

回轉媒體를 가진 完全混合 活性슬러지/Solid Contact 工法을 利用한 下水處理에 關한 研究

Sewage Treatment using Moving Media Complete Mixing Activated Sludge/Solid Contact Process

金 弘 泰*
Kim, Hong Tae

Summary

This study was carried out to investigate the applicability of Solid Contact Process for the improvement of Moving Media Complete Mixing Activated Sludge(MMCMAS) effluents.

Laboratory MMCMAS Reactor and MMCMAS/Solid Contact were operated at the hydraulic loading of 122~340 L/m²/d.

The conclusions from this study were as follows :

The addition of Solid Contact tank to the MMCMAS reactor has increased the SCOD and SBOD removal efficiencies of 4 to 67% and 2 to 41%, respectively. In addition, the increments of nitrification rates were about 13 to 46%. It was also observed that the addition of Solid Contact tank has greatly increased the organic removal efficiencies at the higher hydraulic loading rates and also decrement of sludge production rates was 0.1 gVSS/gBOD-rem. It was therefore concluded that the addition of Solid Contact tank could have polished the effluent of MMCMAS at the higher hydraulic loading rates.

I. 緒 論

回轉媒體를 이용한 完全混合活性슬러지(Moving Media Complete Mixing Activated Sludge) 工法은 FMAS(Fixed Media Activated Sludge) 공법의 固定媒體에 附着된 微生物을 주기적으로

제거하여야 하는 단점과 回轉圓板工法の 微生物의 過剩附着으로 인한 disk의 파손과 driving shaft의 깨어지는 문제점 등을 보완하고자 개발되었다.

Solid Contact 工法은 撒水濾床(Trickling Filter) 유출수의 水質을 향상시키기 위하여 撒水

* 慶北大學校 工科大學

키워드 : MMCMAS, Solid Contact 槽, 침전지, 회전 매체, 회전속도, 생물막, 슬러지생산량, Hydraulic Loading, F/M 比, HRT,

濾床工程의 後續處理로 Solid Contact tank를 연결시킨 TF/SC(Trickling Filter/Solid Contact tank) 공법으로 미국의 Corvallis에서 처음 성공적으로 施行되었으며, Norris, Parker 및 Matasci 등에 의해 많이 연구되어 왔다.^{1~4)}

Solid Contact 工法의 特性으로는 施設費와 유지관리비가 적게 들며 슬러지의 沈澱性이 매우 양호하고 處理水質이 양호한 점에서 撒水濾床의 後續處理로서 經濟性和 信賴性을 더해 왔다.

본 연구에서는 MMCMS 工法을 적용한 都市下水의 處理에 있어서, 水理學的 負荷에 따른 有機物質의 除去效率, 窒酸化 정도, 슬러지 생산량 등이 조사되었으며 또한 MMCMS 반응조의 유출수를 Solid Contact 工法으로 처리하여, MMCMS 유출수의 후속처리로서 Solid Contact 工法의 適用可能性을 검토하고, 그 결과를 MMCMS 工法과 比較分析하였다.

II. 實 驗

본 실험을 위하여 Fig. 1의 계통도를 가진 模型實驗裝置가 사용되었다.

MMCMS 工程과 Solid Contact 工程에 Solid Contact槽와 沈澱池를 설치한 全體 工程의 有機物 제거 효율과 窒酸化 정도 및 슬러지 생산량 등을 조사하기 위하여, 각 처리공정별로 유입 및 유출수질이 분석되었다.

MMCMS 반응조의 構造는 Fig. 2에 나타내었다. 材質은 아크릴수지가 사용되었는데, 가로

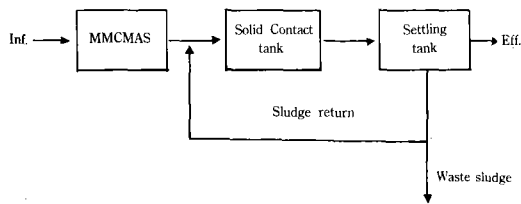


Fig. 1. Schematic flow diagram of overall process

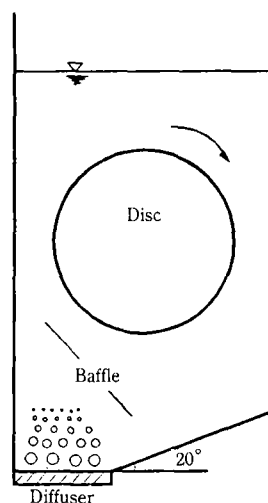


Fig. 2. Schematic diagram of the laboratory scale MMCMS reactor

13.7cm, 세로 26cm, 높이 37.5cm로 장방형으로 제작되었다. 반응조 하부에 산기관이 설치되어 공기가 공급되는데, 이는 반응조내의 용존산소 농도를 유지하고 반응조내의 完全混合을 유지하기 위함이다. 또한 상승하는 공기방울이 회전매체에 附着된 生物膜에 직접 영향을 미치지 못하도록 baffle을 설치하였으며, 반응조 바닥에 경사를 두어 반응조 하부에 슬러지가 침적되지 않도록 하였다. 반응조내의 설치된 원형 매체는 총 13개로 직경은 12cm, 간격은 1.5cm이며, 총단면적은 0.2939m²이었다.

반응조의 용적은 유효체적이 약 4.7L이며, 회전매체 표면적당 반응조의 容積比는 약 15.6 L/m²이다. 회전매체가 장치된 shaft에 chain을 감아 구동모터에 연결시켜 회전시키는데, 구동모터는 감속장치가 연결되어 있어 回轉速度를 조절할 수 있도록 하였다.

Solid Contact槽와 沈澱池의 형상은 원형으로, 재질은 acryl 수지로 제작하였다. Solid Contact槽는 水理學的으로 完全混合이 되게 하였다.

실험실 반응조는 항온실내에 설치하여 20±1

℃로 운전하였으며, 廢水의 주입은 Masterflux pump를 이용하여 연속적으로 정량주입하였다. 실험에 사용된 유입폐수는 하수를 약 30~60 분간 침전시킨 상정수에 탈지분유를 적당량 주입하여 사용하였다. 유입수의 BOD 농도는 88~161 mg/L의 범위였으며 평균 138 mg/L이었다. 필요한 營養素注入과 營養鹽類의 제거효율을 조사하기 위하여, NH_4Cl 과 KH_2PO_4 를 적당량 주입하였는데, 流入廢水의 BOD : N : P의 비는 약 138 : 27 : 5였다. 또한 반응조내의 pH를 중성으로 유지하기 위하여, 유입폐수에 NaHCO_3 가 적당량 첨가되었다.

運轉은 수리학적 부하가 122~340 L/m²/d의 범위에서, MMCMS 공정에 Solid Contact槽와 沈澱池를 연결시켜 MMCMS의 유출수와 沈澱池의 유출수를 동시에 분석하였다.

Solid Contact槽와 沈澱池는 MMCMS의 水理學的 負荷에 맞추어 水理學的 滯留時間을 각각 1hr과 1.5~2hr으로 조정하였다. Solid Contact槽의 MLSS 농도를 일정하게 유지하게 하기 위하여, 저부하인 경우는 沈澱 슬러지를 返送시켰으나, 고부하인 경우는 MMCMS reactor의 유출수에 SS가 많아 沈澱 슬러지를 返送시키지 않았다.

有機物 負荷率은 약 17 gBOD/m²·d로부터 시작하여, 약 48 gBOD/m²·d까지 증가시켜 운전하였으며, 각 負荷率에 있어서 회전매체의 生物膜이 적절한 두께로 유지될 수 있는 회전매체의 適正 回轉速度(rpm)를 조사하였다. 負荷率에 따라서 回轉速度를 5~30rpm으로 조절하였는데, 회전매체의 生物膜을 경험적으로 관찰하면서 有機物 負荷率이 증가됨에 따라 回轉速度를 증가시켰다.

본 工法에 사용된 微生物은 도시 下水處理場의 返送슬러지를 채취하여 사용하였다. 처음에는 植種된 微生物의 환경조건에 대한 적응과 植種된 微生物을 회전매체에 附着시키기 위해, 낮은 수리학적 부하에서 RBC system으로 運

轉하다가, 회전매체에 微生物이 완전히 附着되었을때, 침적시켜 실험조건에 맞는 負荷로 운전하였다.

모든 수질분석은 Standard Methods⁸⁾에 의하여 분석하였다.

微生物은 浮遊 微生物과 附着 微生物로 구분하여 측정하였는데, 浮遊 微生物의 濃度는 반응조내에 있는 혼합액을 채취하여 일정 용기에 모아 측정하였다. 실험 중 浮遊 微生物 floc이 크게 형성되어 반응조내에 다소 蓄積되는 경향이 있었지만, 그 量이 매우 적어서 무시하였다.

附着 微生物量은 반응조의 혼합액을 排水시킨 직후에 13개의 회전매체 중 적당한 간격의 회전매체 2~3개를 선정하여, 선정된 회전매체 표면의 약 1/4에 해당되는 微生物을 채취하여 두께, 밀도, 함수율 및 附着 微生物量 등을 조사하였다. 總 微生物의 濃도는 浮遊 微生物量과 附着 微生物量을 합한 후 반응조의 bulk volume으로 나누어 계산하였다.

III. 實驗結果 및 分析

1. 有機物 除去

MMCMS 반응조는 沈澱池가 없기 때문에, 회전매체의 回轉速度에 따라서 生物膜의 두께가 달라 浮遊 微生物의 濃도의 변화폭이 컸다. 따라서 유출수의 수질변동이 비교적 크므로 有機物 質 제거효율은 SCOD와 SBOD를 기준으로 하였다.

Table 1에 나타난 바와 같이 MMCMS 공정의 SCOD와 SBOD 제거 효율이 각각 15.0~82.9%와 55.8~96.8%였으며, 全體 工程의 SCOD와 SBOD 제거 효율은 각각 76.9~98.6%와 96.4~99.1%의 범위로 나타났으며, TCOD와 TBOD 및 SS의 제거효율은 각각 72.2~87.7%, 91.9~97.4% 및 55.2~95.6%의 범위로 나타났다.

Solid Contact槽와 沈澱池의 수리학적 체류시

Table 1. Summary of operating results of MMCMA S & overall process

Hydraulic Loading (L/m ² /d)	Moving Media rpm	HRT	Reactor	Org. removal efficiencies(%)							Sludge Production (gVSS/gBODrem.)	SRT (days)
				TCOD	SCOD	TBOD	SBOD	TSS	TKN	TP		
122	10	3.18	MMCMAS	39.8	81.9	55.7	93.9	-	71.5	3.2	0.486	4.17
			SC+ST	46.5	10.8	41.2	4.8	-	23.7	10.0		
			Total	86.3	92.7	96.9	98.7	90.4	95.2	13.2		
	15	3.10	MMCMAS	41.7	70.6	82.4	75.2	-	76.0	1.0	0.303	3.21
			SC+ST	35.6	13.9	15.0	23.4	-	12.8	-		
			Total	77.3	84.5	97.4	98.6	95.6	88.8	-		
	20	3.15	MMCMAS	44.6	60.0	35.9	92.6	-	57.3	9.9	0.433	2.50
			SC+ST	35.4	28.2	56.9	6.0	-	34.8	15.3		
			Total	80.0	88.2	92.8	98.6	91.1	92.1	25.2		
169	15	2.27	MMCMAS	58.4	82.7	54.0	91.3	-	73.6	17.2	0.485	3.96
			SC+ST	26.3	15.9	38.5	7.1	-	22.0	11.8		
			Total	84.7	98.6	92.5	98.4	91.2	95.6	29.0		
	20	2.26	MMCMAS	63.7	78.4	82.0	96.3	-	42.0	7.3	0.318	4.71
			SC+ST	24.0	13.0	14.1	2.8	-	46.4	11.3		
			Total	87.7	91.4	96.1	99.1	81.6	88.4	18.6		
	25	2.28	MMCMAS	67.0	82.9	89.2	96.9	-	57.5	13.0	0.199	8.21
			SC+ST	11.3	3.6	9.3	2.0	-	32.8	6.7		
			Total	78.3	86.5	98.5	98.9	70.5	90.3	19.7		
255	25	1.51	MMCMAS	48.1	73.5	74.4	93.3	-	43.8	32.7	0.433	4.33
			SC+ST	30.7	10.3	19.4	4.3	-	30.3	5.6		
			Total	78.8	83.8	93.8	97.6	55.2	74.1	38.3		
340	20	1.17	MMCMAS	-	29.1	-	55.8	-	-	-	0.392	1.03
			SC+ST	-	47.8	-	40.6	-	-	-		
			Total	73.9	76.9	91.9	96.4	95.0	24.3	35.8		
	25	1.16	MMCMAS	27.9	58.8	56.5	87.4	-	13.3	5.5	0.487	2.08
			SC+ST	44.3	18.3	37.5	10.1	-	35.0	31.5		
			Total	72.2	77.1	94.0	97.5	88.9	48.3	37.0		
	30	1.16	MMCMAS	3.6	15.0	35.5	78.3	-	5.8	0.3	0.452	2.13
			SC+ST	72.6	67.4	56.7	18.6	-	23.5	34.9		
			Total	76.2	82.4	92.2	96.9	85.5	29.3	35.2		

Note : SC+ST=Solid Contact Tank+Settling Tank

☐ : Optimum rpm at the operating hydraulic loading.

간을 각각 1hr와 1.5~2hr으로 하여, 유출수질과 有機物 제거효율을 조사한 결과의 평균값이 Table 2에 나타나 있는데 MMCMA S 유출수에 대한 Solid Contact槽와 沈澱만에 의한 COD, BOD 및 SS의 제거효율은 각각 34.2~88.7%,

75.8~93.9% 및 67.2~98.0%로 나타났다. 이는 일반적인 Solid Contact의 COD 제거효율 60.0~70.0% 및 SS 제거효율 85.0~90.0%³⁾와 유사한 결과를 보였다. 한편 SCOD의 제거효율은 5.1~52.2%, SBOD 제거효율은 48.6~82.6% 정도로

Table 2. Operating results of solid contact tank & setting tank

Hydraulic Loading (L/m ² /d)	Moving Media rpm	Effluent (mg/L)								Organic removal efficiencies(%)							
		TCOD	SCOD	TBOD	SBOD	TSS	VSS	TKN	TP	TCOD	SCOD	TBOD	SBOD	TSS	VSS	TKN	TP
122	10	32.0	17.0	4.6	2.0	6.4	4.4	1.2	5.1	77.3	29.2	93.0	65.5	93.8	93.4	83.2	10.2
	15	54.0	37.0	3.6	1.9	2.9	2.0	3.0	5.7	61.2	5.1	85.0	58.7	93.8	95.0	53.0	-
	20	47.6	28.2	9.8	1.9	5.9	5.3	2.1	4.1	63.9	46.8	88.8	73.6	90.5	90.6	81.6	17.0
169	15	30.1	20.5	6.6	1.4	7.3	2.4	1.2	4.9	63.2	13.5	83.6	65.9	85.8	86.7	83.3	14.2
	20	28.4	20.0	5.4	1.2	11.7	9.3	2.7	5.9	66.2	38.8	78.6	68.4	79.1	78.4	80.0	12.2
	25	57.7	35.8	4.0	1.9	12.6	10.8	2.5	4.8	34.2	-	77.0	48.6	70.0	65.5	77.3	6.8
255	25	52.6	40.2	9.6	3.7	24.2	19.3	7.2	4.9	59.2	12.0	75.8	49.5	67.2	69.9	53.9	8.4
340	20	62.8	55.7	10.9	4.9	7.3	5.9	23.9	3.2	88.7	44.7	93.9	82.6	98.0	97.5	40.4	47.7
	25	71.7	59.1	8.7	3.6	13.4	11.1	15.9	3.8	61.5	13.2	86.2	62.9	85.6	83.2	40.4	33.3
	30	53.4	39.5	10.3	4.1	14.7	13.4	18.9	3.3	75.3	52.2	87.9	74.7	92.0	90.6	25.0	35.1

Note) ◻ : Optimum rpm at the operating hydraulic loading in MMCMS system

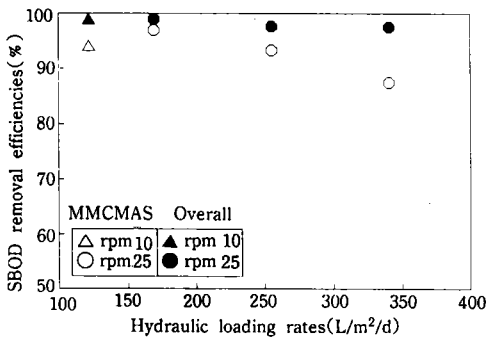


Fig. 3. SBOD removal efficiencies vs. hydraulic loading rates(MMCMS & Overall process)

나타났다.

Solid Contact槽의 설치로 인한 有機物質 제거효율의 증가는, 全體 工程의 有機物質 제거 효율에서 MMCMS 공정의 경우를 제한 것으로 나타낼 수 있는데, SCOD와 SBOD 제거효율은 각각 4.0~67%와 2.0~41% 증가를 나타내었다.

適正 回轉速度에서의 有機物 제거효율을 Fig. 3에 나타내었다. 수리학적 부하율이 169 L/m²/day인 경우에, SCOD 제거를 위한 회전매체의 適正 回轉速度는 15rpm으로 나타났으며, SBOD 제거를 위한 경우는 25rpm으로 나타났다. MMCMS 공정에 비하여 全體 工程의 SCOD 및

SBOD 제거효율은 각각 4.0~18% 및 2.0~10% 정도 증가되었다.

MMCMS 반응조의 수리학적 부하가 증가할수록, 또한 Solid Contact槽의 有機物 負荷가 증가할수록, 有機物 제거효율은 더욱 높게 나타났다. 따라서 고부하에서의 MMCMS 공정의 유출수질을 개선하기 위한 공정으로 Solid Contact槽의 適用 可能性이 높은 것으로 사료된다.

또한 全體 工程의 유출수질은 MMCMS의 수리학적 부하가 122~340 L/m²/d 범위의 비교적 고부하에서 TBOD의 경우 10 mg/L 이하로 나타났으며, 또한 SS 농도가 비교적 낮게 나타나 본 공정이 下·廢水處理에 適用 可能性이 높은 것으로 사료된다.

수리학적 부하가 225 L/m²/d에서 SS 농도가 24.2 mg/L로 비교적 높게 나타났는데, 이는 실험적인 오차로 사료된다.

2. 窒酸化

MMCMS 공정의 窒酸化率은 5.8~76% 정도이며, Solid Contact槽와 沈澱池의 窒酸化率은 25~83.3%로 나타났다. 全體 工程의 窒酸化率은 24.3~95.6%로 나타났는데, Solid Contact

槽와 沈澱에 의한 窒酸化率의 증가는 13~46% 정도였다. 이것은 Solid Contact槽에서의 산소 공급으로 인하여, 窒酸化 반응이 더 증가되었기 때문이다.

한편 回轉圓板工法의 후속처리인 Solid Contact槽와 沈澱⁵⁾에 의한 窒酸化率은 14.7~41.6% 정도 증가되었는데, 이는 본 工法과 유사한 결과를 나타내었다.

全體 工程의 窒酸化率이 MMCMS 경우보다 약 13~35% 정도 크게 나타났는데, 이는 MMCMS의 有機物 負荷率이 클수록, 그 증가폭은 더욱 크게 나타났다. 따라서 수리학적 부하가 고부하인 경우, 질산화를 위해서는 MMCMS의 후속 처리로 Solid Contact槽의 適用 可能性이 큰 것으로 사료된다.

참고적으로 T-P 제거효율은 MMCMS의 適正 回轉速度에서는 대체적으로 10% 내외였으나, 全體 工程에서는 MMCMS의 有機物質 負荷가 증가될수록 조금 증가하는 경향을 보이고 있다.

3. 微生物 및 슬러지 生産量

가. MMCMS 工程의 微生物

MMCMS 공정에 관여하는 微生物로는, 活性슬러지工法에서 보이는 bacteria, free swimmer, stalk ciliates 등과 같은 일반적인 微生物과 SRT가 비교적 큰 경우에 나타나는 nematodes

등이 관찰되었는데, 진한갈색을 띄었다. 또한 섬유성 微生物도 다량 관찰되었으며, 脫離로 인한 검은색을 띤 작은 floc도 관찰할 수 있었다. 이것은 운전말기에 주로 나타났으며, 有機物質 負荷가 고부하인 경우에 나타났다.

반응조내의 총 미생물량의 농도는 수리학적 부하가 122 L/m²/d~340 L/m²/d로 증가됨에 따라 2,345 mg/L~6,061 mg/L로 증가되었다.

Fig. 4는 수리학적 부하와 회전매체의 回轉速度에 따른 浮遊, 附着 및 전체 微生物量의 변화를 나타내었는데, 浮遊 微生物의 농도는 약 300~2,500 mg/L 정도이며, 有機物質 負荷가 클수록, 또한 회전매체의 適正 回轉速度일수록, 전체 微生物量에 대하여 浮遊 微生物이 차지하는 비율이 적었다.

340 L/m²/d의 고부하인 경우, 適正 回轉速度와 다른 回轉速度에서의 浮遊微生物의 농도 차이는 약 1,000 mg/L 이상으로 크게 나타났다. 따라서 고부하인 경우는, 회전매체의 回轉速度가 浮遊 및 附着 微生物量의 전체 微生物에 대한 비율에 큰 영향을 미침을 알 수 있다.

회전매체 표면적당 附着 微生物量은 8.7~76.8 gSS/m²으로 나타났는데, 水理學的 負荷가 증가할수록, 회전매체의 단위 면적당 附着 微生物量은 증가하였다. 이는 生物膜 工法의 저부하일 때에는 두께가 얇고 성장이 느린 반면, 고부하일 때에는 生物膜의 成長이 빠르고, 生物膜 두께가 두꺼워진다고 한 견해⁶⁾와 일치하고 있다.

한편 부유 미생물중 揮發成分은 82.9~88.8% 범위이고, 고부하인 340 L/m²/d에서는 67.8~78.9%로 떨어졌다. 부착 미생물중 揮發成分은 50~84.5% 범위였다. 전체 미생물중 揮發成分(VSS/SS)을 나타내었는데, 대체로 75~85%의 범위였다. 이것은 합성폐수를 浮遊成長 活性슬러지工法으로 處理했을 경우의 79~88% 정도⁷⁾ 보다는 약간 낮고, 고정상 活性슬러지工法의 경우의 75~80%⁷⁾ 보다는 약간 높게 나타났다.

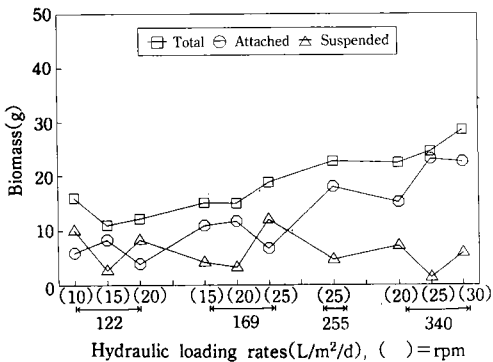


Fig. 4. Biomass vs. hydraulic loading rates

전체적으로 볼 때, 전체 미생물중 揮發成分은 약 80% 내외로 수리학적 부하에 따라 큰 차이는 없었으나, 340 L/m²/d의 고부하의 경우는 다소 낮게 나타났다. 그 이유는 전체 생물막의 두께는, 有機物質 負荷가 증가할수록 두꺼워지는 반면, 휘발성분이 많은 有效두께는 일정하므로 전체적으로 보게 되면 휘발성분이 적기 때문인 것으로 사료된다.

生物膜의 두께는 0.34~1.48mm의 범위로 수리학적 부하가 증가할수록 크게 증가하였으며, 생물막의 밀도변화는 수리학적 부하와 回轉速度에 관계없이 약 50±10mg/cm³로 生物膜 두께와 관계없이 거의 일정하게 유지되었다.

나. Solid Contact槽의 微生物

MMCMAS 반응조의 후속처리공정으로 체류시간이 1hr인 Solid Contact槽와 沈澱池를 설치하여 운전하였는데, MMCMAS 반응조의 유출수의 BOD 농도가, 회전매체의 回轉速度의 변화에 따라 차이가 많아 Solid Contact槽의 有機物負荷의 변동이 심하였다.

Solid Contact槽의 F/M比는 0.33~1.99 kg-BOD/kgMLSS이었고, BOD 負荷率은 0.41~4.11 kgBOD/m³/d의 범위였다. 또한 Solid Contact槽의 MLSS 농도는 약 1,200~2,400 mg/L이었고, 微生物 性狀은 MMCMAS의 微生物과 비슷하게 나타났는데, 주로 stalk ciliates가 많았으며 진한 갈색을 띄었다.

Solid Contact槽내 微生物의 산소섭취량(oxygen uptake rate)은 9~26 mgO₂/g·MLSS/hr로 나타났는데, 일반적인 Solid Contact槽의 산소섭취량인 7~11 mgO₂/g·MLSS/hr⁹⁾에 비해서 약간 높게 나타났다.

Solid Contact槽内の 슬러지의 SVI는 106~259 범위로 높았는데, 이는 Solid Contact槽內에 섬유성 미생물이 많았기 때문이며, 또한 SVI 측정시 100ml의 실린더를 사용하였기 때문이라 사료된다. 유출수의 SS 농도는 약 3~24 mg/L 범위였으나, 평균 10 mg/L 내외였다.

다. 슬러지 生産量

MMCMAS 공정과 全體 工程의 슬러지 생산량은 수리학적 부하가 증가됨에 따라 슬러지 생산량은 증가하였으나, 그 증가폭은 적었다.

MMCMAS 공정의 슬러지 생산량은 0.19~0.49 gVSS/gBOD_{rem.}(평균 0.38)로 나타났으며, 全體 工程의 슬러지 생산량은 0.13~0.43 gVSS/gBOD_{rem.}(평균 0.29)로 나타났다. Solid Contact槽와 沈澱에 의한 슬러지 생산량의 감소는 평균 0.1 gVSS/gBOD_{rem.}이었다.

固定 生物膜 工法으로 운전한 경우, 趙¹⁰⁾는 연탄재를 Media로 사용하여 저농도 우유폐수를 처리하였는데, 微生物 生産량은 有機物質 負荷率이 클수록 크게 나타났으며, kgBOD 제거당 미생물 생산량은 0.05~0.51 kgSS(평균 0.28)로 나타났다. 林¹¹⁾은 우유폐수를 好氣性 生物膜 工法으로 처리했는데, kgCOD 제거당 미생물 생산량이 0.22 kgVSS로 나타났으며, 李¹²⁾는 합성폐수를 固定狀 活性슬러지工法과 浮遊成長 活性슬러지工法을 이용하여 처리하였는데, 슬러지 생산량이 각각 0.27과 0.55 kgVSS/kgBOD_{rem.}라고 하였다.

活性슬러지의 슬러지 생산량은 0.6 gVSS/gBOD₅¹²⁾로 알려져 있는데, Heukelekian¹³⁾과 Sawyer¹⁴⁾는 슬러지 生産量(net growth)을 0.5 kgMLSS/kgBOD_{rem.}으로 보고하였으며, 權¹⁵⁾은 染色廢水를 活性슬러지工法을 이용하여 처리한 결과, 운전온도 27°C에서 슬러지 생산량이 0.41 kgVSS/kgBOD_{rem.}를 얻었다. 일반 도시하수처리장의 운전결과를 보면, SRT 10일의 경우 0.45~0.6 kgVSS/kgBOD_{rem.}의 슬러지 생산량을 나타내고 있다.¹⁶⁾

BOD가 약 200 mg/L 내외의 廢水를 回轉圓板工法으로 運轉할 경우, net unit의 슬러지 生産量의 대표값은, 0.3~0.4 kgVSS/kgBOD_{rem.}이라 하였다.¹⁷⁾

일반 도시하수를 撒水濾床法으로 처리하는 경우, 슬러지 생산량은 plastic media에서는 0.

74~1.10 kgVSS/kgBOD_{rem.} 내외, rock media 에서는 0.42~0.65 kgVSS/kgBOD_{rem.} 정도라고 한다.¹⁸⁾

이상의 결과로 볼 때, MMCMS 공정의 슬러지 생산량은 짧은 HRT 임에도 불구하고, 活性슬러지工法和 撒水濾床工法の 경우보다 비교적 적으며, 回轉圓板工法과는 유사하고, 固定生物膜 工法 보다는 다소 컸다. 全體 工程의 슬러지 생산량은 고정 生物膜 工法の 경우와 비슷하게 나타났다.

IV. 結 論

回轉媒體를 利用한 完全混合 活性슬러지 工法和 유출수의 수질을 개선하기 위한 공법으로 Solid Contact의 적용가능성을 조사하기 위하여 回轉媒體를 利用한 完全混合活性슬러지工法和 回轉媒體를 이용한 完全混合活性슬러지/Solid Contact 工法の 실험실 반응조가 운전되었는데, 연구 결과는 다음과 같다.

1. Solid Contact槽가 설치된 全體 工程의 SCOD와 SBOD의 제거효율은 MMCMS 공정의 경우보다 각각 4~67%와 2~41% 정도 증가 되었으며, 窒酸化率의 경우는 약 13~46%의 증가를 나타내었다. 또한 有機物負荷가 증가할 수록, Solid Contact槽의 설치로 인한 有機物 제거효율과 窒酸化率은 더욱 높게 나타나, 고 부하에서 MMCMS 공정의 유출 수질을 改善하기 위한 工程으로, Solid Contact槽의 適用可能性이 높은 것으로 사료된다.

2. MMCMS 공정의 슬러지 생산량은 0.19~0.49 gVSS/gBOD_{rem.}(평균 0.38)로 나타나, 活性슬러지工法和 撒水濾床工法보다는 비교적 적 으며, 回轉圓板工法과는 유사하고, 固定 生物膜 工法の 경우보다는 다소 컸다. Solid Contact의 설치된 全體 工程의 슬러지 생산량은 0.13~0.43 gVSS/gBOD_{rem.}(평균 0.29)로 나타나, 固定 生物膜 工法の 경우와 비슷하게 나타났다. Solid

Contact槽와 沈澱에 의한 슬러지 생산량의 감소는 평균 0.1 gVSS/gBOD_{rem.}이었다.

參 考 文 獻

1. Dan P. Norris. et al., "High Quality Trickling filter effluent without Terfiary Treatment", *JWPCF* Vol. 54 (1982).
2. Parker D. S., "Research needs for trickling filter design : A consultant's perspective", *Proceedings Second Int. Conf. on fixed-film Biolog. Process*, Vol. 1 (1984).
3. Matasci, R. et al., "Full scale studies of the tricking filter/solid contact process", *JWPCF* Vol. 58 (1986).
4. Matasci R. N. et al., "TF/SC performance with rock filters at high organic loading", Presented at the *59th Annual Conf. of the Water Pollution Control Federation(1986)*.
5. Geun-Deug Seo, Sewage Treatment using Rotating Biological Contactor/Solid Contact Process, MS Thesis, Kyungpook National Univ. (1992).
6. Grady C. P. Leslie, Jr., "Modeling of Biological Fixed Films-A State of the Art Review", *Fixed-Film Biological Process for Wastewater Treat.* (1983).
7. Byung-Hun Lee and Jeong-Sock Kim, "Comparative Study on Suspended Growth Activated Sludge vs. Fixed Media Activated Sludge", *JKSWQ*, Feb., pp. 23-30 (1993).
8. AWWA, APHA, WPCF, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 18th Ed. (1989).
9. Agardy, F. J. et al., "Kinetics and Activity Parameters of Anaerobic Fermentation System", S.E.R.L. Report 63-2, Univ. of California, Berkley (1963).

10. 조광명, “충전상 고정 미생물막 공법에 의한 저농도 유기성폐수의 처리”, *대한환경공학회*, 제5권, 제2호 (1983).
11. 임봉수, 호기성과 혐기성 생물막 공법에서의 기초설계인자의 비교연구, 고려대학교, 박사학위논문 (1987).
12. MOP. 8, Design of Municipal Wasterwater Treatment Plants Vol. 1, pp. 530 (1992).
13. Heukelekian, H. et al., “Factors Affecting the Quantity of Sludge Production in the Activated Sludge Process”, *Sewage and Indust. Wastes*, 23 (1951).
14. Sawyer, C. N., “Bacterial Nutrition and Synthesis”, *Biological Treatment of Sewage and Indust. Wastes*, Vol. 1, 3 (1956).
15. 권수열, 염색폐수의 생물학적 처리공정비교 연구, 고려대학교, 박사학위논문 (1991).
16. Lim, J. M., Comparsion of Mathematical Models in an Activated Sludge Process, MS Thesis, Korea Univ. (1976).
17. Antonie, R. L., “Fixed Biological Surface Wastewater Treatment”, *CRC Press, Inc.*, 10 (1976).
18. EPA, Process Design Manual for Sludge Treatment and Disposal, (1979).