

マイクロナノバブル発生装置「ProSUS」を利用した防藻，洗浄性向上

(株) micro-bub

はじめに

株式会社 micro-bub はマイクロナノバブル発生装置を専門に開発している。当社は水道圧では生成できないといわれていたキャピテーション方式によるマイクロバブル（ファインバブル）発生装置を開発した。その後，技術進歩により更に小さなナノバブル（ウルトラファインバブル）も生成されていることが分かり，家庭向けに様々な製品を出すとともに，産業用製品にも力を入れている。工作機械クーラント向け製品は詰まりに強く，経年による性能劣化がほとんど起きないことから高い評価を受けている。

ナノバブルは微細気泡の中でも研究途上の分野であり観測や計測も非常に困難である。検証は実地ベースとならざるを得ない面があり，現在は事例を積み重ねながら評価を進めている。今回はマイクロナノバブルを利用して洗浄コスト低減に成功した事例について紹介する。

1. マイクロナノバブルの概要

マイクロナノバブルというのは正式な用語ではない。ISO，JIS では「ファインバブル」「ウルトラファインバブル」として定義されており，ファインバブルは直径 100 μm 以下の泡，ウルトラファインバブルは直径 1 μm 以下の泡と定義されている。ファインバブル \equiv マイクロバブル，ウルトラファインバブル \equiv ナノバブルと捉えて差し支えない。なぜ世の中に二種類の言葉があるかという点，ファインバブルは ISO で定義された用語であるが日本では商標登録さ

れており商標としての使用には制限がある。本稿では 2 つを総称しマイクロナノバブルという表現を用いる。

マイクロバブルは浮力が小さく，通常の泡が数秒で浮上するのに対し，数分かけて浮上する性質を持つ。工業分野では汚れの除去や，排水の曝気などで使用され広く普及している。

ナノバブルは見かけ上の浮力はほとんどなく長期間水中に滞留し，その期間は一か月以上に及ぶ。浮力が無いため汚れを直接除去することはできないが，汚れを剥がす性質を持ち，水流や摩擦などの外力でこれまで除去できなかった汚れを除去することができる。徐々に汚れを剥がすため効果を得るには数日から数週間の期間が必要となる。

水中に滞留するナノバブルもあるが，結合してマイクロバブル化し浮上するものもあると考えられる。結合したマイクロバブルは浮力を持ち汚れの除去能力が付加されると考えられる。

2. 屋外水槽の現状

クーリングタワー，貯水池，プール，防火水槽など屋外水槽は全国いたる所にあり，我々の生産や生活を支えている。屋外水槽は工業用水など中水を使っている所も多く，上水も時間の経過とともに中水と実質的に水質は変わらないものとなる。鳥の糞や落ち葉，塵などで水質が悪化しやすいが，水質の維持管理にあまり費用を掛けられないのが現状である。過度な水質の悪化はクーリングタワーなど水槽を利用する機器の性能低下や細菌の増殖による健康への

影響が懸念され、薬剤や人力による定期的な洗浄が実施されている。しかし、洗浄の間隔が伸びれば配管や壁面のスケールやバイオフィームは高圧洗浄でも除去は難しく、一度汚れが固着してしまえば一度洗浄を行ってもすぐに元に戻ってしまい洗浄の効果は一時的なものとなってしまふ。

これらの水槽の担当者目線からすると洗浄しても落ちないのが当たり前なので「困っていない」と答える担当者も少なくない。しかし設備の導入当初の状態と比較すれば困った状態といえる施設は多いだろう。特にクーリングタワーの熱交換効率の低下は生産性低下の原因にもなり、プールの水質悪化は利用者の健康に影響が出る。

3. プールでの実証試験

有限会社アクアティックの協力を得てプールでの洗浄結果について紹介する。当該プールは屋外プールで、50m プールと子供用プールのそれぞれにProSUSを導入した。

3.1 製品概要

簡単にはあるが今回使用したProSUSの製品仕様は次のとおり。

□ 径	15A, 20A, 25A, 32A, 40A, 50A
ネジ規格	管用テーパードネジ R × Rc
材質	SUS304 (材質変更特注)
必要水圧	0.1MPa 以上を推奨



図1 ProSUS

ProSUSは小型で既存配管や既存設備への後付け等、様々な利用環境に対応可能である。閉塞に強く水圧のみで連続運転が可能な構造となっている。基本的に液中の溶存空気を利用するが、窒素や酸素など外部空気を利用することも可能である。

3.2 濁度の改善

営業期間中に現れた変化は濁度の改善である。それぞれの写真とも営業開始前の午前8時に撮影された写真である。図2は2024年の8月に撮影されたものである。

図3はProSUSが導入された2025年8月に撮影されたものである。

ろ過装置などは前年から変更はない。これが50mプールであるという点と屋外プールであるという点に留意されたい。一般に屋外プールは汚れやすく50m先の壁まで見えるプールは多くない。



図2 50m 屋外プールの透明度 (ProSUS 導入前)



図3 50m 屋外プールの透明度 (ProSUS 導入後)

濁度改善の機序については不明点が多いものの、ナノバブルの一部が結合してマイクロバブル化し浮上、オーバーフロー水として排出された可能性が推察される。

3.3 洗浄コスト低減

屋外プールのため夏季で営業期間が終了するが、防火水槽として指定されていることも多く、防火水槽に指定されているプールは営業期間外も基本的に水を抜くことはできない。水が循環しないプールの水質は悪化し藻が発生する。そして、翌年の営業開始前に清掃をして営業を開始するというサイクルになる。

以下は各年の放水後の状況であり、図4は2024年のサブプールの洗浄前の状況である。

プールの底面全体に藻が張り付き、白いタイルは深緑色になっている。洗浄には6時間/1人の時間を要し、汚泥には次亜塩素酸ナトリウムを使用し高圧

洗浄とブラシ洗浄を併用した。しかし、藻の完全除去はできず藻が残った他、藻の増殖により営業期間中も一度排水をして洗浄を行った。



図4 屋外サブプールの洗浄前 (ProSUS 導入前)



図5 屋外サブプールの洗浄前 (ProSUS 導入後)



図6 屋外サブプールの洗浄開始から1時間経過 (ProSUS 導入後)

図5は2025年の洗浄前の状況である。違いは明確である。プールの底面は見えており、排

水とともに藻が流れていった様子がわかる。洗浄時間は2時間/1人と洗浄時間は1/3となり、次亜塩素酸ナトリウムは不要であった。藻の増殖も抑制され営業期間中の換水も行われなかった。図6は2025年の洗浄後の状況である。清掃開始から1時間で8割が完了し、1時間はタイル目地などの細かい清掃時間を確保できた。

4. 堀での実証試験 (藻に対する効果)

詳しい機序は解明されていないが、藻に対する効果は他にも見られた。



図7 堀で藻が浮上した様子

図7は堀での実証である。地下水をマイクロナノバブル化して堀へ給水し続けた。ProSUSを導入して数か月後、底面に固着していた藻が剥がれて水面に浮上した。藻の塊はゲル状で、目の粗い網では掬えなかった。

この事例では、総水量に対するナノバブル水の時間当たり供給量は少ないが、連続して供給したことにより1か月単位の期間を経て変化が現れた。

5. おわりに

マイクロナノバブルは「ウルトラファインバブル」として近年急速に知名度が向上し様々な製品が出されている。各社様々な効果を強調する一方で、実際にはマイクロナノバブルの研究や検証は途上にある。当社は市場や環境に求められるマイクロナノバブル技術を展開していく。マイクロナノバブルは薬剤と異なり短期間で劇的な効果は得られない。しかし、時間の経過とともに薬剤以上の効果を得られる可能性もある。

当社は今後も工作機械など日本の物づくりを支え

る技術の発展に寄与するとともに、今回の検証を更に進め、ターリングタワーやプールなどの大型水槽など既存の施設に対する環境改善や薬剤の使用の効率化に取り組んでいく。また、半導体洗浄などこれからの分野に対しても利用されるよう積極的な研究と検証を続けていく。本稿を閲読する企業各位におかれても、マイクロナノバブル技術の活用や解明にご協力いただける場合には、ぜひご連絡賜りたく存じます。

最後に、本稿の執筆に当たり協力いただいた有限会社アクアティックに深く感謝の意を表する。

連絡先

株式会社 micro-bub
〒114-0002 東京都北区王子 2-15-7 王子二丁目会館 4階
info@micro-bub.com