

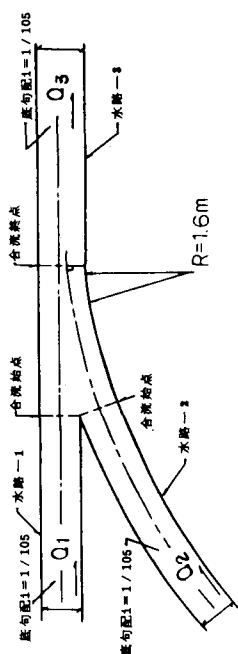


Fig.2

支配要因となる。跳水前のF数は $Fr = 1.1$ で「微妙な流水」とも言え、跳水は波状跳水に近い。これは、水面形が波打っていることから理解できるようにFig. 3)。

2) 合流の影響範囲：合流の影響範囲を限界水深 h_c を切る点として、合流始点を基準にこれより上流側の影響範囲を L_a を切る点までの距離 L_a で表わし、同様に下流側のそれを L_b で表わす。本実験では $L_a = 0.05 \sim 3.80m$ $L_b = 0.23 \sim 0.50m$ で、 L_b は合流始点から終点までの距離38cmと同程度となり、合流による影響が問題になるとすれば、 L_a すなわち合流始点から上流側の常流水深の範囲となる。Fig. 4(a)(b)は L_{aj} (添字 $j=1, 2$ は水路1および水路2の意味)を h_{cj}/i で無次元化して縦軸にとり、横軸に流量比 Q_2/Q_1 をとって表わしたもので、図より、流量の少ない側の相対距離 $L_{aj}/(h_{cj}/i)$ が大きくなる傾向にあることがわかる。影響範囲はRun 3を除けば $L_{aj}/(h_{cj}/i) = 0.24 \sim 1.33$ となり、サフラネツの完全跳水の長さ l_w の実験式を用いて、影響範囲を考えると $L_{aj}/(h_{cj}/i) \approx 0.08$ と one order 弱異なる。

3) 最大水深：Fig. 5は合流部最大水深 h_{max} と流量の関係を示したものであるが、図より流入流量が相対的に多い場合の方が h_{max} の増加が著しいことがわかる。Fig. 6は h_{max} と合流後の流量の関係を示したもので、図より、本実験では次式に示す関係がみられる。

$$h_{max} = 1.3 Q_3 + 1.45 \dots (1)$$

Fig. 7は h_{max}/h_{c3} と Q_3/Q_0 ($Q_0 = B_0^2 \sqrt{g B_3}$) の関係を示したもので、本実験では、最大水深が

$$1.15 \leq h_{max}/h_{c3} \leq 1.65 \quad (2)$$

の範囲にあった。

4. おわりに、前回(昭56年講)に引き続き、射流水路合流部の水面形を観測してみたが、流量比により変わるのは主に合流部より上流側であり、合流部の最大水深は合流比に無関係に合流後の流量で決まることがわかった。

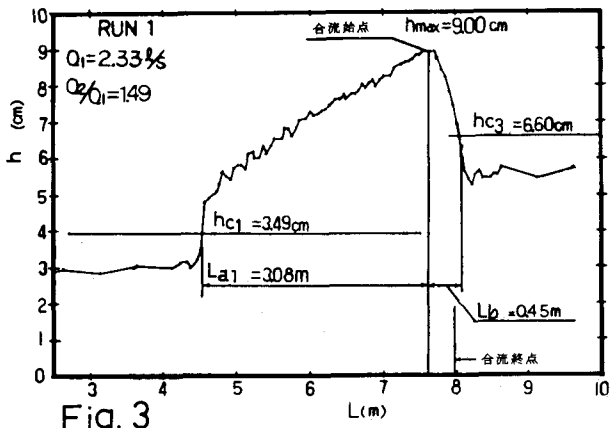


Fig. 3

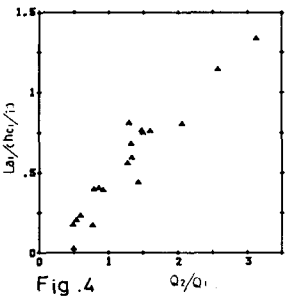


Fig. 4

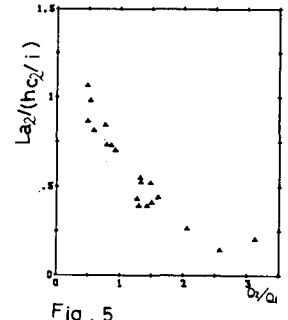


Fig. 5

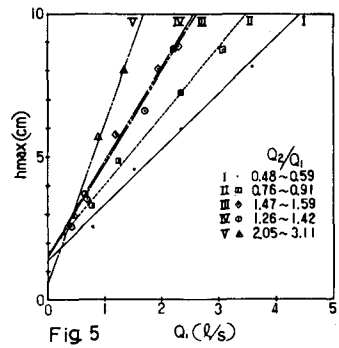


Fig. 6

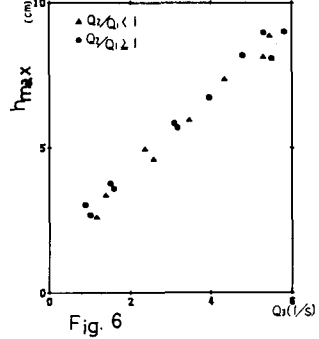


Fig. 7

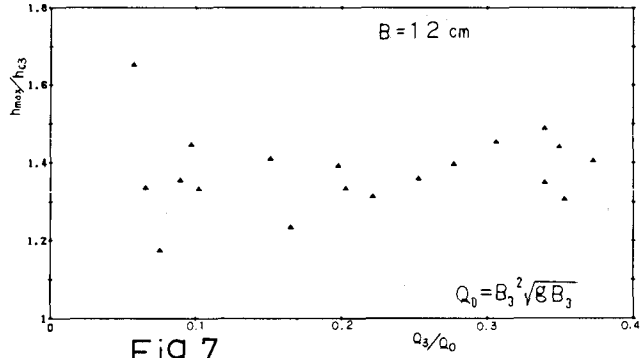


Fig. 8