

1. はじめに

下水の汚水および雨水ポンプ場として、これまで多く設けられてきた矩形沈砂池の問題点(不十分な除砂率、維持管理性が悪い)を改良することを目的として、「回転円筒付き円形沈砂池」は開発された。しかし、これまで建設されてきた円形沈砂池では、流入量が設計流量に達していないため、性能に関する定量的実証データが得られていなかった。そこで今回、実設備において下水の循環により強制的に設計流量を確保する実験を行い、除砂および集砂性能を定量的に確認したので報告する。

2. 実験設備および方法

表1. 実験条件

		流 量 (m ³ /分)				
		17.5		10.5		
回転円筒の周辺速度 (m/sec)		1.0	1.2	1.4	1.4	1.6
回転円筒の 運転方法	連続運転	○	○	○	○	○
	間欠運転		○	○	○	

図1に実設備を用いた実験フローを示す。円形沈砂池は、寸法φ4.3m×1.2mH、回転円筒は、寸法φ1.0m×2.5mHであり、設計流量は17.5m³/分・池である。設計流量を確保するため、沈砂池に循環ラインを設置し、ポンプ井の下水を循環使用することにした。実験条件を表1に示す。実験は次の手順で行った。まず沈砂池に所定量の下水を送水し、15分間経過して池内が安定したところで、一定量の砂を流入口より投入する。同時に、回転円筒を所定の周辺速度で運転する。砂を投入後、50分経過時点で、池中央の揚砂ポンプを運転し、10分間で排出された砂量を集砂量として測定した。この砂の投入・回収の実験を1回として、14回連続して行い、集砂状況を調べた。さらに、各実験終了時に池底に堆積した砂量を測定し、これに集砂量を加えて除砂量を算出した。ちなみに、砂は平均径φ0.2mmとφ0.5mmを体積比1:1で混合したもの(比重1.8)を使用し、投入量は、流量に対して一定濃度(0.02m³/1000m³)とした。

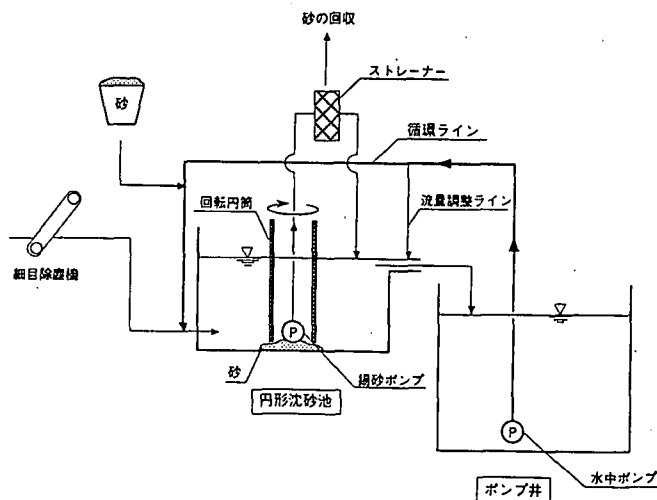


図1. 実験フロー

3. 実験結果および考察

表2に、実設備での性能確認実験で得られた結果をまとめて示す。

ここでは、

除砂率：総排出量に池底堆積砂量を加えた砂量の総投入量に占める割合

集砂率：総排出量の総投入量に占める割合

として算出した。

表2. 性能確認実験における除砂・集砂率のまとめ

			流 量 (m ³ /分)				
			17.5			10.5	
回転円筒の周辺速度 (m/sec)			1.0	1.2	1.4	1.4	1.6
回転円筒 の 運転方法	連続運転	除砂率 (%)	99.9	98.5	76.1	89.5	71.7
		集砂率 (%)	37.9	57.1	58.4	28.4	49.3
	間欠運転 (30分毎)	除砂率 (%)		99.2	83.8	85.4	
		集砂率 (%)		58.3	60.5	37.9	

3. 1 除砂性能

(1) 回転円筒の周辺速度について

設計流量17.5m³/分の場合、回転円筒周辺速度1.0m/secおよび1.2m/secでは、除砂率98%以上となった。周辺速度1.4m/secでは除砂率76.1%であり、池外への流出分が多いが、従来矩形沈砂池での除砂率50%と比べて、十分な除砂率であるといえる。また、流量10.5m³/分の場合、周辺速度1.4m/secでは除砂率89.5%、周辺速度1.6m/secでは除砂率71.7%と設計流量時に比べて低い。以上より、円形沈砂池では流量に対して最適な円筒回転の周辺速度を設定することにより、高い除砂率が得られることがわかった。

(2) 回転円筒の運転方法について

回転円筒を連続運転した場合と30分毎の間欠運転した場合を比較すると、特に顕著な差はみられず、ほぼ同等の除砂率であった。そこで、各流量と周辺速度の組み合わせにおいて、適当な間欠運転の時間を設定することで、省電力化を図ることが可能である。

3. 2 集砂性能

(1) 回転円筒の周辺速度について

回転円筒の周辺速度による集砂状況の時間変化を図2、図3に示す。設計流量17.5m³/分の場合、周辺速度1.2m/secにおいて8時間経過時点で集砂率100%となった。周辺速度1.4m/secでは集砂率約75%、周辺速度1.0m/secでは集砂率約50%である。流量10.5m³/分の場合、周辺速度

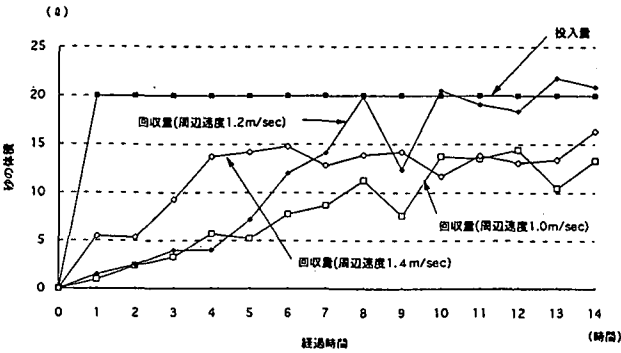


図2 円筒回転の周辺速度による集砂状況の時間変化
【流量17.5m³/分の場合】

1.4m/secでは集砂率約30%、周辺速度1.6m/secでは除砂率約50%となり、設計流量時に比べて低くなった。また、池底がフラットな構造であるため、70ℓ程度の砂分が回収できていない。速やかに排砂を行うために、池底面中央に砂だまりを設けた方がよいと考える。

(2) 回転円筒の運転方法について

回転円筒運転方法による集砂状況の時間変化を図4に示す。回転円筒を連続運転した場合、8時間経過時点で集砂率100%であるのに対し、30分毎の間欠運転した場合、集砂率は約75%となった。しかし、運転時間の変更により、連続運転とほぼ同様の集砂率を得ることは可能であり、さらに検討が必要である。

(3) 性能限界について

流量と除砂率・集砂率の関係を図5に示す。流量が設計流量の約40%以下の場合は、流入速度が小さいために、流入水路で砂が沈降堆積してしまい、沈砂池の中には入ってこないことを確認した。流量が設計流量の約40%以下の場合は、回転円筒の役割を沈砂池内での汚泥の沈降堆積を防止することを目的として、数時間連続で数回/日運転することが望ましい。

4. おわりに

回転円筒付き円形沈砂池について、実設備を用いて設計流量を確保して行った実験より、十分な除砂・集砂性能を保有していることを確認した。特に、回転円筒は集砂効率と密接な関係があり、集砂を確実に行うためには、回転円筒の周辺速度を適切に設定することが重要である。また、流量が低下した場合でも、回転円筒の周辺速度の変更により、対処が可能である。現在、本沈砂池の設計標準化に取り組んでいるところである。

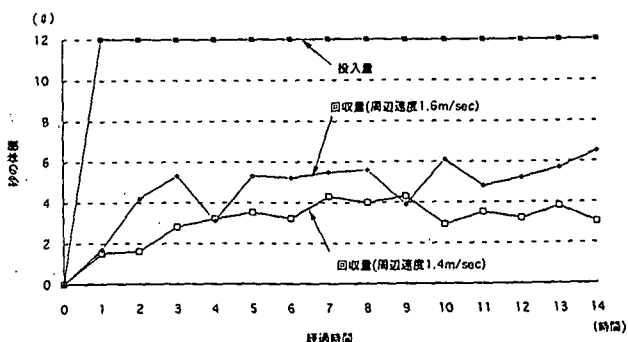


図3 円筒回転の周辺速度による集砂状況の時間変化
【流量10.5m³/分の場合】

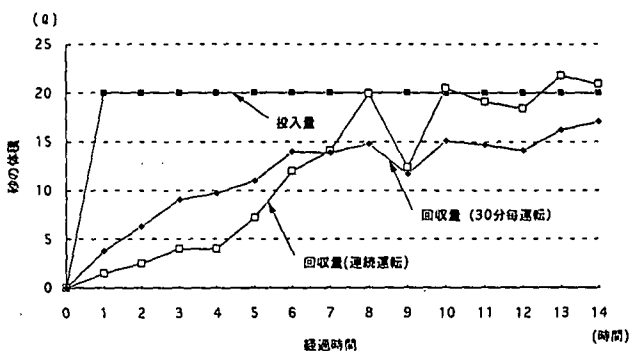


図4 円筒回転の運転方法による集砂状況の時間変化
【流量17.5m³/分、周辺速度1.2m/secの場合】

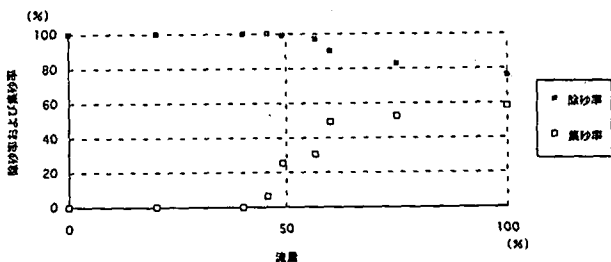


図5 流量と除砂率・集砂率の関係