

導流堤を設置した合流点の流れの特性について

大阪府立工業高等専門学校 正 員 多田博登
長岡技術科学大学 学生員 加納仙一
豊橋技術科学大学 学生員 山口重行

1. はじめに

本研究は前報¹⁾に引き続き、河川の合流に伴い生じてくる多くの問題に対処する河川構造物としての導流堤に着目し、その機能と流れに与える影響を定量的に把握することを目的とし、そのための基礎研究として導流堤先端より下流の流れに着目し、水深の特性と、流量分布の流下に伴う変化特性を実験的に調べた。

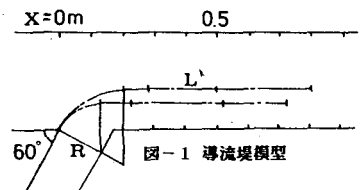
2 実験

実験水路は、直線の本川水路に合流角 60° で支川水路が合流するものである。水路幅は、本川が 30 cm 支川が 15 cm であり、両川とも透明エンビ製の矩形断面で河床は水平である。本川および支川水路の上流端には三角堰を設置しており、それぞれ所定の流量を通水できる。

導流堤模型は、半径 R の円曲線と長さ L の直線を接続したもので、 5 mm 厚の透明エンビ製である。円曲線部分は、接線が支川左岸壁となる始点より、接線が本川水路軸に平行となる終点までとなるように取り付け、実験で用いた模型を図-1に示す。

実験条件は、(1)導流堤条件(R と L) (2)設定流量 (3)境界条件(下流端堰高 W)の組合せで、特に水路幅に比較して支川流量を大きくとったケースを採用した。流れは常流である。

本川右岸と支川左岸の交点を原点として流下方向を X 、本川右岸より左岸に向かう方向を Y とする $X-Y$ 座標により、測点位置を示し、水深および流速分布を測定した。水深は容量式波高計を、また流速は超小型プロベラ式流速計を用いた。



3 実験結果の解析

1) 水面形の特性：導流堤先端部断面の水深と基準

断面(堤先端より水路幅の $3\sim 4$ 下流の断面、ここでは $X=2\text{ m}$ とする。)の水深の比によって考える。運動量方程式による理論ではこの比は1より小さくなるが、実際はそうはならないことが実験から分る。図-2に水深比 λ と基準断面の F_r の関係として、理論曲線と支川と本川の実験値を示している。図から分るように、本川水深はほぼ基準水深に等しく、局所流として水面は平坦である。一方支川側水深は導流堤位置と流量比の関係(式(2))において F_r が小さい場合は水面は安定し平坦であるが、 F_r が大きくなり限界値(式(1))に近づくとき不安定となり、波状跳水状の水面が出現し、測定断面の位置によって変動が大きい。しかし支川下流直下の水面高の平均は基準水深にほぼ等しい。

F_r の限界値 F_{r0} は運動量式から得られて

$$F_{r0} = \eta \left\{ 1/2 - \cos \left\{ (2\pi - \cos^{-1}(2/\eta^2 - 1))/3 \right\} \right\}^{3/2}, \quad \eta = i_1^2/k_1 + i_2^2/k_2 \dots \dots (1), (2)$$

Hiroto TADA, Senichi KANO, Shigeyuki YAMAGUCHI

ここに、 Q_1 、 Q_2 ：それぞれ本川と支川の流量と合流点下流の流量の比、および b_1 、 b_2 ：それぞれ導流堤によって分けられた本川と支川の水路幅と全水路幅の比である。これによって水面の安定性が判断できる。

2) 流量分布の特性：本来は3次元的存在である開水路流を、簡明な2次元現象として取り扱うために、実験より直接得られた水深と流速の分布から合流後の各断面ごとの単位流量を求め、これを解析の基礎とした。単位流量の分布図は図-3に例を示すように全般に、合流直下流では支川側において流量の偏りがみられるが、その特性は流下するに従い徐々に緩和される。この合流後の流量分布の挙動は、噴流における拡散現象に類似しており、噴流の拡がり幅を表す長さの尺度の概念を、これに適用することを考える。そこで本川と支川より流下する流量が合流後に、その流量比に配分される位置を考え、これを流量分布の長さの尺度とする。各実験ケースの結果を長さの尺度により比較した結果、長さの尺度の拡がり角や流量比による水路幅分割点へ到達する流下距離の大小は、導流堤長さや水深には影響されず、導流堤による水路幅と流量比によって決定される。また流量比による水路幅分割線を中心とすれば、流量比の挙動は全ケースについて重ね合わせが可能であり、これを図-4に示す。これより流れは自己保存的であると考えられる。

3) 2次元同軸壁面噴流の適用：噴流のノズルを導流堤支川側に置き換え、単位流量分布を用いた。図-5は実験データのプロットで、よく相似性を示している。

4. おわりに

(1) 導流堤先端の水深は下流の基準点の水深にほぼ等しく平坦である。しかし流量比と水路幅比の関係によっては水面が不安定となり波状跳水状の水面が現われる。この限界は式(1)によって判断できる。

(2) 巨視的な量である流量分布の変化は自己保存的であり、長さの尺度は流量比と水路幅の比によって決定される。分布形は同軸壁面噴流が適用できる。

本研究は文部省科学研究費、自然災害特別研究(代表者：北大岸教授)の補助を得た。また阪大、室田明教授の御指導を得ている。記して謝意を表します。

参考文献 り多田・近藤・柳川：開水路合流点における導流堤の機能に関する実馬的研究，西暦年誌，昭和60年5月

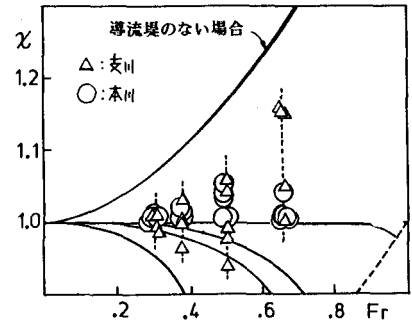


図-2 導流堤先端断面の水深

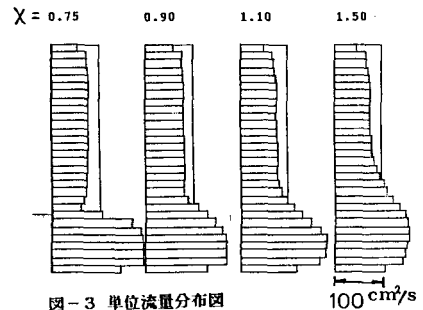


図-3 単位流量分布図

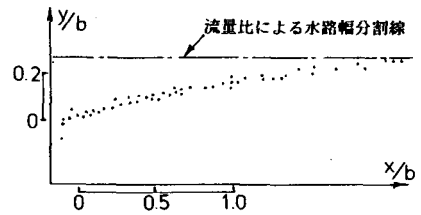


図-4 流量比による長さの尺度の重ね合わせ

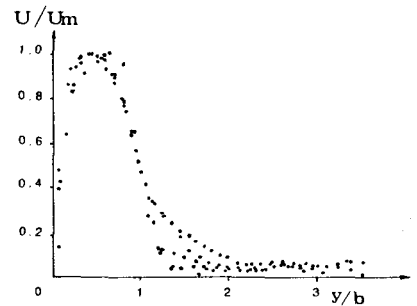


図-5 2次元同軸壁面噴流を適用した流量分布