

일체형 침전부상공정을 이용한 잡배수 전처리 적용성 연구

정진홍*, 안광호*, 임현만*, 박나리*, 장향연*, 김원재*

*한국건설기술연구원 국토보전연구본부

e-mail:jinhong98@kict.r.ekr

Graywater Pretreatment Using All-in-one Sedimentation and Flotation in Residual Complex

Jin-Hong Jung*, Gwng-Ho Ahn*, Hyun-Man Lim*, Na-Ri Park*, Hyang-Youn Chang*,
Weon-Jae Kim*

*Dept. of Land, Water and Environment Research, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology

요약

하수와 접촉하지 않고 처리되지 않은 가정폐수인 샤워, 세면, 세탁 및 목욕 배수 등을 잡배수로 정의하고 있다. 공동주거 단지 내 잡배수는 배관이 분리되어 있어 단지 내 자체처리가 가능함에도 불구하고, 현재 대부분 하수처리시설로 이송된 후 하수처리 과정을 거치고 있는 실정이다. 잡배수를 재이용하는 것만으로도 실개천, 인공연못과 인공습지를 조합한 공원, 조경·녹지공간에 충분한 수량을 확보할 수 있을 것으로 판단하여 일체형 침전부상공정 활용하여 잡배수 전처리 공정으로써의 적용성 평가를 수행하였다. 일체형 침전부상공정(SeDAF process)을 활용하여 50 m³/d로 규모의 파일럿 플랜트를 경기도 G시 소재 I 수질복원센터 내에 설치하여 적용성을 분석하였다. 일체형 침전부상공정의 운전 결과 부유물질 및 탁도의 제거효율이 90% 이상으로 분석되어 잡배수의 전처리 공정으로 적용할 수 있는 것으로 분석되었다.

1. 서론

우리나라는 1인당 강수량이 적은 물 스트레스 국가로서, 연도별, 계절별, 지역별 강수량의 편차 또한 커 물관리 여건이 매우 불리한 것으로 보고되고 있다.(환경부, 지구촌 물현황, 2018. 10.) 이와 같이 기후변화에 따른 물부족 문제가 해외에서 뿐만 아니라 국내에서도 국지적으로 발생하고 있으며, 이에 따라 단지, 마을 등 소규모 지역 내에서 자체적인 물순환·물재이용의 필요성이 높아지고 있으나 재이용수의 수질 안전성에 대한 국민불안 및 적용기술의 경제성 확보 어려움 등으로 인해 물재이용의 확대가 제약을 받고 있는 실정이다. 우리나라의 도시화율은 2018년 현재 81.5%에 달하였으며, 2050년에는 86.4%에 이를 전망이다. 또한 우리나라의 주거 형태 중 아파트, 연립주택 및 다세대주택의 비율은 2017년 현재 전국 평균 60.0%로서 지속적으로 확대되고 있는 추세로 국민 절대 다수의 주거지가 공동주거단지의 형태를 띠고 있다.

우리나라는 현재 도시용수 대부분을 수돗물에 의존하고 있고, 국민의 절대 다수가 아파트 형태의 공동주거단지에 거주하고 있기 때문에 비용과 에너지효율의 관점에서 단지 규모의 분산형 물 순환·재이용을 활성화하는 것이 요구된다. 도시화 과정에서 우리나라의 물 수요는 1950년부터 1990년 사이

에 3배나 증가하였고, 앞으로 35년 이내에 현재보다 2배 이상 증가할 것으로 판단된다.(환경부, 위 자료) 또한, 산업의 발전과 지속적인 인구의 증가로 인해서 물부족 현상은 전국적으로 증가하는 추세이다.

하수와 접촉하지 않고 처리되지 않은 가정폐수(주로 샤워, 세면, 세탁 및 목욕 배수 등)는 잡배수(grey water 또는 gray water)로 정의된다. 공동주거단지 내 잡배수는 배관이 분리되어 있어 단지 내 자체처리가 가능함에도 불구하고, 현재 대부분 하수처리시설로 이송된 후 하수처리 과정을 거치고 있는 실정이다. 잡배수를 재이용하는 것만으로도 실개천, 인공연못과 인공습지를 조합한 공원, 조경·녹지공간에 충분한 수량을 확보할 수 있을 것으로 판단된다.

하수처리시설에서 기존의 인 고도처리공정의 문제점을 해결하기 위해 개발된 일체형 침전부상공정(Integrated sedimentation and dissolved air flotation process: SeDAF process)의 적절한 운전성을 확보하기 위하여, 실험실 규모 및 실증플랜트를 활용한 현장연구를 통한 SeDAF 공정의 설계·운전인자의 적정성, 처리효율 및 여러 운전특성 등에 대해서는 별도의 논문에서 보고된 바 있다(Jang et al., 2020a, 2020b, 2020c, 2020d).

이에 본 연구를 통하여 공동주거단지의 잡배수를 친수용수

수준으로 재생·처리하기 위하여 하수처리 1차 침전유입수를 잡배수 원수로 가정하여 일체형 침전부상공정을 활용하여 잡배수 전처리 공정으로의 적용성을 분석하고자 하였다.

일체형 침전부상공정은 응집·침전이 가능한 밀도가 높은 플록은 침전을 통해 제거하고 침전되지 않는 가벼운 플록은 부상분리를 통해 제거하는 공정으로 짧은 체류시간으로 높은 처리효율을 나타내는 공정을 활용하였다. 일체형 침전부상공정의 핵심은 침전과 부상분리가 단일 반응조 내에서 이루어지며, 이를 위해서는 응집제 투입 후 성장한 플록이 침전하도록 체류시간의 확보가 무엇보다 중요하다. 침전이 이루어지지 않은 미세 플록은 부상분리로 제거하는 단계를 거친다. 일체형 침전부상공정의 전체 수리학적 체류 시간 (HRT)은 약 3시간이며, 처리 흐름은 <유입수 - 수류완충(HRT 60 min) - 혼화 및 응집(HRT 40 min) - 침강 (HRT 40 min) - 부상 (DAF) (HRT 40 min) - 유출> 순서로 구성하였다. 공정 내의 수류 흐름은 순방향으로 흐르는 전단부 침전 과정은 침전 +부상조 하단에 있으며 역방향으로 흐르는 부상공정은 상단 부분에 해당한다.

2. 실험장치 및 방법

2.1 실험장치

경기도 I 수질복원센터 내 1차침전지 유입수를 대상으로 잡배수 원수로 모의하여 실험을 진행하였다. 공정 유입원수를 차집하기 위하여 수류완충지를 설치하여 운전하였다. SeDAF 공정의 일 처리량은 50 m³/d로 운전하였으며, 응집제로는 알루미늄계열의 Poly aluminium chloride (PAC) (Al₂O₃ 10%, basicity 40%)를 사용하였다.

2.2 분석방법

수질항목으로 pH, 탁도, T-P, PO₄-P, COD 및 SS를 분석하였다. pH는 HANNA instrument사의 HI2210 pH Meter를 사용하여 측정하였으며, 탁도는 HACH사의 TL2300을 사용하였다. T-P, PO₄-P 및 COD의 측정을 위해 DR3900 분광광도계를 사용하였다. SS는 공정시험방법에 의거하여 분석하였다. 데이터 분석 및 결과도출을 위한 통계해석에는 Microsoft Excel을 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

잡배수 전처리를 위한 일체형 침전부상 파일럿 플랜트를 연속 운전하여 운전 30분 후 및 운전 60분 후를 각각 Run 1st 및 Run 2nd로 정의하고 공정별로 채수하여 수질에 대한 처리

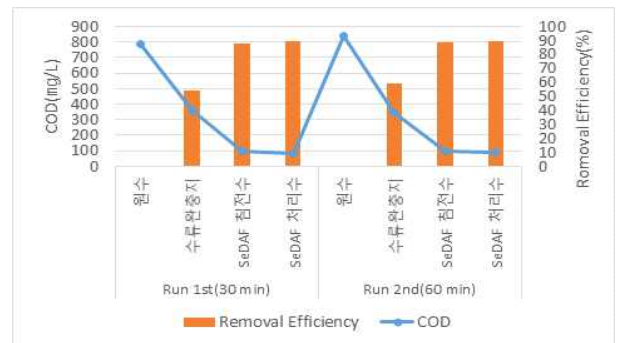
효율을 분석하였다. Run 1st 및 Run 2nd에서 부유물질 및 탁도의 처리효율은 90% 이상으로 분석되었다.



[그림 1] 잡배수 전처리 일체형 침전부상공정의 SS 처리효율



[그림 2] 잡배수 전처리 일체형 침전부상공정의 탁도 처리효율



[그림 3] 잡배수 전처리 일체형 침전부상공정의 COD 처리효율



[그림 4] 잡배수 전처리 일체형 침전부상공정의 T-P 처리효율

4. 결론

기후변화에 대응하는 water-wise 도시를 구현하기 위한 기반기술로서, 공동주거단지의 잡배수를 친수용수 수준으로 재생·처리하기 위하여 하수처리수를 대상을 적용한 일체형 침전부상공정을 활용하여 잡배수 전처리 공정으로의 적용성을 확인하였다.

잡배수 전처리를 위한 방안으로 공공하수처리시설의 인 고도처리를 대체하며, 응집제 소모 및 슬러지 발생 측면에서의 경제성을 향상시킨 일체형 침전부상공정(SeDAF process)을 활용하여 50 m³/d로 규모의 파일럿 플랜트를 경기도 G시 소재 I 수질복원센터 내에 설치하여 적용성을 분석하였다.

침전부상공정의 최적 운용을 위하여 하수도 설계기준을 참조 및 응용하여 적정 설계·운전인자를 도출하였다. 해당 설계를 바탕으로 수질복원센터 내 1차침전지 유입수를 잡배수 원수로 모의하여 실험을 진행하였다.

일체형 침전부상공정의 운전 결과 부유물질 및 탁도의 제거효율이 90% 이상으로 분석되어 잡배수의 전처리 공정으로 적용할 수 있는 것으로 분석되었다.

사사

본 연구는 한국건설기술연구원 주요사업(과제고유번호 1711126502)의 연구비 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

- [1] 환경부, 지구촌 물현황, http://www.me.go.kr/home/web/board/read.do;jsessionid=UkzGKz3oDSVWk9EnIw6ncNZSH6lVUQPb4ACbaZtUbRDxOdy50OpbuxPJQJvZMAc0.meweb1vhost_servlet_engine1?menuId=10436&boardId=869660&boardMasterId=730, 2018. 10. 25.
- [2] 국가통계포털(KOSIS), <http://kosis.kr>, 자료갱신일 : 2018. 10. 12.
- [3] 국가통계포털(KOSIS), <http://kosis.kr>, 2018. 10. 25.
- [4] 장여주 외, “Field applications of innovative SeDAF (sedimentation & dissolved air flotation) process for advanced treatment of wastewater effluent”, 16th International Specialised Conferences on Small Water and Wastewater Systems, pp 79, 12월, 2019년
- [5] 장여주 외, “Application of innovative SeDAF (sedimentation & dissolved air flotation) process for advanced wastewater treatment”, 8th IWA-ASPIRE International Water Association Asia Pacific Regional Group Conference and Exhibition, Smart Solutions for Water Resilience, p.p 840-841, 11월, 2019년