

3-1-2 汚水ポンプ井のスカム堆積防止対策について

施設部 西部第一センター 氏名 鈴木 洋介
(現 施設部南部森ヶ崎センター)
熊谷 伊織

1. はじめに

中野水再生センターは晴天時計画処理量約 60,000 m³/日、処理能力 100,000 m³/日で、23区13か所の水再生センターのうち12番目の大きさである。処理した水は妙正寺川に放流している。

中野水再生センターでは、汚水ポンプ等は合計7台設置予定だが、現在は渦巻ポンプが3台設置されており、小型の2台中1台が常時稼働している。また、沈砂池は合計6池設置予定だが、現在は2池にしき及び沈砂処理設備が設置されており、1週間毎に池を切り替えて1池を運用している。

2. 調査概要

水処理施設では沈砂池からの流入水を汚水ポンプで揚水する際、揚水量の変動などによる不均衡を調節するためにポンプ井という貯水槽が設けられている。

中野水再生センターの汚水ポンプ井は、1号から4号池は角落しで止水しており、運用している5号池、6号池からの流入部と汚水ポンプの吸い込み口の位置は、長方形の対角線を結んだような位置関係にある(図-1)。

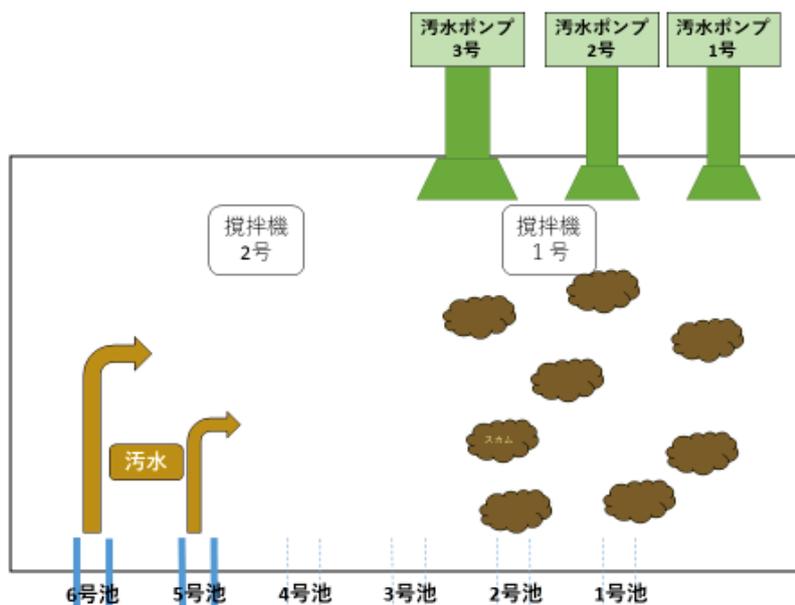


図-1 汚水ポンプ井平面図



写真-1 スカム堆積状況

そのため、流入水は汚水ポンプ井での滞留時間が長くなり、流れが緩やかになる部分にスカムが厚く堆積して固まっているのが現状であり（写真-1）、ポンプ井水位計の誤差の拡大、悪臭・コバエの発生、攪拌機の点検時にはスカムを崩す作業が発生している。一般的に、汚水の攪拌やスカムの堆積・腐敗を防止する目的で汚水ポンプ井攪拌機（水中攪拌機）が2台設置されているものの、攪拌する力は汚水ポンプ井全体に行き渡っていない。また汚水ポンプ井上部にはスプレーノズルが設置されている。スプレー水をスカム堆積箇所に噴射し水面のスカムを破壊・沈降させ、スプレーの水圧により流速を作りスカムの堆積を防止する目的で設置されているものの、効果的に働いていない。そこで、これらの機器の設置状況を調査し、スカムが堆積しない対策を検討した。

3. 調査方法

3.1 ポンプ井スカム攪拌機の高さ調整

中野水再生センターの汚水ポンプ井の2台のスカム攪拌機の攪拌能力がポンプ井全体に行き渡っていない原因として、攪拌機と水面との距離があり、水面のスカムを吸い込まないほど深く設置されていることだと考えた。このことから、通常水位でスカムを吸い込み、攪拌できるベストな高さを調査した。表-1、表-2 及び図-3 は攪拌機の

表-1 攪拌機の仕様

形式	WSR-507N/607N
ドラフトチューブ吐出口	250A
通気量	500 ℓ /分
電動機	乾式水中形誘導電動機 水中定格 連続 絶縁E種
	0.75kW × 4P
電源	200V/400V
	50Hz/60Hz

表-2 各種名称

No.	名称
1	中空軸モータ
2	スクリュー
3	ドラフトチューブ
4	通気ホース
5	ケーブル
6	吊り上げ用チェーン
7	昇降架台
8	ガイドパイプ

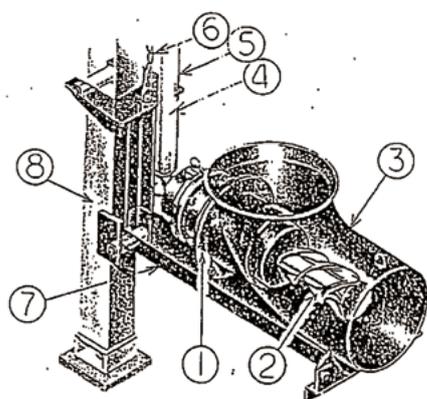


図-2 汚水ポンプ井攪拌機

攪拌機の概要としては、中空軸モータ、スクリュー、ドラフトチューブ、通気ホースから構成されている。スクリューが回転するとドラフトチューブ内に水流が発生し、その吐出流で汚水を攪拌する。また、水面からドラフトチューブまでの水流が発生す

ることによりスカムを吸い込み、破碎する。同時にスクリー先端に生じる負圧を利用して通気ホースから空気を自吸し、微細気泡にして水中に溶解させる。

水面と攪拌機との距離を計測し、水面からの距離を変えてスカムの堆積状況を確認した。距離を変更しての攪拌機の高さの調整は表-3のとおりである。計測方法は、チェーンブロックで攪拌機を引き上げる際、開口部と同じ高さのチェーンの部分に結束バンドで印をつけ、印の位置からコンベックスにより距離を測定し、開口部から水面までの距離を差し引いた距離で調整を行った(写真-2)。水位(TPm)は変動するため、水位を計測し、また、スカムの厚さを5cmと仮定して水面からケーシングまでの高さを-5cmとして実高さとした。通常状態と水面より1m下の高さは2回計測を行い、スカムの堆積状況を確認した。

表-3 攪拌機の高さ調整

水面～ケーシングまでの高さ	水位 (TPm) 現場表示	水面～ケーシングまでの実高さ
1 通常状態	18.42m	水面より1.79m下
2 水面と同じ	18.42m	水面より0.05m上
3 水面より1m下	18.42m	水面より0.95m下
4 水面より0.5m下	18.40m	水面より0.43m下
5 水面より0.3m下	18.40m	水面より0.23m下
6 水面より0.2m下	18.40m	水面より0.13m下
7 水面より0.15m下	18.38m	水面より0.06m下
8 水面より0.2m下	18.38m	水面より0.16m下
9 水面より1m下	18.36m	水面より0.94m下
10 水面より1.79m下	18.36m	水面より1.73m下



写真-2 距離の測定方法

3.2 ポンプ井スプレーノズル

中野水再生センターのポンプ井スプレーノズルは下の図-3のように配置されている。スプレー水は二次処理水を使用している。各ノズルの設置状況の確認と向きの調整を行い、スカムの堆積状況を確認した。

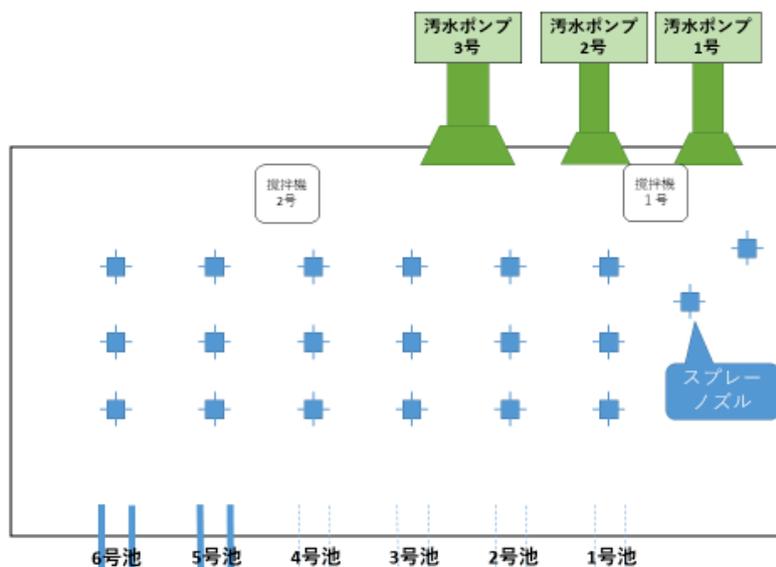


図-3 汚水ポンプ井スプレー弁

3.2.1 スプレーノズルの設置状況確認

向きを調整しスカムの堆積状況を確認する前段階として、各ノズルの設置状況の確認を行った。スプレー配管を取り外しノズルの形状を確認した結果、写真-3のような形状をしており、扇状にスプレー水が放射される加工がされていた。配管をポンプ井の外に出した状態でスプレー水の放射の確認を行ったが、配管の先端に砂が詰まっておりスプレー水が放射されていないことがわかった。この詰まりが原因でスプレーノズルが効果的に機能していなかった。配管の詰まりを解消するためノズルを外し配管に水を流して砂を除去、及びノズルの清掃を行い、ノズルを取り付けて再度スプレー水を放射した結果、写真-4のように扇状に水が放射されることを確認した。



写真-3 スプレーノズルの形状



写真-4 配管清掃後

3.2.2 スプレーノズルの向きの調整

次にノズルの向きの調整について、調整前の向きを確認した結果、各ノズルの向きは図-4のように設置されていた。また、⑥にはノズルが設置されていなかった。

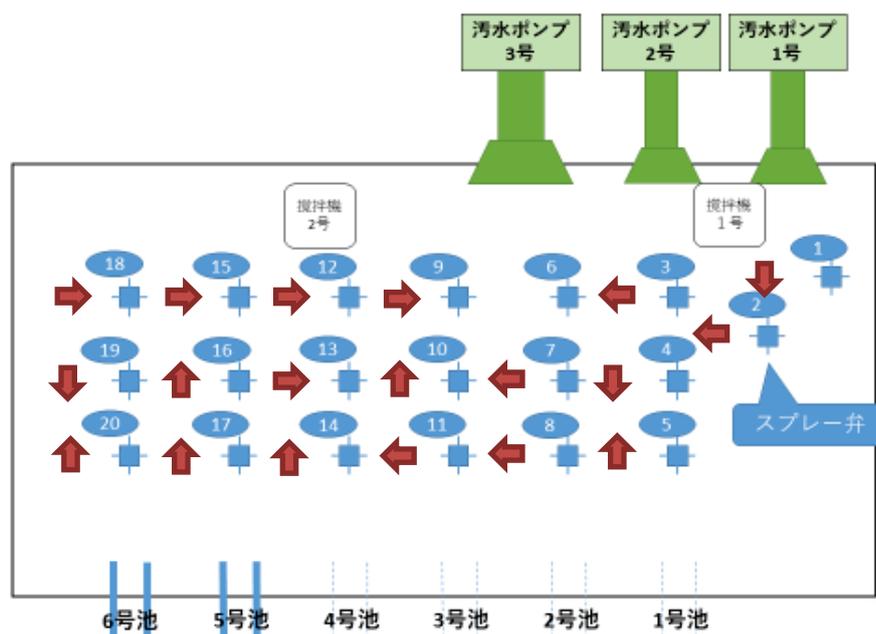


図-4 スプレーノズルの向き

図-4 を見るとノズルの向きに統一性がなく、汚水の流れの逆を向いているノズルもあることがわかった。そのため、水面の流れを作れていない。より水面に流れを作りスカムを堆積しないようにするため、以下の図-5 のように向きを変更した。

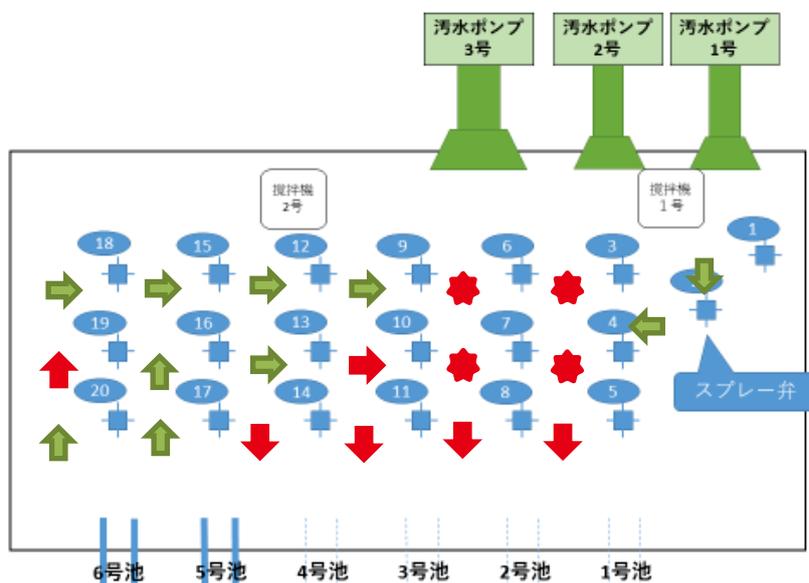


図-5 スプレーノズルの向き

上図のように向きを変更することによって、下の図-6 のような水面の流れが作られ、スカムが汚水ポンプ付近に流れてポンプに吸い込まれるイメージである。また、③・④・⑥・⑦のノズルの種類をスプレー水が真下に放射状に放出されるものに変更した（写真-5）。また、⑤・⑧・⑪・⑭のノズルだけを運用していない流入部にノズルを向けることにより、スプレー水の水圧により壁面に堆積するスカムを崩せるのではないかと考えた。



写真-5 変更したノズル

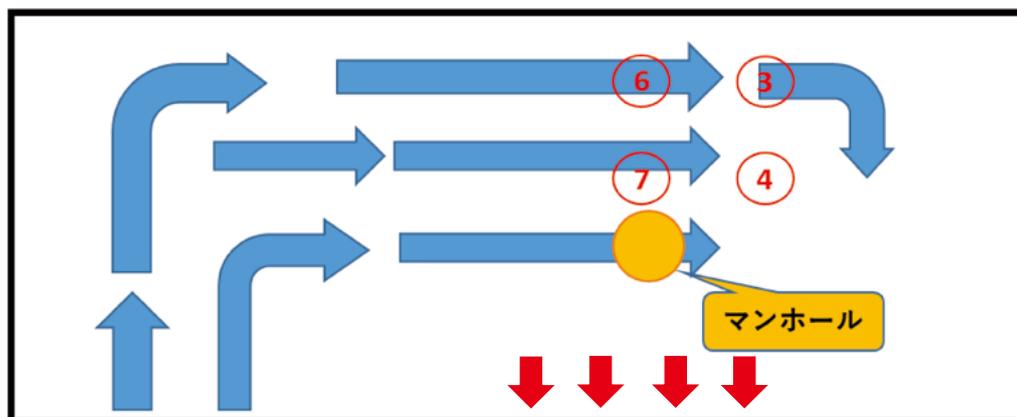


図-6 水流のイメージ図

4. 調査結果

4.1 攪拌機の高さ調整でのスカムの堆積状況

汚水ポンプ井スカム攪拌機の高さ調整でのスカム堆積状況の結果が下の表-4である。結果は2台とも同様のものとなった。

表-4 攪拌機の高さ調整での結果

水面～ケーシングまでの高さ	水位 (TPm) 現場表示	水面～ケーシングま での実高さ	スカム・水面攪拌状況	泡の状況	ケーシングの吸い込み 状況	その他
1 通常状態	18.42m	水面より1.79m下	スカム動かず	確認できず	スカムで確認できず	電流1.8A
2 水面と同じ	18.42m	水面より0.05m上	スカム動かず	確認できず	スカムで確認できず	電流1.8A
3 水面より1m下	18.42m	水面より0.95m下	スカム動かず	確認できず	スカムで確認できず	電流1.8A
4 水面より0.5m下	18.40m	水面より0.43m下	攪拌あり (攪拌力小)	泡あり (粒が小さく少ない)	スカムで確認できず	電流1.8A
5 水面より0.3m下	18.40m	水面より0.23m下	攪拌あり (攪拌力中)	泡あり (粒が小さく少ない)	スカムで確認できず	電流1.8A
6 水面より0.2m下	18.40m	水面より0.13m下	攪拌あり (攪拌力大)	泡あり (粒が大きく多い)	渦あり、スカム吸込	電流1.8A
7 水面より0.15m下	18.38m	水面より0.06m下	攪拌あり (攪拌力大)	泡あり (粒が大きく多い)	渦あり、空気も吸込	電流1.8A
8 水面より0.2m下	18.38m	水面より0.16m下	攪拌あり (攪拌力大)	泡あり (粒が大きく多い)	渦あり、スカム吸込	電流1.8A
9 水面より1m下	18.36m	水面より0.94m下	攪拌あり (攪拌力小)	泡あり (粒が小さく少ない)	確認できず	電流1.8A
10 水面より1.79m下	18.36m	水面より1.73m下	水面動かず	確認できず	確認できず	電流1.8A



写真-6 攪拌機の高さが通常状態



写真-7 攪拌機の高さが 0.16m

結果から、攪拌機の位置が通常状態と水面と同じ（スカムだけを攪拌）高さの場合は、2回の計測ともスカム及び水面の攪拌は確認できなかった（写真-6）。水面より1m下の高さの場合、1回目は攪拌が確認できなかったが2回目はわずかではあるが攪拌が確認できた。一方で、実高さが水面より0.06m下の高さから0.43m下の高さの範囲ではスカムを著しく吸い込んでおり（写真-7）、スカム及び水面の攪拌は確認できた。攪拌機の高さが一番水面に近い0.06mの高さではスカムと一緒に空気も吸い込んでいたため効率が悪く、今回の調査での効果的にスカムを攪拌できる攪拌機の高さは、0.13mと0.16mの高さであった。これより、スカム攪拌機の高さは0.13mと0.16mの高さに設定するのが好ましいことがわかった。攪拌能力としては、攪拌機の半径約3mの範囲は攪拌できているがポンプ井全体には行き渡っておらず、運用していない1号から4号池の角落しの壁面にはスカムが堆積したままであった。

4.2 スプレーノズルの向き調整でのスカムの堆積状況

スカムの堆積状況について、表-5ように9か所で点検調査を行った。

点検調査場所	スプレーノズルの調整・交換前	備考
角落し1号池	スカムの堆積あり	スプレー水は、角落し側の梁に当たっている。
角落し2号池	スカムの堆積あり	スプレー水は、角落し側の梁に当たっている。
角落し3号池	スカムの堆積あり	スプレー水は、角落し側の梁に当たっている。
角落し4号池	スプレー水の流れによりスカムの堆積無し	スプレー水は、角落し側の梁に当たっている。
角落し5号池	スカムの堆積無し	沈砂池からの流入による。
角落し6号池	スカムの堆積無し	5号地同様、沈砂池からの流入による。
マンホール	スプレー水が当たるところはスカムの堆積がないが、それ以外のところはスカムの堆積あり	スプレーノズルの向きを調整したところ改善した。
攪拌機1号開口部	スカムの堆積なし	
攪拌機2号開口部	スカムの堆積なし	

表-5 スプレーノズルの調整・交換前のスカム堆積状況

結果から、1号から4号池の角落しに向けたノズルからのスプレー水が柱間の梁に当たっていて、スカムが堆積している水面まで達していないことが分かった。改善策として、ノズルの先端が水面に近づくように配管を長くして再度確認を行った。梁の下面は、ポンプ井上部の床面から1,700mmあり、調整前の床面からノズルまでの長さは1,250mmであるため、配管を350mm延ばせば梁には水は当たらない。結果として、より水面にノズルを近づけるため500mm配管を長くした。長さを変更したノズルは②・⑤・⑧・⑨・⑪・⑭・⑮の計7本である。右の写真-8のようにスプレー水が梁に当たらないことを確認し、スカムの



写真-8 長さ変更後のノズル

堆積状況を確認した。

以下の表-6が結果である。

点検調査場所	スプレーノズルの調整・交換後	備考
角落し1号池	スカムが手前に堆積しているが水面がかすかに見えた。	ポンプ井水位は、18.1TPmであった。スカムは細かく、水で洗われた状態であった。
角落し2号池	スカムが手前に若干堆積しているが水面が見えていた。	ポンプ井水位は、18.1TPmであった。スカムは細かく、水で洗われた状態であった。
角落し3号池	スカムが手前に堆積しているが水面が良く見えていた。	スカムは細かく、水で洗われた状態であった。
角落し4号池	スカムの堆積はなかった	ポンプ井水位は、18.1TPmであった。スカムは細かく、水で洗われた状態であった。

表-6 ノズル変更後のスカム堆積状況

スカムの堆積がなかった5号池・6号池の角落しの部分と攪拌機開口部、マンホール省略する。表から、各池の角落しのスカムの堆積はわずかであるが解消された。1号池の角落しは、角落し壁面から約50cmの幅でスカムの堆積が確認されたものの、水面が見え、スプレー水からの水流も確認できた(写真-9)。

スカムの状態は細かく、スプレー水によって洗われた状態であった。2号池・3号池の角落しについては、1号池と比べてスカムの堆積は少なく水面の見える範囲も多かった。各号池とも水面の見える範囲は多くなったが、端の方のスカムは除去しきれなかった。点検業務などで2週間ほど経過観察を行ったが、ノズル交換当初と比べても中央部のスカムの堆積はほとんど見られなかった。



写真-9 1号池の角落しからの堆積状況

5. まとめと課題

今回、中野水再生センターのスカム堆積防止について調査・検討を行った。汚水ポンプ井の攪拌機2台の高さ調節、ポンプ井上部のスプレーノズルの詰まりの解消と各ノズルの向き調整を行い、大部分のスカムの堆積は改善できた。これにより、攪拌機点検時のスカム崩し作業は軽減でき、ポンプ井水位計の制度の誤差も解消された。

また今回の調査から、スカム堆積による臭気発生の防止やコバエ発生防止などの環境改善につながると考えられる。しかし、ポンプ井の壁面にはスカムがまだ残っているのが現状である。そのため中野水再生センターの沈砂池では定期的に低水位運転を実施している。今回調査した内容と定期的な低水位運転を組み合わせれば、壁面に残ったスカムの堆積防止に繋がるのではないかと考えられる。

以上の結果をもとに、より効率的なスカム堆積防止について引き続き検討していきたい