

半固定網 活性슬러지工法에 關한 研究

韓 雄 傳

서울産業大學校 衛生工學科

(접수 1976. 3. 18)

The Study of the Removable Screen Media Activated Sludge Process

Han Ungjun

*Department of Sanitary Engineering, The City College
 of Seoul 132, Korea*

(Received March 18, 1976)

要 約

生物學的 廢水處理工法中 短點을 補完하여 더 나은 工法の 改善方法을 研究하였다. 本工法은 沈澱池 및 슬러지濃縮施設을 除去할 수 있었으며, 最大固形物附着容量을 토대로 流出水의 水質을 예측할 수 있었다. 또한 本工法은 小規模의 工場廢水나 都市廢水를 處理하는데 가장 적합한 工法이 되리라고 생각된다.

Abstract

The Removable Screen Media Activated Sludge (RESMAS) process is proposed to be used for the biological treatment of waste water. This process can eliminate the settling tank and concentration facilities for the waste sludge. Also the effluent quality can be predicted by the concept of the Maximum Solid Holding Capacity. This process is considered to be most suitable for the handling waste waters from small industries and municipal sewage.

1. 序 論

環境汚染 問題를 보다 쉽게 解決하기 위하여 現在까지 많은 廢水處理工法이 開發되어 왔다. 이러한 廢水處理工法中 生物學的 廢水處理方法으로는 活性슬러지法 (Activated sludge process)와 撒水濾過床 (Trickling filter process)이 가장 널리 利用되고 있다. 그러나, 이 工法들은 莫大한 施設費와 維持管理費가 所要되고, 또한 運轉方法이 어렵기 때문에 새로운 工法の 開發은 시급한 問題라 하겠다.

本研究의 目的은 曝氣槽內에 除去 가능한 screen media를 設置하여 沈澱池 없이 廢水를 處理한다. 沈澱池 없이 運轉하였을 때 流出水의 水質과 設計에 必要한 資料를 얻으며, screen media에 蓄積된 微生物을 濃縮시키지 않고 직접 回收할 수 있는 可能性에 關한 研究으로써 milk 廢水, glutamic acid 廢水, 간장廢水와 같은 工場廢水로 處理實驗을 하였다.

最初의 生物學的 處理方法은 1871年 英國의 Birmingham에서 Contact bed, Bacterial bed 혹은 Contact Filter¹⁾로 시작되어 現在 撒水濾過床의 母體가 되었다. 曝氣槽內에 碎石, concrete panel, plastic을 media로 設置하는 方法은 Waring Jr²⁾에 의하여 1891년에 시도 되었으며 Jones와 Travis³⁾, Black과 Phelps⁴⁾, Buswell⁵⁾, Hays⁶⁾ 등에 의하여 使用되어 졌으며 이 方法은 일찌기 Imhoff¹⁾에 의하여 contact aerator로 불리워졌다.

Contact aerator는 media를 固定시켰으나 media를 자유롭게 移動할 수 있도록 設置하여 廢水를 處理시키는 方法으로는 Schimrigk⁷⁾에 의하여 시도된 바 있는데 media로는 曝氣槽內에 나무를 넣고 微生物이 蓄積되면 꺼내서 터는 方法으로 shock loading과 같은 負荷에 比較的 덜 敏感한 長點을 얻을 수 있었다. 이러한 移動式 media를 使用하는 方法은 1925年 Doman⁸⁾에 의한 rotating plates, 1929年의 biological wheel⁹⁾ 등으로 發展되어 왔다.

最近 固定網을 利用한 活性슬러지法은 Kato와 Sekikawa¹⁰⁾, Randall¹¹⁾에 의하여 研究되어졌으

며 ZoBell¹²⁾, Heukelekian과 Heller¹³⁾, Renn¹⁴⁾ 등은 反應槽에 있어서 溶解物質의 濃도가 固體性表面에서 높고 溶液속에서는 比較的 낮다고 주장했으며, 또한 Hartmann¹⁵⁾에 의하면 撒水濾過床은 活性슬러지法 보다 相對速度가 크며 따라서 反應速度도 크게 된다고 주장하였다. 이들의 理論을 토대로 Stakley¹⁶⁾ 및 Tolaney¹⁷⁾ 등은 實驗에 着手한 바 있으며 Burkhead와 Choi¹⁸⁾에 의하여 FAST [Fixed Media Activated Sludge Treatment] Process가 이루어졌고 固定層에 對한 kinetic study는 Choi¹⁹⁾에 의하여 研究되어졌다.

各方法에 對한 長短點은 Choi²⁰⁾, Burkhead와 Choi¹⁸⁾에 의하여 比較되었는데 이들의 短點을 補充하여 screen을 media로 하고 沈澱池 없이 運轉하여 微生物蓄積이 더 以上 不可能할 때 微生物을 털어 버리는 半固定網 活性슬러지工法²¹⁾ (Removable Screen Media Activated Sludge: RESMAS process)이 研究되었다.

2. 裝置 및 實驗

RESMAS Process는 FAS process¹⁰⁾와 달리 diffuser가 각 screen下部에 위치하지 않고 FAST process¹⁸⁾와 같이 한곳에 Fig. 1과 같이 設置하고 baffle을 두어 反應槽內의 水理 및 有機物質의 濃도가 均一하도록 물을 순환 시켰다. 또한 sludge 除去는 screen을 一部씩 除去하며 濃縮된 슬러지를 그대로 털어 내도록 裝置한 點이 特色이다. FAST process와 다른 點은 FAST process에서는 media를 plastic 제품인 KOCH media로 고정시키고 曝氣裝置로 surface aerator를 使用한 點에 比하여 RESMAS process에서는 나이론網을 media로 使用하고 除去可能하며, 曝氣裝置로는 diffuser를 使用한 點이다.

2.1. 裝 置

實驗裝置는 Fig. 1에서와 같이 feed tank에 處理시키려는 廢水를 넣고 constant head device를 통하여 一定量式 連續의으로 均一하게 曝氣

槽內에 流入되도록 하였다. 反應槽內에 一定溫度를 維持시키기 위하여 熱을 加하여 milk 廢水 는 28~29°C, glutamic acid 廢水 및 간장 廢水 는 20°C 을 維持시켰다. 反應槽의 容量은 6l 이었으며 screen 을 設置한 後の 公稱容量은 5.7l 로 減少되었다. 曝氣裝置로는 6個의 diffusers 에 의하여 曝氣하였는데 1個의 送風器 (100V×5W)에 2個의 diffusers 를 連結시켰다.

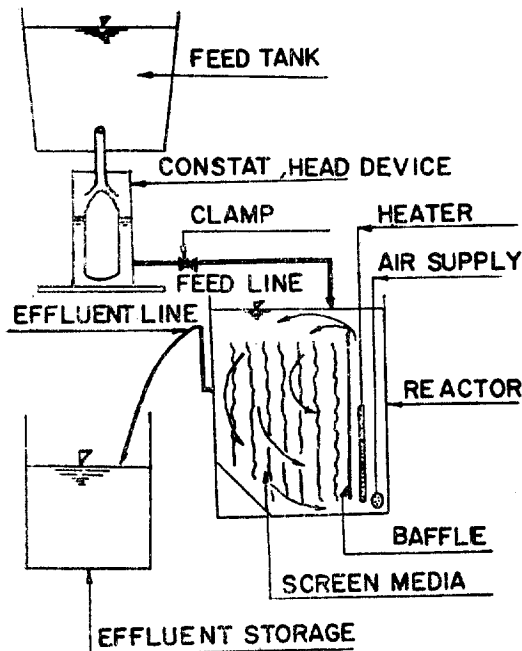


Fig. 1. Experimental apparatus.

固定網 材料는 市中에서 販賣되고 있는 나이론망을 이용하였고 反應槽內에 7個를 screen 式으로 大略 2.5cm 간격으로 設置한 다음 철사로 고정하였으며 그 제원은 Table 1. 과 같다. 表面積中 最大값은 나이론망의 실전체의 표면적이고 최소값은 screen 의 단면으로 산출한 값이다. 또한 부과되는 표면적으로는 baffle이 200cm² 양벽의 표면적 600cm² 정도였다.

Table 1. Specification of screen media used.

1 個의 media 의 표면적 (cm ²)	최대: 1200 최소: 572 평균: 886
7 個의 media 의 용적 (cm ³)	300
인장력 (kg/cm ²)	38
비표면적 (cm ³ /cm ³)	29

2.2. 實 驗

本實驗에 利用된 試驗水는 Table 2. 와 같이 milk 廢水, glutamic acid 廢水, 간장廢水를 擇하였으며 各各의 廢水의 適應力 및 活動力이 良好한 微生物을 얻기 위하여 상당한 期日동안 시험병에서 슬러지를 培養하였으며 公稱滯留時間은 milk 廢水는 6時間, 10時間, glutamic acid 廢水는 4時間 및 8時間, 간장廢水는 10時間이 되도록 流量調節을 하였다. 各廢水의 BODult/BOD₅ 의 比는 約 1.5였다. 性分과 濃度가 一定한 試水를 使用하기 위하여 各廢水에 희석배율을 定하여 총 COD가 1000mg/l 되도록 하였으며 간장廢水는 그 濃度가 1000mg/l 이하이므로 원액을 그대로 注入하였다. 또한 必要한 營養素는 적절히 주입하였다.

Table 2. Characteristics of industrial wastewaters.

2-1 Milk 폐수의 성질 (서울우유)		2-2 Glutamic Acid 폐 수의 성질	
항 목	폐액의농도	항 목	폐액의농도
TCOD(mg/l)	19만—20만	TCOD(mg/l)	36만—38만
SCOD(mg/l)	18만—19만	TBOD(mg/l)	15만—16만
TBOD(mg/l)	11.5만	Solid(%)	38—40
SBOD(mg/l)	11만	Total-N(%)	3.95—4.46
TSS(mg/l)	372	NH ₃ -N(%)	2.5—2.9
VSS(mg/l)	350	pH	3—4
NH ₃ -N(mg/l)	73	PO ₄ (mg/l)	0.28—0.35
Orthophosphate(mg/l)	13		

2-3. 간장폐수의 성질

* Composite Sample

** Grab Sample

() 內는 상등수

항 목	2월초(A)*	2월중순(B)**	2월말(C)**
TCOD(mg/l)	1100(607)	1920	1650
SCOD (")	580(200)	1150	1320
TBOD (")	200	1020	—
SBOD (")	—	617	—
TSS (")	650	370	270
VSS (")	610	300	195
pH	11이상	7	7
Orthophosphate (")	2		

3. 結果 및 分析

3.1. 處理水の 水質

Table 3. 은 milk 廢水, glutamic acid 廢水, 간장廢水에 對한 處理實驗結果를 要約²²⁾한 것이다.

Table 3. 에서와 같이 流出水の TSS의 平均値

Table 3. Summary of operational results.

流入水 (mg/l)			流出水 (mg/l)						除去率(%)	
TCOD	TBOD		TCOD	SCOD	TBOD	SBOD	TSS	VSS	TCOD	TBOD
Milk 廢水(平均有効滯留時間: 5.9時間)(期間: 1974. 8. 6~8. 20)										
平均	1,018	727	231	80	74	14	87	74	77	90
最大	1,350	964	305	138	101	21	124	100		
最少	687	491	121	15	51	9	55	42		
Milk 廢水(平均有効滯留時間: 10.8時間)(期間: 1974. 8. 6~8. 28)										
平均	1,004	727	223	84	61	9	86	66	77.7	88.2
最大	1,350	964	437	153	99	21	135	110		
最少	687	491	128	37	33	4	42	14		
Glutamic Acid 廢水(平均有効滯留時間: 3.7時間)(期間: 1974. 10. 29~11. 11)										
平均	968	430	478	420	92	55	56	45	50.6	78.3
最大	1,041	458	760	454	150	92	130	110		
最少	896	390	414	370	50	31	13	11		
Glutamic Acid 廢水(平均有効滯留時間: 8.3時間)(期間: 1974. 10. 29~11. 16)										
平均	978	425	427	352	55	22	47	39	56.3	87
最大	1,041	458	673	458	120	46	128	110		
最少	919	390	300	268	17	6	14	12		
간장폐수(平均滯留時間: 3時間)(期間: 75. 2. 14~75. 2. 18)										
平均	607	200	326	269	88	56	58	42.72	46	—
最大			460	350	150	75	136	100		
最少			225	202	65	31	21	16		
(平均滯留時間: 9.9時間)(期間: 75. 2. 20~2. 27)										
平均	1920	1020	281	183	77	28	73	61	85	92
最大			450	267	143	64	110	93		
最少			165	120	31	8	45	34		

(平均 滯留時間 : 8.5時間) (期間 : 2.28—3.3)

平 均	1650	—	402	221	139	28	167	131	76	—
最 大			515	295	198	38	215	158		
最 小			230	127	63	8	65	59		

는 milk 廢水, glutamic acid 廢水, 간장廢水에서 各各 66~74mg/l, 40~47mg/l, 80mg/l 정도 이므로 沈澱池없이도 現公害防止法²³⁾에서 許用되는 범위내에 있다. 또한 COD가 BOD보다 큰 이유는 COD중에 生物學的分解不可能한 有機物質 (Non Biodegradable Organic Matter)이 포함되어 있기때문이다. 實驗도중 현미경 관찰에 의하면 섬유성미생물은 운전말기에 볼 수 있었는데 이것은 산소결핍으로 생각되며, (Fungi 관측)이 때에 流出水의 TSS 및 BOD 제거율에 별다른 영향을 주지않고 있다. 그러므로 섬유성미생물 (Filamentous Microbes)이 성장하더라도 活性슬러지工法에서 가장 問題가 되는 슬러지 bulking 問題를 해소 할 수 있으며, 이러한 이유로 RESMAS process는 침전지를 설치하지 않아도 좋은 수질을 얻을 수 있으리라 생각된다.

3. 2. 有機物質의 除法速度

有機物質의 除去速度 (Metabolism Constant: K_m)를 決定하기 위하여 McKinney²⁴⁾에 의한 CMAS (Complete Mixing Activated Sludge) model을 利用하였으며, 그 model은 Fig. 2와 같다.

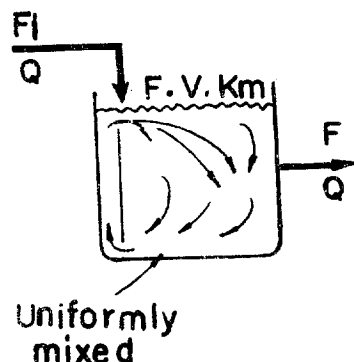


Fig. 2. Model for the complete mixing activated sludge.

Fig. 2에서 material balance을 취하면 아래와 같다.

$$QF_i = QF + K_m FV \quad (1)$$

윗 식을 간단히 하면 식 (2)와 같이 表示할 수 있다.

$$F = \frac{F_i}{1 + K_m t} \quad (2)$$

여기서

Q : 流量 (l/day)

F_i : 流入水의 有機物質의 濃度 (mg/l)

F : 物質代謝되고 남은 有機物質濃度 (mg/l)

t : 滯留時間 (hr)

V : 반응조의 용적 (l)

그러나 식 (2)는 steady state에서 使用될 수 있으나, RESMAS process는 unsteady state이므로 水理學的 有效滯留時間 (t^*)으로 計算되어야 한다. 그러므로 식 (2)는 식 (3)과 같이 表現된다.

$$F = \frac{F_i}{1 + K_m t^*} \quad (3)$$

또한 水理學的 有效滯留時間 (t^*)은 수학적으로 식 (4)와 같이 표시할 수 있다.

$$t_i^* = \frac{V - \sum_{i=1}^i V_i}{Q_i} \times 24 = \frac{V_i^*}{Q_i} \times 24 \quad (4)$$

여기서

t_i^* : 운전시작후 i 일의 水理的 有效滯留時間 (hr)

V : 公稱容積 (5.7l)

V_i : i 일동안 蓄積된 슬러지 부피 (l)

Q_i : i 일동안 流量 (l/day)

V_i^* : i 일동안 水理的인 有效容量 (l)

즉, 水理的인 滯留時間은 이상적인 경우에 反應槽의 容量을 流入廢水量으로 나눈 값인데 固定網에 微生物의 蓄積으로 水理的인 체류시간은 감소된다. 이러한 水理的인 滯留時間의 變化는 流出水內의 soluble BOD의 變化를 주겠지만, 실제로 生産된 슬러지량은 체류시간 보다 오히려

러 水理的인 dead space의 형성에 따라 增減된다고 볼 수 있다. 따라서 流出水內의 soluble BOD와 슬러지 生産量의 算出에는 各各 다른 反應時間을 使用하여야 된다. 그러므로 水理的인 有效滯留時間은 微生物의 蓄積된 量을 除外한

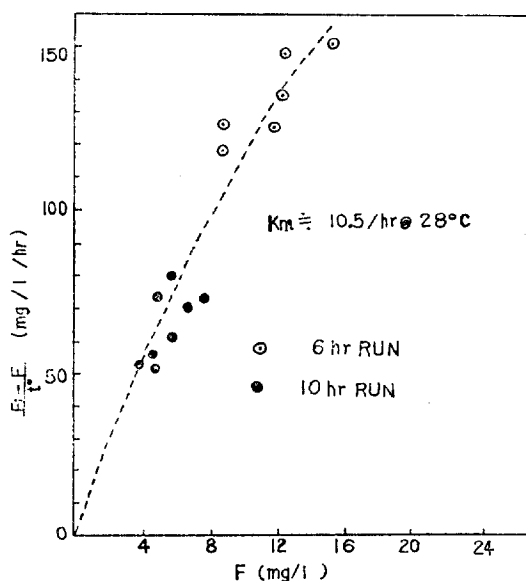


Fig. 3. Substrate removal rate in milk wastewater.

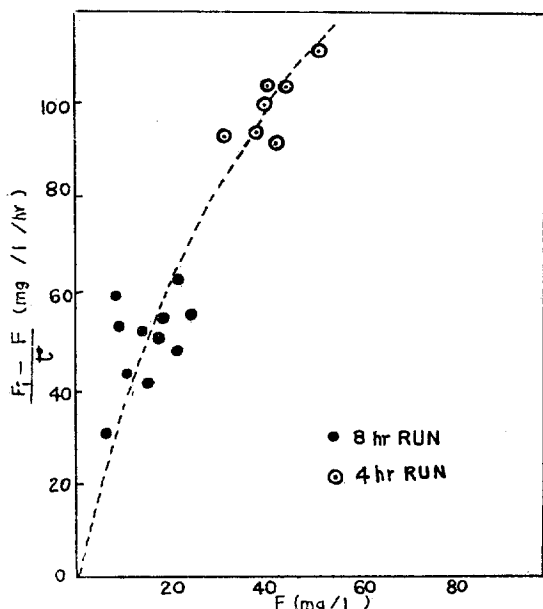


Fig. 4. Substrate removal rate in glutamic acid wastewater.

부피로 산출된다. 식 (3), (4)을 이용하여 운전 기일마다 각각 다른 체류시간으로 유기물제거속도 (K_m)을 구하여 보면 Fig. 3, 4와 같다.

Fig. 3, 4.에서 나타난 것과 같이 RESMAS process는 food, 미생물 및 표면적등 여러조건이 제한될 수도 있기 때문에 몇차 反應이라고 말 할수는 없다. 단지 food와 박테리아增殖에 開한 反應이라고 한정할 때 Liebig의 法則²⁵⁾에 의하여 一次反應으로 가정한다면 유기물 제거속도는 다음과 같다.

Milk 폐수경우 K_m 값을 約 10.5 hr^{-1} @ 28°C 인데 다른 工法과 比較하기 위하여 식 (5)에 의하여 계산하면 약 6.1 hr^{-1} @ 20°C 였다.

$$\frac{K_m T}{K_m 20} = \theta^{(T-20)} \quad (5)$$

여기서

$K_m T$: reaction rate at $T^\circ\text{C}$

$K_m 20$: reaction rate at 20°C

θ : temperature-activity coefficient (1.07)

T : temperature ($^\circ\text{C}$)

또한 milk 廢水에서 최대값은 約 11.1 hr^{-1} @ 20°C 였다. Glutamic acid 廢水인경우 K_m 값은 約 $2.2 \sim 3.5 \text{ hr}^{-1}$ @ 20°C 로 체류시간에 따라 곡선형태로 變한다. McKinney 公式에서 synthesis rate (K_s)는 K_1 , K_2 , K_3 , K_m 의 冪형태로 표시되기에 때문에 K_m 값은 슬러지생산량에 큰 영향을 주지 않는다. 本 2法에서 슬러지 생산량을 계산하기 위하여 K_m 값을 8시간체류시간에는 3.5 hr^{-1} , 4시간체류시간에는 2.2 hr^{-1} 을 각각 사용하였다.

上記 K_m 값과 다른 process에서 얻어진 K_m 값과 比較하면 活性슬러지法²⁰⁾에서 milk 廢水の K_m 값은 6.2 hr^{-1} @ 20°C 였고, 固定層活性슬러지法²⁰⁾경우 milk 廢水の K_m 값은 최대로 13 hr^{-1} @ 20°C 로 나타나고 있다. 한편 glutamic acid 廢水인 경우 aeration-only 活性슬러지法에서는 2.06 hr^{-1} @ 20°C 였다. 上記 이유로 유기물제거속도 (K_m)는 活性슬러지法과 유사한 결과를 얻을 수 있었다.

3.3. 슬러지 生産量 및 蓄積性質

Fig. 5, 6에서 나타난 바와 같이 運轉期日이

경과함에 따라 media에 蓄積된 슬러지는 media 表面의 경계층에 압축되어 嫌氣性狀態로 變化되는데 蓄積된 細胞나 流入水의 生物學의 分解不可能한 有機物質이나 無機物質이 더이상 media의 表面에 附着되지 않고 流出水와 함께 流出된다. 이와같이 더이상 蓄積이 不可能할 때 슬러지의 容量을 最大固形物附着容量 (Maximum Solids Holding Capacity: MASH 容量)이라 한다.

運轉初期에는 food보다 微生物이 제한된 상태이며, media 表面에 附着된 슬러지의 bridging 역할이 적고, 水理學的 滯留時間이 길어 附着速度가 적으나, 運轉期日이 경과함에 따라 微生物보다 food가 제한된 상태로 바뀌며 bridging 역할도 양호해지고 수리학적체류시간이 감소되어 附着速度도 비례적으로 증가하게 된다. 아울러 Fig. 5, 6.에서 나타난 바와같이 流出水의 BOD 및 SS의 농도도 운전초기에 높은 농도를 나타냈다가 어느 기일이 지나면 均一한 농도로 流出된다. MASH 容量에 도달된 운전말기에는 screen media에 부착된 슬러지색이 검은색으로 변하며 부분적인 혐기성부분을 형성하며 流出水의 BOD 및 SS의 농도가 커지는데 이때 슬러지를 廢棄해야만 된다. 또한 同一한 농도를 갖는 폐수는 MASH 容量에 도달될 때까지의 期日은 水理學的 體留時間에 비례하고 있다.

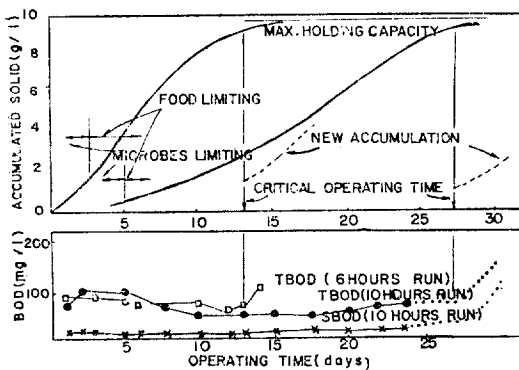


Fig. 5. Relationship between accumulated solids versus effluent BOD₅ in milk wastewater.

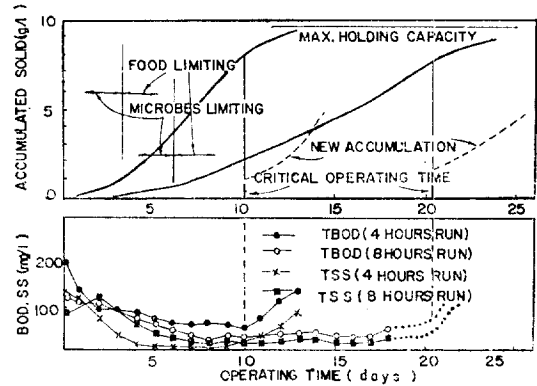


Fig. 6. Relationship between accumulated solids versus effluent BOD₅, SS in glutamic acid wastewater.

反應槽內에 設置된 media 表面에 슬러지가 最大로 蓄積되어 最大濃度에 도달되어 폐쇄될 때 물을 빼내고 슬러지량을 測定한 結果는 Table 4.와 같다.

Table 4. Accumulated solids for operating time.

폐수	평균유효체류시간 (hr)	운전기일 (days)	Drain 시 固形物의 量 (t)	축적된 슬러지 부피 (l)	축적된 슬러지 무게 (g)
Milk	5.9	14	4.5	1.2	44
	10.8	24	4.6	1.1	26
Glutamic acid	3.7	13	4.5	1.2	44
	8.3	18	4.7	1.0	31
간장	9.9	17	4.2	1.5	41

Table 4.의 milk 및 glutamic acid 폐수에서 운전 기일이 길어도 축적된 슬러지양이 적은 이유는 평균유효체류시간이 다르기 때문이며, Fig. 5, 6에서 나타난 바와같이 일정한 슬러지 축적양에 도달되는 운전기일은 체류시간에 비례한다.

固形物質 蓄積速度는 單位時間當 生産된 슬러지量에서 流出水로 流出된 슬러지量을 뺀값으로 表示될 수 있는데 生産된 슬러지의 총량은 McKinney 公式²⁷⁾에 의하여 決定하기 위해서는 steady state 이어야 한다. 그러나 RESMAS pr-

process 는 unsteady state 로 運轉되기 때문에 蓄積速度를 판단하기 매우 어렵다. McKinney 公式을 기초로 한 unsteady state 에서 경험적인 公式²⁰⁾을 利用할 수 있다. 즉, 체류시간이 t_1 및 t_n 이고 슬러지를 廢棄시키지 않고 t_n 일까지 運轉되었다면, t_n 일까지 生産된 M_v 의 값은 다음과 같이 表示할 수 있다.

$$M_v@t_n = \frac{M_{v1} + M_{vn}}{2} \times \frac{t_n}{t_1} \quad (6)$$

여기서 $M_v@t_n$: t_n 일까지 슬러지를 廢棄시키지 않

고 운전하였을 때 슬러지 생산량 (mg/l)

M_{vn} : 포기시간이 t_n 일때 active mass (Ma)와 endogenous mass (Me)을 포함한 양 (mg/l)

M_{v1} : 포기시간이 t_1 일때 Ma와 Me을 포함한 양 (mg/l)

t_1 : 포기시간 (hr)

t_n : 포기시간 (hr)

경험공식 (6)을 利用하여 슬러지 生産量을 계산하기 위한 數値는 Table 5. 와 같으며 K_1 , K_e 는 가정한 값이며 그외의 상수는 산출된 값이다.

Table 5. Data for computation of sludge amount at the critical operating time.

폐수종류	유입수 BOD ₅ (mg/l)	수리적평균 유효체류시간 (t^*) (hr)	K_m (hr ⁻¹)	K_1	K_2	K_3	K_s (hr ⁻¹)	t_n (days)	K_e (hr ⁻¹)
Milk	727	5.9	10.5	0.67	0.57	1.5	5.99	14	0.03
	727	10.5	10.5		0.57	1.5	5.99	24	0.03
Glutamic Acid	430	3.7	2.2	0.67	0.62	1.45	1.33	13	0.02
	430	8.3	3.5		0.62	1.45	2.11	18	0.02
간 장	200	3.0	0.37	0.67	0.63	1.45	0.25	6	0.02
	1020	9.7	6.8		0.66	1.53	4.58	7	0.02

Table 5. 에서 K_1 , K_2 , K_3 , K_s , K_m , K_e 는 다음과 같이 정의된다.

K_1 : Energy/Synthesis Ratio

K_2 : Reciprocal Oxygen Equivalents

K_3 : BODult 와 BOD₅ 의 比

K_s : Synthesis rate ($K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_m$)

K_m : 유기물제거속도

K_e : 내호흡계수

한가지 例로 milk 廢水 (6時間公稱滯留時間)에 대하여 計算하면 아래와 같다.

$t_1 = t_1^* = 5.9$ hr 일때

$$M_{v1} = \frac{K_s F_i}{1 + K_m t_1} (1 + 0.2 K_e t_s) = \frac{5.99 \times 727}{1 + (10.5)(5.9)} \left(1 + 0.2 \times 0.03 \times 5.9\right) = 359 \text{ mg/l}$$

$t_n = 14$ 日 = 336 hr 일때

$$M_{vn} = \frac{K_s F_i}{\frac{1 + K_m t_n}{t_n} + K_e} (1 + 0.2 K_e t_n) = \frac{(5.99)(727)}{\frac{1 + (10.5)(24)}{(14)(24)} - 0.03} (1 + 0.2 \times 0.03 \times 14 \times 24) = 113 \text{ mg/l}$$

따라서 14日 동안 운전한 후 생산된 슬러지량은

$$M_{vn}@14\text{日} = \frac{M_{v1} + M_{vn}}{2} \times \frac{t_n}{t_1} = \frac{359 + 113}{2} \times \frac{14 \times 24}{5.9} = 13,440 \text{ mg/l}$$

13,440 mg/l 이 차지하는 容積이 4.5l 이므로 계산에 의하여 총생산된 슬러지량은 60.5g 이된다. 실제 생산된 슬러지량은 측정된 슬러지량과 유출된 슬러지량을 포함한 값이며, 실제 생산된 슬러지량과 계산된 슬러지생산량의 비교는 Table 6. 에 나타났다.

슬러지 蓄積可能量을 檢討해 보면 大體로 41 ~ 44gr 이며 이는 最大 表面積當 附着 무게는 4.9

Table 6. Comparison of the computed and observed values.

廢水種類	평균유효 체류시간(hr)	蓄積된 TSS(g)	蓄積된 VSS(g)	流出水の VSS(g)	生産된 VSS(g)	計算된 VSS(g)
Milk	5.9	44	35.3	22	57.3	60.5
	10.8	26	21	17	38	40
Glutamic Acid	3.7	44	38.3	19.8	58.1	56.6
	8.3	31	26.3	11.9	38.2	36.2
간장	9.9	41	30.4	15.6	46	37.1

gr/ft²로 나타나 KOCH media를 사용한 경우의 6.1g/ft²²⁰⁾ 보다 작다. 附着된 슬러지의 농도는 약 4~5%로써 KOCH media²⁰⁾를 사용한 경우와 유사하다. 이와같은 이유로 비싼 KOCH media를 사용하지 않고 재사용 할 수있는 screen media의 사용이 유익할 것 같다.

4. 結 論

세가지 종류의 工場廢水를 대상으로 半固定網을 포기조내에 설치하고 운전한 결과는 다음과 같다.

1. 沈澱池없이 現公害防止法の 許容水質에 準하는 流出水를 얻을 수 있다.
2. 슬러지 농축정도는 일반적인 활성 슬러지법의 2次沈澱池에서 나오는 슬러지보다 약 4~5배 濃縮되어 있으므로 本處理方法에서는 별도의 농축시설을 필요로 하지 않는다.
3. 流出水의 水質은 KOCH media와 surface aerator를 이용한 고정층활성슬러지법과 본방법과 비교할 때 본방법이 약간 불량하다.
4. 슬러지 生産量은 McKinney 公式을 기초로 한 unsteady state의 경험적인 公式으로 推定이 可能하다.
5. 同一한 濃도의 廢水를 處理할 때 MASH 容量에 도달되는 시일은 체류시간에 비례한다.
6. Screen media의 슬러지 부착능력은 4.9gr/ft²으로 KOCH media를 사용한 경우보다 적으나, 슬러지 농축정도는 4~5%로 KOCH media에 蓄積된 濃도와 유사하다.
7. RESMAS process는 小規模工場廢水를 적절히 처리시킬 수 있으며 또한 쉽게 슬러지를 제거시킬 수 있다고 생각된다.

Nomenclature

RESMAS Removable Screen Media Activated Sludge
 FAST Fixed Media Activated Treatment
 MASH Maximum Solids Holding.
 BOD Biochemical Oxygen Demand
 COD Chemical Oxygen Demand
 TCOD Total Chemical Oxygen Demand
 SCOD Soluble Chemical Oxygen Demand
 TBOD Total Biochemical Oxygen Demand
 SBOD Soluble Biochemical Oxygen Demand
 TSS Total Suspended Solids.
 VSS Volatile suspended Solids.

5. Reference

- 1) Functional Products and Systems Development, the Dow Chemical Company. A Literature Search and Critical Analysis of Biological Tricking Filter Studies, Water Pollution Control Research Series, Vol. 1, (1971), p. 23.
- 2) K. Imhoff "Submerged Contact-Aerators for sewage Treatment." Eng. News-Record, Vol. 97, No. 24, Dec. 9, (1928), 948.
- 3) A. S. Jones and W. O. Travis "On Elimination of Suspended Solids and Colloidal Matters from Sewage." Minutes of Proc. of the first of Civil Engineers, Vol. CLXTV, 68 Part II, London (1905), 198.
- 4) E. B. Phelps "Public Health Engineering." Macmillan Co., N. Y (1925).
- 5) A. M. Buswell and E. L. Pearson "The

- Nidus (Nest) Rack, A Modern Development of the Travis Colloider." Sewage Work Journal, Vol. 1, No. 2, (1929), 187.
- 6) L. B. Griffith "Conact Aeration for Sewage Treatment." Engineering News-Record, Vol. 130, No. 4, January (1943), 60.
 - 7) F. Schimrigk "Contact Process, A New Method of Artificial Biological Sewage Purification." Sewage Work Journal, Vol. 5, No. 3, (1933), 550.
 - 8) J. Doman "Results of Operation of Experimental Contact Filter with Partially Submerged Rotating Plates, Sewage Works Journal, Vol. 1, No. 5, (1929), 555.
 - 9) Anon, "Biological Wheel," Sewage Work Journal, Vol. 1, No. 5, (1929), 560.
 - 10) K. Kato and Y. Sekikawa "Fixed Activated Sludge Process for Industrial Waste Treatment", Proceedings 22nd Industrial Waste Conference, Purdue Univ., 129(1967), 926.
 - 11) C. W. Randall H. R., Edwards and P. H. King "Microbial Process for Acidic Low-Nitrogen Wastes," JWPCF, Vol. 44, No. 3, (1972), 401.
 - 12) C. E. ZoBell "The Effect of Solid Surfaces upon Bacterial Activity." Journal of Bacteriology, Vol. 46, (1943), 39.
 - 13) H. Heukelekian and A. Heller "Relation between Food Concentration and Surface for Bacterial Growth," Journal of Bacteriology, Vol. 1, (1940), 547.
 - 14) C. E. Renn "Biophysical Process in Slime Film and Floc Formation," Biological Treatment of Sewage and Industrial Wastes, Vol. 1, Reinholding Publishing Co. (1956), 116.
 - 15) L. Hratmann "Influence of Turbulence on the Activity of Bacterial Slimes," JWPCF, Vol. 39, No. 6, (1967), 958.
 - 16) T. W. Stackley "Analysis of Combined Systems of Fixed Media Growth with Complete Mixing Activated Sludge," A Special Problem Report for Dr. Carl E. Burkhead, Univ. of Kansas (1970).
 - 17) Mo. Tolaney "A Fixed Media Complete Mixing Activated Sludge System," M. S. thesis, Univ. of Kansas (1970).
 - 18) C. Burkhead and E. Choi "A Fixed Activated Sludge Treatment Process," The Univ. of Kansas, Center for Research, Inc, Lawrence, Kansas (1973).
 - 19) E. Choi and C. Burkhead "Kinetics of a Fixed Media Activated Sludge Process," The 7th Int. Assn. for Water Pollution Research Paris (1974).
 - 20) E. Choi "A Fixed Media Complete Mixing Activated Sludge," Ph.D thesis Univ. of Kansas, Lawrence, Kansas (1973).
 - 21) 韓雄傳, 崔義昭 "반고정막 활성슬러지공법에 의한 폐수처리", 한국화학공학회 추계 연구발표회 부산 (1975).
 - 22) 韓雄傳 "RESMAS process에 의한工場廢水處理" 학위논문 고려대학교 (1975).
 - 23) 公害防止法, 保社部 (1974)
 - 24) R. E. McKinney and R. J. Ooten "Concept of Complete Mixing Activated Sludge," Transactions of 19th Annual Conference on Sanitary Eng.) Engineering and Architecture Bulletin No. 62, Univ. of Kansas (1969), 32.
 - 25) T. D. Brock "Principles of Microbial Ecology," Prentice-Hall, Englewood (1966), 40.
 - 26) 金東玟, "活性 슬러지와 응집침전에 의한 폐수처리의 비교연구", 대한토목학회지 제 23 권 제 1 호 (1975), 103.
 - 28) R. E. Mcknney "Biological Flocculation," Biological Treatment of sewageand Industrial Wastes, Vol. 1, Reinholding Publishing Co. (1956), 88.