



HAECHI
SEOUL



01

하수고도처리에서 T-P제거효율 개선에 관한 연구

2010 하수도 연구 결과 보고서

연구 총괄	기술 개발 부장	최 영 준
연구 책임자	하수 처리 과장	김 영 진
책임 연구원	지방 환경 연구사	최 예 덕
연구 원	지방 환경 연구사	한 금 석
	지방 환경 연구사	최 현 속
	지방 공업 연구사	노 진 상
	지방 공업 주사보	이 희 천
	지방 공업 주사보	김 갑 환



요 약 문

I. 연구제목

하수 고도처리에서 T-P제거효율 개선에 관한 연구

II. 연구기간

2009. 8. ~ 2010. 12. (17개월)

III. 연구목적

환경부는 하수도법 시행규칙 개정을 통해 부영양화의 핵심인자로 지목된 T-P에 대해 2012년 1월부터 방류수수질기준을 대폭 강화하기로 하였다. 이와 함께 2단계 수질오염총량제('11 ~ '15) 실시에서 대상항목으로 BOD와 T-P를 추가하여 관리함으로써 영양염류 유입에 의한 부영양화 현상의 완화를 유도하고 있다. 또한 물벼룩을 활용한 생물독성기준 신설 및 동절기 수질기준 일원화 등 다양한 도전과 어려움에 직면해 있다. 이러한 법적 규제기준의 강화로 인해 국내 대부분 하수처리장은 수질기준 준수를 위한 대안 마련이 시급한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 파일럿 규모 생물반응조 운전을 통해 응집제 성능을 평가하고 방류수의 T-P기준 만족 여부 및 응집제가 생물반응조에 미치는 영향을 분석하여 서울시 총인 제거 시스템을 마련하고자 한다. 또한 '11년에 계획하고 있는 응집제 자동투입시스템 개발을 위한 실험 자료로서 본 연구 성과가 활용될 수 있기를 기대한다.

났으며 이는 응집제 미투입시 평균 질산화율과 큰 차이가 없으므로 제시된 농도(20 ~ 80ppm)에서 응집제 연속투입이 질산화율에 미치는 영향은 없는 것으로 판단된다.

3. 실험기간 동안 Al/P 몰비 및 Fe/P 몰비는 각각 1.22 ~ 3.10 및 0.9 ~ 2.6으로 나타났으며 응집제 농도 40ppm 이상에서 Al/P 몰비 및 Fe/P 몰비는 각각 2.4 및 1.8이상에서 유출수 T-P 0.3mg/L 이하가 가능하였다.
4. 응집제 연속 투입을 통해 호기조내 최대 SV₃₀이 600ml/L로 나타났고 SVI가 150을 초과하여 SVI는 160 ~ 200으로 수렴하였으므로 응집제 투입시 슬러지 침전성 악화 및 슬러지 처리공정에 미치는 영향에 대한 분석 및 대안이 필요하다.
5. 투입농도 20ppm 및 80ppm에서 PAHCS의 경우 호기조의 MLVSS/MLSS비는 0.77에서 0.63으로 감소하였으며 폴리황산제2철 투입시 MLVSS/MLSS비는 0.61과 0.59로 나타났으며 이는 화학슬러지내(MLSS)에 포함된 무기금속 이온의 농축에 의한 MLSS농도 증가에 기인한 것으로 판단된다.
6. 응집제 투입시 평균 잔류 Al³⁺ 및 Fe³⁺농도는 먹는 물 수질기준 미만으로 각각 0.06mg/L 및 0.12mg/L로 나타났다.

VI. 활용방안

파일럿 규모 생물반응조 운전을 통해 호기조 후단에 응집제 투입시 T-P 수질을 분석함으로써 강화된 T-P기준 만족 여부를 확인하고 응집제 적정 투입량 도출에 기여하고자 한다. 또한 막대한 예산이 소요될 것으로 예상되는 하수처리비용 절감에 기여하고 응집제 자동제어 투입시스템을 포함한 서울시 실정에 맞는 총인 제거 시스템 구축에 이바지할 것으로 판단된다.



HAECHEI
SEOUL



02

물재생센터 소화공정 효율 개선 방안 연구

2010 하수도 연구 결과 보고서

연구 총괄	기술 개발부장	최영준
연구 책임자	하수처리과장	김영진
책임연구원	지방환경연구소	한금석
연구원	지방환경연구소	최예덕
	지방환경연구소	최현숙
	지방공업연구소	노진상
	지방공업주사보	이희천
	지방공업주사보	김갑환





요 약 문

I. 제 목

물재생센터 소화공정 효율 개선 방안 연구

II. 연구기간

2010. 1. 1 ~ 2010. 12. 31

III. 연구목적

물재생센터의 혐기성 소화시설의 운영 현황 조사 및 현장 슬러지 시료 분석을 통해 혐기성 소화시설 개선 방안을 강구하고, 슬러지 전처리와 무기응집제 주입에 따른 혐기성 소화 영향 평가를 통해 우리시 물재생센터 혐기성 소화 시설 운영 자료로 활용코자 함

IV. 연구내용

- 혐기성 소화시설 운영 현황 및 조사 분석
- 소화가스 함량 측정 및 분석
- 초음파 전처리 방법에 따른 소화 영향 평가
- 응집제 주입량에 따른 소화 영향 평가

- 무기응집제(Al_2O_3 10%)가 혐기성 소화에 미치는 영향을 평가한 결과, 주입량 80ppm(v/v)까지는 소화가스 발생에 영향이 없었으며, 응집제 주입 전·후 주입량이 60ppm(v/v)일 때 알루미늄 농도가 1.1배, 80ppm(v/v)일 때 1.2~1.3배 증가를 보여, 응집제 주입량 증가에 따른 혐기성 소화시설의 알루미늄 농도도 증가될 것으로 판단되며, 향후 상시 모니터링이 필요함

VI. 활용방안

물재생센터 혐기성 소화시설 운영 현황 분석 및 혐기성 소화 영향 평가 결과는 우리시 물재생센터 혐기성 소화공정 운영 및 효율 개선시 현장에서 활용될 수 있을 것으로 기대됨



HAECHI
SEOUL



03

여과시스템 조합을 통한 하수 재처리 공정 연구

2010 하수도 연구 결과 보고서

연구 총괄	기술 개발부장	최영준
연구 책임자	하수 처리과장	김영진
책임 연구원	지방환경연구소	최현숙
연구원	지방환경연구소	최예덕
	지방환경연구소	한금석
	지방공업연구소	노진상
	지방공업주사보	이희천
	지방공업주사보	김갑환





요 약 문

I. 연구제목

여과시스템 조합을 통한 하수 재처리 공정 연구

II. 연구기간

2010. 1. ~ 2010. 12. (1년)

III. 연구목적

기후변화에 따른 물부족 심화 현상을 극복하기 위한 하나의 방안으로 최근 하수처리수를 다양한 용도로 재이용하고 있어, 우리시 4개 물재생센터 처리수에 대해서도 친수용수 및 하천유지용수 등 재이용 활성화를 위한 연구가 필요한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 재이용수의 수질 향상을 통해 다양한 용도로 활용하고자 여과공정을 조합공정으로 구성하여 현장실험을 진행하고, 각 조합공정별 처리효율과 경제성 비교 분석을 통해 우리시 적용 가능성 검토를 위한 연구를 추진하고자 한다.


IV. 연구내용

1. 여과시스템 조합공정의 성능평가를 위한 현장 실험
2. 조합공정별 처리수질 및 처리효율 비교·평가
 - 조합공정 : ① 모래+활성탄, ② 생물여과+활성탄, ③ 분리막(MF)+활성탄
3. 조합공정별 처리성능 및 경제성 분석
4. 재이용 가능성 평가 및 재처리 공정 검토



V. 연구결과

1. 조합공정 실험에 사용된 유입수(A₂O공정 처리수) 평균 수질은 BOD 3.9, COD 8.9, SS 3.6, T-N 9.406, T-P 1.277 mg/L, 총대장균군 1,442개/mL, 색도 11도 이었으며, 생물학적으로 분해가 쉬운 유기물은 대부분 제거된 상태로, 난분해성 유기물, 색도 등이 잔류하는 특징을 나타내었다.
2. 3가지 조합공정의 최종 처리수 평균 수질은 BOD 0.6~1.1, COD 3.3~5.2, SS 0~0.6, T-N 8.3~9.5, T-P 0.9~1.5mg/L, 총대장균군 3~193개/mL, 색도 3~5도로, 친수용수 기준의 T-P, 총대장균군을 초과하였으나, 향후 T-P 제거를 위한 응집제 투입 및 소독공정에 의해 기준 준수가 가능할 것으로 사료된다.
3. 조합공정으로 구성 시 단독공정보다 시너지 효과로 인해 COD, 색도 항목에서 높은 처리효율을 나타내었으며, 전체적으로 BOD, COD, SS는 약 20~50% 이상, 색도의 경우 최대 70% 이상 평균 제거율이 증가하였다.
4. 조합공정별 처리성능은 분리막+활성탄 > 모래여과+활성탄 ≒ 생물여과+활성탄순으로 우수하였고, 분리막+활성탄 조합공정의 경우 평균제거율이 BOD 84.7%, SS 100%, 총대장균군 99.7%로 타공정에 비해 우수하였다.
5. 현장 적용성 평가를 위한 경제성 분석 결과, 분리막공정의 경우 가장 비용이 많이 소요되나, 높은 처리효율, 콤팩트한 시설, 자동 운전 등의 장점으로 재이용을 위한 적정 규모에서는 충분히 검토 대상이 될 수 있을 것으로 판단된다.

- 
6. 용존물질, 색도 제거를 위해 사용된 활성탄공정의 경우 유지관리와 화학 부산물의 생성 측면에서 오존공정에 비해 비교적 유리하다고 판단되나, 오염물질에 대한 파과특성이 있으므로, 실제 시설에서는 실험을 통한 교체주기, 교체비용 등에 대해 충분히 검토한 후 현장에 도입하여야 할 것으로 판단된다.
 7. 결과적으로 단일공정보다 조합공정으로 구성하는 것이 높은 처리효율과 안정적인 수질확보가 가능하며, 특히 COD, 색도 제거가 우수한 활성탄 공정과의 조합은 친수용수 뿐만 아니라, 다양한 용도로 활용이 가능할 것으로 사료된다. 그러나 이들 조합공정의 실제 현장 적용을 위해서는 장기운전을 통해 운영기술을 확보하는 것이 무엇보다 중요하며, 향후 재이용 활성화를 위해서는 우리시에 적용 가능한 재처리 공정에 대한 지속적인 추가 연구가 필요할 것으로 사료된다.

Ⅵ. 활용방안

여과시스템 조합공정별 처리성능 평가 및 경제성 분석을 통해 현장에 적용 가능한 재처리 공정에 대해 검토하였다. 본 연구결과는 향후 우리시에 신규로 건설되는 재이용시설의 설계 및 공정 검토를 위한 기초 자료로 활용할 수 있으며, 양질의 수자원 확보 및 다양한 용도의 하수처리수 재이용 활성화를 도모하는데 기여할 것으로 기대된다.



HAECHI
SEOUL



04

강우유출모형 (FFC2Q)의 서울지역 적용성 연구

2010 하수도 연구 결과 보고서

연구 총괄
연구 책임자
책임 연구원
연구 원

기술 개발 부장
하수 계획 과장
지방 공업 연구사
지방 공업 연구사
지방 시설 주사보

최 영 준
최 규 환
송 경 인
나 용 운
이 희 점



요 약 문

I. 연구제목

강우-유출모형(FFC2)의 서울지역 적용성 연구

II. 연구기간

2009년 1월 ~ 2010년 12월 (2년)

III. 연구목적

1. 기존 우수배제계통의 설계기법인 합리식 유출모형을 대체할 해석모형 제시
2. 국내개발 유출모형인 FFC2Q 해석모형의 서울지역 적용성 연구

IV. 연구내용

1. 국내·외 강우-유출 해석모형 연구사례 조사 및 모형별 특징 조사
2. 연구유역을 대상으로 강우시 발생하는 유출량 모의해석
3. 실측치와 예측치의 비교를 통한 서울지역 적용성 검토

V. 연구결과

1. 본 연구에서는 국내에서 개발된 도시유출해석모형인 FFC2Q모형의 서울지역 적용성을 검토하기 위해 군자배수분구를 대상으로 강우사상 모의결과를 실측치와 비교하였고, 기존 외산 모형인 SWMM 모형과 비교 분석하였다.

2. 각기 다른 강우강도를 지닌 강우사상에 대해 유출체적, 침투유량, 발생시간 등의 항목에 따른 분석 결과 FFC2Q 모형 모의치가 실측치와 유사한 경향을 나타내고 있었고,
3. 기존 SWMM 모형과 비교해도 비슷한 결과값을 보여주고 있어, 이 모형의 적용결과는 타당하다고 판단되며 비교적 간단한 입력자료를 활용하는 FFC2Q 모형이 효율성 면에서 우수한 것으로 판단된다.
4. 아직 FFC2Q 모형의 다양한 지역 및 강우사상에 대한 적용이 미미하고 검증단계에 있어 지속적인 연구를 통해 보완이 필요해 보이고, 서울지역에 적용하기 위해서는 실무에 활용하기 위한 보완 모형 개발 등 추가 연구가 필요할 것으로 보인다.

VI. 활용방안

실제 유출에 가까운 강우유출모형의 도입으로 경제적인 우수배제계통 설계 및 침수해석, CSOs 해석 등에 활용