

소규모 현장 오수처리시설의 통합관리를 위한 모니터링 시스템 설계 및 운영 프로그램 개발

Design of Monitoring System for Integrated Management of On-site Wastewater
Treatment Plants and Development of its Operation Program

*조 영 현 · 권 순 국 (서울대)

*Cho, Young-Hyun · Kwun, Soon-Kuk

Abstract

The monitoring system for integrated management of on-site wastewater treatment plants(biofilter) was designed and its operation program was developed. In design process, the research on monitoring parameters which will be able to represent condition and operation of the pilot plants was accomplished, and these parameters came to reveal with ORP(Oxidation-Reduction Potential), water level, pump and power on/off. Proposed monitoring system is composed with measurement, control, communication and display device, and PCB(Prototype Circuit Boards) and microcontroller (PIC16F877) technique are applied to its design of control device for performing specific function. also, The operation program of PC setup is developed in order to provide a convenience to the manager.

I. 서론

일반적으로 인구가 분산되어 있는 농촌지역에서의 오수처리시설은 소규모 분산처리의 형태가 적합하다. 이러한 시설은 소규모이면서 처리효율이 높아서 수질기준을 만족할 수 있어야하고, 상주 관리자를 두지 않는 순회관리방식으로 안정된 처리수질을 얻을 수 있음은 물론, 경제적이면서 유지관리가 손쉬워야하는 조건을 동시에 만족할 수 있어야 한다. 이에 최근 농촌지역에 보급된 흡수성 biofilter는 소규모 현장 오수처리시설로서 설치비용과 처리효율 면에서 상당한 효과를 입증하고 있다.(권순국 등, 2000) 그러나, 분산된 시설마다 고가의 전문인력을 배치하여 유지관리 한다는 것은 불가능하므로 이러한 운영상의 어려움이 해결되어야만 농촌지역에 확산 보급될 수 있을 것이다. 다행히 흡수성 biofilter는 슬러지 발생이 거의 없는 특징을 지니고 있어 유지관리가 간편하다는 장점은 있으나 최소한의 관리는 필요하다.

따라서, 본 연구의 목적은 소규모 현장 오수처리시설 즉, 흡수성 biofilter에 전자공학관련 기술을 도입(한기봉 등, 2001), 적합한 모니터링 시스템 관리체제의 구축을 통하여 현장에 이상 발생 시 관리자에게 자동 통보하여 그 전문관리인력이 즉각적인 조치를 취하게 하면서 제한된 인력으로 많은 시설을 한꺼번에 관리할 수 있도록 하여 흡수성 biofilter시설의 지속가능하고도 안정적인 오수처리를 구현할 수 있도록 하는데 있다.

II. 재료 및 방법

본 연구에서는 우선, 모니터링 대상항목을 선정하기 위하여 현재 서울대학교 농생대 구내의 여자 기숙사에 설치되어 있는 Biofilter Pilot Plant를 하나의 시범적인 소규모 현장 오수처리 시설로 간주하고 이를 원활하게 운용하는데 장애가 될 수 있는 사항들을 중심으

로 연구를 진행하였다. 선정된 모니터링 대상항목으로부터 모니터링 시스템의 측정, 제어, 통신 및 연시장치를 설계하였으며, 그 측정장치에는 ORP, 플로트 센서 및 유수 감지기, 제어장치에는 PCB의 적용을 전제로 하여 OrCAD, microcontroller인 PIC16F877(Microchip Technology Inc., 2001) 및 각종 전자부품을 사용하였고, DTMF 통신을 위한 voice 모뎀과 컴퓨터 내의 LPT 포트를 통신 및 연시장치의 부품으로서 사용하였다. 또한, 설계된 모니터링 시스템을 운영하기 위한 프로그램 개발은 Windows98을 갖춘 컴퓨터를 기반으로, MPLAB, PICALL 및 Java Standard Edition 1.4를 사용하였으며(Chun et al., 2000), 설계·개발된 모니터링 시스템 및 운영 프로그램을 실제의 시범시설에 구축, 원하는 항목 별로 인위적인 운영결함을 가함으로서 모니터링 시스템의 적용 및 기능을 평가하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 모니터링 대상항목

Biofilter Pilot Plant는 Fig. 1과 같은 구성을 가진다. 이러한 구성으로부터 각각의 처리공정에서 발생할 수 있는 문제들을 중심으로 처리·운용상의 장애가 될 수 있는 사항들을 살펴봄으로서 모니터링 대상항목(monitring parameter)을 결정하였다. 특히, 호기조(Absorbent Biofilter Tank)와 유량조정조(Pump Chamber)의 공정에 연구의 주안을 두었는데, 이로부터 호기조의 호기성 상태유지, 유량조정조의 일정 수위(유량)유지와 펌프작동 시스템의 전체에 대한 전원공급 등의 문제발생 요인들을 찾을 수 있었다. Table 1은 이렇게 선정된 모니터링 대상항목을 나타낸 것이다. 여기서, 보통 오수처리시설에 적용되는 예가 많은, ORP(Oxidation-Reduction Potential)는 산화환원전위로서, biofilter가 호기성 조건에서 생물학적방법을 이용해 오수를 처리하는 공법이기 때문에 그 호기성의 지표로 사용하여 적절한 운전범위를 설정하기 위하여 도입한 것이다.(김갑수 등, 1989)

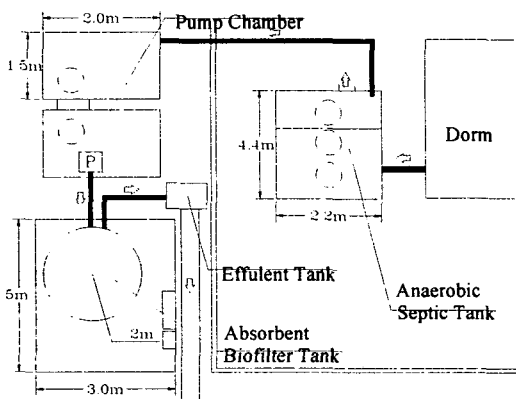


Fig. 1 Schematic diagram of Biofilter pilot plant

Table 1 Monitoring parameters selected in checking Biofilter performance

Parameter	Treatment Process	Objective of the monitor
ORP	Absorbent Biofilter Tank	Identification of the inside condition(anoxic/aerobic)
Water Level	Pump Chamber	Identification of the flow amount(excess/short)
Pump on/off	Pump Chamber	Identification of the pump breakdown
Power on/off	Biofilter Pilot Plant	Identification of the power breakdown

2. 모니터링 시스템

가. 측정장치

선정된 모니터링 대상항목을 측정하기 위한 장치를 Fig. 2와 같이 설계하였다. 각 장치들로부터 측정된 데이터는 아날로그(analog)와 디지털(digital)의 신호로 제어장치로 입력되며, ORP의 경우는 아날로그 값으로 일정량을 저장, 현장에서 모니터 할 수 있게 하였다.

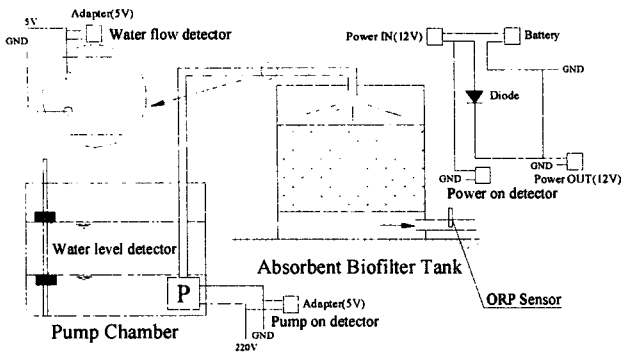


Fig. 2 The measurement device for monitoring parameter

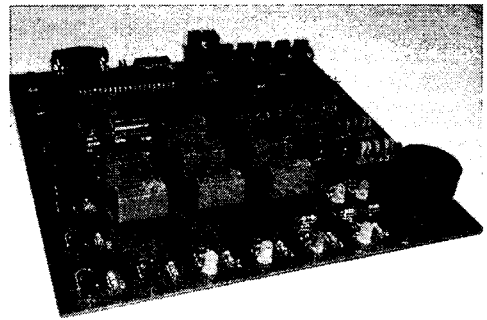


Fig. 3 The control device of monitoring system

나. 제어장치

모니터링 시스템 제어장치는 측정된 데이터를 PIC16F877에 의하여 수집, 저장 및 전송을 자동적으로 제어할 수 있도록 설계·제작된 장치로서 크게 입·출력부, 통신부, 그리고 전원부의 회로모듈로 구성되어 있으며, 직류 12V의 입력, 5V의 구동전원을 사용하도록 하였다.(Fig. 3) Fig. 4는 이러한 제어장치의 PIC16F877에 할당된 입·출력포트에 대하여 나타낸 것이다.

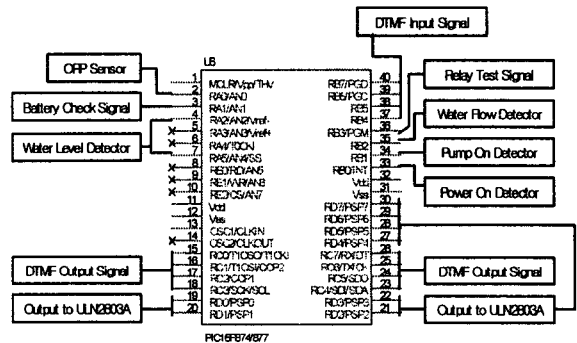


Fig. 4 The I/O port allocation of PIC16F877

다. 통신 및 연시장치

모니터링 시스템의 통신은 TELECOM/SERIAL Switch를 제어장치 상에 설계, 평상시에는 전화선을 이용한 DTMF 모드로 설정하여 데이터에 이상발생 시 즉각 관리자에게 통보되도록 하였으며, 필요시에는 Serial 모드로 변환, 컴퓨터와의 RS-232C 통신이 가능하도록 하였다. 또한, 연시장치는 PIC16F877의 출력포트 중 5개(RD0-RD4)의 ULN2803A로 전송되는 신호를 컴퓨터 내의 LPT 포트를 이용해 비상등(emergency lamp)과 부저(beep)를 작동시키는 방식으로 설계·제작하였다.

3. 운영 프로그램

설계된 모니터링 시스템을 운영하기 위한 프로그램은 크게 제어장치 PIC16F877의 구동을 위한 어셈블리 프로그램과 관리자 편의를 위한 PC용 프로그램으로 나누어진다. 앞의 프로그래밍은 ROM writing 이라고 불리는 것으로 본 지면에는 그 길이관계로 생략하였으며, Fig. 5에 현장의 이상발생 데이터를 연시장치에 전송하기까지의 과정을 프로그래밍 하여 관리자가 파악할 수 있도록 한 PC용 프로그램의 순서도를 도시하였다.

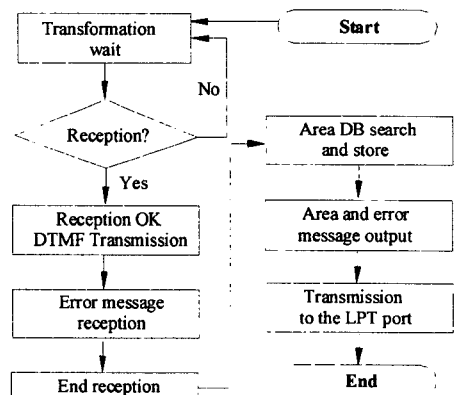


Fig. 5 The flowchart of operation program

4. 모니터링 시스템 구축 및 적용결과

모니터링 시스템의 구축은 Fig. 6과 같은 형태로 이루어 졌으며, 그 적용은 인위적인 운영결함을 두어, 수신되는 DTMF 프로토콜(protocol) 결과를 확인하는 방식으로 이루어 졌다.(Table 2) Fig. 7은 이러한 이상발생 시에 나타나는 프로그램 상의 화면을 보인 것이다.

Table 2. The output protocol of DTMF when error occurred

Parameter	Artificial error	Output protocol of DTMF
ORP	top range	##00000010*##
	bottom range	##00000011*##
Water Level	top level	##00000012*##
	bottom level	##00000013*##
Pump on/off	pump off	##00000014*##
	water flow off	##00000015*##
Power on/off	power off	##00000016*##

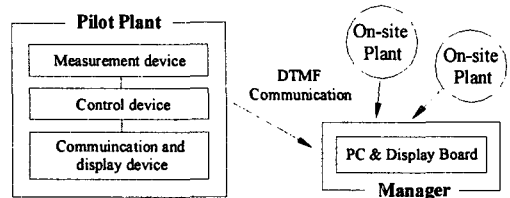


Fig. 6 The construction of monitoring system

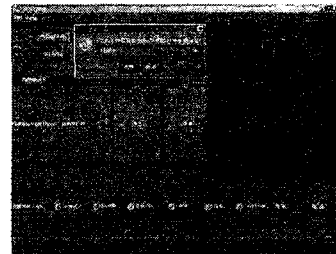


Fig. 7 The operation program of monitoring system

IV. 요약 및 결론

소규모 현장 오수처리시설(biofilter)의 통합관리를 위한

모니터링 시스템을 설계하였고, 이의 운영 프로그램을 개발하였다. 설계과정에서, 시범시설의 처리상태 및 운용을 대표할 수 있는 모니터링 대상항목에 대한 연구를 수행하였으며, ORP, 수위, 펌프 및 전원의 이상 유무를 그 측정항목으로 결정하였다. 목적하는 모니터링 시스템은 측정장치, 제어장치, 그리고 통신 및 연시장치로 구성되며, 그 제어장치의 설계에 PCB와 microcontroller (PIC16F877)의 기술을 적용하여 특정의 기능을 수행할 수 있도록 하였고, 이를 관리자가 편리하게 이용하도록 PC체제의 운영 프로그램을 개발하였다.

이렇게 구축된 모니터링 시스템을 시범시설에 실제 적용하여 운영, 그 기능을 평가해본 바 목적하는 결과를 얻을 수 있었으며, 앞으로 그 범위를 확대해 보다 많은 시설에 적용하여 본다면 제한된 전문인력으로 분산된 시설을 한꺼번에 관리하는 통합 모니터링 시스템 운영관리 체제의 구축이 가능할 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

1. 권순국, 김동열, 윤춘경, 김승희, 김철성, 2000, 농촌지역 오폐수처리용 한국형 Biofilter System 개발, 한국과학재단 산학협력연구 보고서 97-2-15- 03-01-3, 한국과학재단.
2. 한기봉, 이영준, 임연택, 권오상, 이인선, 이덕길, 안우정, 홍성민, 2001, 마을 하수처리시스템 구축에 관한 연구(I), 국립환경연구원.
3. 김갑수, 박철취, 최희철, 서재승, 1989, ORP를 이용한 하수처리의 효율적인 운전방법에 관한 연구, 한국건설기술연구원.
4. Microchip Technology Inc., 2001, PIC16F87X Data Sheet 28/40-Pin 8-Bit CMOS FLASH Microcontrollers, Microchip Technology Inc., USA.
5. Chun, J.K. and J.Y. Jun, 2000, Design of Simplified Food Process Controller based on One Chip Microcontroller, Food Engineering Progress, Vol. 4, No. 1: pp.14-18.