

第3章 導入検討

第1節 導入検討手法

§ 12 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の現況および課題等を把握し、導入効果の検討を行い、適切に導入判断する。

【解説】

導入検討にあたっては、図3-1に示す導入検討フローにしたがって、必要な情報を収集し、導入効果の概略試算評価を行い、導入判断を行う。

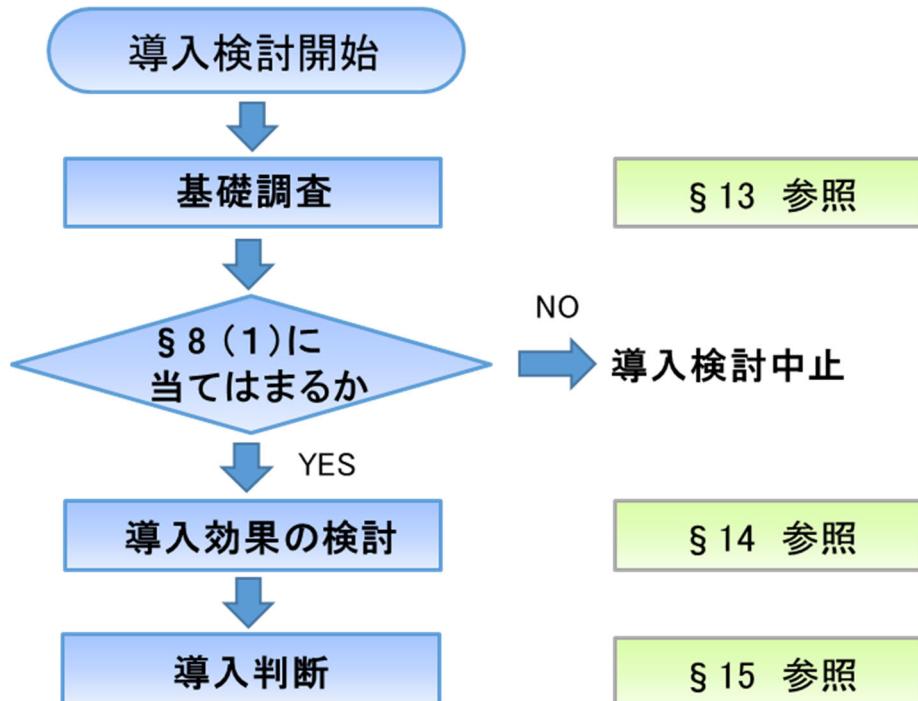


図3-1 導入検討フロー

§ 13 基礎調査

導入検討に必要な、以下の情報を把握する

- (1) 関連する下水道計画（上位計画、基本計画、その他関連計画、高度処理計画）
- (2) 流入汚水量の現状把握と将来予測
- (3) 流入水質および放流水質、水温
- (4) 反応タンクの活性汚泥濃度、返送汚泥比、余剰汚泥量
- (5) 既存施設情報（反応タンク、最終沈殿池、送風機、風量、風量制御方法等）の確認

【解説】

概略の導入検討に必要な情報として、施設情報、流入水質、流入汚水量、更新計画を調査する。なお、本格的な計画・設計のための情報収集は § 17 基本事項の把握に詳述している。

(1) 関連する下水道計画（上位計画、基本計画、その他関連計画、高度処理計画）

導入検討対象とする下水処理施設の下水道計画（上位計画、基本計画、その他関連計画、高度処理計画）等の情報を収集する。

(2) 流入汚水量の現状把握と将来予測

下水処理場の維持管理年報等により、日最大汚水量を含む年間の水量の傾向変動を確認する。さらに、人口増加あるいは減少に伴う流入汚水量の将来的な増減の予測を確認し、処理場統廃合等の計画がある場合は、それらを考慮した流入汚水量の予測も確認する。

(3) 流入水質および放流水質、水温

下水処理場の維持管理年報等から最初沈殿池流入水質（BOD、T-N、T-P）、最初沈殿池流出水質（BOD、T-N、T-P）、放流水質（BOD、T-N、T-P）の年間平均水質、流入下水の低水温時の水温の月平均値を調査する。また、流入水質、処理水質、放流水質の計画値および設計値も確認する。

(4) 反応タンクの活性汚泥濃度、返送汚泥比、余剰汚泥量

導入検討対象とする水処理施設の反応タンク汚泥濃度、返送汚泥比、余剰汚泥量を維持管理年俸で確認する。

(5) 既存施設情報（反応タンク、最終沈殿池、送風機、風量、風量制御方法等）の確認

導入検討対象とする水処理施設の既存施設情報（反応タンク、最終沈殿池、送風機、風量、風量制御方法等）を収集する。

§ 14 導入効果の検討

導入効果は、基礎調査によって把握した結果を整理して建設費の概算費用（費用関数）を算出し、これらを総合的に検討する。維持管理費は原単位を用いて検討する。

土木施設から新設する場合には、設置スペースに対する土木施設を含めた設置可否を確認した後、土木施設を含めて、費用を算出する。

【解 説】

本解説では、既存施設への改造を前提とした本技術の導入効果の概略検討手法を示す。

詳細な導入効果の検証には、既存施設の状況や流入水質に応じた設計検討が必要である（§ 38 導入効果の検証 参照）。

（1）既存施設への設置可否判断

1) 既存の標準法施設を高度処理化する場合

はじめに、既存施設に本技術が設置可能かを検討する。本技術は、既設改造（標準法）の場合に追加設置する機器は原則として、水質センサーと風量調節弁のみであるが、反応タンクの形状、送風配管ルート等の確認を行い、設置の可否を確認する。

2) 既存の高度処理施設を改築する場合

はじめに、既存施設に本技術が設置可能かを検討する。A2O 法では、撤去対象の機器は、既設高度処理の無酸素タンクの攪拌機であり、追加設置する機器は原則として、水質センサーと風量調節弁、散気装置（脱窒ゾーン、好気ゾーンの散気装置）であるが、反応タンクの形状、送風配管ルート等の確認を行い、設置の可否を確認する。

（2）導入効果の評価

本技術および A2O 法の建設費や維持管理費の概算値を算出する。A2O 法と比べてコスト削減効果が得られる場合には、事業性があるものと評価する。

・検討対象

導入検討においてコスト算出する対象は、改造する水処理施設の系列単位とする。但し、本技術の適用が他の水処理系列のコストに影響を与える場合は、その系列も含めて計算する。

・コストの比較対象範囲

本技術あるいは A2O 法の建設費の比較対象範囲を表 3-1 に示す。

表 3-1 コストの比較対象範囲（既存の標準法施設を高度処理化する場合）

本技術	A2O 法
<ul style="list-style-type: none"> ・土木改造 (りん除去を考慮し、嫌気ゾーンと好気ゾーンを仕切る隔壁の設置等) ・水質計器の設置 ・送風配管の二条化（反応タンク 1 池あたり） ・受電等の 1 次側電気 ・中央での運転監視等の改造 	<ul style="list-style-type: none"> ・土木改造 既存の標準法施設に導入する場合には、躯体の改造が必要 ・設備設置 (攪拌機、循環ポンプ) ・受電等の 1 次側電気 ・中央での運転監視等の増設

既存の高度処理施設を改築する場合には、A2O 法の機械電機設備一式の撤去が発生するが、撤去は本技術を導入する場合と A2O 法を導入する場合の両方において共通なので、表 3-2 中には記載しない。

表 3-2 コストの比較対象範囲（既存の高度処理施設を改築する場合）

本技術	A2O 法
<ul style="list-style-type: none"> ・土木改造 (隔壁の開口率が低い場合は開口率を上げる等) ※本書の試算では計算に含めない。 ・設備設置 $\text{NO}_x\text{-N}$ 計、$\text{NH}_4\text{-N}$ 計、風量調節弁、散気装置 ・送風配管の二条化（反応タンク 1 池あたり） ・受電等の 1 次側電気 ・中央での運転監視等の改造 	<ul style="list-style-type: none"> ・土木改造 改造は不要 ・設備設置 機械電機設備一式の更新 ・受電等の 1 次側電気

(3) 本技術の建設費の算出

図3-2～3-4に本技術とA2O法の、施設規模と概算建設費の関係（費用関数）を示す。建設費には、土木工事費、建築工事費、機械工事費、電気工事費が含まれる。

・土木工事、建設工事費

本費用には、標準活性汚泥法やA2O法の土木施設（最初沈殿池、反応タンク、最終沈殿池）から本技術適用に必要な土木改造費、建設工事費を含む。

また、本試算結果は流入下水のBOD、SS、T-NおよびT-Pの濃度やその比率、既設改造の難易度によって変わること可能性があることに留意する必要がある。

・機械工事費、電気工事費

改築、増設に必要な機械工事費、電気工事費を含む。

1) 既存の標準法施設を高度処理化する場合

建設費の費用関数を図3-2に示す。

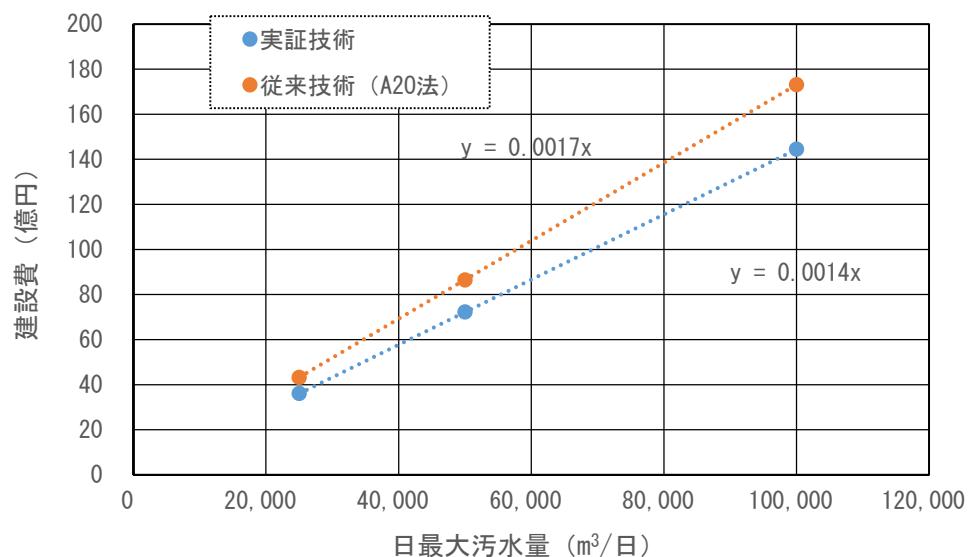


図3-2 建設費の費用関数（既存の標準法施設を高度処理化する場合）

2) 既存の高度処理施設を改築する場合

建設費の費用関数を図3-3に示す。

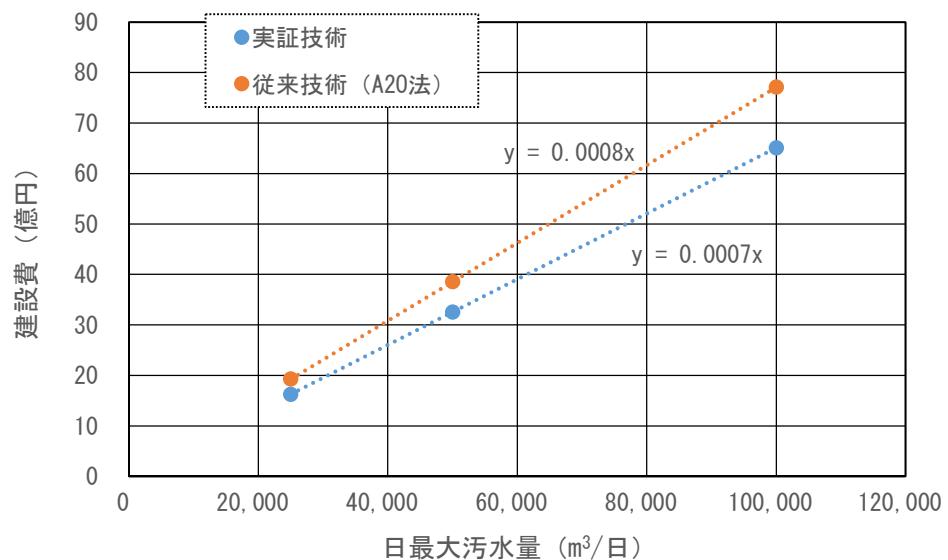


図3-3 建設費の費用関数（既存の高度処理施設を改築する場合）

3) 既存の高度処理施設を統合する場合

建設費の費用関数を図3-4に示す。

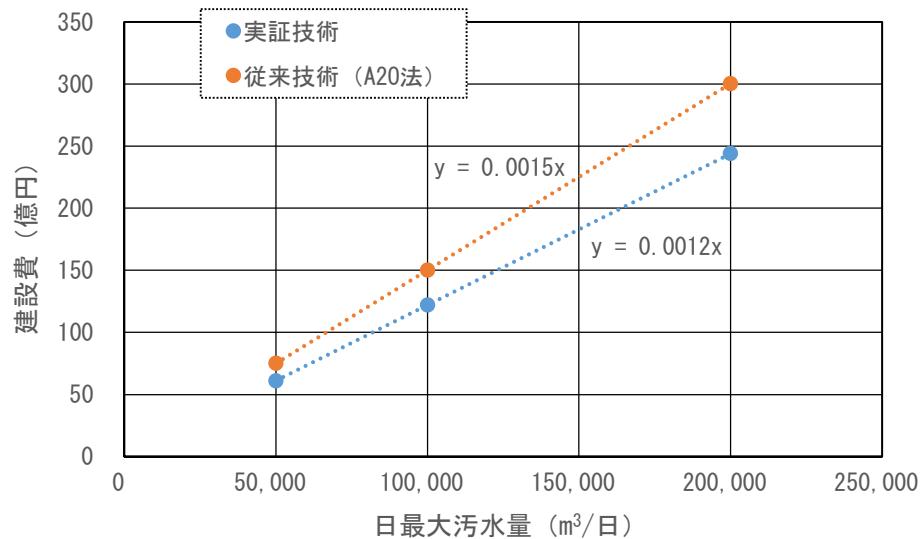


図3-4 建設費の費用関数（既存の高度処理施設を統合する場合）

(4) 本技術の維持管理費の算出

維持管理費として人件費、薬品費、電力費、保守費の算出を行う。

日最大 50,000m³/日、日平均 40,000m³/日の規模で、流入下水の水質を BOD203mg/L、SS171mg/L、T-N37mg/L、T-P4.6mg/L と仮定して行った試算結果に基づくこれら 4 項目の原単位を参考に推定する。参考値の適用にあたっては、試算条件より規模が小さい場合や流入下水水質が高濃度となる場合には割高となる可能性があり、導入条件に十分留意する。

1) 人件費

日最大汚水量 50,000m³/日における A2O 法および本法の人件費を以下の通り設定し、原単位とする。そして、適用先の処理水量に応じて人件費を計算する。

【A2O 法】

$$5.4 \text{ 百万円/年} \cdot \text{人} \times 14 \text{ 人} = 75.6 \text{ 百万円/年}$$

$$\text{※}14 \text{ 人} = 3 \text{ 人} \times 4 \text{ 班} + \text{所長、副所長}$$

$$75.6 \text{ 百万円/年} \div 50,000 \text{ m}^3/\text{日} = 1.51 \text{ 千円/m}^3/\text{年}$$

【本法】

$$74.4 \text{ 百万円/年} (\text{§ 11 表 2-8 無酸素タンク付帶設備等の削減による保守業務負担の削減分})$$

$$74.4 \text{ 百万円/年} \div 50,000 \text{ m}^3/\text{日} = 1.49 \text{ 千円/m}^3/\text{年}$$

2) 薬品費

薬品費は不要である。しかし、流入水質等により既存施設において脱窒のためのメタノールの添加設備や凝集剤の添加が必要な場合には、試算する必要がある。

3) 電力費

電力費の原単位を表 3-3 に示す。

表 3-3 電力費

	単位	原単位	備考
電力費	1 式	0.053 [(万円/年) / (m ³ /日)※] ※日最大汚水量	・電力使用量原単位 0.122 ^{※1} [kWh/m ³] ・電力単価 15 [円/kWh]

※ 1 実証研究による試算結果(§ 11 (4))参照

<算定方法>

0.122 [kWh/m³] × 15 [円/kWh] × 日平均 40,000m³/日 × 365 日/年 ⇒ 20 百万円/年。これを日最大水量 50,000m³/日で除して算出。

4) 保守費

保守費の原単位を表3-4に示す。

本技術における保守費は48百万円／年（機器費の2%として算出）となっている。これを日最大水量50,000m³/日で除して算出したものである。

表3-4 保守費

	単位	原単位	備考
保守費	1式	0.096 [(万円/年) / (m ³ /日)※] ※日最大汚水量	機器費の2%

§ 15 導入判断

導入効果の検討結果に加えて、必要に応じて温室効果ガス排出削減等の本技術の特徴、対象施設特有の事項を勘案、改造後の処理能力を確認し、導入の判断を行う。

【解説】

基本的に導入効果の検討（§ 14）の結果に基づいてコスト的に有利であれば「導入」と判断する。これに加えて必要に応じて、本技術の特徴や対象施設特有の事項があれば勘案し、導入の判断を実施する。

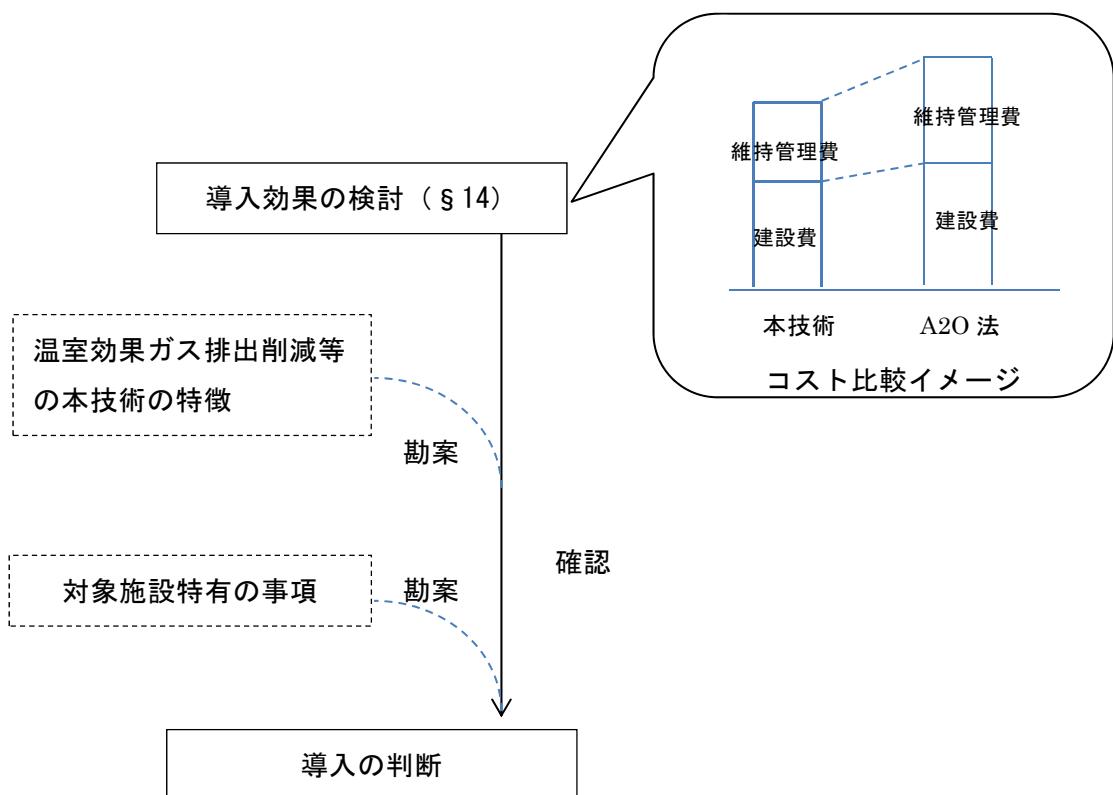


図 3-5 導入判断のフロー

第2節 導入効果の検討例

シナリオ毎に試算条件、試算結果（建設費、総費用、エネルギー消費量、温室効果ガス発生量）を示す。

（1）標準法からの高度処理化

- 1) 試算条件
- 2) レイアウト
- 3) 建設費
- 4) 維持管理費

（2）既設高度処理施設の改築（A2O法）

- 1) 試算条件
- 2) レイアウト
- 3) 建設費
- 4) 維持管理費

（3）統廃合に伴う能力増強

- 1) 試算条件
- 2) レイアウト
- 3) 建設費
- 4) 維持管理費

実証研究結果をもとに日最大汚水量 50,000m³/日（日平均汚水量 40,000m³/日）の場合について、シナリオ毎に本技術およびA2O法に関する導入効果の試算を行った。

(1) 標準法からの高度処理化

1) 試算条件

本技術およびA2O法の試算条件を表3-5に示す。

表3-5 試算条件

No	項目	単位	条件値
1	施設規模 (反応タンクおよび送風機設備)	日最大 処理水量	50,000 (冬季日最大: 40,000)
		系列数	系列 1
		1系列の 池数	本技術: 11 従来技術: 15
2	建設費	機械機器費	表3-6と表3-7の機器費積み上げ
		電気機器費	容量計算に基づく機器費の積み上げ
		工事費	容量計算に基づく建設費の積み上げ
3	建設費年価	利子率	% 2.3
		耐用年数	年 15(機械・電気)
			50(土木)
4	維持管理費	デフレーター	平成29年度値: 107.2
		電力単価	円/kWh 15
		機器保守費	% 2(機械・電気設備工事費に対して)

表3-6 機械機器リスト(共通項目)

最初沈殿池	反応タンク	最終沈殿池
初沈流入堰	反応タンク流入堰	終沈流入堰
汚泥かき寄せ機	返送汚泥投入可動堰	汚泥かき寄せ機
スカム除去装置	送風機/電動機	スカム除去装置
初沈汚泥引抜きポンプ	空気ろ過機	汚泥引抜き装置
初沈汚泥引抜き弁		余剰汚泥ポンプ
		返送汚泥ポンプ
		終沈汚泥引抜き弁

表 3-7 本技術に係る機械機器リスト

本技術	従来技術 (A2O 法)
エアレーション装置	エアレーション装置
風量計 (2 系統分)	嫌気槽用攪拌機
NO _x -N 計 (制御用)	無酸素槽用攪拌機
NH ₄ -N 計 (制御用)	硝化液循環ポンプ
風量演算装置	風量系 (1 系統分)
DO 計、MLSS 計	DO 計、MLSS 計

2) レイアウト

標準法からの高度処理化におけるレイアウトを図 3-6 に示す。

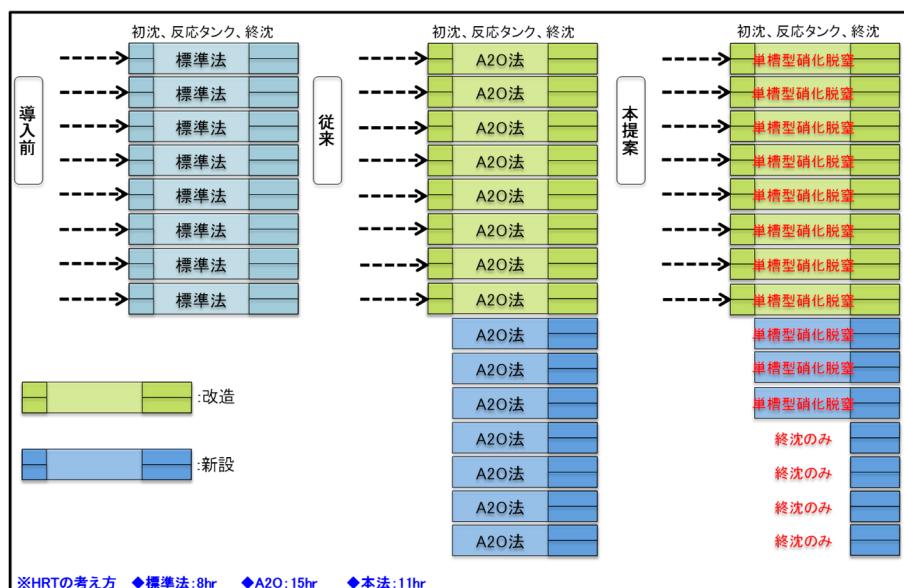


図 3-6 標準法からの高度処理化におけるレイアウト

3) 建設費

建設費の試算結果を表3-8に示す。本技術は、A2O法と比較して16.5%減(年価で14.1%減)となった。

表3-8 建設費

項目	単位	本技術	A2O法	削減率(%)	備考
建設費	億円	72.2	86.6	16.5	—
建設費年価	百万円/年	495.1	576.5	14.1	—

4) 維持管理費

維持管理費の試算結果を表3-9に示す。本技術は、A2O法と比較して13.1%の削減となった。

なお、今回の試算には含めていないが本技術の要素技術1により、風量設定値の検討や採水・水質分析等に必要な労働時間を更に削減出来ると想定される。実証先の成瀬クリーンセンターでのヒアリングでは、要素技術1による20秒に1回の頻度の風量演算により、これまで人為的に行っていった風量設定値の検討時間を年間80時間は削減できると想定された(採水・水質分析は含まれていない)。この削減時間を基に、人件費の縮減分を計算するにあたり、一般的には設計業務委託等技術者単価が適していると考えたため、本単価における技師B(40,600円/人/日)を用いて人件費の縮減分を計算すると、年間約40万円程の人件費縮減が見込めると想定された。

表3-9 維持管理費

項目	単位	本技術	A2O法	削減率(%)	備考
①人件費	百万円/年	74.4	75.6	1.5	
②電力費	百万円/年	34.9	52.3	33.3	電力単価 15円/kWh
③薬品費等	百万円/年	0.0	0.0	0.0	
④保守費	百万円/年	109.6	124.0	11.6	機器費の2%
合計	百万円/年	218.9	251.9	13.1	—

(2) 既設高度処理施設の改築 (A2O 法)

1) 試算条件

本技術および A2O 法の試算条件を表 3-10 に示す。

表 3-10 試算条件

No	項目	単位	条件値
1	施設規模 (反応タンクおよび送風機設備)	日最大 処理水量	50,000 (冬季日最大 : 40,000)
		系列数	系列 1
		1 系列の 池数	本技術 : 6 従来技術 : 8
2	建設費	機械機器費	表 3-11 と表 3-12 の機器費積み上げ
		電気機器費	容量計算に基づく機器費の積み上げ
		工事費	容量計算に基づく建設費の積み上げ
3	建設費年価	利子率	% 2.3
		耐用年数	15 (機械・電気)
			50 (土木)
4	維持管理費	デフレーター	平成 29 年度値 : 107.2
		電力単価	円/kWh 15
		機器保守費	% 2 (機械・電気設備工事費に対して)

表 3-11 機械機器リスト (共通項目)

最初沈殿池	反応タンク	最終沈殿池
初沈流入堰	反応タンク流入堰	終沈流入堰
汚泥かき寄せ機	返送汚泥投入可動堰	汚泥かき寄せ機
スカム除去装置	送風機／電動機	スカム除去装置
初沈汚泥引抜きポンプ	空気ろ過機	汚泥引抜き装置
初沈汚泥引抜き弁		余剰汚泥ポンプ
		返送汚泥ポンプ
		終沈汚泥引抜き弁

表 3-12 本技術に係る機械機器リスト

本技術	従来技術 (A2O 法)
エアレーション装置	エアレーション装置
風量計 (2 系統分)	嫌気槽用攪拌機
NO _x -N 計 (制御用)	無酸素槽用攪拌機
NH ₄ -N 計 (制御用)	硝化液循環ポンプ
風量演算装置	風量系 (1 系統分)
MLSS 計、DO 計	DO 計、MLSS 計

2) レイアウト

既設高度処理施設の改築におけるレイアウトを図 3-7 に示す。

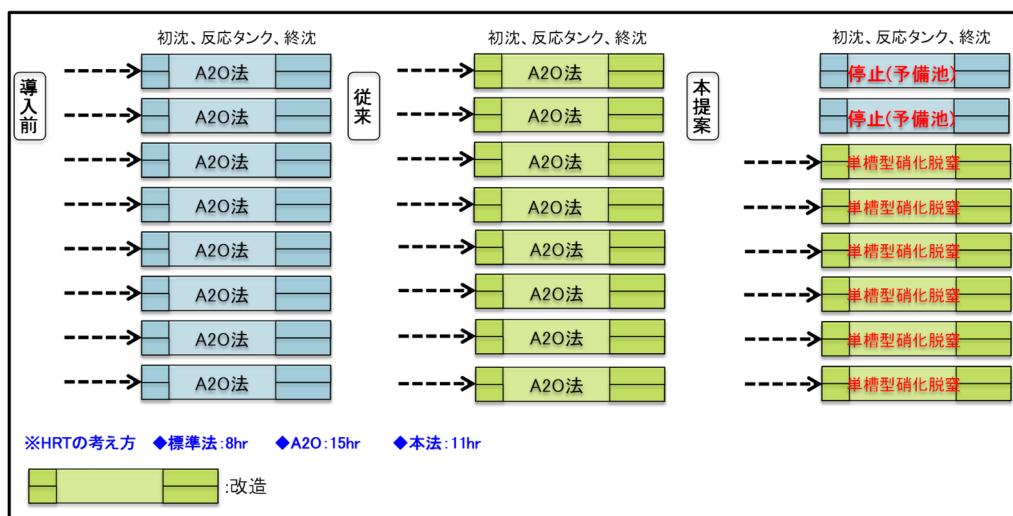


図 3-7 既設高度処理施設の改築におけるレイアウト

3) 建設費

建設費の試算結果を表3-13に示す。本技術は、A2O法と比較して15.6%減(年価で15.6%減)となった。

表3-13 建設費

項目	単位	本技術	A2O法	削減率(%)	備考
建設費	億円	32.5	38.6	15.6	—
建設費年価	百万円/年	258.9	306.8	15.6	—

4) 維持管理費

維持管理費の試算結果を表3-14に示す。本技術は、A2O法と比較して12.7%の削減となつた。

表3-14 維持管理費

項目	単位	本技術	A2O法	削減率(%)	備考
①人件費	百万円/年	74.4	75.6	1.5	
②電力費	百万円/年	26.8	37.8	29.2	電力単価 15円/kWh
③薬品費等	百万円/年	0.0	0.0	0.0	
④保守	百万円/年	65.1	77.1	15.6	機器費の2%
合計	百万円/年	166.3	190.5	12.7	—

(3) 統廃合に伴う能力増強

1) 試算条件

本技術およびA2O法の試算条件を表3-15に示す。

表3-15 試算条件

No	項目	単位	条件値
1	施設規模 (反応タンクおよび送風機設備)	日最大 処理水量	100,000 (冬季日最大: 80,000)
		系列数	系列 1
		1系列の 池数	本技術: 12 従来技術: 16
2	建設費	機械機器費	表3-16と表3-17の機器費積み上げ
		電気機器費	容量計算に基づく機器費の積み上げ
		工事費	容量計算に基づく建設費の積み上げ
3	建設費年価	利子率	% 2.3
		耐用年数	年 15(機械・電気)
			50(土木)
4	維持管理費	デフレーター	平成29年度値: 107.2
		電力単価	円/kWh 15
		機器保守費	% 2(機械・電気設備工事費に対して)

表3-16 機械機器リスト(共通項目)

最初沈殿池	反応タンク	最終沈殿池
初沈流入堰	反応タンク流入堰	終沈流入堰
汚泥かき寄せ機	返送汚泥投入可動堰	汚泥かき寄せ機
スカム除去装置	送風機/電動機	スカム除去装置
初沈汚泥引抜きポンプ	空気ろ過機	汚泥引抜き装置
初沈汚泥引抜き弁		余剰汚泥ポンプ
		返送汚泥ポンプ
		終沈汚泥引抜き弁

表 3-17 本技術に係る機械機器リスト

本技術	従来技術 (A2O 法)
エアレーション装置	エアレーション装置
風量計 (2 系統分)	嫌気槽用攪拌機
NO _x -N 計 (制御用)	無酸素槽用攪拌機
NH ₄ -N 計 (制御用)	硝化液循環ポンプ
風量演算装置	風量系 (1 系統分)
MLSS 計、DO 計	DO 計、MLSS 計

2) レイアウト

統廃合に伴う能力増強におけるレイアウトを図 3-8 に示す。

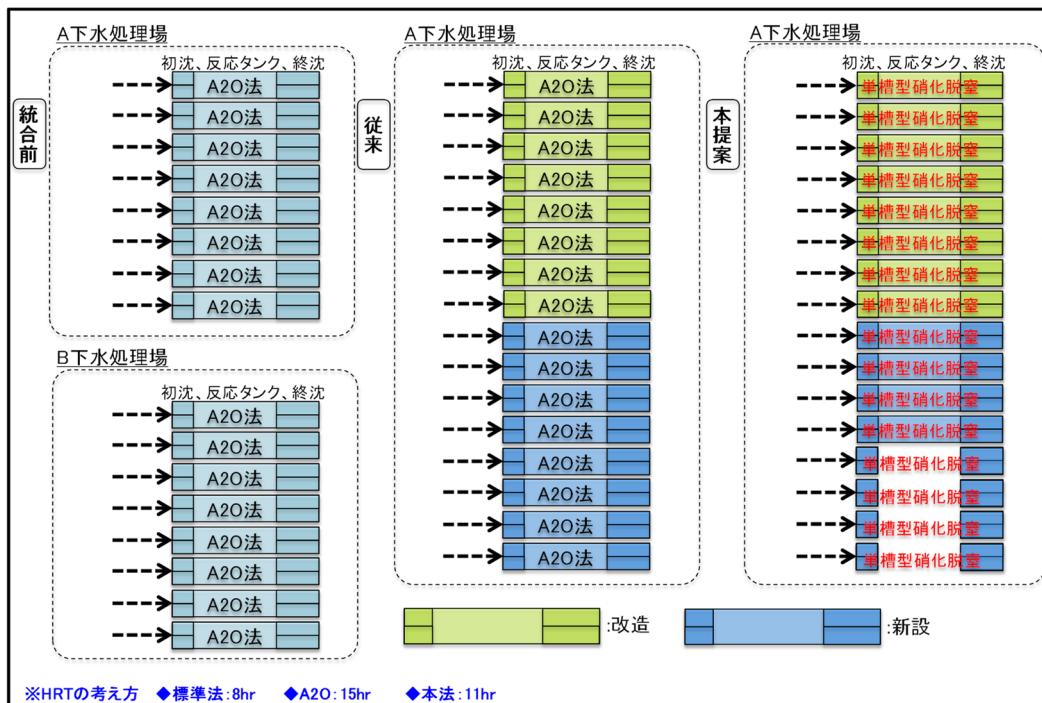


図 3-8 統廃合に伴う能力増強におけるレイアウト

3) 建設費

建設費の試算結果を表3-18に示す。本技術は、A2O法と比較して18.7%減(年価で16.6%減)となった。

表3-18 建設費

項目	単位	本技術	A2O法	削減率(%)	備考
建設費	億円	122.0	150.1	18.7	—
建設費年価	百万円/年	779.4	934.5	16.6	—

4) 維持管理費

維持管理費の試算結果を表3-19に示す。本技術は、A2O法と比較して12.8%の削減となつた。

表3-19 維持管理費

項目	単位	本技術	A2O法	削減率(%)	備考
①人件費	百万円/年	74.4	75.6	1.5	
②電力費	百万円/年	26.8	37.8	29.2	電力単価 15円/kWh
③薬品費等	百万円/年	0.0	0.0	0.0	
④保守	百万円/年	160.3	186.5	14.0	機器費の2%
合計	百万円/年	261.5	299.9	12.8	—

5) 超高効率固液分離技術、最終沈殿池の処理能力向上技術の適用（参考）

本技術の導入にあたっては、導入効果の検討例の（3）で示したように最初沈殿池や最終沈殿池の数が、反応タンクの数よりも多くなってしまうケースも想定される。

一方、平成 23 年度に B-DASH 実規模実証にて採択された「超高効率固液分離技術を用いたエネルギーマネジメントシステム技術実証事業」の超高効率固液分離技術は、最初沈殿池と比べて単位面積あたり 5~6 倍（ろ過速度：250m/日～500m/日、初沈水面積負荷：33m³/(m²・日)とした場合）の下水を処理出来る。そのため、超高効率固液分離を導入することで、最初沈殿池増設数を低減することが可能となる。

また、平成 29 年度に B-DASH 実規模実証にて採択された「最終沈殿池の処理能力向上技術実証事業」の処理能力向上技術は、通常の最終沈殿池の最大 2 倍量の処理能力を有する。そのため、本技術を最終沈殿池に採用することにより、最終沈殿池の増設数を低減することが可能となる。

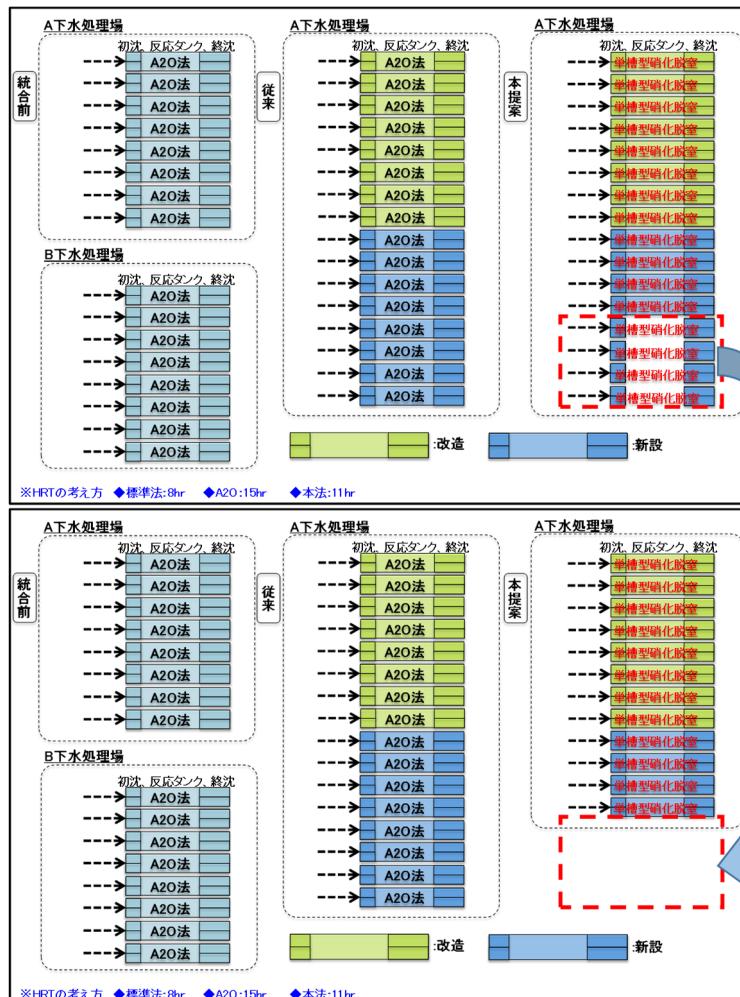


図 3-9 超高効率固液分離技術、最終沈殿池処理能力向上技術導入による
最初沈殿池数、最終沈殿池数の削減イメージ