

II-99 テトラポッドの粗度に関する実験

東京工業大学 正員 吉川秀夫

日本テトラポッド(株) 〃 遠藤泰司

〃 〃 〃 〃 前田 建

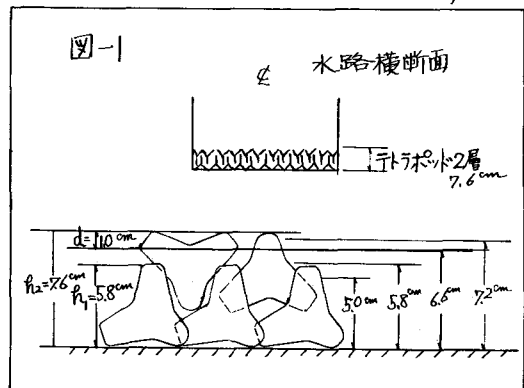
はじめに

最近河川の護岸や根固め、床固め、水制などにコンクリート異型ブロックが広く使用されているが、これらブロックによる流水のエネルギー減衰効果の基本的要因である抵抗則についてはあまり研究がなされておらず、現地においても従来の経験により施工されている様である。

今回は異型ブロックとしてテトラポッドを用いてその最も一般的な積方である^①2層積の粗度を実験により求め考察した。

実験概要

使用した水路は長さ15m、中、0.4mの鋼製環流式可変勾配水路であり、ブロックは2m型テトラポッドの1/25モルタル模型を図-1に示す様に2層積にした。今回はこの形式の2層積についてのみ実験を行った。ブロック1個の高さ及び2層厚は図-1に示すごとくであり、これを流水の方向に7.6cm敷き並べた。流速測定はピトー管と傾斜マンノメータを用い二次元流として流心部を測定した。又河床勾配は1/10, 1/100, 1/1000と変化させ、水深はテトラポッド2層厚 h_2 の1.5倍、2.0倍とし、流量は4.5~30 l/secとし、ベンチュリー管により測定した。流れは等流状態を保つため、下流部のゲートで水位を調整し、水面形はポイントゲージで測定した。



抵抗則

流れを二次元等流として、広く知られている下記の対数速度分布式を使用する。

$$u/u_* = A + \frac{2.3}{K} \log_{10} y \quad \text{--- ①}$$

$$u_m/u_* = Ar - 1/K + \frac{2.3}{K} \log_{10} \frac{H}{k_{85}} \quad \text{--- ②}$$

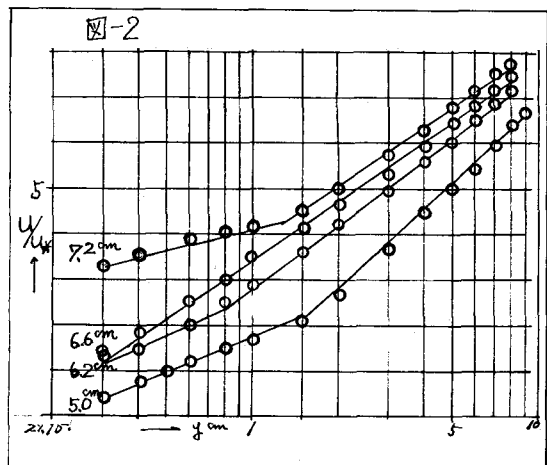
ここに u = 水深 y における流速。

u_* = 摩擦速度。 A = 定数。

K = カルマン定数。 u_m = 平均流速。

Ar = 定数(8.5を使用)。 H = 水深

k_{85} = 相当粗度



基準面の決定

対数則は基準面のヒリオにより大きく左右される。つまり基準面をどこに定めるかによって水深が変化するので、その粗度係数も変化する。従って図-1に示すように基準面を 5.0^{cm} , 5.8^{cm} , 6.2^{cm} , 6.6^{cm} , 7.2^{cm} と変化させ①式で整理すると図-2のようになる。図-2によると水路底面から 6.6^{cm} の場合が①式を最もよく満足するので基準面としてはこの値が妥当と思われる。

カルマン定数について

水路勾配及び水深(流量)を種々変化させ、基準面をテトラポットの1層と2層の中間(6.6^{cm})にあるとして①に基づいて実験結果をプロットしたものが図-3である。

①式の $\frac{2}{3}K$ の項が図-3の勾配だから

$$\text{勾配} \alpha = \frac{2}{3}K$$

としてKをおめると普通一般に言われている清水の場合の $K=0.4$ より多少大きな値を示し

$$K=0.47 \sim 0.59$$

の範囲にあった。

相当粗度係数について

図-3のカルマン定数Kを用い、 $Ar=8\alpha$ として②式からそれぞれの k_s がおめられる。又 k_s は一般に抵抗体の高さや径で表わされているがここでは基準面から水面迄の高さ d (図-1)の比率(k_s/d)と u/u_* で整理した。その結果が図-4であるがこれから k_s/d は8~11の範囲にある。

Manningの粗度係数について

Manningの平均流速公式と②式から粗度係数は下記③で表わされる

$$n = \frac{R^{2/3}}{\sqrt{g}} \frac{1}{u_*} \quad (u_* = \sqrt{gRI}) \quad \text{--- ③}$$

従って③式により実験結果を整理すると粗度係数は $n=0.032 \sim 0.037$ の値を示した。

おわりに ; 流水の抵抗則として対数則を使用したのであるが基準面がテトラポットの空隙内にあるため空隙内の流速分布は対数則にあうように処理した。従って空隙内の流水は空隙率によって変化するであろうから今後は種々の組合せや積オについても検討したいと思っている。

①1層積については^註土屋昭彦:コンクリートブロックの流体抵抗について、第22回年次講演会がある。

図-3

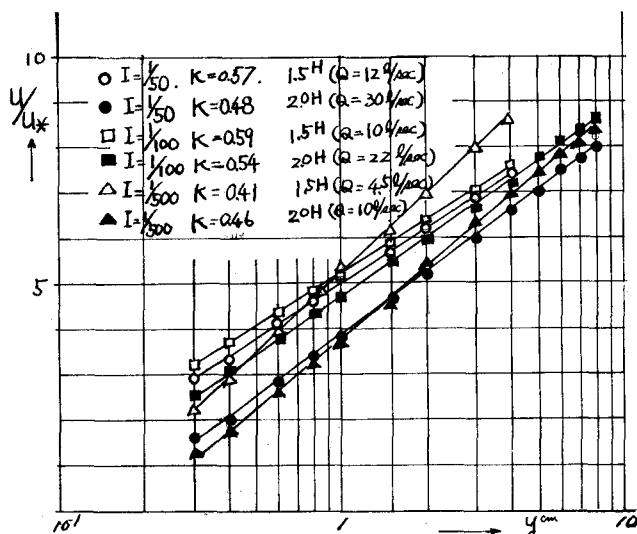


図-4

