

II-416

回転円筒を備えた円形沈砂池

(株)水環境研究所 正員 西田 哲夫
早稲田大学 正員 吉川 秀夫
東洋大学 正員 福井 吉孝
国士舘大学 正員 山田 慎吾

1. まえがき

下水中に含まれる砂は、中継ポンプ場や下水処理場において種々のトラブルを起こす原因となる。下水道の汚水沈砂池は粒径 0.2mm以上の砂の除去を目的として、一般的には整流しやすい理由から矩形の沈砂池が用いられる。しかし、沈砂には有機物が絡み付くため、見かけ比重が減少し設計基準の0.3m/secでは再浮上することになる¹⁾。近年、ボルテックス渦流から発展したスワール渦流を利用した円形沈砂池が考案され、矩形沈砂池に比べ除去率が向上しているが、下水道の場合、流入量の時間変動が大きいので、流入のエネルギーのみで旋回渦流を起こさせるスワール沈砂池では、低水時に機能が十分に発揮できなくなる。そこで、著者らは、よりすぐれた除去特性を持つ沈砂池として、回転円筒を備えた円形沈砂池を考案し、実験研究を行ってきた。この沈砂池はスワール渦流とともに、円形槽の中心で円筒型の回転体を回転させ、強制渦を発生させるものである。これにより、低水時でも十分に渦流速度が確保できるとともに、旋回渦流に伴って発生した二次流によって平坦な勾配でも沈砂を槽の中心に集めることができる。また、この二次流により砂は、常に洗われた状態になるため、有機物付着量の少ない沈砂を得ることができる。

本報告は、実施設での二次流、速度分布及び沈砂の性状の測定結果をもとに、この円形沈砂池の有効性を示したものである。

2. 回転円筒を備えた円形沈砂池の除砂原理

円形沈砂池における除砂の基本原理解は沈澱と二次流の掃流力による中心部への集砂である。

二次流の発生原因は、水面勾配と底部に発生する境界層による。円形槽内の質量 m の旋回水塊に働く遠心力 F_c は

$$F_c = m \cdot \omega \cdot r = m \cdot \frac{V_k^2}{r} \quad (1) \quad \begin{array}{l} \omega: \text{角速度} \\ r: \text{水塊までの距離} \end{array}$$

となり、一方、水塊に作用する重力 W_g は(2)式となる。

$$W_g = m \cdot g \quad (2) \quad g: \text{重力加速度}$$

ここで、水面は遠心力と重力の合力に直角であるので、水面勾配 I は(3)式となる。

$$I = \frac{F_c}{W_g} = \frac{1}{g} \cdot \frac{V_k^2}{r} \quad (3)$$

このため、スワール渦流の水面形状は図1に示すように槽中心部が低い下に凸な形状となる。槽底面上の二次流は水面勾配の影響を大きく受けるため、このような水面形状では槽中心付近の流速は小さくなる。そこで、中心部に回転円筒を備え強制

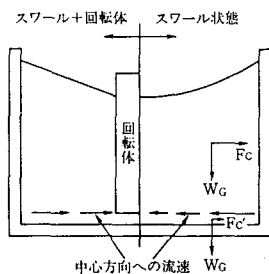


図1 水面形と二次流の模式図

表1 流速測定時の条件

旋回条件	回転体の回転数 (rpm)	回転体の周速度 (m/sec)	流入速度 (m/sec)	流入流量 (m³/sec)
スワール	—	—	0.41	2.4
スワール+回転体	7.7	1.01	0.41	2.4

(注) 水深は2.53m

表2 実施設沈砂池概要

項目	大きさ
槽直径	12.5 m
水面積	123 m²
深さ	3.4 m
容量	387 m³
回転体直径	2.5 m

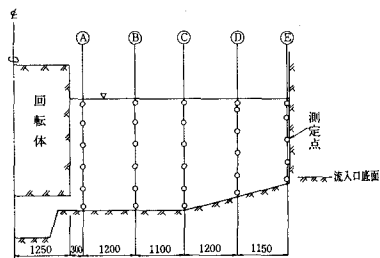


図2 流速分布の測定点

渦流を起こすと、この水面形はほぼ直線となり、槽底部に一樣な流速（掃流力）を得ることができるため、効率よく沈砂を集めることができる。

3. 実施設での流速分布

測定を行った実施設沈砂池の概要を表1に、測定条件を表2に示す。また、測定点を図2に示す。流速は電磁流速計を用い測定し、10秒間の平均値である。

図3に「スワールのみ」の場合と「スワール+回転体」の場合の槽円周方向の流速分布を示す。「スワール+回転体」の場合は、「スワールのみ」に比べて流出口底面より深い部分の円周方向の流速が全般に大きいのが見られる。このことは「スワール+回転体」の場合に槽底面付近の二次流の流速が大きく、底部に沈澱した砂がより大きな二次流によって中央に集まることを示唆している。そこで、図4に沈澱した砂を移動させる掃流力について、底面上10cmにおける流速（円周方向と半径方向の合成力）を示した。図4より、「スワール+回転体」の場合の掃流力は「スワールのみ」に比べ、0.1m/sec程度大きい。また、この場合、流入速度が0.4m/sec及び回転体周辺速度が1m/secでも、槽底面付近の流速が0.3m/sec以上であることから、沈砂を槽中央に集めるだけの掃流力は確保されている。さらに、流入量が少ない場合でも、回転体の回転数を上げることにより、十分な掃流力を発生させることができる。

4. 矩形沈砂池と円形沈砂池の沈砂の性状

矩形沈砂池と回転円筒付き円形沈砂池の沈砂粒子の粒径加積曲線を図5に、その平均径(d_{50})を表3に示す。図5において、矩形沈砂池の沈砂の場合、変曲点が3ヶ所見られるが、これは、繊維状の大きな夾雑物が含まれていたためである。これに対し、円形沈砂池の砂は、ほとんどが砂分であった。また、円形沈砂池で得られた沈砂粒子は矩形沈砂池のそれよりも粒径が小さい。矩形沈砂池と円形沈砂池の強熱減量（有機物含有率）を表3に示す。円形沈砂池で得られた沈砂の有機物含有率は、矩形のそれに比べてかなり小さい。これは、円形沈砂池では旋回流による沈砂効果と回転体下部での上昇流による洗砂効果があるためである。

5. まとめ

回転円筒を備えた円形沈砂池は、流入量が低下した場合でも沈砂を平坦な槽の中央に集めるだけの掃流力を確保できることを、実施設の流速測定により示した。また、その沈砂は矩形沈砂のそれに比べ、有機物含有率の少ないことも示し、その有効性を示した。

<参考文献>

金成、山田、永田：沈砂池の沈降速度及び限界掃流力に関する研究、水処理技術、Vol. 30、No. 9、1989

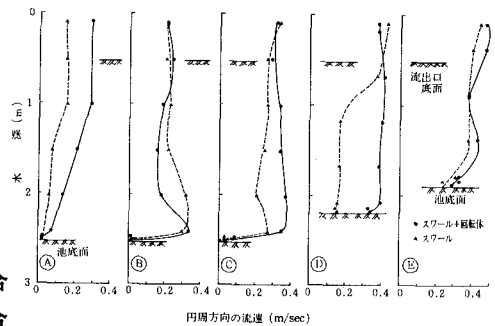


図3 円周方向の流速分布

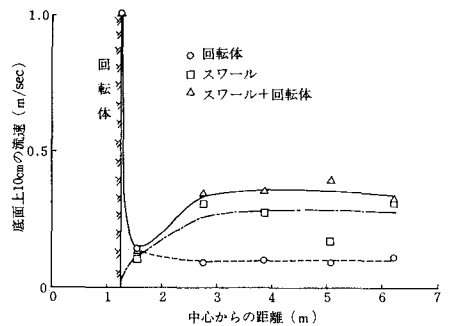


図4 底面上10cmにおける流速

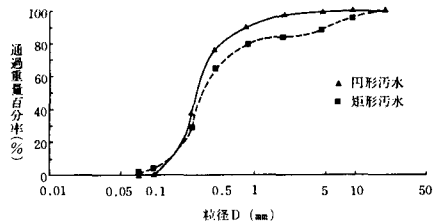


図5 沈砂粒子の粒径加積曲線

表3 沈砂の性状

沈砂池の形状	d_{50} (mm)	強熱減量(%) 沈砂粒子	サイクロン 吐出物	備考
矩形	0.30	10.9	—	合流式汚水
円形	0.28	3.6	1.7	八戸市分流通汚水