2-(2)-2　第二沈殿池におけるサイフォン式揚泥方式の改善

北部下水道事務所　三河島水再生センター　　小林　直生
（現　西部第二下水道事務所　浮間水再生センター）谷口　秀昭

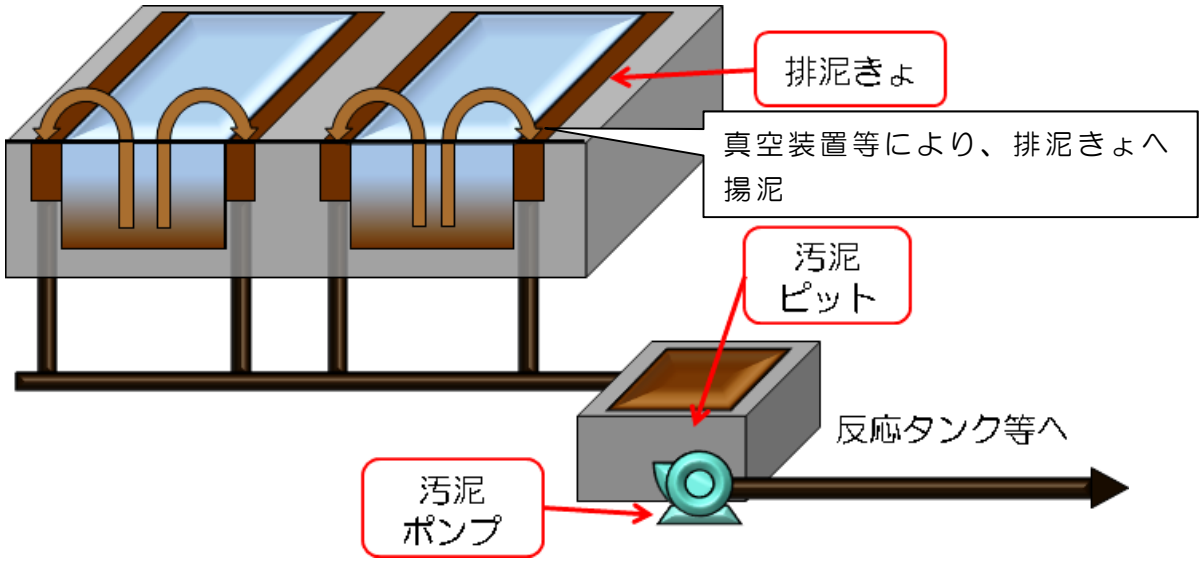
1　はじめに

三河島水再生センターは、日本最初の下水道処理施設として、大正 11 年 3 月に稼働を開始した。現在では、浅草系、藍染系、藍染東系及び藍染北系の 4 系列の水処理施設を有し、その処理能力は約 70 万 m^3/日（平成 24 年度現在）となっている。

このうち、浅草系の第二沈殿池（全 24 池）は、昭和 40 年代に更新されたものであり、その特徴の一つにサイフォン式揚泥方式がある。

現在、主流となっている揚泥方式は、第二沈殿池にある汚泥だめに集められた汚泥を直接汚泥ポンプにて除去するポンプ揚泥方式である。

一方、サイフォン式揚泥方式は、第二沈殿池底部にたまった汚泥を真空装置等の機器で揚泥し、沈殿池脇の長手方向に設置された排泥きょを経由して汚泥ピットにて貯留、貯留された汚泥は汚泥ポンプで除去する方式であり（図－1)、一度、真空装置でサイフォンを形成すれば揚泥は連続して行われる。



図－1　サイフォン式揚泥方式による処理方法

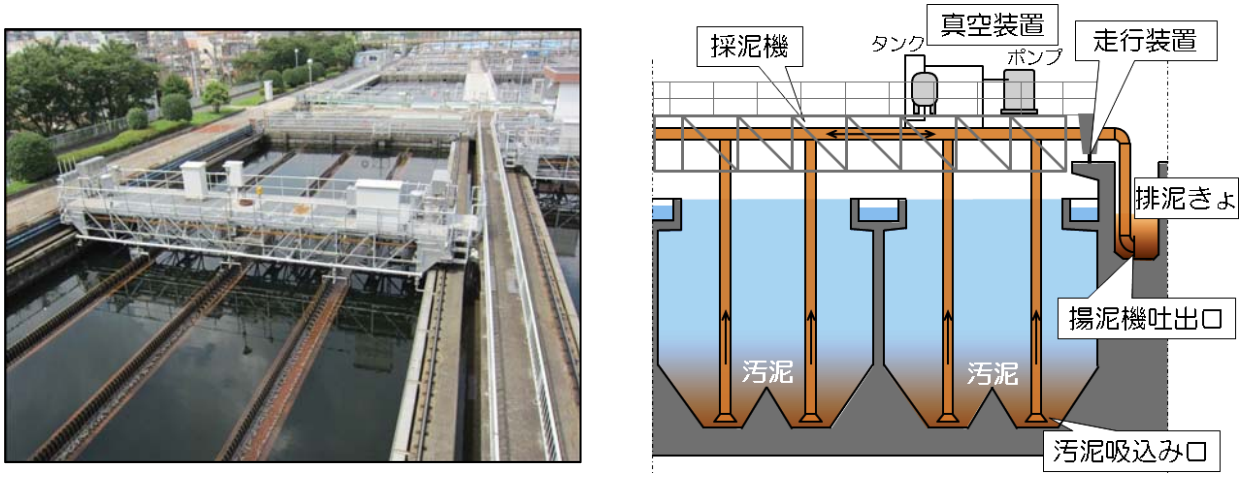
しかし、この揚泥方式は老朽化の影響もあって、真空度低下が頻発し、運転管理業務に支障をきたすようになったため、ばっ気用空気を用いたエアリフトポンプ揚泥方式が導入された。揚泥方式としては、安定していたが、空気量が 1 池当り 10m^3/分程度と多いため、反応タンクへの影響を考慮すると新たにエアリフトポンプ揚泥方式を導入することは困難であった。

今回、これらの課題を解決するため、真空装置等の動力を必要としない水位差揚泥方式を導入したので、その取組について報告する。

2　サイフォン式揚泥方式

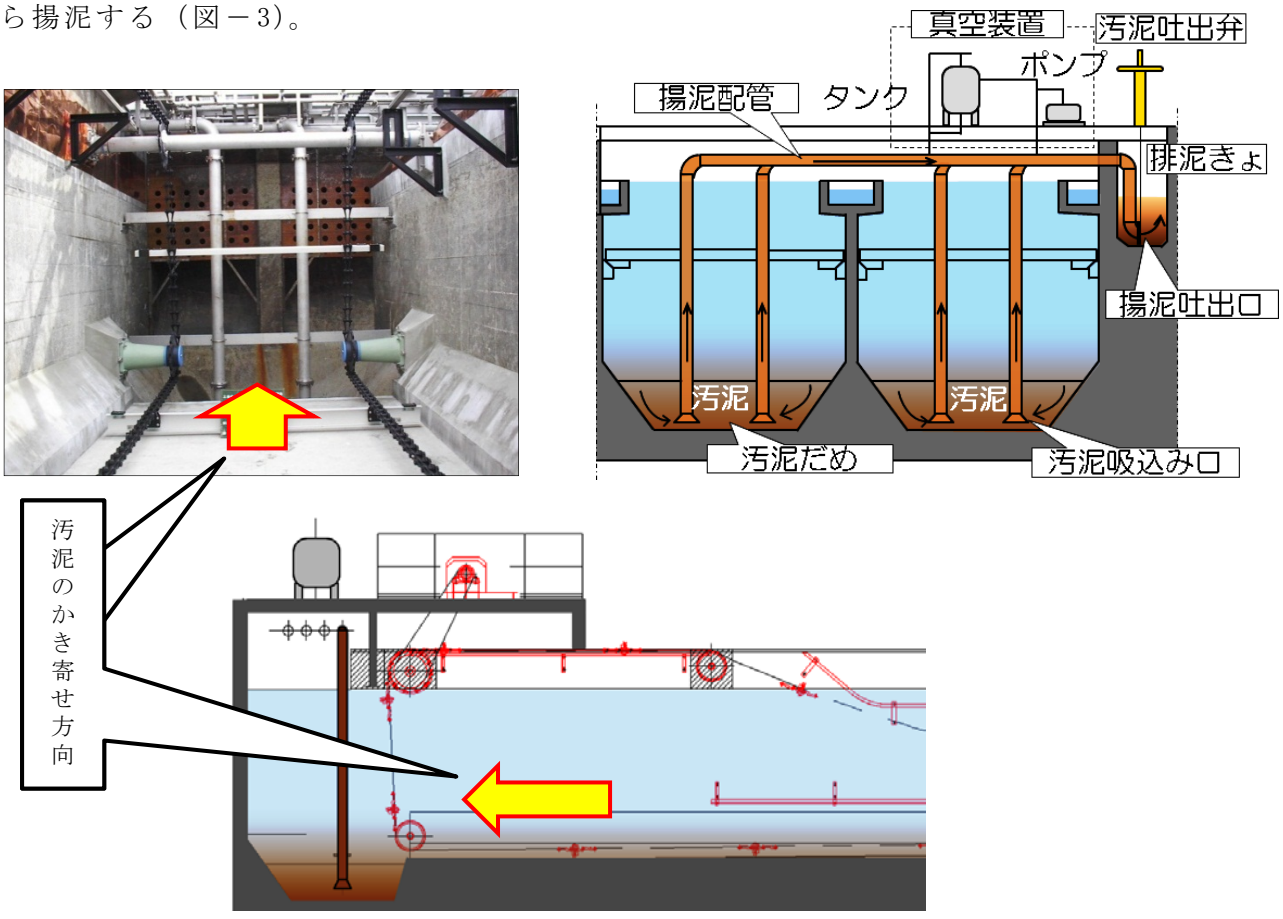
サイフォン式揚泥方式は、汚泥を揚泥するためのサイフォン管、サイフォンを形成するための真空装置等の機器で構成され、走行型と固定型に大別される。

走行型は、長手方向に往復走行することで、第二沈殿池底部にある溝に沈降した汚泥を揚泥する（図－2)。



図－2　走行型サイフォン式揚泥方式

固定型は、かき寄せ機等により、沈殿池底部に沈降した汚泥を汚泥だめへかき寄せてから揚泥する（図－3)。

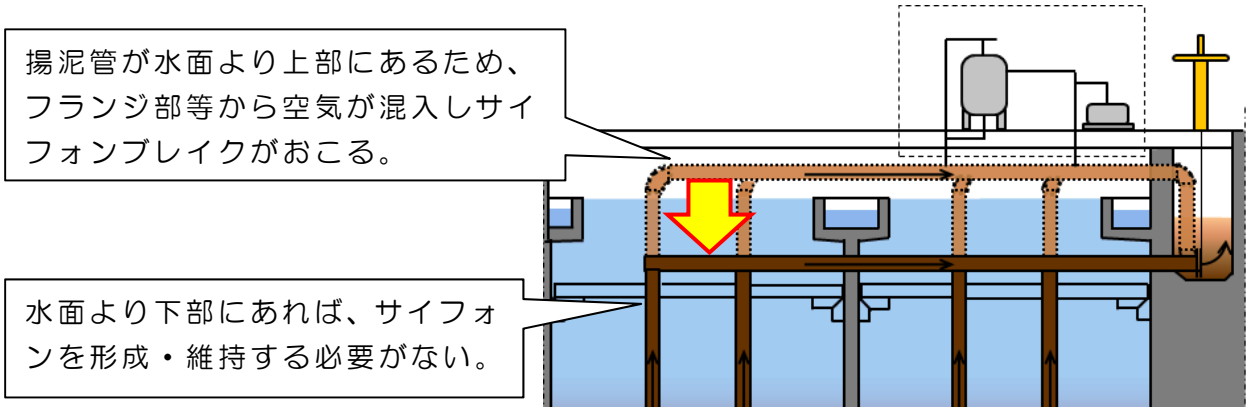


図－3　固定型サイフォン式揚泥方式

この揚泥方式では、サイフォン管内の真空度が低下した場合には、警報が発報して揚泥が停止してしまう。警報は、多い日には2回程度発報し、その都度、現場において復旧作業を行っていた。管内の真空度が低下してしまう主な要因としては、排泥きょの水位が揚泥吐出口より低下した場合、又は、サイフォン管のフランジ部等から空気が混入してしまう場合が考えられる。沈殿池は24時間連続運転しており、昼夜間を問わず真空度が低下することがある。復旧現場は沈殿池上での作業となり、夜間や荒天時には大変危険を伴うものであった。

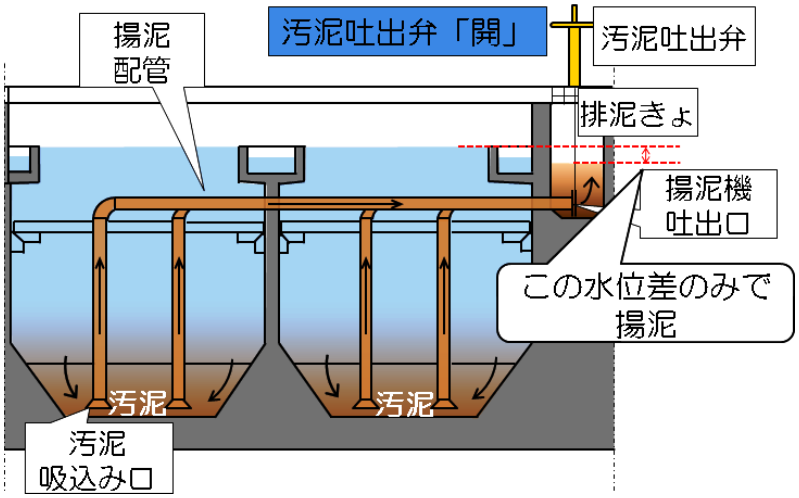
3　改善策

サイフォン式揚泥方式では、警報が頻繁に発報して問題視されていたことから、平成23年度に実施した更新工事に合わせて、真空装置に代わる設備で揚泥できないかを検討した。その結果、真空装置を要しない水位差揚泥方式を採用することとした。更新する第二沈殿池は、汚泥をかき寄せ機で汚泥だめに集めて、揚泥する固定型とするため、沈殿池上部側壁に揚泥管の貫通部を設けるだけで配管敷設が可能であり、施工は容易であると判断した（図－4）。



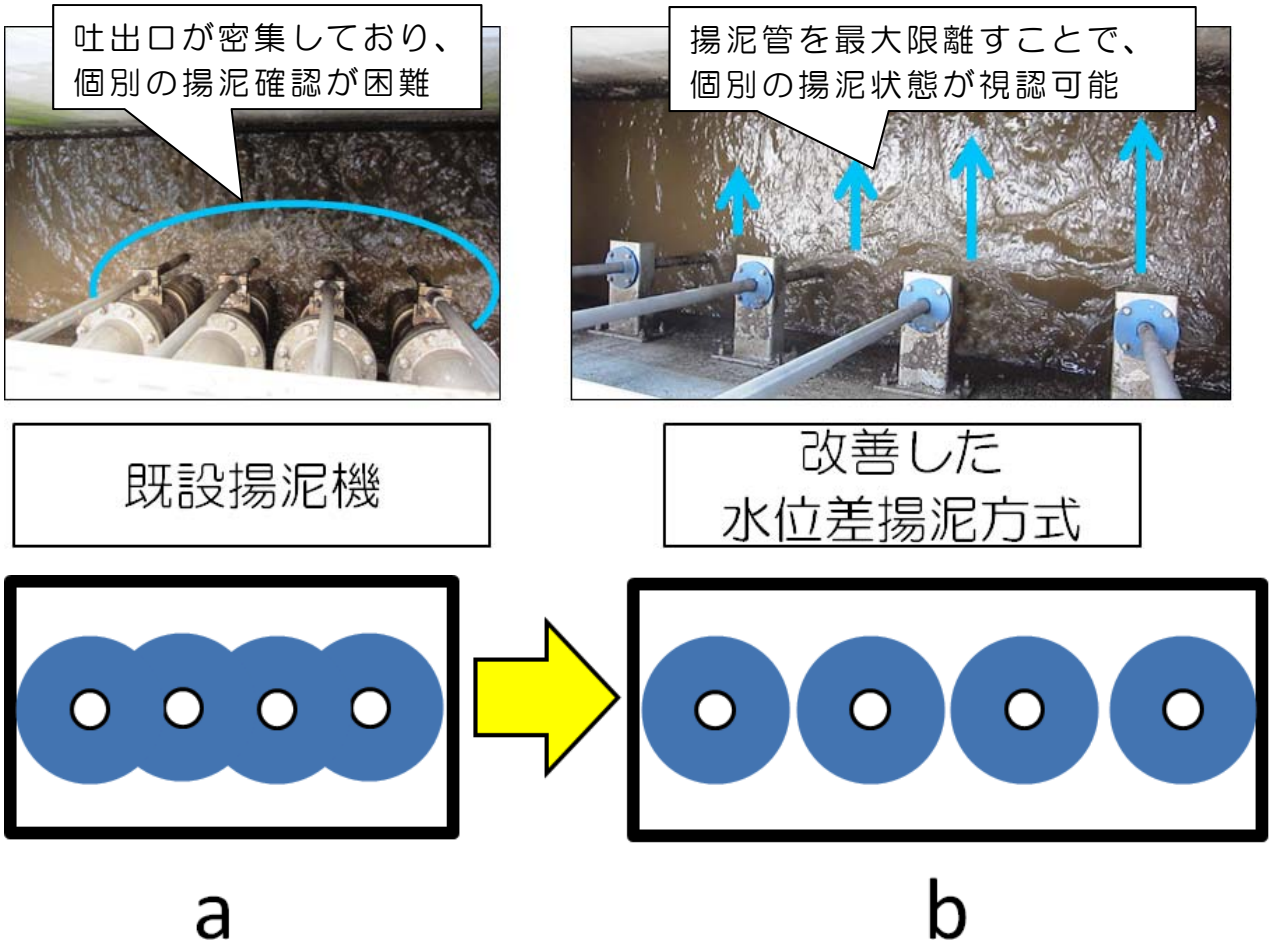
図－4　改善断面図

この揚泥方式では、沈殿池上にあったサイフォン管を沈殿池の水面下に敷設することで真空装置を設置することなく、沈殿池と排泥きょとの水位差のみの揚泥を実現することができる（図－5）。



図－5　水位差揚泥方式断面図

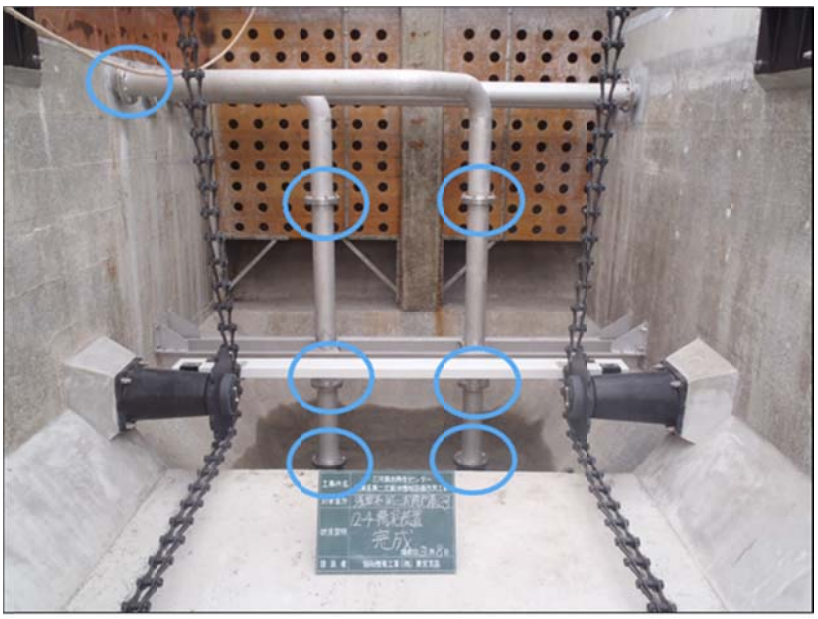
また、排泥きょにおける揚泥の見える化についても改良を行った。サイフォン式揚泥方式では、揚泥が継続しているかの判断には真空度計で確認することができた。しかし、水位差揚泥方式には、揚泥を確認する計器類がなく、沈殿池 1 池あたり 4 本ある揚泥配管のすべてが水中に敷設されており、正常に揚泥しているか否かの確認をすることが難しい。さらに、2 池の揚泥吐出口が一か所に集中し、揚泥がさらに確認しづらくなっている（図－6a)。そこで、排泥きょにある揚泥吐出口の間隔を最大限離すことで 1 本の揚泥管から吐出している汚泥の流れを確認しやすくした（図－6b)。また、揚泥吐出口の上部全面をグレーチング化することで、池上からの揚泥確認を容易にした。



図－6　揚泥の見える化

水位差揚泥方式は前述の通り、配管のみの構成であるため、基本的にはメンテナンスフリーである。現在のところ汚泥が揚泥管内を閉塞するという現象は発生していないが、汚泥が詰まった場合にも対応できるよう揚泥管の汚泥吸込み口付近等は溶接接合ではなくフランジ接合とした。万が一、汚泥詰まりが発生した場合においても、配管を取り外すことができるため復旧は容易である（図－7)。

水位差揚泥方式の採用により、機器構成は汚泥ポンプで池から直接引き抜く場合と同様となり、維持管理が大幅に簡素化された。



図－7　揚泥管の閉塞対策

4　改善効果

4.1　安全性の向上及び維持管理作業の低減

サイフォン式揚泥方式では、警報が発報すると昼夜間を問わず現場に向かい復旧作業を行っていた。

しかし、水位差揚泥方式では、この復旧作業の必要が無くなったことに加え、真空装置等の設備を廃止することで点検個所が大幅に削減することができた。それにより、職員の安全性が確保され、運転管理業務における負担が低減された。

4.2　初期費用の低減

サイフォン式揚泥方式では、真空ポンプ、真空タンク等の真空装置が必要であった。

しかし、水位差揚泥方式では、これらの設備が必要ないことから、初期費用約 500 万円の低減につながった(「平成 22 年度三河島水再生センター浅草系第二沈殿池機械設備改良工事」より)。

4.3　電力使用量の削減

サイフォン式揚泥方式では、真空度維持ため真空ポンプを繰り返し運転していた。また、急激に真空度が低下した際は真空ポンプを連続的に運転していた。

しかし、水位差揚泥方式では、真空ポンプの運転に使用していた電力量が削減でき、省エネルギーへの貢献・温室効果ガス削減にもつながった（表－1)。

表－1　年間削減電力量及び CO_2 排出量

	年間削減量	備考
電力量　　(kWh/年)	640	真空ポンプ出力 2.2kW
CO_2 排出量　(kg-CO_2/年)	244	

＊ 年間削減電力量は、真空ポンプが 1 日 1 時間程度運転すると想定して算出した。

＊ CO_2排出係数は、「特定温室効果ガス排出量算定ガイドライン（東京都環境局)」を基に、0.382 t-CO_2/千 kWh とした。

5 おわりに

三河島水再生センターでは、今回初めて浅草系の第二沈殿池に水位差揚泥方式を導入した。

その結果、水位差揚泥方式では、真空装置が不要となったことから、真空度低下による現場確認、復旧作業が不要となった。また、設備点検業務においても機器点数の減少により負担が軽減された。

さらに、運転管理業務の効率化と現場作業に伴う危険性を排除し、費用面に関しても、真空装置の初期費用と電力使用量の削減を行うことができた。

水位差揚泥方式は、浅草系の第二沈殿池と同様に排泥きょを利用した揚泥方式を採用している水再生センターであれば水平展開が可能である。

ただし、水位差揚泥方式は従来のサイフォン式揚泥方式と違い警報装置が不要であるため、気づかないうちに揚泥管の閉塞発生という事態も懸念される。揚泥管はフランジ接合を多く採用しているため、閉塞時における清掃は容易であるが、今後とも注視をして維持管理に努め、他の第二沈殿池についても、この水位差揚泥方式の設置を検討していきたい。