

II-373

造粒沈澱・生物処理プロセスによる下水の高度処理（Ⅱ）有機物、窒素およびリン除去と操作条件との関係

北海道大学工学部 清水 達雄 丹保 憲仁

○ 須賀 雄一 工藤 憲三

月島機械㈱ 濱口 利男 中林 昭

1. はじめに

凝集剤を用いる嫌気性流動層プロセス（造粒塔）と好気性生物反応プロセスとを組み合わせた新しい下水処理システムによって、SS、COD、窒素およびリン成分が除去できることを明らかにしている。本研究では滞留時間、負荷変動および循環比などの操作条件が種々の汚濁物質除去に与える影響を明らかにするとともにどのような機構によって除去されるかを検討したので報告する。

2. 実験方法と実験装置

前報と同様のパイロットプラントを用い、滞留時間および循環量をステップワイズに変化させて各種汚濁物質の除去に関して検討した。負荷変動はインバーター制御により流量変動を与えることによって行った。

3. 実験結果

3-1 滞留時間および循環量と汚濁物質除去率との関係 表1に示すような汚濁物を含有する生下水を滞留

表1 流入下水の平均水質 (mg/l)

SS	tCOD _{Cr}	sCOD _{Cr}	tBOD	sBOD	TN	溶解性TN	NH ₄ ⁺ -N	NO ₃ ⁻ -N	TP
215.6	369.7	97.5	210.5	61.6	39.2	29.4	25.2	0.67	4.60

時間を種々変化させて連続処理を行った。図1は循環比（循環量／流入下水量）を3と一定にして、連続処理したときのプロセス全体に対する流入下水の滞留時間（造粒塔滞留時間と好気槽滞留時間の和）とSS、全COD_{Cr}および全リン除去率との関係を示している。いずれの成分も90～96%の高い除去率が得られた。滞留時間1時間以上ではSS成分は10mg/l、全COD_{Cr}は25mg/l（全BODでは15mg/l）、TPは0.3mg/l以下にまで除去され、高速度で良好な処理水が得られることが判った。図2は滞留時間と窒素除去率との関係を示したものである。滞留時間3時間以上では造粒塔での脱窒と好気槽での硝化がほぼ完全に行われ、全窒素除去率は75%前後であったが、3時間以下に短縮すると急激に窒素除去率が低下した。図3は滞留時間を4時間に設定して、造粒塔と好気槽間の循環比を変化させて、全窒素の除去について検討した結果を示している。パイロットプラントおよび実験室規模の装置（造粒塔および曝気槽の容積がそれぞれ15.7ℓ）のいずれにおいても、循環比が3以下では嫌気槽での脱窒と好気槽での硝化が完全に行われるとして得られる理論除去率（ $\eta = r / (r + 1)$ r ：循環比）と同じかそれ以上であった。しかし循環比が3以上では、造粒塔内の汚泥濃度が低下し、脱窒が不完全となり理論値よりも低い値となった。次に回分実験によって本処理プロセスの硝化および脱窒能について検討した。図4は水温と比硝化速度、図5に水温と比脱窒素速度との関係を示しているが、いずれの値も従来報告されている値よりも高い値であった。

3-2 汚濁物質除去に及ぼす負荷変動の影響 本処理プロセスは最

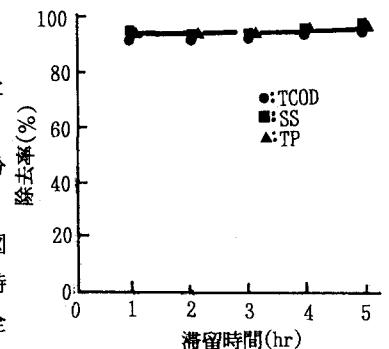


図1 SS, TCOD およびTP除去率

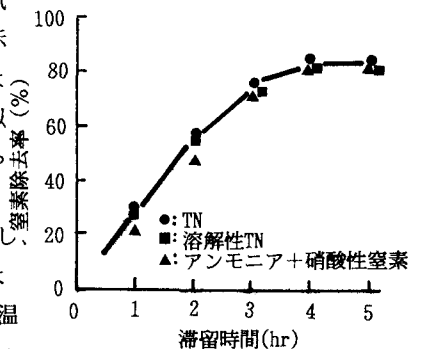


図2 滞留時間と窒素除去率との関係

初沈澱池を省略したプロセスであるから、流入下水の流量や水質変動を直接受けると考えられる。そこで創成川下水処理場の日変動のデータを参考にして、実際の負荷変動パターンに近づけるようにインパーター制御によってステップワイズに流量変動を与えた。ただし日平均滞留時間は4時間に設定した。図6は全COD_{Cr}濃度変化についての結果である。COD_{Cr}容積負荷は最小値の約0.5kg/m³・dayから最大約3kg/m³・dayの約6倍まで変動したが、造粒塔処理水のCOD_{Cr}濃度は約25mg/l、好気性処理後の最終処理水では約15mg/lまで処理されており、COD_{Cr}負荷変動の影響は受けなかった。他の汚濁成分についても同様の結果が得られ、負荷変動を与えても良好な処理水が得られた。

3-3 物質収支 本処理プロセスにおいて、滞留時間1時間以上では、流入下水中のSS成分およびリン成分の95%以上が造粒塔で凝集・造粒化され汚泥として除去され、残りが最終処理水として放流された。全COD_{Cr}については60%以上が造粒汚泥として除去され、造粒塔において12~13%が脱窒などの微生物作用によって除かれ、好気性処理プロセスにおいて約20%が分解された。窒素除去率が75%以上で処理されているときの全窒素（TN）収支を図7に示す。流入下水中のTNの約35%以上が造粒汚泥として除去され、さらに造粒塔において約45%が脱窒菌によって窒素ガスとして大気中に還元除去されることが明らかになった。このときの微生物によるCOD_{Cr}除去量と脱窒素量の比は3.2であった。

4. まとめ

本処理プロセスは全滞留時間を3時間以上にして運転すれば、SS、有機物、リンおよび窒素成分の同時除去が可能で

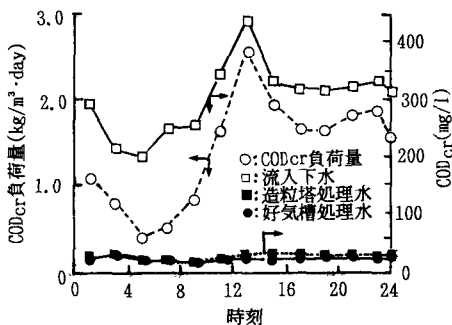


図6 負荷変動に対するTCOD_{Cr}濃度変化

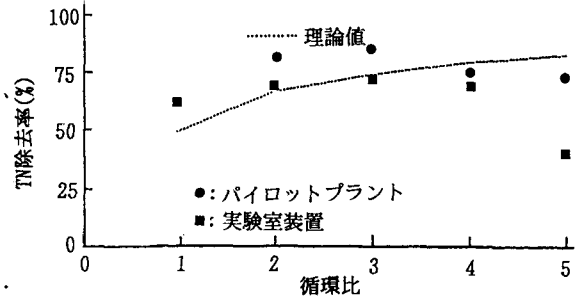


図3 循環比とTN除去率の関係

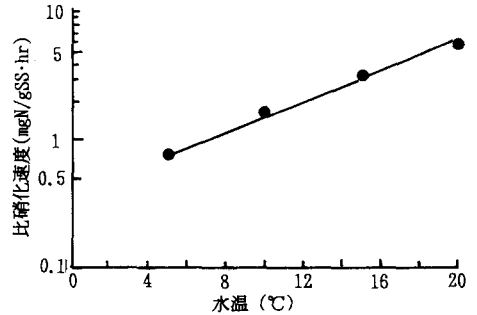


図4 水温と硝化速度の関係

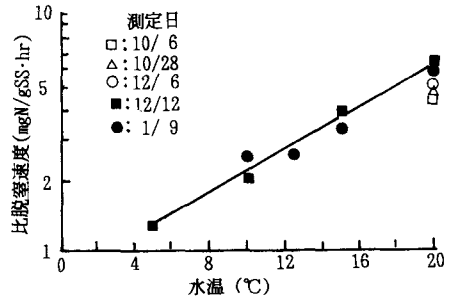


図5 水温と脱窒速度の関係

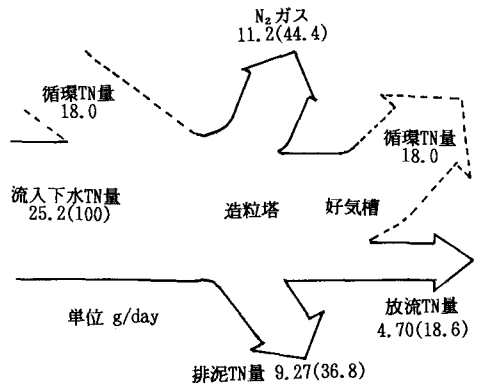


図7 窒素収支

あり、高速度・高度処理プロセスとして利用できる。また本処理プロセスにおける造粒塔はこれらの汚濁物質除去に極めて重要な役割を有していることが明らかになった。