

〈論文〉

超音波ドップラー流速計を用いた浄化槽一次処理槽の水流解析

田畑 洋輔¹⁾, 小澤 哲徳¹⁾, 中島 淳²⁾¹⁾ フジクリーン工業(株) (〒472-0022 愛知県知立市山屋敷町山鼻33 E-mail: yosuke_tabata@fujiclean.co.jp)²⁾ 立命館大学理工学部 環境システム工学科 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1 E-mail: jnakajim@nisiq.net)

概要

超音波ドップラー流速計 (ADV) を用いて浄化槽の一次処理槽内の流速を測定し、信頼性の高いデータを得るためのデータ処理方法を検討した。相関関数が0.75未満と低い流速データを棄却し、3分間以上測定することで信頼性の高い時間平均流速が得られた。さらに、ADVを用いて槽内の水流を測定した結果、流入バップルを出て槽底部に達した水流が放射状に広がり、壁面沿いに旋回流を形成し流出する様子が確認された。ADVを用いて一次処理槽内の流速を詳細に測定することで、数値流体力学 (CFD) シミュレーションの検証に利用可能と考えられた。

キーワード：浄化槽、一次処理、超音波ドップラー流速計、流速測定、数値流体力学

原稿受付 2009.5.11

EICA: 14(1) 31-37

1. はじめに

生活排水対策として、既設単独処理浄化槽の合併処理化が重要な課題とされている。合併処理化を進めるためには、浄化槽の小容量化が必須である。これまで、二次処理槽については実証的かつ理論的に研究が進められ、担体流動法や生物ろ過法などの新技術により小容量化が実現されてきた¹⁻⁵⁾。一次処理槽に関してもいくつかの試み^{6,7)}がなされているものの、製品の小容量化には結びついていない。一次処理槽の技術開発に関する遅れの一因として、一次処理槽の設計因子の多くが経験的な諸元に基づいており、理論面の研究が遅れていることが指摘されている¹⁾。そのため、安易な小容量化によって、処理性能を悪化させる可能性も高い。一次処理槽には、流入水に含まれる夾雑物や生成汚泥を固液分離し、堆積汚泥やスカムとして濃縮貯留する機能がある。一次処理槽の適正容量を理論的に説明するためには、槽内の汚水がどのような動きをして、汚泥が攪乱され、後段に移流されるのかを明らかにする必要があり、槽内の汚水の流れに着目した研究が有効と考えられる。それにより、堆積汚泥を巻上げずに小容量化できる構造の検討が可能になる。

近年、数値計算技術とコンピュータの性能の向上により、水処理分野においてもCFD (Computational Fluid Dynamics=数値流体力学) シミュレーションが活用されつつある⁸⁻¹²⁾。CFDは、流体の流れや熱などの支配方程式を数値計算により解き、現象を予測する手法である。浄化槽への適用も有効と考えられるが、一次処理槽の設計にCFDシミュレーションを活用するために

は、シミュレーション結果と実測データとの比較検討を行い、計算条件やパラメータを適切に設定する必要がある。しかし、シミュレーション結果の妥当性を検証するための実測データは少なく、シミュレーション結果に対する信頼性は十分に得られていない。

そこで筆者らは、流速の実測にADV (Acoustic Doppler Velocimeter=超音波ドップラー流速計) を使用し、一次処理槽内の微流速を精緻に測定することによって、CFDシミュレーションの妥当性検証に用いることにした。ADVのデータ取得頻度は4~25 Hzと高く、一次処理槽内の微流速や乱流の測定にふさわしい^{13,14)}。しかし、ADVの生データには、スパイクやノイズが含まれるため、適切なデータ処理を行なう必要性が指摘されている¹⁵⁾。

本研究では、ADVを用いて浄化槽一次処理槽の微流速を測定し、信頼性の高い時間平均流速を得るためのデータ処理方法を検討した。さらに、得られた知見に従って一次処理槽内の流速を詳細に測定し、流入水量が水流パターンや流速におよぼす影響を把握することによって、浄化槽設計における水流解析の有効性を検討した。

2. 方法

2.1 実験条件

(1) 実験槽

浄化槽の一次処理槽には、夾雑物除去槽やろ材を充填した嫌気ろ床槽等が採用されている。本研究では、ろ材を用いない夾雑物除去槽を想定し、実験槽を製作

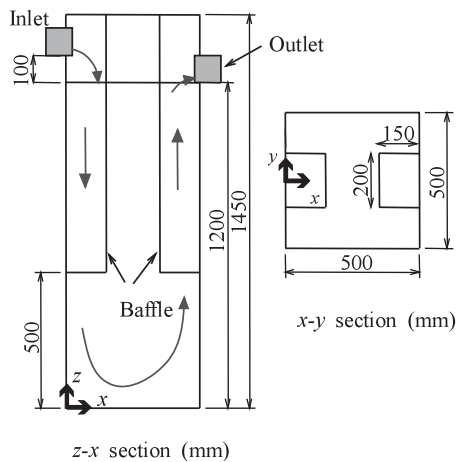


Fig. 1 The pilot scale tank. Left diagram shows the side view, whereas the right diagram is the top view

した。実験槽は、透明塩化ビニル製の直方体水槽 (500 (x) × 500 (y) × 1,450 (z) mm) で、槽底部から 500 mm の位置までの流入バッフルと流出バッフルを備えている (**Fig. 1**)。直径 100 mm の流入管と流出管を、それぞれ 1,300 mm, 1,200 mm の高さに配置し、有効水深を 1,200 mm とした。実験槽への流入は、ポリバケツに貯めた水道水を水中ポンプで流入管まで導水し、100 mm の落差で流入バッフル内に流入させた。流入水は流入バッフル内を下向流で通過し、流出バッフルから上向流で流出する。流出した水はポリバケツに戻り、再び流入する構造とし、槽内水と流入水の水温を同一に設定した。

(2) 超音波ドップラー流速計 (ADV)

実験槽内の流速測定には、Nortek 社製の ADV を使用した。ADV センサの模式図を **Fig. 2** に示す。ADV のセンサ部は 1 本のトランスミッターと 3 本のレシーバーから構成されており、トランスミッターから 50 mm 下方に流速測定点がある。流速測定時には、センサ部を水中に沈める必要があるものの、流速測定点の流体に非接触で測定できるため、プロペラ型や電

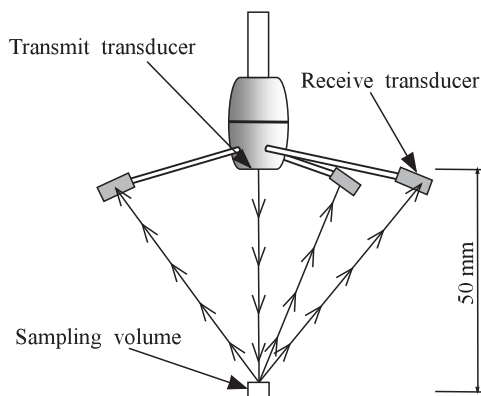


Fig. 2 The ADV sensor. The arrows show the direction of the ultrasonic waves from the transmitter to the receivers

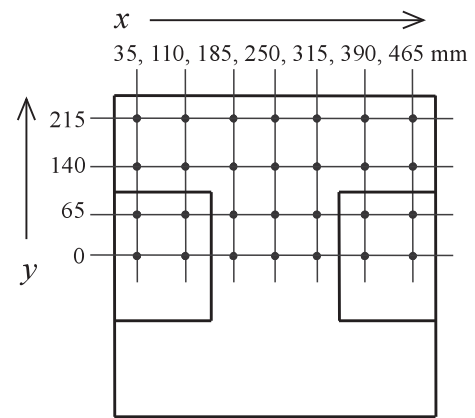


Fig. 3 Measurement points in an x - y plane. Water velocities were measured at these points at heights of $z=10, 20, 30, 50, 100, 200, 300, 400,$ and 500 mm above the bottom

磁式の流速計より微流速の測定にふさわしい。また、レーザードップラー流速計より安価である。トランスミッターから 10 MHz の周波数で超音波を発振し、流速測定点で反射された超音波エコーが、 120° の間隔で配置された 3 本のレシーバーで検出される。流れと共に運動する粒子に超音波が当たると、粒子の相対速度により超音波エコーの周波数が変化し、ドップラー原理に基づき流速が算出される^{13,14)}。

(3) 測定条件

水道使用時と浴槽の排水を想定し、20 L/min および 50 L/min で流入させた場合の流速を ADV で測定した。測定は水道水を連続流入させた状態で開始し、4 Hz の頻度でデータを取得した。測定点は、槽底面を基点とし、 $z=10, 20, 30, 50, 100, 200, 300, 400, 500$ mm の各断面について、各 28 点 (**Fig. 3**) の合計 252 点とした。各測定点は (x, y, z) の座標を mm 単位で表すことにした。

2.2 ADV データのポスト処理

(1) 時間平均流速の算出

浄化槽内の水流を把握するためには、各測定点における時間平均流速の把握が有効である。時間平均流速を求めることで、槽やバッフルの構造が水流に与える影響の比較や、CFD シミュレーション結果の妥当性検討が可能になる。

ADV では、 x, y, z の各軸方向の瞬間流速 (V_x, V_y, V_z) が得られ、それぞれの時間平均流速 ($\bar{V}_x, \bar{V}_y, \bar{V}_z$) が算出される。また V_x, V_y, V_z の瞬間合成流速 (U_s) と、その時間平均値 (\bar{U}_s ; スカラー平均流速)、および $\bar{V}_x, \bar{V}_y, \bar{V}_z$ の合成流速 (\bar{U}_v ; ベクトル平均流速) が求められる。

(2) ADV データの品質

ADV は、瞬間流速 (V_x, V_y, V_z) だけでなく、それぞれの流速に対応した S/N 比と相関関数を出力する。

S/N 比は信号に対するノイズの量を対数で表した指標であり、測定点で反射した超音波信号の強さを表す。Nortek 社は、流速の瞬間値を測定する場合には 15 dB 以上、時間平均流速を測定する場合には 5 dB 以上の S/N 比を維持することを推奨している¹⁶⁾。S/N 比は水中に浮遊する粒子の径や濃度の影響を受ける。野外での測定では自然の浮遊粒子が利用されるが、室内の測定では人工的な粒子を使用することもできる。本研究では、実験槽内の各測定点における時間平均流速を測定するため、浮遊粒子としてホウケイ酸塩 (9~13 μm) を投入し、5 dB 以上の S/N 比が得られる条件とした。

一方、相関関数は ADV から発振された 1 対のパルス信号の波形の類似度を表し、0.00~1.00 の範囲で出力される¹⁶⁾。低い相関関数は、何らかの干渉を受けた異常なデータである可能性を示す。流速測定範囲を超えた場合や壁面からの距離が変化した場合、または壁面で反射した偽信号による干渉により、異常に大きな流速 (スパイク) が生じ、そのときの相関関数が低くなることが知られている^{15,17,18)}。そこで、相関関数の低いデータが時間平均流速におよぼす影響を把握し、データを棄却するのに適切な相関関数について検討した。

(3) 測定時間

測定データから時間平均流速を算出するにあたり、測定時間を長く取るほど流速の時間的な変動は除去され、より正確な平均値を算出できる。しかし、現実には測定時間に制約があることも多く、測定時間を最適化することが望ましい。また、必要な測定時間は、槽の大きさや形状によって異なると考えられるため、測定対象ごとに検討されなければならない。本研究では、正確な時間平均流速を得るのに必要な測定時間を事前に検討することにより、効率的な測定をおこなった。

3. 結果と考察

3.1 流速測定方法の検討

(1) ADV データ

(x, y, z) = (185, 0, 400) における流速を流入水量 50 L/min で 10 分間測定し、合成流速 (U_s) と S/N 比および相関関数の時間変化を調査した (Fig. 4)。図より合成流速のデータには、微小でランダムな振動と複数のスパイクが含まれている。各測定点における時間平均流速を正確に算出するためには、これらの影響を取り除く必要がある。微小ランダム振動については、測定時間を十分に確保することで信頼性のある時間平均流速が求められる。しかし、スパイクは値が極端に高いため、あらかじめ棄却されるべきである。

同図には、z 方向の S/N 比と相関関数の時間変化

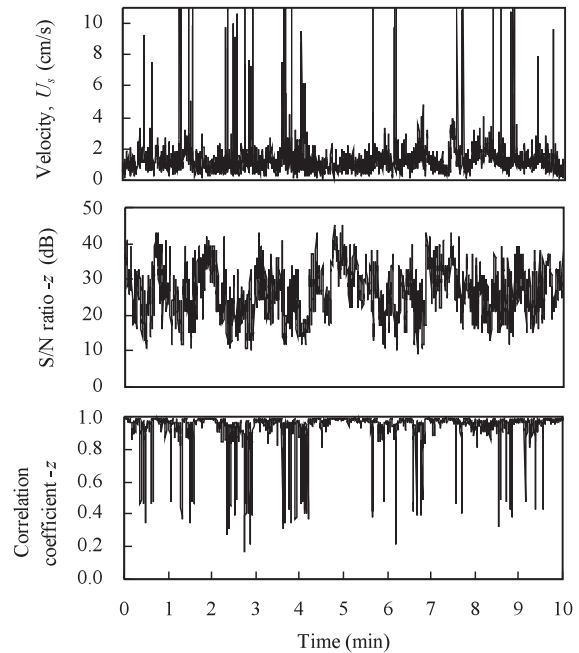


Fig. 4 The change of instantaneous velocity, S/N ratio, and correlation coefficient before post-processing. The sampling point is at (185, 0, 400)

を併せて示す。スパイクが発生したときに、S/N 比と相関関数が低くなる傾向が認められる。とくに、相関関数については、スパイクに対応する値が明らかに低く、これを指標としたスパイクの除去が有効と考えられた。

(2) 相関関数によるデータ処理

Fig. 4 のデータについて、測定データを棄却すべき相関関数の基準について検討した。棄却の基準となる相関関数によって、棄却後のデータから計算されるスカラー平均流速と標準偏差は Fig. 5 のように変化する。図より、棄却の基準とする相関関数が 0.50 以下では、時間平均流速が大きくなり、標準偏差も増加している。したがって、相関関数 0.50 以下の測定デー

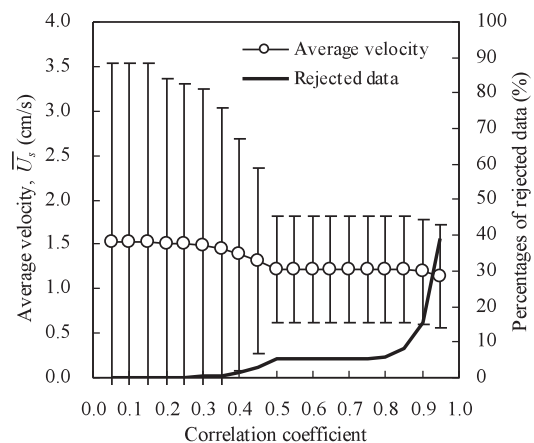


Fig. 5 Relationship between the correlation coefficient and the velocity at (185, 0, 400) (Ave. and S.D.)

タは信頼度が低く棄却すべきである。また、同図には棄却されたデータの割合（データ棄却率）を示す。データ棄却率は、相関関数 0.50 以下のデータを棄却することで 5.1% に増加し、相関関数 0.75 以上で再び増加した。相関関数が 0.50 以下のデータは明らかに不良と考えられるが、相関関数 0.75 以上でデータを棄却すると、良質なデータをも棄却する恐れがある。よって、相関関数 0.75 でデータの棄却処理を行うのが適切と判断した。相関関数 0.60~0.70 を基準にデータの質を評価した例が報告されており^{15,17)}、本研究もこれらに近い結果であった。

Fig. 4 の ADV データについて、いずれかの方向の相関関数が 0.75 未満のデータを棄却した結果を **Fig. 6** に示す。相関関数が 0.75 未満のデータを棄却することで、流速データに含まれていた流速が異常に大きいスパイクが除去された。S/N 比についても比較的低いデータが除去されているが、スパイクでないデータとの差が不明確であった。

つぎに、測定中の相関関数が常に低いデータの例として、 $(x, y, z) = (35, 140, 500)$ において流入水量 50 L/min で測定した結果を **Fig. 7** に示す。 x, y, z 各方向の相関関数の平均値はそれぞれ 0.65, 0.90, 0.92 であり、 x 方向の相関関数が低かった。図より、0.30 以上の相関関数を基準にデータを棄却すると、データ棄却率が著しく高く、相関関数が比較的高いデータと比較すると、標準偏差に大きな変化は認められなかった。この測定点は流入バッフル出口の壁面付近であり、壁面や気泡等の影響により測定が良好に行われず、異常な

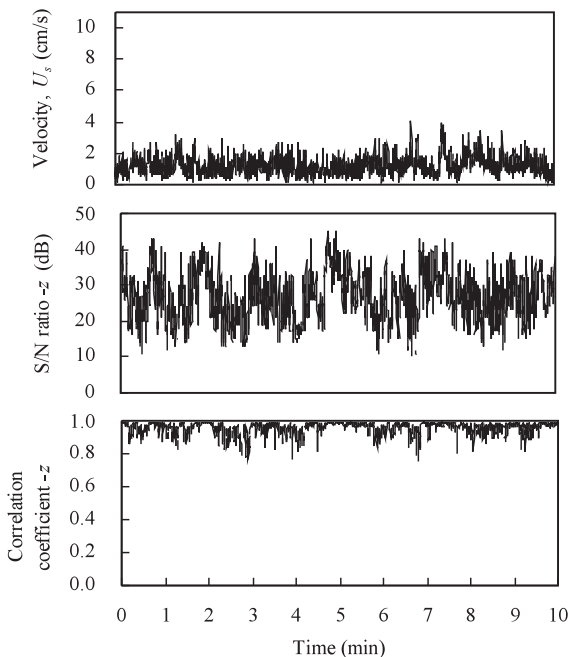


Fig. 6 The change of instantaneous velocity, SN ratio, and correlation coefficient after post-processing using correlation coefficient. The sampling point is at (185, 0, 400)

データが増加したと考えられる。

以上の結果より、壁面や気泡等の干渉を受けない場合については、相関関数 0.75 を基準に測定データの質を判定することにより、スパイクを除去可能であり、信頼性の高い流速データを得ることができる。

(3) 測定時間

つぎに、測定時間が時間平均流速におよぼす影響を検討した。測定時間によって、得られる時間平均流速 ($\bar{V}_x, \bar{V}_y, \bar{V}_z, \bar{U}_s, \bar{U}_v$) は **Fig. 8** のように変化する。グラフの x 軸は測定開始からの時間を示し、例えば 1 分の値は測定開始から 1 分間の合計 240 個のデータによる時間平均流速を示している。2 分未満の測定時間では、各平均流速の変動が明らかに大きいですが、時間が長くなるにしたがって一定値に近づいている。本槽では、ほとんどの測定点において 3 分間の測定で一定の時間平均流速を得ることができた。ADV を用いて流速測定を行う際には、流速の変動に応じた最低限必要な測定時間を満足していることを確認しなければならない。また、事前に必要な測定時間を検討し、効率的な測定を行うことが望ましい。

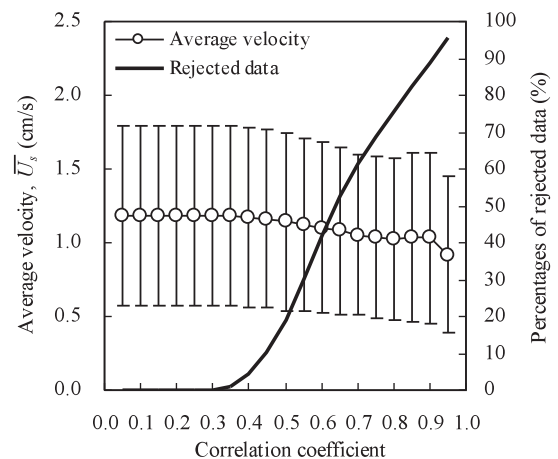


Fig. 7 Relationship between the correlation coefficient and the velocity at (35, 140, 500) (Ave. and S.D.)

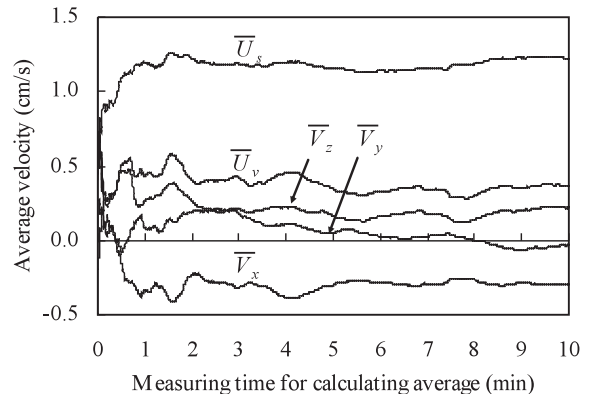


Fig. 8 Relationship between the measuring time for calculating average and the average velocities of $\bar{V}_x, \bar{V}_y, \bar{V}_z, \bar{U}_s, \bar{U}_v$ at (185, 0, 400)

3.2 一次処理槽の流速測定

(1) 水流パターン

実験槽に、流入水量 20 L/min と 50 L/min で流入させたときの水流パターンを Fig. 9 に示す。図は槽中央 ($y=0$ mm) と槽壁近傍 ($y=215$ mm) における x - z 断面、槽底部 ($z=10$ mm, 50 mm) における x - y 断面の水流パターンを表している。図より、20 L/min と 50 L/min の水流パターンはおおむね同じであった。流入バッフルを出た水流はそのまま槽底部に達し、槽底部で放射状に広がる水平流となり、槽壁面に近づくとつれて上向流となり流出バッフルに入る。また、流出バッフルに入らない流れにより旋回流が形成されている。20 L/min と 50 L/min の流入水量について、全測定点の平均流速を比較すると、それぞれ 0.61 cm/s と 1.28 cm/s であった。20 L/min で測定した流速のほとんどは 1 cm/s 以下の微流速であったが、流れの連続性は十分に得られており、ADV を用いることで浄化槽一次処理槽内の水流パターンを十分な精度で測定可能であった。

(2) 流入水量が槽内流速に与える影響

水流パターンより、流入バッフルの出口から槽底部に達する流れや、槽底部の水平流、さらには底部から流出バッフルに向かう流れが堆積汚泥の巻き上げや流出に関係すると考えられた。これらの水流について、流入水量が流速に及ぼす影響を詳細に検討した。

まず、流入バッフルを出て槽底部に達する水流について、槽底部からの距離と流速の関係を検討した。流入水量が 20 L/min と 50 L/min の条件における時間平均流速 ($\bar{V}_x, \bar{V}_y, \bar{V}_z$) について、流入バッフル直下にある 4 点 ($x=35, 110$ mm かつ $y=0, 65$ mm) の平均値と標準偏差を底部からの距離別に示す (Fig. 10)。流入バッフルを出た直後 ($z=500$ mm) の流速は、 z

方向の流速が大きく水平方向の流速は小さい。しかし、槽底部 ($z=10$ mm) に近づくとつれて z 方向の流速が小さくなり水平方向の流速 (\bar{V}_x) が大きくなる傾向が認められる。これは流入バッフルを出た下向きの流れが、槽底部の影響により水平の流れに移行する様子を表している。流入バッフルを出た水流による汚泥の巻き上げを防止し、槽底部に汚泥を効率的に貯留するためには、流入バッフル出口から汚泥界面までの距離を十分に確保することにより、汚泥界面に達する流速を軽減することが有効と考えられる。

つぎに、堆積汚泥の巻き上げや移動に影響すると考えられる底部流速について検討した。Fig. 11 に各 x 座標における 16 測定点 ($y=0, 65, 140, 215$ mm かつ $z=10, 20, 30, 50$ mm) の時間平均流速 ($\bar{V}_x, \bar{V}_y, \bar{V}_z$)

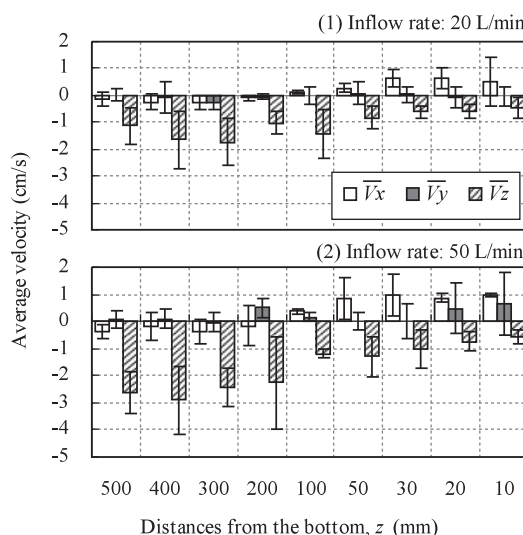


Fig. 10 Relationship between the distances from the bottom and the water velocities under the inlet baffle. (1) shows inflow rate of 20 L/min case, and (2) is 50 L/min case

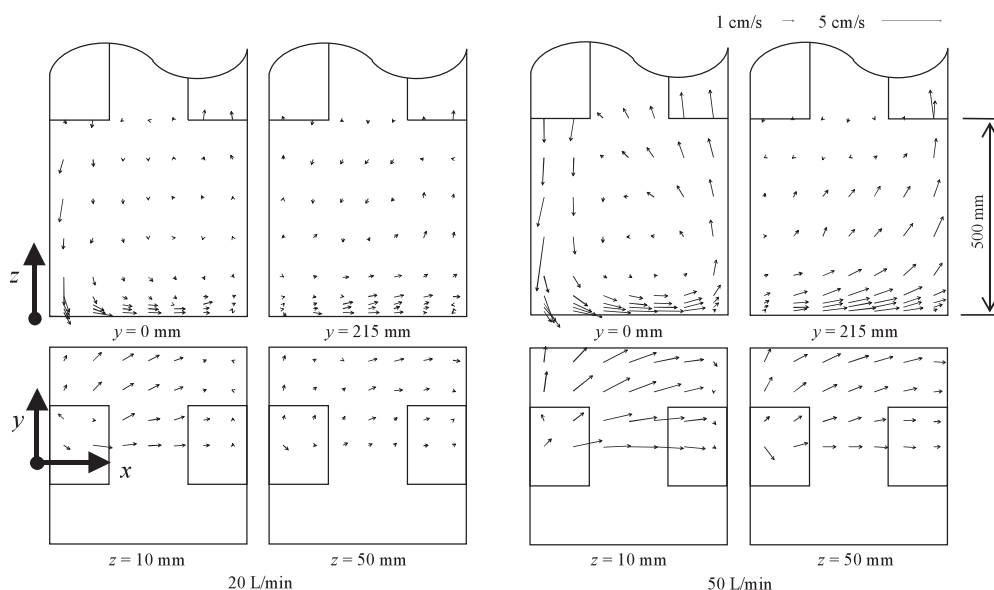


Fig. 9 Flow patterns in the pilot scale tank

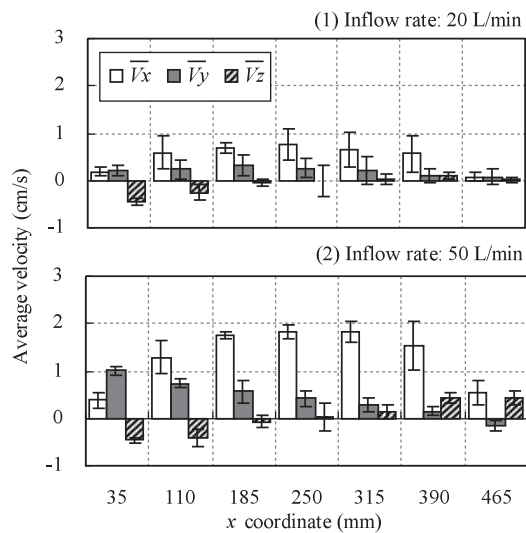


Fig. 11 Relationship between the x -coordinate positions and the water velocities. (1) shows inflow rate of 20 L/min case, and (2) is 50 L/min case

について、平均値と標準偏差を示す。20 L/min と 50 L/min の両条件で、槽中央部 ($x=250$ mm) の合成流速 (\bar{U}_v) が最大となり、それぞれ 0.81, 1.87 cm/s であった。流速が大きい槽中央部において堆積汚泥が巻き上がり易く、流入水量が多いほど巻き上がりのリスクが高いと考えられる。 y 方向の流速 (\bar{V}_y) に着目すると、流入水量が 20 L/min の条件では、 $x=185$ mm における流速が最大 (0.32 cm/s) であったのに対し、50 L/min の条件では、流入バツフルに最も近い $x=35$ mm の流速が最大 (1.01 cm/s) となった。浴槽排水を想定した 50 L/min の条件では、流入バツフル直下において y 方向に広がる流れが発生し、槽全体に広がる流れが強くなることを示している。また、流入バツフルから流出バツフルに近づくにつれ、 z 方向の流速がマイナスからプラスに移行しており、下向きの水流が徐々に上向きに変化している様子がうかがえた。

最後に、汚泥の流出に影響すると思われる槽底部から流出バツフルに達する水流について検討した。**Fig. 12** は、時間平均流速 ($\bar{V}_x, \bar{V}_y, \bar{V}_z$) について流出バツフル直下の 4 点 ($x=390, 465$ mm かつ $y=0, 65$ mm) の平均値と標準偏差を底部からの高さ別に示している。図より、槽底部付近において x 方向が主である水流が、流出バツフル下端に近づくにつれて z 方向を主とする水流に変化している。底部から離れているほど z 方向の流速が大きくなっていることから、高く巻き上がった汚泥は流出し易く、低く巻き上がった汚泥は再度沈降する可能性がある。20 L/min と 50 L/min の結果を比較すると、50 L/min の z 方向の流速が最大で 22.2 倍大きく、汚泥が流出する可能性が高いといえる。流入バツフルの構造と同様に、流出バツフル下端の高さが重要な設計因子であると考えられる。

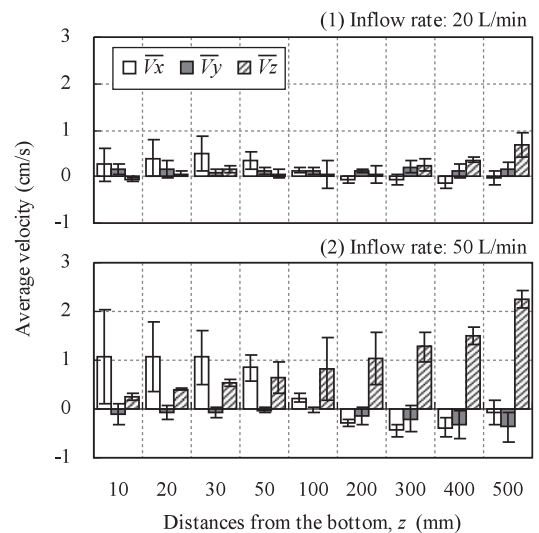


Fig. 12 Relationship between the distances from the bottom and the flow velocities under the outlet baffle. (1) shows inflow rate of 20 L/min case, and (2) is 50 L/min case

以上のように、水流の特徴を定量的に把握することができた。浄化槽一次処理槽の流速を測定することにより、固液分離や汚泥貯留の性能に影響する水流を把握可能であり、槽やバツフルの構造の最適化に利用できると考えられる。ただし、嫌気ろ床槽のようにろ材が配置された場合や、汚泥が蓄積した状態における流速については、測定方法も含めたさらなる検討が必要である。また、ADV で得られた流速測定データを用いて、CFD を利用した水流シミュレーションが最適化されれば、様々な構造の水流を短時間で把握可能となり、浄化槽開発の効率化とコスト削減が期待できる。

4. 結 論

ADV を用いて、浄化槽一次処理槽の実験槽について流速を測定することにより、以下の知見を得た。

- 1) ADV による時系列データには、微小ランダム振動とスパイクが含まれるため、信頼性のある時間平均流速を求めるためには、スパイクの除去と十分な測定時間の確保が必要であった。
- 2) 壁面や気泡等の影響を受けない場合については、相関関数が 0.75 未満の流速データを棄却することにより、スパイクの除去が可能であり、信頼性の高い流速データが得られた。
- 3) 得られた知見に従って、浄化槽一次処理槽の実験槽内の流速を測定した結果、1 cm/s 以下の微流速であっても、流れの連続性は十分に得られ、槽内の水流パターンを詳細に把握できた。
- 4) 流入水量が異なっても水流パターンは変化しなかったが、流入水量が多いほど底部流速が速く、汚泥の巻き上がりや流出のリスクが高くなると考

えられた。

- 5) ADV を用いて一次処理槽内の水流を測定することにより、固液分離や汚泥貯留に影響する水流を把握可能であった。

参考文献

- 1) 中島 淳：小規模生活排水対策の近未来と浄化槽システム，用水と廃水，Vol. 43, No. 1, pp. 27-31 (2001)
- 2) 小川 浩，岩堀恵祐：合併処理浄化槽の歴史的背景と生活排水処理システムとしての役割，用水と廃水，Vol. 44, No. 2, pp. 113-123 (2002)
- 3) 胡 海軍，西嶋 渉，正藤英司，岡田光正：生物汚過法の浄化機構，水環境学会誌，Vol. 18, No. 5, pp. 412-418 (1995)
- 4) 小川雄比古，下高原博美，佐藤洋子，大野 茂，立本英機：ウレタンフォーム担体を用いた流動床型小規模合併処理浄化槽の開発，用水と廃水，Vol. 39, No. 6, pp. 510-516 (1997)
- 5) 佐藤吉彦，鈴木栄一，水野真一，永峯伸吾，井村正博，北尾高嶺：中空円筒形担体を用いた生物処理の効率化，水環境学会誌，Vol. 26, No. 1, pp. 27-32 (2003)
- 6) 北尾高嶺，木曾祥秋，金 富吉：嫌気性接触沈殿法による生活排水の一次処理，浄化槽研究，Vol. 2, No. 1, pp. 15-22 (1990)
- 7) 佐藤吉彦，市成 剛，井村正博，北尾高嶺，山田俊郎：嫌気性接触沈殿法を用いた小型合併処理浄化槽における一次処理の効率化，浄化槽研究，Vol. 15, No. 3, pp. 1-8 (2003)
- 8) 豊岡和宏，佐藤茂雄，土屋 玄，谷口文武，古米弘明：数値流体解析と活性汚泥モデルシミュレーションを用いたオキシレーション・ディッチ内溶存酸素濃度分布の基礎的な評価，EICA，Vol. 9, No. 2, pp. 35-38 (2004)
- 9) C. T. Ta and W. J. Brignal: Application of computational fluid dynamics technique to storage reservoir studies, Wat. Sci. Tech., Vol. 37, No. 2, pp. 219-226 (1998)
- 10) S. B. Kwon, N. S. Park, S. J. Lee, H. W. Ahn and C. K. Wang: Examining the effect of length/width ratio on the hydrodynamic behaviour in a DAF system using CFD and ADV techniques, Wat. Sci. Tech., Vol. 53, No. 7, pp. 141-149 (2006)
- 11) C. T. Ta, J. Beckley and A. Eades: A multiphase CFD model of DAF process, Wat. Sci. Tech., Vol. 43, No. 8, pp. 153-157 (2001)
- 12) A. N. Shilton and D. D. Mara: CFD (computational fluid dynamics) modeling of baffles for optimizing tropical waste stabilization pond systems, Wat. Sci. Tech., Vol. 51, No. 12, pp. 103-106 (2005)
- 13) A. Lohrmann, R. Cabrera and N. C. Kraus: Acoustic-doppler velocimeter (ADV) for laboratory use, Proceedings of Fundamental and Advancements in Hydraulic Measurements and Experimentation, ASCE, pp. 351-365 (1994)
- 14) N. C. Kraus, A. Lohrmann, and R. Cabrera: New acoustic meter for measuring 3D laboratory flows, J. hydraulic Engineering, Vol. 120, pp. 406-412 (1994)
- 15) H. Chanson, M. Trevethan, and S. Aoki: Acoustic Doppler velocimetry (ADV) in small estuary: Field experience and signal post-processing, Flow Measurement and Instrumentation, Vol. 19, pp. 307-313 (2008)
- 16) アレック電子(株): ADV 流速計データ処理プログラム 取扱説明書, 第3章
- 17) I. Masalo, L. Reig, and J. Oca: Study of fish swimming activity using acoustical Doppler velocimetry (ADV) techniques, Aquacultural Engineering, Vol. 38, pp. 43-51 (2008)
- 18) S. Dey, and A. K. Barbhuiya: Turbulent flow field in a scour hole at a semicircular abutment, Can. J. Civ. Eng., Vol. 32, pp. 213-232 (2005)

Water Flow Analysis of a Primary Treatment Tank of On-site Wastewater Treatment Facilities using Acoustic Doppler Velocimeter

Yosuke Tabata^{1)†}, Tetsunori Ozawa¹⁾ and Jun Nakajima²⁾

¹⁾ Institute for Water Environmental Study, Fuji Clean Co., Ltd.

²⁾ Department of Environmental Systems Engineering, Faculty of Science and Engineering, Ritsumeikan University

† Correspondence should be addressed to Yosuke Tabata:

(Institute for Water Environmental Study, Fuji Clean Co., Ltd. E-mail: yosuke_tabata@fujiclean.co.jp)

Abstract

In order to apply a computational fluid dynamics (CFD) to design a primary treatment tank of on-site wastewater treatment facilities, it is necessary to measure a water flow in the primary tank and compare the measured and calculated values obtained by the CFD. In this study, flow velocities in a model tank were measured using an acoustic Doppler velocimeter (ADV) after optimizing measurement conditions as well as data processing method. The correlation coefficient of each velocity data was able to determine reliability of the velocity data, and the data of correlation coefficient < 0.75 was found to be rejected. At least three minutes was needed to calculate the time average velocities accurately. The main current flowed from the inlet-baffle, down to the bottom, across the bottom, and up to the outlet-baffle in the tank. Velocity data measured by an ADV is useful to test the applicability of a CFD simulation to design a primary treatment tank.

Key Words: on-site wastewater treatment, primary treatment tank, ADV, flow measurement, CFD