

離島における最適な下水処理方式選定の一例

(株)三水コンサルタント 大阪施設事業部 吉田恵輔

S 島 N 地区は未処理又は単独浄化槽が 9 割であり、生活雑排水が未処理のまま公共用水域に放流されている。また、敷地が狭く、合併浄化槽の設置が困難な家屋も多く、公共用水域の水質の悪化が懸念されていた。島内のし尿及び浄化槽汚泥を処理してきたし尿処理場は老朽化により運転を休止しており、現在は本土に搬出し処理しているが、臭気や、船で運搬する際に、天候等の条件により搬出できない等の問題が生じており、浄化センターを新設し、島内で下水処理することが求められている。

本件では、浄化センターを新設するに当たり、一般的な対象水量や経済性から下水処理方式を選定するだけでなく、離島という特徴も加味した中で、最適な下水処理方式を選定する為の検討を行った。

Key Words : 離島、下水処理施設、下水処理方式

1. はじめに

下水道は生活環境の改善を図り、公共用水域の水質を保全すると共に、自然の循環システムを健全に保つための重要な施設である。

S 島 N 地区においては未処理又は単独浄化槽が約 9 割であり、島内のし尿処理場にて処理を行ってきた。しかし、し尿処理場が老朽化により運転を休止した後は本土へ搬出を行っているが、船で運搬する際の臭気や天候によって島外へ搬出が出来ない等の問題が生じており、島内で下水処理を行うことが求められている。

2. S 島 N 地区の概要

S 島は、K 島、N 島、S 島から構成される列島の一つであり、本土から 30km 程離れた離島である。本土と列島間での定期航路が主な移動手段となっている。N 地区は S 島中央山間部に位置している。

列島の気温は年平均 18.4℃と温暖で、年平均降水量は 2,524.6mm であるが、最大値は 3,159.5mm/年、最小値は 1,707.mm と変動が激しい。夏・秋には台風、冬には季節風の影響を大きく受け、定期便が運航停止となる場合もある。

N 地区の公共下水道区域は、公共下水道と合併浄化槽との経済性比較を行い全体計画区域面積を 15ha、同市の他処理区の整備状況を勘案し事業計画区域面積も全体計画と同様の 15ha となっている。

3. 計画人口・流入水量及び計画流入・放流水質

N 地区の計画処理人口はコーホート要因法により予測した 570 人と設定、計画汚水量は実績値から設定した各原単位に対して、人口を乗じて日最大 300m³/日とした。

表-1 計画汚水量

計画人口 (人)	項目	汚水量 (m ³ /日)			
		生活	営業	地下水	計
570	日平均	140	43	40	223 → 220
	日最大	200	63	40	303 → 300
	時間最大	399	125	40	564 → 560

計画流入水質は現在の水質データが無い為、生活污水・営業汚水の汚濁負荷量原単位には「流域別下水道整備総合計画調査 指針と解説 平成 27 年 1 月 国土交通省水管理・国土保全局下水道部」の数値を採用した。

表-2 汚濁負荷量及び流入予定水質

計画人口 (人)	項目		流入汚水量 (m ³ /日平均)	汚濁負荷量 (kg/日)		流入水質 (mg/L)	
				BOD	SS	BOD	SS
570	公共	生活	140	33.10	25.10	236	179
		営業	43	9.90	7.50	230	175
		地下水	40	—	—	—	—
計			223	43.0	32.60	193 → 200	146 → 150

S 島においては上位計画となる流域別下水道総合計画が策定されておらず、放流先水域の環境基準を目標年次において達成する為に必要な下水処理場の計画処理水質が設定されていない為、水質汚濁防止法の一律排水基準 BOD:最大 160mg/L、日間平均 120mg/L を満足する水質とした。

このうち、T-N、T-P については本処理場の放流先が海域(非閉鎖性)であることから、目標水質の対象としないものとした。上記と下水道法施行規則第 4 条の 2 による計画放流水質上限値より、BOD 15.0mg/L 以下を目標放流水質とした。

表-3 計画放流水質上限値

項目	数値
BOD (生物化学的酸素要求量)	15 mg/L (5 日間)
T-N (窒素含有量)	20 mg/L (必要に応じて)
T-P (リン含有量)	3 mg/L (必要に応じて)

4. 下水処理方式の選定

4.1 一次選定：水処理方式の選定

S 島 N 地区における計画放流水質は、「BOD 10mg/L を超え 15mg/L 以下」であり、比較的厳しくない条件となっている。

処理方法と適合する計画放流水質区分の関係より、上記放流水質に対応する処理方法は、標準活性汚泥法等であり、これは「標準活性汚泥法」、「オキシデーションディッチ法」、「長時間エアレーション法」、「回分式活性汚泥法」、「酸素活性汚泥法」、「好気性ろ床法」、「接触酸化法」の 7 つの方法である。

本検討では、S 島 N 地区における特色より、「計画汚水量が少ない事」、「流入負荷の変動が大きい事」、「維持管理が容易である点」、「処理場の採用実績数」等を考慮し、以下に示す 5 案及び参考として膜処理法を列挙して水処理方式の選定を行った。

①案：オキシデーションディッチ法(活性汚泥法)

②案：長時間エアレーション法(活性汚泥法)

③案：回分式活性汚泥法(活性汚泥法)

④案：好気性ろ床法(生物膜法)

⑤案：接触酸化法(生物膜法)

参考：膜分離活性汚泥法(膜処理)

表-4 一次選定評価結果

	①案	②案	③案	④案	⑤案	参考案
採用実績	◎	△	○	△	△	△
流入変動への対応	○	△	△	△	△	△
発生汚泥量	○	○	○	△	△	○
維持管理性	○	○	△	△	△	○
建設費	○	○	△	△	○	○
維持管理費	○	△	△	△	△	△
選定結果	採用	不採用	不採用	不採用	不採用	不採用

採用実績は選定においては参考程度であるが、それを除いても、維持管理性や小規模処理場の特徴である流入水の変動に対する対応が比較的安定して行える、

①案：オキシデーションディッチ法(活性汚泥法)

を選定した。

4.2 二次選定：水処理系列数の選定

オキシデーショondiッチ法を S 島 N 地区に採用するに当たり、以下の 4 つの方式に分類することができる。(1 系列は 300m³/日×1 池、2 系列は 150m³/日×2 池)

- ①案：オキシデーショondiッチ法(現場打ち)(1 系列)…OD×1
- ②案：プレハブ式オキシデーショondiッチ法(プレキャスト製)(1 系列)…POD×1
- ③案：オキシデーショondiッチ法(現場打ち)(2 系列)…OD×2
- ④案：同心円形オキシデーショondiッチ法(現場打ち)(2 系列)…POD×2

S 島は離島であり、主幹装置(曝気機又は汚泥掻き寄せ機等)の故障時には機能回復に多大な時間を要する可能性が大となる。故に、故障時でも最小限の処理機能を保持する必要性を考慮し故障時及び更新時のリスクも含めて検討を行う必要があった。

①、②の 1 系列案では、機器更新工事時や機器故障時の対応策として処理施設代替施設(パッケージ型膜ろ過装置)のリースが考えられる。

しかし、ヒアリングではメーカー側のユニット保有数が少数であり、空きユニットが無い場合にはメーカー側は新規作成により対応するとの回答であった。

依頼から完成まで 4.5~6 ヶ月程度かかるとのことで、その間の処理機能停止への対処が困難である。

それに対して、③、④の 2 系列案では、両系列が故障したときには①、②案と同様となってしまうが、1 系列が使用不可となっても残った 1 系列にて対応が可能である。

表-5 二次選定評価

	①案：OD×1	②案：POD×1	③案：OD×2	④案：POD×2
維持管理性	○	○	△	△
経済性	○	○	△	△
更新工事時のリスク	△	△	○	○
機器故障時のリスク	△	△	○	○
選定結果	不採用	不採用	採用	採用

よって、建設費及び維持管理費等を含む年価においては 1 系列案が有利となるが、非常時や更新時の対応が比較的容易となる、

③案：オキシデーショondiッチ法(現場打ち)(2 系列)…OD×2

④案：同心円形オキシデーショondiッチ法(現場打ち)(2 系列)…POD×2

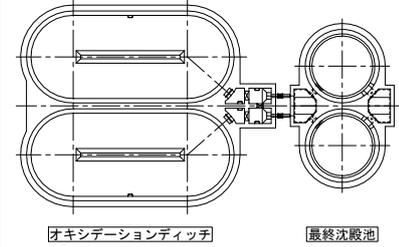
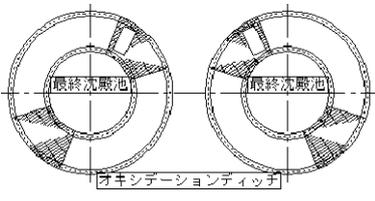
の 2 系列案を選定した。

4.3 三次選定：水処理施設構造の選定

二次選定にてオキシデーションディッチ法の 2 系列案まで絞られた中で、残った以下の 2 案について、改めて故障時及び更新時のリスクや構造的長や運転方法を含めて、どちらの構造が最適であるか検討を行った。

- ①案：オキシデーションディッチ法(現場打ち)(2 系列)…OD×2
- ②案：同心円形オキシデーションディッチ法(現場打ち)(2 系列)…POD×2

表-6 三次選定評価

	①案：OD×2	②案：POD×2
概要図		
経済性	△	○
更新工事時のリスク	○	△
機器故障時のリスク	○	△
選定結果	採用	不採用

経済性に着目した場合には、①案：OD×2 案に比べ、躯体規模の差等から②案：POD×2 案が有利となるが、更新工事時及び機器故障時のリスクに着目した時、POD であれば、反応タンクと終沈が一体となっている為、反応タンク若しくは終沈の設備が更新・故障時には完全に 1 系列の運転を停止させなければならない。しかし、OD であれば、反応タンクと最終沈殿池が別構造となっている為、反応タンクから最終沈殿池への流出ピット内に連通管を設けておけば、他系列を使用したたすき掛け運転が可能であり、②案：POD×2 に比べて処理機能の安定性を保つことが出来る。

また、二次選定でも述べていたように、S 島は離島である為、突然の機器故障時に復旧まで時間を要することが考えられる。

そういった環境下であることから可能な限り処理場が抱えるリスクは減らすべきであると考え、1 系列更新時や故障時においても対応することが可能と考えられる

①案：オキシデーションディッチ法・2 系列案

を最終的な下水処理方式として選定した。

5. まとめ

【課題】

当初は設計対象水量が小規模且つ今後の水量の伸びも見込まれないことから、日常的な維持管理と経済性(建設費)を考慮し、1系列の POD による設計を検討していた。

しかし、実際に検討を進めていく中で、更新時や機器故障時に必要となる「パッケージ型膜ろ過ユニット」が、技術として確立はしているものの、メーカー側のユニット保有数が少数であることや、離島である為、本土から輸送する必要があるが天候によっては定期航路による輸送が困難になる可能性があることから、緊急時の対応に懸念が残ると考えられた。

【対策】

緊急時に迅速な対応が困難となることから、機器故障時等においても出来得る限り、下水処理場としての最低限の機能を維持できる様な処理方式を選ぶ必要があると考え、下水処理方式を「一次選定：水処理方式の選定」、「二次選定：水処理系列の選定」、「三次選定：水処理施設構造の選定」と三段階の選定を経て、最適な処理手法を選定した。

6. おわりに

下水処理方式の選定において、日常の維持管理性や経済性(建設費や設備更新費の大小)に着目しがちであり、大きな制約を受けていない立地条件であればそれを重視して処理方式を選定しても問題はないかもしれない。

しかし、今回のように処理場が位置するのが離島等の特殊な環境下における場合には、維持管理性や経済性だけでなく、実際の運用のなかで生じる設備更新時や故障時のリスクにこそ着目し、その際の対応についても技術として確立しているか否かだけでなく、その技術の運用状況を考慮した上で、最適な処理手法を提案するべきである。

当該処理場は R5 年度の供用開始に向け、土木・建築工事が来年度より開始する予定である。

【参考文献】

- 1) 国土交通省水管理・国土保全局下水道部：流域別下水道整備総合計画調査 指針と解説 平成 27 年 1 月
- 2) 日本下水道協会：小規模下水道計画・設計・維持管理指針と解説-2004 年版-
- 3) 日本下水道協会：下水道施設計画・設計指針と解説 前後編-2010 年版-