

コンクリートブロック製帯工の水理模型実験

岐阜大学 正員 河村 三郎 同 正員 藤田 一郎
岐阜大学 正員 中谷 剛 同 正員 水上 精栄

1. まえがき 模型実験の対象地点は、Fig. 1に示す岐阜県美濃市長良川下渡橋下流(距離標73.2 Km)地点である。下渡橋付近には、岐阜県中濃地区の中濃用水取水口が設置されており、流れ込み方式の自然取り入れにより流量 $3.0 \text{ m}^3/\text{sec}$ を取水してきた。近年の長良川の河床低下は、この取水を困難なものとしている。この問題に対処するため、長良川下渡橋下流73.2 Km地点に床止め工(帯工)を施し、河道の安定を計ることによって取水水位を確保するものである。本実験は床止め工(帯工)に使用される護床ブロックの安定性と、その最適な配置を調べるために移動床永理模型実験を行ったものである。

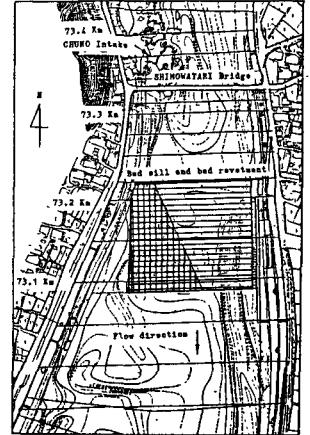


Fig. 1 Location map of designed bed sill and bed revetment.

2. 移動床模型の相似律 模型の縮尺は水平方向・鉛直方向とも $1/50$ とした。従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。

$$\left. \begin{aligned} i_r &= \alpha^1 = 1 & ; & \quad n_r = \alpha^{-1/2} h_r^{1/6} \beta^{3/2} = 1.192 \\ u_r &= h_r^{1/2} = 7.07 & ; & \quad d_r = \alpha^3 h_r \beta^4 = 50 \\ t_r &= \alpha h_r^{1/2} = 7.07 & ; & \quad q_r = \alpha h_r^{3/2} = 353.55 \end{aligned} \right\} (4)$$

ここに、 i : 河床勾配, u : 平均流速, h : 水深, t : 時間,

n : Manning の粗度係数, d : 河床材料の平均粒径, q : 単位幅当りの河川流量である。 β は $R_r = \beta h_r$ より求める係数であって $\beta = 1$ とする(R は径深)。ホウトは相似比, α は歪度である。

3. 実験の概要 (1) 実験模型 実験に使用した水路は、Fig. 2に示すような幅25 cmの一次元水路である。従って、床止め工の下流の水位の設定に実河川の水位-流量曲線を使用することはできないので、護床ブロックの安定性と、その下流側の局所洗掘を検討するという実験目的から、最悪の場合、即ち、流れが護床ブロック上で射流となり、かつその下流側で掃流砂の移動がある場合を仮定し、永位を設定した。その結果、Fig. 2に示した測定原点0での水深を、各流量に対応する等流水深の1.2倍と設定することとした。但し、流量の極端に大きい $5.155 \text{ m}^3/\text{sec}$ については、水深が等流水深の1.5倍となるように設定した。なお、床止め工の河床勾配は $1/30$ 、床止め工上・下流の河床勾配は計画河床勾配の $1/365$ とした。また使用した模型砂の特性は、 $d_{16} = 0.388 \text{ mm}$, $d_{50} = 0.734 \text{ mm}$, $d_{84} = 1.116 \text{ mm}$, $d_{90} = 1.801 \text{ mm}$, 粒径分布の標準偏差 $\sigma = (d_{84}/d_{16})^{1/2} = 2.155$ である。河川の実験対象流量と模型実験流量をTable. 1に示す。

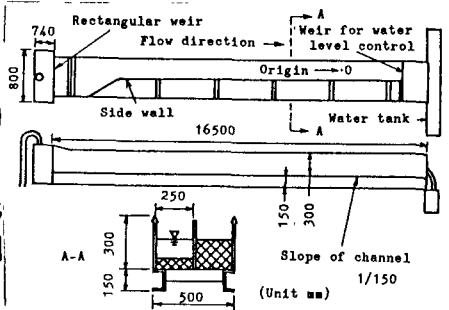


Fig. 2 Experimental flume

(2) ブロック配置のタイプ 護床工は河床の洗掘を防止するためのものである。護床工設計の基本的な

考え方としては、堰体を流下した高速流のもつエネルギーを護床工の抵抗によって漸次減勢し、護床工下流部分の流速をこれに続く下流河川の流速と等しくすることである。実験には、計画に要求されている条件を考慮し7種類のブロックを選定した。その配置案をA案…各護床ブロックの低部部が護床工の計画基準線となるように設置する；B案…各護床ブロックの軸の上端部が護床工の計画基準線上となるように設置する；C案…各護床ブロックの上流端が計画基準線上となるように設置する、とした(Fig.3)。また各護床ブロックの形状と寸法を簡潔に示せばFig.4となる。

4. 実験結果と考察 護床工下流ではB案・C案とも局所洗掘を生じ、5/55 m^3/sec ではいずれも上流側に掃流砂の移動が生じ、土砂が帯工及び護床工部分に堆積したが、護床ブロックの安定性についてはB案・C案ともすべての流量について問題はなかった。流速分布についてもB案・C案とも差異はなかった。水面形についてはB案の方が幾分C案よりも滑らかであったが大きな差異はなかった。

5. 最終案と結論 護床ブロックの安定性については、B案・C案とも問題ないとの結果を得たが少しの改良を加えD案を提案した(Fig.5)。それは簡潔に示すと基本的にはB案と同様であるが①合掌ブロックを縦及び横方向に噛み合わせる；②三基ブロックを模型粗度となるようにする；③アクモンブロックの突起の方向を上流に向け幾分粗度を大きくする、ものである。Fig.6にD案における流速分布・水面形状を示す。

最後にFig.7に示したものは、それぞれの流量における射流域である。帯工上での射流域が一番小さいものはD案であることがわかる。

以上の結果よりD案は水面形が比較的滑らかであり、護床上での射流域を抑え、減勢が効果的であったので最良案と思われる。 Fig.6 Experimental results of D type

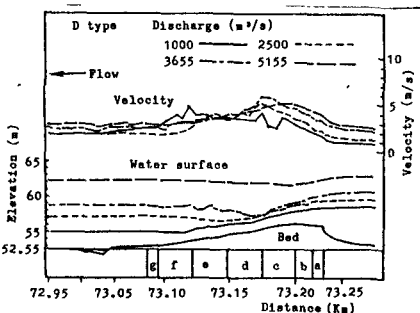


Table.1 Discharges used in experiments

Prototype (m³/sec)	1000	2500	3655	5155
Model (m³/sec)	56.6	141.4	206.8	291.6
Experiment (l/sec/25cm)	3.54	8.84	12.9	18.2

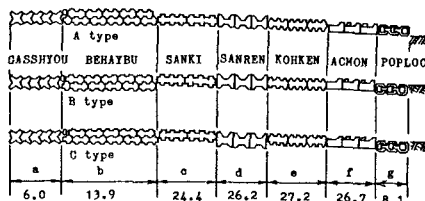


Fig. 3 Proposed alignment of blocks. (Slope:1/30)

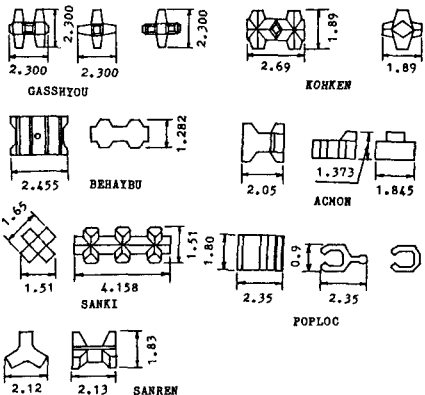


Fig.4 Size of blocks

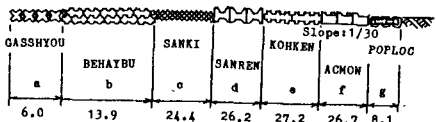


Fig.5 Proposed arrangement of blocks (D type); Unit(m)

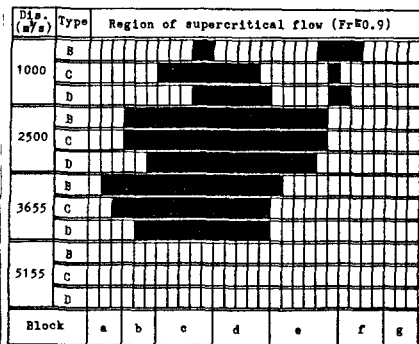


Fig.7 Region of supercritical flow for each discharge