

IV — 9 回転円板法による下水三次処理に関する研究(オ9報)

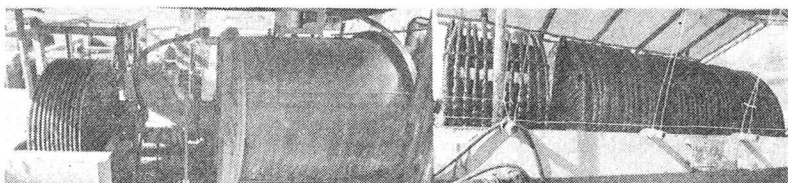
— 養豚廃水 —

宮崎大学工学部 正 石黒政儀 正 増田純雄
宮崎大学工学部 学○西留 清

1 はしがき 本文は1972年より開始された回転円板法による下水三次処理に関する研究のオ9報である。前報までは活性汚泥法による二次処理水を原水とした三次処理実験であったが¹⁾²⁾本報は回転円板実装置による養豚廃水二次処理水を原水とした中間規模の回転円板装置による三次処理実験報告である。三次処理実験装置の酸化硝化部は宮崎市郊外下養豚場に1975年5月、嫌気性脱窒用円板部および好気性円板再曝気部は7月末よりそれぞれ運転を開始した。本文では二次処理・三次処理とも一貫して回転円板を用いた廃水処理法で有機物除去と硝化脱窒が極めて効率よく進行することを報告する。

2 実験装置と実験条件

写真-1・図-1に示すような4段直列の好気性硝化



円板装置と直列2段嫌気性脱窒円板および再曝気円板装置を二次処理用回転円板実施設の後設置した。硝化部は各段とも直径72 cm・厚さ11 mm の発泡スチロールで円板間隔13 mm・枚数12枚・浸漬面積9.0 m²・全接触槽容積は330 lであり、回転数は7.5 rpm に固定した。脱窒部は嫌気性のため水封密閉の直径80 cm・長さ83 cmの透明アクリル円筒内に2段直列で全水容積は130 l・円板厚さ10 mm・間隔15 mm・直径72 cm・枚数12枚/段・微生物附着面積9.9 m²/段、材質は耐水ベニヤ・回転数は5 rpm・流向は中心軸方向である。流入部から理論式による有機炭素源としてのメタノール²⁾およびPH≒8調整用として水酸化ナトリウムを添加し、頂部にN₂ガス抜きを設けた。再曝気部は直径40 cm・長さ42.5 cmの半円筒内に板厚4 mm・間隔17 mm・直径72 cm・枚数12枚・材質FRP・浸漬面積9.0 m²・回転数14.5 rpm に固定した。実験条件としては流量1.0~2.4 m³/dに変化させ、連続流とした。滞留時間は硝化部で3.2~7.8 hr・脱窒部で3.0~7.4 hr・再曝気部で0.6~1.4 hrである。二次処理された原水水質はオ7報までの都市下水より高く、BOD:20~90 mg/l, COD:30~70 mg/l, SS:10~60 mg/l, 濁度:115~637 mg/l, PH:7.2~7.9, アルカリ度:400~725 mg/l, NH₃-N:70~520 mg/l, NO₂-N:0.1~30 mg/l, NO₃-N:0.8~10 mg/l, PO₄³⁻:15~137 mg/l, ABS:0.14~0.43 mg/l, DO:0~4.5 mg/l, 水温9~27℃の範囲である。各種の試験項目は下水試験法によって行なわれた。

写真-1 実験装置

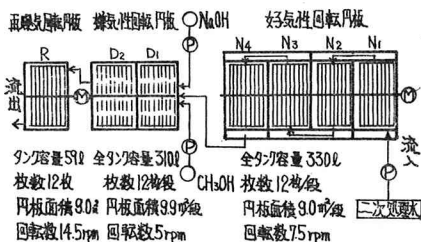


図-1 実験装置平面図

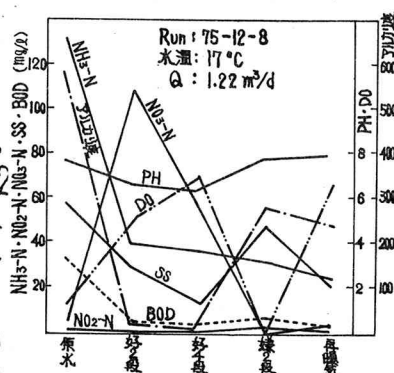


図-2 各段での水質変化

3 実験結果と考察 好気性酸化硝化槽の4段目処理流出水として、BOD:4~6 mg/l, SS:20 mg/l, ABS:0.1~0.3 mg/l, PO₄³⁻:10~100 mg/l, DOは原水が0でも1段目で3 mg/l, 4段目では7 mg/lと順次増大する。PHは後段ほど低下し、5.9~7.3となる。図-2にRun:75-12-8の各段における水質変化を示す。図-3は本装置によるBOD負荷と除去量の関係を示し、これより三次処理としての低BOD領域ではBOD除去とし

て8.5g/m²/dで60%，4.0g/m²/dで80%，2.5g/m²/dでは90%以上の除去率が得られる。除去曲線は 0_{Nz} を流入水のBOD(g/m³)， 0_{nt} を処理水BOD(g/m³)， Q を処理流量(m³/d)， F_n を浸漬円板面積(m²)とすると，式(1)で表示できる。この式より目的処理水に応じた実際の処理施設の円板面積が算出される。

$$F_n = \{0.167 \times (0_{Nz} - 0_{nt})^{1.425} / 0_{nt}^{0.425}\} \times Q \text{-----(1)}$$

硝化 $NH_3-N \rightarrow NO_2-N \rightarrow NO_3-N$ の硝化反応には，DO，水温，BOD濃度， NH_3-N 負荷，PHなどが関係するが，図-4の本実験結果においては15g/m²/dでは80%，9g/m²/dでは90%以上の硝化が可能である。本法では好気性硝化部での脱窒も可能で図-2では50%の脱窒率であるが，気温の高い夏期は70%可能である。除去曲線は 0_{Nz} を流入水の NH_3-N (g/m³)， 0_{nt} を処理水の NH_3-N (g/m³)， Q を処理流量(m³/d)， F_n を浸漬面積(m²)とすると次式で示される。 $F_n = \{2.81 \times 10^{-2} \times (0_{Nz} - 0_{nt})^{1.550} / 0_{nt}^{0.550}\} \times Q$ ----(2)

脱窒 生物学的脱窒法で利用される脱窒菌は増殖に有機物を必要とする従属栄養細菌のため，有機炭素源としてメタノールを添加するアリングマン方式を本実験では採用した。多くの実験を行った結果 $C/N = 2.0 \sim 3.0$ で，ほぼ100%の除去率を連続して得ることができる。脱窒曲線は 0_{Nz} を流入水の NO_3-N (g/m³)， 0_{nt} を処理水の NO_3-N (g/m³)， Q を処理流量(m³/d)， F_n を微生物付着面積(m²)とすると図-5より式(3)の脱窒円板面積式を得る。これより NO_3-N 負荷9g/m²/dで90%，6g/m²/dで100%の脱窒となる。

$$F_n = \{4.01 \times 10^{-2} \times (0_{Nz} - 0_{nt})^{1.404} / 0_{nt}^{0.484}\} \times Q \text{----(3)}$$

再曝気効果 生物学的硝化脱窒法では脱窒部が嫌気性で設計され，その処理水のDOはゼロとなり，さらに硝化部での NO_3-N ・ NO_2-N の処理効率変動によって過剰添加メタノールによる処理水のBOD増加現象が生ずるので，これらの水質向上を目的として最後に再曝気円板槽を設置した。その効果が予想通りに進行することも図-2から確認した。再曝気効果は脱窒をも兼ねて今後の研究課題である。

4 あとがき 本実験の結果として，次のことが明らかになった。三次処理原水としてはBOD: 50~60 mg/lと濃度の高い場合でも回転円板法によればBOD 3g/m²/dで10 mg/l以下の処理水が得られ，脱窒は NO_3-N 6g/m²/dで100%達成できる。また脱窒プロセスではメタノールの添加量が効率を左右する重要なポイントで C/N 比を連続保持することが大切である。なお本装置での生物相やおよび二次処理水については本学会の別文に報告される。

おわりに本実験に対し多大な便宜を計って戴いた三西開発KK，萩原ファームに謝意を表します。

参考文献

- 1) 石黒・渡辺・森田中：回転円板法による下水三次処理に関する研究(水報) 土木学会西部支部研究発表会論文集1973年2月，オ2・オ3・オ4 同74年2月，オ5・オ6・オ7 報：同75年2月・オ8 報：同76年2月 2) 石黒政隆：回転円板法による下水産業排水の二次処理・三次処理，環境技術オ巻7号：75年7月 3) J.L.Barnard: Gut Pond N without chemical, WATER AND WASTES ENGINEERING, July 1974 pp33~36 4) 石黒・増田・松田：回転円板接触法における生物相，土木学会西部支部研究発表会要集，1976年2月 5) 石黒・増田・吳・徳留：回転円板法による養魚排水処理(オ2報)，同1976年2月

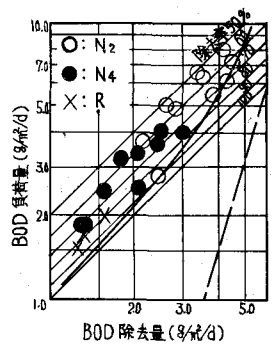


図-3 BOD負荷量と除去量の関係

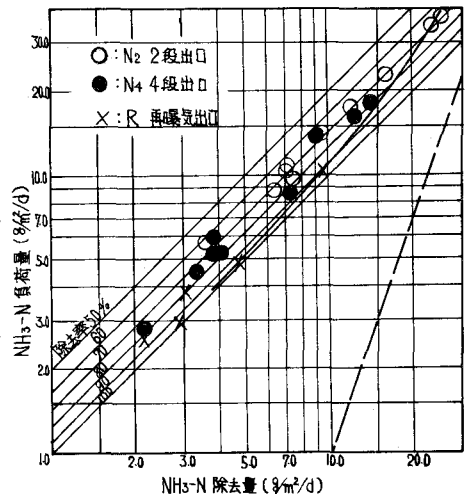


図-4 NH_3-N 負荷量と除去量の関係

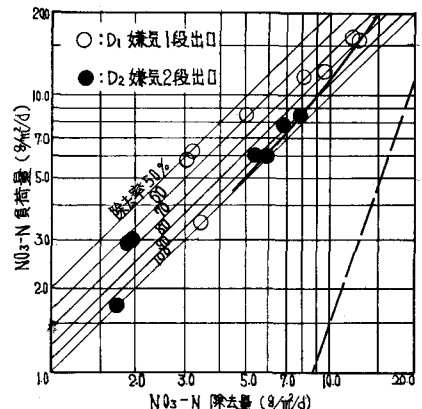


図-5 NO_3-N 負荷量と除去量の関係