

**秋田湾・雄物川流域下水道秋田臨海処理センター
水処理方式に係る報告書**

平成 27 年 6 月 22 日

秋田臨海処理センター水処理方式検討委員会

はじめに

平成 26 年 7 月、国土交通省より「新下水道ビジョン」が示された。

「新下水道ビジョン」では、人口減少・高齢化の進行、財政・人材の制約、インフラの老朽化等、社会経済情勢の変化を踏まえ、下水道の使命を「持続的発展が可能な社会の構築に貢献」することとして、長期ビジョンと長期ビジョンを実現するための中期計画(今後 10 年程度の目標及び具体的な施策)が提示された。施策展開においては、行政界を超えた複数の地方公共団体間における広域化・共同化、さらには、環境、水道、河川、廃棄物、農水産業等の他分野との連携を図っていく事が重要視されている。

秋田県の人口減少率は全国で最も高く、2040 年には県人口が約 70 万人(現在の 2/3)と予想され、将来的な下水道事業の運営環境は厳しいものと考えられる。このような中、秋田県では、県内生活排水処理事業の目標像と展開する施策を示した「あきた循環のみず推進計画」を市町村と共に策定し、下水道、集落排水、し尿等の生活排水処理の広域共同化を位置づけ、将来を見通した継続的な事業運営に向けた取組を行っている。

秋田市公共下水道八橋処理区(以下、八橋処理区という。)の秋田湾・雄物川流域下水道臨海処理区(以下、臨海処理区という。)への統合はその取組みの一つであり、統合により、限られた人材の有効活用や運営コストの低減、下水道資源の集約化等の効果が期待される。それには、秋田臨海処理センターの水処理能力の増強が必要であり新たな投資となるが、人口減少により処理能力が不足するのは一定の期間と予測された。

本検討委員会では、人口減少下での将来の必要水処理能力を踏まえ、統合による直接的効果に加え、能力増強に伴う運営効率が高い水処理方式を検討している。本検討委員会での検討が、同様の課題を抱える地域での、今後の事業運営検討の一助となれば幸いである。

平成 27 年 6 月 22 日

秋田臨海処理センター水処理方式検討委員会

大村 達夫 (委員長)

海田 輝之 (副委員長)

久保田 健吾

増田 周平

山下 洋正

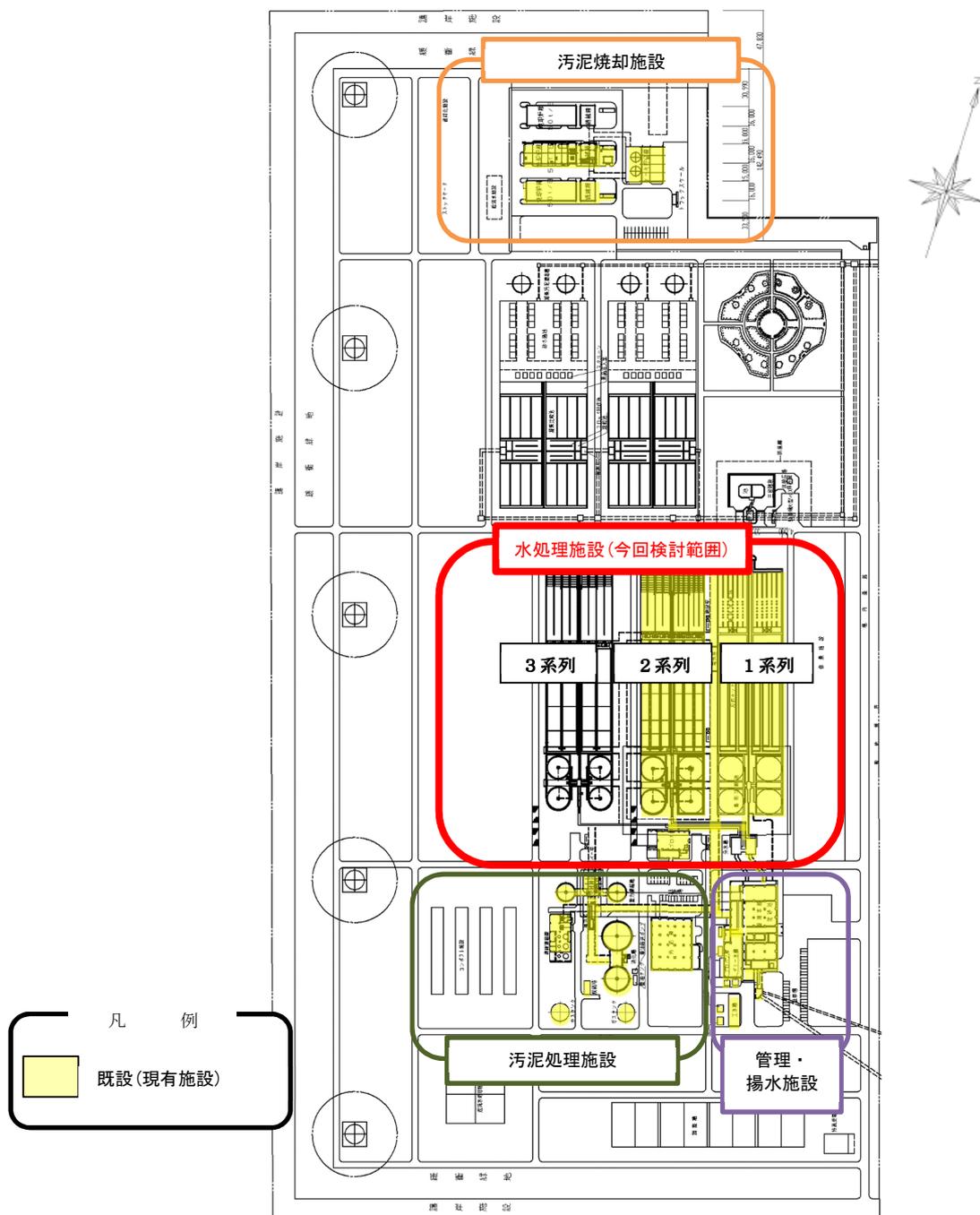
目 次

I. 秋田臨海処理センター水処理施設の施設配置	1
II. 基本諸元について	2
1 流入水量の実績と予測	2
2 流入水質の実績と予測	3
3 処理水量等前提条件	4
III. 水処理方式検討について	5
1 水処理方式検討の基本方針	5
2 水処理施設増設方式の考え方	5
3 既存施設を活用した水処理能力増強方式の考え方	5
4 検討対象水処理方式の選定	6
5 水処理方式の評価	6
IV. 水処理方式の適用性について	7
1 秋田臨海処理センターにおける各処理方式の概要	7
2 秋田臨海処理センターへの適用条件	8
V. 水処理方式の選定について	12
1 各処理方式の評価に伴う施設更新計画の考え方	12
2 各評価項目の考え方(評価基準)	13
3 水処理方式の比較・評価	15
VI. おわりに	27

I. 秋田臨海処理センター水処理施設の施設配置

秋田臨海処理センターは1982年(昭和57年)4月から供用を開始し、標準活性汚泥法により下水を処理している。敷地面積は約44haで、全体計画時の処理能力180,000m³/日に対して、2004年(平成16年)から120,000m³/日の下水処理が可能な設備が稼動している。

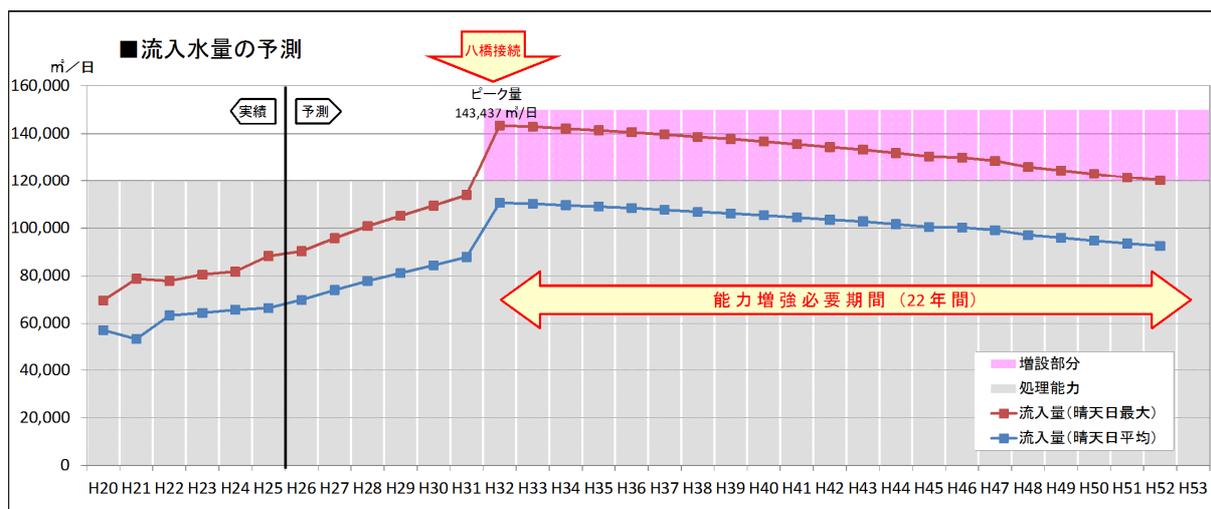
水処理施設については、現在のところ全体計画3系列のうち1系列(1-1系、1-2系)および2系列(2-1系、2-2系)が稼動している。



II. 基本諸元について

1 流入水量の実績と予測

秋田臨海処理センターにおける流入水量実績（平成 20 年～平成 25 年）及び流入水量予測（平成 26 年以降）を図 2-1 に示した。平成 32 年には八橋処理区と統合するため日最大汚水量が $143,437\text{m}^3/\text{日}$ と予測されている。

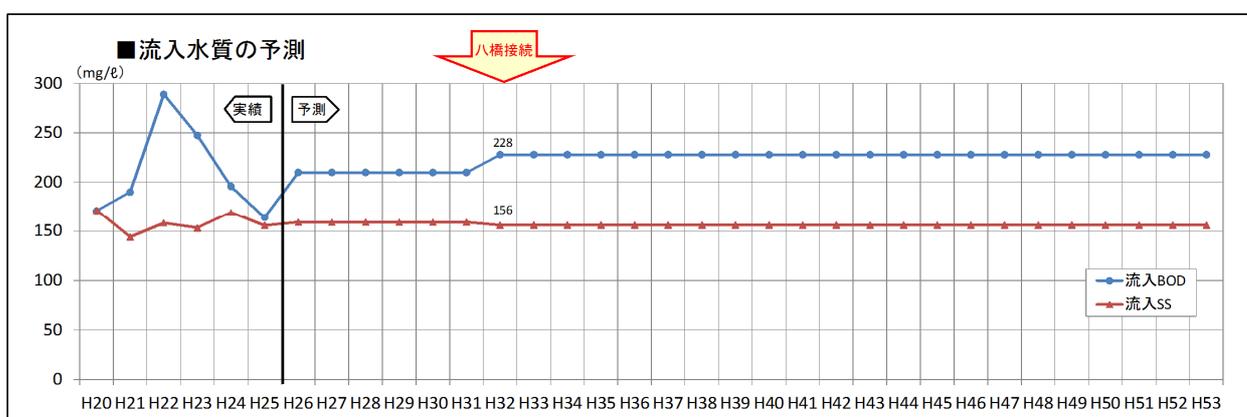


- 八橋処理区接続年度：平成 32 年
- 八橋処理区接続年度の水量： $143,437\text{m}^3/\text{日}$ （日最大）
- 秋田臨海処理センター既設能力： $120,000\text{m}^3/\text{日}$ （日最大）
- 既設能力を超過する期間：平成 32 年～平成 53 年（22 年間）

図 2-1 流入水量の予測

2 流入水質の実績と予測

秋田臨海処理センターにおける流入水質実績（平成 20 年～平成 25 年）及び流入水質予測（平成 26 年以降）を図 2-2 に示した。流入水質の実績については、各年度により水質の変動が見られるが、平成 26 年～平成 31 年における流入水質予測としては実績の平均値を採用した。平成 32 年には八橋処理区と統合するため、秋田臨海処理センター及び八橋処理区の流入水質実績を加えた平均値を用い、平成 32 年以降の水質予測については一律とした。



■秋田臨海処理センター流入水質（過去平均）：BOD 210mg/L、SS 159mg/L

■秋田臨海処理センターと八橋処理区接続後の想定水質（将来計画）

：BOD 228mg/L、SS 156mg/L

図 2-2 流入水質の予測

3 処理水量等前提条件

水処理方式の検討にあたり、設計水量等の基本条件について以下のとおり設定を行った。

(1) 設計水量（対象水量）

1) 水処理施設増設案：30,000m³/日

水処理施設増設案については、既存事業計画に基づき新たに 3-1 系を増設するものとした。

2) 既存施設を活用した水処理能力増強案：23,000m³/日

水処理能力増強案については、既存施設を活用することとし平成 32 年統合後の必要量とした。

(2) 流入・放流水質

1) 流入 BOD については、臨海処理区と八橋処理区の過年度流入水質実績に返流水を考慮し 240mg/L と設定した。

2) 放流 BOD については、平成 26 年度の事業計画に基づき計画放流水質の 15mg/L と設定した。

3) 流入 SS については、臨海処理区と八橋処理区の過年度流入水質実績に返流水を考慮し 200mg/L と設定した。

4) 放流 SS については、平成 26 年度の事業計画に基づき計画放流水質の 20mg/L 以下と設定した。

5) 設計水温については、過年度の実績に基づき、冬季水温を 11℃と設定した。

Ⅲ. 水処理方式検討について

1 水処理方式検討の基本方針

(1) 現在の全体計画および事業計画に示された標準活性汚泥法による水処理施設増設方式と既存施設を活用した水処理能力増強方式を比較検討する。

また、平成 53 年度には人口減少に伴い、既存処理施設の処理能力を下回ることが予想されることから、その対応も含め広範な視点で比較検討を行う。

(2) 水処理能力増強方式では、計画放流水質 (BOD15mg/L 以下) を満足する処理方法として、下水道法施行令に示された方法若しくは、運用通知に示された同程度以上に処理できる方法から選定する。

2 水処理施設増設方式の考え方

既設水処理施設 (2 系列 (1-1 系～2-2 系)) と水処理方式、能力とも同様に下水道法事業計画にも位置付けている 3-1 系を単純増設する案である。

水処理方式は標準活性汚泥法であり、施設の形状及び計画諸元は以下のとおりである。

(1) 最初沈殿池 (放射流円形池)

RC 造 $\phi 21.0\text{m} \times \text{水深 } 3.0\text{m} \times 2 \text{ 池}$ 計画水面積負荷 : $50.0\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{日})$

(2) 反応タンク (全面曝気+機械攪拌併用)

RC 造 $\text{巾 } 8.0\text{m} \times \text{長 } 88.0\text{m} \times \text{水深 } 5.0\text{m} \times 3 \text{ 池}$ 滞留時間 : 8.1h

(3) 最終沈殿池 (平行流長方形池)

RC 造 $\text{巾 } 12.0\text{m} \times \text{長 } 50.0\text{m} \times \text{水深 } 3.0\text{m} \times 2 \text{ 池}$

計画水面積負荷 : $20.0\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{日})$

3 既存施設を活用した水処理能力増強方式の考え方

(1) 最初沈殿池での対応

流入負荷を効率的に除去し、後段への負荷を削減することにより、標準処理可能水量以上に処理を可能とする方法として、高効率固液分離装置が考えられる。

(2) 反応タンクでの対応

反応タンク内微生物量の増大により対応する方法が一般的であり、以下の 2 方法が考えられる。

① 担体投入活性汚泥法

② 膜分離活性汚泥法

4 検討対象水処理方式の選定

水処理方式検討の基本方針および水処理能力増強の考え方、並びに、導入実績を考慮して、以下の方式を検討対象とする。

- (1) 標準活性汚泥法（既設増設）
- (2) 高効率固液分離装置
- (3) 担体投入活性汚泥法
- (4) 膜分離活性汚泥法

5 水処理方式の評価

検討対象となった水処理方式を選定するため、既存施設の改造による各水処理技術の評価に加え、自然災害に対する備えや将来の目標像と施策の方向性を定めた「あきた循環のみず推進計画」と整合しているかが重要な要素と考えた。

以下の7項目について検討・評価を行う。

- (1) 処理性能（水温性能、水量変動、水質の確保）
- (2) 維持管理性（保守点検性、薬品添加の必要性、分水方法、運転管理など）
- (3) 既存施設改造の容易性（工期、改造期間中の休止期間（処理能力）など）
- (4) 技術的熟度（技術的評価、実績）
- (5) 経済性（総建設費、総維持管理費）
- (6) 災害への対応等（能力超過期間後の施設有効利用、災害への対応）
- (7) 「あきた循環のみず推進計画」との整合性（目標像との整合）

IV. 水処理方式の適用性について

1 秋田臨海処理センターにおける各処理方式の概要

(1) 標準活性汚泥法（既設増設）

活性汚泥法とは、好気性微生物群の食物連鎖作用を用いて有機物を処理する方法であり、排水・汚水の浄化手段として下水処理場、し尿処理場、浄化槽ほかで広く利用されている。

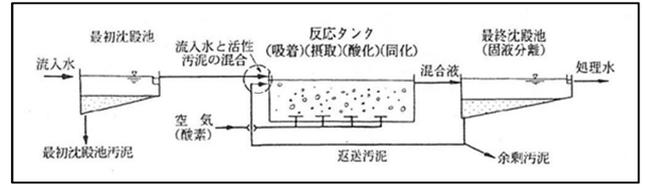


図 4-1 標準活性汚泥法処理フロー

活性汚泥は、下水中に存在していた微生物が、有機物の分解、酸素の供給（曝気）により爆発的に繁殖・増殖を行うことにより生じる。これにより下水中の有機性汚濁を減少（処理）させる処理技術である。本法は既設で採用されている方式であることから、維持管理性や運転管理は既往の経験を活かすことができる。

(2) 高効率固液分離装置

高効率固液分離装置は、流入下水に対して一次処理として、上向ろ過による高効率な固液分離を行う。これにより、ろ過水中のSS、BOD等が効率的に除去され、後段の水処理に与えるBOD-SS負荷を小さくすることで、処理水量を増加させる技術である。

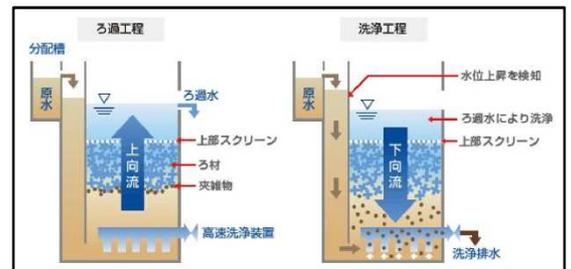


図 4-2 高効率固液分離装置処理フロー

初沈以降は既存施設を改造することなく運用できることから、水処理としての維持管理性や運転管理は既往の経験を活かすことができる。

(3) 担体投入活性汚泥法

スポンジ状の担体を反応槽へ投入し、担体に反応槽内生物を保持させて総生物量を増やすことで、水量の増加に対応する技術である。担体に高密度に生物を保持させ、相対的に浮遊MLSSを下げることで、水量増加対応を行う技術である。

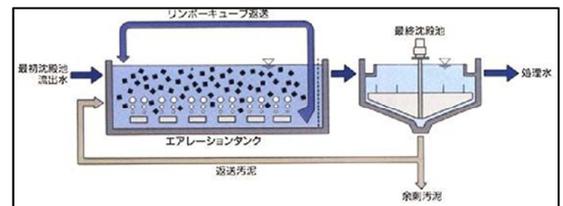


図 4-3 担体投入活性汚泥法処理フロー

(4) 膜分離活性汚泥法

膜分離活性汚泥法は、従来の重力沈降による固液分離に代えて、膜ろ過により固液分離を行う活性汚泥法である。MLSS濃度を8,000~10,000mg/L程度と高くできることや、必要な反応槽の水理的滞留時間も6時間程度と短いことから、水量増加対応が可能である。また、処理水を直接再生水として活用も可能である。

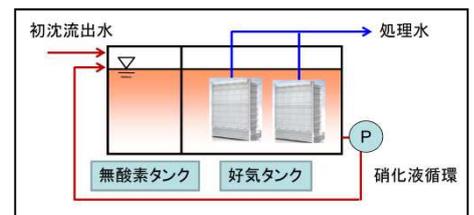


図 4-4 膜分離活性汚泥法処理フロー

2 秋田臨海処理センターへの適用条件

(1) 標準活性汚泥法（既設増設）

増設用地に 3-1 系 30,000m³/日の施設を増設する方式である。

増設は全体計画に基づき既設水処理施設の西側に構築を予定する。

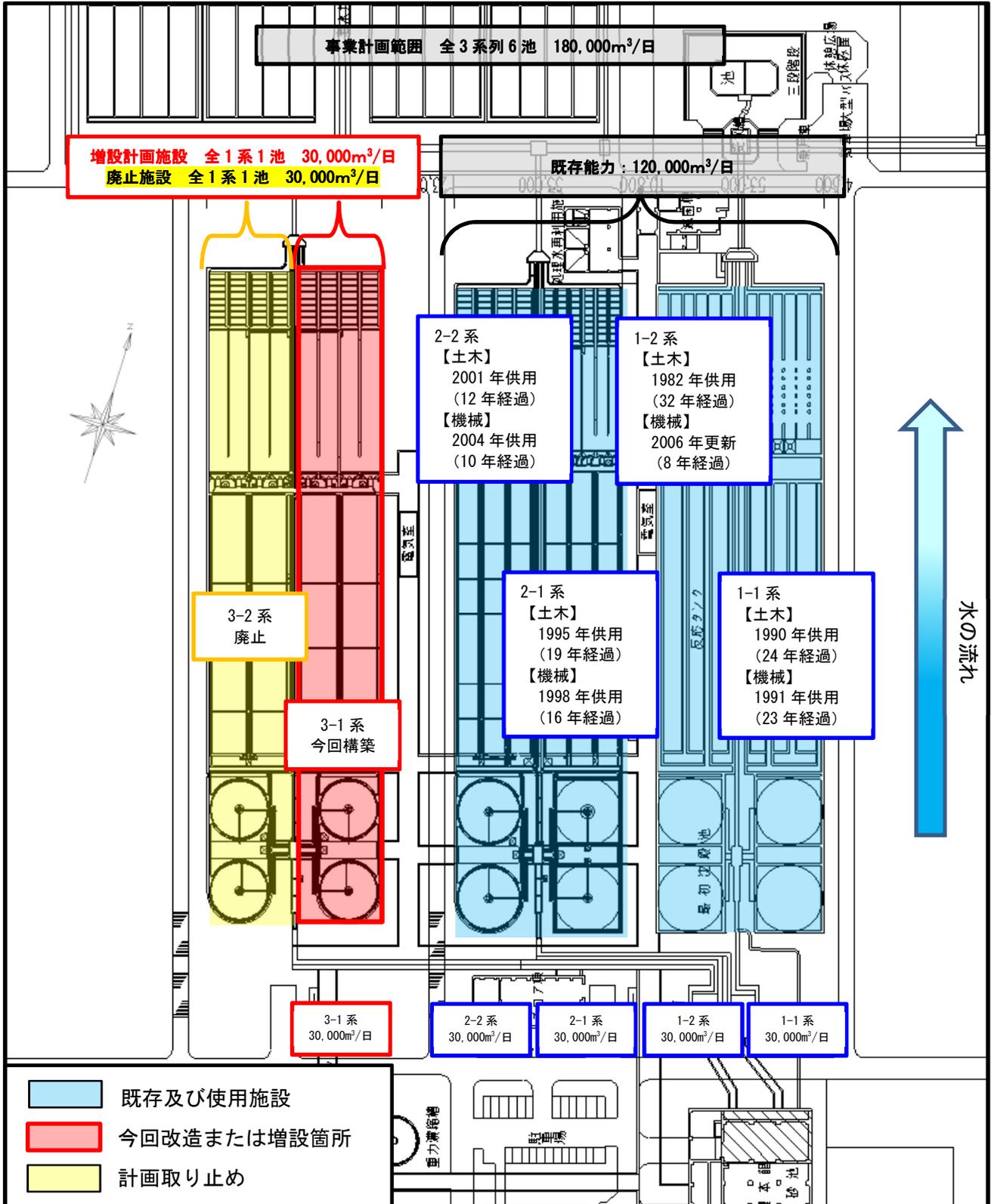


図 4-5 分配水量及び施設能力（標準活性汚泥法【既設増設】）

(2) 高効率固液分離装置

既設最初沈殿池のうち、設備の経過年数が長い1-1系と2-1系を固液分離装置に改造し、高効率処理を行う方式である。

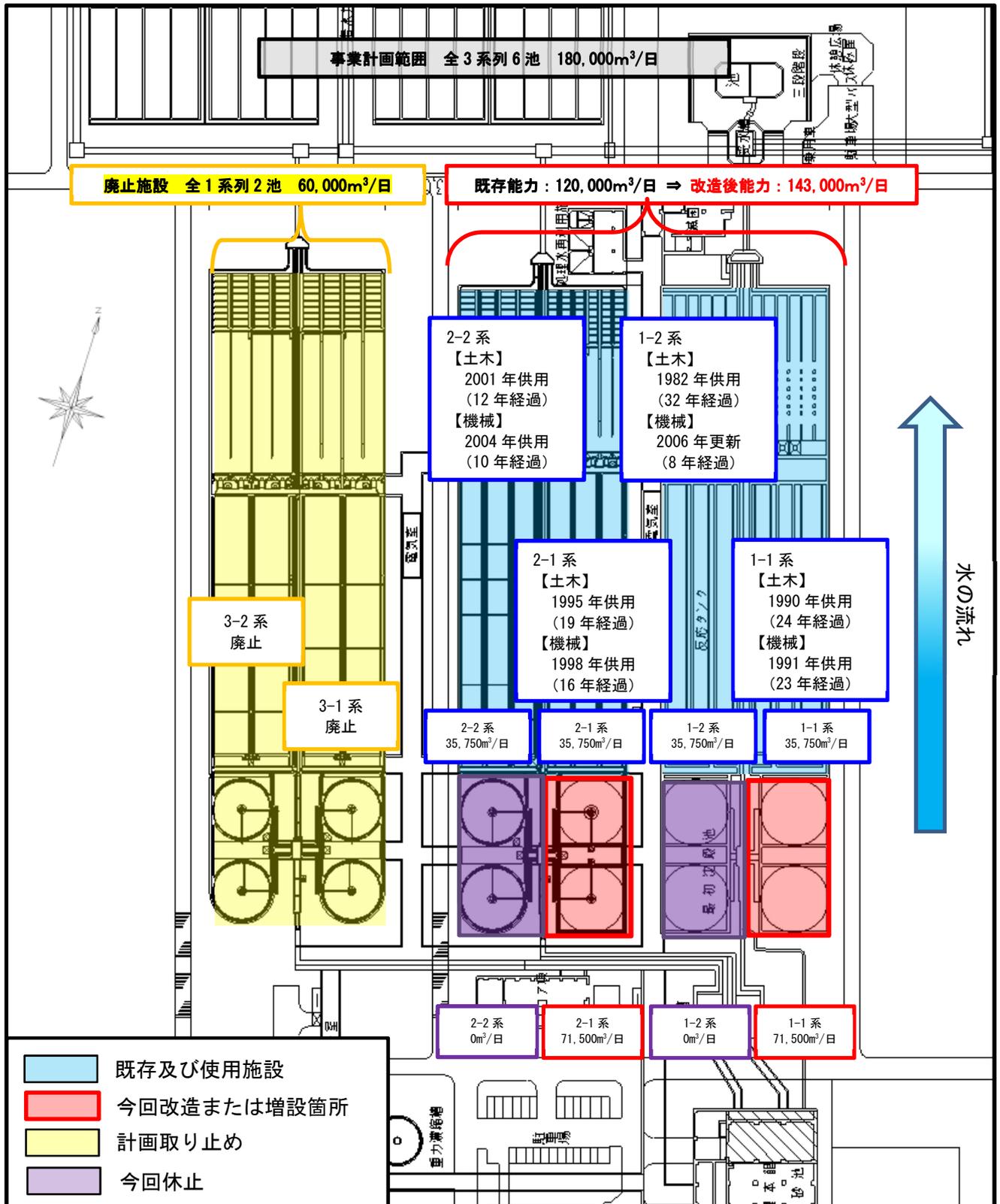


図 4-6 分配水量及び施設能力 (高効率固液分離装置)

(3) 担体投入活性汚泥法

既設反応タンクのうち、設備の経過年数が長い1-1系と2-1系を担体投入活性汚泥法に改造し、処理を行う方式である。

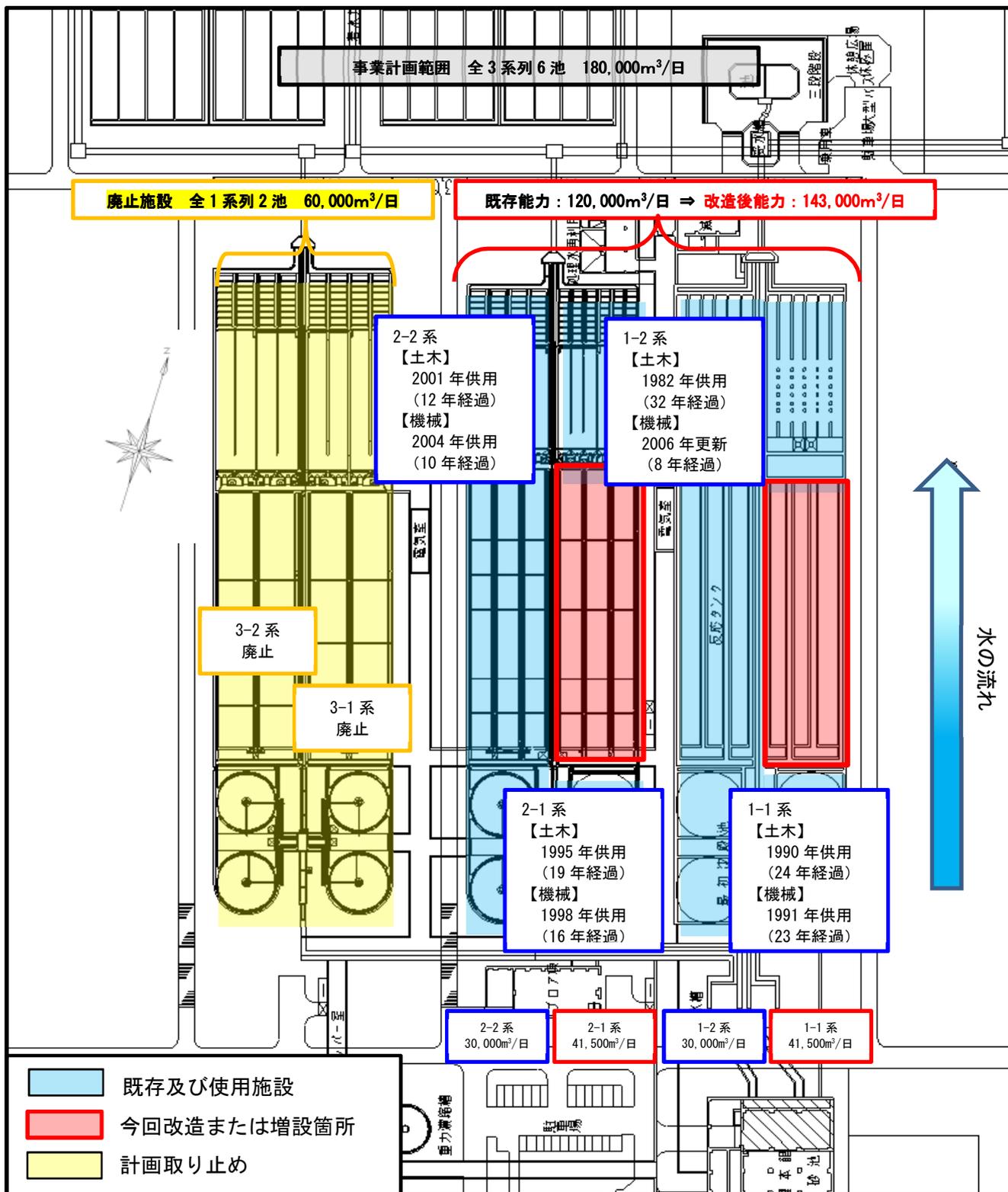


図 4-7 分配水量及び施設能力 (担体投入活性汚泥法)

(4) 膜分離活性汚泥法

既設反応タンクと最終沈殿池のうち、設備の経過年数が最も長い1-1系を膜分離活性汚泥法へ改造し、処理を行う方式である。

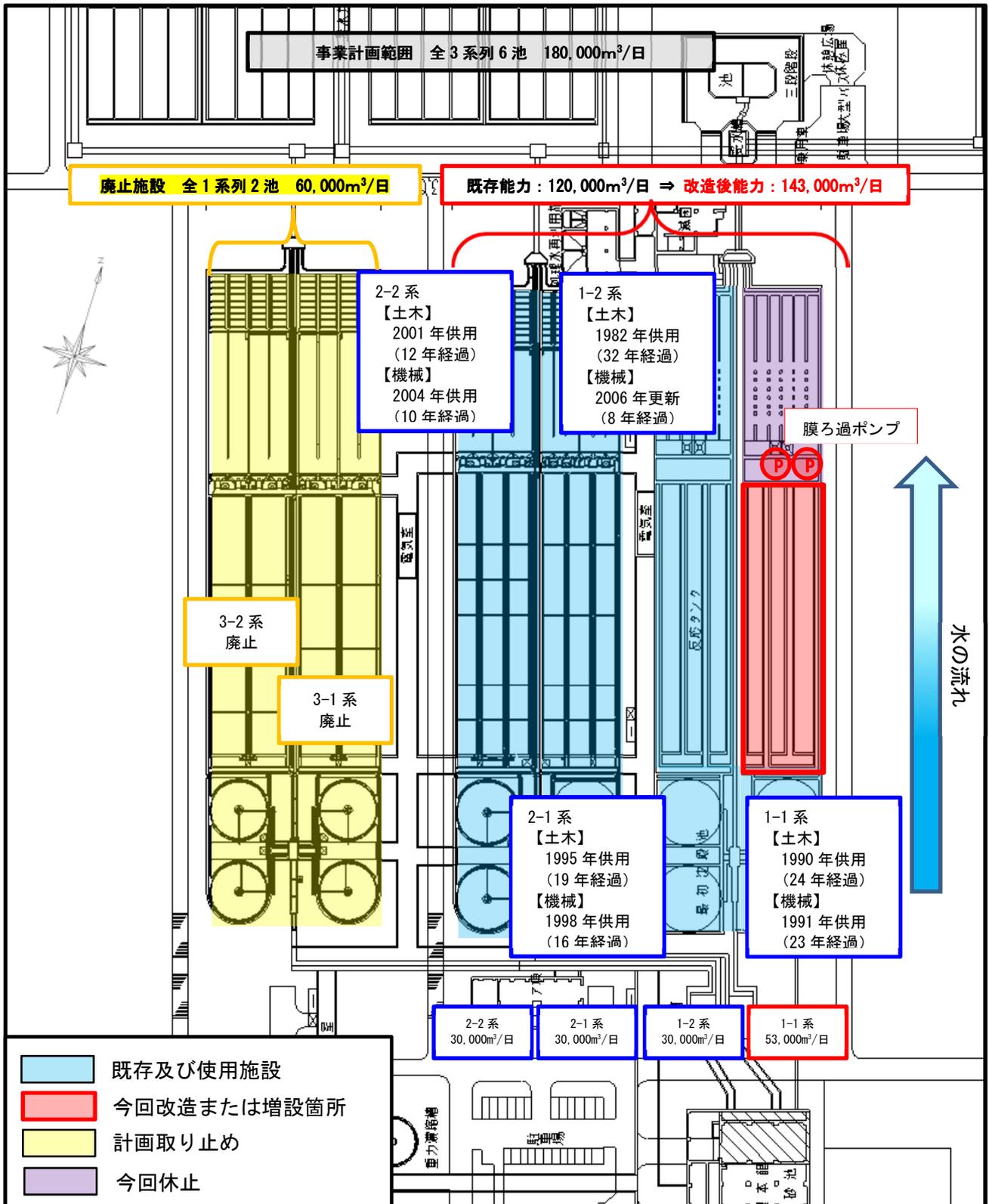


図4-8 分配水量及び施設能力(膜分離活性汚泥法)

V. 水処理方式の選定について

1 各処理方式の評価に伴う施設更新計画の考え方

各処理方式により、施設改良を行う施設が異なるため、ここでは既存施設の設置年や耐用年数など水処理施設を対象に整理した。

(1) 既存施設の設置年

秋田臨海処理センターは昭和57年に供用開始して約33年が経過している。事業計画においては、180,000m³/日の能力を有する標準活性汚泥法を採用する下水処理場であり、現在のところ全体計画3系列のうち1系列(1-1系、1-2系)および2系列(2-1系、2-2系)が稼動している。稼動している系列のうち、最も古い1-2系については、設備更新を1度実施している。

以下に水処理施設の設置年を示す。

表 5-1 主要施設の設置年

施設名	躯体（構造物）	設備機器	備考
分配槽	平成 7 年	平成 10 年	1 系列目は配管対応。分配槽は 2 系列目から配置した。
1-1 系水処理	平成 2 年	平成 3 年	
1-2 系水処理	昭和 57 年	平成 18 年	設備機器 1 回更新済
2-1 系水処理	平成 7 年	平成 10 年	
2-2 系水処理	平成 13 年	平成 16 年	
送風機棟	昭和 54 年		
1、2 号送風機		昭和 55 年	
3 号送風機		平成 6 年	
4 号送風機		平成 16 年	

(2) 耐用年数について

主要な施設の耐用年数については、標準耐用年数以上とし、目標耐用年数は秋田県での実績を踏まえ設定を行った。

表 5-2 主要施設の耐用年数

工 種	標準耐用年数	目標耐用年数
土木・建築	50 年	75 年
機械設備・電気設備	15 年	25 年

(3) 更新時期の考え方

躯体（構造物）並びに設備機器の更新サイクルは、目標耐用年数を経過後に更新することとし、劣化状況や不具合等については現時点では予測し難いことから経過年数のみを考慮することとした。

- 1) 更新年数が複数系列で重なった場合には、更新年度をずらした計画とする。更新優先度としては、供用順及び相対的に古い施設を優先に更新する。
- 2) 構造物と設備機器の更新年度が近い場合（5年以内程度）は、両方同時に更新するように考える。いずれも目標耐用年数以上とする。

2 各評価項目の考え方（評価基準）

評価項目ごとの判断基準を設定した。評価基準を表 5-3 に示す。

表 5-3 評価基準

評価項目		評価基準
① 処理性能	1) 水温変動に対して	冬期流入水温時における処理への影響を優劣判断する
	2) 水量変動に対して	雨天時流入水量時における処理水質の確保を優劣判断とする
	3) 安定的な水質確保について	既存処理水質と同等または同等以上と出来るか否かを優劣判断とする
② 維持管理性	1) 保守点検	機器点数の多少を優劣判断とする
	2) 薬品添加の必要性	処理に対する薬品添加の有無による優劣判断とする
	3) 分水方法	指定した水量に分水可能かを優劣判断とする
	4) 雨天時水量増に対して	付加的な作業の有無を優劣判断とする
	5) 主な運転管理指標	既存処理法を基として指標数の多少や難易度を優劣判断する
③ 既存施設改造の容易性	1) 既存施設からの撤去設備	撤去設備の多少を優劣判断する
	2) 維持管理動線の確保	維持管理動線の確保し易さを優劣判断する
	3) 改造工事に要する工期	概略の工事期間（機器製作を含む）の長短を優劣判断する
	4) 改造工事による施設休止期間	休止期間中の処理能力確保を優劣判断する
	5) 改造工事期間中の処理能力（H29～H31）	
	6) 既存構造物への影響	既存構造物への改造度合いを優劣判断する
	7) 改築更新工事期間中の処理能力（H32～H53）	改築更新工事期間中の処理能力確保を優劣判断する
④ 技術的熟度	1) 技術的評価	日本下水道協会、日本下水道事業団、日本下水道新技術機構等の第三者機関によるマニュアル及び評価の有無について優劣判断する
	2) 実績	実用規模での採用実績数の多少を優劣判断する
⑤ 経済性	1) 対象年数	総価を優劣判断する（水処理施設増設案を1とする表示とした）
	2) 総建設費	
	3) 総維持管理費	
	4) 総 価	
	5) （統合による）処理能力増強に必要な建設費	総価に含まれているため評価対象外
	6) 撤去費	能力増強必要期間後のため、評価対象外
⑥ 災害対応	1) 能力超過期間後の施設有効利用	有効利用の可能性を優劣判断する。
	2) 災害への対応	災害への備えとしての優劣判断とする。
⑦ 推進計画との整合性	「あきた循環のみず推進計画」との整合性 1) きれいな水環境と快適な生活環境の提供 2) 適正管理と経営 3) 県と市町村との協働 4) 地球環境への貢献	目標像に対し、整合した施策であるかを判断する。 1) きれいな水環境と快適な生活環境の提供は、各処理方式ともに満足しているため、優劣がつかないことから、評価対象外とした。 2) 適正管理と経営は、各処理方式ともに安定的な施設運転、経営基盤となり優劣がつかないことから、評価対象外とした。 3) 県と市町村との協働 は、各処理方式ともに生活排水処理の広域共同化となり優劣がつかないことから、評価対象外とした。 4) 下水バイオマスの利活用、CO ₂ 排出量の削減、エネルギー自給率の向上を優劣判断する。

【あきた循環のみず推進計画について】

秋田県では、人口減少や逼迫する地方財政等の事業環境を踏まえ、継続的な生活排水処理サービスの提供を目的として、事業の目標像と展開する施策を定め「あきた循環のみず推進計画」として示している。表 5-4 に目標像と施策を示す。

表 5-4 目標像と施策について

あきた循環のみず推進計画		
目 標 像		施 策
1	きれいな水環境と快適な暮らし	① きれいな水環境と快適な生活環境の提供
		② 継続的なサービスの提供
2	適正管理と経営	① 安定的な処理施設の運転
		② 経営基盤の強化
3	県と市町村との協働	① 生活排水処理の広域共同化
4	地球環境への貢献	① 下水バイオマスの利活用
		② CO ₂ 排出量の削減
		③ エネルギー自給率の向上

3 水処理方式の比較・評価

(1) 評価について

評価項目毎に【優れている◎】【標準的である○】【他に比べやや劣る△】を付している。これは秋田臨海処理センターの既存施設を改良し、新たな処理技術を採用した場合の評価である。従って、新設した場合の各処理技術の評価とは異なることに留意が必要である。表 5-5 に評価理由を示す。

表 5-5 評価理由

評価項目		評価理由
① 処理性能	1) 水温変動に対して	方式による差はなしとした。
	2) 水量変動に対して	方式により水面積負荷は異なるが処理可能範囲内のため、差はなしとした。
	3) 安定的な水質確保について	◎ 【4】 …処理後の水質が BOD や大腸菌、SS など他案より除去効果がある
② 維持管理性	1) 保守点検	◎ 【2】 【3】 …200 点、210 点と機器点数が少ない △ 【1】 …290 点と機器点数が多い
	2) 薬品添加の必要性	△ 【4】 薬品添加の必要がある
	3) 分水方法	△ 【3】 【4】 …分水調整用の設備ならびに制御が必要となる
	4) 雨天時水量増に対して	△ 【3】 【4】 …エアリフトソフ [®] の調整【3】や膜閉塞の予防措置【4】などの付加的作業が必要となる
	5) 主な運転管理指標	方式による差はなしとした。
③ 既存施設改造の容易性	1) 既存施設からの撤去設備	◎ 【1】 …撤去設備が無い △ 【2】 …初沈 2 池分の施設撤去が必要となる
	2) 維持管理動線の確保	◎ 【1】 【2】 【3】 …支障なし △ 【4】 …管廊内部(膜分離～終沈間)への機器設置が必要となり、維持管理動線が手狭になる
	3) 改造工事に要する工期	◎ 【4】 …他案より短い
	4) 改造工事による施設休止期間	
	5) 改造工事期間中の処理能力 (H29～H31)	◎ 【1】 …既設を休止することなく処理能力に余裕がある。
	6) 既存構造物への影響	◎ 【1】 【3】 …既存施設へは影響がない △ 【2】 …水理的要因により吐出槽や分配槽などの躯体改造(高上げ)が必要
	7) 改築更新工事期間中の処理能力 (H32～H53)	△ 【2】 …処理能力が日平均汚水量に対しても不足する
④ 技術的熟度	1) 技術的評価	◎ 【1】 …協会発行図書により設計指針内容が確立している
	2) 実績	◎ 【1】 …多い(648) △ 【2】 【3】 …実績数が少ない
⑤ 経済性	1) 対象年数	
	2) 総建設費	◎ 【2】 【3】 …最も安価(1を下回っている)
	3) 総維持管理費	△ 【4】 …最も高価(1を上回っている)
	4) 総 価	
⑥ 災害対応	1) 能力超過期間後の施設有効利用	◎ 【1】 【2】 【4】 …付加価値が見いだせる。
	2) 災害への対応	◎ 【1】 【4】 …耐震性能が保持されている【1】、非常用水の確保が可能【4】
⑦ 推進計画との整合性	「あきた循環のみず推進計画」との整合性	◎ 【2】 …3 項目に整合している。 △ 【4】 …CO ₂ 排出量が多い。

(注) 表中の【1】は水処理施設増設案、【2】は高効率固液分離装置、【3】は担体投入活性汚泥法、【4】は膜分離活性汚泥法を示している。

(2) 評価のための重み付けについて

比較や評価を混乱させないように各評価項目に対しての定量的な配点を行わないものとし、評価項目の重要度は“A、B、C”の3段階で示すものとした。

なお、以下に示す検討項目の大項目(①～⑦)について分類を行うものとした。

1) 比較項目の重み付けについて

各処理方式における「長所」および「短所」について比較を行っているが、比較項目が必ずしも同様な重要度を示している訳ではないことから、比較項目ごとに重要度を設定し処理方式の決定を行うものとする。

表 5-6 比較項目

比較項目	① 処理性能
	② 維持管理性
	③ 改造の容易さ
	④ 技術的熟度
	⑤ 経済性
	⑥ 災害への対応等
	⑦ 「あきた循環のみず推進計画」との整合性

以上の7項目に対して重要度を示す。

2) 重要度の設定

重要度については、A、B、Cの3段階の重み付けとする。

表 5-7 重要度

重要度	A：最重要項目…… (重み大)
	B：重要項目 …… (重み中)
	C：標準的項目…… (重み小)

3) 比較項目別の重要度設定値

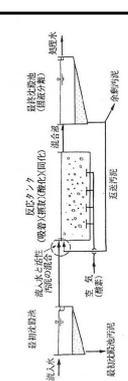
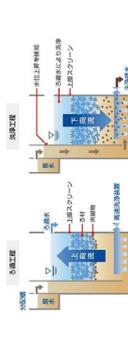
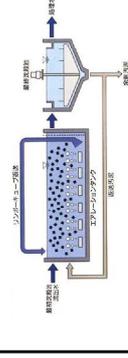
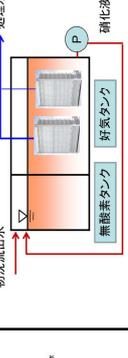
表 5-8 重要度設定根拠

比較項目	重要度	設定根拠
① 処理性能	B	・水量水質の変動に伴う処理能力の確保は必須条件であるため、重要項目とする。
② 維持管理性	B	・施設改造に伴い、運転管理の容易性（人為的操作性）は、処理性能を確保・維持する上で重要である。
③ 改造の容易さ	B	・現状の運転、改築・更新等に極力影響を与えない改造及び従来方式への復旧が必須であるため、容易さを重要項目とする。
④ 技術的熟度	C	・秋田臨海処理センター特有の条件を満足し、既存施設改造・更新に対応できる技術であることが必須であることから、実績の多少は重み小とし、標準的項目とする。
⑤ 経済性	A	・将来にわたる建設・維持管理コストの縮減は、下水道経営の基盤強化にも繋がる。ビジョンとの整合性（適正管理と経営）も経済性に含んだ評価となるため、最重要項目とする。
⑥ 災害への対応等	B	・能力超過期間後の施設の有効利用性、災害対応への可能性は考慮すべき事項のため、重要項目とする。
⑦ 「あきた循環のみず推進計画」との整合性	A	・事業の目標像と展開する施策を定めた「あきた循環のみず推進計画」との整合性は事業実施する上で非常に重要と考え最重要項目とする。

(3) 水処理方式の比較・評価表

4つの水処理方式を7つの評価項目により比較検討を行った。表5-9に「水処理方式の比較・評価表（その1）、（その2）」を示す。

表 5-9 水処理方式の比較・評価表 (その1)

比較項目	方式	評価基準	1. 水処理施設増設案	2. 高効率固液分離装置	3. 担体投入活性汚泥法	4. 膜分離活性汚泥法	備考																												
処理方式概要			 <p>【水量分配フロー】</p> <table border="1"> <tr><th colspan="2">分配槽 (m³/日)</th></tr> <tr><td>100,000</td><td>50,000</td></tr> <tr><td>60,000</td><td>30,000</td></tr> <tr><td>1,000</td><td>0.50</td></tr> </table> <p>初沈: 1-1系 30,000, 1-2系 30,000, 2-1系 30,000, 2-2系 30,000, 3-1系 30,000</p> <p>反応タンク: 30,000, 30,000, 30,000, 30,000, 30,000</p> <p>終沈: 30,000, 30,000, 30,000, 30,000</p> <p>消毒: 150,000</p>	分配槽 (m³/日)		100,000	50,000	60,000	30,000	1,000	0.50	 <p>【水量分配フロー】</p> <table border="1"> <tr><th colspan="2">分配槽 (m³/日)</th></tr> <tr><td>143,000</td><td>71,500</td></tr> <tr><td>71,500</td><td>1,000</td></tr> </table> <p>初沈: 1-1系 35,750, 1-2系 35,750, 2-1系 35,750, 2-2系 35,750</p> <p>反応タンク: 41,900, 30,000, 35,750, 35,750, 35,750</p> <p>終沈: 35,750, 35,750, 35,750, 35,750</p> <p>消毒: 143,000</p>	分配槽 (m³/日)		143,000	71,500	71,500	1,000	 <p>【水量分配フロー】</p> <table border="1"> <tr><th colspan="2">分配槽 (m³/日)</th></tr> <tr><td>143,000</td><td>71,500</td></tr> <tr><td>71,500</td><td>1,000</td></tr> </table> <p>初沈: 1-1系 41,500, 1-2系 41,500, 2-1系 30,000, 2-2系 30,000</p> <p>反応タンク: 30,000, 30,000, 30,000, 30,000, 30,000</p> <p>終沈: 30,000, 30,000, 30,000, 30,000</p> <p>消毒: 43,000</p>	分配槽 (m³/日)		143,000	71,500	71,500	1,000	 <p>【水量分配フロー】</p> <table border="1"> <tr><th colspan="2">分配槽 (m³/日)</th></tr> <tr><td>143,000</td><td>60,000</td></tr> <tr><td>83,000</td><td>1,000</td></tr> </table> <p>初沈: 1-1系 41,500, 1-2系 41,500, 2-1系 30,000, 2-2系 30,000</p> <p>反応タンク: 30,000, 30,000, 30,000, 30,000, 30,000</p> <p>終沈: 30,000, 30,000, 30,000, 30,000</p> <p>消毒: 43,000</p>	分配槽 (m³/日)		143,000	60,000	83,000	1,000	<p>本家は、増設用地に3-1系30,000m³/日の施設を増設する方式である。</p> <p>設計対象水量: 30,000m³/日増 (全体水量: 150,000m³)</p> <p>流入 BOD 240 mg/L : SS 200 mg/L</p> <p>放流 BOD 15 mg/L : SS 20 mg/L以下</p> <p>増設用地に1/2系列増設</p> <p>3-1系</p>	<p>本家は、膜ユニットと懸濁性活性汚泥法を組み合わせた方式で、低・不排水水量に対し、膜分離を用いた処理を行い、水量増加対応を図る技術である。</p> <p>設計対象水量: 23,000m³/日増 (全体水量: 143,000m³)</p> <p>流入 BOD 240 mg/L : SS 200 mg/L</p> <p>放流 BOD 15 mg/L : SS 20 mg/L以下</p> <p>1-1系の反応タンクを膜分離活性汚泥法に改造する。</p> <p>1-1系(反応タンク・最終沈殿池)</p>	
	分配槽 (m³/日)																																		
100,000	50,000																																		
60,000	30,000																																		
1,000	0.50																																		
分配槽 (m³/日)																																			
143,000	71,500																																		
71,500	1,000																																		
分配槽 (m³/日)																																			
143,000	71,500																																		
71,500	1,000																																		
分配槽 (m³/日)																																			
143,000	60,000																																		
83,000	1,000																																		
前提条件			<p>設計対象水量: 23,000m³/日増 (全体水量: 143,000m³)</p> <p>流入 BOD 240 mg/L : SS 200 mg/L</p> <p>放流 BOD 15 mg/L : SS 20 mg/L以下</p> <p>1-1,2-1系(初沈のみ)</p> <p>W1,000mm×5門 3分配(1系用、2系用、3-1系として待用)</p> <p>※1-1系 (容量)</p> <p>1-1系 φ21m×深3.0m×2池 692 m³</p> <p>1-1系 幅7.8m×長65.1m×深5.0m×3池 9,957 m³</p> <p>1-1系 幅12.0m×長50.0×深3.0m×2池 1,200 m³</p>	<p>設計対象水量: 23,000m³/日増 (全体水量: 143,000m³)</p> <p>流入 BOD 240 mg/L : SS 200 mg/L</p> <p>放流 BOD 15 mg/L : SS 20 mg/L以下</p> <p>1-1,2-1系(反応タンクのみ)</p> <p>W1,000mm×4門 2分配(1系用、2系用)</p> <p>※1-2系 (容量)</p> <p>2-1系 φ21m×深3.0m×2池 692 m³</p> <p>2-1系 幅7.8m×長85.1m×深5.0m×3池 9,957 m³</p> <p>2-1系 幅12.0m×長50.0×深3.0m×2池 1,200 m³</p>	<p>設計対象水量: 23,000m³/日増 (全体水量: 143,000m³)</p> <p>流入 BOD 240 mg/L : SS 200 mg/L</p> <p>放流 BOD 15 mg/L : SS 20 mg/L以下</p> <p>1-1系(反応タンク・最終沈殿池)</p> <p>W1,000mm×3門、W444mm×1門 2分配(1系用、2系用)</p> <p>※2-2系 (容量)</p> <p>2-2系 φ21m×深3.0m×2池 692 m³</p> <p>2-2系 幅7.8m×長86.8m×深5.0m×3池 10,156 m³</p> <p>2-2系 幅12.0m×長50.0×深3.0m×2池 1,200 m³</p>	<p>設計対象水量: 23,000m³/日増 (全体水量: 143,000m³)</p> <p>流入 BOD 240 mg/L : SS 200 mg/L</p> <p>放流 BOD 15 mg/L : SS 20 mg/L以下</p> <p>1-1系(反応タンク・最終沈殿池)</p> <p>W1,000mm×3門、W444mm×1門 2分配(1系用、2系用)</p> <p>※2-2系 (容量)</p> <p>2-2系 φ21m×深3.0m×2池 692 m³</p> <p>2-2系 幅7.8m×長86.8m×深5.0m×3池 10,156 m³</p> <p>2-2系 幅12.0m×長50.0×深3.0m×2池 1,200 m³</p>																													

(4) 総建設費の根拠について

水処理方式の比較・評価表に用いた建設費の根拠については、表 5-10 に示すとおりである。

表 5-10 各方式における建設費総価 (2041 (H53) 年時点)

単位: 百万円

項目	1.水処理施設増設案	2.高効率固液分離装置	3.担体投入活性汚泥法	4.膜分離活性汚泥法				
土建 (増強)	3系増設	1,770						
	ブワ棟(増設)	46	ブワ棟(増設)	46	ブワ棟(増設)	46	ブワ電気棟(新設)	236
	水処理電気室(新設)	18	水処理電気室(新設)	18	水処理電気室(新設)	18	水処理電気室(新設)	18
	小計	1,834	小計	64	小計	64	小計	254
機械 (増強)			流量調整設備	8	流量調整設備	131	流量調整設備	62
	3系水処理新設	831	固液分離(1-1)	781	担体設備(1-1)	1,042	膜分離設備(1-1)	3,413
			固液分離(2-1)	781	担体設備(2-1)	1,042		
	送風機 110m3 (5号)	154	送風機 110m3 (5号)	145	送風機 220m3 (5号)	192	送風機 200m3×3台 (5号,6号,7号)	487
	小計	985	小計	1,913	小計	2,407	小計	3,962
電気 (増強)	電気設備 (3-1)	439	電気設備(1-1,2-1) ※高効率	273	電気設備(1-1,2-1) ※担体	223	電気設備(1-1) ※膜分離	1,150
	小計	439	小計	273	小計	223	小計	1,150
増強費計	3,258		2,250		2,694		5,366	
機械 (更新)	送風機(1号)	144	送風機(1号)	144	送風機(1号)	144	送風機(1号)	144
	送風機(2号)	144	送風機(2号)	144	送風機(2号)	144	送風機(2号)	144
	送風機(3号)	176	送風機(3号)	176	送風機(3号)	176	送風機(3号)	176
	送風機(4号)	176	送風機(4号)	176	送風機(4号)	176	送風機(4号)	176
	分配槽可動堰	105	分配槽可動堰	105	分配槽可動堰	105	分配槽可動堰	105
	水処理(1-1)	1,120	水処理(1-1) ※反応+終沈	929	水処理(1-1) ※初沈+終沈	506	水処理(1-1) ※初沈	191
	水処理(1-2)	1,120	水処理(1-2) ※反応+終沈	929	水処理(1-2)	1,120	水処理(1-2)	1,120
	水処理(2-1)	1,120	水処理(2-1) ※反応+終沈	929	水処理(2-1) ※初沈+終沈	506	水処理(2-1)	1,120
	水処理(2-2)	1,157	水処理(2-2) ※反応+終沈	966	水処理(2-2)	1,157	水処理(2-2)	1,157
	主ポンプ設備(No3)	210	主ポンプ設備(No3)	256	主ポンプ設備(No3)	210	主ポンプ設備(No3)	210
	主ポンプ設備(No4)	210	主ポンプ設備(No4)	256	主ポンプ設備(No4)	210	主ポンプ設備(No4)	210
	小計	5,682	小計	5,010	小計	4,454	小計	4,753
	電気設備 (更新)	電気設備 (1-1)	152	電気設備(1-1) ※反応+終沈	140	電気設備(1-1) ※初沈+終沈	120	電気設備(1-1) ※初沈
電気設備 (1-2)		152	電気設備(1-2) ※反応+終沈	140	電気設備(1-2)	152	電気(1-2)	152
電気設備 (2-1)		152	電気設備(2-1) ※反応+終沈	140	電気設備(2-1) ※初沈+終沈	120	電気(2-1)	152
電気設備 (2-2)		152	電気設備(2-2) ※反応+終沈	140	電気設備(2-2)	152	電気(2-2)	152
小計		608	小計	560	小計	544	小計	521
更新費計	6,290		5,570		4,998		5,274	
合算値 (増強+更新)	9,548		7,820		7,692		10,640	

なお、表 5-10 の建設費は、平成 32 年～53 年の 22 年間の総価であり、この間に更新を迎える機器費も含まれている。

また、建設費の根拠として、土木は容積当り単価、建築は面積当り単価を乗じて算出した。機械、電気設備に関する設備費については、メーカーヒヤリングによる見積り価格である。また、今回処理方式検討を行った各固有の設備については、技術保有メーカーからのヒヤリングによるものである。

(5) 維持管理費の根拠について

1) 補修費

補修費について、既存標準活性汚泥法で使用している一般的機器の場合は機器費の 2.3%とし、標準活性汚泥法以外の処理方式検討を行った機器・設備についてはメーカーヒヤリングによるものとした。

2) 薬品費

薬品費について、膜分離活性汚泥法において、次亜塩素酸ソーダとシュウ酸を使用することから、使用量及び単価はメーカーヒヤリングによるものとした。流入汚水量の負荷による変動はここでは考慮していない。

3) 水処理電気費

水処理電気費について、下水道統計（平成 24 年度版）の秋田臨海処理センターにおける水処理電気費(実績)と流入汚水量(実績)より 2.6 円/m³として算出した（予測することが難しいため、実績値を採用した）。

処理方式により総電力量が異なることから、処理方式毎の構成機器による出力に想定稼働時間（稼働率）を乗じ、総電力量を算出した。現況の水処理総電力量を 1.0 とした時の各処理方式における水処理総電力量の比率を補正率として乗じ、将来の水処理にかかわる電気費を算出した。

なお、電気費算出に用いる流入汚水量は日平均汚水量とした。

表 5-11 水処理総電力量と補正率について

方 式	水処理総電力量(kWh/日)	比率(補正率)※1
現 況	25,478	1.00
1. 水 処 理 施 設 増 設 案	31,119	1.22
2. 高 効 率 固 液 分 離 装 置	30,074	1.18
3. 担 体 投 入 活 性 汚 泥 法	32,160	1.26
4. 膜 分 離 活 性 汚 泥 法	44,128	1.73

※1：現況の水処理総電力量を1.00とした時の比率(補正率)を示す。

$$\text{水処理電気費 (円/年)} = \text{日平均流入汚水量} \times 2.6 \text{ 円} \times 365 \times \text{補正率}$$

4) 汚泥処理費

汚泥処理費については、過年度における汚泥処理実績と流入汚水量実績より流入汚水量あたり 13 円/m³として算出した(予測することが難しいため、実績値を採用した)。汚泥処理費は人件費を除く焼却処分までの全ての費用であり、薬品費、汚泥処理・汚泥焼却電力費、重油燃料費及びその他のユーティリティ費、汚泥焼却灰処分費、コンポスト処理費等を計上している。

処理方式により発生汚泥量が異なることから、現況における発生固形物量を 1.0 とし、物質収支表上における発生固形物量(生汚泥+余剰汚泥)との比率を補正率として乗じることとした。

表 5-12 発生固形物量と補正率

処 理 方 式	発生固形物量 (t/日)	比率(補正率)
1. 水処理施設増設案	27.17	1.00
2. 高効率固液分離装置	27.17	1.00
3. 担体投入活性汚泥法	27.17	1.00
4. 膜分離活性汚泥法	26.86	0.99

$$\text{汚泥処分費 (円/年)} = \text{日平均流入汚水量} \times 13 \text{ 円} \times 365 \times \text{補正率}$$

表 5-13 の維持管理費総計は、平成 32 年から平成 53 年の 22 年間の総計であり、「補修費」・「薬品費」・「水処理電気費」・「汚泥処理費」の 4 項目を合計したものである。

表 5-13 維持管理費総計 (H32~H53 までの総計) (単位: 百万円)

処 理 方 式	維持管理費総計				
	計	補修費	薬品費	水処理電気費	汚泥処理費
1. 水処理施設増設案	14,944	1,639	-	2,609	10,696
2. 高効率固液分離装置	14,687	1,467	-	2,524	10,696
3. 担体投入活性汚泥法	14,661	1,269	-	2,696	10,696
4. 膜分離活性汚泥法	17,303	2,875	154	3,702	10,572

(6) 「あきた循環のみず推進計画」との整合性の根拠について

水処理方式の比較・評価表に用いた CO₂ 削減効果や下水バイオマス利活用などの判断となった根拠については、以下のとおりである。

① CO₂ 排出量削減について

CO₂ 相当に換算して LCCO₂ 評価として整理したものを表 5-14 に示す。排出量としては、水処理電気量による差が見られ、膜分離活性汚泥法が最も発生量が多く、他の 3 方式には大きな差は見られなかった。

表 5-14 LCCO₂ 評価について

処理方式	1.水処理施設増設案			2.高効率固液分離装置			3.担体投入活性汚泥法			4.膜分離活性汚泥法		
	143,000m ³ /日			143,000m ³ /日			標準法:60,000m ³ /日 担体投入:83,000m ³ /日			標準法:90,000m ³ /日 膜分離:53,000m ³ /日		
ガス種類	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
地球温暖化係数	1	21	310	1	21	310	1	21	310	1	21	310
(単位)	(t-CO ₂ /年)	(t-CO ₂ /年)	(t-CO ₂ /年)	(t-CO ₂ /年)	(t-CO ₂ /年)	(t-CO ₂ /年)	(t-CO ₂ /年)	(t-CO ₂ /年)	(t-CO ₂ /年)	(t-CO ₂ /年)	(t-CO ₂ /年)	(t-CO ₂ /年)
①電気、燃料等のエネルギー消費に伴う排出												
a)他人から供給された電気の使用												
水処理	6,690			6,465			6,914			9,487		
②施設の運転に伴う処理プロセスからの搬出												
下水の処理		961	2,016		961	2,016		961	2,016		961	2,016
下水汚泥の処分												
焼却		1	6,714		1	6,568		1	6,714		1	6,568
③上水、工業用水、薬品類の消費に伴う搬出												
次亜塩素酸ソーダ										55		
シュウ酸										0.3		
小計	6,690	962	8,730	6,465	962	8,584	6,914	962	8,730	9,542	962	8,584
温室効果ガス排出量	16,382			16,012			16,606			19,088		

(端数の関係上合計が一致しない場合がある)

- ※1: CO₂ 排出原単位: 0.589kg-CO₂/kWh 《東北電力ホームページ》
- ※2: CH₄ 排出原単位: 終末処理場 876.4mg-CH₄/m³ 《日本国温室効果ガスインベントリ報告書 2014年4月》
- ※3: N₂O 排出原単位: 終末処理場 142.6mg-N₂O/m³ 《日本国温室効果ガスインベントリ報告書 2014年4月》
- ※4: CH₄ 排出原単位: 汚泥焼却(高温) 1.5g-CH₄/t 《日本国温室効果ガスインベントリ報告書 2014年4月》
- ※5: N₂O 排出原単位: 汚泥焼却(高温) 645g-N₂O/t 《日本国温室効果ガスインベントリ報告書 2014年4月》
- ※6: 次亜塩素酸ソーダ排出原単位: 0.32t-CO₂/年 《国土交通省発行: 下水道における地球温暖化防止推進計画策定の手引き: 平成23年3月》
- ※7: シュウ酸排出原単位: 0.08t-CO₂/年 《科学技術振興機構: 持続可能な水利用を実現する革新的な技術とシステム(論文) 平成21年度》
- ※8: 膜分離活性汚泥法の N₂O については、今回の処理方式が完全な硝化脱窒型ではないため、標準活性汚泥法の排出係数を用いた。

② 下水バイオマス利活用及びエネルギー自給率の向上について

高効率固液分離装置は、最初沈殿池において有機物を多く含んだ汚泥を回収することが可能であることから、消化工程においてガス量が多くなると考えられる。他 3 方式については差は見られなかった。

表 5-15 消化ガス発生量について

	1.水処理施設増設案		2.高効率固液分離装置		3.担体投入活性汚泥法		4.膜分離活性汚泥法		備考
	生汚泥	余剰汚泥	生汚泥	余剰汚泥	生汚泥	余剰汚泥	生汚泥	余剰汚泥	
発生汚泥量 (kg/日)	14,300	12,870	20,020	7,150	14,300	12,870	14,300	12,560	固形物収支計算表より
有機物含有率 (%)	87.5	78.1	87.5	78.1	87.5	78.1	87.5	78.1	秋田臨海処理センター H25実績データより
含有有機物量 VS (kg/日)	12,513	10,052	17,518	5,584	12,513	10,052	12,513	9,809	
単位ガス発生量 (m ³ /TONVS)	630	350	630	350	630	350	630	350	日本下水道事業団報告書*より
発生ガス量 (m ³ /日)	7,883	3,518	11,036	1,954	7,883	3,518	7,883	3,433	
総ガス量 (m ³ /日)	11,401		12,990		11,401		11,316		

※) 日本下水道事業団技術戦略部: 『エネルギー回収を目的とした嫌気性消化プロセスの評価に関する報告書』平成24年4月

(7) 水処理方式の比較・評価表のまとめ

比較項目ごとに優れた水処理方式については、表 5-16 のとおりである。

表 5-16 評価について

比較項目	重要度	評価
① 処理性能	B	・処理性能については、いずれの水処理方式も十分な機能を発揮するものであった。処理水質面で膜ろ過を採用する 膜分離活性汚泥法 がより優れた処理水質を得ることができるものであった。
② 維持管理性	B	・維持管理性については、保守点検数が少なく反応タンクへ均等に分水が可能な 高効率固液分離装置 が優位となった。
③ 改造の容易さ	B	・既存施設改造の容易性については、新設する 水処理施設増設案 は、他施設への影響が最も少なく、また、既設構造物への影響の少ない 担体投入活性汚泥法 においても増設案と同等に優位となっている。
④ 技術的熟度	C	・標準化された技術基準を有し、採用実績の多い 水処理施設増設案 が優位となった。
⑤ 経済性	A	・経済性については、秋田臨海処理センターの特有の条件の下で算出した結果、建設・維持管理コスト面から 高効率固液分離装置 及び 担体投入活性汚泥法 が優位となった。
⑥ 災害への対応等	B	・施設の新設により耐震性能が確保された 水処理施設増設案 と処理水が非常用用水として利用可能な 膜処理活性汚泥法 が優位となった。
⑦ 「あきた循環のみず推進計画」との整合性	A	・「あきた循環のみず推進計画」との整合性については、有機物の多い汚泥を回収することが可能な 高効率固液分離装置 が下水バイオマス利活用やCO ₂ 削減、エネルギー自給率向上につながるものとして優位となった。

これらを踏まえ、本検討委員会の結論として、以下のとおりとする。

人口減少下において、既存施設を有効利用しつつ、適切な汚水処理、施設改良の容易さ、改築更新計画との整合、安定的な管理と経営、地球環境保全への貢献などについて議論を行い、既存施設への影響や「あきた循環のみず推進計画」との整合性も含めて検討した結果、1つの水処理方式として、「高効率固液分離装置」を選定する。

選定理由としては、高効率固液分離装置の導入において、改造に伴う既設構造物への影響について配慮しなければならないものの、標準活性汚泥法による増設計画に比べ、機器点数が少なく保守点検性に優れ、地球環境保全への貢献につながるものであり、かつ、経済性においても優位であることが挙げられる。

VI. おわりに

本報告書は、秋田市公共下水道八橋処理区の秋田湾・雄物川流域下水道臨海処理区への処理区統合に伴う、水処理能力増強方式についてまとめたものである。検討内容は地域における諸条件を考慮しながら、秋田県のビジョンである「あきた循環のみず推進計画」を前提とし、昨今の社会経済情勢の変化を踏まえ、継続的な事業運営に資することを基本としている。

「持続的発展が可能な社会の構築への貢献」という下水道の使命を果たすためには、継続的な事業運営が必須であり、その役割を確実に担い、下水道使用者を含めた住民にとっての顧客価値を高める努力が求められている。下水道は、「公衆衛生の確保」「生活環境の改善」「公共用水域の水質保全」「浸水の防除」という役割に加え、下水熱利用、ガス発電、汚泥の燃料化等「エネルギー供給」という役割からも、下水道を核とした地域づくりという価値を有している。

公共施設は、地域づくりの核であり多様性が求められており、下水道においても、その役割を認識し、積極的な施策展開が必要と考える。

秋田県が進める市町村との協働による汚水・汚泥処理の広域共同化は、人的・財政的制約下におけるインフラの再編による事業効率の向上だけではなく、経営資源の集中による顧客価値の創造であり、経営品質の向上による事業の継続的運営に資するものである。

今後は、県と市町村にとどまらず多様なステークホルダーとの連携・融合等、取組をより一層進め、下水道の価値を高めることを期待する。