

II-29 プラスチック廃材を用いた廃水処理に関する実験

北海道工業大学 正員 宇土沢 光賢
学 山本 秀基
" 平沢 信雄
" ○内藤 博

1. はじめに

下廃水中の有機性汚染物質の最も効果的な除去法は好気性微生物を利用する生物学的処理方法であらう。基本的には同一の生物化学的原理に基づくものであるが、今日、活性汚泥法とその各種の変法、酸化池法、散水濾床法、回転円板法など多種多様の生物学的処理法が実施されている。近年、環境保全と並んで水資源の不足が切実な問題となり、下廃水の再利用が重要な課題として検討されるようになると、従来の生物学的処理法を中心とした二次処理では多くの場合、再利用に耐え得る水質にまで浄化できないため、いわゆる高度処理が必要となってきた。高度処理の中で汚存有機物の除去については、活性炭濾過法が経済性・信頼性等の面から最も優れた処理法としてパイロット規模の実証試験も各地で実施されている。しかし単位容積内にたくさんの生物膜を作ろうとすれば膜よりは膜状濾材の方がよいがさらに多くの生物膜を作るには粒状の物体を用いるのが有利である。つまり粒状濾材である。たとえば間隔3cmの平行板に比べて同寸法径の蜂の巣状チューブでは2倍以上の生物膜ができるし、さらに同一直径の粒状濾材にすれば平行板の4倍以上の生物膜ができる計算となる。そして粒子の径を小さくすればするほど生物の着生面積は増加するから微粒子になるほど有利となる。反面、粒子の径が小さくなると通水抵抗が増すから下向流濾過では短時間に閉塞してしまって実用的でなくなる。そこで、これを流動層として使う方法が生れるが、これが生物膜法の原理を極度に押し進めた手法ということになる。生物膜法は原理的に、(1)流入水の水量変動、濃度変動に対する安定性にすぐれている、(2)有害物質の流入ショックに対する安定性が比較的良好である、(3)バルキングの恐れがない、(4)維持管理が容易である、などの特徴をもち、また三次処理・硝化・脱窒といった分野への適用も可能とされている。さらに原理的にこのような特徴を持つ生物膜法は、実装置としてその機能を発揮するためには、(1)単位生物膜重量に対する接触面積が大きいこと、(2)汚水と生物膜との相対速度が大きいこと、(3)酸素供給効率が高いこと、(4)過剰生物膜の剝離機能が高いことなどの条件を具備する必要がある。

このような原理的な特徴を持つ生物膜法を単位面積当りの固着表面積を著しく増大させ廃水との接触を高めるようにした浸漬濾床法(Submerged Bio-filter)の一種としてプラスチック容器廃材を用いた実験を昨年発表した活性炭流動層の実験のデータと比較しながら行なった長期実験プラントの結果を報告する^{1,2)}。

2. 実験方法

実験プラントの概略図は図-1に示す。原液槽、混和槽、曝気槽、充填層の四つ

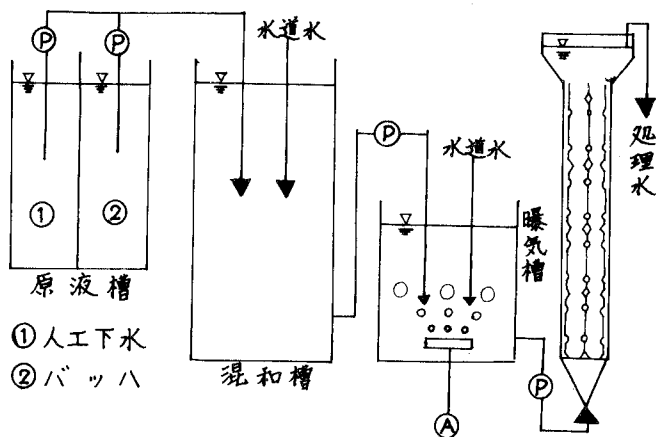


図-1 実験装置概略図

のサブシステムより構成される。充填層は高さ2.0 m, 内径100 mm, その上部に直径300 mm 深さ 300 mmの円すい形の沈殿部を持つ。充填層内には、プラスチック容器の底をくりぬいて2.0 mの高さまで充填している。原液として人工下水を調合した。(グルコース 77.58 g 塩化アンモニウム 14.83 g ペプトン 7.76 g 水 10 lの割合で) また緩衝溶液として (リン酸-カリウム 117.83 g 水酸化ナトリウム 19.70 g 水 10 lの割合) で調合した。

3. 測定項目および測定方法

測定項目は、 COD_{Mn} , アンモニア性窒素, 亜硝酸性窒素, 硝酸性窒素, リン酸イオン の5項目である。測定方法は、 COD_{Mn} (5分間煮沸過マンガン酸カリウム酸性法)³⁾, アンモニア性窒素 (フェノール次亜塩素酸法)⁴⁾, 亜硝酸・硝酸性窒素 (GR試薬法)³⁾, リン酸イオン (モリブデン青法)^{3,4)}, などである。なお、今回の試料水は重クロム酸カリウム法によるCOD値は、この COD_{Mn} 測定法の2倍強の値がでている。また試料水は、 COD_{Mn} の一部を除いて、メンブレンフィルタ0.45 μ で濾過したものをを用いた。

(1) 長期連続実験

ほぼ一定量の負荷を長期間にわたって与えた時の生物膜の付着状況や生物膜の働きと調べる事を目的として行なった (流量1.0 ~ 3.0 l/min)。

(2) 高濃度負荷を短時間に与えた場合の実験

高負荷を急激に与えたときに生物膜がどのようにそれを処理するかを調べることを目的として行なった。試料水は、0分, 10分, 20分, 30分, 40分, 90分, 150分, 240分, 360分, 540分の計10回試験を行なった。

4. 実験結果と考察

(1) 長期連続実験より

1年以上の連続実験を行なった。充填層内にはプラスチック容器の底部、上部をくりぬいてあるものを横に4個並べて配置し、縦に積み重ねて高さ2.0 mまで配置した (図-Ⅱ)。容器の外部、内部ともに、生物膜を付着させることが可能となり、生物膜の表面積を大きくする事ができるためである。pHは緩衝溶液により7.0前後に生物が活動しやすい状態にしておいた。処理結果から考察すると (図-Ⅳ) よりCODの除去率が低い原因としては、

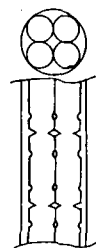


図-Ⅱ 充填層内図

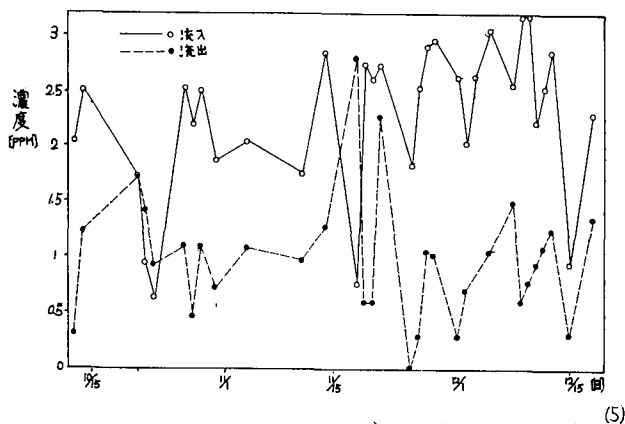


図-Ⅳ COD 経日変化 (昭和55年)

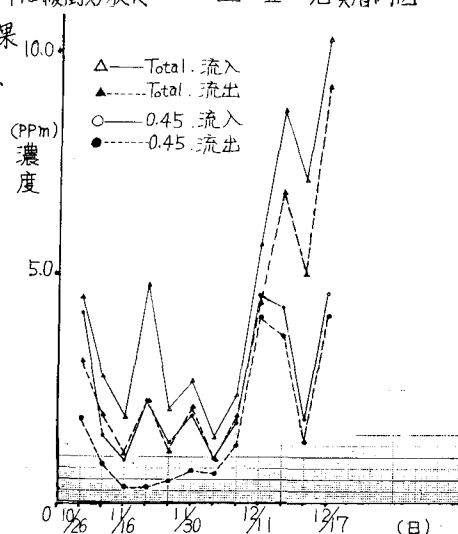


図-Ⅲ COD 経日変化

生物膜の剝離機能が低いことが考えられる。また昨年のデータ(図-V)と比較してみると、昨年の方がCODの除去率が高いようである。これは実験プラントを連続運転することにより充填層内の生物膜の剝離が、充分に行なわれないためであると考えられる。同様に、アンモニア性窒素の除去および硝化反応は低かった。(図-VI)なお、流入水の硝酸イオン濃度が高いのは、混和槽から充填層までの配管内に発生した生物膜による硝化作用ではないかと考えられる。さらに運転期間後半(56年12月)において濃度が上昇しているのは充填層における流量を少くしたためである。(3.0ℓ/分→1.0ℓ/分)。

(2)高濃度負荷を短時間に与えた場合

CODの結果(図-VII)より高濃度の液を注入した直後にピークが表れた。これは注入された高濃度溶液を生物膜が処理しきれないままに流出したと考えられる。充填層の滞留時間が約13分なのでこの時間を経過すると徐々に低下し、約90分後には、高負荷を与える前の長期連続運転時とほぼ同じ値になった。約240分後より再び増加に転じたのは蓄積物を代謝により体外放出が増加したものと考えられる。このことにより生物膜は急激な濃度負荷に対しては滞留時間の長短にもよるが、CODに関しては処理能力を起えたものと考えられる。リン酸イオン(図-VIII)はCODに比較して同濃度溶液を注入したにもかかわらずピークの時間帯が遅れたピークを経過した後はほぼ一定値になった。アンモニア性窒素(図-VIII)についてはCODやリン酸イオンと同様にピークを過ぎるとほぼ一定の値に落ち着いた。亜硝酸性窒素および硝酸性窒素については、ほぼ0に等しい値となった。これはアンモニア性窒素の減少がみられないためである。すなわち、硝化反応がほとんど生じないと考えられる。水温は平均11.5℃であった。出口での溶存酸素はつねに95%以上であった。

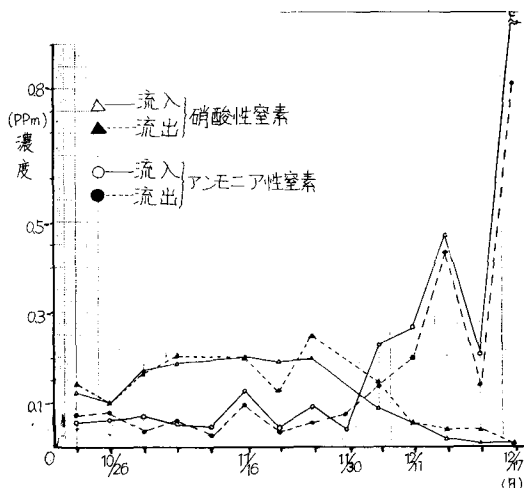


図-VI アンモニア性窒素、硝酸・亜硝酸性窒素

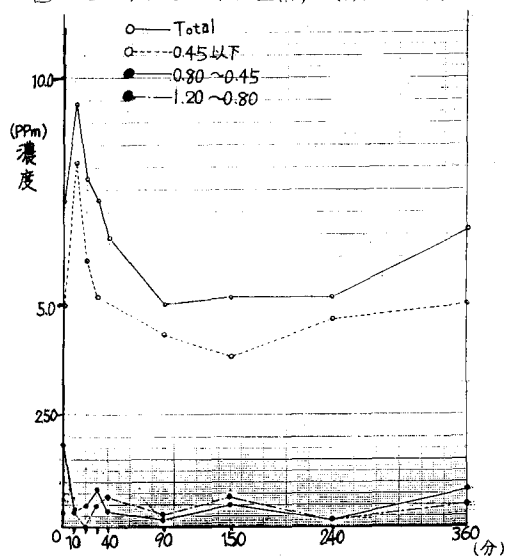


図-VII COD 経時変化

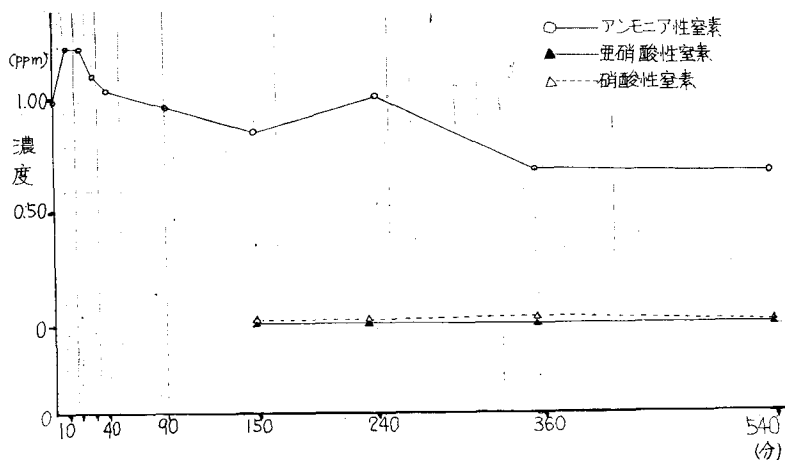


図-VIII アンモニア性窒素、硝酸・亜硝酸性窒素 経時変化

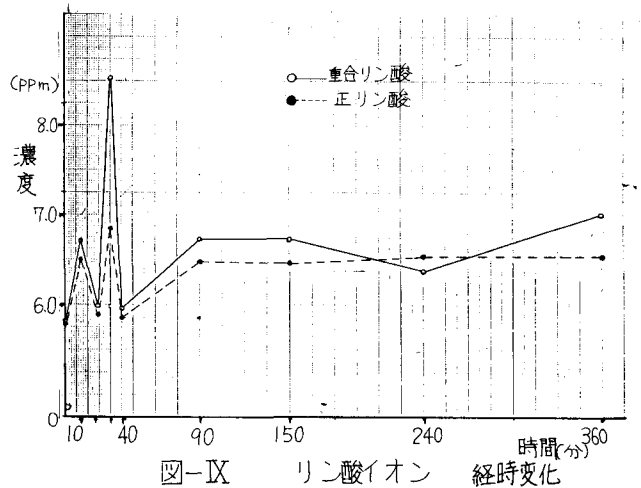
5. おわりに

本実験は昨年より継続しているプラントを使用し、連続運転期間が長期に渡っているため昨年のデータと比較検討することができた。

本実験の結果より生物膜の剥離が行なわれないと処理効率が落ちると考えられる。

今後の検討課題として充填層内の流速を速くし、過剰生物膜の剥離機能を高めることが必要であろう。しかし流速を速くするためには、処理効率の劣化を防ぎ、また接触時間の短縮を除くうえから処理水を再循環させる必要があるのではなかろうか。

また生物の着生面積を増加させることも考える必要もある。以上により、本プラントでの長期間連続実験を行った結果、生物膜の剥離機能の低下を除くためには、上向流方式よりも下向流方式または省エネルギーの点から充填層を斜めにするなどの方法で行なわれたい。



参考文献

- | | |
|-----------------------------------|------------------------------|
| (1)活性炭流動層による廃水処理 ; 用水と廃水 | 吉野喜士雄他 Vol18 No 5 1977 |
| (2)生物処理における水温および水温ショックの影響 ; 用水と廃水 | 内田信一郎他 Vol20 No 3 1979 |
| (3)日本分析化学会 北海道支部編 ; 水の分析 | 1976 |
| (4)日本下水道協会 ; 下水試験法 | 1974 |
| (5)流動層を用いた廃水処理に関する基礎的実験 | 寺口哲弘, 寺崎智鏡, 長尾昌幸
道工大 1981 |