

II-137

下水管の水理特性について(ヒューム管を例として)

日本大学理工学部土木工学科 正会員 近藤 勉

1. まえがき 実際の使用状態の下水管内の流れは、新しい管に清水を流した場合とは違った性質を示すと思われる。スライムおよび他の固形物が水路壁面の表面粗度を変化させる可能性があり、その結果、水路の流下能力を変えることが考えられ、このため実際の下水を使用した試験は重要であると思われる。そこで、横浜市下水道局の協力を得て、緑下水処理場内に特設試験所を設けて、未処理の下水を用いて管水路流れと開水路流れによる摩擦損失係数とマンニングの粗度係数等について現場実験をして、若干の結果を得たので報告します。陶管の例については文献参照のこと。

2. 実験の概要について 幹線下水道から沈砂池、着水井を経て下水処理場に流入してくる生下水を粗大固形物を取り除いて最初沈殿池に流入した直後に水中ポンプにより取水し、フレキシブルなコルゲートパイプおよび鑄鉄管を経てから内径250mmの管水路用と開水路用との2本に分流させて、それぞれ単管の長さ2mのものを18本接続させ、下流部はフレキシブルなコルゲート管により流量測定用四角セキに導き最初沈殿池の下流部に還流させた。管水路用実験水路は水平に設置し、単管1本にヶ所管底に直径3mmの穴をあけて、マノメーターに導き、動水勾配を求めた。開水路用実験水路は管底勾配 $i = 1.5/1,000 = 1/667$ に固定して、単管1本にヶ所上部に直径15cmの窓穴をあけ、そこから内壁に付着するスライムの状況を観察したり、ポイントゲージにより水深を測定し、またピトー管により流速分布も測定できるようにした。そして、管内壁に付着するスライムの量や付着の状況の経時変化の様子を測定するために、管水路および開水路用実験水路の最上流部に取り外し可能な部分を五ヶ所連続して設けた。実験は主に下水道施設設計指針で規定されている水路内に沈殿堆積を防ぐための最低平均流速 $v \geq 0.6 \text{ m/sec}$ を目標にして行なった。開水路の場合は相対水深 $h/D = 0.5$ (h は水深、 D は管の直径) の等流に近い流れを作り実験した。このときが摩擦損失係数およびマンニングの粗度係数

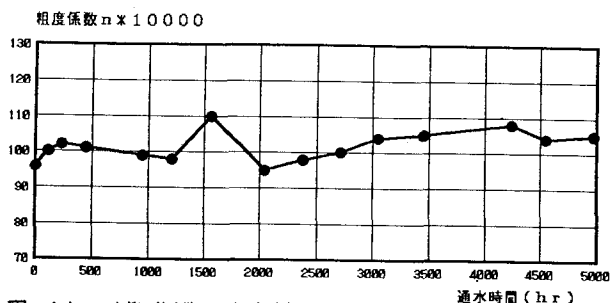


図-1 ヒューム管の管水路における粗度係数と通水時間の関係

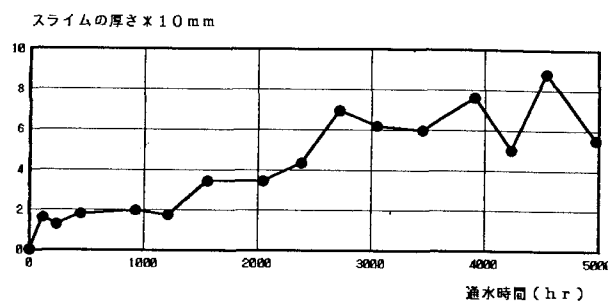


図-2 ヒューム管の管水路におけるスライム厚さと通水時間の関係

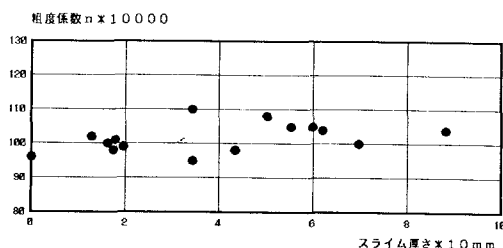


図-3 ヒューム管管水路における粗度係数とスライム厚さの関係

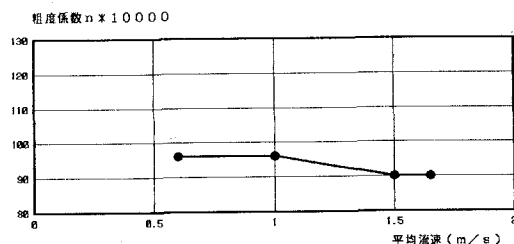


図-4 ヒューム管の管水路における新管の粗度係数と平均流速の関係

は最大値を示す。

3. 実験結果について 実験は平成5年2月～平成5年9月の間で行なった。

I 管水路の結果について 図-1より粗度係数の経時変化は大きくはなく、通水時間が3000時間を過ぎるとほぼ一定値になっている。全体の平均値は0.0102≒0.010位である。図-2から管内壁に付着したスライムの平均厚さは約2700時間以後は0.8mm程度で一定値に達しているようである。スライムの付着状況は底面付近では少なく、側面および上面に多く斑模様に着着していた。図-3からスライムの厚さは粗度係数には関係ないようである。図-4は新管における粗度係数と平均流速の関係を調べたものである。平均流速が大きくなるにしたがって粗度係数の値は0.0096から0.0090に減少している。

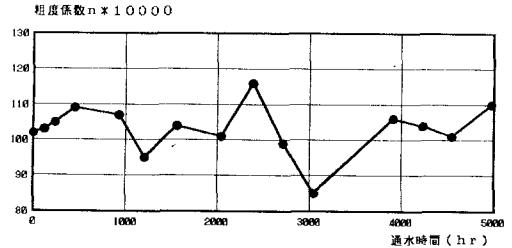


図-5 ヒューム管の開水路における粗度係数と通水時間の関係

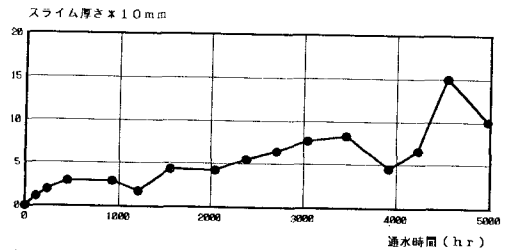


図-6 ヒューム管の開水路におけるスライム厚さと通水時間の関係

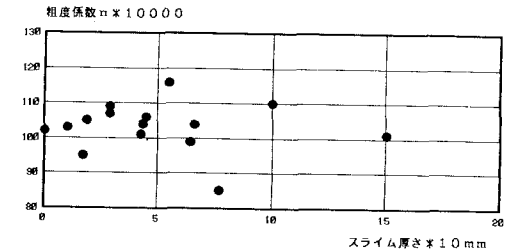


図-7 ヒューム管の開水路における粗度係数とスライム厚さの関係

II 開水路の結果について 図-5より粗度係数は通水時間に対して管水路の場合よりもばらつきが大きい、平均値は0.0103≒0.010となっている。図-6よりスライムは通水後約4500時間で最大値1.5mmを示していて、管水路の場合よりも大きな値を示している。水路内壁のスライムの付着状況は管水路の場合と同様であった。なお、粗度係数の算出方法は水面測定から得られた水面形を描いて、なるべく等流に近い区間を用いて不等流計算より求めた。図-7よりスライム厚さと粗度係数との間にはばらつきが大きく相関関係はないと思われる。図-8は新管の開水路の場合の水深の変化に対する粗度係数の変化を調べたものである。これは、水平水路で行なったものであり水路中間の相対水深 h/D が0.2, 0.4, 0.5, 0.6, 0.8になるようにして、その付近の区間に対して不等流計算をして粗度係数を求めた。 $h/D=0.5$ で最小値を示しているが平均流速が異なっているので単純に論ずることはできない。

4. むすび 管水路および開水路の全実験を通して、粗度係数の値は通水時間やスライムの厚さにあまり関係していないようである。我が国でのこのような実験は少ないので、今後多くの測定が行なわれることが望まれる。

【文献】第26, 28, 29, 30回下水道研究発表会講演集。

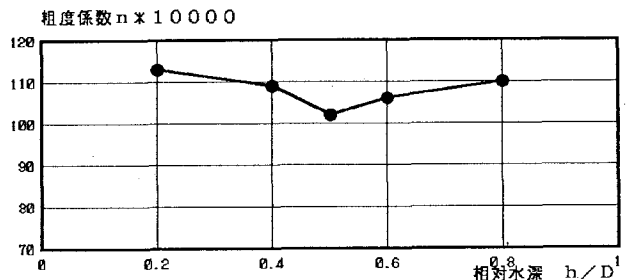


図-8

$h/D=0.2$; $V=0.39\text{ m/s}$

$h/D=0.4$; $V=0.61\text{ m/s}$

$h/D=0.5$; $V=0.68\text{ m/s}$

$h/D=0.6$; $V=0.72\text{ m/s}$

$h/D=0.8$; $V=0.84\text{ m/s}$

ヒューム管開水路における粗度係数 n と相対水深 h/D の関係