

抗生物質製造廃水処理装置

Design of Waste Treatment Plant for Antibiotics Wastes

日 部 恒*
Hisashi Kabe

内 容 梗 概

抗生物質製造廃水処理装置については日本ではまだその実施例がない。明治製菓株式会社足柄工場に処理装置を納入するに際し、設計諸元を明らかにするために処理法について検討した。

本廃水はその性状からみて生物処理が最適であると考えられた。生物処理は大別して活性スラッジ法、散布汙床法、メタン醗酵法およびそれらの混合方式がある。今回は廃水の希釈に使用し得る雑廃水が多量にあること、敷地に制限のあることから活性スラッジ法を採用した。

処理実験から処理装置の中心となる曝気槽の容積は $1,000 \text{ m}^3$ であることが求められた。処理装置は昭和 38 年 10 月に完成し、以後良好な処理成績をあげている。

1. 緒 言

約 50 年前活性スラッジ法が下水処理に応用されて以来⁽¹⁾、下水処理については数多くの資料が発表されている。家庭からの排水が主体となっている下水はだいたい同質なものと見なしてよく、したがって下水処理設備の計画に際しては共通した下水処理の基準を適用することができる。

工場廃水はその性質が製品や、製造工程によって異なってくる。それゆえ工場廃水を下水と混合処理する場合は、条件によっては下水処理の基準を適用できるが、工場廃水を単独で処理する場合は下水処理の基準をそのまま適用することはできない。工場廃水の処理装置を製作するに際しては、その処理の可能性についてよく検討することが必要である。

抗生物質、特にペニシリン、ストレプトマイシンの製造廃水処理に関してはアメリカにおいてよく研究されている。

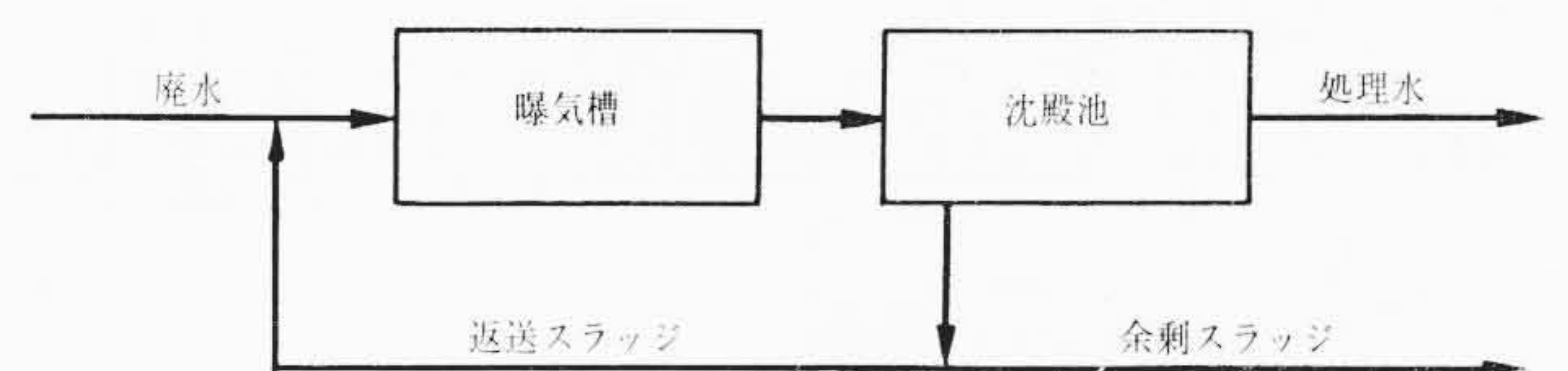
Heukelekian 氏⁽²⁾はメタン醗酵法により BOD 除去率 80% を得ている。Hilgart⁽³⁾、Brown⁽⁴⁾、Liontas⁽⁵⁾、Pitts⁽⁶⁾、Tompkins 氏ら⁽⁷⁾は散布汙床法により、Mann 氏⁽⁸⁾は活性スラッジ法により、Muss 氏⁽⁹⁾は散布汙床・活性スラッジ両法の併用により BOD 除去率 90% 以上を得ている。Dryden 氏⁽¹⁰⁾らは抗生物質・ビタミン・コルチゾンの混合廃水を活性スラッジ法により処理して BOD 除去率 91% を得ている。Howe 氏⁽¹¹⁾は廃水を活性スラッジ法で処理したのち、塩素処理し、散布汙床にかけ、最後に滝曝気して BOD 除去率 90~95% であったと報告している。Mckinney 氏⁽¹²⁾はペニシリン製造廃水を活性スラッジ法で処理し COD 除去率 95%、BOD 除去率 99% 以上であることを報告している。Molof 氏⁽¹³⁾は廃水を散布汙床にかけたときの BOD 負荷は $1.5 \text{ kg/m}^3/\text{day}$ であるが、活性スラッジ法では $2 \text{ kg/m}^3/\text{day}$ であると報告している。

今回、抗生物質製造廃水処理装置を作製するに際し廃水処理法について研究を行なった。

ペニシリン、ストレプトマイシン、カナマイシンの製造廃水をそれぞれ単独または混合して活性スラッジ法により処理実験を行なった結果、COD 除去率 82.4%、BOD 除去率 99.4%、COD 負荷は平均 $1.66 \text{ kg/m}^3/\text{day}$ であることがわかった。この結果に基づいて処理基準を求め、装置を作製した。

(1) 用語と記号の説明

(i) 活性スラッジ法 第 1 図に活性スラッジ法の基本形式を示す。おもな処理設備は曝気槽と沈殿池である。曝気槽では生物的に分解されやすい有機物を含む廃水が、活性スラッジと



第 1 図 活性スラッジ法の基本形式

総称される微生物群によって分解されて、それ以上分解されない（すなわち腐敗しない）安定な形になる。次に沈殿池で、活性スラッジは沈降し、清澄になった上澄液は処理水として放流される。沈降した活性スラッジの一部は曝気槽中の活性スラッジ濃度を一定に保つために返送する。また、活性スラッジは生物であるから増殖する。したがって過剰になった活性スラッジは余剰スラッジとして廃棄する。

(ii) BOD (Biochemical oxygen demand) 生物化学的酸素要求量と訳されている。水中に含まれている有機物質が好気性微生物によって酸化分解され安定な無機酸化物やガス体になるまでに要する酸素量のことで、普通 20°C で 5 日間培養した際の酸素消費量を ppm で表わす。

BOD の値は腐敗性有機物質の多寡を示し、下水や有機性廃水の汚染の度合を知るのに役立つ。

(iii) COD (Chemical oxygen demand) 化学的酸素要求量と訳されている。水中に含まれている酸化されやすい物質により消費される重クロム酸カリウムまたは過マンガン酸カリウムの量から消費された酸素の量を ppm で表わす。

有機物中の炭素と水素は酸化剤により酸化されるので、COD の値は水の有機性汚染の度合を示す。

本報では JIS K-0101-1960 工業用水試験法の過マンガン酸カリウム酸性 100°C 30 分加熱の方法を用いた。

2. 廃水処理装置の計画要目

処理方法	活性スラッジ法
廃水水質	第 1 表に示す
廃水量 (平均)	$180 \text{ m}^3/\text{day}$
処理水水質	COD 20 ppm 以下 BOD 10 ppm 以下

3. 抗生物質の製造工程と廃水の出所

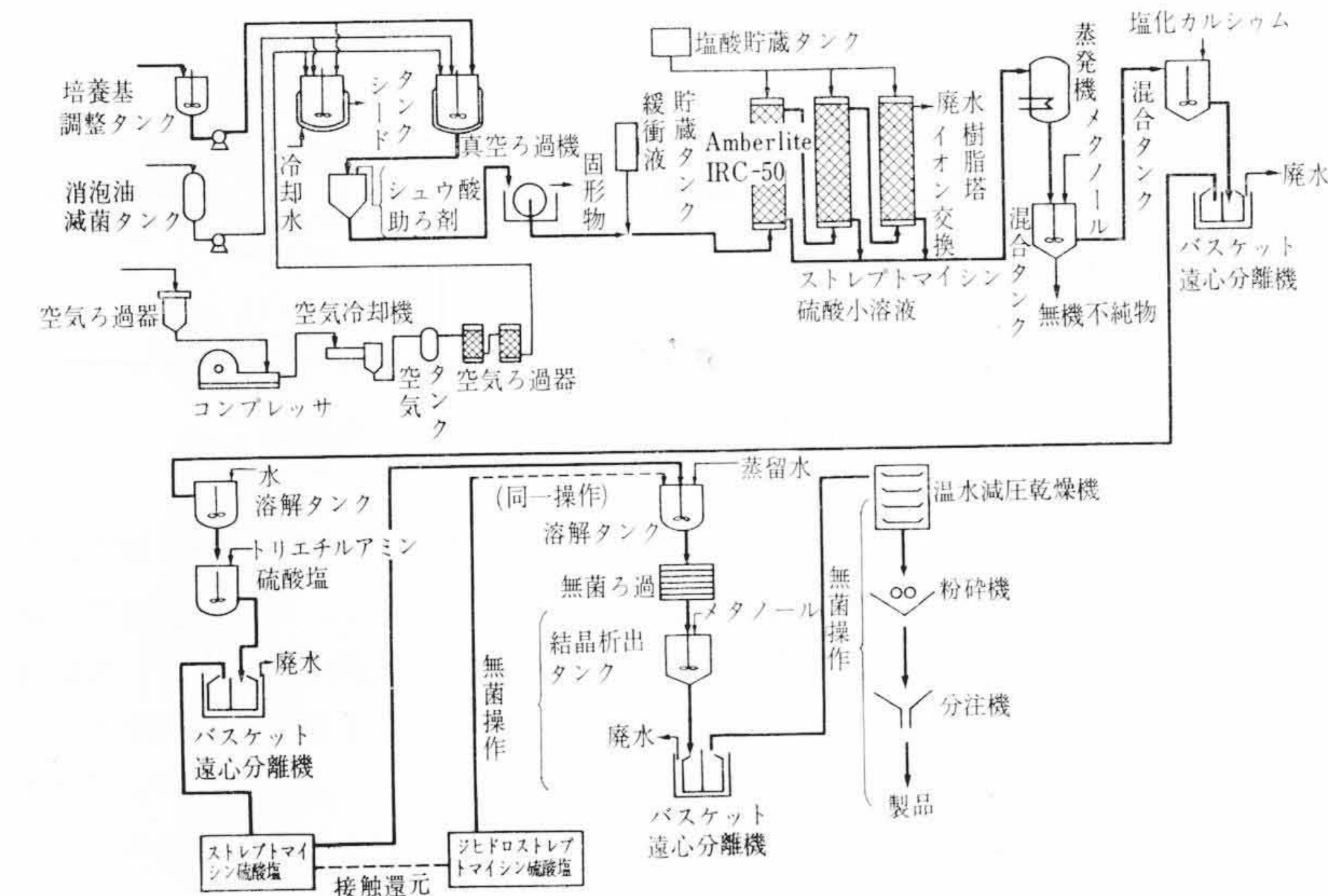
本報で扱う抗生物質のうち、ストレプトマイシン、ペニシリンについてその製造系統図⁽¹⁴⁾を第 2、3 図に示し廃水の出所の概略を示す。

* 日立製作所亀有工場

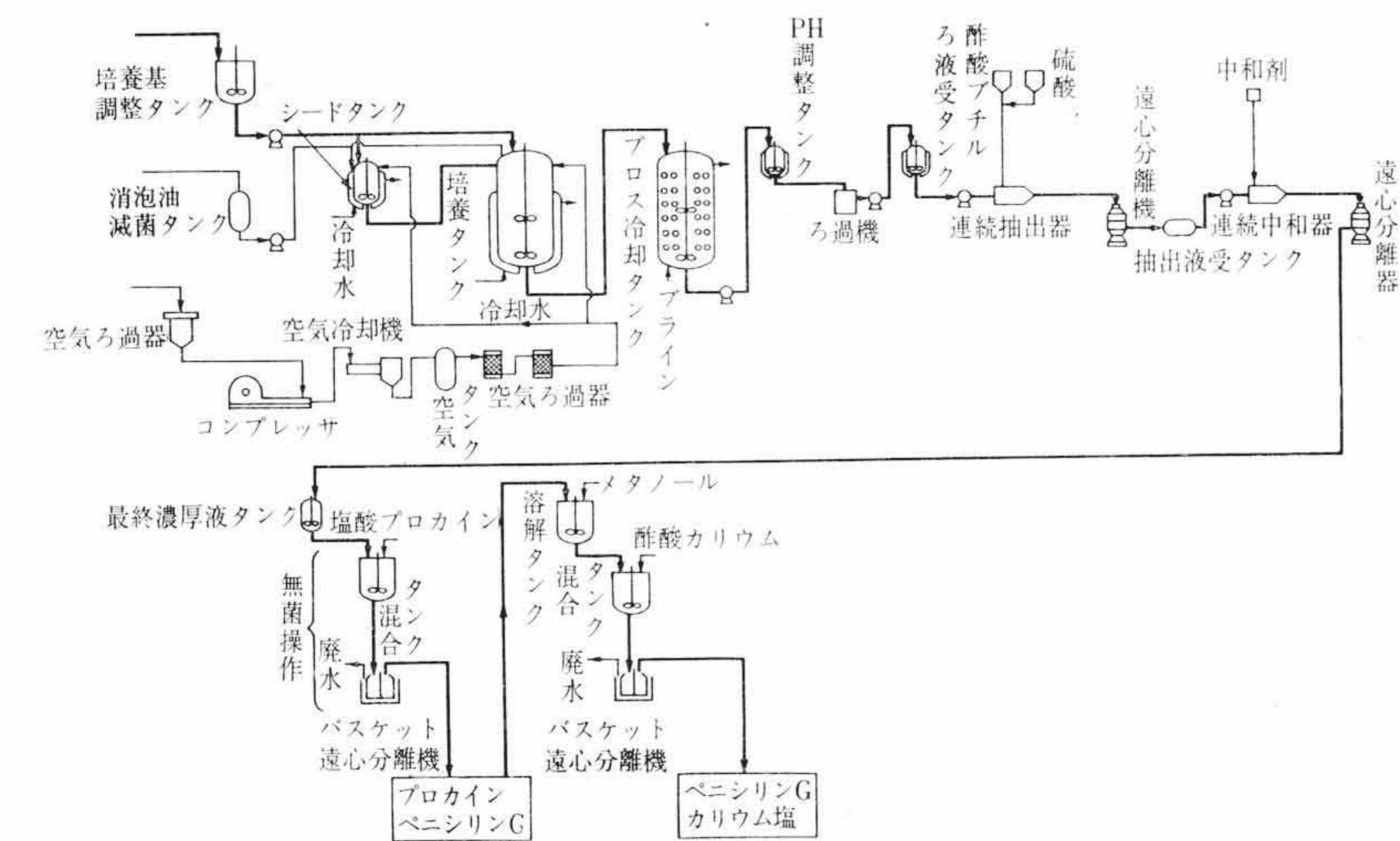
第 1 表 廃 水 の 水 質

項 目		廃 水	S _T	K _M	P _C
外 臭	観 気		黄土色・混濁	褐色・透明	茶褐色・混濁
			酸 臭	芳 香 臭	ア メ 臭
	pH		6.1	5.0	7.6
透 視 度 (cm)			0.5	2.0	0.7
蒸 発 残 渣 (ppm)			9,220	27,760	19,560
浮 遊 物 (ppm)			2,964	60	380
灰 分 (ppm)			3,168	12,092	10,324
有 機 物 (ppm)			6,052	15,668	9,236
全 窒 素 (ppm)			616	790	578
C O D (ppm)			3,260	15,600	5,330
B O D (ppm)			12,600	22,200	10,000
力 価 (μ/ml)			32	30	7

(注) S_T: ストレプトマイシン製造廃水
K_M: カナマイシン製造廃水
P_C: ペニシリン製造廃水

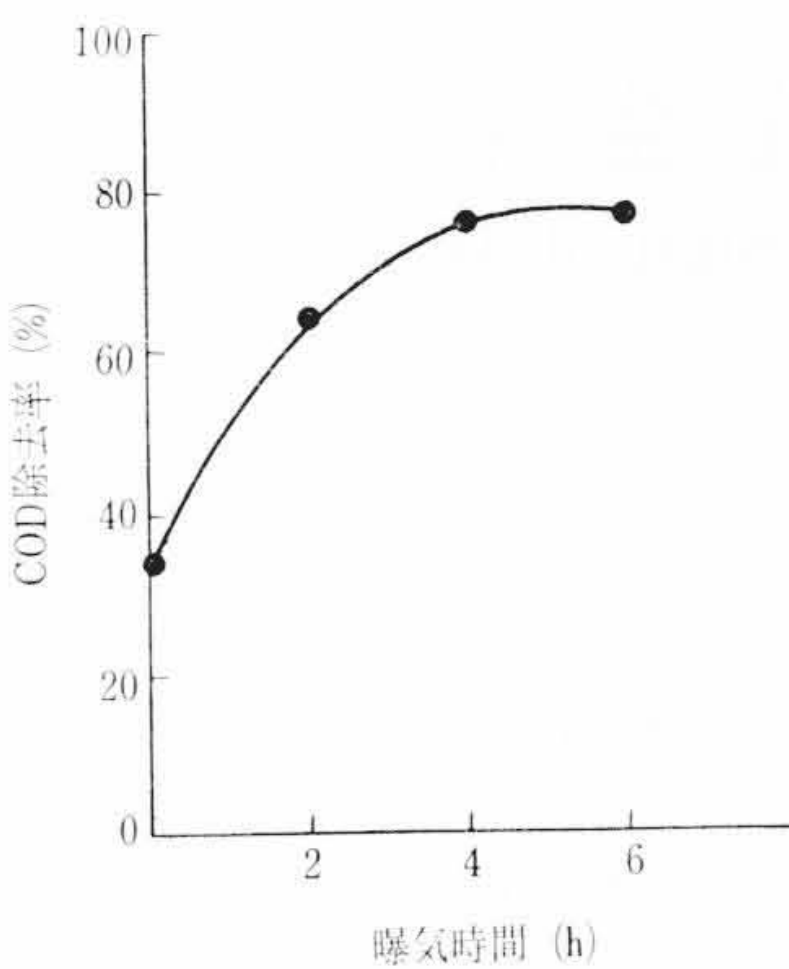


第 2 図 ストレプトマイシン製造系統図

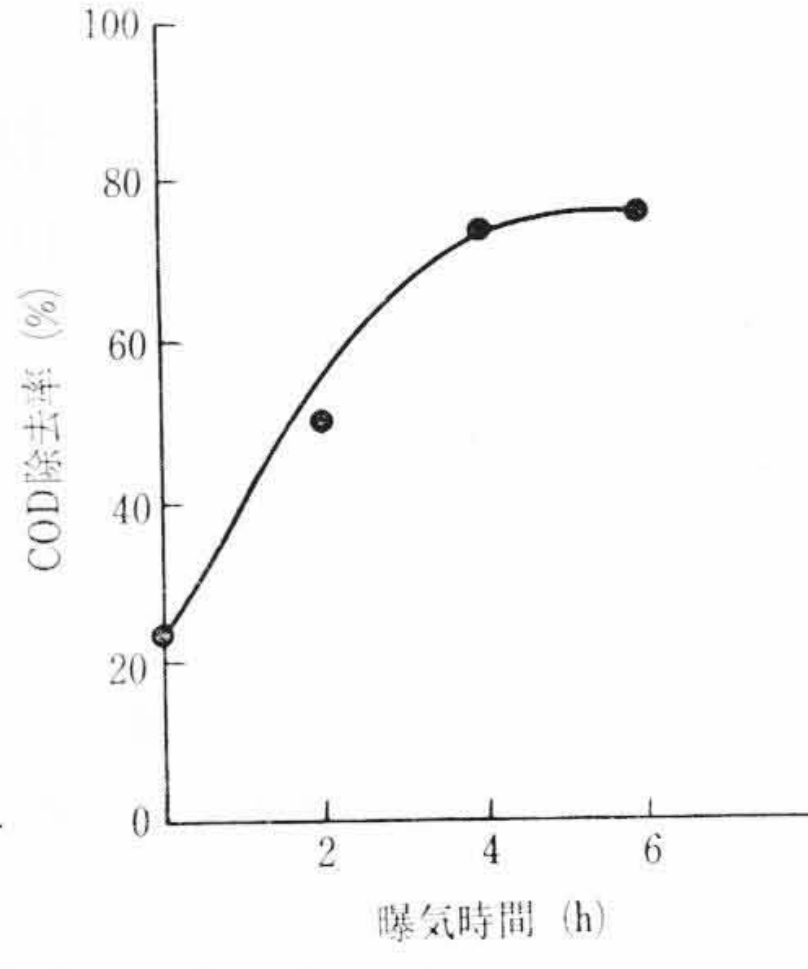


第 3 図 ペニシリン製造系統図

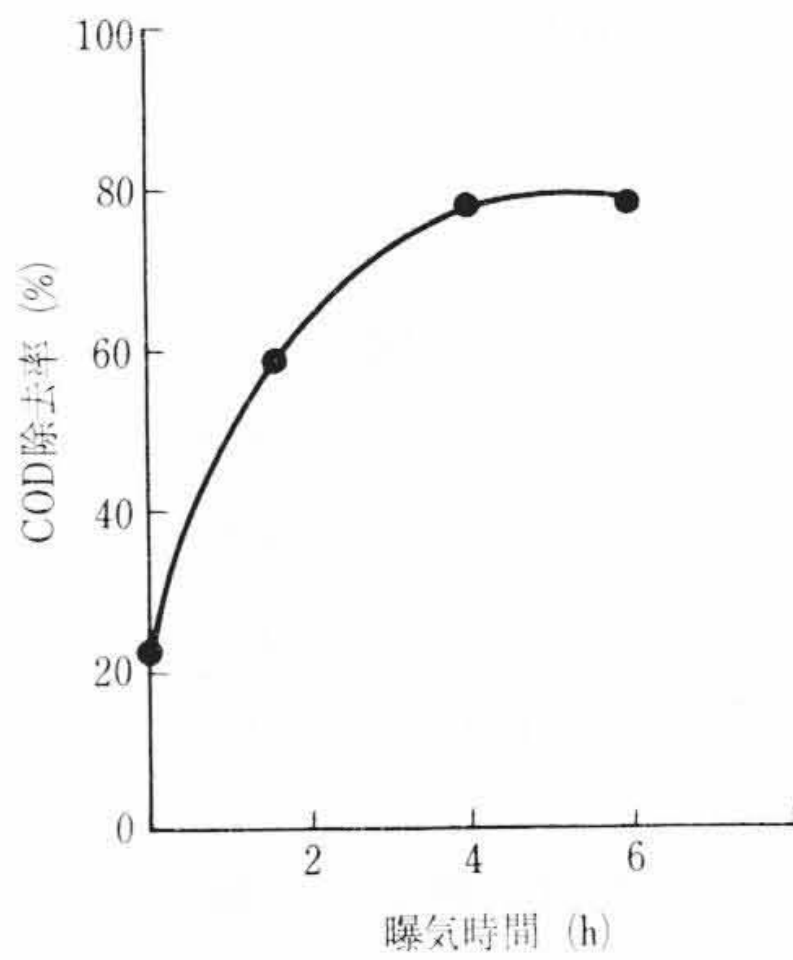
ペニシリンの培地には N. R. R. L. 培地または Stone Farrell 培地にフェニル酢酸またはフェニル酢酸アミドを添加したものが多く用いられる。ストレプトマイシンの培地は製造会社の秘密となっているので明らかでない。これらの培地や、抽出・精製の各工程において用いられる薬品などが、抽出器、遠心分離機、ろ過機などの各製造単位部門から廃出され処理の対象となる。このほかに冷却用水や作業用水(機器の洗浄水その他)が排出される。しかしこれらの排水は汚染度が低いので処理すべき廃水の希釈水として使用できる。



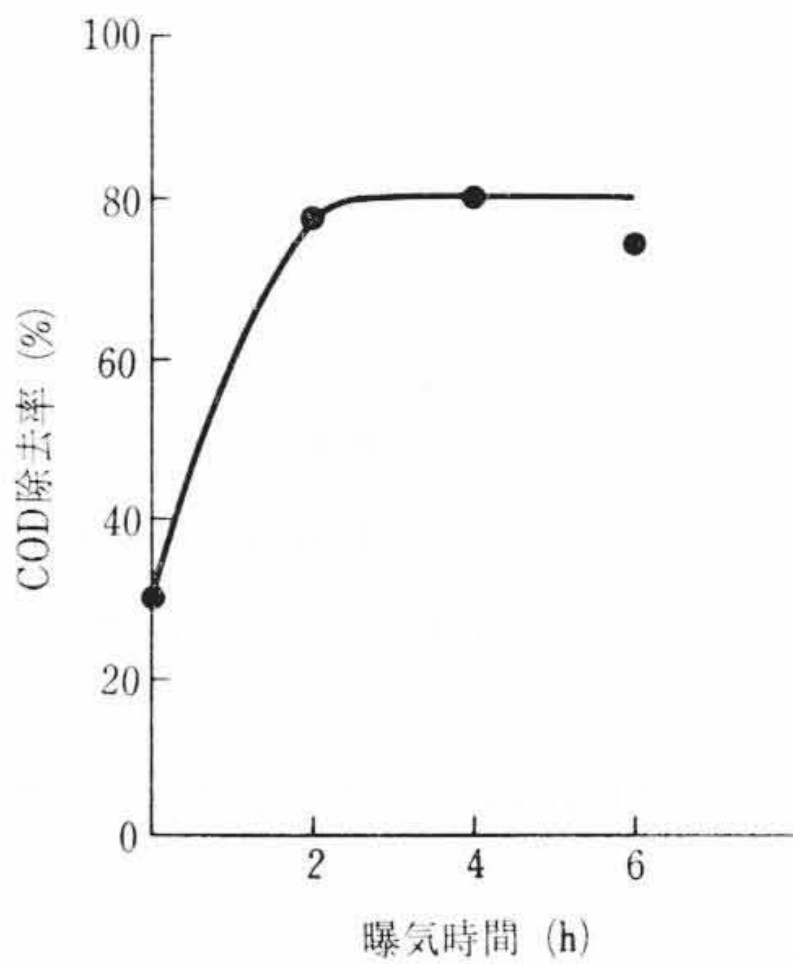
第 4 図 S_T 廃 水



第 5 図 K_M 廃 水



第 6 図 P_C 廃 水

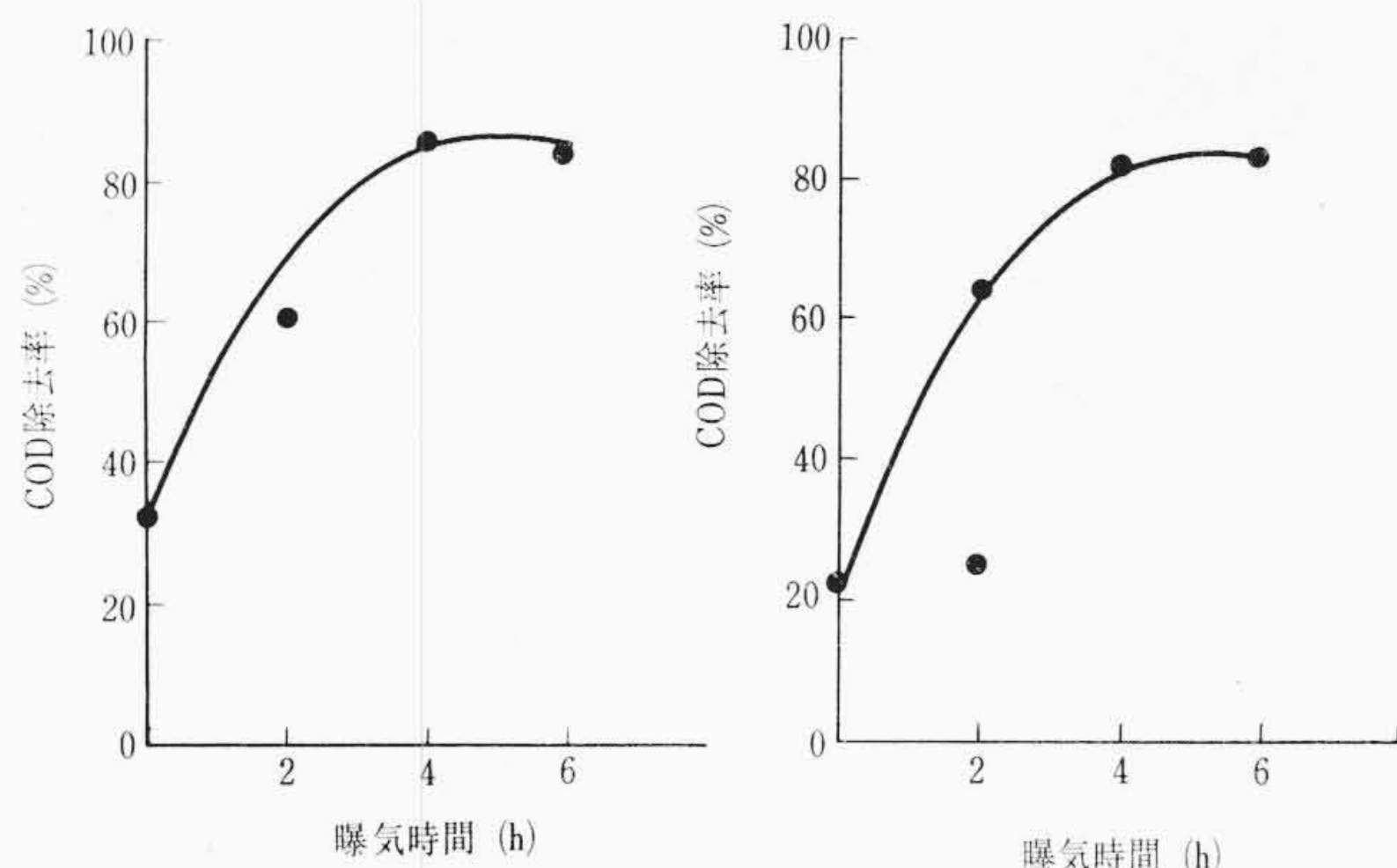


第 7 図 S_T+P_C 廃 水

4. 処 理 実 験

抗生物質製造廃水が処理可能か否か、またその負荷を求めるため処理実験を行なった。
500 ml の三角フラスコに廃水と活性スラッジの混合液 300 ml を入れ、25℃ でロータリシェーカ (回転数 160 rpm, 回転半径 35 mm) により振とう曝気し、所定時間ごとに COD の減少量を求めた。

混合液は廃水に活性スラッジを添加しスラッジ濃度 5~6% とした。第 2 表に混合液の組成を示す。処理結果を第 4~9 図に示す。処理結果から COD 負荷を求めると第 3 表のようになる。
上述のバッチ実験により抗生物質製造廃水の処理可能なことがわかったので、さらに 5 日間連続して第 4 表に示す COD 負荷になるように廃水を供給し処理実験を行なった。その結果を第 5 表および第 6 表に示す。
連続処理実験よりバッチ実験により求められた COD 負荷の妥当なことがわかる。



第8図 K_M+P_C 廃水 第9図 $S_T+K_M+P_C$ 廃水

第2表 混合液組成

No.	廃水	混合割合	添加量 (%)
1	S_T	—	10
2	K_M	—	2
3	P_C	—	5
4	S_T+P_C	18 : 3	4
5	K_M+P_C	12 : 3	2
6	$S_T+K_M+P_C$	18 : 12 : 3	4

第3表 C O D 負荷

No.	廃水	処理前のCOD (ppm)	COD負荷 (kg/day/m ³)
1	S_T	326	1.96
2	K_M	312	1.25
3	P_C	267	1.60
4	S_T+P_C	142	1.70
5	K_M+P_C	270	1.62
6	$S_T+K_M+P_C$	318	1.92

第4表 連続処理実験の条件

No.	廃水	稀釈率 (倍)	COD負荷 (kg/day/m ³)
7	S_T	1.5	1.8
8	K_M	11	1.2
9	P_C	2.7	1.6
10	S_T+P_C	2.5	1.2
11	K_M+P_C	7	1.6
12	$S_T+K_M+P_C$	2.5	2.7

第5表 単独廃水の処理効果

分析項目	S_T		K_M		P_C	
	処理前	処理後	処理前	処理後	処理前	処理後
外観	黄色・混濁	黄色・透明	黄色・透明	赤褐色・透明	黄褐色・混濁	褐色・透明
臭気	有	無	有	無	有	無
pH	6.3	8.4	5.5	7.5	7.8	7.8
透視度 (cm)	0.5	6.0	3.0	3.5	1.0	6.0
蒸発残渣 (ppm)	6,147	2,988 (41.4)	2,524	1,456 (42.3)	7,244	5,016 (30.8)
浮遊物 (ppm)	1,976	28 (98.6)	6	trace	141	13 (90.8)
有機物 (ppm)	4,035	624 (84.5)	1,425	292 (79.5)	3,420	856 (75.0)
全窒素 (ppm)	411	172 (58.2)	72	32 (55.6)	214	147 (31.3)
C O D (ppm)	2,173	335 (84.6)	1,418	350 (75.3)	1,974	580 (70.6)
B O D (ppm)	8,400	27 (99.7)	2,018	26 (98.7)	3,704	12 (99.7)

(注) ()内は除去率 (%)

第6表 混合廃水の処理効果

分析項目	S_T+P_C		K_M+P_C		$S_T+K_M+P_C$	
	処理前	処理後	処理前	処理後	処理前	処理後
外観	黄色・混濁	黄色・透明	黄色・混濁	赤褐色・透明	黄色・混濁	黄褐色・透明
臭気	有	無	有	無	有	無
pH	6.7	7.3	6.6	7.9	6.4	7.6
透視度 (cm)	0.8	19.0	2.0	3.0	1.0	3.0
蒸発残渣 (ppm)	4,279	2,100 (51.0)	3,731	2,008 (46.2)	6,761	3,208 (52.4)
浮遊物 (ppm)	1,038	36 (96.5)	18	trace	669	16 (97.6)
有機物 (ppm)	2,603	452 (82.6)	2,054	372 (81.9)	3,935	728 (81.5)
全窒素 (ppm)	244	51 (79.1)	107	73 (31.8)	270	66 (75.6)
C O D (ppm)	1,422	209 (85.3)	1,929	320 (83.4)	3,175	487 (86.3)
B O D (ppm)	4,880	trace	2,823	22 (99.2)	6,360	trace

(注) ()は除去率 (%)

5. 工業化のための検討

上述の実験により抗生物質製造廃水を活性スラッジ法により処理するための基礎データが得られたので処理装置を計画した。計画基準は次のとおりである。

廃水量 (Q) (平均)	180 m ³ /day
COD 負荷量 (L_C)	1,100 kg/day
COD 負荷 (l_C)	1.6 kg/m ³ /day
BOD 負荷量 (L_B)	2,140 kg/day
返送スラッジ濃度 (S_r)	20%
曝気槽中スラッジ濃度 (S_a)	6%
処理時間 (t)	4時間

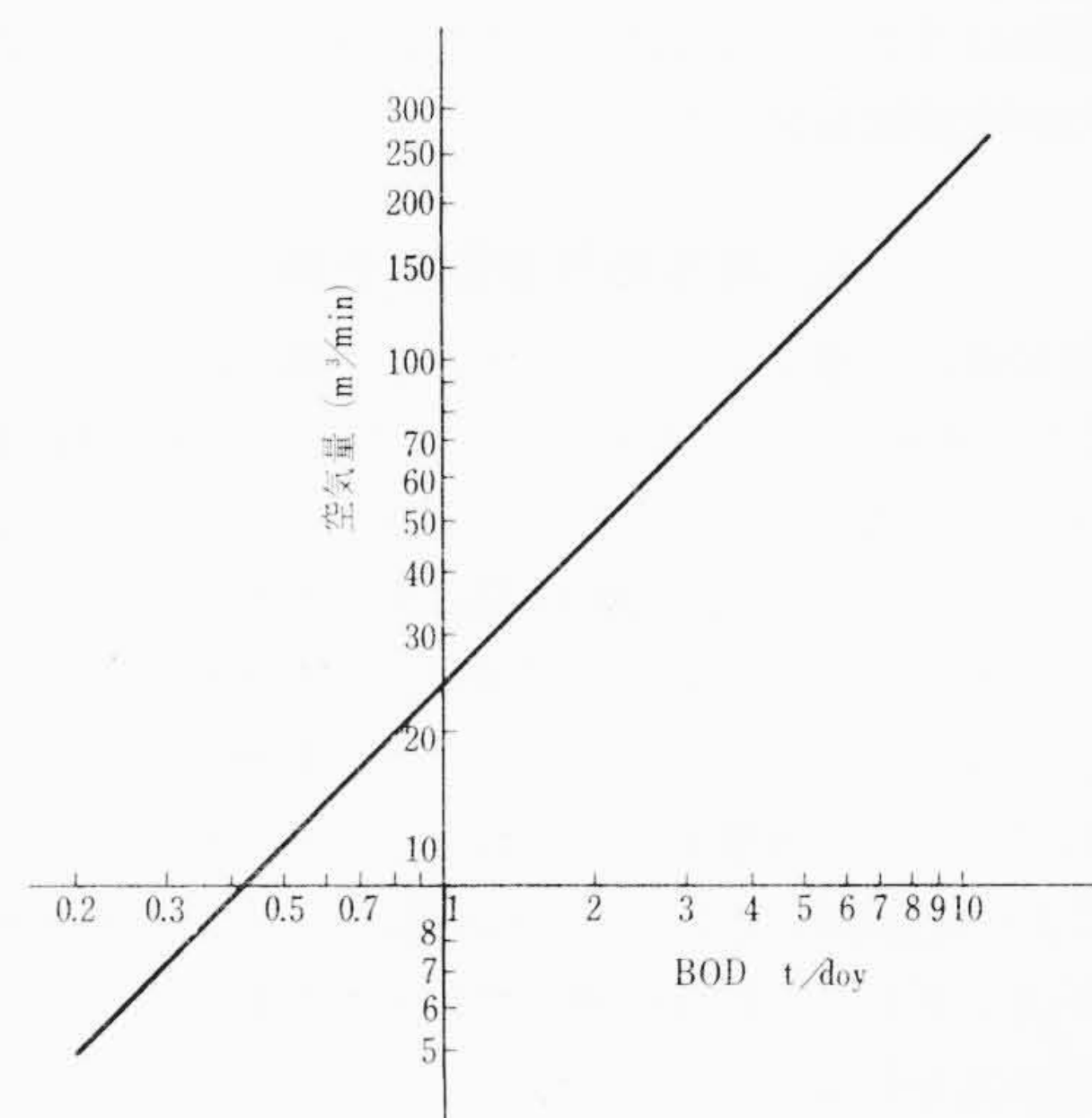
(1) 曝気槽の容積

$$\text{曝気槽の容積 (m}^3\text{)} = L_C / l_C + Q \cdot S_a \cdot t / (S_r - S_a) \cdot 24 \dots\dots\dots (1)$$

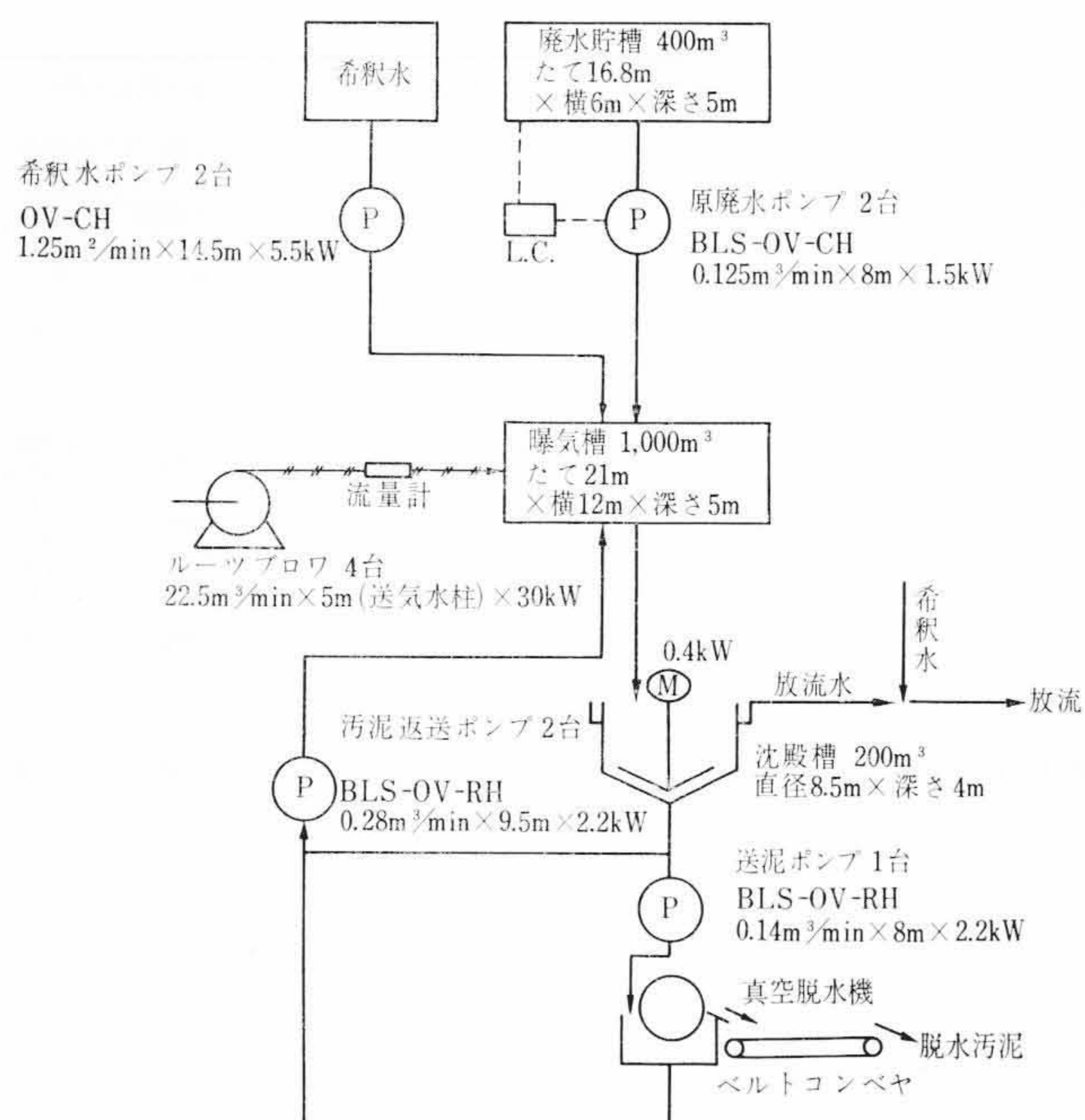
(1)式に計画基準の数値を代入して 785 m³ が得られる。計画基準の廃水量は平均値であるから最大水量を勘案して、曝気槽の容積を 1,000 m³ とした。ステップエアレーション方式を採用している。

(2) 空気量

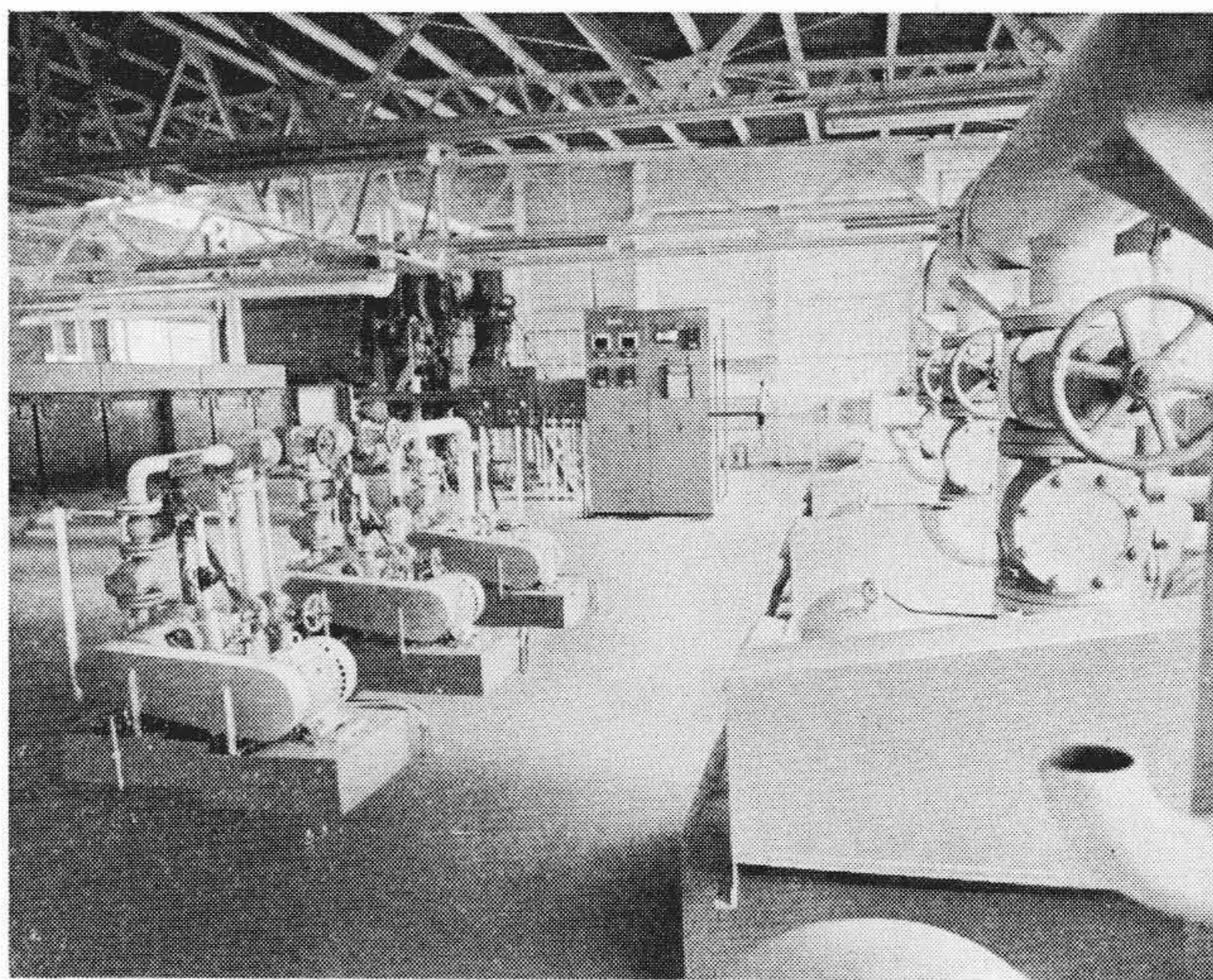
曝気に要する空気量は BOD 負荷量 2,140 kg/day、曝気槽中のスラッジ濃度 6% であるから少なくとも 60 m³/min は必要となる。この量は第10図⁽¹⁵⁾に示す BOD 負荷量とこれを酸化するのに必要とする空気量の関係、および庄司⁽¹⁶⁾らにより測定されたスラッジの酸素吸収量 Q_{O_2} (0.017~0.07 m³ O₂/1,000 kg sludge/min) を用いて、曝気槽の酸素吸収効率を 10% として求めた。



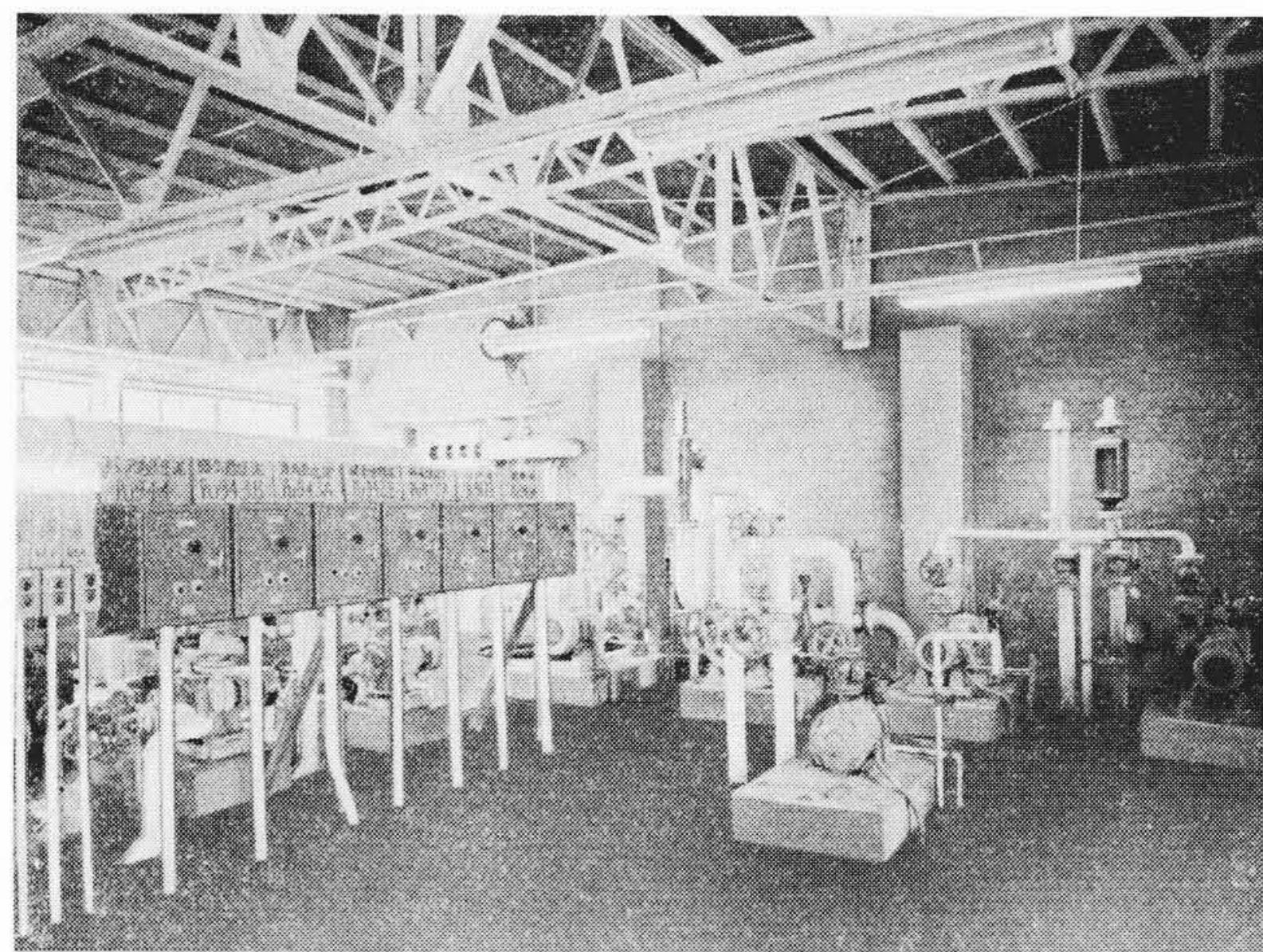
第10図 BOD 負荷量と空気量の関係 (曝気槽の O₂ 吸収効率を 10% とした場合)



第 11 図 廃水処理装置フローシート



第 13 図 機 械 室 内 部



第 12 図 機 械 室 内 部

(3) 沈 殿 槽

沈殿槽の容積は生成するスラッジの沈降性、最大廃水量および水面積負荷を勘案して 200 m³ とした。

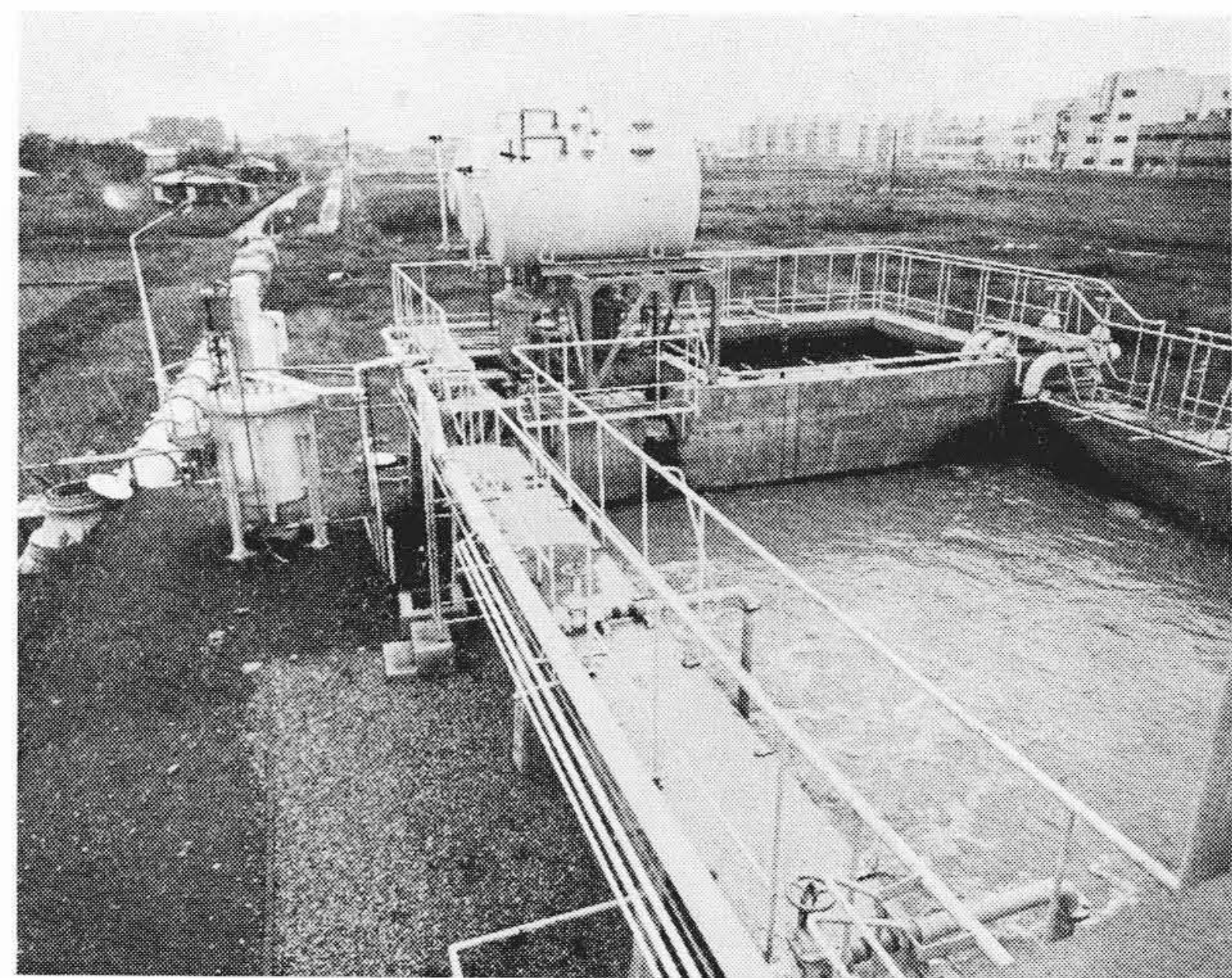
沈殿槽には片アーム式の汚泥かき集め機を設けて、沈降したスラッジの完全排除を図った。

6. 廃水処理装置の仕様

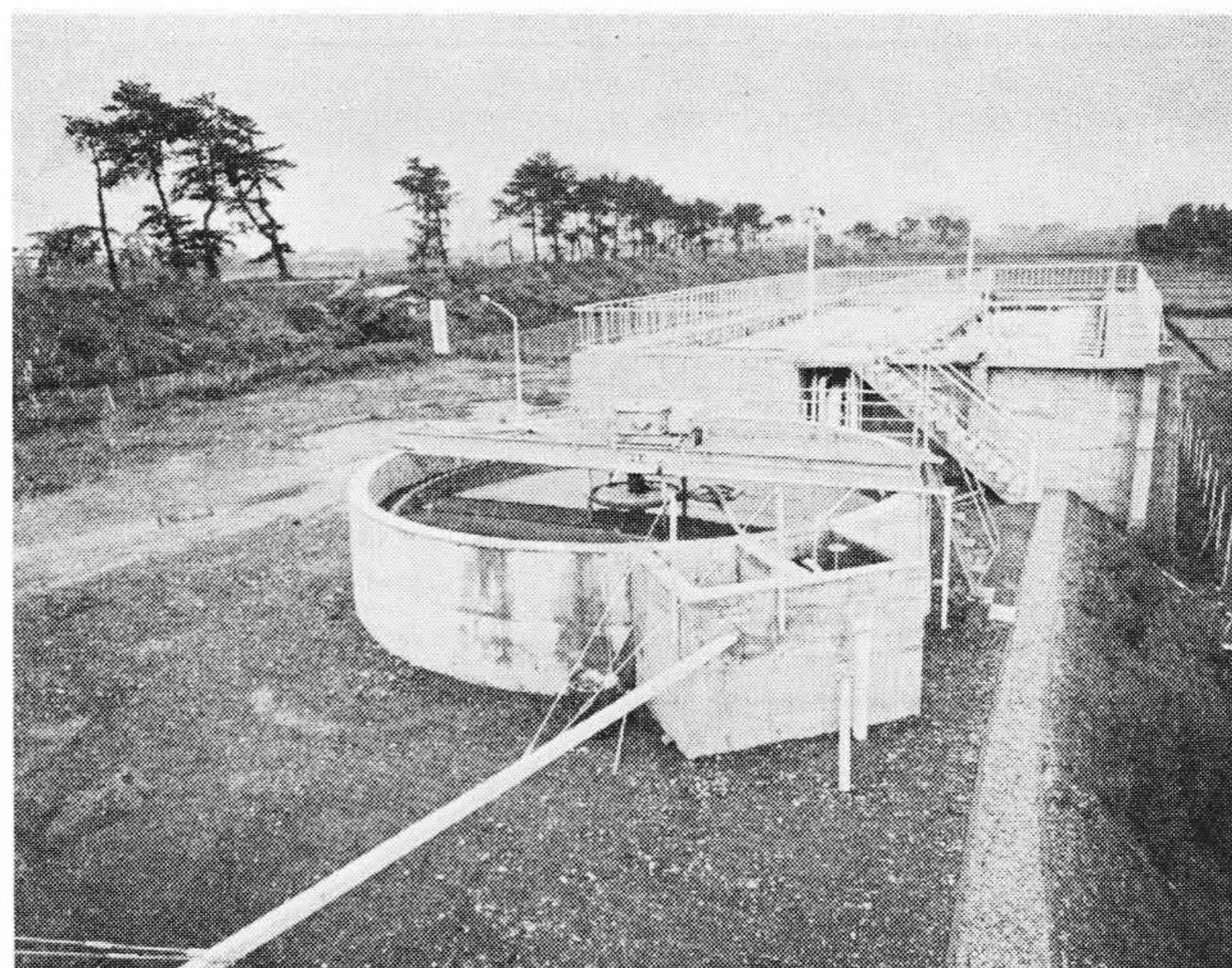
廃水処理装置の仕様をフローシートとして第 11 図に示す。

第 12 図に原廃水ポンプ、希釈水ポンプなどを示す。第 13 図は汚泥ポンプ・汚泥返送ポンプ(左側)、ルーツブロワ(右側)および真空脱水機(左後方)である。また第 14 図は廃水貯槽である。廃水貯槽の後方に見えるタンクには製造工程中廃出される酸性およびアルカリ性液が、工場内で、いったんアルカリ性に転換されて送られてくるのを中和するための硫酸を入れてある。この中和操作は二段式の pH 調節により自動的に完全に行なわれる。また、廃水貯槽の左側に曝気管が見えるが、これは貯槽中で廃水が腐敗するのを防止するための予備曝気を行なうためのものである。

第 15 図は曝気槽(後方)および沈殿槽(前方)を示す。



第 14 図 廃 水 貯 槽



第 15 図 曝 気 槽 お よ び 沈 殿 槽

7. 結 言

(1) 抗生物質(ストレプトマイシン、カナマイシン、ペニシリン)製造廃水の活性スラッジ法による処理実験の結果、COD 負荷(平均) 1.6 kg/m³/day であった。

(2) いずれの廃水も連続処理可能であり、特に処理効果に妨害を及ぼす因子は見出されなかった。処理水は無臭・透明であった。

平均除去率は COD 84.3%, BOD 99.4%, 浮遊物 97.8% であった。

(3) 処理実験結果に基づいた廃水処理装置の各機器の仕様について述べた。

(4) 本廃水処理装置は昭和 38 年 10 月に完成し、引き続いて活性スラッジの集殖および馴養を行なったのち処理を開始した。現在良好な処理成績をあげている。

終わりに実験に種々ご便宜をいただいた工業技術院醗酵研究所小野博士および同研究所第 3 部の各位ならびに廃水処理装置の完成にご指導、ご激励を賜った明治製菓株式会社の各位に深甚の謝意を表わす次第である。

参 考 文 献

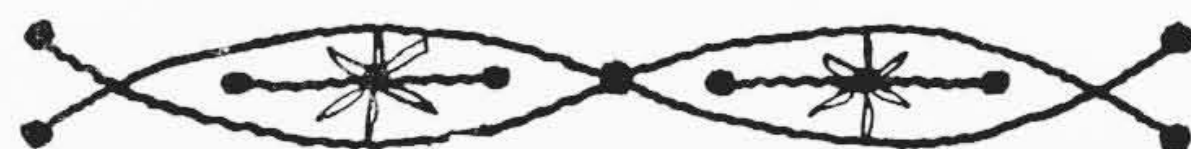
- (1) Arden, E., and Lockett, W. T.: "Experiments on the Oxidation of Sewage without the Aid of Filters," Part I, J. Soc. Shem. Ind. Lond., 33, 523 (1914) Reprinted in J. Inst. Sew. Purif., 3, 175 (1954)
- (2) H. Heukelekian: Ind. Eng. Chem., 1412, 1553 (1949)

- (3) A. A. Hilgart: Sewage and Ind. Wastes, 22, 207 (1950)
- (4) J. M. Brown: Sewage and Ind. Wastes, 23, 1017 (1951)
- (5) J. A. Liontas: Sewage and Ind. Wastes, 26, 310 (1954)
- (6) H. W. Pitts: Sewage and Ind. Wastes, 27, 970 (1955)
- (7) L. B. Tompkins: Sewage and Ind. Wastes, 29, 1161 (1957)
- (8) U. T. Mann: Sewage and Ind. Wastes, 23, 1457 (1951)
- (9) D. L. Muss: Sewage and Ind. Wastes, 23, 486 (1951)
- (10) F. E. Dryden et al: Biological Treatment of Sewage and Industrial Wastes, Volume I. Aerobic Oxidation, Ed. by B. J. McCabe, F. S. C. and W. W. Eckenfelder, Jr. p. 360 (1956) Reinhold Pub. Corp.
- (11) R. H. L. Howe: Biotech. and Bioeng., 4, 161 (1962)
- (12) R. E. McKinney: Biotech. and Bioeng., 4, 181 (1962)
- (13) A. H. Molof: Biotech. and Bioeng., 4, 197 (1962)
- (14) 別冊化学工業プロセスフローシート No. 7, 昭和 35 年 12 月, 化学工業社
- (15) 太宰, 小野: 未発表
- (16) 庄司, 橋本: 水協誌, No. 286, July, 44 (1958)



特許第 416155 号

特 許 の 紹 介



伴 野 正 美・杉 田 吉 充
鈴 木 道 夫・高 木 武

ト ラ ン ジ ス タ

n 型 Ge を基本体とするような合金接合型トランジスタの電流増幅率を大ならしめ、しかもエミッタ電流の増大に伴って前記増幅率が急激に減少するのを防ぐ目的でエミッタ電極の材料に In を主成分とし、これに少量の Ga, Al, B を含む合金が用いられることは広く行なわれている。この方法は酸化の影響を受けやすく、還元性雰囲気中で燃付を施す場合には不当な広がりを生ずる。しかも組成軟弱にして粘りつきやすく、焼付操作の自動化が困難であった。

本発明は上述の従来の難点を解消した新規なエミッタ合金材料を提供するもので、その要旨を略述すれば、Au と Ge とから成る合金を主成分としこれに Ga, Al, B のうち少なくとも 1 種を 30 (重量) % 以下の割合で含む合金によりエミッタ電極材料を構成するものである。

図面は Au-Ge 平衡状態図で、L は液体の状態、 α は固体の状態を表わす。Au-Ge 合金の混合比は Au 88%, Ge 12% で、今該合金を n 型 Ge 基体上に載置し後、温度を 356°C にすれば合金は溶解し、さらに高温に加熱すれば基体 Ge が Au-Ge 融液に溶け込む。500°C になれば初期の共晶合金に対して Ge が 6% 溶解する。

合金材料は Ge の割合が 8~40% が適当である。また合金材料に少量の In, Sn, Pb, Zn, Sb などを加えることもできる。この際、Ga, Al, B のうち少なくとも 1 種を 30% 以下の割合で含むことはもちろんである。

上述したように本発明では電極合金に Au と Ge が共存しているので基体の溶解は徐々に行なわれ、平坦にして欠陥の少ない PN 接

合を形成せしめうる。また仕上げエッチも簡単で、ベース抵抗の増大を防ぐことが可能である。またエミッタ電極の酸化をうけにくいなど種々の利点有をする。(志村)

