

#2

환경 문제를 해결하는 SK에코플랜트의 AI/DT솔루션

Q :

글. 오유삼 SK에코플랜트 AI혁신팀 팀장

SK에코플랜트는 1977년에 설립되어 현재까지 46년 된 회사이다. SK건설이 2021년 5월 '친환경(에코=eco)을 심는다(플랜트=plant)'라는 의미의 SK 에코플랜트(ecoplant)로 사명을 바꾸고 과거부터 영위하고 있던 건설, 토목 분야뿐만 아니라 환경, 에너지, 솔루션 사업의 종합 환경회사로 사업을 확대하였다. 특히 2020년 환경솔루션 기업인 EMC홀딩스를 1조 원 규모로 인수하고, 2022년에는 글로벌 e-waste(전자·전기 폐기

물) 솔루션 기업인 TES를 1조 2천억 규모로 인수하는 등 눈에 띄는 투자와 함께 환경 분야에 진출하고 있다.

SK에코플랜트는 인수 합병과 같은 양적 확장과 함께 시장을 선도할 수 있는 기술을 확보하기 위한 질적 성장도 동시에 추구하고 있다. R&BD(Research & Business Development) 조직인 Eco Lab 센터를 신설하고 배터리 재활용/재사용 기술을 포함한 다양한 환경 기술을 자체 확보하고 있다. 또한 환경산업

그림 1. SK ecoplant_ Business Area



을 위한 Digital Transformation(DT)과 AI에 대한 연구개발을 통해 관련 분야 최적화, 예측 등의 AI/DT 기술을 확보하고 이를 적용하여 다양한 효과를 보이고 있다.

이를 위해 AI/DT기반의 환경 솔루션 ZERO4를 런칭하고 폐기물 소각장을 위한 ZERO4 wte(Waste to Energy), 하·폐수 처리를 위한 ZERO4 wwt(Waste Water Treatment) 등의 세부 솔루션을 개발, 출시하였다. ZERO4 wte는 국내 5개 폐기물 소각장에 적용을 완료하였으며, 말레이시아와 베트남 수출을 진행 중이다. ZERO4 wte 적용을 통해 NOx(질소산화물) 12.4%, CO(일산화탄소) 49.7% 등 오염물질 배출 절감을 검증하였으며, 에너지 회수율 3.1%를 향상시킬 수 있었다. 또한 ZERO4 wwt는 하·폐수 처리장에 적용되어 하·폐수 처리장에서 가장 많은 전력을 사용하는 송풍기 전력을 19% 절감할 수 있었고, 기존 침전식 수처리 센서의 유지 보수에 어려움을 해결할 수 있는 AI 기반의 Virtual Calibration 기술과 불명수 유입 탐지 기술도 개발하였다.

ZERO4 wwt (waste water treatment)

우선, 수처리 분야를 살펴보면 강화되는 환경 정책과 글로벌 트렌드로 인해 에너지 절감 및 탄소 저감 등의 요구가 증대되고 있다. 그러나 국내의 많은 하·폐수 처리장은 환경오염 원격 감시시스템(TMS, Tele Monitoring System)의 측정값을 기반으로 운전자의 경험에 의해 운전되고 있었다. 그렇기에, 현실적으로 에너지 절감이나 탄소 저감을 위한 기회가 많지 않았다. 이를 해결하기 위해서는 하·폐수 처리 전 과정에 대한 모니터링을 통해 데이터 기반의 운전 자동화 및 디지털 기반의 사업장 운영이 필요하다. ZERO4 wwt는 이러한 어려움을 효과적으로 해결하기 위한 실시간 모니터링, AI 운전 솔루션, 수질 데이터 및 온실가스 데이터 관리를 제공한다.

ZERO4 wwt는 실시간으로 890여 종류의 하·폐수 처리장의 운전 데이터를 수집 및 통합하고 이를 정제하여 클라우드에 저장한다. 그리고 수집된 데이터에 실시간으로 AI를 적용하여 9시간 후의 수질을 예측하고, 예측한 수질에 최적화된 송풍기 운전 가이드를 제공한다.

통상 하·폐수 처리장의 송풍기는 하·폐수 처리장 전체 전력 소모의 약 40%를 차지한다. 하지만 운전자 경험 기반 운전은 송풍량을 과잉 운전하게 되어 에너지 절감이 쉽지 않은 것이 현실이다. 과잉 운전 이유를 살펴보면 TOC(총유기탄소, Total



Organic Carbon), COD(화학적산소요구량, Chemical Oxygen Demand), T-N(총질소, Total Nitrogen) 등 수질은 규제의 대상이기 때문에 전력은 많이 소모되지만 책임을 져야 하는 수질 개선에는 나쁠 것이 없기 때문이었다. 그러나, 최근 전기 요금이 큰 폭으로 상승하고 있기에 많은 하·폐수 처리장이 이익을 내기가 어려워지고 있으며 전기 요금은 전 세계적으로 지속해서 상승할 것으로 전망된다. 때문에, 이제는 에너지 절감 노력이 반드시 필요하다.

이러한 점을 고려하여, ZERO4 wwt는 유입부터 2차 침전지까지의 프로세스를 학습하고 9시간 후의 수질을 예측하여 그 결과를 기반으로 송풍기 운전을 가이드 한다. 예를 들어 수질 관리 상한선이 10이고, ZERO4 wwt가 현 상황에서 9시간 후 수질을 5로 예측한 경우, ZERO4 wwt는 이를 기반으로 송풍량을 50% 줄여서 운전해도 관리상한선 이하로 수질 관리가 가능하다는 것 또한 예측하여 최적 송풍량을 가이드한다. 이를 통해 하·폐수 처리장의 전기 사용량 및 탄소 배출 절감이 가능하였다.

이러한 AI 운전 가이드를 가능하도록 하는 핵심 기술은 정확한 수질 예측이다. 유입부터 9시간이 걸리는 수처리의 지연 반응(delayed reaction)을 반영하도록 AI 모델을 학습했으며, 이를 통해 높은 정확도를 달성할 수 있었다. 또한 계절적 특성을 반영할 수 있도록 1년 이상의 데이터를 수집하고 이를 활용하여 솔루션을 개발하였다. 실제로 하·폐수 처리장에 적용하여 송풍기 에너지 19% 절감을 실증하였다. 현재는 인(P) 처리를 위한 약품 투입량 최적화에 AI 운전 솔루션 적용을 예정하고 있다. 과도하게 투입되던 약품 투입량에 대한 최적 AI 가이드를 제공하여 약 10%의 약품 사용을 줄일 수 있을 것으로 기대된다.

또 다른 ZERO4 wwt의 기능 중 하나는 수처리 센서 유지관리의 어려움을 해결하기 위한 AI 기반의 virtual calibration이다. 하·폐수 처리장의 침전식 센서는 계속해서 오염된다. 그렇기에, 최소 2~3달에 한 번씩 하·폐수에서 꺼내 유지보수를 해주어야 한다. 하지만 실제 현장에서 여러가지 사유로 인해 센서 유지보수가 우선순위에 밀리는 것이 현실이다. 그 때문에 센서가 있어도 제대로 동작을 하지 않으며, 운전자 역시 이를 신뢰하지 않는 악순환으로 이어진다. ZERO4 wwt는 이러한 문제를 완화하고자 오염으로 인해 센서값이 변경되는 것을 인식하고, AI 기술로 보정한다. 이에 따라, 유지보수 기간을 더 오래 유지할 수 있을 뿐 아니라, 오염에 의한 센서 값 오차를 줄일 수 있다.

이처럼 데이터 기반의 하·폐수 처리장 솔루션인 ZERO4 wwt를 통해 운영 현황, 법적 기준 내 방류 수질 상황을 쉽게 파악할 수 있다. 그 결과, 효율적인 시설 관리 및 숙련도 여부와 무관한 안정적인 운전이 가능하며, 최적 송풍량 운전에 따른 에너지 절감 및 약품 투입 최적화로 경제적 효과를 기대할 수 있다.

ZERO4 wte (waste to energy)

ZERO4 wte는 폐기를 소각장 소각시설의 에너지 회수율

을 높이고, 오염 물질과 탄소 배출 저감을 돕는 AI 기반 친환경 소각 운영 최적화 솔루션이다. 하·폐수 처리시설과 마찬가지로 운전 결과(TMS) 기반의 관리 문제 및 경험 위주의 소각 시설 운전에서 오는 효율 증대의 한계가 있었다. 이를 해결하기 위해 ZERO4 wte는 소각 전 과정에 대한 투명한 모니터링, 데이터 및 AI 기반의 운전 자동화를 지원한다.

기존의 많은 소각시설들은 운전자의 경험에 기반해서 운전되고 있다. 보통 여러 명이 교대로 운전하는 소각장은 전문가와 초보자의 경험이 매우 다르기 때문에 운전의 결과물도 매우 달라진다. 예를 들면 운전자의 숙련도에 따라 NOx, CO 등 오염 물질의 배출량과 에너지가 되는 스팀 생산량이 다르다. 경험이 많은 운전자는 본인의 오래된 경험을 통해 소각시설을 최적 운전하기에 오염물질의 배출을 최소화하며 많은 양의 스팀을 생산할 수 있다. 하지만 경험이 부족해 소각시설의 최적 운전이 어려운 초보 운전자의 경우, 숙련도를 갖추기 위해 많은 시간이 필요하다. 통상 2~3개월의 훈련 후에 하루 8시간 중 1~2시간 운전을 할 수 있는 것으로 알려져 있다. 게다가 소각시설은 보통 근무 환경이 좋지 않고 업체 간 경쟁이 치열하기 때문에 숙련된 인력의 퇴직 및 이직 문제가 발생한다.

그림 2. 기존 하·폐수 처리시설 운전 방식과의 차별점

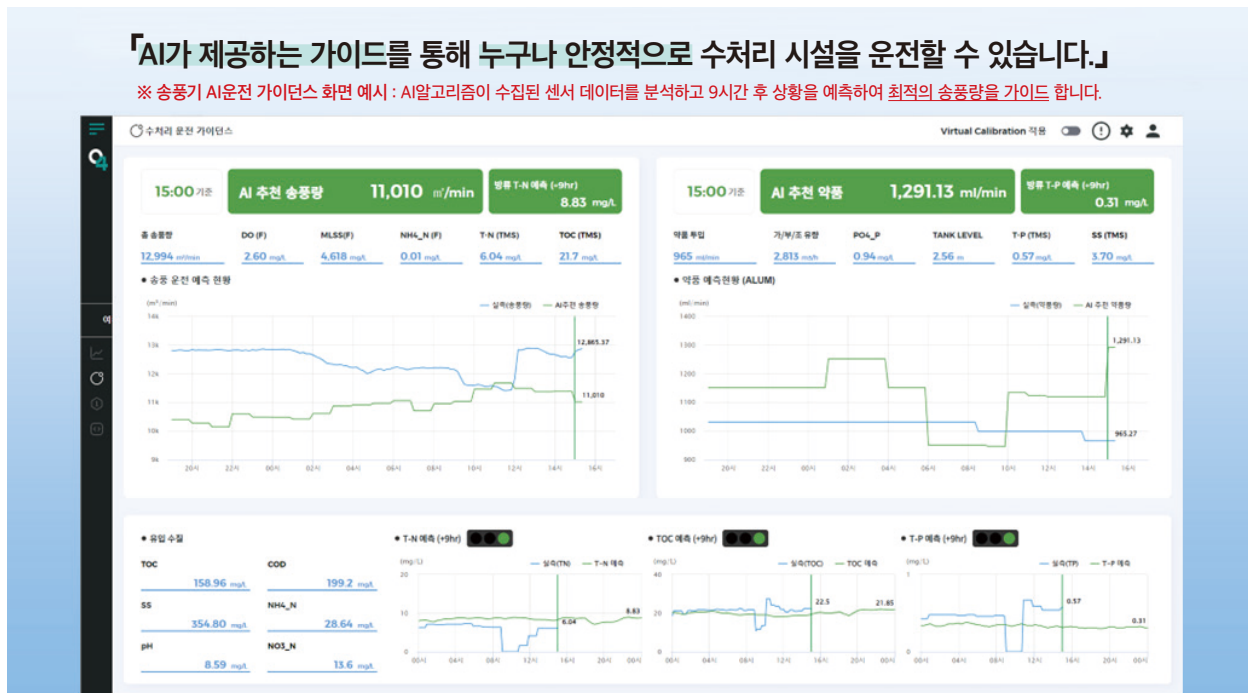
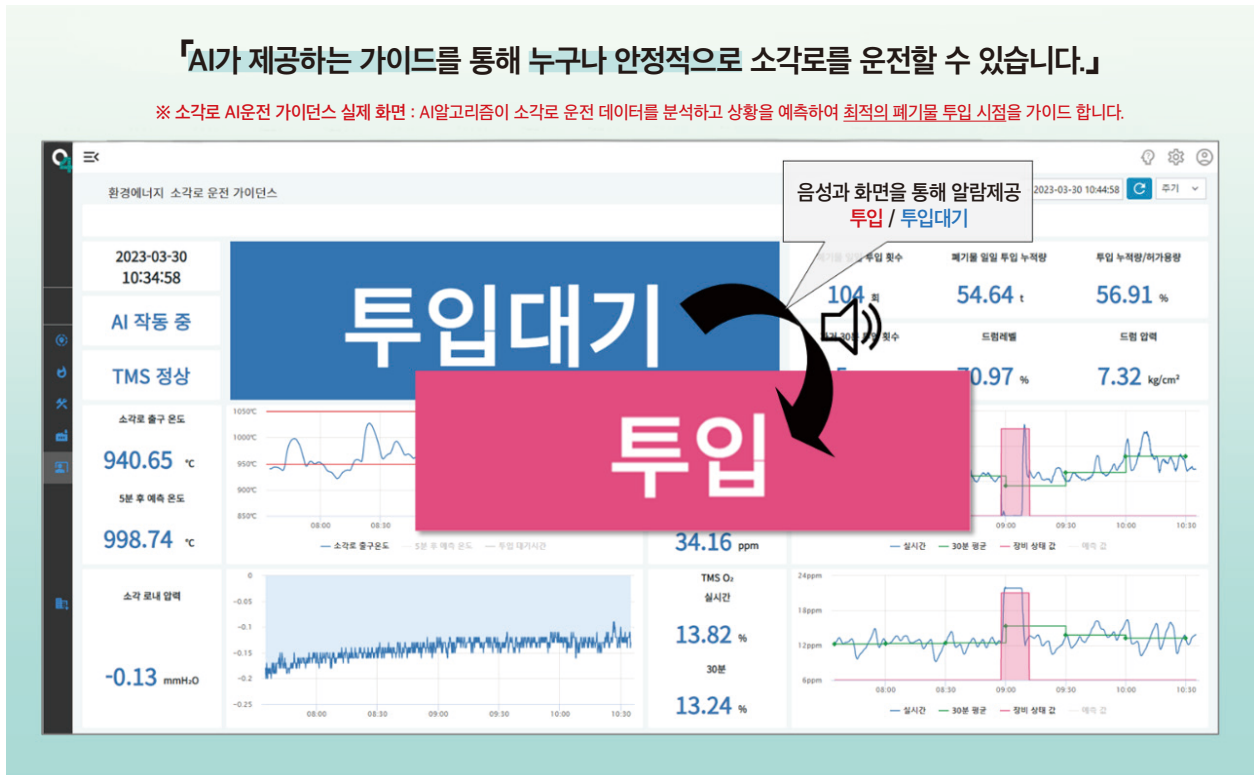


그림 3. 기존 소각시설 운전 방식과의 차별점



ZERO4 wte 솔루션은 AI 기반의 운전 가이드를 제공하여 초급 운전자가 운전을 하여도 중급 운전자 이상의 퍼포먼스를 낼 수 있도록 지원한다. 소각로 내의 다이내믹 시스템을 예측하여 최적화된 폐기물 투입 시점을 알려준다. 오염 물질을 최소화하고 해당 조건에서 스팀을 최대로 생산할 수 있도록 폐기물 투입 시점을 가이드 한다.

현재 국내의 5개 소각시설에 적용되어 있으며 국내뿐만 아니라 말레이시아, 베트남 등의 해외로도 계속해서 확장하고 있다. ZERO4 wte는 이런 여러 소각시설들에 솔루션을 적용한 경험과 사용자들의 피드백을 바탕으로 소각시설에서 필요한 부하 상황에 따른 가변 AI운전 모드를 개발했다. 예를 들면 소각시설 정기보수공사 이후에는 소각 효율이 매우 좋아지기 때문에 정기보수공사 이전에 비해 저부하로 운전하고 싶은 요구사항이 발생할 수 있다. 또는 폐기물 발열량이 좋지 않기 때문에 기존 보다 투입량을 늘리는 모드로 운전하려고 할 수도 있다. 이처럼 상황별로 발생할 수 있는 다양한 니즈를 반영하여 ZERO4 wte는 저, 중, 고부하 AI 운전 가이드

스 모델을 개발하였다. 운전자는 손쉽게 해당 모드를 선택해서 원하는 운전 부하량으로 가이드를 받을 수 있다.

ZERO4 wte 솔루션을 도입하기 위해서는 보통 edge 서버 구매 외에 별도의 추가 투자는 필요하지 않다. 대부분의 기존 소각장에는 이미 많은 계측기가 설치되어 있기에 이미 설치된 계측기를 기반으로 큰 투자 없이 솔루션 도입이 가능하다. 또한 현재는 폐기물 처리 전 과정에 대한 모니터링과 온실가스 관리, 폐기물 투입 시점에 대한 AI 가이드 등 기능을 제공하고 있다. 또한, 빠른 시일 내에 유입 송풍기 운전 최적화 AI 가이드 기능 출시를 앞두고 있다. 추후에는 AI vision 기술 기반의 크레인 자동화와 같은 고도화된 기능이 추가될 예정이다.

...	저자소개	↗
<p>오규삼 SK에코플랜트 AI혁신팀 팀장은 현재 AI를 통한 다양한 환경 문제 해결을 위해 노력과 도전 중에 있다. 이를 위해 그동안 데이터 과학자이자 Deep Learning 엔지니어로서 수요 예측, 보안, 이상 감지, 유전체 분석 등의 데이터 분석 프로젝트와 Deep Learning을 활용한 수요 예측, 음성인식, 생체신호 분석, 문자 인식, LLM 등의 프로젝트를 수행하였다.</p>		