

建設省土木研究所 ○正員 深谷 渉
 正員 榑原 隆
 正員 田中 修司

管渠や下水処理場などの適切な運転および維持管理には、流量の測定が不可欠である。しかしながら管渠内を流れるのが固形物を含んだ下水であることから、流量計及び流速計などの精密機器での測定が難しく、また大都市部においては、土地の確保の問題により堰等による流量測定用構造物の建設が困難なことから、管渠内における流量を把握することが非常に困難となっている。そこで建設省土木研究所では、管渠内の流量測定に関する研究の一環として、円管内における流れの現象を水理実験により検討したのでここに報告する。

2.1 実験目的

2.2 実験ケースおよび実験方法

図-1 実験施設の概要

実験における測定項目は、流れの現象を支配すると考えられる、管内水位、流速、流量、動水勾配、水温とした。管内水位は、前述した測定孔より触針式水位計を用いて計測を行った。流速は、プロペラ流速計を用いて鉛直方向2 cmピッチ、横断方向2 cm

3. 実験結果

実験ケース	水路勾配	設定水深
本実験 I-1	0/1000	6.0
本実験 I-2	0/1000	8.0
本実験 I-3	0/1000	10.0
本実験 I-4	0/1000	12.0
本実験 I-5	0/1000	14.0
本実験 I-6	0/1000	16.0
本実験 I-7	0/1000	20.0

314

表-2 実験結果一覧表

実験ケース	管内水深	動水勾配	堰流量	平均流速	粗度係数	計算流量	平均流速	粗度係数
本実験 I-1	4.83	1/286	4727.2	80.8	0.007	4648.0	78.6	0.007
本実験 I-2	7.89	1/363	10850.0	94.2	0.008	11310.0	99.3	0.007
本実験 I-3	10.36	1/471	15602.0	94.9	0.007	17540.0	106.8	0.006
本実験 I-4	12.20	1/571	20532.0	102.3	0.007	21357.0	106.4	0.007
本実験 I-5	13.02	1/888	21980.0	101.5	0.009	21672.0	100.1	0.009
本実験 I-6	16.35	1/1176	25961.0	94.5	0.007	27638.0	100.2	0.006
本実験 I-7	20.00	1/175	36010.0	114.5	0.007	39641.0	126.2	0.007
	(cm)		(cm ³ /s)	(cm/s)		(cm ³ /s)	(cm/s)	

堰流量から算出 流速分布から算出

(1) 平均流速

管内の平均流速は2種類の方法で算出が可能である。一つは、三角堰流量と管内水深から算出する方法であり、もう一つは実測流速の平均値から算出する方法である。異なる方法で算出された2種類の平均流速を比較すると、ともに管径の6～7割水位時に平均流速がピークとなり、満管時に再度大きな値を示す傾向が見られた。また各ケースにおける流速測定結果を等流速線図（コンター図）として図化したところ、いずれのケースについても流水断面のほぼ中央に最大流速をもち、外壁に近づくにつれ流速は低下しながら同心円状の等流速線を描くことが確認された。

表-3 点流速測定位置とKpの関係

流量測定法の1つとして知られる

点流速測定法を用いた場合、点流速と点補正係数Kpの関係は表-3のように表される。点流速から平均流速を求めるためには、いくつかのアプローチが考えられる。Kpを水深の関数として与えるのが最も実用的と考えられる。したがって、水深と1点測定流速による流量計測の実用化を今後検討する。

実験ケース	0.1D		0.2D		0.3D	
	点流速	Kp	点流速	Kp	点流速	Kp
本実験 I-1	88.3	0.89	86.7	0.91	76.6	1.03
本実験 I-2	107.6	0.92	110.1	0.90	107.1	0.93
本実験 I-3	113.2	0.94	117.9	0.91	123.3	0.87
本実験 I-4	83.3	1.28	98.4	1.08	114.5	0.93
本実験 I-5	84.3	1.19	91.9	1.09	100.0	1.00
本実験 I-6	92.7	1.08	102.3	0.98	109.0	0.92
本実験 I-7	132.9	0.95	141.8	0.89	143.3	0.88

∴点流速は、各水深0.1D～0.3Dにおける断面中央部の流速を示す。(cm/s)

Kp = 平均流速 / 点流速

(2) 粗度係数

マンニングの式を用いることにより、粗度係数nを算出した。ここでも(1)と同様に、三角堰流量及び実測流速からnを算出してみると、ともにほぼ同等の0.006～0.009の値を得た。円管における水理特性曲線の傾向は見られなかった。なお、式中で用いられる動水勾配は、測定地点に最も近い上下流のマノメータの水位差より求めた。動水勾配は、管内水深が大きくなるほど緩勾配になる傾向にあった。

4. まとめ

- (1) 粗度係数として、塩ビ管およびアクリル管の粗度として一般的に扱われる値(0.008～0.010)に近い値を得た。
- (2) 一点流速測定による流速と平均流速の比Kpを求めた。
- (3) 今回の実験は水路勾配を水平で行ったが、今後は勾配を幾通りに変化させ様々な条件での流れの現象について実験検討を行い、1点流速測定法の実用化の検討を行う。

参考文献

山本, 田村, 稲垣: 超音波式管渠流量計の研究、第12回下水道研究発表会講演集、1975