

日立高速ばっ気装置

High-speed Aeration Treatment System for Waste Water "Hitachi Ultra Aeration System"

一般に有機物質を含む廃水処理には、微生物の働きを利用した活性汚泥法が使用されている。

日立高速ばっ気装置は、従来のプールポンド形ばっ気装置の欠点を克服するため、新しい活性汚泥と新構造のガスかくはん装置を採用して、今まで処理の難しかった高濃度BOD廃水を効率よく処理できるよう開発した装置である。各種の実液について性能テストを実施し、従来法の4～10倍の能力を発揮することを確認した。このため、装置がコンパクトになり、設置面積が少なくすみ、かつ維持管理を容易にすることができる。適用例として、食品加工高濃度BOD廃水に使用した実績例を挙げ、日立高速ばっ気装置の特徴、及び用途について述べた。

蜂谷 昌彦* *Hachiya Masahiko*
久富 重信* *Hisatomi Shigenobu*
緒田原 蓉二** *Odawara Yôji*
駒井 光政*** *Komai Mitsumasa*

1 緒 言

有機汚染物質を含む産業廃水の処理〔いわゆる、生物化学的酸素消費量(以下、BODと略す)除去〕には、一般に微生物の働きを利用した活性汚泥法が適用されている。ここに述べる日立高速ばっ気装置は、日立製作所が従来のプールポンド形ばっ気槽の欠点を克服した新しい活性汚泥処理方式として完成したもので、**図1**に日立高速ばっ気装置の系統図を示す。

環境汚染防止の命題を達成するために、産業廃水の多様化、大容量化に適合する活性汚泥処理法の効率向上が強く望まれている。すなわち、高濃度BOD廃水を短時間で容易に処理できること、広大な敷地を占有するばっ気槽を縮小すること、及びランニングコストの低減が効率向上のポイントである。これらの問題点に着目して、多年にわたる微生物培養装置の

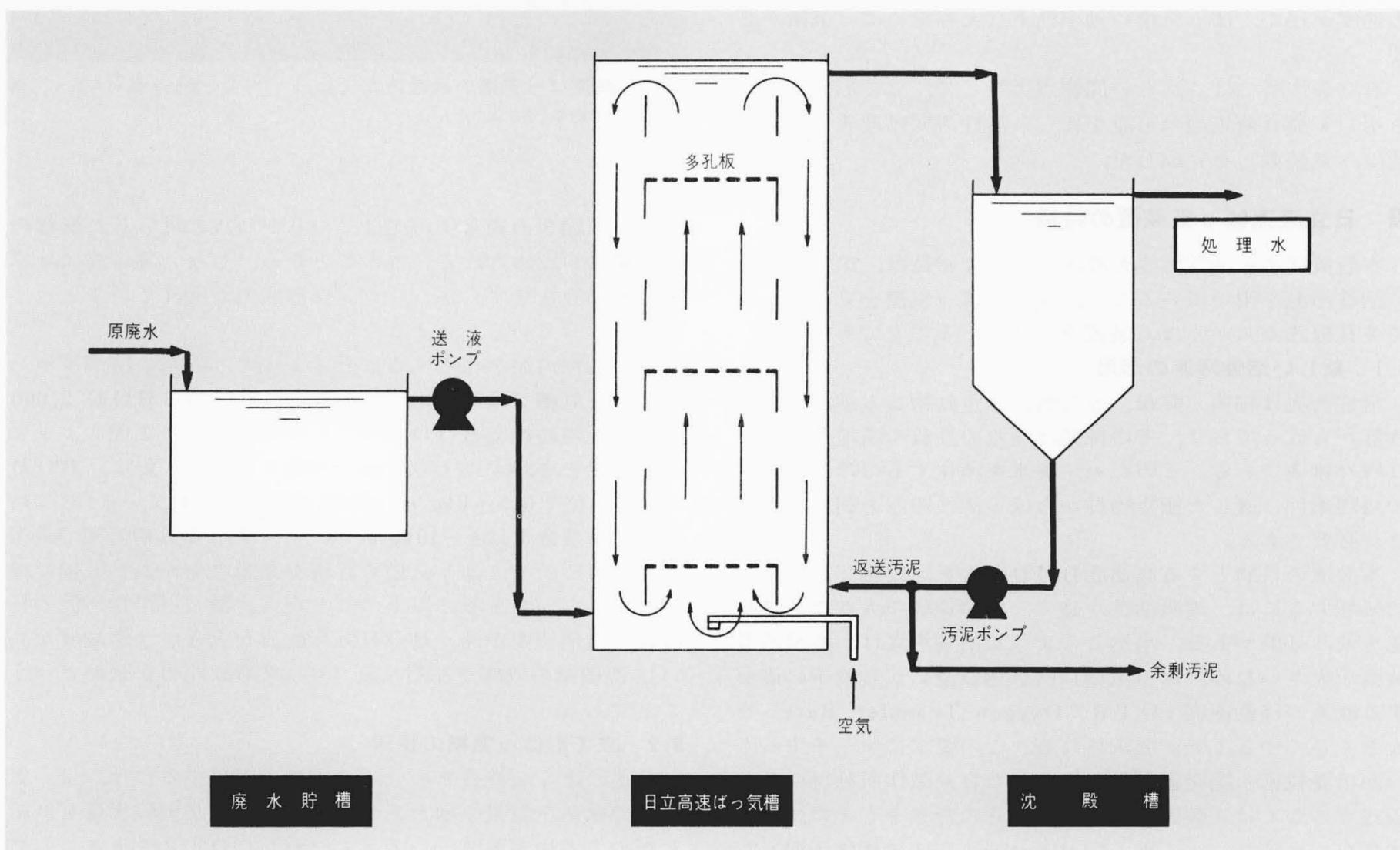


図1 日立高速ばっ気装置の系統図 多孔板式ガスかくはん装置を内蔵する高速ばっ気槽に送られた廃水は、槽底部より吹き込む空気と活性汚泥によってBODが除去され、沈殿槽を経て清浄水となり排出される。

* 日立製作所笠戸工場 ** 日立製作所日立研究所 *** 日立製作所環境技術本部

技術開発過程で生まれた気液接触効率の良い多孔板式ガスかくはん技術を活用した新しい高性能の高速ばっ気装置を完成した。以下に本装置の内容について説明する。

2 活性汚泥処理法の概要と問題点

活性汚泥処理法は、河川の自浄作用に關与する種々の微生物のうち、好氣的条件で繁殖する多くの細菌類や原生動物類(活性汚泥)を利用して汚濁物質(BOD成分)を除去する方法で、昭和33年ごろから都市下水の処理などに活用されてきた。微生物菌体の増殖には酸素が必要なため、廃水中に空気を吹き込む(ばっ気)ことによって酸素を供給している。この目的のため、ばっ気槽が必要となる。ばっ気槽で廃水中の有機物(BOD成分)を微生物菌体、及び炭酸ガスに変える作用が行なわれ、増殖した菌体を沈殿槽で分離することにより清浄水を得ることができる。

したがって、活性汚泥法での重要な操作は、ばっ気槽で効率よく酸素を供給すること、及び微生物菌体(活性汚泥)を沈殿槽で水と分離することである。

ところで活性汚泥処理法は、ほぼ完成した技術と見なされているが、廃水の量的、質的变化に伴い次のような問題点がクローズアップされてきた。

- (1) ばっ気槽や沈殿槽に広い敷地面積が必要なため、土地の狭い我が国では土地の有効利用の面から好ましくない。
- (2) 高濃度BODの廃水を、短時間で処理する高負荷処理を行なうと、活性汚泥のフロック形成が悪くなり、沈殿槽での固液分離が困難となる(バルキング現象と呼ばれている)。
- (3) 活性汚泥の増殖速度が遅い。すなわち、BOD成分の除去速度が遅く、ばっ気槽の効率低下(大容量のばっ気槽が必要)となる。

日立製作所ではこれらの問題点に対して、立て形ばっ気槽を用いる高負荷処理の可能な新しい活性汚泥処理法(日立高速ばっ気装置)を完成した。

3 日立高速ばっ気装置の特長

本装置による活性汚泥処理法の大きな特長は、第一に新しい活性汚泥を用いていること、第二にばっ気槽を立て形として多孔板式ガスかくはん装置を設けていることである。

3.1 新しい活性汚泥の活用

活性汚泥は細菌、酵母、カビ類、原生動物など種々の微生物群から成っており、その種類は廃水の性質や環境条件により種々雑多である。そのため、廃水を浄化するにはその廃水の処理条件に適した微生物群から成る活性汚泥を利用することが必要である。

本装置の目的とする高濃度BOD廃水を、短時間、高負荷で処理するには、呼吸活性が強く、増殖速度の大きな活性汚泥を使う必要がある。当然このような活性汚泥は、酸素消費速度が大きいため、ばっ気槽に吹き込む空気から液中に溶解する酸素の移動速度(OTR: Oxygen Transfer Rate)を大きくしてやる工夫が要求される。この要求にマッチするものが培養技術の開発過程から生まれた日立製作所独得の多孔板式ガスかくはん装置である。これらの背景をもとに、従来法にない独特なじゅん養(Acclimation)方法で活性汚泥を育成することが可能となった。図2に高速ばっ気槽で使用している活性汚泥を、図3に通常法の活性汚泥を示す。図2に示すようにじゅん養汚泥には原生動物は全く認められず、細菌類だけによって構成されており、かつ活性度、フロック形成力ともに大きなものである。

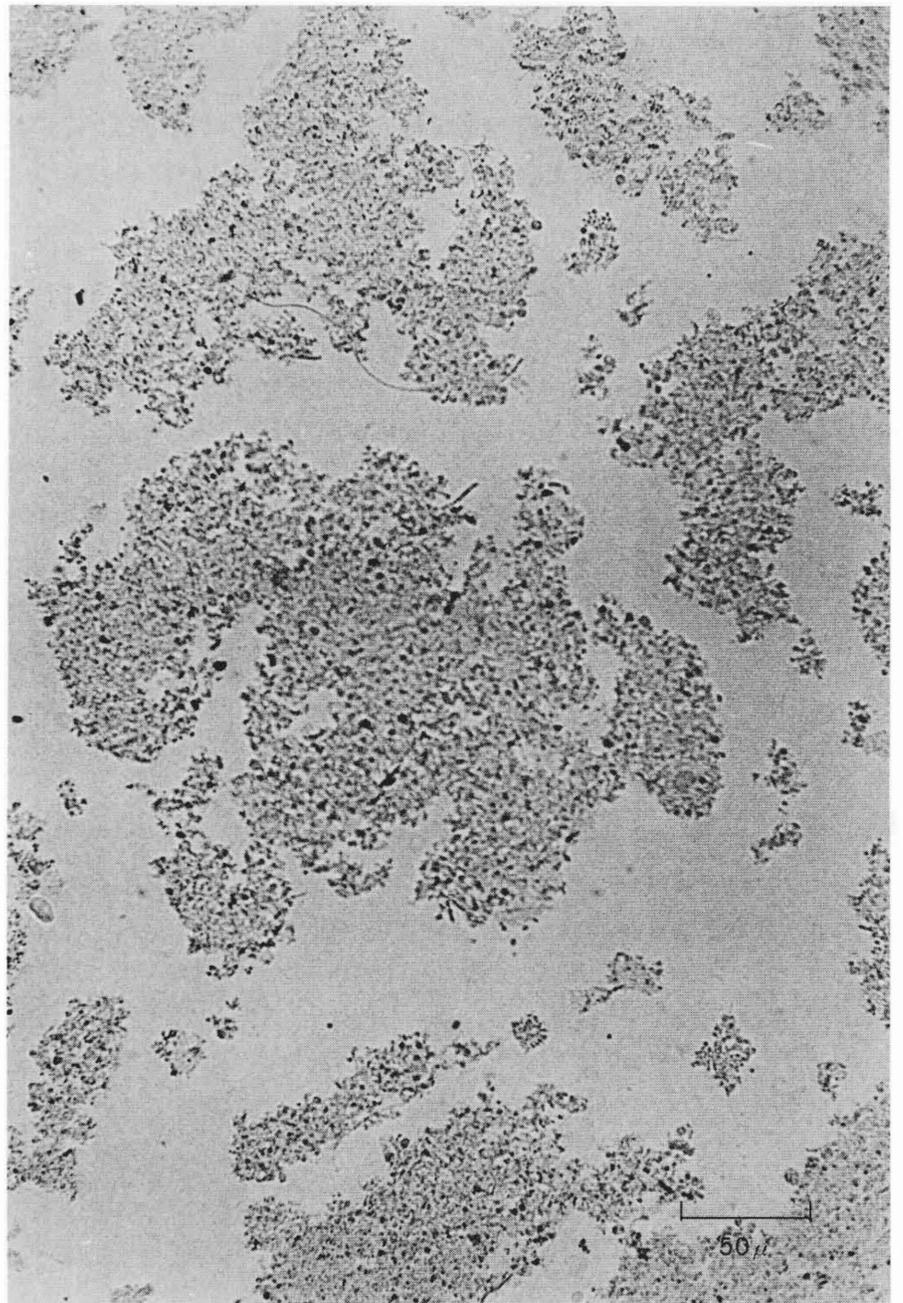


図2 高速ばっ気槽の活性汚泥(50 μ) 原生動物が認められず、細菌類だけである(倍率200倍)。

一方、図3の通常法汚泥は、つりがね虫に近似した形態の原生動物が認められる。このことから、じゅん養汚泥には原生動物が存在せず、かつフロック形成力が優れているという特徴をもっているといえる。

この活性汚泥を利用することによって、従来のプールポンド形ばっ気槽では直接処理が困難とされているBOD 2,000 ppm以上の高濃度BOD廃水でも平均4時間の処理によってBOD除去率90%以上の達成が可能となった。更に、BOD負荷量は従来0.5~2kg/m³·d程度が最高とされている¹⁾のに対して、本装置では4~10kg/m³·dという大きな負荷範囲で効果を発揮するので、ばっ気槽の容積を従来の $\frac{1}{4}$ ~ $\frac{1}{10}$ と大幅に縮小することができる。以上のことから、新しい活性汚泥の特長は、増殖速度が速くBOD処理能力が大きい(活性度が高い)、沈殿槽の効率を左右するフロック形成能力が強いということである。

3.2 立て形ばっ気槽の採用

前述のような特長をもつ活性汚泥を採用するには、ばっ気槽への吹込空気量を増大させることなく、必要酸素量を供給してやる方法が重要となる。すなわち、OTRを大きくしてやる工夫が要求される。

この目的のために、ばっ気槽を立て形とし、槽内に多孔板式のガスかくはん装置を設けて気液接触効率を向上させ、必要酸素量を供給できるように工夫した装置が高速ばっ気装置である。

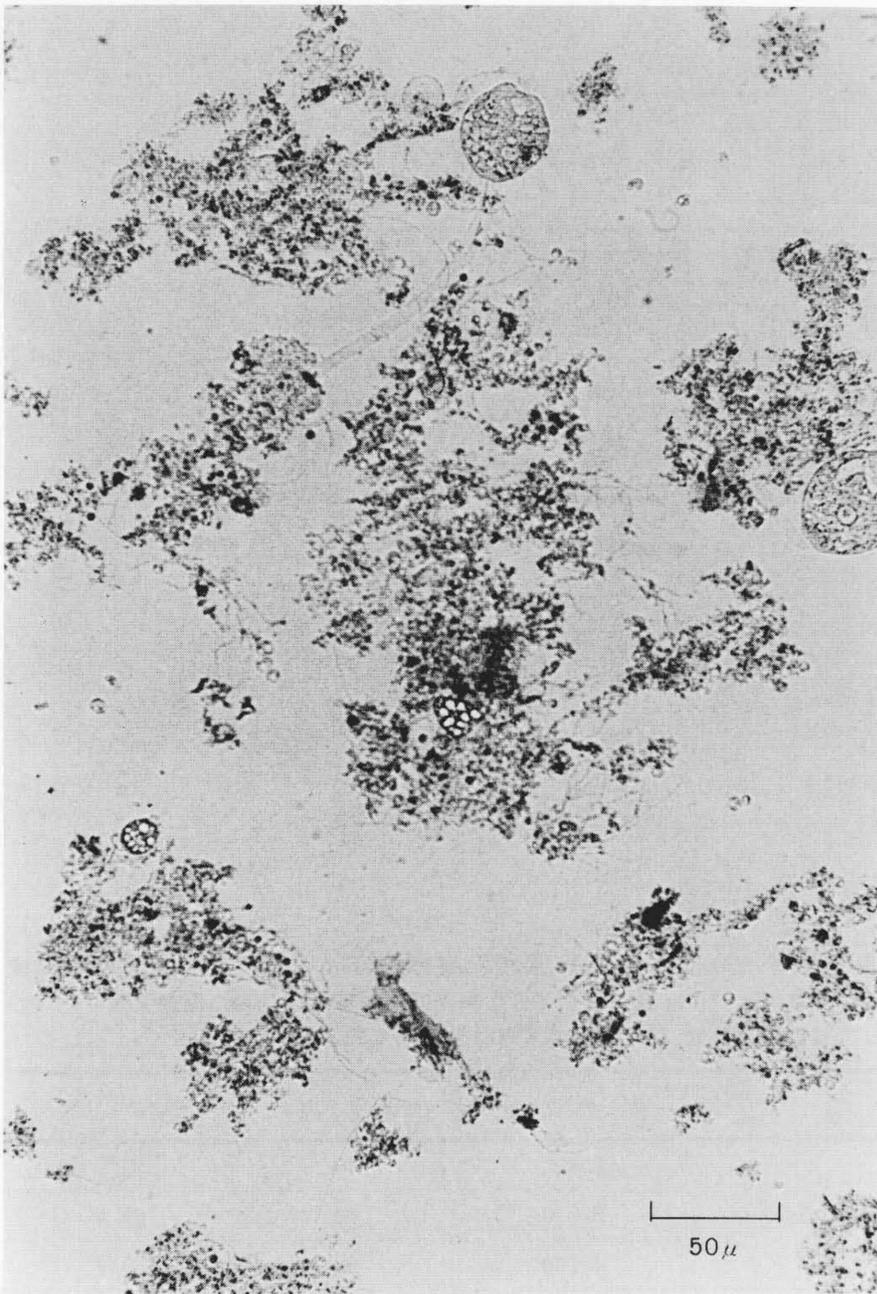


図3 通常法の活性汚泥(50 μ) つりがね虫に近似した原生動物が、細菌類と混在している(倍率200倍)。

ばっ気槽を立て形としたことによって、プールポンド形に比べて液深が深くなったことによる加圧効果と、酸素移動速度の大きい多孔板式ガスかくはん装置の内蔵によって次のような性能向上を達成した。すなわち、新しい活性汚泥が要求する酸素消費速度は従来法の約2倍と速いにもかかわらず、吹込み空気量は約 $\frac{1}{2}$ 程度に減少させることができ、ランニングコストの低減となっている。

4 日立高速ばっ気装置の性能

ばっ気装置の性能を評価する数値であるBOD容積負荷量とBOD除去率について、数種類の廃水を処理した場合の測定データを表1にまとめて示した。

同表から明らかなように、各種廃水のBODは1,000ppm以上と高いにもかかわらず、BOD容積負荷量は4~10kg/m³・dの大きな負荷条件で処理され、BOD除去率は平均90%以上を達成していることが分かる。従来、処理した廃水の中でも水産加工廃水、製あん工場の廃水は処理が難しいものとされているだけに、この高速ばっ気装置の特長が十分に生かされているものと考えられる。なお、ばっ気槽を出た処理水は、通常の沈殿槽で問題なく分離できることも確認済みである。

図4は日立高速ばっ気装置が高濃度BOD、高BOD容積負荷でも高いBOD除去率を確保できることを示すグラフで、現在までの数多くの測定データを整理したものである。

一定容積のばっ気槽で高濃度BOD廃水を処理するには、

表1 日立高速ばっ気装置による各種廃水の処理テストデータ
 廃水BODが1,000ppm以上という各種食品廃水について、BOD除去率90%以上、BOD負荷4~10kg/m³・dで処理可能である。

項目 廃水名	廃水BOD (ppm)	BOD負荷量 (kg/m ³ ・d)	処理水BOD (ppm)	BOD除去率 (%)
水産加工廃水	1,000~1,500	4~7	50~150	90~95
製あん廃水	2,000~5,000	5~10	80~500	90~96
食品加工廃水	1,500~3,000	4~5	105~300	90~93
食品加工廃水	1,500~2,000	4~7	100~200	90~93

BOD容積負荷量を大きくする必要があるが、図4はBOD除去率を低下させずに、この要求にマッチすることを示している。

5 日立高速ばっ気装置の適用例

以上述べたように、日立高速ばっ気装置は高濃度BOD廃水を処理する場合にその特長を発揮する装置である。したがって、その適用方法としては、工場内の各所から排出する廃水のうち高濃度BOD廃水を本装置で処理することによって、数千ppmオーダの廃水を数百ppmのBOD濃度まで除去し、他の低濃度BOD廃水と合流させて、放流基準に合致するよう最終処理する方法が考えられる。

図5は食品工場に本装置を適用した例である。この例では、工場内廃水のうち高濃度BODの原廃水(1)を日立高速ばっ気装置で処理して、他の原廃水(2)と合わせて既設のプールポン

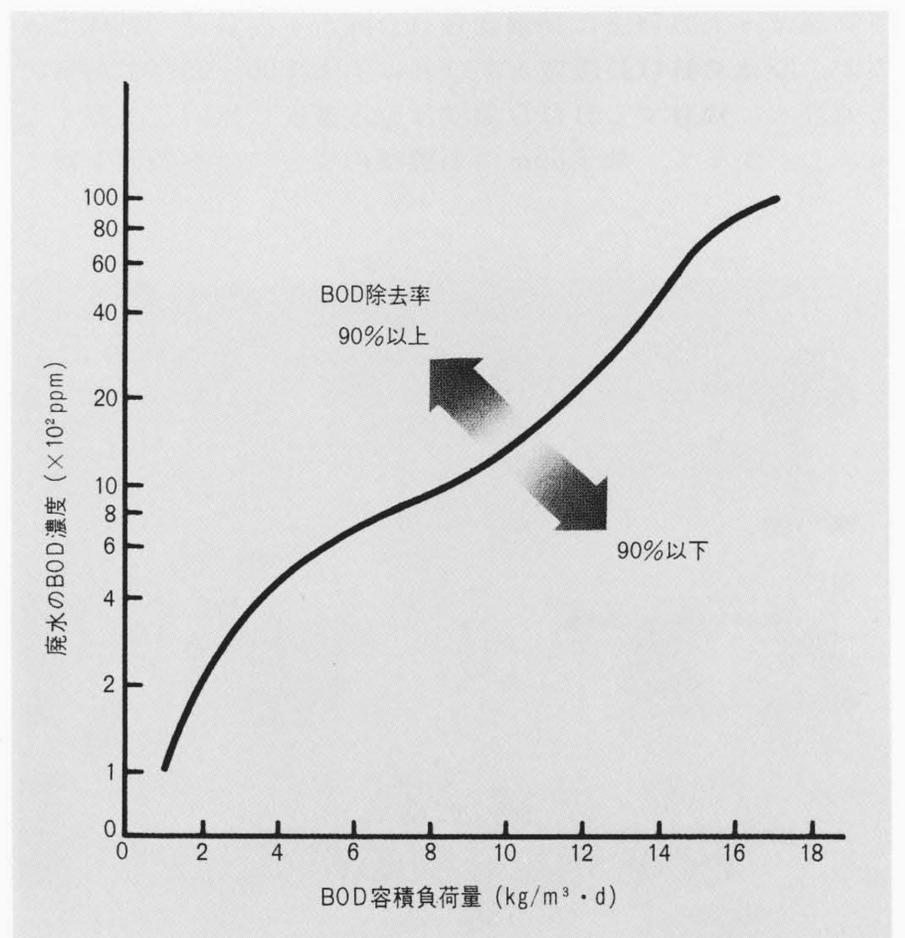


図4 廃水BOD濃度とBOD容積負荷との関係 一定容積のばっ気槽で、廃水のBOD濃度が高くなり、BOD容積負荷量が増大しても除去率90%以上を達成できることを示している。

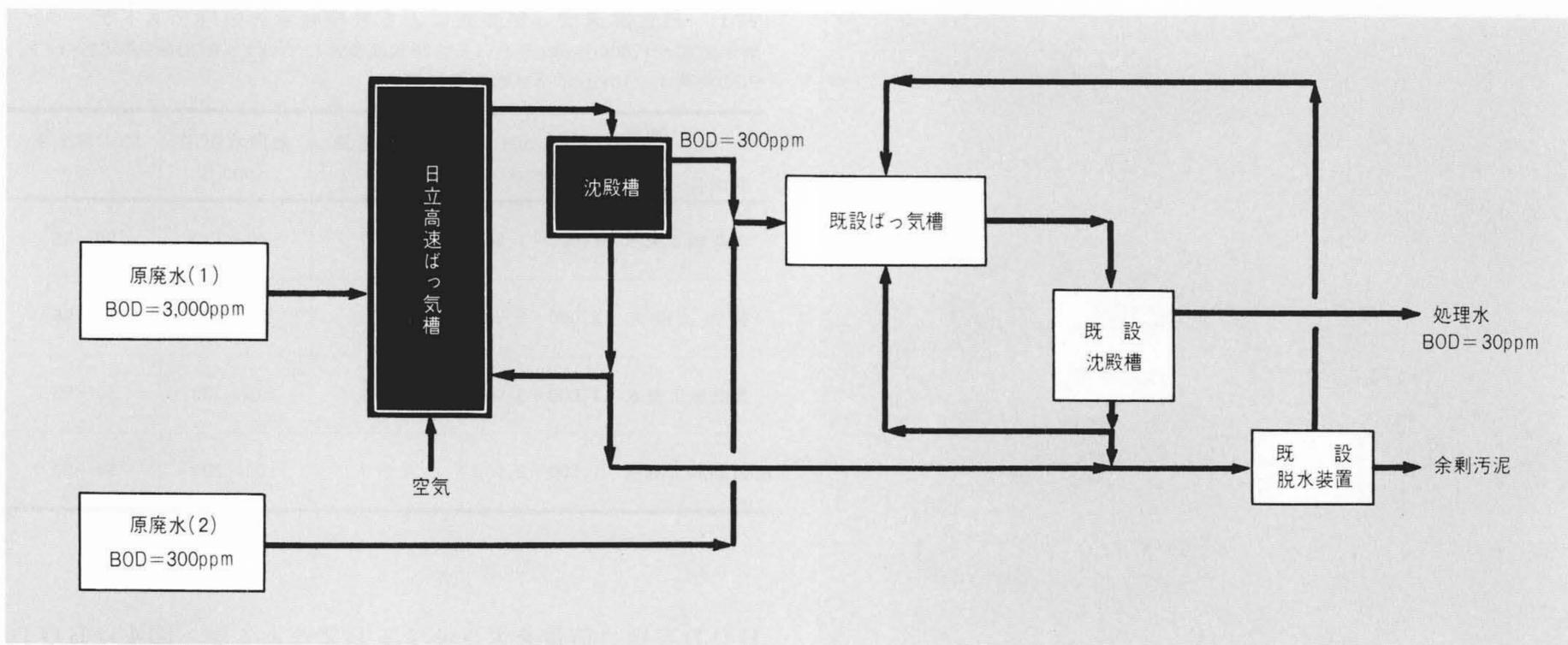


図5 日立高速ばっ気装置とプールポンド形ばっ気装置(既設)との組合せ例 BOD3,000ppmの原廃水(1)を日立高速ばっ気槽で処理してBOD=300ppmとし、原廃水(2)とともに既設プールポンド形ばっ気槽で放流基準まで処理している。

ド形ばっ気槽で処理している例であるが、良好な運転結果を得ている。

この適用例での日立高速ばっ気装置の運転データの一例を表2にまとめて示した。原廃水(1)のBOD濃度が3,000~4,000ppmと高い値であるが、除去率は95%の性能を確認し、SS (Suspended Solid) の除去率も90%以上の良好な性能を示している。またこのときのBOD容積負荷量は5~7kg/m³・dである。

図6は装置の全景で、右端より沈殿槽、高速ばっ気槽、機械電気室及び余剰汚泥焼却設備を示す。

本適用例では、発生した余剰汚泥は遠心式の脱水機で85%程度の含水率まで脱水し、余剰汚泥焼却設備で焼却している。

高速ばっ気処理法は高濃度BOD廃水を高負荷で処理できるが、廃水のBOD濃度が高ければ除去率90~95%であっても処理水に残存するBOD濃度は原水濃度に比例して高くなる。したがって、数千ppmの高濃度の場合には本装置1段で

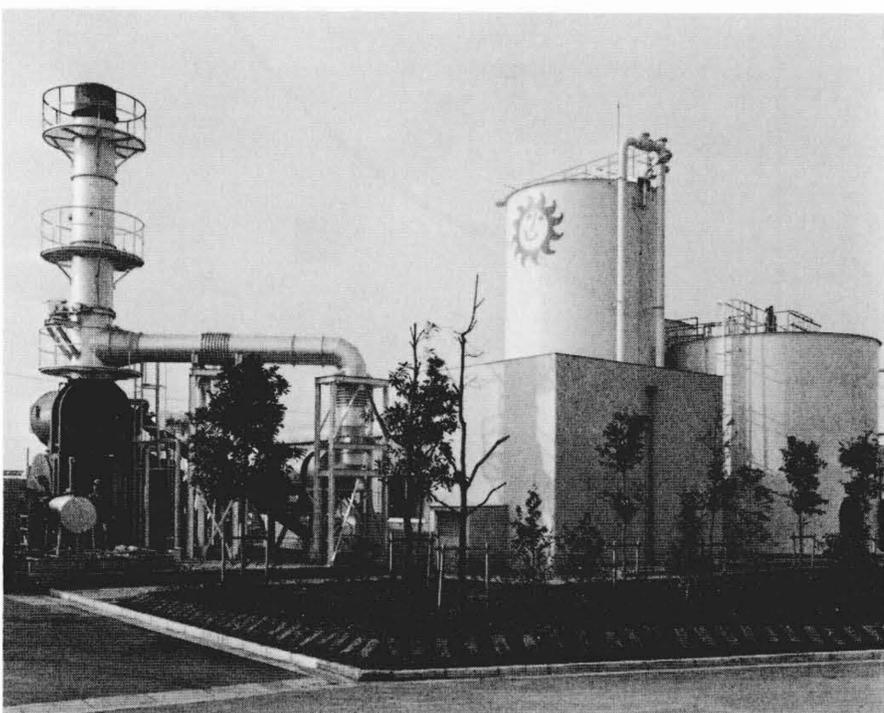


図6 日立高速ばっ気装置 右端より沈殿槽、高速ばっ気槽、機械電気室及び余剰汚泥処理設備を示す。

表2 日立高速ばっ気装置運転実績(350m³/d) 既設廃水処理装置の高濃度廃水だけを取り出し、日立高速ばっ気装置を既設処理装置の前処理として適用した装置(350m³/d)の運転結果の例である。

項目	原水 (ppm)	処理水 (ppm)	除去率 (%)
BOD	2,700	70	97.5
	3,800	60	98.4
	4,200	98	97.7
SS	1,000	90	91
	1,250	70	94.4
	1,500	90	94

BOD濃度を規制値以下に下げることが困難である。このような場合は、上記適用例のように2段目の処理設備として既設ばっ気槽を活用するか、又は2段目の高速ばっ気装置を設置する必要がある。しかし、2段目の処理設備は、1段目の高速ばっ気装置でBODは数千ppmから数百ppmまで除去されているので、小容量の設備で十分である。

6 結 言

日立高速ばっ気装置では1,000~10,000ppmの高濃度BOD廃水を容積負荷量4~10kg/m³・dの高負荷でBOD除去率90%以上の性能を得ることができる。本装置を適用できる廃水の例としては、各種食品加工廃水、培養廃水、水産加工廃水、パルプ廃水など多種にわたり、既設設備の能力増強にも効果を発揮すると考える。

最後に、製あん廃水の性状についての知見をいただくと同時に、廃水処理テスト及び実装置によるテストに種々の便宜を取り計らわれ、かつ装置写真の提供をいただいた山崎製パン株式会社古河工場長の御好意に対し、深謝の意を表わす次第である。

参考文献

- 1) 公害防止技術実用便覧：p. 535, 株式会社産公 (昭和41年)