# 새만금지구 자동수질 모니터링 시스템

# Automatic Water Quality Monitoring System for the Saemangeum project

김 원 장* 정 하 영**
Kim, Won-Jang Jeong, Ha-Young

## 1. 머리말

자동수질 모니터링 시스템은 공인된 계측기기로 대상 수계(水界)의 수질을 연속적으로 측정하고 그 결과를 유선 또는 무선 통신방식으로 전송하여 사용자의 목적에 따라 운영하는 시스템을 총괄하여 지칭한다.

최근 낙동강, 영산강, 금강 등 4대강 수계를 중심으로 수질오염 물질을 총량으로 묶어서 관리하는 오염총량 관리제를 추진중에 있으며, 이에따라 특정 수계의 감시와 오염부하량 산정이 가능한 자동수질 모니터링 시스템의 필요성 및 활용성은 점차 증가하고 있다.

국내의 자동수질 모니터링 시스템은 사용자의 운영목적에 따라 다양한 항목이 측정 운영중에 있는데, 그 중 환경부는 대상수계의 수질을 감시하고 조기경보체계 구축을 목적으로 1995년부터 4대강 유역 20개 주요지점에 측정소를 설치하여 운영 중에 있다. 해양수산부는 연안지역 양식 어민들에게 필요한 해양환경정보를 제공하기 위하여 어장정보제공시스템(동해수산연구소)을 운영중에 있으며, 한국수자원공사는 상수원 확보와 홍수 방지 목적으로 설치된 다목적 댐의 수질관리를 위하여 실시간 자동수질 모니터링 시스템을 운영 중에 있다.

농업기반공사 농어촌연구원에서는 체계적이고 과학적인 물관리 분석시스템 구축을 위하여 새만금 지구에 자동수질 모니터링 시스템을 설치하였다.

본 고는 현재 새만금 지구에서 운영 중인 자동수질 모니터링 시스템에 대한 개략적인 기술내용과 운영현황을 소개하고자 한다.

## 2. 자동수질 모니터링 장비

자동수질 모니터링의 일반적인 목적은 "시간적 · 공간적으로 변화하는 수질에 대한 전반적인 경향을 분석하기 위하여 실시간 연속적인 자동계측에 의한 자료를 얻기 위함이다" 라고 정의하고 있다. 따라서 자동수질 모니터링 장비는 수중에 직접 투입하여 장기간의 측정이 가능하고 주위 환경변화에 영향받지 않고 신뢰성 있는 데이터를 연속적으로 측정할 수 있어야 한다. 즉, 수질모니터링장비가 수중에 장기간 투입되어 운용될 경우 내구성의 결여와 미생물 부착 등으로 측정 Data의 오차가 발생할 수 있기 때문에 이를 방지할 수 있는 자동수질 모니터링 장비를 사용해야 한다.

일반적으로 자동수질 모니터링 장비는 측정방식에 따라 직접투입식과 채수식으로 구분되며 직접투입식은 센서의 내구성 및 설치형태에 따라 정치식과 간이식(portable)으로 구분된다. 직접 투입식 자동수질 모니터링 장비는 수질을 측정하는 검출부가 수중에 위치하도록 제작된 것으로 대상항목을 측정할 수 있는 센서들의 조합으로 이루어져 있

* 농업기반공사 농어촌연구원(kwjkim@karico.co.kr)
** (주)창민테크(hjeong@changmin.co.kr)

다. 직접 투입식의 경우 측정센서부와 검출부가 모두 수중에 위치하므로 별도의 육상 시설을 설치할 필요가 없고, 시험 원수의 가공처리가 없기 때문에 현장의 수질상태를 그대로 재현할 수 있다.

또한 반응시약을 사용하지 않고 전기적, 광학적 센서측정 방식을 택하고 있기 때문에 측정 후 폐액 발생 등의 부산물이 없는 특징이 있다. 이런 직접 투입식 장치는 상시 모니터링을 위해 센서들의 내구성을 향상시킨 정치식과 현장 측정 후 바로 회수하는 간이식으로 세분화된다.

채수식 수질모니터링 장비는 감시대상 시험원수를 육상에 설치된 계측부까지 펌핑한 후 시약(chemical reagent)들의 반응에 의해 측정하는 방식으로, 시험실의 수질분석 과정을 현장에 재현한 방식이다. 채수식 장비는 일반적으로 육상에 별도의 계측시설 및 지시기록 장치를 보호할 수 있는 구조물이 필요하고, 반응시약을 사용하기 때문에 시험실에 준하는 전원 공급량이 필요하다.

다음의 표는 정치식 장비와 간이식 및 습식 방식 수질모니터링장비와의 일반적인 차이를 비교하였다.

**표 1. 정치식과 간이식 및 채수식 수질측정 장비의 비교표**

| 항 목 | 정치식 (stationary) | 간이식 (portable) | 채수식 (laboratory) |
|---|---|---|---|
| 측정원리 | 직접투입 측정 (센서) | 직접투입 측정 (센서) | 취수 분석 (습식)방식 |
| 정확도 | 높음 | 보통 | 높음 |
| 유지관리 | 1회/1~2개월 | 상시점검 | 상시 점검 |
| 세정방식 | 와이퍼/브러시 | 브러시/와이퍼(option) | 수동 세척 |
| 유리관리비용 | 낮음 | 보통 | 높음 |
| 약품사용여부 | 무 | 무 | 다량의 반응시약 필요 |
| 무인운전 | 가능 | 제한적 가능 | 불가능 |
| 전원공급 | 태양광, 상용전기 | 건전지 | 상용전기 |
| 교정주기 | 1회/6개월(권장) | 수시 | 수시 |
| Profile 분석 | 가능 | 어려움 | 불가능 |
| 현장적용 | 가능 | 제한적 가능 | 불가능 |
| 내압능력 | 높음 | 보통 | 없음 |
| 이물질부착 방지대책 | 방오도료사용 (6개월이상지속) | 없음 | 없음 |
| 제품가격 (설치비 포함) | 고가 | 저가 | 고가 |

## 3. 새만금 자동수질모니터링시스템

### 가. 설치 위치

새만금 자동수질 모니터링 시스템은 2002년 12월 준공을 마치고 4호 방조제를 경계로 내·외측에 각 1식으로 설치되어 2002년 12월부터 현재까지 새만금 내·외측의 수질환경을 실시간으로 모니터링하고 있다.

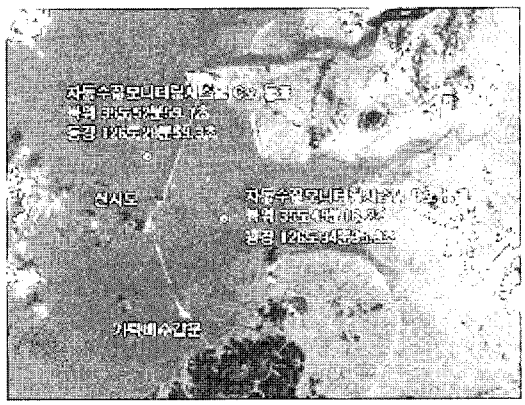


**사진 1. 새만금 자동수질 모니터링 시스템 설치 위치**

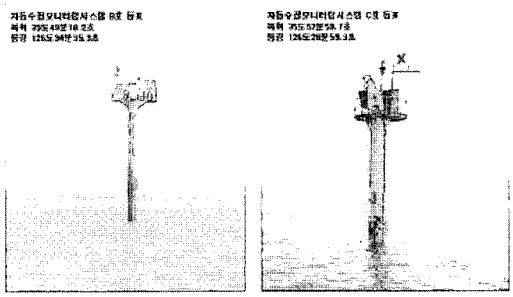

**사진 2. 4호 방조제 내측(좌) 및 외측(우)에 설치된 새만금 관측타워**

### 나. 장비구성 및 측정항목

현재 새만금 지구에 설치된 자동수질 모니터링 장비는 정치식 장비이며 현장 기본항목인 수온, DO, pH, 탁도, 전기전도도, 염도, 수심 및 적조현상을 감시할 수 있는 Chlorophyll.

a 농도까지 측정이 가능하도록 구성되어 있다.

자동수질 모니터링에 있어 수질측정 센서의 오염은 매우 큰 측정오차를 유발시키게 된다. 따라서 안정적인 수질모니터링을 위해서는 센서의 세정장치가 매우 중요한 역할을 한다. 새만금 자동수질 모니터링 장비는 방오도료를 채용하여 미생물 및 기타 이물질의 부착을 근본적으로 방지하였으며, 각 센서의 특성을 고려하여 설계된 최적의 세정방법을 채택하여 안정된 수질모니터링 데이터 제공이 가능하도록 구성되어 있다. 또한, 독립 센서의 채용으로 결함이 나타난 센서에 대해서는 선택적 보수 및 현장 교체가 가능하도록 설계된 장비를 사용하고 있다.

**표 2. 새만금 자동수질 모니터링 시스템 측정항목 및 사양**

| 구분 | 측정범위 | 정확도 | 분리능 |
|---|---|---|---|
| 수온 | -5~40 | 0.1 | 0.1 |
| 수소이온농도 (pH) | 2~12units | 0.1unit | 0.01unit |
| 용존산소 | 0~20mg/L | 0.4mg/L | 0.01mg/L |
| | 0~200% | 2% | 0.1% |
| 수심 | 0~25m | 0.25m | 0.1m |
| 염분 | 0~35°/∞ | 3% | 0.1°/∞ |
| 전기전도도 | 0~55mS/cm | 2% | 1mS/cm |
| 탁도 | 0~1000ppm | 2% | 0.1ppm |
| 클로로필.a | 0 ~ 200㎍/L | 2% | 1㎍/L |

**표 3. 센서의 구성과 세정방식 분류표**

| 측정센서 | 검출부의 구성 | 세정방식 | 비고 |
|---|---|---|---|
| 탁도 | 광학렌즈 | 와이퍼 | 독립세정방식 |
| 용존산소 | 격막(membrane) | 제트수류 | 독립세정방식 |
| pH | 유리전극 | 브러시 | 독립세정방식 |
| 클로로필.a | 광학렌즈 | 와이퍼 | 독립세정방식 |

### 라. 시스템의 구성

새만금 자동수질 모니터링 시스템의 구성은 수중에 정치식(stationary type)으로 된 측정

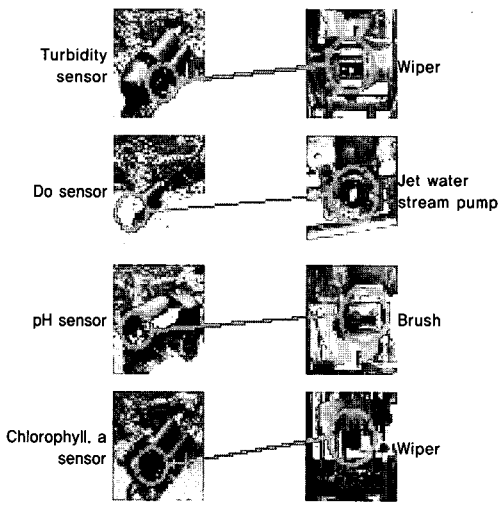


**사진 3. 각각의 센서와 독립적인 세정장치의 모습**

센서를 설치하고 신호케이블을 통해 측정값을 Data Logger에 전송하여 1차적으로 저장한 후 이를 다시 CDMA modem으로 중앙통제실 서버에 전송하여 측정값의 Data Base화 및 분석이 가능하도록 구성되어 있다.

새만금 방조제 내·외측의 수질변화를 실시간 모니터링하기 위한 자동수질 모니터링 시스템의 구성은 다음과 같다.

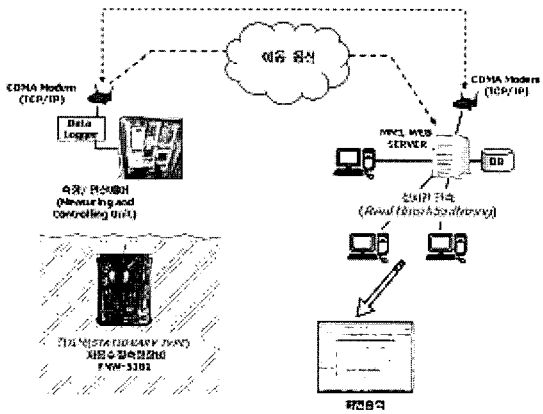


**사진 4. 시스템 구성도**

**표 4. Soft Ware 구성 및 기능별 분류**

| 구 성 | 기 능 |
|---|---|
| 환경설정 | 측정위치, 측정항목, 측정기준 등을 설정 |
| 자료조회 | 시간평균 자료를 이용하여 일별, 월별, 년간 자료를 조회 |
| 실시간 모니터링 | 현재 수집되고 있는 Data를 실시간으로 확인 가능 |
| 통계/분포 | 분석된 자료를 이용하여 갖가지 통계자료 및 분포도를 작성 |
| Main screen | 자동수질 모니터링 시스템의 개요, 새만금 2개소 설치위치, 관측소의 전경, 수질측정 항목, 측정 범위 · 재현성에 대한 값을 Table에 표시 |
| 개별관측소 | 새만금 관측소에 대한 매시간 경보사항 및 수질데이터를 관측소명과 함께 표시 |
| 통계분석 | 수질데이터를 개별관측소별로 시간별, 일별, 월별, 년별로 수치 및 그래프 검색이 가능할 수 있도록 구성하며, 데이터의 최소 · 최대값, 평균값, 최빈수 및 표준편차 등의 다양한 통계분석이 가능하도록 구성 |

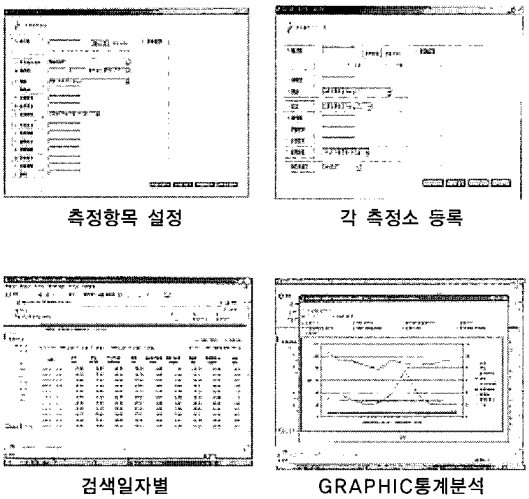


**사진 4. Monitoring Screen**

## 4. 시스템의 유지관리

자동수질 모니터링 시스템 구축에 있어 주기적인 유지관리 점검은 장비의 수명 및 측정 Data의 신뢰성 확보에 중요한 역할을 하고 있다. 현재 새만금 자동수질 모니터링 시스템은 인터넷을 통해 시스템의 오류 및 이상 유무를 상시 모니터링하고 있으며, 오류 발생시 즉각적인 A/S 실시가 가능하도록 관리하고 있다. 또한, 매월 정기적인 유지관리 점검을 실시하여 외부 환경에 의한 측정 데이터의 오류 발생을 최소화 할 수 있도록 노력하고있다.

**표 5. 점검주기 및 유지보수 항목**

| 점검주기 | 점검 사항 및 유지보수 항목 |
|---|---|
| 월별점검 | 외관 상태 점검 및 부착 이물질제거<br>설치보조 구조물의 이상유무<br>센서 교정<br>방오도료 도장<br>각 센서의 측정신호 점검으로 측정값 및 센서 이상여부 점검 |
| 1년 | 노후 센서의 교체 및 시스템 전체에 대한 정밀 점검 |

## 5. 맺는말

새만금 자동수질 모니터링 시스템의 기대효과는 공사 단계별 방조제 내 · 외측 수질변화 요인을 보다 정확하게 파악할 수 있다는 점이다. 또한 수질예측 모델의 입력자료로 활용되어 중장기적 수질변화 파악 및 예측을 가능하게 함으로써 효율적인 수질관리 대책 수립이 용이해지고 생태계 보존 등과 같은 장기적인 수질관리 정책 수립을 가능하게 할 것이다.

## 참고문헌

1. 김원장, 박상현, 이형주, 이광야, 2002, 새만금 해역 자동수질모니터링시스템 구축, 2002년도 한국농공학회 2002년 학술발표논문집.
2. 환경관리공단, 2002, 낙동강 · 금강 · 영산강 수계의 수질자동측정망 확대설치 타당성 조사 및 기본계획 보고서.
3. Bourgeois, W., Burgess, J.E. and Stuetz R.M, 2001, On-line monitoring of wastewater quality: a review. J. Chem. Tech. Biotech, 76, pp. 337-348.
4. Korenaga, T., Takahashi, T., Moriwoke, T and Sanuki, S, 1990, Water quality monitoring system using a flow-through sensing device. In: Instrumentation, Control and automation of Water and Wastewater Treatment and Transport Systems(Advances in Water Pollution Control 10). Ed. Briggs R., Pergamon Press, London. pp. 625-631