

円形沈砂池の流速分布と底面上の掃流流速

国士館大学工学部 ○金成英夫
 国士館大学工学部 山田慎吾
 国士館大学工学部 伊藤秀夫

1. はじめに

沈砂池は従来から矩形が用いられている。しかし、下水道のように流入水量が時刻とともに大きく変動する施設では、低水量時には沈殿してほしくない有機性粒子が除去され腐敗し臭気の原因となる。一方高水量時に沈殿した砂粒子が再浮上し、沈砂池を通過してしまうことになる。そこで、著者等は矩形沈砂池のような欠点を持たない円形沈砂池について検討している。

本報告は、円形沈砂池に流入水が流れ込んだ場合の槽内の流速と槽底面上の掃流流速について検討を加えたものである。

2. 実験装置および方法

図-1に円形沈砂池の実験装置を示す。円形槽の直径は50cmであり、一方、水深は30cmになるように調整した。沈砂池の流入口は槽底面上の流れの乱れを考慮して槽底面上12cmより上に設けた。すなわち、1つの流入口の大きさは幅6cm×高さ6cmの正方形であり、槽への流入口は幅6cm×高さ6cm(流入口3), 幅6cm×高さ12cm(流入口3, 4), および幅6cm×高さ18cm(流入口3, 4, 5)の場合の3条件とした。流速分布及びトレーサの移動開始の測定は流入口から135°の位置で測定した。

流速はX-Y方向が同時に測定できる電磁流速計を用いて測定した。測定位置は、半径方向にR=5, 10, 15, 20および24cmとし、高さ方向には底面上か

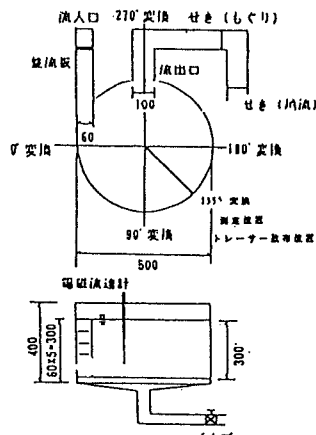


図-1 円形沈砂池の実験装置

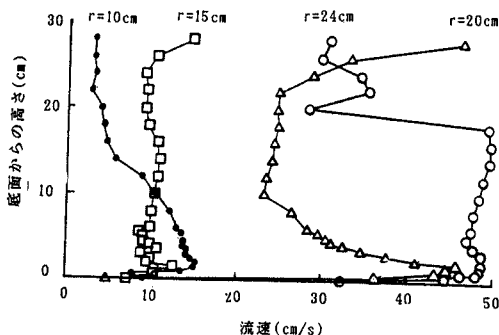


図-2 深さ方向の流速分布(Q=5 l/s, 流入口3)

ら3cmまでは1mmごとに測定し、底面上28cmまで測定した。

トレーサの移動開始は、流入口から135°の位置の底面上にトレーサを散布しておき、流量を徐々に増大して、移動を開始したトレーサの半径と流量を記録した。

表-1に実験に使用したトレーサの条件を示す。

表-1 トレーサの条件

名 称	比 重 (g/cm ³)	平均粒径 (mm)
γ-ヒン I	1.06	1.43
γ-ヒン II	1.20	1.72
アンスラサイト	1.45	2.03

3. 実験結果と考察

3.1 流速分布

図-2に底面からの高さとその点の流速を示す。図-2から流速は底面上で小さく、高さとともに増大しているのが認められる。流速はある程度以上の高さになると、ほぼ均一となっている。流速がほぼ均一になる高さは、底面上5mm以上であることが分かる。本研究では、底面上の掃流流速を検討するのが目的であるので、底面上5mmから30mmまでの流速を平均して、それを平均流速Vとしている。

円形槽内の旋回流は外部から加えられたエネルギー、すなわち、槽内に流入する流入水によって発生している。外部から加えられたエネルギー、すなわち、流入水によるエネルギー(仕事率)Wは

$$W = M V_E^2 \text{ -----(1)}$$

W: 槽に加えられた仕事率
(ワット、 $\text{kg}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-3}$)

M: 単位時間に槽に投入された質量
($\text{kg}\cdot\text{s}^{-1}$)

V_E : 流入水の流速($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)

ここで、水の密度はほぼ $1\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ であるので、Mは流量Qに等しいと考えることができる。

すなわち、

$$W \approx Q V_E^2 \text{ -----(2)}$$

Q: 流入量($\text{l}\cdot\text{s}^{-1}$)

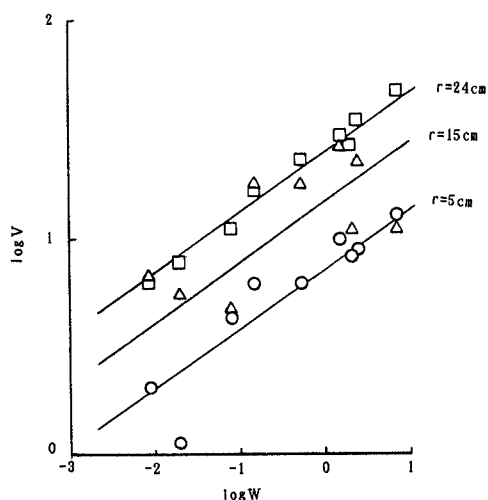


図-3 仕事率と主流の平均流速

図-3に仕事率と主流の平均流速Vとの関係を示す。主流の平均流速は仕事率の関数で表すことができる。これらの関係は、rが異なっても傾きが同じであるので、

$$\log V = 0.275 \log W + C \text{ -----(3)}$$

と表すことができる。図-4は半径rと係数Cとの関係である。槽の外周近くの $r=24\text{cm}$ を除くと、これらの関係は、

$$\log C = 0.0155 r - 0.172 \text{ -----(4)}$$

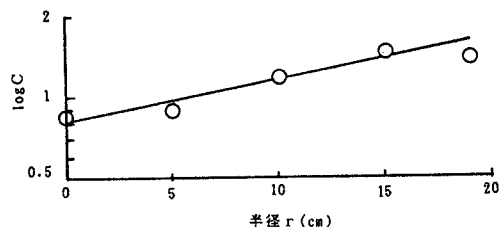


図-4 半径rと係数C

となる。ただし、 $r=24\text{cm}$ では、壁面の摩擦のため流速が低下していると考えられる。

円形槽内の流速Vは、槽に加えた仕事率Wと半径rで表すことができる。すなわち、

$$\log V = 0.275 \log W + \exp(0.0357 r - 0.397) \text{ -----(5)}$$

V: 主流の平均流速($\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$)

W: 槽に加えられた仕事率($\text{kg}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-3}$)

r: 半径(cm)

3.2 掃流流速

掃流流速は 135° の底面上にあらかじめ散布した3種のトレーサの移動開始時の半径と流量を基に(5)式で求めたものである。図-5に半径とトレーサの移動開始時の流速との関係を示した。トレーサの移動開始は半径にかかわらず、ある程度以上の流速以上になると移動を開始していることがわかる。さらに、移動開始時の流速は、回転体を回転させた場合¹⁾とほぼ同じである。

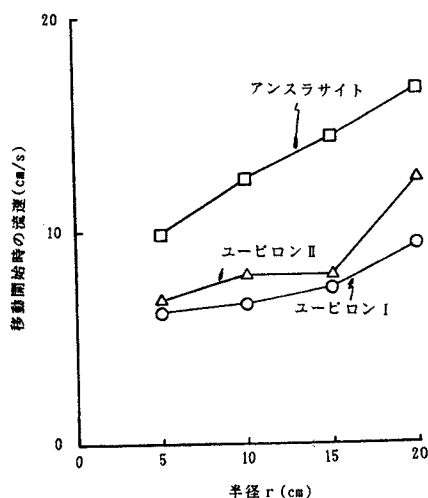


図-5 半径と移動開始時の主流の流速

4. まとめ

円形沈砂池の流速分布および底面上の掃流力について、実験的に検討した結果をまとめると以下のようになる。

- (1) 槽内の流速分布は、流入水の時仕事率(ワット)と半径とで計算できる。
- (2) トレーサは半径にかかわらず、流速がある以上になると移動を開始する。

[参考文献]

- 1) 金成英夫、山田慎吾、伊藤秀夫: 回転円筒を備えた円形沈砂池の集砂機能、第49回土木学会年講Ⅱ、pp.1034-1035、1994