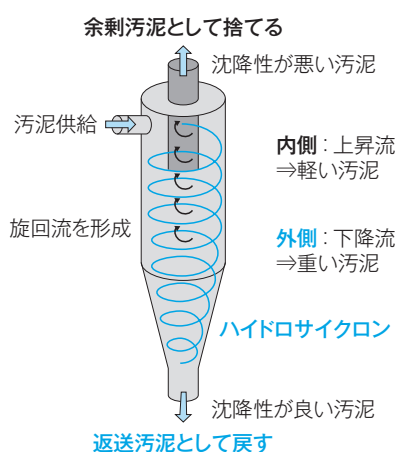


ハイドロサイクロンを用いた汚泥沈降性改善技術の開発

酒井孝輔 Kosuke Sakai
青木壮太 Sota Aoki
福崎康博 Yasuhiro Fukuzaki

キーワード ハイドロサイクロン、汚泥沈降性、処理能力増強、SVI

概要



ハイドロサイクロンの模式図

比重によって懸濁液を分離する装置であるハイドロサイクロンを用いて、下水処理場の活性汚泥の沈降性を改善する技術を開発している。汚泥をハイドロサイクロンに供することで沈降性の悪い汚泥と良い汚泥を分離することができるようになる。沈降性の悪い汚泥を選択的に余剰汚泥として引き抜くことができれば、最終沈殿池の処理能力増強・処理水質の改善・反応タンクの処理能力増強が見込まれる。

現在、日本下水道事業団（JS）との共同研究を実施しており、パイロット実験を実施中である。本報告では、ハイドロサイクロンの技術概要、海外での普及状況及び国内での実証状況などを報告する。

1 まえがき

下水処理方式の一つである活性汚泥法を構成する重要な要素として最終沈殿池での固液分離がある。最終沈殿池での固液分離性能が低下すると、処理水質の悪化を引き起こす。最終沈殿池での固液分離性能は活性汚泥の沈降性によって変化するが、後述のとおり沈降性に課題がある下水処理場は多い。活性汚泥の沈降性を改善することで、処理水質の安定化を図ることができ、最終沈殿池の処理能力を増強できる。

当社はこのような課題を解決するため、ハイドロサイクロンを用いたinDENSEと呼ばれる汚泥沈降性改善技術の実証を行っている。近年、ハイドロサイクロンを用いた汚泥沈降性改善技術を下水処理場に適用する事例が海外で増えている。

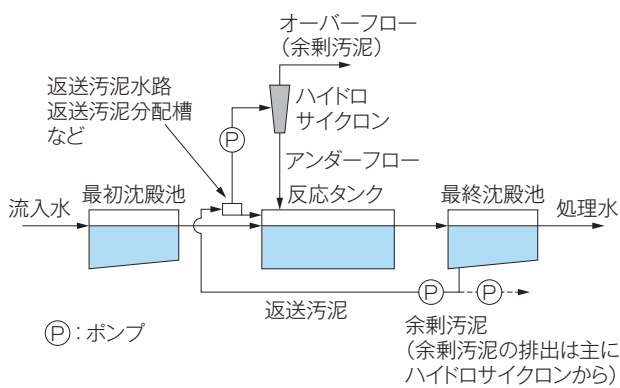
本稿では、ハイドロサイクロンの技術概要と、海

外での普及状況及び国内での実証状況を紹介する。

2 ハイドロサイクロンの技術概要

ハイドロサイクロンは内部で旋回流を形成することで、遠心力で比重の違いによって懸濁液を分離できる装置である。ハイドロサイクロンに活性汚泥を供することで沈降性の悪い汚泥と良い汚泥を分離することができるようになる。ハイドロサイクロンを用いた汚泥分離を継続し、沈降性の良い汚泥を集積することで、最終沈殿池の処理能力向上や、反応タンク内の活性汚泥の汚泥濃度の向上が見込まれる。

第1図にハイドロサイクロンを用いた汚泥沈降性改善技術を導入した下水処理場の処理フローを示す。ハイドロサイクロンへの流入汚泥の代表的な取水箇所としては、返送汚泥水路や、返送汚泥分配槽などが挙げられる。この他にも、余剰汚泥配管や反



第1図 ハイドロサイクロンを用いた汚泥沈降性改善技術を導入した下水処理場の処理フロー

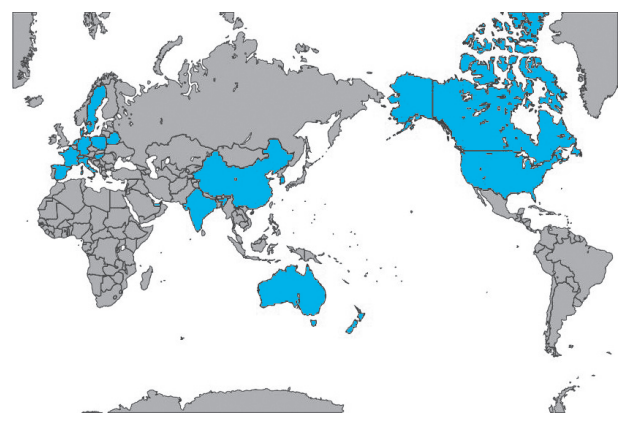
代表的な導入例として、返送汚泥水路や分配槽などから取水しハイドロサイクロンに通泥する。

応タンク自体から取水する事例もある。汚泥をハイドロサイクロンに供することで、沈降性の良い汚泥はアンダーフローとして返送され、沈降性の悪い汚泥はオーバーフローとして排出される。アンダーフロー汚泥は反応タンクに返すことで、沈降性の良い汚泥が集積される。対して、糸状性細菌などを含む沈降性の悪いオーバーフロー汚泥は余剰汚泥として選択的に排出される。余剰汚泥の排出は主にハイドロサイクロンのオーバーフローで行うことから、既設の余剰汚泥引抜ポンプの運転頻度を抑えられる。ハイドロサイクロンはこのように水槽の増設や大規模な機械設備の増設は無く、比較的簡易な設備のみで導入ができるようになる。

ハイドロサイクロンを用いた汚泥分離を継続的に行うことで、汚泥の沈降性が改善する。その結果、最終沈殿池の水面積負荷を高めた運転や、反応タンク汚泥濃度を高めた運転ができ、処理能力を増強した運転ができるようになる。最終沈殿池の水面積負荷を高めることができると、最終沈殿池の使用池数を減らすことができ、返送汚泥ポンプ・掻寄機などの動力を削減できる。反応タンク汚泥濃度を高めることができると、使用池数・維持管理費用を削減できる。

3 海外での普及状況と国内展開

当社では海外のパートナーで開発された、



第2図 inDENSEが導入されている国々

欧米・中国・インドなどで導入が進んでいる。

inDENSEと呼ばれるハイドロサイクロン技術のライセンスを受けている⁽¹⁾。inDENSEは2024年時点で海外での導入実績が80件以上あり、現在も普及が進んでいる。第2図にinDENSEが導入されている国を示す。inDENSEは主に欧米・中国・インドなどで導入されている。導入事例のある水処理方式は、標準活性汚泥法や高度処理法、MBRなどがある。inDENSEが導入されている処理場では汚泥沈降性を示す汚泥容量指標 (SVI) は100mL/g以下で安定的に維持されることが確認されている⁽¹⁾。

日本国内では下水道維持管理指針に基づくと、標準活性汚泥法ではSVI 200mL/g以下、OD法ではSVI 300mL/g以下の場合、汚泥沈降性が良好とされている⁽²⁾。下水道統計に基づくと、これらの基準を逸脱している処理場は多く、標準活性汚泥法で51%、OD法で39%ほど存在する⁽³⁾。この統計から、汚泥沈降性に悩んでいる処理場は多いと考えられる。

当社は日本下水道事業団 (JS) の公募型共同研究に応募し、「ハイドロサイクロンを用いた汚泥性状改善による水処理能力増強技術」として共同研究を実施中である⁽⁴⁾。現在共同研究では、JS技術開発実験センターにおいて、標準活性汚泥法の実験プラント (処理能力：50m³/日×2系列) を用いたパイロット実験による活性汚泥の沈降性改善効果などを確認している。今後、2026年に実規模での実証実験に移行する予定である。実証実験では下水処理場 (標準活性汚泥法) の水処理施設1系列にハイドロサイク

ロンを設置し、通年での沈降性改善効果などの確認を行う。JSとの共同研究を行い、ハイドロサイクロンによる汚泥沈降性改善技術の国内での普及展開を目指す。

4 むすび

本稿ではハイドロサイクロンを用いた汚泥沈降性改善技術の概要・海外での普及状況・国内での実証状況を紹介した。現在実施中の共同研究で国内下水処理場でのハイドロサイクロンの導入効果を確認し、国内での普及展開を進めていく。

- ・ inDENSE は、ARAconsult GmbH の登録商標である。
- ・ 本論文に記載されている会社名・製品名などは、それぞれの会社の商標又は登録商標である。

《参考文献》

- (1) C. Roche, S. Donnaz, S. Murthy, B. Wett: "Biological process architecture in continuous-flow activated sludge by gravimetry: Controlling densified biomass form and function in a hybrid granule-floc process at Dijon WRRF, France", Water Environ. Res., Vol.94, No.1, e1664, 2022
- (2) 公益社団法人日本下水道協会: "下水道維持管理指針(実務編) - 2014 -", pp.522-560, 2014
- (3) 公益社団法人日本下水道協会: "令和4年度版 下水道統計", Vol.78, 2025
- (4) 日本下水道事業団 技術開発室: "技術開発年次報告書(令和6年度)", 2025

《執筆者紹介》



酒井孝輔
Kosuke Sakai

水インフラ技術本部技術部
水処理技術の研究開発に従事



青木 壮太
Sota Aoki

水インフラ技術本部技術部
水処理技術の研究開発に従事



福崎康博
Yasuhiro Fukuzaki

水インフラ技術本部技術部
水処理技術の研究開発に従事