

소규모 현장 오수처리시설의 유지관리를 위한 Monitoring System 개발

Development of the Monitoring System for maintaining
On-site Wastewater Treatment Plants

조영현* · 권순국 (서울대)
Cho, Young Hyun · Kwun, Soon Kuk

Abstract

The monitoring system for maintaining on-site wastewater treatment plants(Biofilter) was developed. Proposed system applied PLC(Programmable Logic Controller) technique. In process of development, the research against the monitoring parameters which will be able to represent condition and operation of the plants was accomplished. These parameters are ORP(Oxidation-Reduction Potential), Water Level, Pump and Power on/off. Also, to measure, collect, transfer and display these parameters, DMU(Data Measurement Unit), MCU(Main Controller Unit) and Display Board were produced.

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 적합한 원격감시 시스템(Monitoring System) 관리체제의 구축을 통하여 현장에 이상 발생 시 원하는 수신자에게 자동 통보하여 중앙관리소에 상주하는 전문관리인력이 즉각적인 조치를 취하여 제한된 전문인력으로 많은 시설을 한꺼번에 관리할 수 있도록 하여 흡수성 Biofilter시설의 안정적인 오수처리를 구현할 수 있도록 하는데 있다.

II. 재료 및 방법

본 연구의 대상이 되는 장치는 Biofilter Pilot Plant로서 현재 서울대 농생대 구내의 여자 기
2001년도 한국농공학회 학술발표회 논문집 (2001년 10월 12일)

숙사에 설치되어 있는 소규모 현장 오수처리 시설이다. Monitoring System의 개발은 이러한 Pilot Plant를 하나의 시범적인 소규모 현장으로 간주하여 중앙관리소에 의한 관리체제를 구축함으로써, 앞으로 설치·운용될 여러 대수의 Biofilter Plant에 확장적용을 목적으로 한 것이다. 그 방법은 우선 PLC(Programmable Logic Controller)의 적용을 전제로 하여, 모니터링 대상 항목을 연구하였으며, 이로부터 필요한 기기(hardware)를 직접 설계·제작하는 순으로 진행하였다. 또한, 제작된 기기는 Micro-controller인 PIC16F87X(Microchip Tech. Inc., 2001)를 탑재, Rom Writing(Assembly Programming)을 통해 원하는 시스템을 구현할 수 있도록 하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 모니터링 대상항목의 결정

Biofilter Pilot Plant는 Fig. 1과 같은 처리과정(Treatment Process)을 가진다. 이러한 구성으로부터 각각의 공정에서 발생할 수 있는 문제들을 중심으로, 운용상의 장애가 될 수 있는 사항들을 살펴봄으로써 모니터링 대상항목(Monitoring Parameter)을 결정하였다. 특히, Plant의 기능에 있어서 핵심적인 역할을 하는 호기조(Absorbent Biofilter Tank)와 유량조정조(Pump Chamber)의 공정에 연구의 주안을 두었는데, 이로부터 시스템의 전원공급, 호기조의 호기성 상태유지, 유량

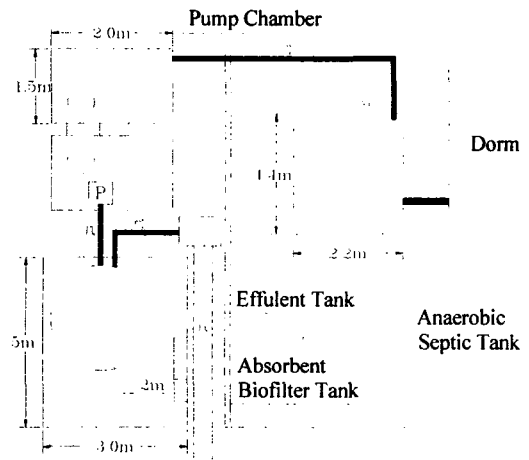


Fig. 1 Schematic diagram of Biofilter Pilot Plant

조절조의 일정 수위(유량)유지와 Pump작동(분사)등의 문제발생 요인들을 찾을 수 있었다.

Table 1은 결정된 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 호기성의 지표로 사용하여 적절한 운전범위를 설정하기 위하여 도입한 것이다.(김갑수 등, 1989)

Table 1 Monitoring Parameters on Biofilter Pilot Plant

| 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 | Whole Process | Identification of the Power breakdown |

2. 모니터링 시스템의 구성

모니터링 시스템은 Fig. 2와 같이 현장(On-site Plant)과 중앙관리소(Central Management Center)의 설비로 나누어 진다. 현장 설비는 모니터링 대상 항목을 측정하기 위한 데이터 수집장치(Data Measurement Unit), 수집된 자료의 저장·제어 및 전송을 위한 주 조정장치(Main Controller Unit), 그리고

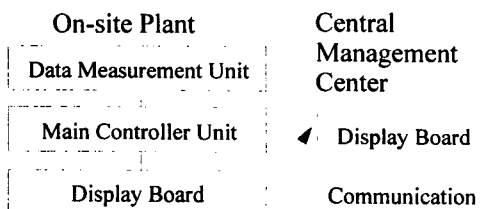


Fig. 2 Composition of Monitoring System

현장에서 시스템의 상태를 알 수 있도록 설계된 연시장치(Display Board)로 구성되어 있으며, 중앙관리소 설비는 모니터링 대상항목에 이상이 있을 때 전송될 자료의 연시를 위해 설계된 연시장치(Display Board)로 구성된다.

가. 데이터 수집장치

결정된 모니터링 대상항목으로부터 데이터 수집장치(Data Measurement Unit)를 설계하였다.

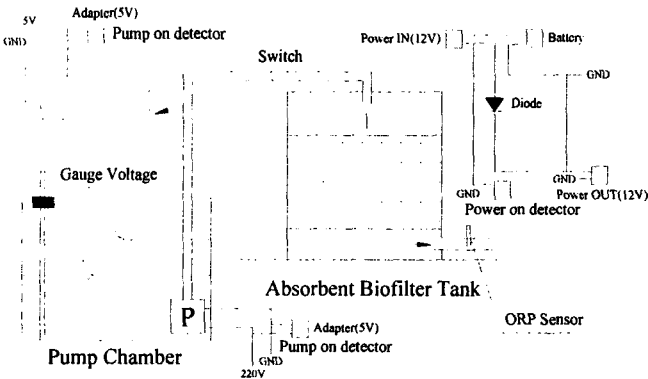


Fig. 3 Principles of Measurement (ORP, Water Level, Pump & Power on/off)

그 측정방법은 Table 2에 나타나 있으며, ORP와 유량조정조의 수위(유량) 데이터는 연속적인 Analog신호, Pump와 Power on/off는 순간적인 Digital 신호로 측정된다. Fig. 3은 이러한 측정원리를 보인 것이다.

Table 2 Methods of Measurement

| Parameter | Data Signal | Method |
|--------------|-------------|---------------|
| ORP | Analog | ORP Sensor |
| Water Level | Analog | Gauge Voltage |
| Pump on/off | Digital | Relay |
| Power on/off | Digital | Relay |

나. 주 조정장치

주 조정장치(Main Controller Unit)는 앞의 데이터 수집장치로부터 수집된 자료의 저장·전송을 자동적으로 제어할 수 있도록 설계된 장치이다. 12V의 입력전원 5V의 구동전원을 사용하며, Rom writing이 가능한 PIC16F87X 기종의 Micro-controller를 사용하여 자료의 입·출력 제어를 담당할 수 있도록 하였다. Fig. 4은 주 조정장치의 회로도 일부(Relay회로, 입·출력부회로)를 보인 것이다. 그림의 오른쪽 부분은 Relay회로로 Adapter의 Low(0V), High(5V)에 따라 Micro-controller에 각각 다른 입력신호를 줄 수 있도록 한 것(Pump, Power on/off신호)이며, 그 왼쪽아래 부분은 출력부회로로 8개(RD0-RD7)의 출력단자를 두어 연시장치(Display Board)로 데이터 전송이 가능하도록 설계한 것이다. 통신은 TELECOM/SERIAL Switch 두어

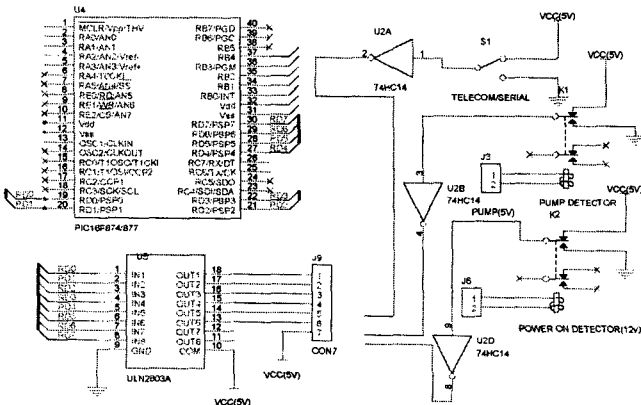


Fig. 4 Circuit of Main Controller Unit

수동으로 전환할 수 있도록 하여, 평상시에는 전화선을 이용한 Modem통신(단방향) Mode로 설정, 측정 데이터에 이상발생 시 중앙관리소에 즉각 통보되도록 하였으며(경보기능), 필요시에는 Serial통신 Mode로 설정, 컴퓨터와 RS-232C방법으로 연결하여 현장에서 일정량의 데이터를 내려 받아 간단한 모니터를 할 수 있도록 하였다.(Data Logger기능) 또한, 시스템 변경 시 편의를 위해 프로그램 변경을 위한 Rom Writer도 별도로 제작하였다.

다. 연시장치

연시장치(Display Board)는 현장 Plant와 이에 이상이 있을 때 송신될 중앙관리소에 설치를 목적으로 설계하였다. 이는 주 조정장치(Main Controller Unit)의 출력단자 중 6개(RD0-RD5)를 택하여 Table 3과 같은 데이터를 전송하고, Board에 그 상태를 연시(Display) 하도록 비상등(Emergency Lamp)과 부저(Beep)를 두는 방식으로, Fig. 4는 그 회로도를 나타낸 것이다.

Table 3 Output Data

| Port | Output data |
|------|--------------------|
| RD0 | Water Lever Emerg. |
| RD1 | Pump Emerg. |
| RD2 | Power Emerg. |
| RD3 | Beep |
| RD4 | Power On |
| RD5 | ORP Emerg. |

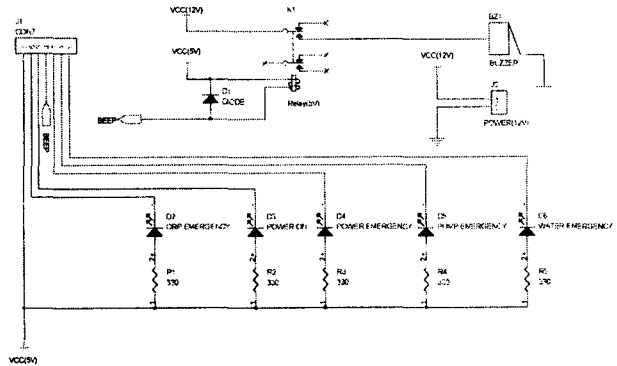


Fig. 4 Circuit of Display Board

IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 소규모 현장 오수처리시설인 흡수성 Biofilter의 유지관리를 위한 모니터링 시스템을 설계·제작 하였다. 설계의 과정에서 Biofilter Pilot Plant의 처리상태 및 운용을 대표할 수 있는 모니터링 대상항목에 대한 연구를 수행하였으며, 결정된 항목에 대하여 PLC(Programmable Logic Controller)의 적용을 위한 여러 장치들을 제작하여 원격감시 시스템(Monitoring System)의 구축을 구현할 수 있도록 하였다.

일반적으로 모니터링 시스템은 대규모의 하수종말 처리장이나 오수처리시설의 유지관리 자동화를 목적으로 많이 이용되고 있다. 하지만, 이러한 자동화를 위한 설비의 제작에는 상당한 비용이 소요되며, 적은 규모의 시설이라 할지라도 자체적으로 제작·운영하기에는 어려운 실정이다. 이에 반해, 본 연구에서 개발된 Biofilter 모니터링 시스템이 적은 비용과 간단한 기술로 원하는 모니터링 대상항목들을 쉽게 관측하고 즉각적인 조치를 할 수 있는 시스템이라는데 그 개발의 중요성이 있다고 판단된다. 따라서, 이러한 현장의 여러 곳에 분산된 소규모 오수처리 시설(Biofilter)의 상태를 원격지에서 알 수 있도록 개발된 모니터링 시스템은 앞으로의 흡수성 Biofilter의 운용과 유지관리를 용이하게 해 줄 것이며, 시설의 보급확산에도 기여가 클 것으로 생각된다.

참고문헌

1. 권순국, 김동열, 윤춘경, 김승희, 김철성, 농촌지역 오폐수처리용 한국형 Biofilter System 개발, 한국과학재단 산학협력연구 보고서 97-2-15-03-01-3, 한국과학재단, 2000년 10월: pp.68.
2. 김갑수, 박철취, 최희철, 서재승, ORP를 이용한 下水處理의 效率의인 運轉方法에 관한 研究, 한국건설기술연구원, 1989년 12월: pp.181.
3. Microchip Technology Inc., 2001, PIC16F87X Data Sheet 28/40-Pin 8-Bit CMOS FLASH Microcontrollers, Microchip Technology Inc., USA: pp.216.