

(II-117) 粗い管路の摩擦損失・粗度係数について

東洋大学工学部 学生員 杉本 伸吾
東洋大学工学部 学生員 石井 孝行
東洋大学工学部 正 員 福井 吉孝

1・はじめに

マンニングの公式は、実際河川の計画、設計に対して最もよく用いられ、粗度係数 n は工学的に重要な値となっている。これは式の形が簡単のため、実測、実験から n の逆算値が数多く求められていることによるものと考えられる。

本研究では管水路の壁面に、棧をそのサイズ、間隔を変えて設置したときに摩擦損失係数 f 及び粗度係数 n はどのような値になるかということについて検討した。

2・実験

(1) 実験装置

25×10×800 cmの亚克力板開水路の上流から2～6 mの部分に蓋をし正方形断面管水路をつくった。管水路の壁面に直径1 mmの穴を10箇所あけ、それぞれに管をつけ圧力水頭測定のためのマンノメーターをつくった。

(2) 実験方法

管水路床に0.4×0.4 cmの棧を間隔を変えて(5、15、30、50、70 cm)ならべ、流量を変えて水を流し、マンノメーターにより損失水頭 h_r を測定した。この測定値 h_r から摩擦損失係数 f と粗度係数 n を計算した。また1×1 cmの棧についても同様の作業を行った。

次に棧を水路床だけでなく上部にも取付け、間隔を変え(15、30、70 cm)同様の実験を行った。なお、この場合は、0.4×0.4 cmの棧についてのみ行った。

さらに5 cm間隔で棧を並べたケースでの棧上の流速を測定した。これは2つのサイズの棧について行った。

3・実験結果

(1) 棧上の流速分布について(流量 400 l/min)

棧のない時及び0.4、1 cmの棧を水路床に設置したときの棧上での流速分布が図1～3である。

図1～3を比較すると、流速の変化がよくわかる。図1に比べ、棧を入れた図2、3は底面付近の流速が大幅に小さくなっている。これらから、棧を入れたことにより底面付近で抵抗が増しているということが分かる。また、最大流速が生起する点が、粗度高さが大きくなるにつれて、段々上部へ移ってきている。これは棧により流れ断面積が小さくなるので流速が増すことと、流れが持ち上げられる為に起こると考えられ、その大きさは、棧の大きさが大きくなるほど増えるということが推測される。写真は、蛍光染料を水路床から注入した時のものである。先に述べたように棧が大きいほど、染料は大きくなった乱れのために上部の方に運ばれ流れ

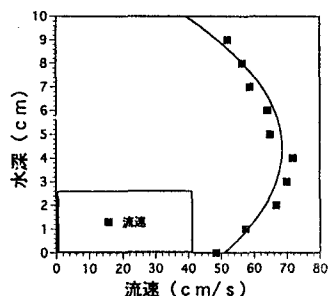


図1：棧のないときの流速分布

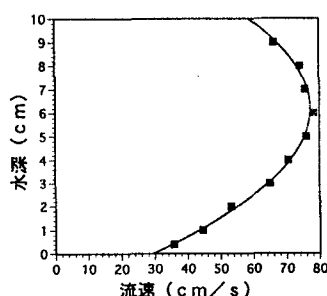


図2：0.4 cmの棧のとき

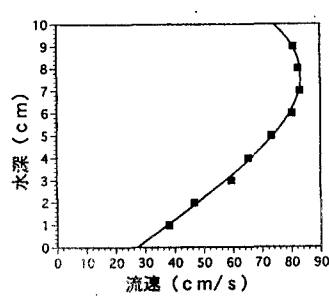


図3：1 cmの棧のとき

ていることが確かめられた。

(2) 粗度係数 n の測定結果

棧の間隔が狭くなるほど、また棧が大きくなるほど粗度係数の値は大きくなった。また、レイノルズ数の変化は余り大きくないが、粗度係数にかなりの変化がでている。これは、装置の制約のため流れが、十分に発達した乱流となっていないためである。

棧の高さ、間隔と粗度係数について考えてみると l/k という関係が重要となってくる。(k : 棧の高さ、 l : 棧の間隔)。このことは、図5の棧の間隔30 cmのとき $l/k = 7.5$ 、図7の間隔70 cmのとき $l/k = 7.0$ をみればわかる。このときの2つのグラフを比較してみると、ほぼ同一の値となっている。つまり、 l/k が同一の値なら、粗度係数も同一の値となる。

上底に棧を加えることによる粗度係数の増加は、現在までのところでは顕著となっていない。

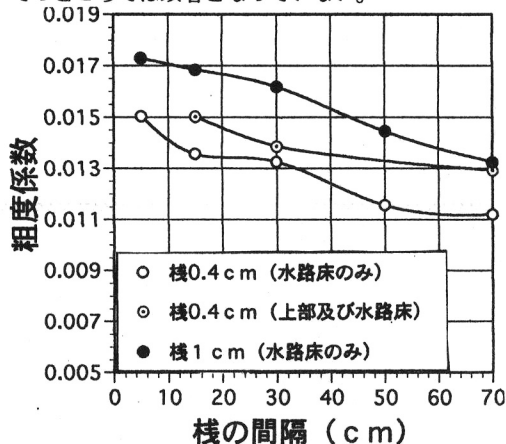


図4：レイノルズ数12500の時の粗度係数と棧間隔の関係

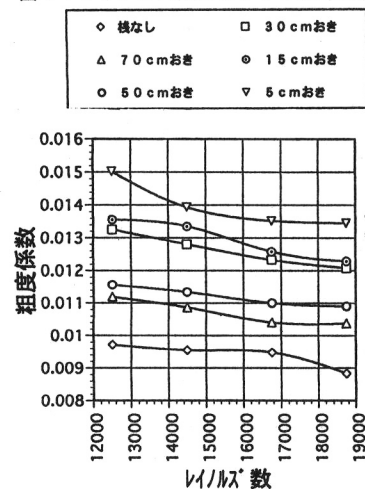


図5：0.4 cmの棧の時（水路床のみ）

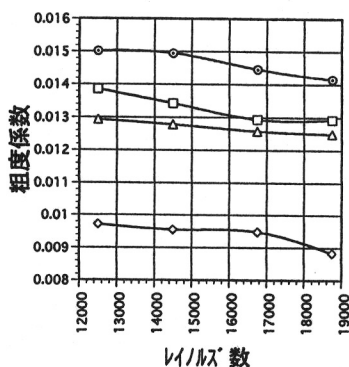


図6：0.4 cmの棧の時（上部及び水路床）

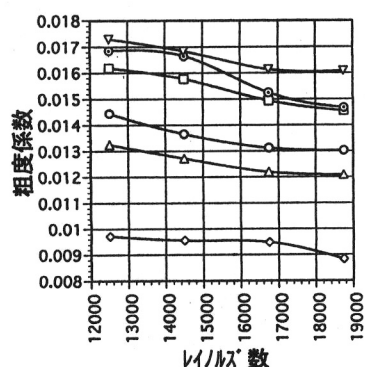


図7：1 cmの棧の時（水路床のみ）

