

回転円板法における固液分離について

鹿児島工業高専 正 員○西留 清 森山克美
鹿児島工業高専 学生員 中島照美

1. はじめに

回転円板法で下水を処理すると生物膜の剥離汚泥と円板槽流入SSが槽内SSとして発生する。これらのSSは有機物を多量に含んでいるため、その一部が溶解性有機物となり、円板の単位表面積当たりの有機物負荷は高くなると考えられる。また、多段槽回転円板法の場合、前槽内で発生した流出SSが後段槽の汚濁負荷量を高くし、全体としての処理効率を低下させると考えられる。さらに円板回転による槽内攪拌がSSの微細化を促進し、処理水の透視度を劣化させていることもかんがえられる。したがって、回転円板法で下水を処理する場合、槽内SSは速やかに除去する必要がある。そこで、本文では、円板槽内のSSを効率的に除去することを目的とし、①円板付着生物膜と槽内SSの挙動、②円板槽下に設けたイムホフ槽沈殿汚泥量とSS除去量、および③回分実験による槽内SSの挙動と透視度、について検討する。

2. 付着生物膜と槽内SSの挙動

実験は2段直列回転円板装置で鹿児島高専下水処理場流入水を流入原水とし、流入水量約 $2.9\text{m}^3/\text{日}$ 、円板回転速度 10rpm として、円板装置を始動した。実験条件および実験装置等については参考文献1を参照されたい。また円板1槽下にはイムホフ槽を設けている。図-1は円板始動日(S.59.5.12)からの経過日数と付着生物膜厚、槽内SS濃度、および付着生物濃度の関係である。円板1槽は円板表面積当たりの有機物負荷が高いため付着生物膜は円板2槽に比較して増殖速度の大きい他栄養性細菌が優占種となり、生物膜は厚くなると考えられる。円板始動日から約30日経過後は付着生物膜厚は1槽約 $1200\mu\text{m}$ 、2槽約 $500\mu\text{m}$ とほぼ一定となり、槽内SS濃度もほぼ一定となった。円板1槽流入SS濃度は $80\sim 60\text{mg}/\text{l}$ であり、円板始動開始日から生物膜が徐々に厚くなる約30日までは、1槽内SS濃度はイムホフ槽による除去と円板付着による除去により徐々に低下する。生物膜厚が一定となった30日後は付着生物の剥離により槽内SS濃度は高くなると考えられるが、イムホフ槽による除去により槽内SS濃度は低濃度で一定となった。一方、2槽内SS濃度は円板始動開始時は円板付着に伴い徐々に低下するが、円板付着あるいはSSの溶解に伴うSSの除去量と付着生物の剥離量が平衡状態になると槽内SSもほぼ一定になると考えられる。円板付着生物濃度は、増殖過程にある生物膜厚と平衡状態での生物膜厚でも約 $50000\text{mg}/\text{l}$ であり、付着生物濃度は生物増殖過程や槽内SS濃度にさほど関係しないと考えられる。図-2は昭和59年9月5日に同装置を始動した場合の経過日数と生物膜厚の関係である。約20日経過後は生物膜厚は1槽約 $1000\mu\text{m}$ 、2槽 $400\mu\text{m}$ とほぼ一定となった。25日経過後の約10日間は流入原水のSSおよびTOC濃度が急激に低下したため円板2槽の生物膜は徐々に剥離し、35日後はほぼ零となったが、1槽の生物膜は約 $1000\mu\text{m}$ を維持した。この期間は円板1槽で有機物除去、硝化はほぼ終り、硝化菌が優占種であった円板2槽生物膜はその厚さを維持できなかったと考えられる。円板回転開始時の原水流入後は円板1槽付着生物膜は急激に増加し、約50日後に約 $2000\mu\text{m}$ となり、2槽付着生物膜は約 $400\mu\text{m}$ となった。この期間は水温の低下に伴い付着生物膜も増加したと考えられる。²⁾したがって、他栄養性細菌が優占種となった付着生物膜はその厚さが水温に強く影響されると考えられる。また、付着生物濃度は、図-1で示したと同様に約 $50000\text{mg}/\text{l}$ となり、生物膜厚や水温にさほど影響されないと考えられる。

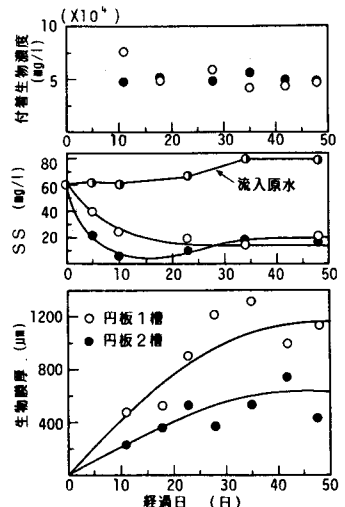


図-1 経過日数と付着生物膜厚、槽内SSおよび付着生物濃度の関係

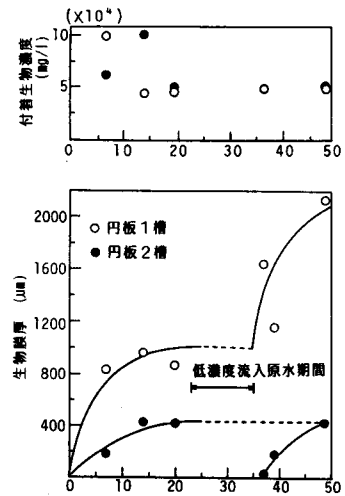


図-2 経過日数と付着生物膜厚、槽内SSおよび付着生物濃度の関係

3. イムホフ槽沈殿汚泥量とSS除去量

実験は、円板1槽下に設けたイムホフ槽の汚泥を24時間に1回抜き取り、その乾燥重量を測定し、同時に流入水量 (Q_i , m³/日), 流入SS濃度 (S_i , mg/l), 槽内SS濃度 (S_e , mg/l) を測定した。したがって、SS除去量 (S_t , g/日) は式(1)で表わされる。

$$S_t = Q_i (S_i - S_e) \dots \dots \dots (1)$$

図-3、4はイムホフ槽沈殿汚泥量とSS除去量である。測定時(13時)における平均水温は実験1(図-3)では19.5℃、実験2(図-4)では15.5℃であった。両実験とも、イムホフ槽沈殿汚泥量は約190g/日であり、式(1)で求めた円板1槽でのSS除去量は実験1で約280g/日、実験2で230g/日となった。実験1ではSS除去量とイムホフ槽沈殿汚泥量(S_b , g/日)の差(S_a , g/日)は約90g/日、実験2では約40g/日となる。すなわち、流入SSが実験1では90g/日以上、実験2で40g/日以上の溶解性物質に変換され、変換した溶解性物質が付着生物の生物化学的反応により除去されたと考えられる。 S_a が実験1で大きいのは実験2より円板槽内水温が高く、付着生物膜内の生物反応速度も高く、溶解したSS成分がより多く除去されたか、もしくは流入SSがより多く溶解性物質に変換されたためと考えられる。したがって、両実験とも平均流入SS濃度は約135mg/lであるが、槽内SS濃度は実験1では低くなり、槽内平均SS濃度も実験2に比べて約20mg/l低くなっている。もし、円板1槽下のイムホフ槽にSSが除去されず、イムホフ槽沈殿汚泥量がそのまま円板槽内SS(S_e' , mg/l)になると仮定すると、 S_e' は式(2)で表わされる。

$$S_e' = S_b / Q_i \dots \dots \dots (2)$$

S_e' は実験1では平均74mg/l、実験2では71mg/lとなる。したがって、イムホフ槽がない場合、円板槽内SS濃度($S_e + S_e'$)は、実験1で平均91mg/l、実験2で平均118mg/lになると考えられる。

4. 回分実験による槽内SSの挙動と透視度

実験は、直列2槽回転円板装置を用いて、流入水量を約2.7m³/日とし、処理水質および円板付着生物膜厚がほぼ定常状態になるのを待って、両円板槽とも流入原水を用いて回分実験を行なった。図-2に示すように、生物膜厚は1槽約2000μm、2槽約400μmである。回分実験時は円板1槽下のイムホフ槽を塞ぎ、イムホフ槽による槽内SS除去が行なわれないようにした。図-5、6は回分実験による槽内SSと透視度の関係である。円板1槽内SS濃度は円板回転開始時は約150mg/lで10時間後は約20mg/lとなり、槽内SSは付着生物膜に付着除去され、透視度も急激に高くなったと考えられる。一方、2槽内SS濃度は10時間後も約150mg/lとさほど変化せず、透視度も低い。したがって、槽内SSの付着除去は他栄養性細菌が優占種となる生物膜ほど大きく、硝化菌が優占種となる薄い生物膜ほど小さいと考えられる。

5. おわりに

下水中には有機物を主成分としたSSが含まれている。このため下水を回転円板法で処理する場合、流入原水および処理水SSの一部は溶解性有機物や微細粒子となり、処理効率や透視度を低下させると考えられる。したがって、槽内SSの溶解化や微細化を防止するため円板槽下にイムホフ槽等を設けて速やかにSSを沈殿除去する必要があるだろう。

—参考文献—

- 1) 西留, 森山, 脇田, 内村: 回転円板法によるBOD除去・硝化に関する研究, 昭和57年度土木学会西部支部研究発表会, pp226-227, 2(1983)
- 2) 海老江, 輪島: 負荷変動下における回転円板槽の処理特性について, 第4回回転円板研究シンポジウム論文集, pp9-13, 11(1982)

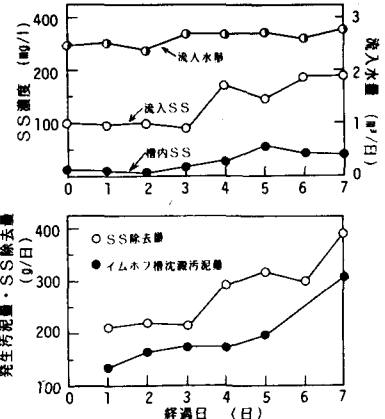


図-3 イムホフ槽沈殿汚泥量とSS除去量

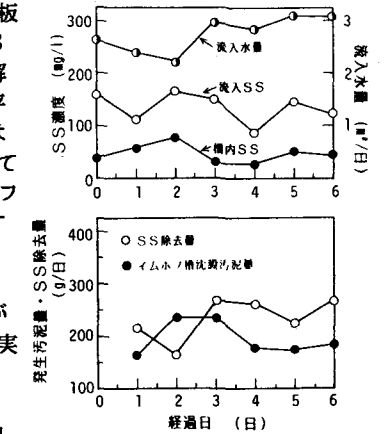


図-4 イムホフ槽沈殿汚泥量とSS除去量

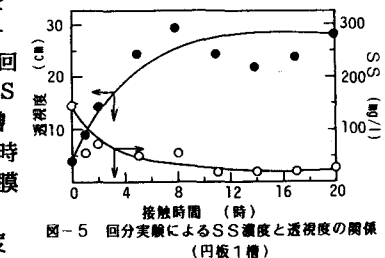


図-5 回分実験によるSS濃度と透視度の関係 (円板1槽)

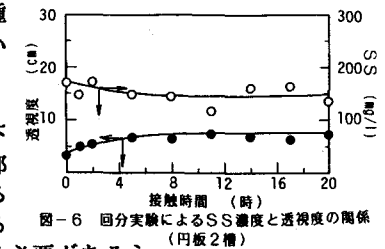


図-6 回分実験によるSS濃度と透視度の関係 (円板2槽)