

2. ケーススタディ

ここでは、ケーススタディとして、本革新的技術を導入した場合のコスト及び温室効果ガス排出量の削減効果について、その試算ならびに評価を行った結果を示す。

2.1. 評価規模および検討条件について

本革新的技術のコスト面での評価にあたり必要となる評価規模・検討条件について、以下に示す。ここでは、本革新的技術のコスト構造の試算を行うための評価規模とその技術フローについて説明する。

委託元である国土交通省国土技術政策総合研究所より、以下の評価規模の下水処理場について、基本条件および想定するフローについて提示された。

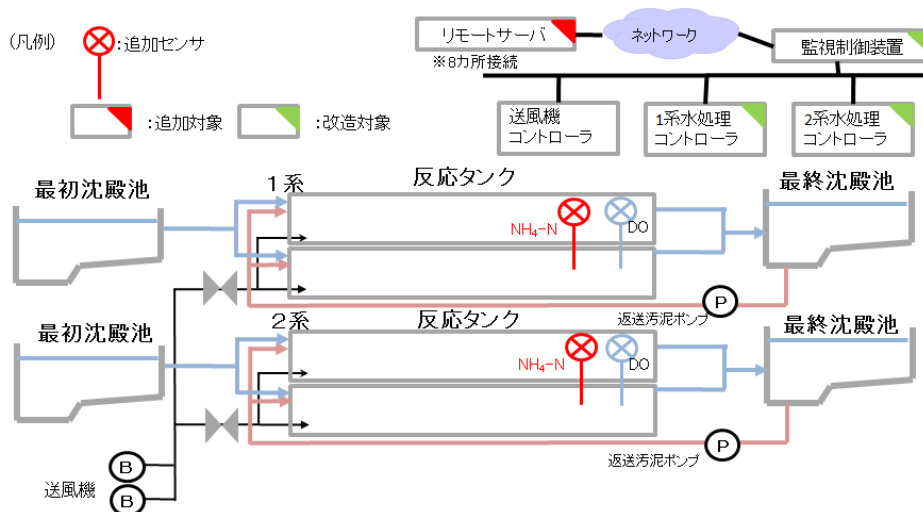
- (1) 標準活性汚泥法、処理量 日平均 8,000m³/日、日最大 10,000m³/日の場合
- (2) 標準活性汚泥法、処理量 日平均 40,000m³/日、日最大 50,000m³/日の場合
- (3) 標準活性汚泥法、処理量 日平均 80,000m³/日、日最大 100,000m³/日の場合

そして、これらの下水処理場について、本革新的技術の各種効果試算を行うための条件を共同研究体で設定した。

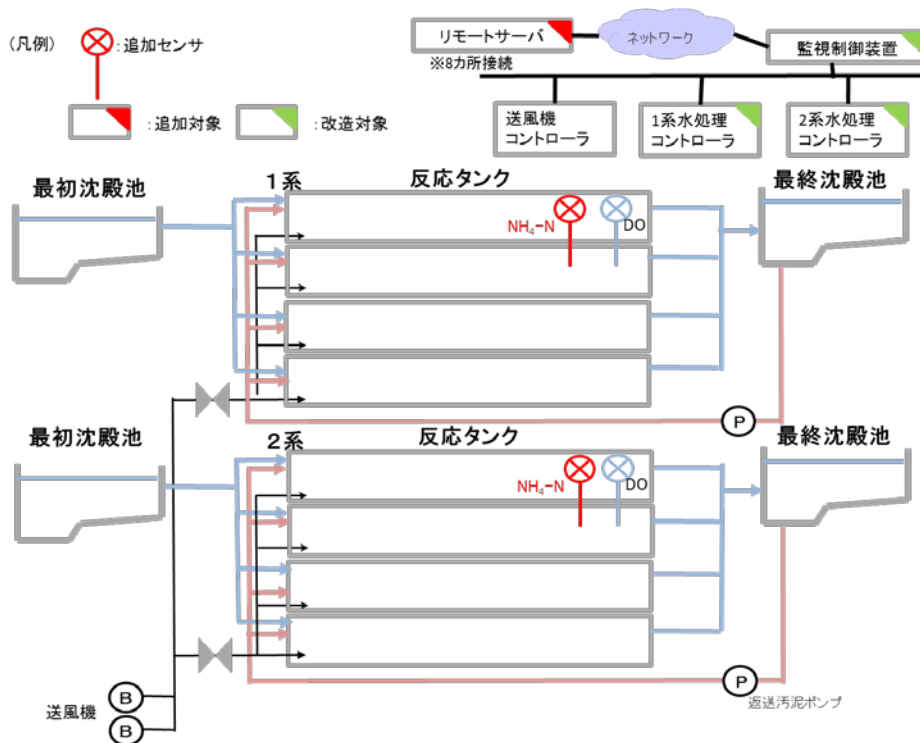
そこで、各評価規模における主な検討条件を示したものを**表資 2-1** に示す。また、上記の(1)～(3)において想定した技術フローを**図資 2-1** から**図資 2-3** に示す。

表資 2-1 本技術の評価における試算条件

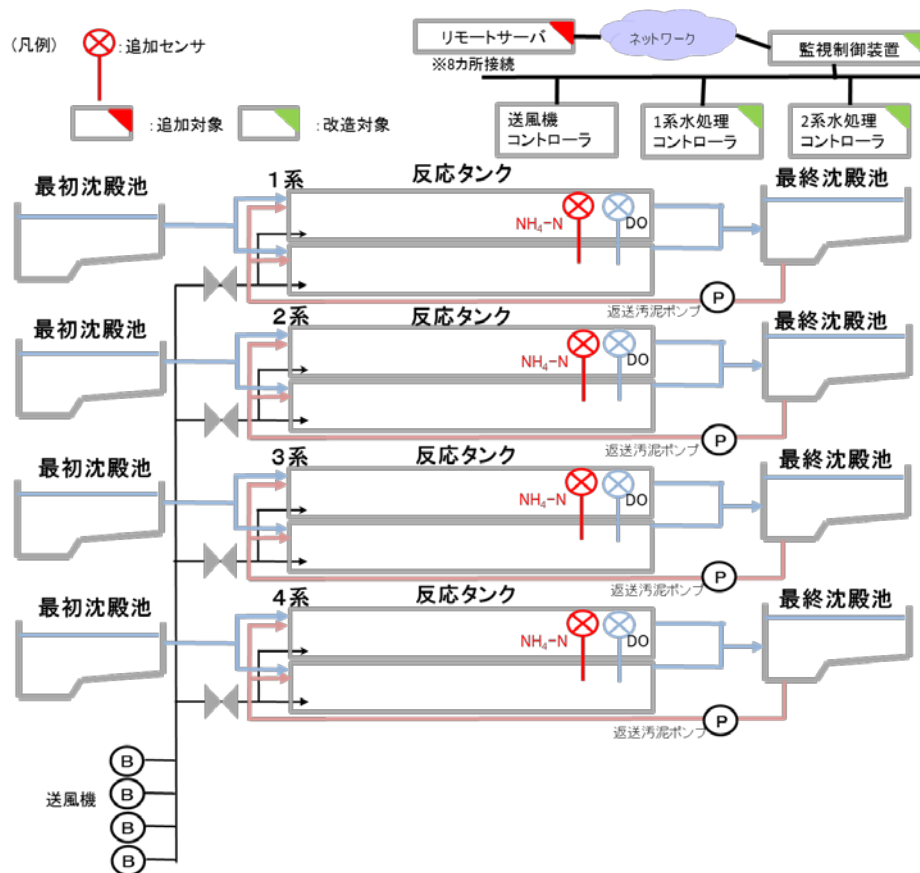
区分	項目	条件 1	条件 2	条件 3	備考	
対象施設の 既設条件	流入下水量	10,000m ³ /日(日最大)	50,000m ³ /日(日最大)	100,000m ³ /日(日最大)	国土交通省 国土技術政 策総合研究 所より提示 された試算 条件	
		8,000m ³ /日(日平均)	40,000m ³ /日(日平均)	80,000m ³ /日(日平均)		
	水処理方法	標準活性汚泥法	標準活性汚泥法	標準活性汚泥法		
	従来制御方式	送風量一定制御	送風量一定制御	送風量一定制御		
	水処理系列数	2 系列	2 系列	4 系列		
	送風機型式	ルーツブロウ	铸铁製多段	铸铁製多段		
			ターボブロウ	ターボブロウ		
	送風機台数	2 台	2 台	4 台		
	風量調節機構	インバータ制御 ／台数制御	インレットベーン 制御／台数制御	インレットベーン 制御／台数制御		
	軸動力／送風 量比	1.064	0.79	0.81		
	散気装置型式	散気板	散気板	散気板		
	各系列におけ る池数	2 池	4 池	2 池		
DO センサー 台数	2 台 (各系列に 1 台)	2 台 (各系列に 1 台)	4 台 (各系列に 1 台)			
返送汚泥系統 数	2 系統	2 系統	4 系統			
本技術の 導入条件	NH ₄ -N セン サー台数	2 台	2 台	4 台	上記試算条 件に基づい て、共同研 究体にて設 定	
	水処理コント ローラ数	2 台	2 台	4 台		
	監視制御装置 台数	1 台	1 台	2 台		
	リモートサー バへの接続機 場数	8 カ所	8 カ所	8 カ所		



図資 2-1 試算条件 1 (処理量 : 10,000m³/日 (日最大)) で想定するフローおよびシステム



図資 2-2 試算条件 2 (処理量 : 50,000m³/日 (日最大)) で想定するフローおよびシステム



図資 2-3 試算条件 3 (処理量 : 100,000m³/日 (日最大)) で想定するフローおよびシステム

2.2. 設置及び運転に係るコスト構造について

ここでは、革新的技術の導入にあたり、**2.1 節**の評価規模および各種検討条件にしたがいコストの算定を行う。コストとして、建設コスト、維持管理コストおよび削減電力費を算定し、これらにもとづいて経費回収年を算定する。コストおよび経費回収年を算出するための従来技術として、送風量一定制御を想定し、その算定を行う。

それぞれの算定については、以下のケースを想定した。

ケース①：NH₄-N/DO 制御のみを導入する場合

ケース②：3つの技術を組み合わせた技術を導入する場合（リモートサーバに接続する下水処理場数は1カ所）

ケース③：3つの技術を組み合わせた技術を導入する場合（リモートサーバに接続する下水処理場数は8カ所）

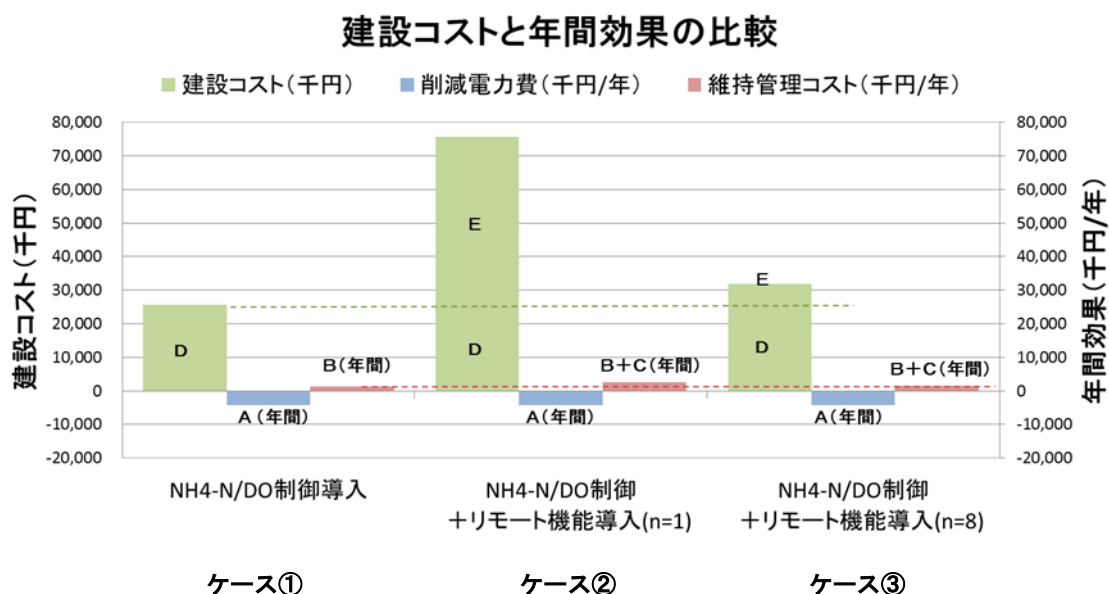
以下に、各評価規模における試算結果について示す。

(1) 標準活性汚泥法、処理量 日平均 8,000 m³/日、日最大 10,000 m³/日の場合

従来技術として、送風量一定制御を想定した場合のコストおよび経費回収年の試算結果を表資 2-2 に示す。また、建設コスト、維持管理コスト、削減電力費の関係を示したグラフを図資 2-4 に示す。

表資 2-2 コストおよび経費回収年の算定結果（従来技術：送風量一定制御の場合）

項目	左記項目に含む内容	ケース①	ケース②	ケース③	備考
建設コスト [千円]	・NH ₄ -N センサー2 台 ・コントローラ改造費 ・監視制御装置改造費 ・計装盤改造費 ・工事作業費 ・現地調整作業費	25,600.0	25,600.0	25,600.0	項目 D に該当
	・リモートサーバ構築費 ・リモートサーバ側初期設定費	—	50,000.0	6,250.0	項目 E に該当
建設コスト小計 [千円]		25,600.0	75,600.0	31,850.0	
維持管理コスト [千円 / 年]	・NH ₄ -N センサー電極交換費、メーカー点検費	900.0	900.0	900.0	項目 B に該当
	・NH ₄ -N センサーメンテナンス費	360.8	360.8	360.8	
	・制御パラメータ調整費	74.0	74.0	74.0	
	・リモート診断機能に関わる通信費 ・リモート診断機能に関わる維持管理費	—	1,400.0	437.5	項目 C に該当 「NH ₄ -N/DO 制御に関して低減される維持管理費」については※①を参照 「リモート診断機能により削減される維持管理費」については、※②を参照
	・NH ₄ -N/DO 制御に関して低減される維持管理費 (センサーメンテナンス)	—	-111.0	-111.0	
	・リモート診断機能により削減される維持管理費 (NH ₄ -N/DO 制御の制御パラメータ調整作業)	—	-74.0	-74.0	
維持管理コスト小計 [千円 / 年]		1,334.8	2,549.8	1,587.3	
削減電力費 [千円 / 年]	・従来技術を送風量一定制御とした場合の削減電力費	4,338.0	4,338.0	4,338.0	項目 A に該当 ※③を参照
経費回収年 [年]		8.52	42.28	11.58	



図資 2-4 建設コスト、維持管理コスト、削減電力費の関係
(処理量 日平均 8,000 m³/日、日最大 10,000 m³/日の場合)

※①リモート診断機能導入により削減される維持管理コストの算定について

(試算対象) NH₄-N センサーのメンテナンス作業工数削減

導入前：1回/2週間の頻度で、校正、引上げ洗浄等のメンテナンス作業を実施

導入後：1回/3週間の頻度で、校正、引上げ洗浄等のメンテナンス作業を実施

台数：NH₄-N センサー2台を想定

効果試算：

- ・1台のメンテナンスにかかる工数を NH₄-N センサー：1.5H とする。
すなわち1回のメンテナンスにかかる工数は6H (1.5H×2人×2台) となる。
- ・年間削減できる回数は8回とする (26回-18回)。
- ・作業費用は、1日8時間作業と想定し、公共工事設計労務単価の電工費 (全国平均) より、18.5千円とする。

導入前：6H×26回/8H/日×18.5千円/日=360.8千円

導入後：6H×18回/8H/日×18.5千円/日=249.8千円

導入効果：360.8千円-249.8千円=111.0千円

※②リモート診断機能により削減される維持管理費の算定について

(試算対象) NH₄-N/DO 制御の制御パラメータ調整作業の削減費

効果試算：

- ・ 1 つの NH₄-N/DO 制御の制御パラメータにかかる工数を 8H とする。
1 回の制御パラメータ調整にかかる工数は 16H (8H×2 つ分) となる。
- ・ この制御パラメータ調整を年 2 回行う。
- ・ 作業費用は、1 日 8 時間作業と想定し、公共工事設計労務単価の電工費 (全国平均) より、18.5 千円とする。

$$8\text{H} \times 2 \text{カ所分} \times 2 \text{回} \times 18.5 \text{千円/日} = \underline{74.0 \text{千円/年}}$$

※③従来技術を送風量一定制御とした場合の削減電力費の算定について

- ・ 年間消費電力量：

送風量一定制御：951.6 千 kWh (2,607kWh/日×365 日)

本技術：662.4 千 kWh (1,815kWh/日×365 日)

(委託元での試算結果による (表資 2-10 参照))

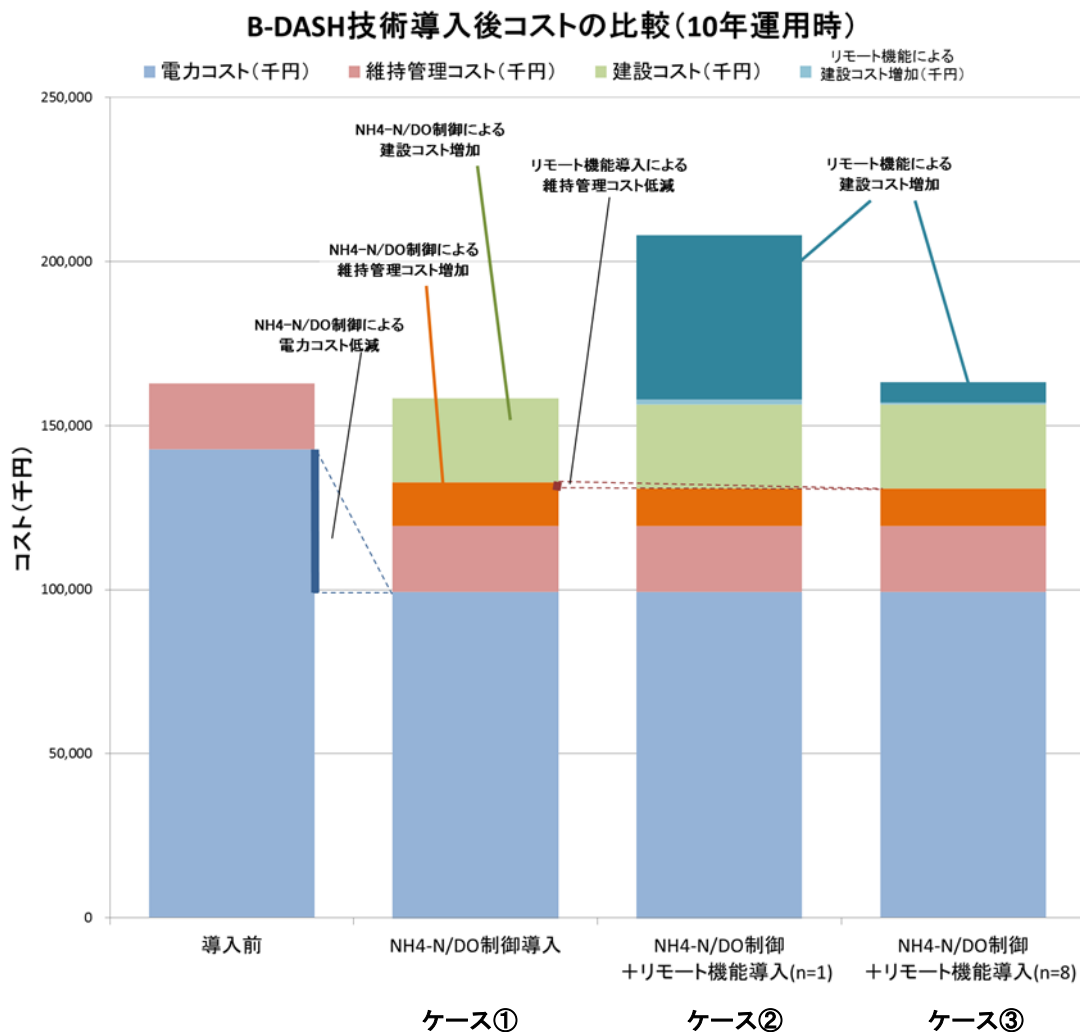
- ・ 電気料金単価：15 円/kWh

以上より、削減効果 (従来技術:送風量一定制御の場合) は、下記のとおりとなる。

$$(951.6 \text{千 kWh} - 662.4 \text{千 kWh}) \times 15 \text{円/kWh} = \underline{4,338 \text{千円/年}}$$

また、各ケースで、使用年数 10 年 * を想定した場合の導入後のコストを比較したグラフを **図資 2-5** に示す。

* 使用年数 10 年は、「下水道施設の改築について」(平成 25.5.16 国水下水事第 7 号下水道事業課長通知) の別表における「3.電気設備」の大分類「電気計装設備」、中分類「計測設備」「監視制御設備」を考慮して定めた。



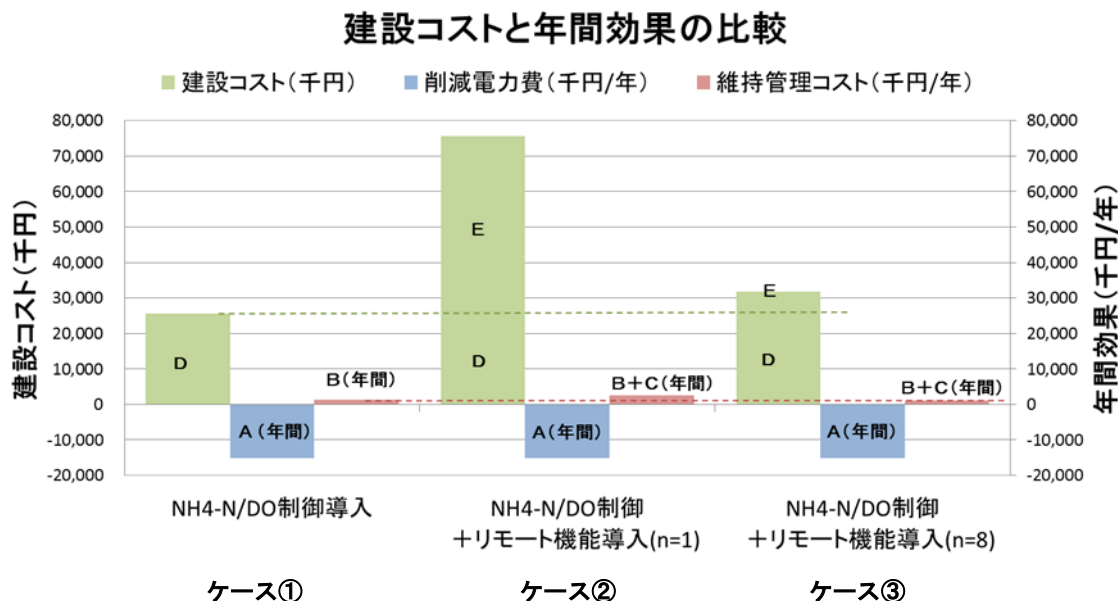
図資 2-5 使用年数 10 年を想定した場合の導入後のコストを比較
(処理量 日平均 8,000 m³/日、日最大 10,000 m³/日の場合)

(2) 標準活性汚泥法、処理量 日平均 40,000 m³/日、日最大 50,000 m³/日の場合

従来技術として、送風量一定制御を想定した場合のコストおよび経費回収年の試算結果を表資 2-3 に示す。また、建設コスト、維持管理コスト、削減電力費の関係を示したグラフを図資 2-6 に示す。

表資 2-3 コストおよび経費回収年の算定結果（従来技術：送風量一定制御の場合）

項目	左記項目に含む内容	ケース①	ケース②	ケース③	備考
建設コスト [千円]	<ul style="list-style-type: none"> ・NH₄-N センサー2 台 ・コントローラ改造費 ・監視制御装置改造費 ・計装盤改造費 ・工事作業費 ・現地調整作業費 	25,600.0	25,600.0	25,600.0	項目 D に該当
	<ul style="list-style-type: none"> ・リモートサーバ構築費 ・リモートサーバ側初期設定費 	—	50,000.0	6,250.0	項目 E に該当
建設コスト小計 [千円]		25,600.0	75,600.0	31,850.0	
維持管理コスト [千円/年]	<ul style="list-style-type: none"> ・NH₄-N センサー電極交換費、メーカー点検費 	900.0	900.0	900.0	項目 B に該当
	<ul style="list-style-type: none"> ・NH₄-N センサーメンテナンス費 	360.8	360.8	360.8	
	<ul style="list-style-type: none"> ・制御パラメータ調整費 	74.0	74.0	74.0	
	<ul style="list-style-type: none"> ・リモート診断機能に関わる通信費 ・リモート診断機能に関わる維持管理費 	—	1,400.0	437.5	項目 C に該当 「NH ₄ -N/DO 制御に関して低減される維持管理費」については※①を参照 「リモート診断機能により削減される維持管理費」については、※②を参照
	<ul style="list-style-type: none"> ・NH₄-N/DO 制御に関して低減される維持管理費(センサーメンテナンス) 	—	-111.0	-111.0	
	<ul style="list-style-type: none"> ・リモート診断機能により削減される維持管理費 (NH₄-N/DO 制御の制御パラメータ調整作業) 	—	-74.0	-74.0	
維持管理コスト小計 [千円/年]		1,334.8	2,549.8	1,587.3	
削減電力費 [千円/年]	<ul style="list-style-type: none"> ・従来技術を送風量一定制御とした場合の削減電力費 	15,253.5	15,253.5	15,253.5	項目 A に該当 ※③を参照
経費回収年 [年]		1.84	5.95	2.33	



図資 2-6 建設コスト、維持管理コスト、削減電力費の関係
(処理量 日平均 40,000 m³/日、日最大 50,000 m³/日の場合)

※①リモート診断機能導入により削減される維持管理コストの算定について

(試算対象) NH₄-N センサーのメンテナンス作業工数削減

導入前：1回/2週間の頻度で、校正、引上げ洗浄等のメンテナンス作業を実施

導入後：1回/3週間の頻度で、校正、引上げ洗浄等のメンテナンス作業を実施

台数：NH₄-N センサー2台を想定

効果試算：

- 1台のメンテナンスにかかる工数を NH₄-N センサー：1.5H とする。
すなわち1回のメンテナンスにかかる工数は 6H (1.5H×2人×2台) となる。
- 年間削減できる回数は8回とする (26回-18回)。
- 作業費用は、1日8時間作業と想定し、公共工事設計労務単価の電工費 (全国平均) より、18.5千円とする。

導入前：6H×26回/8H/日×18.5千円/日=360.8千円

導入後：6H×18回/8H/日×18.5千円/日=249.8千円

導入効果：360.8千円-249.8千円=111.0千円

※②リモート診断機能により削減される維持管理費の算定について

(試算対象) NH₄-N/DO 制御の制御パラメータ調整作業の削減費

効果試算：

- ・ 1 つの NH₄-N/DO 制御の制御パラメータにかかる工数を 8H とする。
1 回の制御パラメータ調整にかかる工数は 16H (8H×2 つ分) となる。
- ・ この制御パラメータ調整を年 2 回行う。
- ・ 作業費用は、1 日 8 時間作業と想定し、公共工事設計労務単価の電工費 (全国平均) より、18.5 千円とする。

$$8\text{H} \times 2 \text{カ所分} \times 2 \text{回} \times 18.5 \text{千円/日} = \underline{74.0 \text{千円/年}}$$

※③従来技術を送風量一定制御とした場合の削減電力費の算定について

- ・ 年間消費電力量：

送風量一定制御：4,418.3 千 kWh (12,105kWh/日×365 日)

本技術：3,401.4 千 kWh (9,319kWh/日×365 日)

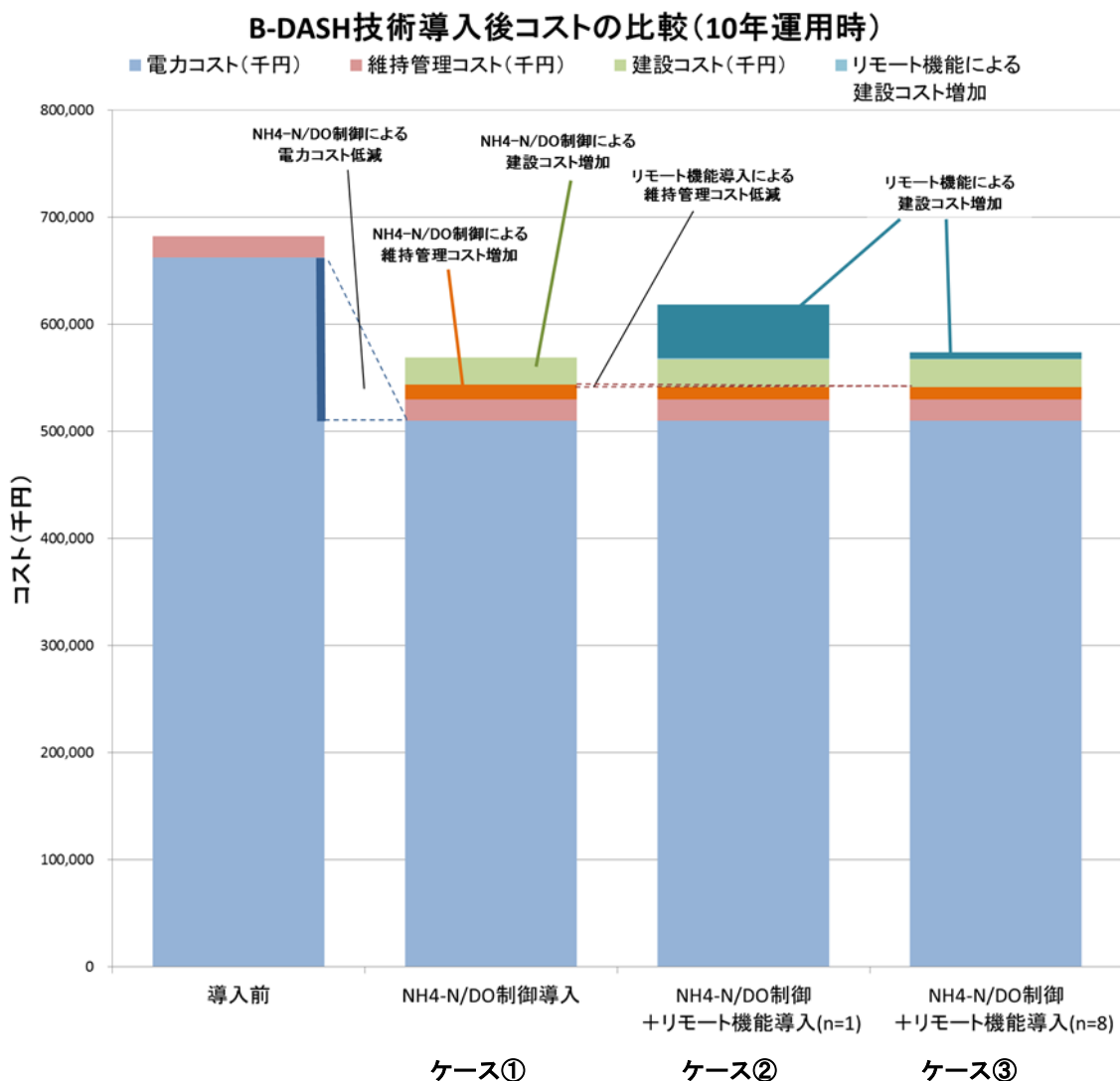
(委託元での試算結果による (表資 2-10 参照))

- ・ 電気料金単価：15 円/kWh

以上より、削減効果 (従来技術:送風量一定制御の場合) となる。

$$(4,418.3 \text{千 kWh} - 3,401.4 \text{千 kWh}) \times 15 \text{円/kWh} = \underline{15,253.5 \text{千円/年}}$$

また、各ケースで、使用年数 10 年を想定した場合の導入後のコストを比較したグラフを図資 2-7 に示す。



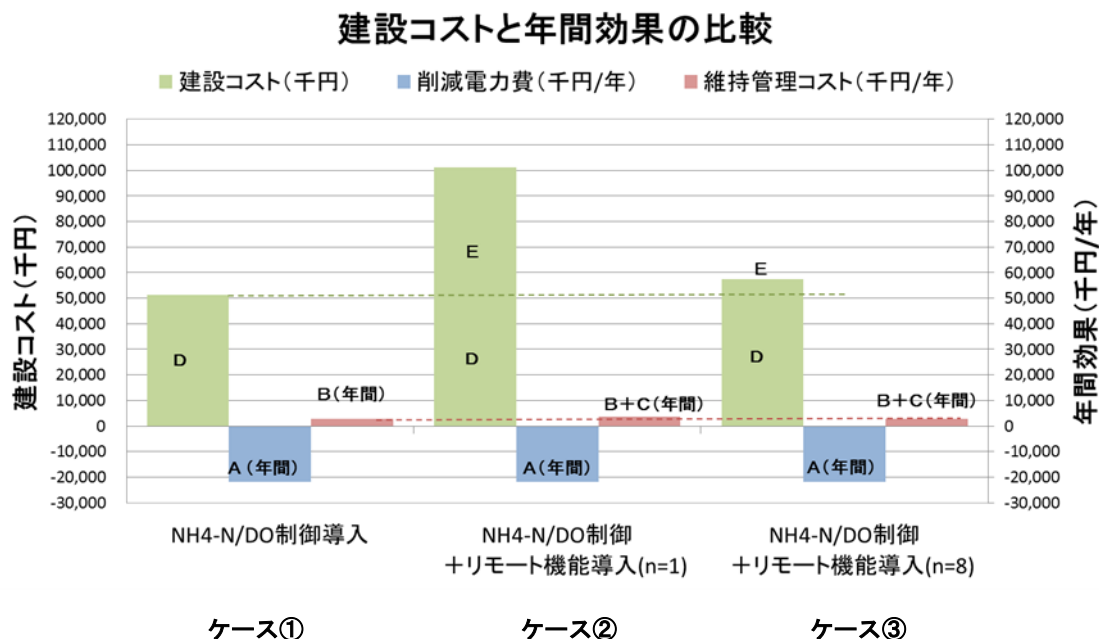
図資 2-7 使用年数 10 年を想定した場合の導入後のコストを比較
(処理量 日平均 40,000 m³/日、日最大 50,000 m³/日の場合)

(3) 標準活性汚泥法、処理量 日平均 80,000 m³/日、日最大 100,000 m³/日の場合

従来技術として、送風量一定制御を想定した場合のコストおよび経費回収年の試算結果を表資 2-4 に示す。また、建設コスト、維持管理コスト、削減電力費の関係を示したグラフを図資 2-8 に示す。

表資 2-4 コストおよび経費回収年の算定結果（従来技術：送風量一定制御の場合）

項目	左記項目に含む内容	ケース①	ケース②	ケース③	備考
建設コスト [千円]	・NH ₄ -N センサー4 台 ・コントローラ改造費 ・監視制御装置改造費 ・計装盤改造費 ・工事作業費 ・現地調整作業費	51,200.0	51,200.0	51,200.0	項目 D に該当
	・リモートサーバ構築費 ・リモートサーバ側初期設定費	—	50,000.0	6,250.0	項目 E に該当
建設コスト小計 [千円]		51,200.0	101,200.0	57,450.0	
維持管理コスト [千円 / 年]	・NH ₄ -N センサー電極交換費、メーカー点検費	1,800.0	1,800.0	1,800.0	項目 B に該当
	・NH ₄ -N センサーメンテナンス費	721.6	721.6	721.6	
	・制御パラメータ調整費	148.0	148.0	148.0	
	・リモート診断機能に関わる通信費 ・リモート診断機能に関わる維持管理費	—	1,400.0	437.5	項目 C に該当 「NH ₄ -N/DO 制御に関して低減される維持管理費」について
	・NH ₄ -N/DO 制御に関して低減される維持管理費（センサーメンテナンス）	—	-222.0	-222.0	ては※①を参照 「リモート診断機能により削減される維持管理費」について
	・リモート診断機能により削減される維持管理費（NH ₄ -N/DO 制御の制御パラメータ調整作業）	—	-148.0	-148.0	は、※②を参照
維持管理コスト小計 [千円 / 年]		2,669.6	3,699.6	2,737.1	
削減電力費 [千円 / 年]	・従来技術を送風量一定制御とした場合の削減電力費	21,846.0	21,846.0	21,846.0	項目 A に該当 ※③を参照
経費回収年 [年]		2.67	5.58	3.01	



図資 2-8 建設コスト、維持管理コスト、削減電力費の関係
(処理量 日平均 80,000 m³/日、日最大 100,000 m³/日の場合)

※①リモート診断機能導入により削減される維持管理コストの算定について

(試算対象) NH₄-N センサーのメンテナンス作業工数削減

導入前：1回/2週間の頻度で、校正、引上げ洗浄等のメンテナンス作業を実施

導入後：1回/3週間の頻度で、校正、引上げ洗浄等のメンテナンス作業を実施

台数：NH₄-N センサー2台を想定

効果試算：

- ・1台のメンテナンスにかかる工数を NH₄-N センサー：1.5H とする。
すなわち1回のメンテナンスにかかる工数は 12H (1.5H×2人×4台) となる。
- ・年間削減できる回数は8回とする (26回-18回)。
- ・作業費用は、1日8時間作業と想定し、公共工事設計労務単価の電工費 (全国平均) より、18.5千円とする。

導入前：12H×26回/8H/日×18.5千円/日=721.6千円

導入後：12H×18回/8H/日×18.5千円/日=499.6千円

導入効果：721.6千円-499.6千円=222.0千円

※②リモート診断機能により削減される維持管理費の算定について

(試算対象) NH₄-N/DO 制御の制御パラメータ調整作業の削減費

効果試算：

- ・ 1 つの NH₄-N/DO 制御の制御パラメータにかかる工数を 8H とする。
1 回の制御パラメータ調整にかかる工数は 16H (8H×2 つ分) となる。
- ・ この制御パラメータ調整を年 2 回行う。
- ・ 作業費用は、1 日 8 時間作業と想定し、公共工事設計労務単価の電工費 (全国平均) より、18.5 千円とする。

$$8H \times 4 \text{カ所分} \times 2 \text{回} \times 18.5 \text{千円/日} = \underline{148.0 \text{千円/年}}$$

※③従来技術を送風量一定制御とした場合の削減電力費の算定について

- ・ 年間消費電力量：

送風量一定制御：7,763.6 千 kWh (21,270kWh/日×365 日)

本技術：6,307.2 千 kWh (17,280kWh/日×365 日)

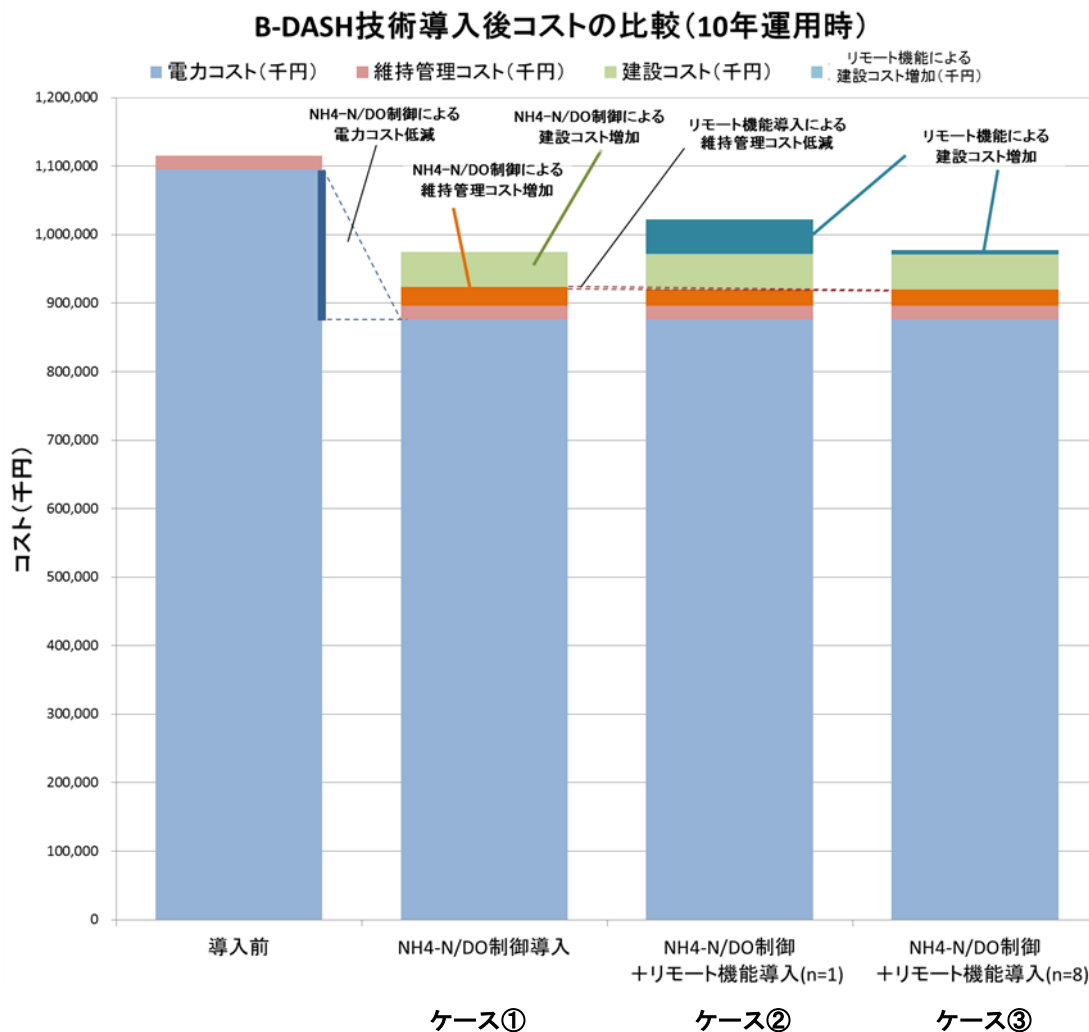
(委託元での試算結果による (表資 2-10 参照))

- ・ 電気料金単価：15 円/kWh

以上より、削減効果 (従来技術:送風量一定制御の場合) となる。

$$(7,763.6 \text{千 kWh} - 6,307.2 \text{千 kWh}) \times 15 \text{円/kWh} = \underline{21,846.0 \text{千円/年}}$$

また、各ケースで、使用年数 10 年を想定した場合の導入後のコストを比較したグラフを図資 2-9 に示す。



図表 2-9 使用年数10年を想定した場合の導入後のコストを比較
(処理量 日平均 80,000 m³/日、日最大 100,000 m³/日の場合)

以上の各評価規模の試算結果から、ケース③の3つの技術を組み合わせた技術を導入する場合（リモートサーバに接続する下水処理場数は8カ所）における経費回収年は、それぞれ以下ようになった。

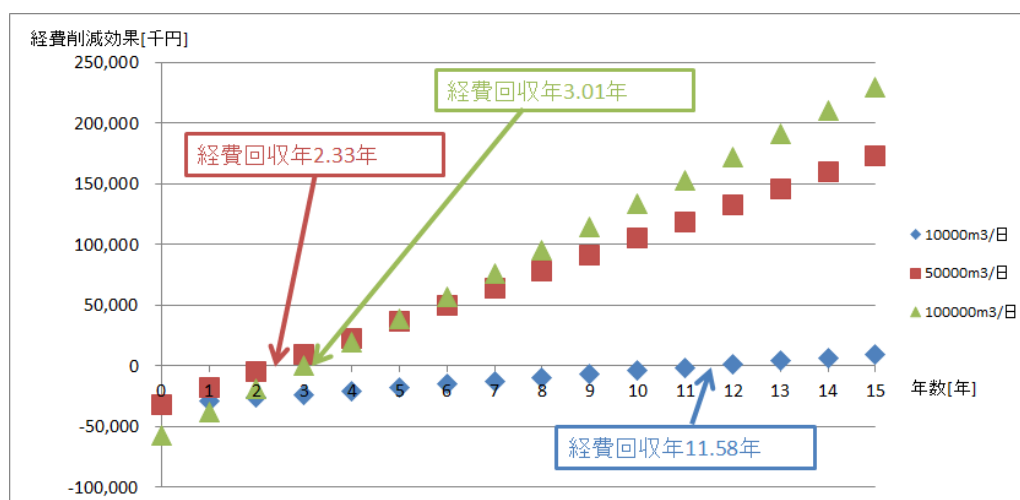
- (1) 処理量 日平均 8,000m³/日、日最大 10,000m³/日の場合：11.58年
- (2) 処理量 日平均 40,000m³/日、日最大 50,000m³/日の場合：2.33年
- (3) 処理量 日平均 80,000m³/日、日最大 100,000m³/日の場合：3.01年

各評価規模において導入するNH₄-Nセンサーは、各検討条件にもとづいて系列ごとに1台ずつ導入することとしており、評価規模(1)、(2)、(3)について、それぞれ2台、2台、4台である。これにより、NH₄-Nセンサー1台あたりの対象処理水量は、それぞれ

5,000m³/日、25,000m³/日、25,000m³/日となる。

評価規模（1）～（3）の経費回収年を比較すると、評価規模（2）、（3）はほぼ同様の年数であるのに対して、評価規模（1）の年数はやや長くなっている。前述した NH₄-N センサー1 台あたりの対象処理水量が多くなれば、経費回収年としては短くなる傾向にあることから、NH₄-N センサー1 台あたりの対象処理水量をできるだけ多くすることが、経済性の観点では重要であるといえる。

また、経費回収年と経費削減効果の推移をグラフ化したものを図資 2-10 に示す。経費回収年の試算では、評価規模（2）、（3）はほぼ同様の年数であり、これは NH₄-N センサー1 台あたりの対象処理水量が同じであることが関係していると想定されるが、図資 2-10 のように、経費削減効果の推移としてみた場合には、評価規模（3）の経費削減効果が、使用年数が長くなるとともに、同（2）の経費削減効果に比べて徐々に大きくなっていくことがわかる。このことから、NH₄-N センサー1 台あたりの対象処理水量が同じであっても、処理規模が大きい下水処理場に本技術を導入し、一定の期間使用を継続することで、より大きな経費削減効果を得ることができるといえる。



図資 2-10 経費回収年と経費削減効果の推移

2.3. 送風量および消費電力量の試算について

ここでは、**2.1 節**の評価結果において、革新的技術および従来技術で運用した場合の送風量および消費電力量の試算を行う。なお、**2.2 節**のコスト試算の際に用いられている削減電力費については、この試算結果を反映したものである。

(1) 検討条件

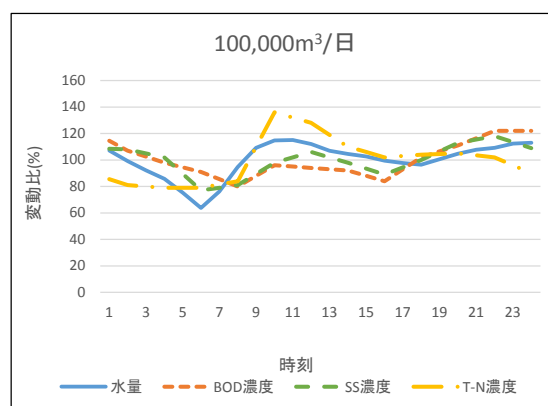
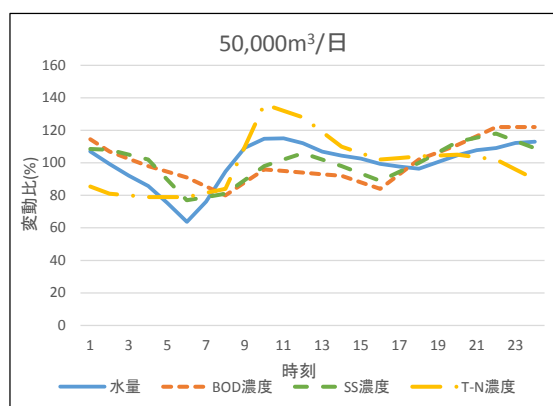
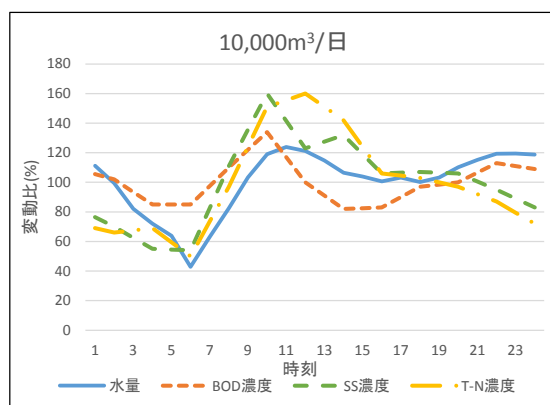
処理場規模は計画日最大汚水量が、10,000m³、50,000m³、100,000m³の3パターンを想定し、送風量制御方法はNH₄-N/DO制御と、従来技術として送風量一定制御、DO一定制御の計2パターンとした。技術の導入を検討する下水処理場の諸元について下記の**表資 2-5**に示す通り設定した。また流入水質、流出水質の条件を**表資 2-6**に示した。流入水量、流入水質（BOD濃度、SS濃度、T-N濃度）に関しては時間帯による変動を考慮するため、それぞれの日平均値に対する各時間帯の変動比を**図資 2-11**に示す通り設定した。

表資 2-5 導入検討する下水処理場の設定条件

項目	設定条件		
流入汚水量 (計画日最大値)	10,000 m ³ /日	50,000 m ³ /日	100,000 m ³ /日
流入汚水量 (日平均値)	8,000 m ³ /日	40,000m ³ /日	80,000m ³ /日
水処理系列数	2系	2系	4系
反応タンク池数	4池	4池	8池
送風機常用台数	2台	2台	4台
送風機種	ルーツブロワ	多段式ターボブロワ	多段式ターボブロワ
送風量制御機構	インバータ制御	インレットベーン制御	インレットベーン制御
散気装置	散気板		
好気槽 HRT	8 時間		
反応タンク水深	5.0 m		
散気装置設置水深	4.5 m		
MLSS 濃度	1,500 mg/L		

表資 2-6 導入検討する下水処理場の流入・流出水質条件

流入水質項目	水質条件 (日平均値)
BOD 濃度	118 mg/L
S-BOD 濃度	BOD 濃度の 66.7%
SS 濃度	49 mg/L
T-N 濃度	28 mg/L
流出水質項目	水質条件
BOD 濃度	5.0 mg/L
T-N 濃度	2.0 mg/L
DO 濃度(反応槽末端)	2.0 mg/L



図資 2-11 流入水質の時間変動条件

(2) 試算方法

1) 送風量

必要酸素量は「下水道施設計画・設計指針と解説 (2009)」に基づいて、①有機物の酸化に必要な酸素量 ($=D_B$)、②硝化反応に必要な酸素量 ($=D_N$)、③内生呼吸に必要な酸素量 ($=D_E$)、④DO 濃度の維持に必要な酸素量 ($=D_O$) の和から各時間帯で計算した。算出に必要な下記項目は設計指針の値を参考とした。各設定値は表資 2-7 に示す。

①有機物の酸化に必要な酸素量 D_B

- ・ 無酸素槽 $\text{NO}_x\text{-N}$ 負荷量
- ・ 無酸素槽 $\text{NO}_x\text{-N}$ 流出量
- ・ 脱窒に消費される BOD 量
- ・ 除去 BOD あたりに必要な酸素量

②硝化反応に必要な酸素量 D_N

- ・ 硝化反応に伴い消費される酸素量
- ・ 溶解性 BOD の汚泥転換率
- ・ SS に対する汚泥転換率
- ・ 活性汚泥微生物の内生呼吸による減量を表す係数
- ・ 余剰汚泥の窒素含有率

③内生呼吸に必要な酸素量 D_E

- ・ 単位 MLVSS あたりの内生呼吸による酸素消費量
- ・ MLVSS/MLSS

④DO 濃度の維持に必要な酸素量 D_O

- ・ 返送水量
- ・ 循環水量比

表資 2-7 AOR 算出のための設定値

名称	単位	設定値
①有機物の酸化に必要な酸素量 D_B		
脱窒に消費される BOD 量	kgBOD/kgN	2.86
除去 BOD あたりに必要な酸素量	kgO ₂ /kgBOD	0.60
②硝化反応に必要な酸素量 D_N		
硝化反応に伴い硝化される酸素量	kgO ₂ /kgN	4.57
溶解性 BOD の汚泥転換率	gMLSS/gS·BOD	0.5
SS に対する汚泥転換率	gMLSS/gSS	0.95
活性汚泥微生物の内生呼吸による減量を表す係数	1/d	0.04
余剰汚泥の窒素含有率	%	8.0
③内生呼吸に必要な酸素量 D_E		
単位 MLVSS あたりの内生呼吸による酸素消費量	kgO ₂ /kgMLVSS·d	0.1
MLVSS/MLSS	—	0.8
④DO 濃度の維持に必要な酸素量 D_o		
汚泥返送比	—	0.50

2) 必要空気量

送風量の算出は1)で計算した下水でのAORを、一旦清水での酸素供給量(SOR)に換算し、酸素移動効率から必要空気量を求めた。算出に必要な下記項目は上記の「下水道施設計画・設計指針と解説(2009)」より設定した。各項目の設定値を**表資 2-8**に示す。

- ・ 20℃における酸素飽和濃度
- ・ エアレーション装置性能の前提となる清水温度
- ・ 反応タンク内水温
- ・ 清水中 13℃および 20℃での飽和酸素濃度
- ・ K_{1a} の補正係数
- ・ 酸素飽和濃度の補正係数
- ・ 大気圧
- ・ 散気水深による CS_2 の補正係数 (酸素移動効率、空気密度、酸素含有量)

表資 2-8 送風量算出のための設定値

名称	単位	採用値
		標準活性汚泥法
20℃における酸素飽和濃度	mg/L	8.84
エアレーション装置性能の前提となる清水温度 (=T ₁ ℃)	℃	20.0
反応タンク内水温 (=T ₂ ℃)	℃	13.0
清水中 T ₁ ℃での飽和酸素濃度	mg/L	8.84
清水中 T ₂ ℃での飽和酸素濃度	mg/L	10.20
K_{1a} の補正係数	—	0.83
酸素飽和濃度の補正係数	—	0.95
大気圧	kPa	101.3
酸素移動効率	%	12.0
空気密度	kg/m ³ -AIR	1.293
酸素含有量	kgO ₂ /kg-AIR	0.232

3) 送風量および送風機消費電力

- 送風機は2) で求めた必要空気量の最大値に余裕率 10%を考慮し、**表資 2-5** で示した常用台数で除した送風量を定格風量とした。また多段式ターボブロワに関してはメーカーヒアリングにより得られた**表資 2-9** の 3 機種のパフォーマンスから、設定した定格風量の機種の性能線を仮設定した。設定した性能線は次式にて消費電力へ換算した。

$$(\text{消費電力}) = (\text{入力動力}) = (\text{軸動力}) / (\text{効率}^{\ast})$$

※効率にはターボブロワには電動機効率として 93%、インレットベーンではインバータ効率として 95%を採用した。

表資 2-9 ヒアリングにより得られたブロワの性能線

送風機種	定格風量	吐出圧	性能曲線
ルーツブロワ	50m ³ /min	5800 mmAq	軸動力 (kW) = 1.064 × 送風量 (m ³ /min) + 9.565
多段式 ターボブロワ	92m ³ /min		軸動力 (kW) = 0.875 × 送風量 (m ³ /min) + 32.88
	110m ³ /min		軸動力 (kW) = 0.936 × 送風量 (m ³ /min) + 32.89
	300m ³ /min		軸動力 (kW) = 0.665 × 送風量 (m ³ /min) + 132.1

- 送風量の制御方式として、送風量一定制御、DO 一定制御、NH₄-N/DO 制御の 3 パターンとし、台数制御も併せて行う条件で試算を行った。台数制御における運転台数変更の方針は以下とした。

台数制御方針：運転台数を減らした場合に、送風機 1 台当たりの送風量が定格送風量の 90%以下となり、また 3 時間以上同一台数で運転できる時間帯は運転台数を減らす。

- DO 一定制御は各時間帯の必要空気量を送風量とした。
- 送風量一定制御では必要空気量の最大値を一定の送風量とした。
- NH₄-N/DO 制御では実証試験により得られた結果を反映し、DO 一定制御の送風量に対して 10.3%低減した値を送風量とした。

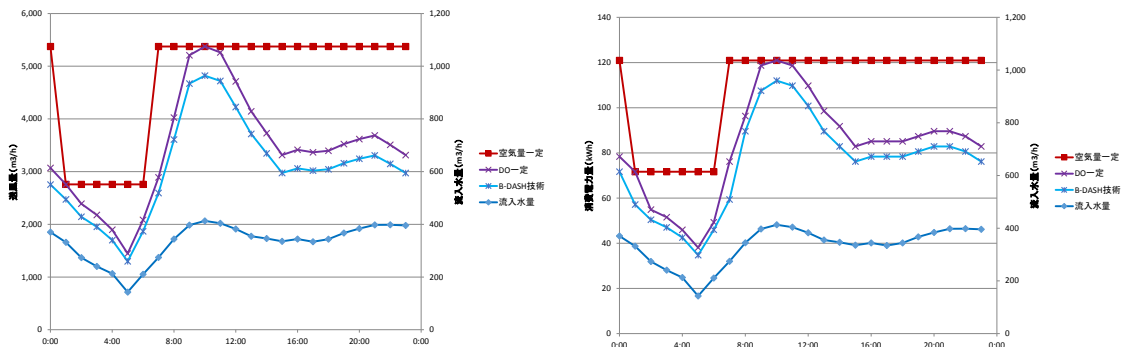
(3) 試算結果

表資 2-10 に標準活性汚泥法を実施している下水処理場を想定した試算結果を示す。

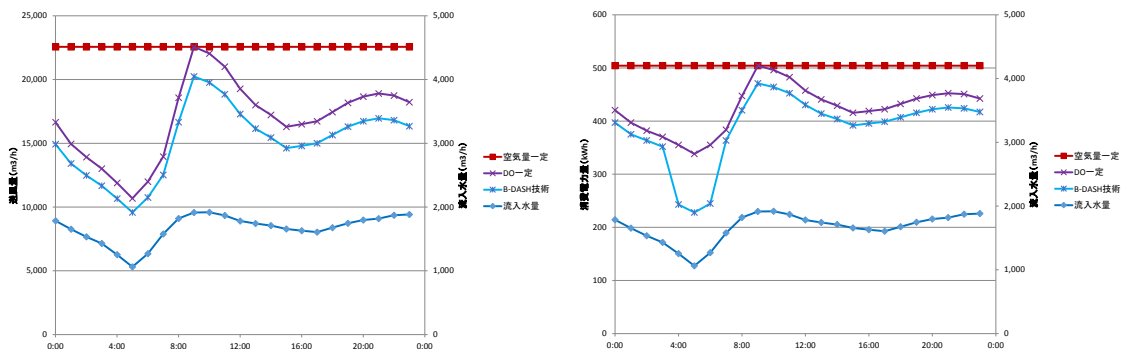
また、**図資 2-12**～**図資 2-14** に時間帯での送風量・消費電力量の試算結果の時間推移を示す。

表資 2-10 試算結果

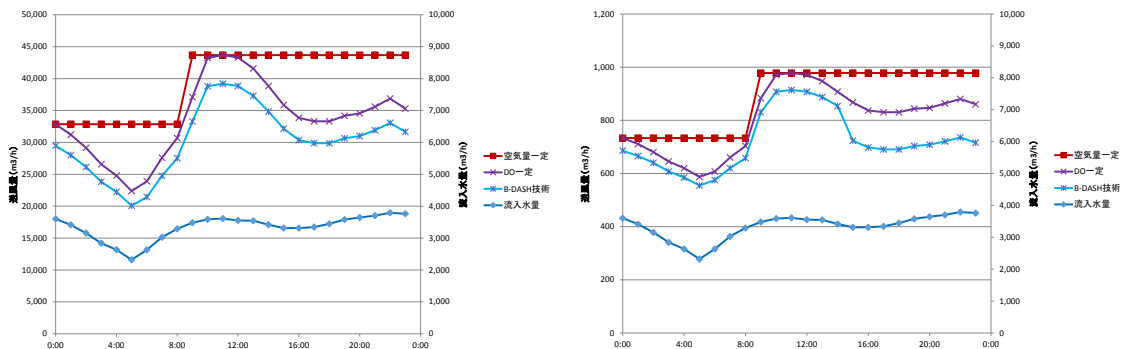
処理流量	処理方式	制御方法	風量 [m ³ /日]	消費電力量 [kWh/日]
10,000m ³ /日	標準法	風量一定制御	113,000	2,607
		DO 一定制御	82,300	1,995
		NH ₄ -N/DO 制御	73,800	1,815
50,000 m ³ /日	標準法	風量一定制御	542,000	12,105
		DO 一定制御	405,000	10,184
		NH ₄ -N/DO 制御	364,000	9,319
100,000 m ³ /日	標準法	風量一定制御	951,000	21,270
		DO 一定制御	810,000	19,270
		NH ₄ -N/DO 制御	726,000	17,280



図資 2-12 10,000m³/日の試算結果 (左) 送風量 (右) 消費電力量



図資 2-13 50,000m³/日の試算結果 (左) 送風量 (右) 消費電力量



図資 2-14 100,000m³/日の試算結果 (左) 送風量 (右) 消費電力量