

九州共立大学工学部	正会員	荒尾	慎司
丸磯建設		石橋	和久
大伝		大利	博昭
九州大学工学部	正会員	○楠田	哲也

1. はじめに

近年、2 方向接合落差マンホールにおいて上・下流管径が同じ場合にマンホールの水表面で流下方向に左右に分離する渦や単一方向回転渦の発生とエネルギー損失特性との関係が検討され、マンホール水位が上流管頂よりやや高いときに損失係数は最大となることが明らかにされている。本研究では、マンホールの上・下流管径が異なる場合の実験を行い、同一管径の実験結果（昨年度）と比較検討したので報告する。

2. 実験装置と実験方法

実験装置の概要を図-1に示す。実験装置として、管路勾配 $I = 0$ 、上流管長 $L_u = 2.20\text{ m}$ 、下流管長 $L_d = 1.05\text{ m}$ 、上流管径 $D_u = 5\text{ cm}$ 、下流管径 $D_d = 6\text{ cm}$ 、マンホール径 $D_m = 18\text{ cm}$ のものを用いた。また、上・下流管の段差 S を 0 、 2.5 、 5.0 、 10.0 cm の4種、各段差毎に管路の流量を4から7段階設定した。マンホール内の水面から上流管の管頂(内径)までの深さを h (以下では、これをマンホール水深と呼ぶことにする)とし、流量一定のもとで h が 0 cm から上流管径の6倍程度にまでなるように下流タンク内の堰高を変化させた。本実験では、上・下流管にそれぞれ3ヶ所ずつ取り付け付けたマンメーターによって管内の圧力水頭を測定し、その測定値と速度水頭 ($V_d^2/2g$) を加えたものからエネルギー勾配線を計算することにより、マンホール部のエネルギー損失水頭 ΔE を求め、(1)式によりエネルギー損失係数 K を算定した。

$$K = \Delta E / (V_d^2 / 2g) \quad (1)$$

ここに、 V_d は下流管の断面平均流速、 g は重力加速度である。

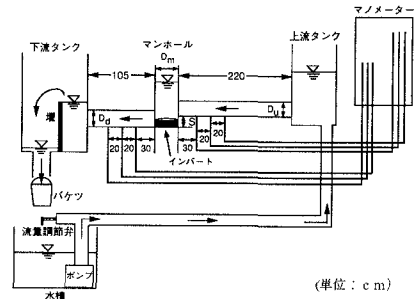


図-1 実験装置の概要

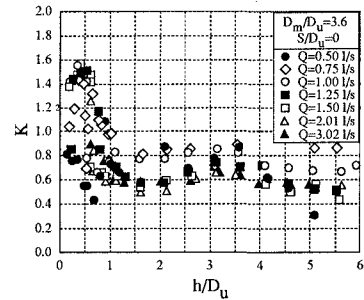


図-2 K と h/D_u の関係 ($S/D_u=0$)

3. 実験結果と考察

上・下流管の段差比 (S/D_u) を 0、0.5、1、2 とした時のマンホール水深比 h/D_u とエネルギー損失係数 K との関係をそれぞれ図-2 から図-5 に示す。

①段差比が0（図-2）では、損失係数が最大となるときの h/D_u は0.3から0.6の間にある。 h/D_u が1.5から3.5の間では、流量の増加に伴い損失係数は小さくなる傾向にある。また、 h/D_u が2.5から3.5付近で損失係数が多少増加し、さらに h/D_u が4.0より大きくなると損失係数はやや減少するかはほぼ一定になる。

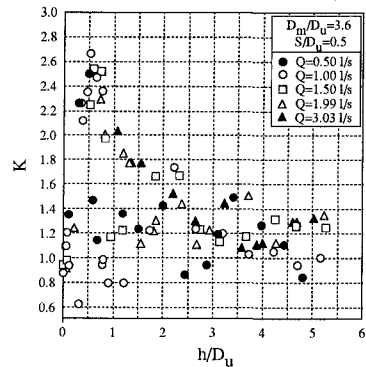


図-3 Kと h/D_{II} の関係 ($S/D_{II}=0.5$)

②段差比が0.5（図-3）では、流量3.03 l/sを除いて損失係数が最大となるときの h/D_u は0.5付近にあり、 h/D_u が0.5から3.0の間では流量により損失係数はかなり異なる。この損失係数の変動は、ある種の不安定現象によるものと考えられる。 h/D_u が3.0を超えると流量0.50 l/sを除いて損失係数は水深によつて多少変動はあるがほぼ一定となる。

③段差比が1（図-4）では、損失係数が最大となるときの h/D_u は0.7より小さいところにある。 h/D_u が0.7を超えると、流量0.50、1.00、1.50 l/sでは、 h/D_u が1.0から1.5付近で損失係数は最小値をとり、これよりも水深が増加すると、損失係数はやや増加した後ほぼ一定となる。流量2.00 l/sでは、 h/D_u が4.5付近までは水深の増加に伴い損失係数はゆるやかに減少し、 h/D_u が4.5を超えると損失係数はやや増加する。

④段差比が2（図-5）では、流量0.50 l/sで損失係数が最大となるときの h/D_u は0付近にあり、他の流量では0.5付近にある。 h/D_u が0.5を超えると損失係数は減少し、 h/D_u が1から2の間で損失係数は最小値をとる。流量1.00、2.00 l/sでは、 h/D_u が2付近で極大となり、さらに、水深が増加すると損失係数はやや減少した後一定となる。流量1.50 l/sでは h/D_u が2を超えると損失係数はほぼ一定になる。

以上の実験結果を上・下流管径が同一（ $D_d/D_u=1.0$ ）の昨年度の実験結果と比較したものを表-1に示す。段差比（ S/D_u ）が0の時は本実験結果（ $D_d/D_u=1.2$ ）の方が損失係数が最大となるときのマンホール水深は小さい。また、他の段差比では流量2.00 l/sの時、同一管径の場合と比べて損失係数が最大となるときのマンホール水深は明らかに小さいが、その他の流量では一定の傾向は見られない。

4. おわりに

上流管と下流管の管径が異なるときのマンホール部のエネルギー損失特性をまとめると以下ようになる。

(1)流量0.50 l/sでは、いずれの段差比でも水表面に渦は発生せず、水深によつては損失係数がかなり増大する。

(2)損失係数が最大となるときのマンホール水深比 h/D_u は0から0.7の間にある。

(3)段差比0と0.5では、損失係数の最大値はマンホール水位が十分高いときの損失係数の2倍程度となり、これよりも段差比が増加するとこの比率は減少する。

今後は、上・下流管の平面的接合角度が180度以外のものについても検討を行う予定である。

〈参考文献〉荒尾ら：円形マンホール部のエネルギー損失特性（圧力流れ）、平成7年度土木学会第50回年次学術講演会、pp.310-311, 1995。

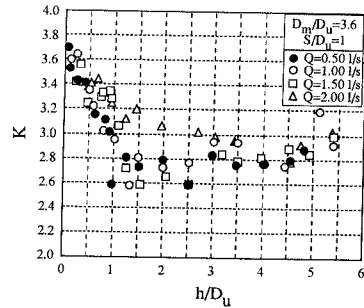


図-4 Kと h/D_u の関係（ $S/D_u=1$ ）

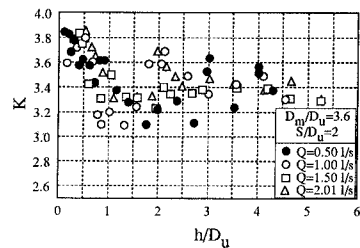


図-5 Kと h/D_u の関係（ $S/D_u=2$ ）

表-1 損失係数が最大となるときのマンホール水深比 h/D_u

S/D_u	$D_d/D_u=1.0$		$D_d/D_u=1.2$	
	Q(l/s)	h/D_u	Q(l/s)	h/D_u
0	0.48	0.61	0.50	0.42
	0.98	0.85	1.00	0.34
	1.40	0.90	1.50	0.40
	2.02	0.93	2.01	0.42
0.5	0.51	0.23	0.50	0.50
	1.01	0.60	1.00	0.52
	1.50	0.66	1.50	0.58
	2.00	1.35	1.99	0.66
1.0	0.50	0.42	0.50	0.06
	0.99	0.07	1.00	0.24
	1.52	0.84	1.50	0.32
	2.00	2.23	2.00	0.68
2.0	0.49	0.39	0.50	0.10
	1.02	0.05	1.00	0.52
	1.99	1.00	2.01	0.58