

分岐水路における土砂配分に関する実験

京都大学 防災研究所 正員 道上正規
鹿島建設株式会社 〇村雲 治

1. はしがき 貯水池の築造にともなう、上流からの流入土砂は貯水池付近に堆積し、貯水池の有効容量を減じるとともに、貯水池下流部に封じると、土砂供給が停止されるので、河床低下などを惹起し、河道維持に問題もなげかけている。ここでは分岐水路の特性を利用して、できるだけ高濃度の土砂を主水路から分岐水路に導いて、これを貯水池に入れることなく下流にバイパスするための方策を検討するため、分岐水路付近の流れ特性、土砂配分の性状に関する実験を試みた。本報告はこれらに関して検討を加えたものである。

2. 実験の概要 使用実験水路は、水路幅1.0m、全長約20mのコンクリート製水路で、これに水路下流端から2.13mのところ、水路幅10cm、分岐角度90°の分岐水路が取り付けられている。流量は、主水路上流端と分岐水路下流端でそれぞれ測定され、流砂量は主分岐水路の下流の砂溜めにそれぞれ測定された。また、使用砂は平均粒径0.54mmの一樣砂で、これを河床に河床勾配1/400になるように敷きつめ、実験はすべて移動床で行われた。分岐部付近の流線は、糸を流れにそわせて計測したが、これらの実験条件は表-1に示すとおりである。

Expt. No.	Total Dis. (l/s)	Branch Dis. (l/s)	k
2	5.0	1.5	0.300
3	5.0	1.0	0.200
4	5.0	0.5	0.100
5	5.0	0	0
6	10.0	2.5	0.250
7	10.0	1.8	0.180
8	10.0	1.2	0.120
9	10.0	0.6	0.060
10	10.0	0	0
11	15.0	2.9	0.193
12	15.0	2.4	0.160
13	15.0	1.6	0.107
14	15.0	0.8	0.053
15	15.0	0	0
16	20.0	3.25	0.163
17	20.0	2.4	0.120
18	20.0	1.6	0.080
19	20.0	0.8	0.040
20	20.0	0	0
21	7.5	2.3	0.307
22	7.5	1.2	0.160
23	12.5	2.7	0.216
24	12.5	1.4	0.112
25	17.5	3.1	0.177
26	17.5	1.5	0.086
27	4.0	1.0	0.250
28	4.0	0.9	0.225
29	4.0	0.5	0.125

表-1 実験条件

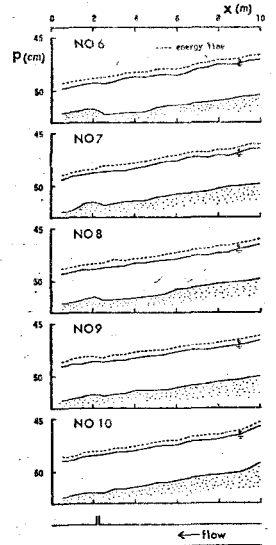


図-1 縦断形状

図-1は中央部の水位・河床形状を示したものであるが、流量配分比が大きくなると、分岐部下流の河床堆積が顕著に現われる。また、分岐部付近に、強い二次流によって洗掘孔が形成される。このような二次流によって形成される洗掘孔は、流量の増大にともなう、その形状を大きくし、かつ孔の増加にともなうとも大々となる。さらに、図-2に見られるように、流線形状は表層と底層では性状が異なり、底層流線が分岐水路側に大きく曲げられている。このことは、掃流砂が底面付近の流れに支配されることからして、効果的に分岐水路へ導入できることを示していると言えよう。

3. 実験結果の考察 (1) 流砂配分: 前述したような二次流の特性に注目して、流砂配分比 k_g と k_b の関係を検討した室田の式(図中の実線)

と実験結果を比較したものが図-3に示されているが、大略的には両者は対応している。しかし、詳細に検討すると若干の差異は認められ、筆者らの結果が、 k_b の小さいところで室田式よりも大きく、一方田中らの実験値は小さい目になっている。この原因は、分岐水路幅と主水路幅との比(開口比)の相異によるものと考えられる。すなわち、本実験の開口比は0.1、室田のそれは0.35、田中らのそれは0.4となっており、同一の k_b に対して、開口比が小

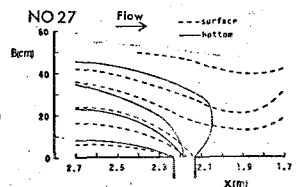


図-2 流線形状

さいとき、分岐水路での掃流力が大きいため、入口付近の砂州が消失して、砂がスムーズに K_g 流下するためである。しかし、 K が大きくなると ($K \geq 0.25$)、 K_g に及ぼす開口比の影響は小さくなるようである。このことは、実河川の土砂導入のための、分岐水路の設計において注目すべき点である。

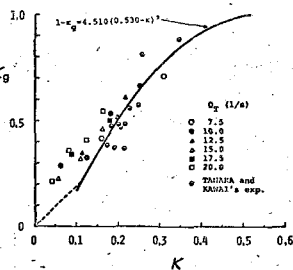


図-3 K_g-K の関係

(2) 流線特性：水流の分岐水路への曲がりによ

って、二次流が発生するとすれば、分岐水路側と中央では水位差が生じるはずである。この一例が図-4 に示されており、分岐部付近で水位差が最大となり、 K の増加にともなって、それ

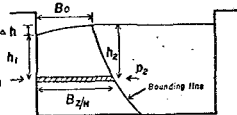


図-5 分離流線模式図

は大きくなっていることが知れよう。このような流れの特性は非常に複雑であるが、これを単純化して、横断方向の水位差が遠心力に起因するとすれば、図-5 を参照して水位差はつぎのように表わされる。

$$\Delta h = U^2 B_{2H} / gR \quad \dots (1)$$

ここに、 R ：分離流線の半径である。これに関しては、すでに *Ananyan*³⁾ が解析を試みているが、底面付近の影響の少ない表面では、 R はほぼ一定と決定されるので、(1) 式に流速分布形を導入すれば、分離流線幅 B_{2H} が計算される。流速分布として、放物線および対数則を用いると、(1) 式はそれぞれ次のように表わされる。

$$B_{2H} = B_0 [1 - \alpha (y/H)^2]^{-1} \quad \dots (2)$$

$$B_{2H} = B_0 [1 + 5.75 \log(1 - y/H) / 2.5 + U_m / u_*]^{-2} \quad \dots (3)$$

ここに、 α ：実験定数 ($\alpha \approx 0.5$)、 U_m ：断面平均流速である。

図-6 (a) および (b) は、それぞれ (2)、(3) 式の計算値と実験値と比較

したもので、計算に際しては、 $U_m / u_* = 10.0$ 、 B_0 として y/H が 0.6 の点を使用している。(2) 式よりも、流速分布として対数則を用いた (3) 式の方が分離流線の実験値とよく対応しているが、(3) 式では底面まで計算することかできない。また、底層の分離流線幅比と K_g はほぼ対応するようである。つぎに、各点の分離流線幅比 K_{2H} と流量配分比の関係を検討した結果が図-7 に示されているが、 $y/H = 0.4 \sim 0.6$ の分離流線幅比が K とよく対応している。しかし、 K が大きくなるにつれて、横断方向の流速差のため、 K_{2H} は K より若干小さくなる傾向がある。

4. あとがき 分岐水路への土砂配分に関する実験より、 K_g-K の関係は概略的には室田の式で説明されることが明らかにされたが、室田の式に、開口比の効果を考慮すれば、実験値の散点はさらによく説明される。すなわち、 $K < 0.25$ では、開口比が小さいほど K_g は大主となり、 $K < 0.25$ では開口比の影響は小さくなる。さらに、水制を設置した場合の K_g の特性に関しては、講演時に述べる。〔参考文献〕 1) 室田、土木学会論文集 70 号別冊 (頁 35) 2) 田中・川合、年講 (頁 51, II-140, 5.50, II-130) 3) A.K. Ananyan, "Fluid Flow in Bends of Conduits"

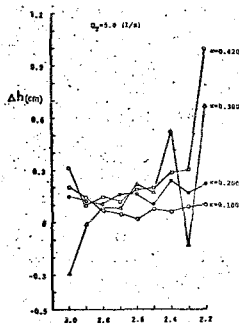


図-4 Δh の変化

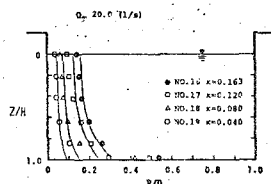


図-6(a) 分離流線図

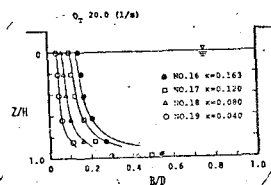


図-6(b) 分離流線図

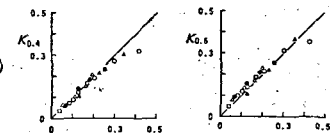


図-7 $K_{2H}-K$ の関係