

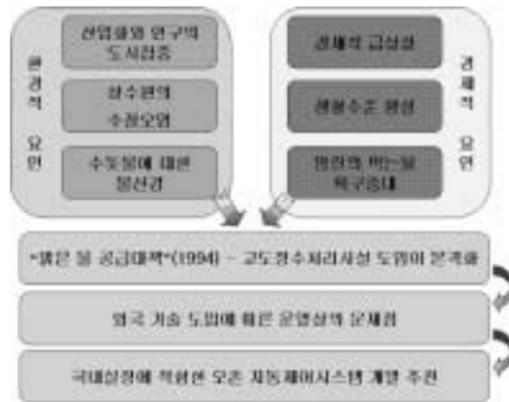
(신기술 제384호)

고도정수처리장의 순오존소비량(kCT)에 의한 오존주입량 자동제어기술

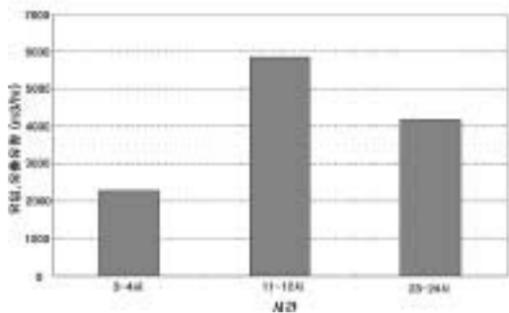
(주)우대기술단
(주)경호엔지니어링종합건축사사무소

1. 기술개발배경

1.1 기술개발의 필요성



〈그림 1〉 기술개발배경



〈표 1〉 한강수계 M배수지 주야간 유입량 차이

기존에 도입된 고도정수처리공정중 오존처리공정은 외국에서 도입된 기술로서 일간의 유입량 차가 큰 국내실정에 적합하지 않은 기술로서 〈표 1〉에서와 같이 하루에 2배 이상의 유입량 차이를 보이고 있음을 알 수 있다. 따라서 국내실정에 적합한 유입량의 변화에 실시간으로 대응할 수 있는 오존공정 개발을 추진하게 되었다.

1.2 기존기술의 현황 및 문제점

오존공정에서 오존 주입농도 결정 방법은 수작업에 의한 Jar Test를 실

시하여 주입량을 결정하므로 (1) 많은 시간 소요, (2) 연속측정 불가능, (3) 실험요원에 따른 실험 편차 발생, (4) 수질 및 수량 변동에 따른 즉각적인 대처가 불가능한 여러 가지 문제점을 내포하고 있다.

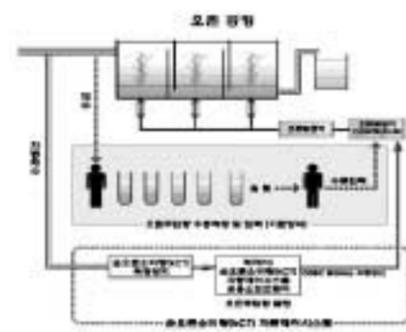
2. 신기술의 내용

2.1 신기술의 내용

가. 내용

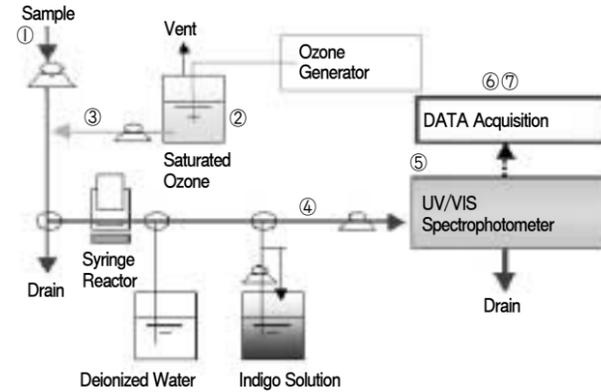
본 기술은 고도정수처리장에서 유입수의 수질 및 수량 변동에 실시간으로 대응하기 위하여 오존발생설비를 실시간 자동제어하는 후오존공정 자동제어시스템을 설치 운영하여 순오존소비량(kCT)을 실시간으로 분석하고 오존주입농도를 적정하게 자동 제어하는 기술이다.

나. 원리



〈그림 2〉 순오존 소비량 자동제어시스템 모식도

기존방식은 오존공정의 전단에서 실험자가 수동 채수하여 Jar Test에 의한 방식으로 측정된 값을 수동입력하는 방식으로 오존을 제어하였으나 〈표 3〉에서와 같이 본 시스템은 오존공정의 전단에서 자동 채수하여 순오존소비량(kCT) 측정장치로 순오존소비량을 자동 측정하여 제어PC에서 연산하여 자동으로 적정 오존량을 제어하는 방식으로 연속적으로 오존소비량을 측정하여 제어하므로 실시간으로 오존주입량을 제어할 수 있다.



- ① 시료채취
- ② 오존발생기에서 발생하는 고농도의 오존으로 40mg/L 전후의 오존과포화수제조
- ③ 오존과포화수를 측정하고자하는 원수에 주입
- ④ 인디고 시약과 반응
- ⑤ 흐름주입분석법으로 오존농도를 연속측정(10회/sec)하여 오존요구량(kCT) 산출
- ⑥ kCT값과 실제 체류시간에 의하여 Ozone Demand 산출
- ⑦ Ozone Demand값을 ACU로 전송

〈그림 3〉 순오존소비량 자동측정장치 개요도



〈그림 4〉 자동제어장치가 설치된 파일릿플랜트

① 순오존소비량(kCT) 자동측정장치 원리

시료채취, 오존과포화수 주입 및 Indigo Trisulfonate 주입을 위한 유로는 전통식 슬레노이드 밸브를 사용하여 구성하였고, 시료와 Indigo 시약을 주입하는 펌프를 단일화하여 장치의 구성 및 제어조작과정을 단순화하였다. 시료 및 오존과포화수는 제어프로그램에서 채취용량을 변화시켜 주입할 수 있도록 프로그래밍하였다. 시료와 오존과포화수는 3번 Syringe로 순차적으로 흡입한 후, 오존소비반응을 개시하고, 즉시 1번 Syringe를 열고, Indigo Trisulfonate 용액을 유로상에서 혼합하여 VIS Spectrophotometer에 주입하여 흡광도를 측정하며, Spectrophotometer에서 측정된 흡광도는 0~1 V DC로 제어 Controller에서 초당 10회로 수집하여 저장한다. 측정파장은 600 nm를 사용한다. 저장된 Raw Signal로부터 0.5초 간격으로 각 시간에 상응하는 Raw Signal 대비 잔류오존농도로 환산한 후, 그래프에서 순간적으로 감소하는 ID를 산출하고, 시간에 따른 잔류오존농도 변화비 Ct/C0의 자연대수 값들의 기울기로부터 오존소비속도상수, kc(min⁻¹)를 산출한다. 또한, ID, kc 및 체류시간으로부터 kCT를 자동산출한다.

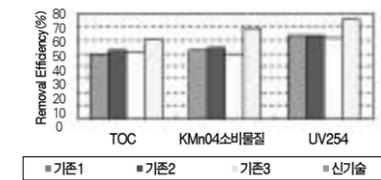
② 운영 소프트웨어 원리

kCT 측정장치에서 산출된 오존소비속도식의 신뢰성 및 기능저하를 감지하기 위해 오존소비속도식의 결정계수(R²)값이 허용범위 이내일 경우에 한정하여 1차 오존주입농도를 산출한다. 1차 산출된 오존주입농도는 현장 조건에 적합한 오존전달효율 factor 및 체류시간 보정 factor 등을 입력하여 산출된다. 산출된 오존소비속도식의 결정계수(R²)값이 허용범위를 초과한 경우와 산출 kCT와 설정 kCT의 편차가 허용범위 이상인 경우에는 kCT 측정장치가 신뢰성을 확보하지 못한 경우이므로 가장 최근의 오존주입농도로 오존발생설비를 제어하여 오존공정을 안정적으로 운전할 수 있다. 또한, 최종 산출된 오존주입농도가 kCT 측정장치 및 제어프로그램의 신뢰성을 확보한 상태라 하더라도 현장의 오존발생설비 및 부대설비의 부하 범위 이내에서 오존주입농도를 결정할 수 있도록 제어프로그램을 구성하였다.

2.2 신기술의 효과

가. 기술적 효과

기존의 오존공정에서 오존주입량을 결정·제어하는 방식은 수작업에 의해 유입수를 채수하고, jar test를 수회 실시하여 오존주입농도를 결정 후 오존발생설비에 입력하는 방식이다. 따라서 많은 시간과 인력이 소모되며 실시간으로 변하는 유입수의 수질 및 수량변화에 대응이 곤란하다. 그러나 본 신기술에서는 순오존소비량(kCT) 자동측정장치에서 오존요구량을 계속하여 순오존소비량(kCT) 자동제어프로그램에 의해 오존점측시간과 보정계수들을 연산한 후 최적 오존주입농도를 산출하고 그 값에 의해 오존발생설비를 자동제어한다. 즉, 본 신기술은 실시간으로 변동하는 유입수의 수질 및 수량을 자동측정하여 최적의 오존량을 주입함으로써, 수질의 안전성 및 안정성을 확보함과 동시에 인건비 및 전력비 절감효과를 가져오고, 오존공정 유출수의 잔류오존이 거의 남지 않아 후속공정인 활성탄 공정에 순영향을 주어 재생주기를 연장하는 등 유지관리비의 절감효과를 가져오게 된다.



〈표 2〉 기존기술과 신기술의 효율비교

또한 처리효율에 있어서 〈표 2〉에서와 같이 기존기술 적용시와 신기술 적용시의 처리인자의 효율을 비교하여 보면 약 10~20%의 처리효율증대를 가져오게 되며 동시에 기존기술 처리시에 얻을 수 없는 안전성과 안정성 확보를 기대할 수 있다.

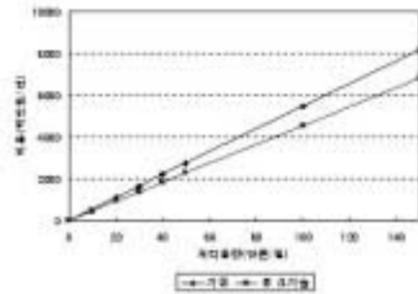
나. 경제적 파급효과

대부분의 고도처리 공정이 외국 선진기술에 의존하는 현 시점에서 해외 기술이 국내 현황에 맞도록 하기 위해 검증단계에서 소요되는 추가비용이나 기술료를 감안한다면 본 기술의 개발은 기술수입 방지와 아울러 역

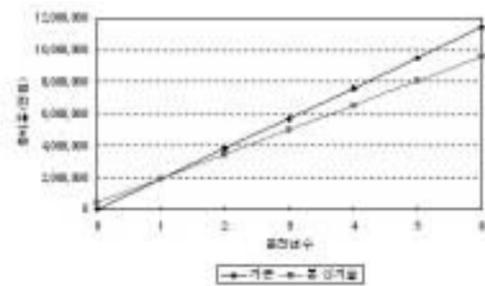
으로 기술을 수출할 수 있다. 또한 실시간 오존공정 자동제어시스템에 의한 오존공정 최적화에 따라 다음과 같은 경제적 파급효과가 예상된다.

- ① 외국으로의 기술료 지출 절감
- ② 기술수출에 의한 외화 획득
- ③ 자동화에 따른 인건비 절감
- ④ 최적의 오존 주입에 따른 전력비 절감
- ⑤ 활성탄 재생주기 연장에 따른 활성탄 교체비용 절감

아래 <표 3>, <표 4>에서는 기존기술과 신기술로 각각 운영시의 경제성을 비교한 자료이다. <표 3>에서는 기존기술과 본기술을 적용할 시 운영비용을 처리용량별로 나타낸 자료로서 신기술이 일처리용량이 증대할수록 비용감소가 증대됨을 알 수 있다. 또한 <표 4>에서는 일처리용량 30만톤을 기준으로 한 플랜트에서 기존기술과 신기술의 유지관리비를 비교한 표로서 비록 기존기술에 비하여 본기술이 초기 기술도입비용이 들어가지만 약 1년안에 투자비를 회수할 수 있음을 알 수 있다. 따라서 30만톤 이상의 플랜트에서는 더욱 짧은 기간에 투자비를 회수할 수 있음을 알 수 있는 경제성이 뛰어난 기술이다.



<표 3> 기존기술과 신기술의 총비용비교



<표 4> 기존기술과 신기술의 투자비용 대비 경제성

3. 신기술의 특성

3.1 신규성

가. 원수의 수질 및 수량 변동에 실시간으로 대응할 수 있는 최초의 기술이다.

나. Pilot 운전이 불필요한 혁신적인 기술이다.

다. 오존발생설비의 에너지 소비를 최소화, 최적화할 수 있는 기술이다.

3.2 진보성

가. 처리수질의 안전성과 안정성을 향상시킬 수 있다.

나. 후속활성탄공정에 순영향을 주어 활성탄 수명을 연장시켜주며 활성탄 기능을 증대시켜준다.

다. 현장운전요원의 작업환경개선으로 현장요원의 안전을 확보해 줄 수 있다.

라. 유지관리비를 크게 절감하여 짧은 시간에 투자비 회수가 가능하다. (인건비 약 50%, 전력비 및 활성탄구입비 약 20%)

3.3 현장 적용성

가. 컴팩트하게 모듈화한 시스템으로 시공이 용이하여 공간을 크게 단축할 수 있다.

나. ODBC를 이용하여 기존설비와의 연계가 용이하여 기존설비를 활용할 수 있으므로 비용절감에 도움을 준다.

다. 실시간 자동운전에 의한 운영이 용이하여 유지보수에 큰 도움을 준다.

라. 규모가 증대될수록 투자비용 회수기간이 단축되므로 대규모 설비에 필수적인 기술이다.

4. 국내·외 건설공사 활용현황 및 전망

4.1. 국내 실 시공사례

순오존소비량 실증플랜트

- 소 재 : 부평정수장 內

- 시설규모 : 200 m³/일

- 운영기간 : 1998년~현재

4.2 향후 활용가능분야 및 활용전망

본 신기술은 고도정수처리 기술이 적용되고 있는 기존 16개 정수장 및 향후 도입예정인 40여개 신설 정수장의 최적의 운영을 가능하게 할 것으로 기대된다. 또한, 본 기술은 오존을 이용한 모든 수처리공정의 최적 운영 및 자동화를 위한 기반기술로서 활용이 가능할 것으로 기대된다.

가. 고도정수처리시설

- ① 기존 외국 기술의 대체효과
- ② 기존 정수장 및 신설 정수장 운영의 최적화

나. 생활 폐수 및 각종 폐수의 하수처리시설

(주)우대기술단 www.woodai.co.kr
 강원도 춘천시 요선동 4-9 (T)02-3284-2800 (F)02-3284-2900
 (주)경호엔지니어링종합건축사사무소 www.kyongho.co.kr
 (T)031-553-0040 (F)031-564-5844

