

-기술정보-

연속유입 KIDEA에서 공정변화에 따른 인제거 및 탈수 함수율 상관관계

The evaluation of T-P removal and dewaterability under the operation change in KIDEA process

연승준* · 허희승

Yeon seung jun · Her hee seung

광주지방공사

Abstract

The KIDEA process, occurred in single reactor, is operated by three consequential steps, i.e., aerobic, settling, and discharge while introducing wastewater into the bottom of reactor continuously. It could accomplish biological oxidation (BOD), nitrification, denitrification (T-N), phosphate removal (T-P), and solid separation (SS) through the operational mode mentioned. Especially, this system has removed the T-P by wasting certain amount of sludge at the end of aeration phase during 5~10 minutes and not returned the activated sludge into the reactor, that is, no RAS (Return Activated Sludge). All running mode and instrumentation were controlled by the PLC equipment automatically. In this study, therefore, we have evaluated T-P removal efficiency and moisture content (MC) performance under the different excess sludge wasting mode. T-P track study and MC with TS concentration were analyzed during aerobic and settling phase. It has revealed that there was no significant difference of released T-P concentration between the first case which waste the sludge at the end of aerobic phase (0.2mg/L) and the second case which waste the sludge at 40 min of settling phase (0.25mg/L). Also, dewatering duration and MC have decreased 1.7% when TS concentration was increased from 0.31% to 0.5% during aerobic condition. Hence, it has concluded the system performance was less influenced by the operation time change of PLC program.

Key words : Process, T-P removal

주 제 어 : 공정, 인제거

1. 서론

KIDEA 공정은 외국에 비하여 상대적으로 유기물 농도가 낮고 사계절 온도변화가 심한 국내 하수성상에 적합한 하수 고도 처리공정으로 원수가 단일 생물반응조 하부로 연속 유

입되면서 균등 분배되고 포기-침전-방류의 3단계가 1cycle 을 이루고 운전자동화의 프로그램에 의하여 주기적으로 반복 순환되면서 유기물(BOD)부유물질의 (SS)제거는 물론 질소(N), 인(P) 까지 높은 처리효율로 제거할수있는 공법이다. 잉여슬러지 인발은 효과적인 인제거를 위하여 포기단계

*Corresponding author Tel: +82-31-760-2595, FAX: +82-31-769-5806, E-mail: ysj1002@daum.net(Yeon, S.J.)

후반부에 5-10분 동안 조내에 설치된 잉여슬러지 펌프에 의해 일시적으로 배출되어 농축조로 이송된다.

이러한 운전주기 및 장치의 운영은 PLC장치에 의해 완전 자동으로 조작되도록 되었다.

본연구의 목적은 기존포기공정의 잉여 인발 시간을 변경하여 인제거와 방출에 따른 공정 효율을 알아보고 이에 따른 탈수기의 함수를 성능을 함께 살펴보고자 한다.

2. 이론적 고찰

2.1. KIDEA Process

KIDEA 공정은 유기물 제거와 질산화 제거에 높은 효율을 가진 SBR은 추가적인 설비나 약품을 사용하지 않고 운전방식의 변화를 통해 탈질효율을 증가시켜 최종적인 질소 제거율을 높이는 장점이 있으며, 단일생물반응조로 구성되어, 유입하수는 반응조 하부로 연속주입되고 포기-침전-간헐방류 3단계가 1Cycle을 이루고 운전자동화프로그램에 의하여 주기적으로 반복순환되면서 생물학적 산화, 질산화, 탈질 및 탈인과정과 고형물의 분리과정을 통해 유기물(BOD), 부유물질(SS)은 물론 부영양화와 적조의 원인이 되는 질소(N), 인(P)을 동시에 제거하는 간헐방류식 장기포기 공정으로서 슬러지 반송 및 교반기가 없으며 포기단계에서 슬러지 혼합액을 인발하여 인을 제거하는 공정이다. 장점은 슬러지 반송이 없고 포기단계에서 인을 과잉섭취한 슬러지의 인발을 통하여 인을 제거하는 기술성과 국내하수조건에 적합하게 자체 개발된 Decanter(방류기)적용과 전 공정의 국산화 및 소요부지절감등으로 시설투자비가 적고 자동화

Table 1. 비용-편익 항목 및 내용

구 분	주기별 운전단계			운 전
	포기단계	침전단계	방류단계	
운전시간	수온및SVI60조건에 따라 시간을 변경하여 운전함			반복운전
	60~90분	60분	30~60분	
기기가동	호기성조건 (질산화, 인섭취)	무산소조건 (탈질화)	혐기성조건 (인방출)	
	각 기기의 가동시간은 운전조건에 따라 변경됨			
-송풍기				55~85분
-교반기				55~85분
-세척수펌프				10분
-Alum 공급펌프				10분
-메탄올공급펌프				40분
-잉여슬러지펌프				10분
-디켄터	상 승		하 강	30~60분
계측기이상상태				
DO Meter	단계별 제어	0에 근접	0에 근접	감시/제어
pH Meter	감소	증가	증가	감시
수위계	상승	상승	하강	감시
온도계	-	-	-	감시
슬러지계면계	상승	하강	하강	감시

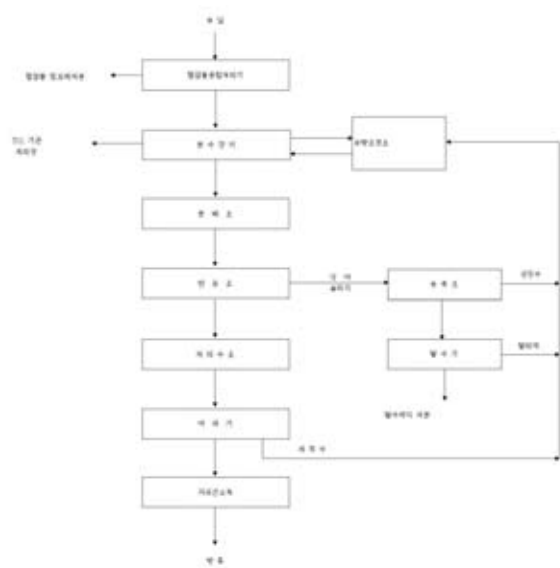


Fig. 1. 처리공정도

운전시스템 도입으로 유지관리가 용이하며 운영비가 저렴한 경제적인 하수고도처리공법이다.

실험에 사용된 K처리장 KIDEA 처리 계통도를 Fig. 1과 반응조 제어반 Time Chart를 Table 1에 나타내었다.

2.2. 실험방법

본 실험은 경기도 광주시 K 하수처리장내에 있는 KIDEA 공법으로 SBR반응조의 형상은 Fig. 2에 나타내었으며 잉여 슬러지 펌프 운전제어 Flow Chart를 Fig. 3에 나타내었다.

완전 혼합형 장방형(W7m×L21.0m×4.3~5.0m)SBR형태로 구성되어있고 유입 하수는 포기시간을 포함하여 침전이나 방류시간에도 연속적으로 균등히 24시간 반응조 하부로 유입된다. 완전혼합을 만족하기 위해서 반응조하부 모서리 부분에는 대각선 방향에 수중 교반기 2기가 설치되어 있어 무산소 / 혐기조 조건에서 교반이 진행되며 호기조건에서도 조 전체의 안정적인 산소공급을 위해서도 브로워와 교

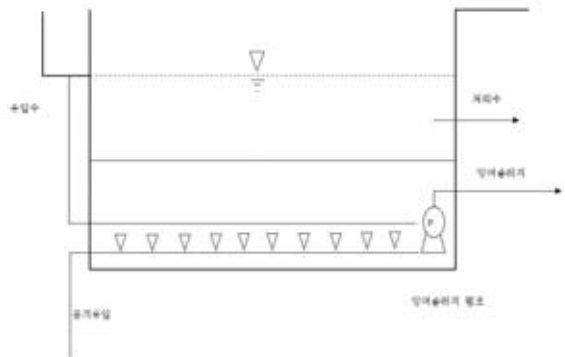


Fig. 2. KIDEA공법의 반응조 형상

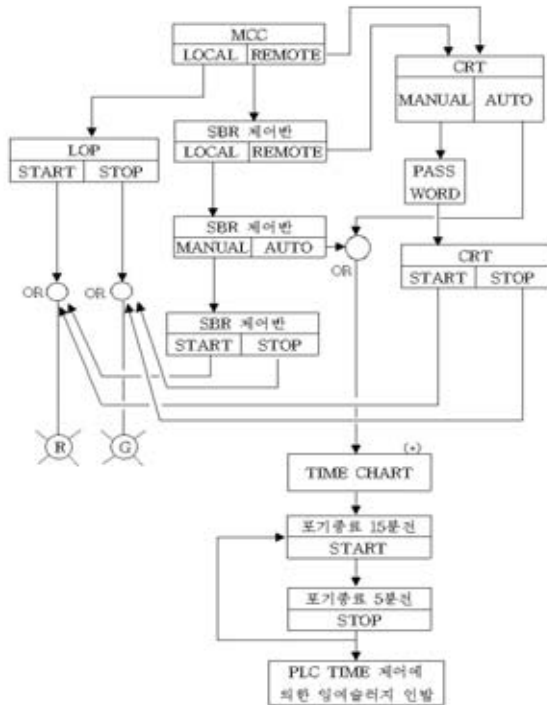


Fig. 3. 잉여슬러지펌프 운전제어 Flow Chart

반기가 같이 작동한다. 반응조 주기는 포기(60~90분), 침전(60분), 처리수 방류(30~60분)의 순서로 PLC Program에 의해 순서로 행해지는 3단계로 이루어지며 반응조로 하수유입은 반응조의 바닥 부분으로 낮게 천천히 확산시켜 주는 방식으로 전 주기에 걸쳐 연속 유입되는 반면에 처리수는 간헐적으로 방류단계 동안만 배출시킨다. 반응조내의 수심은 계속적인 하수유입과 간헐적인 상징수 배출에 따라 최대(TWC) 5.0mH에서 최소(BWC) 4.3mH까지 변화한다. 잉여슬러지 인발은 효과적인 인제거를 위하여 포기단계 후반부에 조내에 설치된 잉여슬러지 펌프에 의해 인발되며 이러한 운전주기 및 장치의 운영은 PLC 장치에 의해 완전 자동으로 조작되도록 하였다. 운전주기는 본연구의 SBR 공법에서 가장 표준이 되는 운전주기로 포기(Aeration 120분)-침전(Setting 60분)-배출(Decanting 60분)의 순서로 운전되었으며 방류수의 T-P 함유량은 포기단계인 후반에 인발하여 실험하고 대조군은 Fig. 3에 있는 PLC Program의 잉여 슬

Table 2. 반응조 침전시간에 따른 TP, TS농도

항목	구분	Case1	Case2	Case3	Case4	Case5	Case6
침전시간	포기후반	10분	20분	30분	40분	50분	
TS(%)		0.31	0.36	0.43	0.47	0.50	0.51
TP(mg/l)		0.20	0.24	0.25	0.24	0.25	0.27
잉여인발량(m ³ /d)		44.0	38.0	22.9	20.1	15.0	12.0
함수율(%)		85.1	84.8	84.3	83.8	83.7	84.6
탈수기 가동시간(hr)		12.1	10.2	8.1	6.1	5.2	4.0

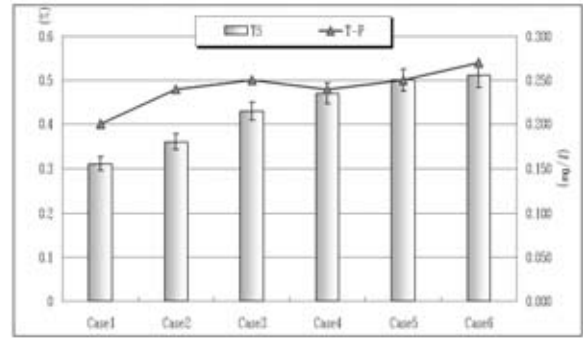


Fig. 4. 침전시간에 따른 TS에 따른 TP 농도 변화

러지 펌프 운전제어를 변경하여 침전시간에 슬러지를 50분 동안 10분 간격으로 인발 하여 실험을 실시하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1. 반응조 침전시간에 따른 TP, TS 관계

반응조 침전시간에 따라 포기공정, 침전10분, 20분, 30분, 40분, 50분 순으로 다음과 같은 결과와 기존 포기후반에 잉여슬러지를 인발(Case1)하는 탈수방법에서 침전시간으로 PLC프로그램을 변경하고 침전 40분후에 잉여슬러지를 인발(Case5)하여 탈수기의 가동시간 및 함수율의 관계를 Table 2에 나타내 보았다. 테이블에 결과는 5회 분석하여 반응조에서의 포기공정과 침전시간에 따른 방류수질의 TP농도를 평균한 것이다. 침전시간에 따른 TP농도를 변화를 Fig. 4에 나타내었다.

TP농도 변화에 대하여 Case1에서 슬러지를 인발하였을때 처리수중의 TP농도가 0.12~0.24mg/l (유입 평균 4.331mg/l)로 처리효율은 94~97%의 양호한 제거율을 보였으며 Case5의 경우 슬러지를 인발하였을때는 처리수중의 TP농도가 0.17~0.25mg/l (유입 평균4.447mg/l)로 처리효율은 94~96%로 Case1과 비슷한 처리효율을 보였다. 따라서 기존 KIDEA공법은 잉여슬러지 인발은 효과적인 인제거를 위하여 포기단계 후반부에 조내에 설치된 잉여슬러지 펌프에 의해 일시적으로 배출하는 것보다는 침전공정인 침전시간 40분 후에 잉여슬러지를 인발하는것이 T-P의 방출농도변화가 거의 없고 탈수를 위한 슬러지 농도(TS)도 가장 적합하다고 판단된다.

3.2. TS농도에 따른 탈수기 가동시간과 함수율의 관계

탈수기는 다중원판 스크류 프레스로 현재 K처리장에서 운영되고 있으며 잉여슬러지 농도에 따른 탈수기 함수율과 가동시간을 Fig. 5에 나타내었다.

Case1의 경우는 KIDEA공법에서 사용하고 있는 운영 Mode로 잉여 인발량 과 함수율 등을 비교해보면 다른 Case

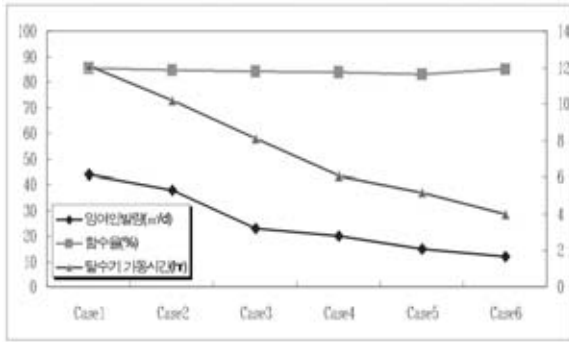


Fig. 5. TS농도에 따른 탈수기 가동시간 및 함수율 관계

보다 효율면에서 저하되고 있었다. 하지만 PLC프로그램을 변경 후 잉여슬러지 인발시 침전시간이 지날수록 탈수기 가동시간은 줄어든 반면 Case6의 경우는 함수율이 84.6%이고 Case5의 경우는 83.7%로 TS농도가 0.5%일때 가장 좋은 효율을 나타냈다. 따라서 슬러지 인발을 기존에 방식에서 침전시간이후로 변경하는것이 탈수케의 함수율과 탈수기 가동시간을 적절하게 운영할 수 있을거라 판단된다. 또한 이로 인하여 탈수케의 건조 및 소각등의 경제적 이익 효과를 유발할 수 있을 것으로 기대된다.

4. 결론

이상의 연구 결과로부터 생물학적 인제거에 있어서 KIDEA 공정변화로 인제거 성능에 별다른 영향을 미치지 않았고 다음과 같은 사항이 확인 되었다.

- (1) 포기단계 후반부에 5-10분동안 잉여슬러지 인발할때의 TP농도가 0.20이고 침전시간 40분에 인발하는것이 TP 농도 0.25mg/l 로 인방출에 따른 영향은 없었으며

오히려 TS농도가 증가하여 탈수성능을 높이는 계기가 되었다.

- (2) 침전시간 40분에 잉여슬러지 인발로 TS농도가 기존 포기시에는 0.31%에서 0.5%로 증가함으로써 다중원판스크류프레스 탈수기의 시간은 약 47% 단축되었고 함수율 또한 1.7%의 저감을 볼 수 있었다.
- (3) KIDEA공정에서 잉여슬러지 인발의 효과적인 방법은 포기후반부에 슬러지를 인발하는것이 아니라 침전시간에 인발하는 것이 인제거 효율의 안정성과 탈수에 따른 함수율 저감과 가동시간이 저감되어 처리장의 운영비 절감효과를 이룰 수 있어 PLC프로그램의 공정시간을 변경하여 운영하여도 공법에 별다른 영향을 주지 않는 것으로 확인되었다.

KSWW

참고문헌

1. 광주시 광동리 하수종말처리시설 유지관리지침서 2002. 2 (P123~126)
2. 최인식, "연속유입 간헐방류 SBR에서 운전주기 변화에 따른 영양염류 처리효율 향상", 충북대학교 석사학위 논문(2006)
3. 권수열, "유입수농도 및 운전주기가 KIDEA공정의 영양소 제거에 미치는 영향", 韓國放送通信大學校 論文集(2001년 31輯)
4. Metcalf & Eddy, Inc., *Wastewater Engineering, Treatment Disposal Reuse*, Mc Graw-Hill, 3rd., (1991)
5. "단일반응조 간헐방류식 장기포기공정에 의한 고도하수처리기술" 금호건설(1998.7) P21~27