

(Ⅱ-24) サイフォンを用いた排水について

東洋大学工学部 ○ 学生員 沼尻健一

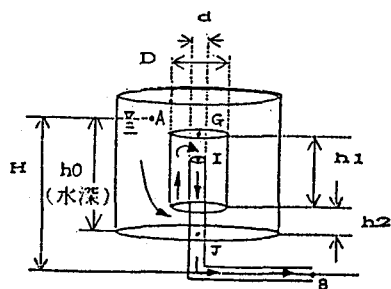
// 正 員 福井吉孝

1. はじめに

流れ、例えば下水道管中の流水には、固形物が含まれている。それらの中の比重の小さい物は浮遊状態で比重の大きい物は底面近傍を掃流状態で流れて処理場へと運ばれてきている。処理効率、或は装置の保全のためには、それらの種々の混入物を適切に水分から分離することが必要である。そこで我々は、図1に示す装置で浮遊物、固形分、水分を有効に分離できないかを考えた。ここでは、装置の水理特性について若干の検討を行う。

2. 実験装置

実験は図1に示した装置を用いた。水槽の中央部に鉛直の排水管を設置し、排水管の上に円筒（以後内筒と呼ぶ）を被せてあり矢印の様に流れてB点より排出する。



単位 (cm)			
d	D	IJ	J8
1.1	5.0	8.0	200.0

図1 (実験装置)

3. 基礎方程式

水槽水面と排出口で、ベルヌーイの定理をたてると

$$v_A^2 / 2g + p_A / w + Z_A = v_B^2 / 2g + p_B / w + Z_B \quad \text{--- ①}$$

但し、添字は図1におけるA、B点を表している。

$Z_A = 0$ とすると、

$$v_B = \sqrt{2gZ_A} \quad \text{--- ①'}$$

実験値 (Q) の流速を求めるには、

$$v_B = Q / A \quad \text{--- ②}$$

実際には、摩擦等の損失がある。それらを含めて式をたてると

$$v_A^2 / 2g + p_A / w + Z_A = v_B^2 / 2g + p_B / w + Z_B + h_r \quad \text{--- ③}$$

ここで、 h_r は全損失を示す。

$$h_r = Z_A - v_B^2 / 2g \quad \text{--- ③'}$$

損失係数 f (諸損失の総和) は、ダルシーウィズバッハの式を援用して

$$f = 2gdh_r / l v_B^2 \quad \text{--- ④}$$

で表す。但し、 l はIB間の長さである。

単位 (cm)

	h_1	h_2	H	h_0
(a)	9.0	1.0	102.5	8.5
			106.0	12.0
			109.0	15.0
			112.0	18.0
(b)	9.0	2.0	103.0	9.0
			106.0	12.0
			109.0	15.0
			112.0	18.0
(c)	9.0	3.0	104.0	10.0
			106.0	12.0
			109.0	15.0
			112.0	18.0
(d)	9.0	5.0	102.0	8.0
			104.0	10.0
			109.0	15.0
			112.0	18.0
(e)	8.0	3.0	102.0	8.0
			104.0	10.0
			108.0	14.0
			112.0	18.0
(f)	11.0	5.0	102.0	8.0
			104.0	10.0
			109.0	15.0
			112.0	18.0
(g)	0.0	0.0	106.0	12.0
			109.0	15.0
			112.0	18.0
			115.0	21.0

表1

4. 実験結果及び考察

1) 流量 Q —水頭差 H について

図2は h_2 をパラメータにして Q と H の関係を表した図である。開口幅が増すに従い、流量も増えており、今回の実験の範囲では $Q \propto H$ の関係が得られた。同図には損失を無視した式①を使って求めた Q も掲げておく。又、内筒を用いない場合も掲げてあるが、内筒の存在によるエネルギー損失が認められた。

2) 流量 Q と開口幅 h_2 について

H をパラメータにして Q と h_2 、 f と h_2 を示した図が図3、図4である。 h_2 がある値、本実験では3 cmまでは Q に対して大きな影響を与えていることが判る。これは、損失係数 f からも判る。即ち、 h_2 を極端に小さくするとエネルギー損失が大きくなってしまいうことを示している。

3) 内筒の高さ h_1 と開口幅 h_2 について

開口幅一定で内筒の高さを変えた場合の $Q-H$ の関係が図5及び図6である。図5からは h_1 が大の方が、流量は小さくなるということが言えるが、図6の(c)、(e)の比較からは逆に h_1 が大きいが方が流量は大きくなるという結果がでた。これらの結果は、流入口Iと内筒の天端G間の距離が大になってくると、その域にある水の重さによる抵抗が卓越するが、距離が小になると流れの急縮、流入による抵抗が大きくなるということを表していると考えられる。しかし、今回のデータからはそれらの抵抗の境界を示す数値は明確に得られていない。また、図6の(b)、(e)の比較より、流量を主として支配するのは開口幅であることが確認される。

5. おわりに

本実験で得られた結果は、

- 1) 水頭差 H 一定のとき、開口幅 h_2 が流量を支配する。 h_2 は大きくすることで流量は増す。
- 2) 流入口I上の領域の広さも流量に影響を及ぼしているのが判る。この点についてはさらに検討していく必要がある。

以上、定常状態における実験の結果であるが、データを増やすことでさらに特性を明かにして行けるであろう。又、非定常即ち、水位が変動する場合の機構についても考えて行く予定である。

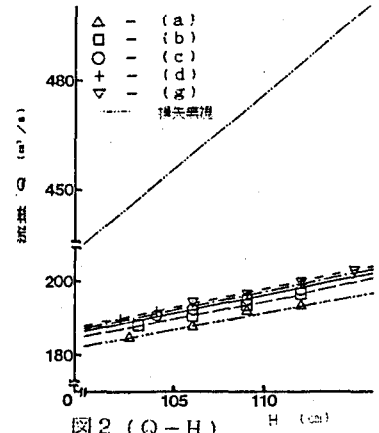


図2 ($Q-H$)

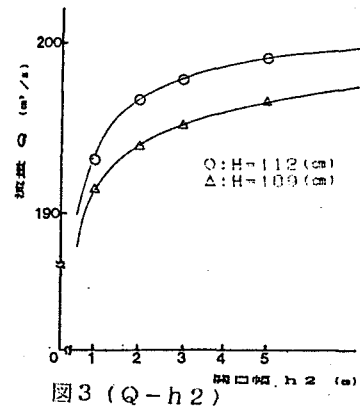


図3 ($Q-h_2$)

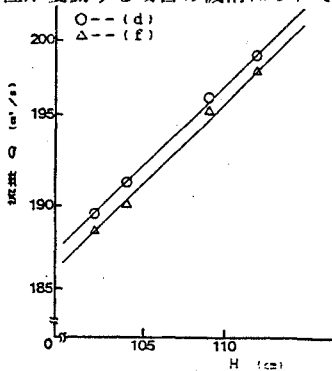


図5 ($Q-H$)

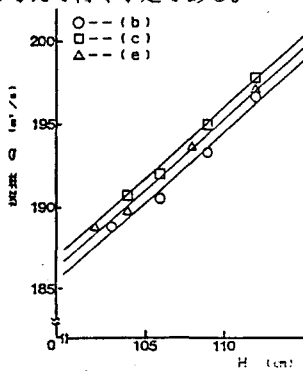


図6 ($Q-H$)

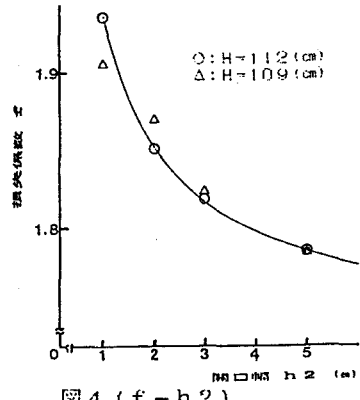


図4 ($f-h_2$)