

오수처리시설 원격모니터링 및 유지관리시스템

채수권 · 최계운*

울지대학교 보건환경과학부 · *인천대학교 토목환경시스템공학과

The System for Remote Monitoring and Maintainable Management of Sewage Treatment Facilities

Soo-Kwon Chae · Gye-Woon Choi*

School of Human & Environmental Sciences, Eulji University

*Department of Civil & Environmental System Engineering, University of Incheon

1. 서론

우리나라에는 약 300백만개 이상의 오수처리시설 및 정화조가 설치되어 인간이 생활하면서 필연적으로 배출 할 수 밖에 없는 오수의 정화에 사용되어지고 있다, 2004년에 하수처리구역 외 지역에 설치운영중인 오수처리시설은 약 18만개 이상이며 설치의무가 강화된 2002년부터 오수처리시설이 급격히 증가하고 있어 효율적인 유지관리시스템의 구축이 필요하다.

그러나 도서지역과 같은 하수처리구역외 지역에서의 오수처리시설 관리 실태는 소유주의 전문지식이 미흡하고 전기료 등의 운영비 절감을 위해 오수처리시설의 가동을 중단하는 사례가 빈번히 발생하고 있다. 또한 농촌이나 도서지역 등의 오수처리시설은 지리적 특수성에 따라 행정기관의 점검이 자유롭지 못하여 오수처리시설이 제대로 작동하지 않을 뿐만 아니라, 방류수 수질기준 초과, 미처리오수의 무단 방류 등의 불법행위도 나타나고 있다.

전국적으로 오수처리시설이 보급되어 가동 중에 있으며 향후 하수처리구역외 지역에 확대 보급할 예정에 있지만, 오염을 증가 시키지 않으며 가장 경제적이고 최단시간으로 수질 오염을 최소화 할 수 있는 방안은 가동중인 오수처리시설에 대한 유지관리방법의 개선을 통하여 접근할 수밖에 없다.

이와 같은 오수처리시설의 처리효율을 향상시키기 위해서는 유지관리기술을 향상시키는 노력과 기존 시설을 정확히 관리하는 방안검토가 요망된다. 이와 같은 방안의 검토를 위하여 현재 오수처리시설의 관리 문제점을 파악하고, 오수처리시설의 관리정책과 법령을 조사하여 법적용의 한계와 수질기준 강화에 대비하고, 전문지식을 보유한 위탁관리인의 필요성 등에 대하여 검토할 필요가 있다. 그리고 오수처리 시설의 미가동에 의해 발생하는 수질환경오염을 방지하기 위해

서 오수처리시설의 가동상태를 확인하기 위한 시스템의 개발과 가동정보를 원격모니터링하고 원격위탁관리할 수 있는 시스템의 개발이 요망된다.

하수종말처리장의 경우 많은 환경기술자들이 하루에 수차례 정해진 과정에 따라 일상적인 점검을 해 주고 있다. 그러나 오수처리시설의 경우는 위탁관리자가 1~2주에 1회 방문 점검하여 주기적인 점검의 부재로 인한 처리효율의 부적절성이 발생되며, 대부분의 오수처리시설을 보유한 건물주의 경우는 DO측정기를 가지고 있지 못하여 단순히 포기되는 공기방울의 강도를 눈으로 관측하여 감으로 관리하고 있는 실정이다.

하수처리구역외 지역에 위치한 건물주들은 대부분 환경에 대한 인식 부족으로 임의 가동중지, 처리시설의 미비, 처리시설에 대한 관리 부재 등과 같은 문제로 인해 관리가 특히 어려운 실정이다. 따라서 오수처리시설을 효율적으로 관리하기 위해서는 지도요원의 행정처분뿐만 아니라 지역주민의 자율적인 실천을 유도할 수 있도록 현장에서 개별적인 지도활동을 병행하고, 법령에 제시한 것과 같이 강제적으로 가동상태확인기기를 설치하여 가장 중요한 오수처리시설의 전원 차단을 방지하여야 한다. 또한 오수처리 시설의 유지관리의 난이도 또한 하수종말처리장에 비하여 낮을지라도 대부분의 오수처리시설은 비전문가인 건축주 자신이 직접 관리하기에는 유지 관리가 매우 어렵다. 따라서 자격과 전문기술을 보유한 위탁관리업체에서 이와 같은 시설을 관리할 필요가 있으며 위탁관리업체도 다수의 오수처리시설을 정상적으로 관리하기 위해 원격모니터링과 원격관리가 가능한 가동상태확인시스템을 설치 및 활용할 필요가 있다.

2. 오수처리시설의 관리개선 방향

2.1. 관리실태분석 및 개선방향

하수와 오수는 동일한 물질임에도 이원화된 법률(하수도법과 오수분뇨 및 축산폐수의 처리에 관한 법률)체제로 관

E-mail: cskwen@eulji.ac.kr

Tel: 031-740-7146

Fax: 031-740-7270

리됨에 따라 공공시설과 개인시설의 중복설치와 같은 문제가 있어 법령통합을 추진하였다. 개정 법률안은 오수분뇨관리에 대한 기본적인 규정을 하수도법에 통합하고 개인적인 오수분뇨법상의 시설을 “개인하수도”라는 용어로 정리하고, 국가하수도종합계획수립 등 하수도계획 및 인가체제 정비, 하수처리수의 재이용 확대를 위한 제도 마련, 방류수수질기준 위반 시 과태료 부과 등 지방자치단체에 대한 책무 강화, 정화조 청소업을 분뇨수집운반업으로 통합하는 내용과 함께 개인하수처리시설 및 배수설비 전문업체 시공제도 도입, 단독정화조 설치면적 확대기반 마련, 원인자부담금 규정 일부삭제 등 국민 개인의 부담 및 규제 완화 등을 담고 있다.¹⁾

오수 처리시설은 미생물에 의한 처리이므로 관리인의 끊임없고 섬세한 관심이 중요하다. 기계만 정상 가동하면 청정수로 방류된다고 인식하기보다는 자격과 전문지식을 보유한 관리인의 끊임없는 관심과 관리가 있어야 처리기준을 달성할 수 있다. 전기설비가 되어 있는 오수처리시설의 경우 유지관리 시 가장 중요한 것은 전원을 끄지 않는다는 것이므로 구동장치 또는 펌프설비의 작동상황, 송풍기의 보수 등 필요한 조정 및 수리작업은 단위장치 내의 필요성 등에 의해서 필요에 따라 유지관리 하여야 한다. 그리고 브로와 설치 후 장기간 방치할 경우 습기로 인하여 임펠라와 케이싱의 작동이 원활하지 않아 과부하 현상 및 작동 불능상태가 발생하여 주 3회(1회당 2시간) 이상 브로와를 작동시키고, 에어펌프가 잘 가동되고 있는지 수시로 작동상태를 점검하고, 에어펌프 내에 공기를 압축하는 고무제(다이아후렘)와 고무부품이 포함된 하우징은 1년마다 정기적으로 교환하여야 한다. 그 외에 통상적인 점검은 각 단위장치의 유출수의 수질과 슬러지의 축적상황 등을 점검하고 그 결과에 기초해 슬러지의 이송과 축적슬러지 제거, 소독제의 보충 등을

점검해야 한다.

이와 같이 섬세한 관리를 필요로 하는 오수처리시설의 장치들을 유지관리할 때 주요 점검내용은 Table 1과 같다.

오수처리시설의 유지관리 문제점을 개선하기 위하여 오수처리시설에 대한 전문적 지식이 있는 전문오수위탁관리사가 오수의 발생에서 처리까지 책임질 필요가 있다. 이러한 전문가는 각 공정별로 밀접한 관계를 갖고 운전할 수 있고, 오수의 시간별, 계절별 변동을 고려하여 가동할 수 있어 시설관리 시 노후진행 속도를 늦추고 효율적인 관리로 오수시설 운영비를 절감할 수 있으며, 오수를 적법하게 처리할 수 있다. 전기료 절감과 기기류의 수명연장 이외에 소모품 무상수리, 처리장의 청소 및 방역, 폐 Sludge(연 1회)청소 시 관리, 감독을 통하여 청소비 절감을 할 수 있다. 또한 이와 같은 전문기술자에 의한 위탁관리는 관리에 대한 모든 법적 책임을 지고, 오수처리시설의 전반적인 업무를 수행하기 때문에 의뢰자는 자기의 업무에만 충실할 수 있으며 부담감이 줄어든다.³⁾

상기와 같은 이유 때문에 위탁을 전문으로 하는 관리회사에 위탁하여 전문적인 관리에 의해 소기의 성과를 거둘 것이다.

2.2 오수처리시설 설치지원 및 위탁관리비 지원

오수처리시설 설치지원 사업은²⁾ 상수원 상류에 설치된 기존 건물에서 발생하는 생활오수를 적정 처리하기 위해서 오수처리시설 설치를 촉진하고자 실시되고 있다. 그리고 국고지원과 병행하여 법적 의무가 있는 오수처리대책지역으로 지정된 후 2년 이내에 오수처리시설 설치는 의무적이다. Table 2는 오수처리대책지역으로 지정된 현황을 나타내었다.

Table 1. 오수처리시설의 주요 점검내용

점검시설	주요 점검내용
스크린	눈막힘 또는 폐쇄를 방지하기 위해 주 2회 이상 이물질 제거
유량조정조	일정한 수질의 오수량을 유입시킬 수 있도록 스킵, 슬러지의 퇴적상황, 펌프작동수위등을 점검
배관(유입, 유출관거)	배관의 막힘 시 이물질 제거(전동청소기 이용) 조와의 상·하류 접속 및 분뇨와 잡배수의 흐름의 상황 등 점검
수중펌프	유입오수 및 정화된 오수 단계적 이동, 임펠라의 이물질 수시제거, 베어링 교체, 감속기의 오일, 구리스 교체투입 및 구동상태 점검
침전분리조	스킵, 슬러지의 퇴적상황
포기조	중균제, 소포제등을 상태에 따라 투입, DO, pH, MLSS, SV ₃₀
송풍기(Blower)	오일-보충 및 교체, 팬벨트-소음 및 장력점검, 소음기-수시청소
산기관	한쪽으로 치우쳐 혼합이 잘 안되고 산소의 농도도 일정하지 않도록 산기관을 균등 배치하고 벨트의 조정 등을 점검
침전조	스킵, 슬러지의 퇴적상황과 적재적소의 Air Lift를 설치하여 필요시 슬러지가 반송되도록 점검
MCC패널	패널의 회로 단선 및 불량 조사, 릴레이 및 마그네트 교체, 시간별 계절별로 가동시간의 적절한 조작으로 전기료 절감
급, 배기팬	벨트의 조정
접촉폭기조	생물막, 박리슬러지, 슬러지의 퇴적 상황, 사각지역 발생여부, 현수 미생물 여재 지지대의 강도 등을 점검
공 통	수질검사를 통해 적법한 수질 방류와 같은 준칙의 준수 상황 부속기기류의 설치 위치와 기능 상황, 간이 소모품의 지급 및 교체에 의해 시설 수선 및 유지관리 상황 등 점검

Table 2. 오수처리대책지역 지정현황

지정주체	해당 시·군	지정면적	지정일자
계	36개 시·군	1,001.34 km ²	
환경부	15개 시·군 · 팔당특별대책지역(5개지역) · 대청특별대책지역(2개지역) · 수변구역(2개지역) · 광역상수원지역(6개지역)	716.8 km ²	2000. 6.29
경북	3개 시·군	29.0 km ²	2000. 9. 4
충남	7개 시·군	35.04 km ²	2001.10.10
경북	2개 시·군	10.58 km ²	2001.11.19
전북	4개 군	152.27 km ²	2001.12. 4
경남	5개 시·군	57.65 km ²	2002. 1.26

정부에서는 상수원수질개선이 시급함에도 지역여건상 하수처리장의 설치가 곤란한 상수원보호구역, 특별대책지역 및 취수장으로부터 유하거리 4 km 이내 지역 등과 같은 오수처리대책지역 내에 위치한 기존건물의 저효율 단독정화조를 고효율 오수처리시설로 교체하기 위해 1998년부터 2010년까지 14,668개소에 오수처리시설 설치를 지원하기 위해서 약 2,892억원을 지원하기로 계획을 수립하였다. 그리고 2005년 말까지 국고 543억원을 지원하여 4,247개의 오수처리시설을 설치하였다. 그 지원비율은 국고 50%, 지방비 30%, 자부담 20%로 정했다.¹⁾

경기도에서는 오수처리시설 소유자의 시설개선 및 위탁관리를 장려하기 위해 오수처리시설 개선 및 위탁관리비 지원사업을 시행하고 있다.

경기도 광주시를 예로 들면 소유주가 자체 관리하는 오수처리 시설은 BOD, SS 20 mg/L 이하의 수질기준을 대부분 초과해 개선명령과 500만원 이하의 과태료 처분을 받고 있다. 이에 따라 광주시는 “오수처리시설개선 및 위탁관리비 지원사업”을 추진하고, 지원대상 시설은 음식점, 숙박업소, 공동주택(아파트 제외), 비영리시설, 근린생활시설, 기타시설(처리용량 5톤/일 이상인 시설- 단, 폐수배출설치허가 또는 신고를 득한 사업장은 제외)등이고, 오수처리시설 개선 및 위탁관리비에 대해서 도비 60%를 지원하고 있다. 이와 같이 도비를 지원하기 위한 위탁관리비 표준가격을 Table 3에 나타내었다. 그리고 경기도의 오수처리시설의 위탁관리비 기준표를 참고로 100톤 이하/일은 약10~30만원/월, 100톤~200톤/일은 30~40만원/월 정도로 위탁관리비가 소요되고 있다.

경기도는 미가동 방지와 비정상적 가동과 같은 문제를 해소하기 위해 지난해부터 전국 처음으로 환경공영제를 도입, 공공기관에서 기술적 및 경제적 지원을 통해 오수처리 문제를 해결하고 있다. 경기도는 팔당 지역에 소재한 200톤 미만의 오수처리시설 위탁관리비를 월 최대 400만원까지 또한 시설개선비를 한 곳당 3천 700만원까지 지원하고, 위탁관리업체는 매주 2회 이상 처리시설의 상태를 점검하고, 정기적인 수질검사를 수행하여 오수처리가 효과적으로 이뤄질 수 있도록 하고 있다.³⁾

Table 3. 경기도 오수처리시설 위탁관리비 기준표

규격(톤/일)	금액(원/월)
1~19	117,660~134,220
20~39	135,120~152,580
40~59	153,540~230,100
60~79	231,060~248,520
80~99	249,420~266,880
100~119	283,860~304,380
120~139	305,460~325,980
140~159	327,060~347,580
160~179	348,660~369,180
180~199	371,260~390,780

하수도법은 도시계획 측면과 인구 밀집 정도 등에 의해 하수처리구역을 설정하여 생활하수를 하수종말처리장에서 처리하는 반면에, 오수분뇨 및 축산폐수의 처리에 관한 법은 하수처리구역의 지역에 대한 수질오염 저감에 중점을 두고 오수처리시설의 설치를 의무화하여 생활하수를 처리하고 있다. 특히 하수도법 제9조에 의하여, 하수처리구역은 공공 하수도관리청이 고시한 지역으로서 하수도로 징수만으로 주민의 책임은 다한 것으로 볼 수 있다. 그러나 하수처리구역 외 지역은 오수처리시설 설치비용과 운영관리비를 부담해야 하는데 이 비용이 하수도 요금보다 크고, 유지관리 의무가 주민에게 있어 부실 운영에 대한 법적 책임을 주민이 지게 된다. 또한 법 적용에 있어 하수도법의 규제사항은 벌칙 6개 행위와 과태료 8개 행위에 불과하나 오수분뇨및축산폐수의처리에관한법의 경우 벌칙 43개 행위와 과태료 30개 행위로 하수처리구역내 지역과 하수처리구역외 지역의 차이가 크다.³⁾

최근 특별대책지역에서 오수처리시설의 수질기준이 강화됨에 따라 전문적 처리기술이 없는 개별 오수처리시설이 문제될 것으로 예상된다. 현실적으로 전문성이 없는 주민에게 그 기준을 준수토록 강요하는 것은 현실을 무시한 행정이며, 하수처리구역은 국가 및 자치단체에서 설정하기 때문에 그에 따른 의무와 책임은 국가 및 자치단체에 있으나, 하수처리구역외 지역에서의 생활오수처리에 대한 책임은 주민이 지게 된다. 따라서 향후 정책은 하수와 오수정책이 일원화되어야 할 것으로 보이며, 이 경우 하수 및 오수처리주체는 정부 및 자치단체가 되어야 한다. 국가의 하수처리서비스의 제공 의무와 형평성을 고려하면 앞으로는 하수처리대책지역 뿐만아니라 예정지역, 외지역에 대한 설치 및 운영관리에 소요되는 경비도 지원하는 것이 필요하다.

Fig. 1에 개별처리(하수처리구역외)와 공공처리(하수처리구역)를 구분하는 오폐수처리계통도⁴⁾를 보였다.

3. 오수처리와 관련된 환경정보화사업 분석

3.1. 환경기초자료수집종합전산망 구축사업

1996년도에 (지방)환경관리청 및 지방자치단체에서 생산되

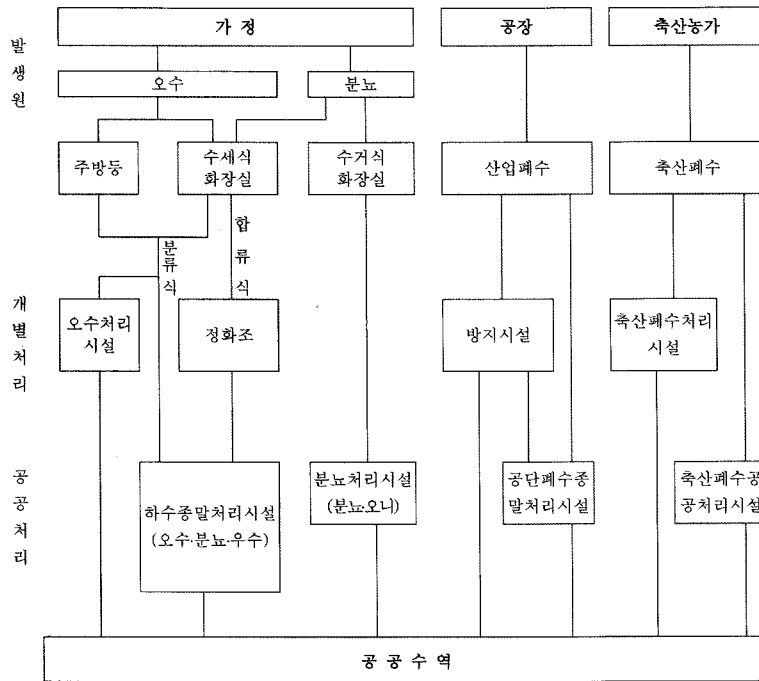


Fig. 1. 오·폐수 처리계통도.

는 환경관련 기초자료에 대한 체계적인 기틀을 마련하기 위해서 “환경기초자료수집 종합전산망 구축사업”이 실시되었으며, 과학적인 수계관리 및 수질정책수립 지원을 위해 Table

4와 같이 “환경정보화촉진시행사업”이 실시되었고, 환경기초자료수집시스템을 환경행정통합시스템으로 통·폐합하기 위한 환경행정통합시스템 구성도를 Fig. 2에 보였다.⁵⁻⁸⁾

Table 4. 환경정보화촉진시행사업의 주요 추진실적

사업명	주요 추진실적
환경기초자료수집종합전산망 개발 ('96~'97)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 환경관리청, 지자체에서 생산되는 배출업소관리, 폐기물관리, 하수처리시설 등 환경관련기초자료를 온라인으로 수집하고 DB화하는 시스템 구축(98.4월 시험가동) - '98.9월말 272개 지자체 환경관련부서와의 통신망 구축은 98% 완료
한강유역 수질환경정책수립지원 시스템 개발 ('97~'98)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수계관리 및 수질환경정책수립 지원을 위하여 한강유역의 오염원 조사 및 DB 구축, 수질모델링 기법을 활용한 응용시스템 개발 - 환경기초자료수집종합전산망의 수정·보완을 통한 지방자치단체의 수질관련 자료의 입력체계 구현 - 한강권역 수계환경기초조사 및 「물관리공동이용망」을 통해 오염원, 오염물처리시설, 오염도, 수리·수문자료 등의 자료를 DB화 - 수질예측모델시스템 개발 - 오염물질삭감계획수립시스템 개발 - 수계별/배수구역별 적정 목표수질 설정, 배수구역별/지자체별 적정 오염물질배출량 산정, 오염원별 삭감량 할당, 최적 환경기초시설 설치 지원
금강·영산강권역 수계환경기초조사 및 4대강권역 수질환경정책수립지원 통합시스템 개발 ('98~'99)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 금강·영산강권역 수계환경기초조사 - 오염원 DB, 오염물처리시설 DB, 수질·수리·수문 DB 구축 및 수질예측모델링, 수질보전계획 수립 ○ 4대강권역 수질환경정책수립 지원을 위한 지리정보시스템 구축 - 한강, 낙동강, 금강, 영산강권역 등 4대강 권역의 오염원 DB를 행정구역별, 배수구역별 수치지도와 연계한 지리 정보시스템 구축 ○ 환경기초시설 설치사업 관리체계 구축 - 하수종말처리장, 하수관거, 분뇨처리장, 축산폐수공동처리장, 공단폐수종말처리장, 합병정화조 설치사업이 대상 - 가동중인 환경기초시설처리현황 조사로 오염물질 배출량을 산정 - 오수처리시설, 정화조 설치 신고 수리 및 관리를 조사하여 구축
○ 환경기초DB 및 정보 시스템 기반구축('99~2000)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 환경기초자료 확보 등을 통한 환경행정정보화 기틀 마련 - 환경시설물 TM좌표(15만건), 환경기초자료DB(500만건) 구축
○ 환경행정통합시스템구축 (2001)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 오염물질 배출사업장 전수조사자료, 환경기초시설 자료 등을 속성자료로 개선하여 환경기초자료수집 시스템을 환경행정통합시스템으로 통·폐합 - 오수정화시설 설계시공등록, 운영현황, 행정처분 등을 속성자료화

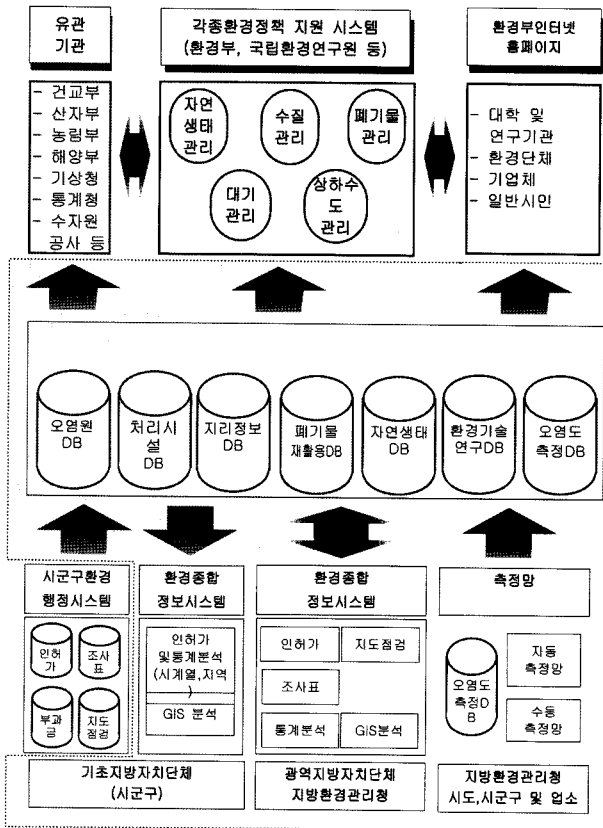


Fig. 2. 환경행정통합시스템 구성도.

3.2. 물환경정보시스템

4대강 수계 물관리종합대책 및 특별법 시행에 따라 수행되는 유역관리제도, 오염총량관리제 등 신규 업무를 지원할 수 있도록 물환경 관련 기초자료 및 분석자료를 제공할 수 있는 물환경정보시스템의 개발사업이 진행 중에 있으며 Table 5에 단계별 주요 추진실적과 추진목표를 나타내었다.⁵⁻⁸⁾

Table 5. 물환경정보시스템 사업의 단계별 주요 추진실적과 추진목표

단계	사업명	주요 추진실적 및 추진목표
1단계 (2003)	물환경기초자료관리시스템 구축(Data-Bank)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 환경기초자료의 정확도 관리를 통한 기초자료 수집·제공체계 구축 및 기초자료의 표준화 추진 - 오염원 자료와 측정망 자료 속성정보 DB 구축과 지리정보 데이터베이스 구축 - 생활계, 축산계, 산업계 등에 대한 부하량 산정을 위한 시스템 구축 - 공장폐수처리, 우수·분뇨 및 축산폐수처리의 발생과 처리에 대한 보고서 매년 발간
2단계 (04~05)	수질오염예경보시스템 구축	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수질자동측정망과 연계한 돌발적인 수질오염 사고 예경보체계 구축 - 수계별 오염총량관리제 기본 및 시행계획 수립을 위한 시스템 구축 - 배출업소 추적시스템 확대 구축
3단계 (2006)	오염부하량관리시스템구축	<ul style="list-style-type: none"> ○ 오염부하량산정시스템 구축 ○ 오염부하량시나리오분석시스템 구축 ○ 오염부하량 통계분석 및 서비스 시스템 구축
4단계 (2007)	물환경기초자료분석시스템구축	<ul style="list-style-type: none"> ○ 물환경기초자료 분석방법론 개발(보고서) ○ 정확도 관리에 기반한 기초자료 분석체계 구축 ○ 수질예측 및 비점오염원 관리기반 구축 ○ 국민참여형 대국민서비스 체계 구축
5단계 (2008)	물환경정책지원시스템 구축	<ul style="list-style-type: none"> ○ 정책지원을 위한 의사결정방법론 개발(보고서) ○ 수질예측 및 비점오염원 관리시스템 구축 ○ 기초자료 분석 및 예측에 기반한 정책지원체계 구축

4. 우수처리시설 원격모니터링 및 유지관리시스템

4.1. 원격모니터링 가동상태확인시스템

우수·분뇨및축산폐수의 처리에 관한 법률 제9조 및 동법 시행규칙 제15조 별표 3의 규정에 의하면 가동상태확인기기를 정의하는 내용은 다음과 같다.

우수처리시설을 전원을 필요로 하는 처리방법으로 설치하는 때에는 전력사용량 및 전원의 공급·차단시간을 기록하여 판독할 수 있는 기기(이하 “가동상태확인기기”이라 한다)를 설치하여야 한다. 이 경우 가동상태확인기기는 계량 및 측정과 관련한 법률 제20조의 규정에 의한 전기시험분야의 공인시험·검사기관이 다음 각목의 요건에 적합한지를 검사한 것이어야 한다.

- 가. 전원의 공급 및 차단여부를 기록할 수 있어야 한다.
- 나. 일일 전력사용량을 적산하여 이를 1년 이상 저장할 수 있어야 하며, 전력사용량의 오차는 5퍼센트 미만이어야 한다.
- 다. 가동상태확인기기는 자료를 외부로 전송하거나 출력할 수 있는 구조이어야 한다.
- 라. 외부에서 자료를 변경할 수 없는 구조이어야 한다.
- 마. 가동상태확인기기의 외부에 접지용단자가 있어야 한다.

현행법 14조의 2를 보면, 준공검사 후 방류수수질기준을 초과한 경우라면 시공자에게 시설의 개선·대체·폐쇄 또는 시설의 가동상태를 확인할 수 있는 기기의 설치 등 필요한 조치를 명할 수 있고, 우수·분뇨 및 축산폐수의 처리에 관한 법률시행규칙 제30조의 관리기준에서 우수처리시설의 전원을 끄거나, 가동상태확인기기를 고의로 작동하지 아니하는 행위와 같이 각종 기기를 부적절하게 운영관리 한 때에는 건축주 또는 관리자가 개선 명령을 받도록 규정하고 있다.

이와 같이 오수처리시설에 가동상태확인기기를 법으로 지정하여 의무적으로 설치하도록 한 목적은 오수처리시설의 수질이 개선되지 않을 때 오수처리시설의 성능이 나쁘지, 자체 관리하는 건축주가 전기로 절약을 목적으로 오수처리시설을 미가동한 것에 의한 것인지, 또는 위탁관리자가 운영비(전기료 등) 절감을 위해서 미가동한 것 인지를 감시하기 위한 것으로서, 미가동에 의해 방류수질기준을 초과 할 때 건축주와 위탁관리자 사이에 과태료 납부의 의무를 서로 전가하는 분쟁이 발생하여 책임자를 구별할 목적과 오수처리시설의 부적정 운영으로 발생하는 환경오염 문제를 사전에 예방하는 목적으로 법에 의해 의무적으로 가동상태확인기기를 설치하도록 하였다.

그러나 법이 적용되고 실행하는 과정에서 다음과 같은 문제점들이 제기되고 있으며 이에 대한 개선이 요망되고 있다.

- 1) 가동상태확인기기 설치시기에 대한 문제
- 2) 오수처리용량에 따라 가동상태확인기기의 설치여부에 대한 문제
- 3) 기존의 적산전력계와 가동상태확인기기의 2중설치 문제
- 4) 가동상태확인기기의 가격이 높아 신뢰성이 없는 값싼 가동상태확인기기를 선호하는 문제
- 5) 정화조 제조사가 가동상태확인기기를 구매 설치하고 있어 정화조 제조사가 품질 좋은 가동상태확인기기를 구매할 경우에는 자사가 제작한 정화조의 문제점이 보일 수 있기 때문에 간혹 고장이 잘 발생하는 가동상태확인기기를 선호하는 문제
- 6) 전수공인시험 성적서도 없고 검사봉인도 없는 가동상태확인기기의 정상동작 유무를 믿을 수 없다는 문제
- 7) 천재지변으로 가동상태확인기기의 전원이 차단되어 수질기준이 초과되는 문제
- 8) 기존의 컴퓨터 자체내장프로그램에 의해 모든 기계의 가동, 정지등 조작상태를 기록 저장하고 있지만 계량 및 측정에 관한 법률 제20조 규정에 의해 검사를 받거나 가동 상태확인기기를 중복 설치하여야 하는 문제
- 9) 오수처리시설의 부정적 운영 또는 가동상태확인기기의 전원을 고의로 끄는 등으로 수질기준 초과 시 과태료 처분 대상이 건축주인지 오수처리시설시공자인지, 위탁관리자인지 구분이 어렵다는 문제
- 10) 오수처리시설의 구성품들 중에서 일부분의 고장난 기계를 수리할 경우 가동상태확인기기의 전원을 차단하여 모든 구성품의 가동이 중단되는 문제
- 11) 가동상태확인기기는 전자제품이며 다수의 기능이 포함되어 있어 건축주 또는 위탁관리자도 역시 작동법이 어렵고 가동상태확인기기의 메뉴얼이 복잡하다는 문제

가동상태확인기기는 오수처리시설의 전력사용량 및 전원의 공급, 차단시간을 기록하여 관독할 수 있는 기기로서 오수처리시설의 가동상태를 확인할 수 있는 감시 장치이다. 이와 같은 기기의 가장 기본적인 기능은 오수처리시설의 가동상태를 감시하는 기능이므로 가동시간과 전력사용량을 적

산하여 1년 이상 적산, 저장할 수 있는 시스템이어야 한다. 그리고 기록된 자료를 외부로 전송 또는 출력할 수 있는 구조(외부에서 자료 변경 불가)이어야 한다. 따라서 본 시스템은 전력량 계산을 위해 각 모터의 단에 전류검출 센서를 두고, 이를 원칩 마이컴에서 처리하여 외부 플래시 메모리에 각 시간대별 사용시간과 전력량을 기록하여야 하며,^{9,10)} 전력검출을 위한 전류검출 센서 입력부와 모터의 동작상태를 기록하고 관독하기 위한 데이터 저장 및 표시부를 갖고 있어야 한다.¹¹⁾ 또한 가동상태확인기기의 기본 목적인 사용전력량의 적산, 전원차단시간과 같은 가동정보를 저장, 전송 및 출력하는 기능 이외에 추가적으로 원격모니터링과 원격유지관리를 위해 로컬장치로서 네트워크 시스템의 구성, 오수처리시설의 펌프와 브로어 등을 구동제어하기 위한 모터제어부의 포함 및 과전류 또는 오작동에 대한 경보 기능이 포함되어야 한다. 그리고 시스템의 동작모드 설정방법의 결정, 전력검출회로의 설계, 마이크로프로세서에 의한 하드웨어적 제어부의 개발이 필요하다.

로컬에 위치한 오수처리시설의 가동상태확인기기로부터 가동상태 정보를 원격지의 관리센터의 PC에서 확인하기 위하여 데이터의 원격전송을 가능하게 하는 이더넷 모듈로 구성될 필요가 있다. 상기와 같이 원격지에서 오수처리 감시장치로서의 역할을 수행하는 가동상태확인시스템의 구성을 Fig. 3에 나타내었다.

또한 원격지의 관리센터에 위치한 중앙의 웹서버와 로컬에 위치한 오수처리시설 가동상태확인시스템의 상태정보를 인터넷망으로 전달하기 위한 통신 모듈로서 TCP/IP(Transmission Control Protocol/Internet Protocol) 변환기를 탑재한다. 여기에서 중앙관리센터 컴퓨터의 운영소프트웨어는 이더넷 모듈을 이용하여 각 지역에 산재되어 있는 가동상태확인시스템들의 전력사용량, 정상동작 여부, 임의전기차단, 과전류 발생 등의 주요 가동정보에 대한 데이터를 전송 받아 이를 저장, 분석할 수 있는 기능을 수행하며, 프린터로 출력할 수 있도록 한다. 이와 같은 내용을 Fig. 4에 보였다.

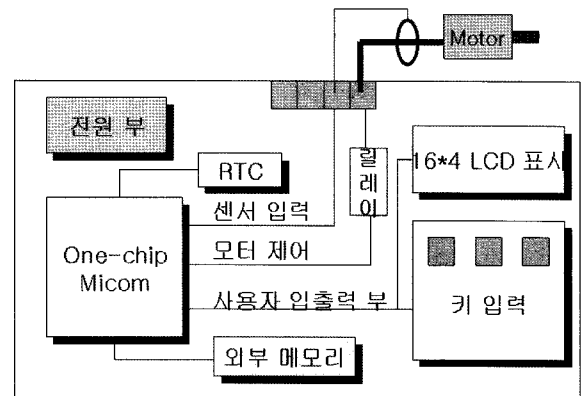


Fig. 3. 가동상태확인시스템의 구성도.

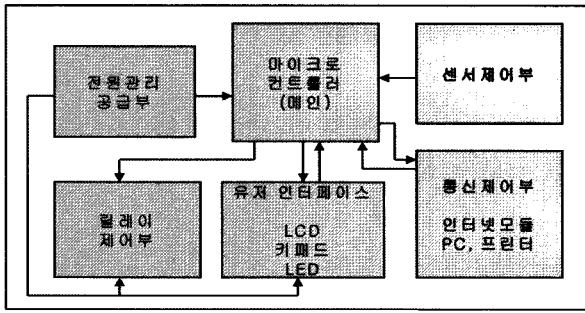


Fig. 4. 모니터링 장치의 Block Diagram

가동상태확인시스템은 시스템의 동작 명령에 따라 동작 상태를 계속 모니터링 한다. 이 모니터링 데이터는 시스템 내부의 플래시 메모리에 기록하게 되고, 매 10분마다 시스템 내부의 이더넷 모듈을 이용하여 중앙관리센터의 서버 PC에 네트워크로 접속된다.

4.2. 원격모니터링 가동상태확인시스템의 구성

가동상태확인시스템의 내부구성과 동작은 크게 4가지 부분으로 구분된다. 즉, 가동되는 시설의 외부 환경적 영향으로부터 하드웨어를 효과적으로 격리시키기 위한 완충부와 모터 구동을 위해 소모되는 전력량을 검출하기 위한 센서를 갖는 전력 검출 입력부 및 가동 제어정보를 처리하는 마이크로프로세서 제어부와 마이크로 프로세서를 통하여 처리된 각종 데이터를 중앙의 컴퓨터에 전송하기 위한 모듈 등으로 구성한다. 완충부는 가동상태확인시스템의 외부 요인(펌프, 브로어 등과 같은 모터)과의 전기적으로 격리시키기 위해 광트랜지스터를 이용하고, 원칩 마이크로컴퓨터 제어회로에서 오수처리시설의 모터구동을 제어하며, 사용 전압과 전력에 대한 검출된 신호는 디지털 정보로 변환하고 저장된 후, 주요 가동정보를 LED 및 LCD 표시장치로 출력한다. 원칩 마이크로칩은 A/D 변환기를 갖는 AVR계열의 ATmega103(Atmel社)을 사용하였다. 원칩 마이크로칩은 전달된 신호를 가동시간과 전력사용량의 처리를 RTC(Real Time Clock)를 이용하여 함께 처리하며, 키 입력 자료에 따라 릴레이를 구동하여 모터 제어동작을 수행한다. 메모리의 경우 주요 자동제어 시스템의 가동정보의 기록 및 유지를 위해 플래시 메모리가 사용된다. 모바일 가동상태 확인시스템의 시스템 내부에 장착

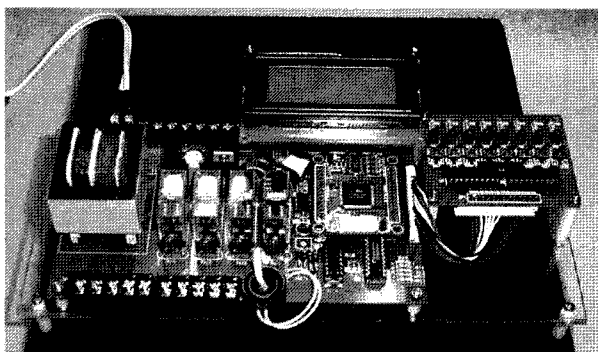


Fig. 5. Prototype 가동상태확인시스템의 내부사진.

된 이더넷 모듈을 이용하여 LAN에 연결하며, 서버와 데이터를 교환한다. 상기와 같이 하드웨어와 운영소프트웨어에 의해 제작된 프로토타입의 가동상태확인시스템 내부사진은 Fig. 5와 같다.

4.3. 모니터링시스템의 활용방안

원격 모니터링시스템을 설치하는 경우 오수처리시설과 같이 현장에 상주하는 전문관리자가 없거나 항시 관리가 필요치 않는 경우에 현장의 상황 파악이나 발생될 수 있는 사고에 대비할 수 있으며 무인으로 운영되는 처리시설에서의 사고발생, 원인파악 및 대책수립 등이 원격지에서 이루어 질 수 있다.

원격으로 관리할 수 있는 오수처리시설의 가동상태확인시스템의 경보시스템을 사용해서 비정상적인 운전과 운전과정에서 발생 가능한 다양한 형태의 이상 및 문제점을 원격감시시스템과 실시간으로 상호 접속하여 시스템의 오작동 및 공정이상과 같은 경보상황을 오수처리시설 위탁관리자에게 전달함으로써 오수처리시설의 문제점을 현장에서 즉시 해결할 수 있다.

또한, TCP/IP를 이용하여 오수처리시설의 주요 가동상태(가동중지, 과부하, 이상경보, 임의전원차단 등) 데이터를 원격지 위탁관리업체의 데이터베이스 서버에 저장할 수 있어 위탁관리를 의뢰받은 다수의 오수처리시설들에 대한 특성자료, 관리자료, 운전자료 등이 시스템화 됨으로서 이와 같은 전산자료를 건축주에게 설명해주게 되어 위탁관리자의 신뢰성이 높아져 지속적인 위탁관리의뢰가 이루어지고 위탁관리업체의 수익성 증대가 가능하다.

무인화시스템을 도입하는 경우 가동상태의 정보를 연속적으로 위탁관리자에게 전달함으로써 통상 주 1~2회 현장 방문하는 것을 문제발생 시에 방문함으로써 관리의 비효율성을 줄이고, 다수의 오수처리시설을 관리하는 위탁관리자의 방문회수를 줄여서 오수처리 시설을 집중관리 할 수 있는 현장 관리시간이 증대되어 최적화된 운전을 도모할 수 있고, 관리경비 등의 비용절감효과 등을 기대할 수 있다.

일선 담당공무원들의 실질적인 점검은 대상 개소수의 과다로 어려운 상태이므로, 가동상태확인시스템을 이용해서 지역내 산재된 다수의 오수처리시설의 가동정보를 위탁관리업체의 운영자가 확인함과 동시에 위탁관리업체에서 수집된 가동정보 자료가 실시간으로 지자체 또는 담당공무원에게 전달되게 하면, 지도점검대상을 무작위로 선정하기보다 사전에 문제발생 가능성이 높은 오수처리시설을 조사해서 점검대상을 줄일 수 있어 공무원의 지도점검 업무량을 줄일 수 있다.

TMS 기술의 발달, 하드웨어의 급격한 성장, 소프트웨어의 다양화, 네트워크 기술의 발달로 원격 수질모니터링시스템의 개발이 가능하게 되었다. 이와 같은 수질모니터링시스템은 오수처리시설 내의 pH, DO, 수위 항목 등에 대한 수질데이터를 초고속 통신망을 이용해서 원격 모니터링할 수 있어 유입원수의 수량과 수질조사가 가능하고, 실시간 수량과 수질을 반영한 효율적인 운전과 수량과 수질 변화에 대응 가능

한 제어시스템을 구축할 수 있다. 그러나 수량과 수질 측정 및 제어까지 가능하도록 가동상태확인시스템을 개발하면 그 가격은 매우 높고, 오수처리시설과 가동상태확인기기의 설치 이외에 수질측정과 제어를 위한 각종환경측정제어기를 설치할 경우 그 자체의 가격이 높아서 오수처리시설에 수질모니터링시스템을 적용하는 것은 불가능하다. 따라서 오수처리시설의 pH, DO, 수위 항목에 대한 수질데이터를 초고속 통신망을 이용해서 원격 모니터링 시스템을 구축할 수 있도록 저가화 및 간편화, 실용화된 가동상태확인시스템의 개발이 필요하다.

또한 가동정보 뿐만 아니라 수질까지 모니터링을 할 수 있는 시스템을 개발하기 위해서는 투자가 필요하고 개발이 완료되어도 그 가격은 고가일 수 밖에 없다. 따라서 환경부의 오수처리시설 설치 국고지원 사업과 경기도의 오수처리시설 개선 및 위탁관리비 지원사업에서 수질모니터링을 포함하는 가동상태확인시스템의 개발비, 신규설치비용 및 교체비용을 지원하는 사업이 추가되면 크게 도움이 될 것이다.

현재, 환경부에서 추진된 주요 환경정보화 사업은 개별적 성과를 보이고는 있으나 대부분 단위업무 중심으로 추진되어 정보가 단편적·제한적으로 제공되고 자료의 신뢰성에 대한 한계를 드러내고 있다. 공공하수처리시설은 법령에 의해 감시와 관리되고 있지만 오수처리시설은 점오염원이지만 개인이 관리하고 있어 오염의 사각지대에 있다. 따라서 가동상태확인시스템에 의해 오수처리시설의 운영실태가 공개됨으로써 발생원관리가 가능하고 신뢰성이 있는 실시간 가동정보를 획득할 수 있다.

각각의 오수처리시설에서 발생하는 실시간의 신뢰성 있는 가동정보가 위탁관리업체의 담당자에게 전달된 후, 지자체 담당공무원이 실시간 모니터링하고, 시도 또는 국가가 관리하는 원격오수종합관리센터(가칭)에 전달됨으로서 전국차원의 오수처리시설관리모니터링시스템이 구축될 수 있다. 이와 같이 획득된 자료들은 수계관리에 근본이 되는 각 수계권역별 오염원 DB, 오염물질 처리시설 DB 등의 구축 사업과 연계되고, 배수구역별 목표수질 달성을 위한 오염물질 부하량 및 삭감량 산정사업에서의 신뢰도를 제고할 수 있다.

5. 결론

개별처리가 어려운 하수처리구역의 지역의 오수처리시설의 관리실태를 살펴보면 설계 오류에 의해 유입수의 과부하로 처리 효율이 저하되고, 주기적인 점검에서 운전오류가 제거 되지 않아 적정 수질 유지가 어렵다. 또한, 유지 관리자의 부재로 인한 적정 관리가 어려우며, 사용주의 인식 부재로 인한 송풍기 가동 중단 등의 문제점이 나타나고 있다. 점차 강화되는 수질기준과 항목에 대비하기 위해서는 생물학적으로 처리되는 오수처리시설은 끊임없는 관심과 관리가 있어야 처리기준을 달성할 수 있으므로 전문지식이 미흡한 건축주보다 자격과 전문지식을 보유한 위탁관리인이 적정 관리할 방안으로 위탁관리인 제도가 크게 도움이 될

것이다. 이를 위하여 환경부의 오수처리시설 설치 국고지원 사업과 경기도의 오수처리시설 개선 및 위탁관리비 지원사업의 지속적 추진이 요망되며 이를 위하여 아래와 같은 원격모니터링시스템 및 유지관리시스템이 설치되고 운영되어야 할 것이다.

첫째, 가동상태확인시스템의 기본 목적인 사용전력량의 적산, 전원차단시간과 같은 가동정보를 저장, 전송 및 출력하는 기능 이외에 추가적으로 원격모니터링과 원격관리를 할 수 있는 가동상태확인시스템이 설치되어야 한다. 이 시스템을 이용함으로써 전기료절감을 위한 미가동 등으로 수질기준 초과 시 과태료 처분 대상이 건축주인지, 시공자인지, 또는 위탁관리자인지를 구분할 수 있으며, 설치시설의 미가동 등의 파악에 의해 수질환경오염이 방지될 것이다. 그리고 다수의 오수처리시설에 대해서 원격으로 가동정보를 모니터링하고 원격위탁관리 할 수 있도록 가동정보가 인터넷망으로 전달되는 가동상태확인시스템이 운영되어야 한다.

둘째, 오수처리시설의 가동정보 이외에 pH, DO, 수위 항목에 대한 수질데이터까지 원격유지관리 및 원격모니터링될 수 있는 저가의 가동상태확인시스템의 개발이 필요하고, 가동정보 뿐만 아니라 수질까지 모니터링을 할 수 있는 시스템을 개발하기 위해서 국고지원 사업에서 적극적 지원과 개발이 완료 된 후에는 국고와 도비 지원 사업에 의해 신규설치비용 및 교체비용을 지원할 수 있는 각종 지원사업이 필요하다.

셋째, 환경부의 환경기초자료수집 종합전산망 구축 사업에서 환경정보가 단편적·제한적으로 제공되고 자료의 신뢰성에 대한 한계를 드러내고 있어 원격모니터링과 원격관리가 가능한 가동상태확인시스템을 이용해서 실시간이며 신뢰성 있는 오수처리시설의 정보를 획득할 수 있는 방안이 제시되어야 할 것이며 이를 위한 가칭 원격오수종합관리센터의 설립을 검토할 필요가 있다.

참고문헌

1. 환경부, 환경백서(2006).
2. 환경부, 오수처리시설지원사업(2002).
3. 신은철, 인천연안 도서지역 오수처리시설의 효율적 위탁관리방안 연구, 인천지역환경기술개발센터(2007).
4. 환경부, 오수·분뇨 및 축산폐수처리에 관한법령 질의회신집(2004).
5. 환경부, 99년도 환경정보화촉진시행계획(1998).
6. 환경부, 2001년도 환경정보화촉진시행계획(2000).
7. 환경부, 2005년도 환경정보화촉진시행계획(2004).
8. 환경부, 2007년도 환경정보화촉진시행계획(2006).
9. 한응교, 최만용, 장경영, 노병욱, 정밀계측기술, 동일출판사(1998).
10. 정두환, 아날로그 디지털 IC, 성안당(1990).
11. 전경일 최원근, 마이크로컴퓨터 구조, 웅보출판사(1996).