

浸出水処理施設の機能評価および最適処理に関する研究

田所正晴
(環境工学部)

Note

Evaluation of performance and optimization of treatment in municipal landfill leachate treatment plants

Masaharu TADOKORO, Toshiro SAKURAI
(Environmental Engineering Division)

キーワード：最終処分場、浸出水、浸出水処理施設

1. はじめに

廃棄物の最終処分場における浸出水の性状は、埋立廃棄物の質、気象条件、埋立構造、埋立経過期間等種々の条件によって異なるため、水量・水質の変動幅が大きいということがその最大の特徴として挙げられる^{1) 2)}。このため、浸出水処理施設は一般の排水処理施設と違って、適正に運転管理することは非常に難しく、所定の処理機能が十分発揮されていない場合も見受けられる。しかし、こうした変動に対応できる適正な運転管理を行わなければ、所定の処理機能が発揮されず、安定した処理が継続できないばかりか、電気代や薬品代など維持管理コストも増大することになる。

また、最近の浸出水処理施設では、脱窒素、凝集分離、活性炭吸着など高度処理を行っている施設が多いが、それらの設備が適正に機能を発揮しているかどうかを詳細に機能調査したデータはなく、その実態も十分に把握されていない。

さらに、減容化のため最終処分場に処分される埋立廃棄物の大半が不燃物と焼却残渣となっており、熱灼減量の低下から残渣中の無機塩類(Ca, Cl等)が埋立地に高濃度に蓄積し、従来の浸出水処理施設では処理に支障を来す可能性もある^{2) 3)}。

したがって、今後はこうした問題に対応できる技術や管理が求められる方向にある。

そこで、浸出水処理施設が適正かつ経済的に運転管理されることを目的として施設の機能調査を行い、維持管理や運転方法の問題点・改善点等について知見が得られたので報告する。

2. 方法

2.1 調査対象施設

調査対象として、一般廃棄物最終処分場の浸出

水処理施設3カ所(A、B、C施設)を選定した。これらの処分場はいずれも焼却残渣を主体とした埋立地で、埋立開始後10年以上経過している。施設の処理能力および計画流入水質・目標処理水質は表1に示したとおりで、3施設とも同程度の処理能力(50~60m³/日)を有し、同程度の処理水質を設定している。処理フローも、生物処理(生物膜法)、凝集沈殿、砂ろ過、活性炭吸着の処理プロセスを組み合わせた一般的な方式で、いずれも生物学的硝化脱窒素法により窒素除去を行っている。いずれの施設も常駐管理(夜間は除く)されており、砂ろ過塔の洗浄や薬品調整なども自動化されている。

なお、各処理プロセスにおける反応槽の負荷条件や滞留時間などの設計仕様は、おおむね廃棄物最終処分場指針¹⁾の値に準じていた。

2.2 調査内容

機能調査は、聞き取り調査、現場調査および水質調査を行った。聞き取り調査では浸出水処理施設の流入水量または処理水量、処理工程、処理条件、運転方法、薬品使用量などを把握し、現場調査では浸出水処理施設の生物反応槽の環境状態を知るため、槽内の水温、酸化還元電位(ORP)、溶存酸素(DO)などを測定した。水質調査では、処理施設の処理機能を把握するため、浸出水および各処理工程における処理水をスポットで採取し、水質を測定した。調査回数は、原則として2回実施した。

2.3 採取試料の水質測定項目

採取試料は、pH、水温、BOD、COD、TOC、SS、窒素、リン、塩素イオン(Cl⁻)、

表 1 浸出水処理施設の概要

	A 処分場	B 処分場	C 処分場
処理能力(m ³ /日)	55	50	60
処理方式	生物処理(回転円板) ↓ 凝集沈殿処理 ↓ 砂ろ過処理 ↓ 活性炭吸着処理	生物処理(接触酸化) ↓ 凝集沈殿処理 ↓ 砂ろ過処理 ↓ 活性炭吸着処理	生物処理(回転円板) ↓ 凝集沈殿処理 ↓ 砂ろ過処理 ↓ 活性炭吸着処理
計画及び目標水質	原水 処理水 (除去率)	原水 処理水 (除去率)	原水 処理水 (除去率)
pH	5.8~8.6	7.9 → 5.8~8.6	5.8~8.6
BOD(mg/L)	400 → 5 \geq (98.8%)	350 → 10 \geq (97.1%)	400 → 10 \geq (97.5%)
COD(mg/L)	200 → 10 \geq (94.0%)	150 → 10 \geq (93.3%)	200 → 10 \geq (95.0%)
SS (mg/L)	200 → 5 \geq (97.5%)	300 → 10 \geq (96.7%)	200 → 10 \geq (95.0%)
T-N(mg/L)	120 → 6 \geq (95.0%)	150 → 10 \geq (93.3%)	120 → 6 \geq (95.0%)
NH ₄ -N(mg/L)	100 → 5 \geq (95.0%)	150 → 5 \geq (96.7%)	—
大腸菌群(個/mL)	3,000 \geq	—	—

注) 計画及び目標水質=計画流入水質(原水)及び目標処理水質(処理水)

電気伝導度(EC)等の水質項目を JIS K 0102¹⁹⁹⁷ に準じて測定した。

3. 結果および考察

3.1 A 浸出水処理施設

3.1.1 施設の運転状況

1) 流入水量

浸出水の流入水量は、第1回調査が25m³/日、第2回調査が10m³/日と、設計値の1/2~1/5以下と少なかった。特に冬期では0~5m³/日となる時期もあり、季節により流量変動が大きかった。

2) 受入貯留工程

浸出水はまず前処理の沈砂池で沈降物を除去し、第1 pH調整槽で硫酸により中和後、原水槽で流入水の質・量が均一化していた。

3) 生物処理工程

生物処理では、回転円板法による硝化脱窒を行っている。処理フローは図1に示したように、第1硝化槽、第2硝化槽、脱窒槽、再曝気槽、沈殿槽からなり、第1硝化槽では生物処理に不足しているリン酸とBOD源のグルコースを、脱窒槽では有機炭素源としてメタノールを、注入していた。第1、第2硝化槽の間にはpH調整槽を設け、第1硝化槽でアルカリ度が不足した場合にNaOHを添加している。再曝気槽では過剰のメタノールを除去する。なお、沈殿槽からは流入水量に関係なく上澄水を第1硝化槽へ24m³/日循環しており、10~25m³/日の流入水量では1.0~2.4倍量を循環していたことになる。

生物処理で使用される薬品量は、設計では第1

硝化槽へ流入BODの1/100量のリンを、脱窒槽にはメタノールをT-Nの2.5倍(一般にはBOD/N≒3)添加することになっていたが、実際には流入水のBODやT-Nに関係なく、流入水量25m³/日に対してリン酸を5.1mgP/L、グルコースを45mg/L、メタノールを40mg/L添加している。グルコースとメタノールは、1gがBOD量としてそれぞれ0.75g、0.77gに相当することから^{2) 3)}、この添加濃度はそれぞれBODとして34mg/L、31mg/Lになる。

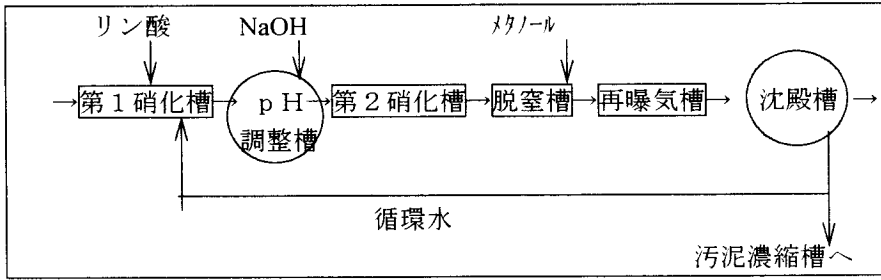
生物処理槽内の環境条件は、水温12.5℃のとき、DOが硝化槽で6.7~7.3mg/L、再曝気槽で5.5mg/Lと高かったが、硝化槽のORPは-52mVで、還元性状態にあった。脱窒槽は0mg/Lと嫌気性になっており、脱窒反応に良好な状態が保持されていた。

4) 凝集処理工程

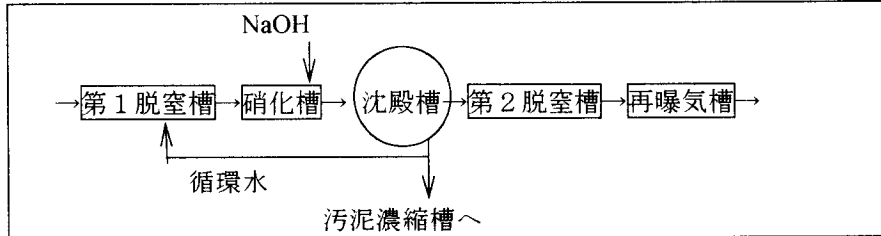
凝集処理におけるpH設定には、酸性(pH5~6)、中性(pH7~8)、アルカリ性(pH9~10)の3つの範囲があり、CODの効率的除去には酸性、重金属の除去にはアルカリ性範囲の凝集が適している²⁾。本施設では中性凝集沈殿法を採用しており、混合槽で凝集剤の塩化第二鉄を添加し急速攪拌してフロック形成を図り、凝集槽で凝集助剤のポリマーを添加して緩速攪拌し粗大フロック形成を図っている。凝集沈殿槽では粗大フロックの沈降分離を行い、中和槽で中和している。

薬品添加量は、流入水量25m³/日に対して塩化第二鉄を59mgFe/L、ポリマーを1.6mg/L添加していた。

(1) A施設



(2) B施設



(3) C施設

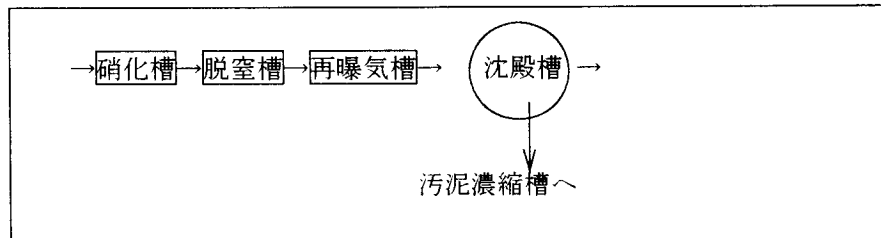


図1 浸出水処理施設の生物処理工程における処理フロー

5) 砂ろ過処理工程

砂ろ過処理では、1塔の砂ろ過塔で凝集処理水中の微細なSSを除去する。通水速度LVは、流入水量10~25m³/日 のとき20~50m³/m²・日となる。逆洗は処理水を使用し、自動逆洗装置により1回/日、10分間実施していた。逆洗排水は原水貯留槽へ返送されていた。

6) 活性炭吸着処理工程

活性炭吸着処理では、2塔の活性炭吸着塔で難生分解性有機物を除去する。流入水量 10~25m³/日のとき、通水速度LVは13~32m³/m²・日、空塔速度SVは0.14~0.36m³/m³・時と算出された。逆洗は砂ろ過処理と同様であるが、ろ過抵抗が上昇した場合に実施していた。活性炭の交換は8ヵ月毎行っていた。

3.1.2 浸出水と処理水の性状

1) 浸出水の水質

浸出水は、pHが6.4~6.6でやや酸性側にあった。処理対象水質項目であるBODは5 mg/L、COD10~14mg/L、SS17~20mg/L で、それぞれ計画流入水質の1/80、1/15~1/20、1/10と非常に低く、目標処理水質に近い値であった。TOCは15~21mg/Lであった。浸出水は水量も少ないため、有機物の流入負荷は著しく低いものと推測

された。

一方、T-Nは43~44mg/Lで計画値の3~4割あり、その多くがNH₄-Nであった。T-Pは不検出~0.66mg/Lと非常に低かった。したがって、BOD:N:P比は100:860~880:0~13となり、栄養バランス的には窒素が多く、BODが不足していた。このため、前述したように現場では硝化槽にリン酸とグルコースを添加しているので、実際の流入水質としてはBOD50mg/L、T-P5.1~5.7mg/Lとなり、BOD:N:Pは100:86~88:10~11と算出され、リンも過剰になっているものと推測された。

このほか、Cl⁻は13,200~16,200mg/Lで海水よりも高く、Na⁺とK⁺も5,800mg/L、3,000mg/Lと高かった。このためECも38,600~36,200μS/cm前後あった。

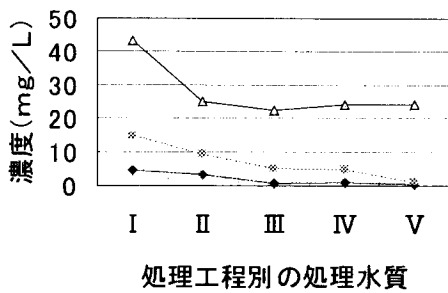
2) 各処理工程の水質

(1) 生物処理工程

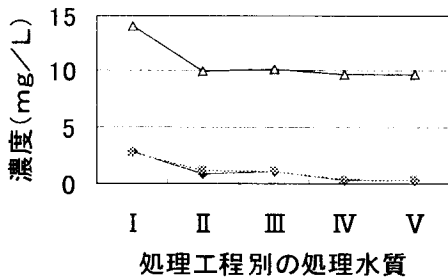
処理工程別の処理水質は図2に示したとおりである。

生物処理におけるBODは、硝化槽の段階で目標処理水質の5 mg/L以下まで除去された。脱窒槽では添加メタノールが残存し流入水よりも上昇した。ただし、再曝気槽では35~40%除去され、生物処理水は5.5~8.4mg/Lと計画流入水質並み

(1) A施設



(2) B施設



(3) C施設

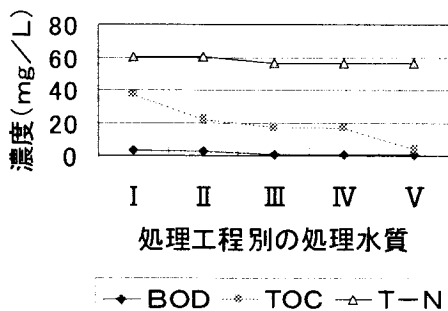


図2 処理工程別にみた処理水質の変化 (BOD、TOC、T-N)

(注) I: 浸出水、II: 生物処理水、III: 凝集処理水、IV: 砂ろ過処理水、V: 活性炭吸着処理水

かそれ近くまで低下した。TOCも同様の傾向を示した。

しかし、T-Nは除去率が42~48%と低く、23~25mg/Lも残存しており、その40~90%がNH₄-Nであった。硝化槽でのNH₄-N面積負荷(最大0.22g/m²・日)は低く、槽内DOも7 mg/L程度に保持されていたにもかかわらず硝化が完全に進行しなかったのは、多量のグルコース添加によりBOD酸化が優先して硝化まで至らなかったためと考えられる。硝化菌は自栄養性細菌であるため、浸出水の栄養バランスが悪いといっても、硝化槽へのグルコース添加は不要である

ここで、脱窒槽におけるBOD/NO_x-N比に

ついて、第1回の調査結果(浸出水量 10m³/日)をもとに、①現状のメタノール添加のみの場合、②第1硝化槽に添加していたグルコースをメタノールとともに脱窒槽に添加した場合、の2つのケースを算出してみる。

①の場合、浸出水からの流入T-N量 436g/日のうち、硝化槽の残存NO_x-N量 103g/日と、硝化槽での減少N量(硝化槽ではNO_x-Nとなったものと仮定) 158g/日の合計261g/日を脱窒槽流入NO_x-N量と考える。一方、BOD量は、硝化処理水中の残存BOD量42g/日と添加メタノールのBOD量308g/日(400g/日×0.77)の合計350g/日となる。したがって、BOD/NO_x-Nは1.34となり、有機炭素源の不足が明らかである。

これに対し、②の場合はグルコースのBOD量 450g/日(600g/日×0.75)が有機炭素源として追加されるから、BOD/NO_x-Nは3.07と適正な比になる。

こうしたことから、グルコースを添加するならば、硝化槽ではなく脱窒槽にすべきである。

なお、T-Pは第1硝化槽でリン酸を添加していたため、0.5mg/L程度残存することがあった。

(2) 凝集処理工程

凝集沈殿処理水のpHは8~9程度の範囲にあり、中性よりもアルカリ側で凝集されていた。BODは0.6~2.3mg/L(除去率73~82%)に、CODは5.4~6.9mg/L(除去率30~31%)、TOCは5.2~6.2mg/L(除去率33~45%)に低下したが、T-Pは生物処理水中にほとんど含まれていなかったため、除去効果は明らかでない。

このように、BOD、CODはこの段階で目標処理水質を満足し、T-Pもほとんど流入がないことから、凝集剤の添加量を大幅に削減することが可能と考えられた。

(3) 砂ろ過・活性炭処理工程

砂ろ過・活性炭処理水は、BODとTOCが2 mg/L以下、CODが6 mg/L以下とさらに低下した。特に、活性炭吸着では負荷が著しく小さかったこともあり、TOCで70~86%も除去され、仕上げ処理として有効であった。

3. 2 B浸出水処理施設

3. 2. 1 施設の運転状況

1) 流入水量

浸出水の流入水量は、処理能力の50m³/日に対し、年平均で31m³/日となっており、設計値の約6割とやや少なかった。流量変動はA施設ほど大きくなく、渇水期でも5~6m³/日あった。

2) 受入貯留工程

浸出水は沈砂池を通り、原水貯留槽を経た後、

流量調整槽で水質が均一化される。流入水量が $31\text{m}^3/\text{日}$ の場合、原水貯留槽で9.7日、流量調整槽で1.6日の滞留日数がある。なお、生物処理工程では間欠曝気運転を行っていたが、流量変動に十分対応できるように流量調整が適切に行われていた。

3) 生物処理工程

生物処理は、蜂の巣状の充填材（ハニーカム）を使用した接触曝気による硝化と嫌気濾床による脱窒を行っている。接触曝気は前述のように間欠曝気運転（曝気2時間：停止1時間）を行っている。

処理フローは図1に示したように、第1脱窒槽、硝化槽、沈殿槽、第2脱窒槽、再曝気槽からなる。脱窒槽にはリン酸やメタノールを添加していないが、硝化槽にはアルカリ度補充のため NaOH を添加している。

生物処理槽内のDO（水温 10°C ）は、硝化槽、再曝気槽とも曝気開始後10～30分でほぼ飽和濃度に達した。脱窒槽は嫌気性状態に保持されていた。

なお、沈殿槽からは処理水を第1脱窒槽へ $53\text{m}^3/\text{日}$ （流入水量 Q の1.7倍量）を循環していた。

4) 凝集処理工程

凝集処理は、中性凝集沈殿法（ $\text{pH}7\sim 8$ ）で、凝集剤としてPAC（塩基性ポリ塩化アルミニウム）を使用し、凝集助剤のポリマーは添加していなかった。PACの添加濃度は、流入水量 $31\text{m}^3/\text{日}$ に対し 88mg/L であった。凝集沈殿汚泥はタイマー設定で1回/日引抜かれ、汚泥貯留槽で余剰汚泥と混合される。汚泥貯留槽では空気攪拌を行い、脱水の前日に静置して濃縮する。汚泥の発生量は少なく、脱水の頻度は1回/月程度であった。

5) 砂ろ過処理工程

砂ろ過処理は、1塔の砂ろ過塔で行っており、LVは流入水量 $31\text{m}^3/\text{日}$ のとき約 $60\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{日}$ となる。逆洗は処理水を使用し、1回/日実施していた。逆洗排水は貯留槽へ返送される。

6) 活性炭吸着処理工程

活性炭吸着塔は3塔あり、流入水量 $31\text{m}^3/\text{日}$ のとき、SVは約 $0.41\text{m}^3/\text{m}^3\cdot\text{時}$ になる。逆洗の頻度は1回/日で、活性炭は毎年1回交換していた。

3.2.2 浸出水と処理水の性状

1) 浸出水の水質

浸出水の pH は $6.6\sim 6.7$ で計画流入水質値よりやや低かった。BODは $2.8\sim 3.6\text{mg/L}$ 、COD $6.0\sim 9.1\text{mg/L}$ 、SS $19\sim 23\text{mg/L}$ 、T-Nは $9.4\sim 14\text{mg/L}$ で、それぞれ計画値の約 $1/100$ 、 $1/20$ 、 $1/15$ 、 $1/15$ と非常に低く、BODとCODは目標処理水質以下であった。TOCも $2.7\sim 4.6\text{mg/L}$ で処理

水質並みであった。流入水量も約60%と少ないことから、流入負荷は水質の計画値よりもさらに低くなる。

T-Nは、 $\text{NO}_x\text{-N}$ が $49\sim 54\%$ （ $5.09\sim 6.86\text{mg/L}$ ）と約半分も占めているのが特徴で、 $\text{NH}_4\text{-N}$ は $10\sim 30\%$ にすぎなかった。T-Pは不検出のため、BOD:N:P比は $100:260\sim 500:0$ となり、BODが不足していたが、生物処理工程ではメタノールもリン酸も無添加である。

このほか、 Cl^- は $6,700\sim 8,500\text{mg/L}$ と高く、 Na^+ と K^+ はそれぞれ $2,100\text{mg/L}$ 、 $1,400\text{mg/L}$ であった。ECは $16,000\sim 16,600\mu\text{S/cm}$ であった。

2) 各処理工程の水質

(1) 生物処理工程

第2回の調査における処理工程別の処理水質を図2に示した。

生物処理水は、BODが $0.9\sim 3.3\text{mg/L}$ （除去率 $8\sim 68\%$ ）、TOCも $1.2\sim 2.1\text{mg/L}$ （除去率 $54\sim 56\%$ ）に低下していた。

T-Nは $9.9\sim 10.0\text{mg/L}$ で、除去率が $0\sim 29\%$ と低かった。T-Nの内訳は $\text{NO}_x\text{-N}$ が約 80% （ $7.78\sim 8.32\text{mg/L}$ ）も占めていた。すなわち、硝化は進行しているが、有機炭素源が不足し脱窒が不十分だったものと推測される。

例えば、第1回の調査（浸出水量 $31\text{m}^3/\text{日}$ ）における浸出水のBOD/Nは 0.38 であるから、適正なBOD/Nを3とすると、必要BOD量は 874g/日 となる。したがって、不足BOD量は 763g/日 で、これをメタノール量に換算すると 990g/日 が必要ということになる。

なお、T-Pは不検出であったが、生物処理には適正なリンの添加も必要であり、今後検討する必要がある。

(2) 凝集処理工程

凝集処理水の pH は $6.8\sim 7.5$ とほぼ中性範囲にあった。T-Pは処理前から含まれておらず、除去効果は明らかでないが、BODは $1.1\sim 2.4\text{mg/L}$ （除去率 $0\sim 27\%$ ）に、CODは $3.8\sim 5.2\text{mg/L}$ （除去率 $14\sim 25\%$ ）、TOCは $1.1\sim 1.9\text{mg/L}$ （除去率 $8.3\sim 9.5\%$ ）に低下した。

なお、このようにCODが低くリンも含まれていないような流入水については、薬品費や汚泥処理費などからその費用対効果を考えると、凝集処理そのものの必要性について再検討が必要と思われる。

(3) 砂ろ過・活性炭処理工程

砂ろ過・活性炭処理では、流入水の有機物濃度が低く負荷が著しく小さかったせいもあるが、処理水のBODは $0.3\sim 2.1\text{mg/L}$ 、CODは $3.0\sim 4.7\text{mg/L}$ と、目標処理水質を十分満足し、TOCも 0.3

～0.7mg/L（除去率63～73%）に低下するなど、仕上げ処理に有効であった。

3.3 C 浸出水処理施設

3.3.1 施設の運転状況

1) 流入水量

浸出水の流入水量は、降雨量の少ない冬期を除けば通常50～60m³/日で変動は小さく、処理能力（60m³/日）に近い量であった。

2) 受入貯留工程

浸出水は沈砂池、揚水槽、原水貯留槽、計量槽、pH調整槽を経て、生物処理槽に送液される。

3) 生物処理工程

生物処理では、回転円板による硝化脱窒を行っている。処理フローは図1のとおりで、硝化槽（第1回転円板槽）、脱窒槽（第2回転円板槽）、再曝気槽（第3回転円板槽）、沈殿槽からなる。リン酸やメタノールの添加はなく、硝化液等の循環も行っていなかった。

4) 凝集処理工程

凝集沈殿処理では、pHを中性に調整後、混合槽と凝集槽で硫酸バンドとポリマーを注入している。添加濃度は、流入水量50m³/日に対しそれぞれ28mg/L、1mg/Lであった。凝集沈殿槽では汚泥を沈降分離後、中和槽で中和していた。汚泥は汚泥貯留槽へ送られる。なお、重金属除去のためのキレート凝集剤は無添加であった。

5) 砂ろ過処理工程

砂ろ過処理では、処理水を使用して1回/日砂ろ過塔の逆洗を実施し、逆洗排水は原水貯留槽へ送られていた。LVは、流入水量50m³/日のおよそ90m³/m²・日となる。

6) 活性炭吸着処理工程

活性炭吸着処理でも、吸着塔の逆洗を2回/月程度実施し、活性炭は2回/年交換していた。

3.3.2 浸出水と処理水の性状

1) 浸出水の水質

浸出水の水質は、pH8.0でアルカリ性であった。BODは3.6mg/L、COD50mg/L、SS14mg/L、T-N60.2mg/Lで、それぞれ計画値のおおよそ1/100、1/4、1/15、1/2であった。BODはすでに目標処理水質に達していたが、CODと同様にTOCも36.5mg/Lと高かった。また、流入水量も通常で処理能力の80～100%と多いことから、他の処理施設よりも流入負荷が高いものと推測される。

T-Nの内訳は、NH₄-Nが52%、NO_x-Nが35%で、NO_x-NのほとんどがNO₃-Nであった。

T-Pは不検出のため、BOD:N:P比は100:1,670:0、BOD/Nが0.06となり、生物処理にはBODとPが不足している。しかし、生物処理工程ではメタノールもリン酸も添加していない。

なお、C1⁻は3,600mg/Lと高く、ECはその約2.5倍の8,900μS/cmであった。Na⁺は1,300mg/L、K⁺は2,300mg/Lであった。

2) 各処理工程の水質

(1) 生物処理工程

処理工程別の処理水質は図2のとおりで、生物処理ではBODが2.7mg/L（除去率25%）、TOCも21.9mg/L（除去率40%）に低下した。

T-Nは60.6mg/Lで、全く除去されなかったが、その内訳はNO_x-Nが93%も占めていた。このように硝化は十分進行していたことから、脱窒が不十分だったのは有機炭素源の不足によるものと考えられる。浸出水のBOD/Nは0.06であるから、適正なBOD/Nを3とすると、浸出水量50m³/日における必要BOD量は9,030g/日となる。したがって、BODの不足量は8,850g/日となり、これをメタノール量に換算すると11,500g/日となる。

なお、T-Pは流入水と同様に不検出であった。

(2) 凝集処理工程

凝集処理処理水は、pHが7.5とほぼ中性で、BODは0.9mg/L（除去率67%）、CODは23mg/L（除去率28%）、TOCは17.3mg/L（除去率21%）に低下した。

(3) 砂ろ過・活性炭処理工程

砂ろ過・活性炭処理の処理水は、BOD0.6mg/L（除去率32%）、TOC4.2mg/L（除去率76%）に低下するなど、仕上げ処理として有効であった。ただし、CODは12mg/L（除去率48%）で、目標処理水質の10mg/Lをわずかに上回った。この対策としては、浸出水の性状に適した活性炭を選定し直すことはもちろん、凝集処理における最適な処理条件を再検討することなどが考えられる。このほか、NO₃-Nが微量ではあるが活性炭吸着塔内で増加しCOD値を高めていたことから、脱窒処理を十分行うことも重要と思われた。

3.4 対象施設の運転状況と処理機能の比較

1) 計画流入水質からみた浸出水の特性

調査対象とした浸出水処理施設の処分場は、いずれも埋立廃棄物の大半が焼却残渣と不燃物であるため、浸出水のBODは低いのが特徴である。実際、表2に示したように、浸出水のBODはい

表2 対象施設の浸出水の特性

	A施設	B施設	C施設
pH	6.5~7.0	6.5~7.0	8.0
BOD (mg/L)	5>	5>	5>
COD (mg/L)	10>	10>	50
SS (mg/L)	20>	20>	20>
T-N (mg/L)	40<	15>	60
NO ₃ -N (mg/L)	1<	5	20
T-P (mg/L)	ND	ND	ND
Cl (mg/L)	16,000	8,500	3,600

注) ND = 不検出

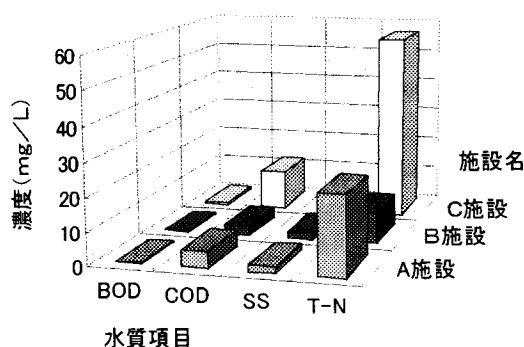


図3 対象処理施設の放流水質

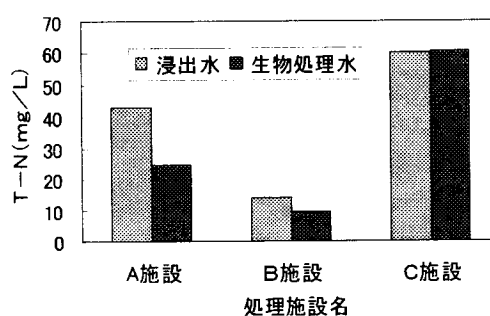


図4 浸出水と生物処理水のT-N

ずれも計画流入水質の約1/100と低いのが特徴であった。また、焼却残渣主体の浸出水は高塩濃度かつ高pHであることも特徴の一つであるが、pHについてはC施設が8.0と高かっただけで、AおよびB施設は6.5付近と低かった。

2) 目標処理水質からみた放流水質の特性

3施設の放流水質を図3に示した。いずれの施設もBODとSSは目標処理水質を大幅に下回っているが、窒素除去効率が低いのが特徴である。特に、A施設とC施設は窒素の目標処理水質を超過し、B施設もかろうじて下回った状態にあった。C施設はCODもわずかに超過しており、凝集処理効率の影響だけでなく、NO₃-Nの影響もわずかに受けていた。

したがって、目標処理水質を達成するためには、生物処理工程における硝化脱窒処理が適正に実施されるよう運転管理することが重要と考えられた。

3) 生物処理工程の運転状況と処理機能

各施設とも生物処理工程では脱窒処理が行われていたが、図4から明らかなように窒素除去率は低く(0~48%)、目標処理水質が未達成か、かろうじて達成された状況であった。

この理由を、図5に示した生物処理水中に残存

した形態別窒素の割合や、表3の運転状況などから考えると、A施設では脱窒槽に有機炭素源を少量添加していたため42~48%脱窒されたが、硝化槽にBOD源としてグルコースを多量に添加したためBOD酸化が優先して硝化が不十分になったこと、BおよびC施設では硝化が十分進行していたが、有機炭素源が無添加のため脱窒されなかったこと、が主原因になっているものと推測された。

したがって、運転方法を改善し、硝化工程のBOD負荷や酸化状態、脱窒工程の有機炭素源添加量や還元状態などを適正に保持することにより、窒素除去機能の向上が可能と思われた。

4) 凝集処理工程

凝集処理では、3施設とも異なった凝集剤が使用され、添加濃度などの処理条件も設計値とは違っていたが、その根拠が明確でないため、凝集剤の最適な量や種類をピーカーテストなどで確認しておくことが必要と考えられた。また、浸出水の多くはリンが不検出でCODも目標処理水質に近いものがあることから、浸出水の性状によっては凝集処理そのものを見直すことも必要と思われた。

5) 砂ろ過・活性炭吸着処理工程

活性炭処理工程は、適正に管理されており、良

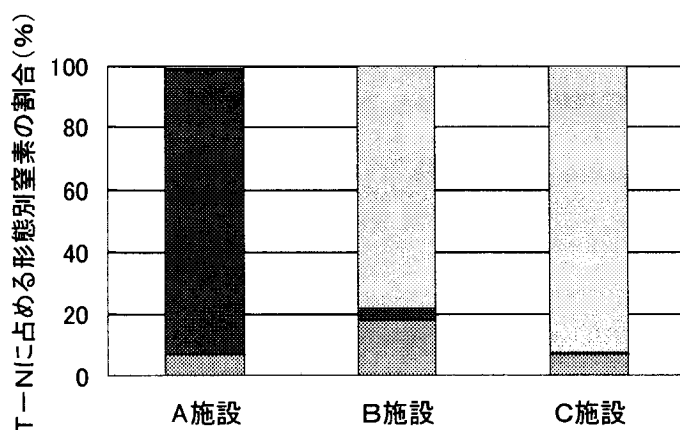


図5 生物処理水のT-Nに占める形態別窒素の割合

■ Org-N ■ NH4-N □ NO2-N □ NO3-N

表3 各施設の脱窒プロセスの運転条件

項目	A施設	B施設	C施設
窒素除去方式	硝化脱窒法	硝化液循環法 (間欠曝気)	硝化脱窒法
運転条件			
処理水量(m ³ /日)	10~25	31	50
循環水量(m ³ /日)	24	53	0
循環比	1Q~2.4Q	1.7Q	—
間欠サイクル(曝気:停止)	—	2時間:1時間	—
有機炭素源	メタノール	無添加	無添加
BOD/N比	1.34	0.38	0.06
槽内環境条件			
硝化槽DO(mg/L)	6.7~7.3	≥8.8	6.2
脱窒槽DO(mg/L)	0	0	0

注) Q = 処理水量

好な処理水が得られていたが、使用活性炭の選定や交換時期などについて検討する余地が認められた。

4. まとめ

一般廃棄物最終処分場の浸出水処理施設3施設の機能調査を行い評価・解析した結果、以下の知見が得られた。

(1) 焼却残渣を主体とした処分場の浸出水は、BODが3~5mg/Lと非常に低いが、窒素が10~60mg/Lと比較的高いのが特徴であった。

(2) 3施設とも脱窒プロセスが組み込まれていたが、効率が低く目標水質が達成されていなかった。これは、硝化槽にBOD源を過剰添加したため硝化が進行しなかったことや、硝化が進行していても有機炭素源が不足していたことが原因であった。このため、硝化槽の負荷条件や脱窒槽の有機炭素源量の適正化が重要と考えられた。

(3) 凝集処理では、最適なpHや凝集剤添加量

の確認が必要と思われた。ただし、リンが不検出でCODも低い浸出水が多いことから、その性状によっては凝集処理工程そのものを見直すことも必要と思われた。

(4) 砂ろ過・活性炭処理では、充填材の逆洗や交換が適正に実施され、CODやTOCが良好に除去されていたことから、仕上げ処理として有効であった。

参考文献

- 1) 厚生省水道環境部監修：廃棄物最終処分場指針解説、(社)全国都市清掃会議、183~185(1989)
- 2) (財)日本環境衛生センター：一般廃棄物最終処分場、(財)日本環境衛生センター(1997)
- 3) 廃棄物学会編：廃棄物ハンドブック、オーム社、387~388(1996)