

2 段曝氣方式에 의한 製紙廢水處理 效果分析

池 基 遠 文 相 烈

釜山直轄市 保健環境研究所

The Analysis of Effect of Paper Manufacture Waste Water Treatment with Two Step Aeration System

Chee Kee Won Moon Sang Yuel

Pusan Municipal Health Environment Institute

Abstract

Adapting two step aeration system to a waste water treatment of W-paper manufactory as Full-Scale Plants, we drew a following conclusion from its practical working.

1. Because BOD removal efficiency was 20% in A-Stage, 90% in B-Stage and total removal efficiency was 97%. It worked treatment plant well and was suitable for effluent water standard as well.
Because COD removal efficiency was 42% in A-stage, 71% in B-stage and the total removal efficiency was 94% COD control was possible in effluent water quality.
2. Treatment efficiency according to a load capacity was average 20% in 1.401 BOD kg/m³/d load of A-Stage and average 90% in 0.273 BOD kg/m³/d load of B-Stage.
3. Treatment efficiency according to a ratio of F/M was 2.657~5.024 kg BOD/kg MLSS/d in A-Stage and BOD removal efficiency was 16~26% in the same stage. The ratio of F/M was 0.068~0.094 kg BOD /kg MLSS/d and BOD removal efficiency ratio was 85~94%. Therefore treatment efficiency could be kept stably and volume of aeration tank could be reduced wholly.
4. Treatment efficiency according to MLSS appeared BOD 20%, COD 42%, in A-Stage and removal efficiency appeared BOD 90%, COD 71% in B-Stage. They were suitable for plan condition.

5. Because of working of complemented treatment plant by AB-Process. 20,000,000 Won a month was saved than the ordinary working cost. Therefore, it was assumed that invested cost could be recollected in 19 months or so consequently.

I. 序 論

經濟發展과 더불어 輸出이 增大되고 生活水準이 向上되면서 生必品 및 其他 製品의 包裝을 위해 製紙産業이 急速히 發達되어 製紙業界의 生産力이 늘어 남으로써 浮上되는 問題點으로 高濃度 製紙廢水가 水質汚染負荷를 크게 일으키고 있다.

製紙廢水는 製紙의 種類, 生産에 따라 그 成分과 廢水流출濃度가 달라 既存廢水處理方案으로는 主로 藥品凝集處理와 生物學的處理를 連結하여 處理하는 것이 一般的이나¹⁾ 이러한 方法은 藥品의 使用으로 인하여 슬러지 生産量이 많을 뿐 아니라 水質惡化와 運營費 增加로 廢水處理場 運營이 원활하지 못한 實情이다.

따라서 本 研究은 古紙를 再生하여 板紙를 生産하는 W 製紙工場에서 一般的으로 施行되고 있는 製紙工程의 廢水處理工法(藥品凝集→生物學的處理→放流)을 修正補完하여 運營費가 적게 들고 슬러지의 生産量이 적은 純 生物學的 處理工法인 AB-Process(two stage biological treatment system)²⁾을 適用하여 製紙廢水を 處理했을 때의 效果를 分析하고자 한다.

國內에서는 이미 AB-處理工法이 染色廢水處理 部分에서 pilot plant 實驗들을 통하여^{3,4,5,6)} 高농도 폐수처리에서 效率이 인정된 바 있어 製紙廢水 處理部門에서도 適用해

봄으로써 그 理論的인 效率性을 실제 證明하는 目的이 있다.

II. 2 段曝氣方式의 適用背景과 原理

1. 適用背景

製紙, 펄프産業은 他産業보다 水 使用量이 극히 많고 再利用으로 인한 排出水質이 高負荷인 것이 特徵이며 大部分 廢水處理工程은 藥品凝集後 生物學的 處理工程을 混合하여 處理하는 工程을 採擇하고 있는데

W 製紙工場은 古紙를 再生하여 板紙를 生産하는 施設로서 排出原水는 大略

$$Q = 660 \text{ m}^3/\text{day} (\text{清水供給} : 2,000 \text{ m}^3/\text{day} \text{ 再使用水} : 4,600 \text{ m}^3/\text{day})$$

$$\text{BOD}_5 = 1,200 \sim 1,500 \text{ mg/l}$$

$$\text{COD} = 900 \sim 1,200 \text{ mg/l}$$

$$\text{SS} = 2,000 \sim 3,500 \text{ mg/l}$$

$$\text{pH} = 6.1 \sim 6.6$$

로서 在來方式인 藥品凝集→浮上分離→活性슬러지 方式으로 處理함으로써

- 藥品凝集에 의한 藥品費의 過多
- 슬러지 發生量 增加와 이에 따른 處理費 上昇
- 藥品使用으로 SO_4^{2-} 이온 增加로 生物學的處理 異常으로 全 處理效率의 不安定

—藥品使用에 의한 콘크리트 施設腐蝕과 再利用時 機械腐蝕 등의 問題點이 提起되었다.

따라서 既存處理工程으로는 正常的인 産業施設 稼動이 不安하여 새로운 廢水處理 시스템의 採擇이 必要하였다.

2. 原 理

生物學的 處理工法인 AB-Process 의 特徵은 高負荷 有, 無機物 廢水處理에 검정처리 方法으로 서독에서 Böhnke^{2,7,8)} 등에 의하여 그 處理原理가 提案되어 서독 및 유럽에서 主로 高濃度 汚染廢水 處理에 活用되어 많은 好評을 받고 있다.

Böhnke^{2,7,8,9)} 및 Schlegel¹⁰⁾ 등에 의하여 處理效率이 높고 經濟的으로 優秀하다고 報告된 2段曝氣方式인 AB-Process 의 原理는 첫단계(A-Stage)에서 曝氣初期에 低級初期 微生物인 Procaryotes 系의 미생물에 의한 凝集 및 吸着能力을 使用하여 廢水中의 有·無機性 汚染物을 主로 吸着沈澱시키고 둘째단계(B-Stage)에서는 高等 微生物 Eucaryotes 系 微生物에 의해 주로 잔여 有機物을 最大한 分解, 結合力을 利用하여 處理함으로써 이들 Procaryotes 系와 Eucaryotes 系 微生物 群集을 相互補完하여 有·無機性 汚染物質의 生物學的處理를 極大化 및 安定化시켜 處理效率을 높이는데 있다고 한다.

Hartman, L.¹¹⁾의 報告에 의하면 一般的으로 모든 生物學的 廢水處理에 있어서 汚染物質과 活性슬러지 사이의 反應(高濃度 有機物質과 박테리아의 複合體)은 汚染物質의 減少에 影響을 미친다.

그 反應으로서 液體狀내의 擴散과 亂流에 의한 物質傳達, 그리고 얇은 cover mulatginous 와 細胞膜內의 擴散, 細胞膜에 汚染物質의 吸着, 微生物에 의한 生物學的 分解와 轉換, 細胞內에 沈積된 營養分의 含有, 沈澱池의 物理化學的 反應으로 說明된다.

Habbeln, K.와 Strohmeier, A.¹²⁾의 報告에는 AB-Process 의 첫단계(A-stage)에서 가장 먼저 나타난 結果는 汚染物質의 擴散에 의한 移動, 吸收와 吸着, 凝集과 沈澱이고 微生物의 分解過程은 첫단계(A-stage)에서는 微微하나 둘째단계(B-stage)에서 낮은 負荷로 넓은 範圍에서 生物學的으로 持續的인 微生物의 成長을 促進시키므로 2段工程의 最終 沈澱池의 表面積負荷를 더 크게 해야 한다고 하였다.

Imhoff¹³⁾는 曝氣槽에서 有機物의 負荷와 MLSS 比 즉 F/M 比의 變化에 따라 處理效率은 Fig. 1 과 같이 된다고 한다. 여기서 보면 處理效率은 低負荷 領域에서는 F/M 比에 상당한 相關性을 갖지만 高負荷 F/M 比에서는 실제 큰 상관성을 갖지 않는다는 것이다. 이와 같은 論理에서 보면 在來式 活性슬러지法에서 曝氣槽의 許容體積負荷에 의해 曝氣槽의 크기가 決定되므로 汚染負荷가크면 相對的으로 曝氣槽의 容積을 크게해야 되는데 AB-Process 에서는 1次 曝氣槽에서 高濃度 汚染物質을 적은 容量의 曝氣槽에서 높은 F/M 比로 큰 汚染負荷量을 除去한 後에 적은 汚染을 낮은 F/M 比로 處理할 경우 높은 處理效率을 올릴 수 있어 全體的으로 보면 相對的으로 적은 容

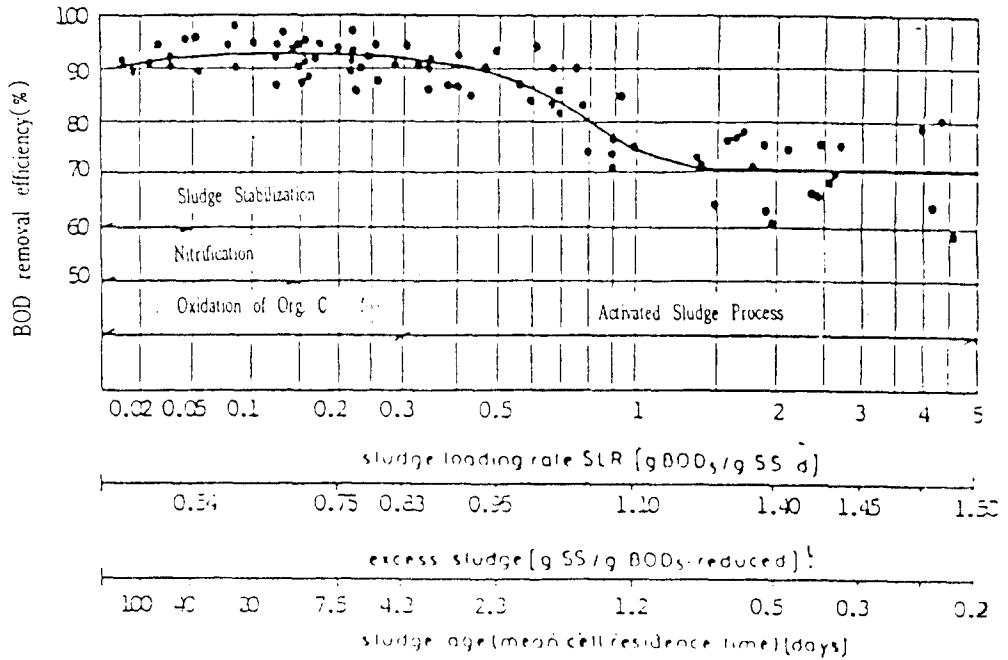


Fig. 1 BOD₅-biodegradation as function of sludge loading rate.

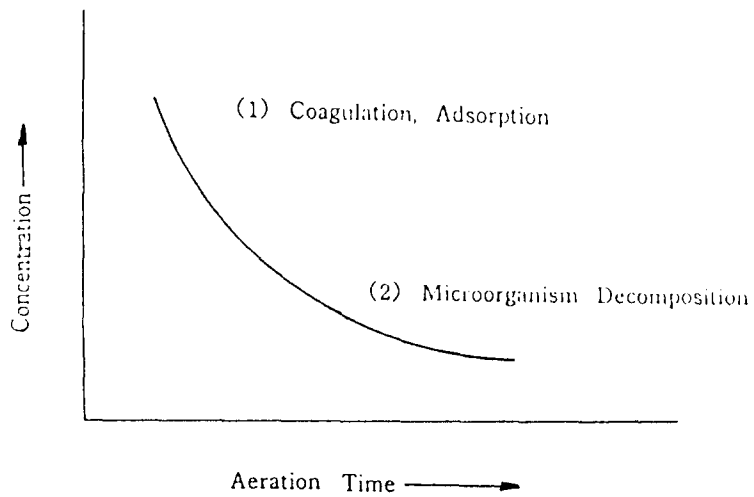


Fig. 2 The flow-chart of micro biol., mechanism in aeration process

積의 曝氣槽에서 높은 處理效率을 얻을 수 있게 된다.

Jung, H.¹⁴⁾은 Fig. 2와 같이 높은 F/M比에서 短時間 曝氣時에는 微生物의 分解作用보다 오히려 微生物의 吸着作用에 의한 處理가 큰 比重을 차지한다고 報告하고 同時에 이와 같은 微生物의 低級初期 微生物의 凝集 및 吸着能力은 BOD 除去는 물론 微生物에 의한 分解가 아닌 吸着狀態에 의해 微生物의 難分解性 物質인 COD性 汚染 物質을 除去하게 된다고 報告하고 있다.

Böhnke^{2,7,8,9)}는 이와 같은 初期微生物의 吸着能力으로 在來式 活性슬러지法은 最終 放流水에서 有機汚染 除去는 優秀하지만 無機汚染 制御에서 뒤떨어지는 것을 AB-Process 採擇으로 補完할 수 있다고 報告하였다.

Böhnke^{2,7,8,9)}에 의하면 Procaryotes系 領域의 微生物은 初級微生物로서 핵이 없고 構造가 간단하며 環境의 適應性이 좋아 嫌

氣性, 任意性, 好氣性과 pH 變化, 溫度의 急 變化 等の 모든 條件에 適應할 수 있는데 비하여, Eucaryotes系 領域의 微生物은 好

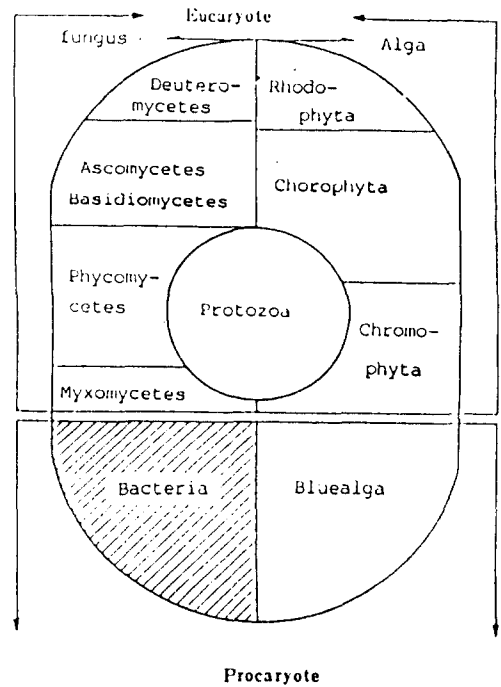


Fig.3 Chart of Microorganism Distribution

Table 1 Chart of Micro Organism

ITEM \ MICROBE	PROCARYOTE	EUCARYOTE	REMARK
Size	1 μm	10 μm	
Number	1,000	1	Same Volume
Adaption	Very Good	Little Good	
Microorganism	bacteria bluealgae	deuteromycetes ascomycetes basidiomycetes phycomycetes myxomycetes protogoa rhodo phyta choro phyta	

氣性 條件에서 生存하는 特性을 갖는 등 Procaryotes cell 과 Eucaryotes cell 의 特性에 대한 比較는 Table 1 과 Fig. 3 에 나타내었다.

III. 運轉 및 分析方法

1. 運 轉

W-製紙 廢水處理場에서 在來式 처리방식을 AB-Process 方式으로 修正補完하여 1989年 1月 8日까지 運轉하였다.

W-製紙 AB-Process 의 Flow-sheet 는 Fig. 4 와 같다.

既存處理場의 流入原水 調査는 1989年 1月부터 6月까지 調査 分析하였고 1989年 7月부터는 AB-Process 로 수정보완한 후 調査 分析하였다.

Table 2 는 在來式 廢水處理場의 流入水質의 平均상태를 나타낸 것이고 Table 3 은 AB-Process 轉換以後 流入水質의 平均상태를 나타낸 것이다.

在來式處理場과 AB-Process 處理場의 運轉資料는 부록 1 과 부록 2 에 수록되어 있다. AB-Process 處理 채택시의 工程詳細는 Fig. 5 와 같다.

Table 2 Conventional system analytical results of influent raw waste water quality.

Item	pH	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	SS (mg/l)	Total hardness (mg/l)
Average value	5.3	3,645	7,789	3,540	1,665

Table 3 AB-Process application analytical results of influent raw waste water quality

Item	pH	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	SS (mg/l)	Total hardness (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)
Average value	6.5	1,109	1,450	3,121	417	393

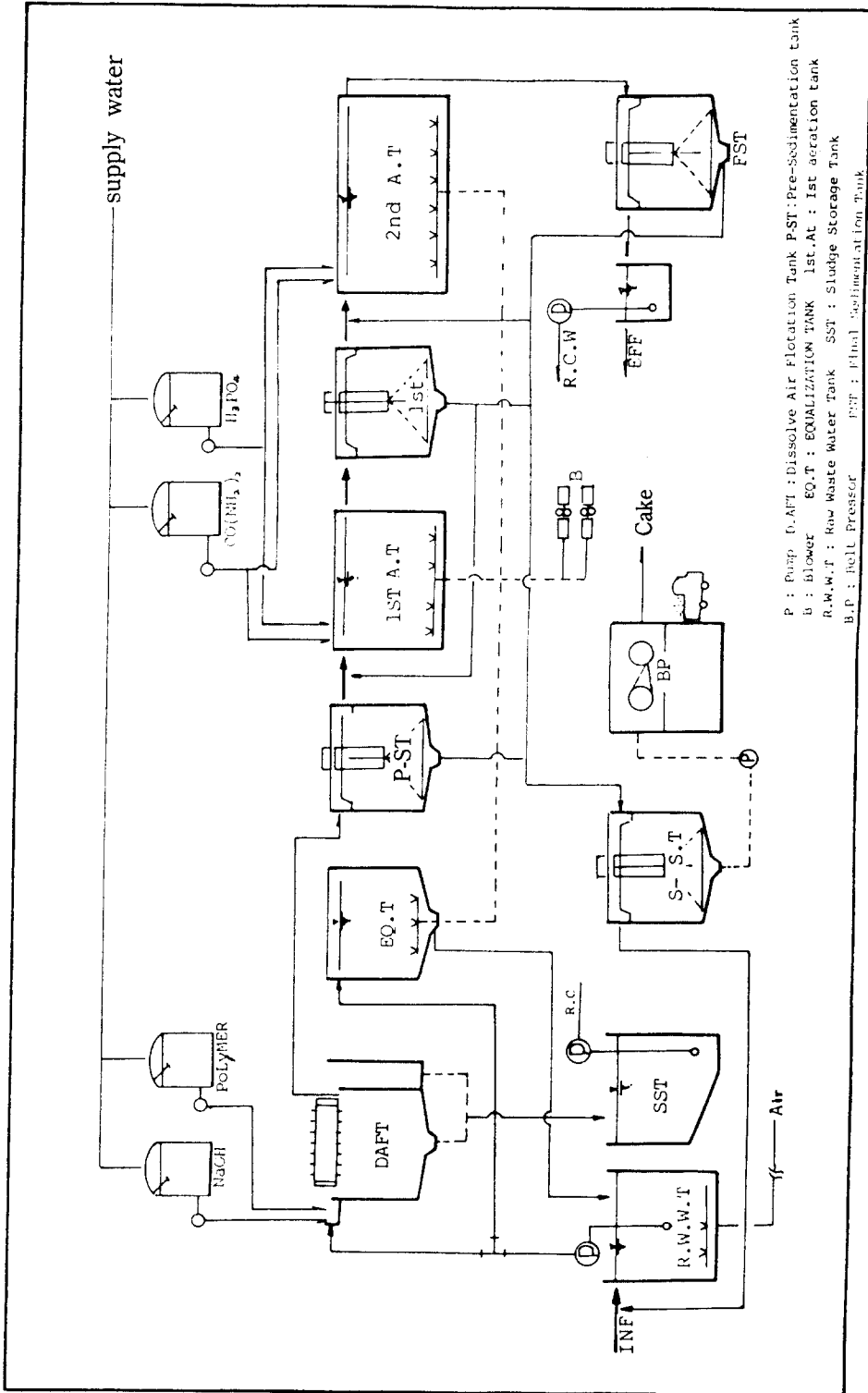


Fig. 4 AB-Process full scale plant flow sheet.

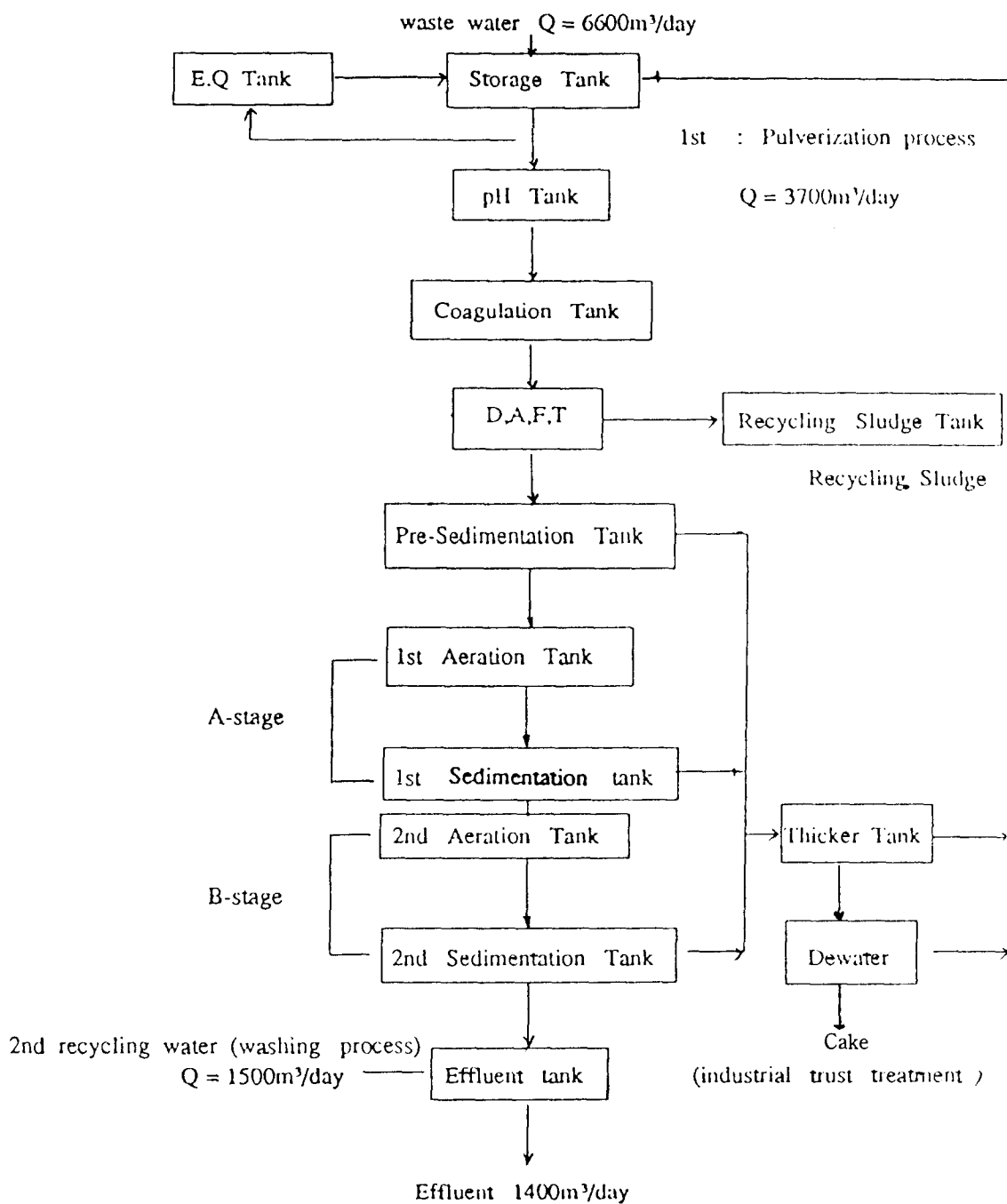


Fig. 5 Treatment system of waste water

Table 4 Items of examination and analysis methods

Items	Machinery and tools	Method
Temp	Mercury thermometer	Direct Measurement
pH	HORIBA H-T pH meter	Electrode Measurement
BOD ₅	BOD Incubator	Winkler Azide Method Modification
COD _{Mn}	COM Water Bath	KMnO ₄ Method
SS	Gleman type-A Glass Fiber Filter paper	Gravimetric Method
DO	DO Bottle	Winkler Azide Method Modification
Total Hardness	—	EDTA Method
SO ₄ ²⁻	UV. Amberlite IR-120	EDTA Method

2. 分析方法

분석은 試料를 各 工程別로 採取하여 環境汚染公定試驗法¹⁵⁾과 Standard Method¹⁶⁾에 準하여 試驗分析하였다.

既存施設을 改良하여 AB-Process 로 運轉

한 것을 工程別 處理效率는 Table 5 와 같고 관측일자별로 整理한 결과는 Table 6 에 나타내었다.

IV. 運轉結果 및 考察

1. 運轉結果

2. 考 察

1) 處理段階別 處理效率

BOD 와 COD 의 단계별 처리효율은 Ta-

Table 5 Waste water treatment efficiencies by process (Flow sheet)

Section : pollution matter			Item Waste water capacity	pH	COD mg/l	BOD mg/l	SS mg/l
Concentration of front treatment			6,600m ³ /d	6.2-6.5	1,109	1,450	3,120
Screen	removal ratio		—	—	—	—	2%
	concentration		6,600	6.2-6.2	1,109	1,450	3,057
D.A.F.T	removal ratio		—	—	66%	67%	84%
	concentration		3,000	7.2	375	478	487
Pre-sedimentation Tank	removal ratio		—	—	—	—	40%
	concentration		3,000	7.2	375	478	293
1 st	removal ratio		—	—	42%	20%	60%
	concentration		3,000	7.2	215	381	117
2 st	removal ratio		—	—	71%	90%	60%
	concentration		3,000	7.6	63	39	46
Total removal ratio			—	—	94%	97%	98.5%

Table 6. Analytical results of AB-process (full scale plants.)

Classification	Date	Qm ³ /d	COD(mg/l)						BOD(mg/l)						MLSS(mg/l)		F/M ratio		Loading(kg/m ³ ·d)				HRT		
			A-stage			B-stage			A stage			B stage			A-stage	B-stage	A-stage	B-stage	A-stage	B-stage	A-stage	B-stage	A-stage	B-stage	
			Inf.	Eff.	removal Eff.(%)	Inf.	Eff.	removal Eff.(%)	Inf.	Eff.	removal Eff.(%)	Inf.	Eff.	removal Eff.(%)	Inf.	Eff.	removal Eff.(%)	COD	BOD	COD	BOD	COD	BOD	COD	BOD
1	2900	380	220	42	220	66	70	426	353	17	353	390	89	410	3220	2.657	0.079	1.085	1.217	1.085	1.217	0.158	0.253	8.4	33.5
2	2850	440	250	43	250	70	72	514	390	24	390	35	91	396	3400	3.664	0.081	1.242	1.451	1.242	1.451	0.176	0.274	8.5	34.1
3	3000	340	201	41	201	62	69	526	415	25	415	45	89	334	3460	4.67	0.089	1.007	1.559	1.007	1.559	0.149	0.307	8.1	32.4
4	2950	406	211	48	211	67	68	503	422	16	422	42	90	384	3250	3.57	0.094	1.107	1.372	1.107	1.372	0.154	0.307	8.8	32.9
5	3000	389	217	44	217	59	73	404	331	18	331	43	87	316	3150	3.79	0.078	1.153	1.197	1.153	1.197	0.161	0.245	8.1	32.4
6	3000	346	197	43	197	67	66	516	392	24	392	39	90	319	3720	4.99	0.078	1.027	1.462	1.027	1.462	0.146	0.290	8.1	32.4
7	2950	351	210	40	210	63	70	417	327	19	327	37	89	343	3610	3.53	0.068	1.021	1.220	1.021	1.220	0.153	0.246	8.2	32.9
8	3000	381	232	39	232	63	73	492	413	16	413	25	94	296	3350	4.92	0.091	1.129	1.458	1.129	1.458	0.172	0.305	8.1	32.4
9	2950	348	205	41	205	68	67	512	404	21	404	36	91	321	3630	4.66	0.081	1.019	1.499	1.019	1.499	0.149	0.295	8.2	32.9
10	2900	367	209	43	209	64	69	446	343	23	343	34	90	369	3260	3.45	0.075	1.049	1.274	1.049	1.274	0.149	0.245	8.4	33.5
11	2850	402	221	45	221	62	72	534	437	18	437	39	91	382	3700	3.95	0.083	1.135	1.508	1.135	1.508	0.156	0.307	8.5	34.1
12	3050	336	208	38	208	50	76	475	394	17	394	47	85	291	3480	4.979	0.068	1.025	1.462	1.025	1.462	0.136	0.236	8.0	31.9
13	3000	387	212	45	212	55	74	492	408	17	408	33	92	342	3810	4.43	0.083	1.190	1.513	1.190	1.513	0.157	0.302	8.1	32.4
14	2950	375	217	42	217	67	69	466	330	26	330	36	89	375	3520	3.64	0.068	1.098	1.364	1.098	1.364	0.158	0.241	8.2	32.9
15	3050	380	216	43	216	62	71	451	342	24	342	48	86	398	3280	3.457	0.078	1.159	1.376	1.159	1.376	0.163	0.257	8.0	31.9
Ave.	2960	375	215	42	215	63	71	478	381	20	375	39	90	352	3456	4.020	0.076	1.098	1.401	1.098	1.401	0.157	0.275	8.2	32.8
Max.	3050	440	250	48	250	70	76	534	422	26	422	48	94	410	3810	5.024	0.094	1.242	1.559	1.242	1.559	0.176	0.307	8.5	34.1
Min.	2850	336	197	38	197	50	66	404	330	16	330	25	85	291	3220	2.657	0.068	1.007	1.197	1.007	1.197	0.143	0.241	8.0	31.9
Standard Deviation	90.00	27.44	12.48	2.44	12.48	5.06	2.65	40.13	36	3.52	39.4	5.76	2.22	41.37	456	0.64	0.01	0.072	0.115	0.072	0.115	0.009	0.03		

ble 7 에 나타내었다.

全體 處理效率은 COD 94%, BOD 97%로 나타났으며 放流水質은 COD 平均 63 mg/l,

BOD 平均 39 mg/l 을 維持하여 放流水質基準을 恒常유지하면서 安定된 處理가 이루어졌다.

Table 7 Relation of BOD and COD removal efficiency in A, B stage

Classification		COD (mg/l)			BOD (mg/l)		
		Inf.	Eff	Removal Eff.(%)	Inf.	Eff	Removal Eff.(%)
A Stage	Ave.	375	215	42	478	381	20
	Max.	440	250	48	534	422	26
	Min.	336	197	38	404	330	16
B Stage	Ave.	215	63	71	375	39	90
	Max.	250	70	76	437	48	94
	Min.	197	50	66	314	25	85

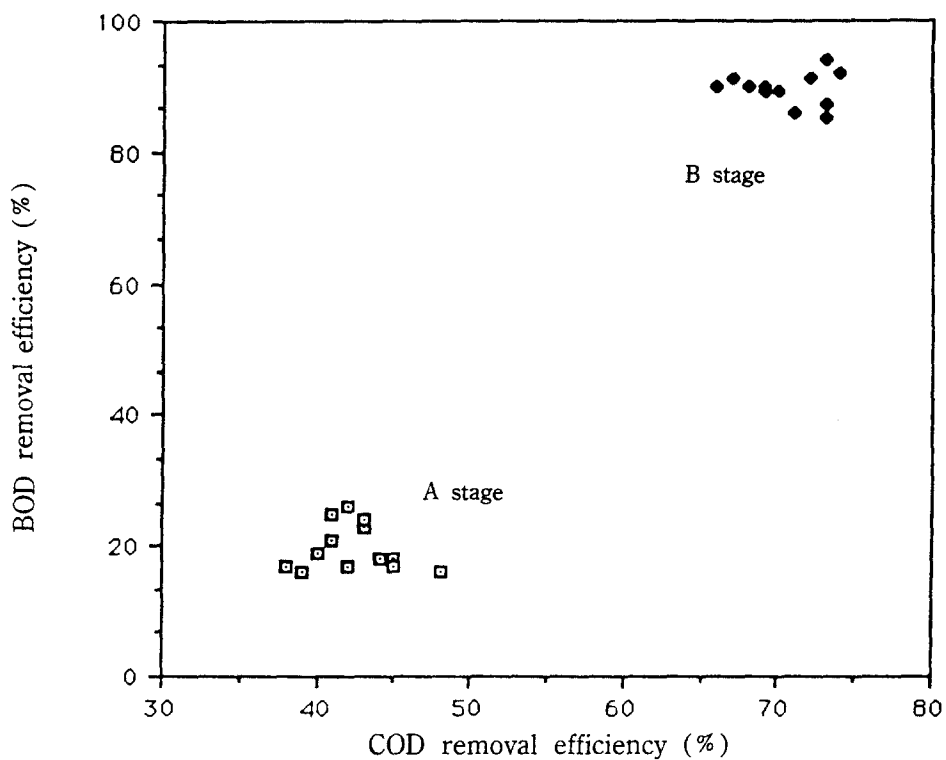


Fig. 6 Relation of BOD and COD removal efficiencies in A, B-stage

Fig. 6는 各 段階別 BOD 및 COD 의 相 關關係를 나타내고 있다.

2) 容積負荷에 따른 處理效率

Table 8 과 Fig. 7 은 容積負荷에 따른

BOD_s 處理效率을 나타낸 것으로 A-stage 의 BOD 容積負荷는 1.197 BOD kg/m³·d~1.559 BOD kg/m³·d 로서 除去率은 16~26% 를 나타냈고, B-stage 에서는 BOD 容積負荷

Table 8 BOD removal efficiencies by BOD loading

Classification	BOD loading (kgBOD/m ³ /d)	removal efficiency(%)	
		A-stage	B-stage
Ave.	1.401	20	—
Max.	1.559	26	—
Min.	1.197	16	—
Ave.	0.275	—	90
Max.	0.307	—	94
Min.	0.241	—	85

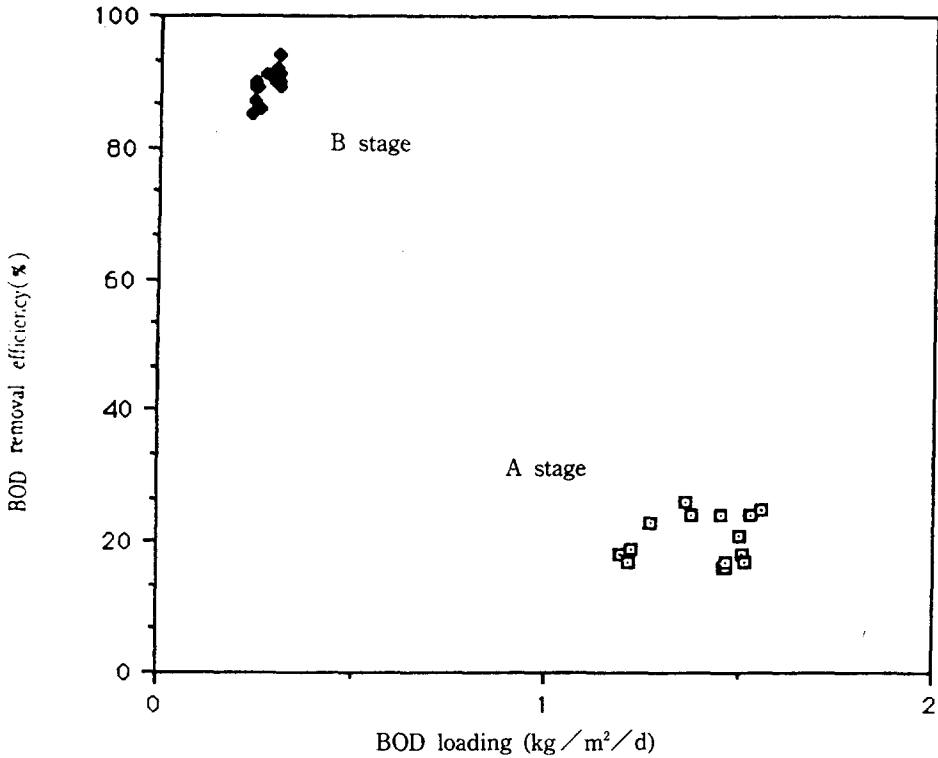


Fig. 7 BOD removal efficiencies by BOD loading

範圍가 0.241 BOD Kg/m³·d~9.307 BOD kg/m³·d 로 除去率은 85~94% 였다.

또한 容積負荷에 의한 BOD 除去率은 A-stage 는 平均 1.401 BOD kg/m³·d 負荷로서 平均 90%의 處理效率을 보였다. 이는 Böhnke^{2,7,8,9} 및 Shchegel¹⁰ 등에 報告된 2段曝氣方式의 條件과 비슷한 樣相을 나타내었다.

3) F/M比에 따른 處理效率

Table 9의 運轉資料와 Fig. 8에 나타난 F/M比에 따른 BOD의 除去效率을 考察하면

A-stage 에서의 F/M比는 2.657~5.024 kg BOD/kg MLSS·d 로서 BOD 除去效率은

16~26%로 나타났고, B-stage 에서 F/M比는 0.068~0.094 kg BOD/kg MLSS·d 에서 BOD 除去效率이 85~94%를 나타냈다.

A-stage 의 F/M比가 平均 4.020 kg BOD/kg MLSS·d 로 高負荷영역인 1.0 kg BOD/kg MLSS·d 以上, B-stage 에서 平均 0.079 kg BOD/kg MLSS·d 였고 이는 MLSS濃度を 調整하여 運轉한 結果로서 前術한 第2章 2節에서 Böhnke^{2,7,8,9}와 Imhoff¹³의 報告에서 高負荷 F/M比에 의해 큰 汚染負荷量을 除去 後에 低負荷 F/M比로 處理할 경우 높은 處理效率을 얻을 수 있다고 한 것과 一致한다.

Table 9 BOD removal efficiencies by F/M ratio

Classification	F/M ratio (kg BOD/kg MLSS/d)	BOD removal efficiency(%)	
		A-stage	B-stage
Ave.	4.020	20	—
Max.	5.024	20	—
Min.	2.657	16	—
Ave.	0.076	—	90
Max.	0.094	—	94
Min.	0.068	—	85

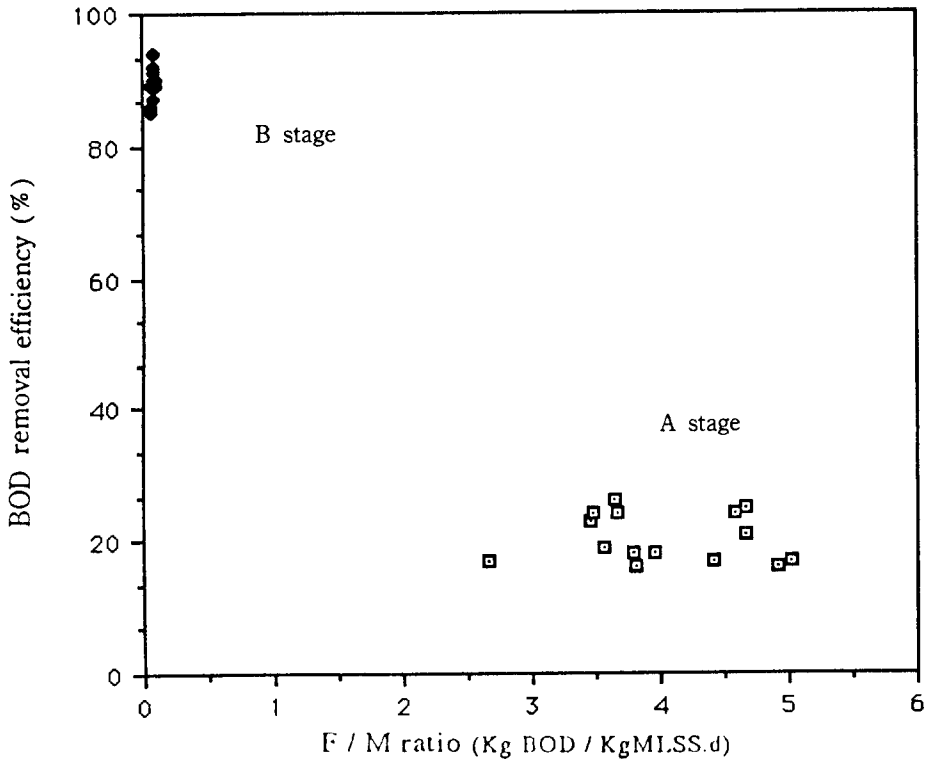


Fig. 8 A, B-stage BOD removal efficiencies by F/M ratio

4) MLSS 에 따른 處理效率
MLSS 濃度에 따른 BOD 와 COD 의 處理
效率는 Table 10 에 나타내었다.

A Stage 에서는 平均 MLSS 濃度가 352
mg/l 로서 COD 42%, BOD 20% 의 除去效
率을 나타냈으며, B-stage 에서는 平均

Table 10 A,B-stage BOD and COD removal efficiencies by MLSS

Classification	MLSS(mg/l)	Removal efficiency(%)			
		A-stage		B-stage	
		COD	BOD	COD	BOD
Ave.	352	42	20	—	—
Max.	410	48	26	—	—
Min.	291	38	16	—	—
Ave.	3456	—	—	71	90
Max.	3810	—	—	66	94
Min.	3220	—	—	76	85

MLSS 濃度가 3,456 mg/l 로 BOD 90%,
COD 71%의 除去效率을 나타내었다.

을 圖示하면 Fig. 9, Fig. 10, Fig. 11, Fig. 12
에 나타내었다.

MLSS 에 따른 BOD 와 COD 의 除去效率

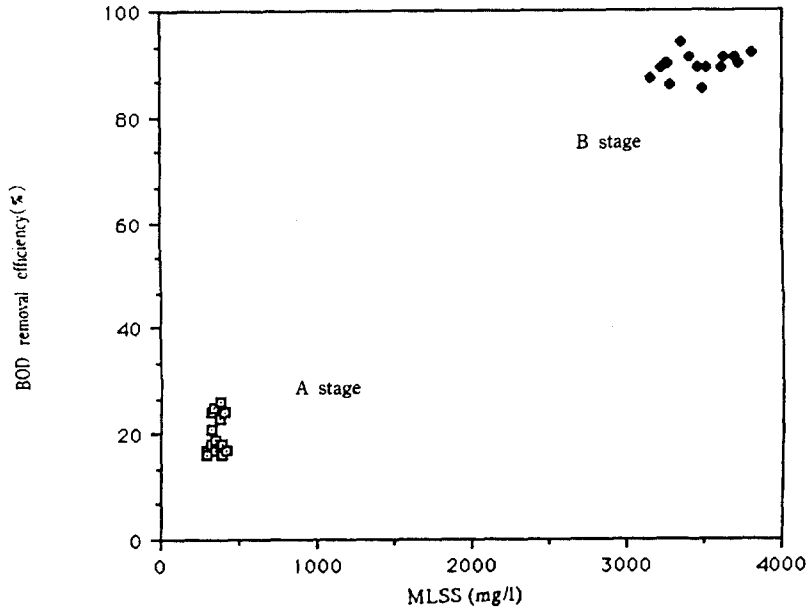


Fig. 9 A, B stage BOD removal efficiencies by MLSS

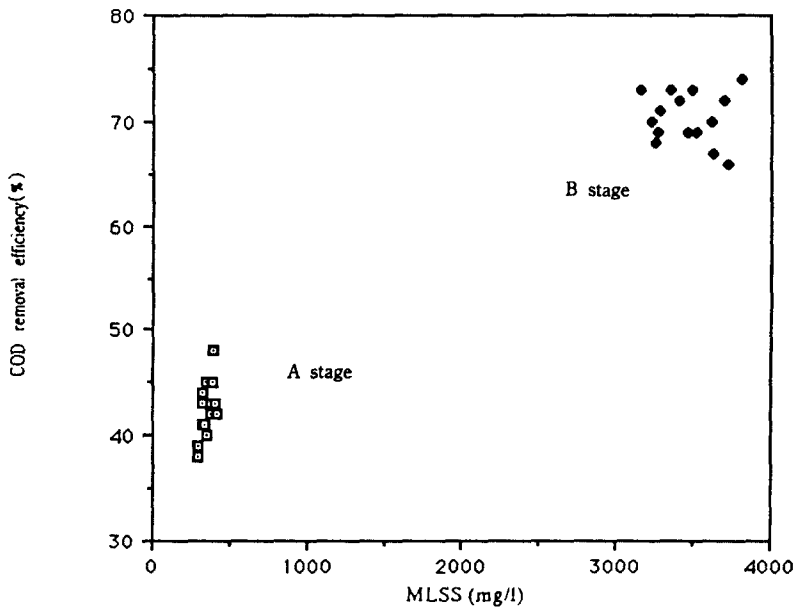


Fig. 10 A, B stage COD removal efficiencies by MLSS

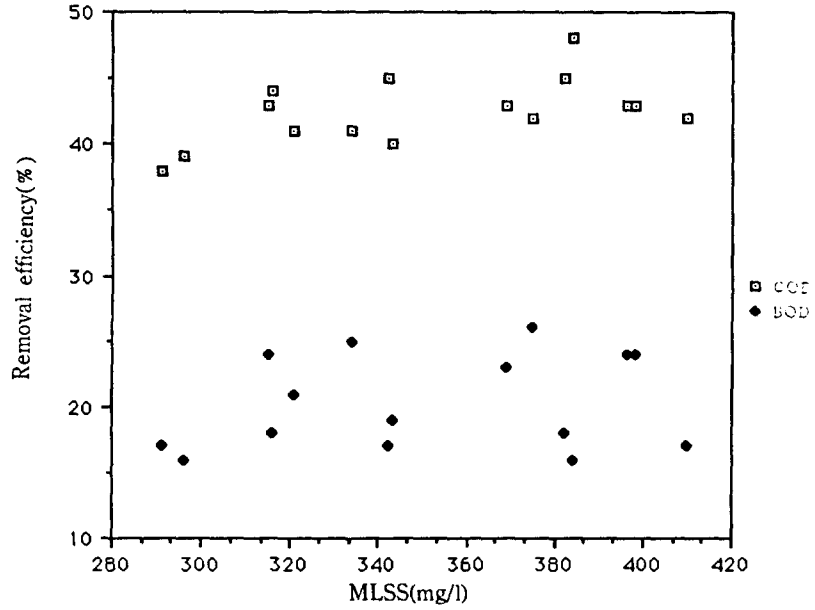


Fig. 11 A-stage BOD and COD removal efficiencies by MLSS

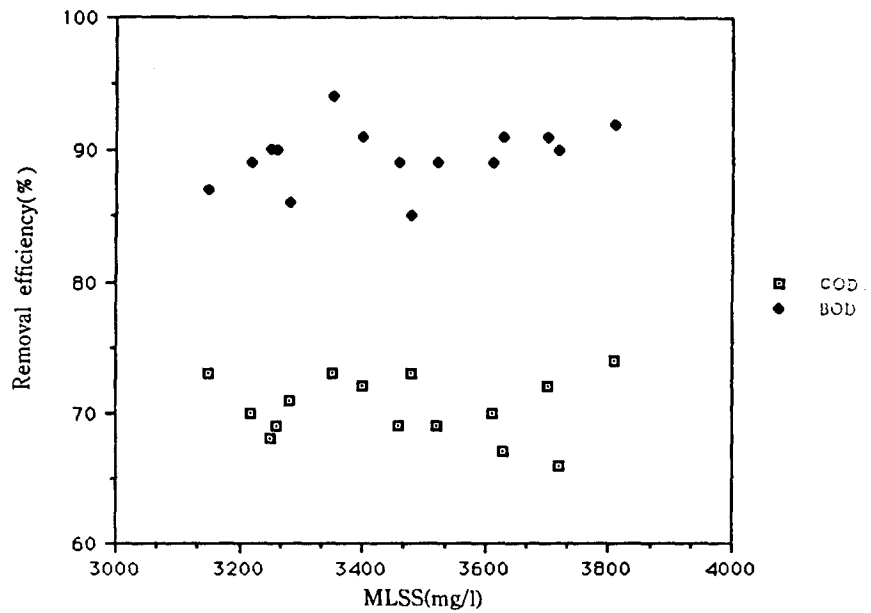


Fig. 12 B-stage BOD and COD removal efficiencies by MLSS

5) 廢水處理施設의 效果分析과 經濟性 檢
討

在來式 處理施設을 AB-Process 로 修正補
完한 이후의 經濟性評價는 Table 11 에 나
타내었다.

Table 11 에 分析된 經濟性 評價는 處理
場의 正常稼動으로 處理場 施設費의 감가
상각비는 約 19 個月以後는 施設 및 運轉費

를 回收할 수 있으므로 投資費用側面에서
分析할 때 修正補完한 處理場 運營은 環境
保全法 適用으로 檢討되었을 때 經濟性이
타당한 것으로 나타났다. 在來式 處理施設
을 AB-Process 로 轉換하여 算定한 施設 및
運轉費 增減 詳細內譯은 부록 3 에 수록되
어 있다.

Table 11 Analysis of economic effects with the treatment AB-Process

Cost Items	Conventional Process	AB-Process	Gap	
			Increase	Decrease
Labor	1,600	1,600	—	—
NaOH	1,296	1,229	—	67
Nutrient	1,011	466	—	545
Sludge coagulants	1,970	2,120	150	—
Power	1,720	4,128	2,408	—
Depreciation	—	4,430	4,430	—
Interests	—	3,112	3,122	—
Waste disposal	2,750	2,000	—	750
Maintence of FELT	—	—	—	—
Increasing of operational rate & productivity	—	—	—	7,709
Saving cost of subsidiary	—	—	—	3,000
Saving of consumable goods & whole maintenance	—	—	—	20,116
Total	11,107	21,107	10,300	33,847

V. 結 論

2 段曝氣方式을 W 製紙工場 廢水處理에 Full scale plants 로 適用하여 실제 運轉한 結果로부터 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. BOD 除去効率は A-stage 에서 20%, B-stage 에서 90% 이며 總 除去効率は 97% 로 방류수질기준에 적합함은 물론 처리장을 안정적으로 운전할 수 있었다.

COD 除去効率は A-stage 에서 20%, B-stage 에서 71% 로 나타났으며 총제거효율은 94% 로서 방류수질에서 COD 제어가 안정적으로 가능하였다.

2. 容積負荷에 의한 處理効率は A-stage 에서는 1.401 BOD kg/m³·d 負荷에서 平均 20% 를 B-stage 에서는 0.273 BOD kg/m³·d 負荷로서 平均 90% 의 處理効률을 보였다.

3. F/M 比에 의한 處理効率は A-stage 에서 F/M 比가 2.657 에서 5.024 kg BOD/kg MLSS·d 로서 BOD 제거효율은 16~26% 로 나타났고 B-stage 에서 F/M 比는 0.068 에서 0.094 kg BOD/kg MLSS·d 로 BOD 除去効률이 85~94% 로서 처리효율을 안정적으로 維持可能하고 曝氣槽容積을 全體的으로 減少시킬 수 있었다.

4. MLSS 에 따른 處理効率は A-stage 에서 MLSS 400 mg/l 로서 BOD 20%, COD 42% 를 나타내었으며, B-stage 에서는 MLSS 3500 mg/l 에서 BOD 90%, COD 71% 의 제거효율을 보였다. 이는 AB-Process 의 설계 조건에 부합하였다.

5. AB-Process 로서 修正補完된 處理場의 稼動으로 재래식운전비용보다 月間 貳千萬 원/月 절약되어 約 19 個月내에 投資費를 回收할 수 있다고 推定되었다.

APPENDIX 1 Conventional system analytical results of influent raw waste water quality

Date	Q(m ³ /d)	Influent					
		pH	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	SS (mg/l)	Total hardness (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)
1	2,900	5.4	3,805	5,976	2,938		
2	3,000	5.5	3,542	7,260	3,650		
3	2,750	5.2	4,193	8,302	3,884		
4	2,800	5.6	3,425	7,960	3,510		
5	2,900	5.3	3,540	8,120	3,780		
6	2,950	5.1	3,984	8,420	3,960		
7	3,000	5.2	3,558	7,980	3,620		
8	2,850	5.4	3,320	7,490	3,113		
9	3,000	5.3	3,594	8,052	3,460	1,638	1,402
10	2,950	5.5	3,485	8,332	3,540	1,692	1,424
Ave.	2,910	5.35	3,645	7,789	3,546	1,665	1,413

APPENDIX 2 AB-Process analytical results of influent raw waste water quality

Date	Q(m ³ /d)	Influent					
		pH	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	SS (mg/l)	Total hardness (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)
1	2,900	6.6	1,843	3,283	3,750	718	430
2	2,850	6.5	1,082	1,460	2,690	522	516
3	3,000	6.4	882	1,203	2,090	460	430
4	2,750	6.4	982	1,310	3,270	430	419
5	3,000	6.6	1,080	1,270	3,365	376	373
6	3,000	6.4	1,005	1,201	2,293	386	370
7	2,950	6.5	1,150	1,510	3,530	410	406
8	3,000	6.6	1,060	1,410	3,425	395	382
9	2,950	6.6	969	1,216	2,960	340	325
10	2,900	6.4	1,210	1,520	3,620	362	355
11	2,850	6.6	1,030	1,160	2,856	390	381
12	3,100	6.4	975	1,235	3,100	387	372
13	3,000	6.4	969	1,209	2,920	397	383
14	2,950	6.5	1,230	1,440	3,630	410	394
15	3,100	6.5	1,170	1,330	3,310	373	362
Ave.	2,950	6.5	1,109	1,450	3,121	417	392.2

Appendix 3. Detail items comparison for each cost (conventional vs AB-system)

- 가성소오다 : pH 조절비용 절감 및 약품응집제 생략
- 종균제 및 영양염류 : 종균제 절감
- 폐기물 처리비 : 슬러지 발생량 감소
- 부자재비 : 오라민, 오렌지, 송진절감 (월계산비)-처리수 개선
- FELT 수면연장과 소모품비 절감 : 처리수 개선으로 월사용량 계산
- 생산성 향상, 가동률 향상.

생산성 증대량 : 200 Ton/日

고정비 절감액 : 200 Ton × 38,545 원 = 7,709,000 원

(고정비 = 인건비 + 감가상각이자 = 77,000,000 원 + 135,000,000 원

∴ 212,000,000 원 ÷ 5,500 Ton/日 = 38,545 원/Ton)

- 소모품비 및 수선비절감

기 간	소모품비	수 선 비	계	비 고
1989. 1~1989. 5	45,961,597	23,829,760	69,791,357	월평균
1989. 7~1989. 8	35,010,200	13,663,316	49,673,516	월평균
차 액	9,950,000	10,166,000	20,116,000	

- 응 집 제 : Floc 형성후 원료회수
- Sludge 탈수효율증대 : Filter press Belt press 교체
- 전 력 비 : AB-System 으로 전환 (2 단폭기방식)증가
- 감가상각비 기계부분 : 5년 - 3,330,000 원/월 4,430,000 원
토목부분 : 10년 - 1,130,000 원/월
- 지급이자 : 환경자금융자 : 183,000,000 원 이자 3,122,000 원
국민투자기금 : 189,700,000 원

參 考 文 獻

1. "Water Treatment Handbook", Degrement, 1980.
2. Böhnke. B., "Leistungssteigerungssteigerung und Energiekostensenkung. durch Einsatz Mehrstufiger Biologischer Verfahren" seminar 2, RWTH, Aachen. 1981.
3. 金相瑢：2段曝氣 固定生物에 의한 廢水處理에 관한 研究, 東亞大 大學院 博士學位論文, 1984.
4. 安鍾洙：2段曝氣方法에 의한 染色廢水處理, 東亞大學大校 大學院 碩士學位論文, 1987.
5. 金政男：一般 染色廢水處理의 2段曝氣法 處理研究, 東亞大學校 大學院 碩士學位論文 1989.
6. 金秀生：대구染色工團 공동폐수처리장 증개축 및 新築 技術개발 研究報告書, 1987.
7. Böhnke. B., "Gewasserschutz und Gesetzgebung und Ihre Auswirkungen auf die Auslegung komm Nasler klaranlagen KA 281, 1980.
8. Böhnke. B., "Das A-B Verfahren Zur Biologischen Abwasserringung" RWTH. Aachen, 1987.
9. Böhnke B., "Erfahrungen ans aweistufigen Wersachsenanlagen und Folgerungen fur die Verfahrenstechnik korrespondenc Abwasser" Vol. 27. Nr. 3, 1980.
10. Schlegel. H. G., Allgemeine Mikrobiologie, 5. Auflage Thiemeverlag stuttgart 1976.
11. Hartmann, L., "Die biologische Abwasserreinigung springer Verlag". 1983.
12. Hibbeln, K. & Strohmeier, A., KNewest knowledge about A-B-Treatment Technology-presentation of the Micro-Biological Mechanisms of Reactions and the possibilities of Develoment in Stages", Aachen, 1985.
13. Imhoff. K. R., "Taschenbuch der stadtent wasserung 24. Auflage", Oldenburgerverlag, 1976.
14. Jung H., "Reinigungsverlang in einer Bclebuungsanlage", kommunal.
15. 環境廳：環境汚染公定試驗法, 1987.
16. A.P.H.A, Standard Methods for examination of Water and Waste water, 15 th Edition, 1981.