

西部処理場 2 系

最終沈殿池の流入ゲート・流出堰の調整

中央水環境センター施設課

西部処理場 2 系最終沈殿池は 2 階層であり、上下層それぞれ、ゲートから流入し集水管と固定堰から流出する構造となっている（表 1）。今回、流入ゲート開度及び集水管からの流出量を制御する可動堰開度の見直しを行った（表 2, 3）。

表 2. 開度の推移

		4 月	7 月	3 月
流入	上層	100~150	300~400	500~600
	下層	350~400	300~400	500~600
流出	上層	200	200	200
	下層	200	250	180~250

故障中除く

表 1. 開度と開口割合・高さの目安

流入		流出	
開度	開口割合	開度等	K.O.P
0	0%	設計水面	4595~4639
100	20%	100	4650
200	40%	200	4550
300	60%	300	4450
400	78%	上集水管天	4500
500	92%	上集水管底	4200
600(全開)	100%	750(全開)	4000

【調整前】

- ・流入ゲートは、下層より上層の開度を低くしている。
- ・集水管流出堰は、上下層同じ開度としている。
- ・記録を追える範囲（平成 18 年以降）で、同様の設定を継続している。

課題

- ・通常時の流入開度が低いため、水質悪化時の調整幅がせまい。
- ・流入面積が小さく、流入速度が大きくなっている。
- ・図 1 のとおり、流入量と流出量は等しいので、 $A < B$ かつ $C = D$ の場合、上下層の水の往来がないとすると $E < F$ と言える。現状の開度設定では、上層返送汚泥引き抜きが不十分と考えられる。

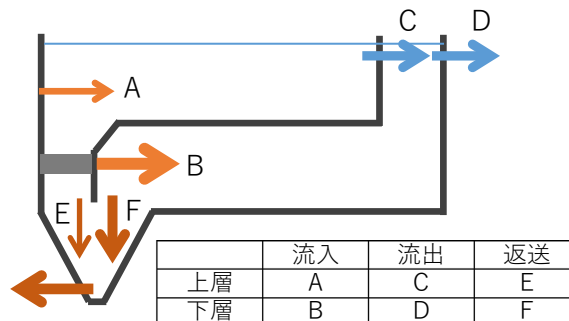


図 1. 流入出イメージ図①

【調整（その 1）】

- ・流入ゲートは、上下層同じ開度とした。
- ・上層より下層の水質が良好であったため、下層の集水管流出堰の開度を上げ（高さを下げ）、処理水量に占める下層流出水の割合を増やした。
- ・図 2, 3 のとおり、調整前より調整後のほうが、透視度がよくなり上層下層の差が小さくなっている。ただし、4 月から 7 月になっており、水温が上昇する夏場は例年水質が向上する傾向にある。開度調整が水質改善にどの程度貢献しているのか、判断は難しい。

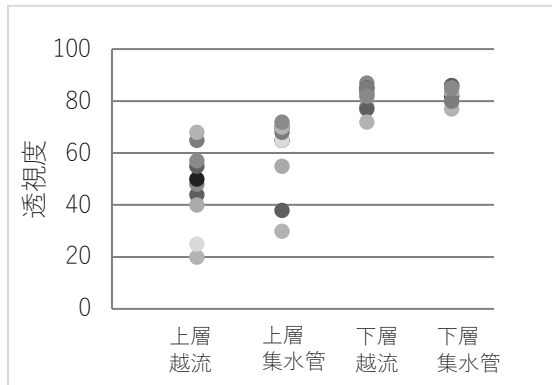


図 2. 調整前(4/16)の透視度

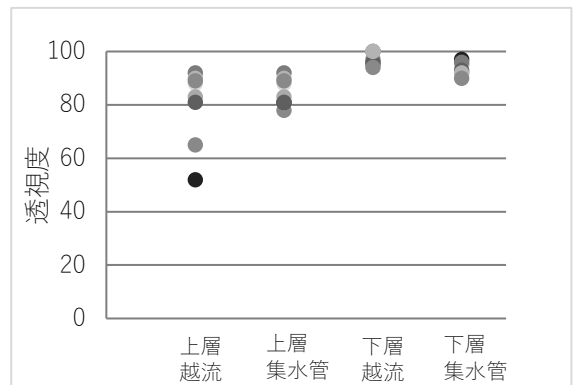


図 3. 調整後(7/16)の透視度

課題

- ・COD が急激に上昇したため確認したところ、9号池下層集水管から汚泥があふれていた。開度調整により汚泥引き抜きバランスが変わり、下層の汚泥界面が上がりやすくなったと考えられる。また、共通水路が9号池の先で狭くなっており、9号池の流入量が多くなりやすいと考えられる。

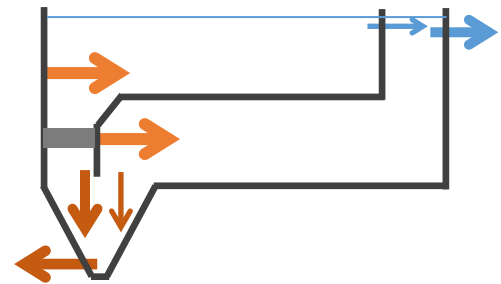


図 4. 流入出イメージ図②

【調整（その2）】

- ・汚泥溢流が確認された9号池について、流出ゲート開度を下げた(堰を上げた)ところ、速やかに汚泥溢流が治まった。
- ・流量調整は流出側で行うこととし、流入ゲート開度は、流入速度を抑えるために全開とした。
- ・その後も9号池において汚泥溢流が複数回生じており、9号池は流入開度を下げた状態を維持している。

表 3. 令和4年3月の開度

流出		流入		流入		流出	
下 200	1	上 80※	共通水路	上 600	5	下 250	
上 200		下 400※		下 600		上 200	
上 200	2	上 80※		上 400※	6	上 200	
下 200		下 400		下 600		下 250	
下 250	3	上 600		上 600	7	下 250	
上 200		下 600		下 600		上 200	
上 200	4	上 600		上 600	8	上 200	
下 225		下 600		下 600		下 250	
				上 500	9	下 180	
				下 500		上 200	
				上 600	10	上 200	
				下 600		下 250	

4300 ← (共通水路の幅)
 ← 2650 (共通水路の幅)

※操作困難

【流量調整の考え方】

- ① 流入口は大きく使用する方が、流速が抑えられ沈降分離に有利である。
- ② 多階層式沈殿池は、流出部の調整により流入量の均等化を図るよう設計されている。

下水道施設設計画・設計指針と解説（2019）後編 p100 より

§6.7.40 多階層式沈殿池

【解説】

(1) 躯体形状 (2) 均等流入の考慮

流入部の位置及び形状は、できるだけ各層に均等に流入するようにするが、さらに、流出部の調整によって均等化が図れる構造とする。

- ③ 流入出量の上下層割合は、返送汚泥引き抜き量の上下層割合に影響を及ぼす。
- ④ 9号池は、他の池より流入量が多くなりやすい。
- ⑤ 1, 4, 5号池は、他の池より約3%小さい。

・以上をふまえ、流入口は全開を基本とし、流出可動堰を操作して各池上下層流量のバランスをとっている。

【参考：上下層の構造上の差が流量に与える影響についての考察】

(1) 流出にかかる圧力

図5のように簡略化して考えてみた。

容器内の液体では、容器形状がどのようなものであっても、単位面積あたりの圧力は等しい（パスカルの原理）。

上下層では流入口や集水管の水深が異なるが、それとは関係なく、流入水路の水面と堰手前の開水路の水面の高低差が最終沈殿池に流入し流出しようとする圧力となっている。

流入水路は上下層共通であり、堰の手前の開水路の水位は流出可動堰の高さに依存している。よって、流出可動堰高さの調整により、流入流出にかかる圧力を制御できるはずである。

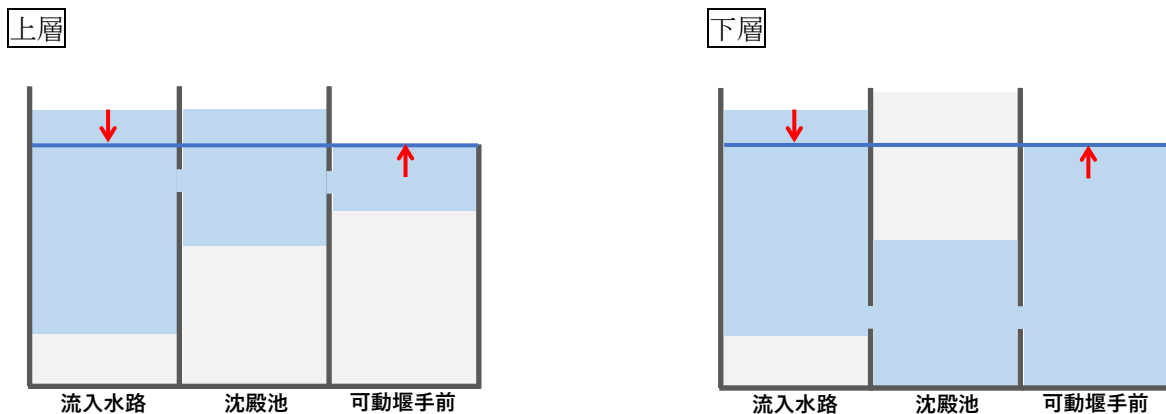


図5. 2階層簡略図

(2) 管長のちがいによる摩擦損失

流入の際、下層は汚泥ピットを横切る必要があり、上層より下層の流入管の方が長い。また、流れに直交する集水管は上下層同じであるが、上層は集水管から直接開水路を通って放流水路に流れるのに対し、下層は集水管から流出管（集水管本管）を経由して開水路を通り放流水路に流れている。



図 6. 上下層の管長のちがい

流入管・流出管が上層より長いことによる下層の損失水頭を計算してみた。

表 4 の通り、日 3 万 m³ の処理水量における損失水頭は 15mm と、現在の流出堰調整幅に収まる程度であった。あらためて考慮する必要はないと思われる。

表 4. 上層との構造差による下層の損失水頭

	処理量 (m ³)	流入管	流出管	合計
材質	—	FCD	SUS304	—
直径 (m)	—	0.6	500A Sch10s 0.549	—
面積 (m ²)	—	0.283	0.237	—
長さ (m)	—	1.15	13.8	—
流速 (m/s)	日 3 万	0.061	0.073	—
	日 4 万	0.082	0.098	—
	日 5 万	0.102	0.122	—
摩擦損失係数※	日 3 万	0.246	0.209	—
	日 4 万	0.188	0.160	—
	日 5 万	0.154	0.131	—
損失水頭 (m)	日 3 万	0.00009	0.00144	0.00153
	日 4 万	0.00012	0.00196	0.00209
	日 5 万	0.00016	0.00251	0.00267

ダルシー・ワイズバッハの式より

$$H_f = f' \cdot l / D \cdot v^2 / 2g$$

H_f: 損失水頭、f' : 摩擦損失係数、l : 水路長、D : 管の内径、v : 流速、g : 重力加速度

※ 「圧送方式による下水管路施設設計および維持管理マニュアル」より

一般のダグ管 0.0144+9.5/(1000v)*1.5 (SUS も同じ値を適用)