

第2回 南蒲生浄化センター一復旧方針検討委員会

平成23年7月7日（木） 13:30～
仙台市役所 第一委員会室

次 第

1. 開会

2. 議事

- | | |
|-------------------|------------|
| (1) 被災調査結果について | <報告> |
| (2) 段階的水質向上対策について | <今回決定（予定）> |
| (3) 施設の本復旧方針について | <今回決定（予定）> |
| (4) 津波対策について | <次回決定（予定）> |
| (5) 施設の本復旧について | <次回決定（予定）> |

3. 閉会

【配布資料】

- 資料1 下水道事業の財政状況
- 資料2 仙台市南蒲生浄化センターの復旧の考え方（案）
- 資料3 南蒲生浄化センター 一般平面図

【次回委員会】

- 日 時：平成23年8月4日（木） 13時30分～
- 場 所：仙台市役所本庁舎2階第2委員会室

第2回南蒲生浄化センター復旧方針検討委員会出席者名簿

1. 南蒲生浄化センター復旧方針検討委員会委員名簿

氏名	所属等	備考
内田 美穂	東北工業大学 工学部 准教授	
遠藤 銀朗	東北学院大学 工学部 教授	副委員長
大村 達夫	東北大学大学院 工学研究科 教授	委員長
佐藤 裕弥	株式会社 浜銀総合研究所 地域戦略研究部 地域経営研究室 室長	
松八重 一代	東北大学大学院 工学研究科 准教授	欠席

2. 地方共同法人日本下水道事業団（オブザーバー）出席者名簿

氏名	所属等	備考
野村 充伸	本社 技術戦略部長	
橋本 敏一	本社 技術戦略部水処理技術開発課長	
青木 実	東北総合事務所長	
森山 正美	震災復旧支援室長（併：東日本設計センター次長）	

3. 仙台市出席者名簿

氏名	所属等	備考
栗和田 幸夫	建設局長	
渋谷 昭三	建設局次長兼下水道事業部長	
田口 美之	建設局下水道経営部長	
村上 喜一郎	建設局下水道事業部参事	
菊池 靖	建設局下水道経営部参事兼財務課長	
佐藤 敦史	建設局下水道経営部経営企画課長	
稲村 哲明	建設局下水道経営部下水道計画課長	
石川 敬治	建設局下水道事業部南蒲生浄化センター所長	
阿部 勝徳	建設局下水道事業部南蒲生浄化センター主幹	
小林 勉	建設局下水道経営部経営企画課主幹兼庶務係長	
甲野藤 弘憲	建設局下水道経営部下水道計画課主幹兼調整係長	
星 英次	建設局下水道事業部下水道調整課主幹兼施設係長	
湯村 剛	建設局下水道経営部経営企画課企画係長	
大坪 昭彦	建設局下水道経営部下水道計画課計画係長	

下水道事業の財政状況

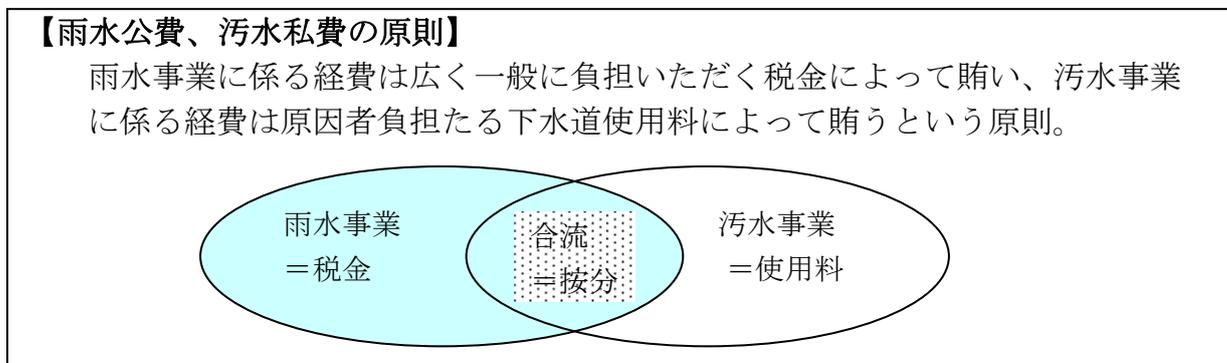
建設局

1. 下水道事業経営の特殊性

(1) 資本集約型産業であること

⇒ 総費用のうち7割以上を資本費（減価償却費＋支払利息）が占める。

(2) 雨水事業と污水事業とが混在していること

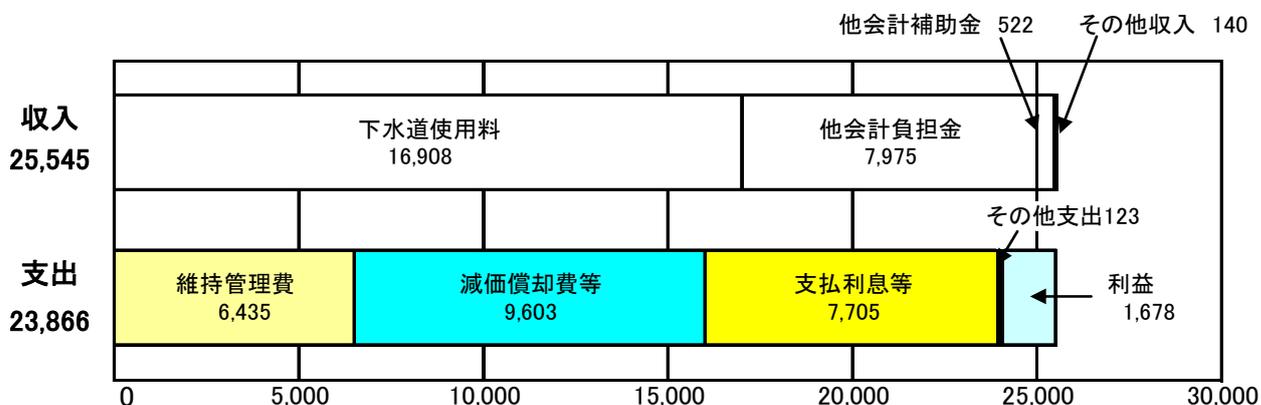


2. 財政状況

(1) 平成 22 年度決算の概要（認定前）

〔収益的収支〕（税抜）

（単位：百万円）

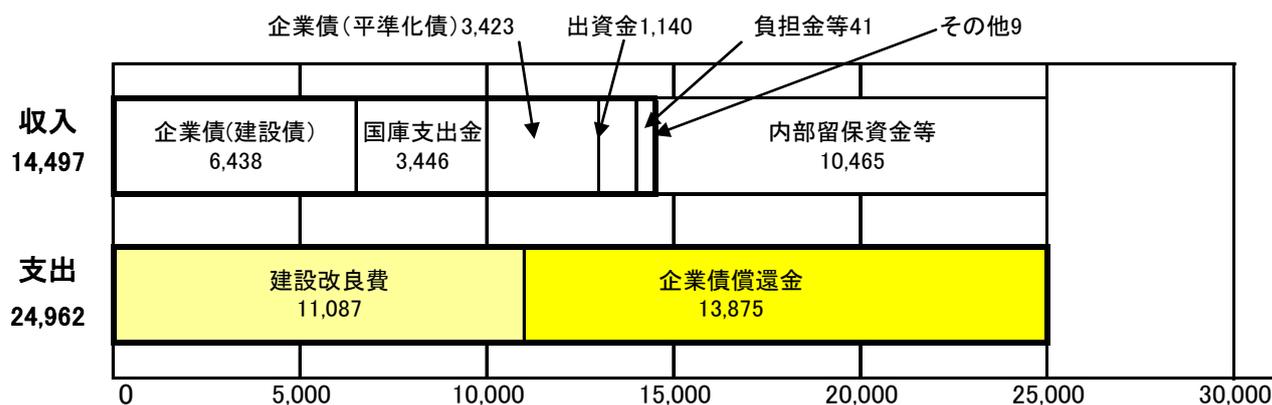


※ POINT

- ・収入は、下水道使用料（66%）と一般会計負担金（31%）でそのほとんどを占めています。
- ・支出は、人件費・経費等の維持管理費（27%）、減価償却費（40%）、支払利息（32%）でそのほとんどを占めています。
- ・平成 22 年度は、東日本大震災の影響により 13 億 8 千万円の事故繰越があり（支出が平成 23 年度になりました。）、結果大幅な黒字決算となりました。ただし、事故繰越額は、平成 23 年度の支出額に反映されることとなります。
- ・東日本大震災による企業活動の停滞等により、平成 23 年度の下水道使用料は大幅に減少するものと推測しています。

〔資本的収支〕（税込）

（単位：百万円）



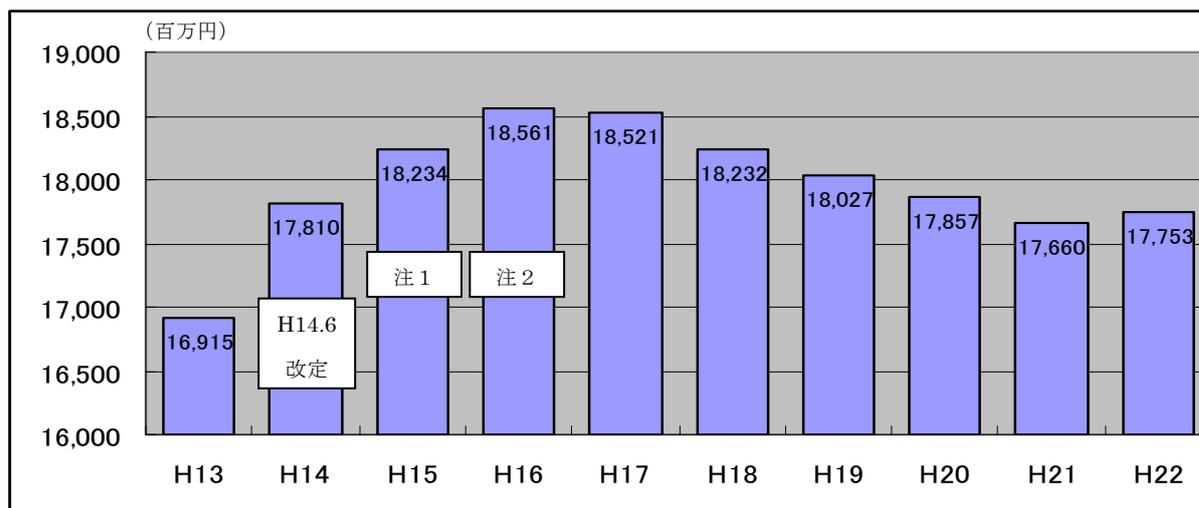
※ POINT

- ・ 支出は、建設改良費（44％）と企業債償還金（56％）でそのほとんどを構成しています。
- ・ 収入は、建設改良費の財源である企業債、国庫支出金、資本費平準化債でそのほとんどを占めています。
- ・ 企業債＝借金であり、将来にわたって利息分とともに償還することになります。
- ・ 資本的収支の資金不足分に対しては、当年度損益勘定留保資金（実際に現金の支出を伴わない減価償却費など）や前年度から繰越した内部留保資金を充てています。
- ・ H17年度からは、資本費平準化債(*)を発行して資金不足に対応しています。
 * 下水道事業債の元金償還期間と下水道施設の減価償却期間とが異なっていることから、当該年度の元金償還金と減価償却費との差について発行が認められている地方債

（2）下水道使用料

〔下水道使用料収入の推移（税込）〕

（単位：百万円）



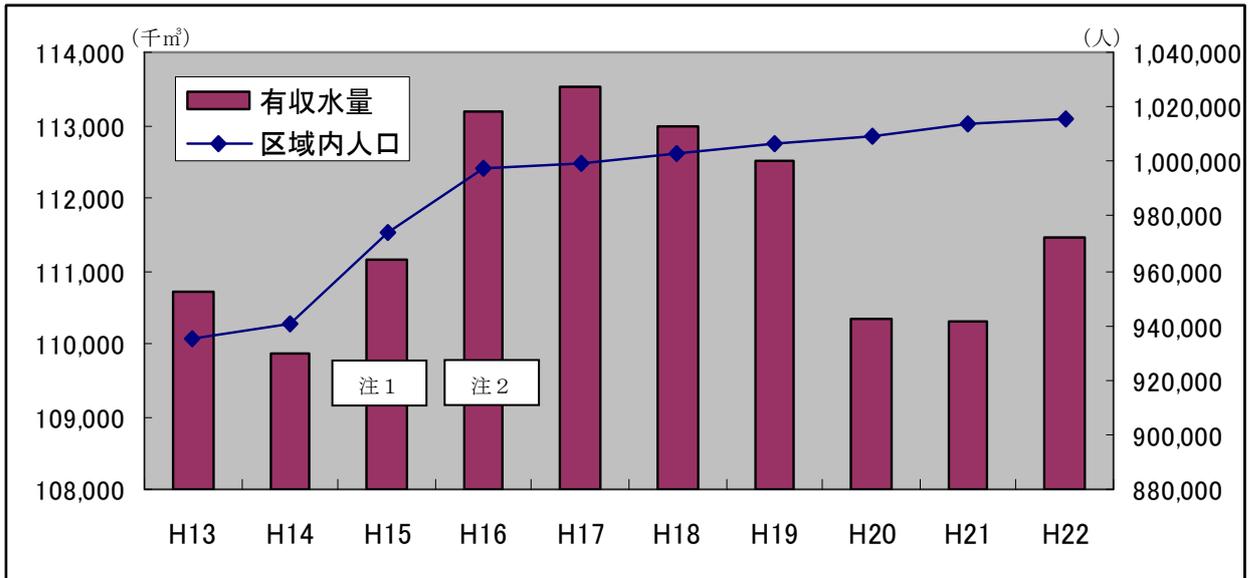
（注1）H15年度：上谷刈処理区を地域下水道から公共下水道に編入

（注2）H16年度：農業集落排水事業，地域下水道を下水道事業会計に移管。公設浄化槽事業の開始。

※ POINT

- ・ 平成16年度をピークに減少傾向となっています。
- ・ 平成22年度は夏季の猛暑の影響により増加しておりますが、平成23年度は東日本大震災の影響（企業活動の低下）により、大幅に減少するものと見込んでいます。

〔年間有収水量及び処理区域人口の推移〕



(注1) H15年度：上谷刈処理区を地域下水道から公共下水道に編入

(注2) H16年度：農業集落排水事業、地域下水道を下水道事業会計に移管。公設浄化槽事業の開始。

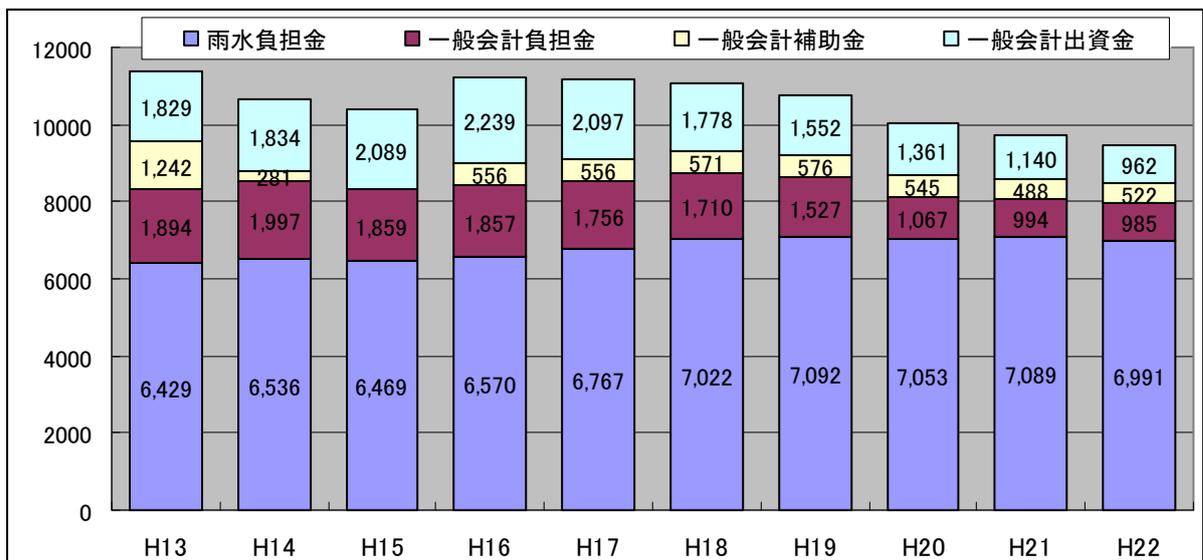
※ POINT

- ・近年は処理区域内人口の増加にもかかわらず、有収水量は減少しています。
(ただし、H22は猛暑の影響により、一時的に増加しました。)

(3) 一般会計からの繰入金

〔一般会計繰入金の推移〕

(単位：百万円)



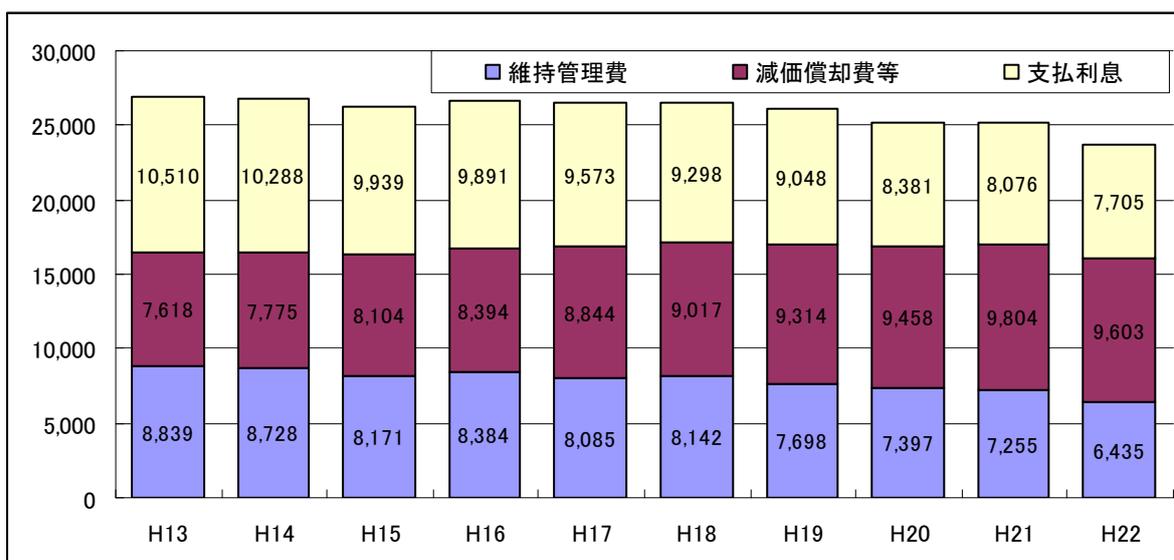
※ POINT

- ・雨水負担金については、施設の新規整備はあるものの、維持管理費の縮減に努め、ほぼ横ばいで推移しています。
- ・負担金：その性質上当該地方公営企業の経営に伴う収入をもって充てることが適当でない経費
⇒ 一般会計等の負担 (地方公営企業法第17条の2)
- ・補助金：災害の復旧その他特別の理由により必要がある場合
⇒ 一般会計等から補助できる (地方公営企業法第17条の3)

(4) 経費の内訳

[経費の推移]

(単位：百万円)



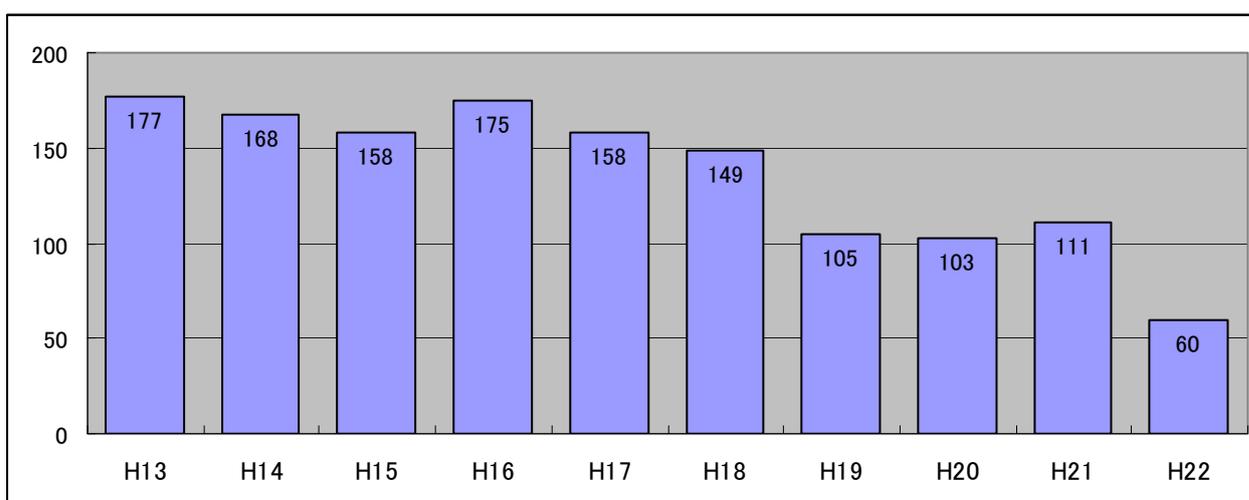
※ POINT

- ・維持管理費は、一般的には施設の新規整備に伴い増加いたしますが、業務の見直しや複数年契約の実施など経営の効率化に努めていることもあり、僅かながら減少しています。
- ・減価償却費は、施設の整備に伴い年々増加しています。
- ・支払利息は、建設改良費の減少に伴い企業債（借金）の借入額が減少していること、また、企業債のほとんどが元利均等払であるということもあり、年々減少しています。

(5) 建設改良費と企業債

[建設改良費の推移]

(単位：億円)

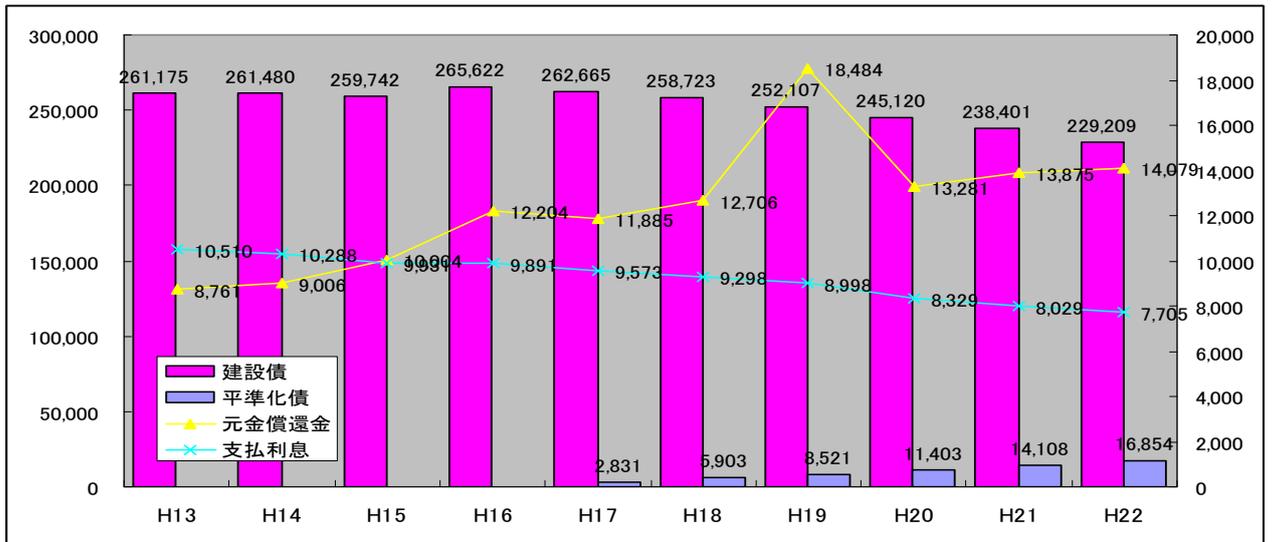


※ POINT

- ・建設改良費は、汚水事業の概成、雨水シーリングの実施などにより、ピーク時の平成5年度（366億）に比べて大幅な減少となっています。
- ・平成22年度は、震災の影響（57億円の繰越）により、決算額が大幅に減少しています。

[企業債残高と元利償還金等の推移]

(単位：百万円)



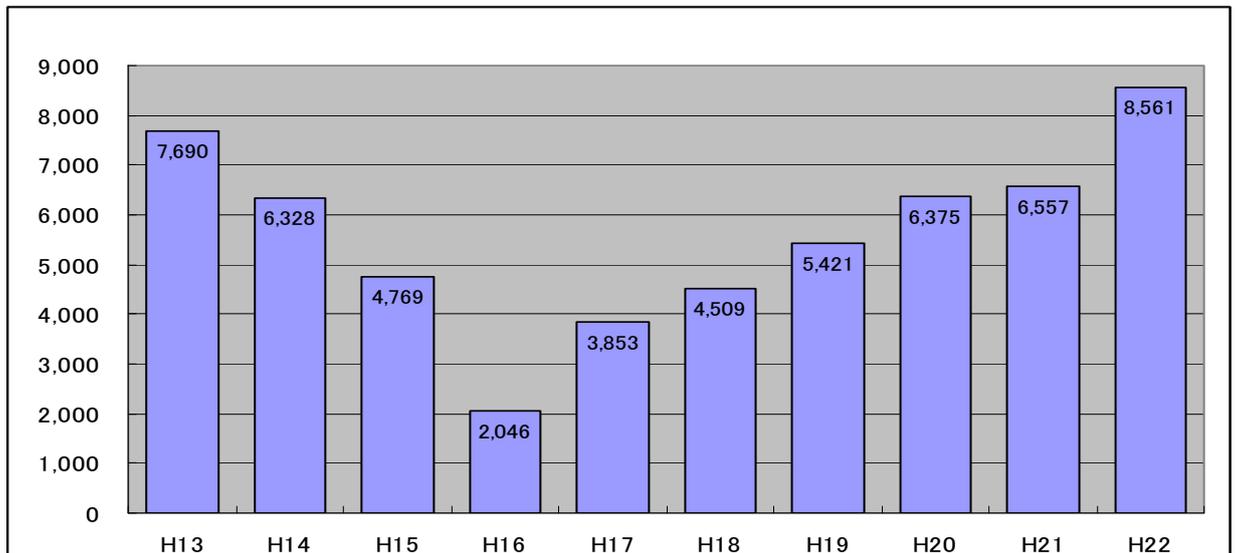
※ POINT

- ・本市下水道事業の H22 年度末の企業債（借金）残高は、2,460 億円にのぼっています。
- ・建設改良費の減少に伴い償還額が借入額を上回ることから、建設債の残高については、今後減少する見込みとなっています。（農業集落排水事業会計統合の影響を除くと、実質的には H14 年度をピークに年々減少しています。）
- ・一方、平成 17 年度から発行した資本費平準化債の残高については、今後毎年増加する見込みとなっています。

(6) 内部留保資金

[内部留保資金の推移]

(単位：百万円)



※ POINT

- ・内部留保資金は H10 年度の 113 億円をピークに年々減少を続けています。その主な原因は、下水道事業債の元金償還期間（最長 30 年）と下水道施設の減価償却期間（約 45 年）とが異なっていることによるものです。（減価償却費よりも元金償還金の方が多状態が続いている。）
- ・上記の制度的な問題に対応するため、平成 16 年度に「資本費平準化債」制度が拡充され、本市も平成 17 年度から借入を行っています。当該借入により、資金は再び増加していますが、資本費平準化債の償還の本格化に伴い、今後減少に転じる見込みです。

仙台市南蒲生浄化センターの復旧の考え方(案)

平成 23 年 7 月 7 日

仙 台 市 建 設 局

1	被災調査結果報告	1
1.1	水処理機能.....	1
1.2	管理・汚泥処理機能.....	2
2	段階的水質向上対策（案）	3
2.1	はじめに.....	3
2.2	基本条件.....	3
2.3	設計条件.....	3
2.4	BOD 濃度の通日試験.....	3
2.5	処理方式.....	4
2.6	処理フロー.....	6
2.7	施設配置図.....	6
3	施設の本復旧方針（案）	7
4	津波対策	8
4.1	基本方針.....	8
4.2	対策方法.....	8
4.3	津波高さの設定.....	9
5	施設の本復旧（案）	10
5.1	本復旧位置.....	10
5.2	本復旧案の立案.....	12
	【参考資料 1】	19
	【参考資料 2】	20

1 被災調査結果報告

1.1 水処理機能

南蒲生浄化センターの水処理施設は地震・津波による構造的損傷及び冠水被害を受け、加えて地盤沈下に伴う施設の沈下により、重大な処理機能障害が発生している。既存施設の機能回復を図るためには、基礎杭の復旧をはじめ大幅な躯体の改造（嵩上げ）を行う必要があり、復旧期間の長期化や膨大な復旧費用が避けられない状況にある。

1) 施設の構造的被害

地震及び津波による構造的被害は以下の通り。

生物反応槽……………基礎杭の損傷、構造物接合部からの漏水

最終沈殿池……………基礎杭の損傷

第3ポンプ室……………波力による構造破壊、基礎杭の損傷

送風機室……………波力による構造破壊、基礎杭の損傷



2) 施設の沈下による水処理機能障害

地震により敷地全体が沈下し、施設については60cm以上の沈下が確認された。このため、放流先の仙台湾水位に対し、処理に必要な適正な水位関係が保持出来ず、処理機能障害が発生した。

最初沈殿池……………水槽より汚水の溢水（沈殿放流時）

生物反応槽……………水槽より汚水の溢水

最終沈殿池……………固液分離障害



3) 機器類（機械・電気）の被害

津波による破壊、損失、水没により殆どの機器が使用不能となった。

1.2 管理・汚泥処理機能

貞山運河の西側に位置する管理棟及び汚泥処理に関連する構造物は、配置上の関係で水処理施設により波力が軽減され、さらに浸水深さが浅いこともあり、水処理施設に比べ被害は軽度であった。

また、設備機器類は建屋内の1階及び地下階に設置されたものが浸水被害を受けているが、現位置による原形復旧が比較的容易と考えられる。

なお、復旧にあたっては、原形復旧と併せて適切な津波対策を講じるものとする。

2 段階的水質向上対策（案）

2.1 はじめに

現在、南蒲生浄化センターでは「沈殿+消毒」を行っているが、本復旧まで相当期間を要するため、公共水域の水質保全の観点から早期に処理水質の向上を図って行く必要がある。

2.2 基本条件

- ・ 段階的な放流水質の向上として放流水質 BOD 濃度 60mg/L の確保を目標とする。
- ・ 既設生物反応槽より南側にある現状施設を活用する。

<参考>

「下水道地震・津波対策技術検討委員会第2次提言」では、段階的応急復旧のあり方について、本復旧までに要する期間に応じて以下の考え方で応急復旧を行い、段階的な放流水質の向上を目指すことが示されている。

【本復旧まで3～6ヶ月と見込まれる場合】
ア. 沈殿+消毒 → 本復旧
【本復旧までおおむね1年以内と見込まれる場合】
イ. 沈殿+消毒 → 沈殿+簡単な生物処理+消毒 → 本復旧
・ 3～6ヶ月程度で簡単な生物処理+消毒 (BOD120～60 レベル)へ移行
【本復旧まで1～3年程度と見込まれる場合】
<u>ウ. 沈殿+消毒 → 生物処理+沈殿+消毒 → 本復旧</u>
<u>・ 3～6ヶ月程度で生物処理+消毒 (BOD60～15 レベル)へ移行</u>
エ. 沈殿+消毒 → 段階的本復旧 → 本復旧
・ 中大規模の処理場で複数の系列を有する場合、系列ごとに段階的に本復旧

出典：「下水道地震・津波対策技術検討委員会第2次提言」より

2.3 設計条件

- ・ 晴天時日平均流入汚水量 300,000m³/日
- ・ 流入BOD濃度 177mg/L

2.4 BOD 濃度の通日試験

BOD 濃度等の通日試験を6月21～22日にかけて実施した結果、放流水の BOD 濃度は平均で 84mg/L、最大で 130mg/L であった。

表 1 通日試験結果 (BOD 濃度 : mg/L)

	平均	最大	最小
流入 1 系	130	190	55
流入 2 系	170	290	70
放 流	84	130	49

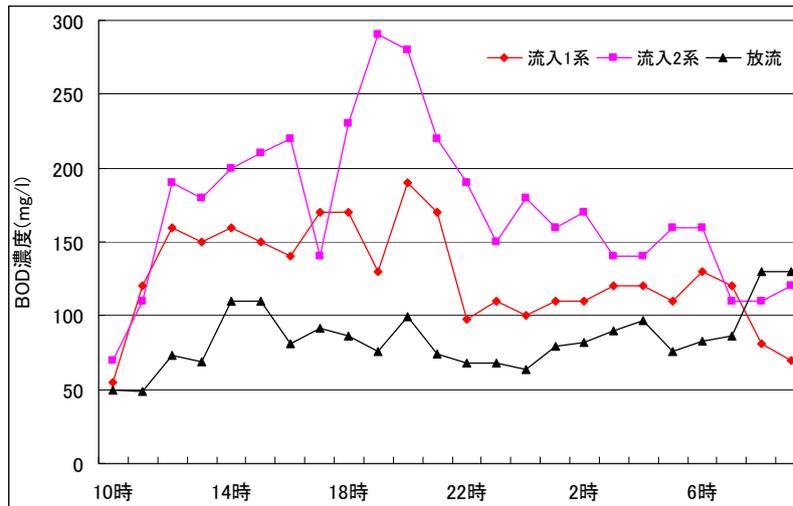


図 1 BOD 濃度の通日試験結果（平成 23 年 6 月 21～22 日）

2.5 処理方式

現状施設を活用することにより、放流水質 BOD 濃度 60mg/L が確保できる処理方式の比較検討を行う。

表 2 処理方式の比較検討

処理方式	高速ろ過 +凝集剤添加	接触酸化法 (揺動式生物膜法)	標準活性汚泥法 担体法 膜分離活性汚泥法 回分式活性汚泥法	モディファイド エアレーション法
特徴	<ul style="list-style-type: none"> 固形性 BOD を沈殿除去する。 溶解性 BOD を凝集剤添加により除去する。 	微生物をろ材に付着させた状態で下水中の有機物を分解する。	生物を水中に浮遊させた状態で下水中の有機物を分解する。	
現状施設での対応	<ul style="list-style-type: none"> 前曝気槽を高速ろ過池とする。 	<ul style="list-style-type: none"> 前曝気槽を生物反応槽とする。 	<ul style="list-style-type: none"> 既存施設では生物反応槽の容量が確保できない。 	<ul style="list-style-type: none"> 調整槽が設置できない 最初沈殿池が確保できない。
	○	○	×	×
放流水質 BOD 濃度 60mg/L の確保	○	○	—	—
総合評価	○	○	×	×

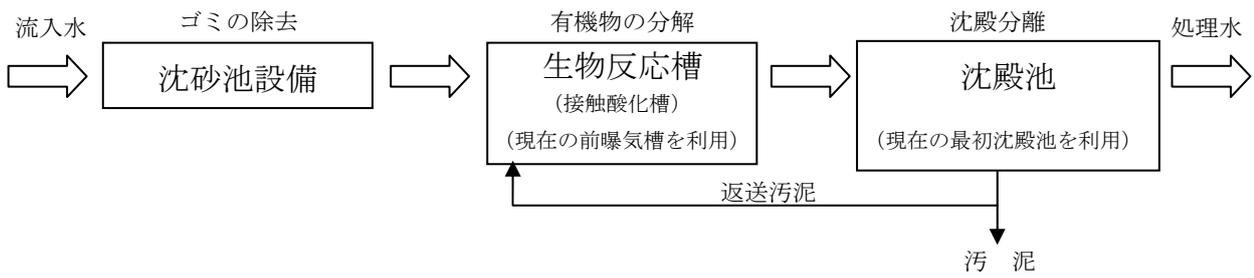
放流水質 BOD 濃度 60mg/L が確保できる処理方式として比較検討した沈殿池(高速ろ過+凝集剤添加)と接触酸化法(揺動式生物膜法)について選定を行う。

表 3 沈殿池(高速ろ過+凝集剤添加)と接触酸化法(揺動式生物膜法)の選定

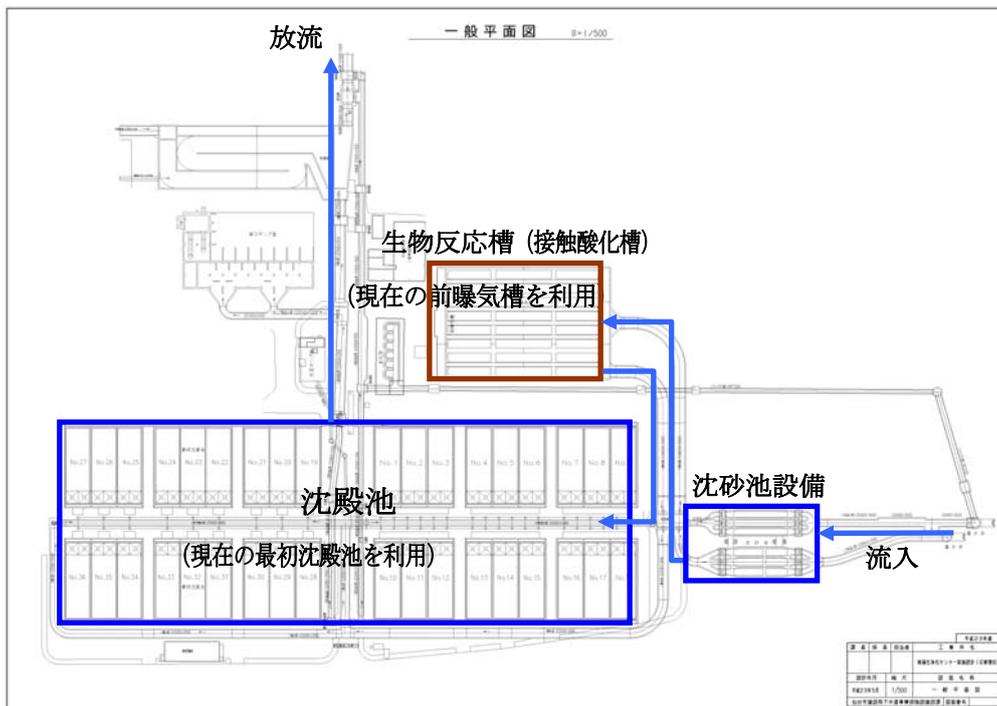
処理方式	沈殿池(高速ろ過+凝集剤添加)	接触酸化法(揺動式生物膜法)
処理概要	<ul style="list-style-type: none"> 「高速ろ過設備」と「凝集剤注入設備」を組み合わせたものである。 高速ろ過設備は、槽内部に充填したろ層に対して、汚水を上向流で通過させ、汚水中の汚濁物質を捕捉する。 高速ろ過から流出したろ過水の水質を安定的に確保するため、凝集剤注入設備を具備する。 	<ul style="list-style-type: none"> 生物反応槽内に浸漬させたろ材(接触材)の表面に付着した微生物により、有機物を吸着分解して下水を処理する。
実績	<ul style="list-style-type: none"> 最初沈殿池代替設備 1ヶ所 (合流改善設備 10ヶ所) 	<ul style="list-style-type: none"> 全国の約10箇所の処理場で実績がある。 高濃度な産業排水処理で実績がある。
	△	○
放流水質	BOD濃度 40mg/L程度	BOD濃度 40mg/L程度
	○	○
発生汚泥量	多い	少ない
	△	○
維持管理性	<ul style="list-style-type: none"> 接触酸化法(揺動式生物膜法)と比較して機械設備の補機類が多いため、維持管理が劣る。 	<ul style="list-style-type: none"> 機械設備の補機類が少ないため、維持管理が容易である。
	△	○
維持管理費	<ul style="list-style-type: none"> 溶解性BODの割合が多い場合は、凝集剤添加量の増量による維持管理費の増加が懸念される。 	<ul style="list-style-type: none"> 凝集剤添加を行わないため、溶解性BODの割合による維持管理費の変動が沈殿池(高速ろ過+凝集剤添加)と比較して小さい。
	△	○
工期	9ヶ月	9ヶ月(一部6ヶ月)
	△	○
総合評価	△	○

以上のとおり、接触酸化法(揺動式生物膜法)を選定する。

2.6 処理フロー



2.7 施設配置図



3 施設の本復旧方針（案）

1) 自然流下による下水道機能の確保

南蒲生浄化センターは、下図に示すように最初沈殿池の後段に主ポンプを設置していたことから、被災後の停電期間中も無動力で最初沈殿池を機能させ自然流下で放流することができ、市民の重要なライフラインとしての最低限の機能を果たすことができた。このため、現状と同様に災害時における自然流下による下水道機能（簡易処理放流ルート）を確保するものとし、最初沈殿池の後段に主ポンプを設置する。

2) 水処理施設の本復旧位置

水処理施設の本復旧位置については、下記の点を考慮し、津波対策を講じた上で現位置もしくはその近辺とする。

- ① 自然流下による下水道機能（簡易放流ルート）を今後も確保するとすれば、現位置もしくはその近辺が合理的である。
- ② 南蒲生浄化センター汚泥焼却施設の被災度は、水処理施設に比べて軽度であり、現位置で本復旧する方針である。水処理施設と汚泥処理施設が近接していることが、コスト、維持管理性及び復旧期間の点で合理的である。
- ③ 移転により、南蒲生浄化センターを中心に構築された本市の管路・ポンプ場ネットワークを抜本的に変更することになれば、相当の期間と膨大なコストを要する。

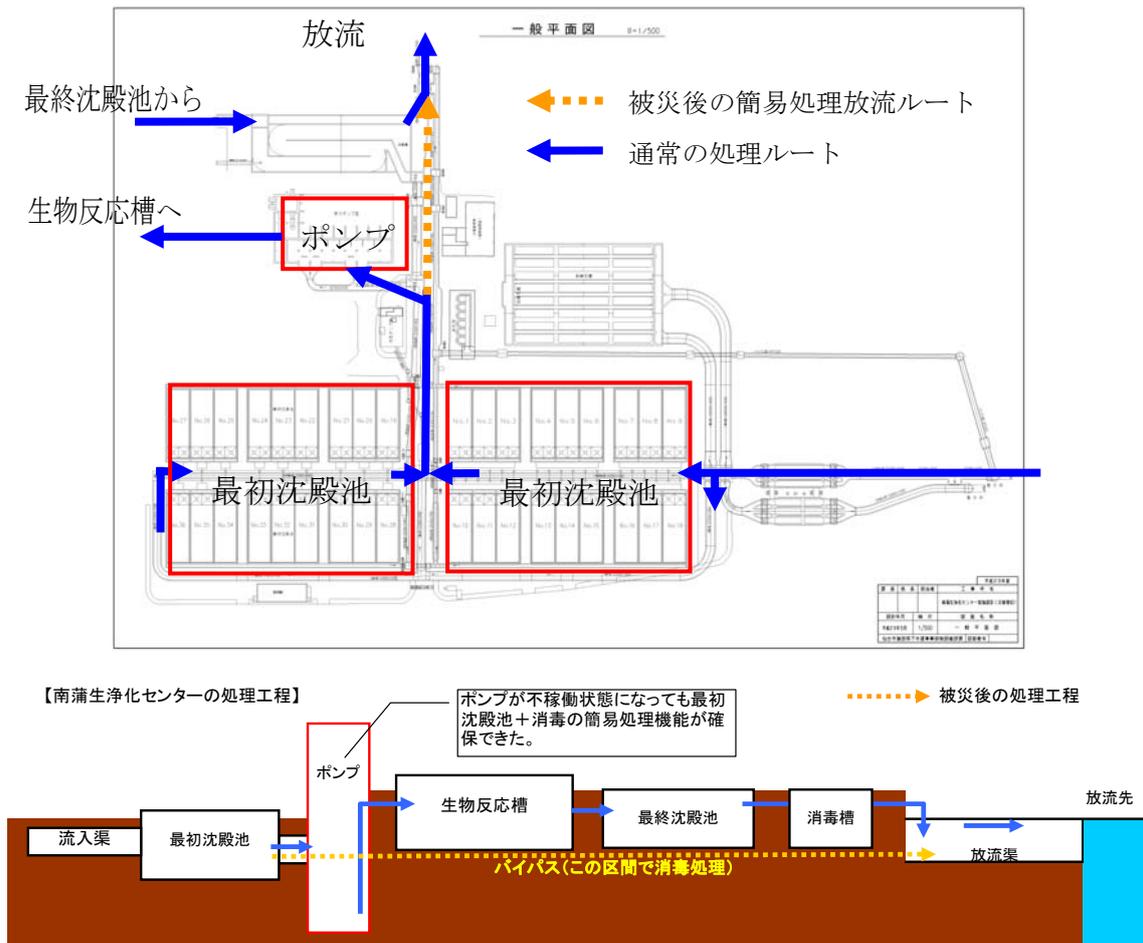


図 2 南蒲生浄化センター処理フロー概略図（現状）

4 津波対策

4.1 基本方針

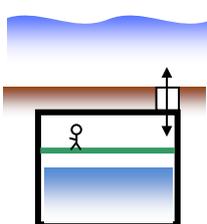
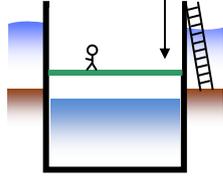
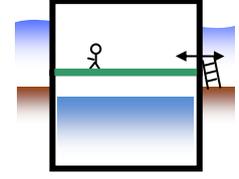
南蒲生浄化センターの本復旧において津波対策の目的は下記3項目とする。また、津波対策は、今回発生した津波を前提として計画するものとする。

- 1) 作業員の安全確保
- 2) 構造物の破壊防止
- 3) 設備類の機能保全

4.2 対策方法

下水道施設において、採用可能な津波対策方法について表4に示す。

表 4 下水道施設の津波対策

項目	完全地下式	遮水壁式	施設持上式	覆蓋式
概要				
作業員の安全確保	○	○	○	○
構造物の破壊防止	○	○	○	○
設備類の機能保全	△	○	○	△
建設費	×	△	○	△
維持管理費 (電力)	△	○	△	○
維持管理性	×	×	△	○

【各対策の特徴】

完全地下式：津波の波力を受けない。開口部（出入口等）から、緩やかに浸水のおそれがある。換気・脱臭等の電力を要する。維持管理に制約がある。

遮水壁式：津波高を上回る高さまで壁を立上げる。槽への出入りは壁を乗り越える形となり、上下方向の移動量が増え、維持管理性に劣る。

施設持上式：作業基盤面が津波高を上回る高さまで槽を上げる。ポンプ揚程が高くなる分、電力を要する。作業基盤面に上がる動線が生じる。

覆蓋式：津波高を上回る高さに蓋（天井）を設ける。開口部（出入口等）から、緩やかに浸水するおそれがある。維持管理性に優れる。

5 施設の本復旧（案）

5.1 本復旧位置

本復旧位置として、現用地、新用地（国有林、民地）、海側用地の3つを候補として配置案を立案する。



図 4 本復旧位置の候補地

■現用地内

現用地内の生物反応槽、最終沈殿池を検討用地として施設配置検討を行う。

■新用地（民地，国有林） 約 7.1ha

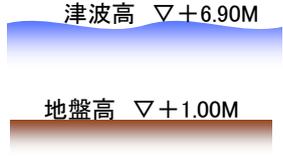
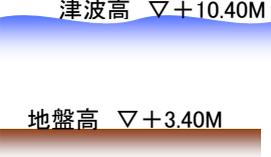
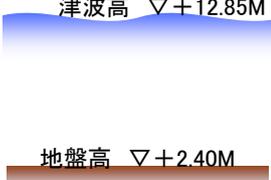
汚泥棟西側に隣接する国有林及び民地を検討用地として施設配置検討を行う。

■海側用地 約 10.5ha

現用地東側（沿岸側）に隣接する現在防潮林である海側用地を検討用地として施設配置検討を行う。

また、本復旧位置別に特性評価をまとめると、表5の通りである。

表 5 本復旧位置別の特性評価

項目	新用地(国有林、民地)	現用地	海側用地
位置及び土地利用	<ul style="list-style-type: none"> 汚泥処理施設の西側の林野庁用地及び民地 現在は、防潮林及び水田 	<ul style="list-style-type: none"> 現在の水処理施設位置 現在の水処理施設を撤去して建設 	<ul style="list-style-type: none"> 現在の水処理施設の海側の海側用地内 現在は、松林(防潮林)帯
津波高さ	 <p>津波高 $\nabla+6.90\text{M}$ 地盤高 $\nabla+1.00\text{M}$</p>	 <p>津波高 $\nabla+10.40\text{M}$ 地盤高 $\nabla+3.40\text{M}$</p>	 <p>津波高 $\nabla+12.85\text{M}$ 地盤高 $\nabla+2.40\text{M}$</p>
用地買収の要否	必要	不要	不要
地盤条件	<ul style="list-style-type: none"> 地盤はN値10前後の緩い砂層 基礎杭(≒30m)が必要 	<ul style="list-style-type: none"> 地盤はN値30以上の砂層 直接基礎の採用が可能 	<ul style="list-style-type: none"> 地盤はN値30以上の砂層 直接基礎の採用が可能
特性評価	<ul style="list-style-type: none"> 津波浸水深は、5.90m 管理棟や汚泥処理施設に近く、一体的な運転管理が容易 民家に近く環境面の配慮が必要 	<ul style="list-style-type: none"> 津波浸水深は、7.00m 管理棟や汚泥処理施設に近く、一体的な運転管理が容易 環境面の対策は現状と同じ 新設する場合、既存施設の撤去が不可欠 	<ul style="list-style-type: none"> 津波浸水深は、10.45m 管理棟や汚泥処理施設と離れ、一体的な運転管理に難あり 民地より最も遠く環境影響も少ない

注) 地盤高は被災後の現状地盤高を示す。

5.2 本復旧案の立案

本復旧案の立案は、先に示した津波対策を重視した構造を前提とし、本復旧予定位置（現用地、新用地、海側用地）に対し、様々な組合せによる比較検討を行った結果、下記に示す6ケースを抽出した。なお、新設案については、現行基準に適合した耐震構造とする。

表 6 本復旧案の概要

ケース	条件			
	本復旧方法	位置	施設形態	津波対策
1	・現在の施設を使用【原形復旧】(必要な修繕を行う)	現用地	・現状と同じ(原形復旧)	・【 覆蓋式 】 各水槽上部に建屋を施す
2	・現在の施設と同等施設を新設	現用地	・現状と同じ(立体式にしない) *最初沈殿池(1階層)＋生物反応槽(深槽)＋最終沈殿池(1階層)	・【 覆蓋式 】 各水槽上部に建屋を施す
3	・新設	現用地	・コンパクト化(立体式)とする。 *最初沈殿池(2階層)＋生物反応槽(深槽)＋最終沈殿池(2階層)	・【 施設持上式 】 水槽施設設置高さを上げる ・【 覆蓋式 】 最初沈殿池のみ建屋を施す
4	・新設	現用地	・コンパクト化(立体式)とする。 *生物反応槽(深槽)＋最初沈殿池・最終沈殿池(3階層)	・【 施設持上式 】 水槽施設設置高さを上げる
5	・新設	新用地	・コンパクト化(立体式)とする。 *最初沈殿池(2階層)＋生物反応槽(深槽)＋最終沈殿池(2階層)	・【 施設持上式 】 水槽施設設置高さを上げる
6	・新設	海側用地	・コンパクト化(立体式)とする。 *最初沈殿池(2階層)＋生物反応槽(深槽)＋最終沈殿池(2階層)	・【 施設持上式 】 水槽施設設置高さを上げる ・【 覆蓋式 】 最初沈殿池のみ建屋を施す

次頁より、各案の具体内容を示す。

ケース No.	1
施設配置案	原形復旧
平面図	
断面概略図	
津波対策	<p>【覆蓋式】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・津波による建屋内の完全止水は困難。 ・作業員の安全確保は避難塔の設置により対応する。 ・水処理施設が防潮堤となり、汚泥処理施設への津波の影響を軽減できる。
工期	約 50 ヶ月
概算工事費	約 890 億円
維持管理費 (水処理電気)	約 1.7 億円/年
維持管理性	<ul style="list-style-type: none"> ・維持管理動線は現状と同じ。なお、覆蓋式とすることにより、出入り口や窓が限定され、さらに防水対策を行うため日常管理の効率性が低下する。
課題	<ul style="list-style-type: none"> ・現状の生物反応槽、最終沈殿池間の道路幅員が確保できない。 ・各池間の道路に覆蓋の柱脚が必要となり、実質的に維持管理車両の進入が不可となる。 ・現状施設の修繕に際し杭の補強等に大規模な仮設が必要となる。 ・最初沈殿池については使用中のため段階的な施工が必要となる。

ケース No.	2
施設配置案	現在の施設と同等施設を新設 最初沈殿池（1階層）＋生物反応槽（深槽）＋最終沈殿池（1階層）
平面図	
断面概略図	
津波対策	【覆蓋式】 <ul style="list-style-type: none"> ・津波による建屋内の完全止水は困難。 ・作業員の安全確保は避難塔の設置により対応する。 ・水処理施設が防潮堤の役目をし、汚泥処理施設への津波の影響を軽減できる。
工期	約 43 ヶ月
概算工事費	約 790 億円
維持管理費 (水処理電気)	約 1.6 億円/年
維持管理性	・維持管理動線は現状と同じ。なお、覆蓋式とすることにより、出入り口や窓が限定され、さらに防水対策を行うため日常管理の効率性が低下する。
課題	・既設水処理構造物、杭の撤去後の施工となる。

ケース No.	3
施設配置案	現用地内にて新設 最初沈殿池（2階層）＋生物反応槽（深槽）＋最終沈殿池（2階層）
平面図	
断面概略図	
津波対策	【施設持上式】ただし最初沈殿池は覆蓋式 <ul style="list-style-type: none"> ・生物反応槽と最終沈殿池は津波に対する作業員の安全は確保できる。最初沈殿池内での作業員の安全は、生物反応槽への避難により対応できる。 ・水処理施設が防潮堤の役目をし、汚泥処理施設への津波の影響を軽減できる。
工期	約 39 ヶ月
概算工事費	約 630 億円
維持管理費 (水処理電気)	約 1.7 億円/年
維持管理性	<ul style="list-style-type: none"> ・施設高まで盛土を施す。スロープの設置により維持管理性は確保できる。 ・最初沈殿池は覆蓋をすることにより、出入り口や窓が限定され、さらに防水対策を行うため日常管理の効率性が低下する。
課題	<ul style="list-style-type: none"> ・既設水処理構造物、杭の撤去後の施工となる。

ケース No.	4
施設配置案	現用地内にて新設 生物反応槽（深槽）＋最初沈殿池・最終沈殿池（3階層）
平面図	
断面概略図	
津波対策	【施設持上式】 <ul style="list-style-type: none"> ・津波に対し作業員の安全が確保できる。 ・津波に対し構造物の短辺方向を配置することにより波圧に対する安全性が向上できる。 ・水処理施設が防潮堤の役目をし、汚泥処理施設への津波の影響を軽減できる。
工期	約 43 ヶ月
概算工事費	約 620 億円
維持管理費 (水処理電気)	約 1.7 億円/年
維持管理性	<ul style="list-style-type: none"> ・施設高まで盛土を施す。スロープの設置により維持管理性は確保できる。 ・最初沈殿池と最終沈殿池の複層構造となるため、掻寄機等の点検、清掃に対する対策が必要となる。
課題	<ul style="list-style-type: none"> ・既設水処理構造物、杭の撤去が必要となる。 ・最もコンパクトな配置計画となるが、施工・資材ヤード確保のため更に構造物の撤去が必要となる。

ケース No.	5
施設配置案	新用地内にて新設 最初沈殿池（2階層）＋生物反応槽（深槽）＋最終沈殿池（2階層）
平面図	
断面概略図	
津波対策	【施設持上式】ただし最初沈殿池は覆蓋式 <ul style="list-style-type: none"> ・生物反応槽と最終沈殿池は津波に対する作業員の安全は確保できる。最初沈殿池内での作業員の安全は、生物反応槽への避難により対応できる。 ・汚泥処理施設の津波対策強化が必要となる。
工期	約 44 ヶ月 （用地取得手続き除く）
概算工事費	約 690 億円
維持管理費 (水処理電気)	約 1.8 億円/年
維持管理性	<ul style="list-style-type: none"> ・管理棟、汚泥処理施設からの距離も近く、維持管理性が良い。 ・施設高まで盛土を施す。スロープの設置により維持管理性は確保できる。
課題	<ul style="list-style-type: none"> ・用地取得が必要となる。(国有林、民地) ・国有林部の防潮林の伐採が必要となる。 ・用地全体に盛土が必要となる。 ・民地は水田であるため施工に先立ち地盤改良が必要となる。 ・地盤条件が悪く、杭基礎が必要となり工事費が増となる。 ・施工にあたっては更に隣接用地が必要となる。

ケース No.	6
施設配置案	海側用地にて新設 最初沈殿池（2階層）＋生物反応槽（深槽）＋最終沈殿池（2階層）
平面図	
断面概略図	
津波対策	【施設持上式】ただし最初沈殿池は覆蓋式 <ul style="list-style-type: none"> ・生物反応槽と最終沈殿池は津波に対する作業員の安全は確保できる。最初沈殿池内での作業員の安全は、生物反応槽への避難により対応できる。 ・水処理施設が防潮堤の役目をし、汚泥処理施設への津波の影響を軽減できる。
工期	約 34 ヶ月
概算工事費	約 640 億円
維持管理費 (水処理電気)	約 1.7 億円/年
維持管理性	<ul style="list-style-type: none"> ・管理棟、汚泥処理施設からの距離が遠く、維持管理性が劣る。 ・施設高まで盛土を施す。スロープの設置により維持管理性は確保できる。
課題	<ul style="list-style-type: none"> ・防風林の伐採が必要となる。 ・新設流入渠の距離が長くなり、既設放流渠の下越しが必要となる。

下水道地震・津波対策技術検討委員会第2次提言
段階的応急復旧のあり方（概要）

本復旧までに要する期間に応じて以下の考え方で応急復旧を行い、段階的な放流水質の向上を目指す。

【本復旧まで3～6ヶ月と見込まれる場合】

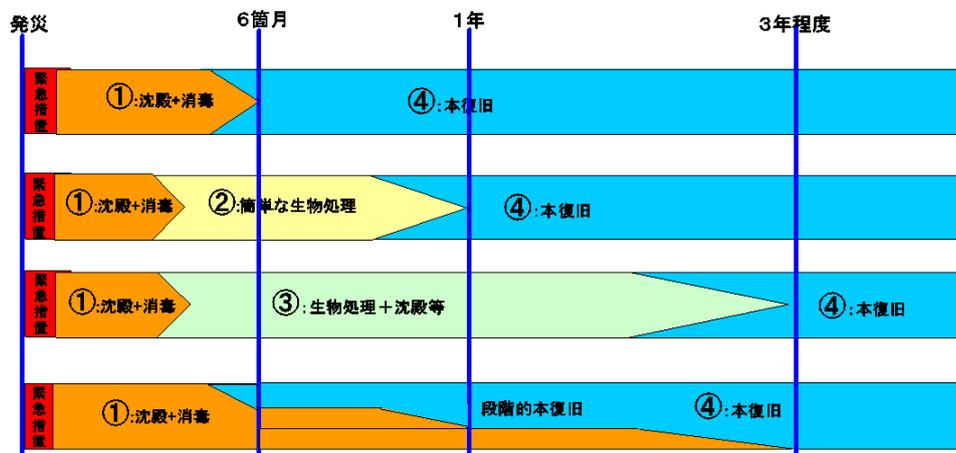
- ㊦ 沈殿＋消毒→本復旧

【本復旧までおおむね1年以内と見込まれる場合】

- ㊧ 沈殿＋消毒→沈殿＋簡単な生物処理＋消毒→本復旧
 - ・ 3～6ヶ月程度で簡単な生物処理＋消毒（BOD120～60レベル）へ移行

【本復旧まで1～3年程度と見込まれる場合】

- ㊨ 沈殿＋消毒→生物処理＋沈殿＋消毒→本復旧
 - ・ 3～6ヶ月程度で生物処理＋消毒（BOD60～15レベル）へ移行
- ㊩ 沈殿＋消毒→段階的本復旧→本復旧
 - ・ 中大規模の処理場で複数の系列を有する場合、系列ごとに段階的に本復旧



段階的応急復旧の概念図

各段階の目標水質

手法		目標水質	
		BOD(mg/l)	大腸菌群数(個/cm ³)
応急復旧	① 沈殿＋消毒	120	3000
	② 沈殿＋簡単な生物処理＋消毒	120→60	
	③ 生物処理＋沈殿＋消毒	60→15	
	④ 本復旧	15以下	

高速ろ過＋凝集剤添加

①高速ろ過＋凝集剤添加とは

原理は浮上ろ材を用いた上向流ろ過である。システムは図 a に示すように複数のろ過池と洗浄槽から構成される。

揚水ポンプにて送水された原水が、上部水路から越流・流入した分だけ池からろ過水が越流する。また、ろ過池上部に貯めたろ過水を使って、その水位差による自然の下向流でろ材洗浄を行う。

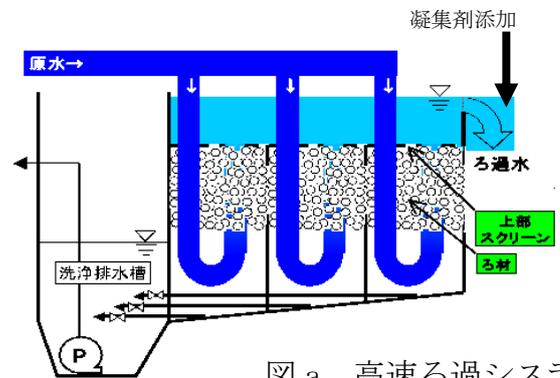


図 a 高速ろ過システム

なお、高速ろ過から流出したろ過水の安定的な水質確保や溶解性 BOD の除去のために凝集剤添加を組み合わせる。

②特殊ろ材の特徴

特殊ろ材 (9mm×9mm×5mm) は凹凸が大きく風車型で微細であることが特徴である。空隙率が高いため SS 捕捉率に有利であり、ろ過継続時間が長くなる。凹凸部表面に捕捉された SS は、逆洗時には下向流によりろ材間に空隙ができ容易に排出できる。



図 b 特殊ろ材

③原理

ろ過時は通常の上向流ろ過である。槽下部には無機成分等が沈降し、ろ材層下部にきょう雑物、ろ材層全体で SS が捕捉される。洗浄時には急激な下向流で槽下部から SS、きょう雑物を排出するが、ろ材は流出しない点が特徴としてあげられる。

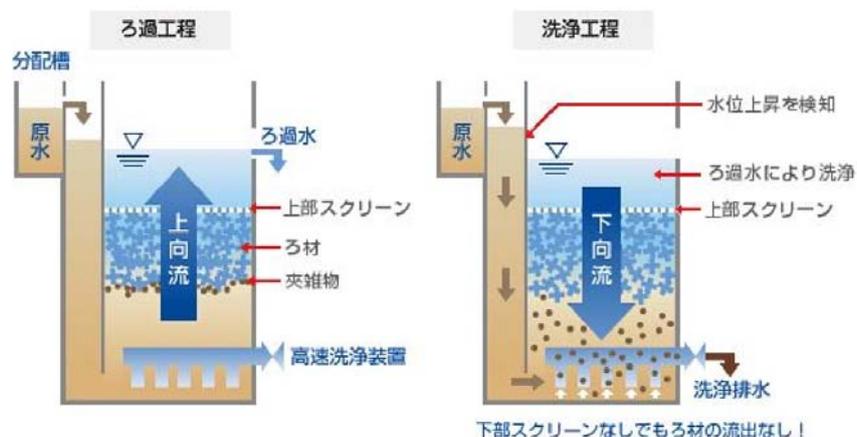


図 C ろ過・洗浄工程

接触酸化法（揺動式生物膜法）

①接触酸化法（揺動式生物膜法）とは

生物反応槽内に浸漬させたろ材（接触材）の表面に付着した微生物により、有機物を吸着分解して下水を処理する方式である。接触ろ材に付着する微生物は、連続的にろ材から剥離・吸着を繰り返し、ろ材の表面には常に新しい微生物で覆われる。剥離した微生物は、最終沈殿池で沈殿分離される。

分離された微生物の一部は、返送汚泥として生物反応槽にもどり、その他は余剰汚泥として引き抜かれる。

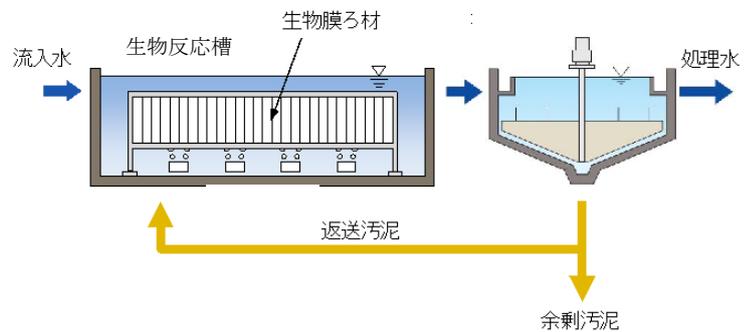


図 a 処理フロー

②ろ材の特徴

汚泥（微生物）の付着性が高い特殊アクリル繊維（ヨコ糸）と撥水性の高いポリエステル繊維（タテ糸）から形成される。ヨコ糸は、ろ材の内部および表面に微生物が高濃度に保持させることにより、水処理能力のアップ（水量、水質）、処理の安定化を図ることが可能になる。



図 b ろ材への汚泥付着状況

③装置の構成

ろ材は鋼製架台に固定され、処理槽内に設置される。ろ材の下部には、微生物の活動に必要な酸素を送るための散気装置が設置される。



図 c ろ材（フレーム一体型）

担体投入型活性汚泥法

①担体投入型活性汚泥法とは

浮遊型活性汚泥法で運転をしている生物反応槽に担体を投入し、担体の表面、および内部に付着した微生物により、有機物を吸着分解して下水を処理する方式である。浮遊型に比べて生物反応槽内の微生物濃度を高くできるため、水処理能力のアップ（水量、水質）、処理の安定化を図ることが可能になる。担体に付着する微生物は、処理の過程で剥離・吸着を繰り返し、ほぼ一定の付着量に保たれ、剥離した汚泥は、最終沈殿池で沈殿分離される。

分離された微生物の一部は、返送汚泥として生物反応槽にもどり、その他は余剰汚泥として引き抜かれる。

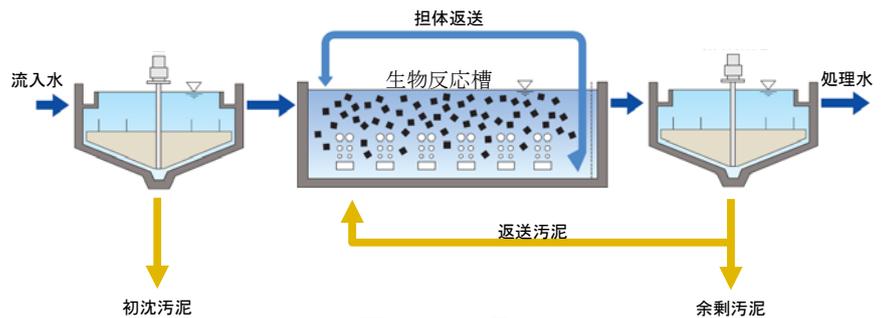
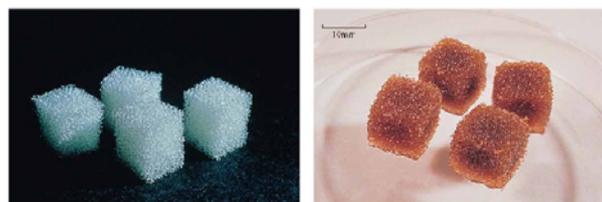


図 a 処理フロー

②担体の特徴

耐摩耗性に優れ、汚泥（微生物）の付着性が良いポリウレタン製のスポンジで形成される。担体形状は約 12mm 角と比較的大きく、ろ材の内部および表面に微生物を高濃度に保持することができる。



使用前

使用中

図 b 担体の汚泥付着状況

③装置の構成

担体は生物反応槽に投入され、汚水の流れによって出口側に流下する。出口側に流下した担体は、エアリフトポンプによって生物反応槽の上流に返送される。生物反応槽の出口には、担体と処理水を分離する担体分離装置が設置され、生物反応槽内には、微生物の活動に必要な酸素を送るための散気装置が設置される。



図 c エアリフトポンプ（出口）

回分式活性汚泥法

①回分式活性汚泥法とは

回分式活性汚泥法は、時間で制御された3つの工程【生物反応（攪拌・曝気）、沈殿、排水】を一つの槽で繰り返し、運転が行われる。

生物反応工程では、回分槽が嫌気・好気状態となり、微生物により有機物を吸着分解して下水を処理する。沈殿工程では、回分槽が完全静止状態となり、槽内が沈殿汚泥と上澄水に分離する。排水工程では、上澄水排出装置により上澄水（処理水）を上部より静かに排出する。

沈殿分離された微生物の一部は、余剰汚泥として引き抜かれる。

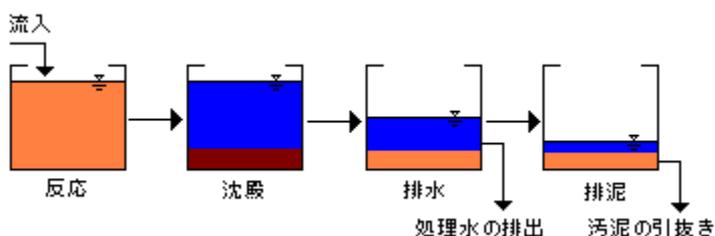


図 a 処理フロー

②処理法の特徴

回分法は、従来の活性汚泥法のように連続的な曝気を行わず、嫌気・好気状態（攪拌・曝気工程）を繰り返すため、従来法と比較して窒素やリンの除去効果が期待でき、高度な処理水が期待できる。また、一つの槽で曝気、沈殿を行うプロセスのため、返送汚泥設備が必要なく、かつ従来法と比較すると必要敷地面積が小さくできる。



図 b 回分槽

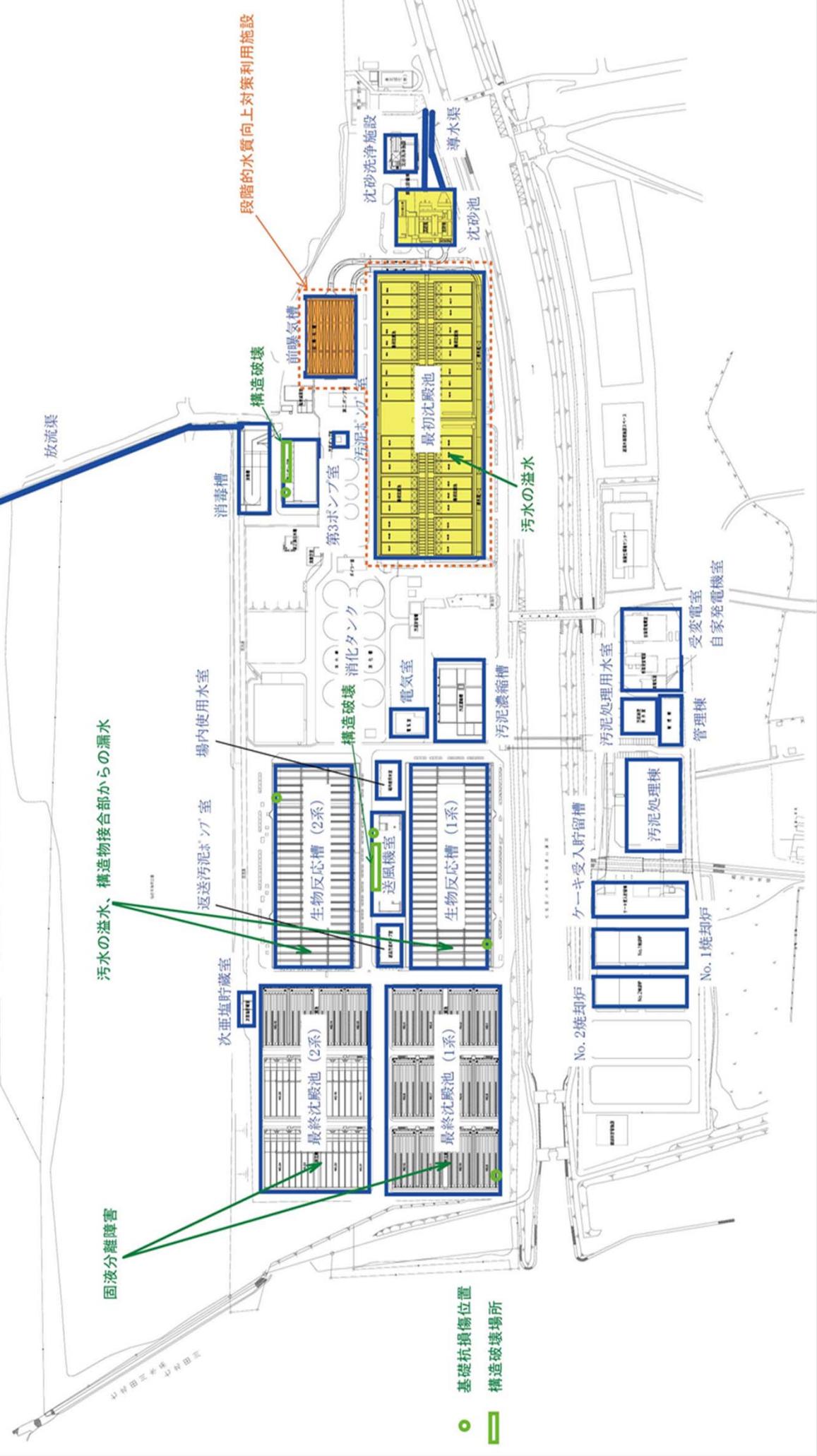
③装置の構成

回分槽には、嫌気状態を保ち、かつ微生物の沈降を防止する攪拌機、微生物の活動に必要な酸素を送るための曝気装置、処理水を排出する上澄水排出装置から構成される。

回分法は、曝気・排出工程を間欠的に行うため、2槽以上の組み合わせで構成される。



南蒲生浄化センター 一般平面図



汚水の溢水、構造物接合部からの漏水

固液分離障害

段階的水質向上対策利用施設

○ 基礎杭損傷位置
□ 構造破壊場所