

유기성 폐수에 대한 질소·인 제거 기술의 고찰

金 光 洙*
Kim, Kwang Soo

1. 序 言

有機性 廢水는 동물의 분뇨, 식물의 腐植物, 가정의 生活污水, 都市下水, 工場·工團의 合併 유기폐수 등이 汚染源으로 總稱될 수 있는데 이러한 각종 폐수나 스리지 浸出水가 河川, 湖沼, 貯水池, 海岸 등의 閉鎖性 水域에 유입하여 富營養化(Eutrophication) 현상을 심하게 일으키고 있다. 이것은 질소·인의 營養鹽類가 光合成作用으로 藻類나 水生植物이 增殖하여 氾濫되어 가는 현상으로 특히 인구 밀집지역, 관광지 등의 수역에서 현저하고 인위적 활동에 의한 水中의 有機 營養源인 질소·인이 증가하여 부영양화현상을 촉진하고 있다.

이것을 억제하기 위해서는 이러한 水域에 대해 질소·인의 負荷量을 감소시켜야 한다. 이러한 배경에서 환경부는 1996.1.1부터 지역에 따라 下水終末處理施設의 N·P規制가 실시되고 있다(총질소 60mg/l 이하, 총인 8mg/l 이하). 이러한 부영양화 현상을 방지하고 수질환경을 잘 보전하기 위해서는 질소·인의 제거기술이 중요한 課題로 대두되고 선진국에서는 여러 가지의 工法開發로 실용화되고 있으나 기술적인 어려움도 內在하고 있는 실정이다.

2. 질소·인 제거 意義

2.1. 유기성폐수와 窒素, 磷의 영향

과거의 廢水處理는 일반 有機性汚染物인 BOD를 低下시키는 것이 주목표로 되어왔고 이것은 在來式 활성스리지법으로 유지관리를 잘하면 대체로 처리

목표를 달성하였으나 처리수중에 포함된 질소나 인은 방류되어 湖沼, 河川, 內域海岸에 유입되어 조류(藻類)의 異常增殖으로 富營養化 현상을 일으키는 원인으로 밝혀지므로서 최근은 BOD제거뿐만 아니라 질소·인 제거가 더욱 중요한 과제로 되고 있다.

현재의 유기성 폐수는 藻類增殖의 원인으로 되는 질소·인의 농도가 100배 이상 함유되어 있는 것으로 나타나고 있으며 이의 제거는 더욱 절실한 실정이다.

질소나 인을 일방적으로 완전히 제거한다면 조류의 증식을 방지할 수가 있지만 在來式 폐수처리 방법론 질소·인을 低價로 완전 제거한다는 것은 극히 어려운 문제가 있고 高度處理方法으로 제거할 수 있는 방침을 수립, 시행해야 할 것이다.

2.2 질소, 인에 의한 富營養化 현상

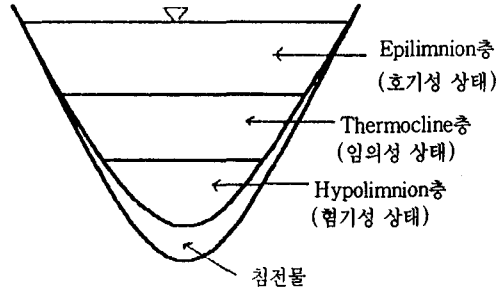
富營養化란 河海, 湖沼, 貯水池가 질소, 인을 함유한 유기성 폐수의 流入으로 정체되어 조류(Algae)의 급성장으로 수역이 氾濫되어가는 현상으로서 赤潮現象 플랑크톤(Dinoflagella)은 毒性物質을 발생하고 魚族을 死滅시킨다.

부영양화의 原因과 發生機構는 질소, 인의 성분으로서 조류의 異常增殖이 일어나고 停滯水域이 계절, 수심, 수온에 따라 조류 성장과정에서 성층현상(Stratification)이 발생한다.

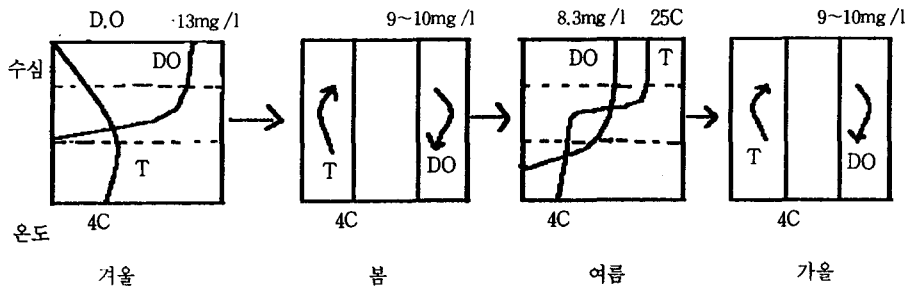
이러한 水域의 成層이 계절에 따라 轉倒(Turn-over)되어 F/M비의 증대, 조류의 급성장, 堆積物의 浮上으로 氾濫된다.

* 水質管理技術士, 경성테크코오퍼레이션 대표이사.

질소, 인 제거의 의의는 부영양화 현상의 방지, 染을 방지하는데 큰 의의가 있다.
조류증식에 의한 魚貝類의 棲息保護와 특히 海洋汚



<그림 2.1> 성층현상(STRATIFICATION)



<그림 2.2> 季節별 水深, 水温에 의한 성층현상의 변화

여름, 겨울은 水表面과 水深에 의해 溫度差가 커서 성층현상이 뚜렷이 나타나고 水表面은 藻類의 成長, 水深底部位에는 死滅한 藻類가 堆積한다.

봄, 가을은 수온이 平準化되고 外部力에 의해 성층이 轉倒(Turnover)되어 下部 堆積物을 上層으로 浮上시킴으로 微生物 棲息狀態層이 交代되므로 F/M 비가 크지고 조류가 급성장하게 된다.

3. 有機性 廢수의 窒素, 磷 제거 기술

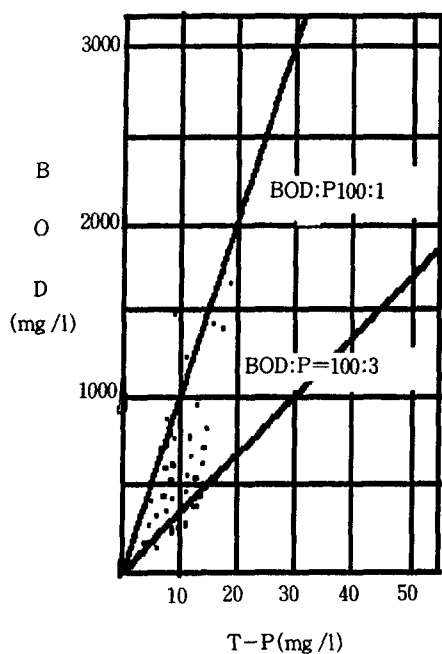
3.1 질소, 인 除去의 原理 및 特性

유기물중의 질소, 인을 제거하기 위해서는 혐기성, 호기성 Phase를 이용하여 인의 방출, 섭취와 질산화, 탈질을 달성할 수 있는데 폐수처리에 있어서 BOD와 Total Phosphate의 관계와 혐기, 호기성 조에서의 인, BOD의 측정결과를 일례로 들면 다음과 같다.

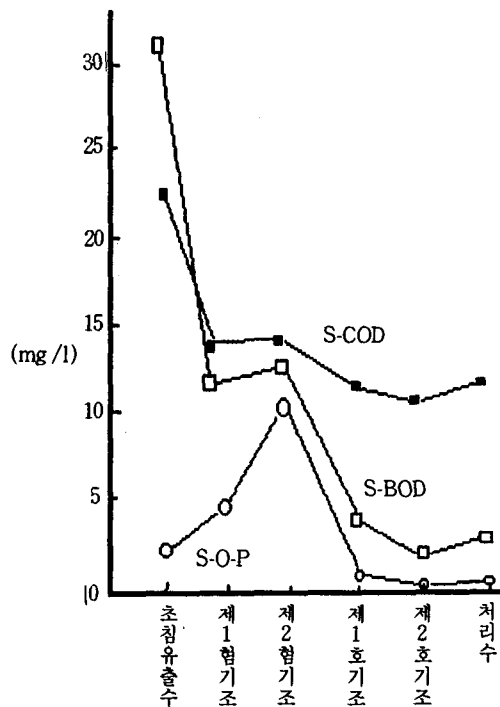
〈표 1〉 질소·인 除去의 原因 및 特性

有機鹽類 제거법		原 理	特 徵	
			長 点	短 点
窒 素	生物學的 窒酸化 脫窒법	· 有機物 중에 여러 가지의 형태로 함유된 질소를 嫌氣性, 好氣性 조건으로 하여 窒酸化 및 脫窒한다.	· 대부분의 질소化合物을 제거 가능하다. · 除去率이 높고 안정하다. · 질소화합물이 질소가스로 分解될 때까지 2차공해발생이 없다.	· 운전조건이 번잡하다. · 低溫期の 효율저하 · 毒性物質에 의한 영향을 받는다. · 비교적 넓은 부지가 所要된다.
	(物理學적處理法) 암모니아 제거법	· PH:11-12로 상승시켜 水中 NH ₄ 를 NH ₃ 가스로 變換, 脫氣시켜(Stripping) 처리한다.		· PH調整으로 工程, 經濟의 문제 수반
	이온交換法	· NH ₄ ⁺ 이온과 親和性이 강한 이온交換體 (Clinoptilolite계 Zeolite)를 써서 選擇的 吸着으로 제거		· 高濃度 암모니아 처리에 문제가 있다.
	不連續點鹽素처리법 (Break Point Chlorination)	· 암모니아를 破壞點 鹽素注入으로 제거 처리하는 방법	· 低濃度 암모니아 제거에 적합 · 共存性 BOD의 暫定 제거 효과	· 藥品所要의 문제가 있다.
	嫌氣·好氣법	· 혐기성상태에서 磷을 放出하고 호기성 상태에서 인을 攝取하여 침전 처리하는 방식	· 既存의 처리시설을 이용 가능하다. · 藥品注入이 필요 없다.	· 物理, 化學的 처리에 비해 除去능력이 낮다. · 활성슬러지에 蓄積될 수 있는 인의 量은 한계가 있고 슬러지 排出 및 적절 운전관리가 緊要하다.
磷	Stripping System	· 혐기, 호기법의 생물학적 처리와 화학적 脫磷法을 組合하여 처리하는 방식	· 磷 濃縮液에 少量의 석탄을 첨가하여 경제적으로 처리한다. · 磷 제거능력이 안정하다.	· 脫磷시설을 증설할 필요가 있다.
	生物·化學的 同時처리법	· 포기조에 凝集劑를 添加하여 유기물과 磷을 동시에 제거하는 방법	· 既存처리시설을 이용할 수 있다. · 인 제거능력이 안정하다.	· 발생 슬러지량이 많다. · 폐수의 磷濃度가 높으면 注入凝集劑 濃度가 높아져 生物床에 영향을 미칠 우려가 있다.

凝集沈澱法	<ul style="list-style-type: none"> · 原廢水나 2차처리수에 凝集劑를 添加하여 磷化合物로 凝集沈澱하는 방법 	<ul style="list-style-type: none"> · 제거능력이 높다. · 柔軟性있는 운전이 가능하다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 새로운 처리시설이 필요하다. · 발생 스러지양이 많다. · Running cost가 높다.
接觸脫磷法	<ul style="list-style-type: none"> · 磷酸, 칼슘, 水酸化이온의 반응으로 생성된 $\text{CaOH}(\text{PO}_4)_2$ 結晶으로 析出하여 처리하는 방법 	<ul style="list-style-type: none"> · 발생 스러지양이 적다. · 凝集沈澱法에 비해 running cost가 적다. · 인 제거능력이 안정하다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 새로운 처리시설이 필요하다. · 脫炭酸曹, Sandfilter 등의 前처리시설이 필요하다.



〈그림 3.1〉 BOD와 T-P의 관계



〈그림 3.2〉 각 조에서의 측정결과 일례

3.2 磷 除去의 원리 및 프로세스

3.2.1 磷 제거 프로세스

磷의 제거는 物理化學的 처리와 生物學的 처리방법이 있으며 物理化學적 처리는 약품을 첨가 반응

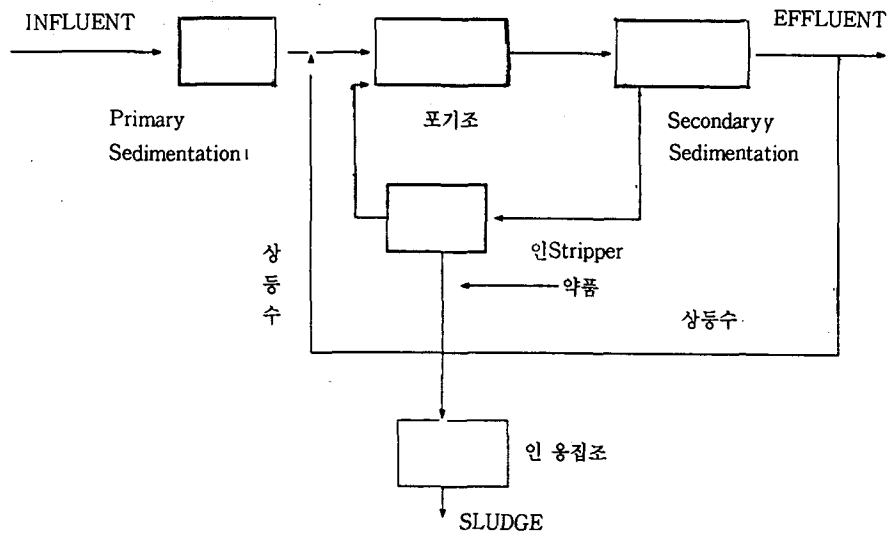
시켜 처리하는 것으로 일반적으로 처리비용이 높고 발생스러지양이 많아 경제적인 효과에 문제가 있다. 최근에는 從來의 凝集沈澱法을 變換하여 生物化學的 同時처리법과 接觸脫磷法, 生物學的 磷除去法의 技術開發이 국제적으로 활발히 進行되어 實用

화 되고 있다. 一般 活性슬러지법으로서 磷의 除去는 微少하고(1~3PPm제거가능) 현재로 實際的이고

경제적인 方法으로서 제거효율 90% 이상 제거할 수 있는 生物化學的 沈澱方法이 있다.

· 反應機構: $P + Ca(OH)_2 \rightarrow CaOH(PO_4)_3 \downarrow$

· Process:



최근에 기술 개발되어 실용화되고 있는 생물학적 처리방법은 혐기성·호기성 Phase의 활성슬러지법의 순환으로 처리하는 방법이며 그 특징과 조건은 다음과 같다.

3.2.2 磷 제거특징

- 혐기성 Phase와 호기성 Phase의 순환에서 혐기성에서 인을 방출하고 호기성에 축적하여 처리함.
- 인 박테리아 : Acinetobacter
- 高스러지부하-多스러지생성

3.2.3 反應條件의 주요인자

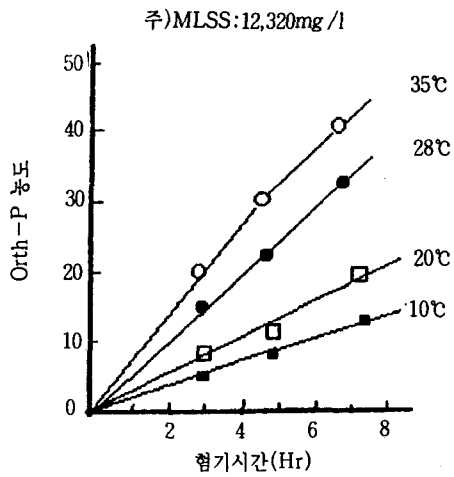
- 반응조의 모양
- BOD/P Ratio > 25/1
- BOD Type이 Biodegradable일 것
- 혐기성 Phase에서는 용존산소가 없어야 하며

(DO=0 or 1mg / ℓ 이하) 질산화가 없는 조건 (NO_x=0)

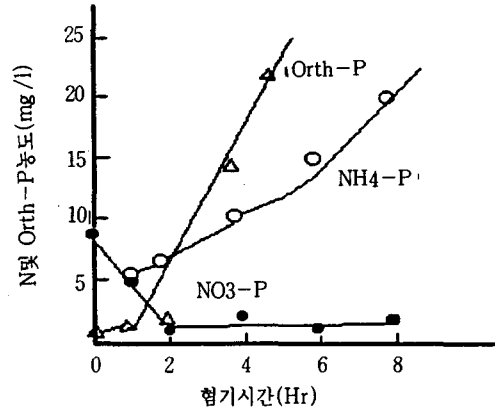
- 슬러지 일령 < 6days
- 슬러지 부하 > 0.3kg BOD/kg MLSS/day
- PH는 약 알칼리성이고 저 CO₂ 농도 유지

3.2.4 인의 放出과 攝取

有機物 내의 인은 혐기성에서 인박테리아에 의해 揮發性 有機物이 되고 인 박테리아에 蓄積된 磷酸鹽이 加水分解되어 媒質에 인으로 放出된다. 또한 호기성 상태에서는 인박테리아(poly-p-bacteria)에 의해 攝取 蓄積되고 침전시 過剩 슬러지로 배출된다. 인제거의 要諦는 혐기, 호기성에서 인의 방출과 섭취인데 溫度, MLSS, 窒酸化 등 여러 요인에 의하여 영향을 받고 몇 가지 영향 인자의 상태를 보면 다음과 같다.

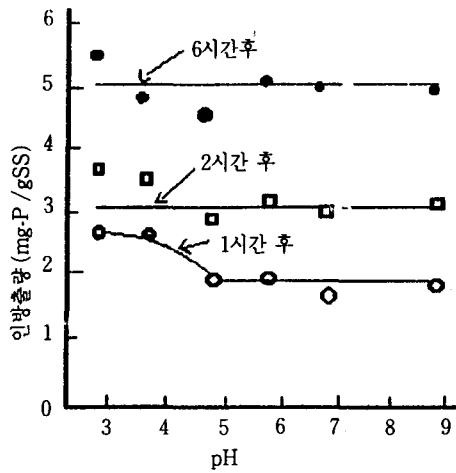


<그림 3.3> 인 방출에 대한 온도의 영향

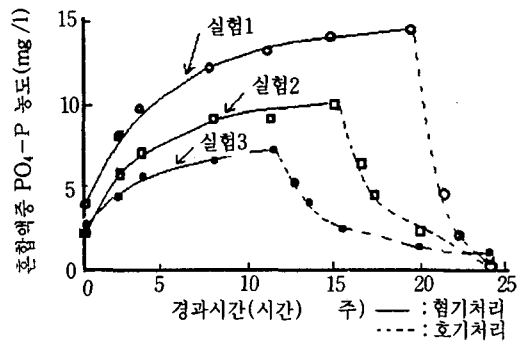


주) 수온: 25°C, P/VSS=8.4%
MLSS/MLVSS=18,700/10,710 mg/l

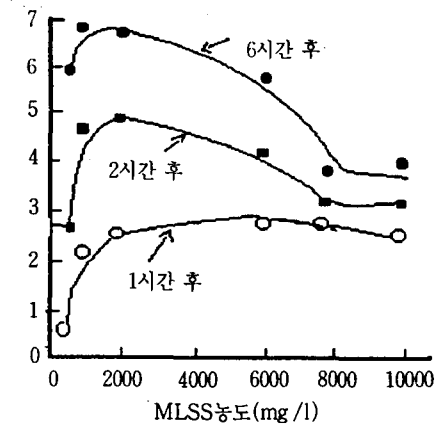
<그림 3.6> 인 방출과 질소의 변화



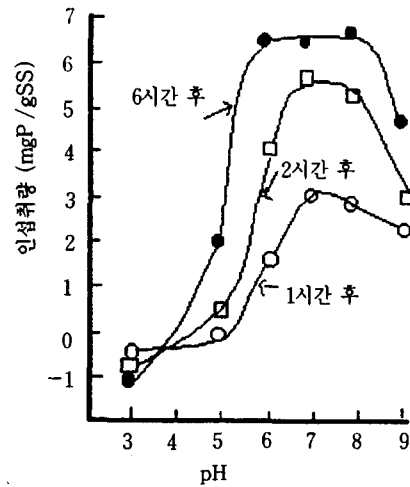
<그림 3.4> 인 방출에 미치는 pH의 영향(혐기처리)



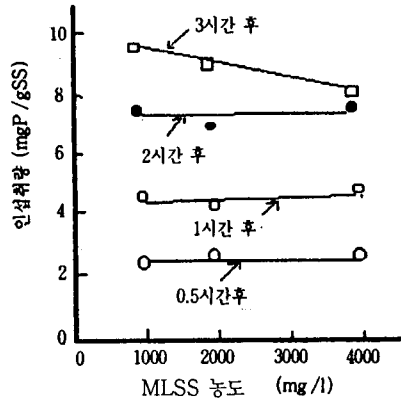
<그림 3.7> 1싸이클의 인농도 경시변화



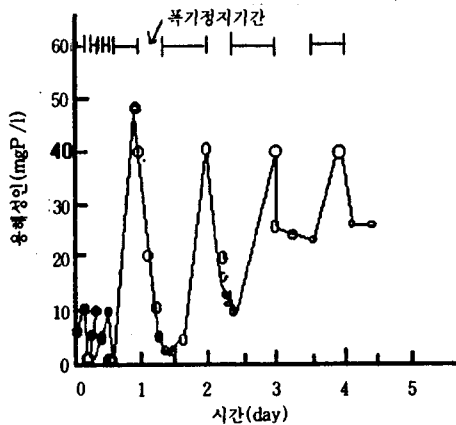
<그림 3.5> 인 방출에 미치는 MLSS농도의 영향 (혐기처리)



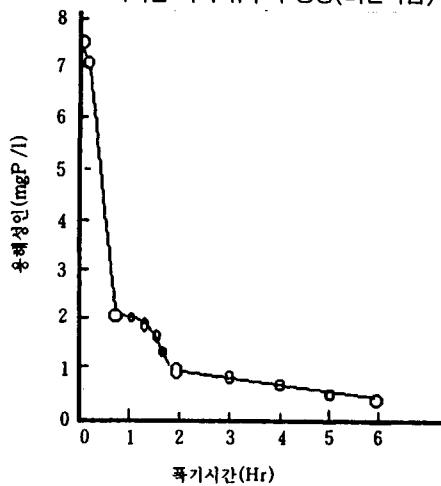
<그림 3.8> 인 방출에 미치는 pH의 영향(호기처리)



〈그림 3.9〉 인 섭취에 미치는 MLSS농도의 영향(호기처리)



〈그림 3.10〉 활성슬러지에 의한 인의 섭취와 방출에 미치는 폭기 유무의 영향(회분시험)



〈그림 3.11〉 인을 과잉으로 섭취한 활성슬러지의 인 제거 특성(회분시험)

3.3 질소제거의 원리 및 프로세스

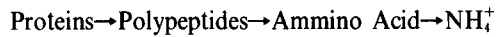
3.3.1 질소제거의 프로세스

窒素제거는 生物學的 처리법과 物理化學的 처리법(Ammonia Stripping법, 이온교환법, 不連續點 鹽素注入法, 電氣透析法, 逆浸透壓法 등)의 두 가지로 나눌 수 있으나 물리화학적 처리법은 경제적인 비용, 환경에 미치는 영향, 再生方法의 未確立 등의 문제가 있는 반면 생물학적 처리법은 그 원리와 메커니즘이 확립되어 이점이 많아 유망시 되고 있다. 또한 물리화학적 처리법은 特定形態의 질소만이 제거될 수 있는 반면 생물학적 처리법은 難分解性 유기질소는 다소 殘存하지만 分解性이 좋은 유기성질소, 암모니아성질소, 아질산성질소, 질산성질소의 제거효율은 매우 양호하다.

금후 질소제거 공법은 생물학적 처리법이 주류를 이룰 것으로 예상되며 그 원리와 특징은 다음과 같다.

3.3.2 Ammonification

질소화합물이 Break Down되어 암모니아가 형성되고 이것이 질소성분 함유폐수를 이룬다.



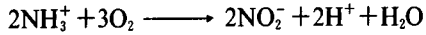
3.3.3 Nitrogen Assimilation(窒素同化作用)

- 질소는 세포성장에 쓰인다.
- 슬러지에 질소가 농축된다.
- 동화작용
 - 고슬러지부하시(F/m비:0.3kg BOD/kg MLSS /DAY 이상)
 - 질소동화:4.6mgN/: 100mg BOD
 - 저슬러지부하시(F/m비:0.2kg BOD/kg MLSS /DAY 이하)
 - 질소동화:1~3mgN/100mg BOD
- 질소동화시 산소는 필요 없다.

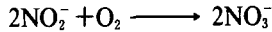
3.3.4 Nitrification(窒酸化)

- 질산화 박테리아에 의해 질소화합물이 산화된다.

Nitrosomonas



Nitrobacter



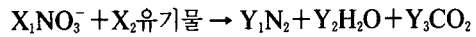
- 호기성 반응이다.
- 암모니아 산화율: 0.5~3.0 mg N/g Sludge/Hr
- 질산화 박테리아는 민감한 반응과 低成長이 특징
- 질산화 과정에서 PH가 약간 저하함
- 反應條件의 주요인자
 - DO: 1.0mg / ℓ 이상일 것(최소 2~3mg/ℓ 유지)
 - 질산화 完決要求 O₂량: 4.6g-O₂/lg-N
 - 온도: 適溫은 25~35℃, 5℃이하에서는 질산화중지
 - Nitrosomonas: 30~36℃
 - Nitrobacter: 34~35℃
- PH: 最適은 PH 7.2~9.0
 - Nitrosomonas: 7.5~8.5
 - Nitrobacter: 6.5~8.0
- 스러지日畧과 스러지負荷:
 - 질산화 박테리아는 成長速度가 느리다.
 - 스러지일령(SRT)이 充足해야 한다.

과잉스러지를 최소화한다.

스러지생산을 적게 하여 스러지부하를 감소
-질산화 박테리아는 毒性과 障害化合物(Inhibitory Compounds)에 민감하다.(Thio urea, Thio carbonate, 중금속, 페놀, Sulfide, 시안 등)

3.3.5 Denitrification (脫窒化)

- 질산화된 流出水를 窒素還元 박테리아로 반응하여 脫質하며 탈질 단계는 유기물이 부족하여 炭素源(메타놀)을 공급. 혐기성 상태에서 일어난다.



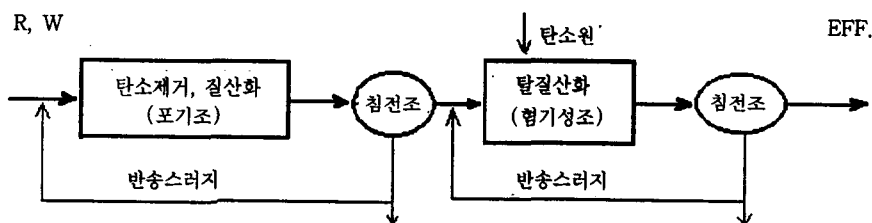
(보통CH₃ OH) *Pseudomonas*

microbes

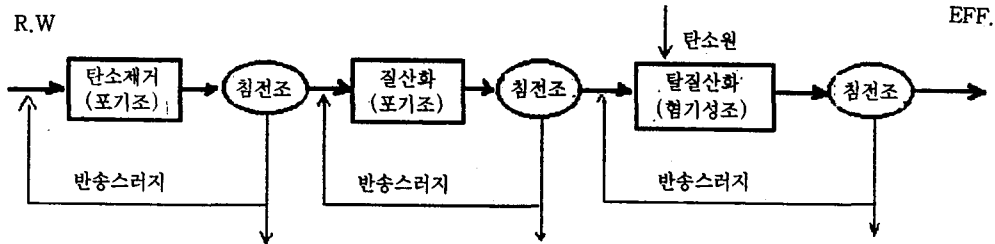
Denitrobacillus

- Anoxic Condition(NO₂) NO₃⁻ → NO₂⁻ → NO → N₂O → N₂
- 질산화 박테리아는 有機炭素源이 필요하고 박테리아 성장속도는 보통이고 민감하지 않다.
- 평균탈질율: 6~9mgN/g MLSS/Hr
- 스러지생성량이 적다: 0.55Kg MLSS/Kg NO₃⁻ -N

[2단계 처리]



[3단계 처리]

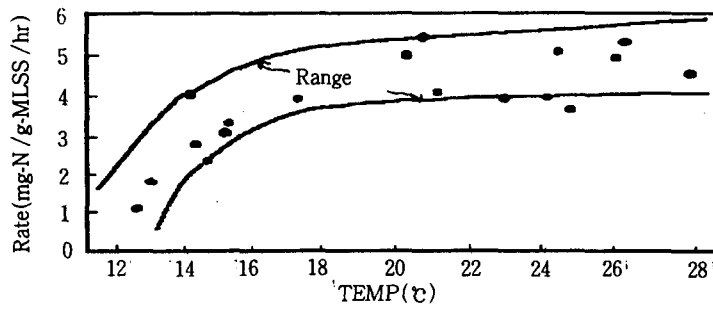


- Denitrification 단계에서 PH 약간상승
- 반응조건의 주요인자
 - DO: zero 혹은 1mg/ℓ 이하
 - 온도: 최적 30~35℃
 - PH: 7~9
 - 유기물탄소가 필요
- (BODneeded=3NO₃⁻ + 2NO₂⁻ + 1DO)
- 저해물질: Dito크롬효소계,

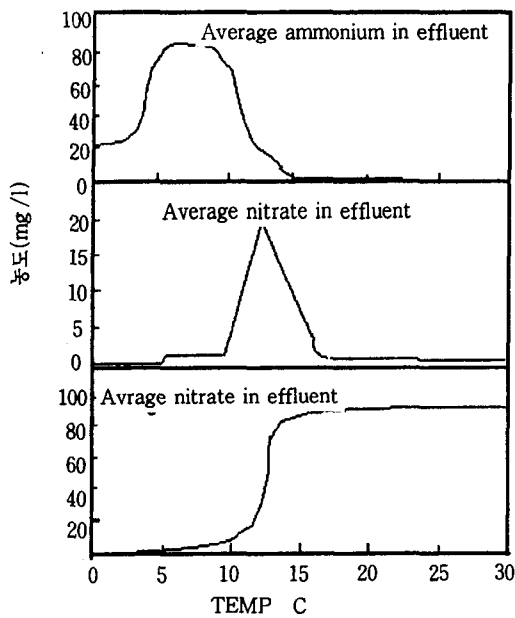
CN⁻, Ditriol, ClO₃⁻, CU²⁺ 등
 질소처리의 질산화탈질의 2단계 3단계 처리의 Process는 다음과 같다.

3.3.6 질산화 및 탈질의 영향인자

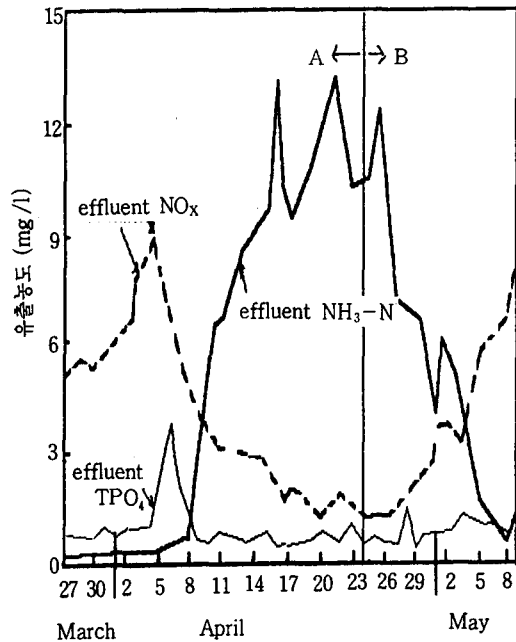
窒酸化 및 脫窒에 있어서도 溫度, 反應曹의 形狀, 反應時間 등에 따라 영향을 미치는데 몇 가지 예를 들면 다음과 같다.



〈그림 3.12〉 First anoxic cell에서 탈질율에 대한 온도의 영향

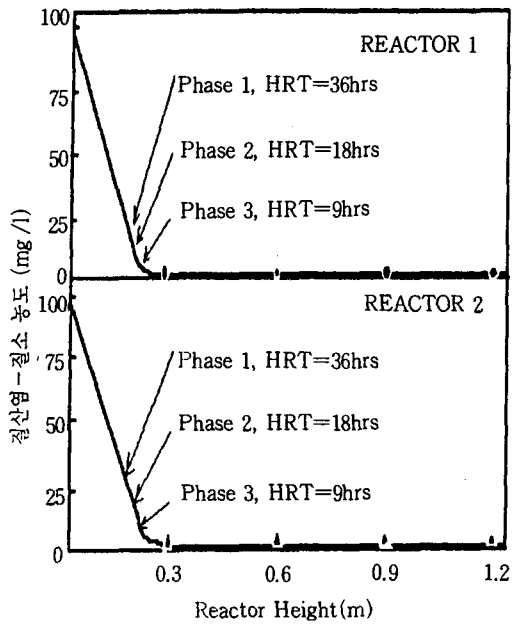


〈그림 3.13〉 반응온도에 따른 질소형상 분포의 변화



→ A: VIP process
 → B: A²/O process

〈그림 3.14〉 질산화 과정중 유출 영양염류의 농도



〈그림 3.15〉 Phase 1, 2, 3에서의 질산염, 질소의 농도형상

3.4 질소, 인 동시제거 원리 및 Process

3.4.1. 질소, 인 제거 프로세스

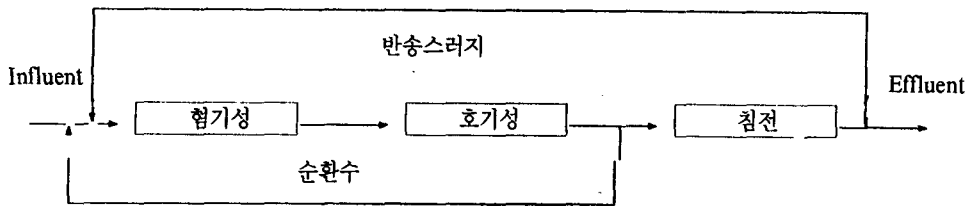
藻類의 增殖을 억제하고 富營養化를 방지하기 위해서는 질소와 인을 동시에 제거 처리하는 것이 바람직하다.

이러한 동시제거법으로서는 혐기·호기성활성슬러지법, 혐기·호기성 활성슬러지법, 嫌氣濾床 土壤트렌치법, 水生植物栽培法 등이 있는데 최근 혐기성·호기성 활성슬러지법 回分式 활성슬러지법, 連續式 혐기·호기성 활성슬러지법 (SBR), 혐기·호기성 Oxidation Ditch法, 回遊式 間歇포기법 등을 연구 개발하여 신공법으로 적용되고 있다.

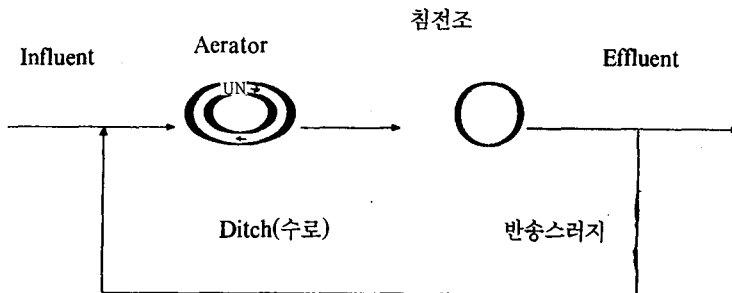
혐기여상토양트렌치법은 혐기성여상에서 탈질을 행하고 토양트렌치에서 인을 제거하는 방법이고 水生植物栽培法은 갈대나 多年草植物을 활용하는 방법으로 제거 능력도 높으나 성장한 植物體를 자원으로 循環시키는 공정이 필요하다.

위에서 언급한 처리법의 몇 가지 Process를 例示하면 다음과 같다.

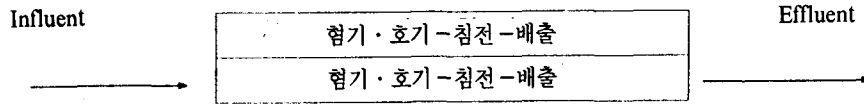
▶ 혐기·호기성 활성슬러지법



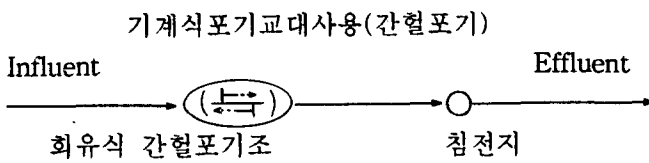
▶ Oxidation Ditch법



▶ 回分式 활성슬러지법(연속식, 간헐포기식)

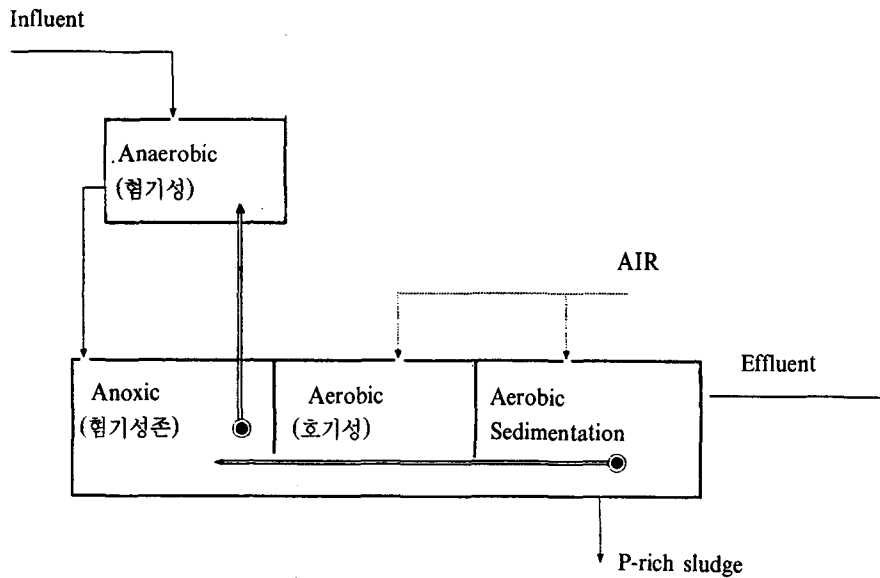


▶ 회유식 간헐포기법



3.4.2 질소, 인 제거의 원리
 질소, 인의 동시제거는 혐기성 Anoxic 및 호기성 Phase의 상태를 반응조에서 적절한 공정제어를 하

여 시간적 개념으로 분리 처리하는 데 그 원리와 반응 Mechanism은 다음과 같다.



▶ Anaerobic zone

- 混和, 均等化(Equalization)
- 有機物 슬러지 내의 인이 인박테리아의 醱酵作用에 의해 揮發性 有機酸이 되고 인박테리아에 蓄積되며(Poly-B-OH-ButyricAcid

(PHB)) 이러한 인산염은 加水分解되어 媒質에 인으로 방출된다.(인방출)

- 返送슬러지나 原廢水의 窒酸鹽 含有時 인방출에 장해를 받는다.
- Anaerobic zone은 水理學的으로 Anoxic

zone에 연결되어 脫窒된다.

▶ Anoxic zone

- 질소가 산소와 結合되어 있는 상태(Bounded Oxygen(NO_2))
- 질산염이 혐기성박테리아에 의해 질산염(NO_3)이 질소가스로 변환(질산화 박테리아: Pseudomonas, Micrococcus)
- Denitrification(탈질)된다.
- 유기물의 酸化除去

▶ Aerobic zone

- Nitrification(질산화): 암모니아로 溶存된 질소를 窒酸化박테리아(Nitrosomonas, Nitrobacter)에 의해 酸化, 질산염 형성.
- 유기탄소의 산화(Carbon Oxidation)
- Aerobic Condition유지
- 인박테리아(Poly-P-bacteria)에 의해 인을 攝取 蓄積한다.

▶ Sedimentation(Aerobic)

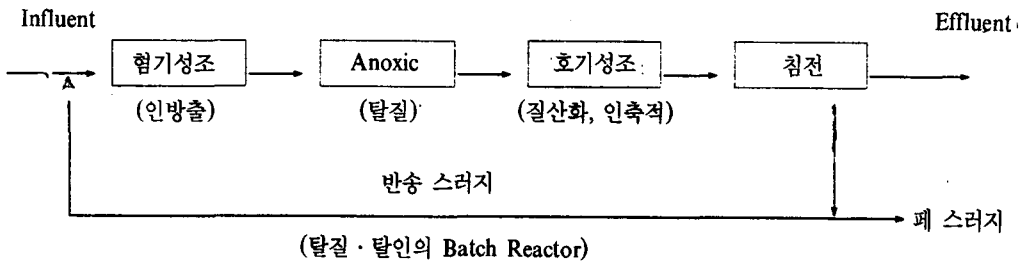
- Clarify하여 處理水를 얻는다.
- Nitrification, Carbon Oxidation, 過剩餘分

의 인을 Aerobic상태에서 섭취한다.

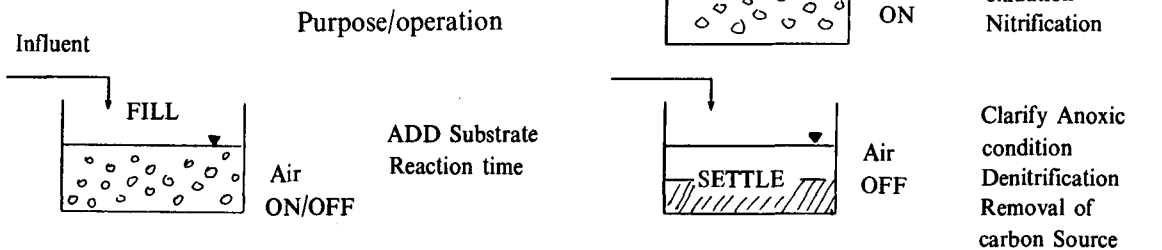
- P-rich excess sludge를 질산염 슬러지와 동시 배출한다.

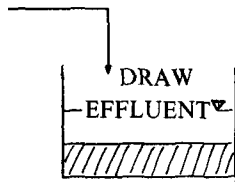
최근 세계적으로 이러한 혐기·호기성 방법으로 생물학적 營養鹽類 제거(Biological Nutrient Removal) Process를 開發하여 實用化 하고 있는데 원리는 大同小異하나 변형하여 더 효과적인 방법을 모색하고 있으며 알려진 공법으로는 SBR (Sequencing Batch Reactor), VIP(Virginia Initiative Plant)공법, UCT(University of Cape Town)공법, A²/o(Anaerobic/Anoxic/Oxic)공법, Unitank System, ICEAS (Intermittent Cycle Extended Aeration System), Bio-Denipo공법 등이 알려져 있다.

이러한 질소, 인을 동시에 제거하는 공정은 혐기성槽, Anoxic, 호기성槽를 두고 적절한 Cycle반응을 행하여 이루어지는 데 혐기성조에서는 인방출, 유기물 축적을 행하고 Anoxic조에서는 탈질, 유기물 제거, 호기성조에서는 窒酸化, 炭素酸化, 磷蓄積이 이루어진다.



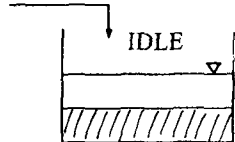
3.4.3 SBR(Sequencing Batch Reactor) : 連續 回分式 활성슬러지법





Air OFF

Anoxic/Anaerobic Condition
Denitrification
Dephosphate Removal of carbon Source



Air ON/OFF

Complete cycle
Waste Sludge

SBR Process는 反應機에 원수를 유입하여 혐기성·호기성 상태로 하여 Fill, React, Settle, Draw, Idle의 5단계 과정을 거쳐 週期的으로 처리하는 공법으로서 在來式 활성슬러지법보다 활성이 훨씬 높고 Batch Tank에 流入과 流出水를 어느 정도 범위의 時間差를 두고 행하므로서 BOD부하의 均等化, 酸素傳達 효율을 높일 수 있고 효과적인 固液分離의 침전을 행할 수 있다.

窒酸化 및 脫窒은 혼합과 포기시간을 증가시키고 침전, 유출을 증가시켜 성취할 수 있고 脫磷을 위한 인방출은 原廢水 유입기간에 嫌氣床을 유지하므로써 가능하다.

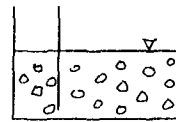
3.4.4 ICEAS(Intermittent cycle Extended Aeration System) : 간헐포기식 활성슬러지법

濠洲에서 개발된 공법으로서 원폐수는 React, Settle, Draw, Effluent 全過程을 통하여 Prereactor

chamber에 계속 유입시켜 처리하면서 間歇的으로 처리수를 流出처리하는 공법으로서 Batch식과 같이 reaction time cycle과 Idle주기를 생략한 SBR공법을 modify한 Process이다. 실험에 의한 BOD부하는 약 0.05kgBOD/MLSS/日 이고 Detention time은 36~50hrs이다.

INFLUENT

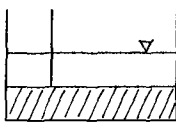
Fill/React



Air ON

ADD SUBTRATE
Reaction time
Aerobic condition
Nitrification

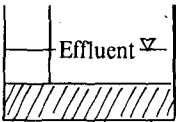
Fill/Settle



Air OFF

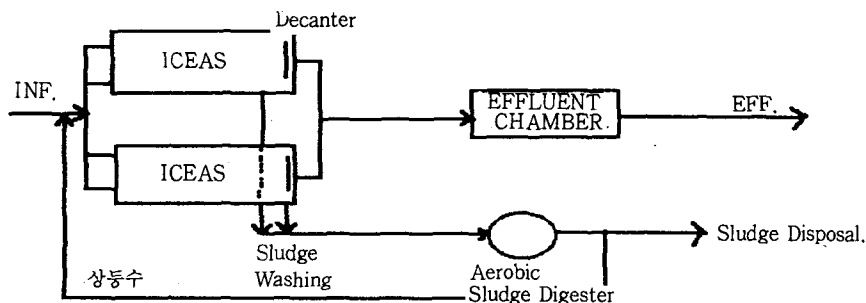
Anoxic Condition
Denitrification
Removal of carbon Source

Fill/Draw



Air OFF

Aerobic/Anaerobic Condition
Denitrification
Dephosphate Removal of carbon Source W

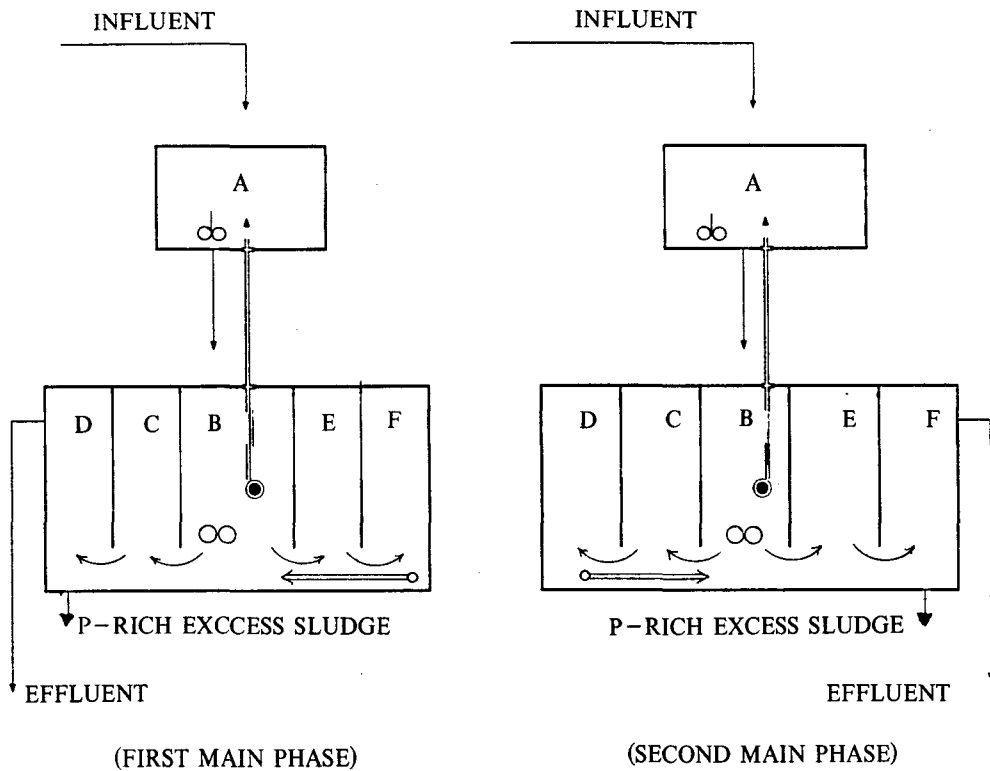


3.4.5 Unitank-System

이 공법도 혐기·호기성 침전을 Cyclic과정을 거쳐 처리하는 SBR공법의 변형형태로서 벨지움에서 연구 개발된 공법으로서 폐수량조정과 변화, 최적 조건, 작업조건, 요구수질에 따라서 Carbon Removal, Carbon with Nitrogen Removal, Carbon

with Nitrogen and Phosphorus Removal형태의 Process를 개발하여 실용화되고 있다.

질소, 인 동시제거는 SSU-NP System이라 하여 2 가지 Main Phase를 번갈아 Cyclic Operation하여 처리한다.



First main phase에서 혐기성조 A에 폐수가 유입 세포조직매체로부터 인을 방출하고 혐기성조는 수리학적으로 Anoxic조 B에 연결되고 혐기성 박테리아에 의해 질산염이 N_2 gas로 변환한다. 또한 Anoxic조(B)는 호기성 포기조 E, F연결되고 여기서 질산화, 유기물산화(Carbon Oxidation) 과잉인의 축적이 이루어져 제거된다. 형성된 질산염(Nitrate), 아질산염(Nitrites)은 F조에서 Anoxic B조로 Sludge형태로 옮겨져 유기물과 함께 탈질화(Denitrification)가 이루어진다. 폐수의 BOD나 질

소부하 농도와 처리요구수질에 따라 recycling수량을 유입수 유량 비율 2~10배로 조정 운전한다.

혐기성조의 슬러지가 Wash-out되지 않도록 B조에서 A조로 recycling유량을 유입수 유량과 동일하게 조정해 준다.

First main phase 운전시간은 90~180分 사이에 조정된다.

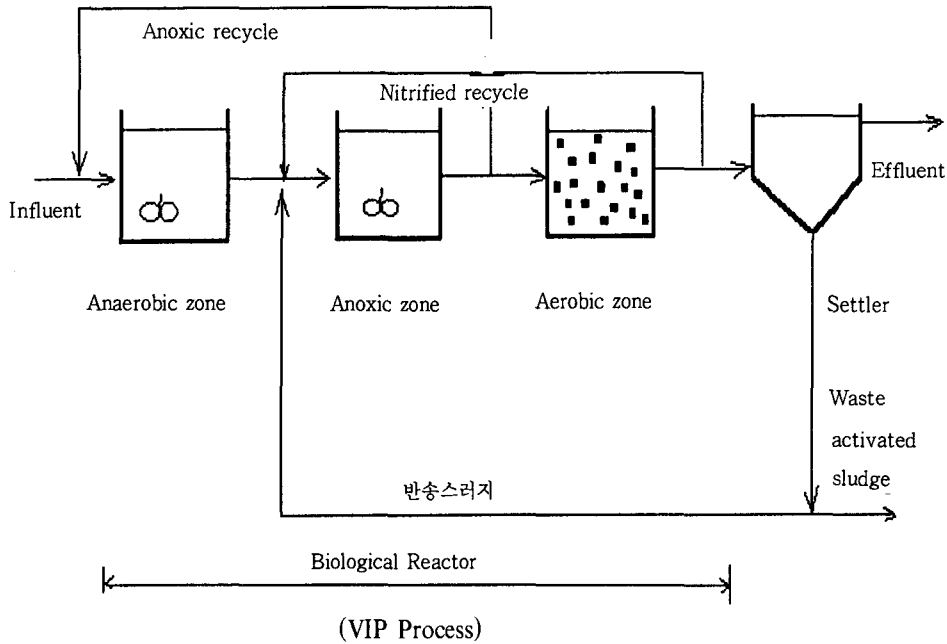
Second main phase는 First main phase와 동일하나 Flow system을 역으로 진행시켜 F조의 포기 가 중단되는 동안 D조에 포기를 하고, C, E조가 포

기되는 동안 A, B조는 혼화가 된다.

상기의 2 Main phase는 또한 2 intermediate phase를 가지는데(보통15~45분) 이것은 스러지 침전특성에 따라 시간이 조정되고 다음의 Main phase로 옮겨질 때 스러지를 침전시키기 위해 여유

시간을 부여하는 것이며 이때에는 호기성에서 Anoxic Condition으로 이행되는 내부 recycle은 중단된다.

기타 공법의 Process는 다음과 같다.



4. 結 言

富營養化로 인한 停滯水域의 汚染과 해양오염의 근본원인이 되는 유기물 오염중 窒素, 磷의 제거처리가 최근 중요한 課題로 대두되고 있으며 보다 경제적으로 완벽한 처리를 위한 生化學的 處理방법의 연구가 선진국에서 많이 행해지고 있으며 實用化 된 것도 있으나 더욱 개선해야 할 問題가 많이 있으며 앞으로도 진행될 것으로 思料된다 필자는 과거 環境汚染防止 사업체에 30 년간 근무하면서 세계 여러 선진국들의 많은 기술을 도입하여 적용한 PROJECT가 분야별(水質汚染, 大氣, 廢棄物處理)로 많은 사업을 수행한 경험을 바탕으로 본 논제의 질소, 인 처리기술은 Belgium의 Seghers회사의

Unitank System의 프로세스를 적용 검토한 결과, 이것도 혐기, 호기성의 Phase를 교대로 運轉制禦하여 처리하는 技法으로서 폐수의 性狀, 시스템의 運轉管理, 汚染負荷量의 限界, 운전조건의 Modification, 호기, 혐기성에 공헌하는 最適 미생물의 발견과 더욱 효과적인 生育方案, 高濃度 유기물에 함유된 질소, 인의 제거문제 등에 대한 연구가 더욱 요구되고 있는 과제로 판단된다. 선진국에서 시행한 연구, 실용화를 바탕으로 우리 나라의 諸般與件에 완전히 적합한 프로세스의 開發과 定着은 다소 미흡하고 앞으로 해결해야 할 과제로 남겨두고 本論題가 課題解決에 다소 기여할 수 있는 이론의 例가 되기를 바라며 結論을 맺고자 한다.

(原稿接受日 1997. 1. 6)