

槽外設置型MBR法のし尿処理施設における窒素除去

木内浩一 藤村葉子 小島博義 *塚本遼平 *葉山雄一

*) 北総県民センター香取事務所

1 目的

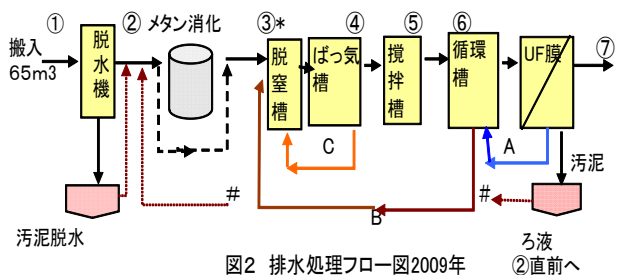
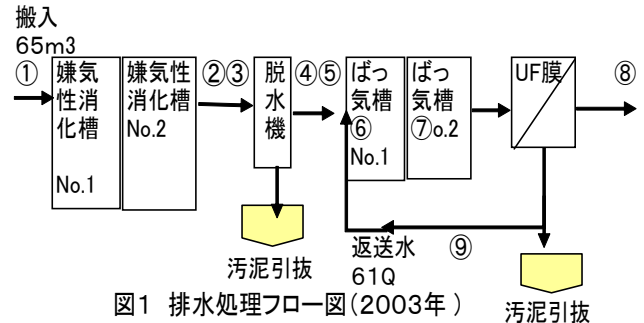
研究対象の施設は最大 $65\text{m}^3/\text{日}$ のし尿および浄化槽汚泥を処理するし尿処理施設である。処理方式は高負荷脱窒型活性汚泥法で、処理水の固液分離は限外ろ過（UF）膜を使用している。当センターは当該施設での BOD の除去、有害物としての「アンモニア、アンモニウム化合物、亜硝酸化合物及び硝酸化合物」（以下「有害物窒素」という。）の処理を検討するため、2003 年 2 月に排水処理施設の調査¹⁾（以後「前回調査」という。）を行った。2008 年に調査結果をもとに処理方式を改善したので、その効果把握のための調査を行った。

2 改善前後の施設

従来の処理方式は図1のとおり、「メタン消化－活性汚泥－UF 膜ろ過」であった。膜は槽外設置型で、分画分子量 20,000、ポリアクリロニリル製の UF 膜である。この施設では膜ろ過のクロスフローの返送水が 61Q（流入原水量の 61 倍）になるが、その大量の返送水のため、ばっ気槽の DO が 0.5mg/L にとどまり、BOD 成分の分解やアンモニアの硝化が進まなかった。また、アンモニアが硝化しても、多量の硝酸イオンが残るため、有害物窒素の基準 100mg/L を満たせないことは明らかであった。

処理能力 $65\text{m}^3/\text{日}$ は前回調査時と変わっていないが、高負荷脱窒型活性汚泥での脱窒槽を増設し、メタン消化槽は休止させている。改善工事後の処理系統は図2のとおり、膜ろ過クロスフローの返送水（図2のA、最大 $4240\text{m}^3/\text{日}$ ）、汚泥の返送（図2のB、 $113\text{m}^3/\text{日}$ ）、硝化脱窒のための循環（図2のC、 $65 \times 30 = 1950\text{m}^3/\text{日}$ ）の 3 系統に分離された。これにより、硝化脱窒のための循環量が膜ろ過による循環量に規定されることがなくなり、脱窒槽、ばっ気槽の DO 制御が可能になった。

改善計画では③脱窒槽の BOD 汚泥負荷は



0.21kgBOD/kgMLSS ④ばっ気槽の TN 汚泥負荷は 0.047kgN/kgMLSS ⑤脱窒槽の滞留時間は 0.8 日分と見積もられている。なお、活性汚泥処理は③脱窒槽 166m^3 、④ばっ気槽 145m^3 、⑤脱窒槽 70m^3 に区分し、それに伴う容量増は前回調査時では第 2 メタン消化槽 166m^3 であったものを転用している。

3 調査方法

調査は 2009 年 5 月 20 日に行った。図2に示す各工程で DO、pH 等を調査し、採水した試料は実験室に持ち帰って SS、COD、BOD、TOC、TN、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、TP および $\text{PO}_4\text{-P}$ について定量した。負荷量等の算定に用いる処理量は調査当日の状況から $65\text{m}^3/\text{日}$ を使用した。

4 結果及び考察

4・1 結果の概要

③脱窒槽、④ばっ気槽、⑤脱窒槽、⑥循環槽の DO はそれぞれ 0.2 、 1.1 、 0.2 、 0.03mg/L で、③⑤⑥

は嫌気④好気状態であり、硝化脱窒の条件が確保されていた。③～⑥の MLSS は 13,000 ～ 15,000mg/L で膜ろ過の特徴を活かした高い濃度であった。流入水質は BOD7400mg/L, TN1200mg/L であったが、⑦膜ろ過後はそれぞれ 13mg/L, 17mg/L に低下していた。また、今回は BOD4.4mg/L, COD115mg/L であったが、今回はそれぞれ 13mg/L, 51mg/L と差は小さくなった。有害物窒素は基準 100mg/L に対して⑦膜ろ過後は 12mg/L であり、前回調査の膜ろ過後 270mg/L に対して大幅に改善されていた。

4・2 窒素の処理について

前回調査時の TN 等の変化を処理フロー順に、図3に示す。ばっ気槽前の $\text{NH}_4\text{-N}$ が 730mg/L あったが、ばっ気槽でほとんど減少せず、UF 膜ろ過を通過していた。

今回の調査の TN 等の結果を図4に示す。調査当日 $\text{NH}_4\text{-N}$ は②一次脱水後で 540mg/L であったが、④脱窒槽では 37mg/L, ④ばっ気槽では 9.7mg/L に減少していた。また、ばっ気槽で $\text{NO}_3\text{-N}$ が 15mg/L, ⑤攪拌槽で 10mg/L, ⑥循環槽で 2.7mg/L となり、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 減少に応じて $\text{NO}_3\text{-N}$ が増加することなく、硝化と脱窒の過程が進行していることが推察された。

なお、当日の③一時脱水後 TN620mg/L, 脱窒槽の MLSS13,000mg/L をもとに計算した TN 汚泥負荷は 0.01kgN/kg であり、構造指針の値²⁾ 0.03 ～ 0.05kgN/kg と比べて余裕があった。

4・3 考察

流入 BOD は前回調査時 7100mg/L, 今回は 7400mg/L でほぼ同様であった。前回調査時はメタン消化処理により、一次脱水後 BOD を 230mg/L まで低下させていたが、今回は消化処理を行っていないため 5900mg/L と高めであった。一次脱水後の TOC も同様、前回調査時は 460mg/L まで低下させていたが、今回は 2200mg/L であった。施設改善後はメタン消化による処理を中止したため、BOD や TOC が高く、それを脱窒の際の炭素源として効率的に利用していると考えられる。同様の流入水質をもつし尿処理場でメタノール等

炭素源の投入が行われ、費用が増大している例があるが、この処理施設では炭素源としての投入が不要となり、経済的な運転管理が可能となると考えられる。

表1 水質調査結果

採水箇所	DO	BOD	2009.5.20調査		
			COD	TOC	
1 貯留槽			7400	4300	5800
2 一次脱水後			5900	650	2200
3 脱窒槽	0.2	1300	4700	6600	
4 ばっ気槽	1.1				
5 攪拌槽	0.2				
6 膜循環槽	0.03	1100	5400	6200	
7 UF膜濾過後		13	51	56	

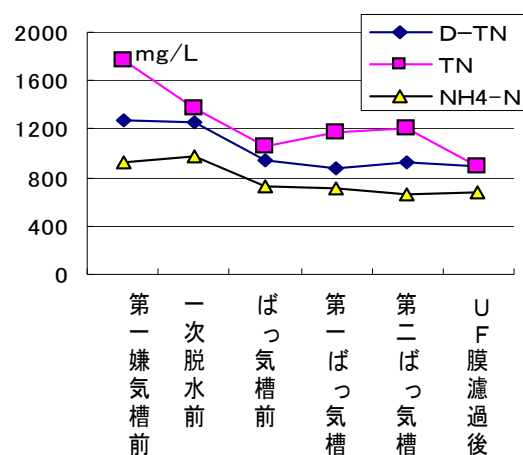


図3 工程別窒素濃度(前回)

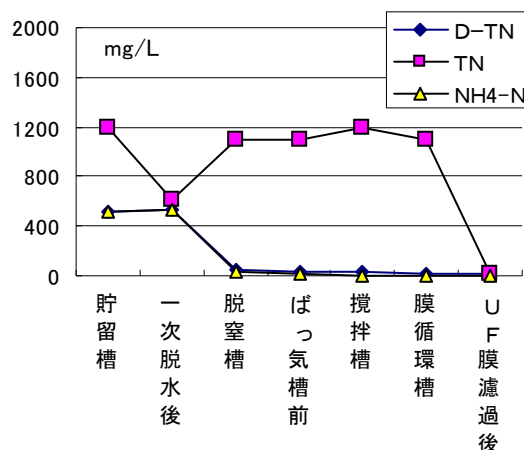


図4 工程別窒素濃度(今回調査)

参考文献

- 1) 木内浩一, 藤村葉子, 宇野健一, 排水中の窒素濃度が高いし尿処理施設の調査, 千葉県環境研究センター年報, 平成 16 年度
- 2) し尿処理施設構造指針解説 1988 年版