

II-516 回転円筒を備えた円形沈砂池による浮上物質の除去

国土館大学工学部 正員 ○山田慎吾
 同 上 正員 金成英夫
 同 上 正員 伊藤秀夫
 水環境研究所 正員 西田哲夫

1. はじめに

下水に含まれる浮上物質は、不溶解性有機物を多く含む物質や油分などであるが、その油分の多くは高級脂肪酸であるため、生物学的に分解しにくく、下水道施設で種々の弊害をもたらす。すなわち、①生物阻害を起こす可能性がある、②管類に油状のスケールが付着し閉塞し易くなる、③曝気槽での酸素移動速度の減少およびスカムが発生する、④沈砂池で汚泥が浮上する、⑤油分の未処理放流による漁業被害、等である。

回転円筒を備えた円形沈砂池は、前述の浮上物質と同様、下水道施設へ流入すると厄介な砂を施設流入口で除去する施設である。この沈砂池の特徴は、流入水によるスワール渦と回転円筒による強制渦とを利用し、効率よく沈砂を中心に集め除去する点であり、新しいタイプの沈砂池として考案された円形沈砂池である。

昨年度はこの沈砂池による砂の除去特性について報告した。そこで本研究では、本円形沈砂池による浮上物質の除去について、池中央へ集まる水理特性を明らかにするとともに実施施設での調査結果を示した。また、中央部への収集ではなく、浮上物質を池外側へ縁寄せし、越流によりこれを除去する目的で考案した円錐回転体について、その効果を検討した実験結果を報告するものである。

2. 回転円筒を備えた円形沈砂池の浮上物質除去原理

円形池内で旋回流を発生させた場合、質量 m の水塊には主流の接線方向 V_x による遠心力 F_c とそれに釣り合うような水面勾配 I が生じる。この水面勾配 I は次式で表わせる¹⁾。

$$I = \frac{F_c}{W_g} = \frac{1}{g} \cdot \frac{V_x^2}{r} \quad \text{----- (1)}$$

ここで、 $W_g = m \cdot g$ V_x : 水塊の接線方向の速度
 g : 重力加速度 r : 水塊までの距離

この(1)式より、水面勾配は池内の円周方向の流速によって決まることになる。このため、流入水のエネルギーのみによるスワール渦の水面形状は、図1に示すように中心部が低い下に凸な形状となる。一方、中心部で回転円筒により強制渦を起こすと、水面形はほぼ直線となる。

図2および図3にスワール渦+強制渦状態における中心方向流速および円周方向流速を示した。図2より旋回流の特徴である2次流の発生が見られる。また、図3より、接線方向の流速が表面付近で空気との摩擦により減少している。この流速が小さくなった部分では、遠心力もまた小さくなるため、水面勾配と遠心力との釣り合いが崩れ、水面付近の水塊は水面の傾斜に沿って中心方向へ移動する。この2次流とは逆方向である中心方向への表面流速は、底面付近の2次流による掃流流速と比較すると小さい。このため、スワール渦のみの場合は中央部まで浮上物質が集まることは出来ない。強制渦併用の場合でも水面付近にガイド板等を設置して、水面付近の流速をほぼ0m/sとすると、この部分の遠心力が極めて小さくなるため、効率よく浮上物質が池中央に集まることになる。

図4に浮上物質を除去する本円形沈砂池の構造概要を示す。砂のみ

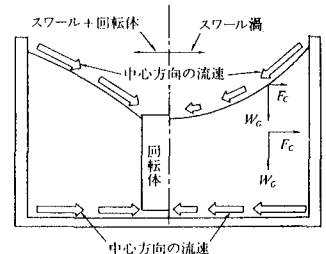


図1 円形池の水面勾配と流速

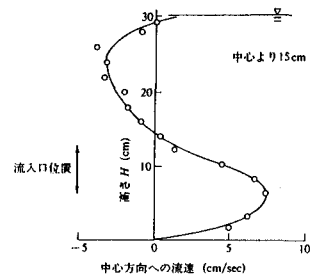


図2 中心方向への流速と水深との関係

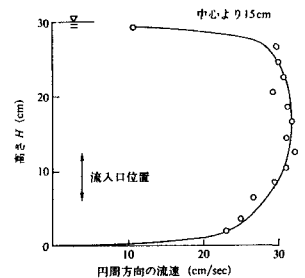


図3 円周方向への流速と水深との関係（流入流速55.6cm/s、回転体周速59.2cm/s）

の除去施設と異なる点は、流出口を表面水の越流防止のため潜りオリフィスとしていること、中央に集まった浮上物質排除のため、円筒頭部にビットを備えていることである。

3. 実施設における浮上物質の除去調査結果

本沈砂池の実装置は、高松市東部ポンプ場に油分の除去を目的に設置されている。このポンプ場は合流式下水道の雨天時の下水を放流しており、その実装置の仕様を表1に、また、表2にN-ヘキサン抽出物質とSSの除去効率について調査した結果を示した。この時の最大降雨強度および総降雨量は、それぞれ3.0mm/hrおよび5.5mmであった。

4. 円錐回転体による浮上物質外寄せ除去の検討

下水量は時間変動するため、自然流入する沈砂池では流速および水深を常に適切に保つことは困難である。図4に示した構造の沈砂池においても、水深をほぼ一定に保つ必要がある。浮上物質を池中央部ではなく、外側へ縁寄せし、越流によって除去ができれば水深変動に対応できることになるため、維持管理上有利となる。そこで、その方法として円錐回転体を用い、水理特性面からの検討を行なった。

図5に実験に用いた模型装置の概略を示した。円錐体は塩ビ製で底はなく、どちら向きにも設置できるようになっている。実験は非流入とし、比較のため直径10cmの円筒の場合も併せて、池中心より15cm地点の回転体のみによる流速分布を測定した。回転体の表面積は次のとおりである。

$$\text{円筒} = 942\text{cm}^2 \quad \text{円錐体} = 998\text{cm}^2$$

図6に回転体の回転数が180rpm（平均周速=0.94m/s）における円周方向および中心方向の流速分布を示した。図6より、円周方向の流速には円筒と円錐体とに大きな差はみられないが、中心方向の流速分布では円錐体の場合、大径部で外向きの流れを生じる特性を示している。したがって、水面上の浮上物質を外側へ縁寄せするためには、円錐体をロート状に設置すればよいことになる。この時の水面形状は、円錐体表面に沿って上昇した水が水面付近で放出されるため、この部分が盛り上がっているのが目視観測された。

本実験では流入水によるスワール渦との併用実験を行っていないが、スワール渦による2次流と円錐体をロート状に設置した場合の2次流の流れの方向は一致しており、実用面で問題はないと考えられる。

5. ま と め

回転円筒を備えた円形沈砂池において、砂と同様に下水施設に流入すると種々の弊害を起こす油等の浮上物質をビット付きの円筒を用いることにより、中心に集めて除去することができる。また、円錐形の回転体を用いると、浮上物質を池外側に寄せて越流により除去することも可能である。

〔参考文献〕

1) 山田、吉川、西田：回転円筒を備えた円形沈砂池、土木学会第47回年次学術講演会講演集Ⅱ、1992

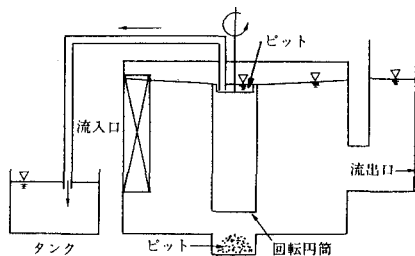


図4 浮上物質除去円形沈砂池の構造概略

表1 実装置の仕様概要

項目	能力
計画水量	6.9m ³ /sec
円形池大きさ	直径9.0×深3.5m
計画水面積負荷	9,860m ³ /m ² ·day
回転円筒大きさ	直径2.0×長3.35

表2 調査結果

採水位置	N-ヘキサン抽出物質 (mg/l)	SS (mg/l)
円形池流入付近	43.2	154.7
円形池内	21.6	91.7
円形池流出付近	17.0	78.7
除去率	61%	49%

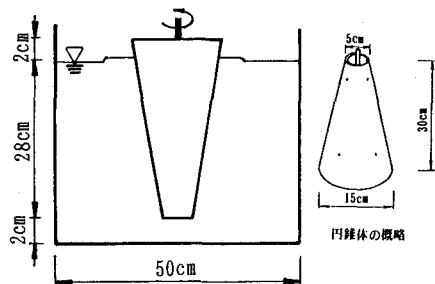


図5 実験装置の概略

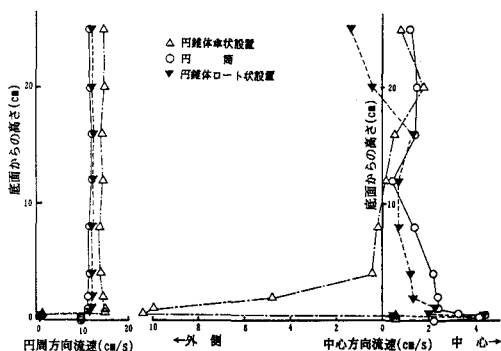


図6 回転体周速0.94m/sにおける流速分布