

漁村関係施設機能保全計画検討調査

平成 30 年 3 月

一般財団法人 漁港漁場漁村総合研究所

漁村関係施設機能保全計画検討調査

第 I 編 漁業集落排水施設のストックマネジメントの手引き（案）の改定

漁村関係施設機能保全計画検討調査	2
1. 調査の目的、課題	2
a 調査課題名	2
b 実施機関及び担当者名	2
c ねらい	2
d 調査の方法	2
1. 既存資料収集調査	6
1.1 調査の目的	6
1.2 下水道施設の人口減少対策	6
1.3 農業集落排水施設の人口減少対策	8
1.4 施設再編の実施に向けた財産の取扱い等（農業集落排水施設再編計画作成の手引き P25 より）	15
(1) 再編方法に合わせた財産の取扱い	15
(2) 財産処分取扱い	16
1.5 既存資料調査に関する考察	16
2. 事例調査	19
2.1 調査の目的	19
2.2 先行事例調査	19
2.2.1 漁業集落排水施設の統合事例	19
2.2.2 下水道接続地区を行った地区	19
2.2.3 ダウンサイジング例	20
2.2.4 先行事例におけるダウンサイジング手順	32

2.3	モデル調査	33
2.3.1	検討条件	33
2.3.2	1系列施設（福浦地区）	34
	(1) 福浦地区の概要	34
	(2) 施設の現況	35
	(3) ダウンサイジング	37
	(4) 各工法の建設費比較	42
	(5) 維持管理費の比較	43
2.3.3	2系列施設（玄界地区）	45
	(1) 玄界地区の概要	45
	(2) 施設の概要	47
	(3) ダウンサイジング	50
	(4) 維持管理費の比較	52
	(5) ライフサイクルコスト比較	53
2.3.4	3系列施設（久松地区）	57
	(1) 宮古島の概要	57
	(2) 宮古島市の下水道整備	58
	(3) 漁業集落排水処理施設の概要	61
	(4) ダウンサイジング	63
	(5) 維持管理費の比較	64
	(6) ライフサイクルコスト	64
2.3.5	まとめ	65
3.	手引きの検討	68
第1章	総論	68
1.1	目的	68
1.2	適用範囲	68
1.3	検討対象期間	68
第2章	施設の適正化の検討	69
2.1	施設の適正化の検討フロー	69
2.2	現況調査	69
2.3	施設の適正化の要否判定	69

第3章 ダウンサイジングの手法	70
3.1 ダウンサイジング手法の検討	70
第Ⅱ編 漁港環境施設「防災施設」ストックマネジメントの手引き(案)の策定	75
1. 既存資料収集調査	75
1.1 既存資料の収集	75
1.2 防災施設のストックマネジメントの策定検討	76
(1) 基礎資料の種類	76
(2) 機能診断評価	76
(3) 機能保全計画	81
(4) 機能保全方法	83
(5) 避難施設のストックマネジメントのフロー	85
2. 避難施設への「防災施設」ストックマネジメント(案)手引きの適用調査	86
2.1 施設の用途	86
2.2 要求性能	86
2.3 構造形式の種類	86
2.4 適用される構造基準	87
2.5 スtockマネジメント適用事例	88
(1) 施設概要調査	88
(2) 維持管理状況	89
(3) 機能診断評価	89
(4) 劣化判定	89
2.6 機能保全対策工法	90
(1) 保全工法の検討	90
(2) 保全工法ケーススタディ	90
2.7 LCC 比較	92
2.8 考察	92

【検討資料】

検討資料 1. モデル地区 LCC 算定表

検討資料 2. 浄化槽切替図面

検討資料 3. 避難タワー施設 LCC

【関係資料】

関係資料 1：減少下における下水道計画手法のあり方について（案）

関係資料 2：人口減少対応型の水処理稼働

関係資料 3：農業集落排水施設再編計画作成の手引き（案）

関係資料 4：農集省エネ

関係資料 5：公共建築の部位・設備の特性等を踏まえた中長期修繕計画策定及び運用のためのマニュアル

【参考資料】

1. 漁業集落排水施設で採用される処理方式
2. 各処理方式別単位建設コスト
3. 機能保全工事における補修・オーバーホールの概要
4. 省エネ技術導入の検討

1. 調査の目的、課題

1. 調査の目的、課題

a 調査課題名

漁村関係機能保全計画検討調査

b 実施機関及び担当者名

一般財団法人 漁港漁場漁村総合研究所

高原裕一、大賀之総、広島基、熱田高一、石塚智義

c ねらい

漁業集落排水処理施設の適切な機能保全とライフサイクルコストの低減を図るため、平成24年に「漁業集落排水施設のストックマネジメントの手引き(案)」(以降、手引き(案)と記す)を策定し、全国への普及を図ったところである。昨今、下水処理人口の減少に伴い、施設の機能保全対策の計画策定に合わせて、需要変化に応じたダウンサイジングをはじめとする施設の適正化手法を検討し、将来にわたる維持管理・更新に係る費用の平準化・低減を図ることが求められている。このため、漁業集落の実態に合わせた漁業集落排水施設の適切な維持管理・更新を行うために、施設の適正化に関する考え方を手引き(案)に盛り込み、施設管理者等への普及を行う。

また、併せて漁港環境施設のうち「防災施設」についてのストックマネジメントの手引き(案)の策定を行う。

d 調査の方法

(1) 漁業集落排水施設のストックマネジメントの手引き(案)の改訂

① 既存資料収集調査

下水道施設、農業集落排水施設等の人口減少対策への対応に関する既存の資料からその内容、実施状況等を調査し、手引き(案)を改訂するための適用事項を検討する。

② 事例調査

漁業集落排水施設を下水道に接続した事例の整理、ダウンサイジングを既に実施した地区の確認及びモデル地区でのダウンサイジング計画の検討等を踏まえ、手引き(案)に記載すべき検討フロー、内容及び考慮すべき事項について検討する。

③ 手引きの検討

①、②の調査結果をもとに手引き(案)の改訂案をまとめる。

(2) 漁港環境施設のうち「防災施設」についてのストックマネジメント手引き（案）の策定

① 既存資料収集調査

漁港環境施設のうち「防災施設」として整備の可能な施設からストックマネジメントの適用をすることで特に効果の高い施設を選択し、類似施設の参考事例を収集整理し、「防災施設」のストックマネジメントを策定する。

② 避難施設のストックマネジメント（案）検討調査

対象とした「防災施設」について、①にて作成したストックマネジメントの手引き（案）を既存施設に適用し、その適用性・課題を検討する。

漁業集落排水施設のストックマネジメント
の手引き（案）の改定

1. 既存資料収集調査

1. 既存資料収集調査

1.1 調査の目的

手引き（案）に人口減少等への対応として施設の適正化（ダウンサイジング等）についての検討の手順を盛り込むため、下水道及び農業集落排水等事業の人口減少対策に関する既存資料の収集整理及び考察を行う。

1.2 下水道施設の人口減少対策

下水処理場は全国で約 2,130 箇所程度が稼働しているが、漁業集落排水施設と比べて対象人口、対象エリア、施設規模等が大きく、ほとんどの処理場が 1,000m³/日以上処理能力を持ち、全体の半数近くは 5,000m³/日規模以上の施設である。下水道施設に漁業集落排水施設、農業集落排水施設、合併浄化槽等を加えた汚水処理人口普及率は平成 28 年度末で 90.4%となっているが、この内、大部分は下水道施設によるものである。

このように施設規模が大きく、我が国の汚水処理普及人口に対するシェアも大きい下水道施設であるが、これまでは人口増加等を前提として段階的に施設整備が行われており、人口推計等に多少の見込み違いが生じても実態が数年程度の違いで計画に追いつくため結果的に大きな問題が生じてこなかった。しかし、人口減少下においてはさらに新たな考え方の導入が必要であるとし、下水道全体計画の見直し、高度処理化へ向けた既存ストックの有効活用、処理区域の統廃合、処理施設の共同化等の手法が打ち出されている¹⁾。

下水道事業は整備期間が長く、この間に処理区域内の人口や都市活動、産業活動の動向を定期的に予測しながら段階的に事業を進めるため、漁業集落排水施設の整備手法とは異なる点があるが、人口減少対策として参考となる手法を以下に示す。

(1) 高度処理化へ向けた既存ストックの有効活用

下水処理場の建設は人口等の伸びに合わせて段階的に施工されるため、一般的に処理施設は複数系列に分割されている。例えば、第 1 期工事では 1 系列だけを施工し供用を始め、管路を延長し処理区域が拡大するのに伴い第 2 期工事、第 3 期工事と進めていき、段階的に系列数を増やしていくことで施設の適正規模を保っている。しかしながら、人口の伸びが止まり、人口が減少してくると結果的に処理施設に余裕ができるため、対策手法の一つとして高度処理化での活用を挙げている。

図 1-1 に人口減少下における高度処理導入のモデルケースを示す。汚水処理方式として標準活性汚泥法を採用し、系列数が 5 系列の下水処理場を対象としている。人口減少に伴い、第 1 系列から順次高度処理を導入し、最終的には全系列の高度処理を行う考えである。一般的に、高度処理法は標準活性汚泥法と比べて水槽の必要容量が大きいため、1 系列当りの処理水量が小さくなるが、処理水質はより高級となる。ここでは、高度処理化の第 1 段階として運転管理手法の高度化による目標水質の一部達成、第 2 段階として施設の改造や機器等の新設による高度処理の導入という 2 段階による高度処理化を図っている。

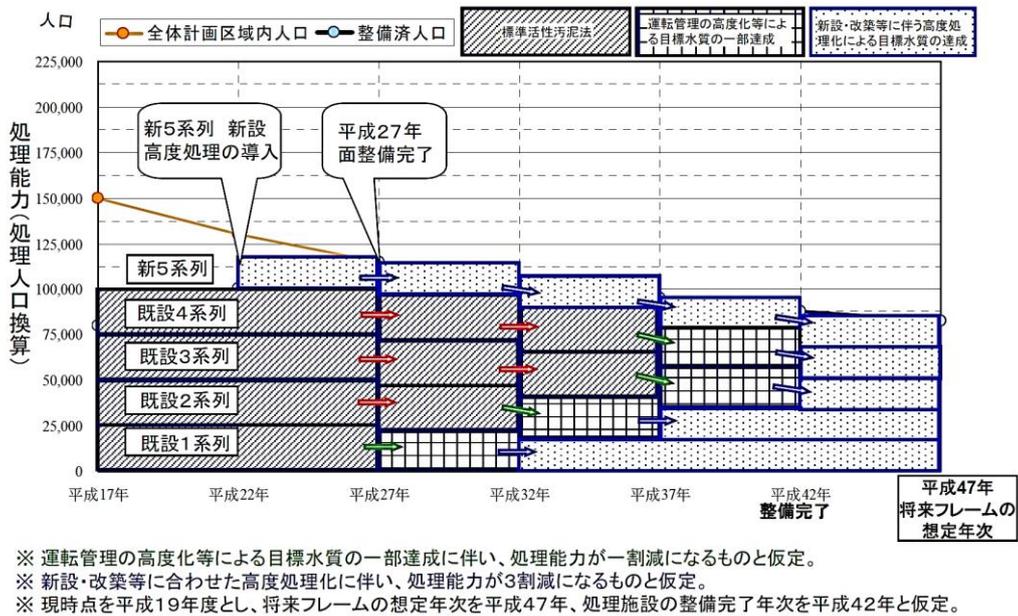


図 1-1 下水道施設の人口減少下における高度処理導入のモデルケース 1)

(2) 施設のダウンサイジング

前項のモデルケースは余剰となった水槽を高度処理化に有効活用する方法であるが、一方では流入汚水量の減少に応じて今まで運転していた水槽数を減らしていくダウンサイジングの考え方もあり、この考えに新たな省エネルギー型汚水処理技術を組み合わせた実証実験²⁾が行われている。このダウンサイジングの考えは漁業集落排水施設においても適用できる手法であると考えられる。図 1-2 に流入汚水量減少によって一部の水槽を休止するダウンサイジング手法の概念を示す。

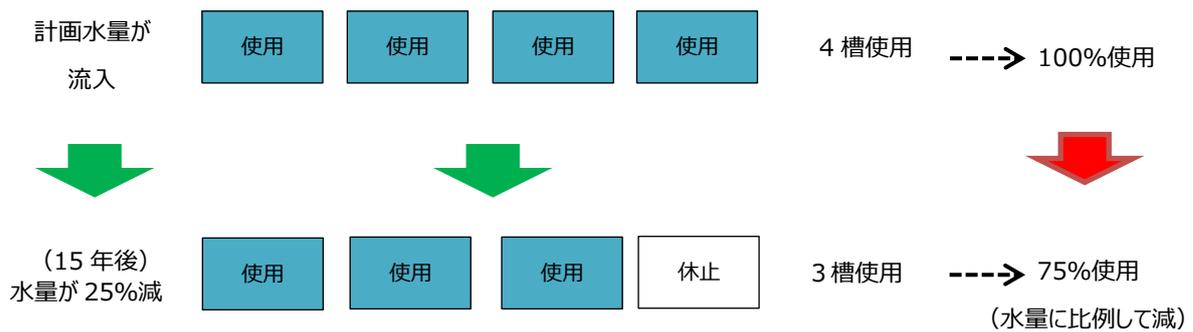


図 1-2 流入汚水量減少に応じた運転方法

流入水量が計画水量の場合は全 4 槽を稼働させて運転を行うが、流入水量が減少して 25%減となった時点で 4 槽の内、1 槽を休止して残りの 3 槽で運転する考えである。

(3) 処理区域の統廃合及び処理施設の共同化

人口減少対策の一つとして、人口減少による汚水流入量の減と他の汚水処理施設を含めた処理区の統合を適切に組合せることにより、処理能力全体を時系列に応じて効率的に活用しつつ、整備・管理の両面からの汚水処理の最適化に向けた汚水処理の連携を推進していく方法がある¹⁾。地域の実情に応じた下水道、集落排水、浄化槽の役割分担を定め最適な汚水処理手法を明確化した上で、既存ストックの余裕能力の活用によるスケールメリットを活かした効率的な事業運営に向け、広域化や共同化による最適な施設規模や執行体制を構築していくことが重要であるとしている³⁾。この概念は、平成 26 年 1 月に国土交通省、農林水産省、環境省が共同で取りまとめた「都道府県構想策定マニュアル」⁴⁾にも示されている。

具体的には、下水道の処理区域の統合を他の汚水処理施設の処理区域も含めて適切に組み合わせることで実施する方法であり、市町村を合併した場合など下水道未処理区域に計画されていた下水処理施設を建設せずに、合併した市町村の既設の下水処理施設に取り込む例や、農集排水処理区域や漁集排水処理区域の汚水を下水道に接続する例などがある。また、処理施設の共同化は漁業集落排水施設や農業集落排水施設から発生する汚泥を取込み共同処理したり、下水道施設で汲み取りし尿や生ごみ等を受け入れたりする方法である。

1.3 農業集落排水施設の人口減少対策

農業集落排水施設は農業振興地域の整備に関する法律に基づき農業振興地域内の集落を対象にしている。処理対象人口は原則として概ね 1,000 人以下であり、漁業集落排水施設とほぼ同規模である。また、農業集落排水施設は浄化槽法の合併浄化槽に位置づけられており、この点においても同様である。表 1-1 に農業集落排水施設と漁業集落排水施設の比較を示す。集落の特徴は異なるものの適用される法律、処理対象人口及び要求される処理水質はほぼ同じであるため、集落形態の差異を考慮した上で、農業集落排水施設の人口減少対策の考え方や検討手順等は漁業集落排水施設においても参考とすることが可能である。

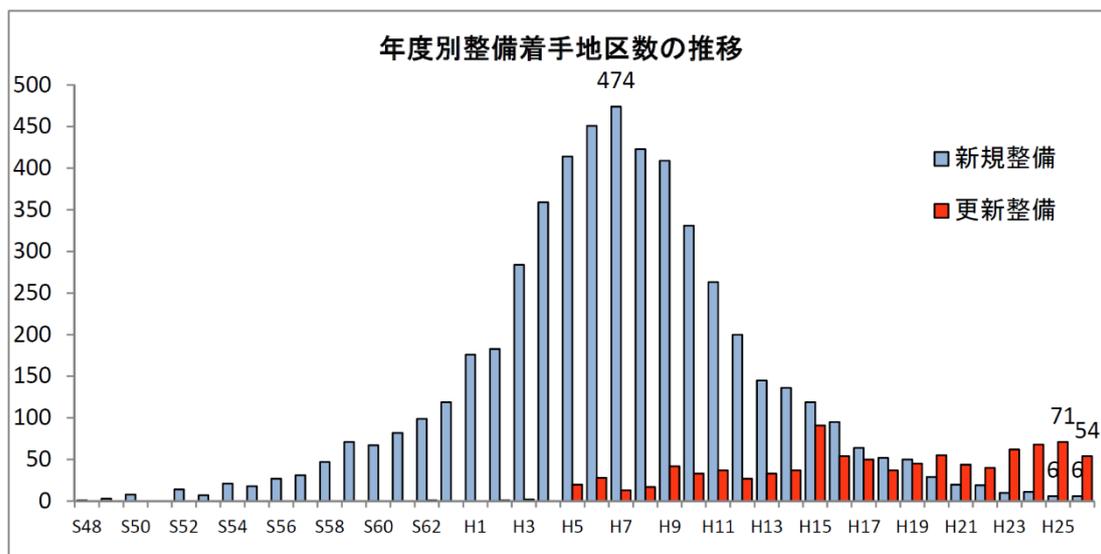
表 1-1 農業集落排水施設と漁業集落排水施設の比較

項目	農業集落排水施設	漁業集落排水施設
集落の特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・家屋が比較的点在している。 ・集落内の道路は比較的広く平坦。 ・急傾斜地は少ない。 ・塩害の影響はほとんど受けない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・家屋が比較的密集している。 ・集落内の道路が狭く起伏が多い。 ・急傾斜地が比較的多い。 ・塩害の影響を受けやすい。
整備対象地域	農業振興地域内の農業集落	漁港を背後とする漁業集落
適用される法律	浄化槽法	浄化槽法
処理対象人口	1,000 人以下	1,000 人以下
処理水質	B O D : 20 (15) mg/L 以下 S S : 50 (30) mg/L 以下	B O D : 20mg/L 以下 S S : 50mg/L 以下

※処理水質の括弧内の数値は可能な限り努める水質

(1) 農業集落施設の整備状況と課題

農業集落排水施設は、昭和 48 年に農村総合整備モデル事業のメニューの一つとして整備が開始された。平成 26 年度末時点で、全国約 900 市町村で約 5,100 施設が供用されている。新規着手地区数は平成 7 年の 474 地区をピークに減少し、近年はこれらの施設の更新が増加している状況である。図 1-3 に農業集落排水施設の年度別整備着手地区数の推移を示す。



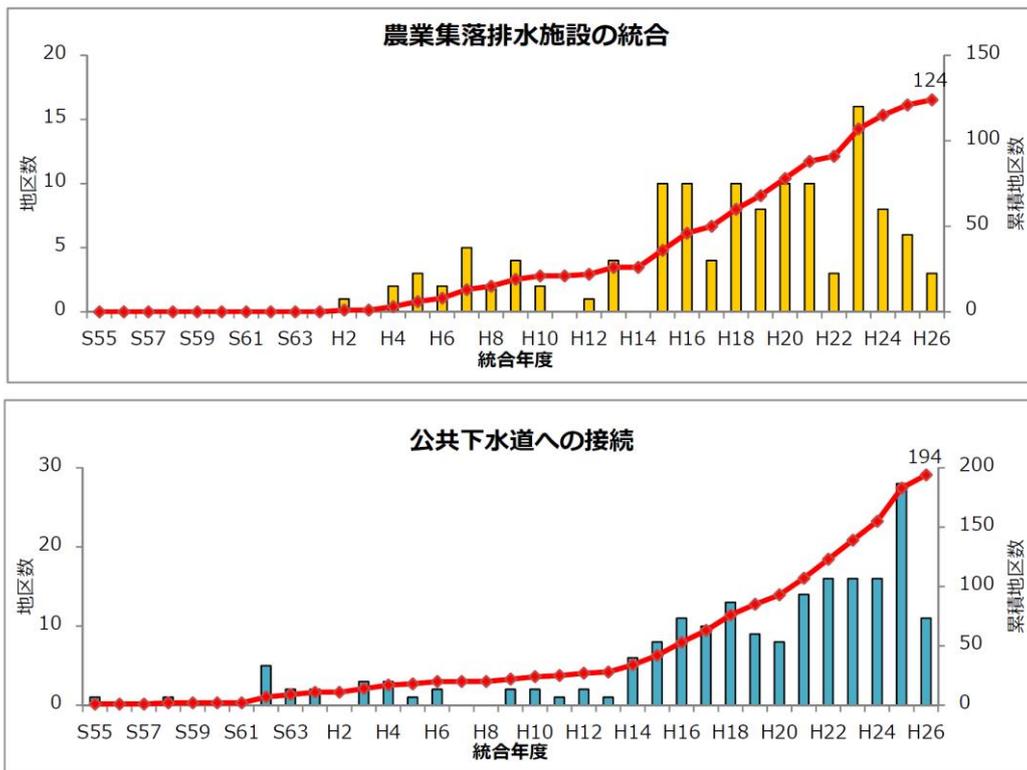
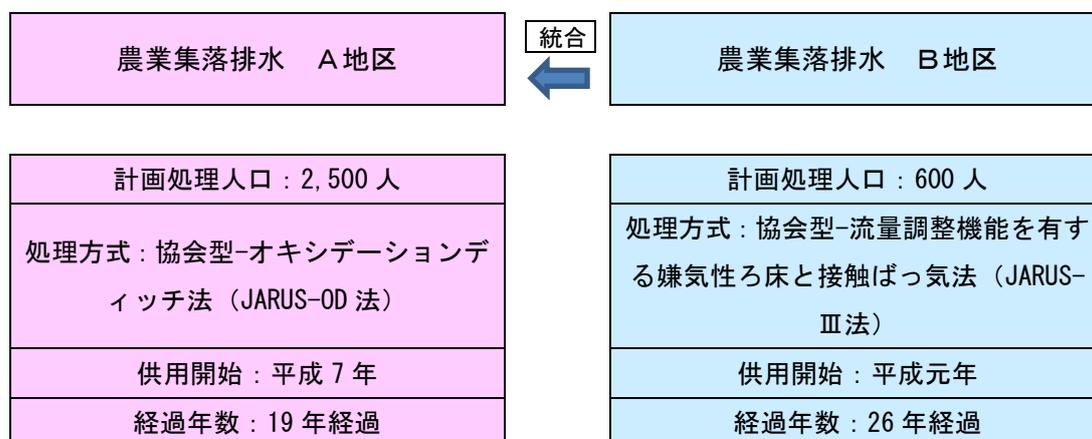


図 1-4 農業集落排水施設の統合、公共下水道への接続状況⁵⁾

(2) 統合による施設の適正化の例

農業集落排水施設において、計画処理人口が 2,500 人の農業集落排水 A 地区に、それより規模が小さい計画処理人口が 600 人の農業集落排水 B 地区を統合する場合の例を以下に示す⁶⁾。これは、B 地区の排水処理施設を中継ポンプ場に改造し、A 地区と B 地区の間に接続管路を設け、B 地区の汚水を A 地区に送水することで統合を図るケースである。



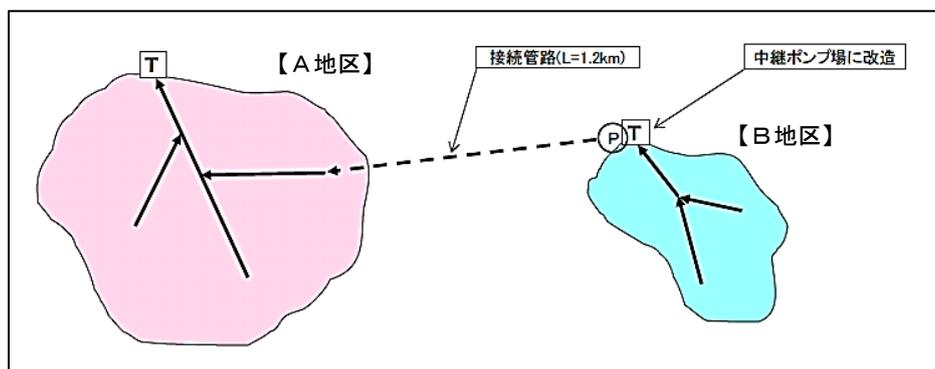


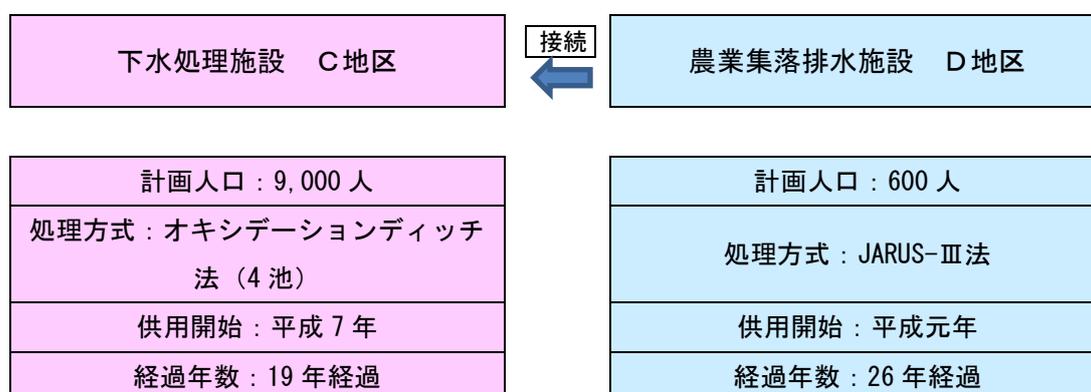
図 1-5 農業集落排水施設の統合手法（その 1）⁶⁾

【統合の手法】

- ・老朽化した B 地区の農業集落排水施設を廃止（中継ポンプ場に改造）し、隣接する A 地区の農業集落排水施設に接続する。
- ・具体的には B 地区の農業集落排水処理施設を中継ポンプ場に改造するとともに、A 地区の幹線管路まで接続管を布設し、B 地区の汚水を A 地区の処理区に取り込むことで A 地区の農業集落排水処理施設で処理を行う。
- ・① A 地区に隣接している B 地区を接続する場合には一定の条件を満たせば「農山漁村地域整備交付金」（機能強化対策）での事業が可能であり、② B 地区を取り壊す場合の費用についても一定の条件を満たせば補助対象としても事業実施が可能である。

(3) 下水道接続による施設の適正化の例

次に、C 地区の公共下水道に D 地区の農業集落の汚水を接続する例を示す⁶⁾。D 地区の農業集落排水施設を中継ポンプ場に改造し、C 地区への接続管路を設け、下水道接続を行うケースである。



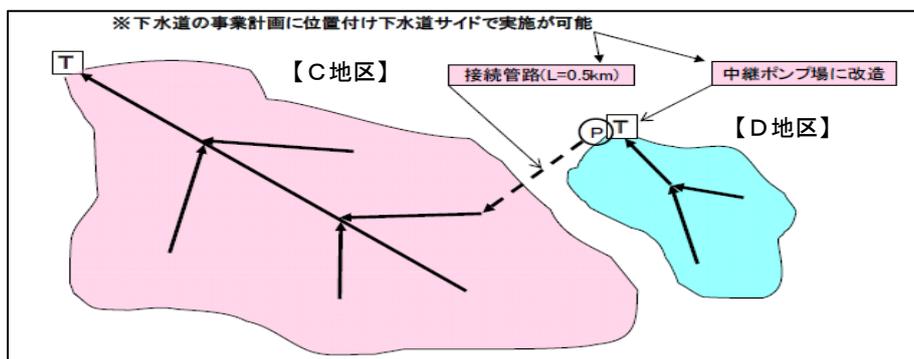


図 1-6 農業集落排水施設の整備手法（その 2）⁶⁾

【接続の手法】

- ・老朽化したD地区の農業集落排水施設を廃止（中継ポンプ場に改造）し、隣接するC地区の公共下水道に接続する。
- ・具体的にはD地区の農業集落排水処理施設を中継ポンプ場に改造するとともに、C地区の公共下水道幹線管路まで接続管を布設し、D地区の汚水をC地区の公共下水道処理区に取り込むことでC地区の公共下水道処理施設で処理を行う。
- ・公共下水道C地区に隣接しているD地区を接続する場合にはD地区の処理区域を下水道法第4条の規定に基づき、C地区における下水道事業計画に位置づければ接続管路と中継ポンプ場への改造工事が下水道事業サイドで実施することが可能である。

(4) 施設再編範囲等の検討

農業集落排水施設では施設統合等の再編計画の検討にあたっては、地域の汚水処理の現状を把握した上で、施設間の距離や地形的条件を基に、再編検討範囲や対象施設等について以下の検討に基づき概定することとしている⁵⁾。

- ①施設間の距離を基にした検討
- ②再編施設の組み合わせ検討
- ③地形条件の阻害要因の整理

①施設間の距離を基にした検討

施設再編に当たっては、施設の再編に係る建設費（新たに必要となる接続管路や中継ポンプ等の建設費・改造費）と既存施設で今後発生する更新費・維持管理費を考慮した経済比較を実施する。建設費は一般的に接続管路の距離によって大きく左右されることから隣接する処理区での統合を検討する機会が多いが、維持管理費については多数の処理施設を統合した方が経済的に有利な場合もあるため、統合範囲はできるだけ広域で検討する⁵⁾。

したがって、建設費と将来にわたる維持管理費等の総合コスト（LCC）を2施設間統合の場合やそれ以上の複数施設での統合の場合で比較検討することが重要である。例えば、個別に隣接する2施設間の統合を検討した結果、接続管路延長が長くなり建設費が増大し経済的に統合が不利となった場合であっても、広範囲で3施設の統合を検討した結果、維持管理費等の低減により総合コストが低くなり経済的に有利になる場合があることに留意する。図1-7に広域検討のイメージを示す。

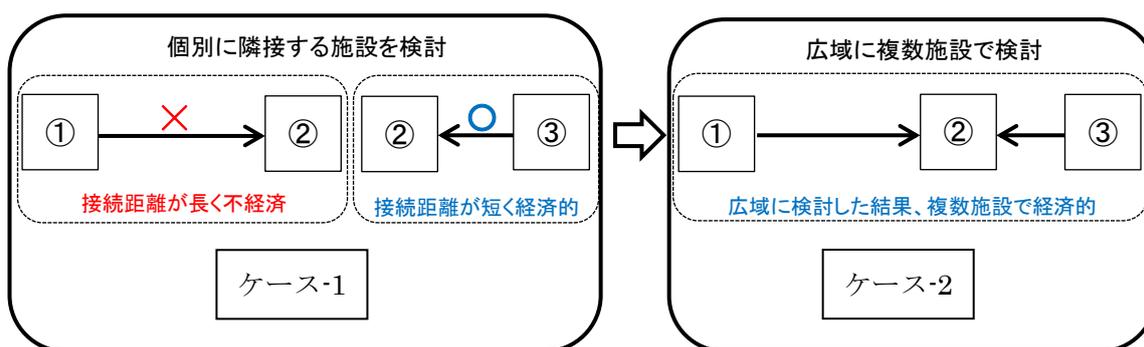


図1-7 広域検討イメージ

ケース-1は2施設間の統合のみを考えた場合で、施設③を施設②へ統合する場合は接続距離が短いので接続管路工事費が少なくて済むが、施設①を施設②へ統合する場合は接続距離が長いので接続管路工事費が高くなることから断念し、施設③と②の統合のみを行うケースである。しかし、処理場は2箇所残るため維持管理費が割高になる。一方、ケース-2は①及び③を②へ統合する3施設間で統合を検討した場合である。接続管路工事費は高くなるが、処理場が1箇所になるので維持管理費が低減され、トータルとしてLCCが有利となる。

②再編施設の組み合わせ検討

農業集落排水施設だけではなく下水道やコミュニティプラント等、他の汚水処理施設との接続や統合も併せて検討し、また、汚水処理施設の未処理整備地区がある場合には、その取り扱いも併せて検討していくことが必要となる⁵⁾。

山形県鶴岡市の例では、将来、人口減少等に伴う流入汚水量が少なくなる予想から、汚水処理施設の余剰規模能力状況や近隣地域性を踏まえ、図1-8に示したように多角的な統合再編を実施している。これは、特定環境保全公共下水道施設1箇所と農業集落排水施設14箇所を統合し、全体の汚水を処理するための農業集落排水処理施設を新たに建設する事業である。その結果、従来通り再編せずに個別に更新した場合の費用は53.7億円、統合再編後の更新費用は27.4億円と試算され、複数施設を統合することによって50%以上も費用が縮減できるとされたケースである⁵⁾。

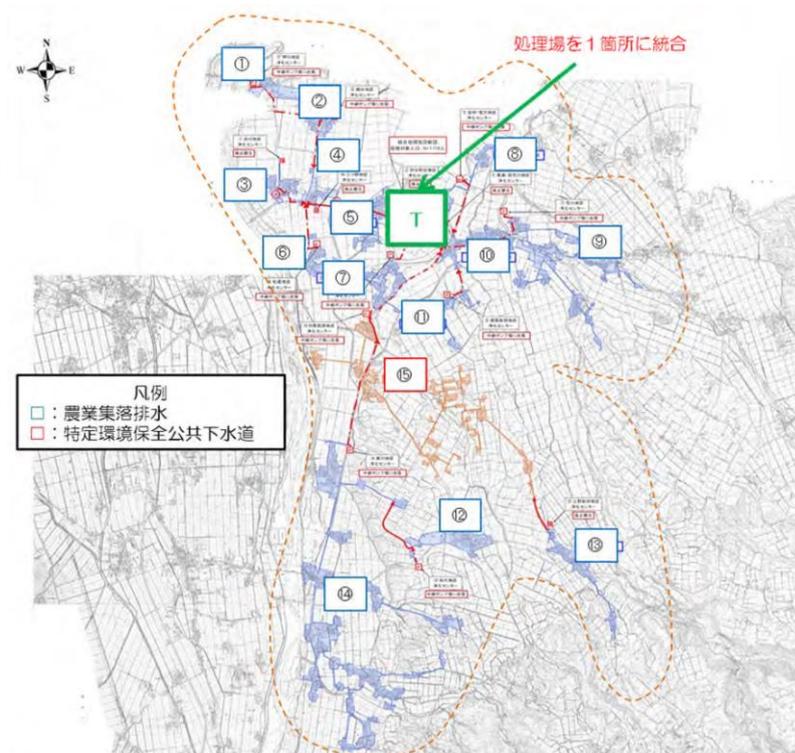


図 1-8 特定環境保全公共下水道を取り込んだ統合事例

③地形条件の阻害要因の整理

施設再編の検討に当たっては、施設間の距離や河川・山地・森林等の位置や大きさは重要な要素であり、接続管路のルート選定や接続費用に大きく影響することから、事前に河川管理者や道路管理者等に施工条件等を確認しておく必要がある⁵⁾。

(5) 施設統合の検討のための留意点

前項で示した再編検討範囲等の概定結果を基に下記の点に留意して、経済比較を基本とした具体的な施設統合の検討を行う⁵⁾。

- 1) 施設の更新時期や人口減少の推移等を踏まえた時間軸を考慮した検討
- 2) 複数施設を統合する場合は施設ごとに更新時期が異なるため、最終的な施設規模を最小化するために段階的な統合の検討
- 3) 現行の汚水処理方式の切り替え等により処理性能が向上することも考えられ、処理能力が増える場合があるので、必要性に応じて処理方式変更を検討する。
- 4) 統合時における計画処理人口及び計画汚水量の設定
- 5) 既設管路の余裕を利用した経済的な管路ルートを選定
- 6) 既存排水処理施設の機器や水槽を活用した圧送ポンプ施設（中継ポンプ場）の検討

- 7) 個別施設の更新の場合と施設統合の場合を年経費（建設費の年償還額＋維持管理費）で経済比較を実施
- 8) 施設の効率的かつ持続的な運営管理を行う必要性から維持管理費の削減目標を設定

1.4 施設再編の実施に向けた財産の取扱い等（農業集落排水施設再編計画作成の手引き P25 より）

(1) 再編方法に合わせた財産の取扱い

施設再編の実施に当たっては、農業集落排水施設の統合や下水道への接続等、再編の方法により再編後の施設区分が異なるため、再編の実施方法に合わせた財産の取扱いを行うことが必要である。（図 1-9）

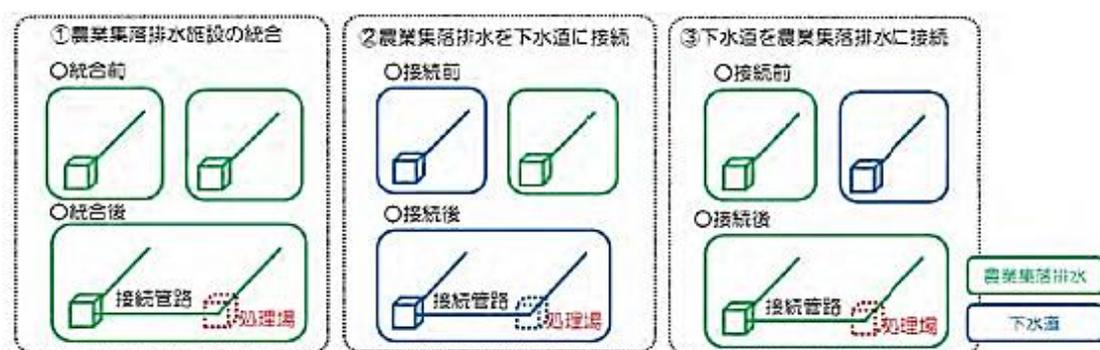


図 1-9 再編方法別の事業実施区分

表 1-2 再編方法別の財産の取扱い

分類	施設区分	事業実施	事業計画	財産の取扱い
集排施設の統合	農業集落排水施設	農業集落排水事業(改築)で整備可能	事業実施に合わせて変更	(継続して使用する施設) ・財産処分の手続きは必要ない。 ・施設台帳や財産台帳を再整理 (使用しなくなる場合) ・「承認基準(※2)」に伴う財産の処分が必要
下水道へ接続	下水道	下水道(市町村単独含む)で整備		・「承認基準」に伴う財産の処分が必要
下水道を接続(※1)	農業集落排水施設	農業集落排水事業(改築)で整備可能	事業実施に合わせて変更	・施設台帳や財産台帳を再整理(追加) ・下水道施設の財産処分が必要

※1 他施設を農業集落排水施設に接続する場合は同様

※2 「補助事業等により取得し、又は効用の増加した財産の処分等の承認基準について（平成20年5月23日付け20経第385号農林水産省大臣官房経理課長通知）」

(2) 財産処分の取扱い

施設の再編を実施する場合、施設の統合等により農業集落排水施設として管理しなくなる（使用しなくなる）施設等が生じる場合がある。これらの施設については、「補助事業等により取得し、又は効用の増加した財産の処分等の承認基準について（平成20年5月23日20経第385号）」に基づき適切に処分する必要があるが、処分の手続きについては、理由、利用期間、財産処分による収益の有無により取扱いが異なることから留意する必要がある。

また、地域再生法（平成17年法律第24号）第18条の規定により、農林水産大臣の承認を受けたものとみなされた財産処分については、本法の要綱に準じて適正に処理するものとする。

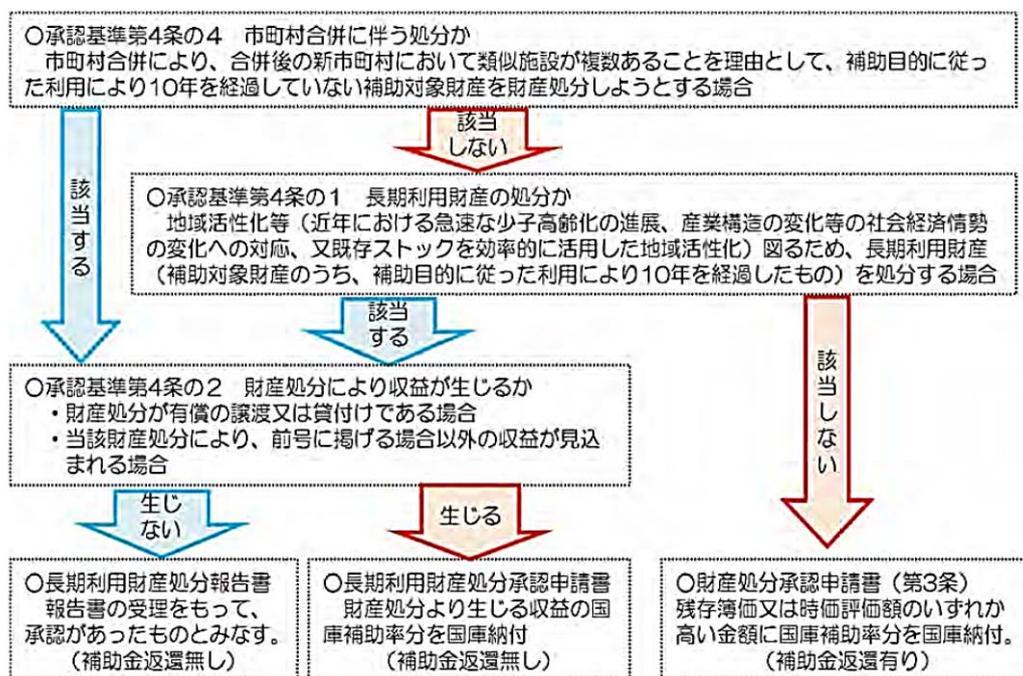


図 1-10 財産処分の取扱いフロー図

1.5 既存資料調査に関する考察

下水道、農業集落排水等の事業における人口減少対策を既存資料から検討した結果を基に、手引き（案）改訂にあたり考慮すべき事項を以下に整理する。

- (1) 人口減少対策としての漁業集落排水施設の適正化の手法として、
 - ①公共下水道やその他事業により整備された污水处理施設への接続
 - ②複数の漁業集落排水施設間の統合
 - ③施設のダウンサイジング
 などが有効な手法として考えられる。

- (2) 施設の適正化を検討するに当たり、都道府県汚水処理構想に示される当該市町村の汚水処理構想、汚水処理施設の整備状況や維持管理状況、各施設間の距離、地形条件等について現況調査が必要である。
- (3) 施設の適正化手法を検討する際は前項の調査結果等を踏まえて、妥当と考えられる施設の適正化手法に関して、新たに発生する工事費、適正化事業実施後の施設更新費と維持管理費等を総合してLCCとして試算し、経済比較を行うことを基本とする。
- (4) 公共下水道やその他事業の汚水処理施設への接続する場合は、施設の適正化事業に係る費用負担や接続後の漁業集落排水施設の取り扱いについて確認しておく必要がある。また、これらに複数の漁業集落排水施設間の統合をした場合、施設のダウンサイジングを行った場合なども含めて適切な財産処分を行う必要がある。

【参考文献】

- 1) (公益社団法人) 日本下水道協会；人口減少下における下水道計画手法のあり方について (案)，平成 20 年 6 月
- 2) 国土交通省；DHSシステムを用いた水量変動追従型水処理技術実証研究（下水道革新的技術実証事業B-DASHプロジェクト）プレスリリース資料，平成 29 年 1 月
- 3) 国土交通省；新下水道ビジョン加速戦略 - 実現加速へのスパイラルアップ，平成 29 年 8 月
- 4) 国土交通省、農林水産省、環境省；持続的な汚水処理システム構築に向けた都道府県構想策定マニュアル，平成 26 年 1 月
- 5) 農林水産省；農業集落排水施設再編計画作成の手引き (案)，平成 28 年 8 月
- 6) 長野県環境部；農業集落排水施設統合マニュアル，平成 30 年 3 月

2. 事例調査

2. 事例調査

2.1 調査の目的

本調査では漁業集落排水施設の統合、下水道接続、ダウンサイジングを実施した先行事例からダウンサイジング事例を精査する。

また既存の集落排水施設3地区についてLCC算出を含む機能保全計画を試行的に策定することによって手引き（案）の改訂に反映すべき課題を抽出する。

2.2 先行事例調査

2.2.1 漁業集落排水施設の統合事例

漁業集落排水施設の統合は島根県松江市において片江地区を笹子地区に統合した事例がみられた。

2.2.2 下水道接続地区を行った地区

表2-1は近年、下水道処理区が延伸し、漁業集落排水施設を接続した事例であり、浜田市古湊地区、豊岡市切浜地区、南あわじ市仁頃地区、岩美町網代地区等がある、現在計画中の地区を含めるとこのような事例は今後も増加すると予想される。

表 2-1 漁業集落排水施設の下水道接続の事例

No.	都道府県名	漁港名	地区名	接続先処理場の名称	所在地	接続先区別
1	兵庫	切浜	切浜	竹野浄化センター	豊岡市	特環
2	兵庫	二頃	二頃	阿万浄化センター	南あわじ市	特環
3	島根	古湊	古湊	三保三隅浄化センター	浜田市	特環
4	鳥取	網代	網代	大谷浄化センター	岩美町	公共

※特環：処理対象人口が概ね1000人未満で水質保全上特に必要な地区において施行されるものを「特定環境保全公共下水道」としている。

2.2.3 ダウンサイジング例

ダウンサイジングの例として長崎県佐世保市宇久島町の野方地区、本飯良地区の事例について紹介する。



図 2-1 対象地区の位置

(1) 宇久島の概要

宇久島は佐世保市の沖合、高速船で1時間半を要する。(図 2-2)。宇久島は地勢のうえでは五島列島北部の小値賀町に近く(図 2-3)、五島列島の上部に位置するが、キリシタンに関連した遺跡等はなく、現況、観光客の訪問は少ない。



図 2-2 宇久島と佐世保市の位置関係

がある。宇久島の漁協は小値賀島の漁協と合併し、宇久小値賀漁協となっている。漁協の宇久支所における主な魚種はイサキ、ブリ、ヒラス、レンコダイで、漁獲量は減少傾向にあり 2001 年に属人水揚高 754t だったものが 2012 年には 295t となっている。漁業者の高齢化も進んでおり、平成 26 年の宇久小値賀漁協宇久支所の組合員（正組合員：51 名、准組合員：155 名）の 7 割が 65 歳以上であり、高齢化が進んでいる。

(2)野方地区

①現況調査

○施設概要

処理区住民の年齢層は 51～80 歳がほとんどで高齢化（図 2-5）が顕著であり、それらに加えて、加入率が伸び悩む。現地で行われた本事業の説明会とアンケート調査では当地は就業の機会はなく、後継者の帰還がほとんどない現状では下水道への加入は今後も期待出来ないとの意見が聞かれた。

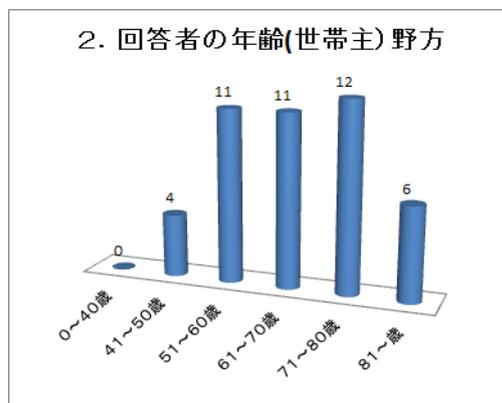
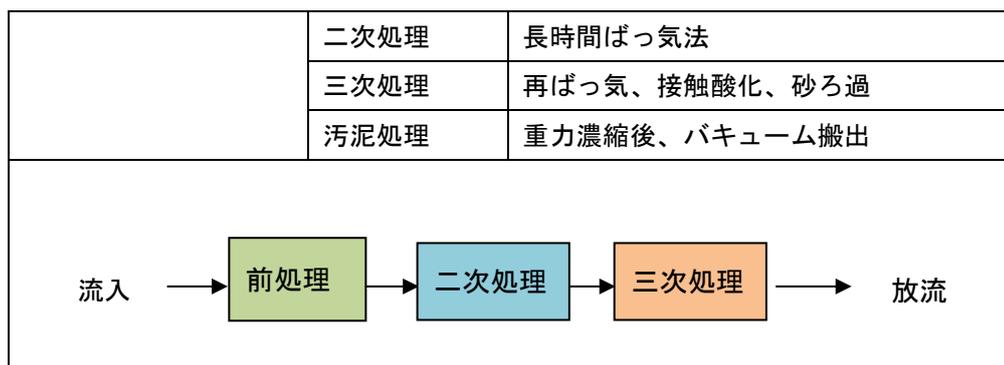


図 2-5 野方地区の年齢階層

野方地区漁業集落排水処理施設の施設概要を表 2-2、写真 2-1 に示す。施設は総上屋方式、水槽は全地下式である。放流先の河川が農業用用水として利用されていたことから三次処理が設置されている。

表 2-2 野方地区の施設概要

施設名	野方漁港漁業集落排水処理施設	
処理対象人員	420 人	
計画汚水量	115m ³ /日	
処理水質	BOD	10 mg/ℓ
	S S	15 mg/ℓ
	COD	15 mg/ℓ
	T - N	15 mg/ℓ
	T - P	1 mg/ℓ
構造形式	全地下水槽、総上屋方式	
処理系列数	1 系列	
処理方式	前処理	荒目スクリーン、ばっ気沈砂、破砕機
	流量調整	攪拌、微細目スクリーン、汚水計量



管理棟



施設屋内

写真 2-1 野方地区排水処理施設の概観

○流入汚水量

設計の直前年度の流入汚水量の年間変動を図 2-6 に示す。汚水量の大部分は 10～15 m³/日に分布し、8月期に増加する。

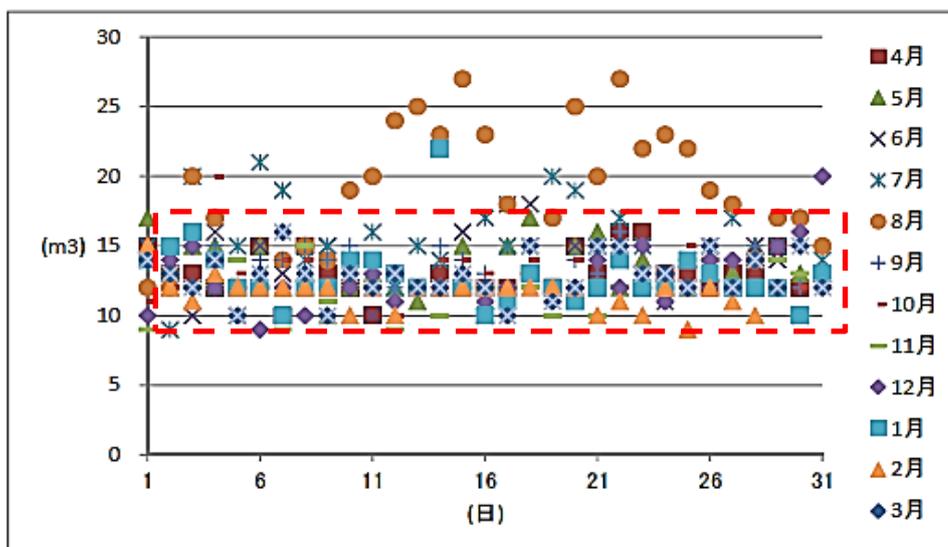


図 2-6 日流入汚水量の実績（野方地区）

②ダウンサイジング

○計画汚水量

流入汚水量が減少傾向であることから、ダウンサイジング後の計画汚水量は、設計時直前年度の流入汚水量の最大値 $27\text{m}^3/\text{日}$ とした。

○処理対象人員・単位汚水量

処理対象人員は計画汚水量を単位汚水量 $2700/\text{人} \cdot \text{日}$ で除して 100 人として算出した。単位汚水量は「漁港漁場施設的设计参考図書」の第 14 編第 4 章「漁業集落排水施設」の日平均単位汚水量 $2700/\text{日}$ ($3000 \times 80\% + \text{不明水 } 3000 \times 10\%$) を採用した。

②ダウンサイジングケーススタディ

ダウンサイジングは以下の 2 ケースを立案し、LCC 比較により決定した。LCC を算出する前提条件として機能保全対策工法は標準耐用年数による時間計画保全とした。

CASE 1 現状維持 : 278,005 千円

CASE 2 ダウンサイズ（工場製品型浄化槽切り替え）: 146,116 千円

本事例において、LCC 比較の結果、CASE 2：ダウンサイジング（工場製品型浄化槽切替）を採用した。既設は流入水路から流量調整槽までを継続して使用するものとし、他の水槽は休止とした。継続の用途は流入水路から原水ポンプ槽までは浄化槽への接続、流量調整槽は不明水の増加時の一時貯留槽用である。（図 2-7、図 2-8）また、既存の管理室、ブロワ室は継続使用する。

工場製品型浄化槽の処理方式は敷地内の余スペースが十分ではないことから、高効率省スペース型の担体流動ろ過法を採用した。(図 2-9)

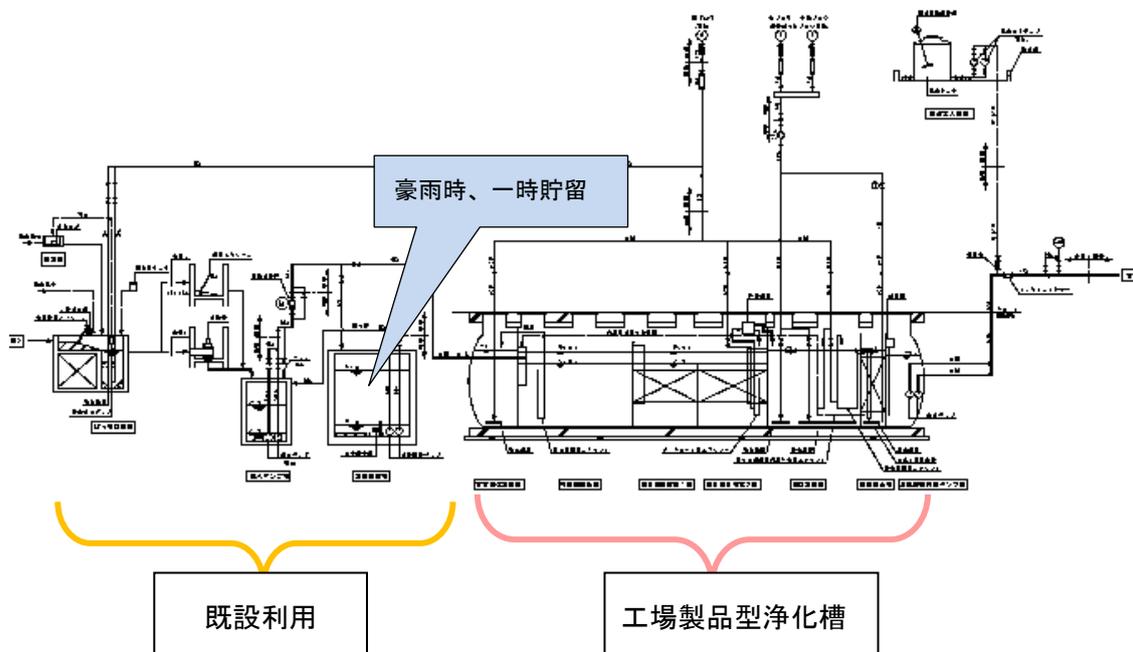


図 2-7 ダウンサイズ後の野方地区のフローシート



図 2-8 ダウンサイズ後の野方地区のレイアウト

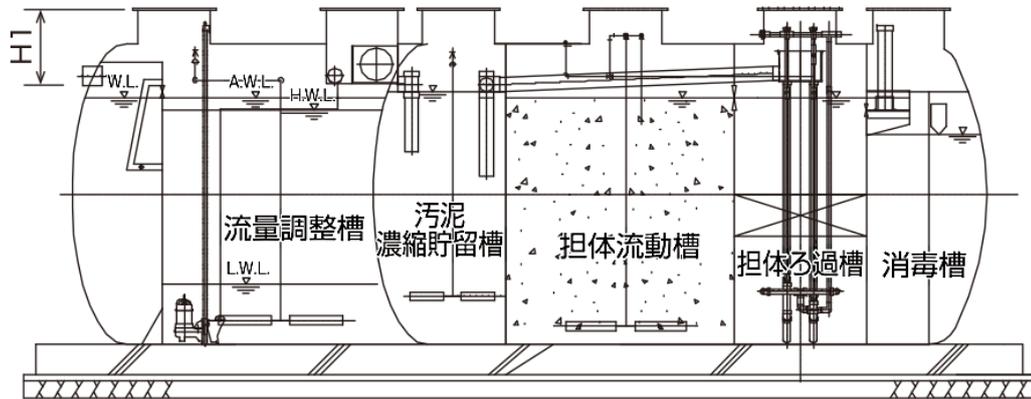


図 2-9 工場製品型浄化槽の概要（担体流動ろ過法）

③その他の留意事項

- 既設の処理水水質は放流先河川の農業用水としての利用に配慮して高度処理設備を備えていた。現況、流入水量が大幅に減少していることから、処理水の水質を標準処理水質 BOD20 mg/ℓ、SS50 mg/ℓに緩和したうえで放流先に流出する汚濁負荷量を計算し、河川に対する水質影響を検討した結果、水質の悪化は生じないことから、高度処理設備の休止を検討した。
- 放流先の河川がホタル生息地となっており保護区域としていた。流入水量は平常時、半減しており、また今後も経年的に減少が予想される。過ぼっ気による放流水の悪化（pH の低下）も予想されるため、アルカリ剤自動注入装置を設置する。（既設の凝集剤注入装置を利用）
- 太陽光発電装置を場内に設置し、商用電力の使用量を削減する。（本設備は電流逆流装置を備えており売電は出来ない。）

④事業評価

ダウンサイジングによる費用対効果分析を行い、事業の効率性 B/C1.0 以上を確認した。この費用対効果分析においては残存価格を考慮する必要があり、この計算には定額法を用いている。

⑤ダウンサイジングの効果

図 2-10 はダウンサイジング工事を含めた年維持管理費の推移である。平成 23 年度は大規模修繕工事を実施したため一時、費用が大きく増加したが、平成 28 年度にダウンサイジング工事を実施した後、維持管理費は下降傾向となっている。

また施設を構成する装置はダウンサイジングされており、将来の機能保全コストも低減が図られるものと期待出来る。

平成 23 年度当時、この大規模修繕工事の費用が下水道料金収入に対して過大との報道

記事があったが、平準化等の計画的な機能保全計画が必要であることが浮き彫りになったともいえる。

(尚、平成 29 年度の費用は調査月までの実績から推計した)

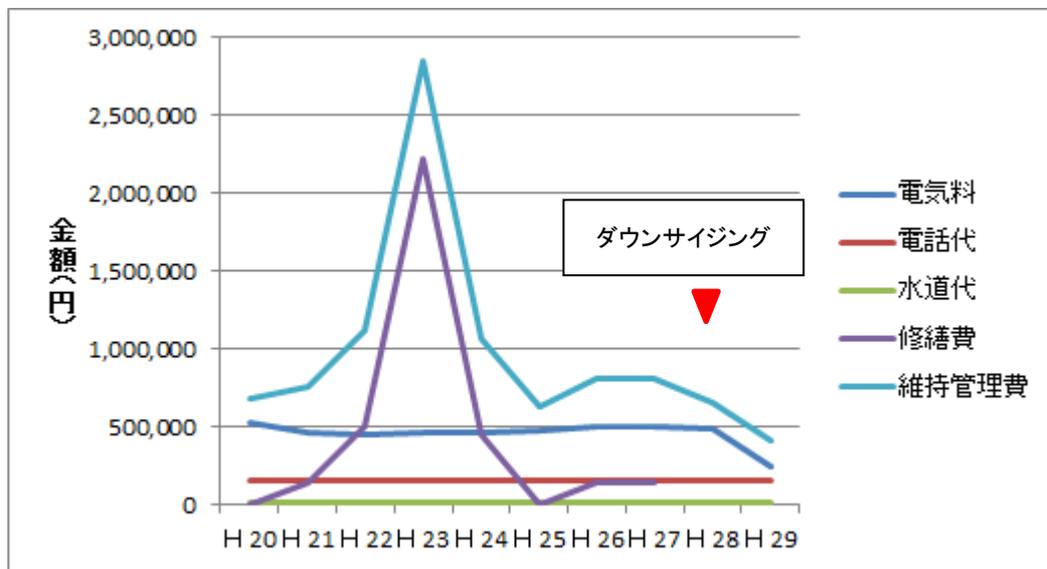


図 2-10 維持管理費（年）の推移[野方地区]

(3) 本飯良地区

① 現況調査

○ 施設概要

本飯良地区同様、処理区住民の年齢層は51～80歳がほとんどで高齢化(図2-11)が顕著であり、加入率が伸び悩む。

本飯良地区の施設概要を表2-3に記す。施設の構造は全地下式水槽、管理棟別棟であり、室内は流入室、管理室、ブロワ室に区分される。(写真2-2)

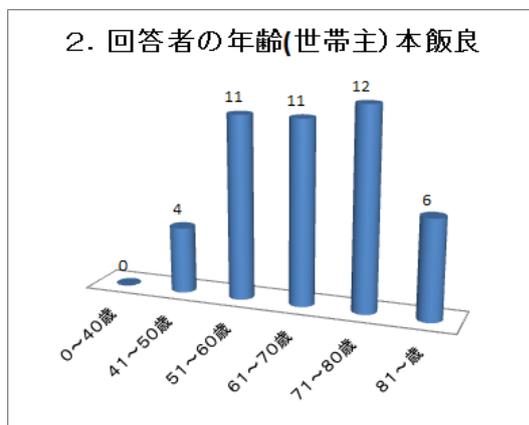


図2-11 本飯良地区の年齢階層

表2-3 本飯良地区の施設概要

施設名	本飯良郷排水処理施設	
処理対象人員	230人	
計画汚水量	62.1m ³ /日	
処理水質	BOD	20mg/ℓ
	SS	30mg/ℓ
処理方式	前処理	沈殿分離
	二次処理	土壤被覆型接触ばっ気法
	汚泥処理	重力濃縮後、バキューム搬出
処理系列数	2系列	
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> 流入 → <div style="border: 1px solid black; background-color: #c8e6c9; padding: 5px; margin: 0 10px;">前処理</div> → <div style="border: 1px solid black; background-color: #bbdefb; padding: 5px; margin: 0 10px;">二次処理</div> → 放流 </div>		



管理棟



処理槽外観

写真 2-2 本飯良地区排水処理施設の概観

○流入汚水量

平常時の流入汚水量は 5~10m³/日に分布しており、最大汚水量は 8 月期後半に発生し 30m³/日であり (図 2-12)、計画汚水量 62.1m³/日に対して大よそ半分である。

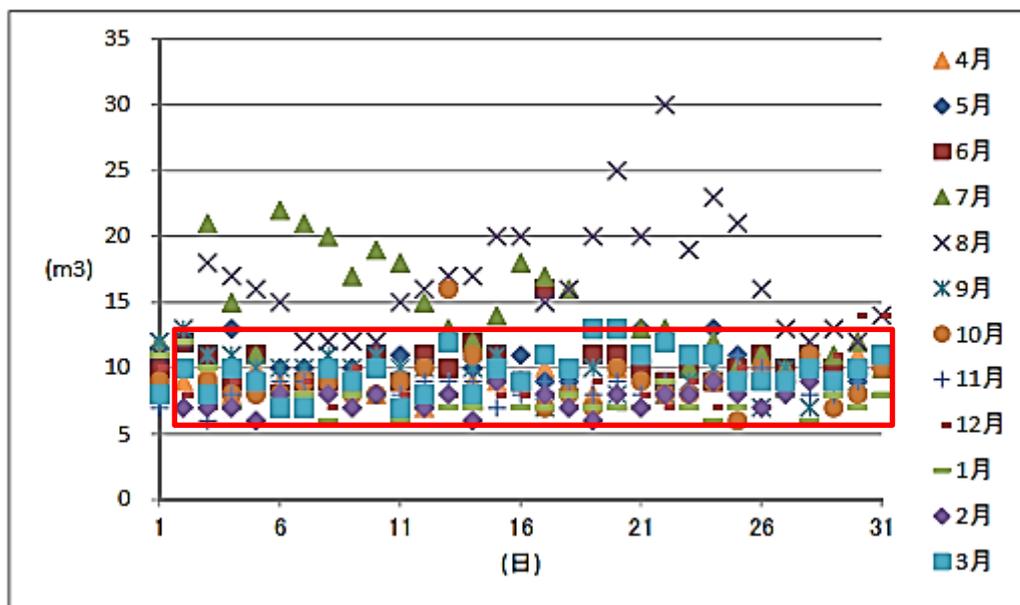


図 2-12 日流入汚水量の実績 (本飯良地区)

②ダウンサイジング概要

○計画汚水量、処理対象人員

計画汚水量は、流入汚水量が減少傾向であることから、設計年度直前の流入汚水量の最大値 $30\text{m}^3/\text{日}$ とした。

処理対象人員は野方地区と同様、計画汚水量を単位汚水量で除して 110 人として算出した。本飯良地区には処理施設の近くに公園があるが、地区住民が利用するものであり、野方地区同様、処理対象人員のほとんどが定住人口である。

○ダウンサイジングケーススタディ

ケーススタディは以下の 3 CASE を立案し、LCC 比較により、CASE 2（一列列休止）に決定した。

CASE 1：処理能力、処理方式を維持 : 168,944 千円

CASE 2：ダウンサイズ（一列列休止） : 156,266 千円

CASE 3：ダウンサイズ（工場製品型浄化槽切り替え） : 157,739 千円

野方地区同様、管理室、ブロワ室、及び休止となる系列の水槽は豪雨時の貯水槽として今後も活用するものとした。（図 2-13、図 2-14）

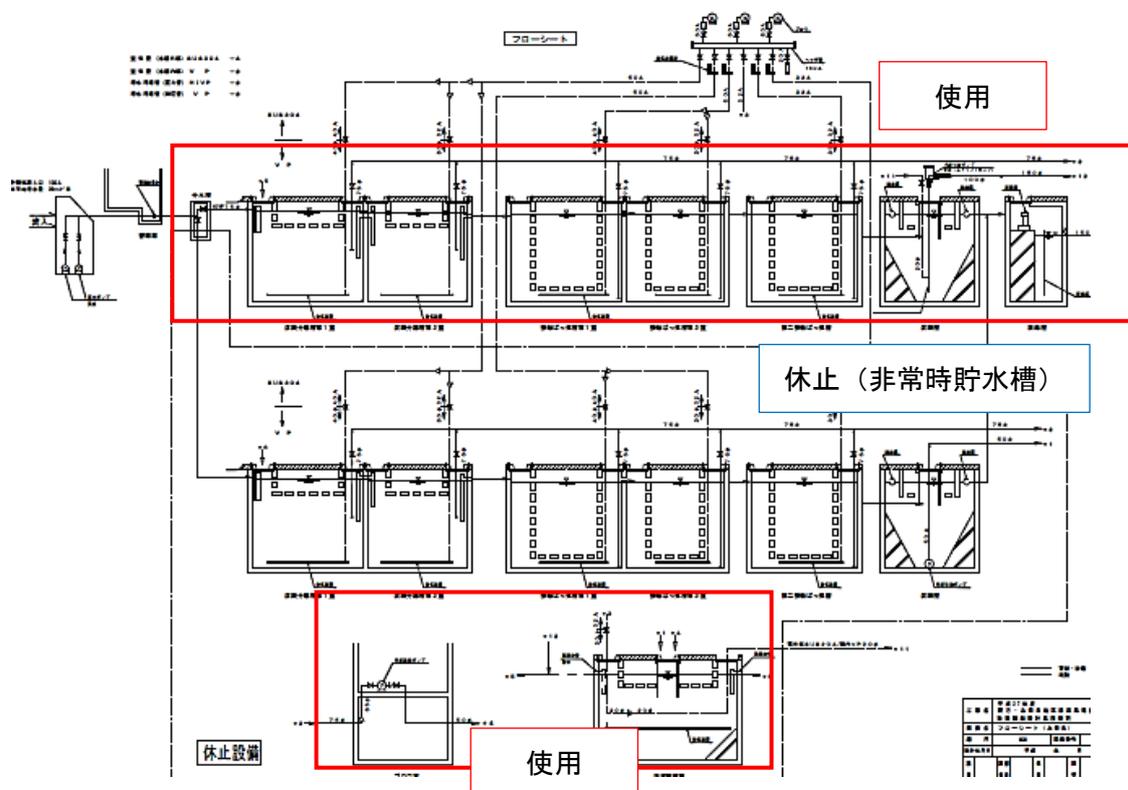


図 2-13 本飯良地区のダウンサイジング後のフローシート

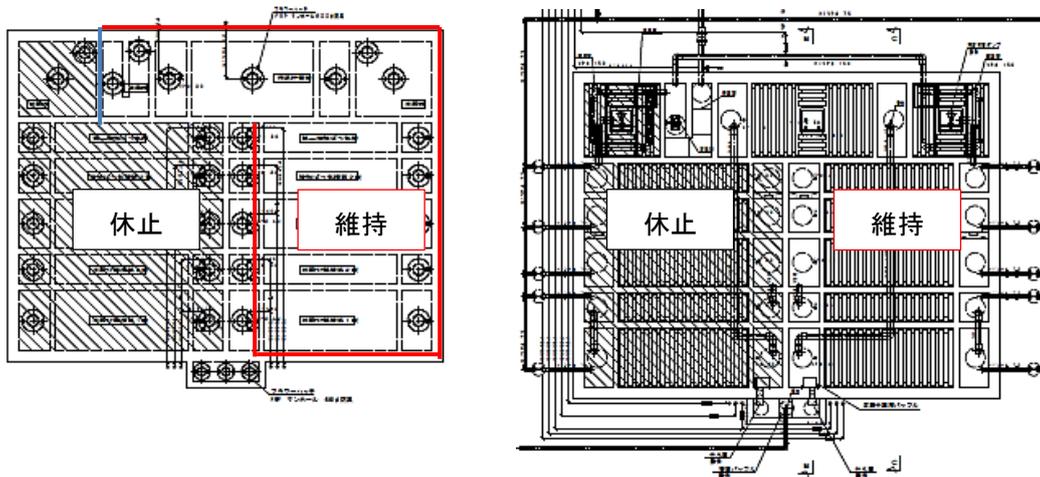


図 2-14 本飯良地区のダウンサイジング後使用区分
(ハンチング部分を休止)

○その他

野方地区同様、ソーラーパネルを敷地内に設置し、省エネ化を図った。

○事業評価

野方地区同様、ダウンサイジング工事の費用対効果分析を行い、事業の効率性を確認した。

⑤ダウンサイジングの効果

野方地区と同様、ダウンサイジング以降の維持管理費は減少傾向を示した。

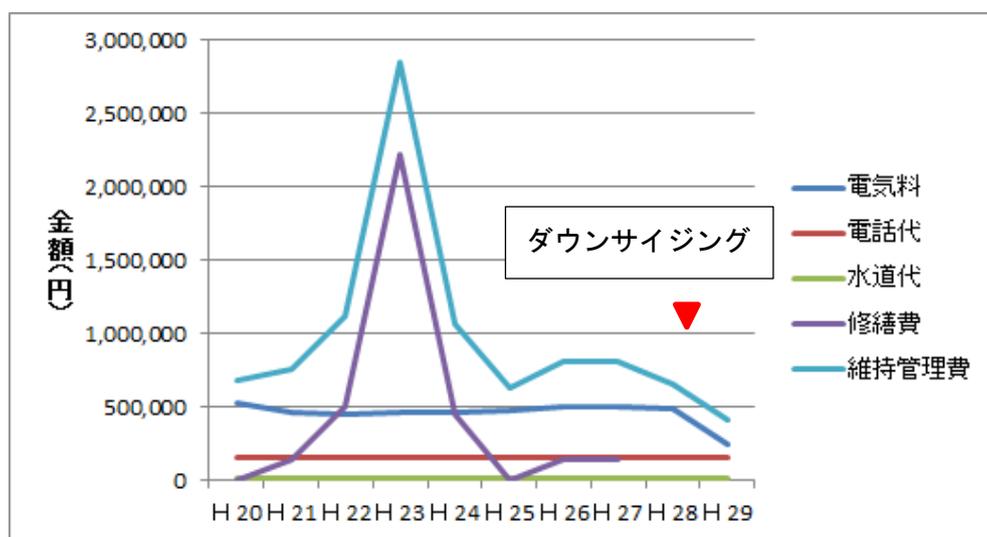


図 2-15 維持管理費（年）の推移【本飯良地区】

2.2.4 先行事例におけるダウンサイジング手順

宇久島漁業集落排水施設におけるダウンサイジングの経過を図 2-16 にフローとしてまとめた。

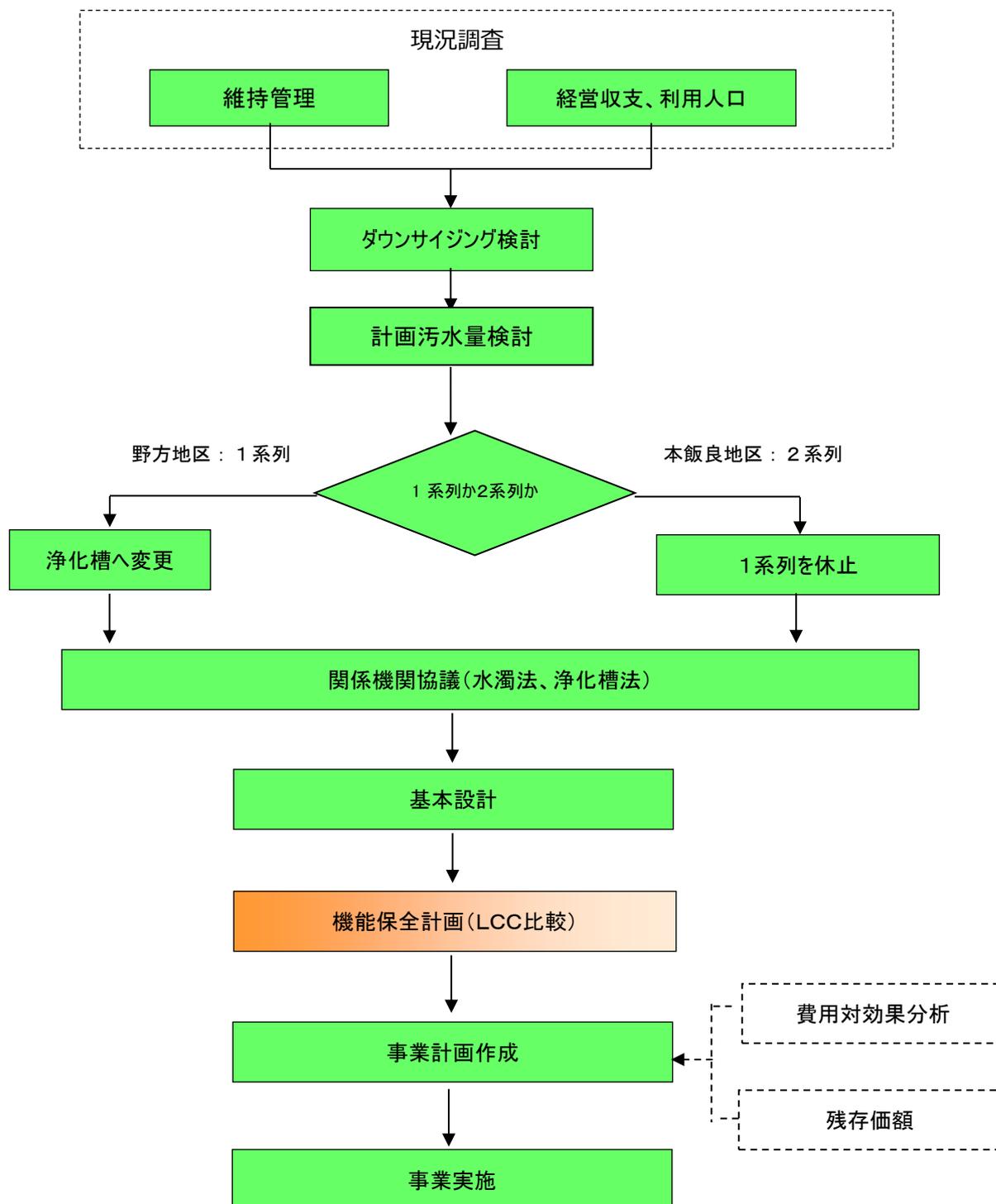


図 2-16 先行事例におけるダウンサイジングのフロー

2.3 モデル調査

2.3.1 検討条件

本調査ではモデル地区として3地区（表2-4）を設定し、現況の流入水量に対するダウンサイジングによるLCC削減効果と手引きに考慮すべき課題について検討する。

尚、各モデル地区の保全周期の設定は本来、劣化傾向を踏まえることが基本となるが、現時点では劣化傾向を把握出来ないので標準耐用年数による時間計画保全とする。

表 2-4 モデル地区の概要

No.	地区の名称	都道府県	対象人員	系列数	集落イメージ
1	福浦地区	青森県	350人	1	集落共助意識が強く、漁村歌舞伎が開催される。
2	玄界地区	福岡県	1220人	2	西方沖地震により被災。宿泊施設は復旧していない。
3	久松地区	沖縄県	1,400人	3	伝統的な沖縄の漁業集落。ラムサール条約の与那覇湾に近接。空き家への移住が増加中。

2.3.2 1系列施設（福浦地区）

(1) 福浦地区の概要

①地勢・社会

福浦地区は佐井村の南に位置し、北隣が長後、南隣が景勝地仏ヶ浦を隔て牛滝である。(図 2-18)津軽海峡、陸奥湾に面する入江で福浦川の河口から川沿いに福浦集落が形成されている。現在の人口、戸数は111人、46戸で、漁業が主な産業である。福浦漁港の登録漁船数は76隻。大半が3トン未満の動力漁船である。漁業種別は磯廻りの魚貝、海藻、ウニが主な漁獲である。

福浦地区の地芝居「福浦の歌舞伎」は青森県無形民俗文化財に指定されており、稻荷神社の祭礼など福浦芸能保存会員により演じられている。(写真 2-3)



図 2-17 佐井村の位置

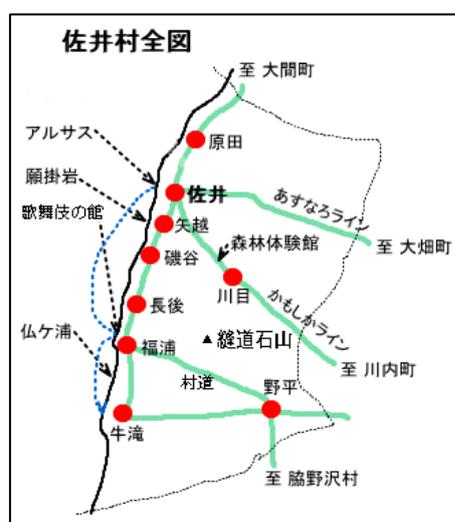


図 2-18 福浦地区の位置



写真 2-3 福浦地区で行われる漁村歌舞伎

②人口・世帯数

人口、世帯数は減少傾向であり、特に人口の減少が顕著である。

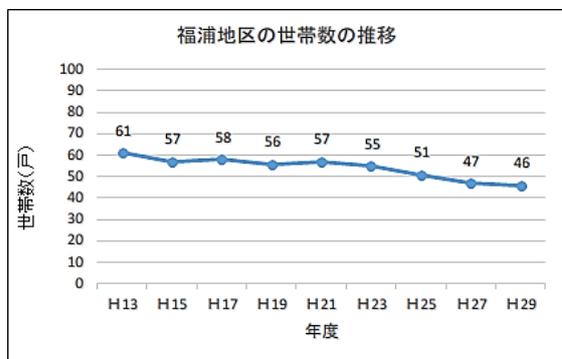


図 2-19 福浦地区の世帯数の推移

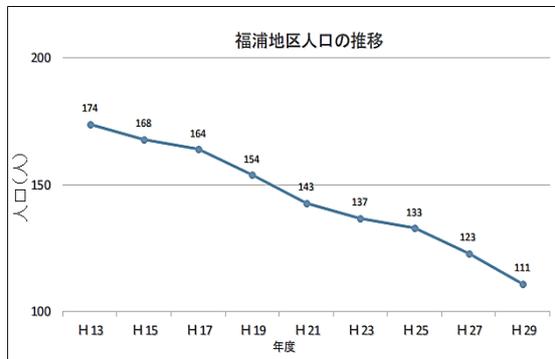


図 2-20 福浦地区の世帯数の推移

(2) 施設の現況

①施設の概要

表 2-5 施設の概要

施設名	福浦地区漁港漁業集落排水処理施設	
処理対象人員	350 人	
計画汚水量	95m ³ /日	
処理水質	BOD	20 mg/ℓ
	S S	30 mg/ℓ
処理方式 (図 3-40)	前処理	荒目・微細目スクリーン+ばっ気沈砂槽
	二次処理	接触ばっ気法
	汚泥処理	重力濃縮後、バキューム搬出
処理系列	3 系列	
供用開始	平成 5 年 5 月 (24 年経過)	

②流入汚水量

平成 28、29 年度の年間の流入汚水量の変動を図 2-21、図 2-22 に示す。流入汚水量は 15.0～25.0m³/日の範囲であるが、梅雨、盆期には増加する。また、平成 28、29 年度の年間の最大汚水量は 38m³/日である。

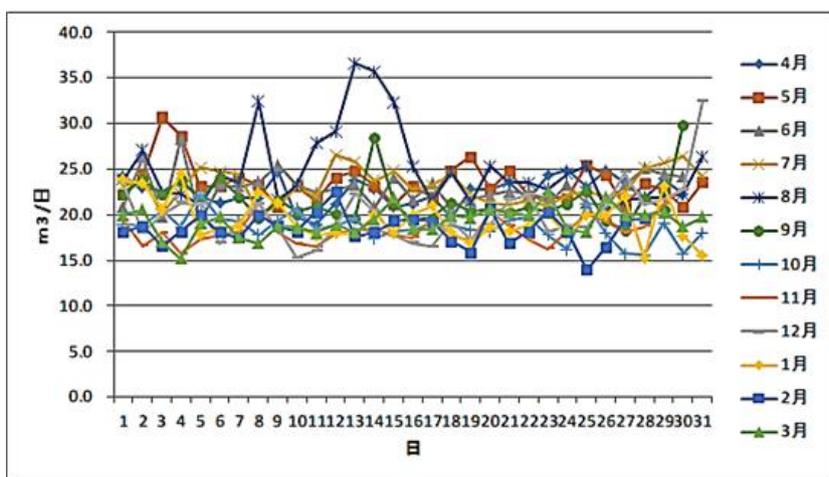


図 2-21 平成 28 年度 福浦地区年間流入汚水量の変動

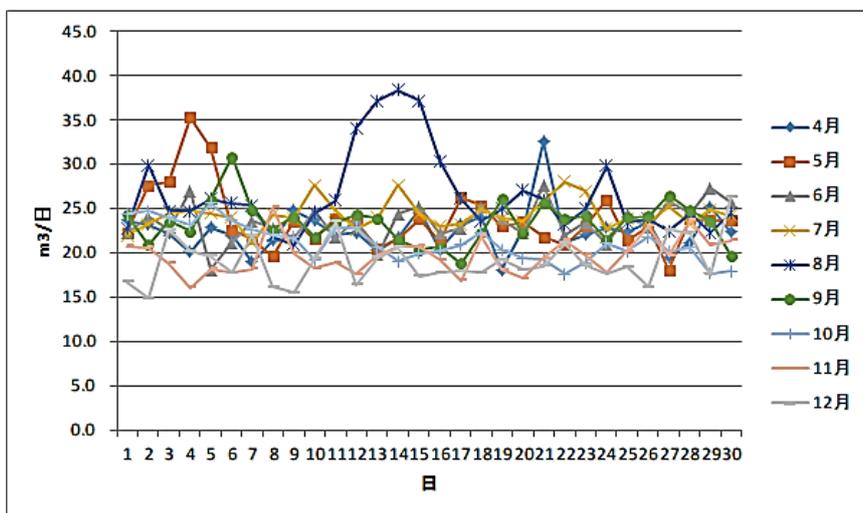


図 2-22 平成 29 年度 福浦地区年間流入汚水量の変動

③施設構造形式

処理水槽はG Lから 1.6m露出する地下式構造である。建屋は総上屋方式となっている。建屋の外壁は歌舞伎の舞台を模したなまこ壁風の意匠となっている。



施設外観



スクリーン槽



ブロウ設備



自動荒目スクリーン



ばっ気沈砂槽設備



屋内点検蓋



写真 2-4 福浦地区漁業集落排水処理施設の現況

(3) ダウンサイジング

①計画汚水量Q

流入汚水量は年々減少傾向である。調査年度の平成 29 年度夏期の流入最大汚水量の 38 m³/日とする。

②計画処理対象人口

1 人当たり日平均汚水量 q を 0.27m³/人・日（漁港漁場施設的设计参考図書）とすると
ダウンサイジング設計に用いる処理対象人口は、

$$n = Q \div q = 38\text{m}^3/\text{日} \div 0.27\text{m}^3/\text{人} \cdot \text{日} = 140 \text{ 人}$$

とする。設計時と本調査時の対象人口の比較を表 2-6 に示す。

表 2-6 設計時と調査時（現在）の対象人口の比較

人口区別	設計時 H9	現在 H29
定住人口（人）①	197	111
流入人口（人）②	153	29
処理対象人口（人）①+②	350	140

住民基本台帳より定住人口は 11 人で、設計当時から半減している。一方、世帯数の減少率（25%）は人口ほどではないので人口減少の要因は他地区への転出か死亡によるものと推定される。

流入人口は処理対象人口から定住人口を控除して $140 - 111 = 29$ 人とする。大幅に減少した要因は宿泊（民宿）施設が 8 軒から 3 軒に減少したことによるものと考えられる。

②ダウンサイジング

本施設においては既存施設の維持の対案として、次の 2 CASE を検討する。

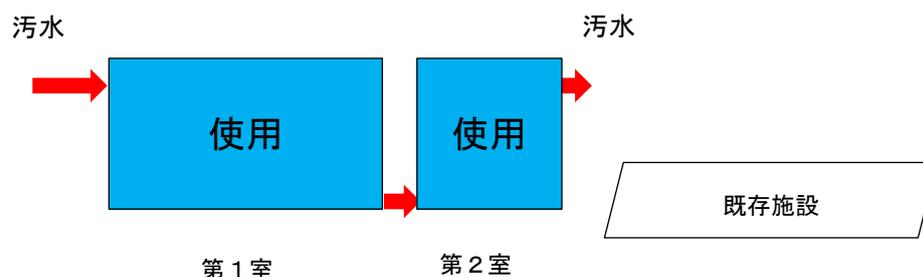
CASE 1：既存施設の一部休止

CASE 2：工場製品型浄化槽切り替え

CASE 1：既存施設の一部休止

本施設には接触ばっ気槽は 2 室あるが、国土交通省における本処理方式の構造基準（以降、基準と記す）による計画汚水量（ $38\text{m}^3/\text{日}$ ）に対する水槽の容量計算では、現状、第 1 室の容量で足りる結果となり、第 2 室を休止できるが、同基準では接触ばっ気槽 1 室だけでは水質悪化時のリスクを避けるため、2 室構造を要求しており、第 1 室に隔壁を設けて 2 室構造とする。この結果、既設の接触ばっ気槽は 3 室になるが、上述したように既設の第 2 室は休止とする。図 2-23 に概要図を示す。

接触ばっ気第 2 室の休止により空気を供給していたブロワの能力のダウンサイジングが可能になり、電力消費量の削減が期待できる。



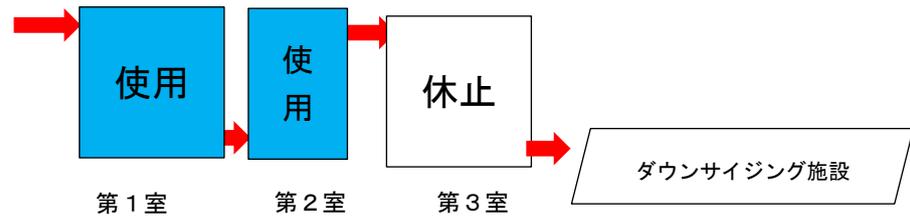


図 2-23 接触ばっ気方式のダウンサイジング手法

ただし、第1室に内壁を築造する施工中は流入する汚水を流量調整槽から接触ばっ気槽第2室への仮設配管を設置し、第1室をバイパスする仮設工法が必要になる。(図 2-24)

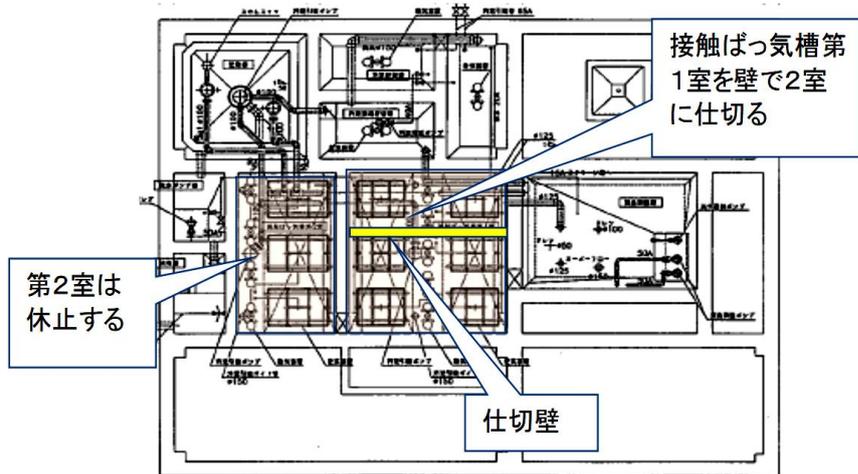


図 2-24 既設施設のダウンサイズ (CASE1)

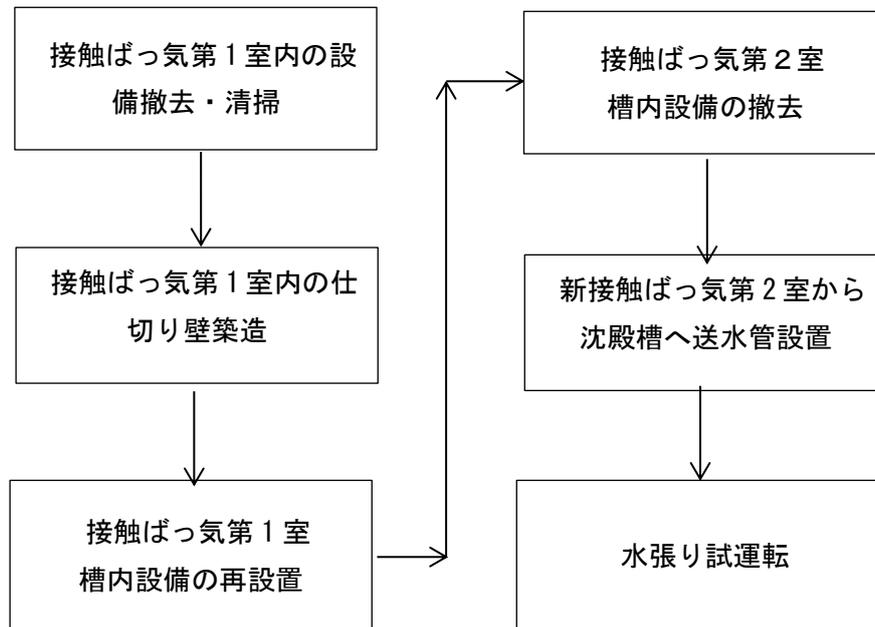


図 2-25 1 系列施設のダウンサイズ化施工工程

CASE 2 : 浄化槽切り替え

既存処理水槽を工場製品型浄化槽に切り替えて処理を継続する工法である。(図 2-26、2-27)

本ケースにおいて処理方式は先行事例(野方地区)で事例紹介した担体流動方式とした。本方式は浄化槽の普及を促進するために、開発された方式である。従来の処理方式に比べて高効率型であり、設置面積を縮小することが出来る。また浄化槽業者は従来製品(接触ばっ気方式)から担体流動方式販売の主力へ切替えつつあり、主流になりつつある。

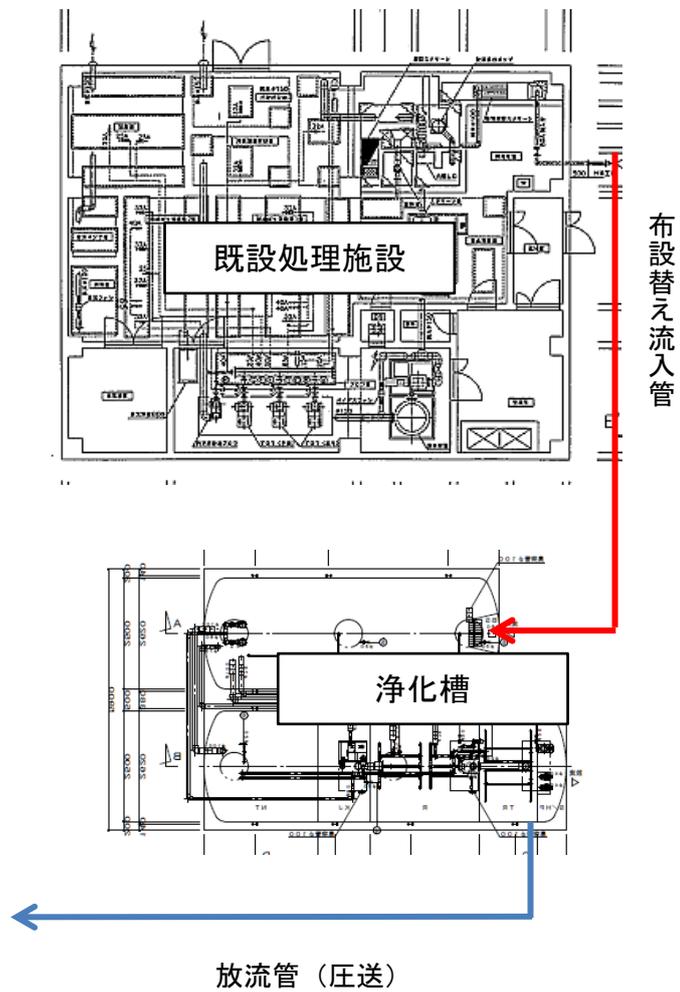


図 2-26 工場製品型浄化槽による切り替え (CASE 2)

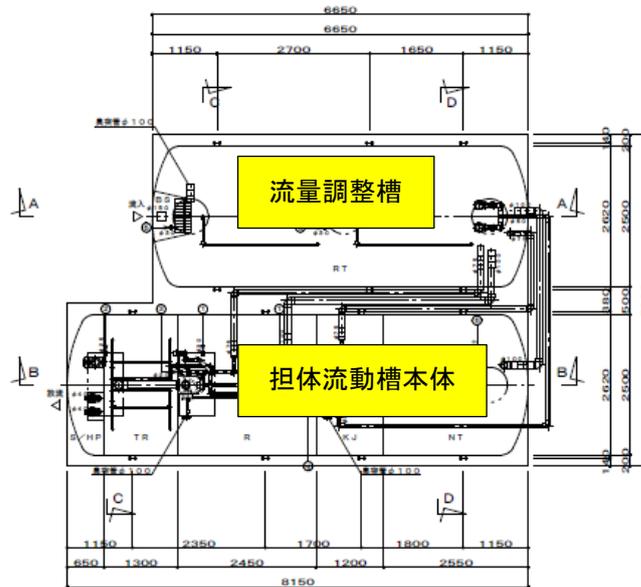


図 2-27 工場製品型浄化槽の構造図

(4) 各工法の建設費比較

工場製品型浄化槽への切り替えコストの算定において福浦地区は役場のある中心地からは起伏のある道路で結ばれており、冬季のバキューム車による汚泥の収集は困難になるため、冬季は汚泥を長期間（3か月程度）貯留する必要がある。これに対して工場製品型浄化槽が標準仕様になっており、汚泥を貯留できる日数は1か月程度である。このため本ケースにおいては既存施設の一部を汚泥貯槽として継続使用することを考慮した。(図 2-28)

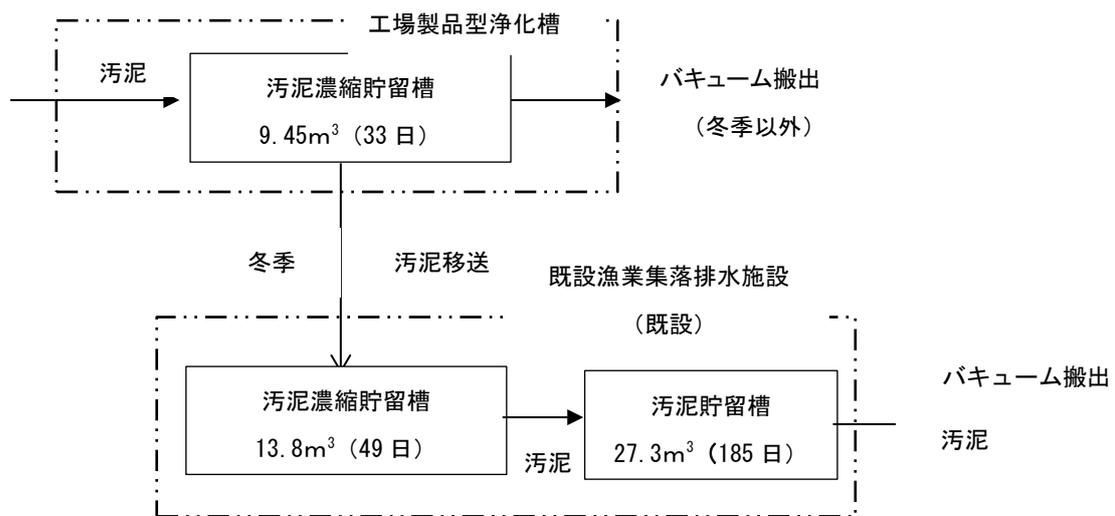


図 2-28 既設を活用した冬季汚泥引抜き計画

表 2-7 にダウンサイジング 2 工法の概要、建設費、施工性の比較表を示す。建設費のうえでは既設の水槽の一部休止工法が安価となった。

表 2-7 工法別建設費比較表

区別	CASE1	CASE 2
	既存施設一部改良（第 2 室休止）	工場製品型浄化槽切り替え
工法の概要	既存の処理方式は維持し、処理水槽の一部休止で対応する。	既存施設を休止して工場製品型に切り替える
工事費	25,700 千円	28,200 千円
施工性	既設を使用しながらの施工計画が必要である。	工法 1 より施工は容易である。
評価	経済性は若干良いが施工性に難がある	経済性は若干劣るが、施工は容易である場内に設置スペースが必要である。

(5) 維持管理費の比較

既存施設の維持とダウンサイジング各工法との維持管理費の比較を表 2-8 に示す。工場製品浄化槽への切り替えが最も安価となった。

表 2-8 工法別維持管理費（単位：円）

項目	既設設備	ダウンサイズ		備考
	現状維持	CASE1 第2室休止	CASE 2 工場製品浄化槽	
① 電気料金	1,617,330	1,535,302	506,542	
② 水道料金	28,200	28,200	28,200	15m ³ /月
③ 技術点検費	924,000	924,000	924,000	
④ 薬品費	246,375	99,071	99,071	次亜塩素酸カルシウム
⑤ 汚泥処分費	1,379,700	554,800	554,800	
⑥ 水質検査費	704,360	704,360	704,360	
⑦ 消耗品雑費	240,000	240,000	240,000	2万円/月
⑧ 諸経費	230,370	147,880	147,880	[(③)+(⑤)+(⑥)]×10%
計	5,370,000	4,233,000	3,204,000	

(6) LCCの比較

表 2-9、図 2-29 にLCCの比較を示す。LCC比較のうえでは、工場製品型浄化槽への切替えが優位となった。

表 2-9 工法別維持管理費（単位：千円）

工 法	LCC	内 容
既存施設維持	249,032	
水槽一部休止	239,353	接触ばっ気槽第2室
工場製品型浄化槽	135,578	担体流動法

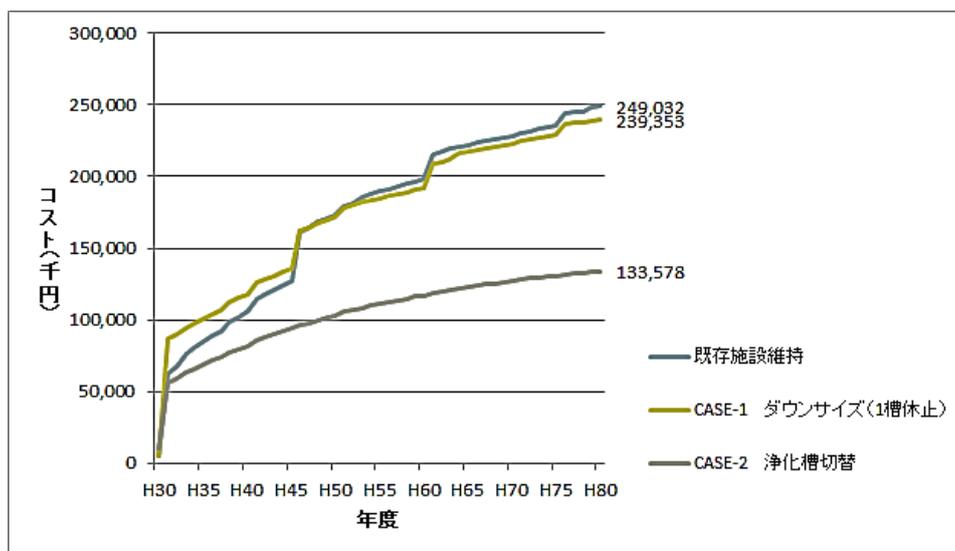


図 2-29 ダウンサイジング工法比較

2.3.3 2系列施設(玄界地区)

(1) 玄界地区の概要

玄界島は、福岡市西区に所属する離島である。東経 130 度 14 分、北緯 33 度 41 分に位置し、博多湾の出口、玄界灘に面し、面積 1.14km²、周囲 4.4km である。(図 2-30) 形状は北西から南東に向かう短楕円形の島である。また、地名(行政区画)としての「玄界島」の呼称は福岡県福岡市西区大字となっており、全島がこれに該当する。博多港から玄海島までは市営定期船で 30 分ほどである(写真 2-5)。

玄界島の最高地点は遠見山(218m)で、水深 20m の海底から立ち上がる。糸島半島に続き、リアス式海岸である岩石海岸が発達する。糸島半島との間の海峡、幅 2.6km を音無瀬戸と呼んでいる。また島の北方約 300m に黒瀬と呼ばれる幅 200m 程度の岩礁が発達している。(写真 2-6)

福岡県西方沖地震が発生する以前は集落内の道路がほぼすべて階段かんぎ段という独特なものであったが、復興工事により車道が整備され、多くの道路で自動車の通行が可能になっている。(写真 2-7~写真 2-9)



図 2-30 福岡市における玄界島の位置



写真 2-5 玄界島に向かう市営定期船



写真 2-6 玄界島外観



写真 2-7 福岡県西方沖地震の被災状況（左）と現在の復興状況（右）



写真 2-8 かんぎ段



写真 2-9 高台への階段とモノレール

玄界島は人口 4 7 5 人、世帯数 2 1 8 戸である。15～64 歳の働き盛りが雇用や医療を理由に島を離れ、福岡市の中心部へ流出している傾向が年々見られるとのことであった。

（図 2-31）佐世保市宇久島の事例でも同様であったが、就労機会と医療というのも人口減少の要因となっている。

玄海島では市内の小中学校からの遠足を招致する活動を進めているが、震災前に 2 軒あった民宿はどちらも再開しておらず、食堂等もない。漁協の商店も日祝日は休みであるなど観光客の受け入れ態勢はまだ十分に整ってはいない。

現況、流入人口の増加は見込めないと考えられる。

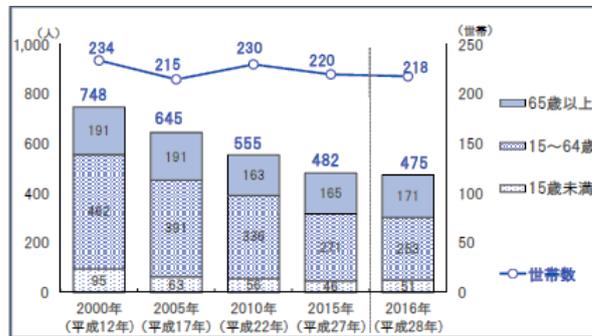


図 2-31 玄界島の人口、世帯数の推移

(2) 施設の概要

① 供用開始

平成13年8月である。現況、供用開始から16年経過している。

② 現況

○ 計画諸元

玄界地区の計画時の諸元を表2-10に示す。

表2-10 玄界地区漁業集落排水施設の計画諸元

処理対象人口	1,220人	計画戸数	233戸
	定住人口		938人
	宿泊人口		78人
	日帰人口		204人
計画汚水量	日最大汚水量		330m ³ /日
	日平均汚水量		270m ³ /日
	時間最大汚水量		39m ³ /時

○ 管路施設

管路施設の施設概要を表2-11に、また中継ポンプ施設の位置を図2-32に示す。

表2-11 管路施設の延長および中継ポンプ施設

項目		整備数量
管路延長		2,900m
延長内訳	自然流下	2,654m
	圧送	246m
中継ポンプ場	箇所数	6ヶ所

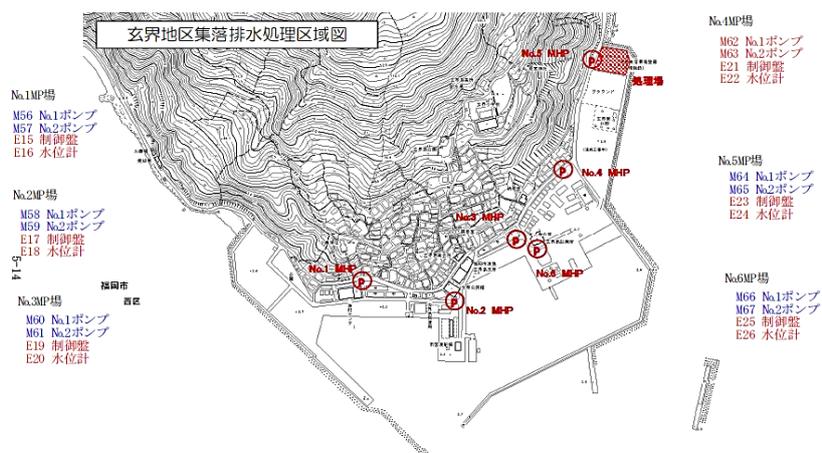


図 2-32 玄海地区の中継ポンプ場位置図

○処理施設

排水処理施設の概要を表 2-12、図 2-33、図 2-34、図 2-35 に示す。玄界漁港の周囲は良好な漁場を形成しており、これに配慮して処理水の消毒は紫外線消毒装置を採用している。また、汚泥は島内に処分先が無いことから、乾燥汚泥として処理し、島内及び本土市内で肥料として活用されている。

表 2-12 施設の概要

処理方式	接触ばっ気法
処理系列	2系列
水槽形式	半地下式
構造・建屋	RC造地上2階建て
処理場用地	埋め立てにより用地を確保
放流方法	自然流下による放流
消毒方式	紫外線滅菌
汚泥脱水設備	多重円板型スクリュースプレス方式
汚泥乾燥設備	密閉円筒型（デルコンポ）
脱臭設備	活性炭・生物併用
非常用設備	発電機
通報設備	非常用通報設備
遠方監視	電話回線及び無線の通報装置
放流先	海域（漁港内）

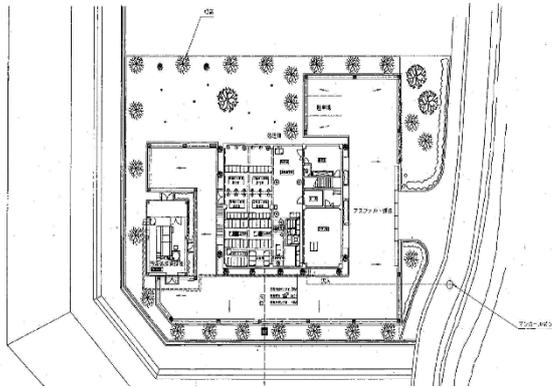


図 2-33 玄海排水処理施設 (出典：福岡市)

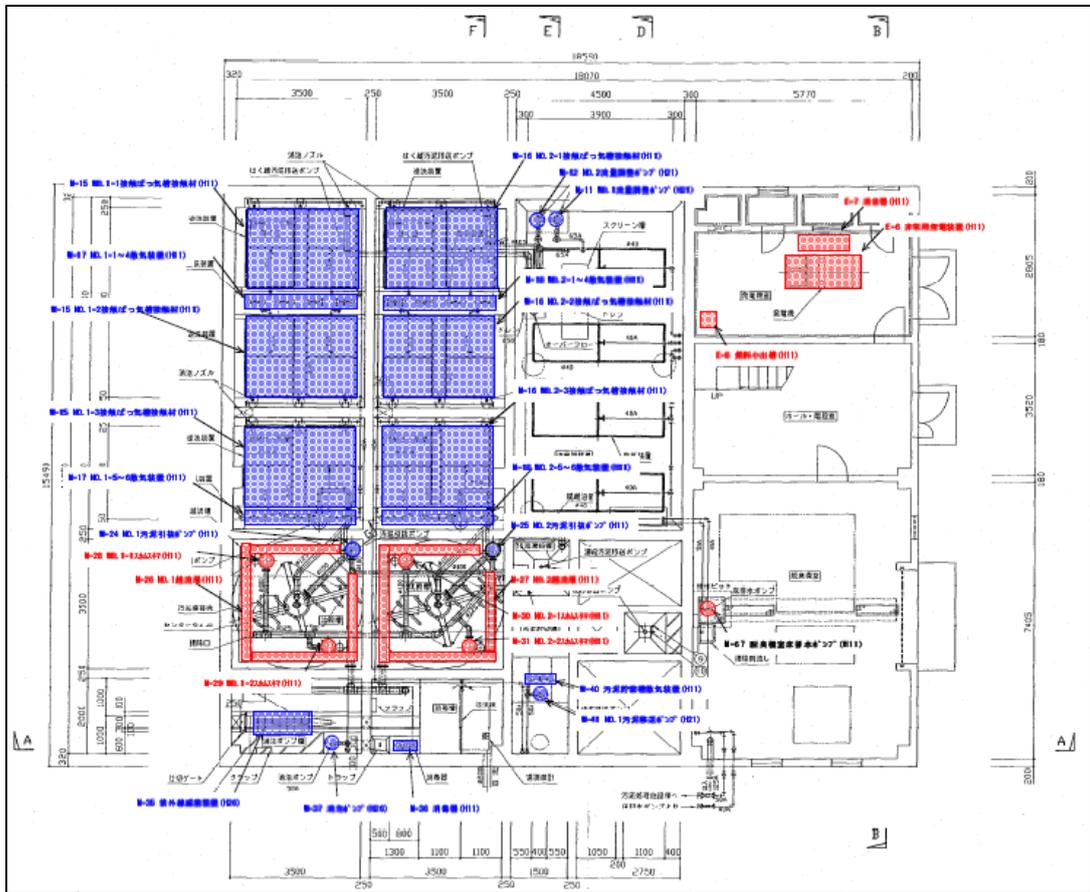


図 2-34 既存処理施設上部・下部平面図

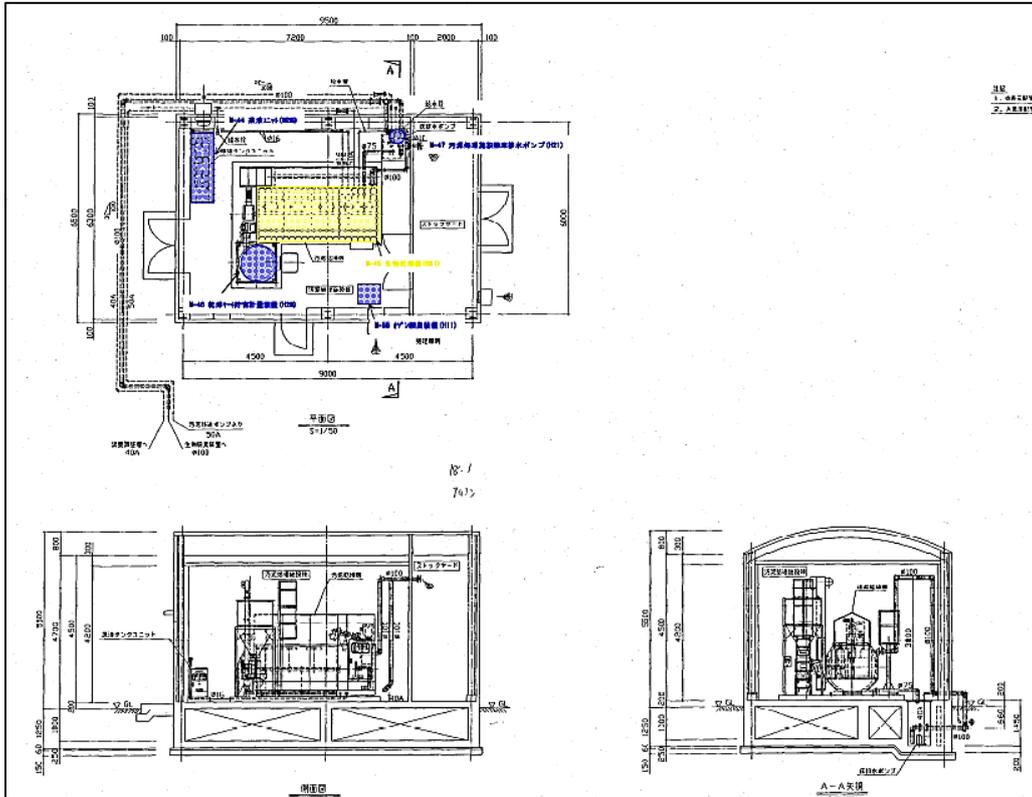


図 2-35 汚泥処理施設上部・下部平面図

○流入汚水量

福岡市の調査によれば、計画日平均汚水量 270m³/日に対して、平均流入汚水量は 109 m³/日となっており、計画汚水量の 40%であるが、年間最大汚水量は平均の 2 倍以上にもなる。維持管理業者へのヒアリングによれば大潮時に水量が増加することから、不明水の流入が懸念される。

(3) ダウンサイジング

①処理対象人口の検討

設計当時の定住人口は 938 人であるが、本調査の直前の平成 28 年度の定住人口は 468 人となっており、ほぼ半減している。一方、概要で述べたように宿泊施設は震災後。操業しておらず、現況、流入人口の増加は予想出来ない。

今後、処理対象人口の増加の可能性は小さいものと予想される。

表 2-13 より、計画処理対象人口は 497 人とする。

表 2-13 計画処理対象人口

年度/人口種別	定住人口	流入人口	計画人口
平成 13 年度	938 人	282 人	1,220 人
平成 29 年度	468 人	29 人	497 人
減少 (%)	470 人 (50)	263 人 (10)	723 人 (40)

②ダウンサイジング

人口が大幅に減少しているにもかかわらず、最大汚水量は計画汚水量に近似する数字となっており、早期のダウンサイジングは出来ない。このため本検討は、不明水排除が出来た場合の仮定である。ダウンサイジングの効果を向上させるには不明水の調査を併せて実施する必要がある。

また、処理場用地は埋立てにより造成されており、必要最小限な敷地面積となっていることから、場内に工場製品型浄化槽を設置することは困難であり、本検討では工場製品型浄化槽の設置検討は除外し、2系列のうち1系列を休止するダウンサイジングとする。

CASE 1 : 既存施設の一列休止

本施設のダウンサイジングのポイントは以下の2点である。(図 2-36)

- ①汚水計量槽から第2系列への分水を停止し、1系列運転とする。
- ②常用ブロワ2台のうち1台を休止し、休止系統の空気配管のバルブを「閉」とする。

現状、ブロワは3台あり、常用稼働2台、予備1台となっている。通常的设计は必要空気量を Q とすると、常用ブロワの空気供給能力は $1/2Q$ としている。 $(1/2Q \times 2台)$

ブロワは更新コスト及び電気代のうねで大きなウェイトを占めており、ライフサイクルコスト削減の効果が大きい。流入水量が計画汚水量に対して半減した場合、当面、常用ブロワを1台休止させる(供給量 $1/2Q \times 1台$)ことで電気代を削減できるが、計画汚水量を見直した場合にはブロワの能力も低減を図り、設計基準どおりの台数とすることが必要である。 $(1/4Q \times 2台)$

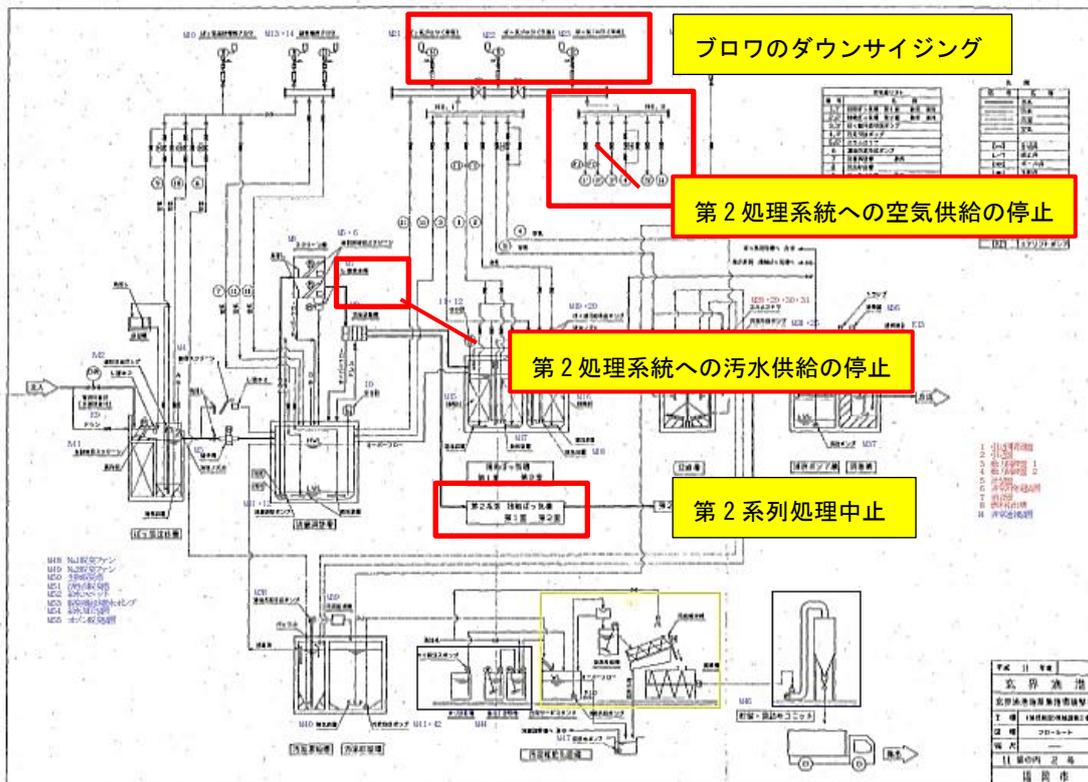


図 2-36 玄界地区ダウンサイジングフロー

(4) 維持管理費の比較

表 2-14 に維持管理費の比較を示す。維持管理費は 2 系列のうち 1 系列を休止することにより 18%ほど安価になる。

表 2-14 維持管理比較表

項目	既設維持	CASE1 1系列休止	備考
① 電気料金	3,745,937	3,077,490	
② 水道料金	33,516	33,516	
③ 技術点検費	1,704,000	1,704,000	
④ 薬品費	860,357	430,179	
⑤ 污泥処分費	0	0	堆肥として利用
⑥ 水質検査費	79,000	79,000	
⑦ 消耗品雑費	240,000	240,000	
⑧ 諸経費	651,470	411,300	
計	7,314,000	5,975,000	

(5) ライフサイクルコスト比較

1系列の休止はライフサイクルコストを1割程度削減が出来る結果となった。(図2-37) 玄界地区の場合は島内に汚泥再生センターが無く、汚泥乾燥装置を設置している。現状この装置は最低能力の機種であることから、水量が減少してもこれ以上のコストダウンが望めない。

また、1系列処理により維持管理対象となる設備点数が減少するため一般には技術管理費の値下げも期待できるが、離島という地域特性から維持管理業者の確保が難しいという側面もあるので、本事例では値下げを考慮していない。

一方、本調査結果は離島としての地域性が反映されており、一般化を図るため、汚泥乾燥装置のコスト除外し、LCCの削減効果を算出した。その結果を図2-38に示す。1系列の機能休止によるLCCの削減幅は大きくなる。

表 2-15 工法別維持管理費 (単位：千円) 汚泥処理有

工 法	LCC	内 容
既存施設維持	539,631	既設維持(2系列を維持)
ダウンサイジング	496,096	1系列維持、1系列を休止

表 2-16 工法別維持管理費 (単位：千円) 汚泥処理無

工 法	LCC	内 容
既存施設維持	635,160	既設維持(2系列を維持)
ダウンサイジング	445,513	1系列維持、1系列を休止

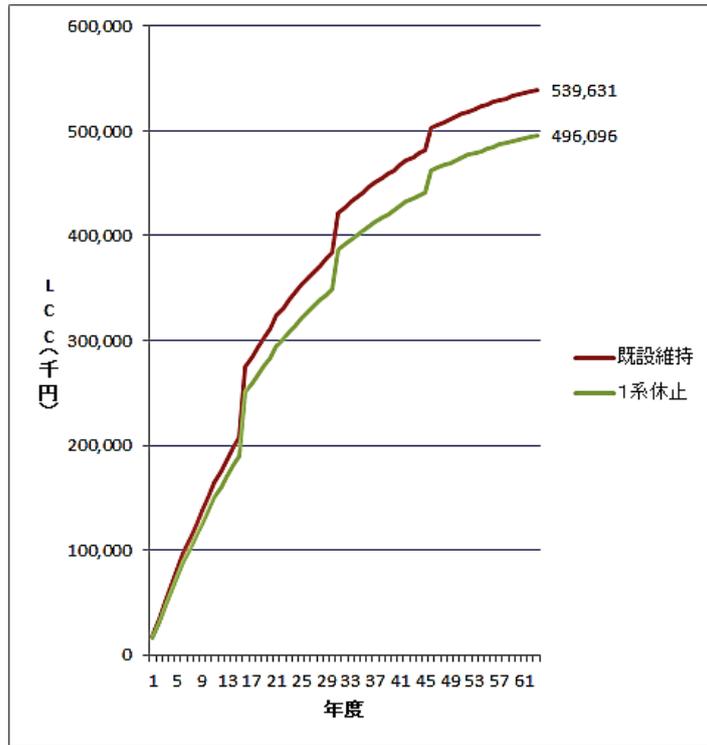


図 2-37 L C C 比較

2 系：既存施設維持、1 系：1 系列休止

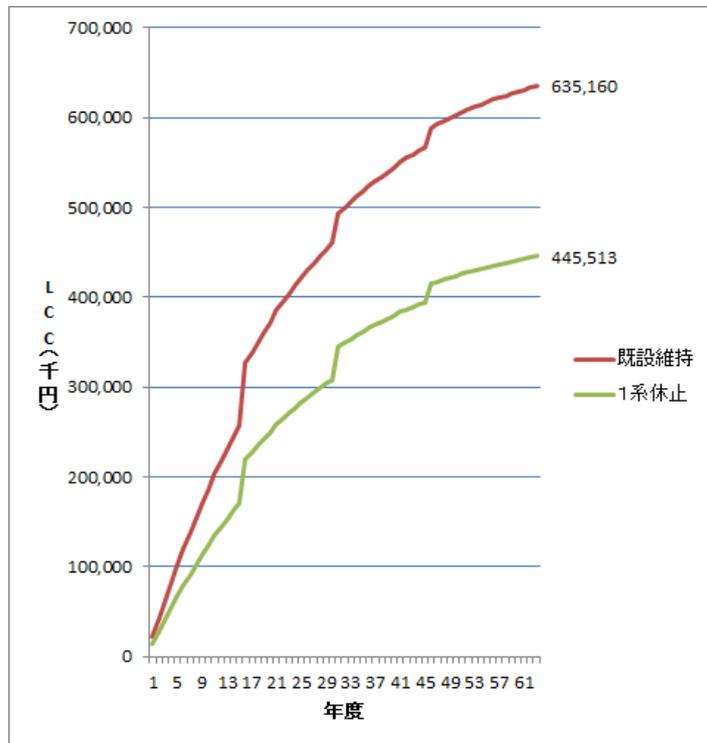


図 2-38 L C C 比較

(汚泥脱水機、汚泥乾燥機の L C C を除外)

(6) 現地写真



写真 2-10 玄界漁港（第2種）



写真 2-11 背後集落



写真 2-12 中継ポンプ場

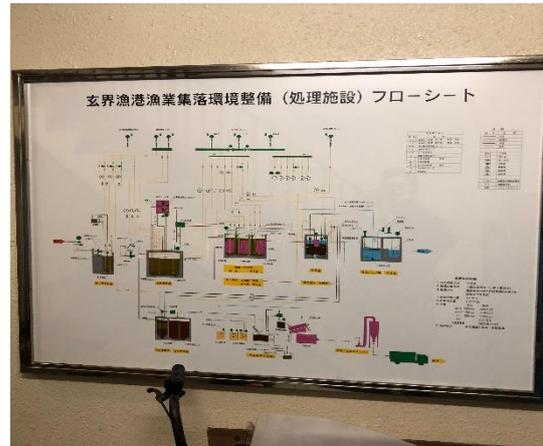


写真 2-13 排水処理施設の外觀





屋内設備



フローシートパネル

写真 2-14 排水処理施設（屋内）



写真 2-15 汚泥処理装置



写真 2-16 生物脱臭装置

2.3.4 3系列施設（久松地区）

(1) 宮古島の概要

宮古島は沖縄本島から南西約300km、東京から2,000km、北緯24度～25度、東経125度～126度を結ぶ網目の中に位置する宮古諸島（宮古島、池間島、来間島、伊良部島、下地島、大神島、多良間島、水納島）の中の主島である。（図2-39）人口は約55,000人、総面積は164平方kmで沖縄本島の13分の1である。人口の大部分は平良港を中心とした平良地区に集中している。島全体は概ね、平坦で広大なさとうきび畑が広がる。



図2-39 宮古島市の位置

宮古島市は大きく分けると北部・池間島地区、中心部の平良地区、上野・城辺地区、下地・来間島地区、伊良部島地区からなる。人口は平良が約35,952人15,394世帯と一番多く、次いで城辺の6,885人2,937世帯、伊良部の6,002人2,697世帯、下地地区3,179人1,347世帯、上野地区3,172人1,331世帯となっている。平良港の南東部が中心部で、西里大通りと下里大通り付近に飲食店や商店が集中する。



年間平均気温は摂氏23度。湿度80%、降水量2200mmで亜熱帯海岸性気候に属している。最も寒

い1～2月でも気温10～15度で東京の4月季の気温である。図2-40 宮古島市地図

5月中旬～6月下旬は梅雨で、梅雨が明けると本格的な夏になる、9月頃まで30度以上の暑さが続く。10月・11月も最低気温が20度を下回ることほとんどない。

海岸線と白い砂浜、珊瑚礁の海中景観など豊かな自然に恵まれている。島の北海域にある国内最大のサンゴ礁群「八重干瀬(やびじ)」は、ダイビング・シュノーケリングポイントとして有名である。

宮古島の大型台風は7月頃から10月頃までであるが、日本の最大瞬間風速の上位3つのうち、2つは宮古島で観測されほどである。このため本土の台風と比べると風速が強く、速度が遅いため通過にも時間がかかる。暴風域に入ってから抜けるまで約27時間以上を要したこともある。川や山がないため被害のほとんどは強風によるものである。中でも2003年9月の台風14号は最大瞬間風速74.1mを記録し、風力発電施設の折損や住宅の窓ガラスが割れるなどの被害が続出した。

③久松地区の概要

久松地区は宮古空港から車で10分程度の距離であり、市街地と近接する。(図2-41) 集落は久松漁港の背後にあり、宮古島でも最も古い家屋の残る集落の1つで、赤瓦の古民家が立ち並ぶ昔ながらの街並みを残す歴史的遺産地区として知られている。(写真2-17) また久松集落の沿岸、与那覇湾はラムサール条約に指定されているほか、毎年6月に海神祭(ハーリー)(ボート競技)が行われ、観光客が当地を多数訪れる。当地区は空港や市街地にも近く、空き家への移住者が増えつつある。



図2-41 久松地区の位置

久松漁港(写真2-18)の主要な漁業の種類はその他海藻類の養殖でその他は、潜水器漁業、ひき縄釣、その他の網漁業で、主要魚種はもずく類、まぐろ、ブダイ等である。



写真2-17 久松漁港



写真2-18 久松集落

(2) 宮古島市の下水道整備

宮古島市の下水道整備率は20%ほどである。公共下水道は平良地区を中心に処理区を拡大しつつあるが、本市では本土復帰前後に考案された3層式浄化槽(途上国で普及するセプテックタンク)による汚水の地下浸透や生活雑排水をそのまま側溝等に未処理で放流している状況がみられる。

その他の汚水処理整備事業は農業集落排水6施設。漁業集落排水2施設が整備されている。現在、農業集落排水施設はストックマネジメントに基づく機能強化対策事業を進めている。

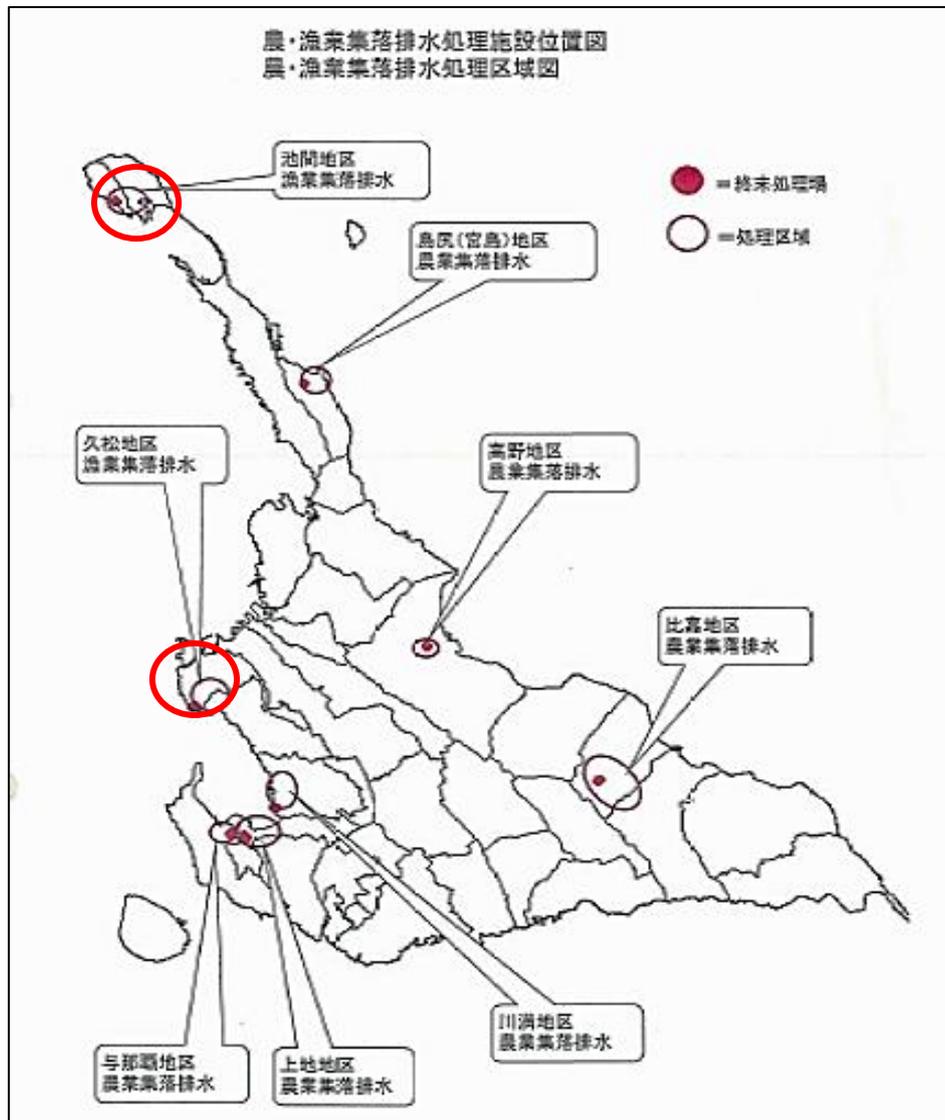


図 2-42 宮古島市の農・漁集落排水施設整備状況



図 2-43 宮古島市公共下水道と久松漁港漁業集落排水施設

宮古島公共下水道のある市街地と久松地区とは高低差が大きく、さらに、久松地区の汚水処理場は処理区よりかなり低い位置にある。このため久松地区の汚水を公共下水道に送水するためには中継ポンプ場が複数必要になり、また圧送管の布設が必要な路線が幹線道路であり、交通量も多いことから、現状、久松地区と公共下水道の接続の計画は検討されていない。

(3) 漁業集落排水処理施設の概要

漁業集落排水処理施設の施設概要を表 2-17 に示す。

表 2-17 施設の概要

施設名	久松漁港漁業集落排水処理施設	
処理対象人員	1,400人	
計画汚水量	350m ³ /日	
処理水質	BOD	20 mg/ℓ
	SS	30 mg/ℓ
処理方式	前処理	沈殿分離
	二次処理	土壌被覆接触ばっ気法
	汚泥処理	重力濃縮後、バキューム搬出
処理系列	3系列	
供用開始	平成5年5月(24年経過)	

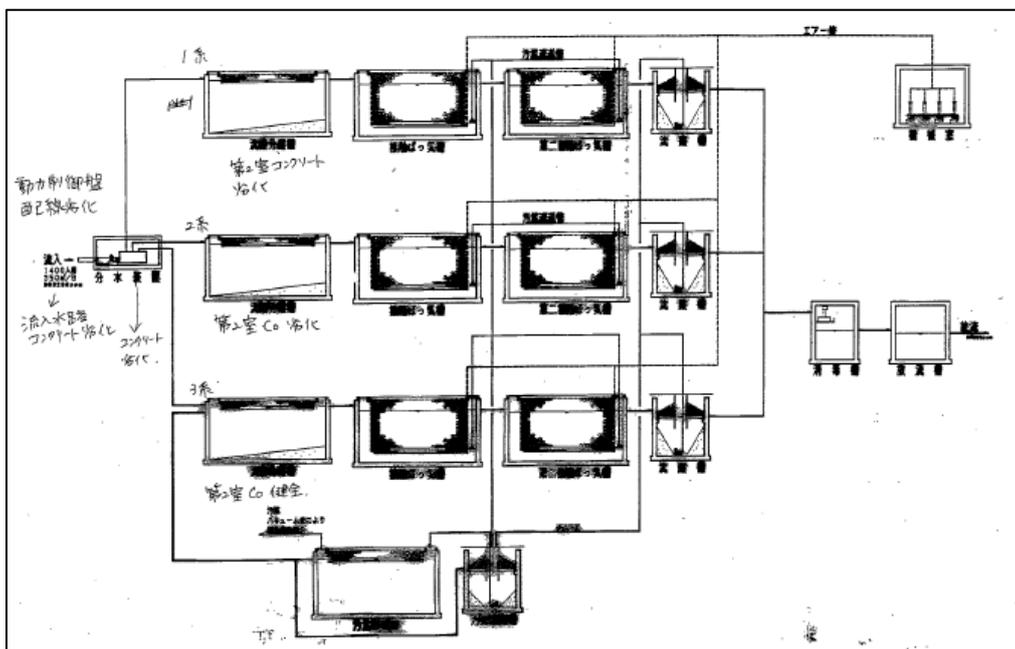


図 2-44 久松地区フローシート

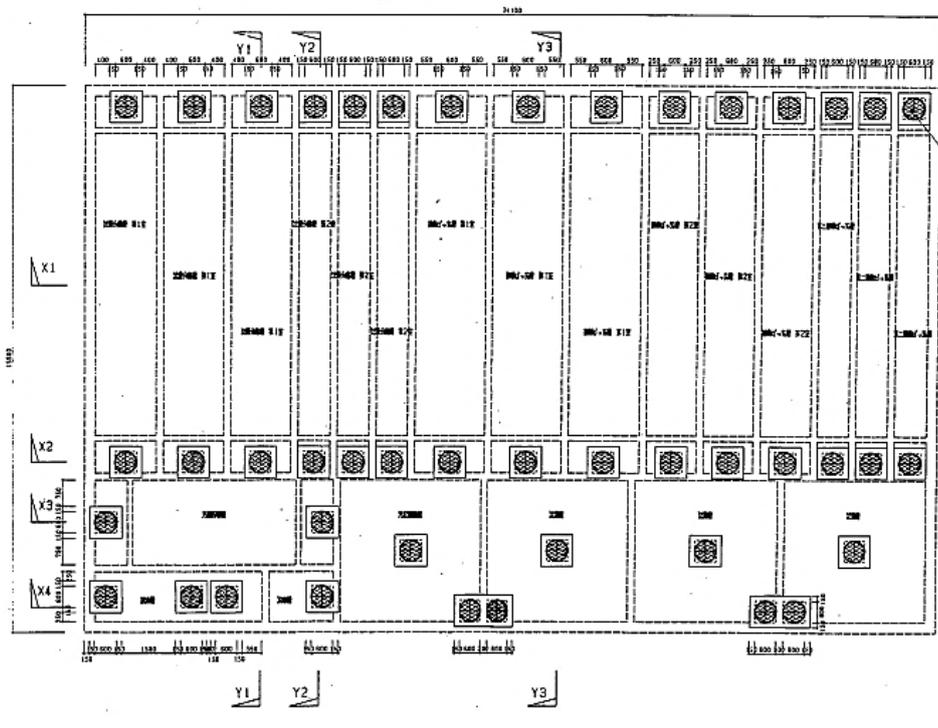


図 2-45 施設の上部平面図

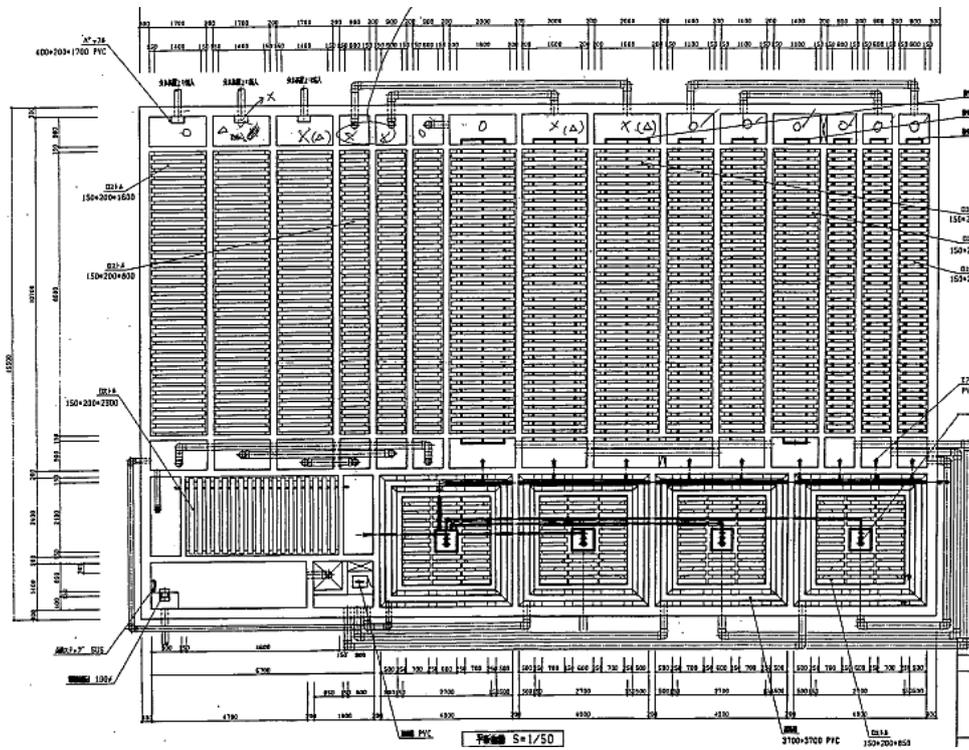


図 2-46 施設の下部平面図

(4) ダウンサイジング

ケース1：3系列のうち1系列を休止

現状、久松地区の流入水量は減少しているが、先述したように移住者が増えていること及びハーリーレース等の観光人口の流入を考慮して3系列のうち1系列を休止し、2系列を維持するダウンサイジングとする。

一部、地域性を考慮して以下の事項に考慮した。

[地域性配慮]

- ①放流先である与那覇湾（写真 2-19）がラムサール条約の指定湿地に指定されたことに配慮し、放流水中の残留塩素による水生生物への影響を避けるため処理水の消毒方式を塩素から紫外線照射に変更する。
- ②既存施設は水槽上部を土壤被覆しているが（写真 2-20）、当地が亜熱帯地域であり、雑草の成長早く、維持管理での除草作業が追いつかないため、この土壤被覆層を除去する。



写真 2-19 放流先の干潟（与那覇湾）



写真 2-20 水槽上部土壤被覆状況

(5) 維持管理費の比較

既存の3系列を維持するCASE1と、3系列のうち1系列を休止するCASE2の維持管理費の比較を表2-18に示す。

表 2-18 ダウンサイジングによる維持管理費の比較

項 目	現状維持	1系列休止
①電気料金	6,344,430	3,035,340
②水道料金	36,000	36,000
③点検技術費	1,140,000	1,140,000
④薬品費	193,460	119,000
⑤汚泥処分費	7,373,000	4,562,500
⑥水質検査費	468,000	468,000
⑦消耗品、雑費	240,000	240,000
⑧諸経費	898,100	617,050
合計	16,693,100	10,218,050

(6) ライフサイクルコスト

久松地区は既存施設の老朽化が進んでいることから、改築工事を先行し、以降は時間計画保全方式で、ライフサイクルコストを算出した。(表 2-19)

その結果、既存施設を3系列のうち1系列を休止するCASE2は、既存施設を維持するCASE1よりもLCCを3割ほど削減出来る結果となった。(図 2-47)

表 2-19 工法別維持管理費 (単位：千円) 汚泥処理無

工 法	LCC	内 容
既存施設維持	803,247	3系列維持
ダウンサイジング	722,289	2系列維持、1系列休止

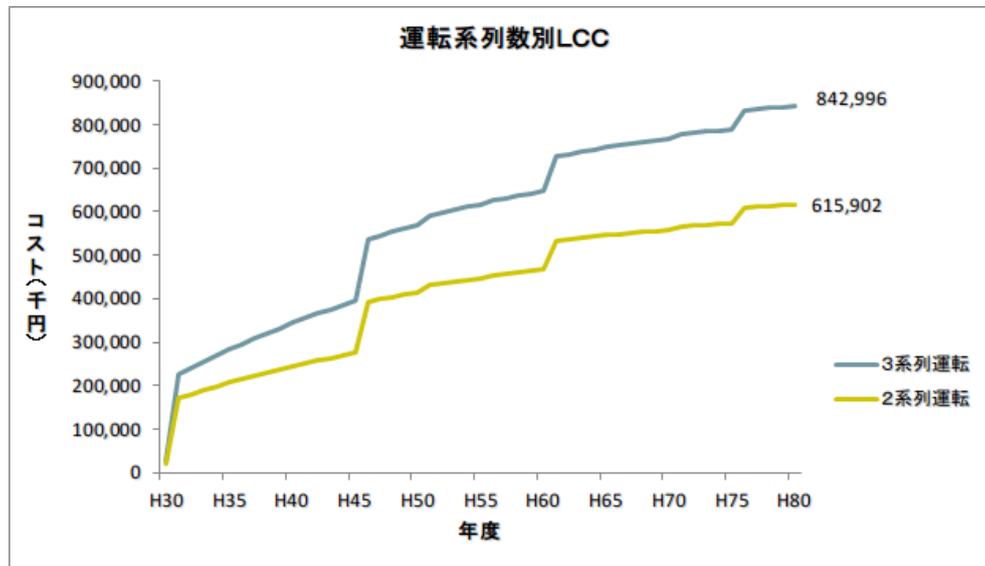


図 2-47 久松地区漁業集落排水施設の LCC 比較
 ※3 系列運転＝既存施設維持

2.3.5 まとめ

本調査結果を踏まえて、手引きに以下を考慮するものとする。

【先行事例調査】

- (a) 流入汚水量、施設の構造形式、維持管理、周囲の環境等を把握する現況調査が必要である。
- (b) 流入汚水量の年間変動に十分留意して見直し計画における計画汚水量を決定する。
- (c) 見直しを概定するための計画汚水量に対する流入汚水量の比率の目安が必要である。
- (d) 流入汚水量は今後も減少傾向を辿ることが予想される。定住人口、施設利用人口の減少傾向について調査整理する。
- (e) ダウンサイジングによる施設の一部休止、処理系統の変更について関係機関との協議が必要である。
- (f) ダウンサイジングにより L C C 削減効果が期待出来る。
- (g) 浄化槽切り替えの有利点を整理し、導入効果の検討が必要である。

【モデル地区調査】

- (h) 1 系列処理施設のダウンサイジングを考慮する際には施設を使用しながらの施工となる。放流水質の悪化を招かないよう十分な施工計画を検討する。

- (i) 2系列以上の施設は流入汚水量の減少に応じて系列数を休止することで対応する。
具体的には2系列に分流する計量槽出口の片方を遮断すること及びブロワを1台停止することで、1系列化に対応する。
- (j) 敷地内に余裕がある場合には工場製品型浄化槽への切替えを検討する。本法は既存施設を使用しながら施工できるため施工面では優位である。
- (k) ケーススタディによる工法の決定はLCC比較による評価とする。

以上からダウンサイジング手法を決定するためのフローを以下に立案する。

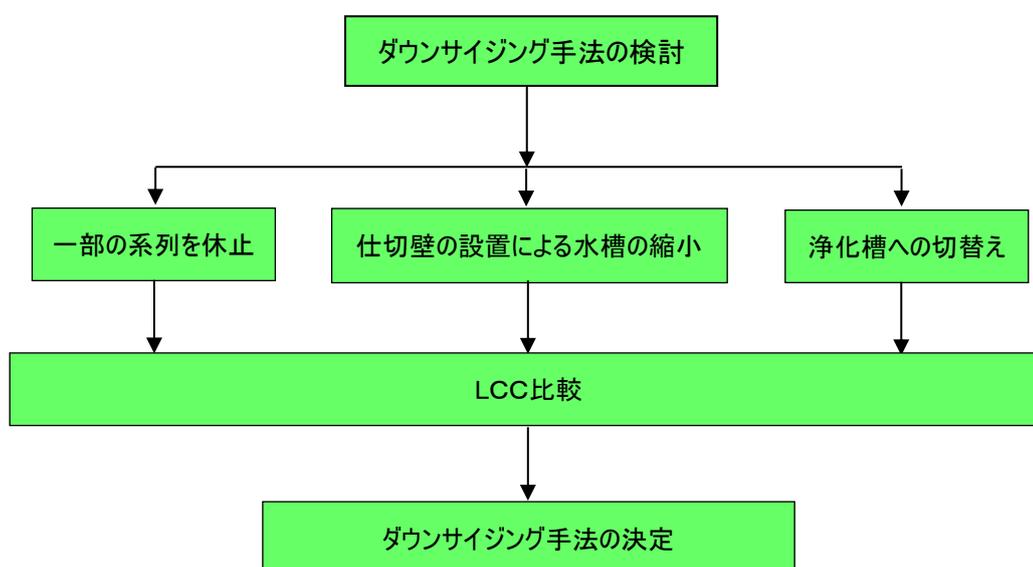


図 2-48 ダウンサイジング手法の決定フロー

3. 手 引 き の 検 討

3. 手引きの検討

これまでの調査結果を踏まえて、手引き（案）に盛り込む施設の適正化に関する内容、ダウンサイジングの検討手法等を以下に示す。

第1章 総論

1.1 目的

漁業集落排水処理施設の適切な機能保全とライフサイクルコストの低減を図るため、平成24年に「漁業集落排水施設のストックマネジメントの手引き（案）」を策定し、全国の普及を図ってきたところである。昨今の漁業集落の人口減少に伴い、施設の機能保全対策の計画策定に合わせて需要変化に対応したダウンサイジングをはじめとする施設の適正化手法を検討し、将来にわたる維持管理・更新に係る費用の平準化・低減を図る必要がある。

施設の適正化手法には、下水道等への接続、漁業集落排水施設間の統合、施設のダウンサイジングの手法があるが、漁業集落排水施設の立地条件等からダウンサイジングが現実的な手法と考えられること、下水道等への接続と漁業集落排水施設間の統合の手法に関しては、他に参考となる資料があることから、本手引き（案）では主にダウンサイジング手法について示す。

1.2 適用範囲

本手引き（案）は、市町村等の施設管理者が漁業集落排水施設の機能保全計画を策定する際に、人口減少対策を考慮する場合に適用する。

1.3 検討対象期間

施設の適正化の検討対象期間は、概ね50年の範囲で市町村の人口動態を踏まえて設定する。

第 2 章 施設の適正化の検討

2.1 施設の適正化の検討フロー

漁業集落排水処理施設の適正化の検討フローは下図によるものとする。従来の機能診断調査に加えて、水量等の現況調査を行い、これを基に施設の適正化の要否検討を行う。

その結果、施設の適正化の検討が必要ない場合は従来の機能保全計画策定を行い、検討が必要となる場合は、下水道等への接続、漁業集落排水施設間の統合、ダウンサイジングの 3 手法に現状の施設状態を維持する場合を加えた各ケースのコスト比較を行い、この中から施設の適正化の手法を選択する。ただし、現状を勘案し比較対象として現実的な手法を選択した上で比較検討する。なお、選択した手法で機能保全計画を策定する。

2.2 現況調査

施設の適正化の要否検討に当たって、以下の対象施設、対象地区の現況を調査する。

- (1) 計画汚水量、現状の汚水量等
- (2) 対象地区および市町村の人口予測

2.3 施設の適正化の要否判定

年間の最大汚水量が計画汚水量の 50%程度以下の場合には、施設の適正化の検討を実施するものとする。また、50%程度以上の場合でも人口予測、その他の要因を考慮し、施設の適正化の要否を適切に判断する。

第3章 ダウンサイジングの手法

3.1 ダウンサイジング手法の検討

ダウンサイジングの手法として、施設が複数系列の場合は水量に応じて稼働系列数を減らす方法があり、施設が1系列しかない場合は反応タンクに仕切り壁を設け、水槽容量を縮小する方法がある。また、施設規模が小さく用地が確保できる場合等は既設処理施設を工場製品型浄化槽に切り替える方法もある。これらの手法から現状を勘案し、現実的なダウンサイジング手法を検討する。

ダウンサイジング手法の決定に当たっては、現実的な各手法の工事費と維持管理費を含むLCCを算出し、基本的にLCCが最も安価な手法に決定する。ダウンサイジング手法の検討フローと具体的な検討内容を以下に示す。

【解説】

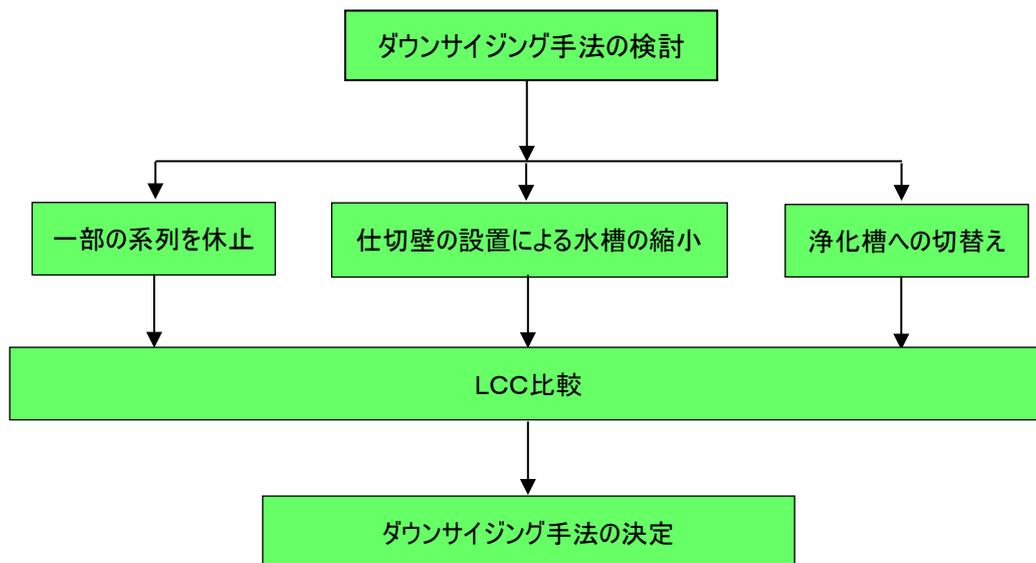


図 3-1 ダウンサイジングの検討フロー

ダウンサイジング手法は、流入汚水量が大きく減少した処理施設において複数系列ある処理系列の一部を休止したり、反応タンク等の水槽容量を縮小したりする手法である。検討にあたっては、現状の流入汚水量に合わせてダウンサイジングした容量計算を行い、必要な水槽容量、ポンプ、ブロワ等の台数と容量を検討する。

漁業集落排水施設で採用の多い接触ばっ気法では、ブロワの必要能力が反応タンク実容量によって決まるため、水槽の休止は電気代や更新コストの削減に直結する。

漁業集落排水施設は規模によって 1～3 系列の構造になっており、系列数によってダウンサイジングの手法は多少異なる。以下に、系列数によるダウンサイジング手法を示す。

(1) 1 系列の施設の場合

接触ばっ気法の処理施設で接触ばっ気槽は 2 室構造となっているため、1 系列施設のダウンサイジングでは第 1 室のみで処理を行い、2 室は休止とする方法がある。この場合、設計基準では接触ばっ気槽は 2 室構造を要求しているため、第 1 室内部に仕切り壁を築造し、2 室構造とする必要がある。この仕切り壁は接触ばっ気第 1 室、第 2 室の容量が設計基準以上になる位置に設置する。

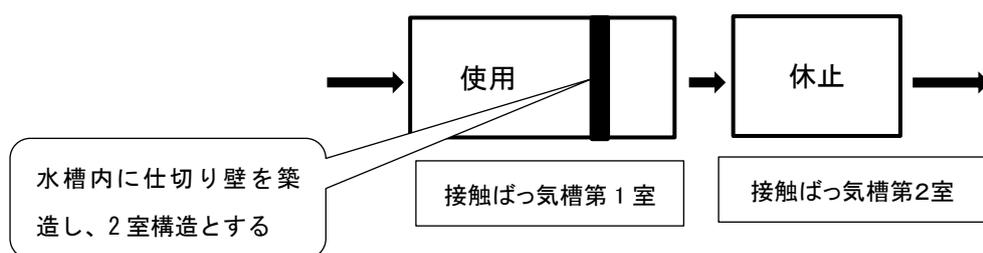


図 3-2 1 系列施設のダウンサイジングの例

また、仕切り壁の施工期間は第 1 室をバイパスする仮設配管を組み、第 2 室で処理を行うか、仮設排水処理装置を設置する。

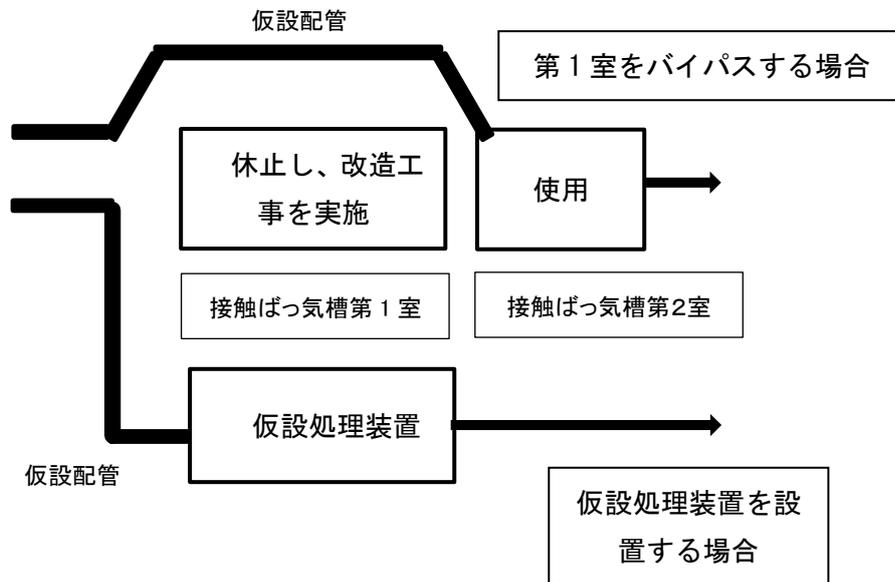


図 3-3 1 系列施設のダウンサイジングの仮設工法の例

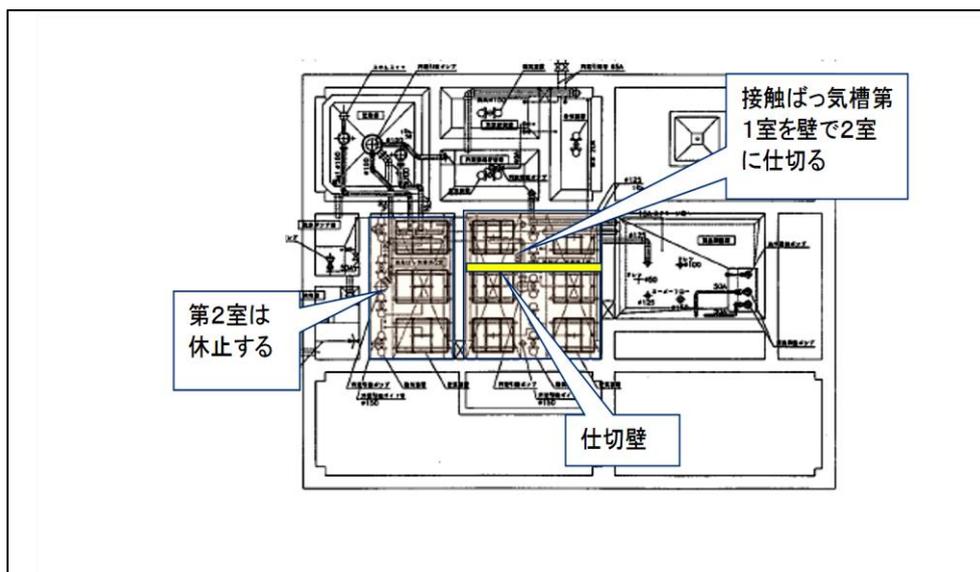


図 3-4 1 系列施設のダウンサイジング例

なお、接触ばっ気法以外の処理方式で反応タンク等が 1 槽の場合でも水槽内部に隔壁を設置し、稼働容量に縮小することでダウンサイジングを図る方法もある。

(2) 2系列以上の施設の場合

2系列以上の施設では現状の流入汚水量に応じて、不要となる系列の稼働を休止する。下図に示す2系列の場合は、汚水計量槽の2か所の出口のうち1か所を遮断する。また、2系列へ空気を送る配管についても休止する系列への分岐バルブを閉じ、ブロワは常用2台のうち1台を停止するなどの対応を行う。

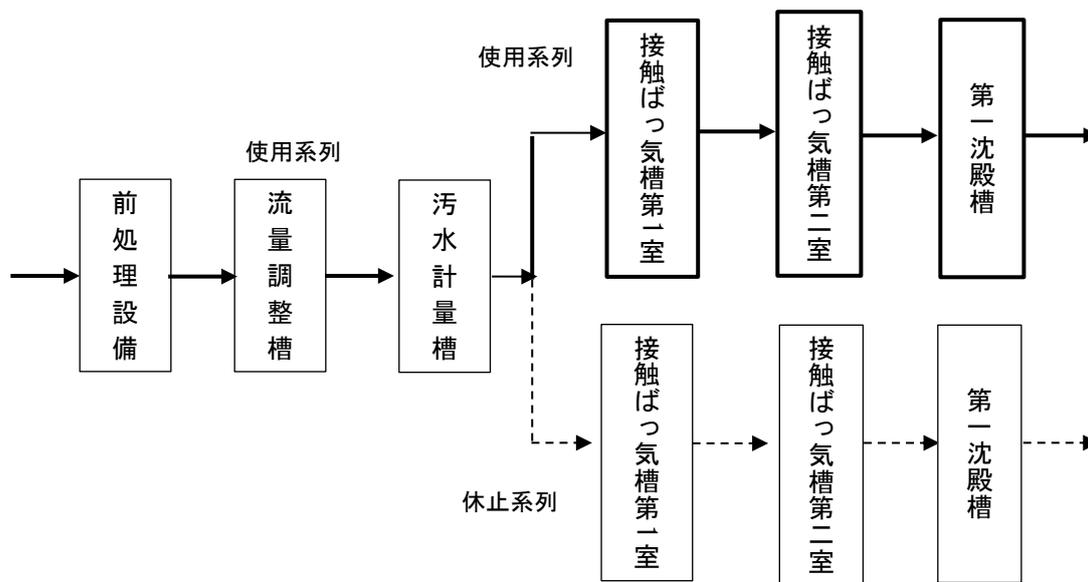


図 3-5 2系列施設のダウンサイジングの例

(3) 工場製品型浄化槽へ切り替える場合

処理施設の規模が小さく、敷地内に余裕がある場合は工場製品型浄化槽へ切替える方法もある。工場製品型浄化槽の設置で既設の処理水槽は休止となるが、地区の特性に応じた既設の有効活用を検討する必要がある。例えば、処理場へ流入する污水管の深さが深い場合の調節のためのポンプ桝としての利用（先行事例：佐世保市宇久町）、または、汚泥の処理先である汚泥再生センター（し尿処理施設）の能力に余裕がない場合や冬季に汚泥の収集運搬作業が困難な寒冷地等では長期間の汚泥貯留用に既設の一部の利用を検討する。

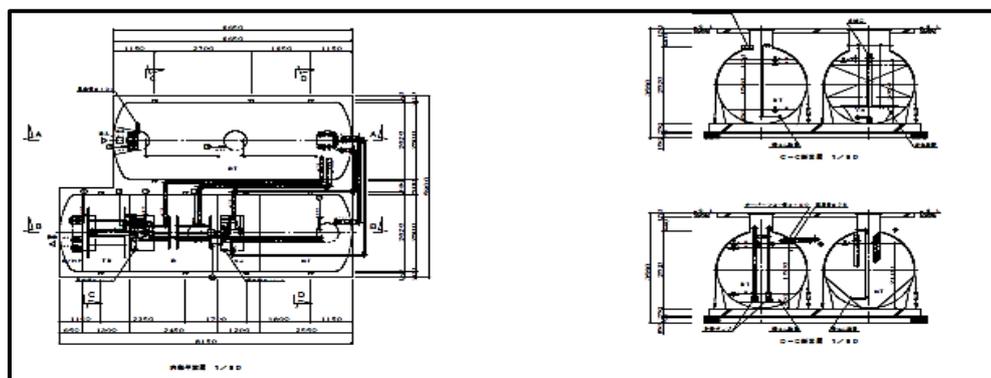


図 3-6 工場製作品型浄化槽の構造例（担体流動ろ過方式）

漁港環境施設「防災施設」
ストックマネジメントの手引き（案）

第Ⅱ編 漁港環境施設「防災施設」ストックマネジメントの手引き（案）の策定

1. 既存資料収集調査

1.1 既存資料の収集

農山漁村地域整備交付金実施要領 別紙 21 (漁港漁村環境整備事業に係る運用) (表-1) によれば、漁港環境施設における防災施設とは広場、駐車場、避難施設、屋外拡声施設、警報施設、安全情報伝達施設と示されている。これらの施設のうち避難施設以外は日常の保守点検作業で補修工事や主部品の交換で適宜措置を行うことで比較的容易に機能を回復することが可能である。

一方、避難施設の機能は鉄骨または鉄筋コンクリートを主部材とする構造物で、津波や高波の波力や風力に耐え、避難住民を安全に収容するものである。この構造機能を安定かつ長期に維持していくには、施設を構成する柱、床等の構造部材について機能診断により、適宜かつ計画的な予防保全を行うためのストックマネジメントが必要である。

また、避難施設は建築基準法のうえでは工作物（建築基準法施行令第138 条第1 項第四号（物見塔その他これらに類するもの）に該当する工作物）に指定されるため、建築施設としての考え方が必要である。

建築施設の長寿命化については国土交通省等で手引¹きを作成して使用しており、本調査ではこれらの内容について整理確認し、避難施設のストックマネジメントとしての適用性を検討した。

表-1 漁港環境整備事業の整備メニュー

工種	内容
(1) 緑地	樹木、芝生等の施設
(2) 防災施設	広場、駐車場、 避難施設 、屋外拡声装置、警報装置、安全情報伝達施設等の施設
(3) 用地整備	(ア) 対象となる用地は、災害時において避難又は緊急整備物資の一時保管場所等に利用される用地（災害対策整備基本法（昭和 36 年法律第 223 号）第 2 条第 10 号に規定事項を備える地域防災計画その他これに準ずる防災に関する業計画（以下この別紙においては「地域防災計画等」という。）において定められたもの。）とする。 (イ) 上記用地の老朽化・機能強化対策が必要な場合は対

¹公共建築の部位・設備の特性等を踏まえた中長期修繕計画策定及び運用のためのマニュアル 国土交通省 国土技術総合研究所、総合技術政策研究センター

	象とするが、新たな用地造成は対象としない。
(4) その他施設	さく、通路、照明、水道、休憩所、便所、海浜、突堤、離岸堤等の施設
(5) 市町村等事業推進	市町村が行う漁港環境整備事業に対する円滑な実施に関する都道府県の支援業務とする。

1.2 防災施設のストックマネジメントの策定検討

避難施設のストックマネジメントを策定するにあたり、前述した公共建築の部位・設備の特性等を踏まえた中長期修繕計画策定及び運用のためのマニュアル（国土交通省国土技術政策総合研究所、総合技術政策研究センター）を参照し、防災施設のストックマネジメントの検討するものとしたが、本マニュアルは劣化パターンの類型化とそれに応じた対処方法を主体に解説されたものとなっており、劣化の把握の方法については不足する部分があったため、これについては地方公共団体の手引き²を参考にした。

(1) 基礎資料の種類

この手引では、劣化を現地での目視と建設後の経過年数の組合せで評価する。このため、既存施設が建設された時期の特定と施設の改修工事等の内容が劣化度や保全計画の精度を確保するために重要になる。

したがって、調査の事前準備として、対象施設に関する①から④の既存資料や点検記録等を整理する。

- ①設計図
- ②施工図
- ③完成図
- ④保全管理台帳、建物保全データ

これらの資料は、ストックマネジメントの一貫として、日常から整理しておく必要がある。

(2) 機能診断評価

1) 評価の前提条件

劣化の評価は目視や簡単な打診等による定性的、感覚的判断となることが多く、調査者によってばらつきが生じやすい。このため、劣化の判定は現場調査による劣化状況に施設の経過年数を組合せて評価することとし、調査者によるばらつきが少ない評価・判定手法とする。このため、建築と設備機器とでは把握できる内容に差があると考えられるため、評価は建築部材と建築設備に分けて次のように考える。

² 劣化状況等調査の手引き 東京都財務局 平成 23 年 3 月

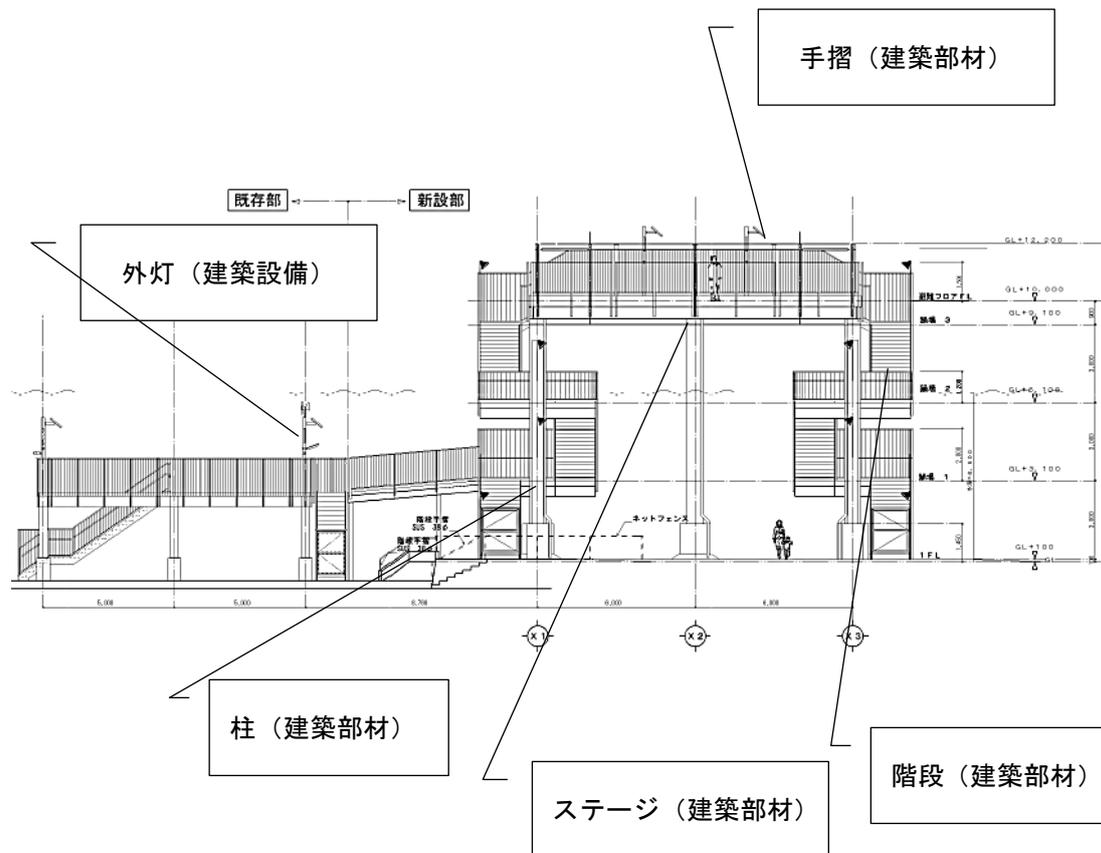


図-1 避難施設の種類

2) 建築部材

(ア) 調査項目

調査項目は、以下の考えをもとに構成する。

- ①調査は建築部材、仕上げ材（錆防止）毎に劣化度及び経過年数の体系で整理する。
- ②劣化度は施設への影響や改修費用を考慮して、概ね表-2 に示す3段階に分けて設定する。劣化レベルⅢは、構造部材に影響を及ぼす劣化であり、確実に調査する必要がある。避難施設の海岸線から比較的近い位置に建設される場合が多く、主部材に溶融亜鉛メッキを施してあるため、この劣化具合は色相の変化によって把握出来るという報告があるため、避難施設用としてその項目を追加する。
- ⑥経過年数については、各建築部位の更新周期をもとに3段階で整理する。

表-2 劣化度

劣化現象区分 (劣化度)		劣化の内容	溶融亜鉛めっき 被覆色相
I	健全 (軽度)	健全な状態又は特に修繕を必要としない 仕上げ材に係る劣化	白錆程度
II	進行 (中度)	改修・更新、修繕が必要となる仕上げに関 わる劣化	褐色の錆
III	著しく進行 (重度)	改修・更新が必要となる構造部材や下地材 に影響を及ぼす劣化	赤黒い錆

(イ) 判定の考え方

劣化状況は、以下により判定することとする。

①劣化の規模は、概ね表-3 に示す3レベルで判定する。劣化等の不具合の程度と規模は現場調査での目視等で確認するため、定性的、感覚的判断となることが多く、レベル区分の多い多段階的な評価は判定が難しく、また調査者の技量の差によるばらつきも生じやすいことから、3段階とする。

②経過年数は、各部位ごとの更新周期により個別設定になるが、概ね表-4 の考え方に基
づき判断する。

表-3 劣化の判定

不具合レベル (規模レベル)		程度の内容
A	劣化小	健全な状態又は特に修繕は必要としない不具合の規模
B	劣化中	対象建築部位の部分的な改修・更新、修繕が想定される不具合の規模
C	劣化大	対象建築部位の全面的な改修・更新、修繕が想定される不具合の規模不具合の規模

表-4 経年の考え方

レベル	考え方
A	更新周期にはまだ余裕がある
B	更新周期には至っていない

C	更新周期を超えている
---	------------

3) 建築設備

(ア) 評価項目

調査項目は、避難施設の実情を考慮して、以下の考えをもとに構成する。

- ① 調査項目は、大分類（工事種別）、中分類（区分）、小分類（種別・分類）及び劣化現象の体系で整理する。
- ② 大分類（工事種別）は、電気設備とする。
- ③ 中分類（区分）は電力、照明等で構成する。
- ④ 小分類（種別・分類）は、電力設備における発電機（太陽光）、外灯で構成する。
- ⑤ 劣化現象は、表-5 に示す 3 段階で判定する。
- ⑥ 経過程度については、建築と同様に 3 段階に整理している

表-5 劣化の判定レベル

劣化現象のレベル (劣化レベル)		劣化等の内容
A	劣化小	健全な状態又は特に修繕を必要とせず、建築設備の機能や性能に影響を及ぼす恐れのない劣化や不具合等
B	劣化中	改修・更新、修繕が必要となる建築設備の機能や性能に影響を及ぼす恐れのある劣化や不具合等
C	劣化大	改修・更新が必要となる建築設備の機能や性能に影響を及ぼしている劣化や不具合等

(イ) 判定の考え方

建築設備はシステムとしての捉え方よりも個々の機器レベルでの評価になりがちであり、設備システム全体への影響としての捉え方が難しいため、劣化の規模については判定を行わない。

- ⑨ 経過年数については、表-6 の考え方により各設備機器の更新周期を基に 3 段階に整理し、調査する。

表-6 経過年数の考え方

レベル	考え方
A	更新周期にはまだ余裕がある
B	更新周期には至っていない
C	更新周期を超えている

(ウ) 劣化状況調査結果の評価

各調査項目の劣化は、次の3段階で評価する。

- | |
|---|
| <p>a : おおむね良好</p> <p>b : 近年に修繕・更新を検討</p> <p>c : 早急な修繕・更新が必要</p> |
|---|

○建築部材

経過年数と劣化度の組合せで表-7により評価する。複数のランクがある場合は、最も悪いランクをその項目の評価とする。

表-7 劣化のランク（建築）

建築		劣化現象Ⅰ 健全			劣化現象Ⅱ 進行			劣化現象Ⅲ（重度）		
		C	B	A	C	B	A	C	B	A
経過年数	C	b	b	b	b	b	b	c	c	c
	B	b	b	a	b	b	b	c	b	b
	A	a	a	a	b	b	b	c	b	b

○建築設備

経年と劣化現象の組み合わせで表-8により評価する。

表-8 劣化のランク（設備）

建築設備		劣化判の判定レベル		
		C	B	A
経過年数	C	c	c	b
	B	c	b	b
	A	b	b	a

(3) 機能保全計画

1) 基本的な考え方

施設の構成要素（部位・設備等）の劣化の特性と劣化した場合の安全性、機能への影響、他の構成要素や建物全体に波及する影響度等に応じた対処方法を選択する。

劣化による影響が大きいものは劣化特性を考慮して、いきなり機能が停止する特性を持つものについては出来るだけ劣化が起こる前段階で危機管理的に対処を行うことや、軽微な劣化でもそれがきっかけとなってより大きな劣化の原因となる特性を持つ対症療法的な対処を行うことにより劣化の進行を抑える等により、最小限の修繕費用で安全や良好な使用環境を確保した状態を保持することが可能となる。

部位・設備等の修繕シナリオを選択するにあたり、安全性、使用環境、他の構成要素や施設全体に波及する影響度等の観点から部位・設備等が劣化した場合の影響、重視すべき観点を定め、それぞれの施設の実情に応じて部位・設備等ごとに修繕シナリオを選択することが必要である。

2) 劣化パターンの類型化

機能保全計画の考え方により、安全性、使用機能、他の構成要素や施設全体に波及する影響度等の観点から、機能保全シナリオを判断する際には、部位・設備がどのようなメカニズムで劣化するかについて、パターン化しておく必要がある。電気設備のように長期間にわたって性能を保持していたものがいきなり機能停止に陥る場合、内装仕上げのように徐々に性能が低下し、ある段階で所要の性能を下回る場合、蛍光灯のように初期性能から運用後の比較的早い段階である程度性能が低下するも所要の性能は維持され、ある段階でいきなり機能が停止する場合等が考えられる。

3) 劣化パターンと影響度を考慮した保全方式

部位・設備等の劣化への対処方法について、一般的に想定される劣化のパターン及び劣化が施設全体の安全性・機能等に及ぼす影響の度合い等を考慮した保全方式として、「危機管理方式」・「対症療法方式」・「適査措置方式」と大きく3種類に分類し、図-1～5に示す。

① 危機管理方式

劣化・機能停止等により施設全体に重大な被害が発生するため予防保全的な観点から計画的に修繕・更新を行うべきもの。

修繕・更新の時期・費用が計画に示され、確実な修繕・更新の実施に寄与する。想定した耐用年数を既に経過している部位・設備等の把握が可能となり、そのようなものについては点検をより注意深く行う等の対処が可能となる。

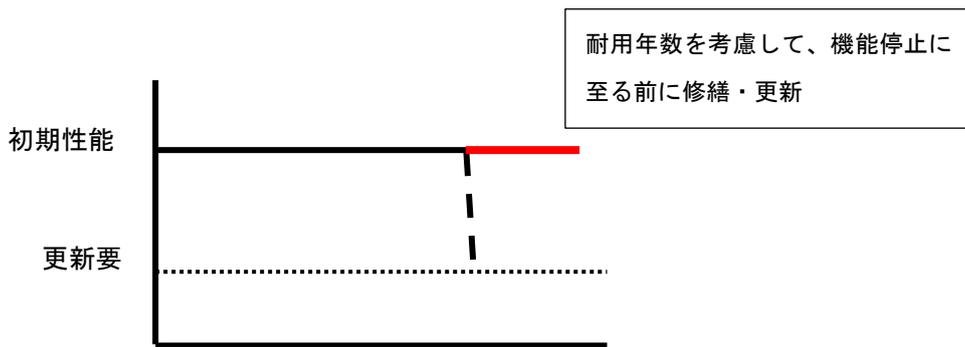


図-1 劣化パターンと修繕シナリオ（危機管理方式）

② 対症療法方式

深刻な劣化・機能停止の発生前に、軽微な劣化や不具合でもその兆候に応じて何らかの対応を行う。本方式を採用した場合、以下の利点をもたらす。

- 兆候を管理することで修繕・更新時期の遅延効果が示される。
- 日常的な保全による修繕・更新時期の遅延効果が示され、結果として適正な保全に寄与する。
- 修繕・更新履歴の管理がより確実なものとなる。
- 修繕・更新の実績を計画にフィードバックすることにより、ライフサイクルコストの算定精度が向上する

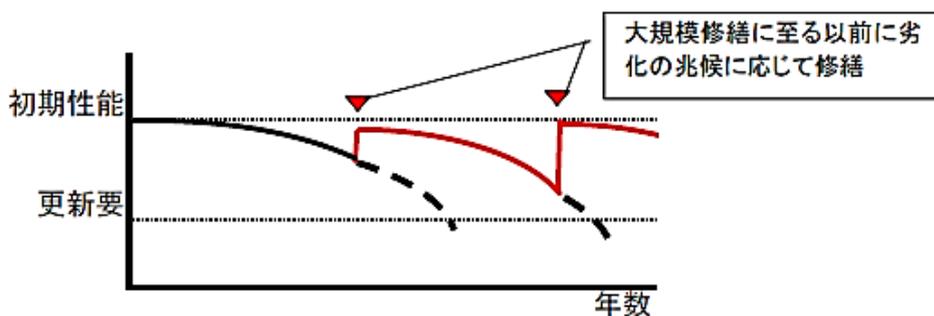


図-2 劣化パターンと修繕シナリオ（対症療法方式）

③ 適査措置方式

劣化・機能停止等の発生状況に応じて適宜、対処すべきもの。

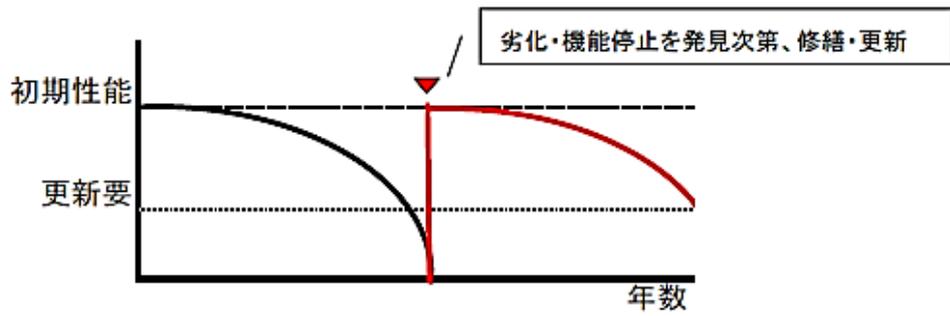


図-3 劣化パターンと修繕シナリオ（適査措置方式：内装仕上げ等）

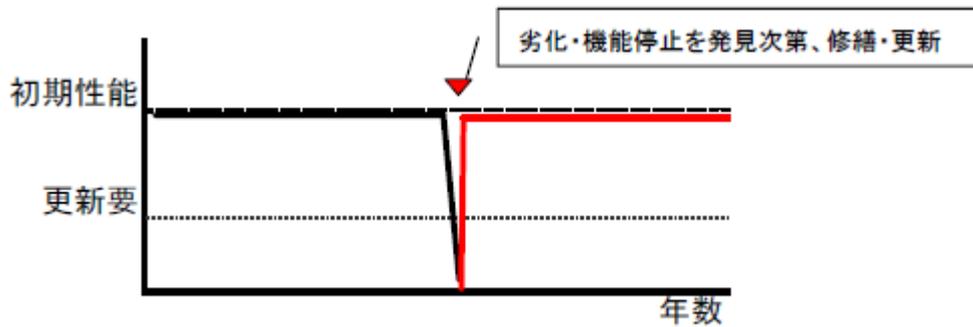


図-4 劣化パターンと修繕シナリオ（適査措置方式：ポンプ等）

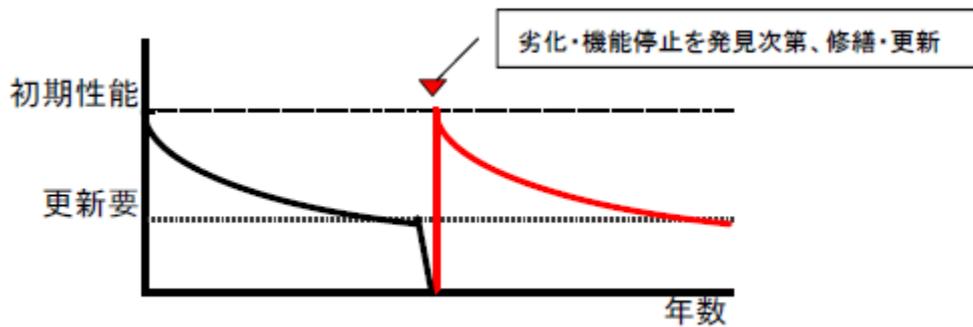


図-5 劣化パターンと修繕シナリオ（適査措置方式：蛍光管等）

(4) 機能保全方法

「危機管理方式」、「対症療法方式」、「適宜措置方式」いずれの保全方式を適用する場合でも、定期点検や日常点検における劣化・機能停止及びその兆候等の把握が重要となる。

表-9 にそれぞれの修繕シナリオに応じた注意すべき不具合と保全方法の基本的な考え方について整理する。

表-9 劣化等の確認方法と対処方法の整理

方式	劣化等の確認方法	保全方法
危機管理	異常の有無、更新予定時期	耐用年数等を考慮して、定期修繕・更新を原則。止むを得ない場合、整備時期判定を行い危機管理的に修繕・更新を実施。
対症療法	劣化等の兆候とその程度（兆候が見られた場合、追跡調査等も必要）	劣化が進行・拡大し深刻な状況になる以前に、その兆候に対して適切な補修等を早めに行う対症療法的な措置。
適査措置	劣化、機能停止等	劣化・機能停止等を発見次第、適宜、修繕・更新等を実施。

【解説】

「危機管理方式」は該当する部位・設備等は、推奨される修繕・更新時期に既に至っているものについては機能を損なっていないとしても速やかに予算を確保し修繕・更新を行うことを原則とする。何らかの事情により修繕・更新が出来ない場合は、定期点検等の際に詳細な診断を行う等により整備時期の判定を行うものとし、その結果を踏まえて、速やかに修繕・更新のための予算の確保に努めたり、維持管理や点検を通常より入念に行うこと等を前提に、更新時期を若干遅らせたりする等の判断を適宜行う。

「対症療法方式」は、劣化が深刻な状況になる前段階で劣化の兆候等へ早めに対処するものであり、特に点検等により劣化の兆候を管理していくことが必要である。点検時の劣化の兆候における程度の把握やその後の点検時の劣化の兆候における程度の把握やその後の進行状況によりその調査結果を踏まえて必要な措置内容を検討する。

「適査措置方式」は、定期点検、日常点検等の際に劣化・機能停止等を発見次第、適宜、修繕・更新等の措置を行うものと一般の建築物についても、以上の考え方を参考として用途や施設に応じて「劣化の影響の整理」を行い、劣化パターンと影響度を考慮して修繕シナリオの選択を行うことにより、中長期修繕マネジメント技術の実践が可能となる。

(5) 避難施設のストックマネジメントのフロー

図-6 に、機能保全計画の策定によるストックマネジメントの流れを示す。

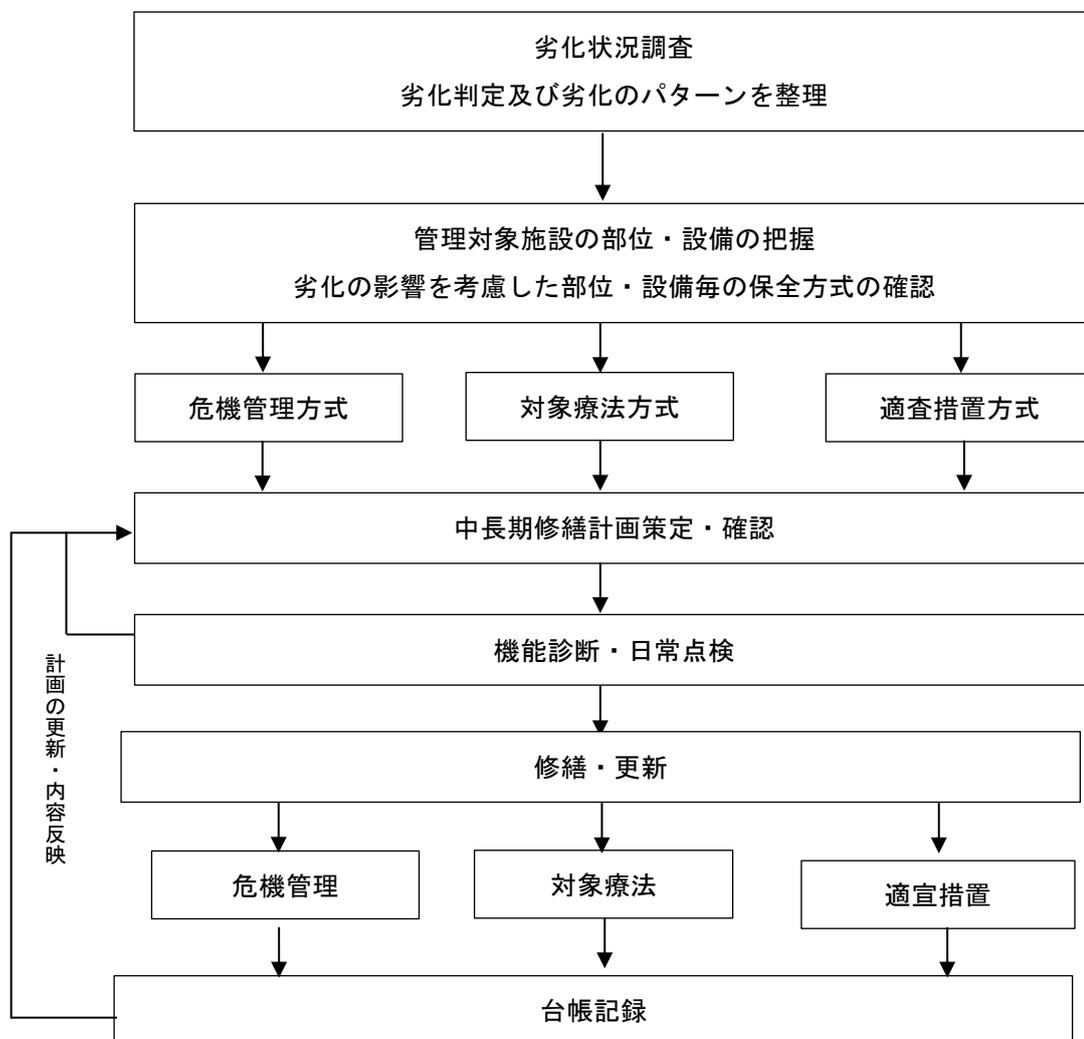


図-6 中長期修の策定を前提とした場合の中長期修繕マネジメントの流れ

ただし上記フローの運用にあたっては、効率的な投資を行う観点からも、定期点検等により施設の状況を確認しながら実際の修繕・更新を行うことや、定期的（例えば5年に1度など）に計画を見直すことも必要である。

2. 避難施設への「防災施設」ストックマネジメント（案）手引きの適用調査

2.1 施設の用途

避難施設（避難タワー、以降、避難タワーと記す）は地震発生時から津波到達までの時間的猶予がなく、近くの安全な高台等への避難が困難な場合に一時避難するための施設である。

2.2 要求性能

本施設の要求性能を以下に示す。

- 設計津波の津波波力に対して安全であることは、設計津波を引き起こす地震に対しても使用性（使用上の不都合を生ずることなく施設を使用できる性能）を満足すること
- 津波漂流物や発生する火災に対しても安全性が確保できること

2.3 構造形式の種類

避難タワーの構造形式は以下である。

- ・ 鉄骨造ラーメン構造または鉄筋コンクリート構ラーメン構造である。
- ・ 一層構造が基本である。
- ・ 避難ステージ（床版）は床版形式である。

その他、手すり、防護柵及び照明設備（ステージ用、階段用）により構成される。



写真-1 鉄骨造タイプ



写真-2 鉄筋コンクリートタイプ

表-10 構造形式の分類

型式	概要	特徴
鉄骨造（S造）	鋼管、形鋼、鋼板で柱、梁を構成する架構形式でボルトや溶接などで組み立てられる。	低層から高層まで幅広く採用され、耐震性に優れる。溶融亜鉛メッキ等により耐久性に配慮する必要がある。
鉄筋コンクリート造（RC造）	コンクリート内部に鉄筋を配置し強度を高めた構造で基礎から屋上まで一体で築造される。	低層から高層まで幅広く採用される。SRC造と比較し部材断面が大きく自重が大きくなえい、基礎形式が大きくなる。柱面積増による波力の影響を大きく受けるなどの欠点がある。
鉄骨鉄筋コンクリート造（SRC造）	コンクリート内部に鉄筋の他、鉄骨を用い、RC像に比較しS小さな部材断面で強い骨組み構造を築造できる。	高層マンションなどに用いられる構造であり、上記2形式と比較するとコストは高となる。

2.4 適用される構造基準

- 日本建築学会「鋼構造設計基準・同解説」
- 地震力の算定「建築設備耐震指針」
- 津波荷重（暫定指針）

2.5 スtockマネジメント適用事例

(1) 施設概要調査

対象施設の施設名称、設置場所、施設概要、事業費、工期を以下に示す。

施設名称	すさみ避難タワー
所在地	和歌山県すさみ町周参見 4289-1
竣工	平成 27 年 8 月 31 日
収容人員	200 人 (0.5 m ² /人)
計画収容人員	避難ステージの高さ : 10.0m
床面積	100 m ²
構造	鉄骨ラーメン造 (SS400 溶融亜鉛めっき仕上げ)
付帯設備	避難階段入口 ; 2 か所 (蹴破り式) ソーラー式 LED 照明灯 : 1 基 階段用ソーラーポール : 1 基 (蓄電池システム) 階段用 LED ランプ 6 灯

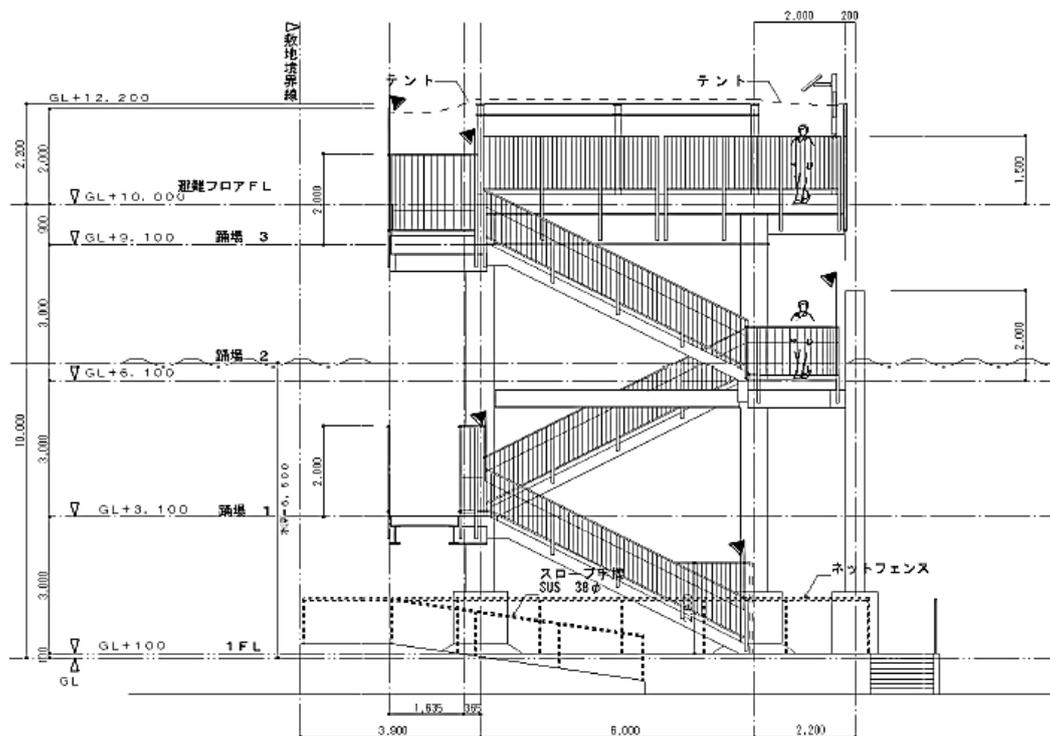


図-7 避難タワーの構造（和歌山県すさみ町事例）

(2)維持管理状況

対象施設の保守点検結果から課題を調査する。

(3)機能診断評価

避難タワー施設の部位・設備の把握結果を表-11に示す。

表-11 避難タワー施設の建築部材・建築設備の分類

施設名	大分類	中分類	小分類
避難タワー	建築部材	柱	溶融亜鉛めっき
		ステージ	溶融亜鉛めっき
		基礎（ベースプレート）	溶融亜鉛めっき
		手摺	溶融亜鉛めっき
		接合部	溶融亜鉛めっき
		ブレース	溶融亜鉛めっき
	建築設備	電気	発電設備
			外灯

(4)劣化判定

避難タワーの主要部材である鉄骨材は溶融亜鉛めっきにより被覆される。溶融亜鉛めっきの防錆機能は、亜鉛及び合金層の緻密な被膜による「保護被膜としての作用」と、亜鉛が鉄に防食電流を流し込み電気化学的に鉄を保護する「犠牲防食作用」により発揮するものであるが、月日の経過とともに亜鉛層と合金層は消耗する。溶融亜鉛めっきが劣化すると鉄骨材に腐食が及ぶ。避難タワーの劣化判定は溶融亜鉛めっき被覆の変色状態の状態目視とする。（表-12）

表-12 劣化判定（溶融亜鉛めっき被覆）

不具合レベル (規模レベル)		程度の内容	溶融亜鉛めっき 被覆色相
A	劣化小	健全な状態又は特に修繕は必要としない 不具合の規模	白錆程度
B	劣化中	対象建築部位の部分的な改修・更新、修繕 が想定される不具合の規模	褐色の錆

C	劣化大	対象建築部位の全面的な改修・更新、修繕が想定される不具合の規模不具合の規模	赤黒い錆
---	-----	---------------------------------------	------

2.6 機能保全対策工法

(1) 保全工法の検討

避難タワーの機能保全対策工法は柱、ステージ等主部材を機能診断による補修工法により溶融亜鉛メッキを部分補修する「対症療法方式」（劣化度Bで機能保全）、溶融亜鉛メッキの機能限界直前に全面再塗装する「危機管理方式」（劣化度C）を経済性について比較検討する。尚、対症療法方式では各部材の膜厚検査を行うことにより劣化度を判定する。（表-13）

表-13 機能保全対策工法の比較（鋼製構造）

	劣化度小A	劣化度中 B	劣化度大C
	更新	補修塗装	再めっき
概要	使用限界で、新規部材に取替える。工場製作となり補修期間中は仮部材等が必要。	溶融亜鉛メッキがある程度程劣化したらその分の亜鉛メッキを行う。	溶融亜鉛メッキがある程度損耗したら、再メッキを行う。
保全	適査措置	対症療法	危機管理
工法	部材の更新	一般的な補修方法	再メッキの性能等の確認が必要

(2) 保全工法ケーススタディ

表-14に機能保全対策工のケーススタディの条件を示す。

対症療法方式では10年後に膜厚調査を行い亜鉛メッキ被覆厚の劣化度に応じて、補修を実施する。補修量は全面めっきした場合の50%と仮定した。（ケース1）

危機管理方式では15年後に全面的に再めっきを更新するものと設定した。（ケース2）

どちらの保全方式を実施する場合においても機能保全計画を策定する（表-15）ことを前提とする。

表-14 避難タワー機能保全対策工法のケーススタディ（鋼製構造）

保全区分	内容	工事費算定			
		保全周期	再めっき	仮設費	工事費
ケース1 適査措置	建て替え	25年	=	—	—
ケース2 危機管理	劣化直前で再めっき	15年	7,100	1,200	8,300
ケース3 対症療法	定期診断と補修	10年	3,600	600	4,200

表-15 機能保全計画費用（単位：千円）

費目	主任技師	技師A	技師B	技師C	技術員	金額
	52,700	46,300	37,900	30,800	26,200	
計画準備	0.3	0.5	0.5	1.0	0.3	96,570
機能診断	0.3	1.0	2.5	2.5	3.0	312,460
機能保全計画	0.5	1.5	2.0	2.0	2.5	298,700
報告書作成	0.1	0.3	0.3	0.5	1.0	72,130
打合せ協議	1.0		1.5	0.5		124,950
計	2.2	3.3	6.8	6.5	6.8	904,810
直接経費	高所作業車賃料	50,000	1日			50,000
	同上運搬					150,000
	膜厚検査					100,000
	旅費	50,000	4日			200,000
直接原価						1,154,810
その他原価		土木設計	53.85%			487,240
一般管理費		土木設計	53.85%			749,619
間接原価						1,236,859
業務価格						2,391,669
消費税			8%			191,334
業務費						2,583,003

2.7 LCC 比較

機能保全工法別のLCC比較を図-8に示す。

塩害対策のため構造材を被覆する溶融亜鉛メッキを15年周期で全面的に更新する危機管理方式が優位になったが、対症療法方式においては10年後の補修量(劣化具合)を50%程度に仮定してのものであり、この補修量によっては保全方式の優位性は変わってくるものと予想される。

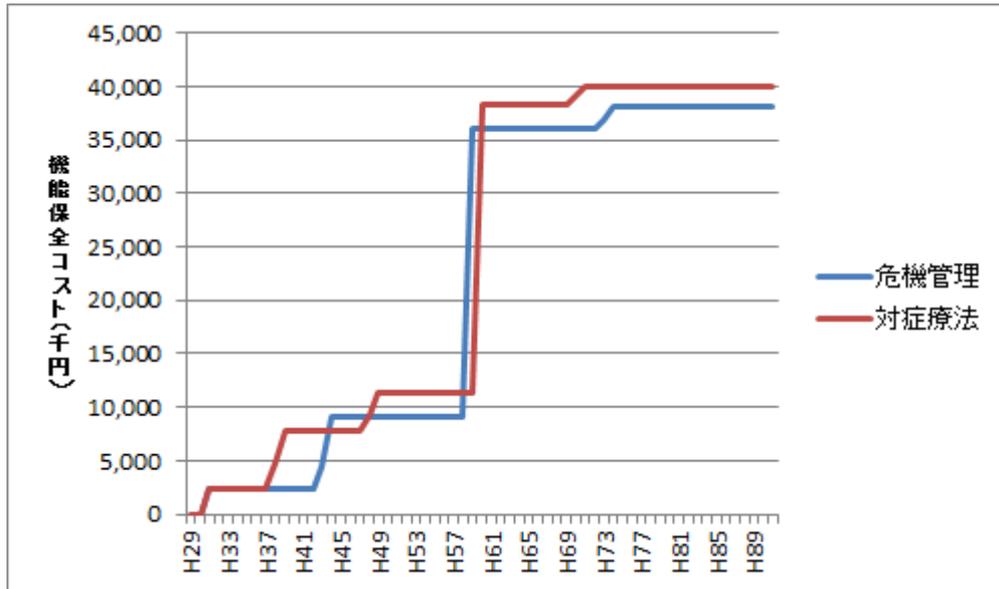


図-8 保全工法別 LCC 比較

2.8 考察

公共建築のストックマネジメント策定及び運用マニュアルを避難タワーのストックマネジメントに適用した結果を以下に示す。

- (ア) 同マニュアルを避難タワーのストックマネジメントに適用した結果、大きな修正をすることなく適用することが出来た。
- (イ) 現況、避難タワーを構成する鉄骨材の劣化状況に関する劣化診断調査結果等がほとんどなく、今後の劣化調査の実施によるデータの蓄積が望まれる。