

II-517

回転円筒を備えた円形沈砂池の集砂機能

国土館大学工学部 正会員 ○金成英夫
 国土館大学工学部 正会員 山田慎吾
 国土館大学工学部 正会員 伊藤秀夫

1. はじめに

下水中の砂は中継ポンプ所や下水処理場でポンプ、弁および遠心濃縮機等を損傷させるばかりでなく、汚泥輸送管路および濃縮槽等で堆積し、有効容積を減少させ効率の低下を招く原因となる。また、合流式下水道では、雨天時の越流水を公共用水域に放流する場合、砂を除去し、河床保護をする必要がある。

沈砂池は矩形で横流式が用いられていることが多い。横流式の沈砂池では、流入量の多い時刻に池内の流れにともなう掃流力で沈澱した砂が再浮上して沈砂池を通過してしまうことがある。一方、流入量の少ない時間帯には、有機性固形物まで沈澱し、有機物を含む沈砂の処理に困難が生じる。

最近、流入水のエネルギーを用いて槽内に旋回流を発生させ、沈澱した砂を槽中央に集めるスワール沈砂池が実用化されている。しかし、流入水のエネルギーのみを用いたスワール沈砂池では、低水量時に十分な旋回流が発生しないため、槽底部を円錐形にする必要があり、構造物が深くなり工事費がかさむ欠点がある。以上のような欠点を補うため、円形槽の中心部に回転円筒を備えた沈砂池が考案された。この沈砂池は流入水のエネルギーだけでなく、回転円筒のエネルギーも利用して槽内に旋回流を発生させるもので、沈澱した固形物は槽底面上に発生する中心方向の二次流れによって槽中心に集めることができる。

本研究は、回転円筒の回転にともなって槽底面上に発生する掃流力について実験的に検討した結果を報告するものである。

2. 実験装置および実験方法

2.1 実験装置

実験に使用した沈砂池は、内径 50 cm、深さ 34 cm の円形槽で、その中心部に回転円筒を備えている。実験に用いた回転円筒の直径は 5, 10, 15, 20 cm とし、回転数は任意に設定することができる。図-1 に実験装置の概要を示す。

2.2 実験方法

(1) 槽底面上の掃流力

円形沈砂池の底面上の掃流力を調べるために、3 種類のトレーサーを底面上にほぼ均等に置き、回転体の回転にともなって、移動を開始したトレーサーの位置とそのときの回転数を測定した。槽の水深は 10, 20 および 30 cm とした。表-1 に使用したトレーサーの性状を示す。

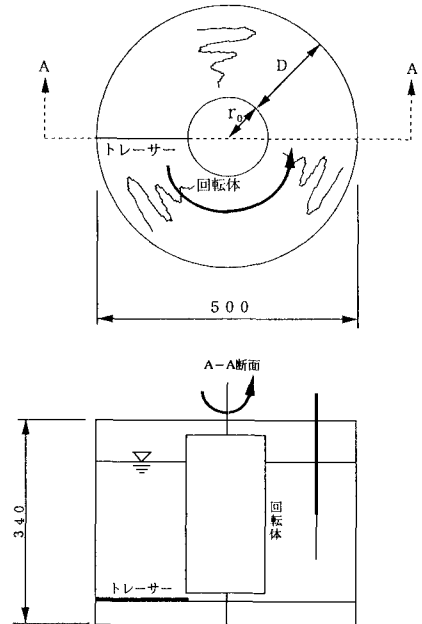


図-1 実験装置の概要

表-1 トレーサーの性状

種類	比重	粒 径 (mm)			沈 降 速 度 cm/sec
		縦	横	厚さ	
I	1.06	3.39	2.30	1.47	4.38
II	1.20	3.55	2.82	2.06	6.56
III	1.45	4.25	2.71	1.69	8.69

材質：I 及び II、エポキシ、III、アクリライト

(2) 槽内の流速分布

槽内の流速分布は、回転体の回転数、測定する地点の半径および水深を変化させて電磁流速計で測定した。流速の測定は 30 秒間とし、1 秒間隔毎に測定したデータの平均値をその測定点の流速とした。

3. 実験結果および考察

3.1 回転体の表面速度とトレーサーの移動

図-2 に回転体の表面速度とトレーサーが移動を開始した地点の半径との関係を示す。回転体の表面速度が大きくなるにしたがって、半径の大きな場所のトレーサーまで槽中央に集めることができる。これは、回転体の表面速度とともに槽内の水流の流速が大きくなるためである。また、トレーサーの移動は槽の水深の影響をほとんど受けていない。以上の

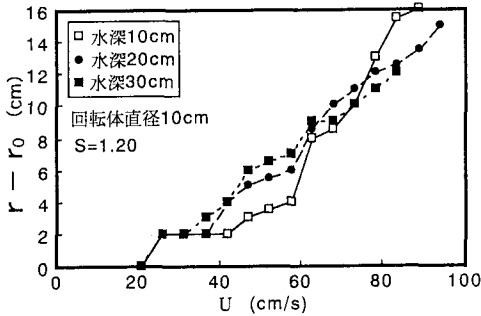


図-2 Uとトレーサーの移動開始半径

ことから、トレーサーの移動開始は主流の流速が主要な因子であることがわかる。

3.2 主流の流速分布

水深方向の流速分布の一例を図-3に示す。槽底面付近は流速が小さいが、底面のある高さ以上では流速はほぼ均一となっている。この部分は主流と呼ばれている。一方、槽底面付近の流速の遅い部分は境界層と呼ばれており、この境界層中では槽中心方向への2次流れが発生している。したがって、沈澱して槽底面上に達した粒子は、掃流力によって移動を開始すると、槽の中心部にかき寄せられることになる。前述のように底面上の掃流力は主流の流速によって決まる。本研究では、底面上2cm以上の部分を主流とすることにする。

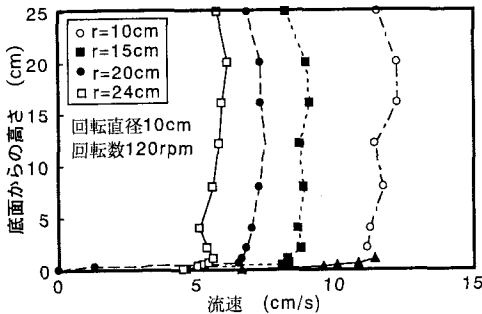


図-3 水深方向の流速分布

図-4に主流の流速と半径との関係を示す。これらは反比例の関係があることが分かる。回転体の表面では回転体の表面速度と主流の流速とは等しいことを勘案すると、これらの関係はつぎのように表すことができる。すなわち、

$$\frac{V}{U} = \frac{a}{\left(\frac{r-r_0}{D}\right)^n + a} \quad (1)$$

V:半径rにおける主流の流速, U:回転体の表面速度, r_0 :回転体の半径, D:槽外周と回転円筒とのクリアランス, n, a:定数

(1)式の指数nおよびaと回転体の直径との関係を表-2に示す。(1)式を用いれば、任意の回転数および半径の地点の主流の流速を計算で求めることができる。

図-5はトレーサーが移動を開始した地点の半径とその点の主流の流速の計算値との関係である。槽底面上の掃流力はその地点の半径に関係なく、主流の流速が支配していることが、この図から分かる。

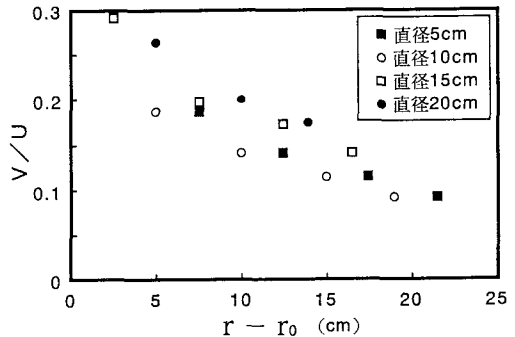


図-4 半径と主流の流速

表-2 回転体の直径とnおよびa

回転体の直径 cm	n	a
5	0.528	0.0825
10	0.509	0.118
15	0.462	0.173
20	0.479	0.204

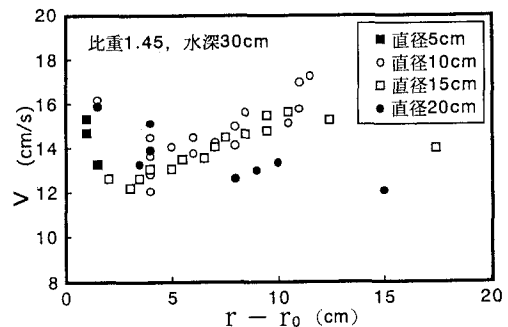


図-5 トレーサーの移動開始地点の主流の流速

4. まとめ

円形沈砂池の槽底面上の掃流力に影響する因子について実験的に検討し、主流の流速が掃流力に大きく影響していることを示した。