

廢水の 三次處理

金 元 滿

Abstract

Increasing pollutants in the receiving body of water induced from rapid growing industry and urbanization in Korea.

It requires not only biological treatment, but advanced or tertiary treatment of waste water to be applied in several immediately.

Advanced treatment is applying additional process over biologically treated waste water, and obtain a further reduction of S. S., B. O. D., phosphorus and nitrogenous elements, non biodegradable C. O. D., etc.

Possible advanced treatment processes at present are: Air stripping of NH_3 , Filtration, Distillation, Flotation, Freezing, Land application, Reverse osmosis, Sorption, Adsorption, Chemical precipitation, Ion exchange, Electro chemical treatment, Oxidation and reduction.

It is necessary to compare each process, and make it ready to face the problems will occur within very near future in Korea.

Approximate nutrient contents in the streams flowing through urban area of Seoul during dry season are: Cl^- 190~260ppm, total nitrogen 18~30ppm, total phosphorus 0.1~0.4ppm, B. O. D. 130~200ppm, C. O. D. 220~400ppm.

In these figures, PO_4 contents are rather small, however it will be increased rapidly due to the changing policy of synthetic detergent A. B. S. to L. A. S.

1. 目 的

廢水の 三次處理는 生物學的 處理 또는 二次處理한 廢水を 凝集, 沈澱, 모래濾過, 活性炭濾過 其他 物理, 化學, 生物學的으로 追加 處理하여 BOD, SS, 磷, 窒素, 色, 生物學的으로 分解不可能한 COD等을 減縮하여 水質汚染을 막고 工業用水나 심지어는 飲料水로 까지도 使用할 수 있도록 하는데 있다.

2. 磷酸鹽, 窒素質, 有機質 등의 除去

磷酸鹽은 H_2PO_4 , HPO_4 , PO_4 등의 形態로 存在하며 現在 서울市内 下水川의 磷酸鹽含量은 0.1~0.4 PPM程度이나 앞으로 合成洗劑가 LAS로 轉換되므로서 磷酸鹽含量이 急増할 것으로 展望된다.

漢陽大學校工大教授 · 本會理事 · 編纂委員長

이와같은 磷酸鹽增加로 同化될수 있는 磷酸鹽을 含有한 處理廢水가 大量 放出될때 水藻類가 繁殖하고 富養化를 促進시키게 된다.

磷의 除去方法은 電氣化學的 處理, 水藻類로 의 轉換, 生物學的 處理, 吸收法等이 있으며 Bacteria의 作用으로 重合磷酸鹽을 同化될 수 있는 磷酸鹽으로 轉換시키는 方法이 效果의인 方法이다.

石灰와 鐵 또는 Aluminum鹽을 使用하여 不溶性沈澱物로 만드는 方法으로서 活性슬러지에 鐵이나 Al鹽을 加하여 同時 沈降시키거나 三次處理過程에서 凝集後 沈澱 또는 浮上處理하는 分離沈降法等이 있으며 分離沈降方式이 SS와 BOD除去까지도 도움이 되므로 淨化도가 높다.

石灰에 의한 處理는 經濟的이기는 하나 PH가 11까지 上昇하므로 放流前에 中和시켜야한다.

窒素質은 廢水内에서 NH_4^+ , NH_3 , NO_2 , NO_3 등

의 形態로 存在하며 서울시內 下水川의 總窒素 含量은 20~30PPm程度이다. 이와같은 窒素質을 除去하기 위하여 Air Striping에 의한 Ammonia除去, 濾過, 蒸溜, 氣體膜을 利用한分離, 灌溉, 酸化, 還元, 脫窒素法等이 있으며, 가장 單純한 方法으로서는 PH를 높여서 NH_4^+ ion을 交換시키고 接觸塔에서 空氣로 Ammonia와 磷을 除去하는 方法과 二次處理過程에서 充分한 酸素를 供給하여 NH_3 를 NO_2 , NO_3 로 酸化시키고 酸素가 除去된 媒質을 通過시켜서 窒素를 除去하는 方法이 있고, NO_3 를 窒素가스로 抽出하기 위하여 原水와 處理水의 混合, Methanol 混合, 混合液을 淨水前에 好氣性狀態에서 嫌氣性狀態로 바꾸는 方法, 水藻가 茂盛한 水深이 얇은 酸化池를 通過시키는 方法 등이 있다.

다음에 서울시內 下水川의 BOD는 130~200 PPm, COD는 220~400PPm, SS는 270~330PPm 程度이다. 이中 BOD를 基準할때 二次處理로서 20PPm程度로 줄이고 있으나 三次處理로서 10 PPm 以下로 줄이는 것이다.

除去方法으로서는 濾過, 浮上, 거품分離法, 灌溉, 逆滲透法, 活性炭素吸着, 沈澱 등의 方法이 있으며 廢水를 凝集後 沈澱 또는 浮上處理한 다음에 生物學的處理를 하는 方法, 微細한 生物學的의 floc를 除去하기 위하여 Micro-Strainer를 使用하는 方法 등이 있다.

有效徑 1.5mm程度의 모래濾過床에서 →240m/日 程度로 濾過시키는 方法에서는 濾材사이에서 細菌이 繁殖하는 것을 막기 위하여 前塩素處理를 하여야 한다. 濾材內部를 好氣性狀態로 維持하기 위하여 濾過前에 曝氣를 하여야 하며

濾床의 閉鎖를 막기 위하여 注意깊게 定期的으로 濾床洗滌을 하여야 한다. 이와같은 處理로서 SS를 8~10PPm 程度까지 줄일 수 있으나 凝集 및 沈澱裝置를 하거나 濾過前에 凝集시키는 方法으로 5 PPm 以下까지 줄일 수 있으며 그 以上으로 處理하려면 粉末活性炭濾材에 의한 吸着處理를 하여야 하며 이와같이 하므로서 COD와 合成洗劑의 含量도 大幅 줄일 수 있다.

다음 表-1은 Hand Book of Environmental Control에서 拔萃한 三次處理法의 效率를 比較한 것이다.

表-1에서 NH_3 의 除去는 逆滲透法, Ion交換, Air Striping法 등이 85~99%의 除去效率를 나타내고 있으며 BOD除去效率는 珪藻土濾過, 蒸溜, 凍結, 灌溉, 逆滲透法, 活性炭吸着, 活性汚泥의 化學沈降, 電氣化學的 處理 등에서 80% 以上의 效率를 나타내고 있다.

窒素와 磷 除去에서 生物學的 處理와 濾過 및 窒酸化후에 蒸溜法으로 處理할때 生物學的 處理와 濾過 후 凍結法이나 逆滲透法 또는 Ion轉換할 때 80~99% 程度의 效率를 나타내며 PO_4 除去만을 考慮할 때는 生物學的 處理 후 化學沈降法이나 吸收法 또는 化學沈降法을 쓸때와 前處理없이 電氣化學的 處理를 할때에 80~99%의 效率가 있다.

建設 및 運營費의 比較에서는 Air Striping法에 의한 NH_3 除去時를 1로 볼때 Ion轉換이 14, 電氣化學的 處理가 建設費를 考慮하지 않을때 0.4 逆滲透法이 19, 蒸溜法이 47, 化學沈降法이 2.4, 化學沈降法과 濾過法 兼用이 4.7, 吸收法이 3.2정도로 되어 있다.

表 1. 三次處理의 除去效率

必要한 前處理	三次處理法	運營費 比較	SS	BOD	COD	NH_3	有 機 素	NO_3	PO_4	總溶存 物 質	最終廢棄物
生物學的處理	Air Striping NH_3	1.0	-	-	-	85~98	-	-	-	-	無
生物學的處理, 濾過, 脫窒素	蒸溜	47.0	~99	98~99	95~98	-	90~98	~99	~99	95~99	슬러지, 液狀
生物處理 및 濾過	凍結	-	95~98	95~99	90~99	-	90~99	~99	~99	95~99	液狀
豫備 및 生物處理	灌溉	-	95~98	90~95	80~90	60~80	80~95	5~15	60~90	-	無
生物處理 및 濾過	逆滲透法	19.0	95~98	95~99	90~95	95~99	95~99	95~99	95~99	95~99	液狀
豫備 및 生物處理	活性炭吸着	-	80~90	70~90	60~75	-	50~90	-	-	-	液狀
生物處理	化學的沈降	2.4	60~80	75~90	60~70	5~15	30~50	-	90~95	~20	슬러지
豫備處理	活性슬러지에서 化學的沈降	-	80~95	90~95	85~90	30~40	30~40	30~40	30~40	~10	슬러지
生物處理 및 濾過	Ion 轉換	14.0	-	40~60	30~50	85~98	80~95	80~90	85~98	使用轉換劑에 따라 다름	液狀
無	電氣化學的處理	0.4	80~90	50~60	40~50	80~85	80~85	-	80~85	-	液狀 및 슬러지
豫備處理	Bacteria 同化	-	80~95	75~95	60~80	30~40	30~40	30~40	10~20	-	슬러지
生物處理	水藻類轉換	1.6	-	50~75	40~60	50~90	50~90	50~90	~50	-	Algae

以上을 綜合하여 볼때 逆滲透法이 가장 廣範圍하고 能率的인 除去効率을 나타내고 있으나 經濟的負擔이 比較的 크다고 볼수 있고 蒸溜法과 凍結法은 NH₃를 除外한 處理効率が 대단히 우수하나 經濟的負擔이 너무 크다고 볼수 있으며 그 外에 灌漑法, 化學沈降法, 電氣化學的 處理法, Bacteria 同化法, 水藻類轉換法 등이 除去効率和 經濟性에서는 比較的 良好한 편으로 볼수 있다.

한편 表-2 에서는 化學的沈降法을 混和, 凝集, 沈澱, 生物學的 處理, 濾過, 撒水濾床法등과 兼用했을때의 磷酸除去 効率을 主로 Pilot Plant에서 試驗한 資料이며 表-3 은 三次處理時의 各 段階別 水質變化를 試驗한 結果值이다.

3. 結 論

廢水의 三次處理는 有機質, 磷, 窒素등의 減縮을 目的으로 하는데 上記한바 處理方法이 大개 化學的 處理方法으로서 廢水處理方向이 生物學的 處理와 함께 化學的 處理方法이 發展될 것으로 展望된다.

— 參 考 文 獻 —

1. Degremant Water Treatment Hand Book
2. Hand Book of Environmental Control Vol. IV, Waste Water Treatment and Disposal
3. 崔義昭, 趙光明著, 環境工學

表 2. Al 또는 鐵塩에 의한 凝集沈澱으로 磷 및 BOD除去効率

處 理 法	試驗規模	凝 集 劑	投藥量 (mg/ℓ)	磷除去効率		BOD 除去率
				處 理 水 (mgPo ₄ /ℓ)	除 去 率 (%)	
凝集沈澱	6,000MTD	Alum	94	3.15	81	70
凝集, 沈澱, 濾過	—	活性珪酸	3.4	0.33	98	—
		Alum	94	0.80	97	73
凝集沈澱	Jar	Alum	400	2.33	85	95
		活性珪酸	3.4	—	—	—
生物學的處理後 凝集沈澱	57 MTD	濾過 Alum	200	0.14	99	—
生物處理後 凝集, 沈澱, 濾過	—	"	200	4.90	89	86
生物處理後 凝集沈澱	57 MTD	"	397	1.53	96	95
生物處理後 凝集 沈澱 濾過	"	"	397	0.1~1.0	95以上	96
"	10,000~ 16,000 MTD	液狀 Alum	200	1.5	—	—
生物處理後 凝集沈澱	實際處理場	FeCl ₃	29	—	—	—
"	170 MTD	Ca(OH) ₂	200	0.50	99	—
		濾過 Alum	300	0.25	99以上	三次處理만 의 効率 74
生物學的處理後 凝集沈澱 濾過	"	FeCl ₂ "	300	5.10	82	80
凝集沈澱撒水濾床	2,000 MTD	Polyelectrolytes	約 50	—	—	—
但, Alumi	Al ₂ (SO ₄) ₃	NaOH	約 0.4	—	—	—
濾過 Alumi	Al ₂ (SO ₄) ₃	18H ₂ O	約 24	—	—	—
		14H ₂ O	—	—	—	—

表 3. 三次處理까지의 各 段階別 濃度 (mg/ℓ)

種 別	原 廢 水	豫備處理	高率活性汚泥法 流出水	窒素化流出水	生物學的으로 脫窒素된流出水	生物學的으로脫窒素 되고 濾過된 流出水
COD	320	218	64	43	44	38
有機窒素	10.3	5.9	0.8	0.4	0.4	0.2
NH ₃	11.3	13.7	7.7	0.6	0.3	0.4
NO ₂	—	—	1.1	0.3	0.3	0.4
NO ₃	—	—	4.3	11.5	0.9	0.9
總 磷	12.6	11.9	2.8	2.6	1.5	1.1
SS	157	90	8.8	7.1	7.1	1.7
PH	7.2	7.3	7.5	7.5	7.7	7.7