

수질 시뮬레이터 및 통계적 분석기법을 이용한 하수처리시설 유지관리 시스템

홍승모 · 정연태 · 이광윤 · 이의신

대우건설 기술연구원 환경연구팀

The Maintenance System of a Sewage Treatment Plant Using Simulator and Static Analysis Method

S. M. Hong, Y. T. Sung · K. Y. Lee · E. S. Lee

Department of Environmental Research Team, Daewoo E&C

1. 서론

2004년말 현재 국내의 하수도 보급률은 78.8%이며, 전국 242개 하수종말처리장과 878개 마을하수 처리시설에서 약 2,100만톤/일의 하수를 처리하고 있다. 하수관거시설 연장은 78,105 km로서 하수도 정비기본계획상의 계획연장 119,520 km의 65.8% 수준에 이르고 있다.

현재 전국의 하수 종말 처리장 운영 실태를 조사하면, 교육 및 기술력 등의 부족으로 운영 및 유지보수 인력의 확보가 어려운 상황이며, 하수처리시설이 규모에 상관없이 늘어나 지역적으로 분산 설치되어 안정적인 수질확보가 어렵고 과대한 운영인력과 예산이 소요되고 있다. 이러한 불합리성을 해소하기 위해 하수처리시설의 통합운영관리의 필요성이 대두되었다.^{1~3)}

이에 따라 현재 국내·외에서는 하수처리시설의 전문적인 운영을 위한 감시, 진단, 제어, 분석하는 시스템이 도입되고 있다. ASC(ASRT Control System)은 고도하수처리시설 공정 상에서 이상이 발생하는 공정을 개선하기 위해 유입수의 오염부하에 따라 폭기조의 간헐폭기시간을 시간을 조절하여 일정한 방류수질을 유지할 수 있도록 하고 있다.⁴⁾ 또한, 하수처리 전문가시스템(Expert System)이 하수처리시설 설계와 운영에 도입되어 운전시 전문가의 의사결정을 보완하거나 일부 대신할 수 있는 방법으로 사용되고 있다.^{5,6)} 유럽에서는 유럽 공동체 소속의 국가의 하수처리시설을 대상으로 자동화 및 원격 통합 관리를 적용하기 위해 SMAC(Smart Control of Wastewater Treatment System) 프로젝트를 진행하였다. SMAC는 강우량 예측에 따른 하수관거(Sewer System) 관리 시스템, 하수처리시설의 자동화, 민간 운영시설의 운전 감시 및 정보전달 등을 통한 유럽 하수도 시스템의 최적화, 효율적인 운영관리 시스템 구축을 목표로 한다.⁷⁾

따라서 본 연구에서는 인터넷 기반의 MMI(man machine interface), 수질 시뮬레이터(Simulator), 하수처리 시설 관리

기능을 갖는 시스템을 설계 및 개발하였다. 수질예측 시뮬레이터는 실시간으로 현장에서 측정되어 올라오는 유입수질 데이터와 Function Manager에서 정의된 Function 정보를 적용한 시뮬레이터를 통해 방류시의 수질을 예측함으로써 최적의 하수처리시설 운영 방법을 제시하고, 또한 통합운영 시스템에 누적된 과거의 데이터를 이용하여 현재의 유입수 정보를 과거 방류시에 수질이 최적이었던 상태의 데이터를 추출하여 제시함으로써 하수처리시설 운영에 도움을 주며 과거와 현재의 운영 효과를 비교 하였다. 추론, 통계적 분석 기능은 각 시스템을 유기적으로 연결하고 하수처리시설 운영의 장, 단기 계획을 작성하며, 수집된 데이터의 정량화 작업을 통한 통계분석, 정량적 데이터의 데이터베이스화를 통한 지식기반(Knowledge Base)을 구축, 분석한 데이터를 의사결정 도구로 사용함으로써 하수처리시설 운영을 최적화 한다.

본 연구에서는 앞서 언급한 기능을 보유한 시스템에 최신 정보기술(IT)과 환경기술(ET)이 결합되어 지방 자치 단체별 하수처리장을 연결할 수 있는 인터넷 기반의 하수처리시설 통합운영, 유지 관리하는 시스템을 개발하여 이를 실제 하수처리시설에 도입하는 연구를 수행하였다.

2. 기술적 배경

본 연구에서 제안하는 시스템의 전체적인 구성은 인터넷 기반의 MMI(man machine interface), 수질 시뮬레이터, 하수처리 시설 관리 기능으로 구분하고 있다. 다음에서는 본 System의 각 구성요소의 기술적인 배경과 원리들에 대해서 설명하겠다.

2.1. 인터넷 기반의 MMI 서버

인터넷 기반의 MMI서버는 하수 처리 시설에서 발생하는 각종 데이터를 대화형 MMI 서버를 통해 온라인으로 획득하며, 이 데이터를 이용하여 마을 하수처리 시설의 운영 상태를 감시하거나 제어한다.

E-mail: euisin@dwconst.co.kr

Tel: 031-250-1134

Fax: 031-250-1133

2.1.1. 인터넷 기반의 MMI 서버의 기능

대화형 MMI서버는 하수처리 시설에서 가공되어진 각종 데이터를 이더넷(ethernet) 또는 시리얼(serial)로 수집해서 데이터베이스 서버에 저장하거나 데이터를 요청하는 웹 페이지에 데이터를 전달하기 위하여 설치한다. 대화형 MMI 서버의 전체적인 구성은 Fig. 1과 같다.

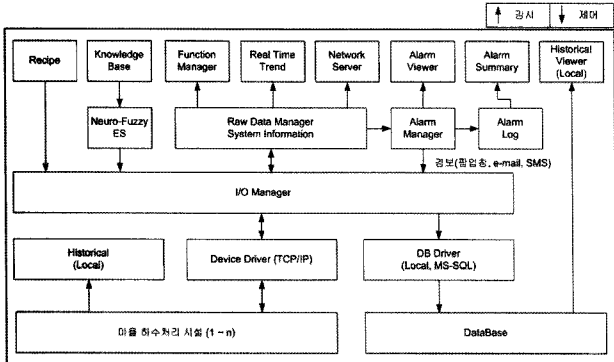


Fig. 1. 인터넷 기반의 MMI 서버의 흐름도.

2.2. 수질 시뮬레이터

2.2.1. 수질 시뮬레이터의 구성

본 연구에서 개발되는 수질 시뮬레이터(Fig. 2)는 다음과 같은 기술을 기반으로 한다.

- Function Manager : 운영 노하우(Know-how)를 기반으로 하여 유입수질을 가지고 각 프로세스별로 분석하고자 하는 내용을 공식화하여 Function을 산출해낸다.
- H-Simulator : 과거의 이력 데이터를 통하여 가장 방류수질이 우수한 처리기준을 도출한다.
- F-Simulator : Function Manager에서 정의된 Function정보를 가지고 전체공정(Process) 또는 각 공정별로 시뮬레이션하여 현재 설정된 운영환경을 유지할 경우의 방류수질을 예측한다.

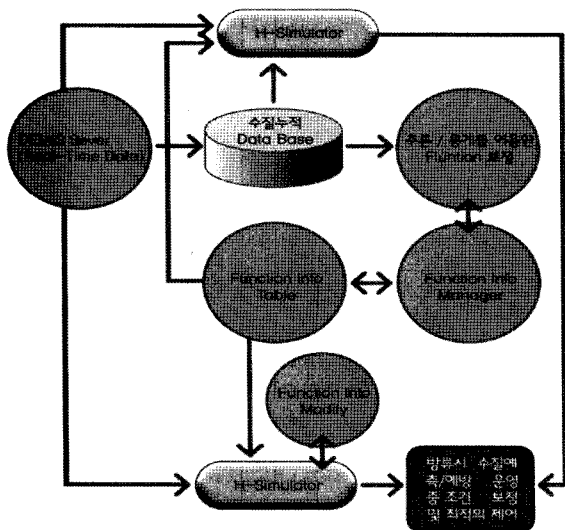


Fig. 2. 수질 시뮬레이터의 구성.

- C-Simulator : F-Simulator를 통해서 예측한 수질이 운전 기준에 적합하지 않다고 판단되는 경우 운영자가 가상으로 운전모드(Mode)를 변경하여 운전하였을 때 처리되는 방류수질을 예측한다.

2.2.2. Function Manager

Function Manager는 F-Simulator, C-Simulator에서 사용할 처리장 환경 기초 데이터 및 Function에 적용된 인자값을 관리하는 기능이다. 추론 및 통계적 분석을 통하여 Function을 계속적으로 보정하여 현장 적용에 적합하도록 최적의 Function을 관리하거나 유지할 수 있다.

2.2.3. H-Simulator

H-Simulator(Fig. 3)는 시뮬레이션을 수행 하고자 하는 유입수에서 측정된 유입수질(유입유량, 유입BOD, 유입SS, 유입 T-N, 유입T-P) 정보와 데이터베이스에 누적된 과거 하수처리장 운영정보를 비교 판단하여, 가장 근접한 운영조건(날씨, 유입량, 수질 등) 중 방류시의 수질이 가장 좋은 운영정보를 추출하여 제시한다.

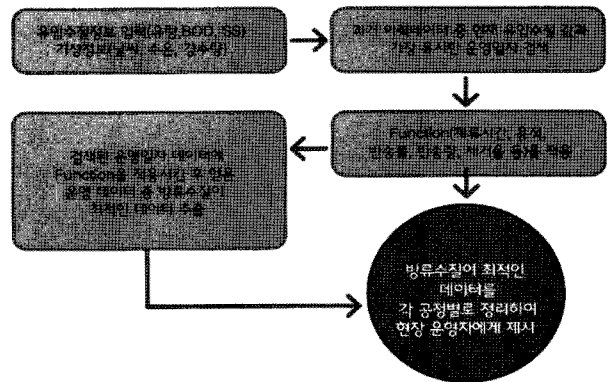


Fig. 3. H-Simulator 동작원리.

2.2.4. F-Simulator

F-Simulator(Fig. 4)는 통합운영시스템에서 수집된 유입수질정보와 보편화 된 Mass Balance 공식을 적용한 Function을 이용하여 전체공정 또는 공정별로 시뮬레이션 및 최적 운전 조건을 제시할 수 있도록 하는 기능이다.

즉, 하수처리장 운영자들이 현재 설정된 값으로 운영할 경우 방류수질이 어느 정도로 배출되는지를 예측하며, 이에 따른 최적 운전조건을 제시함으로써 변화가 많은 하수처리장의 외부 및 내부요인에 대해 손쉽게 대처할 수 있다. 하수처리 운영의 초기 설계값이 내·외적인 환경적요인으로 인해 방류수질이 기준에서 벗어나는 경우나 외부적 요인(유입량, 유입수질)의 급격한 변화로 인해 정확한 운전조건을 설정하기가 어려울 경우, F-Simulator를 이용 Function 정보(체류시간, 가동률, 반송량, 약품처리량, 산소주입량 등)의 값을 다양한 방법으로 시뮬레이션 함으로서 최적의 운전조건을 찾아갈 수 있다.

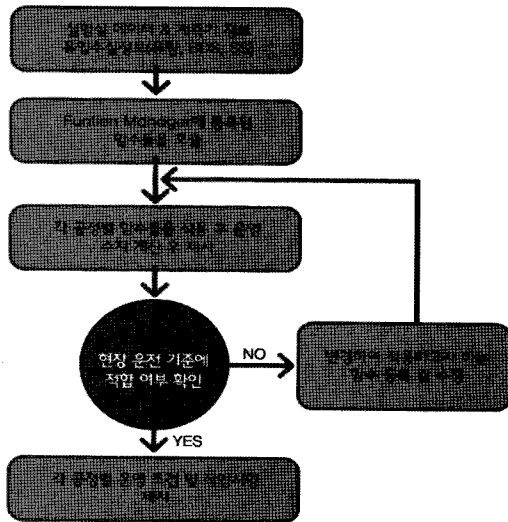


Fig. 4. F-Simulator 동작원리.

2.2.5. C-Simulator

C-Simulator(Fig. 5)는 F-Simulator를 통해서 예측해 본 방류수의 수질이 처리장 운전기준에 적합하지 않을 경우에 취해야 할 일련의 작업을 운영자가 판단하여 변경되어야 할 Function정보(체류시간, 가동률, 반송량, 약품 처리량, 산소 주입량 등)를 수정하여 시뮬레이션 할 수 있는 기능이다. 또한, F-Simulator와 비교해서 크게 다른점은 Function 정보를 운영자가 임의로 변경해서 시뮬레이션 해볼 수 있다는 데 있다. 이는 운영자가 F-Simulator를 통해서 방류수 수질을 예측해보고 처리해야 할 작업을 가상으로 C-Simulator에 적용함으로써 운영자가 잘못 예측 판단으로 발생할 수 있는 사고를 예방 할 수 있다.

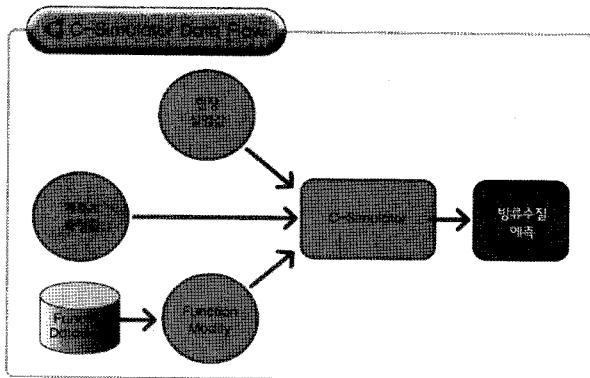


Fig. 5. C-Simulator 동작원리.

2.3. 추론 및 통계적 분석 기법

추론 및 통계적 분석 기법은 공유 데이터베이스를 중심으로 하여 각 시스템을 상호 유기적으로 연결된 통계 및 분석 자료를 이용하여 운영정보 자료로 활용하는 기법이다. 이 기법은 처리장 운영의 장, 단기 계획을 작성하며 수질 데이터의 축적으로 처리장 운영을 최적화 한다. Fig. 6은 추론 및 통계적 분석을 위한 개념도이다.

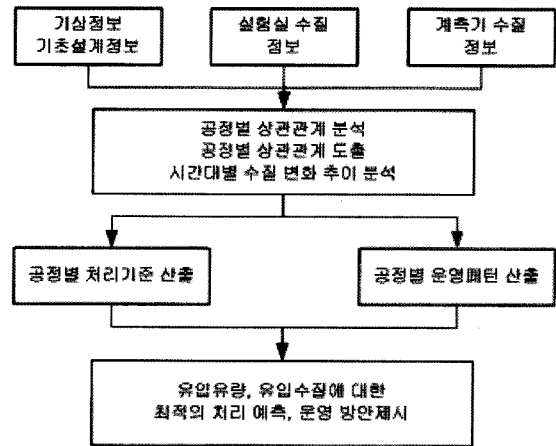


Fig. 6. 추론 및 통계적 분석도.

Table 1. 추론/통계 분석 및 예측

구분	내용
통계분석	· 각 처리장에서 발생하는 실시간 데이터를 온라인상에서 수집 · 수질실험, 기후, 기상데이터 오프라인상에서 수집 · 도시계획 등의 데이터 수집
예측	· 유입 하수량 및 유입 수질 예측 · 분기운전계획, 슬러지 배분계획 및 고장 통계예측
활용	· 하수처리에 대한 원 단위 계산 및 사업실적 평가 · 안전점검 스케줄작성, 약품구매 일람표 작성 · 예산 및 회계결산 및 장기 처리계획 수립 · 비상시 운전 가이드 작성

2.3.1. Fix Point에 대한 추론 및 통계적 분석

하수처리시설의 각 공정별로 운영에 필요한 상관관계 항목을 미리 정의하여 현장 운영자가 사전 지식이 부족하더라도 각 항목별로 선언된 상관관계를 분석한다. 운영자는 이 방법을 이용하여 현재 또는 과거에 하수처리시설 운영이 어떻게 이루어졌는지를 파악할 수 있고 추후에 어떤 방식으로 운영해야 한다는 기준을 가질 수 있다.

2.3.2. Free Point에 대한 추론 및 통계적 분석

부방법은 2.3.1절의 “Fix Point분석” 정의한 상관관계 항목 외에 현장 특성에 따라 비교 분석하는 방법이다. 이 방법은 데이터베이스 서버에 저장해 놓은 데이터를 추출해서 자유롭게 항목을 선택하여 분석할 수 있다.

2.3.3. Historical Trend

하수처리시설에 통합 운영 시스템을 적용하여 일정기간동안 수집한 데이터를 설계한 데이터베이스에 저장하여 통계 데이터를 원하는 형태, 항목별로 분석해 봄으로써 과거에 어느 공정의 어떤 항목의 값이 어느 수준이었던지를 또는 어떻게 관리되어져 왔는지를 파악할 수 있는 기법이다.

3. 인터넷 기반의 통합운영시스템

본 연구에서 개발한 시스템(DEMIS)은 인터넷을 기반으로

하고 있으며, Fig.7과 같이 다양한 구성요소들로 이루어져 있다. 다음은 본 연구에서 개발한 시스템에 대한 기능에 대한 내용이다.

3.1 인터넷(웹) 기반의 통합감시 및 제어

하수처리시설내 또는 위성 하수처리시설, 하수관거 및 중계 펌프장에서 상태정보, 계측정보를 On-line 전송, 수집하여 실시간으로 지역(Local) 또는 웹을 통해서 통합 집중 감시하고 설비(펌프, 밸브, 모터 등) 또는 자동운전 설정값(처리시간, 처리량 등)을 원격으로 제어할 수 있다. 이러한 기술을 기초로하여 Fig. 8과 같이 단위 하수처리시설을 통합해 감시 및 제어업무를 원격으로 수행할 수 있다.

또한 기존의 웹 환경의 실시간 감시는 현장 MMI 서버가 데이터베이스에 올려준 후 HTML을 이용한 데이터베이스 질의를 통해 웹 페이지에 적용함으로써 실시간성이 현저히 떨어졌지만 이를 대폭 개선하기 위하여 Java의 특성을 살린 Applet를 이용하여 데이터베이스가 아닌 캐시메모리에 데이터를 탑재하여 받음으로써 현장감시에 실시간성을 제공한다.

통합 감시 및 제어의 대상 설비는 기계, 전기, 계측제어설비로 구분하고 있으며, 각 설비의 감시와 제어는 Fig. 9와 같은 MMI 화면을 이용한다.

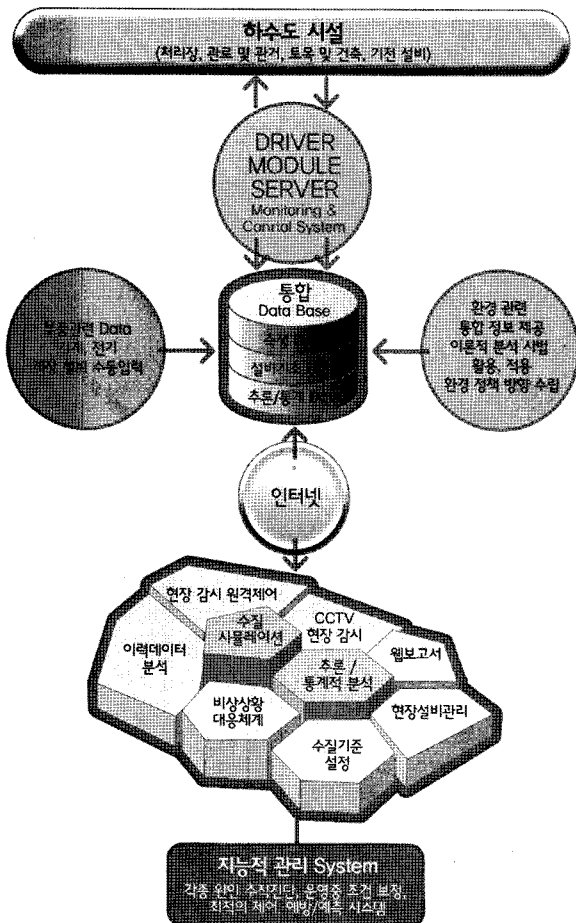


Fig. 7. 인터넷 기반 통합운영 시스템 구성도.

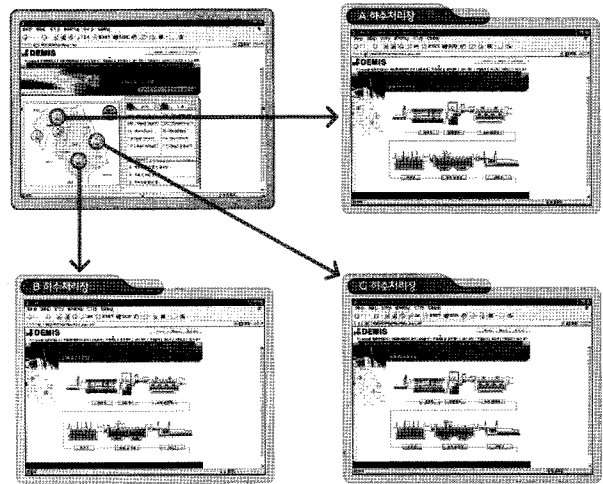


Fig. 8. 인터넷 기반의 통합감시/제어 기능을 이용한 지방자치 단위 통합관리.

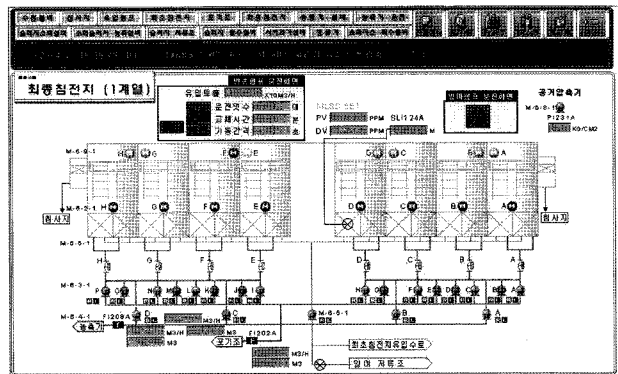


Fig. 9. 인터넷 기반 감시 및 제어를 위한 MMI.

3.2 수질 시뮬레이터 시스템

수질 시뮬레이터 시스템은 2.2절에서 소개한 기술을 기반으로 Function Manager, H-Simulator, F-Simulator, C-Simulator를 시스템으로 구현한 것이다. Function Manager는 Fig. 10에서 보여주는 것과 같이 하수처리시설의 각 공정에서 사용되는 Function과 이에 따른 결과를 산출한다.

H-Simulator는 과거에 운전한 이력을 검색하여 현재 운영에 반영하기 위한 방법으로 Fig. 11에서 보여주는 ① 영역에 검색을 위한 조건을 입력하고, 조건에 알맞은 운전모드를 산출한다. 산출된 운전모드를 모의운전을 통해 검토 한다.

F-Simulator는 Fig. 12에서 보여주며, 사용하는 방법은 유입하수 유량(Q), BOD, SS, T-N, T-P를 실험실 또는 계측기에서 측정된 데이터를 입력한다. 다음 단계에서는 Function Manager에서 설정한 값을 불러오며, 이 데이터는 입력창의 바탕이 노란색으로 표시한다. 별도로 Function Manager에서 Function을 수정하지 않더라도 입력창에서 수정하여 시뮬레이션 바로 적용할 수 있다. 입력창에서 수정한 값은 Function Manager가 가지고 있는 값들에는 영향을 주지 않고 일시적으로 Function에 사용된다.

F-Simulator에서 도출된 결과는 현 운전상태를 그대로 유지할 경우의 방류수질을 나타낸다.

F-Simulator에서 제시되는 각 공정별 도출값은 체류시간을 고려하여 수정된 데이터로써 침사지, 최초침전지, 혐기조, 무산소조, 슬러지탈질조, 포기조, 최종침전지의 수질은 동일한 처리수의 수질을 나타내고 있다.

C-Simulator(Fig. 13)는 F-Simulator를 통해서 예측해 본 방류수의 수질이 처리장 운전기준에 적합하지 않을 경우에 취해야 할 일련의 작업을 운영자가 판단하여 변경되어야 할 Function정보(체류시간, 가동률, 반송량, 약품 처리량, 산소 주입량 등)를 수정하여 시뮬레이션 할 수 있는 기능이다. 입력창에 대입하는 값들은 운영자가 판단하여 입력하는 값이다.

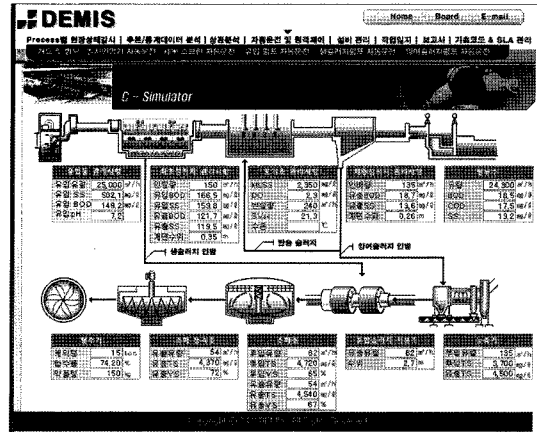


Fig. 13. C-Simulator 운영화면.

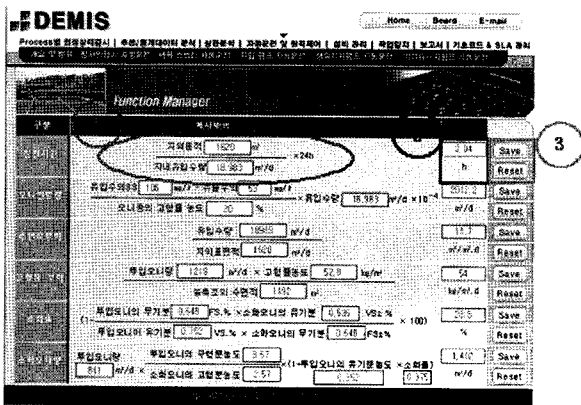


Fig. 10. Function Manager.

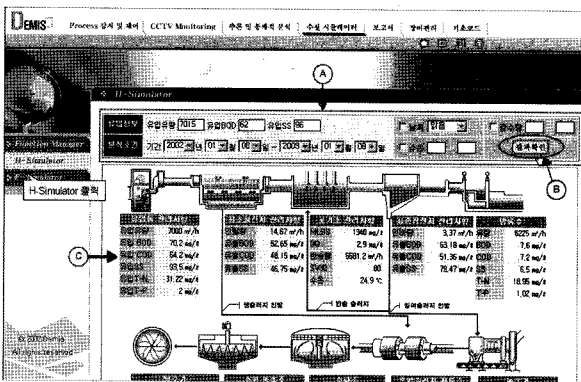


Fig. 11. H-Simulator 운영화면.

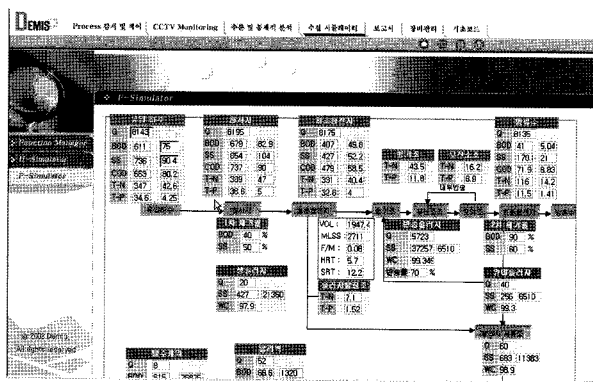


Fig. 12. F-Simulator 운영화면.

3.3. 원격지 하수관거 감시

주요 관거시설의 유량변동을 확인할 수 있으며, 유량의 변동을 실시간으로 유·무선 통신을 이용하여 받아 유입유량의 급격한 변동에 따른 본처리장의 충격을 제어할 수 있고, 운영이력 데이터베이스를 이용하여 발생원의 초기강우시 발생 가능한 CSOs에 의한 충격을 제어할 수 있다. 이상의 정보는 PDA-Service를 이용하여 이동 및 순찰 중 확인이 가능하여 현장확인이 간편하고, 관거의 정비이력을 제공하여 상습 토사적체지역을 구분하여 주요 감시대상을 선정할 수 있다.

또한, 발생원에서부터 유입원수의 유입량을 모니터링 할 수 있으며, 축적된 자료를 활용하여 초기강우시 CSOs의 침입이 심각한 차집시설을 집중감시 할 수 있다. 유입원으로부터 유입되는 총유량은 축적된 데이터베이스를 활용하여 최적 운전정보에 근접하는 운영데이터를 순위별로 제공할 수 있다.

3.4. 경보 설정

각 공정별로 해당하는 측정항목을 유지, 관리하기 위하여 각 포인트에 해당하는 관리 최소치 최상치를 등록하여 실시간으로 측정되어져 올라오는 데이터와 비교하여 기준치 이상, 이하일 때 다양한 매체(UMS)를 이용하여 운영자, 관리자에게 바로 알려주는 시스템을 운영하기 위한 기능이다.

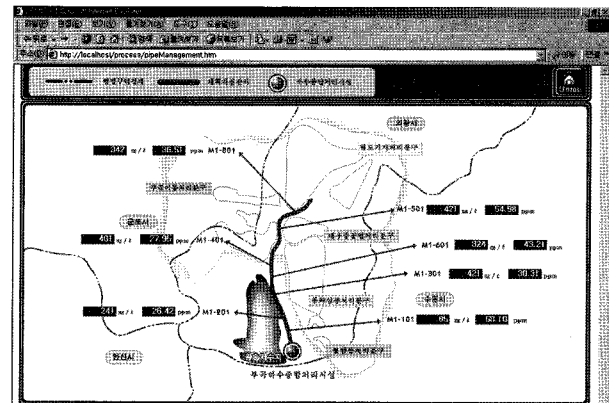


Fig. 14. 원격지 하수관거 감시 운영화면.

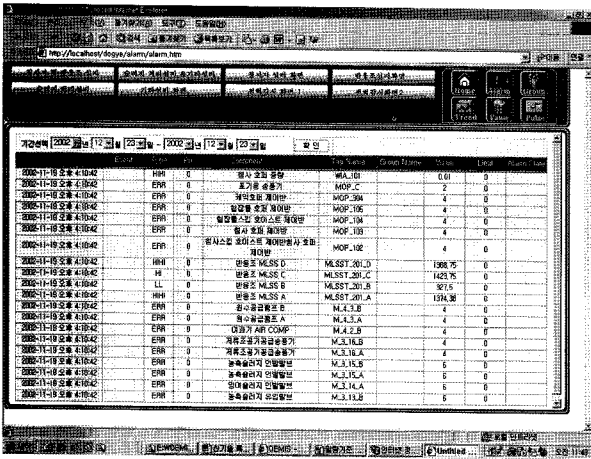


Fig. 15. 알람 이력관리 화면.

이는 각 공정별로 발생하는 알람을 데이터베이스에 저장하여 이력을 관리하고 운영자, 관리자에게 과거에 하수처리장을 운영함에 있어 발생되었던 문제점 알려줌으로써 추후에 발생될 수 있는 문제점을 미리 예측 가능케 한다.

3.5. CCTV를 이용한 현장 모니터링

현장 운영 공정중 실시간으로 CCTV를 통해서 모니터링해야 할 현장을 온라인을 통하여 중앙 집중 관리함으로써 운영상에 문제가 있을 시에 즉각 적으로 대처할 수 있게 하는데 목적이 있다.

CCTV를 이용한 현장 모니터링 효과는 다음과 같이 기대할 수 있다.

- 현장 주요부분을 상시 감시하여 인력절감 및 신속대처 용이.
- 요원이 상주하여 계속 순찰, 감시할 수 없는 부분을 보완.
- 위험 발생 인자를 인력순찰에 비해 조기 발견 조치할 수 있음.
- 비상시 위험 발생 위치 및 피해정도를 감시, 기록함으로써 원인파악 제공.

3.6. 이력데이터 관리

공정별로 측정되어져 올라오는 설비 상태정보, 계측 정보들을 데이터베이스 서버에 저장하고 있다가 운영자가 현장운

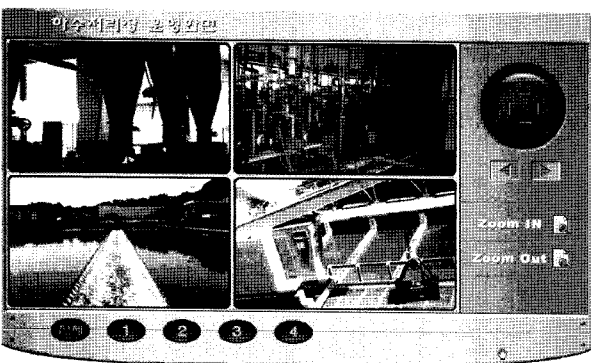


Fig. 16. 운영화면.

영에 필요한 정보를 검색 할 때 원하는 조건을 가진 데이터를 가공데이터 또는 이력데이터를 통계 처리하여 제공하는 기능이다.

이력데이터 관리 기능은 다음과 같은 값을 선택하여 동작한다.

- 공정 선택
 - 차집맨홀, 침사지, 유입펌프, 최초침전지, 포기조, 최종침전지, 방류
- 분석기간 : 기간을 년/월/일단위(달력이용)로 시작날짜/종료날짜 선택
 - Daily(5분 간격의 통계자료-일주일 데이터 보관)
 - Weekly(30분 간격의 통계자료-한달 데이터 보관)
 - Month(2시간 간격의 통계자료-일년 데이터 보관)
 - Year(1일 간격의 통계자료-5년 데이터 보관)
- 측정항목 (Multi select 기능 고려)
 - 유입량, BOD, COD, SS, 기타
- 분석형태
 - Chart (막대, 꺾은선), Table
- 기타 기능
 - Printer, Excel File

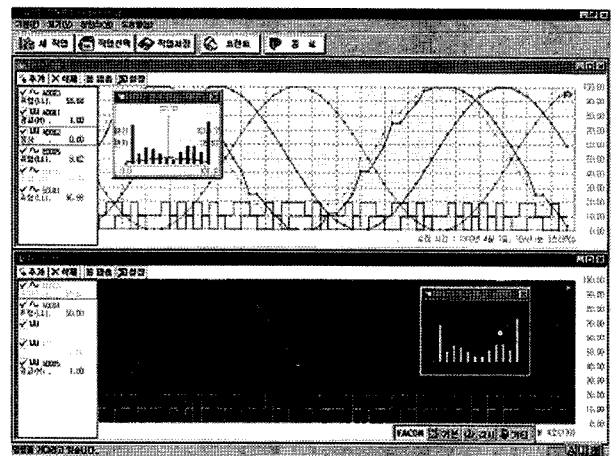


Fig. 17. 이력관리 운영화면.



Fig. 18. 시설물유지관리 운영화면.

3.7. 현장 설비관리

본 시스템은 하수처리시설에서 운영에 필요한 설비들에 대한 장비이력관리, 장비교환 주기 관리, 장비별 운영, 유지비 관리, 장비일지 등의 관리를 현장 관리 또는 웹상에서 관리할 수 있게 해줌으로써 하수처리 설비에 대한 예측/예방 정비로 내구연한을 증대 시키며, 사고를 미연에 방지할 수 있게 해준다. Fig. 18은 시설물 유지관리 기능중 장비관리를 위한 화면이다.

4. 기대효과 및 활용방안

본 논문에서 보여주는 시스템은 현재 ○○하수처리장에 도입되어 사용 중에 있으며, 다음과 같은 효과를 기대할 수 있을 것으로 판단된다.

4.1. 환경적 기대효과

- 가) 운영관리가 곤란했던 마을하수처리시설을 실시간으로 감시 제어함으로써 안정적으로 유지관리 가능
- 나) 실시간의 효율적인 수처리 분석 및 유입유량/수질 변화에 따른 방류수질 예측 및 최적 운영방안 수립을 통한 방류수질 신뢰성 확보
- 다) 운영이력 관리 및 자동경보체계 확립으로 효율적인 시설물 관리 도모 및 비상상황 발생시 효과적 대처 가능
- 라) 처리장 집중 운영으로 운영관리의 극대화 및 정보관리의 효율성 향상

4.2. 기술적 파급효과

- 가) IT와 ET 기술을 접목하여 새로운 분야의 기술 개발 촉진
- 나) 기술발전을 대비한 개방형 시스템 구축으로 환경 분야의 기술 발전 촉진
- 다) 제조업에 사용되는 자동제어시스템을 환경기초시설에 적용함에 따른 ET 분야의 자동화 영역확대
- 라) 시스템에 의해 축적되고 분석된 자료의 데이터베이스화로 향후 설계, 시공, 운영의 접목
- 마) 마을하수처리장 및 환경기초시설의 유지관리기술에 대한 과학화, 선진화
- 바) 기술적으로 우위에 있는 IT 분야를 접목함으로써, 해외시장 개척에 따른 시장개척 및 경쟁력 확보가능

4.3. 경제적 파급효과

- 가) 마을하수처리장의 체계화된 운영 및 다수의 시설관리를 일원화하여 통합함으로써, 효율적인 운영 및 운영관리인원의 감소로 인한 인건비 절감
- 나) 최상의 방류수질과 효율적인 운영이 가능하여 효과대비 전력비, 약품비 등 절감가능
- 다) 설계가 간단하고 개방형 시스템을 사용하며 상호 호환이 가능하므로 증설이나 신설 등에 중복된 투자비용이 절감됨

4.4. 활용방안

본 논문에서 제안하고 있는 시스템은 향후 하수처리시설 통합관리를 위해 중앙하수처리장과 중·소규모 하수처리 시설에서 다음과 같이 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

활용방안	중앙하수처리장	소규모, 마을하수처리장
감시 및 운전	전체 현장감시 및 운전	해당처리장 감시 및 운전
경보	전체현장 경보제공	해당처리장 경보제공
유지관리 프로그램	전체현장 유지관리 프로그램 쓰기 및 수정 가능	해당처리장 영역만 쓰기, 수정
통계 및 추론 프로그램	전체현장 프로그램 활용 가능	해당처리장 영역만 가능
점검 및 보수	점검, 보수반응용 전체처리장 관리	무인운영 유인 운영시 점검만 시행

5. 결론

본 논문에서는 하수처리시설에 최신 정보통신 기술을 이용하여 인터넷 기반의 하수처리시스템을 소개하였다. 이 시스템이 실제 하수처리장에 적용하여 사용되고 있으며, 국외에서 사용되는 시스템과 비교하여 다음과 같은 결론을 도출한다.

외국에서는 환경시설의 관리를 대부분 전문가들의 인력에 의한 관리를 하고 있다. 일본의 경우 마을하수처리시설의 경우 개소마다 환경공학을 전공한 전문가가 관리를 맡고 있으며 미국과 같은 경우 워싱턴 하수처리장의 경우 1,000여명의 직원이 상주하고 있다. 그렇지만 국내의 경우 한정된 예산과 전문가의 부족으로 선진국과 같은 체계적이고 전문화된 관리가 불가능한 실정이므로 세계 최고 수준의 IT 기술과 인프라를 이용한 본 시스템이 적용된다면 그러한 단점을 최대한 보완할 수 있다. 따라서 앞으로 본 시스템이 확대 적용되어 기 설치된 환경기초시설이 효율적으로 관리되어야 할 것이다. 여러 시설과 설비의 SI 인 측면에서나 IT 기술의 측면에서 선진국과 비교한 결과는 다음과 같다.

- 1) ADSL을 주 회선으로 사용하여, 외국의 전용선 시스템 등에 비해서 시스템 운영 비용, 최소화 및 속도/안정성에서 월등함
 - 2) CDMA 등의 무선망 운영기술을 활용하여, 전용선 혹은 ADSL망이 설치되지 않은 장소에서도 데이터원격 수집 가능
 - 3) 공정별 분산 처리방식이 아닌 중앙 집중식 처리가 가능하여, 분산처리방식으로 구성된 외산 시스템에 비해서 Data 처리성능이 뛰어난
 - 4) 행정업무의 과학화, 타 시스템과의 연계를 통한 시스템 적응성 및 강력한 확장성 제공
 - ⑤ UMS를 이용하여, 장소와 시간에 구애받지 않고, 운영자에게 알람을 보낼 수 있다.
- 향후 하수처리시설 운영상에서 발생하는 데이터를 기반으

로 최적의 운전 방안을 제시할 수 있는 지능형 시스템 개발에 관한 연구 수행이 필요하다.

참고문헌

1. 환경부, 하수도 설치사업 업무처리 일반지침(2003.12.31).
2. 한기봉, 이영준, 이인선, 이덕길, 홍성민, “마을하수 처리 시스템 구축에 관한 연구(I),” 국립환경연구원, 국립환경연구원보 제23권(2001).
3. 임봉수, 이창균, “마을 하수도 현황과 개선방안”, 차세대 하수관거정비 특별 심포지움, 대한상하수도 학회 하수도연구회(2002).
4. 조육상, 천재현, 김형우, 이성우, 곽무영, 윤광현, 이종윤, 유만식, “중·소규모 하수처리장의 자동제어 시스템 개발 연구,” 대한환경공학회 2002 춘계학술연구 발표회 논문집(I), 62~64(2002).
5. 장덕, 신영진, 성문성, “생물학적 영양염류제거 하수처리장의 설계 및 운전 최적화를 위한 지식기반 전문가시스템,” 상하수도학회지 논문집, 제17권, 제3호, pp. 386~400(2003).
6. 황호재, 환경기초시설 자동화와 전문가 시스템, News & Information for Chemical Engineering, Vol. 21, No. 5, (2003).
7. Marinus K Nielsen, IWA 1. ICA Conference MALMO 2001, Instrumentation of Control and Automation Scientificand Technical Report Part 3, Control Of Wastewater Systems in Practice(2001).