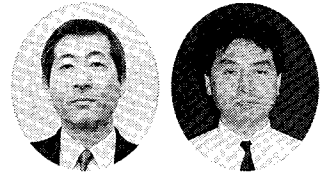


「シグマディッチ[®]システム」の実績紹介

Introduction of 「Sigma-Ditch System」



(環)環境装置部 計画第1課
成田 哲雄
Tetuo Narita

(環)環境装置部 計画第2課
深尾 義満
Yoshimitu Fukao

The Sigma-Ditch System, developed by Shinko Pantec, is one of the activated sludge systems known as oxidation ditch system. It was authorized as excellent treatment system by the Ministry of Construction in 1983 for its superiority in oxygenation and circulation capacity, and adaptability to wide fluctuations of influent.

This is the report on the first commercial operation of the system which was applied to a small-sized sewage treatment facility in a sightseeing spot in Gunma Prefecture. It has been showing steady performance with easy maintenance.

まえがき

当社は、群馬県富士見村に赤城山大洞処理場を完成し、現在引続き運転管理を行っている。本施設は、小規模下水道として多くの実績をもつオキシデーションディッチ法で設計されており、当社の開発した「シグマディッチシステム」が採用され、順調に稼働している。ここにその「シグマディッチシステム」を中心に施設の概要を紹介する。

1. 概要

1.1 施設概要

当地域は、関東平野北部の“上毛三山の雄”赤城山（県立公園）内に位置し、夏季は避暑地として、冬季はスキー、スケートにと、多くの観光客が訪れる県内有数の観光地である。このような環境にある当施設は、1983年赤城山大洞特定環境保全公共下水道事業として採択を受け、1988年6月に供用開始となった。

処理方式は、負荷変動に強く、処理性能の安定したオキシデーションディッチ法でありその当社「シグマディッチシステム」の特長を挙げると次のとおりである。

- (1) ばっ気装置は、縦軸形機械式のため、酸素供給効率が低い。
- (2) 水位調節装置により流入水量変動が、ディッチ内水位の上下で緩和され、沈殿池への負荷変動が軽減される。
- (3) 好気・嫌気の形成による脱窒素処理が可能である。

第1図に施設の配置図を示す。

なお、処理水はBOD 20 mg/l以下で放流されており、汚泥は天日乾燥床にて脱水処理されている。

1.2 設計条件

1) 施設規模

- 処理人口：7480人
(将来10140人)
- 処理水量：1000 m³/d
(将来2000 m³/d)

2) 水質

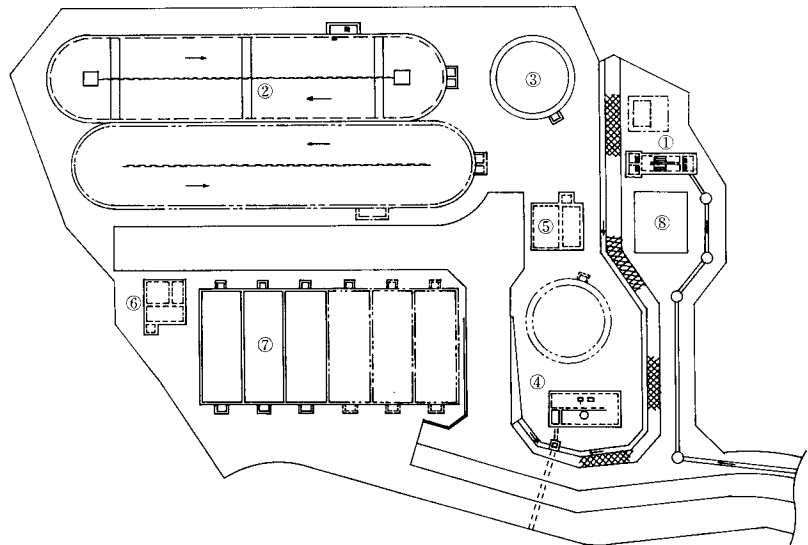
第1表に示す。

第1表 水質

Table 1 Water quality

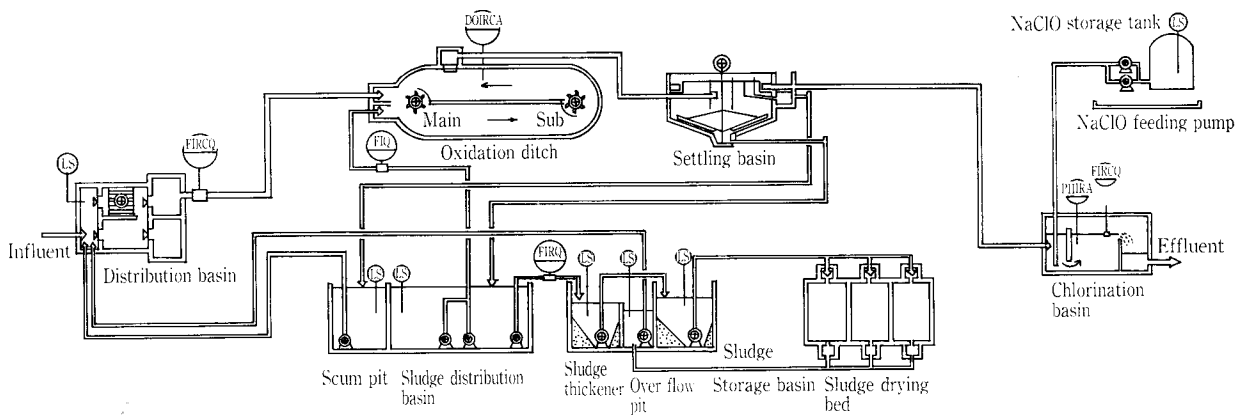
	Influent mg/l	Effluent mg/l	Removal ratio %
BOD	200	20	90
SS	150	30	80

- ① Distribution basin
- ② Oxidation ditch
- ③ Settling basin
- ④ Chlorination basin
- ⑤ Sludge distribution basin
- ⑥ Sludge thickener
- ⑦ Sludge drying bed
- ⑧ Control office



第1図 配置図

Fig. 1 Layout



第2図 フローシート
Fig. 2 Flow sheet

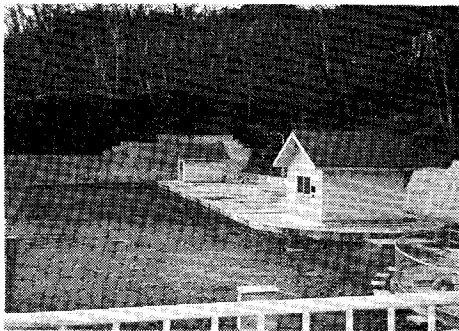


写真1 オキシデーションディッチ外観
Photo. 1 Oxidation ditch

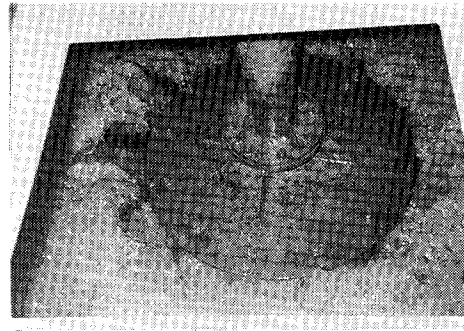


写真2 シグマウェーブエアレーター®
Photo. 2 Sigma wave aerator

1.3 フローシート

第2図に示す。流入した下水は、分配槽にてし渣、夾雑物をスクリーン除去され、オキシデーションディッチに送られ活性汚泥にて有機物分解を受け、最終沈殿池にて固液分離し、塩素混和槽にて滅菌・消毒され放流される。一方最終沈殿池にて固液分離された汚泥は、汚泥濃縮槽にて濃縮・減量され天日乾燥床にて脱水後、搬出处分される。

1.4 設備仕様

1) 分配槽

容量	0.315 m ³ (砂だまり容量)
設置機器	流入ゲート 2門
	細目スクリーン 1台
	可動堰 2門
	流入流量計 1台

主要機器仕様

細目スクリーン	型式：ベルト走行式自動スクリーン
仕様	目幅30 mm × 0.4 kW

2) オキシデーションディッチ (写真1)

容量	1 022 m ³
設置機器	エアレーター 2台
	流出可動堰 1門
	水位調節装置 1式
	DO計 1台

主要機器仕様

エアレーター	
--------	--

型式：シグマウェーブエアレーター (写真2)

60B-11S (12)

仕様：13 kgO₂/h × 51 rpm × 11 kW

水位調節装置 (写真3)

型式：手動計量堰

仕様：スリット堰幅 97 mm

3) 最終沈殿池 (写真4)

容量	166.7 m ³
設置機器	汚泥掻寄機 1台
	スカム分離機 1台

主要機器

汚泥掻寄機	型式：中心駆動型掻寄機
仕様	9.5 mφ × 0.4 kW

4) 汚泥ポンプ井

容量	31.85 m ³
設置機器	汚泥引抜ゲート 1門
	返送汚泥ポンプ 2台
	余剰汚泥ポンプ 1台
	返送汚泥流量計 1台
	余剰汚泥流量計 1台
	スカム分離液移送ポンプ 1台

主要機器仕様

返送汚泥ポンプ	型式：水中汚泥ポンプ
仕様	100 mmφ × 1.4 m ³ /min × 3.7 kW

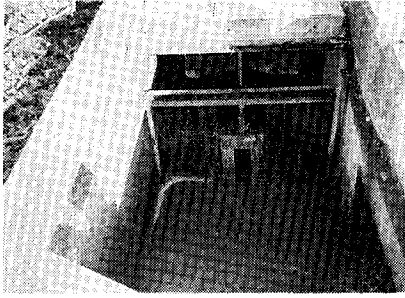


写真 3 水位調節装置
Photo. 3 Water level control unit

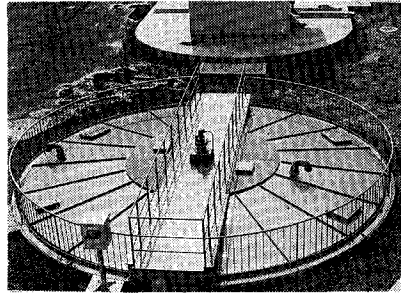


写真 4 最終沈殿池
Photo. 4 Final settling tank

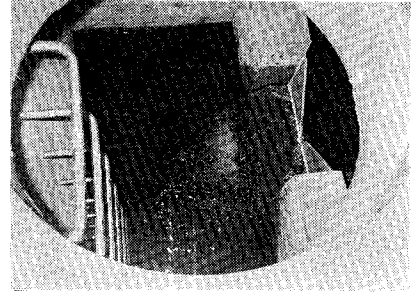
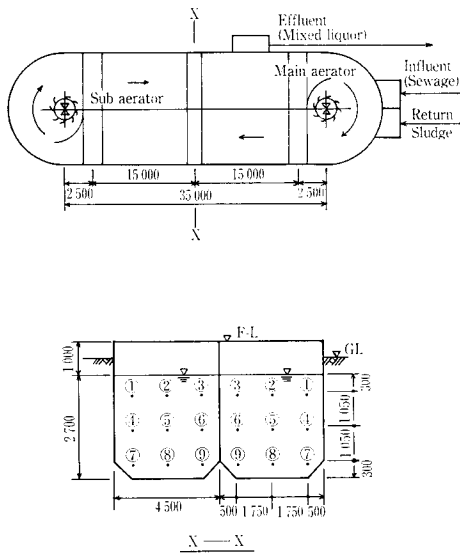
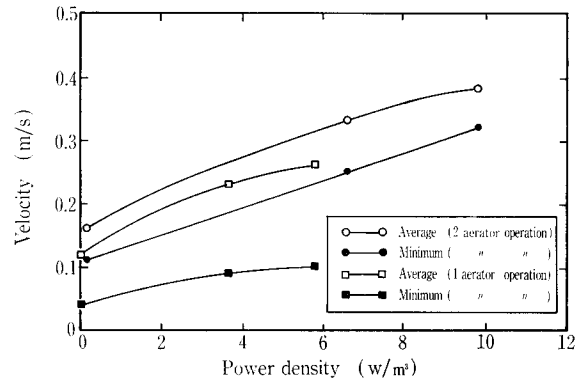


写真 5 処理水計量堰
Photo. 5 Effluent measuring weir



第3図 流速測定位置
Fig. 3 Measuring points of flow velocity



第4図 ディッチ流速
Fig. 4 Velocity

5) 塩素混和池

容量: 10.4 m³

設置機器: 次亜塩素酸ソーダタンク 1台
次亜塩素酸ソーダ注入ポンプ 2台
放流流量計 1台
pH計 1台

主要機器仕様

次亜塩素酸ソーダ注入ポンプ

型式: 定量ダイヤフラムポンプ

仕様: 145 ml/min × 0.4 kW

放流流量計 (写真 5) 運動による容量可変ポンプ

6) 汚泥濃縮槽

容量: 12.5 m³

設置機器: 濃縮汚泥引抜ポンプ 1台
分離液返送ポンプ 1台

主要機器仕様

濃縮汚泥引抜ポンプ

型式: 水中汚泥ポンプ

仕様: 50 mmφ × 0.1 m³/min × 0.4 kW

7) 汚泥貯留槽

容量: 23.76 m³

設置機器: 濃縮汚泥移送ポンプ 1台
攪拌ポンプ 1台

主要機器仕様

濃縮汚泥移送ポンプ

型式: 水中汚泥ポンプ

仕様: 50 mmφ × 0.2 m³/min × 0.4 kW

8) 汚泥乾燥床

容量: 180.8 m² (床面積)

ケーキ含水率: 70 %

2. 運転状況

供用開始から、現在までに得られたディッチ内流速、汚水流入量および水質のデータに基づき、知見を述べる。

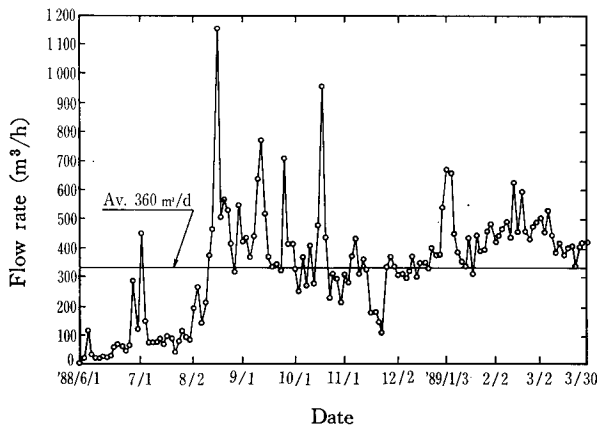
2.1 ディッチ内流速

日本下水道事業団では、ディッチ内流速の基準値として、最低流速 (底部流速) 0.1 m/sec 以上、平均流速 0.25 m/sec 以上としている。この基準流速が確保されていることを確認する目的で、供用開始に先立ち清水による測定を行った。

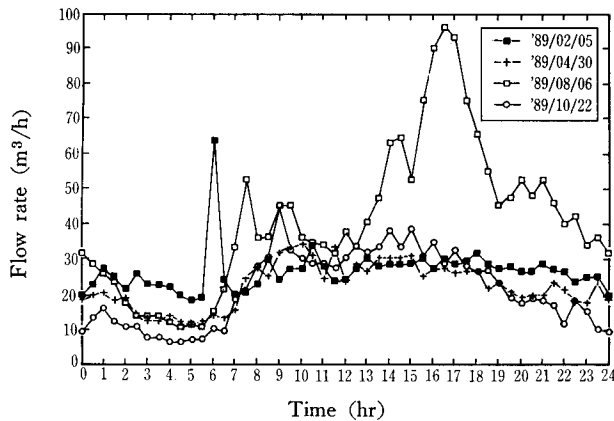
流速測定的位置を第3図に示す。エアレーターブレードの浸漬深は、5 cm, 18 cm, 23 cm の3ケースとした。

エアレーター1台および2台運転それぞれにつき、動力投入密度と流速の関係に整理したのが第4図である。

2台運転の場合、約 3 W/m³ の動力投入密度で基準流



第5図 汚水流入量
Fig. 5 Daily sewage flow rate



第6図 季節流入汚水量
Fig. 6 Seasonal fluctuation of flow rate

速を満足している。また、(標準偏差)/(平均流速)も10~15%であり、流速のパラツキは小さい。

2.2 流入汚水量

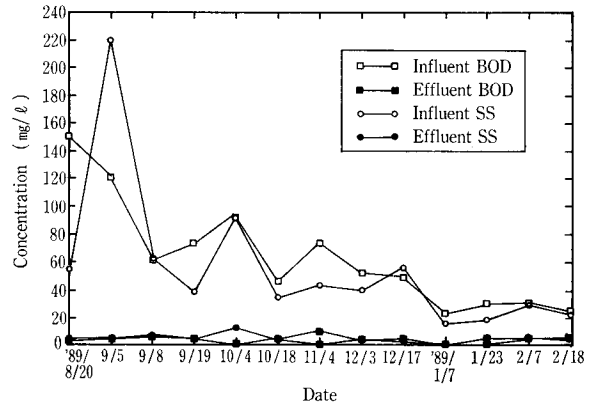
第5図は'88年6月1日~'89年3月30日間の流入汚水量の変化を表わしたものである。流入初期より徐々に増加し、一時期は計画汚水量の1000 m³/dを突破する日が出ている。ただし、この期間の平均流入汚水量は、約340 m³/dであった。

本下水処理場は、観光客の増減による変動がそのまま流入汚水量の変動としてあらわれ、季節変動が顕著である。特に日帰り客が多いとされており、土・日曜日は汚水量が増加する傾向が見られる。第6図は季節を代表する日曜日を選び、その日変動を示したものである。この図より明らかなように、夏期に大きなピークがあらわれ、その他の季節はほぼ同一のパターンとなっている。

夏期の'89年8月6日の一日流入汚水量は、980 m³/dと計画処理量に近い値となっているが、夏期以外は、500~600 m³/dの範囲にある。

2.3 水質

'88年8月20日~'89年2月18日までの流入および処理水



第7図 BOD, SSの濃度変化
Fig. 7 BOD・SS concentration

のBOD, SSの濃度変化を第7図に示す。この図から夏期は流入濃度が高く、秋期から冬期にかけて低下する傾向がみられる。このデータから、流入汚水量のピークと濃度のピークが、夏期に一致するのがわかる。

ただ、夏期の流入BOD濃度は160 mg/l程度と、設計値である200 mg/l以下にあり、現施設の許容内にある。前述のデータより、夏期とその他の季節とはエアレーターの酸素供給量を調整する必要を生ずるが、後述する水位調節装置のレベル調整により、酸素供給量を制御することができる。

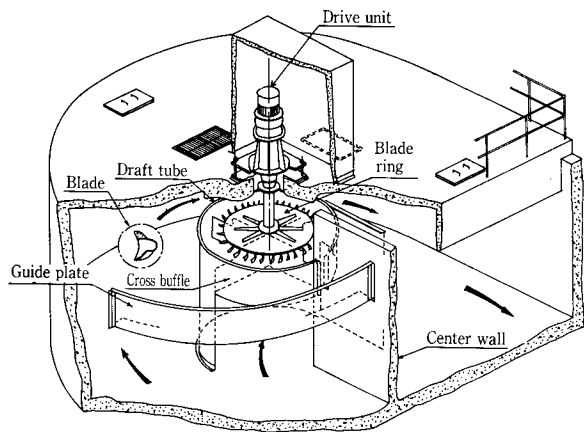
処理水質については、流入負荷の変動にかかわらず、BOD, SS濃度共、設計水質BOD 20 mg/l以下、SS 30 mg/l以下に対し、10 mg/l以下を示し、安定した性能を発揮している。

オキシデーションディッチのMLSSは、1500~2000 mg/lで運転しており、BOD-SS負荷は0.05~0.07 kg/kg·dの範囲で変動している。BOD容積負荷に関しては、0.02~0.18 kg/m³·dとなっている。変動幅が広いのは、流入BOD負荷の変動が大きいことを示す。

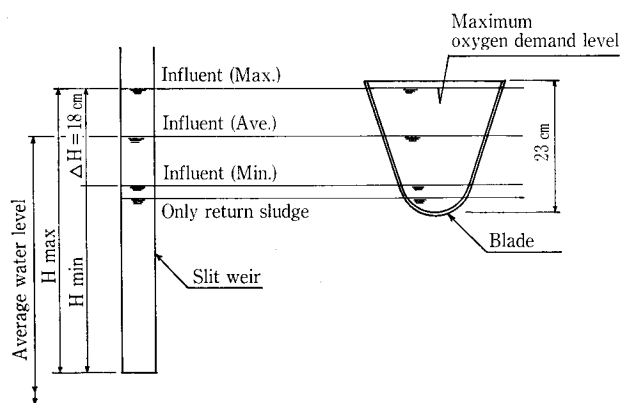
2.4 窒素除去

本下水処理場は、BODおよびSSの除去を目的とし、窒素除去は対象としていないが、脱窒運転を行い良好な結果が得られた。また寒冷地であっても十分脱窒効果のあることが確認され、多くの窒素除去の知見が得られた。

窒素(T-N)の流入濃度は20 mg/l以下であり、通常の生活排水と比較すると、低い濃度を示している。'88年12月以前は、エアレーターを連続で運転したところ、BOD, SSの除去率と比較して、T-Nの除去はほとんど認められない。流入汚水水温が5.6~16.5 °C、年間平均11 °Cと低温であるとともにBOD負荷が低いこともあり、溶存酸素濃度が上昇傾向にある。このため水路延長上の嫌気ゾーンが短いか、形成しにくい状況であったと判断できる。'88年12月以降は、エアレーターをタイマーによるON,



第8図 ばっ気部構造
Fig. 8 Structure of aeration unit



第10図 水位調節装置による水位とレベルの関係
Fig. 10 Relation between water level and blade position

OFF運転とした結果、T-N除去率は70~90%にあり、時間的に好気、嫌気とすることによりT-N除去効果があらわれている。脱窒速度は、連続ばっ気よりも間欠ばっ気の方が好気、嫌気の区分を確実にに行えることから高い値を示すのはよく知られている。

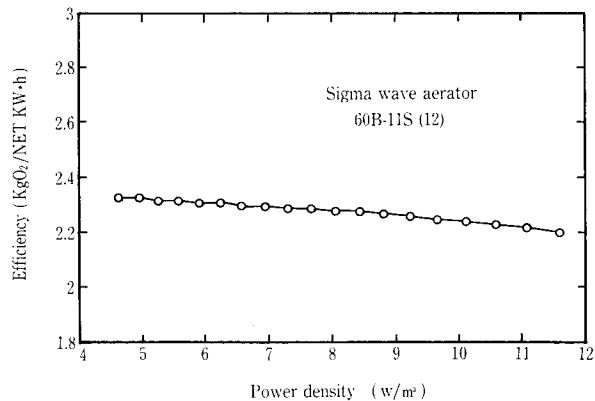
3. シグマディッチシステム

シグマディッチシステムの心臓部は、エアレーターをメインとするばっ気部および酸素供給量の制御法にある。次にこのシステムを紹介する。

3.1 ばっ気部

ばっ気部構造を第8図に示す。エアレーターは、下水、廃水処理の分野で800台以上の実績を有する「シグマウェーブエアレーター」を用い、その構成はエアレーター本体、ドラフトチューブおよびガイド板より成り立っている。

エアレーターは縦軸型であり、ディッチ湾曲部の中央に位置し、特殊形状のブレードにより効率よく酸素の供給を行うことができる。第9図は本処理場に採用したエアレーターの動力投入密度と酸素供給効率の関係をあらわしたものである。効率は動力投入密度により変化するが、おおむ



第9図 エアレーターの酸素供給効率
Fig. 9 Oxygenation capacity of aeration

ね2.4~2.6 kgO₂/軸 kW・時である。この値は、日本下水道事業団の基準値の2.0 kgO₂/軸 kW・時を十分満足しており、非常に効率の良い酸素供給装置であることが確認された。

ドラフトチューブを設けることにより、混合液を底部から揚水し、ディッチ底部の流速を速めるとともに、ディッチ内のMLSSおよびDO濃度分布を均一化することができる。

ガイド板は、エアレーターのブレードから接線方向に放射状に飛散する混合液が、水路流れ方向に対し逆流するのを防止し、旋回流を高める作用をさせるものである。

3.2 酸素供給量の制御

酸素供給量の制御としては、当社独自の水位調節装置とDO計によるエアレーターのON、OFFを本下水処理場では採用している。

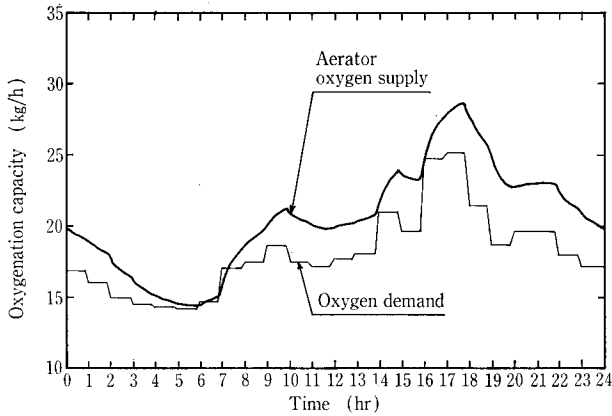
3.2.1 水位調節装置

第10図に水位調節装置の概念図を示す。ディッチの混合液流出口を一定の抵抗をもつ構造にすると、流出量はディッチの水位と流出口のレベルの差に応じて変化する。ある時間において、流入量が増加すれば流出量も増加するが、流出口に抵抗があるために、流入量の増加分に比べて小さくなり、この差がディッチ内で水位上昇としてあらわれる。同様に流入量が減少した場合には、水位が自然に低下する。

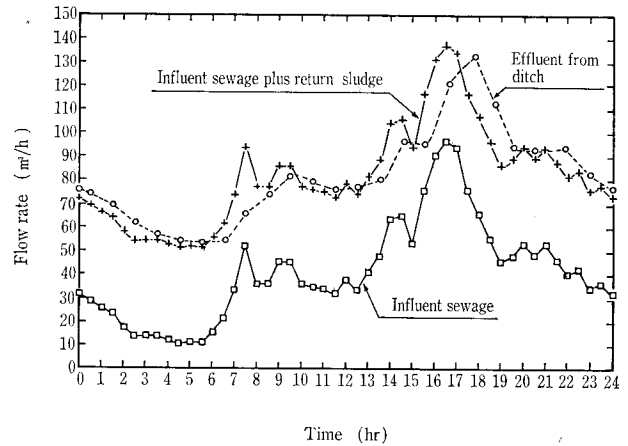
一方、エアレーターのブレードの位置は常に一定であるため、ブレード浸漬深さは水位の変動に応じて変化し、酸素供給量も変動する。従って流入量増加の時間帯には、ブレード浸漬深さが大きくなるため酸素供給量が増加し、流入量減少の時間帯には、ブレード浸漬深さが小さくなるため酸素供給量は減少する。

このようにして回転数制御を行うことなく、流入水量の変動に応じエアレーターの酸素供給量をコントロールでき、負荷変動に対応できる。

第11図は、夏期の'89年8月6日のフローパターンに基づき、必要酸素量より供給酸素量が上まわるように、水位調



第 11 図 水位変動による酸素供給量及び要求量の変化
 Fig. 11 Variation of supply and demand of oxygen by water level



第 12 図 水位調節装置による運転特性
 Fig. 12 Characteristic of operation with water level control unit

節装置を適正レベルに設定し水位変動を生じさせた場合の必要酸素量とエアレーター酸素供給量の変化をシミュレーションしたものである。また第 12 図は同様に、流入汚水量、ディッチ流入量（汚泥返送を含む）、ディッチ流出量をあらわしたものである。

3. 2. 2 DO計による制御

水位調節装置による酸素供給量の制御は、ブレードの浸漬深さの変化を利用したものであるが、更に精度を上げるためDO計によるエアレーターのON、OFFによって対応している。

この二種類の制御を併用することにより、必要酸素量にあった酸素供給量で運転することが可能となり、省エネルギー運転をすることができる。

現在夏期を除いて、流入BOD負荷が設計値の1/4程度の低負荷で運転せざるを得ない状況であるが、この時期にはエアレーターを1台運転としても酸素供給能力は過大で

ある。水位調節装置とDO計によるON、OFF制御を併用し、更に最適効率を得るために、タイマーによるON、OFFを付加制御として使用し、適正な酸素供給を行っている。

む す び

赤城山大沼にきれいな水を取り戻そう。このスローガンのもとに建設された赤城山大沼処理場は、現在順調に稼働している。赤城山には年間百万人の観光客があるといわれ、生活排水による大沼の浄化に一役かうことができたのは幸いである。

おわりに、本稿を執筆するに当り多大な協力と助言をいただいた、富士見村役場開発課、並びに(株)環境保全センターの関係各位に深く感謝の意を表する次第である。

〔参考文献〕

- 1) 神鋼ファウドラ-技報 1983. VOL. 27, No. 3 p. 32