

第3章 導入検討

第1節 導入検討手法

§16 導入検討手順

本技術の導入の検討にあたっては、対象とする下水処理場において実態調査を実施した上で、導入効果を検討し、導入の可否を判断する。

【解説】

本技術は、既存の設備、運転状況に応じて導入効果等が大きく異なることから、実態及び導入形態に応じた試算方法により検討する必要がある。そのため、導入検討にあたっては、図 3-1 に示す検討フローに従って、必要な情報を収集・整理し、導入効果の概略試算を行った上で、導入の是非を判断する。

導入効果の試算に先立ち、以下の3点について実態調査により確認する。

- (1) 制御システムの適用範囲の確認
- (2) 複数系列制御方式における代表池の選定
- (3) 現行の運転における処理状況の把握

実態調査の結果に基づき、導入効果を検討し、導入検討を完了する。

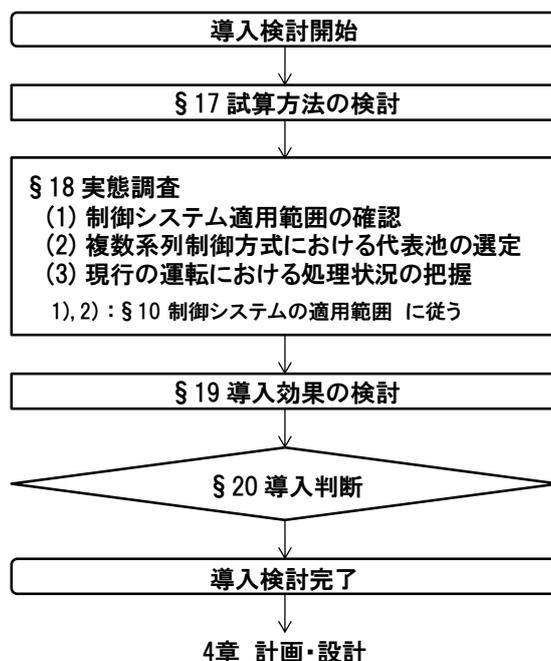


図 3-1 導入検討手順

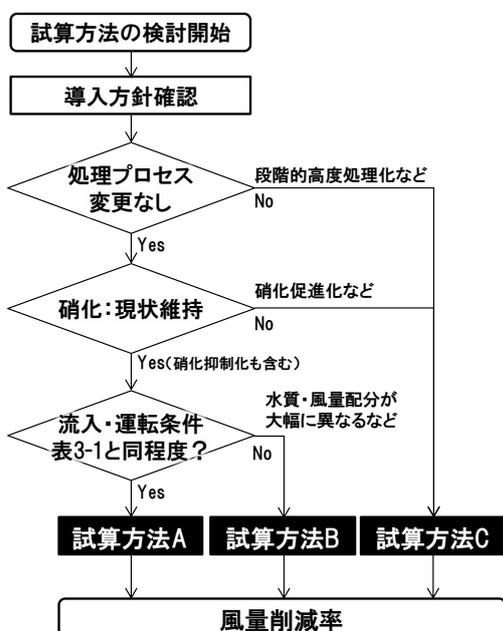
§17 試算方法の検討

本技術の導入にあたり、処理場の状況に応じた導入効果の試算方法を検討する。

【解説】

本技術は硝化運転制御に係るものであり、風量を適切に制御し、処理水 NH₄-N 濃度の安定化、風量削減による消費電力の低減を図るものである。本技術の導入に際しては、既設の処理場の状況により導入効果が異なることから、まずは処理場に応じた風量削減率の試算方法を検討する。

図 3-2 に風量削減率の試算方法の検討フロー、および各試算方法の概要を示す。処理プロセスの変更の有無、硝化の程度や流入・運転条件によって、試算方法 A, B, C の3つから選択する。



試算方法A

- NH₄-N処理状況を調査
- 好気タンク内のNH₄-N濃度が処理水NH₄-N目標値に達する位置(硝化目標達成位置)を算出
- **風量削減率試算式**(実証研究結果により構築)に基づき、硝化目標達成位置から風量削減率を試算

試算方法B : 実証実験時の条件と大きく異なる場合

- 硝化目標達成位置に加えて、導入検討する処理場の風量配分比・必要酸素量も考慮して試算

試算方法C : 処理プロセス変更時や硝化促進時(風量の増減予測困難時、風量の増加時)

- DO一定制御を採用していたと想定し、実証実験値16.9%を暫定的に適用

図 3-2 試算方法の検討フロー

試算方法 A は、本技術導入に際して処理プロセスの変更がなく、硝化を現状維持もしくは抑制した運転とする場合で、流入・運転条件が表 3-1 の実証施設の条件と同程度である処理場に適用する。試算方法 A では、実証研究において構築した風量削減率試算式を活用し、実態調査における好気タンクの NH₄-N 濃度の推移を基に、風量削減率を試算する。

試算方法 B は、試算方法 A とは異なり、流入・運転条件が表 3-1 の実証施設の条件と大幅に異なる処理場に適用する。試算方法 B では、流入水質や運転条件に基づく必要酸素量や風量配分比の影響を考慮して試算する。

試算方法 C は、段階的¹⁾高度処理(§13 導入シナリオ例参照)など処理プロセスの変更を図る場合や、硝化抑制運転から硝化促進運転に変更する場合に適用する。処理プロセス変更時には、反応タンクの構成や活性汚泥の性状が変化することから、風量の増減の予測は困難である。また、

現状より硝化を促進する場合は、風量が増加する。そのため、これらのケースでは、現行の運転における処理状況から風量削減率を試算することは困難である。そこで、従来制御として DO 一定制御を採用していたと想定し、従来技術に対する風量削減率を実証研究結果（§ 15 技術の評価結果）から 16.9%と仮定する。

表 3-1 本技術実証時における水質・運転条件
(資料編 1.4 実証研究 (④採水・採ガス調査) の詳細 P.107)

項目	採水調査時条件
流入全窒素	21~24 mg-N/L
流入NH ₄ -N	15~19 mg-N/L
流入BOD	80~100 mg/L
MLSS	2,000~2,300 mg/L
水温	22~27°C
風量配分	均一曝気~後段絞り(70%)

§18 実態調査

本技術の導入検討開始にあたり、対象とする下水処理場の実態調査として、以下の調査を実施する。

- (1) 制御システムの適用範囲の確認
- (2) 複数系列制御方式における代表池の選定
- (3) 現行の運転における処理状況の把握

【解説】

(1) 制御システムの適用範囲の確認

制御システムの適用範囲については **§ 10 制御システムの適用範囲** で述べたとおりであり、対象の下水処理場における適用範囲を確認し、必要な制御システム数を導出する。

(2) 複数系列制御方式における代表池の選定

代表池については **§ 10 制御システムの適用範囲** で述べたとおりであり、制御システムごとに適切な代表池を選定する。

(3) 現状の運転における処理状況の把握

本技術の導入効果として風量削減率や電力削減量を試算するに当たり、現行の運転における処理状況を把握する。表 3-2 に調査項目を示す。風量削減率の試算に必要な項目は、3つの試算方法ごとに異なる。試算方法 A では、好気タンクでの $\text{NH}_4\text{-N}$ の処理状況に基づき試算する方法であるため、各好気タンク容量、各好気タンクおよび処理水の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度のみ調査すればよい。試算方法 B では、 $\text{NH}_4\text{-N}$ の処理状況に加え、風量配分比や必要酸素量を考慮して試算する方法であるため、各好気タンクへの風量配分比（推定可）や、BOD 酸化、硝化、内生呼吸、DO 維持に係る必要酸素量の算出に必要な項目を追加で調査する。試算方法 C では、風量削減率として実証実験値の 16.9%を用いるため、風量削減率の試算のための調査は不要である。これらの試算のために取得する水質値は試算に適切と考えられる代表値で、例えば代表池における通日平均値である。時期別に試算を実施したい場合は、複数の時期の通日平均値を取得し、それぞれの試算を実施する。電力削減量の試算に関しては、必要な項目として風量およびブロワ消費電力量の実績値、もしくはブロワ性能曲線を調査する。

表 3-2 実態調査を実施する項目

目的	項目	単位	試算方法 A	試算方法 B	試算方法 C
硝化目標達成位置の把握	各好気タンク容量	m ³	○	○	—
	各好気タンク・処理水 NH ₄ -N	mg-N/L	○	○	—
必要酸素量の算出	流入水・処理水 BOD	mg/L	—	○	—
	流入水量	m ³ /d	—	○	—
	MLVSS	mg/L	—	○	—
	各好気タンクへの風量配分比	%	—	○	—
	無酸素タンク NO _x ⁻ -N 負荷量・流出量	kg-N/d	—	○	—
	流入水・処理水ケルダール性窒素	mg-N/L	—	○	—
	返送・循環・余剰汚泥流量	m ³ /d	—	○	—
	好気タンク末端 DO	mg/L	—	○	—
必要酸素量演算に係る係数群	—	—	○	—	
電力削減量の算出	風量及びブロワ電力量の実績値、またはブロワ特性曲線	—	○	○	○

§19 導入効果の検討

実態調査結果を基に、本技術の導入により期待される風量削減率、電力削減量、温室効果ガス削減量、建設費・維持管理費、経費回収年に対する効果を検討する。

【解説】

本技術の導入効果は、図 3-3 に示すフローに従い各項目について試算する。導入効果試算の基本的な考え方は、「好気タンクでの硝化により減少する NH₄-N に対し、目標とする NH₄-N 濃度を達成した位置（硝化目標達成位置）以降の風量は過剰とみなし、削減の余地がある」とする。

試算方法 A, B では、まず(1) 硝化目標達成位置を導出する。その後、試算方法 A では、実証研究で構築した硝化目標達成位置と風量削減率の関係式（風量削減率試算式）を利用し、風量削減率を試算する（(4a) 風量削減率）。試算方法 B では、流入水質や好気タンクへの風量配分が実証条件（表 3-1）と大幅に異なる場合に、(2) 修正硝化目標達成位置、および(3) 必要酸素量を算出し、風量配分比や必要酸素量を考慮して風量削減率を試算する（(4b) 風量削減率）。試算方法 C では、風量削減率として実証研究結果 16.9%を用いる（(4c) 風量削減率）。風量削減率を試算した後、(5) 電力削減量、(6) 温室効果ガス削減量、(7) 建設費・維持管理費・電力削減費、(8) 経費回収年について試算する。本フローに従った計算方法の例は、第 2 節 導入効果の検討例を参照のこと。

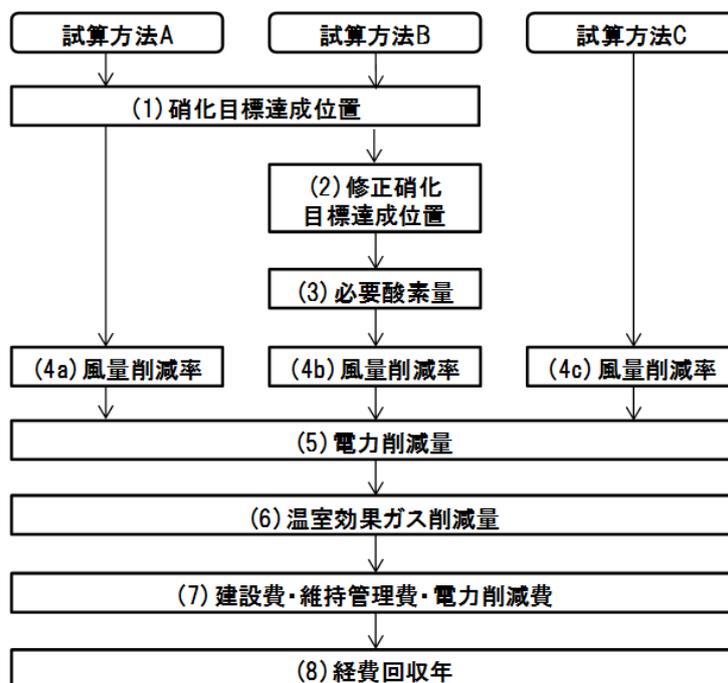


図 3-3 導入効果試算の手順

(1) 硝化目標達成位置

試算方法 A, B を選択した場合に導出する。試算方法 C では本項目は省略し、(4c) 風量削減率へ進む。

§ 18 実態調査における各好気タンクでの NH₄-N 濃度から、処理水 NH₄-N 目標値との交点を求める。この交点を硝化目標達成位置と定義し、好気タンクの全長のうち、硝化目標達成位置以降の好気タンクの長さの割合で表す。硝化目標達成位置以降の風量は過剰とし、風量削減の余地があるとする。

実態調査結果における NH₄-N 濃度履歴の例を図 3-4 に示し、硝化目標達成位置の算出方法について述べる。グラフでは列ごとのマスを好気タンクに見立てており、各マスの長さの比は各好気タンクの滞留時間比 (容積比) に相当する。この例では好気タンクは全て同じ容積としたため、同じマス長である。実態調査における各好気タンクでの NH₄-N 濃度平均値を、各タンク末端 (マスの右端) にプロットする。好気タンクでの NH₄-N 濃度履歴のグラフと、一点鎖線で示した処理水 NH₄-N 目標値との交点が硝化目標達成位置 α となる。なお、ここでは処理水 NH₄-N 目標値を 0.38 mg-N/L としている。硝化目標達成位置 α の大きさは、好気タンク全長のうち処理水 NH₄-N 目標値との交点以降の長さの割合で定義され、図 3-4 の例では $\alpha = 38\%$ となる。

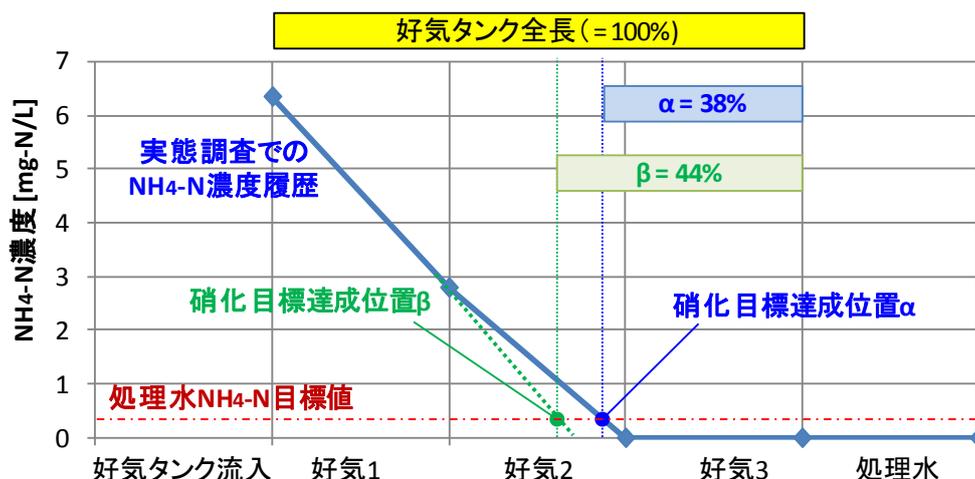


図 3-4 実態調査結果に基づく硝化目標達成位置の算出方法の概念図

ところで、図 3-4 では好気タンク 2 で完全硝化となり、NH₄-N 濃度は不検出となっていた。ここで、好気タンク 2 でも好気タンク 1 と同様の傾きで硝化が進行していたと仮定すると、想定される処理水 NH₄-N 目標値の到達点は硝化目標達成位置 α よりも上流側になる可能性がある。このような場合、上流側の好気タンク (ここでは、好気タンク 1) の NH₄-N 濃度履歴の延長線と処理水 NH₄-N 目標値との交点から硝化目標達成位置 β ($>\alpha$) を求める。図 3-4 の例では、 $\beta = 44\%$ となる。試算方法 A では、硝化目標達成位置は $\alpha = 38\%$ と $\beta = 44\%$ の間にあるものとし、例えば α と β の平均値 (ここでは、41%) を硝化目標達成位置として、(4a) 風量削減率の試算に用いる。なお、硝化目標達成位置の具体的な算出式については、資料編 2.1 硝化目標達成位置の算出式 P. 114 を参照のこと。

導入検討する下水処理場での流入・運転条件が実証条件（表 3-1）と同様の場合、ここで求めた硝化目標達成位置を用いて、(4) 風量削減率以降の試算を実施する。一方で、流入・運転条件が実証条件（表 3-1）と大幅に異なる場合は、試算方法 B として、(2) 修正硝化目標達成位置の導出に進む。

(2) 修正硝化目標達成位置

試算方法 B を選択した場合に導出する。試算方法 A, C では本項目は省略し、(4) 風量削減率へ進む。

本項では風量削減率を推定するにあたり、導入検討する下水処理場における各好気タンクへの風量配分比を考慮し、(1)において導出した硝化目標達成位置 α および β の修正を行う。

例えば、図 3-5 に示したような後段の好気タンクへの風量が少ない処理場の場合、均一曝気の場合と比較すると、同じ硝化目標達成位置であっても過剰曝気の程度は小さくなる。そこで、様々な風量配分比の条件下での硝化目標達成位置を同じ尺度で比較するため、(1)において導出した硝化目標達成位置を均一曝気と仮定した場合の硝化目標達成位置に修正する。修正後の硝化目標達成位置をそれぞれ α' 、 β' とする。

風量配分比に関しては、各好気タンクへの風量を実測している場合はそれを用いるが、不明確な場合は、各好気タンクへの弁開度や曝気気泡数の目視などにより確からしい風量配分比を推定する。

例として、各好気タンクへの風量配分比が不明確であり、風量配分比がおおよそ好気タンク 1：好気タンク 2：好気タンク 3 = 100:100:100（均一曝気）から 100:90:70（図 3-5 に示す条件）の範囲内で運転していると推定される施設において、実態調査により図 3-4 に示す結果が得られた場合の修正硝化目標達成位置を下記手順にて算出する。

下流側の硝化目標達成位置 α の修正は、上述の推定される風量配分比の範囲のうち下流側の好気タンクへの風量の配分が最も小さい条件を基とし、硝化目標達成位置 α を修正する。実態調査の結果（図 3-4 参照）より、風量配分比が 100:90:70 における硝化目標達成位置 α が 38%であるとすると、均一曝気（風量配分比 100:100:100）へ補正することで、 α までに供給される風量と同等となる位置は下流側にずれ込み、修正硝化目標達成位置 $\alpha'=32\%$ となる。

一方、上流側の修正硝化目標達成位置 β' では、上述の推定される風量配分比の範囲のうち下流側の好気タンクへの風量の配分が最も大きい条件を基とし、硝化目標達成位置 β を修正する。今回の想定では、下流側の風量配分が最も大きい条件は均一曝気であるため、風量配分による修正を行わず、 $\beta'=\beta=44\%$ となる。

上述のとおり、表 3-3 に示した条件における硝化目標達成位置を修正すると、 α' は 32%、 β' は 44%となった。

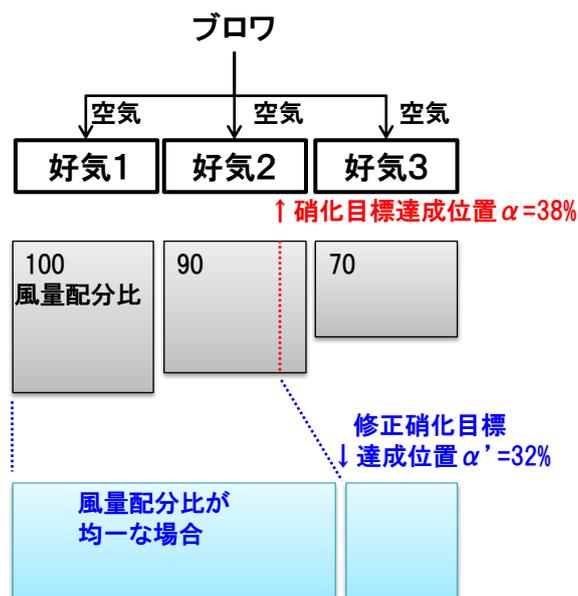


図 3-5 風量配分比による硝化目標達成位置の修正

表 3-3 修正硝化目標達成位置の導出に用いる硝化目標達成位置および風量配分比

修正硝化目標達成位置	硝化目標達成位置	風量配分比
下流側 (α')	α	後段側の配分比が少ないケース (例えば、配分比 100:90:70)
上流側 (β')	β (α のみの場合は α)	均一曝気のケース (配分比 100:100:100)

(3) 必要酸素量

試算方法 B を選択した場合に導出する。試算方法 A は、流入水質や MLSS などの条件が実証条件 (表 3-1) と同様な処理場への適用を前提として、実証研究により構築した風量削減率試算式を用いるため、実証条件 (表 3-1) と大幅に異なる運転を行っている処理場には適用が困難である。そこで、試算方法 B では条件が異なる処理場を対象とし、後述の(4b)に示すように、 $\text{NH}_4\text{-N}$ の処理状況 (修正硝化目標達成位置)、生物処理に必要な酸素量と風量の関係から過剰曝気の程度を把握し、風量削減率の試算に反映する。本項では、生物処理に必要な酸素量として、BOD 酸化、硝化、内生呼吸、DO 濃度の維持に係る必要酸素量を算出する。各項目の導出方法は下水道施設計画・設計指針と解説¹⁾を参照のこと。また、後述の(4b)において風量削減率の試算に用いるため、全必要酸素量に対する BOD 酸化および硝化反応に係る必要酸素量の比について算出する。

(4) 風量削減率

(4a) 試算方法 A

試算方法 A を選択した場合の風量削減率の試算方法であり、(1)で求めた硝化目標達成位置を式(3.1)に代入して、風量削減率を導出する。

$$\text{風量削減率} = 0.51 \times \text{硝化目標達成位置} \quad (3.1)$$

式(3.1)は実証施設での硝化目標達成位置と風量削減率の関係から導出した風量削減率試算式である(資料編 2.2 導入前処理状況と風量削減率の関係(試算方法 A の構築) P.115 参照)。

(4b) 試算方法 B

試算方法 B を選択した場合の風量削減率の試算方法である。試算方法 B では、修正硝化目標達成位置および必要酸素量を用いて、風量配分比や流入水質、運転条件の影響を考慮した風量削減率を試算する。図 3-6 に、試算方法 B における過剰な風量の位置づけを示す。ここでは、以後の計算や理解を助けるため、各好気タンクへの風量が均一である場合を例とした。

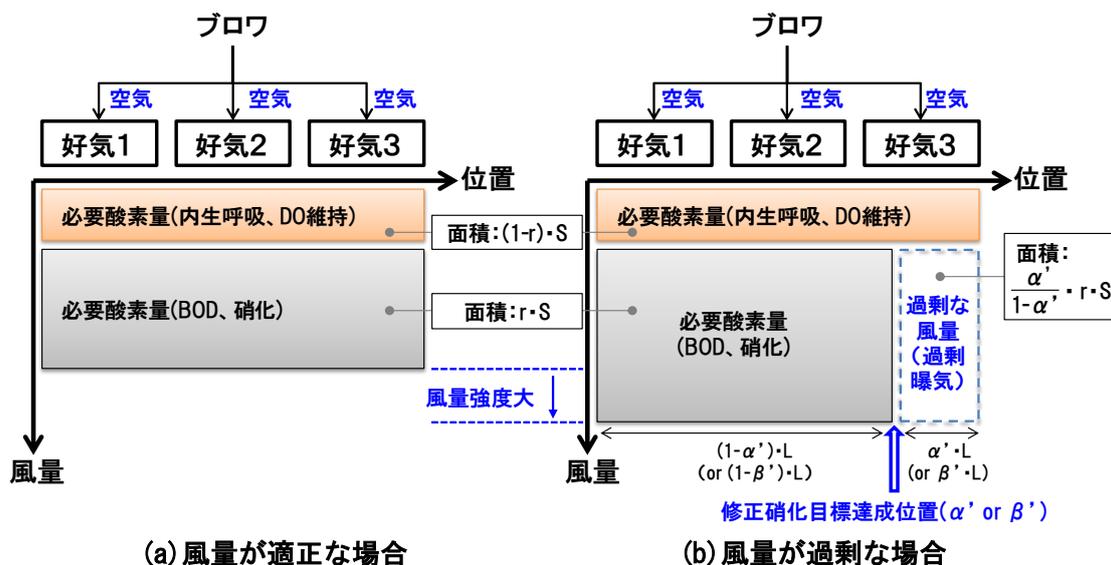


図 3-6 詳細試算における過剰曝気の位置付け(好気タンクへの風量配分が均一な場合)

活性汚泥の内生呼吸に必要な酸素量は活性汚泥濃度に依存するため、図 3-6(a) 風量が適正な場合、図 3-6(b) 風量が過剰な場合も好気タンク末端まで必要と図示した。BOD の酸化および硝化反応に関しては、これらが好気タンク末端で目標に達するように適正に制御されている。図 3-6(a) 風量が適正な場合は、内生呼吸と同様、好気タンク末端まで酸素が必要と考える。一方、図 3-6(b) 風量が過剰な場合では、供給する風量が大きいため、BOD の酸化および硝化反応に必要な酸素量は好気タンクの中ほどで充足する。この充足する点は、上述した修正硝化目標達成位置に相当し、この点より下流側では、内生呼吸や DO 維持に必要な酸素を供給する風量以外は、過剰な可能性がある。

以上の仮定から、図 3-6(b) 風量が過剰な場合に示す点線領域が過剰曝気に相当すると考えられることから、各要素の合計面積に対して過剰な風量が占める割合から風量削減率を推定する。

図 3-6 (b) に示す α' もしくは β' は修正硝化目標達成位置、 γ は全必要酸素量に対する BOD 酸化および硝化反応に係る必要酸素量の比であり、必要酸素量 (内生呼吸、DO 維持)、必要酸素量 (BOD 酸化、硝化)、過剰曝気領域の大きさは、図 3-6 に示す各要素の面積として見積もられる。なお、 L, S は便宜的に設定した定数である (L : 好気タンクの全長, S : 全必要酸素量)。よって、推定風量削減率の最小値 x_1 、最大値 x_2 [%] は、それぞれ、(2) において導出した下流側の修正硝化目標達成位置 α' 、下流側の修正上流側の修正硝化目標達成位置 β' を用いて式 (3.2) により算出する。

以上により、風量削減率は、風量配分比、修正硝化目標達成位置、低濃度補正項の推定幅を考慮した x_1 から x_2 ($x_1 < x_2$) の範囲に推定される。

$$x_1 = \frac{C_1 \cdot \alpha' \cdot \gamma}{1 - \alpha' + \alpha' \cdot \gamma} \quad \text{および} \quad x_2 = \frac{C_2 \cdot \beta' \cdot \gamma}{1 - \beta' + \beta' \cdot \gamma} \quad (3.2)$$

ここで C_1, C_2 は補正項[-]とした。過剰曝気となる好気タンクの下流側では、一般的に $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度や BOD 濃度が小さくなり、上流側と比較すると酸素の利用効率が低減すると考えられる。その影響を考慮するための補正項で、本実証研究から推定された $C_1 = 0.6, C_2 = 0.8$ を用いる。

(4c) 試算方法 C

試算方法 C を選択した場合、風量削減率は実証研究期間中の平均値である、DO 一定制御に対する風量削減率の 16.9% とする。この風量削減率は実証研究に基づく値であるため、対象施設の流入・運転・処理状況によって、実際の風量削減率と異なる場合があることに注意する。風量削減率の詳細については資料編 1.2 実証研究の詳細 (①長期制御性、②目標可変性) P.92 を参照のこと。

(5) 電力削減量

(4) にて導出した風量削減量に基づき、以下ア) やイ) などの方法により、電力削減量を求める。

ア) 電力原単位から算出

処理場のブロワにおいて、実態調査における風量とブロワ消費電力量の結果から式 (3.3) により電力原単位を算出する。

$$\text{電力原単位 [kWh/m}^3] = \frac{\text{ブロワ消費電力量 [kWh]}}{\text{風量 [m}^3]} \quad (3.3)$$

この電力原単位に (4) での風量削減率を乗じて、式 (3.4) により電力削減量を算出する。

$$\begin{aligned} & \text{電力削減量 [kWh]} \\ & = \text{電力原単位 [kWh/m}^3] \times \text{風量 [m}^3] \times \text{風量削減率 [-]} \end{aligned} \quad (3.4)$$

イ) ブロワ性能曲線より算出

ブロワの性能曲線（風量と軸動力の関係）を基に、現在の各ブロワの風量における軸動力、また風量削減率後の風量を低減した場合の軸動力を求め、電力削減量を算出する。

(6) 温室効果ガス削減量

導出した電力削減量に基づき温室効果ガス削減量を求める。

§ 15(4) 温室効果ガス排出量 に示したとおり、N₂O ガスは評価対象からは除外し、温室効果ガス削減に係る項目を電力由来のCO₂のみとする。式(2.3)に示したとおり、「平成26年度の電気事業者ごとの実排出係数・調整後排出係数等の公表について（環境省地球環境局地球温暖化対策課）」に基づく代表値 0.579 kg-CO₂/kWh に電力削減量を乗ずることで、温室効果ガス削減量を算出する。

(7) 建設費・維持管理費・電力削減費

§ 18(1) 制御システムの適用範囲の確認において試算した導入ケース、導入制御システム数に基づき試算する。

監視制御システムの新設・更新工事にあわせて本技術を導入する場合（ケース①）、既存設備の改造で本技術のみを導入する場合（ケース②）で建設費の試算内容は異なる。維持管理費はいずれのケースによらず同額とした。建設費、維持管理費は式(3.5)から式(3.8)で表される。なお、建設費や維持管理費の詳細は資料編4.2(1) 建設費 P.127を参照されたい。

ケース①

$$\text{建設費 [万円]} = \text{導入システム数} \times 1850 \text{ 万円} \quad (3.5)$$

$$\text{維持管理費 [万円/年]} = \text{導入システム数} \times 137 \text{ 万円/年} \quad (3.6)$$

ケース②

$$\text{建設費 [万円]} = \text{導入システム数} \times 2850 \text{ 万円} + 2700 \text{ 万円} \quad (3.7)$$

$$\text{維持管理費 [万円/年]} = \text{導入システム数} \times 137 \text{ 万円/年} \quad (3.8)$$

また、電力削減費については、(5)において算出した電力削減量、および電力単価 15 円/kWh を用いて算出する。算出式を式(3.9)に示す。

$$\text{電力削減費 [万円/年]} = \text{電力削減量 [kWh/年]} \times 15 \text{ 円/kWh} \quad (3.9)$$

(8) 経費回収年

(7)において算出した建設費、維持管理費、電力削減費から導出する。算出式を式(3.10)に示す。

$$\text{経費回収年 [年]} = \frac{\text{建設費}}{\text{電力削減費} - \text{維持管理費}} \quad (3.10)$$

§20 導入判断

導入効果の検討結果を踏まえ、費用、エネルギー削減効果、温室効果ガス削減効果を総合的に評価し、本技術を導入するか判断する。

【解説】

§16 導入検討手順における導入効果検討結果から総合的に判断して導入効果が見込まれる場合には、本技術の導入に係る意思決定を行い、第4章 計画・設計に移る。評価を行った結果、十分な導入効果が見込まれない場合は、導入シナリオ、制御対象範囲等、設定条件を見直した上で、再検討を行うことが望ましいが、効果がない場合には導入検討を中止する。

第2節 導入効果の検討例

§21 導入効果の試算条件

本節では、具体例として計画最大汚水量 50,000 m³/日、標準活性汚泥法の仮想の下水処理場に本技術を導入する際の試算手順および結果を示し、導入効果の検討方法についてまとめる。本項では、仮想の下水処理場の施設条件を示す。

【解説】

本節では具体例に基づき、本技術の導入効果の試算手順および結果を示す。本節で設定した仮想の下水処理場の施設条件を表 3-4 に示す。処理規模としては計画最大汚水量 50,000 m³/日の標準活性汚泥法の下水処理場で、2系列、計8池から構成される。想定フローを図 3-7 に示す。現状の処理水 NH₄-N 目標値を維持しつつ、過剰な風量を削減することを本技術の導入目的とし、本技術の導入タイミングとして、監視制御システムの更新時に導入する場合（ケース①）と、既存の監視制御システムを改造して導入する場合（ケース②）を検討する。次の § 22 導入効果の試算結果において、この仮想処理場における本技術の導入効果の試算手順および結果についてまとめる。

表 3-4 仮想処理場の施設条件

項目	施設条件
処理方式	標準活性汚泥法
処理規模	50,000 m ³ /日(日最大)、40,000 m ³ /日(日平均)
系列数	2系列、計8池 (各池の処理法・躯体構造は同一。流入・運転条件は同様に調整)
流入・運転条件	実証研究(表3-1)と同様の条件
プロワ仕様	鋳鉄製多段ターボプロワ、2台
風量調節機構	インレットベーン制御・台数制御
送風量制御方式	D0一定制御
処理プロセス変更	無
処理水NH ₄ -N目標値	0.25 mg-N/Lで、変更なし
導入目的	現状の処理水NH ₄ -N目標値を超過することなく、送風量を削減
検討中の導入タイミング	ケース①：監視制御システムの更新に併せて導入 ケース②：既存の監視制御システムを改造して導入
導入判断の目安	経費回収年6年以内

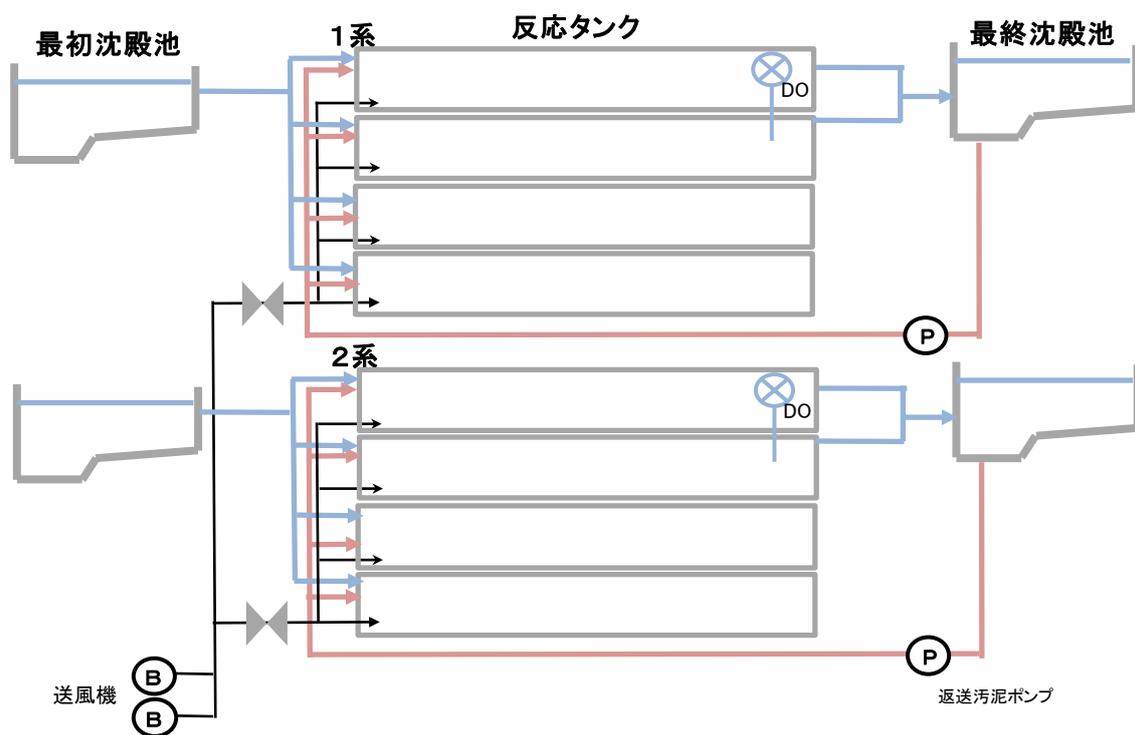


図 3-7 仮想処理場（標準活性汚泥法、50,000 m³/日）の想定フロー

§22 導入効果の試算結果

本技術の導入効果の試算手順および結果について、その具体例を用いてまとめる。

【解説】

§21 導入効果の試算条件に示した仮想処理場において、§17～§20 までの手順に則り、導入効果を試算した結果を示す。

(1) 試算方法の検討

§17 試算方法の検討における図 3-2 試算方法の検討フローに従い、風量削減率の試算方法を決定する。表 3-4 に示した仮想処理場は、処理プロセスおよび処理水 $\text{NH}_4\text{-N}$ 目標値の変更なし、流入・運転条件が実証条件（表 3-1）と同様であることから、試算方法 A を選択する。なお、これ以降、本検討では試算方法 A に基づく風量削減率の試算方法の例を示すが、試算方法 B に基づく例についても(1')、(2')に参考として記載する。

(2) 実態調査

ア) 制御システムの適用範囲の確認

§18 実態調査における(1) 制御システムの適用範囲の確認に基づく。具体的には、表 2-1 に示した複数系列制御方式の代表池・展開池の条件に従い、制御システムの適用範囲を決定する。表 3-4 に示した仮想処理場は、全ての系列・池の処理法式、躯体構造が同一であり、また流入・運転条件が同様に調整されていることから、1つの制御システムで対応できるとする。そのため、 $\text{NH}_4\text{-N}$ センサーの設置台数は1組（2台）となる。なお、代表池の選定については、表 2-1 に従うものとし、本試算例では任意とする。

イ) 現行の運転における処理状況の把握

風量削減率の試算方法として試算方法 A を選択した場合、実態調査では表 3-2 に示したとおり、硝化目標達成位置の導出に必要な各好気タンク・処理水の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度、電力削減量の算出に必要な風量及びブロワ消費電力量の実績値、またはブロワ性能曲線を調査する。好気タンク・処理水の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度の調査結果の例を図 3-8 に示す。また、風量は $405,000 \text{ m}^3/\text{日}$ 、ブロワ消費電力量は $10,200 \text{ kWh}/\text{日}$ であり、式 (3.3) に基づき電力原単位を算出すると、 $0.025 \text{ kWh}/\text{m}^3$ であった。

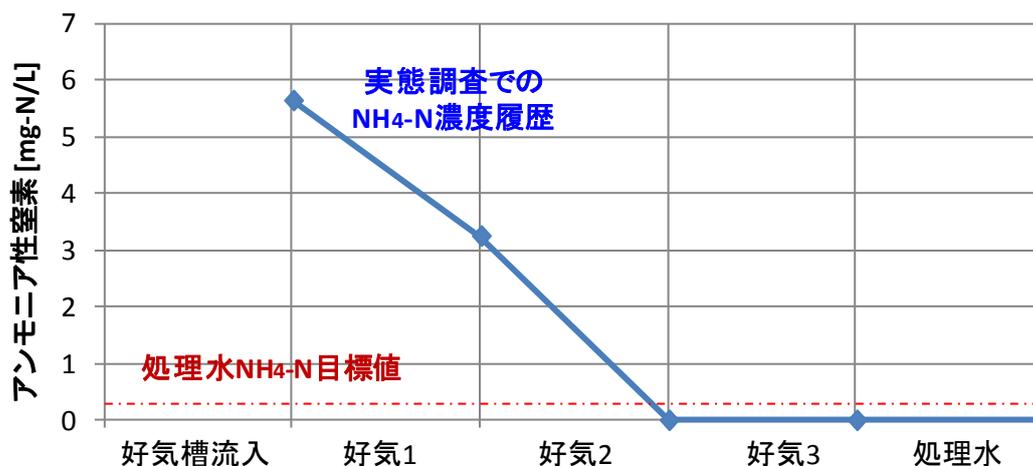


図 3-8 実態調査における NH₄-N 処理状況の結果例

(3) 導入効果の検討

§ 19 導入効果の検討に従い、導入効果に関する各項目を試算した。なお、電力削減費の試算は電力原単位に基づく方法を用いた。試算結果を表 3-5 に示す。電力削減量は 1,880 kWh/日となり、電力費を年間 1030 万円削減できる結果を得た。

表 3-5 検討例における導入効果の試算結果

項目	試算結果		備考
	ケース① (監視制御:更新)	ケース② (監視制御:改造)	
硝化目標達成位置	36%	36%	実態調査結果(図3-8)に基づき算出
風量削減率	18.4%	18.4%	式(3.1)に基づき算出
電力削減量	1,880 kWh/日	1,880 kWh/日	-
温室効果ガス削減量	1,090 kgCO ₂ /日	1,090 kgCO ₂ /日	-
建設費	1850万円/年	5550万円/年	導入システム数を1に設定して、算出
維持管理費	137万円/年	137万円/年	導入システム数を1に設定して、算出
電力削減費	1030 万円/年	1030 万円/年	-
経費回収年	2.07年	6.22年	-

(4) 導入判断

表 3-4 に示したとおり、経費回収年が 6.0 年以内であることを導入判断の目安と設定した。表 3-5 の結果をみると、監視制御システムを改造して導入するケース②では 6.22 年と超過したのに対し、監視制御システムの更新時に導入するケース①では 2.07 年と下回った。ケース①では、監視制御システムに係る建設費の一部を更新費用と共通化でき、ケース②と比べて建設費を低減できるためである。以上の導入効果の試算結果から、ケース①の監視制御システムの更新時に本技術を導入することと判断し、具体的な計画・設計に移行する。

以上、(1) 試算方法の検討において試算方法 A を選択した場合の導入効果の検討結果を示した。一方、(1) 試算方法の検討において、検討対象の処理場における流入・運転条件が実証条件（表 3-1）と大幅に異なり、試算方法 B を選択した場合の導入効果の検討手順および試算結果について以下に示す。

(1') 実態調査（試算方法 B を選択した場合）

ア) 制御システムの適用範囲の確認

試算方法 A を選択した場合と同一である。

イ) 現行の運転における処理状況の把握

風量削減率の試算方法として試算方法 B を選択した場合、実態調査では表 3-2 に示したとおり、試算方法 A での調査項目に加え、必要酸素量の算出に必要な項目を調査する。

(2') 導入効果の検討（試算方法 B を選択した場合）

§ 19 導入効果の検討に従い、導入効果に関する各項目を試算した。試算結果を表 3-6 に示す。試算方法 B では、風量配分比や必要酸素量も試算に反映する。本例では、3 つの好気タンクへの風量配分比として、ケース A、ケース B を設定し、§ 19 (2) 修正硝化目標達成位置での方法に基づき、修正硝化目標達成位置 α' 、 β' を算出した。また、(1') 実態調査（試算方法 B を選択した場合）の結果から必要酸素量の各項目を算出し、全必要酸素量における全必要酸素量に対する BOD 酸化および硝化反応に係る必要酸素量の比 γ を導出した。これらの結果を踏まえ、風量削減率を推定すると、 x_1 が 12.3%、 x_2 が 20.5%となり、平均値としては 16.4%という試算結果が得られた。この風量削減率を用いて、試算方法 A と同様に電力削減効果等の導入効果の検討、および導入判断を実施していく。

表 3-6 試算方法 B に基づく風量削減率の試算結果例

項目	試算結果
硝化目標達成位置 α	36%
硝化目標達成位置 β	36%
風量配分比(ケースA)	100, 90, 70
風量配分比(ケースB)	100, 100, 100
硝化目標達成位置 α'	30%
硝化目標達成位置 β'	36%
必要酸素量(BOD)	174 kg-O ₂ /日
必要酸素量(硝化)	436 kg-O ₂ /日
必要酸素量(内生呼吸)	344 kg-O ₂ /日
必要酸素量(DO)	35 kg-O ₂ /日
必要酸素量(BOD・硝化)比 γ	62%
推定風量削減率 x_1	12.3%
推定風量削減率 x_2	20.5%
推定風量削減率(平均値)	16.4%