

低コストで小規模なFRP製農業集落排水処理施設の開発 Development of low-cost and small-scale rural sewage treatment plant with FRP structure

秋田倫成* 持田悦夫* 佐藤進* 三木秀一* 山岡賢**

AKITA Tomonari, MOCHIDA Etsuo, SATO Susumu, MIKI Shuichi, YAMAOKA Masaru

1. はじめに

農村地域における汚水処理施設の整備は、都市部に比べて依然として遅れており、このため、今後の整備の重点は、中山間地域等の小規模な集落へ移行することが予想されている。こうした中、処理対象人数が少ない汚水処理施設の整備では、相対的に一人当たりの整備コストが割高となっており、より一層の低コスト化が課題となっている。

そこで本研究では、処理対象人口が51人から700人までの小規模な農業集落排水処理施設について、より低コストで処理性能に優れたFRP製の膜分離活性汚泥方式の開発を行い、その処理性能等を実証試験により確認した。

2. 開発した膜分離活性汚泥方式の概要

開発した膜分離活性汚泥方式（以下「FM型」という。）の目標処理性能については、今後の処理水の排出規制の強化にも対応できる脱窒・脱リン性能を有するTable 1に示すような高度処理とした。また、処理フローについては、既に普及している技術である協会型膜分離活性汚泥方式（以下「協会型膜方式」という。）をベースに、低コスト化に適した処理フロー及び単位装置の検討を行い、FRP化を図った。

FM型の協会型膜方式からの主な改良点は、a.ばっ気式水中スクリーンの採用、b.脱窒槽の攪拌方式の変更（機械攪拌 空気攪拌）、c.脱窒槽の容量変更（10hr → 9hr）である。

3. 実証試験の方法及び結果

(1) 実証試験の条件

FM型の処理性能を確認するため、茨城県美浦村にある当センターの美浦実験研修センターに試験装置（59人槽）を設置し、平成16年8月から平成17年3月にかけて冬期を含む約7か月間実証試験を行った。この試験装置の主な仕様と試験条件をTable 2に示した。使用する原水は隣接する農業集落排水処理施設（舟子地区）から平均17m³/日（計画値：16m³/日）の汚水量を分水し、BOD及び窒素については計画流入水質よりも低いため、メタノール及び尿素

Table 1 目標処理性能
Design quality of treated water
(単位：mg/L)

| 水質項目 | 流入水質 | 処理水質 | 除去率(%) |
|------|------|------|--------|
| BOD | 200 | 5以下 | 97.5 |
| COD | 100 | 10以下 | 90 |
| SS | 200 | 5以下 | 97.5 |
| T-N | 43 | 15以下 | 65.1 |
| T-P | 5 | 1以下 | 80 |

Table 2 試験装置の仕様及び試験条件
Specification of pilot plant and actual operation conditions

| 項目 | 主な仕様と試験条件 |
|---------------------|--|
| 日平均流入量 計画時間最大汚水量 | 計画量：16m ³ /日、実量：17m ³ /日 1.92m ³ /時 |
| ばっ気式 水中スクリーン | パンチング径：2mm (開口率40～60%) |
| 脱窒槽 | 有効容量：5.97m ³ 滞留時間：9(流量調整槽：4+脱窒槽：5)hr MLSS濃度：9,500(5,510～12,800)mg/L 水温：18.6(11.3～28.6) 循環液移送量：5Q 攪拌条件：攪拌(5min)、停止(15min) |
| 硝化槽 | 有効容量：3.99m ³ 滞留時間：6hr MLSS濃度：16,300(9,860～20,300)mg/L 膜分離装置：平膜(膜面積：40m ²) |
| 鉄溶液注入装置 | ポリ硫酸第二鉄 計画Fe/Pモル比：1.0、実際のFe/Pモル比：0.9 |

を添加して、濃度調整を行った上で、ピーク係数が 2.5 倍程度である農業集落排水施設の標準的な流入変動パターンで試験を行った。試料採取は概ね AM10:00～12:00 のスポットサンプルとした。

(2) 処理性能

実証試験における処理性能を Table 3 に示す。

処理水の BOD、COD、SS 濃度の平均値は、それぞれ 2、7、1mg/L であり、目標値を十分達成できた。

処理水の T-N 濃度は平均で 13mg/L であったが、平成 16 年 8 月～12 月にかけては目標をほぼクリアできた。なお、T-P に係る計画処理水質については、別途実施した浄化槽性能評価試験の結果から 0.5mg/L 以下の処理性能が安定して達成できたため、大臣認定では 0.5mg/L とした。

Table 3 実証試験における処理性能
Results of water quality at pilot plant

[単位：pHを除きmg/L]

| 項目 | 原水 | | | 処理水 | | |
|--------------------|------|------|------|------|-----|------|
| | 平均 | 最小 | 最大 | 平均 | 最小 | 最大 |
| pH | 7.5 | 7.3 | 8.1 | 7.5 | 7.1 | 8 |
| BOD | 159 | 65 | 262 | 2 | 1 | 10 |
| 溶解性BOD | 80 | 20 | 171 | - | - | - |
| COD | 101 | 48 | 171 | 7 | 5 | 13 |
| SS | 117 | 50 | 173 | 1 | 1 | 1 |
| T-N | 39.9 | 24.6 | 55 | 13 | 2.1 | 28.6 |
| NH ₄ -N | 28.5 | 16.9 | 41.5 | 6.4 | 0.1 | 26.3 |
| NO ₂ -N | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.1 | 0.1 | 0.2 |
| NO ₃ -N | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 5.7 | 0.1 | 15 |
| T-P | 3.1 | 2 | 3.7 | 0.26 | 0 | 0.7 |
| PO ₄ -P | 1.4 | 0.5 | 2 | 0.22 | 0 | 0.7 |
| アルカリ度 | 216 | 163 | 260 | 106 | 50 | 206 |

(3) 膜処理状況と膜洗浄

実証試験期間の硝化槽における MLSS 濃度と、処理水ポンプが 1 台運転時における膜分離装置の差圧の推移を Fig. 1 に示した。硝化槽の MLSS 濃度は 15,000～20,000mg/L の間で推移し、設計値よりも高めであった。

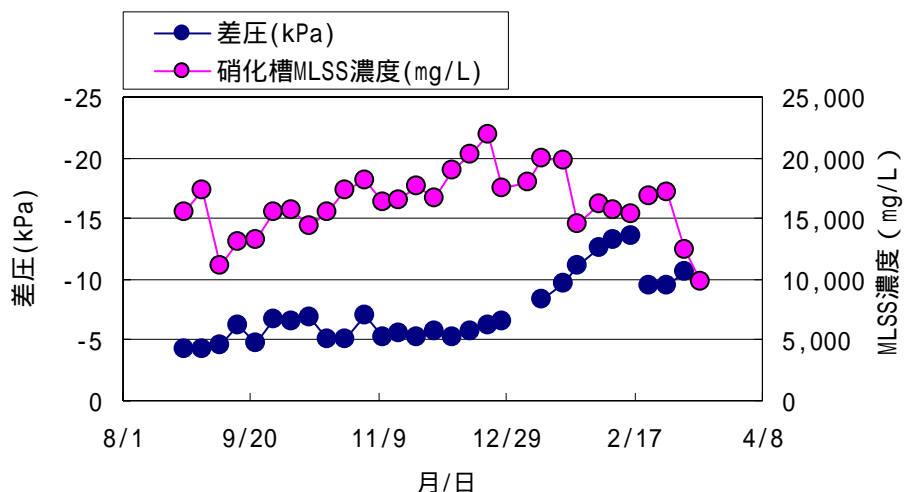


Fig. 1 膜間差圧の経日変化
Results of differential pressure of membrane

また、膜の差圧は運転当初から 4 か月間は -4～-7kPa とほぼ一定の値で推移したが、運転 5 か月目から徐々に差圧が上昇し、運転 6 か月目には初期差圧よりも -10kPa 上昇し、-14kPa となった。このため、次亜塩素酸ナトリウム (0.3%) による薬液洗浄を行ったところ、差圧は -10 kPa 程度まで回復したが、初期の差圧までは回復しなかった。Fig. 1 には示していないが、後日、シュウ酸 (1%) で浸漬洗浄を行ったところ、差圧は -5.5kPa とほぼ初期の値まで回復した。なお、膜表面には凝集剤として添加したポリ鉄が析出しており、こうした鉄系の膜汚染にはシュウ酸による浸漬洗浄が有効であることが再確認できた。

4. おわりに

本研究は、農林水産省の平成 15,16 年度の官民連携新技術研究開発事業として実施したものである。同事業関係者に謝意を表します。