

長野高専 正員 松岡 保正

1. まえがき

粗面乱流の抵抗則については、これまで数多くの研究がなされてきた。それらの大部分は Plandtl に代表される半実験的理論をもとに、種々の粗面の粗度を相当砂粒粗度で評価している。相当砂粒粗度の概念は、粗度要素の大きさと密度を同時に表現できる利点はあるが、物理的な意味の不明さと言う欠点もある。また、粗度要素の高さが増すとゼロ面修正が必要になるが、その評価の仕方も一応ではない。本文は、粗度とゼロ面修正量の基礎的な研究として前報¹⁾で簡単に紹介したものに、追加実験をしたので、その結果を報告するものである。

2. 平均流速分布式

平均流速分布式は Monin-Obkhov 式を用いる。

$$\bar{u}(z) = \frac{u_*}{K} \ln \frac{z - z_0}{z_0} \quad (1)$$

式中、 z は粗度、 z_0 はゼロ面修正量、 K はカルマン定数、 u_* は摩擦速度である。粗度と相当砂粒粗度 k_s の間には $z_0 = k_s / 30$ が成立している。

平均流速分布と粗度、ゼロ面修正量等を簡単に図示すると図1のように表わせる。

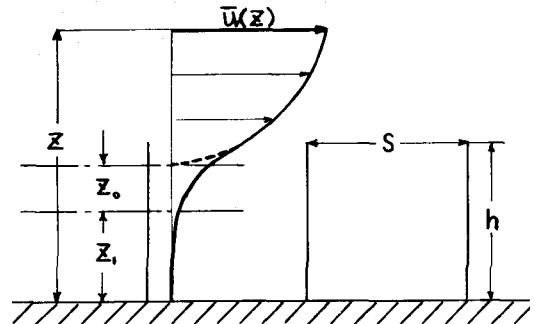


図 1

3. 実験概要

実験は前報同様、巾40cmの側面がウス、底面鋼製の水路で行った。粗度要素には、厚さ0.2cm、高さ4cmの鉄板を用いた。粗度要素の高さが、水路の割には大きいため、様間隔の大きなものを精度良く求めることは難しく、相対様間隔は10で切った。今回は、水深の大小が粗度とゼロ面修正量に及ぼす影響をみる為、33.1ℓ/sec, 25ℓ/sec, 20ℓ/secの3種の流量について実験を行った。各の流量に対応する水深は24.5cm, 22.7cm, 19.5cmである。平均流速は、直径40cmの小型プロペラ式流速計による、数回の100秒間サンプリングの平均値から求めた。

4. 実験結果

実験で観測された平均流速分布に、 $K=0.4$ として(1)式を適用し、ゼロ面修正量、粗度、摩擦速度を求めた。図2にゼロ面修正量を示す。水深の大きい順に実験1～実験3として区別する。これより、ゼロ面修正量は、相対様間隔に関して対数関数的に減少すると言えよう。方法は異なるが、この結果は足立²⁾の求めた結果と同様のものになった。図3には粗度を示す。これまでも、相当砂粒粗度を求めた例は数多くあり、ゼロ面の位置に若干差は有るが、それらの結果と比較すると定性的には同様の結果が得られた。実験2、実験3はばらついてはいるが、粗度の最大値は、水深が小さいと小さい様間隔で現われると言える。流れの抵抗を表わすには他に、抵抗係数： $C_f = 2(u_* / \bar{u})^2$ 、或いはマニングの粗度係数： $n = R^{1/6} \cdot g^{1/2} \cdot u_* / \bar{u}$ 、が考えられるが、それらを図4、図5に示す。

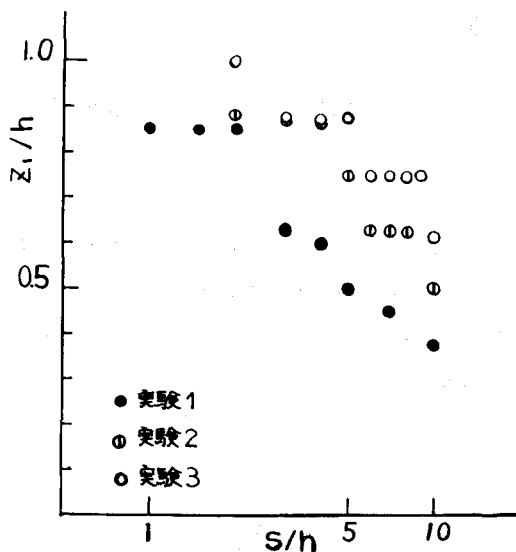


図 2

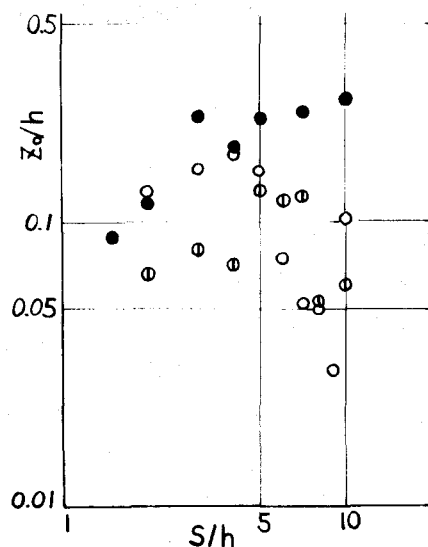


図 3

抵抗係数，マニングの粗度係数とともに粗度と同様の傾向を見せているが，この結果からは普遍的なものは見出せない。しかし，マニングの粗度係数については，相対栈間隔は余り支配的な要素ではない様である。

5. あとがき

前報で紹介した方法により求めた，粗度とゼロ面修正量に関するデータをも更に充実させるため，追加実験の一部を報告した。その結果を次に要約する。

- i). ゼロ面修正量は，相対栈間隔に関し，ほぼ対数関数的に減少する。また，水深が減少するとゼロ面修正量は増加する傾向がある。
- ii). マニングの粗度係数は，栈間隔には余り支配されない。

現在のところ，粗度とゼロ面修正量に関する信頼できるデータが乏しいため，本文の様に求めて求めた結果について満足のかく説明はできない。今後，流速判定やゼロ面修正量の推定の精度を向上させ，更に多くのデータを蓄積する必要がある。

参考文献

- 1). 余越・松岡，粗度とゼロ面修正量について，中野支部年講，Ⅱ-6，1975。
- 2). 足立昭平，流れの抵抗則，水工学シリーズ，A，pp.02-1~18，1967。

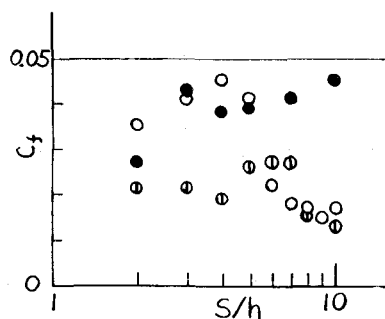


図 4

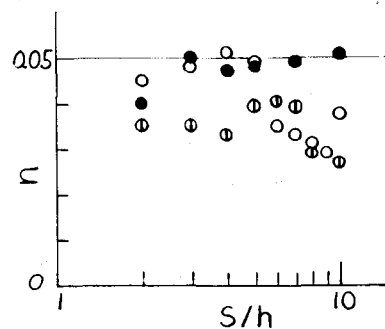


図 5