

矢板の粗度

信州大学 正員 余越 正一郎
長野高専 正員 O松岡 保正

1. はじめに

近年、水路の側壁として鋼矢板やコンクリート矢板が広く用いられる様になってきた。これ等は流れに対して、いわゆる大型粗度として作用する場合が多い。従って、液積の算定に当っては粗度の他にゼロ面の位置が問題になる。従来、粗度を評価するにはいわゆる平均流速の対数分布式をもとに、相当砂粒粗度を求める方法が用いられてきた。この方法は粗度が小さい場合非常に有効な方法であるが、大型粗度に対しては基準面の修正方法に難点がある。この方法では従来、相当砂粒粗度を求めることに主眼が置かれ、ゼロ面修正量を重視して評価した例は少ない。

大型粗度上の流れの様にはゼロ面修正を必要とする流れに対しては、相似理論にも基づくモーン-オブコフ式が成り立つことが言われている。しかし、式の合理性にもかかわらず大型粗度上の流れについて適用された例はない。本文は、コンクリート製の大型粗度上の流れにモーン-オブコフ式を適用し、粗度とゼロ面修正量を評価しようと試みたものである。

2. 平均流速分布式

従来、粗度高さ h 上の流れにおける流速分布式としては次式が広く用いられてきた。

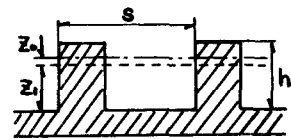
$$\bar{u}(z) = u_* \left(A \ln \frac{z}{h} + B' \right) \quad (1)$$

ここに、 u_* は摩擦速度、 h は粗度高さ、係数 A は通常カルマン定数 K により $1/K$ で表わされる。係数 B' は粗度の形状や相互分布に依存するものであろう。

一方、粗度高さ h が大きくなると、流れは動力学的に完全に粗ざある様な壁面上の流れになる。この様な流れに対してはモーン-オブコフ式が成立する。

$$\bar{u}(z) = \frac{u_*}{K} \ln \frac{z - z_0}{z_0} \quad (2)$$

ここに、 z_0 はゼロ面修正量、 z_0 は粗度のパラメータであり模式的に表わすと右図のようになる。なお、(1)式中の B' と z_0 とは $z_0 = h e^{-KB'}$ なる関係にある。



3. 実験の概要

実験は中40cmの水路にコンクリート製の矢板模型を敷いて行った。矢板はその突起部の巾が一様に3.28cm、高さ h がそれぞれ0.95cm、1.25cm、1.5cm、2.2cmの4種類を用いた。突起部の純間隔は一様に12.0cmであった。流速測定に用いる流速計は小さい物が望ましいが、今回は直径1.3cmの小型プロヤラ式流速計を使用した。平均流速の観測時間は、最大乱子が10個以上通過するのに要する時間とした。大型粗度上の平均流速分布は、ある高さまでは個々の突起と突起の間の何処で測定するかによって異なる。本実験では測定位置を流れ方向に3箇所移動させ、平均流速の一致する高さを求めた。

4. 実験結果

観測した平均流速分布の中から $h = 0.95 \text{ cm}$ のものを図1に示す。この場合 $z = 5.0 \text{ cm}$ 以上について(2)式を適用させることが出来る。

平均流速分布にゼロ面修正をし、(2)式を適用して得た u^* , z_0 , z_1 をそれぞれ図2～図4に示す。 u^* と z_0 については粗度高さが増すと増大する傾向が比較的良く出ている。ゼロ面修正量 z_1 については、これを遮蔽率 (z_1/h) として表わすと略0.5以上となり、値としては従来のものよりも多少大きい程度で、明瞭な傾向は伺えない。

5. おわりに

平均流速分布と摩擦速度については比較的良い結果が得られたが、 z_0 と z_1 についてはバラつきが多く、満足すべき結果は得られなかった。特に $h = 2.2 \text{ cm}$ の矢板の粗度のバラつきが著しい。原因の一つとして水深の割に粗度の高さ h が大きかったことが考えられる。(2)式の適用に当っては水深 H との比 H/h にも留意する必要がある。今回は2種類の水深について実験したのみであるが、粗度係数は河川と水路勾配の関数であるから、種々の水深と勾配について z_0 , z_1 を求めて粗度係数と結びつける必要がある。参考までに本実験で使用了矢板の摩擦抵抗係数は $Re \cdot 7 \times 10^{-4}$ で略0.01～0.05であった。

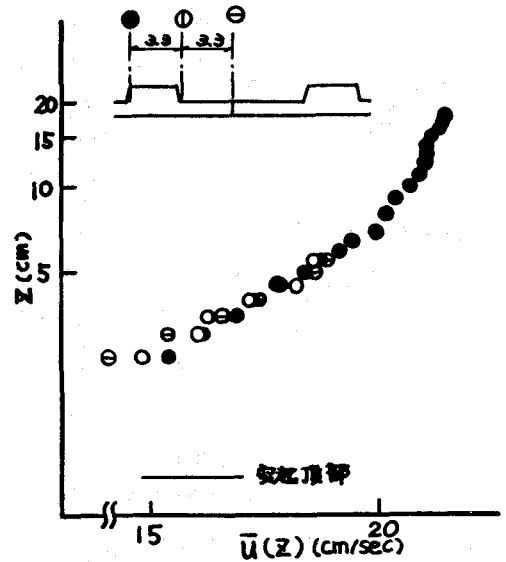


図. 1

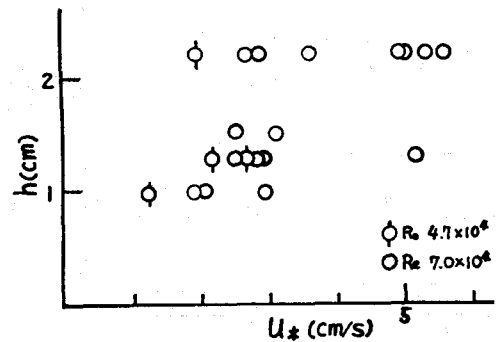


図. 2

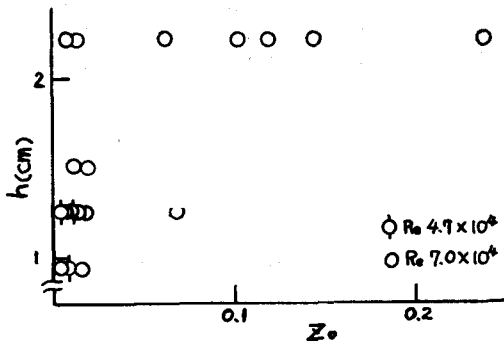


図. 3

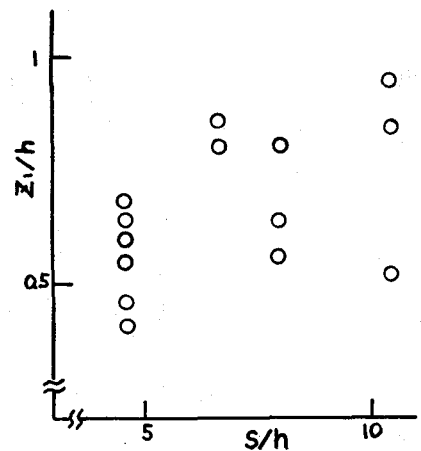


図. 4

1). 足立昭平：流れの抵抗則，水工学ツリ－ズA，(1965)。