報 文

し尿処理場の週休運転方式

—低希釈二段活性汚泥処理方式を中心に—

大 幸 一 彦*・岩 本 日出男*・安 田 弘*

1. はじめに

現在し尿処理場の多くが、搬入量や濃度が当初の計画を下回り、処理能力より相当低い負荷で運転されている。この理由としては、下水道の整備、人口の減少・伸び悩み、単独浄化槽の普及などが考えられる。

これらの施設では、貯留槽をクッションタンクとして、均等な負荷になるように調整し、連続投入による運転を行っている。この場合、ブロワー等の電力費は全量負荷運転とほぼ同じだけかかるため、処理量当りのランニングコストは割高になってしまう。

この様な中で、全国各地のし尿処理場での長年にわたる受託管理の経験に基づいて、ランニングコストの低減と省力化に着目した、新しい発想による運転方法として週休運転方式の考え方が生まれた。

以下に、週休運転方式の考え方、派生する問題点の検討、適用条件、効果について述べると共に、当社での実施例を紹介する。

2. 週休運転方式の考え方

一般に、し尿処理場では図-1のように、し尿は月～土曜日に搬入され、日曜日は搬入されていない。これを、従来の運転方式では図-2の様に、月～日曜日の間にし尿を均等量に振り分け、生物処理工程へ連続投入している。これは、微生物に対して出来るだけ負荷変動を与えず、一定の状態で管理するという考え方である。搬入量、基質の負荷が高い場合、均等連続投入は非常に大切な管理要素である。しかし、搬入量が少なく、基質の性状が薄い場合では、処理能力には余裕があるが、処理量当りのランニングコスト（特に電力費）が高くなるという問題が出てくる。

これに対し、週休運転方式では、搬入状況が低負荷

の場合、生物処理以降の運転において図-3の様に、平日は処理能力付近まで負荷を高めて運転し、週末の1～3日間は装置の運転を停止する。

図-1 一般的な搬入パターン

図-2 従来の投入パターン

図-3 週休運転方式に於ける投入パターン

* 栗田水処理管理 株式会社 Kazuhiko TAIKO,
Hideo IWAMOTO, Hiroshi YASUDA

3. 問題点の検討

3.1 負荷変動と活性汚泥

週休運転方式を適用した場合、間欠運転により生物処理機能が低下するのではないかと懸念が当然出てくる。そこで、実機テストの前に実験室規模の回分処理テストを行い、機能の低下の有無を確認した。

ここでは、低希釈二段活性汚泥処理において特に重要と考えられる、硝化・脱窒についての実験室規模のテストと実機テストの結果を簡単に紹介する。

<実験室規模のテスト>

(1) 脱窒テスト

①実験方法（図-4参照）

- ・図-4の2ℓ三角フラスコに、良好な処理機能を発揮しているB処理場第二攪拌槽の活性汚泥を、④サンプリング直後、⑤25℃で24時間放置後、⑥25℃で48時間放置後の3種類についてそれぞれ2ℓ採取する。
- ・④、⑤、⑥それぞれについて、BOD 400mg/ℓ、N O_3 -N 80mg/ℓとなるように、し尿と KNO_3 を添付する。
- ・図-4の装置内を窒素ガスで置換後、マグネティックスターラで攪拌する。
- ・各時間毎にサンプリングし、残留 NO_3 -Nを測定する。

②実験結果（図-5参照）

放置後の汚泥に活性低下が認められたが、攪拌開始後5時間で④、⑤、⑥共に、残留 NO_3 -Nはほぼ同じ値となった。

③考察

実装置における攪拌時間は、第一攪拌槽で16時間以上、第二攪拌槽で12時間以上とされており、実験結果の5時間と比較して十分な攪拌時間が取れるため、脱窒処理については、48時間停止する間欠運転は可能と判断した。

(2) 硝化テスト

図-4 脱窒テストフロー

図-5 脱窒テストに於ける NO_3 -N濃度の経時変化

図-6 硝化テストフロー

①実験方法（図-6参照）

- ・図-6の簡易曝気槽に、良好な処理機能を発揮しているB処理場第二曝気槽の活性汚泥を、④サンプリング直後、⑤25℃で24時間放置後、⑥48時間放置後、の3種類についてそれぞれ5ℓ採取する。
- ・④、⑤、⑥それぞれについて、 NH_4 -N 80mg/ℓとなるように NH_4Cl を添加する。
- ・エアープンプを使い十分に曝気する。
- ・各時間毎にサンプリングし、 NO_3 -Nを測定する。

②実験結果（図-7参照）

⑤、⑥共に、放置による活性の低下はほとんど認められなかった。

③考察

硝化処理についても48時間停止する間欠運転は可能であると判断した。

<実機テスト>

実験室において良好な結果が得られたので、次に実装置におけるテストをB処理場で行なった。

テスト期間 昭和59年7月～10月

図-7 硝化テストに於ける $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の経時変化

テスト場所 高知県B処理場

処理能力 62kl/日

処理方式 低希釈二段活性汚泥処理方式+加圧浮上+砂汙過 (オゾン脱色は停止中)

(1) 実験方法

毎週日曜日を中心とした週休運転を、24～96時間休止の4段階について行ない処理機能を確認した。

次に、24時間毎の隔日停止運転を20日間行ない処理機能を確認した。

このテスト時の投入量は、60～70kl/日であった。

(2) 実験結果 (表1参照)

こゝでは実験期間中の放流水水質を紹介するが、色度を除き、全ての項目で保証値を満足している。

但し、処理工程毎に見た時、96時間停止後と隔日運転時に、沈澱槽越流水の $\text{NO}_3\text{-N}$ が高くなり、脱窒機能の低下が確認された。

(3) 考察

実装置における運転のため、週休運転方式では投入量の増加により、テスト前と比較して希釈倍率の低下、

表1 実機テスト放流水質比較 (平均)

運転方式 分析項目	テスト前 (S 59.4～7月)	休日停止運転 (S 59.8～9月)	隔日停止運転 (S 59.10月)	設計保証値 (10倍希釈)
PH	6.6	6.4	6.8	5.7～8.6
SS mg/ℓ	5以下	5以下	5以下	10以下
COD mg/ℓ	14.2	14.3	12.1	20以下
BOD mg/ℓ	0.7	0.7	1.2	10以下
T-P mg/ℓ	0.2	0.4	0.4	1以下
T-N mg/ℓ	5.9	6.2	7.0	10以下
色度	62	85	55	30以下

○PHを除く値は10倍希釈換算値である。
○従来よりオゾン脱色は停止中

表2 臭気濃度測定結果 (3点比較式臭袋法による)

測定		全停止時	フロー立上げ 15分後	フロー立上げ 2時間後
S59年10月4日	処理棟内	55 (17)	131 (21)	
測定	敷地境界		10以下(10以下)	10以下(10以下)

○ ( ) 内は臭気指数

各槽滞留時間の減少等を来たすためテスト条件を統一出来なかった。このため、沈澱槽越流水質は若干高くなったが、週休運転方式によって設計値を越える項目はなかった。(但し、隔日停止運転時のBOD, SS, T-N, T-Pの一部では設計値を越えた。)

装置の停止日数は一応3日間(72時間)が限度と考えられる。しかし、B処理場ではその後実運転で96時間停止を行ない、良好な結果が得られており、活性汚泥が週休運転方式に順次馴養していく可能性も考えられる。

3.2 臭気

運転停止時は、曝気・攪拌を停止するため、臭気の発生は少ない。しかし運転再開時の臭気に対する恐れがあり、三点比較臭袋法により臭気分析を実施したが、特に問題はない事が確認された。(表2参照)

しかし、週休運転方式の適用に際しては、施設の立地条件、脱臭方法等の十分な事前調査を行なうと共に、脱臭装置廻りの改造を必要とする場合も生じる。

3.3 運転停止、始動操作

休止前後に停止、始動する機器は、今迄の運転管理ではほとんど発停操作は行なわれなかった機器であり、その数も多い。このため作業が繁雑になると共に誤操作による事故や、バルブの開け忘れ、締め忘れ等の可能性が生じないとは断言出来ない。この場合、設備・処理機能・臭気等に多大な悪影響を与える。

この対策として、週休運転方式の実施に当っては、近年急速に普及して来ているパソコンを使い、あらかじめ入力しておいた処理フローや操作ガイダンスのプログラムに従って装置を発停させ、それ等の過程を画面で確認するといった配慮が望ましい。

もっとも、小規模なし尿処理場で習熟した小数の技術者によって運転管理が行なわれている場合には、マニュアルによる発停操作も可能であろう。

3.4 散気装置

装置停止時に散気管や散気筒内に槽内混合液が逆流し、目詰りや閉塞を起こす懸念がある。

従って、このシステムの適用に際しては、目詰りの少ない散気装置を用いる必要があり、このため当社で

写真-1 フレキシブルチューブディフューザー

は、散気管にフレキシブルチューブディフューザーを用いている。これを写真1に示す。

3.5 停止期間中のH₂Sの発生

実装置テストでは、運転停止後約24時間でH₂Sが発生し始め、48時間以上の停止を行なった場合、装置の再開時に高濃度(約100mg/ℓ)のH₂Sが槽から一時的に排出された。この問題には、排気ファンの運転、脱臭装置の改造で対処することが出来た。

4. 適用条件

3.で述べた問題点の検討結果と運転実績から、週休運転方式適用の条件として、次の事項が考えられる。

1) 投入負荷が計画負荷に比して70%以下と低負荷であること。

2) 装置停止日の搬入し尿等を貯留するための受入槽、貯留槽などの容量に余裕がある。

3) 今後の収集量や水洗化動向を十分把握して負荷量の増大を来たす恐れのないことの確認。

4) 散気装置の日詰り対策や脱臭装置の改造など、必要な部分改造を実施する。

5) 稼動日は、処理能力一杯での運転となるため、それなりの配慮が必要であり、水質分析も放流水を月一度分析するといった程度でなく、管理体制を整備する。

6) 3.3で述べたように、パソコンの指示に従った計画的で慎重な運転が望ましい。

5. 週休運転方式の実施例

実施例として、当社の管理する施設の中で好気性消化処理方式と低希釈二段活性汚泥処理方式のそれぞれ適用例がある。いずれも多大な効果を上げており、その内容を紹介するが、このうちB処理場は先にのべた実装置テストを行なった施設であり、その後、実際の運転に適用し現在に至っている。

5.1 施設の概要

・香川県A処理場

処理方式 好気性消化処理+凝集分離+砂汙過

処理能力 30kl/日

特記事項 オゾン脱色装置停止中・海水稀釈

・高知県B処理場

処理方式 低希釈二段活性汚泥処理+凝集分離+砂汙過

処理能力 62kl/日

特記事項 オゾン脱色装置停止中

5.2 運転実績

表3,4にA, B処理場の週休運転方式適用前後の搬入量、投入量と管理経費の比較を示す。

(注-1) A処理場では適用にあたり、曝気ブロウの容量変更(45kw→26.4kw)を行なった。

(注-2) B処理場では、硝酸化ブロウ(55kw)の運転台数が1台から2台に増えた。しかし攪拌ブロウ(22kw)は停止し、配管を改造し

表3 A処理場に於ける管理経費の比較

項 目		運転方法 単 位	従来（連続運転） （S60.4～S61.3）	週休運転方式 （S61.4～S62.3）
搬入投入	搬入量／処理能力	%	51	52
	浄化槽汚泥比率	%	31	29
	フロー停止日数	日／月	0	11
	稼動投入量／処理能力	%	51	77～87
電 気 使 用 量		KWH／ <i>kl</i> 比率	（100）	（50）
管理 経 費	電 力 料 金	円／ <i>kl</i> 比率＊	（100）	（52）
	薬 品 ・ 水 道 費	円／ <i>kl</i> 比率＊	（100）	（88）
	総 額	円／ <i>kl</i> 比率＊	（100）	（63）
備 考		オゾンナイザー停止中（以後同じ）	ブロー容量変更	

*経費については、S60.10月時の単価として計算し、搬入し尿1kl当りの値を60年度を100として表わしている。

表4 B処理場に於ける管理経費の比較

運 転 方 法 項 目 単 位		従来(連続運転)	週 休 運 転 方 式	
		(S58.7 ~ S59.6)	(S60.4 ~ S61.3)	(S61.4 ~ S61.12)
搬入投入	搬入量／処理能力 %	52	56	62
	浄化槽汚泥比率 %	16	21	16
	フロー停止日数 日／月	0	16	17
	稼動投入量／処理能力 %	52	135	152
電 気 使 用 量 KWH／㎏ 比率		(100)	(57)	(46)
管 理 経 費	電 力 料 金 円／㎏ 比率 *	(100)	(63)	(54)
	薬品・水道費 円／㎏ 比率 *	(100)	(90)	(83)
	総 額 円／㎏ 比率 *	(100)	(75)	(66)
備 考		オゾナイザー停止中(以後同じ)		

*経費については、比較のため全てS59.10月時の単価として計算し搬入し尿1kl当りの値を(S58.10~S59.3の平均を100として)表わしている。

で硝酸化ブロウから攪拌用に空気を引用した。

結果は、A、B処理場共に、46～48%の大巾な電力費の節減が実現した。全体の管理経費においても34～37%の節減となっている。

なお、し尿の受入業務は週休運転方式導入前と同様に、土曜日午前中まで行なっている。

5.3 放流水水質

表5は、B処理場の放流水水質を週休運転方式の実施前後についてまとめたものである。放流水水質は実施後も設計保証値を十分に満足している。

5.4 汚泥処理

週休運転方式の適用後も、脱水助剤の使用量、脱水汚泥の含水率、SSの回収率等に目立った変化はない。

表5 放流水質比較 (平均)

分析項目 運転方式	PH	T-P mg/ℓ	COD mg/ℓ	BOD mg/ℓ	T-N mg/ℓ	色度 (度)	SS mg/ℓ
従来の連続運転 (S59.4～7月)	6.6	0.2	14.2	0.7	5.9	62	5以下
週休 運転 (S59.10～3月)	6.8	0.4	15.3	1.7	6.7	56	5以下
設計保証値 (10倍希釈)	5.8 ～8.6	1以下	20以下	10以下	10以下	30以下	10以下

●PHを除く値は10倍希釈換算値である。

●試料数はBOD、T-N4回/月、その他8～10回/月である。

●従来よりオゾン脱色は停止されている。

6. 週休運転方式の効果

週休運転方式の採用による効果をまとめると、

- ① 電力費の大巾な節減が図れる。
- ② 装置の停止日における宿日直を廃止することが可能となり、管理面での負担が軽減されると共に、経費の削減が出来る。
- ③ 機器類の点検、補修等の保全業務を、装置の停止日に行なえるため作業負担の軽減と、安全性の向上が図れる。

7. おわりに

最近脱室を一槽で行なう目的のために、時間単位の間欠曝気を行なう例を見るが、この週休運転方式はこれ迄の常識を破る週休の運転方式であり負荷の低い処理場では管理費の節減に劇的な効果がある。

多くのし尿処理場が、水洗化家庭の普及などで負荷が低くなり、一方管理経費の増大が自治体財政を圧迫している。

安易な週休運転には問題があるが、十分な調査と計画の下でぜひ導入を検討して頂きたい新管理手法である。

製品ニュース

メタラピッド (UASB法メタン発酵嫌気処理) による高濃度有機排水処理設備

オルガノ株式会社 東京都文京区本郷1-28-23

〔メタラピッドの特長〕

1. 高容積負荷が可能。

リアクター内にグラニューールと呼ぶ0.5～2.0mmのペレット状の微生物塊を高濃度に保持できるため、微生物濃度が50,000～100,000mg/ℓと高くなり、5～30kg BOD/㎡/dの高容積負荷が可能となる。

2. 大幅な省エネルギー化が可能。

好気性処理に比較して電力消費量が $\frac{1}{5}$ ～ $\frac{1}{10}$ でよい、栄養塩類の必要量が少なくすむ、など大幅な省エネルギー化が可能。

3. コンパクトである。

活性汚泥法に比較して大幅な省スペースであること、また従来の嫌気処理に比較してもグラニューールは嫌気性微生物の自己凝塊化作用によるバイオペレットであり、嫌気性ろ性、流動床のように付着担体は不要で、リアクター内容積を有効に活用できるた

め反応槽が小さくてすむなどコンパクトである。

4. 回収メタンガスの再利用。

排水の持っている潜在エネルギーを、COD cr 1 kg (BOD 0.7 kg) あたり約0.4㎡ (熱量約6,000kcal/㎡) のメタンガスとして回収再利用できる。

5. 良好な処理水が得られる。

リアクター上部にガス、嫌気性汚泥、処理水を分離するセパレータをもっていること、バイオペレットの沈降速度が速く、後段に沈殿池などが不要である。

— 参 考 —

CODcr 1トン処理する場合の数値

	嫌気性処理	好気性処理
電 力 量	100 kWh	1,300 kWh
回収バイオガス	2.4×10 ⁶ kcal	—
余剰汚泥量	50～80kg	400～600kg
栄養塩類必要量	少	多

〔問い合わせ先〕

プラント事業部 田神

東京都文京区本郷1-28-23 TEL 03-815-7111