

長良川泉原用水取水口付近の移動床模型実験

岐阜大学	正員	河村 三郎
岐阜大学	正員	藤田 一郎
岐阜大学	正員	中谷 剛
岐阜大学	正員	水上 精榮

1. 緒言 長良川中流部左岸（岐阜県羽島市福寿町松山町内）にある泉原用水取水口は、都市排水路の機能を持つ二つの支川（境川・逆川）の合流部の下流約400mに位置している。近年、両支川から排出される汚濁水のために取水された農業用水の水質が悪化している。水源転換の必要性から河川内に取水堤を設け長良川の清水と汚濁水を分離取水する計画がたてられた。提案された7種類の取水方式について河床形状に及ぼす影響と汚濁水の拡散状況を移動床水理模型実験によって調査したので報告する。

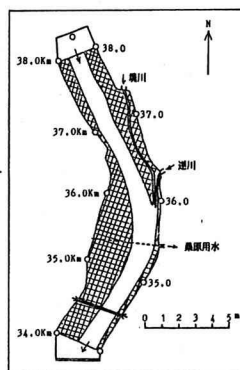


Fig. 1 Model River

2. 河川模型の相似律 模型の縮尺は、使用できる給水システムと実験場スペースから水平方向 $1/150$ 、鉛直方向 $1/75$ とした。(Fig. 1) したがって、流水と流砂に関するそれぞれの運動方程式と連続式から得られる相似比は次のようになる。⁽¹⁾

$$\left. \begin{aligned} n_r &= \alpha^{-1/2} h_r^{1/6} \beta^{2/3} = 1.515 ; l_r = \alpha^{-1} = 0.5 \\ d_r &= \alpha^{-3} h_r \beta^4 = 12.106 ; U_r = h_r^{1/2} = 8.660 \\ Q_r &= \alpha h_r^{3/2} = 9.7428 \times 10^4 ; t_r = \alpha h_r^{1/2} = 17.321 \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

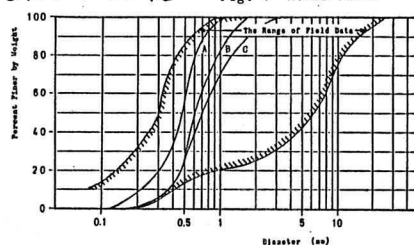


Fig. 2 Grain Size Distribution

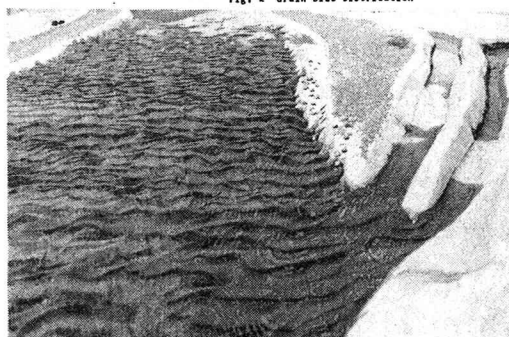
ここに、 l : 河床勾配、 U : 平均流速、 t : 時間、 n : Manning の粗度係数、 d : 河床材料の平均粒径、 Q : 河川流量、である。添字 r は相似比、 α は歪度である。 β は実際河川の水深を h_p 、水面幅を B_p とすると次式から計算できる。

$$\beta = 1 + 2\alpha(h_p/B_p) \quad (2)$$

模型実験では4 kmの対象区間の20断面について、各断面の水深 h_p を1 m毎に与え横断測量図(S.55修正)から水面幅 B_p を読み取り平均してその断面の (h_p/B_p) の値とした。 β の計算には全断面についての平均値 $(h_p/B_p) = 0.0165$ を使用した。

3. 模型砂の選定

人工的に河床面に粗度を与えることのできない移動床模型実験では、実際河川に生起する現象を検討するためには、まず第一に河床形態の相似が得られなければならない。Fig. 2 に実際河川の河床材料の粒径分布範囲を示す。またその河床形態は、実験範囲内では砂州、砂堆が存在し砂連は35.0km付近より下流域にところどころ発生しているにすぎない。そこで実験対象範囲内の河床では、砂連が発生していないと考えて実験砂を選定する必要がある。土砂水理学の分野では、平



Picture 1 Sand Ripples

均粒径が 0.6 mm 以上であれば砂連は発生しないと言われている。そこで模型砂として Fig. 2 の A, B, C のような3種類の長良川産の砂を考えた。最初にC砂について予備実験を行ったところ、砂連は全く発生しないが掃流砂の移動が少いことが判明したので、次にA砂について予備実験を行った。この場合は、写真1に示すように全断面にわたり砂連が発生した。そこでC砂の 1.7 mm 以上をふるいによってリットし予備実験を再度行ったところ、砂連は実際河川と同様に、断面 35.0 km より下流に小規模の砂連が発生し掃流砂の移動も実際河川の現象と類似したので模型砂はC砂を使用した。模型砂の比重は 2.639 、 $d_{50} = 0.63\text{ mm}$ 、 $d_m = 0.78\text{ mm}$ 、 $d_{16} = 0.44\text{ mm}$ 、 $d_{84} = 1.05\text{ mm}$ 、 $d_p = 1.54$ である。

4. 模型実験の概要 河川の実験対象流量を Table 1 のように設定した。次に提案されている7種の取水方式を説明する。

Table 1 List of Discharges Used in Experiments

	洪水流量 m^3/sec	平水流量 m^3/sec	洪水流量 m^3/sec	中洪水流量 m^3/sec	洪水流量 m^3/sec
長良川	35	74	136	3000	7500
瀬川	7.8	8.9	12.1	34.7	35.0
逆川	1.2	2.1	3.9	12.5	12.0
施設取水流量					$5.95\text{ m}^3/\text{sec}$

(1) 導流堤方式…瀬川右岸堤防から桑原取水取水口地点まで左岸本堤に平行に約 540 m の導流堤を築き汚濁水を完全分離し、本川側から取水する。

(2) 半導流堤方式 (I) …導流堤長を $1/2$ にしたもの。

(3) 半導流堤方式 (II) …後述の中央取水方式 (沈砂池付) に瀬川右岸堤防から約 150 m の長さの導流堤を併用したもの。

(4) 中央取水方式…桑原取水取水口から 70 m 河道中心側の地点に、長さ約 70 m の取水堤を築き本川側から取水する。

(5) 中央取水方式 (沈砂池付) …中央取水方式に沈砂池部分を加えたもので全長は約 110 m とする。

(6) 中央取水方式 (II) …中央取水方式の取水堤を河道中心側へさうに 10 m 移動させたもの。

(7) 上流取水方式…瀬川・逆川合流点上流に新たに取水堤を建設する。

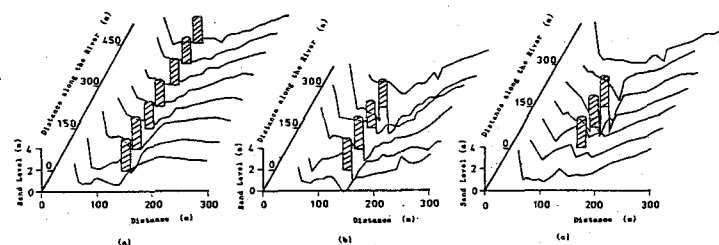


Fig. 3 Final Topography of River Bed

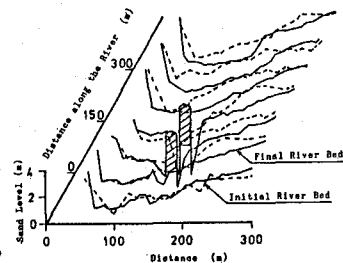


Fig. 4 The Change of River Bed
中央取水方式
流量 $74\text{ m}^3/\text{sec}$

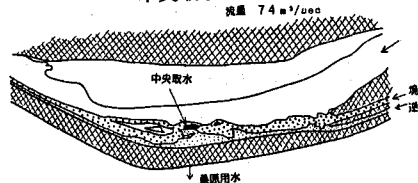


Fig. 5 Dispersion of Dye

5. 実験結果 (1)河床変動 豊水量以下では取水口モデルのまわりの砂の移動が止まった時、中高水量以上では取水口モデルの取水門での洗掘が止まった時を河床の平衡状態と考えた。Fig. 3 にその一例を示す。図中の(a),(b),(c) はそれぞれ上述の(1)(2)(5)の取水方式と対応している。Fig. 4 は中央取水方式 (II) における初期形状との比較を示している。いずれも流量は $3000\text{ m}^3/\text{sec}$ である。

(2)拡散状況 色素流脈法を採用し拡散状況をビデオ撮映と写真撮映から調べた。色素はローダミンBを瀬川に、メチレンブルーを逆川に使用した。Fig. 5 に一例を示す。なお総括した実験結果を Table 2 に示す。；参考文献 (1)河村三郎 "Similarity and Desing Methods of River Models with Movable Bed" 土木学会論文集, No. 80, 1962. pp. 31 - 41

Table 2 Result of Experiments

順位	方式	汚濁水の拡散状況		
		洪水流量	平水流量	洪水流量
1	導流堤	○	○	○
2	中央取水 (I)	△	○	○
3	中央取水	×	×	△
4	中央取水 (II)	×	×	△
5	半導流堤 (II)	×	×	×
6	半導流堤 (I)	×	×	×
7	上流取水	○	○	○