

(II-36) 棧粗度がある管水路流れについて

東洋大学工学部 学生員 鳥羽 英司

東洋大学工学部 学生員 塚本 浩

東洋大学工学部 正 員 福井 吉孝

1. はじめに

本研究は、正方形断面管水路の底部に粗度要素として、角柱の棧型粗度を設置して模型実験を行い、棧の本数、棧間隔や棧高（粗度高）が粗度係数、摩擦損失係数等に対して与える影響について検討する。粗度近傍の乱れや剥離域について考えるにあたっては、当然、流れそのものについて知る必要があるので詳細な流速、圧力水頭の測定を行うことが必要となる。

2. 水路概要

高さ25cm×幅10cm×長さ800cmの亚克力製水路の一部をの10cm×10cm×400cmの正方形断面管水路にして使用した。管水路の壁面に直径1mmの穴を上部、左側面、水路床に60cm間隔であけ、圧力水頭測定のためのマノメーターを設置した。（水路勾配は、1/250）

3. 実験方法

（1）水頭の測定 棧を設置しない状態で水を流し、マノメーターにより圧力水頭を測定した。流量は、630～930 l/minの間で50 l/minごとに設定し測定を行った。この測定値より損失水頭 h_r を求めて、摩擦損失係数 f 、粗度係数 n 等を計算した。120cm、300cmの断面に着目し、流量を3つの場合に設定し圧力計を用いて時間変動を測定し、スペクトル解析を行った。

（2）流速 v の測定 管水路のふた145～155cmの間2.5cmおきに中心と左右、底から1cmおきにプロベラ流速計により測定し、時間変動をスペクトル解析を行った。

4. 実験結果

（1）諸係数の値について

今回の実験における諸係数の結果を表1に示す。

	Q (l/min)	h_r (cm)	f	n	Re	U^* (cm/s)
棧なし	630	1.9080	0.01310	0.00649	103960.40	0.03577
	730	2.4920	0.01100	0.00640	120462.05	0.03045
	830	3.1330	0.01070	0.00632	136963.70	0.02643
棧 0.5cm 間隔 5cm	630	5.8000	0.03437	0.01132	103960.40	0.06241
	730	6.9420	0.03064	0.01069	120462.05	0.05085

（2）流速分布について

図1-1、2は棧のない場合と水路床に大きさ0.5cmの棧を間隔5.0cmで設けた場合の主流速分布図である。図を比較すると、棧のない場合とある場合での流速の変化が見られる。図1-2は図1-1に比べると底面付近で棧の影響を受けて流速は減少している。これは棧の影響を強く受けたためである。また、最大流速は管断面の縮小の結果大きくなった。

（3）主流速の時間的変動について

今回の実験は0.01secの間隔で1024個のデータを取っている。図2-1, 2, 3の流速の時間変動グラフでは、棧のある、ない場合の主流速の乱れの時間変動ががよく見られる。ある場合の方がない場合に比べ、明らかに乱れは大きい。これは、棧に流れがぶつかることにより、流れの方向ベクトルが主流速方向以外に分散するためである。棧

表1

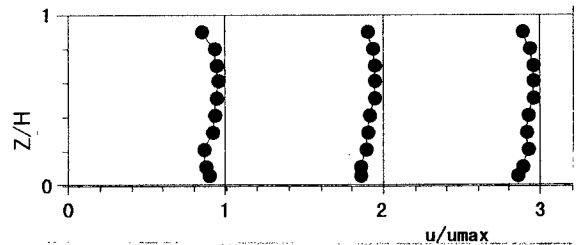


図1-1 主流速分布図(棧なし、Q=730 l/min)

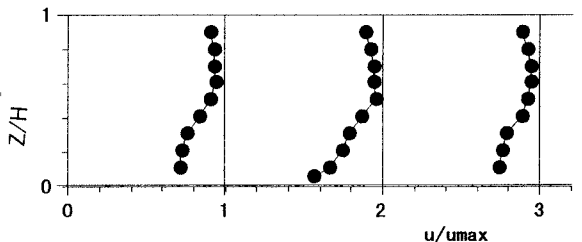


図1-2 主流速分布図(棧あり、Q=730 l/min)

のある場合での $Z=1\text{cm}$ での乱れの方が $Z=9\text{cm}$ より、大きい。 Z が増すことにより棧の影響が減少しているためだと推測できる。

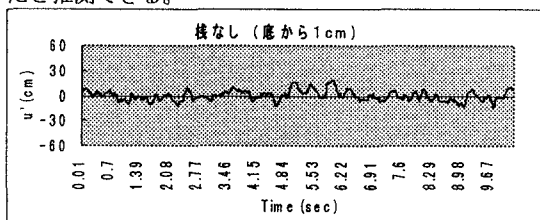


図 2-1 棧なし ($Z=1\text{ cm}$)

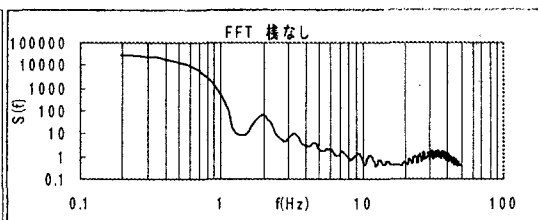


図 3-1 FFT 棧なし ($Z=1\text{ cm}$)

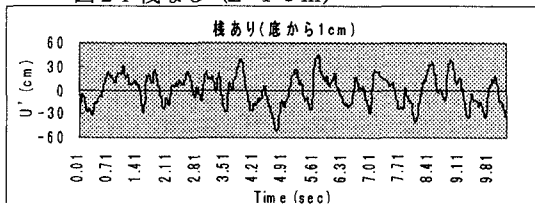


図 2-2 棧あり(棧 0.5cm、間隔 5cm、 $Z=1\text{ cm}$)

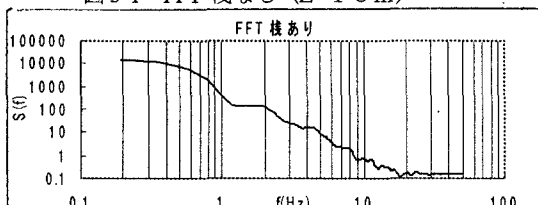


図 3-2 棧あり(棧 0.5cm、間隔 5cm、 $Z=1\text{ cm}$)

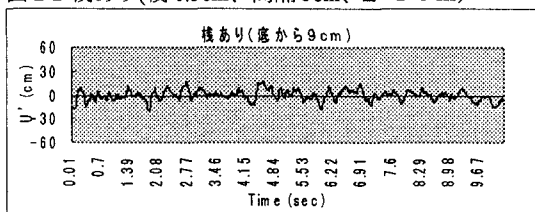


図 2-3 棧あり(棧 0.5cm、間隔 5cm、 $Z=9\text{ cm}$)

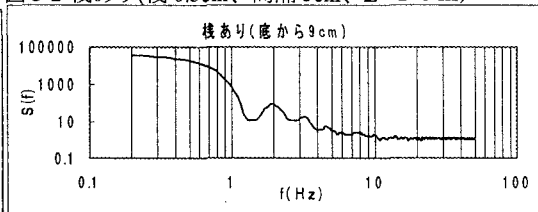


図 3-3 棧あり(棧 0.5cm、間隔 5cm、 $Z=9\text{ cm}$)

(4) 流速の時間変動に関するスペクトル解析

スペクトル解析は FFT 法を用い、データ個数は 1024 個とした。その結果は図 3-1,2,3 である。縦軸にパワースペクトルをとり、横軸に周波数(Hz)をとった。棧なしの場合、グラフ上で特に 2 Hz 付近においてスペクトルピークが見られる。そして、それ以上の周波数領域でも幾つかの小さなピークは見られ、比較的全体にエネルギーが分散していると考えられる。棧ありで $Z=1\text{cm}$ の場合は、棧なしと比較すると、1 ~ 2 Hz の区間で異なった形になっている。これは棧を設置することにより、周期の長い 1 ~ 2 Hz 程度、卓越した変動成分が生じることを予想させる。棧ありで $Z=9\text{cm}$ の時は、棧なし状態と類似したグラフになっていて、つまり $Z=9\text{cm}$ ではほぼ棧の影響が少なくなっていると考えられる。

5. 終わりに

今回の実験では、棧の大きさ 0.5cm、間隔 5cm と棧なしのみでのデータである。今後、棧の大きさ、間隔等を幅広く変えて実験を行い、粗度のついた管路における流れについて詳細に検討したい。

参考文献

辻本 哲朗・北村忠紀・岡田敏治・王子義徳：小型電磁流速計による野外管路での乱流測定
水工学論文集 第 35 卷

日野 幹雄：スペクトル解析、朝倉書店

本間仁・石原藤次郎：応用水理学 下Ⅱ、丸善株式会社